

HERRN NITSCHMANN  
- V 100 -  
\*  
\*  
DESY

JBD  
174



# WISSENSCHAFTLICHER JAHRESBERICHT 1985

# DESY



---



---

# **Wissenschaftlicher Jahresbericht 1985 Deutsches Elektronen-Synchrotron DESY**

## **Inhalt**

<b>Vorspann</b>	<b>7</b>
<b>Bereich Forschung</b>	<b>29</b>
<b>Bereich Maschinen</b>	<b>155</b>
<b>Bereich Zentrale Datenverarbeitung, Entwicklung und Betrieb</b>	<b>209</b>
<b>Veröffentlichungen und Vorträge</b>	<b>241</b>



---

# Vorspann

## Inhalt

<b>Vorwort</b>	<b>9</b>
<b>Organigramm</b>	<b>12</b>
<b>Organe der Stiftung und weitere Gremien</b>	<b>13</b>
<b>Internationale Zusammenarbeit bei den Experimenten</b>	<b>19</b>



## Vorwort

Das Jahr 1985, für das DESY den Jahresbericht hier vorlegt, war das zweite "HERA-Jahr". Seit dem Baubeginn im Mai 1984 konzentrierte DESY in zunehmendem Maße seine Kräfte auf HERA, das große neuartige Speicherring-Projekt für Elektron-Proton-Stöße bei hohen Energien, deren Studium das zentrale Thema der Elementarforschung bei DESY in den 90er Jahren sein wird. Daß neben dem HERA-Bau das wissenschaftliche Programm an PETRA und DORIS über das ganze Jahr 1985 fortgeführt wurde, bedeutete eine große Belastung für das ganze Laboratorium.

Der Jahresbericht gibt wieder einen Überblick über die wichtigsten Ergebnisse und Forschungsarbeiten an PETRA und DORIS einschließlich der Experimente mit der Synchrotronstrahlung, über technische Entwicklungen bei den Beschleunigern und insbesondere über den Stand des HERA-Projektes.

Der Bau von HERA hat im Jahr 1985 gute Fortschritte gemacht. Die großen Baustellen für die vier unterirdischen Experimentierhallen und die Hallen für die Kälteanlage und die Magnetmessungen geben davon sichtbares Zeugnis. Der Tunnelvortrieb, im Mai 1985 in der Süd-Halle begonnen, hatte bei Jahresende die West-Halle fast erreicht, und bei der Drucklegung dieses Berichtes war nach Passieren der Nord-Halle schon über die Hälfte des 6.3 km langen Ringtunnels fertiggestellt. Bei den Entwicklungsarbeiten an den supraleitenden Magneten für den Protonenring, gemeinsam durchgeführt mit BBC und mit Saclay, wurden ebenfalls gute Fortschritte erzielt, und für wichtige Komponenten, besonders des Elektronenringes, konnten in diesem Jahr Industrieaufträge erteilt werden.

*HERA-Projekt*

Die internationale Zusammenarbeit beim Bau von HERA hat sich im Jahr 1985 weiter konkretisiert. Neben dem großen italienischen Beitrag zu den supraleitenden Dipolmagneten sind fest zugesagt und zum Teil schon in Vereinbarungen vertraglich festgelegt Beiträge von Holland, Kanada, den Vereinigten Staaten und Israel. Ein Beitrag aus Frankreich steht in Aussicht.

Angesichts der sehr angespannten Personalsituation, in der DESY das HERA-Projekt realisieren muß, wird die Entsendung von zahlreichen Wissenschaftlern, Ingenieuren und Technikern aus Polen und aus der Volksrepublik China und die Mitarbeit von Fachleuten aus Großbritannien, aus den USA und aus Israel besonders dankbar begrüßt.

Im Sommer 1985 haben zwei international zusammengesetzte Forschergruppen mit Mitgliedern aus 11 Ländern vorläufige Absichtserklärungen (letter of intent) für HERA-Experimente eingereicht, die beide den Bau von großen, komplexen Detektoren vorsehen. Auf der Basis der Absichtserklärungen sollen bis Frühjahr 1986 technische Vorschläge für die Detektoren erarbeitet werden. Es

wird angestrebt, daß beide Experimente zu dem Zeitpunkt der ersten Elektron-Proton-Kollisionen zur Datennahme bereit sind.

### *Hochenergiephysik*

Der PETRA-Speicherring wurde im Jahr 1985 überwiegend bei einer Strahlenergie von 21.8 GeV betrieben und lieferte Luminosität für die Detektoren CELLO, TASSO, MARK J und JADE. Bei DORIS konnten die beiden Experimente ARGUS und Crystall Ball ihr interessantes Programm zur Erforschung der Eigenschaften der b-Quarks und  $\Upsilon$ -Resonanzen erfolgreich fortsetzen.

### *Synchrotronstrahlung*

Das Hamburger Synchrotronstrahlungs-Laboratorium hat sein experimentelles Programm in zunehmendem Maße so abgestimmt, daß DORIS auch während der Hochenergieschichten für viele Experimente, vor allem im Röntgenbereich und für zeitabhängige Untersuchungen, eine gefragte und gut genutzte Lichtquelle ist. Auch das Jahr 1985 war wieder sehr fruchtbar für die Experimente mit der Synchrotronstrahlung. Der Wigglerstrahl hat die Erwartungen voll erfüllt und schon verschiedene interessante Ergebnisse ermöglicht.

### *Beschleunigerentwicklung*

Der Bau des neuen Injektorsynchrotrons für Elektronen, DESY II, wurde im Februar 1985 abgeschlossen, so daß ab März der Betrieb von DORIS und PETRA wieder aufgenommen werden konnte—mit dem "alten" Synchrotron als Injektor. DESY II wurde im Laufe des Jahres 1985 bei Energien bis 1 GeV getestet.

Ein wichtiger Fortschritt wurde erreicht bei dem Programm zur Entwicklung supraleitender Resonatoren mit dem erfolgreichen Test einer neunzelligen 1 000-MHz-Struktur über mehrere Monate in PETRA. Mit diesem Test wurde gezeigt, daß supraleitende Resonatoren in Speicherringen eingesetzt werden können—ein im Hinblick auf HERA und LEP sehr ermutigendes Ereignis.

### *Wirtschaftsplan*

Im Jahr 1985 erhielt DESY von seinen Stiftern, der Bundesrepublik Deutschland und der Freien und Hansestadt Hamburg, Zuwendungen für Betrieb und Investitionen in Höhe von 237 Mio DM, darin enthalten sind 99 Mio DM für den Bau von HERA.

Die Forschungsarbeiten bei DESY werden in enger Zusammenarbeit zwischen Wissenschaftlern, die bei DESY angestellt sind, und wissenschaftlichen Gästen aus dem In- und Ausland durchgeführt. Im Jahr 1985 waren an den Hochenergie-Experimenten etwa 60 wissenschaftliche Mitarbeiter von DESY (von 1 033 DESY-Mitarbeitern) und etwa 400 wissenschaftliche Gäste beteiligt, die von deutschen Universitäten und Forschungsinstituten und von 41

ausländischen Instituten<sup>1</sup> zu DESY kamen. (Die beteiligten Institute sind auf S. 19 ff. aufgeführt.)

An den Experimenten mit der Synchrotronstrahlung im HASYLAB waren 1985 12 wissenschaftliche Mitarbeiter von DESY und über 400 Gäste von Forschungsinstituten beteiligt.

Durch die enge Zusammenarbeit mit Universitäten leistet DESY auch einen wichtigen Beitrag zur Ausbildung junger Wissenschaftler. Sie haben hier die Gelegenheit, während ihres Studiums an der Front der Forschung mitzuarbeiten, die modernen Einrichtungen eines großen Laboratoriums kennenzulernen und mit den neuesten Techniken und Meßmethoden vertraut zu werden. Darüber hinaus lernen sie im täglichen Umgang Wissenschaftler aus vielen Ländern kennen und erfahren in jungen Jahren die Bedeutung der internationalen Zusammenarbeit in der Wissenschaft. Im Jahr 1985 haben 54 Doktoranden ihre Dissertationen fertiggestellt mit Forschungsergebnissen, die an den DESY-Anlagen gewonnen wurden. 46 Physik-Studenten, überwiegend der Universität Hamburg, haben ihre Diplomarbeit im Jahr 1985 bei DESY abgeschlossen.

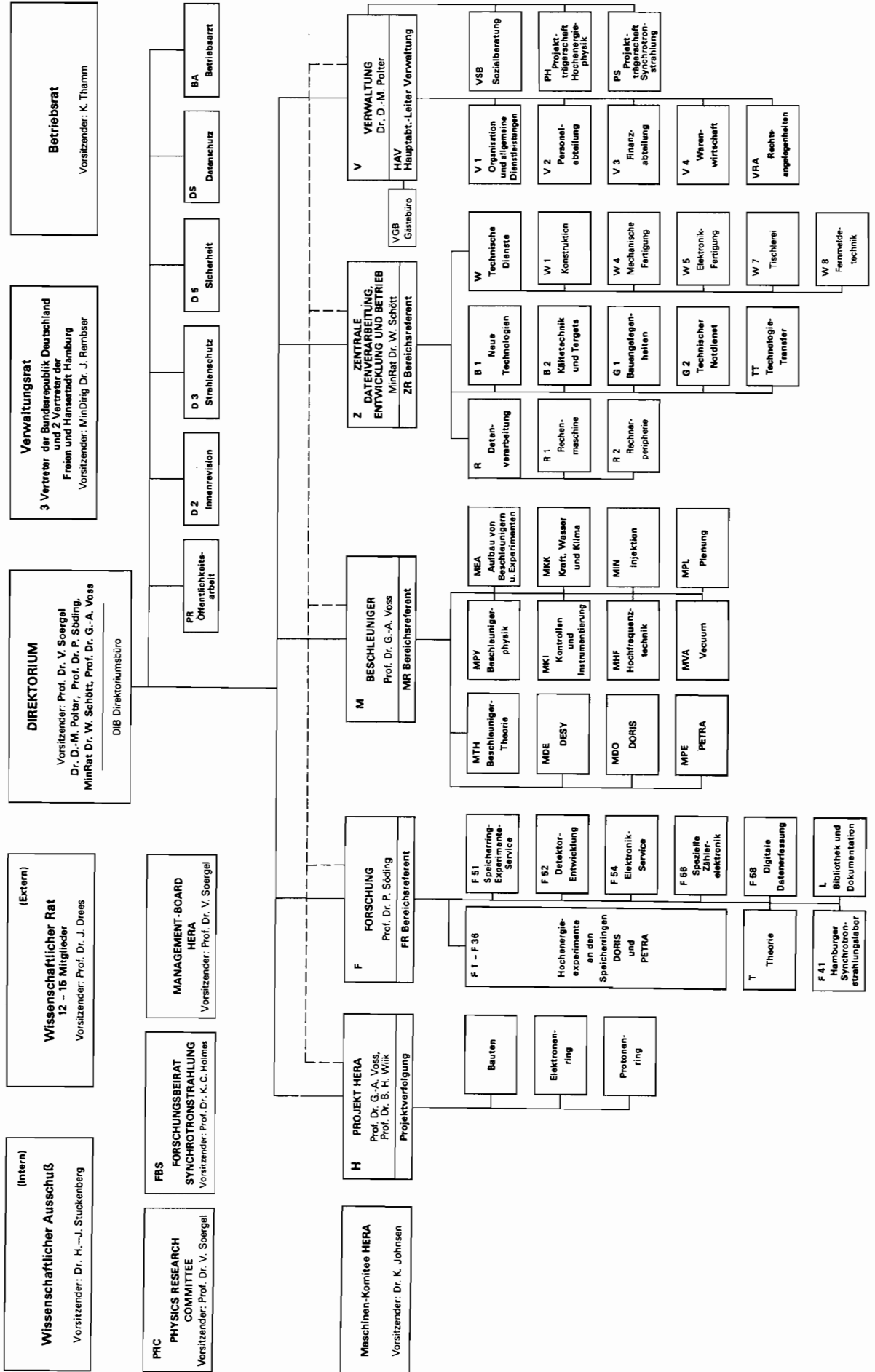
*Ausbildung junger  
Wissenschaftler*

---

<sup>1</sup> Diese Gäste kamen aus folgenden Ländern: USA (80), Großbritannien (53), Frankreich (32), Kanada (21), VR China (18), UdSSR (13), Spanien (13), Niederlande (11), Israel (11), Italien (8), Japan (7), DDR (7), Polen (3), Pakistan (3), Schweiz (3), Norwegen (2), Schweden (2), Jugoslawien (2), Südafrika (1).

DEUTSCHES ELEKTRONEN-SYNCHROTRON DESY  
(Selbständige rechtsfähige Stiftung bürgerlichen Rechts)

Organigramm für das Geschäftsjahr 1985  
Stand: 12. April 1985



# Organe der Stiftung und weitere Gremien

## Verwaltungsrat

Vertreter der Bundesrepublik Deutschland:

MinDirig Dr. **J. Rembser** (Vorsitzender)

Stellvertreter: RegDir Dr. **H. Deyda**

MinR **V. Knoerich**

Stellvertreter: MinR Dr. **E. Haffner**

(Bundesministerium für Forschung und Technologie)

MinR **W. Hofbauer**

Stellvertreter: RegDir **R. Wessels**

(Bundesministerium für Finanzen)

Vertreter der Freien und Hansestadt Hamburg:

SenDir Dr. **H. Freudenthal** (Stellvertr. Vorsitzender)

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

(Behörde für Wissenschaft und Forschung)

Wiss.Ang. **W. Prill**

Stellvertreter: ORR Dr. **A. Reuß**

(Finanzbehörde)

## Direktorium

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

Dr. **D.-M. Polter** (Kaufmännisches Mitglied)

Prof. Dr. **P. Söding** (Bereich Forschung)

MinR Dr. **W. Schött** (Bereich Zentrale Datenverarbeitung,  
(bis 31.8.1985) Entwicklung und Betrieb)

Dr. **H. F. Hoffmann** (Bereich Zentrale Datenverarbeitung,  
(ab 1.9.1985) Entwicklung und Betrieb)

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



## Wissenschaftlicher Rat (WR)

Prof. Dr. **J. Drees**

Fachbereich Physik der Universität GHS Wuppertal  
(Vorsitzender)

Dr. **F. Dydak**

European Organization for Nuclear Research CERN, Genf

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

Physikalisches Institut der Universität Bonn

Prof. Dr. **H. Fritzsche**

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

Prof. Dr. **J. Heintze**

Physikalisches Institut der Universität Heidelberg

Prof. Dr. **M. Holder**

Fachbereich 7 (Physik) der Universität GHS Siegen

Prof. Dr. **W. Jentschke**

II. Institut für Experimentalphysik der Universität Hamburg  
(Ehrenmitglied)

Prof. Dr. **G. Kramer**

II. Institut für Theoretische Physik der Universität Hamburg

Prof. Dr. **E. Lohrmann**

II. Institut für Experimentalphysik der Universität Hamburg

Dr. **E. Lorenz**

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

Prof. Dr. **W. Paul**

Physikalisches Institut der Universität Bonn  
(Ehrenmitglied)

Prof. Dr. **H. Piel**

Fachbereich VIII (Exp.phys.) der Universität GHS Wuppertal  
(bis 30.4.1985)

Dr. **G. Plass**

European Organization for Nuclear Research CERN, Genf

Prof. Dr. **J. Treusch**

Fachbereich Theoretische Physik der Universität Dortmund

Dr. **H. Wenninger**

European Organization for Nuclear Research CERN, Genf

## **Erweiterter Wissenschaftlicher Rat (EWR)**

**Prof. Dr. J. Als-Nielsen**

Risø National Laboratory, Roskilde (DK)

**Prof. Dr. G. Barbiellini**

European Organization for Nuclear Research CERN, Genf (CH)

**Prof. Dr. A. N. Diddens**

National Institute for Nuclear Physics  
and High Energy Physics NIKHEF, Amsterdam (NL)  
(bis 11.6.1985)

**Prof. Dr. E. Gabathuler**

Dept. of Physics, Oliver Lodge Lab., Univ. of Liverpool (GB)  
(ab 11.6.1985)

**Prof. Dr. W. Hoogland**

National Institute for Nuclear Physics  
and High Energy Physics NIKHEF, Amsterdam (NL)  
(ab 11.6.1985)

**Prof. Dr. P. Lehmann**

Dept. de Phys. des Part. Elem. (DPhPE) CEN, Saclay (F)

**Prof. Dr. D. H. Perkins**

Nuclear Physics Laboratory, University of Oxford (GB)  
(bis 11.6.1985)

**Prof. Dr. D. G. Stairs**

Dept. of Physics, McGill University, Montreal (Can)

**Prof. Dr. R. Taylor**

Stanford Linear Accelerator Center SLAC, Stanford CA (USA)

**Prof. Dr. A. Zichichi**

European Organization for Nuclear Research CERN, Genf (CH)  
(ab 11.6.1985)

## Physics Research Committee (PRC)

Dr. **W. Bartel** (DESY)

Dr. **J. Bürger** (DESY)

Dr. **R. Cashmore**

Nuclear Physics Lab., University of Oxford (GB)

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

Physikalisches Institut der Universität Bonn

Prof. Dr. **B. Gittelman**

Lab. of Nuclear Studies, Cornell Univ., Ithaca NY (USA)

Prof. Dr. **G. Goldhaber**

Lawrence Berkeley Lab., Univ. of California, Berkeley CA (USA)

Dr. **D. Haidt** (DESY)

Prof. Dr. **J. Haissinski**

Lab. de l'Accelérateur Lineaire LAL, Centre d'Orsay (F)

Prof. Dr. **W. Hoogland**

National Institute for Nuclear Physics

and High Energy Physics NIKHEF, Amsterdam (NL)

(bis 11.6.1985)

Dr. **P. Jenni**

European Organization for Nuclear Research CERN, Genf (CH)

Prof. Dr. **J. von Krogh**

Physikalisches Institut der Universität Heidelberg

Dr. **J. Lefrancois**

Lab. de l'Accelérateur Lineaire LAL, Centre d'Orsay (F)

Prof. Dr. **C. Llewellyn-Smith**

Nuclear Physics Lab., University of Oxford (GB)

Prof. Dr. **I. Mannelli**

European Organization for Nuclear Research CERN, Genf (CH)

Dr. **R. Peccei** (DESY)

Prof. Dr. **J. Prentice**

Department of Physics, University of Toronto (Can)

Dr. **C. Prescott**

Stanford Linear Accelerator Center SLAC, Stanford CA (USA),

European Organization for Nuclear Research CERN, Genf (CH)

Prof. Dr. **P. Söding** (DESY)

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

Prof. Dr. **G.-A. Voss** (DESY)

Prof. Dr. **B. H. Wiik** (DESY)

## Wissenschaftlicher Ausschuß (WA)

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

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

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

Prof. Dr. **V. Blobel** (F 14)  
Universität Hamburg

Dr. **W. de Boer** (F 36)  
MPI München

Prof. Dr. **W. Braunschweig** (F 34)  
RWTH Aachen

Dr. **D. Degéle** (MPE)

Prof. Dr. **F. Eisele** (F 11)

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

**C. Falland** (MVA)

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

**P. Harms** (PR)

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

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

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

Dr. **R. Klanner** (F 35)

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

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

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

Dr. **K. Königsmann** (F 31)  
Universitäten Würzburg  
und Nürnberg-Erlangen

**H. Kühle** (F 41)  
FU Berlin, Universitäten  
Dortmund, Göttingen,  
Kiel, Mainz, Saarbrücken,  
Wuppertal, ILL Grenoble,  
MPI Stuttgart

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

Prof. Dr. **M. Lüscher** (T)  
(ab 10.4.1985)

**H. Narciss** (MKK)

Dr. **R. Peccei** (T)

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

**J. Roßbach** (MPY)

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

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

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

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

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

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

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

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

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

## **Forschungsbeirat Synchrotronstrahlung (FBS)**

**Prof. Dr. B. Buras**  
ESRP/CERN, Genf (CH) und  
Risø National Laboratory, Roskilde (DK)

**Prof. Dr. K. C. Holmes**  
Max-Planck-Institut für Medizinische Forschung, Heidelberg  
(Vorsitzender)

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

**Dr. G. Materlik**  
DESY/HASYLAB

**Prof. Dr. D. Menzel**  
Technische Universität München

**Prof. Dr. P. Söding**  
DESY

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

# Internationale Zusammenarbeit bei den Experimenten

## An der Speicherringanlage HERA (in Planung)

- H1
- I. Physikalisches Inst. der RWTH Aachen
  - III. Physikalisches Inst. der RWTH Aachen
  - Physics Dept., Indiana Univ., Bloomington IN (USA)
  - Physics Dept. and Coll. of Computer Science,  
Northeastern University, Boston MA (USA)
  - Dept. of Physics, Brown University, Providence RI (USA)
  - Physics Dept., Univ. of California, Davis CA (USA)
  - Centre d'Etudes Nucléaires CEN, Saclay (F)
  - Deutsches Elektronen-Synchrotron DESY, Hamburg
  - Inst. für Physik der Universität Dortmund
  - Laboratoire de Physique Nucléaire et Hautes Energies,  
Ecole Polytechnique, Palaiseau (F)
  - Dept. of Natural Philosophy, Univ. of Glasgow (GB)
  - I. Inst. für Experimentalphysik der Universität Hamburg
  - II. Inst. für Experimentalphysik der Universität Hamburg
  - Physics Dept., University of Houston TX (USA)
  - Kernforschungszentrum Karlsruhe KfK,  
Institut für Kern- und Teilchenphysik und  
Inst. für Experimentelle Kernphysik der Univ. Karlsruhe
  - Laboratoire de l'Accélérateur Linéaire LAL, Orsay (F)
  - Physics Dept., University of Lancaster (GB)
  - Physics Dept., University of Liverpool (GB)
  - Physics Dept., University of Manchester (GB)
  - Max-Planck-Institut für Physik und Astrophysik MPI,  
Werner-Heisenberg-Institut für Physik, München
  - Laboratoire de Physique Nucléaire et Hautes Energies,  
Université Pierre & Marie Curie, Paris (F)

Dept. of Physics, Univ. and  
Istituto Nazionale di Fisica Nucleare INFN, Roma (I)  
Rutherford Appleton Lab. Chilton, Didcot (GB)  
Fachbereich Physik der Universität GHS Wuppertal  
Physikinstitut der Universität Zürich und  
Eidgenössische Technische Hochschule ETH Zürich (CH)

**ZEUS**

Istituto di Fisica, Univ. Dell'Aquila (I)  
Argonne National Laboratory ANL, Argonne IL (USA)  
Dept. de Fisica Teorica, Univ. Autonoma de Madrid (E)  
Dipartimento di Fisica, Univ. di Bologna (I)  
Physikalisches Inst. der Universität Bonn  
H. H. Wills Physics Lab., Univ. of Bristol (GB)  
Dept. of Physics, Carleton University, Ottawa (Can)  
Nevis Labs. and Physics Department,  
Columbia University, Irvington NY (USA)  
Deutsches Elektronen-Synchrotron DESY, Hamburg  
ENEA Roma, Lab. Nazionale di Frascati (I)  
Istituto di Fisica, Univ. di Firenze (I)  
Fakultät für Physik der Universität Freiburg  
I. Inst. für Experimentalphysik der Universität Hamburg  
II. Inst. für Experimentalphysik der Universität Hamburg  
Dept. of Physics, Univ. of Illinois, Urbana IL (USA)  
Dept. of Physics, Imperial College, London (GB)  
Inst. of Nuclear Physics, Cracow (PL)  
Inst. of Phys. and Nuclear Techn., Cracow (PL)  
Istituto Nazionale di Fisica Nucleare INFN,  
Lab. Nazionale di Frascati (I)  
Dipartimento di Fisica, Univ. di Lecce (I)  
Dept. of Physics, University of Manitoba, Winnipeg (Can)  
Physics Dept., McGill Univ., Montreal (Can)  
Istituto di Fisica, Univ. di Milano (I)  
National Institute for Nuclear  
and High Energy Physics NIKHEF, Amsterdam (NL)

National Institute for Nuclear and  
High Energy Physics NIKHEF and Univ. Nijmegen (NL)  
Dept. of Physics, Ohio State Univ., Columbus OH (USA)  
Dept. of Nuclear Physics, University of Oxford (GB)  
Dipartimento di Fisica, Univ. di Padova (I)  
Dipartimento di Fisica, Univ. di Palermo (I)  
Dept. of Physics, Pennsylvania  
State Univ., University Park PA (USA)  
Istituto di Fisica, Universite "La Sapienza", Roma (I)  
Rutherford Appleton Lab. Chilton, Didcot (GB)  
Physikalisches Institut der Universität GHS Siegen  
Istituto di Fisica, Univ. di Torino (I)  
Dept. of Physics, Univ. of Toronto (Can)  
Physics and Astronomy Dept., University Coll.,  
London (GB)  
Physics Dept., Virginia Polytech. Inst.,  
Blacksburg VA (USA)  
Inst. for Nuclear Studies, Univ. of Warsaw (PL)  
Dept. of Nuclear Phys., Weizmann Institute,  
Rehovot (Israel)  
Dept. of Physics, Univ. of Wisconsin, Madison WI (USA)  
Phys. Dept., York University, Downsview (Can)



## Am Speicherring PETRA

- CELLO**            Centre d'Études Nucléaires CEN, Saclay (F)  
Deutsches Elektronen-Synchrotron DESY, Hamburg  
Dept. of Natural Philosophy, University of Glasgow (GB)  
II. Institut für Experimentalphysik der Univ. Hamburg  
Kernforschungszentrum Karlsruhe,  
Institut für Kern-und Teilchenphysik und  
Inst. für Experimentelle Kernphys. der Univ. Karlsruhe  
Laboratoire de l'Accélérateur Linéaire LAL, Orsay (F)  
Max-Planck-Institut für Physik und Astrophysik  
Werner-Heisenberg-Institut für Physik, München  
Laboratoire de Physique Nucléaire et Hautes Energies,  
Université de Paris-VI (F)  
Dept. of Physics, Univ. and Istituto Nazionale di Fisica  
Nucleare INFN, Roma (I)  
Department of Physics and Astronomy,  
University of Tel Aviv (Israel)
- JADE**            Deutsches Elektronen-Synchrotron DESY, Hamburg  
II. Institut für Experimentalphysik der Univ. Hamburg  
Institut für Physik der Universität Heidelberg  
Department of Physics, University of Lancaster (GB)  
Department of Physics, University of Manchester (GB)  
Department of Physics and Astronomy  
Maryland University, College Park MD (USA)  
Rutherford Appleton Lab. Chilton, Didcot (GB)  
Lab. of Int. Coll. on Elementary Particle Physics  
and Inst. of Physics, University of Tokyo (Japan)
- MARK J**        Akademie der Wissenschaften der DDR AdW,  
Institut für Hochenergiephysik, Zeuthen (DDR)  
III. Physikalisches Institut der RWTH Aachen  
Brookhaven National Laboratory BNL, Upton (USA)  
California Inst. of Techn. CALTECH, Pasadena CA (USA)  
Deutsches Elektronen-Synchrotron DESY, Hamburg  
Institut für Hochenergiephysik, Eidgenössische  
Technische Hochschule ETH, Zürich (CH)

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

Institute of High Energy Physics IHEP  
Chinese Academy of Science, Peking (VR China)

Junta de Energia Nuclear JEN, Madrid (E)

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

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

Fachbereich Physik der Universität GHS Siegen

**PLUTO**

I. Physikalisches Institut der RWTH Aachen

Department of Physics, University of Bergen (N)

Deutsches Elektronen-Synchrotron DESY, Hamburg

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

II. Inst. für Experimentalphysik der Univ. Hamburg

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

Fachbereich Physik der Universität GHS Siegen

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

Fachbereich Physik der Universität GHS Wuppertal

**TASSO**

I. Physikalisches Institut der RWTH Aachen

Dept. de Fisica Teorica, Univ. Autonoma de Madrid (E)

Physikalisches Institut der Universität Bonn

H. H. Wills Physics Laboratory, University of Bristol (GB)

Deutsches Elektronen-Synchrotron DESY, Hamburg

II. Inst. für Experimentalphysik der Univ. Hamburg

Department of Physics, Imperial College, London (GB)

Department of Nuclear Physics, University of Oxford (GB)

Dept. of Physics, Queen Mary College, London (GB)

Rutherford Appleton Lab. Chilton, Didcot (GB)

Fachbereich Physik der Universität Siegen

Weizmann Institute, Rehovot (Israel)

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

## Am Speicherring DORIS II

### ARGUS

Deutsches Elektronen-Synchrotron DESY, Hamburg  
Physikalisches Institut der Universität Dortmund  
Inst. für Hochenergiephysik der Universität Heidelberg  
Canadian Inst. of Particle Physics IPP, Toronto (CAN)  
Institute of Theoretical and Experimental  
Physics ITEP, Moskau (USSR)  
Inst. of Physics, Kansas University, Lawrence KS (USA)  
Oddelek za Fiziko, University of Ljubljana (Yu)  
Inst. of Physics, University of Lund (S)  
Dept. of Physics, South Carolina Univ.,  
Columbia SC (USA)

### Crystal Ball

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

## Im HASYLAB

Rhein.-West. Technische Hochschule RWTH Aachen

Inst. of Physics, Chemistry Dept., Univ. Aarhus (DK)

FOM-Institute, Amsterdam (NL)

Inst. für Atom- und Festkörperphysik, Inst. für Physikalische  
Chemie, Kristallographie Inst., Freie Univ. Berlin

Inst. für Strahlungs- und Kernphys. der Techn. Univ. Berlin

Fritz-Haber-Inst. der Max-Planck-Gesellschaft Berlin

Fakultät für Physik der Univ. Bielefeld

Mineralogisch-Petrologisches Inst. und Physikalisches Inst. der Univ. Bonn

Slovak Technical University, Bratislava (CSSR)

Technical University of Budapest (Ungarn)

Harvard University, Cambridge MA (USA)

Institut für Metallkunde und Metallphysik der TU Clausthal

Institut für Mineralogie der TH Darmstadt

Gesellschaft für Schwerionenforschung GSI, Darmstadt

Lehrstuhl für Experimentalphysik I der Universität Dortmund

Inst. für Angewandte Physik, Physikal. Inst. der Univ. Erlangen-Nürnberg

DSM Geleen (NL)

I. Physikalisches Institut der Universität Gießen

Centre d'Etudes Nucléaires CEN Saclay, Gif-sur-Yvette (F)

Abt. Molekulare Biologie des MPI für Biophysikalische Chemie, Göttingen

Mineralogisch-Kristallograph. Inst., II. Physikal. Inst. der Univ. Göttingen

Institut Laue-Langevin, Grenoble (F)

Polymer Chemistry, Solid State Phys. Lab., Univ. of Groningen (NL)

Deutsches Elektronen-Synchrotron DESY,

Hamburger Synchrotronstrahlungslabor HASYLAB, Hamburg

European Molecular Laboratory EMBL, Außenstelle Hamburg

Inst. für technische und Makromolekulare Chemie, Inst. für

Physikal. Chemie, II. Inst. für Experimentalphysik der Univ. Hamburg

Universitätskrankenhaus Eppendorf, Hamburg

Philips Forschungslabor, Hamburg

University of Science and Technology, Hefei (VR. China)

Helsinki Univ. of Techn., Helsinki (Finnland)

University of Jerusalem (Israel)  
Inst. für Festkörperforschung der Kernforschungsanlage Jülich  
Europ. Inst. für Transurane im Kernforschungszentrum Karlsruhe  
Inst. für Kristallographie und Materiallab. der Univ. Karlsruhe  
Inst. für Kernphysik des Kernforschungszentrums Karlsruhe  
Inst. für Experimentalphysik der Univ. Kiel  
Inst. für Phys. Chemie, II. Physikal. Inst. der Univ. Köln  
University of Copenhagen (DK)  
Lab. Macromoleculaire Scheikunde, Katholieke Univ. Leuven (B)  
Linköping Univ., Linköping (S)  
Lawrence Livermore National Laboratory, Livermore CA (USA)  
Sandia National Laboratory, Livermore CA (USA)  
University of California, Los Angeles CA (USA)  
Klinik für Orthopädie der Medizinischen Hochschule Lübeck  
MAX-Lab, Univ. of Lund (S)  
Haldor Topsøe Res. Lab., Lyngby (DK)  
Technical Univ. of Denmark, Lyngby (DK)  
Inst. für Physikalische Chemie der Universität Mainz  
Fachbereich 14-Polymere, Mineralogisches Inst. der Univ. Marburg  
Sektion Physik, Institut für Kristallographie  
und Mineralogie der Universität München  
Fakultät für Physik der TU München  
Siemens AG, ZFE, München-Perlach  
Inst. für Anorganische Chemie und Physikalisches Inst. der Univ. Münster  
AT & T Bell Labs., Murry Hill NJ (USA)  
Facultes Univ. Notre-Dame de la Paix, Namur (B)  
Chemical Dept., Univ. of New York NY (USA)  
Fachbereich Experimentalphysik der Univ. GHS Paderborn  
LIPMH, Villetaneuse, Université Paris Nord (F)  
Université Paris VI -CNRS, (F)  
School of Engineering, University of Pittsburgh (USA)  
Karls Universität, Prag (CSSR)  
Bar-Ilan University, Ramat/Gan (Israel)  
Weizmann Institute of Science, Rehovot (Israel)  
Risø Nat. Lab., Roskilde (DK)

IBM Zürich Research Lab., Ruschlikon (CH)

Fachr. 11-Kristallographie, Fachr. 12.1 Werkstoffwissenschaften  
der Universität des Saarlandes, Saarbrücken

N.S.W. Institute of Technology, Sidney (Australien)

CNRS, Equipe de Spectroscopie, St. Etienne (F)

Arrhenius Lab., Univ. of Stockholm (S)

CRN, Physique des Rayonnements et Electronique Nucléaire  
et Université L. Pasteur, Strasbourg (F)

MPI für Festkörperforschung, Stuttgart

Tomsk Polytechnic Institute, Tomsk (USSR)

Abteilung für Experimentelle Physik der Universität Ulm

Phys. Inst., Univ. of Uppsala (S)

National Bureau of Standards, Washington WA (USA)

Inst. für Physikalische Chemie der Universität Würzburg

Fachbereich 9 - Physikalische Chemie der Univ. GHS Wuppertal



# **Bereich Forschung**

## **Inhalt**

<b>Übersicht</b>	<b>31</b>
<b>H1-Kollaboration</b>	<b>37</b>
<b>ZEUS-Kollaboration</b>	<b>45</b>
<b>CELLO-Kollaboration</b>	<b>59</b>
<b>JADE-Kollaboration</b>	<b>69</b>
<b>MARK J-Kollaboration</b>	<b>77</b>
<b>PLUTO-Kollaboration</b>	<b>87</b>
<b>TASSO-Kollaboration</b>	<b>95</b>
<b>ARGUS-Kollaboration</b>	<b>103</b>
<b>Crystal Ball-Kollaboration</b>	<b>113</b>
<b>Europäische Myon-Kollaboration</b> <b>Myon-Streuung am CERN-SPS</b>	<b>125</b>
<b>Hamburger Synchrotronstrahlungslabor</b> <b>HASYLAB</b>	<b>131</b>
<b>Europäisches Laboratorium für Molekularbiologie EMBL</b> <b>Außenstelle Hamburg</b>	<b>137</b>
<b>Theoretische Physik</b>	<b>141</b>
<b>Technische Entwicklungen und Dienste</b>	<b>145</b>
<b>Bibliothek und Dokumentation</b>	<b>149</b>





# Übersicht

## *PETRA- Experimente*

Bei den PETRA-Experimenten stand im Berichtsjahr das Ziel im Vordergrund, das Standard-Modell der elektroschwachen Wechselwirkung und die Quantenchromodynamik (QCD) nochmals einem kritischen Test über einen weiten Energiebereich zu unterziehen. Für die relativ unkomplizierten  $e^+e^-$ -Prozesse geben das Standard-Modell und die QCD klare Vorhersagen; PETRA als die energiereichste  $e^+e^-$ -Maschine bietet daher die beste Chance, diese Vorhersagen bis hinunter zu kleinsten Abständen systematisch und präzise zu prüfen. Die Empfindlichkeit für eventuelle Abweichungen vom erwarteten Verhalten, für neue Phänomene oder neue Teilchen ist in den "sauberen"  $e^+e^-$ -Experimenten besonders hoch.

In acht Monaten Betriebszeit wurde bei etwa 44 GeV Schwerpunktsenergie eine integrierte Luminosität von rund  $20 \text{ pb}^{-1}$  in jedem der vier Detektoren CELLO, JADE, MARK J und TASSO genommen. Dies bedeutet eine Verdopplung der Datenmenge, die seit dem 1982 erfolgten Ausbau von PETRA bei hohen Energien angesammelt werden konnte. Die neuen Daten sind dank einiger Verbesserungen an den Detektoren besonders wertvoll.

Aus der Auswertung dieses Datenmaterials folgen die zur Zeit besten Grenzen für die Massen vieler der bei Gültigkeit der Supersymmetrie zwingend vorhergesagten, aber bisher vergeblich gesuchten Partner der bekannten Teilchen, etwa des Photons, der schweren Bosonen  $Z^0$  und  $W^\pm$  und der Leptonen. Die Massengrenzen aus den PETRA-Experimenten liegen typischerweise bei 21 GeV oder darüber. Es wird deshalb wohl der kommenden Generation von Speicherring-Experimenten bedürfen, die Supersymmetrie zu bestätigen oder zu widerlegen.

Die elektroschwachen Effekte in der Lepton- und Quark-Paarerzeugung wurden auch bei der verbesserten Genauigkeit der PETRA-Experimente weiterhin in Übereinstimmung mit dem Standard-Modell gefunden, wobei eine zeitweilig sich andeutende leichte Diskrepanz zwischen den Messungen an Myonen und Tau-Leptonen eher zu verschwinden scheint.

Eine Konsolidierung ist auch in der Bestimmung der Kopplungskonstanten  $\alpha_s$  der starken Wechselwirkung festzustellen—hier nicht zuletzt durch ein besseres theoretisches Verständnis. Erwähnt seien ferner Fortschritte in der Bestimmung der Lebensdauer des b-Quarks und im Verständnis der Fragmentation der Quarks und Gluonen—bisher als Hinweise auf Farb-Strings interpretierte Beobachtungen können jetzt als Interferenzeffekte in perturbativen Parton-Schauern verstanden werden—sowie in der Anwendung der Bose-Einstein-Korrelationen zwischen den Hadronen aus der Quark-Fragmentation, aus denen man analog zum Hanbury Brown- und Twiss-Effekt Aufschluß über die Raum-Zeit-Struktur des Fragmentationsprozesses erhält.

Schließlich sei auf die erste Beobachtung der Erzeugung eines Mesons aus Charm- und Anticharm-Quarks, des  $\eta_c$ , durch Photon-Photon-Wechselwirkung hingewiesen. Die Messung der Erzeugung des  $\eta$ -Mesons in  $\gamma\gamma$ -Kollisionen beseitigte eine lange bestehende Unsicherheit hinsichtlich der Zerfallsbreite des  $\eta$ .

Hochenergie-  
physik  
an DORIS

Nachdem sich in den vergangenen Jahren das Interesse auf die gebundenen ( $b\bar{b}$ )-Zustände  $\Upsilon(1S)$  und  $\Upsilon(2S)$  konzentriert hatte, wurde DORIS im Berichtsjahr auf die  $\Upsilon(4S)$ -Resonanz eingestellt. Das  $\Upsilon(4S)$  ist der dritte angeregte S-Wellenzustand der ( $b\bar{b}$ )-Systems und zugleich der erste, der in Paare von B- und  $\bar{B}$ -Mesonen dissoziieren kann. Mit der am Jahresende erreichten integrierten Luminosität von mehr als  $80 \text{ pb}^{-1}$  auf und in der Nähe der  $\Upsilon(4S)$ -Resonanz holte DORIS den quantitativen Vorsprung des CESR-Speicherrings in Cornell/USA ein. Bei den Untersuchungen am  $\Upsilon(4S)$  kamen die Stärken des ARGUS-Detektors—hohes Auflösungsvermögen und Teilchenidentifikation—besonders zur Geltung, zumal in Verbindung mit der neuen Vertexkammer.

Besonders intensiv wurde an dem Nachweis und der Bestimmung der wichtigsten Eigenschaften der B-Mesonen gearbeitet. Diese aus einem b-Quark und einem leichten Quark zusammengesetzten Mesonen konnten im ARGUS-Detektor durch verschiedene ihrer Zerfallsprodukte identifiziert und teilweise vollständig rekonstruiert werden. Die Befunde der Cornell-Gruppe, die einige B-Mesonen-Ereignisse gemessen hatte, wurden nicht in allen Punkten bestätigt, und es wurden neue, dort nicht beobachtete Zerfallsarten gefunden. Alle bis jetzt nachgewiesenen Zerfälle der B-Mesonen werden durch den Zerfall des b-Quarks in ein c-Quark (Charm) ausgelöst. Besondere Aufmerksamkeit galt der Frage, ob das b-Quark auch in ein u-Quark zerfallen kann; dies ist bisher nicht beobachtet worden. Die Wahrscheinlichkeit für diese Zerfallsart ist offenbar sehr klein; sie ist aber ein besonders wichtiger und grundlegender Parameter des Standard-Modells. Seine Messung könnte einen Schlüssel dafür liefern, weshalb das t-Quark bisher in keinem Experiment gefunden worden ist. Unter den weiteren Ergebnissen des ARGUS-Experiments—teilweise noch aus den Daten der Vorjahre gewonnen—sien hervorgehoben der Nachweis eines neuen Charm-Mesons, des  $D^*(2420)$ , womit vermutlich zum ersten Mal ein P-Wellenzustand der D-Mesonen (Mesonen aus Charm- und leichtem Quark) gefunden ist; die Beobachtung eines nicht auf einen Quark-Zerfall, sondern auf der gegenseitigen Vernichtung von Quark und Antiquark beruhenden Zerfalls eines Charm-Mesons; die Messung der Erzeugung der Dekuplett-Baryonen  $\Sigma(1386)$ ,  $\Xi(1530)$  und  $\Omega^-$  sowie des Charm-Baryons  $\Lambda_c$  im Fragmentationsprozeß; eine Bestimmung der Masse des dritten Neutrinos, des  $\tau$ -Neutrinos, aus der sich eine wesentlich verbesserte obere Grenze für diese Masse ergibt.

Die Crystal Ball-Kollaboration setzte vor allem die Untersuchung der Spektren der bei Zerfällen der gebundenen ( $b\bar{b}$ )-Systeme emittierten Photonen fort. Unter Ausnutzung der transversalen Polarisation von etwa 75% der Elektronen

und Positronen in DORIS gelang ferner die Bestimmung der Eigendrehimpulse der P-Wellen-Zustände  $\chi_b$  des  $(b\bar{b})$ -Systems und damit eine Bestätigung der aus der QCD hergeleiteten Vorstellungen über die Hyperfein-Wechselwirkung im Quark-Antiquark-System.

Auch für Synchrotronstrahlungs-Experimente an DORIS war 1985 ein erfolgreiches Jahr. Wie im Vorjahr stand den Nutzern der Synchrotronstrahlung die Hochenergie-Betriebszeit auch für ihre Experimente zur Verfügung; zusätzlich wurde DORIS während besonders festgelegter Zeiten ohne Hochenergie-Experimente ausschließlich zur Erzeugung der Synchrotronstrahlung betrieben. Dies ist für solche Experimente interessant, die bei reduzierter Speicherringenergie mit relativ langwelliger Strahlung arbeiten und auf kleine Strahldimensionen und lange Fülldauer des Speicherrings besonderen Wert legen. Der Wiggler wurde mit zwei Meßplätzen für verschiedene Projekte eingesetzt und hat sich gut bewährt. Das Europäische Laboratorium für Molekularbiologie (EMBL) war intensiv an DORIS tätig, speziell mit Arbeiten zur Proteinkristallographie. Die Max-Planck-Gesellschaft hat drei Projektgruppen gegründet, die bei DESY angesiedelt sind und sich der Bearbeitung von Problemen der Strukturforschung an biologischen Systemen mittels der Synchrotronstrahlung widmen werden.

*Synchrotronstrahlungs-Experimente an DORIS*

Im Rahmen des mittelfristigen Ausbauprogramms für das Hamburger Synchrotronstrahlungslabor HASYLAB wurde eine neue Halle für Experimente mit dem in der Planung befindlichen Röntgenwiggler gebaut. Die Installation eines dritten Wigglers wurde vorbereitet.

Die für den Entwurf und Bau eines Detektors für Experimente an HERA maßgeblichen Kriterien sind in den vergangenen zwei Jahren Gegenstand vieler Studien und Arbeitstreffen gewesen. Wegen der unterschiedlichen Strahlimpulse der Protonen und Elektronen konzentrieren sich die zu messenden Sekundärteilchen auf die Vorwärtsrichtung (die Richtung des Protonenstrahls). Energien von Teilchen und Jets bis zu 820 GeV sind zu messen. Dies ist gegenwärtig nur kalorimetrisch möglich, d.h. durch Messung der Gesamtenergie eines Jets. Wichtige Entwurfparameter für einen Detektor sind Hermetizität, Energieauflösung und Segmentierung des Kalorimeters. Die Bestimmung der "fehlenden" Energie ist von entscheidender Bedeutung, falls supersymmetrische Partnerteilchen erzeugt werden. Eine weitere sehr wichtige Forderung an einen HERA-Detektor betrifft die sichere Identifizierung von Leptonen.

*HERA-Detektoren*

Während des Berichtsjahres haben sich einige hundert in- und ausländische Wissenschaftler, die Experimente an HERA durchführen möchten, zu zwei großen internationalen Kollaborationen zusammengeschlossen. In jeder dieser Kollaborationen arbeiten auch DESY-Wissenschaftler mit. Die beiden Kollaborationen reichten schriftliche Absichtserklärungen ein, in denen der jeweils vorgeschlagene Detektor ausführlich beschrieben ist. Die beiden Projekte, welche die

Namen H1 und ZEUS erhielten, wurden der wissenschaftlichen Öffentlichkeit vorgestellt und ausführlich diskutiert.

Die H1-Kollaboration schlägt einen Detektor mit einem großen supraleitenden Solenoidmagneten vor, der die zentralen Spurkammern sowie ein fein segmentiertes Blei-Kupfer-Kalorimeter mit Flüssig-Argon-Ionisationskammern umschließt. Das ebenfalls mit Nachweiskammern versehene Eisenjoch des Magneten wirkt als zusätzlicher Absorber für die Hadronen und ist von Instrumenten zum Myon-Nachweis umgeben. Der Vorschlag der ZEUS-Kollaboration sieht ebenfalls eine supraleitende Solenoidspule vor, in deren Innern sich eine Spurkammer befindet. Ein hochauflösendes Kalorimeter mit abgereichertem Uran als Absorbermaterial und Szintillationszählern zur Auslese soll den Magneten umgeben. Das Eisenjoch ist ebenfalls instrumentiert und dient als zusätzlicher Absorber. Beide Kollaborationen beabsichtigen, zumindest die wichtigsten Teile der Detektoren bis 1990 aufgebaut und meßbereit zu haben.

### *Theoretische Physik*

Das weitgespannte Programm der Gruppe "Theorie" hatte zwei Schwerpunkte: Einerseits die Untersuchungen der phänomenologischen Konsequenzen des Standard-Modells und darüber hinausweisender theoretischer Vorstellungen, die an den gegenwärtigen oder an zukünftigen Speicherringen wie PETRA, HERA und LEP getestet werden könnten. Den anderen Schwerpunkt bildeten Arbeiten auf dem Gebiet der Gittereichtheorie, die von grundlegenden Untersuchungen über analytische Verfahren bis hin zur numerischen Simulation reichten.

Gemeinsam mit Wissenschaftlern anderer Institute und Fachgebiete wurde die Einrichtung eines Höchstleistungs-Rechenzentrums in der Bundesrepublik diskutiert, das neue Möglichkeiten für die Physik der Elementarteilchen und der Festkörper eröffnen würde.



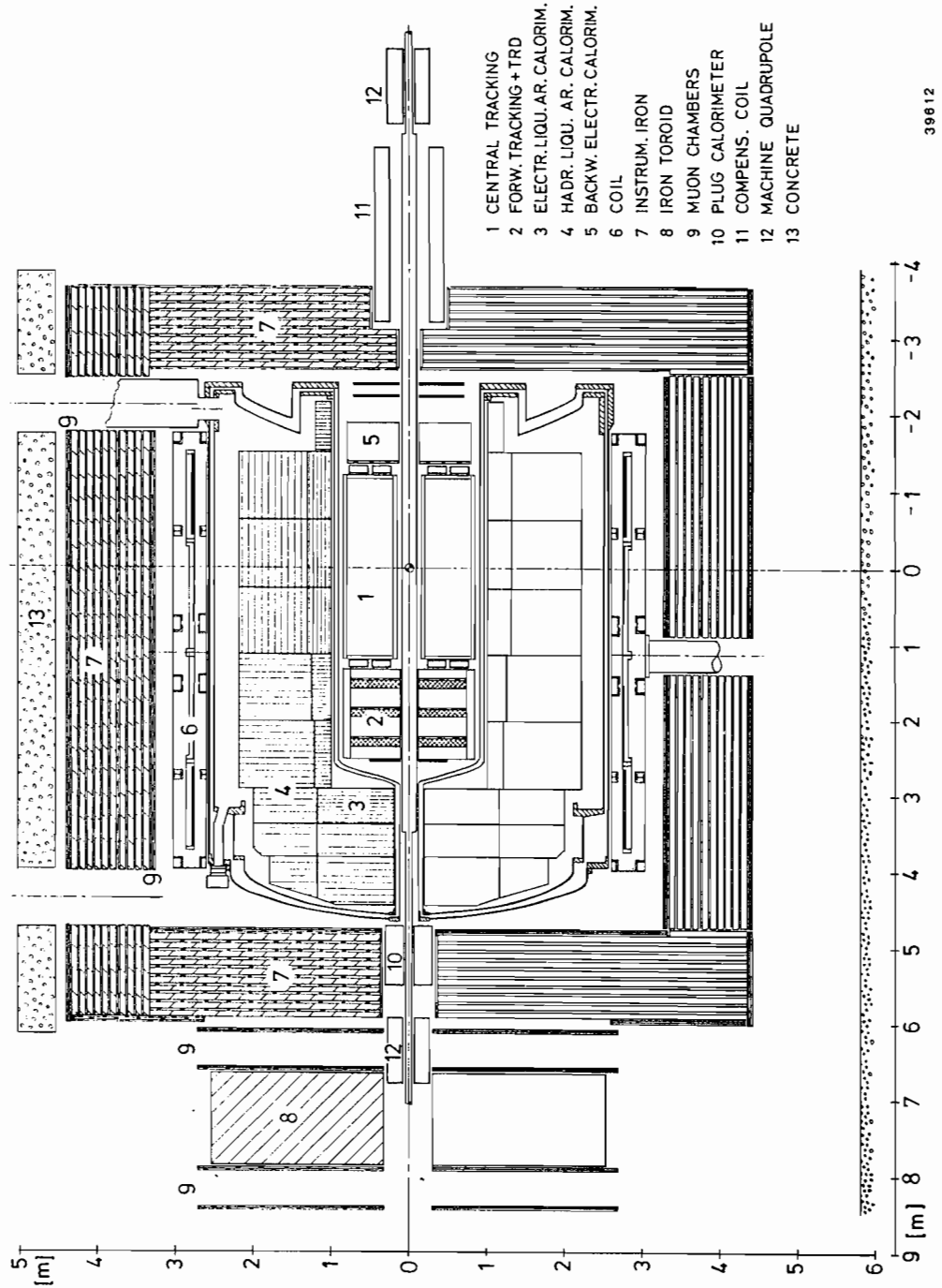


Abbildung 1: Schnitt durch den H1-Detektor entlang des Strahls.

# H1-Kollaboration

**Beteiligte Institute:** RWTH Aachen, Univ. Bloomington, Univ. Boston, CEN Saclay, Univ. Davis, DESY, Univ. Dortmund, Ec. Polytechn. Palaiseau, Univ. Glasgow, Univ. Hamburg, Univ. Houston, Univ. und KfK Karlsruhe, Univ. Lancaster, Univ. Liverpool, Univ. Manchester, MPI München, LAL Orsay, P. & M. C. Univ. Paris, Univ. Providence, Univ. und INFN Rom, Rutherford Appleton Lab. Chilton, Univ. Wuppertal, ETH und Univ. Zürich.

## Überblick

Die HERA-Kollaboration H1, die gegen Ende 1984 gegründet wurde, hatte sich das Ziel gesetzt, für die Elektron-Proton-Speicherring-Anlage (30 GeV  $e^-$ , 820 GeV p) einen Detektor zu entwerfen, der den folgenden physikalischen Fragestellungen in möglichst optimaler Weise gerecht werden soll:

- Bestimmung der Strukturfunktionen des Protons durch inklusive Messungen des neutralen Stroms, um zum Beispiel eine mögliche Struktur der Quarks nachzuweisen
- Messung des geladenen Stroms hinsichtlich der möglichen Existenz eines rechtshändigen Stroms sowie von weiteren geladenen Austausch-Bosonen
- Existenz weiterer neuer Teilchen (schwere Quarks, supersymmetrische Teilchen, Leptoquarks u.s.w.), die zur Vervollständigung beziehungsweise zur Vereinheitlichung des Gesamtbildes der Elementarteilchen und ihrer Kräfte dienen.

Hierzu sind erforderlich eine genaue Energie- und Winkelmessung des gestreuten Elektrons und der aus dem angestoßenen Quark entstandenen Jets sowie der neutralen (fehlenden) Energie. Zur Identifizierung neuer Teilchen ist ferner ein sehr guter Nachweis von geladenen Leptonen und deren Ladungs- und Impulsbestimmung erforderlich. Diese Leitgedanken haben zu dem im Letter of Intent (28.6.1985) beschriebenen und daraufhin entwickelten Detektor-Design geführt (Abb. 1).

## Detektoraufbau

Vom Wechselwirkungspunkt aus nach außen gesehen besteht die Apparatur aus einem Spurendetektor, einem elektromagnetischen Kalorimeter, einem hadronischen Kalorimeter, einem supraleitenden Solenoid mit einem inneren Feld von



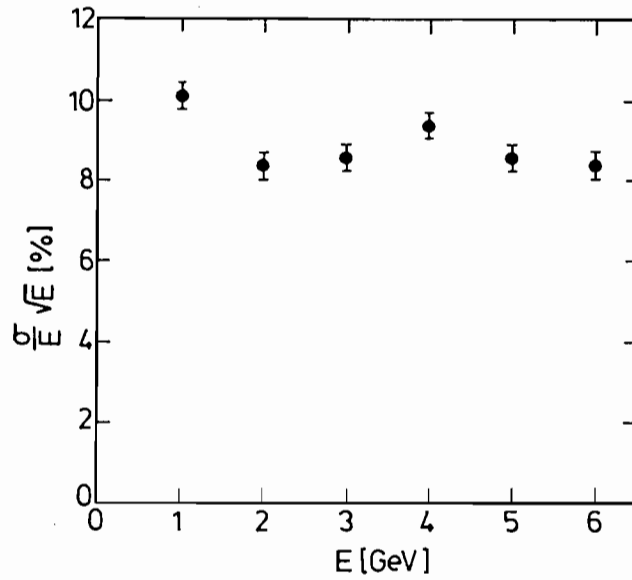


Abbildung 2: Mit Elektronen gemessene Auflösung eines Testkalorimeters aus Blei und flüssigem Argon mit feiner Granularität einer Pad-Auslese.

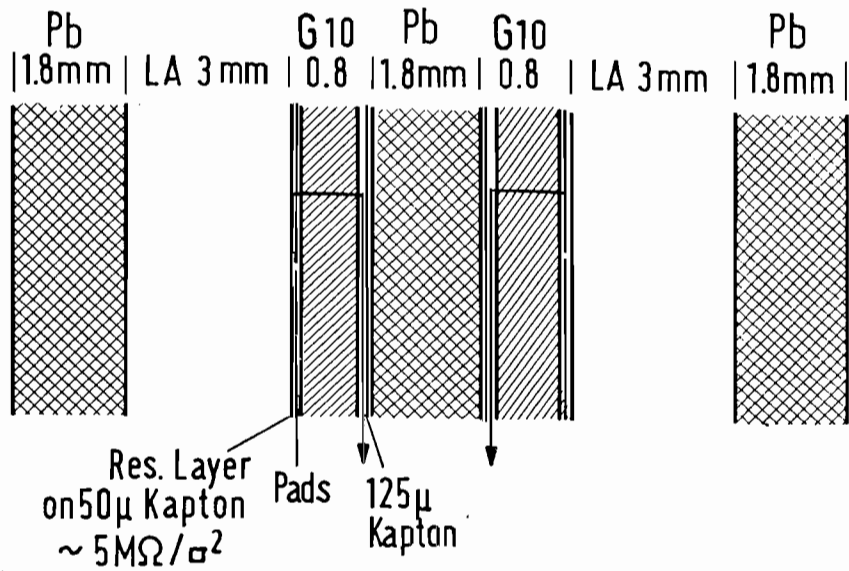


Abbildung 3: Eine mögliche Struktur des elektromagnetischen Kalorimeters von H1.

1.2 T und aus dem Eisen, das das Magnetfeld zurückführt. Dieses Eisen dient gleichzeitig mit seiner aus Streamerrohren bestehenden Instrumentierung zur Vervollständigung der Energiemessung der Hadronen und zur Identifizierung und Messung von Myonen. In Vorwärtsrichtung (Richtung der Protonen) wird der zentrale Spurendetektor durch einen Detektor ergänzt, der Spurmessungen mit Teilchenidentifizierung durch Übergangsstrahlung verbindet. Das hadronische Kalorimeter wird in Vorwärtsrichtung durch ein sogenanntes Plugkalorimeter ergänzt, das möglichst nahe an den Strahl heranreicht. Die Messung von Myonen ist in Vorwärtsrichtung, wo die höchsten Impulse und die größte Teilchendichte vorkommen, das Feld im Rückflußeisen aber schwach ist, durch einen magnetischen Toroid mit Driftkammern ergänzt. In Rückwärtsrichtung ist zur Schließung des Raumwinkels für Elektronen ein zusätzliches elektromagnetisches Kalorimeter vorgesehen. Zu den wichtigen Fragen des Detektors hinsichtlich des physikalischen Verhaltens und der technischen Durchführbarkeit wurden Studien durchgeführt. Einige der Resultate werden nachfolgend beschrieben.

Für das große Kalorimeter wurde flüssiges Argon als Nachweismedium gewählt, da es prinzipiell eine feine Granularität, feines Sampling und eine stabile Kalibration erlaubt. Der elektromagnetische und der hadronische Teil sind in einem Kryostaten vereinigt.

### *Kalorimeter*

Das Absorbermaterial im **elektromagnetischen Teil** ist Blei. Wegen des großen Verhältnisses von Wechselwirkungslänge zu Strahlungslänge (30 : 1) gewährleistet Blei einerseits eine gute Unterdrückung von geladenen Hadronen gegenüber Elektronen ( $\sim 10^{-3}$ ), andererseits ermöglicht es mit einer Strahlungslänge von  $X_0 = 5.6$  mm feines Sampling und damit gute Auflösung. Für beide physikalischen Punkte ist es wichtig, möglichst wenig Material vor dem Kalorimeter zu haben, ein Grund, die supraleitende Spule außerhalb des Kalorimeters zu haben. Bei DESY wurde ein Testkalorimeter in einer Größe von  $42 \times 42$  cm<sup>2</sup> und einer Tiefe von  $22 X_0$  mit einem Sampling von 1.8 mm Blei und feiner Granularität gebaut (192 Kanäle). Messungen am DESY-Teststrahl im Bereich von 1 bis 6 GeV ergaben eine Energieauflösung von ca.  $\sigma = 0.09\sqrt{E}$  (Abb. 2) gegenüber einer erwarteten Auflösung von  $0.085\sqrt{E}$ . Die Testanordnung wurde in Verbindung mit ausführlichen Laborversuchen ferner dazu benutzt, eine optimale Auslesestruktur zu erreichen. Eine mögliche Ausführung ist in Abb. 3 gezeigt. Durch das Aufkleben der Ausleseflächen auf die Absorberplatten wird ein möglichst geringes Übersprechen von Pad zu Pad erreicht. Die hochohmige Widerstandsfolie, die einerseits das Durchkoppeln der Signale auf die Pads ermöglicht, andererseits die angeschlossenen Verstärker gegen starke Hochspannungsentladungen schützt, besteht aus in Araldit eingelagertem Ruß, aufgetragen auf eine  $50\mu$  dicke Kaptonfolie. Ein Herstellungsverfahren für diese Folie wurde im Labor entwickelt.

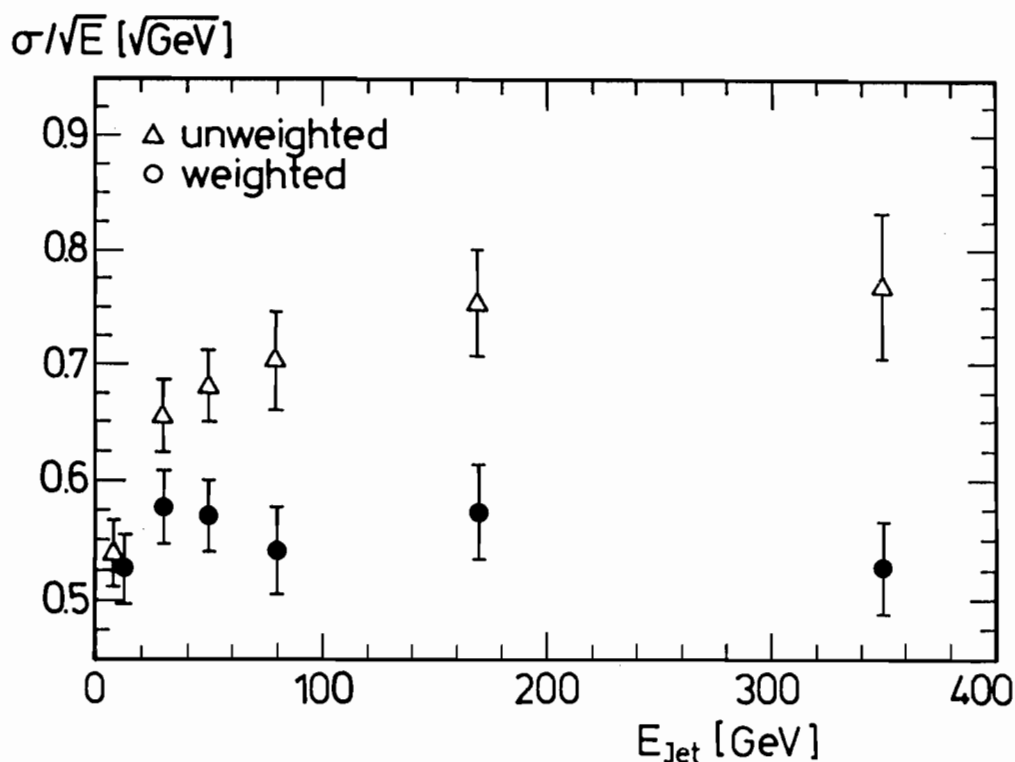


Abbildung 4: Monte-Carlo-Resultate für die Energieauflösung von Jets mit und ohne Anwendung der Gewichtsmethode.

Als Absorbermaterial im **hadronischen Teil** des Kalorimeters wurde unmagnetischer Stahl mit einem Sampling von 12 mm gewählt. Hierdurch ist durch die Möglichkeit des Verschweißens der Absorberplatten miteinander ein im Prinzip einfacher und stabiler Aufbau der Plattenanordnungen gewährleistet. Der Nachteil dieses nichtkompensierenden Absorbermaterials wie auch des Bleis hinsichtlich der Energieauflösung kann durch geeignetes Wichten der Fluktuationen im hadronischen Schauer oder Jet zu großen Energien hin, hervorgerufen durch elektromagnetische Anteile, ausgeglichen werden. Hierzu wurden umfangreiche Monte-Carlo-Studien gemacht. In Abb. 4 ist die Auflösung als Funktion der Jet-Energie vor und nach dem Wichten gezeigt. Hier ist die zugrunde liegende Samplingstruktur 7 mm Kupfer und 3 mm flüssiges Argon. Es ist eine gute Auflösung von ungefähr  $\sigma = 0.5\sqrt{E}$  praktisch unabhängig von der Jet-Energie erreichbar. Diese theoretischen Werte sollen durch Testmessungen an einem Pionen-Strahl bei CERN experimentell überprüft werden, wozu umfangreiche Vorarbeiten durchgeführt wurden.

*Instrumentiertes  
Eisen*

Die im Flüssig-Argon-Kalorimeter vorgesehene Materialtiefe reicht nicht aus, um alle Schauer oder Jets vollständig zu absorbieren. Durch die Instrumen-

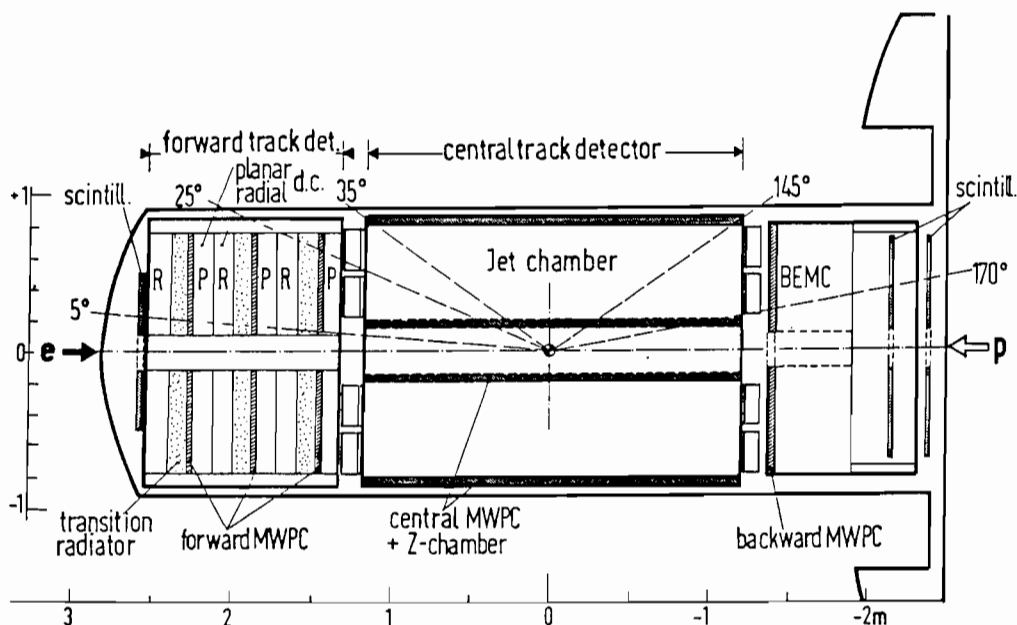


Abbildung 5: Der von H1 vorgeschlagene Spurendetektor.

tierung des Eisens sollen nicht nur die Ereignisse, bei denen noch Energie aus dem Kalorimeter austritt, getaggt werden, sondern diese Energie soll so genau gemessen werden, daß die oben erwähnte gesamte Genauigkeit nicht wesentlich beeinflusst wird. Auch hierzu wurden Monte-Carlo-Rechnungen gemacht, wobei das tote Material von Kalorimeternaufhängung und -kryostat sowie das der Spule (insgesamt unter  $90^\circ$  ca.  $1\lambda$ ) berücksichtigt wurde. Eine ausreichende Samplingstruktur mit  $8 \times 5$  cm,  $3 \times 10$  cm und  $1 \times 15$  cm Eisen ist in Abb. 1 angedeutet. Die Messung der hadronischen Schauer erfolgt mit Driftrohren (Iarocci), die im Streamermodus betrieben werden, wobei die Signale auf Pads geeigneter Größe kapazitiv übergekoppelt werden. Zur technischen Realisierung wurden Studien gemacht, und es wurden Vorbereitungen für den Bau eines Moduls, das zusammen mit dem Flüssig-Argon-Testkalorimeter am CERN-Strahl getestet werden soll, durchgeführt.

Eine zweite Auslese von Signalen parallel zu den Streamerrohren soll eine Ortsinformation von Einzelspuren mit einer Genauigkeit von ca. 3 mm zur Identifizierung von Myonen liefern. Um auch eine zusätzliche Impulsmessung der Myonen zusätzlich zur Messung im Innern des Detektors zu erreichen, ist eine genauere Ortsmessung vor und nach dem Eisen sowie in seiner Mitte durch Doppellagen von Streamerrohren vorgesehen. Diese zweite Impulsmessung, zu der das magnetische Feld im Bereich des Kalorimeters wichtig ist, erlaubt es,

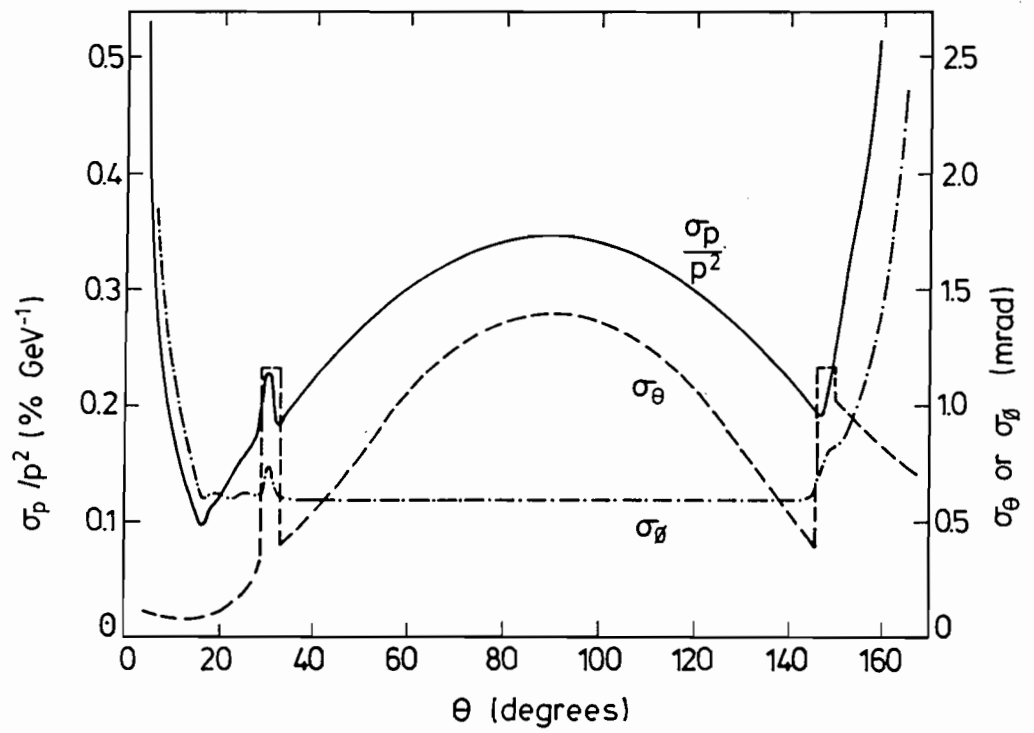


Abbildung 6: Energie-, Polarwinkel( $\theta$ )- und Azimutwinkelauflösung des Spurendetektors.

direkt entstehende Myonen mit großem Transversalimpuls von solchen aus dem K-Zerfall zu unterscheiden.

Die Hauptaufgabe des Spurendetektors ist, den Winkel am Vertex und in Verbindung mit dem magnetischen Feld den Impuls von räumlich isolierten Teilchen und von Elektronen und Myonen in Jets zu bestimmen. Umfangreiche Studien verschiedener Möglichkeiten und Monte-Carlo-Simulationen haben zu dem in Abb. 5 gezeigten Konzept geführt.

*Spurendetektor*

Zur Spurbestimmung dient im **zentralen Bereich** eine Jet-Kammer mit 64 Meßpunkten in radialer Richtung, die auf Geraden liegen, die nicht durch den Vertex gehen. Die  $r\phi$ -Ortsauflösung ist  $100\mu$ , durch Ladungsteilungsmessung wird in Drahrichtung ( $z$ -Richtung) eine Ortsauflösung von ca. 3 cm erreicht, und die Doppelspurauflösung beträgt 2 bis 3 mm. Die Homogenität der Driftgeschwindigkeit einer Jet-Kammer kommt der zu erwartenden Teilchendichte sehr entgegen. Die verhältnismäßig geringe Anzahl der Signaldrähte (insgesamt etwa 2500) ist ein weiterer Vorteil dieser Kammer. Eine genauere Messung der  $z$ -Richtungskomponente ( $\sigma_z \lesssim 500\mu$ ) wird durch eine innere und eine äußere  $z$ -Driftkammer erreicht, deren Drähte als Polygon in der  $r\phi$ -Ebene liegen.

In **Vorwärtsrichtung** wird die Spurmessung durch ein System von senkrecht zum Strahl stehenden Driftkammern erreicht, die zum Teil radial verlaufende und zum Teil untereinander parallel verlaufende Signaldrähte besitzen. Die erwartete Ortsauflösung pro Draht ( $\sigma_{r\phi}$  bzw.  $\sigma_{x,y}$ ) beträgt ebenfalls ca.  $100\mu$ , die Gesamtzahl der Drähte ist auch ca. 2500. Die durch die Jet-Kammer und die Vorwärts-Kammern bei einem magnetischen Feld von 1.2 T erwartete Impulsauflösung ist in Abb. 6 als Funktion des Polarwinkels  $\Theta$  dargestellt. Damit ist zu erwarten, daß bis ca. 150 GeV auch das Ladungsvorzeichen von Elektronen und Myonen bestimmt werden kann, was für "exotische" Teilchen wichtig ist.

Die Jet-Kammer, die nahe 1 atm betrieben wird, erlaubt mit der vorgesehenen Zahl von Stützpunkten und mit Xenon als Hauptkomponente der Gasfüllung eine  $dE/dx$ -Messung von  $\sigma/E \simeq 6\%$  im Winkelbereich von  $45^\circ \lesssim \Theta \lesssim 135^\circ$ . Damit ergibt sich in diesem Bereich für Impulse unterhalb von 10 GeV zusätzlich zum Kalorimeter ein Unterdrückungsfaktor von 10 für Pionen im Vergleich zu Elektronen.

Um auch in Vorwärtsrichtung, in der Teilchendichte und Impulse höher sind, die Unterdrückung von Pionen zu erhöhen, sind, wie in Abb. 5 skizziert, drei Lagen von Material vorgesehen, in denen Übergangsstrahlung erzeugt wird und in die nachfolgenden Driftkammern gelangen kann, um dort registriert zu werden. Damit wird in diesem Winkelbereich eine gesamte Unterdrückung der Pionen von mindestens  $10^{-4}$  für relativ isolierte Elektronen mit Impulsen bis zu 100 GeV erreicht.

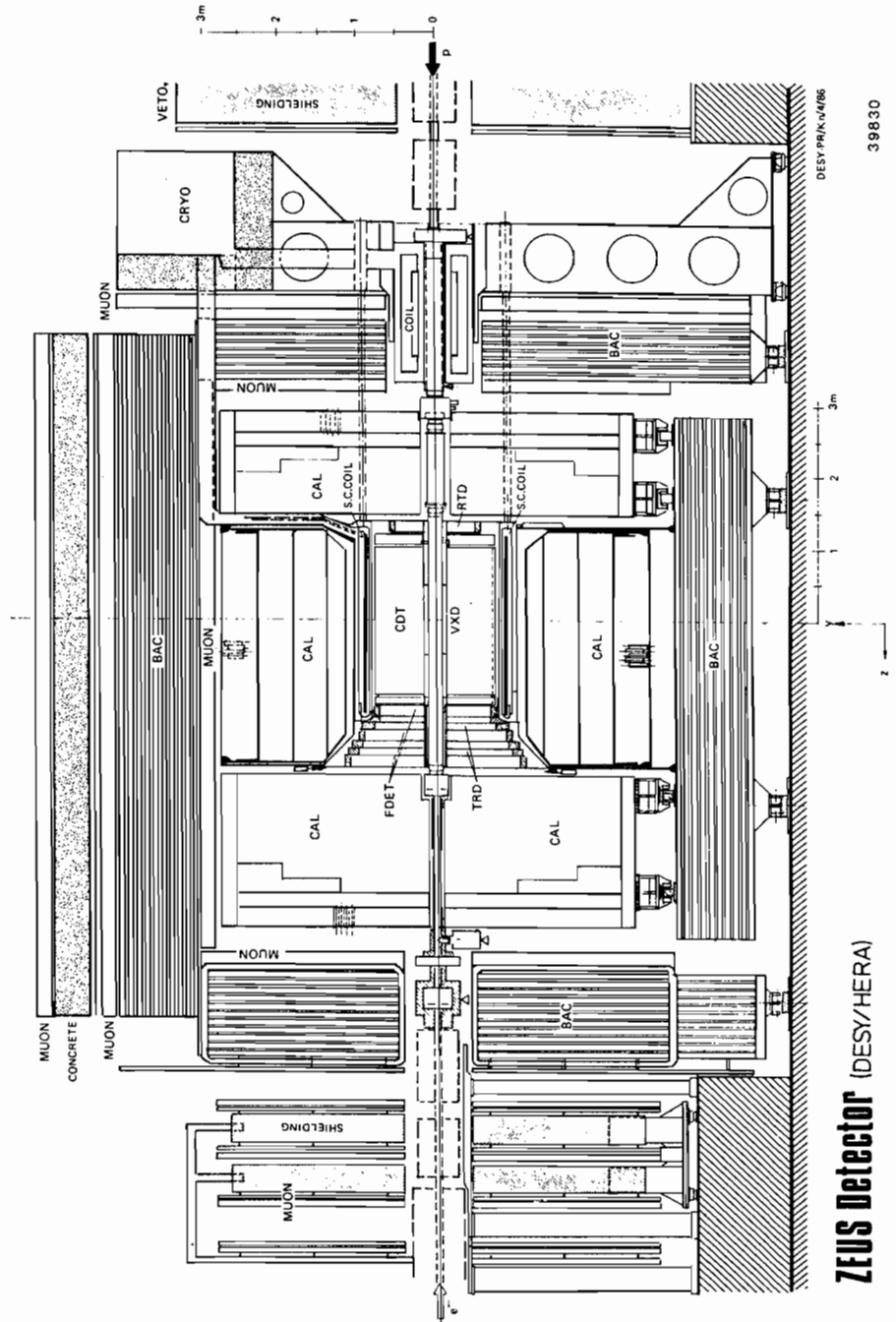


Abbildung 7: Der ZEUS-Detektor längs des Strahles.

## ZEUS-Kollaboration

**Beteiligte Institute:** Univ. Aquila, ANL Argonne, Univ. Madrid, Univ. Bologna, Univ. Bonn, Univ. Bristol, Carleton Univ., Columbia Univ., DESY, ENEA Frascati, Univ. Firenze, Univ. Freiburg, Univ. Hamburg, Univ. of Illinois, Imperial Coll. London, Inst. of Nucl. Phys. and Inst. of Phys. and Nucl. Tech. Cracow, INFN Frascati, Lecce Univ., Univ. of Manitoba, McGill Univ., Milano Univ., NIKHEF Amsterdam, NIKHEF Nijmegen, Ohio State Univ., Oxford Univ., Padoa Univ., Palermo Univ., Pennsylvania State Univ., Univ. "La Sapienza" Roma, Rutherford Appleton Lab. Chilton, Univ. GHS Siegen, Univ. Torino, Univ. Toronto, University Coll. London, Virginia Polytech. Inst., Univ. Warsaw, Weizmann Institute Rehovot, Univ. of Wisconsin, York Univ.

## Überblick

Die ZEUS-Kollaboration hat für den Speicherring HERA den Bau eines neuen Detektors vorgeschlagen. HERA wird den Zugang zu einem neuen und einzigartigen Gebiet öffnen. Die innere Struktur von Elektronen und Quarks kann bis zu kleinsten Abständen von einigen  $10^{-18}$  cm erforscht werden. Die Suche nach weiteren Trägern der elektromagnetischen und schwachen Ströme ist bis zu Massen von 800 GeV möglich. Eine genaue Messung der Strukturfunktionen wird einen scharfen Test der QCD bis zu  $Q^2$ -Werten von 40 000  $\text{GeV}^2$  liefern. Bei einer verfügbaren Schwerpunktsenergie von 314 GeV wird eine Vielzahl neuer theoretisch erwarteter Teilchen beobachtbar, wie angeregte Quarks und Leptonen mit Massen bis zu 250 GeV oder Squarks und Sleptonen bis 180 GeV.

## Der ZEUS-Detektor

Die HERA-Kinematik stellt besondere Anforderungen an den Detektor. Teilchen bzw. Teilchenbündel und Energien bis zu 820 GeV müssen mit großer Genauigkeit gemessen werden. Das große Ungleichgewicht zwischen den Impulsen des Elektronen- (30 GeV/c) und des Protonenstrahls (820 GeV/c) führt dazu, daß die meisten Teilchen in einem engen Kegel um den Protonenstrahl ausgesandt werden. Dementsprechend muß das Kalorimeter hermetisch den ganzen Raumwinkelbereich überdecken und eine ausgezeichnete Energieauflösung und eine hohe räumliche Segmentierung besitzen. In keinem der bisher gebauten Kalorimeter sind diese Forderungen gleichzeitig erfüllt. Außerdem muß der Detektor in extrem kurzer Zeit Daten speichern und Triggerentscheidungen treffen,

*Aufbau*



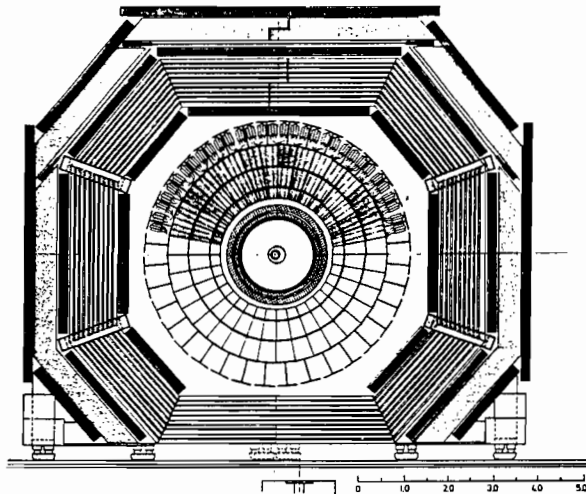


Abbildung 8: Der ZEUS-Detektor quer zum Strahl.

da der zeitliche Abstand zwischen zwei aufeinanderfolgenden Strahlkreuzungen nur 96 Nanosekunden beträgt. Es müssen neue Techniken entwickelt werden, um einen Detektor mit diesen Eigenschaften zu erzielen.

Der von der ZEUS-Kollaboration vorgeschlagene Detektor ist in den Abbildungen 7, 8 und 9 dargestellt. Er besitzt im Innern ein dünnwandiges Solenoid in dem eine zylindrische Driftkammer (CTD), ein Detektor zum Nachweis der Übergangsstrahlung (TRD) und ebene Driftkammern (FTD, RTD) angeordnet sind. Das Solenoid ist hermetisch von einem elektromagnetischen (EMC) und einem hadronischen Kalorimeter (HAC) umgeben. Das ganze ist umschlossen von einem Eisenjoch, das auch als Kalorimeter instrumentiert ist (BAC), und von Myondetektoren (Mu).

Das Kalorimeter verwendet als Absorber 3.2 mm dicke Uranplatten und Szintillatorplatten zur Auslese. Das Licht wird mittels Wellenlängenschieber (WLS) nach außen geführt. Die Szintillatorplatten bilden Türme von  $\sim 5 \times 20 \text{ cm}^2$  Größe im elektromagnetischen und  $\sim 20 \times 20 \text{ cm}^2$  im hadronischen Teil. Der aktive Teil des Kalorimeters beginnt bei 60 mrad in Vorwärtsrichtung (Protonenrichtung) und erreicht eine Raumwinkelüberdeckung von 99.8% (98%) für die vordere (hintere) Hemisphäre. Seine Dicke entspricht 7.5 und 4 Absorptionslängen bei  $0^\circ$ ,  $90^\circ$  bzw.  $180^\circ$ .

Uran wird als Absorber verwendet, um die bestmögliche Energieauflösung für Hadronen zu erzielen. Wie Fabjan und Willis gezeigt haben, läßt sich mit einem Uran-Szintillator-Kalorimeter gleiches Ansprechvermögen für Elektronen bzw. Photonen und für Hadronen erreichen. Dadurch kann der Einfluß der Schwankungen in der hadronischen Kaskade auf die Energiemessung entscheidend verringert werden. Die für Hadronen erwartete Energieauflösung beträgt

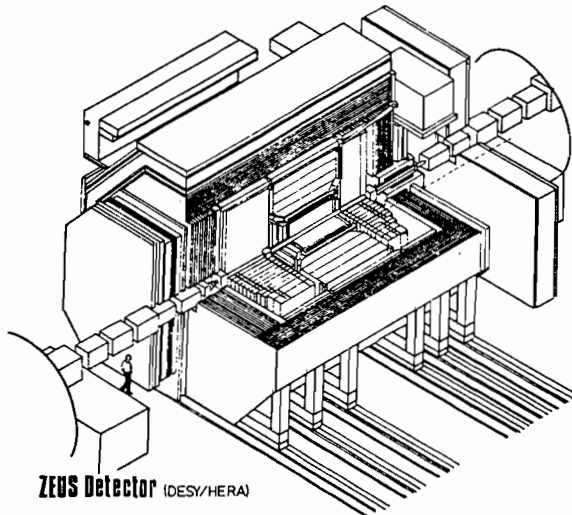


Abbildung 9: Der ZEUS-Detektor in der Halle.

$\sigma/E = 35\%/\sqrt{E}$ ,  $E$  in GeV. Zum Vergleich: Der entsprechende Wert für ein Nicht-Uran-Kalorimeter liegt bei  $55\%/\sqrt{E}$ . Die bessere Energieauflösung ist vor allem bei geladenen Strömen von Vorteil. Der  $x, Q^2$ -Bereich innerhalb dessen zuverlässig gemessen werden kann, wird wesentlich größer; der maximale  $Q^2$ -Wert steigt von  $\sim 16\,000\text{ GeV}^2$  auf  $\sim 26\,000\text{ GeV}^2$ ; die Anzahl der zuverlässig gemessenen Ereignisse ist um den Faktor  $\sim 1.7$  größer, und man gewinnt Zugang zu dem Bereich sehr kleiner  $x$ -Werte ( $x = 0.02$ ), um die Anzahl der Valenzquarks zu messen. Die Energieauflösung für Elektronen beträgt  $15\%/\sqrt{E}$ .

Die vollständige Absorption aller Hadronen verlangt ein sehr tiefes Kalorimeter. Da es aus Kostengründen nicht möglich ist, das ganze Kalorimeter aus Uran und Szintillator aufzubauen, ist das hochauflösende Urankalorimeter von einem Eisenkalorimeter, dem **BAC**, umgeben. Das **BAC** mißt die hadronische Energie und dient als Myonen-Filter. Es wird mit Streamerrohrkammern ausgelesen. Seine Energieauflösung beträgt für Hadronen  $100\%/\sqrt{E}$ .

Geladene Teilchen werden im Innendetektor nachgewiesen. Der zentrale Spurdetektor **CTD** besteht aus einer zylindrischen Driftkammer mit 85 cm Außenradius und 245 cm Länge. Spurkoordinaten und Energieverlust ( $dE/dx$ ) werden in neun Superlagen von jeweils acht Signaldrahtlagen gemessen. Vier der Superlagen haben Stereodrähte. Wegen des kurzen Abstandes zwischen aufeinanderfolgenden Strahlkreuzungen wurden kurze Driftzellen mit maximal 500 ns Driftzeit gewählt, außerdem sind die Signaldrähte gegenüber dem Radiusvektor um etwa  $45^\circ$  gedreht. Dadurch lassen sich Spuren, die zu verschiedenen Strahlkreuzungen gehören, einwandfrei erkennen. Die erwartete Ortsauflösung beträgt  $100\ \mu\text{m}$ ; daraus ergibt sich bei einem Magnetfeld von 1.8 T für hochenergetische Spuren eine Impulsauflösung von  $\sigma/p = 0.0018 \cdot p$ ,  $p$  in GeV/c.

Ebene Driftkammern (**FTD, RTD**) vervollständigen die Spurmessung bei kleinen Vorwärts- und Rückwärtswinkeln, so daß selbst bei Vorwärtswinkeln von 120 mrad noch eine Impulsauflösung von  $\sigma/p = 0.01 \cdot p$  erreicht wird.

Elektronen und Myonen werden beim Nachweis neuer Teilchen eine große Rolle spielen. Daher wird auf die sichere Erkennung dieser Teilchen großer Wert gelegt. **Elektronen** werden durch die Messung des Energieverlustes  $dE/dx$  in den Spurkammern und der Schauerenergie und -breite im elektromagnetischen Kalorimeter (**EMC**) nachgewiesen. In Vorwärtsrichtung wird außerdem in vier Kammern **TRD** die Übergangsstrahlung gemessen, womit Hadronen unterhalb 30 GeV/c um einen weiteren Faktor 100 unterdrückt werden können. Insgesamt liegt der Hadronen-Unterdrückungsfaktor weit über  $10^3$ . **Myonen** werden in Streamerrohrkammern vor und hinter dem magnetisierten Eisenjoch nachgewiesen. In Vorwärtsrichtung sind zusätzlich magnetisierte Eisentoroide und Driftkammern angeordnet. Die Pion-(Kaon-)Unterdrückung beträgt in Vorwärtsrichtung 1000 (100) bei 40 GeV/c und unter  $90^\circ$  500 (50) bei 10 GeV/c. Außerdem liefern die Myondetektoren in Vorwärtsrichtung eine Impulsmessung von 30% bei 100 GeV/c und 35% bei 20 GeV/c für  $90^\circ$  Polarwinkel.

Das Solenoid ist supraleitend und liefert ein Feld von 1.8 T. Es hat 86 cm Innenradius, 280 cm Länge und ist 0.8 Strahlungslängen dick. Der Einfluß des Magnetfeldes auf den Strahl wird mittels eines kleinen Solenoids, das im rückwärtigen Eisenjoch sitzt, ausgeglichen.

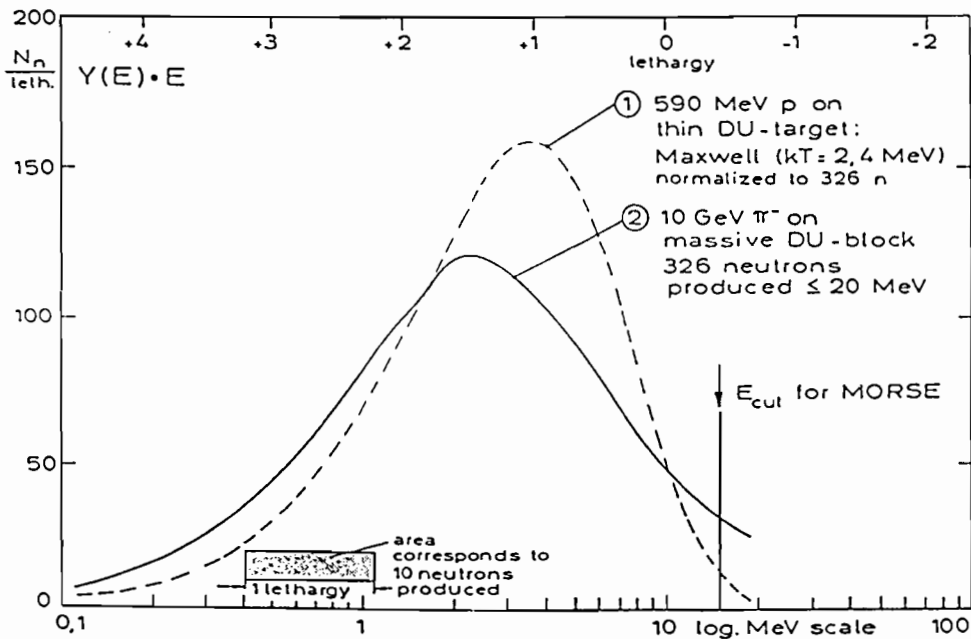
In Vorwärtsrichtung gestreute Protonen werden im Vorwärts-Protonen-Spektrometer **FPS** nachgewiesen. Das Spektrometer benutzt die Strahlführungsmagnete und fünf kleine, hochauflösende Kammern zur Impulsanalyse. Diese Kammern sind in Römischen Töpfen in Abständen von 20 bis 90 m vom Wechselwirkungspunkt angebracht. Es wird eine Impulsauflösung von 1% erwartet. Mit dem **FPS** wird es möglich eine Klasse vollständig bestimmter NC-Ereignisse zu erhalten: Das gestreute Elektron, der Stromjet und das führende Proton werden gemessen. Bei CC-Ereignissen kann damit die Masse des neutralen nicht nachgewiesenen Teilchens (normalerweise ein Neutrino) bestimmt werden.

Ein Photodetektor ist dicht am Protonenstrahl in 108 m Entfernung und ein Elektronendetektor ist dicht am Elektronenstrahl in 36 m Entfernung vom Wechselwirkungspunkt untergebracht, um die Luminosität über die Reaktion  $ep \rightarrow ep\gamma$  zu messen und Ereignisse bei kleineren  $Q^2$  nachzuweisen.

#### Arbeiten für ZEUS

Die an ZEUS beteiligten Gruppen von DESY und der Universität Hamburg arbeiten

- An der Gesamtplanung des Detektors
- Am Verständnis der Kompensation in einem Uran-Szintillator-Kalorimeter



398 12

Abbildung 10: Die Neutronen-Ausbeute für einen massiven DU-Block ( $60 \times 60 \times 300 \text{ cm}^3$ ) berechnet mit dem HET-KFA-Programm. Wegen des kleinen Beitrags von Szintillatorlagen zur Neutronen-Erzeugung beschreibt das dargestellte Spektrum auch den Fall eines DU-Szintillator-Kalorimeters.

- An der Planung des Urankalorimeters
- Am Bau und Test von Kalorimetern mit Lichtfaser- und mit Wellenlängenschieber(WLS)-Auslese
- Am Verständnis der Lichtsammlung
- An der Auslese mit Siliziumdetektoren

Die Energieauflösung eines Hadronkalorimeters wird im allgemeinen beherrscht durch Schwankungen in der Schauerbildung von Ereignis zu Ereignis (kalorimetereigene oder intrinsic Auflösung) und durch Schwankungen, die von der Absorber-Detektor-Lagenstruktur (Lagen- oder Sampling-Schwankungen) herühren. Bei Hadronen wird die Energie übertragen mittels elektromagnetischer Schauer ( $E_{em}$ ), mittels Ionisation durch geladene Hadronen ( $E_{had}$ ) und durch

*Physik der  
Kompensation*

Kernzertrümmerung und -anregung  $E_{\text{nuc}}$ . Für jeden dieser Prozesse besitzt das Kalorimeter ein anderes Ansprechvermögen. Insgesamt ergibt sich für Elektronen und Photonen eine größere Pulshöhe als für Hadronen. Typische Werte sind  $e/h = 1.4$  bis  $1.6$  und eine Energieauflösung für Hadronen  $\sigma(E)/E > 0.5/\sqrt{E}$ ,  $E$  in GeV.

Eine wesentlich bessere Energieauflösung läßt sich erreichen, wenn das Kalorimeter dieselbe Pulshöhe für Elektronen und Hadronen liefert. Fabjan und Willis haben 1974 darauf hingewiesen, daß die Verwendung von Uran als Absorberkompensation ( $e/h = 1$ ) möglich sein müsse und haben 1977 zusammen mit anderen Mitarbeitern diesen Gedanken experimentell bestätigt.

Im Folgenden wird kurz das heutige Verständnis der Kompensation bei einem Kalorimeter aus abgereichertem Uran (**DU**) und Szintillator (**Szi**) beschrieben. Fünf Effekte bestimmen das Ansprechvermögen für Hadronen:

1. Ionisationsverlust der Hadronen in den Absorber- und Detektorlagen.
2. Elektromagnetische Schauer aus dem Zerfall von neutralen Pionen. Elektromagnetische Energie wird vor allem in Materialien mit hohem  $Z$  absorbiert. Der Unterschied im Ansprechvermögen für elektromagnetische Schauer und minimalionisierende Teilchen ( $e/mip$ -Verhältnis) rührt von der unterschiedlichen  $Z$ -Abhängigkeit der Wirkungsquerschnitte für Ionisation ( $\sim Z^1$ ), Paarerzeugung ( $\sim Z^2$ ), Bremsstrahlung ( $\sim Z^2$ ), des photoelektrischen Effekts ( $\sim Z^5$ ) und des Comptoneffekts ( $\sim Z^1$ ) her. In einem **DU-Szi**-Kalorimeter ist  $e/mip$  nahe  $0.6$  und hängt schwach von den Lagendicken ab.
3. In Materialien mit sehr hohem  $Z$  (z.B. **DU**) werden in den hadronischen Schauern eine beträchtliche Anzahl von Neutronen im Bereich einiger MeV erzeugt. Abb. 10 zeigt ein typisches Neutronenspektrum. Die Neutronen übertragen den größten Teil ihrer Energie in elastischen Stößen auf die Protonen der Wasserstoffatome im Szintillator. Die Anstoß-Protonen geben ihre Energie durch Ionisation an den Szintillator ab und erhöhen auf diese Weise das hadronische Signal beträchtlich.
4. Spallation und Spaltung liefern auch  $\gamma$ -Strahlung. Obgleich die  $\gamma$ -Ansprechwahrscheinlichkeit des Szintillators klein ist, trägt auch dieser Effekt zur Kompensation bei.
5. Die Neutronen werden vor allem im Szintillator moderiert. Daneben verlieren niederenergetische Neutronen ihre Energie im Absorber durch Neutroneneinfang. Das Ergebnis ist eine verzögerte  $\gamma$ -Strahlung.

Der Grad der Kompensation kann auf folgende Weise gemessen werden:

$$C = C_{\text{pRückstoss}} + C_{\text{prompt}\gamma} + C_{\text{verzögert}\gamma}$$

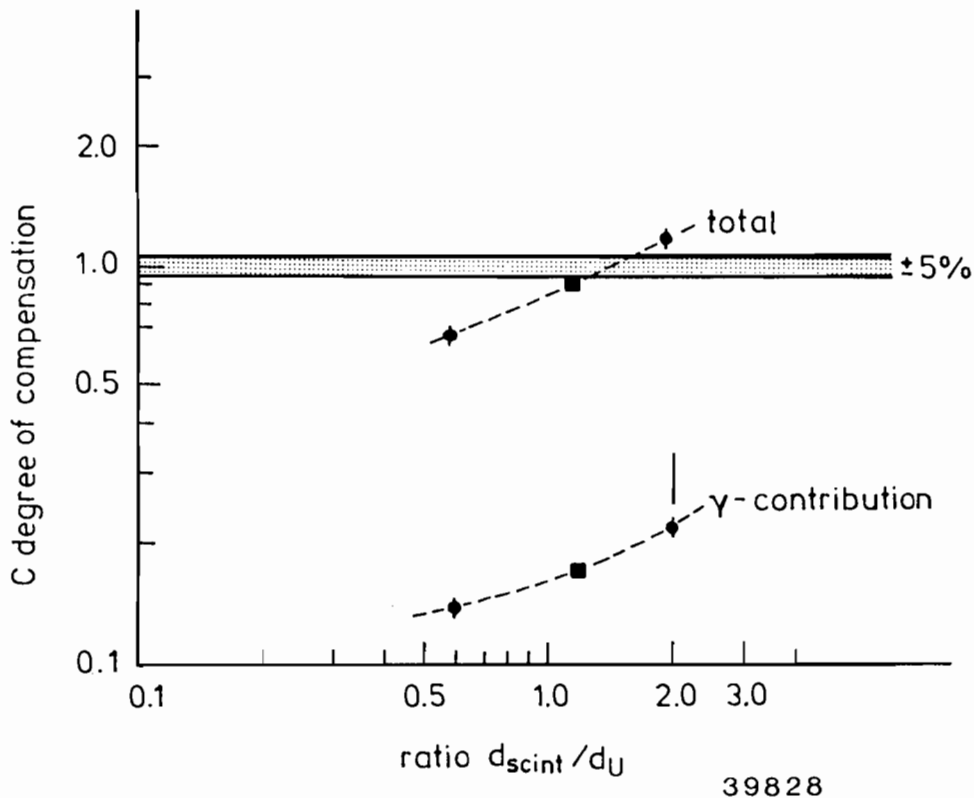


Abbildung 11: Der Kompensationsparameter  $C$  in Abhängigkeit von dem Verhältnis von DU- zu Szintillatordicken.

$C = 0$  entspricht dem Fall, daß die Kernenergie keinen Beitrag liefert. Für  $C = 1$  ist  $e/h = 1$ . Das  $e/h$  Verhältnis kann in  $C$  ausgedrückt werden:

$$(e/h) = \frac{e/mip}{\frac{h_{ion}}{mip} + C\left(\frac{e}{mip} - \frac{h_{ion}}{mip}\right)}$$

Dabei mißt  $e$  den Energieübertrag an dem Szintillator aus elektromagnetischen Schauern,  $h_{ion}$  den ionisierenden Teil des hadronischen Schauers, und  $mip$  den minimal ionisierender Teilchen.

Abb. 11 zeigt den Verlauf von  $C$  in Abhängigkeit vom Verhältnis der Dicken von DU und Szi. Bei einer DU-Dicke von 3.2 mm und einer Szintillator-Dicke von 2.5 mm sollte  $C = 1$  und  $e/h = 1$  sein. Bei fester DU-Plattendicke erhöht eine dickere Szintillatorplatte das  $e/h$ -Verhältnis, während ein dünnerer Szintillator das Verhältnis  $e/h$  erniedrigt und zur Überkompensation führen kann. In der

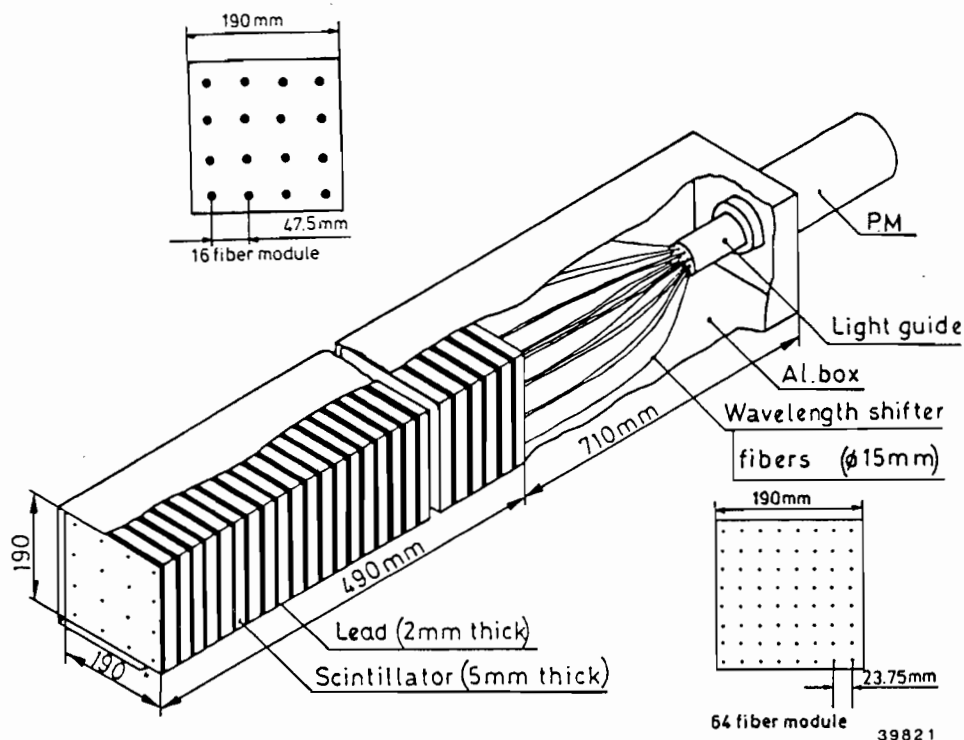


Abbildung 12: Blei-Szintillator-Kalorimeter mit optischer Faserauslese.

praktischen Anwendung setzt die Lichtausbeute aber der Szintillatordicke eine untere Grenze.

#### Kalorimeter und Lichtfaserauslese

Von der ZEUS-Kollaboration wurden eine Reihe von elektromagnetischen Kalorimetern aus 2 mm dicken Bleiplatten und 5 mm dicken Szintillatorplatten gebaut, um die Lichtausbeute und die Pulshöhenvariation bei Auslese mit dünnen optischen Fasern zu untersuchen. Der Aufbau ist in Abb. 12 skizziert.

Bei einem Kalorimeterquerschnitt von  $19 \times 19 \text{ cm}^2$  werden meistens 16 Fasern verwendet. Die Kalorimeter wurden bei DESY mit 1 bis 6 GeV Elektronen vermessen. Die Ergebnisse sind in Tab. 1 zusammengefaßt. Die beste Auflösung wurde für den SCSN38-Szintillator bei Auslese mit 1.5 mm Polystyrenfasern von Saclay beobachtet: Sie betrug  $\sigma(E)/E = 9.3\%/\sqrt{E}$ , wobei die Photonen-Statistik  $5.6\%/\sqrt{E}$  beiträgt. Minimalionisierende Teilchen liefern ein Signal von  $1.8 \pm 0.2$  Photoelektronen je Szintillatorplatte, ein Wert der ausreichend ist. Dagegen ist die Variation der Pulshöhe in der Nähe der Faser zu groß (Abb. 13). Direkt an der Faser ist die Pulshöhe um 30 bis 35 % größer als in der Mitte zwischen den Fasern. Das Anwachsen der Pulshöhe rührt vor allem daher, daß mit kleiner werdendem Abstand die Faser einen wachsenden Raumwinkelanteil des direkt abgestrahlten Lichts sieht. Die Pulshöhenvariation führt

Tabelle 1: Kalorimetertests mit Lichtfaserauslese.

	CAL3B	CAL2B	CAL2C	CAL2D	CAL2E
Anzahl der Fasern	64	16	16	16	16
Faserdurchmesser	1.5 mm	1.5 mm	1.5 mm	1.5 mm	1.0 mm
Fasertyp	Poly-styrene	Poly-styrene	Poly-styrene	Poly-styrene	PPMA
Faserdotierung	K27 400 mg/l	K27 100 mg/l	K27 400 mg/l	K27 400 mg/l	Y7 300 mg/l
Szintillator	KSTI390	KSTI390	KSTI390	SCSN38	SCSN38
Lochdurchmesser im Szintillator	2.5 mm	2.5 mm	2.5 mm	2.0 mm	2.0 mm
Röhre	56 DVP	56 DVP	56 DVP	XP 2011	XP 2011
$\sigma/\sqrt{E}$	12.9 $\pm 0.5\%$	13.9 $\pm 0.3\%$	13.7 $\pm 0.3\%$	9.3 $\pm 0.2\%$	16.8 $\pm 0.4\%$
Beitrag der Photo-statistik $\sigma_{Ph}/\sqrt{E}$	7.1 $\pm 0.4\%$		9.0 $\pm 1.0\%$	5.6 $\pm 0.3\%$	
Anzahl der Photo-Elektronen je MeV	$1.1 \pm 0.1$		$0.7 \pm 0.2$	$1.8 \pm 0.2$	

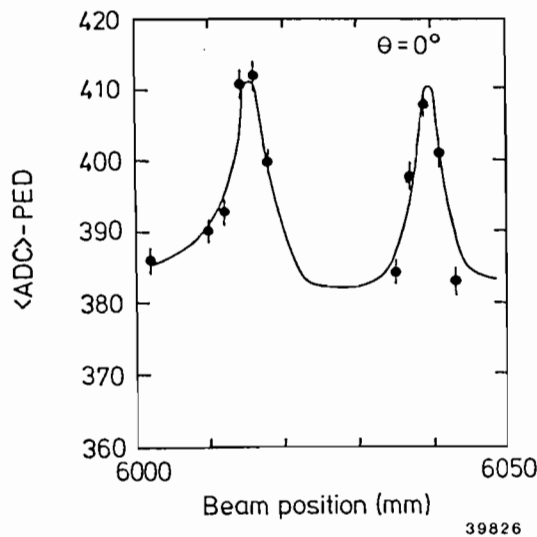


Abbildung 13: Pulshöhenvariation wenn der Strahl über die Fasern geführt wird. Die beiden Spitzen bezeichnen den Ort der Fasern.



zu einer erheblichen Verschlechterung der Auflösung. Gemittelt über den Kalorimeterquerschnitt ist sie  $\sigma(E)/E = 9.3\%/\sqrt{E} \oplus 4\%$  ( $\oplus$  steht für quadratisch addiert).

Die Pulshöhenvariation kann vermutlich auf Kosten des Lichtausbeute verringert werden. Da aber die Lichtausbeute gerade ausreichend gewesen war, wurde der Plan, das Urankalorimeter mit optischen Fasern auszulesen, fallengelassen. An seiner Stelle wurde die Auslese mit Wellenlängenschieberplatten (**WLS**) beschlossen.

#### *Kalorimeter mit WLS-Auslese*

Es wurden mehrere Blei-Szintillator-Kalorimeter (2 mm Pb, 5 mm SCSN38) mit WLS-Auslese gebaut und mit Elektronen- und Myonenstrahlen bei CERN und DESY vermessen. In Abb. 14 ist der Verlauf von Pulshöhe und Energieauflösung dargestellt, wenn ein 3-GeV-Elektronenstrahl über zwei eng nebeneinanderstehende Kalorimetermodule geführt wird. Die Pulshöhe wächst am Modulrand um etwa 4% an, erreicht aber im Bereich der beiden WLS wieder den Normalwert. Die Energieauflösung beträgt  $8.5\%/\sqrt{E}$  und steigt im WLS-Bereich nur geringfügig an.

In Zusammenarbeit mit DESY und Hamburg wurde bei NIKHEF, Amsterdam ein  $60 \times 60 \text{ cm}^2$  großes Hadronkalorimeter gebaut. Dieses Kalorimeter besteht aus zehn Modulen mit einer Tiefe von je einer Absorberlänge. Jeder Modul ist aus je 30 Lagen Absorber und Szintillator aufgebaut. Als Absorber kann wahlweise Blei und DU verwendet werden. Eine Szintillatorlage besteht aus 12 Streifen von  $60 \times 5 \text{ cm}^2$  Fläche. Die Szintillatorstreifen werden an jedem Ende von WLS ausgelesen.

Im ersten Schritt wurden vier Module mit 4 mm bis zu 5 mm dicken Bleiplatten ausgerüstet. Als Energieauflösung wurde für Hadronen (in der Hauptsache  $\pi^-$ ) zwischen 3 und 9 GeV ein Wert von

$$\sigma(E)/E = 60\%/\sqrt{E}$$

gemessen. Der Vergleich von Elektronen und Hadronen lieferte

$$e/h = 1.35$$

#### *Lichtsammlung in Szintillator und WLS*

Wie bereits erwähnt ist es für eine gute Energieauflösung unerlässlich, daß das Kalorimeter für alle Auftreffpunkte dieselbe Pulshöhe liefert. Um die Lichtsammlung im Szintillator, WLS und Lichtleiter im einzelnen zu untersuchen wurde die in Abb. 15 gezeigte Anordnung aufgebaut. Elektronen von einer  $^{106}\text{Ru}$ -Quelle erzeugen Licht in einem Szintillator, der über WLS an die Quantacon-Röhre (RCA 8854) Q2 angeschlossen ist. Die Triggerzähler T1 und T2 liefern das Signal, um den ADC-Wert für Q2 auszulesen. Die radioaktive Quelle und der Szintillator können verschoben werden. Die Anordnung ist in einem lichtdichten Kasten aufgebaut.

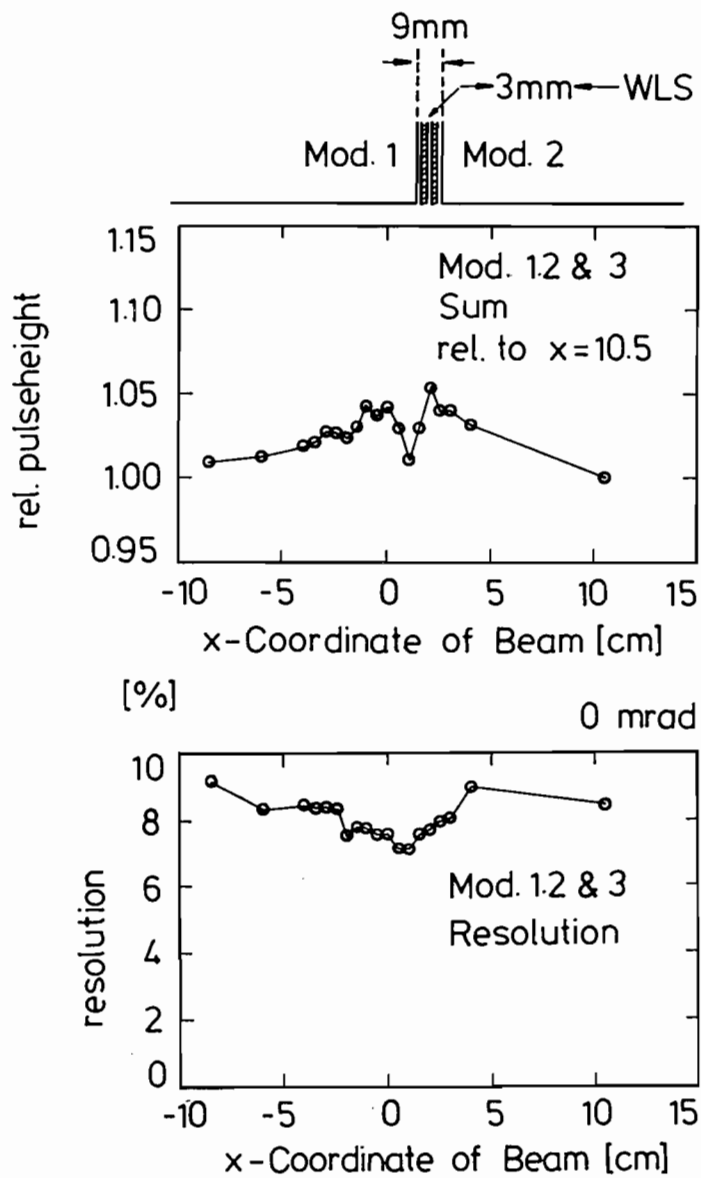


Abbildung 14: Blei-Szintillator-Kalorimeter mit WLS-Auslese: Verlauf der Pulshöhe (oben) und Auflösung (unten), wenn ein 3-GeV-Elektronenstrahl über zwei dicht nebeneinanderliegende Module hinweggeführt wird (s. Skizze).

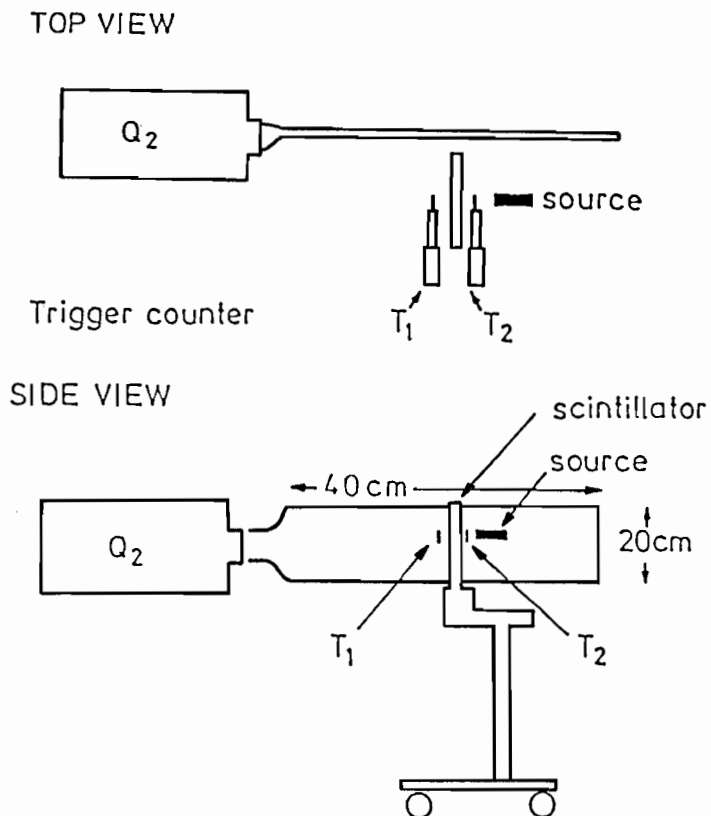


Abbildung 15: Anordnung zur Messung von Szintillator- und WLS-Eigenschaften.

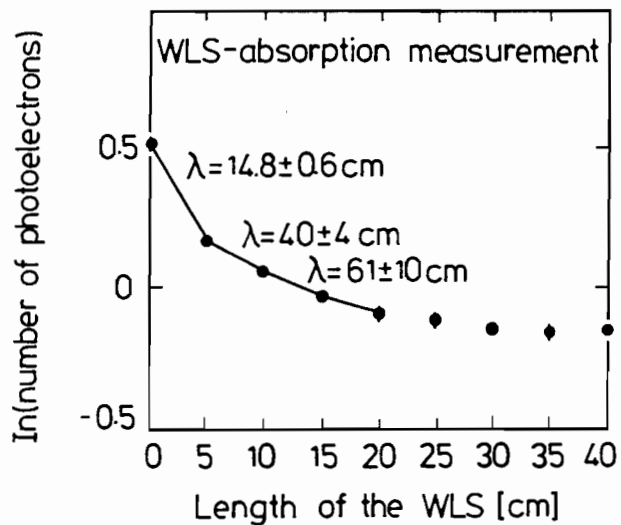


Abbildung 16: Lichtabschwächung in einem WLS mit der in Abb. 15 gezeigten Anordnung. Die horizontale Skala gibt den Abstand vom Lichtleiter und Photovervielfacher an.

Tabelle 2: KB-Wert-Messungen.

Szintillator	kB ( $10^{-2} \text{g/MeV} \cdot \text{cm}^2$ )	Elektronen-Energie		
		491 keV	617 keV	983 keV
NE 102 A	$0.893 \pm 0.007$	$0.888 \pm 0.023$	$0.904 \pm 0.011$	$0.888 \pm 0.015$
AltustipeUV	$0.978 \pm 0.009$	$1.008 \pm 0.014$	$0.959 \pm 0.017$	$0.967 \pm 0.018$
SCSN 38	$0.835 \pm 0.007$	$0.855 \pm 0.015$	$0.838 \pm 0.011$	$0.811 \pm 0.012$

In Abb. 16 ist die gemessene Abschwächlänge für Licht in einem 2 mm dicken WLS, der mit K-27 dotiert ist, aufgetragen. In der Nähe der Röhre wird eine starke Variation von  $\lambda$  beobachtet. Es sind Versuche im Gang, um mittels Filter bzw. Reflektoren diese Variation zu verringern.

Bei stark ionisierenden Teilchen tritt in der Lichtausbeute des Szintillators Sättigung auf, die auf folgende Weise parametrisiert werden kann:

*KB-Wert-  
Messungen*

$$dL/dx \sim \frac{dE/dx}{1 + \text{KB} \cdot dE/dx}$$

wobei der Sättigungsgrad durch den Birk'schen oder KB-Parameter gemessen wird. Da der Sättigungsgrad direkt die Kompensation durch die Rückstoßprotonen beeinflusst, ist eine Messung des KB-Parameters für den vorgesehenen Szintillator sehr wichtig. Der KB-Wert wurde für verschiedene Szintillatoren mit einem neuartigen und sehr genauen Verfahren am Hamburger Zyklotron gemessen. Tab. 2 zeigt die Ergebnisse. Der Szintillator Altustipe war von den R807-, Na34- und HELIOS-Experimenten bei CERN für ein hochauflösendes und kompensierendes DU-Kalorimeter verwendet worden. Tab. 2 zeigt, daß Szintillatoren vom SCSN38-Typ eine vergleichbare Kompensation liefern werden.

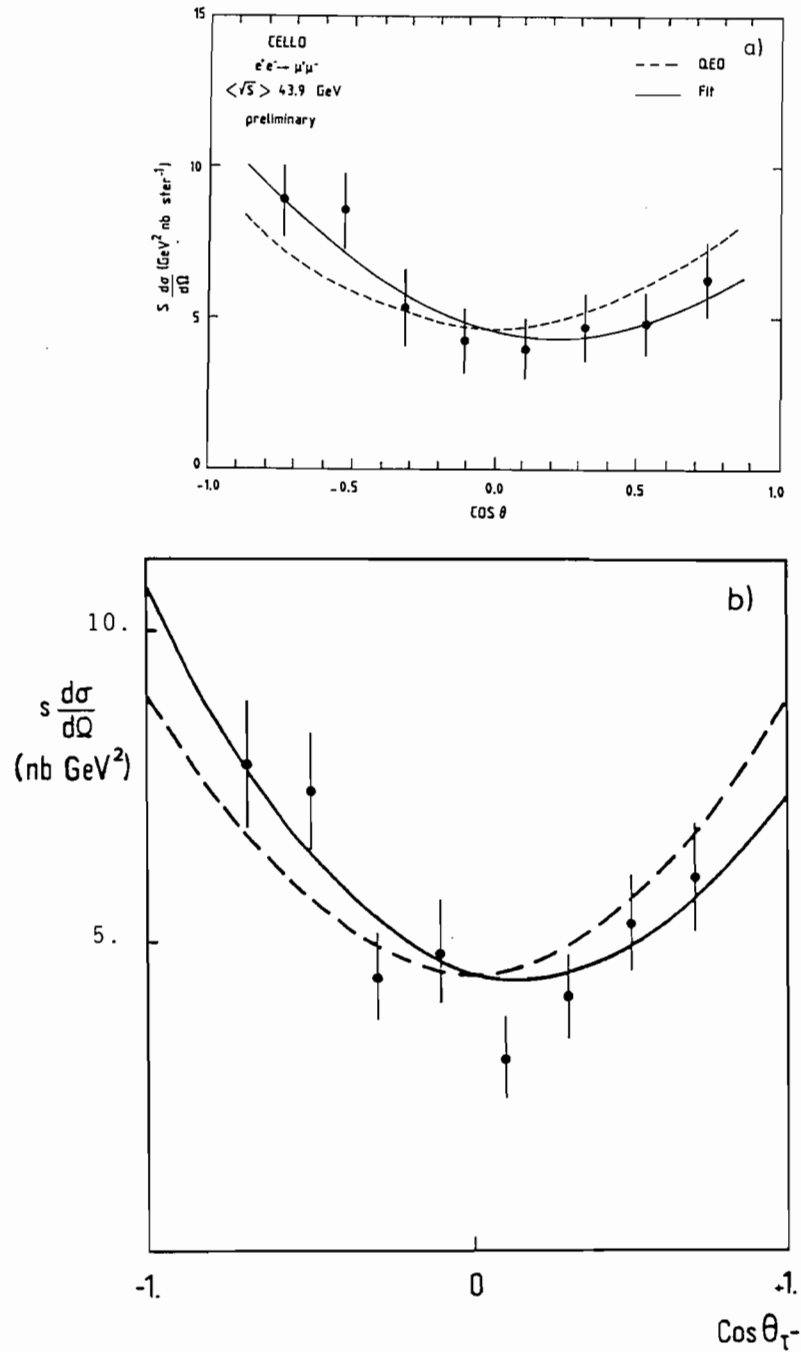


Abbildung 17: Winkelverteilungen a) der Myonen und b) der  $\tau$ -Leptonen bei einer  $e^+e^-$ -Schwerpunktsenergie ( $\sqrt{s}$ ) von 43.9 GeV.

# CELLO-Kollaboration

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

## Überblick

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

Die Suche nach Hinweisen für eine eventuell notwendige Erweiterung der gängigen Modellvorstellungen bildet eine der wichtigsten Aufgaben der  $e^+e^-$ -Experimente am PETRA-Speicherring, der zur Zeit die höchste  $e^+e^-$ -Schwerpunktenergien liefert. Fragen, wie die nach einer möglichen Substruktur von Quarks und Leptonen oder die nach einer weitgehenden Vereinheitlichung der fundamentalen Kräfte—etwa wie sie in supersymmetrischen Theorien vorgeschlagen wird—, können hier erste Antworten finden. Sie wurden besonders im Berichtszeitraum behandelt. Die analysierten Daten wurden bei Schwerpunktenergien von 44.2 GeV (bei einer integrierten Luminosität von  $9.0 \text{ pb}^{-1}$ ) und 43.6 GeV ( $17.5 \text{ pb}^{-1}$ ) aufgenommen.

## Physikalische Ergebnisse

Nach der vereinheitlichten Theorie der elektromagnetischen und schwachen Wechselwirkung von Glashow, Weinberg und Salam (GWS) verläuft die  $e^+e^-$ -Vernichtung in Leptonpaare,  $e^+e^- \rightarrow \mu^+\mu^-, \tau^+\tau^-$ , nicht nur über die elektromagnetische, sondern auch über die schwache Wechselwirkung. Die Interferenz

*Myon- und  $\tau$ -  
Paar-Ladungs-  
asymmetrien*

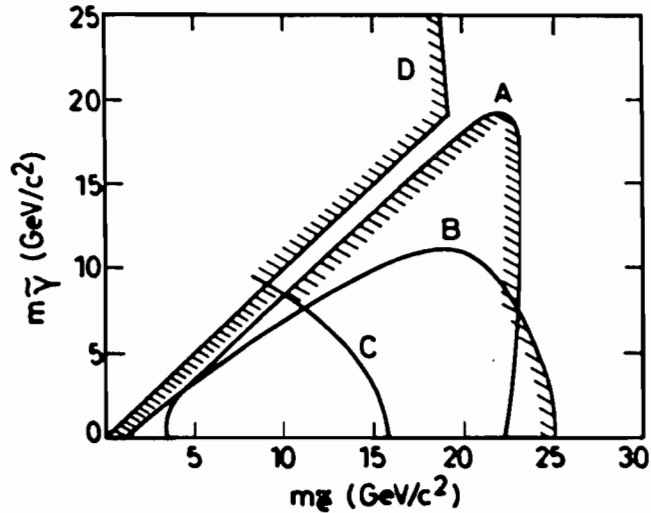


Abbildung 18: Experimentelle untere Grenzen für die Massen von skalaren Elektronen und Photinos. Die Massenbereiche links von den Kurven A, B und C werden durch die CELLO-Daten ausgeschlossen.

beider Prozesse führt zu einer Asymmetrie ( $A_{\mu+\mu^-}$ ,  $A_{\tau+\tau^-}$ ) in der Polarwinkelverteilung. Sie ist proportional dem Quadrat der Schwerpunktsenergie und beträgt bei 44 GeV Schwerpunktsenergie -16.7%. Die Abb. 17 zeigt die gemessene Winkelverteilung für Myonen (Abb. 17a) und für  $\tau$ 's (Abb. 17b) bei dieser Schwerpunktsenergie.

Die gestrichelte Kurve ist die Vorhersage der QED, die durchgezogene Kurve ist das Ergebnis des Fits für elektroschwache Beiträge. Für die axiale Kopplungskonstante der schwachen Wechselwirkung erhält man damit

$$a_{\mu} = -1.09 \pm 0.35$$

$$a_{\tau} = -0.92 \pm 0.32$$

Diese Werte stimmen gut mit der Vorhersage des Standard-Modells überein ( $a_{\mu} = a_{\tau} = -1$ ).

*Suche nach von der Supersymmetrie postulierten Teilchen*

Im Rahmen der Theorie der Supersymmetrie (SUSY) wird eine Vielzahl neuer Teilchen erwartet: Die SUSY-Multipletts enthalten sowohl Bosonen als auch Fermionen, das heißt, zu jedem bekannten Teilchen (Lepton, Quark, Boson) gibt es einen entsprechenden SUSY-Partner, dessen Spin sich jeweils um eine halbe Einheit unterscheidet.

**Skalares Elektron ( $\tilde{e}$ ) und Photino ( $\tilde{\gamma}$ )**

Zunächst sei angenommen, das Photino wäre das leichteste supersymmetrische Teilchen und demzufolge stabil. Falls die Masse des skalaren Elektrons unterhalb der Strahlenergie liegt, können skalare Elektronen in der  $e^+e^-$ -Vernichtung

paarweise produziert werden, nämlich

$$e^+e^- \rightarrow \tilde{e}^+\tilde{e}^-$$

Das skalare Elektron zerfällt in ein Elektron und Photino mit der Lebensdauer von  $\sim 10^{-23}$  sec:

$$\tilde{e}^\pm \rightarrow e^\pm\tilde{\gamma}$$

Somit ist die Signatur für die obige Reaktion die Entstehung von zwei Elektronen sowie in bezug auf die totale Schwerpunktsenergie fehlende Energie und fehlender Impuls wegen der nicht nachgewiesenen Photinos. In den Daten wurde kein Kandidat gefunden. Den Massenbereich ( $m_{\tilde{\gamma}}, m_{\tilde{e}}$ ) für Photinos und skalare Elektronen, der mit 95% Konfidenz ausgeschlossen werden kann, zeigt Abb. 18 (Bereich A).

In der  $e^+e^-$ -Vernichtung können skalare Elektronen auch einzeln zusammen mit einem Photino produziert werden:

$$e^+e^- \rightarrow (e^\pm)\tilde{e} + \tilde{\gamma}$$

Das Elektron wird hier unter kleinem Winkel gestreut und verbleibt in der Regel im Strahlrohr. Der Zerfall des skalaren Elektrons in Elektron und Photino führt damit zum besonderen Kennzeichen dieser Reaktion, nämlich einem einzelnen, hochenergetischen Elektron. Es wurde kein Kandidat für die obige Reaktion beobachtet. Der Bereich B in Abb. 18 markiert das Gebiet in ( $m_{\tilde{\gamma}}, m_{\tilde{e}}$ ), das damit mit 95% Konfidenz ausgeschlossen werden kann.

Eine weitere Möglichkeit, Hinweise auf die etwaige Existenz von Photinos zu erhalten, bietet die Untersuchung der Reaktion

$$e^+e^- \rightarrow \gamma\tilde{\gamma}\tilde{\gamma}$$

Diese radiative Paarproduktion von Photinos erfolgt durch den Austausch eines skalaren Elektrons im t-Kanal. Damit ist bei nicht zu schweren Photinos ein Massenbereich für skalare Elektronen zugänglich, der sich über die Schwerpunktsenergie hinaus erstreckt. Die Signatur dieser Reaktion ist ein einzelnes Photon. Nach Schnitten gegen QED Untergrundreaktionen und von kosmischen Myonen induzierten Schauern blieb für die obige Reaktion kein Kandidat übrig. Der damit mit 95% Konfidenz ausgeschlossene Bereich wird von der Kontur C in Abb. 18 begrenzt.

### Photinos mit kurzer Lebensdauer

Falls das Photino nicht das leichteste supersymmetrische Teilchen ist, kann es in ein Photon und ein Gravitino oder Goldstino mit der Lebensdauer  $\tau_{\tilde{\gamma}}$  zerfallen. Um das Photon im Detektor nachweisen zu können, darf die Zerfallslänge des Photinos die Detektordimension nicht überschreiten. Die Signatur für die Photino-Paarproduktion

$$e^+e^- \rightarrow \tilde{\gamma}\tilde{\gamma}, \tilde{\gamma} \rightarrow \gamma\tilde{G}$$



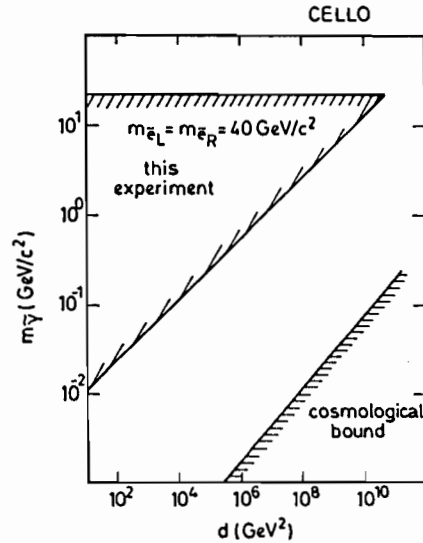


Abbildung 19: Zulässige Massenwerte für Photinos. Die CELLO-Daten schließen Werte im Innern der schräg schraffierten (oberen) Kurve aus. Der Bereich links von der horizontal schraffierten Kurve wird von kosmologischer Erfahrung ausgeschlossen.

wird somit von zwei Photonen und fehlender Energie gebildet. Gemäß der Auswahlkriterien wurden Ereignisse mit zwei Photonen selektiert. Dabei wurde kein Kandidat gefunden. Die Abb. 19 zeigt den  $m_{\tilde{\gamma}}$ - $d$ -Bereich ( $d$  entspricht der Skala der Brechung der Supersymmetrie), der somit mit 95% Konfidenz ausgeschlossen werden kann. Die untere Grenze ist dabei durch die maximale im Detektor nachweisbare Zerfallslänge gegeben.

**Gauginos ( $\tilde{Z}$ ,  $\tilde{W}$ )**

Neben den SUSY-Partnern für Fermionen werden im Rahmen der Supersymmetrie auch die SUSY-Partner der intermediären Vektorbosonen ( $Z$  und  $W$ ), die sogenannten Zinos ( $\tilde{Z}$ ) und Winos ( $\tilde{W}$ ), erwartet. Zinos können in der  $e^+e^-$ -Vernichtung in der Reaktion

$$e^+e^- \rightarrow \tilde{Z}\tilde{\gamma}$$

erzeugt werden. Sie zerfallen in ein Photino und ein Quark- oder Leptonpaar nach der Reaktion

$$\tilde{Z} \rightarrow q\bar{q}\tilde{\gamma}, e^+e^-\tilde{\gamma}, \mu^+\mu^-\tilde{\gamma}$$

Die Signatur für diesen Prozeß sind zwei nicht-koplanare Jets beziehungsweise Leptonen mit fehlender Energie und fehlendem Impuls. Winos können in der Reaktion

$$e^+e^- \rightarrow \tilde{W}^+\tilde{W}^-$$

erzeugt werden und zerfallen in ein Photino und ein Quark- beziehungsweise Leptonpaar (jeweils der gleichen Generation):

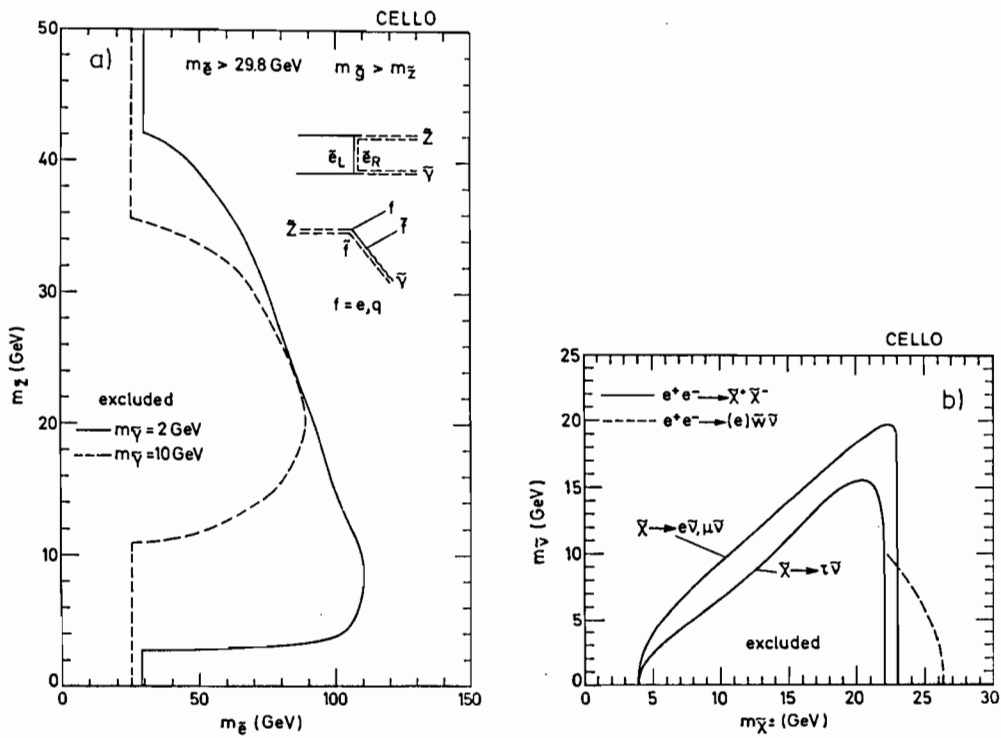


Abbildung 20: Grenzen für die Massen von Zinos und Winos aus den CELLO-Daten.

a) Der mit 95% Konfidenz ausgeschlossene Bereich von  $m_{\tilde{z}}$  und  $m_{\tilde{e}}$ .

b) Die eingezeichnete durchgezogene Kurve umschließt den verbotenen Bereich der  $(m_{\tilde{\psi}} - m_{\tilde{\nu}})$ -Massen. Die gestrichelte Grenze kommt von der Suche nach der einzelnen Erzeugung von Winos.

$$\tilde{W} \rightarrow q_1 \bar{q}_2 \tilde{\gamma}, e\nu\tilde{\gamma}, \mu\nu\tilde{\gamma}$$

Eine Signatur für diese Reaktion ist ein nicht-koplanares Leptonpaar (nicht unbedingt mit gleichem "flavour") und wiederum fehlende Energie und fehlender Impuls.

Winos können auch einzeln zusammen mit einem skalaren Neutrino produziert werden:

$$e^+e^- \rightarrow (e)\tilde{W}\tilde{\nu}$$

Die Signatur ist die gleiche wie für die einzelne Erzeugung eines skalaren Elektrons, nämlich ein einzelnes hochenergetisches Elektron aus dem Zerfall des Winos.

Für die genannten Ereignisse wurde kein Kandidat gefunden. Die Abb. 20a zeigt den danach mit 95% Konfidenz ausgeschlossenen Bereich der Zino-Masse  $m_{\tilde{Z}}$  und skalaren Elektron-Masse  $m_{\tilde{e}}$ . Die Abb. 20b zeigt den mit 95% Konfidenz ausgeschlossenen Bereich der Wino-Masse in Abhängigkeit der im t-Kanal ausgetauschten skalaren Neutrino-Masse  $m_{\tilde{\nu}}$ .

*Suche nach Monojets*

Eines der überraschenden Ergebnisse des UA1-Experiments am Proton-Antiproton-Collider im CERN war die Entdeckung von Ereignissen mit einem einzelnen Jet und fehlender Transversalenergie ("Monojets"). In einer Suche nach solchen Ereignissen wurde kein Kandidat gefunden. Die Abb. 21 zeigt mit 95% Konfidenz die obere Grenze des möglichen Wirkungsquerschnitts  $\sigma(e^+e^- \rightarrow Z^0 \rightarrow X_1 X_2)$  in Abhängigkeit von der Masse  $m_{X_2}$ . Damit kann eine Interpretation der Monojet-Ereignisse am Proton-Antiproton-Collider als neuartige  $Z^0$ -Zerfälle ausgeschlossen werden.

*Suche nach angeregten Leptonen  $e^*$ ,  $\mu^*$ ,  $\tau^*$*

Angeregte Leptonen  $l^*$  erwartet man in Modellen, die eine Substruktur dieser Teilchen annehmen. Folgende Reaktionen wurden untersucht ( $l = e, \mu, \tau$ ):

$$e^+e^- \rightarrow l^*l^* \rightarrow ll\gamma\gamma$$

und

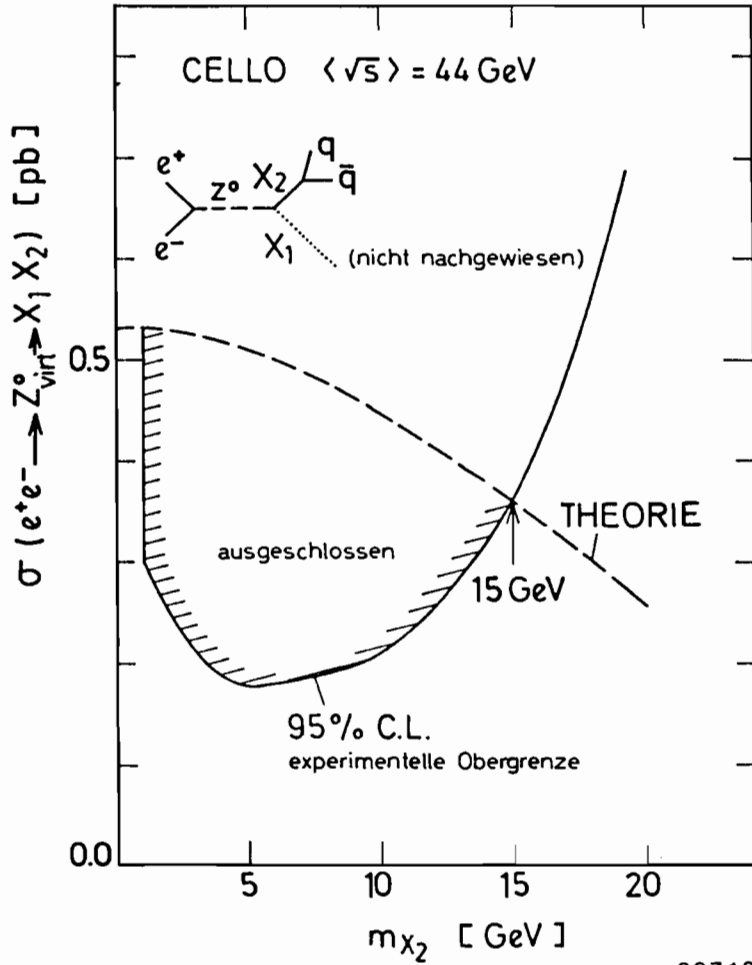
$$e^+e^- \rightarrow l^*l \rightarrow ll\gamma$$

Darüber hinaus würde die Existenz von angeregten Leptonen in der Reaktion

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

durch den dann möglichen t-Kanal-Austausch eines  $e^*$  zu Abweichungen von der Vorhersage der Quantenelektrodynamik (QED) führen.

Die Paarproduktion angeregter Leptonen hat eine starke Korrelation der zwei  $(l\gamma)$ -Massenkombinationen zur Folge. Die (Abb. 22) zeigt diese Korrelation für



38712

Abbildung 21: Der Monojet-Wirkungsquerschnitt als Funktion der Masse des schwersten der beiden hypothetischen Teilchen  $x_1$  und  $x_2$ . Dabei wird angenommen, daß  $x_1$  ein masseloses Teilchen sei, das den Detektor ohne Wechselwirkung verläßt, und daß  $x_2$  zufällig in die kinematisch erlaubten Quark-Paare fragmentiert.

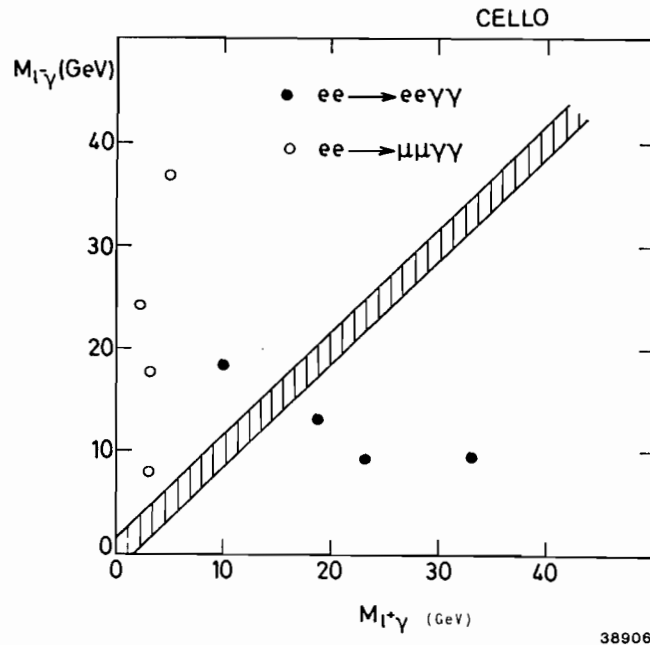


Abbildung 22: Die Lepton-Photon-Massen-Korrelation für die Reaktionen  $ee \rightarrow ee\gamma\gamma$  und  $ee \rightarrow \mu\mu\gamma\gamma$ . Paarproduzierte angeregte Leptonen würden im schraffierten Gebiet erscheinen.

die  $ee\gamma\gamma$ - und  $\mu\mu\gamma\gamma$ -Ereignisse Angeregte Leptonen sollten in dem schraffierten Band liegen, dessen Breite durch die Meßgenauigkeit des Detektors bestimmt ist. Es gibt keinerlei Anzeichen für eine  $e^*e^*$ - bzw.  $\mu^*\mu^*$ -Produktion.

## Apparative Verbesserungen am Detektor

### Herstellung der Stereo-Drahtkammer (SWC)

Die für die Verbesserung der Spuranalyse vorgesehene Stereo-Driftkammer (SWC), mit 7 168 Signal- und 28 672 Potentialdrähten, wurde in den Monaten Januar bis Juni fertig bedrahtet. Im zeitlichen Mittel wurden 300 Drähte pro Tag eingebaut, ihre Drahtspannung gemessen und durch Auswechseln korrigiert, wenn die Toleranz unterschritten war (5% für Potential- und 1% für Signaldrähte). Alle 35 000 Drähte wurden anschließend auf ihren Isolationswiderstand in den Durchführungen überprüft, ein Recktest aller Drähte um 5 mm schloß sich an. Danach wurde der Außenzylinder montiert, ein Innenrohr eingebaut, die Verbindungen der Potentialdrähte zellen- und gruppenweise verlötet, die Endflächen gereinigt und gasdicht versiegelt. Die Kammer wurde einem Drucktest unterworfen, um die Gasdichtigkeit zu prüfen. Gerissene Drähte (ca. 10 Signal- und 3 Potentialdrähte) konnten mit einer speziell entwickelten Methode repariert werden, ohne daß die Kammer wieder geöffnet werden mußte. Nach der Verbindung der Signaldrähte über 300-Ohm-Widerstände pro Kammerenebene konnte im September zuerst Hochspannung angelegt werden. Dabei

zeigte sich, daß etwa 1% der isolierten Durchführungen langfristig die Hochspannung nicht hielten, indem die Isolation durch Koronaentladungen zerstört wurde. Die Untersuchung der Ursache dieses Effektes und seine Behebung konnten kurzfristig zum vorgesehenen Einbau der Stereo-Driftkammer im November des Berichtsjahres nicht abgeschlossen werden.

Die als Ergänzung für die zentrale Driftkammer vorgesehenen Endkappenkammern wurden fertig gestellt. Es wurden vier etwa halbkreisförmige Kammern fertiggebaut. Sie bestehen aus sechs Anodenebenen (3 mal x-Koordinate, 3 mal y-Koordinate) und dazwischenliegenden Kathodenstrukturen. Die Anodenebenen bestehen aus Lagen von rechteckigen Plastikrohren, in deren Mitte der Zählrohr verläuft. Die Kathodenstrukturen sind aus kupferbeschichteten Epoxy-Platten hergestellt. Es gibt radial und ringförmig verlaufende Strukturen ( $\phi$ - und  $\theta$ -Kathode). Die Eigenschaften der Kammern werden im Jahr 1986 im Rahmen einer Diplomarbeit am Teststrahl vermessen.

*Endkappen-  
kammern*

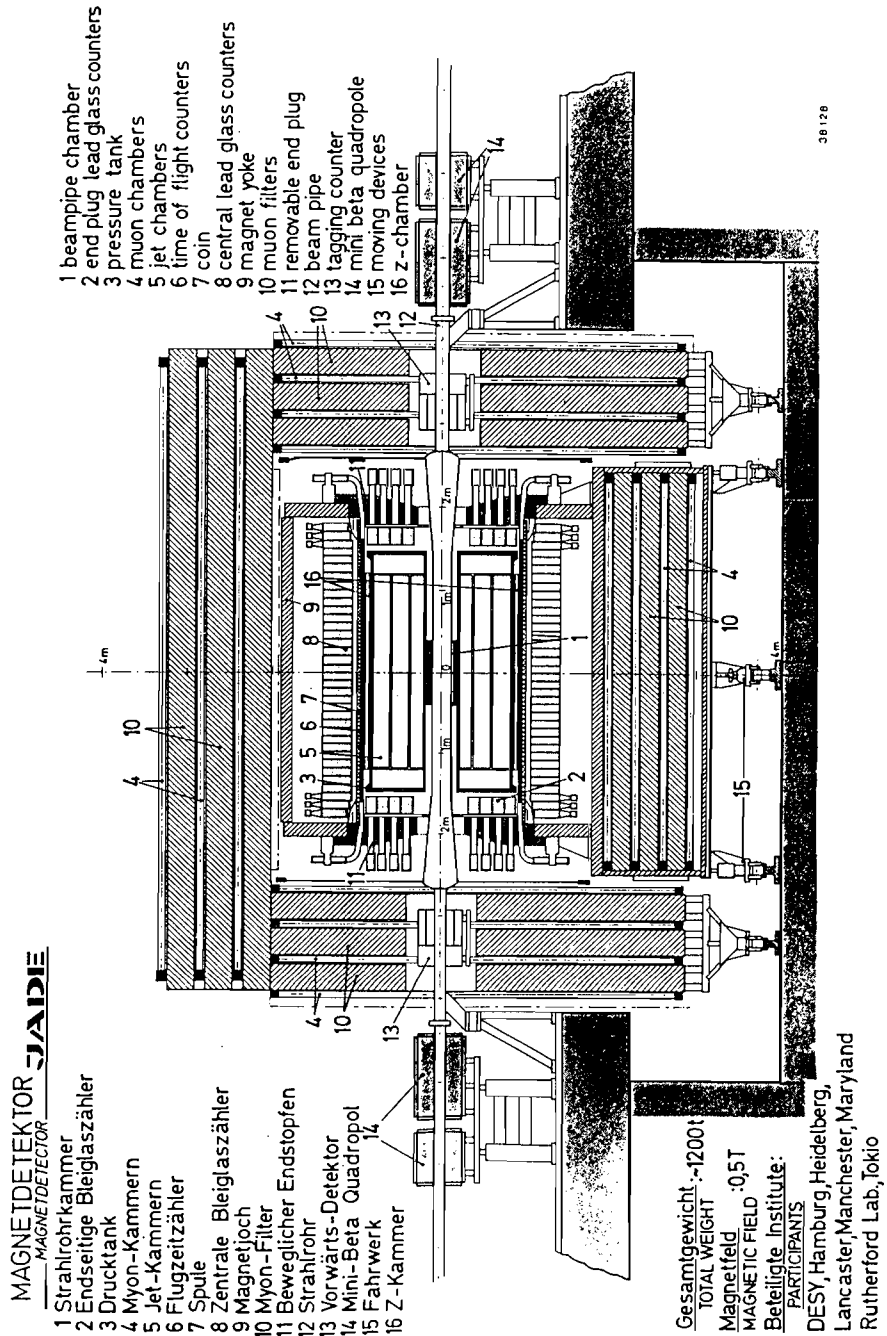


Abbildung 23: Schematische Darstellung des JADE-Detektors.

# JADE-Kollaboration

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

## Überblick

Im Berichtsjahr wurden Daten bei hohen Strahlenergien im Bereich 19 GeV bis 22 GeV gesammelt. Die 1984 zur besseren Vertexbestimmung eingebaute Strahlrohrkammer und die zur genaueren Messung der z-Koordinaten hinzugefügte z-Kammer waren bei der Datennahme voll funktionsfähig. Die nebenstehende Abbildung zeigt den Detektor mit allen Komponenten. Einige wichtige im Berichtsjahr gewonnene Ergebnisse werden im folgenden kurz dargestellt.

## Physikalische Ergebnisse

Eine genaue Untersuchung der Erzeugung von  $\tau$ -Leptonen durch  $e^+e^-$ -Annihilation wurde 1985 abgeschlossen. Wegen der kurzen Lebensdauer der  $\tau$ -Leptonen können nur deren Zerfallsprodukte beobachtet werden. Es gelang in diesem Experiment, nahezu alle Zerfallskanäle zu erfassen und die Wahrscheinlichkeiten für die Zerfälle in ein, drei und fünf geladene Teilchen genau zu bestimmen. Der Wirkungsquerschnitt der Reaktion  $e^+e^- \rightarrow \tau^+\tau^-\gamma\gamma$  wird, wie aus Abb. 24 ersichtlich, durch die QED-Vorhersagen gut wiedergegeben. Diese gute Übereinstimmung besagt, daß  $\tau$ -Leptonen bis zu Abständen von  $10^{-16}$  cm sich wie elektromagnetisch punktförmige Teilchen verhalten. In dem Experiment gelang es ferner, Effekte der schwachen  $\tau$ -Ladungen, welche die Kopplung an das neutrale intermediäre Boson  $Z^0$  bewirken, zu beobachten. Die in Abb. 25 wiedergegebene Winkelverteilung der  $\tau$ -Erzeugung zeigt eine Ladungsasymmetrie, die auf Interferenzeffekten zwischen  $\tau$ - und  $Z^0$ -Annihilation beruhen. Eine ähnliche Asymmetrie konnte bereits beim Prozeß  $e^+e^- \rightarrow \mu^+\mu^-$  beobachtet werden. Die Energieabhängigkeit dieser Asymmetrie ist in Abb. 26 für beide Reaktionen aufgetragen. Diese Daten ermöglichen die Bestimmung des Produkts der Axialvektorladungen von Elektron und  $\tau$ -Lepton beziehungsweise Elektron und Myon mit dem Ergebnis

*Erzeugung und  
Zerfall von  
 $\tau$ -Leptonen*

$$a_e a_\tau = 0.74 \pm 0.22$$

$$a_e a_\mu = 1.30 \pm 0.17$$



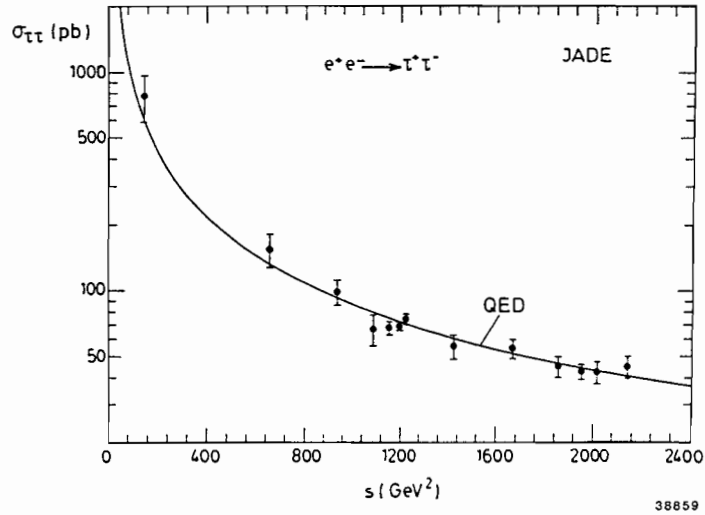


Abbildung 24: Der Wirkungsquerschnitt für die  $\tau$ -Paarerzeugung in Abhängigkeit vom Quadrat der Schwerpunktsenergie  $s$ .

Die statistischen Fehler dieser Messungen sind zu groß, als daß man Abweichungen von den Vorhersagen des Standard-Modells der elektroschwachen Wechselwirkung  $a_e a_\tau = a_e a_\mu = 1$  behaupten könnte.

Bei diesen Asymmetriemessungen ist eine äußerst sorgfältige Behandlung der sogenannten Strahlungskorrekturen notwendig, da auch rein elektromagnetische Effekte höherer Ordnung eine Asymmetrie verursachen. Durch Untersuchung der Reaktionen  $e^+e^- \rightarrow \tau^+\tau^-\gamma$ ,  $\tau^+\tau^-\gamma\gamma$  gelang es, die QED-Rechnungen höherer Ordnung experimentell zu überprüfen und zu bestätigen. Als Beispiel wird in Abb. 27 gezeigt, wie die  $\tau$ -Wechselwirkung im  $\tau^+\tau^-\gamma$ -Endzustand durch die QED-Rechnungen gut beschrieben wird. Durch diese Messungen gelang es außerdem, die Existenz eines angeregten  $\tau^*$ -Leptons, das durch Photon-Emission in das  $\tau$ -Lepton zerfällt,  $\tau^* \rightarrow \tau\gamma$ , in dem bei PETRA zugänglichen Massenbereich auszuschließen.

*Erzeugung von Hadronen*

Die Untersuchung der Hadronen-Erzeugung durch  $e^+e^-$ -Annihilationen bis zu den höchsten bislang erreichten Energien wurde im Berichtsjahr abgeschlossen. Abb. 28 zeigt den Wirkungsquerschnitt  $\sigma(e^+e^- \rightarrow \text{Hadronen})$  norminiert auf den der  $\mu$ -Erzeugung  $\sigma(e^+e^- \rightarrow \mu^+\mu^-)$ . Die Messungen werden bei niedrigen Energien gut durch die auf QED und QCD basierenden theoretischen Vorhersagen beschrieben. Bei den höchsten Energien beginnen jedoch die Beiträge der neutralen schwachen Ströme als Anstieg sichtbar zu werden. Die in Abb. 28 gezeigten Daten ermöglichen die Bestimmung von zwei fundamentalen Parametern. Für die Quark-Gluon-Kopplungsstärke  $\alpha_s$  ergab sich der Wert  $\alpha_s = 0.20^{+0.06}_{-0.07}$  und für den schwachen Mischungswinkel  $\theta_w$  der

Wert  $\sin^2 \theta_w = 0.23_{-0.04}^{+0.05}$ . Dabei ist zu bemerken, daß der so gewonnene Wert von  $\alpha_s$  weitgehend unabhängig von Modellannahmen zur Fragmentation ist. Dieser Vergleich mit den theoretischen Vorhersagen zeigt darüberhinaus, daß auch Quarks als punktförmige Teilchen erzeugt werden. Die Grenzen für ihre mögliche Struktur sind ähnlich denen der Leptonen.

Die in Abb. 28 gezeigten theoretischen Vorhersagen beruhen auf der Annahme, daß in diesem Energiebereich nur die bekannten fünf Quarks erzeugt werden. Man kann darum aufgrund der Übereinstimmung die Erzeugung weiterer Quarks ausschließen. Da man erwartet, daß neue schwere Quarks relativ häufig auch Leptonen als Zerfallsprodukte haben, kann man aus Ereignissen, in denen Myonen identifiziert wurden, besonders empfindliche Grenzen für die Erzeugung neuer Quarks bestimmen. In Abb. 29 sind die so gewonnenen Grenzen für die Erzeugung neuer Quarks mit Ladung 1/3 beziehungsweise 2/3 als Funktion ihrer Masse angegeben. Intensiv gesucht wurde auch nach den im Rahmen der Supersymmetrie erwarteten Partnern der bekannten elementaren Fermionen und Bosonen. Für die Massen der Partner des Photons, der Bosonen der schwachen Wechselwirkung,  $Z^0$  und  $W^\pm$ , sowie des Elektrons und Myons erhielt man untere Grenzwerte von typisch 21 GeV.

Die Untersuchungen zur Erzeugung von Hadronen durch Kollision zweier fast reeller Photonen, die von den einlaufenden Elektronen und Positronen abgestrahlt werden, hat ebenfalls zu interessanten Ergebnissen geführt. Hervorzuheben ist hier die Messung der radiativen Zerfallsbreite des  $\eta$ -Mesons  $\Gamma(\eta \rightarrow \gamma\gamma)$ . Die elektromagnetischen Zerfallsbreiten geben Aufschluß über die geladenen Konstituenten des Mesons. Diese Frage ist von großer Bedeutung, da man unter den neutralen Mesonen nicht nur Quark-Antiquark-Zustände, sondern auch gebundene Zustände von Gluonen, den Quanten der starken Farbkraft, sogenannte Glueballs, erwartet. Die bisherigen Messungen von  $\Gamma(\eta \rightarrow \gamma\gamma)$  differierten um mehr als einen Faktor 3. Der JADE-Kollaboration gelang es im Berichtsjahr,  $\eta$ -Mesonen in dem Prozeß  $e^+e^- \rightarrow e^+e^-\eta$  über den Zerfall  $\eta \rightarrow \gamma\gamma$  nahezu frei von Untergrund nachzuweisen. Abb. 30 zeigt das Spektrum der invarianten Masse der beiden Zerfalls-Photonen. Das  $\eta$ -Signal ist bei etwa 550 MeV klar erkennbar, und es gelang, daraus den relativ genauen Wert

$$\Gamma(\eta \rightarrow \gamma\gamma) = (0.53 \pm 0.04 \text{ (stat.)} \pm 0.04 \text{ (syst.)}) \text{ keV}$$

für die radiative Zerfallsbreite zu gewinnen. Damit konnte die  $\eta$ ,  $\eta'$ -Mischung genauer bestimmt und der Beitrag möglicher Glueball-Komponenten zu  $\eta$ - und  $\eta'$ -Wellenfunktionen weiter eingeschränkt werden.

*Zwei-Photon-  
Wechselwirkung*

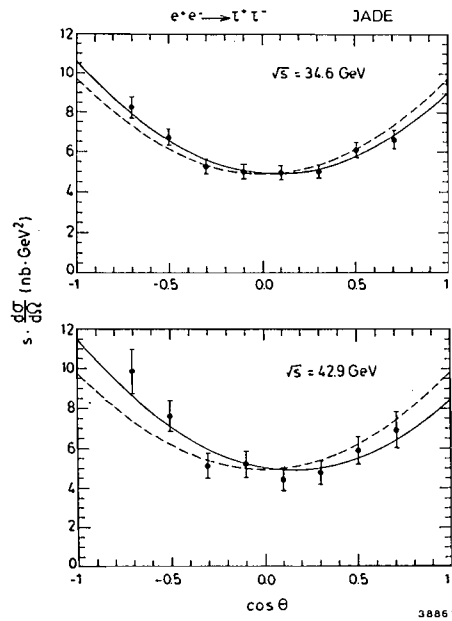


Abbildung 25: Die Winkelverteilung der  $\tau$ -Paare bei zwei verschiedenen Schwerpunktsenergien. Im Rahmen der QED erwartet man die gestrichelte symmetrische Verteilung. Die beobachtete Asymmetrie wird von der schwachen Wechselwirkung verursacht.

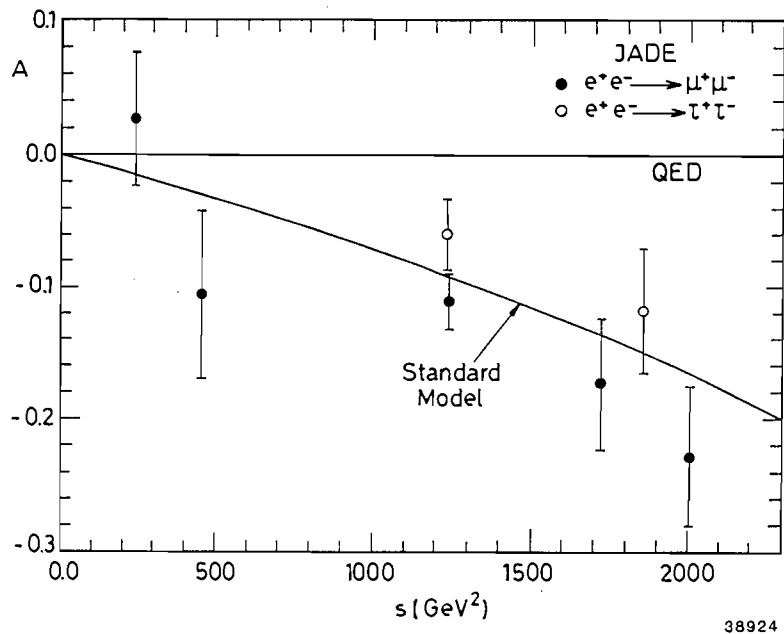


Abbildung 26: Die Ladungsasymmetrie als Funktion von  $s$  für die  $\mu$ - und  $\tau$ -Paarerzeugung. Der vom Standard-Modell der elektroschwachen Wechselwirkung her erwartete Verlauf ist als Kurve eingezeichnet.

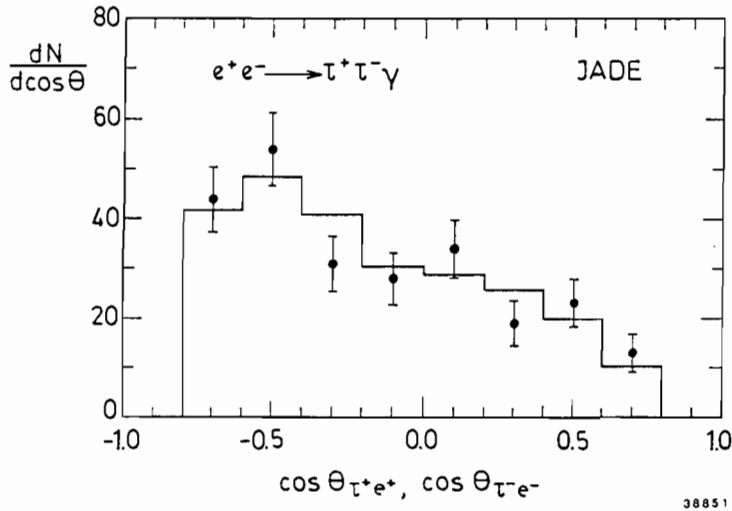


Abbildung 27: Die Verteilung der Öffnungswinkel zwischen den  $e^+$ - und  $\tau^+$ - sowie  $e^-$ - und  $\tau^-$ -Richtungen in dem Prozeß  $e^+e^- \rightarrow \tau^+\tau^-\gamma$  zusammen mit den QED-Vorhersagen. Jedes Ereignis trägt mit zwei Eintragungen zu dieser Verteilung bei.

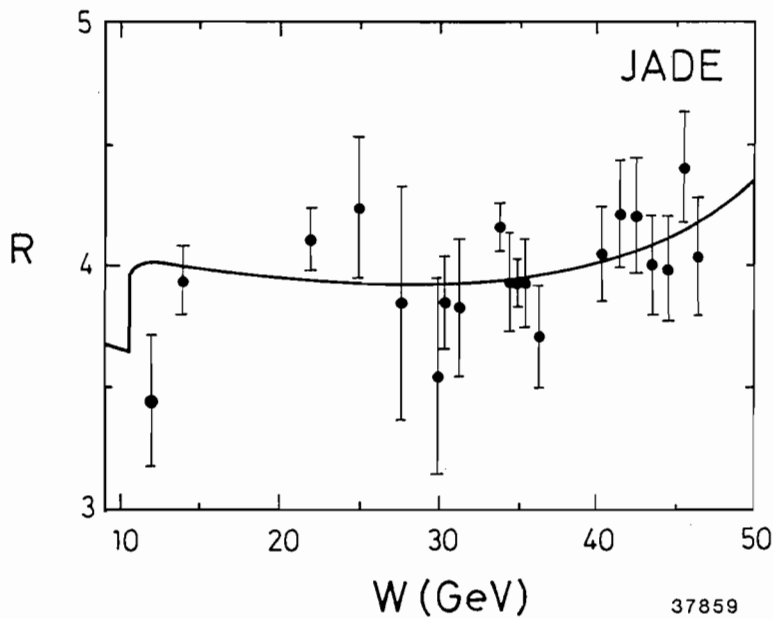


Abbildung 28: Das Verhältnis der Wirkungsquerschnitte  $R = \sigma(e^+e^- \rightarrow \text{Hadronen}), \sigma(e^+e^- \rightarrow \mu^+\mu^-)$  als Funktion der Schwerpunktsenergie  $W$ . Die Vorhersage des Standard-Modells mit den im Text angegebenen Parametern ist als Kurve eingezeichnet.

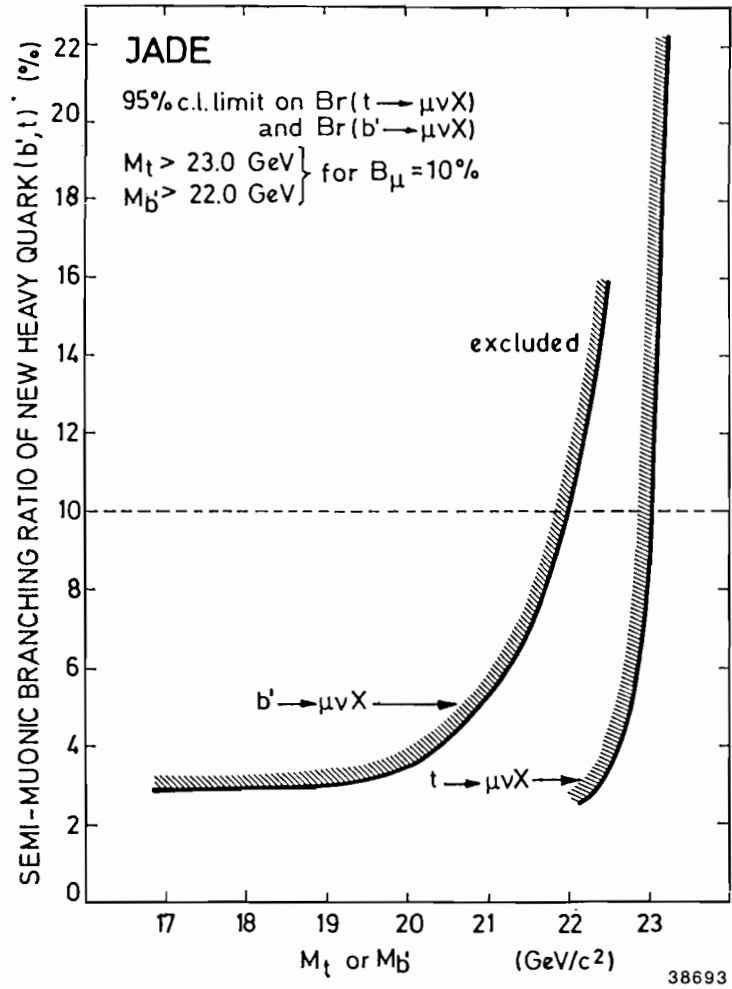


Abbildung 29: Die Grenzen für die Erzeugung eines weiteren Quarks  $b'$  mit der Ladung  $1/3$  beziehungsweise eines Quarks  $t$  mit der Ladung  $2/3$ , wie sie aus der Suche nach Zerfällen  $b'$  bzw.  $t \rightarrow \mu + \nu + X$  gewonnen wurden. Die Grenzen sind angegeben in Abhängigkeit von den Massen dieser Quarks und deren semi-myonischer Zerfallswahrscheinlichkeit.

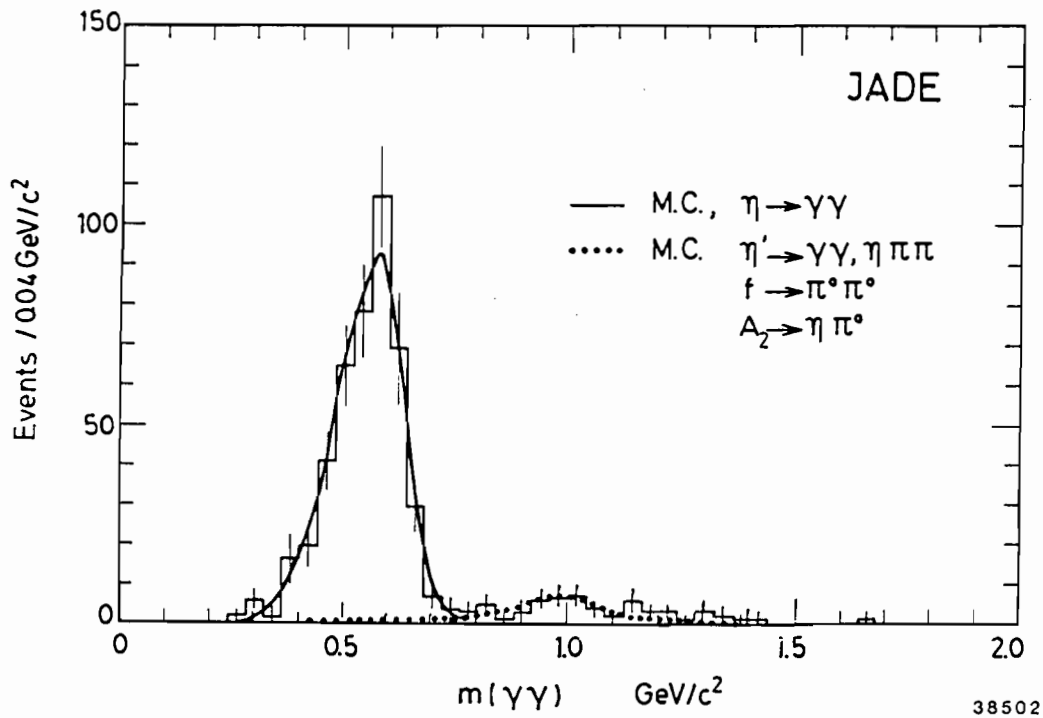


Abbildung 30: Die Verteilungen der invarianten Masse der in dem Prozeß  $e^+e^- \rightarrow e^+e^-\gamma\gamma$  nachgewiesenen Photonen-Paare. Das  $\eta$ -Signal ist bei der Masse von 550 MeV deutlich erkennbar. Der geringe noch vorhandene Untergrund wird durch die Prozesse  $e^+e^- \rightarrow e^+e^-f$  und  $e^+e^-A_2$  verursacht und stimmt mit den Erwartungen gut überein.

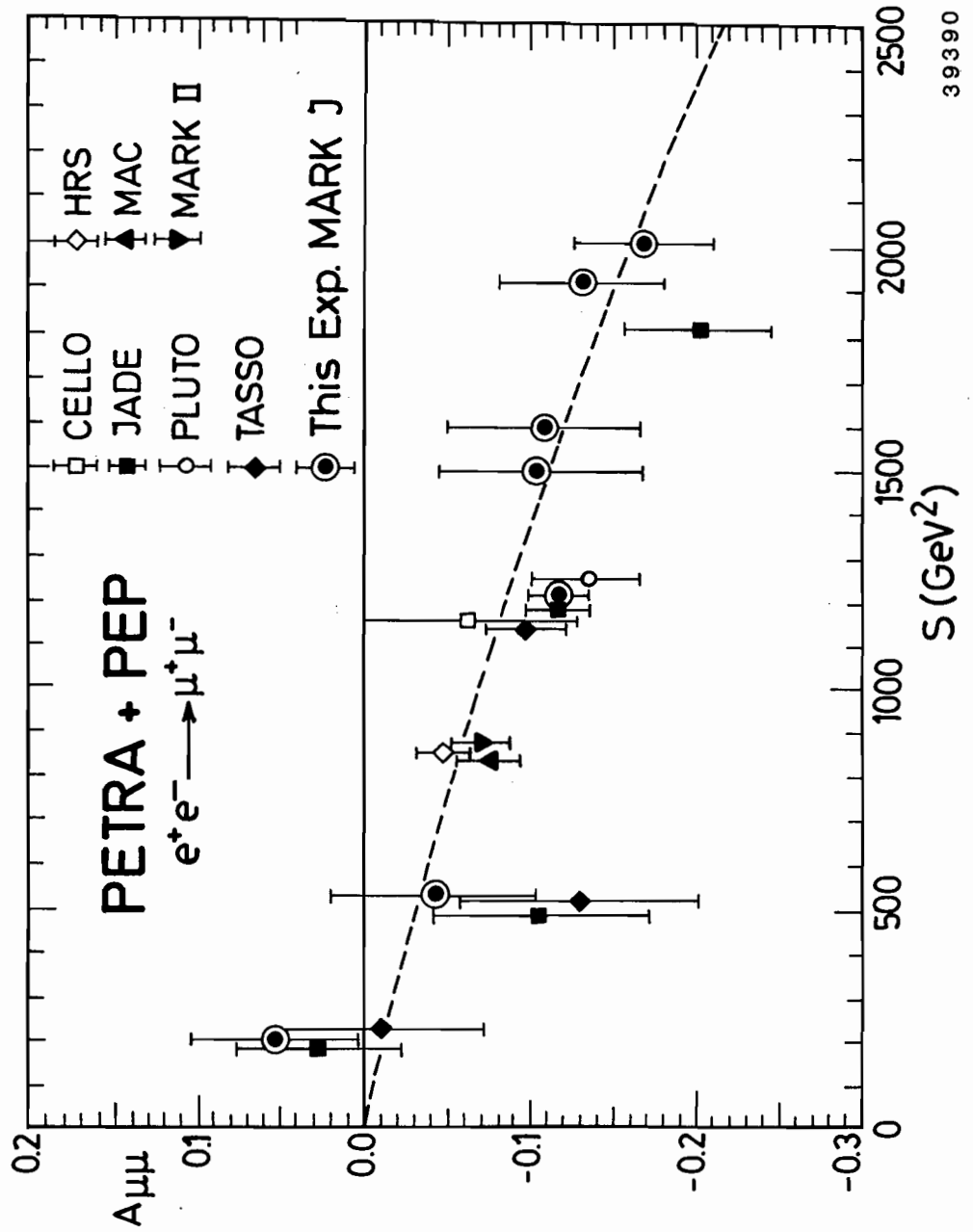


Abbildung 31: Werte für die vektoriellen und axialvektoriellen Kopplungskonstanten, gemessen von den verschiedenen Experimenten.

# MARK J-Kollaboration

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

## Überblick

Im Berichtsjahr wurde die Datennahme bei den größeren, bisher nur PETRA zugänglichen Energien fortgesetzt. Von MARK J wurde bei 43.60 GeV eine integrierte Luminosität von  $18.6 \text{ pb}^{-1}$  und bei 38.28 GeV von  $7.6 \text{ pb}^{-1}$  gemessen. Ein Meßpunkt bei 43.45 GeV ( $1.4 \text{ pb}^{-1}$ ) diente der Überprüfung eines Effekts, der bei der Suche nach dem Top-Quark aufgetreten war, sich aber als statistische Fluktuation herausstellte.

## Physikalische Ergebnisse

Die Analyse der Daten war im wesentlichen auf drei Ziele gerichtet: die weitere Untersuchung der Konstanten der elektroschwachen Wechselwirkung im Rahmen der Standardtheorie, die Suche nach neuen Teilchen, wie sie von supersymmetrischen Theorien postuliert werden, und ferner die weitere Untersuchung der starken Kopplungskonstanten  $\alpha_s$  der Quantenchromodynamik.

Die Reaktion  $e^+e^- \rightarrow e^+e^-$  eignet sich besonders für das Studium der elektromagnetischen und der schwachen Wechselwirkung, da sie einerseits durch das Photon, andererseits durch das neutrale Boson  $Z^0$  der schwachen Wechselwirkung vermittelt wird. Sie eignet sich darüberhinaus sehr gut für eine präzise Messung im MARK J-Detektor. Der Beitrag der axialvektoriellen Kopplung des neutralen schwachen Stromes erzeugt durch Interferenz mit dem elektromagnetischen Anteil eine Ladungsasymmetrie in der Azimutwinkelverteilung der Myonenpaare, die durch die abwechselnde Polung des Analysatorfeldes im MARK J-Detektor mit besonders kleinem systematischen Fehler gemessen werden kann. Abb. 32 zeigt das Ergebnis dieser Messung für  $\sqrt{s} = 44.6 \text{ GeV}$ . Die von PETRA und PEP gemessenen integrierten Asymmetrien als Funktion von  $\sqrt{s}$  gibt Abb. 33 wieder. Der zunehmende Einfluß der schwachen Wechselwirkung durch  $Z^0$ -Austausch wird eindrucksvoll sichtbar. Dagegen macht sich dieser Effekt in der Erzeugungsrate der Myonenpaare erst bei größeren Energien bemerkbar, wie in Abb. 34 dargestellt. Unter der üblichen Annahme von  $\sin^2 \Theta_w = 0.22$  und  $M(Z^0) = 93 \text{ GeV}$  erhält man für die Produkte der vektori-

*Elektroschwache  
Interferenz*



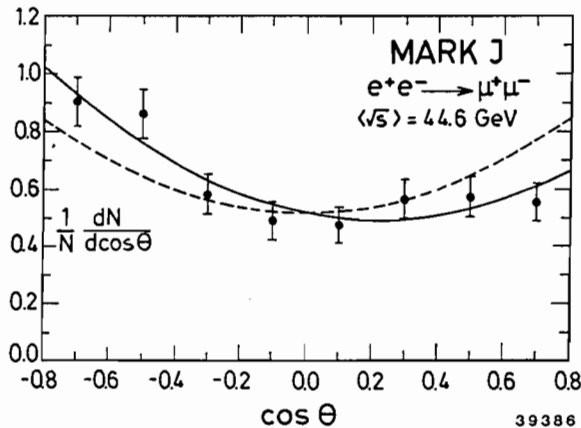


Abbildung 32: Von MARK J gemessene Ladungsasymmetrie in der Winkelauflösung der in Vernichtungsreaktionen erzeugten Myonpaare bei  $\sqrt{s} = 44.6\text{GeV}$ .

ellen und axialvektoriellen Kopplungskonstanten aus den MARK J-Messungen

$$g_V^e g_V^\mu = 0.05 \pm 0.03$$

und

$$g_A^e g_A^\mu = 0.27 \pm 0.03$$

Eine Zusammenfassung der Resultate für verschiedene Experimente zeigt die Abb. 31. Umgekehrt kann man aus den Daten unter Verwendung eines Welt-Mittelwertes von  $\sin^2 \Theta_w = 0.220 \pm 0.014$  auch die Masse des  $Z^0$  bestimmen. Unter Verwendung aller veröffentlichten Daten von PETRA und PEP erhält man

$$M(Z^0) = 86_{-4}^{+3}\text{GeV}$$

Das Superstring-Modell postuliert die Existenz eines zweiten Z-Bosons mit bisher unbekannter Masse. Man kann die gemessenen Werte für  $\sin \Theta_w$  und  $M(Z^0)$  als Festwerte vorgeben und die effektive Kopplung, das heißt, das Verhältnis der axialvektoriellen Kopplungskonstante  $g_{A2}$  und der Masse des zweiten Z variieren, um an die gemessene Energieabhängigkeit anzupassen. Das Ergebnis dieses Fits mit den 68%- und 95%-Vertrauensgrenzen wird in Abb. 35 gezeigt. Der enge Grenzbereich demonstriert die Empfindlichkeit der Asymmetrie schon gegenüber geringen Abweichungen vom Standard-Modell.

Messungen der Myon-Paarzeugung in Zwei-Photon-Prozessen,  $e^+e^- \rightarrow e^+e^- \mu^+ \mu^-$ , erlauben einen Vergleich mit der QED in vierter Ordnung der Kopplungskonstante  $\alpha^4$ . Dabei entspricht die Anzahl der Ereignisse, bei

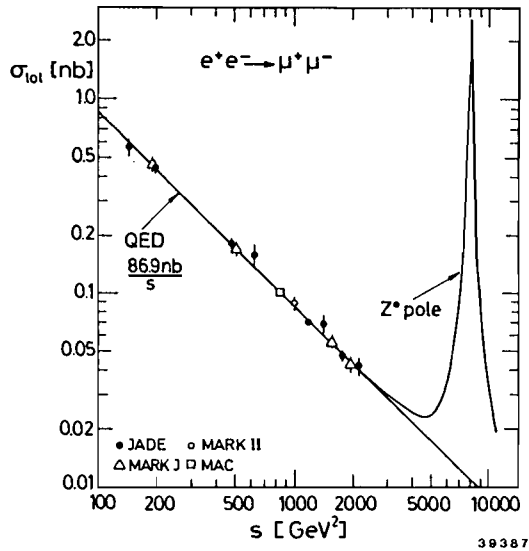


Abbildung 33: Integrierte Asymmetrien der Myonpaar-Erzeugung, gemessen von den verschiedenen PETRA- und PEP-Experimenten als Funktion von  $s$ . Die gestrichelte Kurve stellt die Vorhersage des Standard-Modells dar.

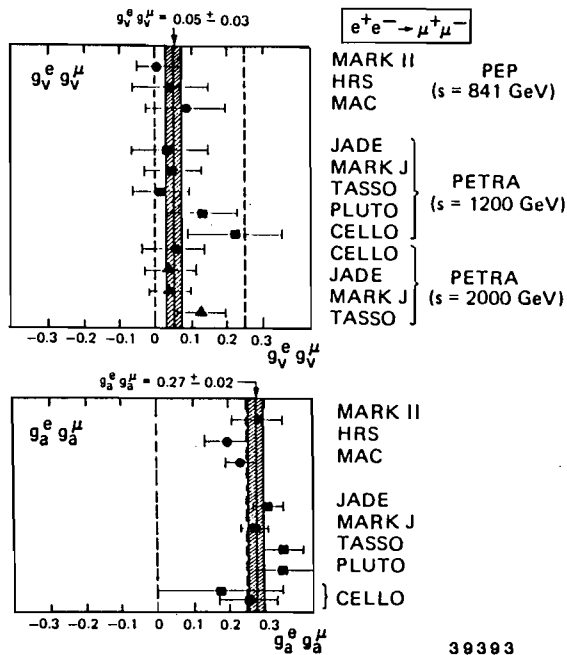


Abbildung 34: Wirkungsquerschnitt für die Myonpaar-Erzeugung durch Ein- teilchen-Austausch. Der Einfluß des  $Z^0$  macht sich erst bei Energien weit ober- halb des PETRA-Bereichs bemerkbar.

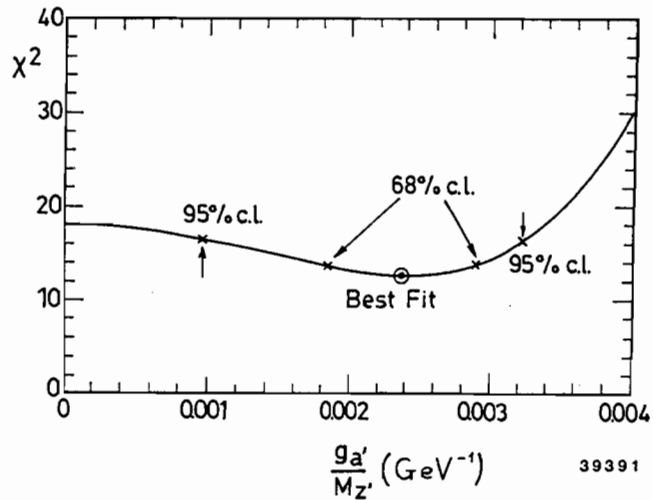


Abbildung 35: Grenzen für die Massen  $M_{Z'}$ , des zweiten  $Z^0$  und seine Kopplung  $g_{A'}$  werden durch Anpassen der Dimyion-Asymmetriedaten an das Verhältnis  $g_{A'}/M_{Z'}$  gebildet. Für das erste  $Z^0$  wurde  $g_A = 0.5$ ,  $M(Z^0) = 93 \text{ GeV}$  und  $\sin^2 \Theta_w = 0.22$  angenommen.

denen nur das Myonpaar nachgewiesen wird, das Elektronpaar jedoch unentdeckt bleibt, im MARK J-Detektor etwa der beobachteten Anzahl von Myonpaaren aus Vernichtungsprozessen. Von diesen können sie durch ihre wesentlich kleineren Impulse abgetrennt werden. Die Abhängigkeit ihres Erzeugungsschnitts vom Transversalimpuls  $p_t$  sollte als tiefinelastischer elektromagnetischer Prozeß dem Gesetz  $d\sigma/dp_t^2 = A p_t^{-B}$  folgen. In Abb. 36 sind die Daten als Funktion von  $p_t^2$  aufgetragen. Sowohl das Potenzgesetz als auch die QED-Monte-Carlo-Berechnung beschreiben die Daten sehr gut. Der Exponent  $B$  nähert sich in Abhängigkeit von  $\sqrt{s}$  asymptotisch von oben dem Wert 4 (für  $s \rightarrow \infty$ ). Da die beiden in der Reaktion auftretenden Photonen bei Nichtbeobachtung der Elektronen als quasireell angesehen werden können, kann auch eine entsprechende Näherung (DEPA = double equivalent photon approximation) angewendet werden, die den Verlauf der Daten mit  $p_t^2$  ebenfalls gut beschreibt.

### QCD-Test

Die mit der Energie schwach veränderliche Kopplungskonstante  $\alpha_s$  der starken Wechselwirkung ist über die Jahre des PETRA-Betriebs Gegenstand ständiger Untersuchung gewesen. Ihre Bestimmung wird entscheidend durch den Umstand erschwert, daß zwischen dem Elementarprozeß zwischen Quarks und Gluonen und ihrer Manifestation im Detektor als Hadronen eine Umwandlung (Fragmentation) erfolgt, die experimentell nur indirekt zugänglich ist. In den Monte-Carlo-Berechnungen werden daher phänomenologische Fragmentationsmodelle verwendet ("independent jet"- bzw. "Lund"-Modell), und das mit ihnen im Verlauf der letzten Jahre erhaltene Ergebnis für  $\alpha_s$  scheint zu kon-

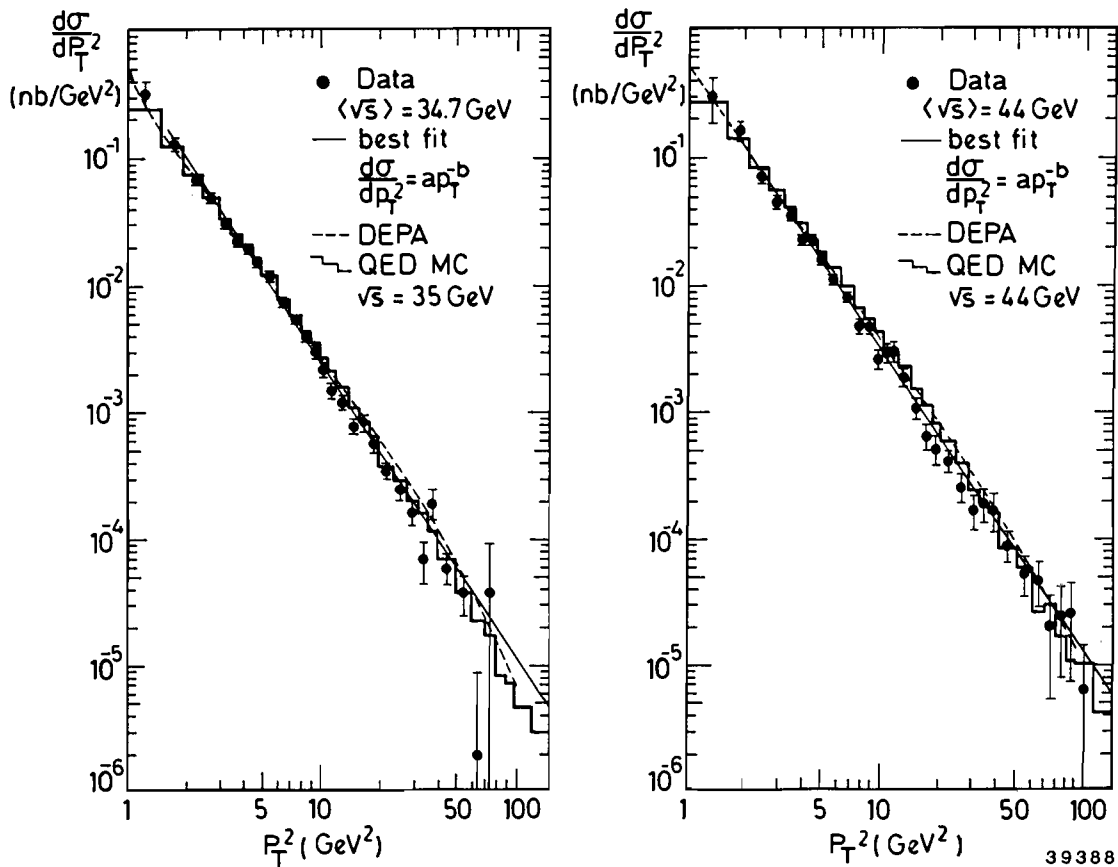


Abbildung 36: Differentieller Wirkungsquerschnitt für Myon-Paarzeugung durch Zwei-Photon-Austausch als Funktion des Transversalimpuls-Quadrats für zwei verschiedene Energien.

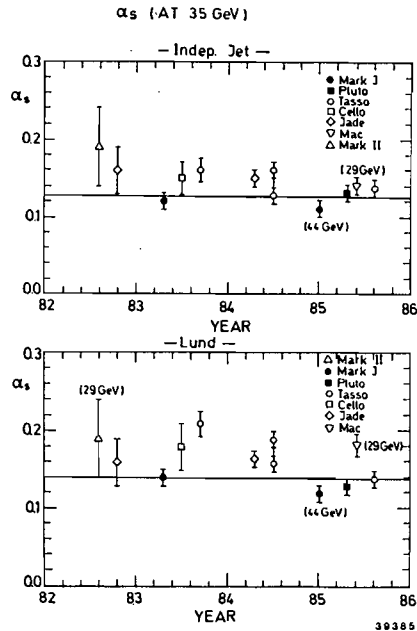


Abbildung 37: Die Entwicklung der Bestimmung der starken Kopplungskonstante  $\alpha_s$  in den letzten Jahren unter Verwendung der beiden gebräuchlichen Fragmentationsmodelle.

vergleichen (Abb. 37). Die von MARK J gefundene Energieabhängigkeit von  $\alpha_s$  zeigt Abb. 38 .

## Apparative Verbesserungen am Detektor

### Time-Expansion-Chamber

In der Montagezeit ab November 1985 wurde in den Innendetektor von MARK J ein neuartiger Vertexdetektor, eine sogenannte Time-Expansion-Chamber (TEC), eingebaut. Die TEC stellt ein neues Konzept dar, mit dem die äußerste Grenze in der Auflösung einer Driftkammer erreicht werden soll. Dazu hat sie folgende Eigenschaften:

- Eine Driftregion kleiner Feldstärke (Driftgeschwindigkeit ca.  $5\mu\text{m/ns}$ ), abgetrennt von einem kleinen Detektorbereich mit großer Feldstärke
- Umformung der Analogimpulse der Anode, um den Ionenanteil zu unterdrücken
- Ein System von 100MHz-Flash-ADC's zur schnellen Registrierung der Impulsformen und damit zur Driftzeitmessung durch eine Schwerpunktmethode

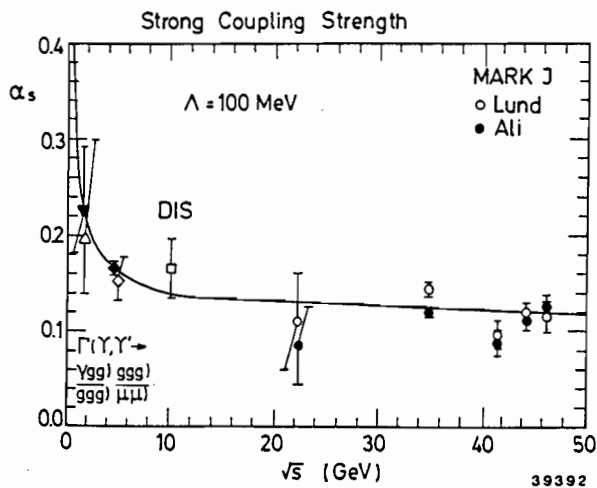


Abbildung 38: Die von MARK J gemessene Energieabhängigkeit der starken Kopplungskonstanten.

- Ein Driftkammergas mit geringstmöglicher Diffusion (“kaltes Gas”)

Einen Querschnitt durch die in den MARK J-Detektor eingebaute TEC zeigt Abb. 39. Sie besteht aus 12 Segmenten, deren Mittellinien je um  $4^\circ$  gegenüber der radialen Richtung geneigt sind, um die Rechts-Links-Ambiguität durch Extrapolation zum Strahlmittelpunkt zu eliminieren. Den Aufbau eines der zwölf Sektoren im einzelnen zeigt Abb. 40. Daraus läßt sich eine Vorstellung von der großen mechanischen Präzision gewinnen, mit der die Kammer von der ETH Zürich gefertigt wurde. Bei Tests in einem DESY-Teststrahl, die dem Einbau vorausgingen, wurde die TEC auf einem Präzisions-Support (Einstellgenauigkeit besser als  $30\mu\text{m}$ ) montiert. Die Strahllage wurde durch Silizium-Mikrostreifendetektoren ( $50\mu\text{m}$  Streifenabstand, Auflösung  $15\mu\text{m}$ ) bestimmt. Es ergab sich eine Auflösung von  $35\mu\text{m}$  für den einzelnen Draht der TEC. Für das letzte Betriebsjahr von PETRA erhofft sich die MARK J-Kollaboration noch gute Meßergebnisse mit dem neuen Gerät.

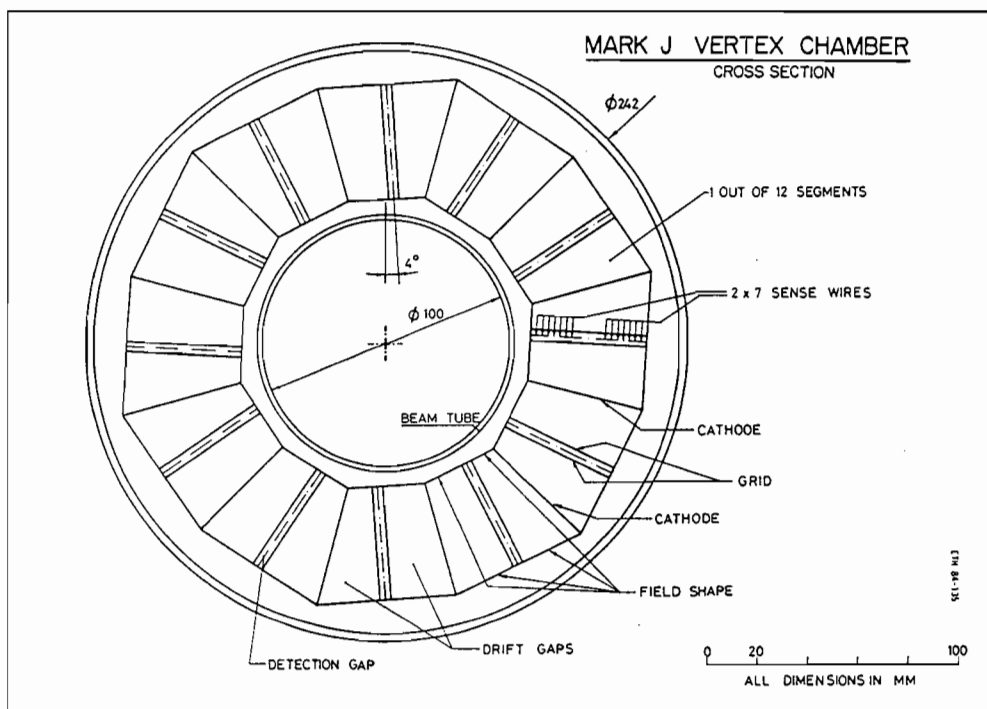


Abbildung 39: Querschnitt durch die in den MARK J-Detektor eingebaute neue Vertexkammer (“time-expansion chamber” = TEC).

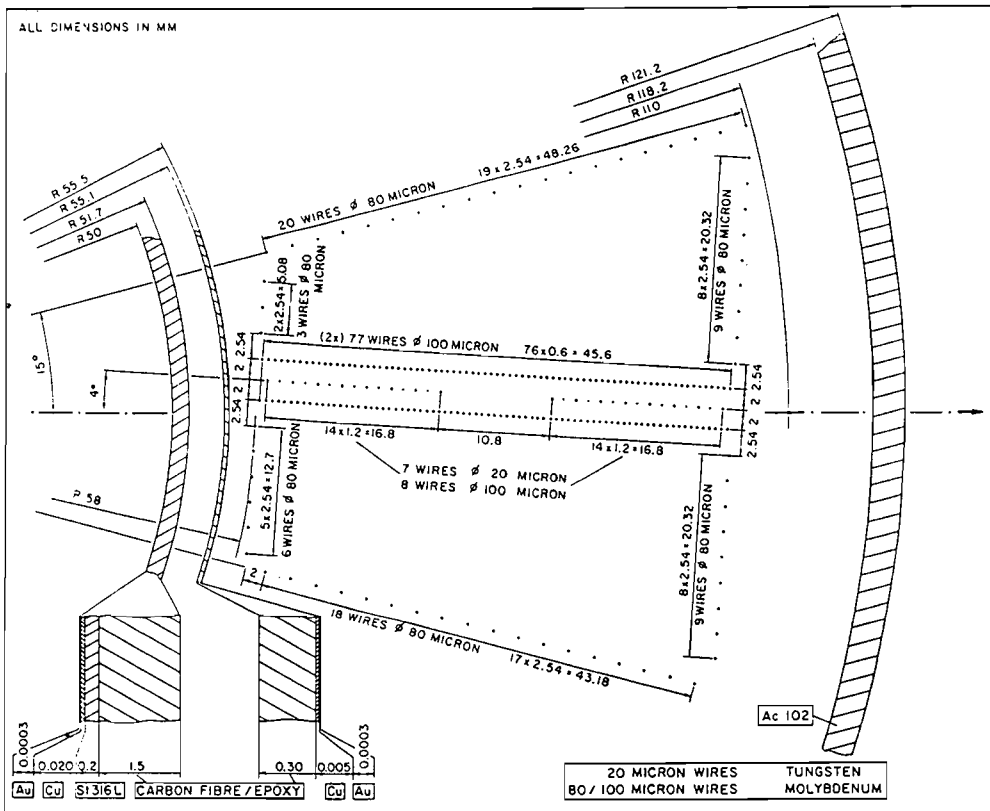
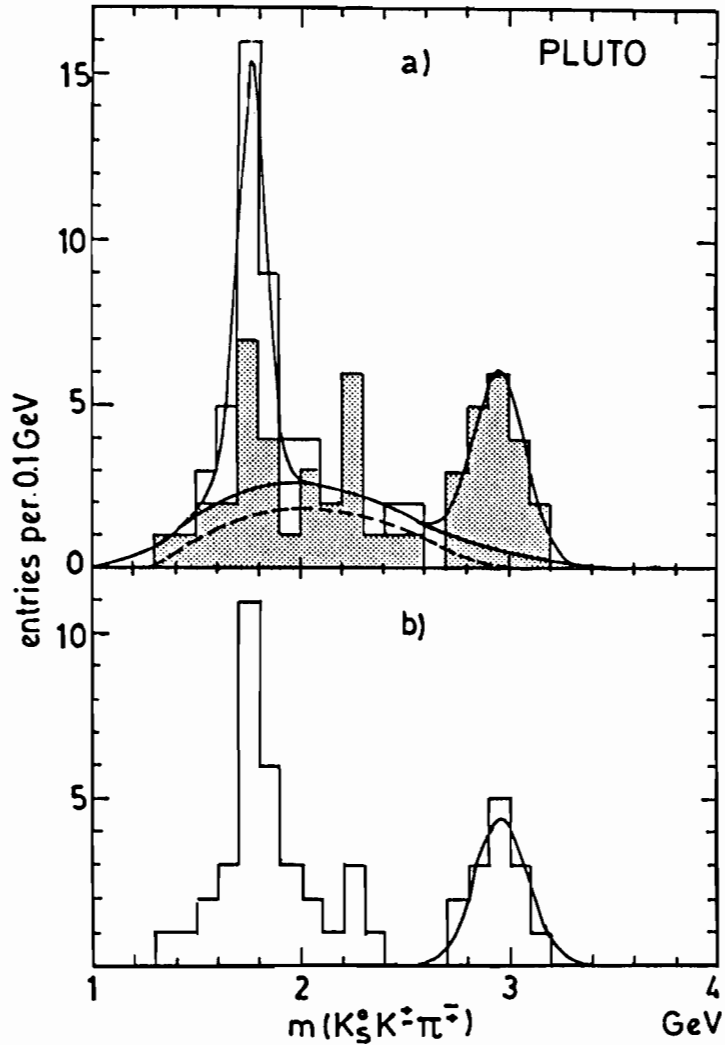


Abbildung 40: Querschnitt durch einen der zwölf Sektoren der TEC. Die große mechanische Präzision, mit der alle Teile gefertigt werden müssen, wird vorstellbar.





39230

Abbildung 41: Ereignisrate (zwei Einträge pro 0.1 GeV) als Funktion der invarianten Masse  $m(K_s^0 K^\pm \pi^\mp)$ .

a) Alle Daten: Die Kurve ist eine Polynomanpassung für den Untergrund und zwei Gauß-Kurven für  $f'$  und  $\eta_c$ ; die gestrichelte Kurve ist der Untergrund von nicht-exklusiven Endzuständen und vorgetäuschten  $K_s^0$ -Mesonen. Das schattierte Histogramm entspricht Ereignissen, die nicht mit dem Endzustand  $K_s^0 K_s^0$  verträglich sind.

b) Daten mit eindeutig vom Wechselwirkungspunkt getrenntem Zerfallsort der Zerfallsteilchen des  $K_s^0$ : Die Kurve ist die erwartete Massenverteilung für exklusive  $\eta_c$ -Ereignisse.

## PLUTO-Kollaboration

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

### Überblick

Die PLUTO-Kollaboration setzte im Berichtsjahr die Arbeit an der Analyse der 1981/1982 am Speicherring PETRA gewonnenen Meßdaten fort. Es wurden eine Diplomarbeit und sieben Dissertationen abgeschlossen. Die Auswertungen behandelten Annihilationsereignisse, wie die Untersuchung der Erzeugung des schweren Leptons und seiner Zerfälle, die Beobachtung und Analyse der myonischen Zerfälle der schweren Quarks  $c$  und  $b$ , die Fragmentationseigenschaften hadronischer Ereignisse und die Analyse von Energie-Energie-Korrelationen in Jets. Auf dem Gebiet der Zwei-Photon-Reaktionen wurde der totale Wirkungsquerschnitt reeller Photonen gemessen, die Erzeugung von  $\omega\omega$  und  $\rho^0\omega$  untersucht, die Jet-Erzeugung mit hohen Transversalimpulsen aus der Reaktion reeller Photonen analysiert und insbesondere wurde das  $\eta_c$ -Meson gefunden. Dieses ist die erste direkte Beobachtung von Charm-Produktion ( $c$ -Quark) in Zwei-Photon-Reaktionen.

### Annihilations-Prozesse

Die Existenz des schweren Leptons  $\tau$  wurde schon 1977 mit dem PLUTO-Detektor bei DORIS durch Beobachtung anomaler  $\mu e$ -Zerfälle gesichert. Seitdem wurden die leptonischen und hadronischen Zerfälle des  $\tau$  bei PETRA und anderen Beschleunigern in zahlreichen Experimenten untersucht, und man fand die Annahme bestätigt, daß das  $\tau$  mit seiner Masse von 1 500 MeV ein schwerer Partner der schon lange bekannten leichten Leptonen Elektron und Myon ist. Man bezeichnet das  $\tau$  deshalb als sequentielles Lepton. Die neue Analyse von PLUTO-Daten beruht auf 419 Ereignissen  $e^+e^- \rightarrow \tau^+\tau^-$  bei einer Schwerpunktsenergie von 35 GeV. Die Meßergebnisse sind der Wirkungsquerschnitt, die Winkelasymmetrie und die Verzweigungsverhältnisse der Zerfälle, die mit einer Entfaltungsmethode der beobachteten Kanäle berechnet wurden. Die Winkelasymmetrie des Erzeugungsquerschnittes,

*Zerfälle des  
schweren Leptons*

$$A_\tau = -0.059 \pm 0.068$$

die in Abb. 42 als Funktion der Schwerpunktsenergie mit dem Meßwert gezeigt ist, ist konsistent mit der Vorhersage des Standard-Modells der elektroschwachen

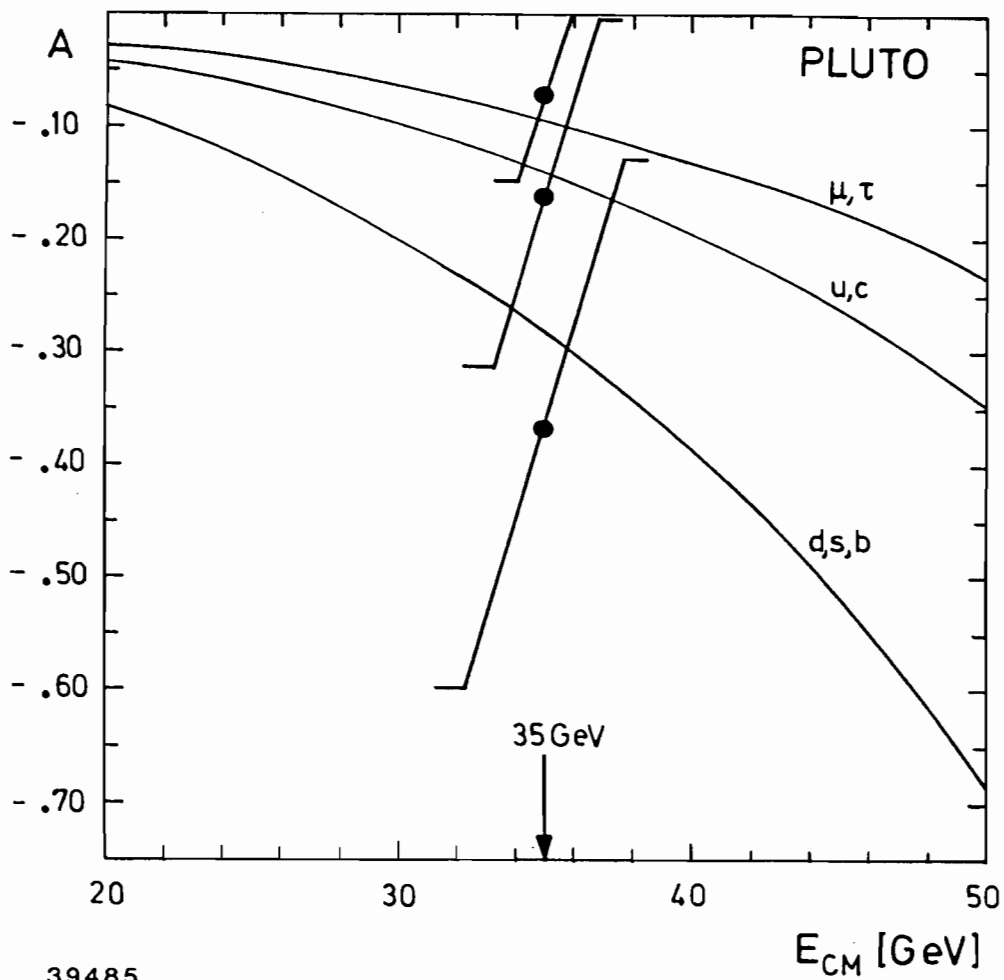


Abbildung 42: Vorwärts-Rückwärts-Asymmetrie  $A$  der Fermionen in Abhängigkeit von der Schwerpunktsenergie  $E_{CM}$ . Die Punkte mit Fehlerbalken bezeichnen Messungen bei 35 GeV für  $\tau\bar{\tau}$ ,  $c\bar{c}$  und  $b\bar{b}$ . Die Kurven bezeichnen die jeweilige theoretische Vorhersage (GWS).

chen Theorie (GWS) der ( $Z^0 - \gamma$ )-Interferenz. Die gemessenen Verzweigungs-verhältnisse sind mit anderen veröffentlichten Werten konsistent.

Die  $e^+e^-$ -Annihilation führt bei hohen Schwerpunktsenergien zu Hadron-Jets, die aus fragmentierten Quark-Paaren  $q\bar{q}$  entstehen, darunter auch  $c\bar{c}$  und  $b\bar{b}$ . Diese schweren Primär-Quarks können durch ihren schwachen Zerfall  $c \rightarrow X\mu\nu$  und  $b \rightarrow X\mu\nu$  nachgewiesen werden. Indikator dafür sind die prompten Myonen dieser Zerfälle innerhalb der Jets. Ihr Nachweis geschieht in Driftkammern hinter dem PLUTO-Eisenabsorber, der Hadronen absorbiert, aber Myonen durchläßt. Durch geschickte Selektion wurden aus 9000 Hadron-Jets 428 Ereignisse mit prompten Myonen selektiert. Die Berechnung der Energie-Energie-Korrelation im Jet mit der Richtung des prompten Myons als Achse,  $\Sigma_\mu$ , führt auf eine gute Trennung der b- und c-Zerfälle nach Schnitten in  $\Sigma_\mu$ , wonach 58 Ereignisse im b-Bereich und 192 im c-Bereich verbleiben.

Ergebnisse der Analyse sind die Asymmetrie der  $c\bar{c}$ - und  $b\bar{b}$ -Erzeugung und die Verzweigungsverhältnisse des  $\mu$ -Zerfalls:

$$A_c = -0.16 \pm 0.16 \quad A_b = -0.36 \pm 0.25$$

$$\text{BR}(c \rightarrow X\mu\nu) = (9.1 \pm 2.1)\% \quad \text{BR}(b \rightarrow X\mu\nu) = (13.6 \pm 2.4)\%$$

Beide sind in guter Übereinstimmung mit der elektroschwachen Theorie GWS (s. auch Abb. 42). Die Abbildung zeigt auch, daß A mit der Energie wächst, und daß die durch die ( $Z^0 - \gamma$ )-Interferenz erzeugte Asymmetrie für b-Quarks deutlich stärker ausgeprägt ist als für das c-Quark oder das  $\tau$ .

Die bei der Annihilation  $e^+e^- \rightarrow q\bar{q} \rightarrow 2$  Jets entstehenden Quarks sind nicht direkt beobachtbar, da sie sofort in Hadronen zerfallen, deren Ereignistopologie und Energieflußverteilung nur mittelbare Rückschlüsse auf die Zerfallsdynamik zulassen. Andererseits ist auch die Theorie der starken Wechselwirkung QCD für die Beschreibung der komplizierten Zerfallskette auf Modelle angewiesen. Das Ziel experimenteller Messung ist, die starke Kopplungskonstante  $\alpha_s$ , bzw. den fundamentalen Abschneide-Parameter  $\Lambda$  der QCD zu bestimmen. Eine Untersuchung der PLUTO-Daten bei 35 GeV befaßt sich mit dem Studium der Energie-Energie-Korrelation (EEC) und insbesondere mit deren Asymmetrie (AEEC), die weitgehend frei von Fragmentationsanteilen ist, vor allem bei großen Korrelationswinkeln. In dieser Arbeit wird  $\Lambda$  mit verschiedenen Methoden unter plausiblen Annahmen des Fragmentationsanteils, und auch durch Vergleich mit Monte-Carlo-Modellen ermittelt. Die Ergebnisse sind abhängig von Methoden und Modellen (Ali, LUND, Webber), wobei aber das Webber-Modell die Meßdaten nicht beschreiben kann.

In einer weiteren Arbeit werden die Fragmentationseigenschaften durch systematischen Vergleich mit Modellen (Ali, Hoyer, LUND, Gottschalk, Webber) untersucht. Meßdaten von Drei-Jet-Ereignissen, die nach der Clustermethode isoliert wurden, lassen sich nur mit dem LUND- und Webber-Modell beschreiben.

*Schwacher Zerfall  
von b- und  
c-Quarks*

*Energie-Energie-  
Korrelation und  
Fragmentation*

Meßdaten der EEC und deren Asymmetrie passen nur auf das LUND-Modell, gleiches ergibt eine Analyse der Asymmetrie von Jets. Die Schlußfolgerung ist, daß die Fragmentation von dem LUND-Modell richtig beschrieben wird.

## Zwei-Photon-Reaktionen

### *Totaler hadronischer Wirkungsquerschnitt*

Der Wirkungsquerschnitt von zwei kollidierenden Photonen hängt ab von der invarianten Masse der Photonen, beschrieben durch die Größen  $Q^2$ ,  $P^2$ , und der invarianten Masse  $W$  des erzeugten hadronischen Systems. Messungen dieses Wirkungsquerschnitts lagen bisher für den experimentell einfacheren Fall vor: ein reelles Photon ( $P^2 = 0$ ), ein virtuelles Photon ( $Q^2 > 0$ ). Den Wirkungsquerschnitt für den Fall, daß beide Photonen reell sind, erhält man daraus durch Extrapolation, vorausgesetzt, man kennt die  $Q^2$ -Abhängigkeit. Die Ungewißheit entfällt, wenn man die Reaktion für zwei reelle Photonen direkt mißt. Die Messung ist schwieriger wegen des höheren Untergrunds und wegen stärkerer Modell-Abhängigkeit. Das Meßergebnis wird darum von systematischen Fehlern dominiert, nicht von der Statistik her. Nur etwa  $1/10$  der integrierten Luminosität von  $43 \text{ pb}^{-1}$  wurde deshalb für diese Analyse verwendet, denn der Wirkungsquerschnitt wächst mit  $P^2 \rightarrow 0$  stark an.

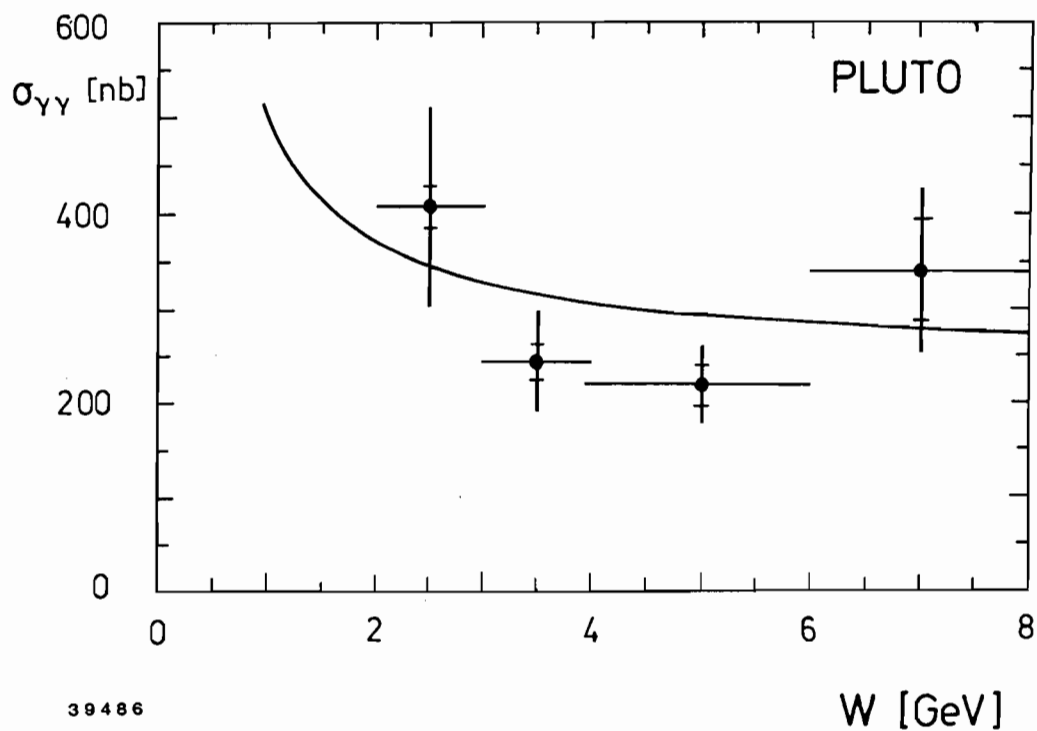
Es ergeben sich insgesamt 5 353 Ereignisse, sogenannte NOTAG-Daten, für die die gestreuten Elektronen in Vorwärtsrichtung gehen. Das Ergebnis für den Wirkungsquerschnitt im Bereich  $W$  von 2 bis 8 GeV ist in Abb. 43 gezeigt. Die äußeren Fehlerbalken bezeichnen den Gesamtfehler, die inneren nur den Anteil des statistischen Fehlers. Es zeigt sich, daß die Meßpunkte besser als durch jede andere Vorhersage mit der einfachen Standarderwartung aus Vektor-Dominanz-Modell, optischem Theorem und Regge-Modell übereinstimmen

$$\sigma_{\gamma\gamma} = 240 + 270 / W[\text{GeV}] \quad \text{nb}$$

Die Übereinstimmung mit den nach  $Q^2 = 0$  extrapolierten Wirkungsquerschnitten von PLUTO und anderen Experimenten ist gut.

### $\gamma\gamma \rightarrow \omega\omega, \rho^0\omega$

Es liegt nahe, daß der Zusammenstoß zweier reeller Photonen im hadronischen Endzustand zwei neutrale Rho-Mesonen erzeugt,  $\gamma\gamma \rightarrow \rho^0\rho^0$ , da das Photon in hadronischen Wechselwirkungen dominant als  $\rho^0$ -Meson auftritt. In der Tat wurde ein beachtlicher Wirkungsquerschnitt an der Schwelle beobachtet, dessen Größe theoretische Überlegungen über die Erzeugung anderer Vektormeson-Paare, wie  $\omega\omega$ ,  $\rho^0\omega$ ,  $\omega\phi$  u.s.w. anregte, die zu quantitativen Vorhersagen führten. Zum Studium von  $\gamma\gamma \rightarrow \omega\omega$ , und  $\gamma\gamma \rightarrow \rho^0\omega$  wurden Ereignisse selektiert, in denen reelle Photonen den hadronischen Endzustand  $2\pi^+2\pi^-\pi^0$ ,  $\pi^0 \rightarrow \gamma\gamma$  erzeugen. Für den  $\omega\omega$ -Endzustand wurde semi-inklusiv nach einem  $\omega$ -Signal in der Massenverteilung  $M(\pi^+\pi^-\gamma)$  gesucht.



39486

Abbildung 43: Totaler Wirkungsquerschnitt  $\sigma_{\gamma\gamma}$  für Hadronen-Erzeugung aus dem Zusammenstoß zweier reeller Photonen als Funktion der Schwerpunktsenergie  $E_{CM}$ . Die Kurve ist die im Text erwähnte Vorhersage.

Für die Suche nach  $\rho^0\omega$ -Erzeugung dagegen wurde durch kinematische Schnitte ein exklusiver Datensatz  $2\pi^+2\pi^-\pi^0$  erzeugt. Keine der gesuchten Endzustände konnten beobachtet werden. Als Resultat der Analyse wurden folgende obere Grenzen ermittelt, die weit unterhalb der ersten Vorhersagen liegen:

$$\sigma(\gamma\gamma \rightarrow \omega\omega) \leq 20 \text{ nb}, \quad \sigma(\gamma\gamma \rightarrow \rho^0\omega) \leq 18 \text{ nb} \text{ im Bereich } 1.5 \leq W \leq 2.5 \text{ GeV}$$

### $\gamma\gamma \rightarrow \text{Jets}$

Die primäre Erzeugung von Quark-Paaren,  $\gamma\gamma \rightarrow q\bar{q}$ , spielt auch in Zwei-Photon-Kollisionen eine wichtige Rolle, sie dominiert aber erst bei hohen Energien  $W$ . Der Wirkungsquerschnitt dafür kann nach dem sogenannten Box-Diagramm berechnet werden. Für hohe  $W$  ist der Transversalimpuls der Jets zur  $\gamma\gamma$ -Achse,  $p_T$ , ein Indikator. Um genügend Daten mit hohem  $p_T$  für die Analyse zu erhalten, nimmt man NOTAG-Ereignisse, die mit einer hohen Rate auftreten. Für die Berechnung des Box-Diagramms der  $q\bar{q}$ -Erzeugung, wobei mit  $q$  die Quarks  $u, d, s, c$  gemeint sind, gehen die elektrischen Ladungen der Quarks mit der vierten Potenz ein. Sie sind in Einheiten der elektrischen Ladung ( $e$ )  $\frac{2}{3}, -\frac{1}{3}, -\frac{1}{3}, \frac{2}{3}$  für das "normale" Quark-Modell mit unganzzahligen Ladungen (FCQ), oder sie sind  $1, 1, 1, 1$  für das Modell mit ganzzahlig geladenen Quarks (IQC), wobei es noch Varianten gibt, wie das GICQ-Modell, dessen Untersuchung das eigentliche Ziel der Analyse ist.

Aus einer Menge von 3 203 erzeugter Zwei-Jet-Ereignisse wurden 33 mit sehr hohem Jet-Transversalimpuls  $p_T \geq 10 \text{ GeV}$  gefunden. Eine im Experiment leicht verfügbare Größe, die für die genannten Quark-Modelle empfindlich ist, stellt das Verhältnis der Wirkungsquerschnitte  $R_{\gamma\gamma} = \sigma(\gamma\gamma \rightarrow q\bar{q})/\sigma(\gamma\gamma \rightarrow \mu\bar{\mu})$  dar. Statt der Wirkungsquerschnitte kann man auch einfach die beobachteten Erzeugungsraten verwenden. Für die Modelle FCQ bzw. IQC erwartet man nach dem Box-Diagramm die Werte  $R_{\gamma\gamma} = 1.26$  bzw.  $2.65$ , die sich deutlich unterscheiden. Das Experiment liefert  $R_{\gamma\gamma} = 1.1 \pm 0.4$ , was die Annahme unganzzahlig geladener Quarks bestätigt (FCQ). Die Vorhersage des GICQ-Modells verlangt eine Gluon-Masse  $m_g \geq 0$ . Aus den Meßdaten kann man diesen Ansatz soweit einschränken, daß die Gluon-Masse unter  $5 \text{ MeV}$  liegen muß. Die Meßempfindlichkeit dafür kann nur mit Photonen von sehr kleinen  $Q^2$  gewonnen werden—ein zweiter Grund für die Verwendung von NOTAG-Daten für diese Analyse.

### Charm-Produktion

Die exklusive Erzeugung von Mesonen in Zwei-Photon-Kollisionen an Speicherringen ist von Interesse, weil man mit den gemessenen Strahlungsbreiten,  $\Gamma_{\gamma\gamma}$ , Vorhersagen des Quark-Modells prüfen kann. Mit den PLUTO-Daten wurde an PETRA erstmalig die Beobachtung eines schweren Mesons mit Charm,  $\gamma\gamma \rightarrow \eta_c$ , erzielt. Das Meson hat eine Masse von  $2981 \text{ MeV}$  und enthält das Charm-Quark in der Paarung  $c\bar{c}$ . Es wurde in dem Zerfallskanal  $\gamma\gamma \rightarrow \eta_c \rightarrow K_s^0 K^\pm \pi^\mp$  nachgewiesen, wobei das  $K_s^0$  nach einer mittleren Zerfallslänge von  $c\tau = 2.7 \text{ cm}$  in  $\pi^+\pi^-$  zerfällt, während das langlebige geladene

K bei einer Zerfallslänge von 371 cm im Detektor nicht zerfällt. Es wurden deshalb Ereignisse mit vier geladenen Spuren selektiert, deren Ladungssumme sich zu Null addiert. 69 Ereignisse aus dieser Menge enthalten ein  $K_s^0$ -Meson, daß durch seine Masse von 498 MeV und den Zerfallvertex außerhalb des Wechselwirkungspunktes gekennzeichnet ist.

Das in Abb. 41a gezeigte Massenspektrum  $m(K_s^0 K^\pm \pi^\mp)$  zeigt zwei Überhöhungen bei 1.8 und 3.0 GeV, wobei die untere aus der Reaktion  $\gamma\gamma \rightarrow f' \rightarrow K_s^0 K_s^0$  stammt, in der das  $K_s^0$  so dicht am Wechselwirkungspunkt entsteht, daß man es mit einem Paar prompter Teilchen verwechseln kann. Schließt man für die invariante Masse dieses Paares die des  $K_s^0$  aus, so verschwindet die untere Überhöhung, und man erhält die schattierte Verteilung in Abb. 41a. Die 10 Ereignisse um 3 GeV dagegen bleiben, wie man es für die Reaktion  $\gamma\gamma \rightarrow \eta_c$  erwartet. Andere mögliche Erklärungen, wie nichtresonante Hadronen-Erzeugung, sind inkonsistent mit den Meßdaten. Verschärft man die  $K_s^0$ -Selektion dahin, daß keine der Spuren der Zerfallsteilchen zum Wechselwirkungspunkt passen darf, so verbleibt eine klar getrennte Überhöhung von sieben Ereignissen bei der  $\eta_c$ -Masse (Abb. 41b). Die Messung ergibt das Produkt

$$\Gamma_{\gamma\gamma}(\eta_c) \cdot \text{BR}(\eta_c \rightarrow K_s^0 K^\pm \pi^\mp) = 0.5_{-0.18}^{+0.22} \text{ keV}$$

Kombiniert man es mit bislang nur wenig genauen Messungen von  $\text{BR}(\eta_c \rightarrow K_s^0 K^\pm \pi^\mp)$ , so erhält man für die Zerfallsbreite den vorläufigen Wert

$$\Gamma_{\gamma\gamma}(\eta_c) = (33 \pm 20) \text{ keV}$$



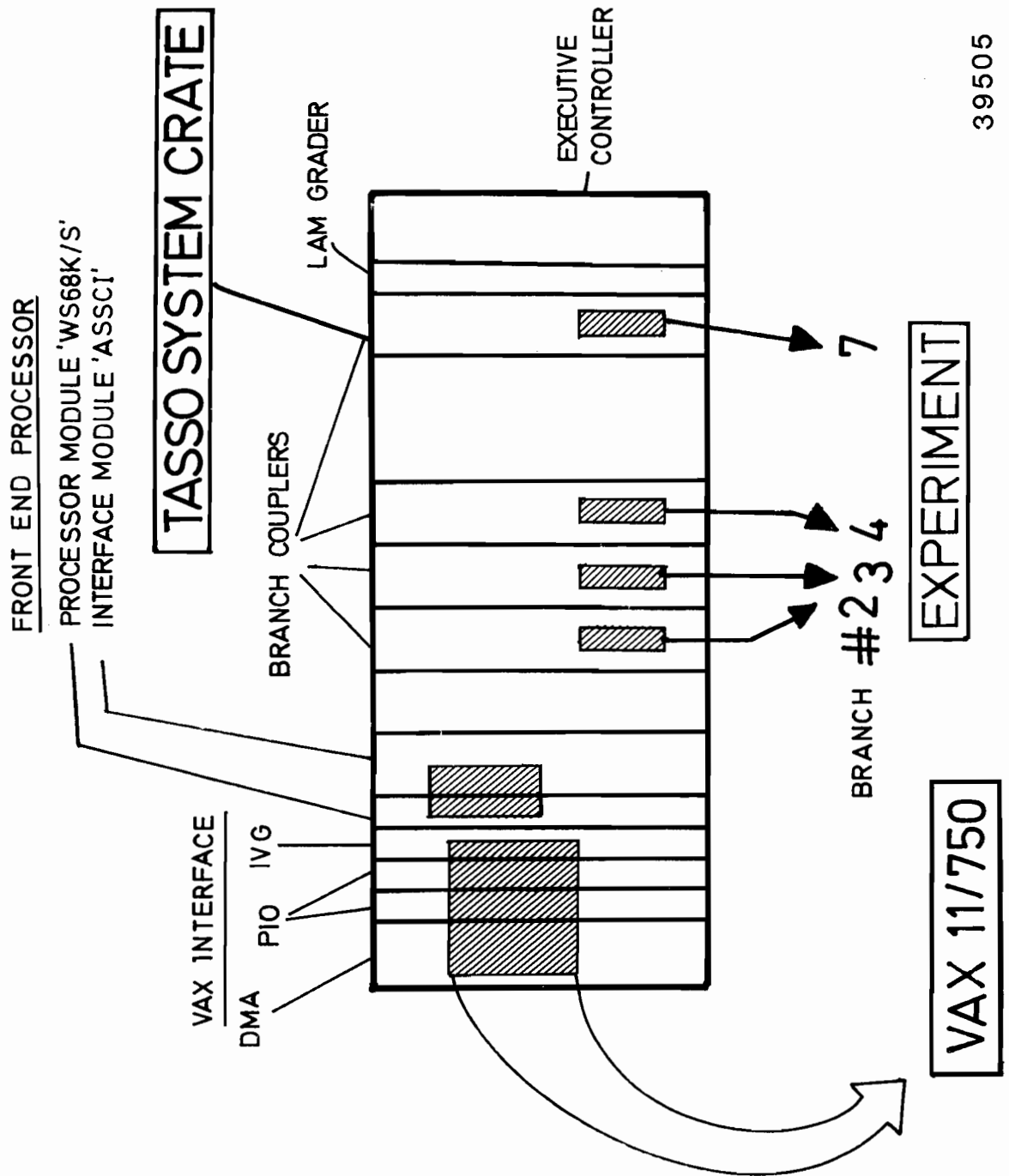


Abbildung 44: Schema des CAMAC-System-Crates des TASSO-Experimentes mit dem "Front-end Prozessor" WS68K/S.

# TASSO-Kollaboration

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

## Überblick

Der Speicherring PETRA lief während des Berichtsjahres bei zwei Schwerpunktsenergien, 43.6 GeV und 38.3 GeV. Der TASSO-Detektor zeichnete Daten auf, die integrierten Luminositäten von  $16.5 \text{ pb}^{-1}$  bei 43.6 GeV und  $8.7 \text{ pb}^{-1}$  bei 38.3 GeV Schwerpunktsenergie entsprechen. Die Auswertung dieser Daten erfolgte bisher vorzugsweise im Hinblick auf verbesserte Messungen von Lebensdauern der B- und D-Mesonen und der Analyse der Reaktionen  $e^+e^- \rightarrow \mu^+\mu^-$  bei der hohen Schwerpunktsenergie. Die Auswertung der bisher insgesamt aufgezeichneten Daten wurde fortgesetzt, mit Schwerpunkt auf der  $e^+e^-$ -Vernichtung in Hadronen.

## Physikalische Ergebnisse

Bei der Schwerpunktsenergie von 43.6 GeV wurde die Myon-Paarproduktion  $e^+e^- \rightarrow \mu^+\mu^-$  gemessen. Für die Vorwärts-Rückwärts-Asymmetrie A ergibt sich ein Wert von

$$A = \left\{ -19.8^{+5.0}_{-4.8} \right\} \%$$

Dieser Wert berücksichtigt die QED- und elektroschwachen Strahlungskorrekturen. Er ist zu vergleichen mit der Vorhersage der Glashow-Salam-Weinberg-Theorie

$$A_{\text{GWS}} = -16.3 \%$$

Die Abb. 45 zeigt die von TASSO bei verschiedenen Schwerpunktsenergien gemessenen Asymmetrien und einen Vergleich mit der theoretischen Vorhersage.

Die während der Meßzeit im Berichtsjahr aufgezeichneten  $e^+e^-$ -Annihilationsereignisse sind eine wesentliche Erweiterung des mit dem hochauflösenden TASSO-Vertexdetektor genommenen Datensatzes. Eine neue Analyse zur Bestimmung der Lebensdauer von B-Mesonen wurde durchgeführt unter Hinzunahme der im Berichtsjahr aufgezeichneten Daten. Dabei wurde das schon früher von TASSO benutzte Verfahren verwendet, durch topologische Kriterien

*Myon-  
Paarproduktion*

*Lebensdauer  
des B-Mesons*

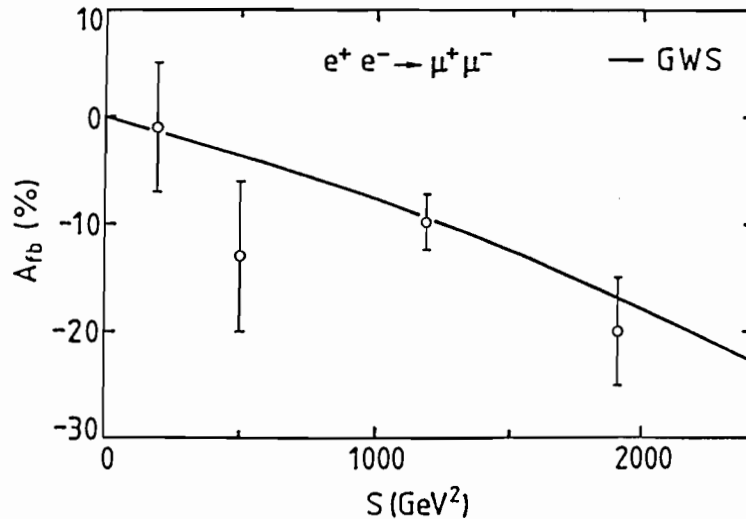


Abbildung 45: Korrigierte Vorwärts-Rückwärts-Asymmetrie für  $e^+e^- \rightarrow \mu^+\mu^-$  und die Vorhersage der Glashow-Salam-Weinberg-Theorie.

einen mit B-Mesonen angereicherten Datensatz zu selektieren und die gemessenen Impaktparameter aller Spuren auszuwerten. Dies lieferte einen neuen Wert von

$$\tau_B = \left\{ 1.57 \pm 0.32 \begin{matrix} +0.37 \\ -0.34 \end{matrix} \right\} \cdot 10^{-12} \text{ s}$$

### Hadronen-Produktion

Ein weiterer Schwerpunkt der Forschung war die Fortsetzung des Studiums der  $e^+e^-$ -Annihilation in Hadronen. In einer ausgedehnten Untersuchung von identifizierten Drei-Jet-Ereignissen wurden die Daten mit zwei Modellen zur Produktion von hadronischen Endzuständen in der  $e^+e^-$ -Annihilation verglichen. Beide Modelle beinhalten QCD-Effekte bis zur zweiten Ordnung in der Kopplungskonstanten, beschreiben jedoch die Fragmentation auf verschiedene Weise. Die Analyse zeigt, daß die Daten im großen und ganzen besser durch ein Gluon-String-Modell beschrieben werden als durch ein Modell mit unabhängiger Parton-Fragmentierung. Die Abb. 46 zeigt für Ereignisse mit drei rekonstruierten Jets das Verhältnis  $N(2)/N(3)$  der Teilchenzahlen in den Winkelbereichen zwischen den Jet-Achsen.  $N(j)$  ist die Anzahl der Teilchen gegenüber dem Jet  $j$ . Die Jets sind nach ihrer Energie geordnet. Derjenige mit der höchsten Energie trägt die Nummer eins. Dargestellt ist das Verhältnis der Teilchenzahlen als Funktion der auf die Strahlenergie normierten und in die Ereignisebene projizierten Teilchenimpulse  $x_{in} = p_{in}/E_{beam}$ .

Die Arbeiten zur Teilchenidentifizierung von Hadronen aus der  $e^+e^-$ -Annihilation mit den TASSO-Flugzeit- und Cerenkovzählern wurde fortgesetzt. Eine gegenüber früheren Messungen verbesserte Auswertemethode und die größere Menge an Daten ergaben neue Resultate für die Anteile geladener Pionen ( $\pi^\pm$ ),

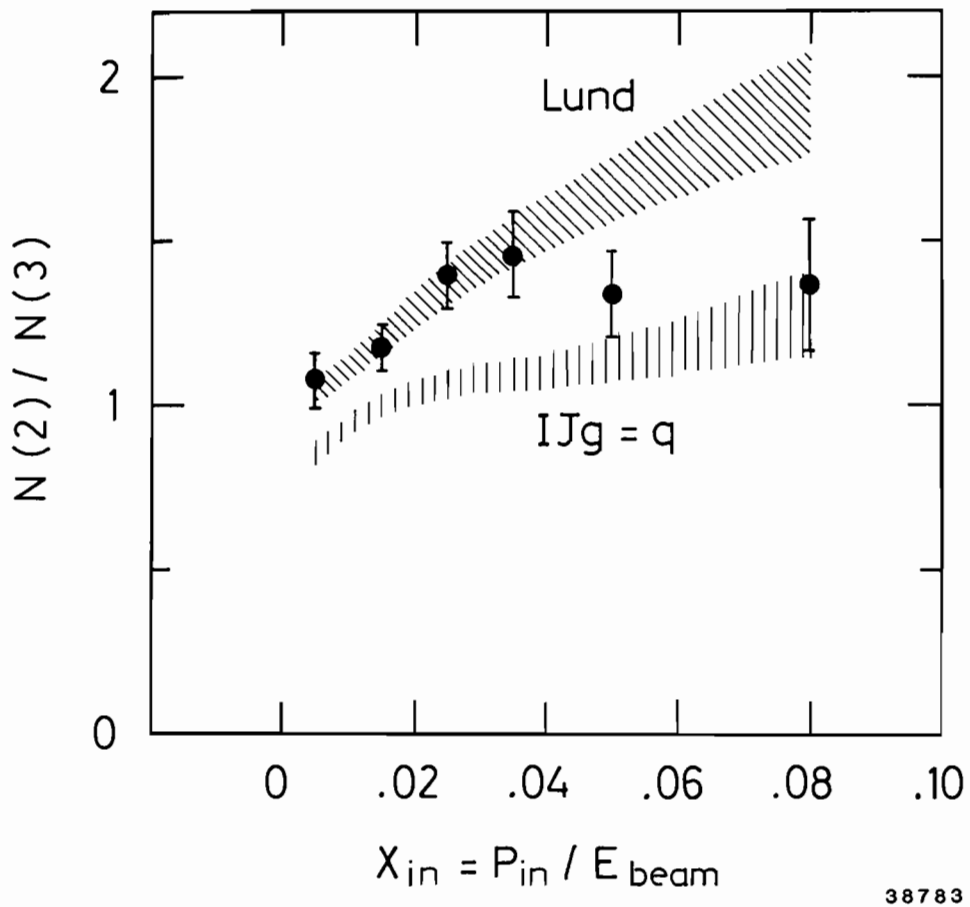


Abbildung 46: Verhältnis von Teilchenzahlen in den Winkelbereichen zwischen den Jet-Achsen für Drei-Jet-Ereignisse als Funktion der auf die Strahlenergie normierten und in die Ereignisebene projizierten Teilchenimpulse.

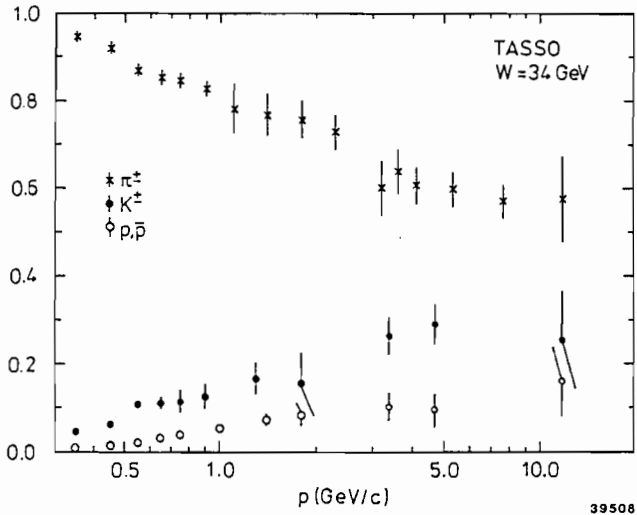


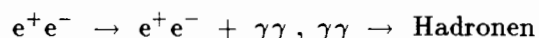
Abbildung 47: Anteil geladener Pionen  $\pi^\pm$ , geladener Kaonen  $K^\pm$  sowie Protonen und Antiprotonen  $p, \bar{p}$  an Hadronen aus der  $e^+e^-$ -Annihilation bei einer Schwerpunktsenergie von 34 GeV.

geladener Kaonen ( $K^\pm$ ) sowie Protonen plus Antiprotonen  $p + \bar{p}$ . Die Abb. 47 zeigt diese Anteile als Funktion der Hadronimpulse.

Das Ergebnis der  $e^+e^-$ -Annihilation in Hadronen ist ein Vielteilchen-Endzustand. Korrelationen zwischen den Teilchen können Hinweise auf den Produktionsmechanismus der Hadronen liefern. In Abb. 48 ist eine gemessene Rapiditätskorrelationsfunktion  $R(y, y_t)$  dargestellt. Sie ist ein Maß dafür, mit welcher Wahrscheinlichkeit man ein Teilchen mit der Rapidität  $y$  findet, wenn man bereits ein "Trigger-Teilchen" mit der Rapidität  $y_t$  nachgewiesen hat. Der Vergleich mit einem Gluon-String-Modell zeigt, daß dieses in der Lage ist die beobachteten Korrelationen qualitativ zu beschreiben. Die Untersuchung von Paaren von Pionen mit gleicher Ladung ergab Evidenz für die Bose-Einstein-Korrelation. Das gemessene Verhältnis  $R_{BE}$  von gleichgeladenen zu ungleichgeladenen Pion-Paaren ist in Abb. 49 dargestellt. Man erhält eine höhere Wahrscheinlichkeit, daß ein gleichgeladenes Pion-Paar mit kleinem Relativimpuls  $Q$  auftritt. Solche Korrelationen können Aufschluß geben über die Raum-Zeit-Struktur des Erzeugungsprozesses der Pionen.

#### Zwei-Photon-Reaktionen

Neben der  $e^+e^-$ -Annihilation wurden die Untersuchungen der Zwei-Photon-Reaktionen mit hadronischen Endzuständen fortgesetzt:



Die Photonen werden bei der  $e^+e^-$ -Streuung abgestrahlt. Ihre Wechselwirkung

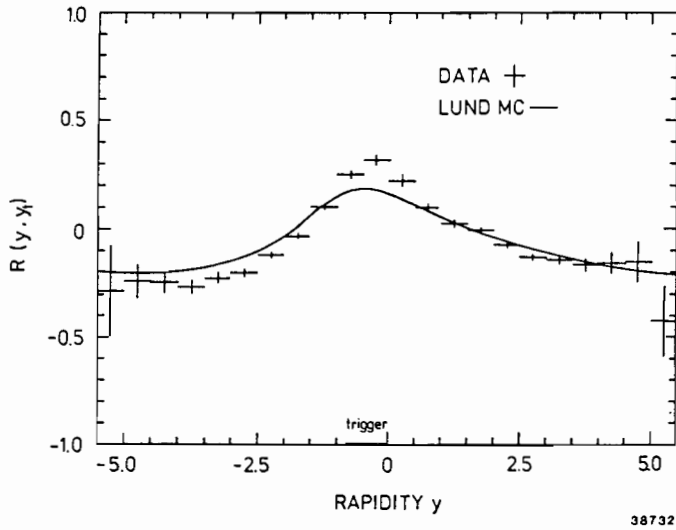


Abbildung 48: Rapiditykorrelationsfunktion  $R(y, y_t)$  für ein Intervall der Triggerrapidity von  $(-0.75, 0.0)$  in hadronischen Ereignissen der  $e^+e^-$ -Annihilation bei Schwerpunktsenergien von 29 GeV bis 37 GeV.

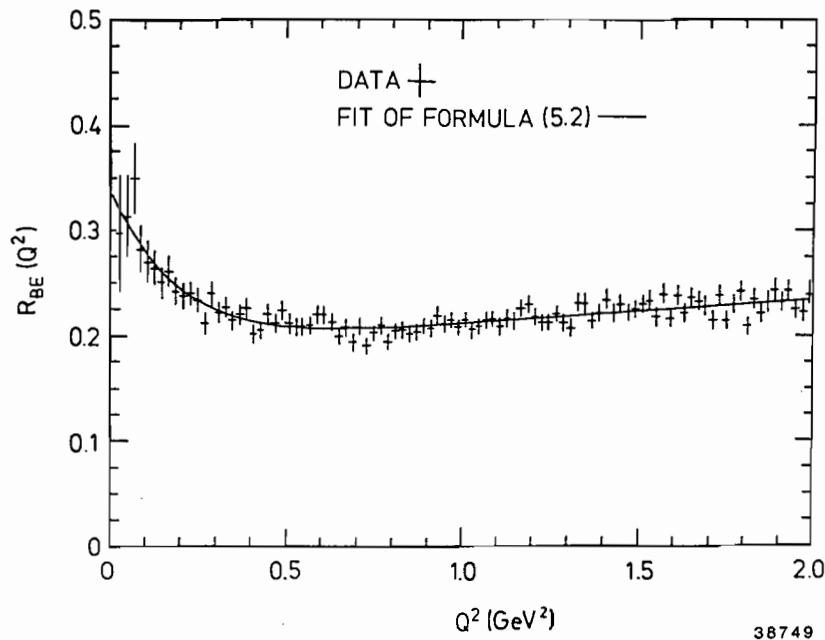
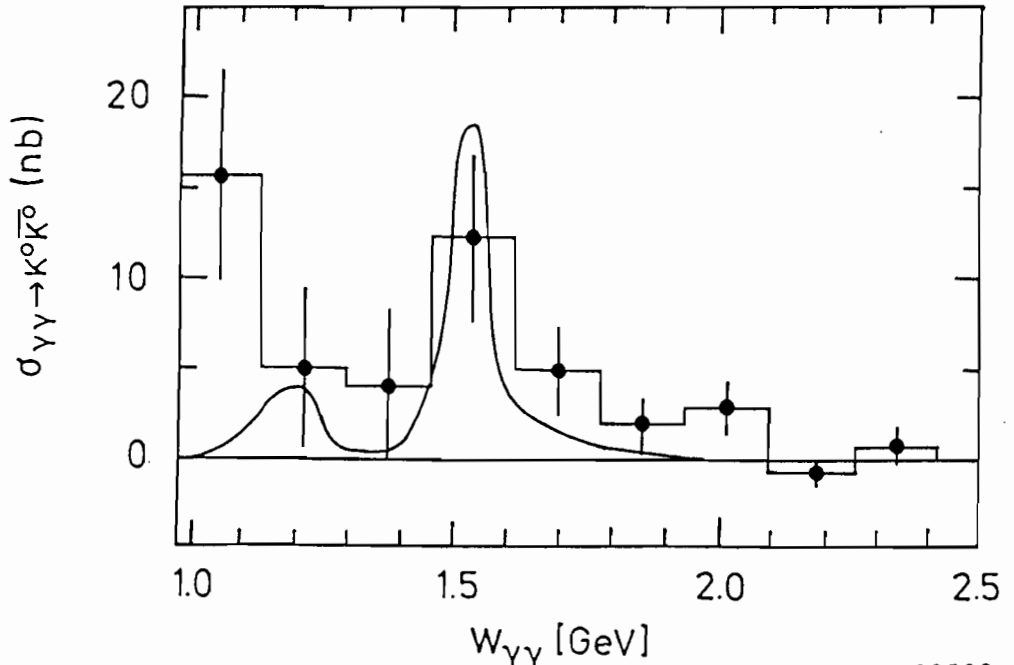


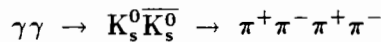
Abbildung 49: Gemessene Bose-Einstein-Korrelation in hadronischen Ereignissen aus der  $e^+e^-$ -Annihilation bei Schwerpunktsenergien von 29 GeV bis 37 GeV.  $R_{BE}$  ist das Verhältnis der Anzahl von Pion-Paaren gleicher Ladung zu der mit ungleicher Ladung.  $Q^2$  ist das Quadrat des Relativimpulses der Pionen.



39509

Abbildung 50: Der gemessene Wirkungsquerschnitt der Reaktion  $\gamma\gamma \rightarrow K_s^0 \bar{K}_s^0$  als Funktion der  $\gamma\gamma$ -Schwerpunktsenergie  $W_{\gamma\gamma}$ . Die Kurve ist der Beitrag einer kohärenten Überlagerung der drei Breit-Wigner-Amplituden der Resonanzen  $f(1270)$ ,  $A_2(1320)$  und  $f'(1525)$ .

resultiert unter anderem in der Produktion von Hadronen. Es wurde die Reaktion



für  $\gamma\gamma$ -Schwerpunktsenergien von der Reaktionsschwelle bis 2.5 GeV untersucht. Die Abb. 50 zeigt den gemessenen Wirkungsquerschnitt als Funktion der  $\gamma\gamma$ -Schwerpunktsenergie zusammen mit berechneten Beiträgen der bekannten Resonanzen  $f(1270)$ ,  $A_2(1320)$  und  $f'(1525)$ , die in diesen Endzustand zerfallen.

## Apparative Verbesserungen

### Verbesserung des Datennahme- systems

Mit Beginn der Datennahme in diesem Jahr wird das Datennahmesystem von einer NORD10/NORD100-Kombination auf einen VAX 11/750-Rechner umgestellt. Die damit verbundene Erweiterung des Adressraumes für Programme macht die bisher häufigen Transfers von Online-Programmteilen zwischen Plattenspeicher und Rechner unnötig. Dies führte zu einer wesentlich erhöhten Zuverlässigkeit des gesamten Datennahmesystems. Der Experimentrechner wurde an das DESY-Terminalnetz angeschlossen. Damit besteht vom gesamten

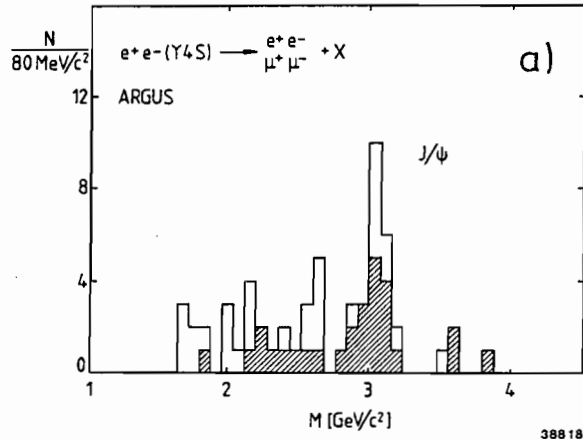
DESY-Gelände aus Zugang zur Online-Information während der Datennahme. Über das DATEX-P-Netz ist diese Information auch Kollaborationsmitgliedern in auswärtigen Instituten zugänglich.

Eine Erweiterung der Plattenspeicherkapazität erlaubt jetzt eine ungestörte Fortführung der Datennahme des Experiments bei Ausfall der zentralen IBM-Rechenanlage bis zu acht Stunden. Gleichzeitig mit der Umstellung auf einen VAX-Rechner wurde ein neuentwickeltes Mikroprozessorsystem zur Datenauslese ("Front-end Processor") in Betrieb genommen. Es besteht aus zwei CAMAC-Modulen, einem Prozessor-Modul (WS68K/S), basierend auf dem Motorola 68000 Baustein, und einer CAMAC-Interface-Einheit (ASCCI). Ihre Arbeitsweise ist in Abb. 44 schematisch dargestellt. Nach dem Eintreffen eines Ereignisses sammelt der WS68K/S-Prozessor in einer Vielzahl von Einzelwortzugriffen die Rohdaten vom Detektor, formatiert sie und speichert sie im ASCCI ab. Von dort werden die Daten in einem einzigen Blocktransfer vom VAX-Rechner abgeholt. Durch die Zwischenschaltung des "Front-end Processors" verringert sich die Totzeit des Experiments aufgrund der Datenauslese im Vergleich zur Betriebsart, in der die VAX die Rohdaten selbst einsammelt, um einen Faktor 10 bis 20.

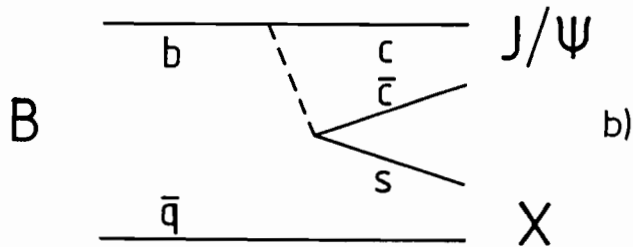
Im Berichtszeitraum wurden vier Emulatoren vom Typ 370/E fertiggestellt. Dieser Emulator ist eine Rechenmaschine, die den Instruktionssatz der IBM verarbeiten kann und es erlaubt, auf der IBM erstellte Programme zu rechnen. Über die Online-Verbindung der Gruppe "Digitale Datenerfassung" sind alle 370/E-Emulatoren mit dem DESY-Rechenzentrum verbunden. Die nötige Software ist entwickelt worden, um Programme im Emulator von einem IBM-Terminal zu starten und sich die Ergebnisse am Terminal oder IBM-Drucker ausgeben zu lassen. Die Geschwindigkeit eines Emulators ist vier- bis fünfmal langsamer als die der IBM 3081. Bisher wurden 2690 Jobs mit Laufzeiten zwischen 1 Minute und 20 Stunden ausgeführt.

*Einsatz von  
Emulatoren*

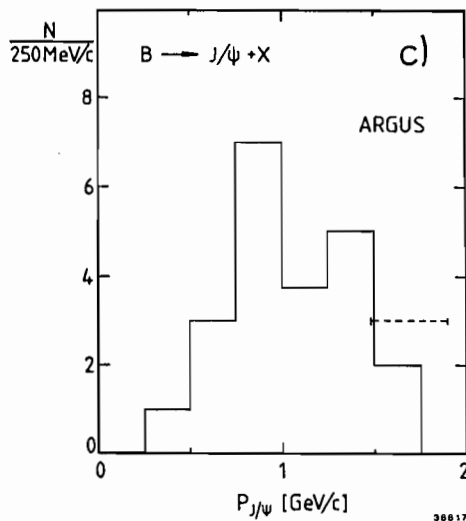




38818



38819



38817

Abbildung 51: a) Verteilung der invarianten Massen von  $e^+e^-$  ( $\square$ )- und  $\mu^+\mu^-$  ( $\boxtimes$ )-Paaren in der Reaktion  $e^+e^-(\sqrt{s} = 10.573 \text{ GeV}) \rightarrow l^+l^- + \text{Hadronen}$ . Das Signal bei  $3.1 \text{ GeV}/c^2$  stammt aus den schwachen Zerfällen  $B \rightarrow J/\Psi X$ . b) Color-unterdrückter Spektatorgraph für den Zerfall  $B \rightarrow J/\Psi X$ . c) Impulsspektrum der  $J/\Psi$ -Mesonen im Zerfall  $B \rightarrow J/\Psi X$ . Im markierten Bereich hoher Impulse sollten sich die Zerfälle  $B \rightarrow J/\Psi K$  und  $B \rightarrow J/\Psi K^*$  zeigen.

# ARGUS-Kollaboration

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

## Überblick

Der ARGUS-Detektor wurde Ende 1982 am Speicherring DORIS II in Betrieb genommen. Nach  $46 \text{ pb}^{-1}$  im Jahr 1983 und  $41 \text{ pb}^{-1}$  in 1984 wurde im Berichtsjahr eine Datenmenge von 70 Ereignissen pro Picobarn gesammelt, davon  $49 \text{ pb}^{-1}$  auf der  $\Upsilon(4S)$ -Resonanz und  $21 \text{ pb}^{-1}$  im Kontinuum neben der Resonanz. Die Meßzeit betrug 1985 viereinhalb Monate; der Detektor befand sich die gesamte Zeit ohne größere Probleme im Einsatz. Entladungserscheinungen in der Driftkammer konnten durch den Zusatz von 0.2% Wasserdampf zum Kammergas wirksam unterbunden werden. Durch den Einbau neuer, verkleinerter Kompensationsspulen wurde Platz geschaffen, um Vorverstärker an der Vertexkammer anzubringen. Dadurch gelang es, die Vertexkammer erfolgreich in Betrieb zu nehmen. Der Einsatz eines neuen CAMAC-Booster-Computers erlaubte es, die Datenerfassungszeit pro Ereignis zu halbieren und somit die Datenrate zu steigern. Insgesamt verlief der Betrieb des Detektors im Berichtsjahr sehr erfolgreich. Neben der Datennahme konzentrierte sich die Arbeit der ARGUS-Kollaboration auf die Auswertung der Daten aus den ersten beiden Betriebsjahren des Detektors.

## Physikalische Ergebnisse

Im Berichtsjahr wurde eine Vielzahl von Analysen zum Abschluß gebracht; 11 Arbeiten wurden in Zeitschriften veröffentlicht, drei weitere zur Veröffentlichung eingereicht und einige vorläufige Ergebnisse zusätzlich auf Konferenzen vorgestellt. Auf fünf Arbeiten (Produktion und Zerfall des  $c\bar{s}$ -Mesons  $F(1970)$ , Fragmentation von  $c$ -Quark-Jets in  $D^*(2010)$ -Mesonen, Suche nach  $\Upsilon(1S)$ -Zerfällen in  $\gamma$ - und Higgsteilchen  $H$ —mit  $H$  in  $2\tau$ —, Suche nach freien Quarks und Entdeckung der Deuteronenproduktion in der  $e^+e^-$ -Vernichtung) soll hier nicht mehr eingegangen werden, da vorläufige Ergebnisse bereits im Jahresbericht von 1984 vorgestellt wurden. Die neuen weiteren Publikationen betreffen

- Die bisher genaueste Grenze der Masse des  $\tau$ -Neutrinos
- Die Entdeckung des Zerfalls  $D^0 \rightarrow \Phi \bar{K}^0$
- Die Entdeckung eines angeregten Charm-Zustandes  $D^{*0}(2420)$

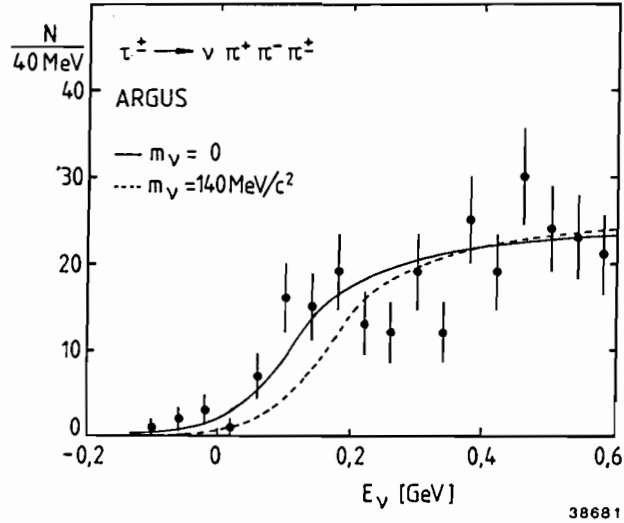


Abbildung 52: Das Energiespektrum der Neutrinos im Zerfall  $\tau \rightarrow \nu 3\pi$ , Daten und Erwartungen für zwei Werte der  $\tau$ -Neutrino-Masse.

- Die Suche nach  $\Upsilon(1S)$ - und  $\Upsilon(2S)$ -Zerfällen in  $\gamma$ - und Higgs-Teilchen
- Die Suche nach  $\Upsilon(1S)$ -Zerfällen in zwei Quark-Jets
- Den Zerfall des  $\Upsilon(2S)$  in  $\mu^+ \mu^-$
- Den Zerfall des  $\Upsilon(2S)$  in  $\gamma$ - und  $\chi_b(1P)$ - Zustände
- Die Suche nach Gluinos in  $\chi_{b1}(P1)$ - Zerfällen
- Die inklusiven Zerfälle von B-Mesonen in  $J/\Psi$

$\nu_\tau$ -Masse

Aus etwa 1 500  $\tau\tau$ -Ereignissen, in denen eines der beiden  $\tau$  in  $\pi^+ \pi^- \pi^\pm \nu_\tau$  zerfällt und das andere nur ein geladenes Zerfallsteilchen besitzt, konnte die obere Grenze für die Masse des  $\tau$ -Neutrinos wesentlich verbessert werden. Mit 95% Konfidenz ist  $m(\nu_\tau) < 70$  MeV. Abb. 52 zeigt das gemessene Energiespektrum der Neutrinos im Zerfall  $\tau \rightarrow \pi^+ \pi^- \pi^\pm \nu_\tau$ . Die durchgezogene Kurve zeigt die Erwartung für  $m(\nu_\tau) = 0$ , die gestrichelte für 140 MeV, was zur Zeit der Publikation die beste Grenze war. Die Neutrinoenergie wird als Differenz zwischen der  $\tau$ -Energie (die gleich der Elektronenenergie im Speicherring ist) und der mit dem ARGUS-Magnetspektrometer gemessenen Energie des  $3\pi$ -Systems ermittelt. Dafür ist die präzise Kenntnis des ARGUS-Magnetfelds ( $\pm 0.15\%$ ) und der Speicherringenergie ( $\pm 0.5$  MeV) von Bedeutung. Die DORIS-Energieskala wurde 1983 bei der  $\Upsilon(2S)$ -Masse durch eine Depolarisationsmessung geeicht.

$D^0 - \Phi \bar{K}^0$

Der große Lebensdauerunterschied zwischen  $D^0$ - und  $D^+$ -Mesonen zeigt, daß in den schwachen Zerfällen der Charm-Mesonen verschiedene Mechanismen wirksam sind. Eine seit langem offene Frage ist dabei die Bedeutung des Annihilations-Mechanismus (Abb. 53a), der zwar beim  $D^0$ , aber nicht beim  $D^+$  wirksam sein kann. Es gibt nur wenige Zerfallskanäle, die dominant

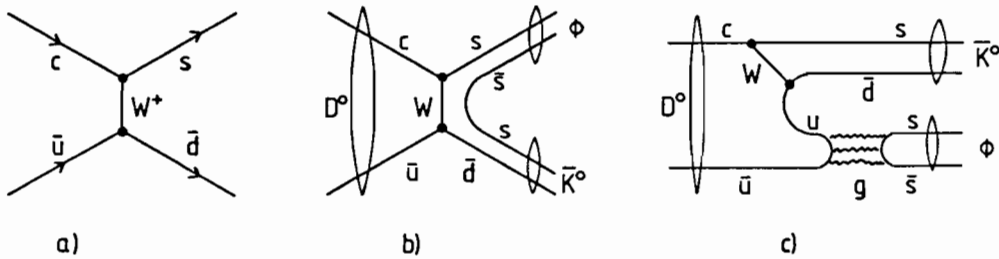


Abbildung 53: a) Annihilationsgraph  $c\bar{u} \rightarrow s\bar{d}$  im  $D^0$ -Zerfall. b) Der Zerfall  $D^0 \rightarrow \Phi\bar{K}^0$  über den Annihilations-Mechanismus. c)  $D^0 \rightarrow \Phi\bar{K}^0$  über den color- und zweigunterdrückten Spektator-Mechanismus.

oder fast ausschließlich durch diese  $c\bar{u}$ -Vernichtung mit W-Austausch entstehen. Einer dieser Kanäle ist  $\Phi\bar{K}^0$  (Abb. 53b). Sein Nicht-Annihilations-Beitrag (Abb. 53c) hat ein sehr kleines Verzweigungsverhältnis; man erwartet  $BR(D^0 \rightarrow \Phi\bar{K}^0) < 10^{-5}$ . ARGUS hat den Zerfall jetzt erstmalig gesehen; Abb. 54 zeigt den Massen-Biplot aller  $K_s^0 K^+ K^-$ -Kombinationen mit mehr als 1.5 GeV/c Impuls in etwa 250 000 ( $e^+e^- \rightarrow q\bar{q}$ )-Ereignissen. Man erkennt in  $m(K_s^0 K^+ K^-)$  ein Band um die  $D^0$ -Masse und in  $m(K^+ K^-)$  ein Band um die  $\Phi$ -Masse. Im Kreuzungsbereich der Bänder liegen  $37 \pm 8$  Zerfälle  $D^0 \rightarrow \Phi K_s^0$ . Das daraus ermittelte Verzweigungsverhältnis beträgt

$$BR(D^0 \rightarrow \bar{K}^0) = (1.4 \pm 0.4)\%$$

und ist der erste deutliche Hinweis auf die Existenz eines großen Annihilationsbeitrages in  $D^0$ -Zerfällen.

Alle Teilchen, die bisher in der Fragmentation von Jets bei der  $e^+e^-$ -Vernichtung identifiziert wurden, sind s-Zustände im Quark-Modell, Mesonen mit  $S=0$  oder  $S=1$ , und Baryonen mit  $S=1/2$  oder  $S=3/2$  (z.B. die von ARGUS gesehenen Zustände  $\Sigma^*$  und  $\Omega^-$ ), alle mit  $l = 0$ . Es scheint, daß die fast eindimensionale Quarkbewegung in der Dynamik der Jetbildung keine Bahndrehimpulse  $l > 0$  zuläßt. Auch alle bisher bekannten Charm-Mesonen,  $D^0, D^\pm, D^{*0}(2010)$  und  $D^{*\pm}(2010)$ , waren s-Zustände. Das von ARGUS im Berichtsjahr gefundene  $D^{*0}(2420)$  stellte deshalb eine doppelte Überraschung dar, ein neuer Charm-Zustand und höchstwahrscheinlich der erste in der Jetfragmentation gesehene  $q\bar{q}$ -Zustand mit  $l=1$ . Abb. 55 zeigt das Signal in der invarianten Masse von  $D^{*\pm}(2010)\pi^\mp$ -Kombinationen mit einem Impuls  $> 3.0$  GeV/c. Die  $D^{*\pm}(2010)$ -Mesonen wurden dabei durch ihre Zerfallskette  $D^{*\pm} \rightarrow D^0\pi^\pm, D^0 \rightarrow K^\mp\pi^\pm, K^\mp\pi^\pm\pi^+\pi^-$  oder  $K^\mp\pi^\pm\pi^0$  identifiziert. Die Masse des Signals von  $(2420 \pm 6)$  MeV und seine Breite von  $(70 \pm 21)$  MeV entsprechen der Erwartung für einen der vier p-Zustände des  $c\bar{u}$ -Systems. Spin und Parität  $0^+$  ist wegen des Zerfalls

$D^{*0}(2420)$

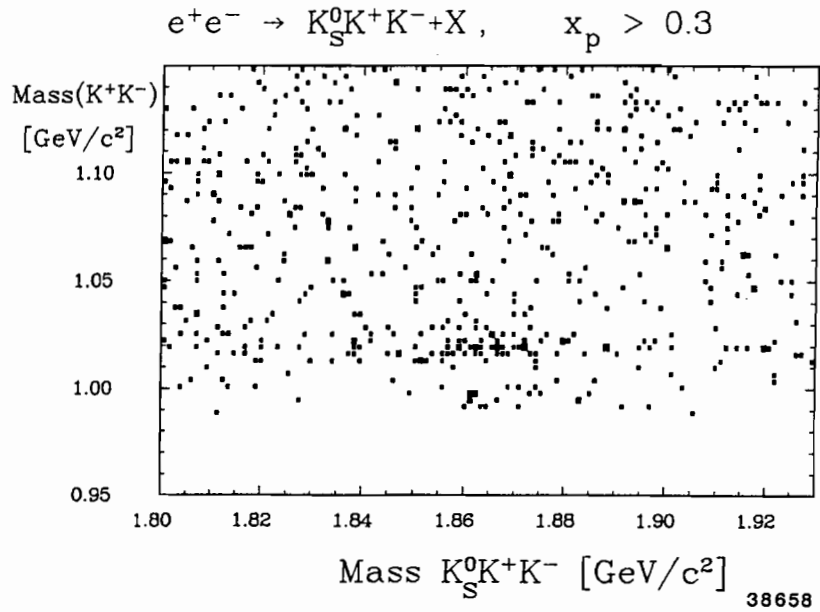


Abbildung 54: Biplot der invarianten Massen  $m(K_S^0 K^+ K^-)$  und  $m(K^+ K^-)$  in  $3\pi$ -Kombinationen mit  $p > 1.5 \text{ GeV}/c$ . Im Bereich  $m(K_S^0 K^+ K^-) = m(D^0)$  und  $M(K^+ K^-) = m(\Phi)$  liegen  $31 \pm 8$  Zerfallsereignisse  $D^0 \rightarrow \Phi \bar{K}^0$ .

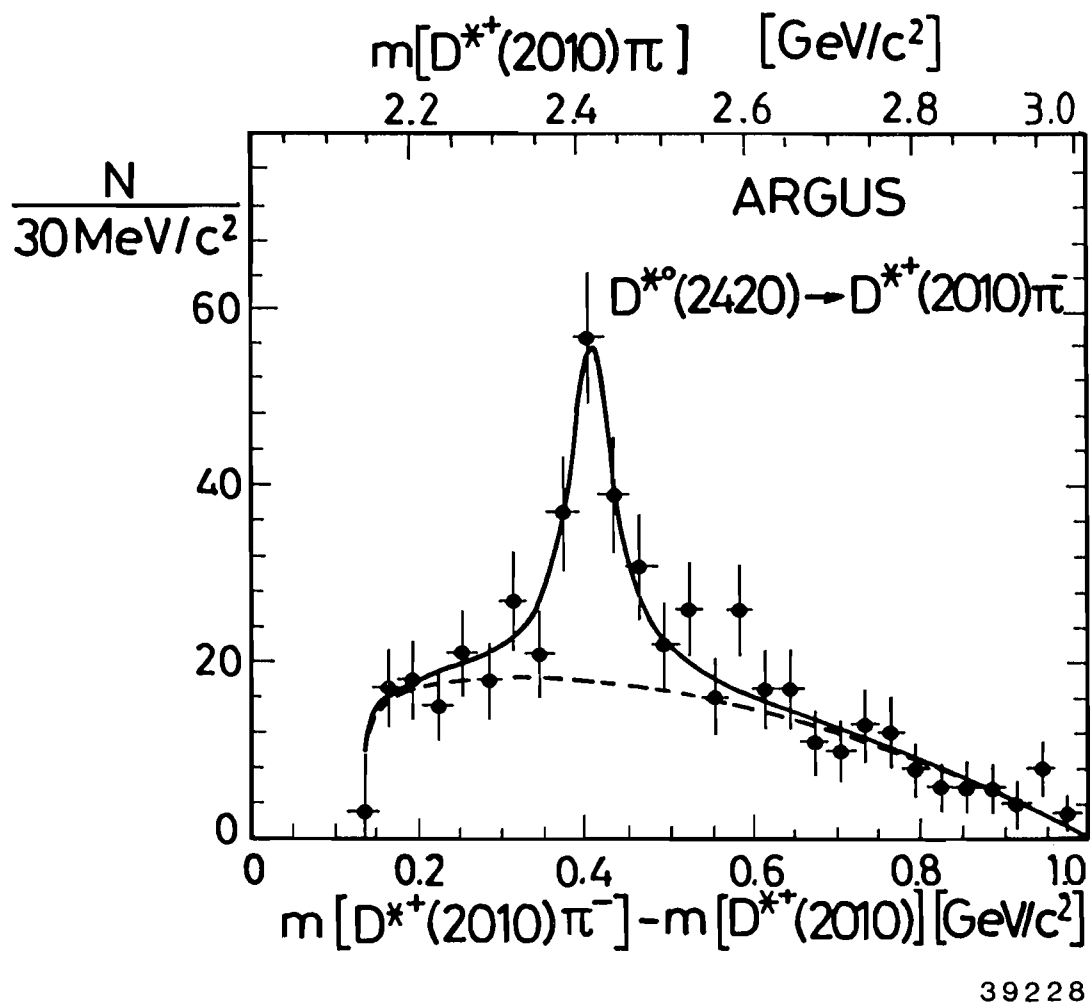
in  $D^*(1^-)\pi(0^-)$  ausgeschlossen. Ob einer der beiden  $1^+$ -Zustände oder der  $2^+$ -Zustand vorliegt, konnte mit der analysierten Statistik von 82 Ereignissen/pb noch nicht entschieden werden.

*Suche nach*  
 $\Upsilon(1S,2S) \rightarrow \gamma H$

In den etwa 220 000 von ARGUS beobachteten  $\Upsilon(1S)$ -Zerfällen wurde intensiv nach einem Signal der Masse 8.3 GeV im Zerfall  $\Upsilon(1S) \rightarrow \gamma X$  gesucht. Monochromatische Photonen wurden sowohl im Schauer-Kalorimeter als auch durch Paarbildung in der Driftkammer gesucht. Weder in den Daten von 1983 noch in denen von 1984 zeigte sich ein monochromatisches Signal im  $\gamma$ -Energiebereich zwischen 0.5 und 4.0 GeV. Bei 1.07 GeV, was einer Rückstoßmasse von 8.3 GeV entspricht, ist das Verzweigungsverhältnis  $BR(\Upsilon(1S) \rightarrow \gamma X)$  mit 90% Konfidenz kleiner als 0.15%. Auch in den etwa 170 000  $\Upsilon(2S)$ -Zerfällen war kein monochromatisches  $\gamma$ -Signal zu beobachten.

*Suche nach*  
 $\Upsilon(1S) \rightarrow 2 \text{ Jets}$

Eines der zahlreichen Modelle zur Deutung des oben erwähnten 8.3-GeV-Signals wurde von Shifman und Voloshin vorgeschlagen. Das  $\Upsilon(1S)$  ist in diesem Modell eine Mischung aus  $b\bar{b}$  und  $\varphi\bar{\varphi}$ , wobei  $\varphi$  ein skalares "Squark" ist, das sich im  $\Upsilon(1S)$  mit seinem Anti"squark" in einem P-Zustand befindet. Der 8.3-GeV-Zustand wäre dann der Grundzustand des  $\varphi\bar{\varphi}$ -Systems. Der vorgeschlagene



39228

Abbildung 55: Das  $D^{*0}(2420)$ -Signal in der invarianten Masse aller rekonstruierten  $D^{*\pm}(2010)\pi^\mp$ -Kombinationen mit  $p > 3.0 \text{ GeV}/c$  in  $e^+e^- \rightarrow q\bar{q}$ -Ereignissen.

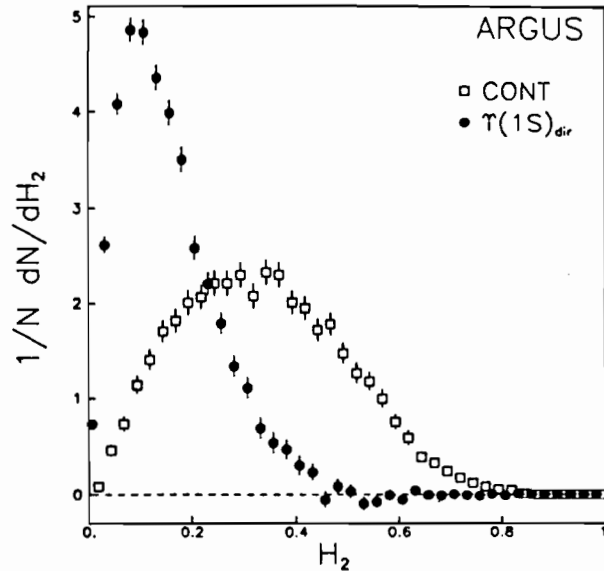


Abbildung 56: Verteilung des Fox-Wolfram-Momentes  $H_2$  in Kontinuumsereignissen  $e^+e^- \rightarrow q\bar{q}$  und in direkten, d.h. nicht-elektromagnetischen, hadronischen  $\Upsilon(1S)$ -Zerfällen.

Mischungsmechanismus zwischen  $b\bar{b}$  und  $\varphi\bar{\varphi}$  macht den Zerfall des  $\Upsilon(1S)$  in ein leichtes  $q\bar{q}$ -Paar notwendig. Dieser Zerfall sollte sich mit einem Verzweigungsverhältnis  $BR(\Upsilon(1S) \rightarrow 2\text{Jets}) \approx 25\%$  zusätzlich zum elektromagnetischen Zerfall  $\Upsilon(1S) \rightarrow \gamma^* \rightarrow 2\text{ Jets}$  zeigen. Der Zwei-Jet-Anteil von  $\Upsilon(1S)$ -Zerfällen läßt sich aus der Verteilung der Zerfalls-“Topologien” bestimmen. Topologische Größen wie Sphericity, Thrust oder das Fox-Wolfram-Moment  $H_2$ , beschreiben die Impulsvektorverteilung aller Teilchen in einem Ereignis. Abb. 56 zeigt die  $H_2$ -Verteilung von Zwei-Jet-Ereignissen der  $e^+e^-$ -Vernichtung bei 9.98 GeV und die von direkten  $\Upsilon(1S)$ -Zerfällen, bei denen der elektromagnetische Anteil bereits abgezogen ist. Der markante Unterschied und insbesondere die Abwesenheit von direkten  $\Upsilon(1S)$ -Zerfällen mit  $H_2 > 0.45$  erlaubt den Schluß, daß das Verzweungsverhältnis nicht-elektromagnetischer Zwei-Jet-Zerfälle des  $\Upsilon(1S)$  kleiner als 5.3% ist (mit 95% Konfidenz).

$\Upsilon(2S) \rightarrow \mu^+\mu^-$

Die totale Breite der  $\Upsilon$ -Mesonen läßt sich bisher nur über die Messung des Verzweungsverhältnisses in Leptonpaare bestimmen. Die totale Breite des  $\Upsilon(1S)$  ist  $(43 \pm 3)$  MeV. Durch neue Ergebnisse von CUSB, CLEO und ARGUS ist die Breite des  $\Upsilon(2S)$  jetzt auch gut bekannt. Sie beträgt  $(30 \pm 7)$  MeV; dieser Wert ist in guter Übereinstimmung mit Modellvorstellungen.

$\Upsilon(2S) \rightarrow \gamma\chi_b(1P)$

Die Analyse der wichtigen Strahlungsübergänge zwischen  $\Upsilon(2S)$  und den drei  $\chi_b(1P)$ -Zuständen konnte im Berichtsjahr abgeschlossen werden. ARGUS

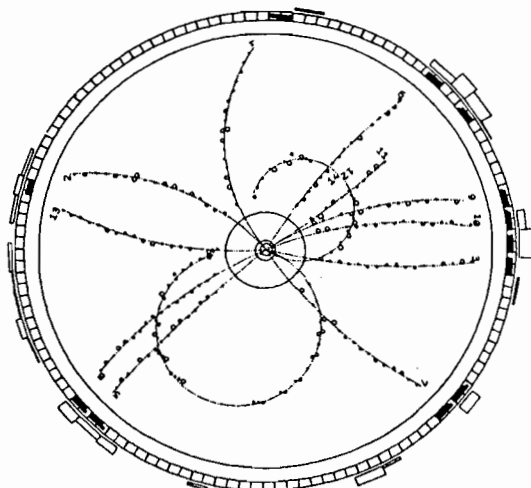


Abbildung 57: Beispiel eines  $\Upsilon(2S)$ -Zerfalls mit einem Photon der Energie 130 MeV, das im Strahlrohr in ein  $e^+e^-$ -Paar konvertiert.

Tabelle 3: Ergebnisse aus den  $\gamma$ -Linien in  $\Upsilon(2S)$ -Zerfällen.

	$\chi_{b2}(1P)$	$\chi_{b1}(1P)$	$\chi_{b0}(1P)$
BR( $\Upsilon 2S \rightarrow \gamma \chi_b$ ) in (%)	$9.8 \pm 2.1 \pm 2.4$	$9.1 \pm 1.8 \pm 2.2$	$6.4 \pm 1.4 \pm 1.6$
$\gamma$ - Energie in (MeV)	$110.6 \pm 0.3 \pm 0.9$	$131.7 \pm 0.3 \pm 1.1$	$162.1 \pm 0.5 \pm 1.4$
$\chi_b$ - Masse in (MeV)	$9912.2 \pm 1.0$	$9890.8 \pm 1.1$	$9860.0 \pm 1.5$

wurde dafür als Paarspektrometer benutzt. Die Abb. 57 zeigt als Beispiel ein Ereignis mit einem konvertierten Photon der Energie 130 MeV. Die Abb. 58 zeigt das Energiespektrum der rekonstruierten Paare aus 125 000 selektierten  $\Upsilon(2S)$ -Zerfällen. Die drei Übergangslinien sind deutlich sichtbar, Tab. 3 gibt die Verzweigungsverhältnisse, die  $\gamma$ -Energien und die daraus folgenden Massen der  $\chi$ -Zustände wieder. Die kleinen Fehler bei den Massen erlauben einen wichtigen Schluß auf die Struktur des Spin-Bahn-Anteils im  $q\bar{q}$ -Potential, der die Massenaufspaltung des Triplets bewirkt. Die chromo-magnetische Spin-Bahn-Kraft ist eine notwendige Folge des chromo-elektrischen Potentials  $U_{q\bar{q}}(r)$ , das in Abb. 59 skizziert ist. Die beobachtete Massenaufspaltung

$$\frac{m(\chi_{b2}) - m(\chi_{b1})}{m(\chi_{b1}) - m(\chi_{b0})} = 0.69 \pm 0.04$$



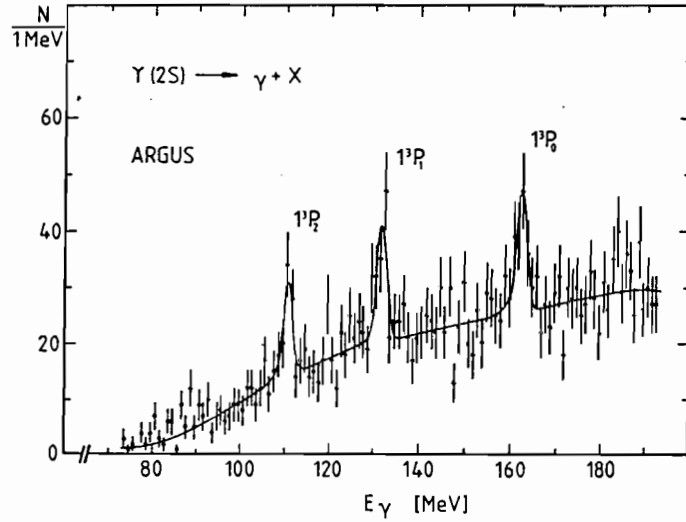


Abbildung 58: Energiespektrum konvertierter Photonen in der Reaktion  $e^+e^- (\sqrt{s} = 10.023 \text{ GeV}) \rightarrow \gamma + \text{Hadronen}$ . Die drei Linien entsprechen den Strahlungsübergängen  $\Upsilon(2S) \rightarrow \gamma \chi_{bJ}(1P)$  mit  $J = 2,1,0$ .

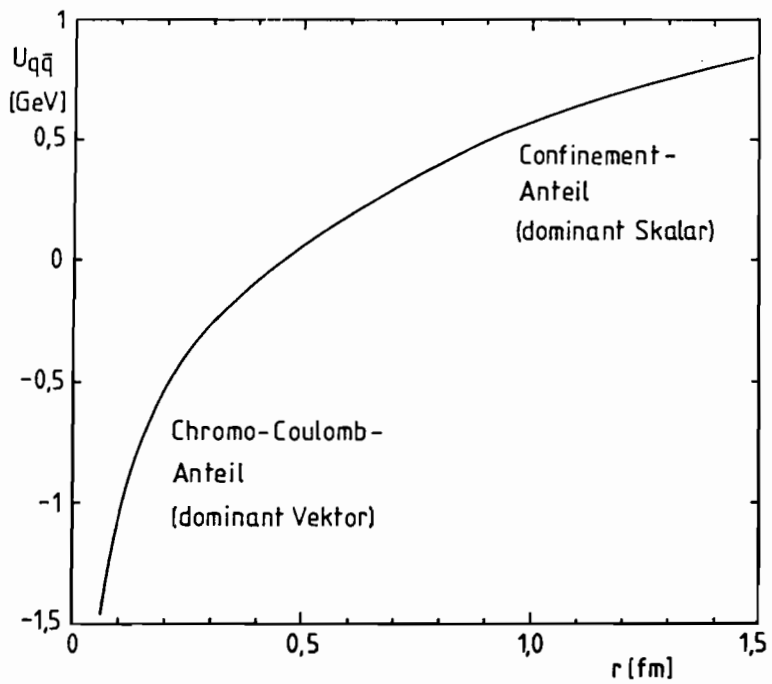


Abbildung 59: Das Quark-Antiquark-Potential und seine aus der beobachteten Massenaufspaltung der drei  $\chi_b(1P)$ -Zustände abgeleitete Raum-Zeit-Struktur.

schließt eine reine Vektorstruktur des langreichweitigen Confinement-Potentials in Abb. 59 aus, stimmt aber mit der Struktur eines Vektors im kurzreichweitigen Chromo-Coulomb-Anteil und eines Skalars im Confinement-Anteil überein.

Falls der supersymmetrische Partner des Gluons ( $g$ ), das Gluino ( $\tilde{g}$ ), mit einer Masse zwischen 1 und 4.5 GeV existiert, müßte es in Zerfällen der  $\chi_{b1}$ -Zustände entstehen. Für den Zerfall  $\chi_{b1}(1P) \rightarrow g\tilde{g}\tilde{g}$  würde dann ein Verzweigungs-verhältnis von 10 bis 30% erwartet. Falls die Gluino-Lebensdauer zwischen  $10^{-11}$  und  $10^{-9}$  sec liegt, müßten sich in  $\chi_{b1}(1P)$ -Zerfällen Sekundärvertices zeigen. In allen 210 Ereignissen, die in Abb. 57 eine  $\gamma$ -Energie um 130 MeV besitzen, wurde nach solchen Sekundärvertices gesucht und alle Kandidaten sorgfältig gemustert. Es war kein Kandidat dabei, der nicht auf konventionelle Weise erklärt werden konnte ( $K_s^0$ ,  $\Lambda$  oder Wechselwirkung im Strahlrohr). Die Analyse schließt deshalb die Existenz von Gluinos im oben genannten Massen- und Lebensdauerbereich aus.

Suche nach  
Gluinos

Die 1983/84 auf der  $\Upsilon(4S)$ -Resonanz erhaltene Datenmenge von nur 10 Ereignissen/pb reichte für ein erstes Ergebnis aus dem Hauptarbeitsgebiet von ARGUS, der schwachen Wechselwirkung des b-Quarks. Das Massenspektrum inklusiver  $\mu^+\mu^-$ - und  $e^+e^-$ -Paare auf der  $\Upsilon(4S)$ -Resonanz ist in Abb. 51a dargestellt. Man erkennt etwa 15  $J/\Psi$ -Kandidaten. Da im Kontinuum keine  $J/\Psi$ -Mesonen gefunden wurden, sind sie ein deutlicher Hinweis auf den schwachen Zerfall des b-Quarks in ein  $J/\Psi$  und ein s-Quark, wie in Abb. 51b skizziert. Das Verzweigungsverhältnis wurde zu  $BR(B \rightarrow J/\Psi X) = (1.4 \pm 0.6)\%$  bestimmt und liegt damit wesentlich tiefer als die Erwartungen aus Modellen, in denen die Color-Unterdrückung im Graphen der Abb. 51b durch weiche Gluonen aufgehoben wird. Das Überraschende an den  $J/\Psi$ -Ereignissen war ihr Impulsspektrum, das in Abb. 51c dargestellt ist. Nur zwei  $J/\Psi$  haben einen Impuls von mehr als 1.4 GeV/c, der den Zerfällen  $B \rightarrow J/\Psi K$  und  $B \rightarrow J/\Psi K^*$  entspricht. Der Zerfall des B in  $J/\Psi$  wird also meistens von einer größeren Zahl von Hadronen begleitet.

$B \rightarrow J/\Psi + X$

Aus den 70 Ereignissen/pb, die im Berichtsjahr auf der  $\Upsilon(4S)$ -Resonanz und im benachbarten Kontinuum genommen wurden, lassen viele interessante Resultate über die schwache Wechselwirkung des b-Quarks erwarten. Vorläufige Ergebnisse aus etwa 60 Zerfällen  $B \rightarrow J/\Psi X$ , aus etwa 80 vollständig rekonstruierten B-Zerfällen und aus den inklusiven Impulsspektren der Leptonen aus B-Zerfällen konnten bis zum Ende des Berichtsjahres bereits erarbeitet werden.

Ausblick

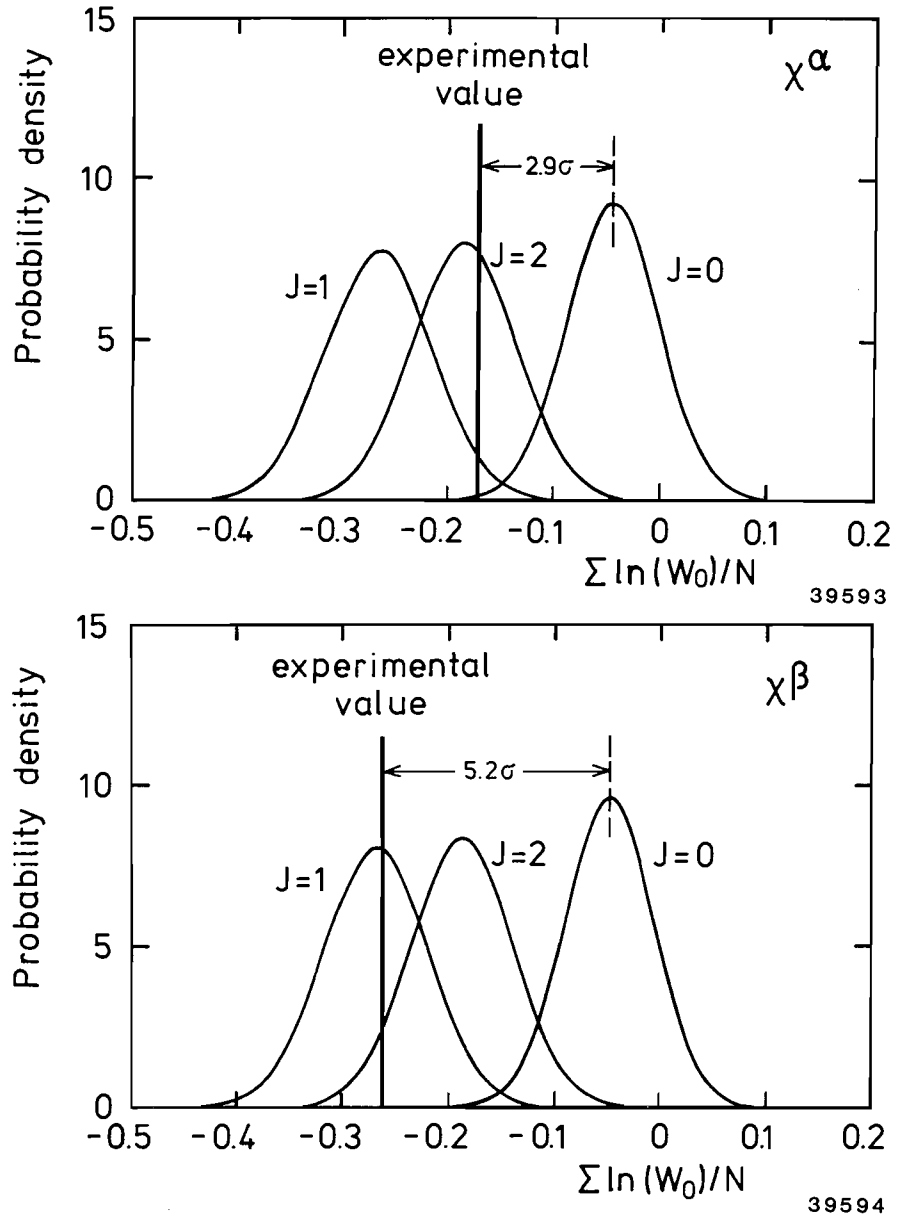


Abbildung 60: Spin-Analyse: Test für  $J = 0$ . Die Gauß-Kurven stellen die für  $J = 0, 1, 2$  theoretisch erwartete Häufigkeitsverteilung der Testfunktion (3) dar. Die experimentellen Werte der Testfunktion sind für die  $\alpha$ - und  $\beta$ -Datensätze als vertikale Balken dargestellt.

# Crystal Ball-Kollaboration

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

## Überblick

Der Crystal Ball-Detektor hat im Jahr 1985 die Messungen am  $e^+e^-$ -Speicher-ring DORIS II fortgeführt. Auf Vorschlag der ARGUS-Kollaboration lief DORIS II im Berichtsjahr auf und in der Nähe der  $\Upsilon(2S)$ -Resonanz. Die Crystal Ball-Kollaboration nutzte diese Zeit, um ihr Zwei-Photon-Physikprogramm fortzusetzen. Zur Untersuchung der Zwei-Photon-Erzeugung von  $\pi^0$  und  $\eta$  wurde ein spezieller Trigger mit besonders niedrigen Energieschwellen installiert, mit dem eine Datenmenge von ca.  $34 \text{ pb}^{-1}$  akkumuliert wurde. Zur Subtraktion des Untergrundes aus Strahl-Gas- und Strahl-Wand-Ereignissen wurden etwa 11 Tage lang Einzelstrahlraten genommen. Tab. 4 zeigt die im Berichtszeitraum gesammelten Datenmengen. Dank der 1983 durchgeführten Strahlenschutzmaßnahmen hat der Detektor im letzten Jahr nur eine Strahlendosis von ca. 60 rad erhalten.

*Meßprogramm und  
Detektorstatus*

Tabelle 4: Datennahme 1985.

Zyklus	Meßperiode	Meßprogramm	Luminosität [ $\text{pb}^{-1}$ ]
Frühjahr '85	09.05. - 05.06.	Kontinuum unterhalb $\Upsilon(4S)$	8.0
Sommer '85	10.06. - 25.07.	$\Upsilon(4S)$	21.4
	25.07. - 30.07.	$\Upsilon(4S)$ -Scan	4.0
	30.07. - 13.08.	Kontinuum unterhalb $\Upsilon(4S)$	8.3
	13.08. - 20.09.	$\Upsilon(4S)$	19.9
Herbst '85	20.09. - 23.09.	$e^-$ auf $\Upsilon(4S)$	
	19.10. - 20.10.	$e^-$ von 3.7 GeV	
	04.11. - 08.11.	$e^+$ auf $\Upsilon(4S)$	
Summe	99 Tage		61.6

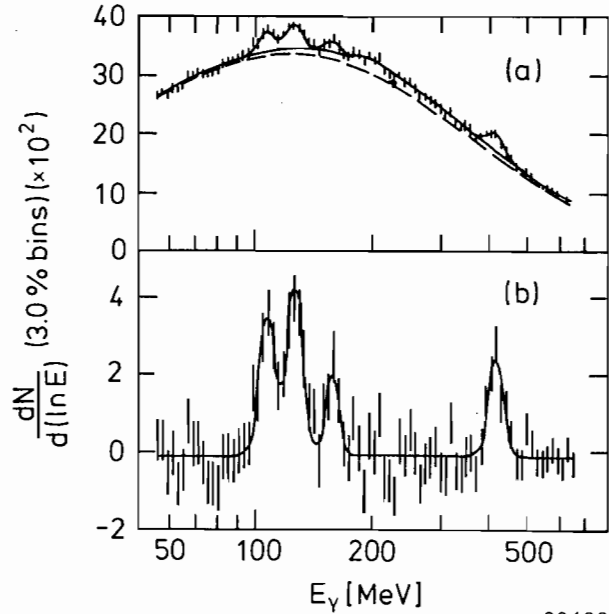


Abbildung 61: Das inklusive  $\gamma\gamma$ -Spektrum für Upsilon(2S)-Zerfälle. (a) Der Fit des Gesamtspektrums. (b) Das Spektrum nach Abzug des in (a) gezeigten Untergrunds. Die drei  $\gamma\gamma$ -Linien von  $\Upsilon(2S) \rightarrow \gamma\gamma\chi_b$  treten deutlich hervor. Die Linie bei 430 MeV entspricht den Zerfällen  $\chi_b \rightarrow \gamma\gamma\Upsilon(1S)$ .

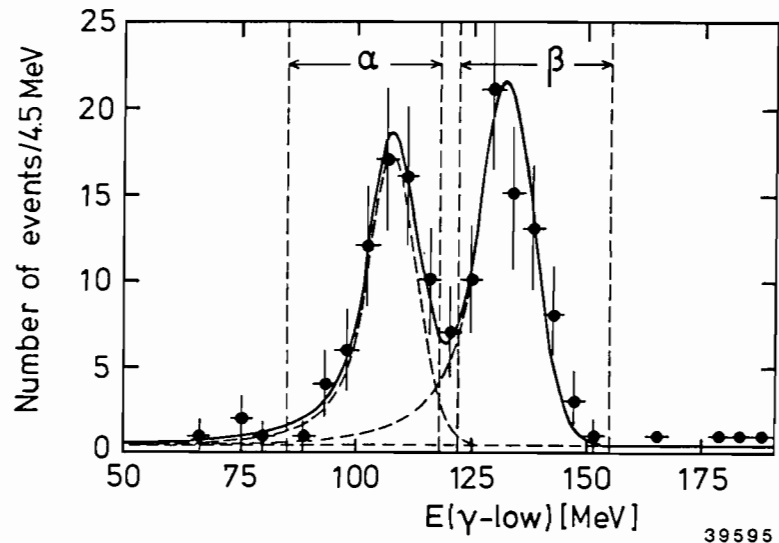


Abbildung 62: Spektrum des niederenergetischen Photons der Kaskade  $\Upsilon(2S) \rightarrow \gamma\chi_b$ ,  $\chi_b \rightarrow \gamma\Upsilon(1S)$ . Die gestrichelten Linien begrenzen die  $\alpha$ - und  $\beta$ -Datensätze für die Spin-Analyse.

## Physikalische Ergebnisse

Die auf der  $\Upsilon(2S)$ -Resonanz 1982 bis 1984 registrierten Daten (193 500 Resonanzzerfälle) dienten vornehmlich der Untersuchung von Eigenschaften der  $\chi_b(^3P_J)$ -Zustände (Spin  $J = 0, 1, 2$ ), die in folgenden Reaktionen beobachtet wurden:

$$\Upsilon(2S) \rightarrow \gamma\chi_b, \quad \chi_b \rightarrow \text{Hadronen} \quad (1)$$

$$\Upsilon(2S) \rightarrow \gamma\chi_b, \quad \chi_b \rightarrow \gamma\Upsilon(1S), \quad \Upsilon(1S) \rightarrow e^+e^- \text{ oder } \mu^+\mu^- \quad (2)$$

$\chi_b$ -Zustände

Die Messungen von  $\chi_b$ -Massen und Verzweigungsverhältnissen der Reaktionen (1) und (2), die schon im Jahresbericht 1984 beschrieben wurden, wurden im Berichtsjahr abgeschlossen und veröffentlicht. Die Photonenspektren werden in Abb. 61 und 62 dargestellt, die Ergebnisse in Tab. 5 zusammengefaßt. Der Vergleich mit theoretischen Berechnungen zeigt, daß stärker QCD-orientierte Modelle die  $\chi_b$ -Massen besser beschreiben als rein phänomenologische Modelle.

Die Energiebreiten der hadronischen  $\chi_b$ -Zerfälle,  $\Gamma_{\text{had}}$ , lassen sich aus den Meßergebnissen berechnen, wenn man theoretische Werte für die Breiten der Dipolübergänge  $\Gamma(\chi_b \rightarrow \gamma\Upsilon)$  zugrunde legt. Die Vorhersagen für  $\Gamma(\chi_b \rightarrow \gamma\Upsilon)$  gelten als verläßlich; tatsächlich stimmen die aus verschiedenen Potentialmodellen berechneten Werte gut miteinander überein. Diese aus der Messung abgeleiteten Breiten  $\Gamma_{\text{had}}(\chi_b)$  werden in Tab. 5 mit theoretischen Vorhersagen der QCD verglichen. Im Gegensatz zu den Breiten  $\Gamma_{\text{had}}(\chi_c)$ , bei denen große Diskrepanzen zwischen Theorie und Messung auftreten, wird hier gute Übereinstimmung beobachtet. Dies liegt daran, daß relativistische Korrekturen, die Modellrechnungen unverläßlich machen, im  $b\bar{b}$ -System bedeutend kleiner sind als beim  $c\bar{c}$ -System.

In Tab. 5 wurden die Bezeichnungen  $\chi_b^2, \chi_b^1, \chi_b^0$  benutzt, da nach Vorhersage der meisten Potentialmodelle dem höheren Spin die höhere Masse entspricht. Die

Tabelle 5: Eigenschaften der  $\chi_b$ -Zustände.

Größe		$\chi_b^2$	$\chi_b^1$	$\chi_b^0$
$E_\gamma$ in $\Upsilon(1S) \rightarrow \gamma\chi_b$	MeV	$108.2 \pm 1.6$	$131.4 \pm 1.5$	$163.8 \pm 3.1$
$\chi_b$ -Masse	MeV	$9914.6 \pm 1.6$	$9891.1 \pm 1.5$	$9858.2 \pm 3.1$
$\text{BR}(\Upsilon(2S) \rightarrow \gamma\chi_b)$	%	$5.8 \pm 0.7 \pm 1.0$	$6.5 \pm 0.7 \pm 1.2$	$3.6 \pm 0.6 \pm 0.9$
$\text{BR}(\Upsilon(2S) \rightarrow \gamma\chi_b, \chi_b \rightarrow \gamma\Upsilon(1S))$	%	$1.6 \pm 0.3 \pm 0.2$	$2.1 \pm 0.3 \pm 0.3$	$< 0.2$ (90% C.L.)
$\text{BR}(\chi_b \rightarrow \Upsilon(1S))$	%	$27 \pm 6 \pm 6$	$32 \pm 6 \pm 7$	$< 6$ (90% C.L.)
$\Gamma(\chi_b \rightarrow \text{Hadronen})$	keV			
Experimentell		$116 \pm 50$	$77 \pm 32$	$> 490$ (90% C.L.)
Theoret. Vorhersage		$115 \pm 7$	$\sim 33$	$643 \pm 46$

Kaskadenzerfälle (2), bei denen die Richtung jedes einzelnen der drei aufeinanderfolgenden Zweikörperzerfälle Information über den  $\chi_b$ -Spin trägt, bieten die Möglichkeit, den  $\chi_b$ -Spin aus der Zerfallswinkelkorrelation experimentell zu bestimmen. Nur die zwei schwereren  $\chi_b$ -Zustände können hier analysiert werden, da der dritte ein zu kleines BR( $\chi_b \rightarrow \gamma \Upsilon(1S)$ ) hat. Abb. 62 zeigt das Spektrum des niederenergetischen Photons und die zwei zur Spin-Analyse ausgewählten Datensätze  $\alpha$  und  $\beta$  mit 71 und 66 Ereignissen.

Es wird eine Testfunktion benutzt, die von den drei Zerfallswinkelpaaren aller Ereignisse eines  $\chi_b$ -Zustandes abhängt. Das Verfahren ist in Abb. 60 erläutert, wobei folgende Testfunktion gewählt wurde:

$$T = \frac{1}{N} \sum_i \ln W_{J=0}(\Omega_i) \quad (3)$$

Hier bedeutet  $W_{J=0}$  die für  $J = 0$  erwartete Winkelkorrelation,  $\Omega_i$  bezeichnet die drei Winkelpaare des  $i$ -ten Ereignisses und  $N$  die Anzahl der Ereignisse. Die Gauß-Kurven in Abb. 60 stellen die theoretisch erwartete Häufigkeitsverteilung der obigen Testfunktion für eine Vielzahl von Experimenten mit je  $N$  Ereignissen dar. Die experimentellen Werte der Testfunktion sind für die  $\alpha$ - und  $\beta$ -Daten in Abb. 60 als vertikale Balken dargestellt. Der Vergleich mit der Erwartung für  $J = 0$  zeigt Diskrepanzen von 2.9( $\alpha$ ) bzw. 5.9( $\beta$ ) Standardabweichungen und erlaubt es daher, diese Hypothese zu verwerfen. Auf ähnliche Weise, wenn auch mit geringerer Signifikanz, läßt sich zeigen, daß  $J(\alpha) \neq 1$  und  $J(\beta) \neq 2$  ist. Insbesondere kann die kombinierte Hypothese  $J(\alpha) = 1$  und  $J(\beta) = 2$  mit 2.5 Standardabweichungen verworfen werden (hierfür werden reine Dipolübergänge angenommen). Die in DORIS II bei der Energie des  $\Upsilon(2S)$  transversale Strahlpolarisation von 75% (beobachtet u.a. in  $e^+e^- \rightarrow \mu^+\mu^-$ ) war für die Spin-Analyse sehr hilfreich. Ohne sie wäre die doppelte Statistik erforderlich gewesen, um dieselbe Signifikanz zu erreichen.

### $\Upsilon(2S) \rightarrow \pi\pi\Upsilon(1S)$

Im Berichtsjahr wurde die Untersuchung der Reaktion  $\Upsilon(2S) \rightarrow \pi\pi\Upsilon(1S)$ ,  $\Upsilon(1S) \rightarrow e^+e^-$  oder  $\mu^+\mu^-$  abgeschlossen und veröffentlicht. Die gemessenen Verzweungsverhältnisse für die hadronischen Übergänge  $\Upsilon(2S) \rightarrow \pi\pi\Upsilon(1S)$  sind in Tab. 6 zusammengefaßt. Das Verzweungsverhältnis für die  $\pi^+\pi^-$ -Reaktion stimmt gut mit Ergebnissen anderer Messungen überein; der  $\pi^0\pi^0$ -Kanal wurde hier erstmals gemessen.

Die Verteilung der invarianten  $\pi\pi$ -Masse für den neutralen und den geladenen Kanal haben ihre Maxima bei hohen Werten von  $M_{\pi\pi}$  (Abb. 63). Dadurch wird eine Pion-Emission gemäß Phasenraum ausgeschlossen. PCAC-Modelle stimmen mit dem Experiment überein.

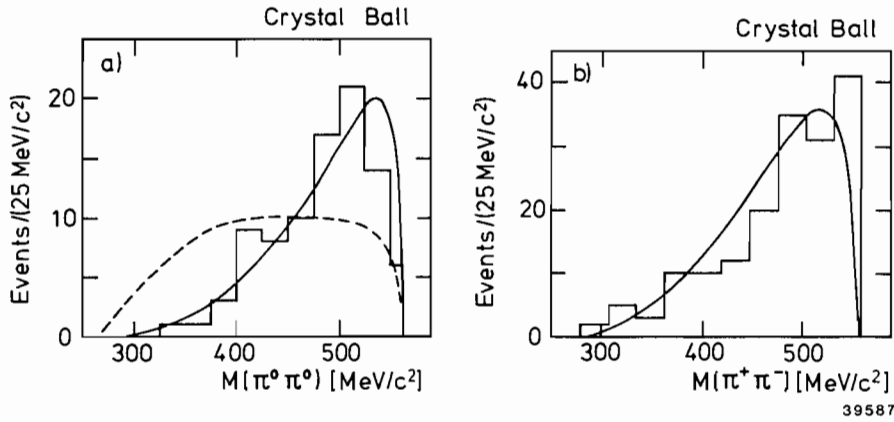


Abbildung 63: Die invariante  $\pi\pi$ -Masse der hadronischen Übergänge: (a)  $\Upsilon(2S) \rightarrow \pi^0\pi^0\Upsilon(1S)$  und (b)  $\Upsilon(2S) \rightarrow \pi^-\pi^+\Upsilon(1S)$ . Die durchgezogenen Kurven entsprechen den PCAC-Modellen. Die gestrichelte Kurve entspricht dem Phasenraum.

Tabelle 6: Verzweungsverhältnisse für  $\Upsilon(2S) \rightarrow \pi\pi\Upsilon(1S)$ .

	$\pi^+\pi^-$	$\pi^0\pi^0$
BR in %	$16.9 \pm 4.0$	$8.0 \pm 1.5$
$\pi^0\pi^0/\pi^-\pi^+$	$0.47 \pm 0.11$	

Die Messung von  $\Gamma_{ee}$  erfolgt mittels einer Integration der Resonanzkurve. Dem Crystal Ball-Experiment stehen zwei gemessene Anregungskurven über die  $\Upsilon(1S)$ -Resonanz ( $0.34$  und  $0.21 \text{ pb}^{-1}$ ) und eine über die  $\Upsilon(2S)$ -Resonanz ( $1.9 \text{ pb}^{-1}$ ) zur Verfügung. Die folgenden Resultate wurden erzielt:

$$\begin{aligned}\Gamma_{ee}(1S) &= 1.25 \pm 0.07 \pm 0.09 \text{ keV} \\ \Gamma_{ee}(2S) &= 0.59 \pm 0.04 \pm 0.04 \text{ keV (vorläufig)}\end{aligned}$$

Um  $B_{\mu\mu}$  zu ermitteln, wird die Ausbeute an  $\mu$ -Paaren auf der Resonanz verglichen mit der im Kontinuum. Für das  $\Upsilon(1S)$  wurde ein Datensatz von  $9.3 \text{ pb}^{-1}$  analysiert, auf dem  $\Upsilon(2S)$  werden  $59 \text{ pb}^{-1}$  verwendet. Das Kontinuum-Vergleichssample besteht aus  $4.5 \text{ pb}^{-1}$  unterhalb der  $\Upsilon(2S)$ -Resonanz und  $14.2 \text{ pb}^{-1}$  auf und in der Nähe der  $\Upsilon(4S)$ -Resonanz. Die Resultate der Analyse sind:

$$\begin{aligned}B_{\mu\mu}(1S) &= (2.5 \pm 0.3 \pm 0.3)\% \\ B_{\mu\mu}(2S) &= (1.6 \pm 0.4 \pm 0.3)\% \quad (\text{vorläufig})\end{aligned}$$

$\Gamma_{ee}, B_{\mu\mu}, \Gamma_{tot}$   
der  $\Upsilon(1S)$ - und  
 $\Upsilon(2S)$ -Resonanzen



Alle Ergebnisse stimmen sehr gut mit den Messungen anderer Experimente überein. Der Crystal Ball-Wert von  $B_{\mu\mu}(2S)$  ist die derzeitig genaueste Einzelmessung dieser Größe.

Aus der Kombination der Messungen für  $\Gamma_{ee}$  und  $B_{\mu\mu}$  ergeben sich schließlich die folgenden Werte für die Gesamtbreiten der  $\Upsilon(1S)$ - und  $\Upsilon(2S)$ -Mesonen:

$$\begin{aligned}\Gamma_{\text{tot}}(1S) &= 50 \pm 7 \pm 7 \text{ keV} \\ \Gamma_{\text{tot}}(2S) &= 37 \pm 10 \pm 7 \text{ keV} \quad (\text{vorläufig})\end{aligned}$$

### $\zeta$ -Teilchen

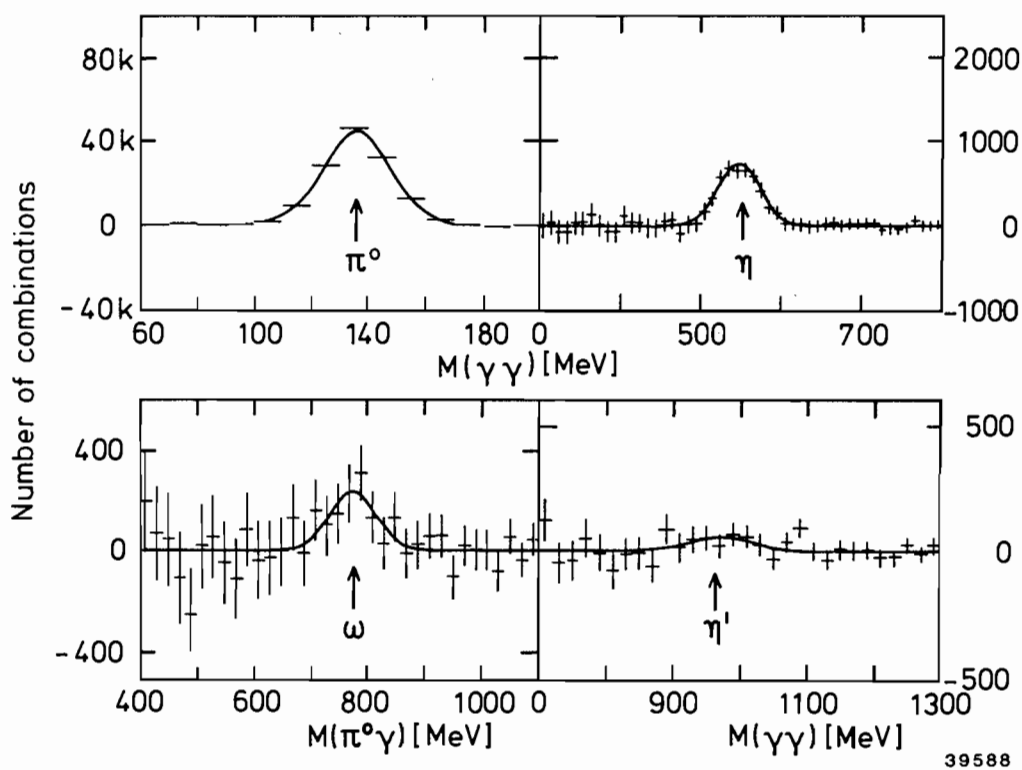
In den 1983 akkumulierten hadronischen Ereignissen auf der  $\Upsilon(1S)$ -Resonanz wurde eine schmale  $\gamma\gamma$ -Linie von  $E_\gamma = 1.07 \text{ GeV}$  mit einer Signifikanz von  $4.2\sigma$  und einem Verzweigungsverhältnis  $\text{BR}(\Upsilon(1S) \rightarrow \gamma\zeta) = (0.47 \pm 0.11 \pm 0.26)\%$  gefunden. In einer Analyse der Daten mit niedriger Multiplizität, die nicht im hadronischen Datensatz enthalten sind, wurde die  $\gamma\gamma$ -Linie mit einer Signifikanz von  $3.3\sigma$  ebenfalls gesehen. Die 1984 zur weiteren Untersuchung des Effekts genommenen Daten haben die  $\gamma\gamma$ -Linie nicht bestätigt und zu einer oberen Grenze von  $\text{BR} < 0.08\%$  geführt. Auch weitere Untersuchungen in 1985 konnten diesen Widerspruch nicht aufklären.

Mehrere Analysen exklusiver  $\Upsilon(1S)$ -Zerfälle wurden 1985 begonnen, die im nächsten Jahr mit einer größeren Datenmenge Ergebnisse liefern werden.

### Fragmentation von Quarks und Gluonen am Beispiel isoskalarer Teilchen

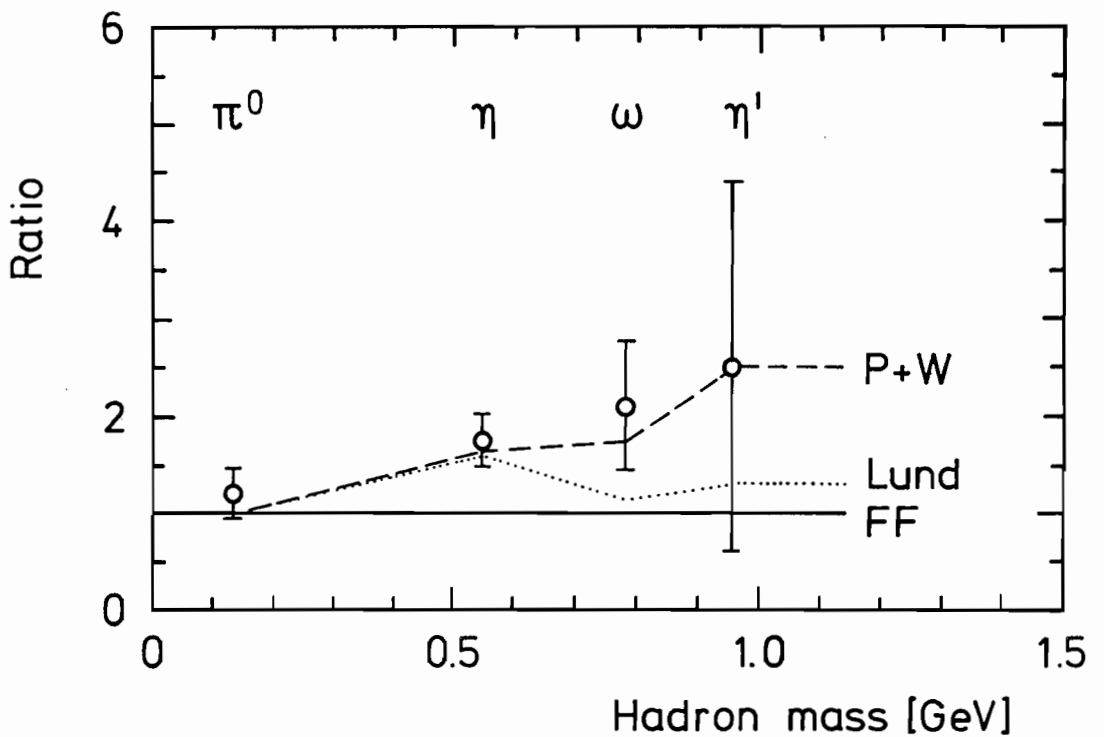
Es ist eine interessante Frage, ob Quarks und Gluonen experimentell beobachtbare Unterschiede in ihrer Fragmentation zeigen. Es existieren Modelle, die postulieren, daß sich wenigstens die energiereichsten Teilchen eines Gluon-Jets daran "erinnern", daß sie Fragmente eines geschmacksneutralen Gluons sind. Da die  $\Upsilon(1S)$ -Resonanz hauptsächlich in drei Gluonen zerfällt, könnte man eine Produktionsrate für isoskalare Teilchen, wie z.B. für  $\eta$ ,  $\eta'$ ,  $\omega$  und  $\Phi$ , erwarten, die gegenüber dem entsprechenden Wert für das Kontinuum erhöht wäre. Es wurden daher die mit dem Crystal Ball-Detektor aufgenommenen hadronischen Daten von 358 000 Ereignissen auf dem  $\Upsilon(1S)$ , 339 000 Ereignissen auf dem  $\Upsilon(2S)$  und 71 000 Ereignissen kombiniert aus dem Kontinuum und  $\Upsilon(4S)$ -Zerfällen benutzt, um nach den neutral zerfallenden Mesonen  $\pi^0$ ,  $\eta$ ,  $\omega$  und  $\eta'$  zu suchen. Die Nachweiswahrscheinlichkeiten unter Einbeziehung der Verzweigungsverhältnisse für den benutzten Zerfallskanal ( $\gamma\gamma$  für  $\pi^0$ ,  $\eta$  und  $\eta'$ ;  $\pi^0\gamma$  für  $\omega$ ) sind  $\epsilon(\pi^0) = (7.6 \pm 1.2)\%$ ,  $\epsilon(\eta) = (2.0 \pm 0.1)\%$ ,  $\epsilon(\omega) = (0.37 \pm 0.02)\%$  und  $\epsilon(\eta') = (0.16 \pm 0.02)\%$ .

Die invarianten Massenverteilungen sind in Abb. 64 für den  $\Upsilon(1S)$ -Datensatz gezeigt. Es sind deutliche Signale bei den Massenwerten zu sehen, die für  $\pi^0$ 's und  $\eta$ 's erwartet werden. Während das  $2\sigma$ -Signal bei der  $\eta'$ -Masse statistisch nicht signifikant ist, wurden  $(1199 \pm 291)$   $\pi^0\gamma$ -Kombinationen mit der  $\omega$ -Masse beobachtet. Die Kombination von  $\pi^0$ 's und  $\gamma$ 's aus verschiedenen Ereignissen ergibt kein Signal. Dies stellt die erste Beobachtung inklusiver  $\omega$ 's in der  $\Upsilon$ -Region dar. Da diese 1S-, 2S- und (Kontinuum und 4S)-Datensätze verschieden



39588

Abbildung 64: Invariante  $\gamma\gamma$ - und  $\pi^0\gamma$ -Massenverteilungen. Eine durch Polynome darstellbare glatte Untergrundverteilung ist abgezogen. Die Linien sind Anpassungen unter Benutzung einer gaußförmigen Verteilung mit einer aus Monte-Carlo-Rechnungen bestimmten Breite.



39592

Abbildung 65: Aufgetragen ist das Verhältnis der Teilchenausbeute für direkte Zerfälle der  $\Upsilon$ -Resonanz zur Ausbeute die das Modell der unabhängigen Fragmentation von Feynman und Field (FF) liefern. Die Punkte stellen die gemessenen Verhältnisse dar, die gestrichelte Kurve die der Vorhersage des Modells von Peterson und Walsh, und die punktierte Linie die vom LUND-Modell.

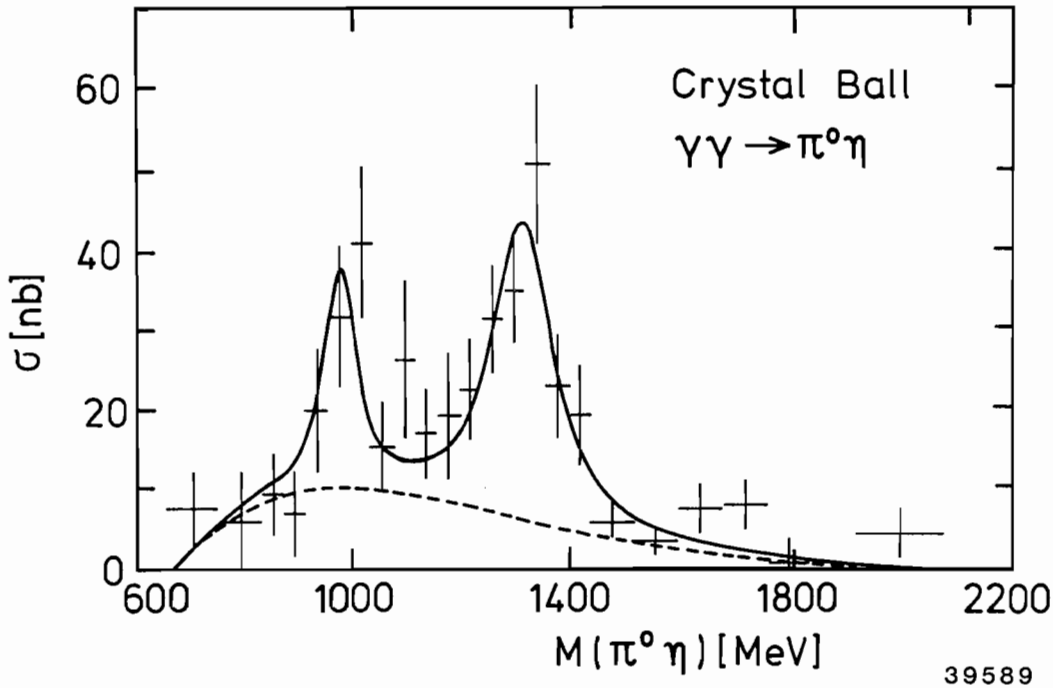


Abbildung 66: Der Wirkungsquerschnitt für die Reaktion  $\gamma\gamma \rightarrow \pi^0\eta \rightarrow 4\gamma$ . Man erkennt die Resonanzen  $\delta(980)$  und  $A_2(1320)$ . Die durchgezogene Kurve ist das Ergebnis eines Fits der beiden Resonanzen und eines nicht-resonanten Untergrundes. Die gestrichelte Kurve zeigt diesen Untergrund.

große Zwei-Quark-Anteile haben, ist es möglich, auf die Werte für das Kontinuum und den direkten  $\Upsilon$ -Zerfall zu extrapolieren. Man erhält für den direkten Zerfall des  $\Upsilon(1S)$ :

$$\begin{array}{ll} (5.2 \pm 1.0)\pi^0/\text{Ereignis} & (0.68 \pm 0.09)\eta/\text{Ereignis} \\ (1.2 \pm 0.4)\omega/\text{Ereignis} & (0.7 \pm 0.5)\eta'/\text{Ereignis} \end{array}$$

Der Wert für das  $\pi^0$  zeigt gute Übereinstimmung sowohl mit dem experimentellen Ergebnis der CLEO-Kollaboration als auch mit der Vorhersage eines Modells der unabhängigen Fragmentation. Die Werte für  $\eta$ 's und  $\omega$ 's liegen höher und werden besser durch ein Modell von Peterson und Walsh beschrieben, wonach nur die energiereichsten Teilchen eines Gluon-Jets in isoskalare Teilchen zerfallen (s. Abb. 65). Unter Verwendung des von der CLEO-Kollaboration gemessenen Wertes für  $\rho$ -Mesonen erhält man für das Verhältnis von isoskalaren zu isovektoriellen Teilchen:  $\omega/\rho = 2.2 \pm 0.9$

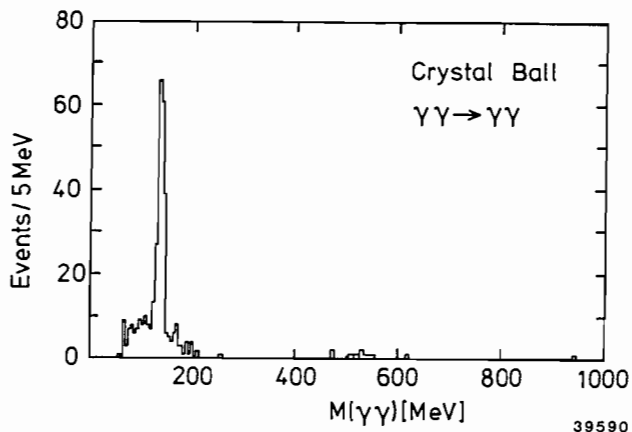


Abbildung 67: Die invariante Masse der Reaktion  $\gamma\gamma \rightarrow \gamma\gamma$  für die mit einem speziellen  $\pi^0$ -Trigger genommenen Daten ( $6.8 \text{ pb}^{-1}$ ).

**Zwei-Photon-Reaktionen**

Mit dem Crystal Ball-Detektor wurden die Zwei-Photon-Reaktionen

$$e^+e^- \rightarrow e^+e^-\gamma\gamma, \quad \gamma\gamma \rightarrow 2\gamma, 4\gamma, 6\gamma$$

untersucht. Die gestreuten Leptonen wurden im Detektor nicht beobachtet (no-tag). Als Signatur für ein Zwei-Photon-Ereignis dient ein niedriger Transversalimpuls in Verbindung mit einer gegenüber der Schwerpunktsenergie verringerten Gesamtenergie.

$$\gamma\gamma \rightarrow 4\gamma, 6\gamma$$

Die Analyse von  $\gamma\gamma \rightarrow \pi^0\eta \rightarrow 4\gamma$  wurde 1985 abgeschlossen und veröffentlicht. Abb. 66 zeigt den gemessenen Wirkungsquerschnitt.

Man erkennt die beiden Resonanzen  $\delta(980)$  und  $A_2(1320)$ . Für die partiellen Zerfallsbreiten ergibt sich:

$$\begin{aligned} \Gamma_{\gamma\gamma}(A_2) &= 1.14 \pm 0.20 \pm 0.26 \text{ keV} \\ \Gamma_{\gamma\gamma}(\delta) &= 0.19 \pm 0.07^{+0.10}_{-0.07} \text{ keV} \end{aligned}$$

Der Wert für das  $A_2$  stimmt gut mit theoretischen Vorhersagen sowie mit anderen Experimenten überein. Im Falle des  $\delta$  gibt es kein anderes Experiment, das die partielle Zerfallsbreite bestimmt hat. Die theoretischen Vorhersagen unterscheiden sich hier um mehrere Größenordnungen.

Neue Analysen von  $\gamma\gamma \rightarrow \pi^0\pi^0$  sowie  $\gamma\gamma \rightarrow \eta\pi^0\pi^0$  werden von den 1985 genommenen  $62 \text{ pb}^{-1}$  profitieren.

$$\gamma\gamma \rightarrow 2\gamma$$

Es wurde die Reaktion  $\gamma\gamma \rightarrow \pi^0 \rightarrow \gamma\gamma$  untersucht. Wegen der geringen beobachteten Gesamtenergie war zum Nachweis dieser Reaktion eine besondere

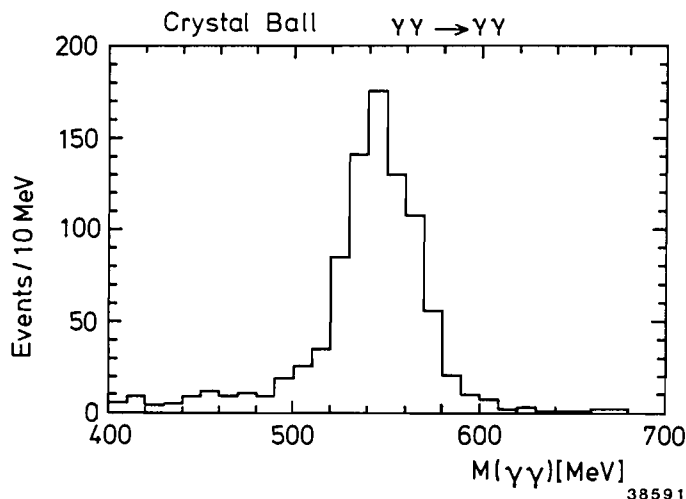


Abbildung 68: Das Spektrum der Reaktion  $\gamma\gamma \rightarrow \gamma\gamma$  im Massenbereich des  $\eta$  ( $78 \text{ pb}^{-1}$ , hauptsächlich mit normalen Trigger).

Triggereinstellung notwendig. Im Berichtsjahr wurde der Datensatz mit diesem Trigger auf  $41 \text{ pb}^{-1}$  erhöht. Die Analyse der 1984 akkumulierten  $6.8 \text{ pb}^{-1}$  hat ein deutliches Signal im invarianten Massenspektrum (Abb. 67) gezeigt. Nach Subtraktion eines Untergrundes von 56 Ereignissen, der mit Hilfe separierter Strahlen bestimmt wurde, blieben  $124 \pm 22 \pi^0$ -Ereignisse. Für die totale Zerfallsbreite ergab sich in guter Übereinstimmung mit anderen Experimenten:

$$\Gamma_{\gamma\gamma}(\pi^0) = 7.9 \pm 1.4 \pm 1.6 \text{ eV} \quad (\text{vorläufig})$$

Der statistische Fehler wird durch neue Daten reduziert, der systematische Fehler kann durch erweiterte Monte-Carlo-Studien verringert werden.

Zur Untersuchung der Reaktion  $\gamma\gamma \rightarrow \eta \rightarrow \gamma\gamma$  wurden Daten mit einer integrierten Luminosität von  $78 \text{ pb}^{-1}$  verwendet. Aus dem invarianten Massenspektrum (Abb. 68) erhält man nach Untergrundabzug insgesamt  $748 \pm 30 \eta$ -Ereignisse. Daraus ergibt sich die Zerfallsbreite

$$\Gamma_{\gamma\gamma}(\eta) = 0.58 \pm 0.02 \pm 0.06 \text{ keV} \quad (\text{vorläufig})$$

Dieser Wert steht in guter Übereinstimmung mit Messungen anderer Experimente an  $e^+e^-$ -Speicherringen, zeigt aber eine Diskrepanz zu Ergebnissen früherer Messungen, die den Primakoff-Effekt ausnutzten.

---

# Europäische Myon-Kollaboration

## Myon-Streuung am CERN-SPS

### Überblick

Innerhalb der Europäischen Myon-Kollaboration EMC ist DESY mit einer Arbeitsgruppe seit mehr als 10 Jahren am Aufbau, der Durchführung und der Auswertung von Myon-Streuexperimenten beteiligt. Nach dem Abschluß der Messungen zum NA9-Experiment Ende 1983 hat sich die DESY-Arbeitsgruppe aus dem weiteren Meßprogramm der EMC zurückgezogen und sich auf die Auswertung der Ergebnisse beschränkt.

### Physikalische Ergebnisse

Die Europäische Myon-Kollaboration hat im Energiebereich von 120 bis 280 GeV Präzisionsmessungen von Strukturfunktionen an verschiedenen Targets durchgeführt. Im Berichtsjahr wurde eine umfangreiche Auswertung zur Bestimmung der Strukturfunktion des Protons abgeschlossen. Durch die gute Akzeptanz des EMC-Spektrometers konnte der sehr große kinematische Bereich von  $0.02 < x < 0.8$  und  $3 < Q^2 < 190 \text{ GeV}^2$  überdeckt werden. Die Ergebnisse sind in Abb. 69 zusammengestellt. Durch einen Vergleich von  $F_2$  bei verschiedenen Energien wurde festgestellt, daß  $R = \sigma_1/\sigma_t$  kaum von  $Q^2$ ,  $x$  oder  $\nu$  abhängt und mit Null verträglich ist. Für den QCD-Massen-Skalierungsparameter ergab sich ein Wert von 105 MeV. Für  $Q^2$  von etwa  $22.5 \text{ GeV}^2$  ergab sich, daß im Mittel 56% des Proton-Impulses von Gluonen getragen wird.

*Strukturfunktion  
des Protons*

Das Studium der Multiplizitätsverteilungen von Hadronen bei der Myon-Produktion gibt Aufschluß über die Hadronisierung von Quarks. Nach dem Quark-Parton-Modell erhält man einen Beitrag zur Multiplizität von dem angestoßenen Quark und von dem verbleibenden Diquark-System. Diese beiden Beiträge können weitgehend unabhängig voneinander untersucht werden. Teilchen mit  $x_F > 0$  (Feynman  $x$ ) wurden dem Quark-Jet zugeordnet und solche mit  $x_F < 0$  dem Target-Jet. Es zeigt sich, daß die mittlere Vorwärtsmultiplizität immer größer ist als die mittlere Rückwärtsmultiplizität (Abb. 70). Beide Multiplizitätsverteilungen steigen linear mit  $\ln W^2$  an. In Abb. 71 wird die Vorwärtsmultiplizität mit  $e^+e^-$ -Daten verglichen. Für diesen Vergleich wurde die Multiplizität mit dem Faktor 2 multipliziert. Die  $e^+e^-$ -Daten wurden außerdem auf  $K_s^0$ -,  $\Lambda$ - und  $\bar{\Lambda}$ -Zerfälle korrigiert.

*Multiplizität  
hadronischer  
Endzustände*



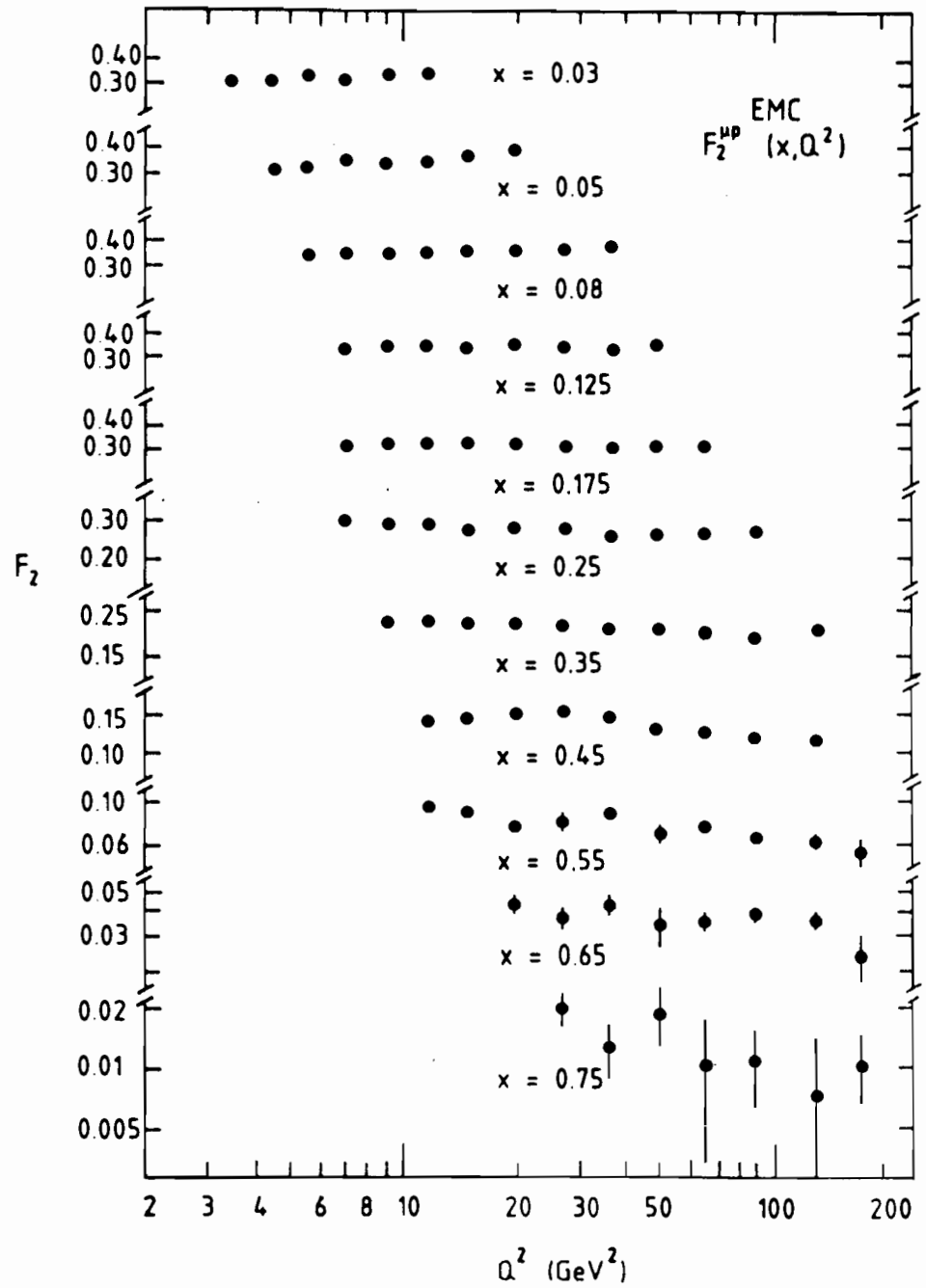


Abbildung 69: Die Strukturfunktion  $F_2$  des Protons für verschiedene  $x$ -Bereiche als Funktion von  $Q^2$ .

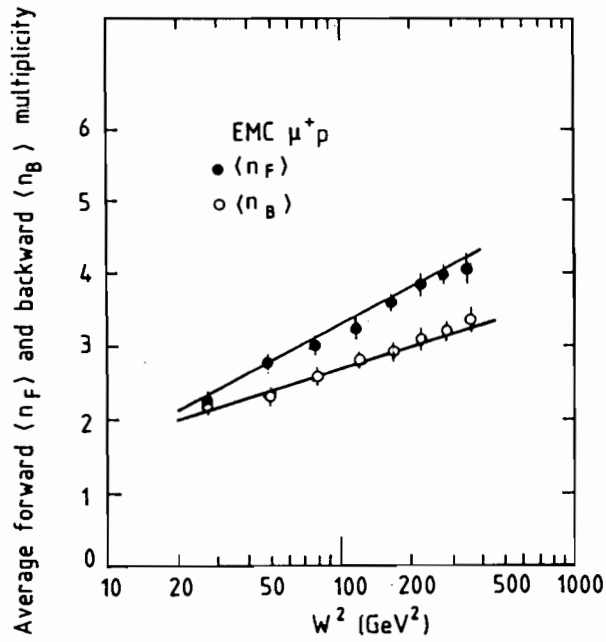


Abbildung 70: Die mittlere Multiplizität im Vorwärts- und Rückwärtsbereich. Die Linien sind Anpassungen einer  $(a + b \ln W^2)$ -Abhängigkeit.

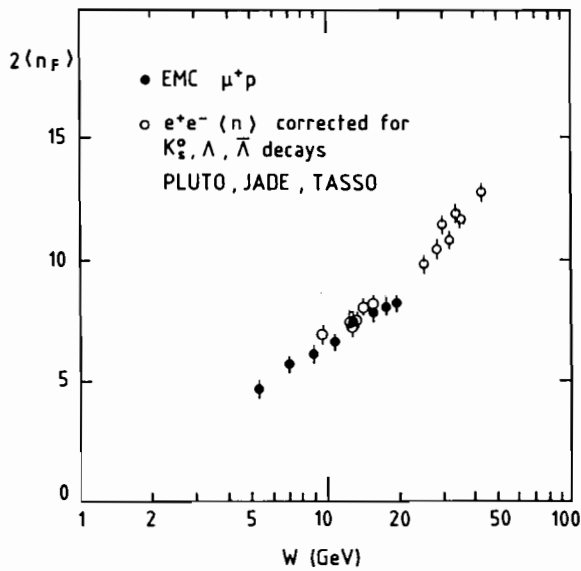


Abbildung 71: Die zweifache Vorwärtsmultiplizität verglichen mit  $e^+e^-$ -Daten.

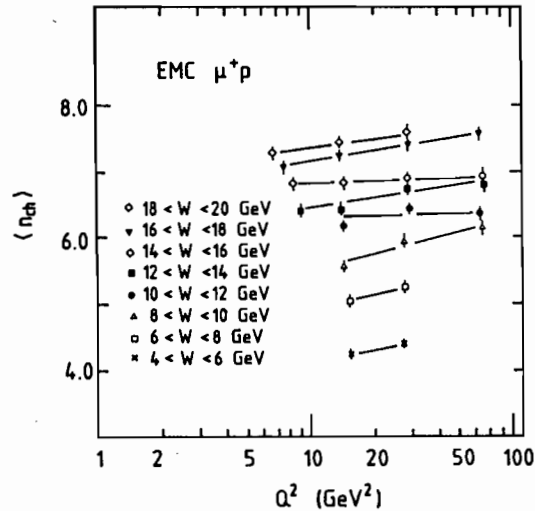


Abbildung 72: Die mittlere Multiplizität für verschiedene Energiebereiche als Funktion von  $Q^2$ .

QCD-Effekte sollten sich in der  $Q^2$ -Abhängigkeit der Multiplizitätsverteilungen widerspiegeln. Im Gegensatz zu den  $e^+e^-$ -Kollisionen kann bei der Myon-Produktion  $Q^2$  für eine feste Energie  $W$  variiert werden. Die Abb. 72 zeigt die Resultate für verschiedene  $W$ -Bereiche. Es wird ein Anstieg in der Multiplizität mit  $Q^2$  beobachtet. Dieser Anstieg in der Multiplizität erfolgt bei kleinem  $z$ , während bei  $z \sim 0.2$  die Multiplizität mit  $Q^2$  leicht abnimmt.

#### Fragmentation von u-Quarks

Bei der Fragmentation von u-Quarks in geladene  $\pi$ -Mesonen erhält man besonders bei großem  $z$  eine starke Anreicherung von positiven  $\pi$ -Mesonen. Diese Anreicherung spiegelt die Quark-Ladung wider. Die Daten wurden durch die Streuung von Myonen an einem Deuterium-Target gewonnen. Wegen der symmetrischen Verteilung von u- und d-Quarks in Deuterium können die einzelnen Quark-Beiträge getrennt bestimmt werden. In Abb. 73 erkennt man die starken Unterschiede in den Fragmentationsfunktionen.

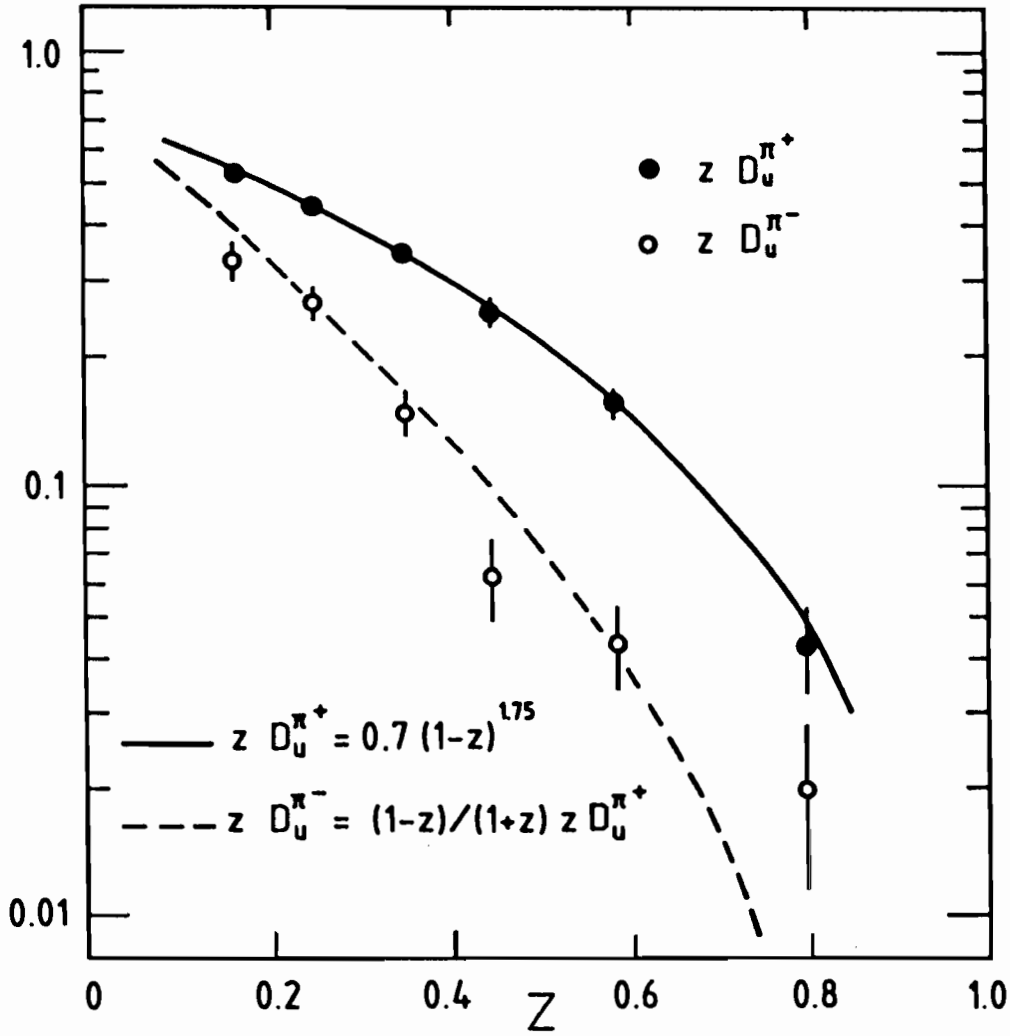


Abbildung 73: Fragmentationsfunktionen von u-Quarks in  $\pi^+$ - und  $\pi^-$ -Mesonen. Die Kurven entsprechen den angegebenen Parametrisierungen.

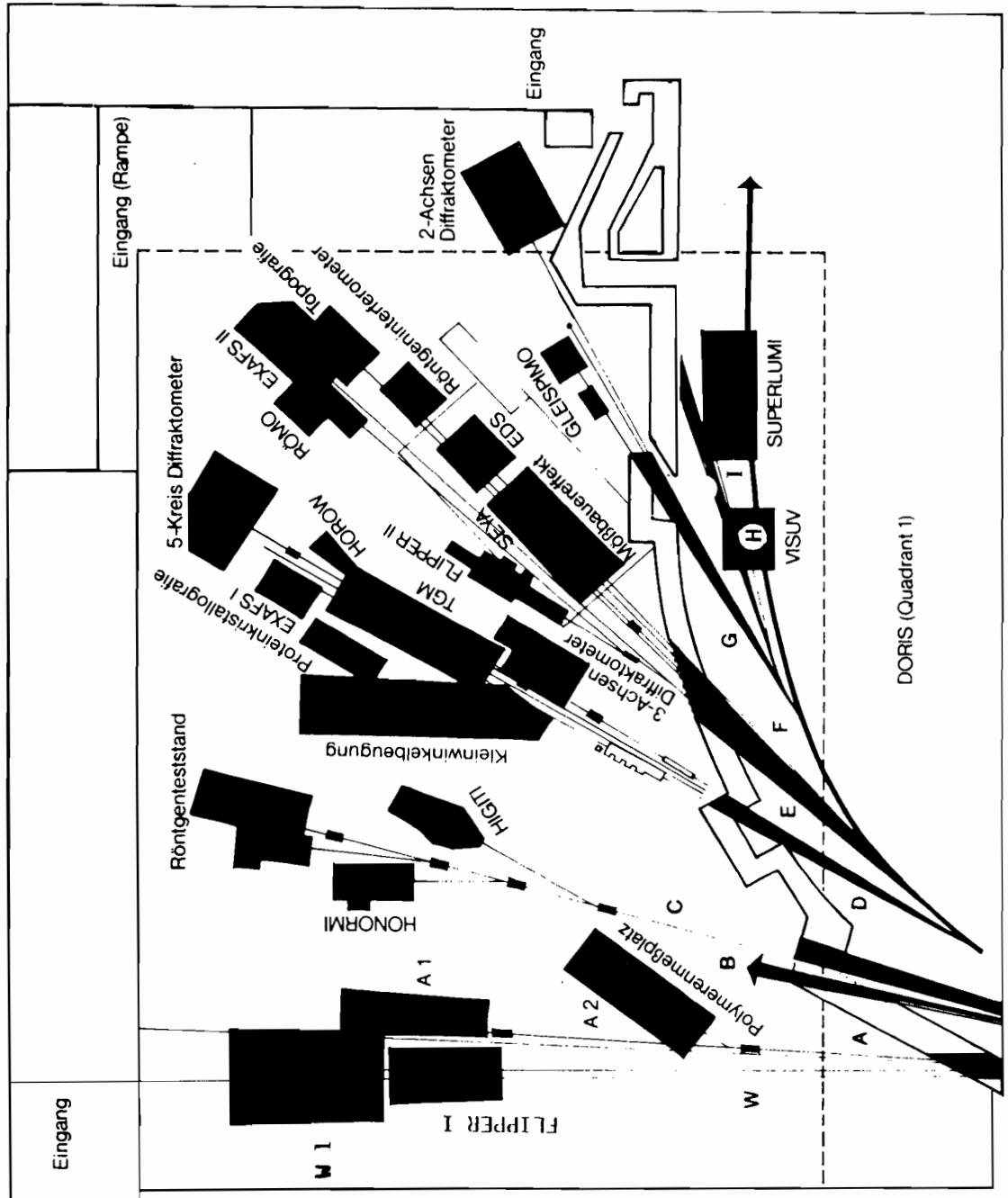


Abbildung 74: Schematische Darstellung der Strahlführung zu den HASYLAB-Meßplätzen

# Hamburger Synchrotronstrahlungslabor HASYLAB

*Überblick*

Im Hamburger Synchrotronstrahlungslabor HASYLAB wird der Speicherring DORIS im großen Maßstab für Experimente mit Synchrotronstrahlung genutzt. Der gesondert erhältliche HASYLAB-Jahresbericht 1985 mit mehr als 120 Einzelbeiträgen aus den verschiedenen Disziplinen vermittelt einen Eindruck von der Fülle der interessanten Ergebnisse und von der Breite der Einsatzmöglichkeiten von Synchrotronstrahlung.

Das Jahr 1985 war dabei ein Jahr äußerst intensiver Nutzung der zur Zeit 26 betriebsbereiten Meßplätze (Tab. 7).

Tabelle 7: Meßplätze bei HASYLAB (Stand Dezember 1985)

2 eV - 6 eV	5 eV - 50 eV	20 eV - 1500 eV	Röntgenbereich
VISUV	HONORMI HIGITI SEYA SUPERLUMI	FLIPPER I (am W1) TGM HOROW FLIPPER II GLEISPIMO	Röntgenteststand Kleinwinkelbeugung (EMBL) Proteinkristallographie (EMBL) EXAFS I (EMBL) 5-Kreis-Diffraktometer 3-Achsen-Diffraktometer RÖMO EXAFS II Topographie Röntgeninterferometer EDS Mößbauer-effekt 2-Achsen-Diffraktometer Wiggler 1 Kleinwinkelbeugung (Polymere) RÖFO (A1)

Dafür wurde der Speicherring DORIS II als Quelle von Synchrotronstrahlung im sichtbaren, Ultraviolett-, Vakuum-Ultraviolett- und Röntgengebiet für 1/3 der Betriebszeit bei 3.7 GeV Elektronen-Energie in einer für Synchrotronstrahlungsexperimente optimierten Weise betrieben und für 2/3 der Betriebszeit bei 5.3 GeV parallel zur Hochenergiephysik genutzt. Der Ende des Vorjahres in Betrieb genommene Wiggler/Undulator wurde mit einem neuen Röntgenmonochromator und einem Fokussierspiegel ausgerüstet (Abb. 75) und erfolgreich für

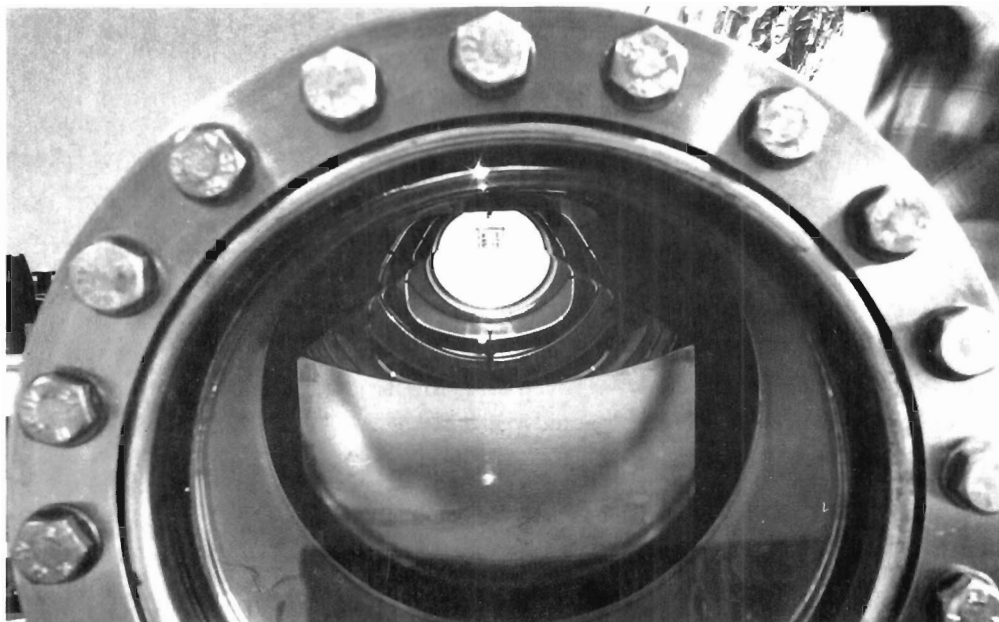


Abbildung 75: 1 m langer Toroidspiegel zur Fokussierung der Röntgen-Wiggler-Strahlung.

eine größere Zahl von wissenschaftlichen Projekten an zwei Meßplätzen eingesetzt.

*Experimentierbetrieb*

Die Experimente im HASYLAB befassen sich mit Untersuchungen der geometrischen und elektronischen Struktur der Materie und mit Anwendungen verschiedener experimenteller Methoden. Eine Außenstelle des Europäischen Labors für Molekularbiologie EMBL führt an drei Meßplätzen in der HASYLAB-Halle Untersuchungen zur Aufklärung biologischer Strukturen durch.

Der Speicherring DORIS II war im Berichtsjahr von März bis Anfang November in Betrieb. Die Hauptbenutzerzeit bei 3.7 GeV, vier Bunchen und  $e^-$ -Strahl wurde in zwei Blöcken angeboten (15.3. bis 22.4. und 23.9. bis 4.11.85), wobei die Spitzenströme bei 100 mA und der mittlere Strom um 50 mA lagen. Ursprünglich war geplant, den Hauptbenutzerbetrieb auf drei Blöcke aufzuteilen, was für den Experimentierbetrieb günstiger ist. Durch eine drohende Kürzung der Gesamtlaufzeit aufgrund finanzieller Engpässe mußte kurzfristig umgeplant werden. Die Nebenbenutzerzeit wurde bei 5.3 GeV, Einzel-Bunch und kollidierenden  $e^+e^-$ -Strahlen bei Strömen zwischen 30 und 40 mA vor allem von Experimenten, die zeitaufgelöste Messungen durchführen und solchen, die harte Röntgenstrahlung verwenden, gut genutzt. Allerdings war die mittlere Lebensdauer kurz, und es mußte ca. alle 40 Min. neu injiziert werden, während in

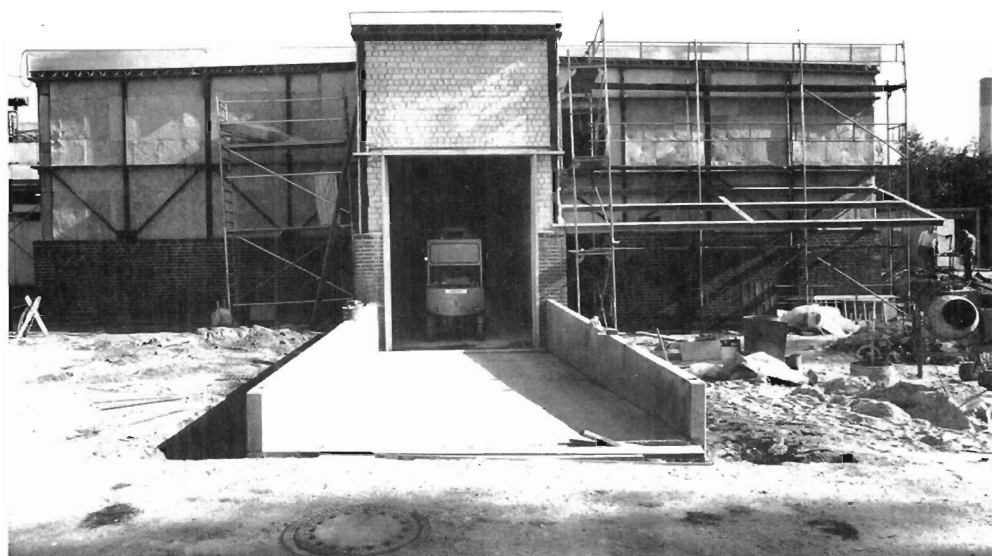


Abbildung 76: Die neue Experimentierhalle am Wiggler W2.

Hauptbenutzerschichten nur alle drei bis fünf Stunden neu injiziert zu werden brauchte.

Besonders positiv wirkten sich im Berichtsjahr die Maßnahmen zur Stabilisierung der Strahlage aus, die vielen Experimenten in der Hauptbenutzerzeit zu Daten mit wesentlich verbesserter Qualität verhalfen.

Die Rückwirkungen des Wiggler W1 auf DORIS II sind erfreulicherweise gering. Die häufig erforderliche Änderung des Magnetgaps im Wiggler, wenn ein Wechsel des Experimentes vorgenommen wird oder wenn das Undulatormaximum im Bereich von 36 eV bis 1000 eV Photonen-Energie verschoben wird, kann in Hauptbenutzerschichten ohne Nachstellen des Arbeitspunktes von DORIS erfolgen, in Nebenbenutzerschichten ist aber im allgemeinen eine kleine Korrektur erforderlich.

Das 1983 beschlossene mittelfristige HASYLAB-Ausbauprogramm wurde auch im Berichtsjahr weitergeführt. Die Röntgenwiggler-Halle W2 hatte Mitte des Jahres ihr Richtfest und wird zum Nutzertreffen im Januar 1986 soweit fertiggestellt sein, daß dort die Postersitzung stattfinden kann. Das Konzept des Wiggler W2 (Abb. 76) und die zugehörige Strahlführung wurden im Laufe des Jahres im Detail weiterentwickelt. Außerdem ist die Planung für zwei Bauten mit Labor- und Bürofläche am HASYLAB bis zur Vorlage der Haushaltsunterlagen gediehen. Ende des Jahres konnte auch die neue Strahlführung im Bereich der Fächer B/C innerhalb des Ringtunnels installiert werden, und dadurch



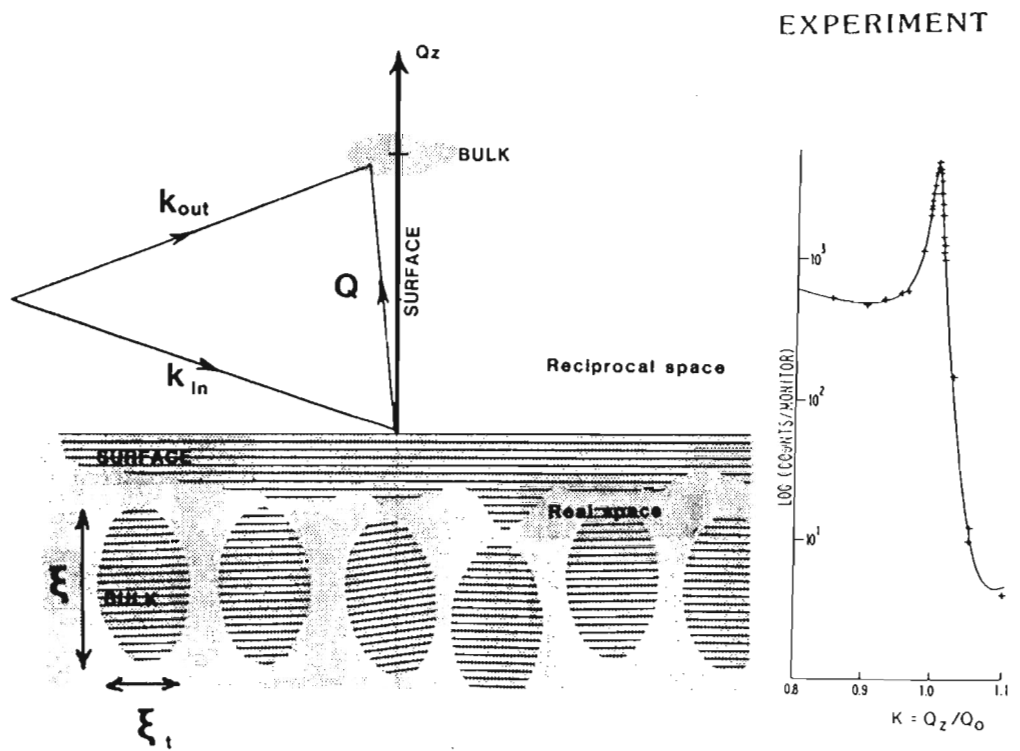


Abbildung 77: Die Ordnungsphänomene an Oberflächen und im Volumen von Flüssigkristallen werden durch den Streuvektor  $Q$  der Röntgenstrahlung abgetastet. Die scharfe Struktur der Röntgenreflexion (im rechten Bildteil) charakterisiert die von der Oberfläche ins Innere ausgehenden Dichtewellen.

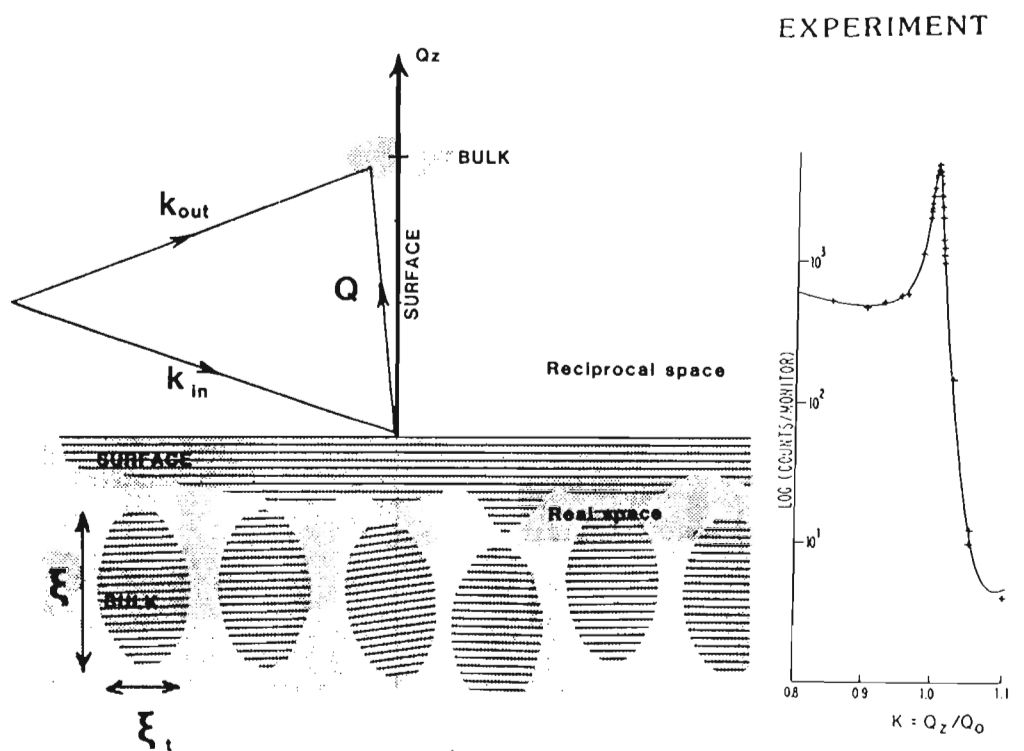


Abbildung 77: Die Ordnungsphänomene an Oberflächen und im Volumen von Flüssigkristallen werden durch den Streuvektor  $Q$  der Röntgenstrahlung abgetastet. Die scharfe Struktur der Röntgenreflexion (im rechten Bildteil) charakterisiert die von der Oberfläche ins Innere ausgehenden Dichtewellen.

wurde die Voraussetzung für den Einbau des Miniwigglers W3 im Frühjahr 1986 geschaffen.

Auch die langfristigen Perspektiven für Experimente mit Synchrotronstrahlung am HASYLAB wurden und werden weiter untersucht. Verschiedene Ideen für die Verbesserung von DORIS als Synchrotronstrahlungs-Quelle, mit oder auch ohne gleichzeitiger Nutzung als Hochenergieexperimente-Speicherring, sind studiert und durchgerechnet worden. Diese werden zu gegebener Zeit mit dem Kreis der Nutzer diskutiert werden.

*Ausblick*

Das lange ausstehende Problem der Stellen zum Betrieb von HASYLAB ist nunmehr im Begriff, gelöst zu werden. So wurden im Berichtsjahr zehn neue Planstellen genehmigt, und bis 1987 soll der im Ausbauprogramm empfohlene Stand von 58 Stellen erreicht werden. In dem Maße, in dem das Personalproblem gelöst wird, kann auch die Hilfestellung für die Experimentatoren nach und nach verbessert werden. Dabei sind aber die wertvollen wissenschaftlichen und technischen Beiträge der einzelnen Arbeitsgruppen bei der Betreuung und Weiterentwicklung der Meßplätze ein ganz wesentlicher Faktor für die lebendige Atmosphäre des Labors. Die Mitarbeit der externen Nutzergruppen ist auch für das langfristige Konzept des Betriebs von HASYLAB wichtig und eingeplant. Auch das Ausbauprogramm wird von der Stellenzuweisung profitieren und beschleunigt durchgeführt werden können.

Die Liste der an der Vorbereitung und Durchführung von Experimenten beteiligten Institute weist 92 Institute und 445 Wissenschaftler aus. Hinzu kommen noch 64 Wissenschaftler, die als auswärtige Gäste an den Meßplätzen des Europäischen Labors für Molekularbiologie gearbeitet haben.

*Internationale  
Zusammenarbeit*

Ergebnisse der vergangenen Jahre mit Synchrotronstrahlung bei HASYLAB waren maßgebend dafür, daß der Hewlett-Packard-Europhysics-Preis 1985 durch die Europäische Physikalische Gesellschaft an Jens Als-Nielsen vom Risø National Laboratory für seine Arbeiten zur Struktur der Oberfläche von Flüssigkeiten verliehen wurde (Abb. 77). Hier sollte auch erwähnt werden, daß es M. Rossmann von der Purdue University mit seiner Arbeitsgruppe im Berichtsjahr gelungen ist, die Detailstruktur eines prominenten Rhinovirus (Human Rhinovirus 14: "Schnupfenvirus") aufzuklären. M. Rossmann hat die dafür erforderlichen subtilen Röntgenbeugungstechniken in den Jahren 1982 bis 1984 als Gast der EMBL-Außenstelle in Hamburg entwickelt, wobei er den anschließenden Datensatz später in Cornell gemessen hat.

*Ergebnisse*

Gerade auf dem Sektor der Molekularbiologie wurde in diesem Jahr ein weiterer großer Schritt nach vorne getan durch die Gründung von drei Projektgruppen der Max-Planck-Gesellschaft am HASYLAB, die unter der Leitung von H. Bartunik, E. Mandelkow und A. Yonath drei besonders anspruchsvolle Problemkreise der Strukturforschung an biologischen Systemen bearbeiten werden.



# Europäisches Laboratorium für Molekularbiologie EMBL –Außenstelle Hamburg–

Im Berichtsjahr wurden die Instrumente des EMBL im HASYLAB von mehr als 50 Gastwissenschaftlern benutzt. Ende September wurde die Außenstelle durch ein internationales Gremium einer Revision unterzogen. Der Bericht dieses Gremiums stellte fest, daß "die wissenschaftlichen Ergebnisse der Außenstelle in den letzten Jahren sehr gut und in einigen Fällen ausgezeichnet gewesen sind". Dieser Erfolg beruht auf der engen Zusammenarbeit zwischen Gastwissenschaftlern, Mitarbeitern der Außenstelle und den Detektorgruppen in Grenoble und Heidelberg.

Im nächsten Jahr wird die Struktur der Außenstelle geändert werden. Eine neue Proteinkristallographiegruppe unter Leitung von K.S. Wilson, der auch als Sprecher der Außenstelle ernannt wurde, hat schon ihre Arbeit aufgenommen. Weiterhin werden ab Anfang Januar 1986 drei strukturbiochemische Forschungsgruppen der Max-Planck-Gesellschaft in der Nähe von DESY eingerichtet.

Der Parallel-Elektroden-Fächerzähler für Proteinkristallographie wurde getestet, und die Ergebnisse zeigen, daß die Spezifikationen erreicht sind: eine Zählrate von  $2.5 \times 10^5/s/mm^2$  mit einer Ortsauflösung von 0.3 mm. Außerdem wurde das interaktive Datenerfassungs- und Verarbeitungssystem mit der dazugehörigen Dialogsprache weiterentwickelt. Dieses System kann sowohl mit Vieldraht-Proportionalkammern als auch mit Vidicon-Detektoren eingesetzt werden.

Am EXFAS-Spektrometer wurde ein neuer Monochromator mit separaten Funktionen installiert, der die Schwierigkeiten mit harmonischen Wellenlängen und Aufheizung durch die Synchrotronstrahlung behebt (Abb. 78).

Im Zusammenhang mit dem Studium der katalytischen und strukturellen Zinkzentren in Alkohol Dehydrogenase wurden neben dem Enzym auch eine Reihe von Modellschubstanzen analysiert. Weiter wurde auch die Bindung von cis-Platin, einer krebshemmenden Substanz, an Nukleotiden untersucht.

In der Kleinwinkelstreuung wurden die laufenden Projekte an Aktin, Chromatin, intermediären Filamenten, Lipiden und Kollagen weiter verfolgt. Die Ergebnisse sind einer Reihe von Veröffentlichungen zu entnehmen. Einige neue Projekte auf dem Gebiet der Muskelkontraktion, zum Beispiel an Fisch- und Entenmuskeln, wurden in Angriff genommen. Diese neuen Systeme bieten Vorteile für die Erforschung von einigen speziellen Fragen auf diesem Gebiet

## *Überblick*

## *Instrumentelle Entwicklungen*

## *Experimente*

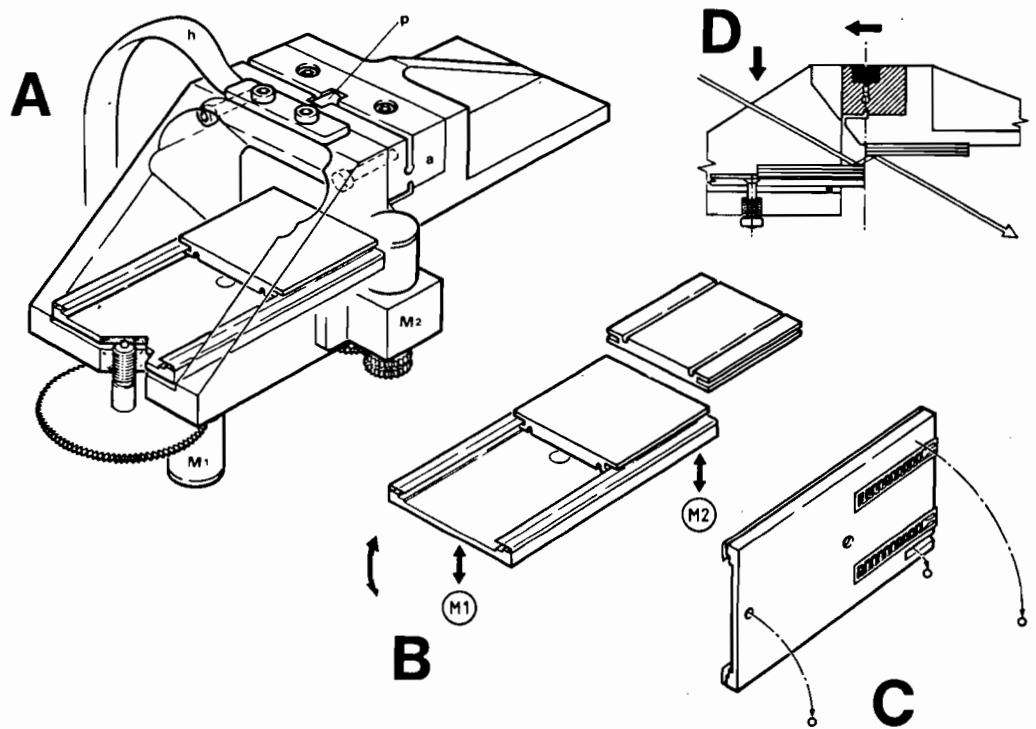


Abbildung 78: Schematische Darstellung des Doppelkristall-Monochromators (A). Beryllium-Kupfer-Feder (a), Motor zur Veränderung der horizontalen Neigung des 1. Kristalls (M2), Grobverstellung des Reflexionswinkels (M1), piezoelektrische Feinverstellung (p), Kupferband zur Wärmeableitung (h). Ausschnitt (B) zeigt Form, Halterung und Freiheitsgrade der beiden Si-Kristalle im Detail. Die Unterseite der Halterung des 1. Kristalls zeigt (C). Zu erkennen sind die Heizfolien, mit deren Hilfe eine konstante Temperatur des 1. Kristalls eingestellt werden kann. Im Querschnitt (D) ist der Strahlengang angedeutet.

und sollen auch die Bestätigung ermöglichen, daß die bisherigen Ergebnisse an Frosch- und Insektenmuskeln allgemeingültig sind.

In der Proteinkristallographie wurden Daten für verschiedene Strukturen, zum Beispiel Riboflavin Synthase, Reaktionszentrum, Bakteriorhodopsin, Alpha Ceruloplasmin, ein Pflanzenvirus (CMV) und die 50S ribosomale Untereinheit aufgenommen.

Die Tieftemperaturexperimente an Trypsin-Substrat-Bindung wurden weitergeführt.

Die neue Kristallographiegruppe hat das Studium von zwei Kupferproteinen aus dem Bakterium *Alkaligenes faecalis*, die ein Oxidase/Reduktase-Paar bilden, angefangen.





# Theoretische Physik

## Phänomenologie

Die während des Berichtsjahres von der Gruppe Theorie durchgeführten phänomenologischen Untersuchungen waren besonders weitgesteckt. Sie reichten von Gesamtüberblicken über die physikalischen Möglichkeiten von Lepton- und Hadron-Collidern (DESY 85-040) bis zu sehr spezifischen Studien des singulären CELLO-Ereignisses (DESY 85-095).

Beträchtliche Anstrengungen wurden unternommen, mögliche Signale aus dem Supersymmetriebereich beim CERN  $p\bar{p}$ -Collider zu identifizieren und zu verstehen (DESY 85-010, 85-011, 85-012), sowie Wege zu finden, Grenzen für Massen und Kopplungen in  $e^+e^-$ -Kollisionen (DESY 85-112) und bei HERA (DESY 85-088) zu erhalten. Ein weiteres Thema fortgesetzten Interesses sind denkbare Signale der Substruktur von Quarks und Leptonen. In Verbindung mit detaillierten theoretischen Untersuchungen (DESY 85-051, CALT 68-1303, DESY 85-113, 85-136) wurden die mehr phänomenologischen Aspekte der Substruktur studiert, insbesondere die Produktion schwerer Leptonen bei LEP und HERA (DESY 85-025) und farbiger Vektorbosonen im Collider (DESY 85-010).

Das Studium verschiedener Aspekte bei  $e^+e^-$ -Kollisionen wurde weitergeführt, besonders durch eine detaillierte Analyse des  $O(\alpha_s^2)$ -Beitrags zum 2-Jet-Wirkungsquerschnitt und zu den paritätsverletzenden Strukturfunktionen (DESY 85-030, 85-143). Explizit berechnet wurden auch Amplituden für die Helizitätsproduktion schwerer Leptonen bei der  $e^+e^-$ -Vernichtung (DESY 85-133).

Bestimmte Aspekte der Erzeugung schwerer Quarks in hadronischen Kollisionen wurden studiert, einschließlich des Charm-Inhalts von Jets mit großem Transversalimpuls (Phys. Lett. B156 (1985) 111 und DESY 85-134). Besondere Aufmerksamkeit galt der interessanten Möglichkeit, daß  $(B_s - \bar{B}_s)$ -Mixing vielleicht auf dem Weg über Dileptonen-Produktion beim  $p\bar{p}$ -Collider beobachtet werden kann (DESY 85-107, CERN TH-4217).

Auch verschiedene Aspekte der schwachen Wechselwirkung wurden untersucht. Sie reichten von einer theoretischen Analyse der Anwendung chiraler Störungstheorie (Nucl. Phys. B261 (1985) 185) bis einer detaillierten Studie der Form des Elektronenspektrums im B-Zerfall (Phys. Rev. D31 (1985) 1756). Beträchtliche Bemühungen galten auch dem Studium elektroschwacher Strahlungskorrekturen (DESY 85-099 und Phys. Lett. B152 (1985) 121) und einer Analyse darüber, wie der  $WW\gamma$ -Vertex von  $p\bar{p}$ -Collider-Experimenten extrahiert werden könnte (DESY 85-106, 85-122). In mehr spekulativer Weise wurde auch das Auftreten von Hadronen mit halbzahliger Ladung als Konsequenz höher dimensionaler Theorien analysiert (DESY 85-106, 85-122).

### Gittereichtheorien

Wie in den letzten Jahren wurde auch intensiv auf dem Gebiet der Gittereichtheorien gearbeitet. Während dabei bisher die Folgerungen aus der QCD im Mittelpunkt des Interesses standen, ist nun eine ausführliche Untersuchung des Standard-Higgs-Modells (in erster Linie durch Monte-Carlo-Rechnungen) hinzugekommen. In zahlreichen Publikationen wurde mit analytischen Verfahren unsere Kenntnis der Struktur der Gittereichtheorien vertieft. Dabei ging es auch darum, die Aussagekraft von numerischen Simulationen zu verbessern.

So konnten für die von K. Symanzik vorgeschlagene Methode, den Kontinuums- $\limes$  durch eine abgeänderte Wirkung mit verringertem Aufwand anzunähern, die störungstheoretischen Korrekturterme der Ordnung  $g^2$  eindeutig bestimmt werden (DESY 85-035). Diese Rechnungen haben eine Fülle neuer computer-gestützter Techniken in der störungstheoretischen Berechnung von Feynman-Graphen auf dem Gitter mit sich gebracht (DESY 85-075). Die Abhängigkeit von berechneten Massen vom Gittervolumen wurde in (DESY 85-144) bestimmt. Die Korrekturterme hängen von physikalischen Kopplungskonstanten und Streulängen ab, wodurch diese der numerischen Simulation zugänglich werden. Die Masse des Higgs-Bosons und der Vektorbosonen waren auch der Gegenstand umfangreicher Simulationsrechnungen innerhalb der Standard-SU(2)-Theorie. Es ging um die Abhängigkeit der Massen von den drei unbekannt-ten Kopplungsparametern der Theorie, wobei sich ein Parameter als irrelevant herausstellte. Das Verhältnis Higgs-Masse/W-Masse ergab sich zu 6 bei einer realistisch kleinen Kopplung. Der Phasenübergang zwischen der Confinement-Phase und der Screening-Phase ist höchstwahrscheinlich 1. Ordnung. Auch die Kopplung des Higgs an zwei Vektorbosonen konnte berechnet werden (DESY 85-005, 85-094, 85-138). Rechnungen innerhalb der starken Selbstkopplungs-entwicklung zeigen qualitativ ähnliches Verhalten wie die Monte-Carlo-Daten (DESY 85-123).

Für die reine SU(2)- und SU(3)-Eichtheorie wird zunehmend klarer, daß die Annäherung an den Kontinuums- $\limes$  nicht ganz glatt verläuft. So zeigt das Skalenverhalten für abnehmende Kopplungskonstanten noch deutliche Abweichungen von den störungstheoretischen Erwartungen (Phys. Lett. B163 (1985) 367, DESY 85-092), und die Strings- $\limes$ , die unter anderem die Massenskala der Theorie bestimmt, hat sich deutlich verringert. Die Bemühungen um den Einschluß von Fermionen in quantitativ verlässliche Rechnungen wurden durch Untersuchungen über den Lanczos-Algorithmus vorangetrieben (DESY 85-141), und eine Abschätzung des Aufwands für die iterative Hopping-Parameter-Entwicklung (DESY 85-026) zeigt, daß auch diese Methode durchführbar ist.

Zu den interessantesten Größen von Eichfeldern gehört die topologische Ladung, die aber auf dem Gitter nicht einfach zu definieren und zu bestimmen ist. Sie läßt sich nun als Summe von lokalen Windungszahlen und isolierten Eich-singularitäten darstellen, was ihre rasche numerische Berechnung ermöglicht (DESY 85-062, 85-142). Der Zusammenhang zwischen der topologischen Ladung und metastabilen Feldkonfigurationen wurde in (DESY 86-108) unter-

sucht. Es ist nun zu erwarten, das Skalenverhalten der topologischen Suszeptibilität in ähnlicher Genauigkeit wie andere physikalische Größen auf dem Gitter bestimmen zu können.

Die Mehrzahl der genannten Projekte wurde in Zusammenarbeit mit Besuchern von auswärtigen Forschungsinstituten im Rahmen eines großzügigen Besucherprogramms und mit Kollegen des II. Instituts für Theoretische Physik der Universität Hamburg bearbeitet.

*Internationale  
Zusammenarbeit*

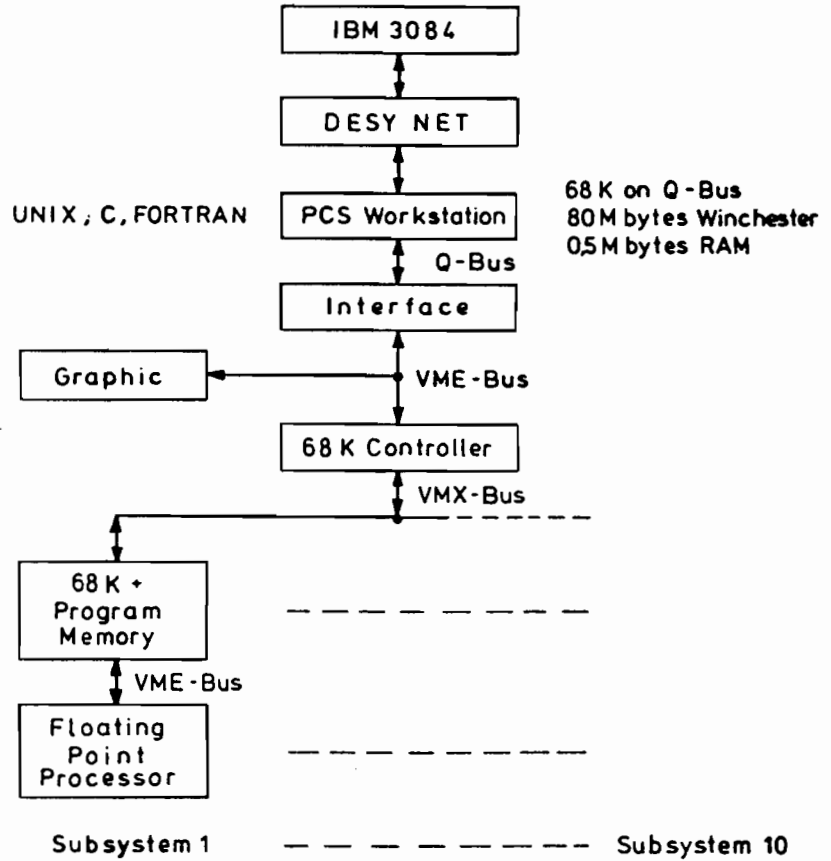


Abbildung 79: Aufbau des Multiprozessorsystems für den Simulationsrechner.

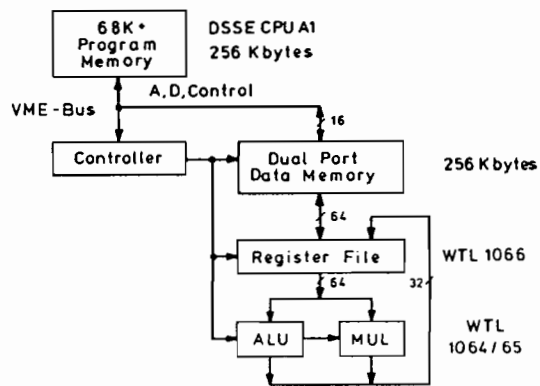


Abbildung 80: Aufbau eines Target-Prozessors.

# Technische Entwicklungen und Dienste

## Elektronik-Entwicklung

Die Untersuchung der Strahleigenschaften in Speicherringen durch numerische Simulation erfordert die Berechnung der Bahnparameter von vielen ( $> 100$ ) Teilchen während sehr vieler ( $> 10^5$ ) Umläufe. Zur Zeit ist das Hauptinteresse die Berechnung der Bahnen von Protonen im HERA-Speicherring. Um den Weg eines Protons durch mehrere Hundert lineare und nichtlineare Elemente (Dipole, Quadrupole mit Multipolen höherer Ordnung in den Magneten) zu verfolgen, muß man über eine Viertelmillion Gleitkommaoperationen mit doppelter Genauigkeit (wegen der Rundungsfehler bei der großen Zahl der Umläufe) ausführen und zwar hauptsächlich Multiplikationen und Additionen. Dies ist durch den Algorithmus bedingt, der die Berechnung von Polynomen  $n$ -ter Ordnung enthält:

*Simulationsrechner*

$$P_n(x) = \sum_{i=0}^n a_i x^i$$

die man durch das bekannte Horner-Schema umformen kann zu

$$P_i = a_i + x P_{i+1}$$

mit  $i = n - 1, n - 2, \dots, 0$  und  $P_n = a_n$

Der Simulationsrechner, dessen Entwicklung 1983 begann, ist so gebaut, daß diese Operationen optimiert sind. Wegen des Zeitbedarfs (ein Umlauf wird in etwa 1.2 s berechnet) erschien es ratsam, ein Multiprozessorsystem zu verwenden, um mehrere Bahnen parallel zu rechnen; dieses System enthält zehn Rechner. Die Abb. 79 zeigt den Aufbau des Systems.

Die Programme werden entweder auf der IBM oder auf einer Workstation entwickelt und zusammen mit den Daten über ein Interface auf die zehn Target-Prozessoren geladen und ausgeführt. Die einzelnen Prozessoren liefern ihre Ergebnisse an die Workstation zurück. Den Transfer in beiden Richtungen führt ein Controller-Prozessor aus, der zusätzlich einen Graphik-Prozessor betreut, der die Rechenergebnisse anzeigt.

Jeder Target-Prozessor enthält, wie Abb. 80 zeigt, einen 68 000-Mikroprozessor mit 256-kByte-Memory zur Speicherung des Programms sowie, über den VME-Bus, Zugang zu einem weiteren 256-kByte-Memory, das Daten und Parameter

speichert. Dieses ist über einen 64-bit-Bus an das Registerfile sowie die Arithmetikchips angeschlossen, in denen die Operationen ausgeführt werden. Diese VLSI-Chips benötigen 360 ns für alle ALU-Funktionen, sowie 600 ns für die 64-bit-Multiplikationen.

Die Programme sind in FORTRAN und/oder C geschrieben, da diese Sprachen durch die Hostrechner unterstützt werden. Die Compiler generieren neben anderen auch Gleitkommainstruktionen, die auf dem Assemblerlevel durch eine Kombination aus Disassembler und Preassembler in eine Spezialinstruktion umcodiert werden, die vom Gleitkommaprozessor decodiert und ausgeführt werden kann.

Zu Beginn des Berichtsjahres wurden die Arithmetic Chips ausführlich getestet, im Sommer lief ein Targetsystem-Prototyp. Daraufhin wurden zunächst zwei Arithmetik-Prozessorkarten bestellt und Ende 1985 getestet. Die Serie wurde danach freigegeben, so daß die zehn Targetsysteme Anfang 1986 zusammengebaut werden können. Der größte Teil der Software ist geschrieben und getestet, zum Beispiel die Initialisierung und Selbstkonfigurierung des Systems, Device-Treiber, Graphik und die Tracking-Programme. Der Preis eines Targetsystems liegt bei etwa 10 000 DM.

## Digitale Datenerfassung

### *Service-Tätigkeiten*

Wie in jedem Jahr wurde ein großer Teil der Zeit für die Durchführung von Service-Tätigkeiten auf den Gebieten der digitalen Datenerfassung aufgewendet. Insbesondere sind hier zu erwähnen:

- Wartung und Reparatur von Prozeßrechnern
- Wartung von Magnetplatten
- Reparatur von Peripheriegeräten, wie Floppy Disk u.s.w.
- Pflege und weiterer Ausbau des EXP-Online-Netzes
- Installation von weiteren PADAC-Crates

### *CAD-System*

Die Pflege des Leiterplatten-Entwicklungssystems sowie die Einweisung neuer Benutzer wurde weiterhin von der Gruppe "Digitale Datenerfassung" durchgeführt. Die sechs vorhandenen Graphik-Arbeitsplätze arbeiten mit zunehmend hoher Auslastung. Sie werden nach wie vor über PDP-11-Rechner betrieben; ein probeweiser Übergang auf die VAX-750 scheiterte an der unbefriedigenden Antwortzeit. Eine neue, wesentlich schnellere Software-Version des Herstellers ist für das Frühjahr 1986 zugesagt.

Eine VAX-750 mit üblicher Peripherie wurde installiert. Sie wird außer von der Gruppe "Digitale Datenerfassung" von einer ganzen Reihe von Gruppen für allgemeine Entwicklungsaufgaben benutzt, wie die Erzeugung von PAL's, Editierung und Übersetzung von Programmen für Mikrocomputer, allgemeine Datenbasis u.s.w. Der Anschluß der verschiedenen Benutzer erfolgt im wesentlichen über den bei der Gruppe "Digitale Datenverarbeitung" entwickelten PADAC-Terminal-Switch.

*Service-Rechner*

Eine völlig neu überarbeitete Version des FPSS-Systems wurde in Betrieb genommen und wird für die Auslieferung an interessierte Gruppen vorbereitet. Ein aufwendigeres Interface mit lokaler Intelligenz (NS32016) für spezielle Anwendungen befindet sich in der Entwicklung.

*Lokale Netzwerke*

Der überwiegende Teil der Entwicklungsarbeit im Berichtsjahr wurde für die Weiterentwicklung des PADAC-Mikrocomputers aufgewendet. Die vorläufig endgültige Version wurde getestet; die Serienproduktion ist angelaufen. Wesentliche Eigenschaften sind:

*PADAC-Mikrocomputer*

- NS32016 CPU mit 10 MHz
- Floating Point und Memory Management als Option einsetzbar
- 256 kByte schneller Speicher auf der Grundplatine
- Mehrere Mikrocomputer in einem Crate möglich mit direktem gegenseitigem Speicherzugriff
- Auslegung des Speichers als 4-Port-Memory (CPU, PADAC, Refresh, zusätzliches Device)
- Schnittstelle für das Aufsetzen einer weiteren Platine in demselben Einschub vollständig vorbereitet (Speichererweiterung auf 4 MByte, zusätzliches Device u.s.w.)
- Gesamtadressbereich 16 MByte im Crate unterstützt

Die Implementierung des Modula-2-Compilers für die NS32000-Prozessoren wurde fertiggestellt.

*Modula 2*

Die Mitarbeit der Gruppe "Digitale Datenerfassung" am HERA-Projekt erfolgte, neben den Arbeiten für das Kontrollsystem, auf den Gebieten Zugangskontrollen und der Verwaltung der Daten von HERA-Magneten.

*HERA*





# Bibliothek und Dokumentation

## Überblick

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

*Aufgabe*

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

*Erwerbung*

Bibliothek und Dokumentation vertreten DESY als Mitglied in der Arbeitsgemeinschaft der Spezialbibliotheken (ASpB), im Hamburger Arbeitskreis für Dokumentation (HADOK) und im Arbeitskreis für Bibliotheks- und Informationswesen der Arbeitsgemeinschaft der Großforschungseinrichtungen (AGF). Der Leiter der Bibliothek und Dokumentation vertritt seit Mitte 1984 die AGF im Benutzerrat des Fachinformationszentrums Karlsruhe.

*Mitgliedschaften*

Durch die Bereitstellung von Praktikaplätzen für den Fachbereich Bibliotheks- wesen der Fachhochschule Hamburg und von zwei Ausbildungsstellen für Bibliotheksassistenten beteiligt sich die Bibliothek aktiv an der Ausbildung zu bibliothekarischen Berufen.

*Ausbildung*

## Bibliothek

Ca. 1 400 Leser benutzten im Berichtsjahr regelmäßig die Bibliothek. Sie verursachten durchschnittlich 225 Ausleihvorgänge pro Woche. Im auswärtigen Leihverkehr wurden 444 Literaturstellen von anderen Bibliotheken besorgt und 271 an andere vermittelt. Hierbei hat sich vor allem der unbürokratisch ablaufende Kopienverkehr zwischen den AGF-Bibliotheken hervorragend bewährt. Etwa 35 000 Kopien neu eingegangener Berichte und Vorabdrucke wurden den DESY-Mitarbeitern im Berichtsjahr zur Verfügung gestellt.

*Bibliotheks-  
benutzung*

### *Bibliotheksbestand*

Die nachfolgende Aufstellung zeigt die Entwicklung der Bibliothek im Berichtszeitraum:

	Zugang	Löschungen	Bestand (31.12.1985)
Monographien	834	55	13 893
Gebundene Zeitschriftenbände	721*	-	14 603
Laufend gehaltene Zeitschriften	9	8	314
Berichte und Vorabdrucke	5 894	3 332**	38 000

\*Hierin sind 28 Bände für EMBL enthalten (es werden 10 Zeitschriftenabonnements für EMBL betreut).

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

### *Kataloge*

Das Projekt "Maschinenlesbare Erfassung des Buchbestandes/Rechnergestützte Erstellung der Kataloge" wurde im Berichtsjahr fortgesetzt. Bis Jahresende konnten ca. 75% des Bestandes erfaßt werden.

Es werden alle bibliographisch wichtigen Angaben und die Inhaltsverzeichnisse aufgenommen. Mit Hilfe dieser Daten sollen künftig die Bibliothekskataloge maschinell erstellt werden. Ein Sachkatalog, zusammengestellt aus Stichwörtern in den bisher erfaßten Buchtiteln, steht den Lesern seit Anfang Juni 1985 in der Bibliothek zur Verfügung. Es wird später auch die Möglichkeit bestehen, maschinelle Literaturrecherchen aus dem gesamten Buchbestand vorzunehmen, wozu das bestehende Retrievalprogramm der Dokumentation verwendet werden kann.

Das Projekt wurde von Juni 1983 bis Juni 1985 im Rahmen Allgemeiner Maßnahmen zur Arbeitsbeschaffung (ABM) aus Mitteln der Bundesanstalt für Arbeit (BfA) durch das Arbeitsamt Hamburg gefördert.

### *Räumlichkeiten*

Im Zuge einer Reorganisation der Raumverteilung bei DESY wurde anschließend an den Lesesaal der Bibliothek ein weiterer 50 qm großer Raum mit 24 zusätzlichen Leseplätzen eingerichtet. In ihm sind auch die Monographien und Zeitschriftenbestände der Handbibliothek untergebracht. Da auch ein zusätzlicher Arbeitsraum zur Verfügung gestellt wurde, konnte ab August 1985 eine zweite Lehrstelle für die Ausbildung von Bibliotheksassistenten eingerichtet werden.

## Dokumentation

14 317 Arbeiten aller Art (Berichte und Vorabdrucke, Zeitschriftenartikel, Konferenzbeiträge, Monographien) aus den Gebieten Elementarteilchen-/Hochenergiephysik, Quantenfeldtheorie und Beschleunigertechnologie wurden im Berichtsjahr dokumentarisch erfaßt, klassifiziert und mit Schlagwörtern versehen. Die so aufbereiteten Daten wurden auf Magnetbänder aufgenommen und fortlaufend kumuliert.

**Datenbank**

Die Tabelle zeigt die von der Dokumentation im Berichtsjahr erfaßten Schriften:

	experimentell	instrumentell	theoretisch	Summe
Berichte und Vorabdrucke andere Veröffentlichungen (Zeitschriften, Konferenzen, Bücher)	864 1191	867 923	4163 6309	5894 8423
Gesamt	2055	1790	10 472	14 317

Berichte und Vorabdrucke, über die der schnelle Informationsaustausch in der Hochenergiephysik läuft, wurden von der Dokumentation mit einer durchschnittlichen Verzögerung von eineinhalb Wochen erfaßt und den Benutzern zur Verfügung gestellt.

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

Auch im Jahr 1985 erschienen etwa 10% der aufgenommenen Artikel in russischer Sprache und wurden im Original erfaßt. Somit wurden sie etwa zehn Monate vor ihrem Erscheinen in englischer Übersetzung von der DESY-Dokumentation referiert.

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

**Dokumenta-  
tionsdienste**

- Als vierzehntägig erscheinende Zeitschrift HIGH ENERGY PHYSICS INDEX (HEP) mit jährlich kumulierten Autoren- und Sachindizes
- Als vierzehntägig herausgegebener SDI-Dienst (= Selective Dissemination of Information): Die 291 (im Vorjahr 281) Teilnehmer (davon 76 Teilnehmer von DESY und der Universität Hamburg und 215 Teilnehmer von anderen deutschen und ausländischen Instituten) erhalten vierzehntägig Maschinenausdrucke über neuerschienene Titel auf ihrem Forschungsgebiet.

- Als Retrieval-Ausdruck: Eine Datenbank mit ca. 171 000 Publikationen ab 1969 steht für die einmaligen retrospektiven Literatursuchen zur Verfügung. Gesucht werden kann nach Titel, Titelteilen, Autoren, Quellen und Schlagwörtern. Insgesamt wurden im Berichtsjahr für 74 Teilnehmer 207 Literaturrecherchen im Stapelbetrieb erstellt. Die Physikalischen Institute der RWTH Aachen und das MPI für Physik und Astrophysik in München verfügen im Rahmen der sehr engen wissenschaftlichen Zusammenarbeit mit DESY über Computerterminals, die direkt an die DESY-Rechenanlage angeschlossen sind. Von den Mitarbeitern dieser Institute können so Literaturrecherchen in der HEP-Datenbank im Stapelbetrieb am Ort vorgenommen werden.
- Als Magnetbanddienst: Ebenfalls im Rahmen des wissenschaftlichen Austausches und der nationalen und internationalen Zusammenarbeit von DESY mit anderen Forschungsstätten wurden acht Institutionen regelmäßig mit den Datenbändern des HIGH ENERGY PHYSICS INDEX beliefert. Diese Institute 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.
- Im Online-Retrieval: In der DESY-Bibliothek ist ein Bildschirmterminal aufgestellt, von dem aus über DATEX-Leitung Verbindung mit der Rechenanlage des Stanford Linear Accelerator Center SLAC hergestellt werden kann. Mittels des leicht bedienbaren dialogfähigen Retrievalprogramms SPIRES können die Bibliotheksbenutzer seit Mai 1982 in der auch am SLAC-Rechner installierten HEP-Datenbank im Online-Betrieb Literaturrecherchen selbst vornehmen.

Für die Arbeit der Bibliothek ist die Tätigkeit der Dokumentation unentbehrlich. Der HIGH ENERGY PHYSICS INDEX dient in der Bibliothek als Katalog für die gesamte Berichts- und Zeitschriftenliteratur. Ohne diesen Index wäre ein Auffinden dieser Literatur (ca. 171 000 Literaturstellen) nicht möglich.

## Weitere Dienstleistungen

### Übersetzungsdienst

Fünfzehn Arbeiten größeren Umfangs mit insgesamt 277 Schreibmaschinen-seiten wurden aus dem Russischen ins Deutsche oder Englische übertragen. Weitere 55 Seiten wurden aus dem Französischen ins Deutsche bzw. vom Deutschen ins Französische übersetzt. 86 Kurzfassungen von Berichten sowjetischer Forschungsinstitute wurden ins Englische übersetzt. Außerdem wurden die Titel, Inhaltsverzeichnisse sowie andere bibliographische Angaben der in

russischer Sprache erscheinenden Arbeiten aus wissenschaftlichen Zeitschriften, Reports, Konferenzen und Büchern ins Englische übersetzt. Autorennamen werden von der kyrillischen in die lateinische Schrift übertragen.

Es wurden Druckaufträge für 157 DESY-Berichte, 84 Interne Berichte sowie 76 Veröffentlichungen in wissenschaftlichen Fachzeitschriften bearbeitet.

*Veröffent-  
lichungswesen*

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

*Andere  
Dienstleistungen*



# Bereich Maschinen

## Inhalt

Übersicht	157
Speicherringanlage HERA	159
Speicherring PETRA	177
Speicherring DORIS II	181
Synchrotron DESY	185
Neue Beschleunigungstechniken	189
Arbeiten der Gruppen des Bereiches Maschinen	195
Strahlenschutz	207





# Übersicht

Im zweiten Jahr nach der Genehmigung des HERA-Projektes und dem Beginn der Bauarbeiten für diese weltweit einmalige Anlage zur Kollision von 30-GeV-Elektronen und 820-GeV-Protonen schritten die Arbeiten planmäßig voran.

*HERA*

Obwohl der weitaus größte Teil der Ressourcen des gesamten Labors beim HERA-Projekt eingesetzt wurde, konnten die beiden Speicherringe PETRA und DORIS auch in diesem Berichtsjahr voll für die Hochenergiephysik und als Synchrotronstrahlungs-Quelle betrieben werden. Einschränkungen erfolgten lediglich durch die Energiekosten (224 GWh) und durch den Montagezeitbedarf für DESY II. Allerdings mußten die früher üblichen Studien- und Ausbauprogramme für diese beiden Maschinen drastisch eingeschränkt werden.

*PETRA und  
DORIS II*

Das Elektron/Positron-Synchrotron DESY I diente während der ganzen Laufzeit der Speicherringe als Injektor. Das 1984 im gleichen Tunnel aufgebaute neue Elektron/Positron-Synchrotron DESY II, das DESY I ersetzen wird, konnte im Berichtsjahr mit umlaufendem 1-GeV-Elektronenstrahl erprobt werden.

*DESY I und  
DESY II*

Auf zwei Gebieten wurde an neuen Beschleunigungstechniken gearbeitet:

- Eine supraleitende Beschleunigungsstruktur bei einer Frequenz von 1 GHz wurde im Speicherring PETRA installiert und ausprobiert.
- Ein Versuchsaufbau zum Test eines neuen Beschleunigungsprinzips, der Beschleunigung in einem sogenannten Wake Field Transformator, wurde weitgehend fertiggestellt und teilweise in Betrieb genommen.

*Neue Beschleunigungstechniken*



Abbildung 81: Die ersten 30 m des HERA-Tunnels sind gebaut. Im Hintergrund erkennt man den Nachläufer der Schildvortriebsmaschine "HERAKLES".  
(38660/25)

# Speicherringanlage HERA

## Überblick

In der HERA-Speicherringanlage sollen in einem unterirdischen Tunnel von 6.3 km Länge Protonen auf 820 GeV und Elektronen auf 30 GeV beschleunigt und bei diesen Energien gespeichert werden. Die Teilchen laufen in zwei gegenläufigen Speicherringen um und kollidieren in drei unterirdischen Hallen (Nord, Ost, Süd), in denen zunächst die beiden Detektoranlagen H1 (Nord) und ZEUS (Süd) vorgesehen sind. Es wurde beschlossen, in der vierten (West) der symmetrisch angeordneten Hallen zunächst keine Strahlwechselwirkung vorzusehen, sondern die Ringgeometrie so anzupassen, daß Strahleinschuß und Strahldump sich möglichst einfach gestalten. Bei Bedarf kann dann später auch dort auf Experimentierbetrieb umgebaut werden.

Wegen seiner Größe und seiner technologischen Neuentwicklungen nimmt das HERA-Projekt im Personaleinsatz und im Etat einen zentralen Platz ein. 1985 sind für die HERA-Baumaßnahmen 71.3 Mio DM abgeflossen, und gegenüber Dritten ist DESY darüberhinaus Verpflichtungen über 89.9 Mio DM eingegangen. Für die HERA-Speicherringe wurden 68.1 Mio DM ausgegeben und weitere 98.4 Mio DM vertraglich gebunden.

*HERA-  
Finanzierung*

Die Beteiligung ausländischer Institute am HERA-Projekt wurde weiter ausgebaut:

*Auslandsbe-  
teiligung*

– Das Weizmann-Institut, Rehovot/Israel hat die Entwicklung der Stromzuführung zu den supraleitenden Magneten übernommen und einen Prototyp gebaut.

– Das Istituto Nazionale di Fisica Nucleare INFN, Frascati/Italien hat einem Konsortium italienischer Firmen die Produktion der Hälfte der supraleitenden Dipole für den Protonenring übertragen.

– Der kanadische Beitrag umfaßt die Entwicklung und Herstellung  
–des Hochfrequenz-Systems zur Beschleunigung der Protonen im PETRA-Ring, der als Vorbeschleuniger ausgebaut wird (PETRA II), durch das Chalk River Laboratory und

–des Strahlführungssystems zwischen dem Protonenlinac (LINAC III) und dem als Protonen-Vorbeschleuniger umzubauenden DESY-Synchrotron (DESY III), durch das TRIUMF-Institut in Vancouver.

– Die niederländische Regierung hat die finanziellen Mittel für die Herstellung der Korrekturmagnete bei einem holländischen Firmenkonsortium bereitgestellt, die in Zusammenarbeit mit dem NIKHEF-Institut in Amsterdam entwickelt wurden.

- Das Schweizerische Institut für Nuklearforschung SIN, Villigen/Schweiz entwickelte und produzierte einen Prototyp für die Helium-Transferleitung.
- Im Oktober wurde der Vertrag zwischen dem Brookhaven National Laboratory BNL, Upton/USA und DESY unterzeichnet, in dem sich das BNL bereit erklärt, mit den dort vorhandenen Einrichtungen die Kurzprobentests des supraleitenden Kabels vorzunehmen und spezielle Meßgeräte herzustellen.
- Die polnische Regierung trägt durch Lieferung von Kupferprofilen für die Vakuumkammern des Elektronenringes zu HERA bei.
- Die Entwicklung der supraleitenden Quadrupole erfolgt in Zusammenarbeit mit DESY am Beschleunigerinstitut Saclay in Frankreich.

### *Protonen-Speicherring*

Für den HERA-Protonenring wurde in Zusammenarbeit mit der Industrie der neue supraleitende HERA-Kalteisen-Magnet entwickelt, der als "Hybrid"-Magnet die jeweiligen Vorteile der vorher entwickelten Warm- und Kalteisenmagnete in sich vereint. Erste Prototypen wurden gebaut. Die supraleitenden Quadrupole, die in Saclay entwickelt werden, wurden in ihrem Konzept diesem Magnettyp angepaßt. Für die große Kälteanlage wurde mit dem Bau von Komponenten begonnen. Die Optik für die Injektionsbeschleuniger DESY III und PETRA II wurde ausgearbeitet. Als erste Stufe des neuen Protonen-Linearbeschleunigers wurde eine  $H^-$ -Quelle erfolgreich in Betrieb genommen.

### *Elektronen-Speicherring*

Für die Magnetaufstellung in den Bögen des HERA-Elektronenringes hat sich das Modulkonzept durchgesetzt, bei dem jeweils eine vormontierte Einheit von Dipol-, Quadrupol- und Sextupolmagneten in den Ring gebracht und gemeinsam justiert wird. Die Serienfabrikation der Dipole wurde in Auftrag gegeben, und eine Vorserie der Quadrupole und Sextupole wurde getestet. Das Vakuumlabor wurde für die Serienfertigung des Vakuumsystems erweitert und eingerichtet. Das neue Elektronen-Synchrotron DESY II wurde abschließend installiert und im GeV-Bereich erprobt. Der verlängerte Elektronen-Linearbeschleuniger LINAC I wurde erfolgreich in Betrieb genommen.

### *Versorgung und Baumaßnahmen*

Für die Stromversorgung und Kühlung von HERA wurde das Konzept abgeschlossen. Alle vier HERA-Experimentierhallen sind im Bau. Zum Teil ist der Rohbau abgeschlossen, wie auch bei den großen Versorgungshallen für die Magnetvermessung und die Kälteanlage. Im April wurde mit dem Tunnelvortrieb begonnen, so daß der erste Tunnelquadrant am Jahresende zu ca. 75% im Rohbau fertiggestellt war.

## Protonen-Speicherring

### *Injektion*

Bevor die Protonen in den HERA-Ring gelangen, werden sie in mehreren Stufen vorbeschleunigt. Als negative Wasserstoffionen in einer Ionenquelle erzeugt, wird ihre Energie in dem neu zu erstellenden "Protonen"-Linearbeschleuniger (LINAC III) auf 50 MeV erhöht, und dann werden sie in das für Protonen umzubauende DESY-Synchrotron (DESY III) eingeschossen. Dort streift eine Folie ihre negative Elektronenladungen ab, und sie werden als Protonen auf 7 GeV beschleunigt. Der zum Protonen- und Elektronen-Vorbeschleuniger umzubauende PETRA-Ring (PETRA II) übernimmt schließlich die weitere Beschleunigung bis zur HERA-Injektionsenergie von 40 GeV.

Die 18 keV-H<sup>-</sup>-Ionenquelle mit ihrer Strom- und Emittanz-Meßanordnung wurde fertiggestellt und liefert, nach einigen Verbesserungen, einen stabilen Strom von 40 mA. Das kurze Strahltransportsystem zwischen der Ionenquelle und dem Eingangsteil des Linearbeschleunigers, dem 70 keV-Radiofrequenz-Quadrupol (RFQ), wurde montiert. Der RFQ, der auf einer Frequenz von 202 MHz arbeitet, wurde mit dem dazugehörigen 150 kW-Sender bestellt. Die nachfolgende Alvarez-Beschleunigungsstruktur besteht aus drei mit Driftröhren bestückten Resonator-Tanks. Die zehn Fertigungsabschnitte für diese Tanks wurden hergestellt und zum Teil schon für die Verkupferung vorbereitet.

Die fünf HF-Verstärker für die Alvarez-Struktur sind im Bau, und das 200 MHz-Koaxialleitersystem wurde bestellt. Die Komponenten und Diagnostik-Elemente des 80 m langen 50 MeV-Strahltransportsystems zwischen dem LINAC III und DESY III wurden im Detail ausgearbeitet und werden bei TRIUMF in Kanada gefertigt. Die baulichen Maßnahmen zur Aufstellung des LINAC III in der ehemaligen DESY-Experimentierhalle wurden vorbereitet.

Das neue Protonen-Synchrotron DESY III, das an der Stelle des alten DESY-Synchrotrons unter Verwendung seiner Magnete aufgebaut werden soll, ist in seiner Planung und technischen Auslegung weit fortgeschritten. Zusätzlich zu den vorhandenen Synchrotron-Magneten werden 32 Quadrupole vom DESY II-Typ eingebaut, die eine für Protonenbeschleunigung günstige Strahloptik ermöglichen; sie wurden bereits bestellt. DESY III wird in der gleichen Höhe aufgebaut wie der an der Innenseite im gleichen Tunnel liegende neue Elektronen-Beschleuniger DESY II, dessen Ein- und Ausschlußkanäle so gelegt werden, daß sie den DESY III-Strahl an geeigneten Stellen durchkreuzen. Dadurch wird ein Absenken des DESY III-Fundamentes, das sehr kostspielig wäre, vermieden.

Der Elektron-Positron-Speicherring PETRA, der seit 1978 für Hochenergie-Experimente erfolgreich genutzt wurde, wird nach seinem Abschalten Ende 1986 zu einem Vorbeschleuniger für HERA umgebaut. Der Entwurf für die Optik der Protonen-Vorbeschleunigung in PETRA, einschließlich der Ein- und



Abbildung 82: Die Spulen für die 9 m langen Prototypen der HERA-Kalteisen-Dipole wurden bei DESY gewickelt und geklanunert. (38156/14)

Auslenkung, und die Parameter des Beschleunigungssystems wurden ausgearbeitet.

Die Strahloptik und Strahlgeometrie der HERA-Ringe, insbesondere die Geometrie der Wechselswirkungszonen, wurden im Detail ausgearbeitet. Im geraden Stück West werden die beiden Ringe zunächst nicht zur Kreuzung gebracht, sondern in einer vereinfachten Geometrie aneinander vorbei geführt, so daß das Injizieren vereinfacht und mehr Platz für ein abgeschirmtes Strahldumpsystem geschaffen wird. In den geraden Stücken des Protonenringes werden nur normaleitende Magnete benutzt; sie vertragen einen höheren Strahlungsuntergrund und erübrigen die Entwicklung von supraleitenden Magneten mit großer Apertur.

*Strahloptik und  
Maschinentheorie*

Erste Prototypen des im Vorjahr festgelegten supraleitenden Hybrid-Magnettyps für die Protonen-Dipole wurden zusammen mit der Firma BBC gebaut und bei DESY getestet. Vier Spulen dieses 9 m langen Kalteisen-Magneten wurden bei DESY gewickelt (Abb. 82) und mit den neuen Aluminium-Klammern versehen. Feldmessungen bei Raumtemperatur haben ergeben, daß die Stärke der höheren Multipole gut innerhalb der erlaubten Grenzwerte liegt. Diese Spulen wurden zum Einbau in die Eisenjoche und Kryostate der Firma BBC in Mannheim beigestellt. Ein kompletter Magnet wurde im Berichtsjahr zu DESY zurückgeschickt und ersten Tests unterzogen (Abb. 83). Der Magnet zeigte hervorragende Feldeigenschaften, und die beobachteten Multipol-Koeffizienten waren innerhalb der Toleranzen. Der maximale Druckanstieg im Ringspalt zwischen dem Strahlrohr und der Hauptspule wurde bei einem Nominalstrom von 5 000 A und provozierten Quenchen in der Mitte des Magneten gemessen, er lag weit unter dem zulässigen Druck von 90 bar.

*Supraleitende  
Magnete*

Der Entwurf der supraleitenden Quadrupole, die dem HERA-Kalteisen-Magneten entsprechen, wurde abgeschlossen; zwei Quadrupole wurden im Berichtsjahr in Saclay gebaut und in einem Badkryostaten getestet. Beide erreichten Gradienten, die die Sollwerte um 20% übertrafen, ohne dabei zu quenchen. Der 4 m lange Quadrupol-Kryostat enthält neben dem Quadrupol selbst eine kalte Diode, einen Korrekturdipol und einen Strahlmonitor. Die Lage dieser Elemente im Kryostaten wurde festgelegt und seine detaillierte Konstruktion ist im Berichtszeitraum soweit fortgeschritten, daß zu Beginn des nächsten Jahres mit der Lieferung des ersten kompletten Kalteisen-Quadrupols aus Frankreich gerechnet werden kann.

Verschiedene Prototypen von Quadrupol- und Sextupol-Korrekturspulen wurden in den Niederlanden gebaut und getestet. Sie werden direkt auf das Vakuumrohr gewickelt und sind deshalb besonders empfindlich gegen die von dem umlaufenden Strahl abgegebene Wärme. Die Wirkung dieser Wärmebelastung und die Auswirkungen eines plötzlichen Strahlverlustes wurden u.a. mit Monte-Carlo-Rechnungen untersucht. Die zweite 6 m lange Korrekturspule wurde bei

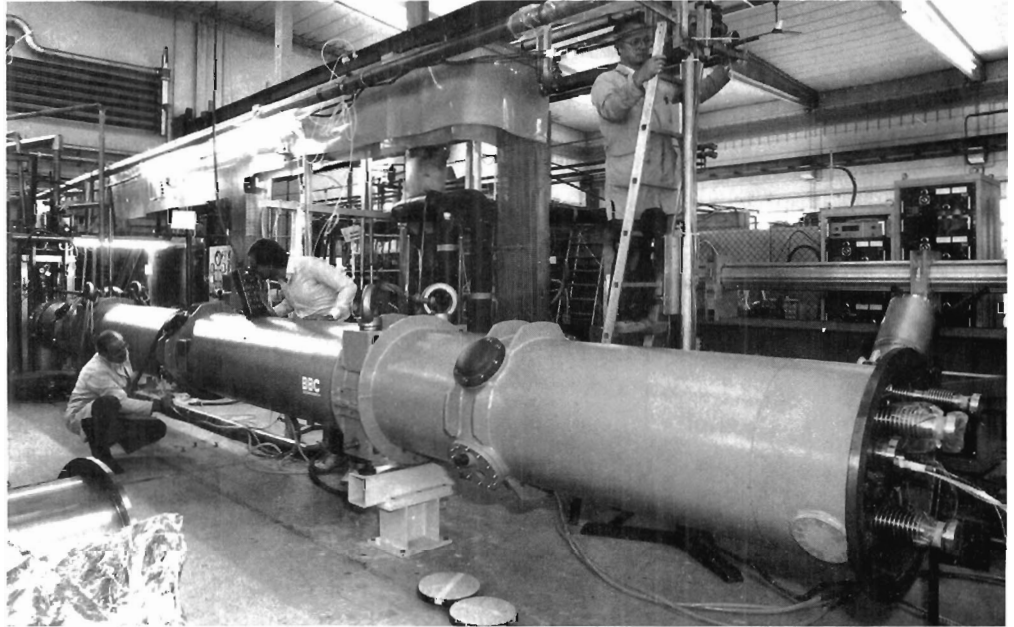


Abbildung 83: Test eines Prototyps des von DESY zusammen mit der Industrie entwickelten und gebauten HERA-Kalteisen-Magneten. (39099/8)

DESY erfolgreich getestet. Ein 60 cm langer "superferric" Korrektur-Dipol wurde entworfen, und die Werkzeuge für seine Herstellung wurden konstruiert und in Auftrag gegeben. Ein Prototyp dieses Dipols mit massivem Eisenjoch ist in einem Badkryostaten getestet worden.

### Kältesystem

Die Bauarbeiten für die Halle, in der die HERA-Kälteanlage aufgestellt wird, gingen zügig voran, und die ersten großen Helium-Hochdrucktanks wurden geliefert (Abb. 84). Insgesamt werden 15 dieser 27 m langen Stahltanks mit einem Volumen von je 265 000 Liter an der Frontseite der Halle aufgestellt. Die Herstellung der verschiedenen Komponenten der Kälteanlage wurde im Berichtsjahr begonnen; die Abnahmeprüfungen der ersten Kompressoreinheiten wurde beim Hersteller vorgenommen.

Die ersten Komponenten des Prozeßrechners, der die Kühlanlage und das Helium-Verteilungssystem kontrollieren soll, wurden geliefert, und die Programm-Entwicklung ist bei DESY angelaufen.

Die Art der Helium-Transferleitung wurde festgelegt und der Bau eines 110 m langen Prototyps in der Schweiz begonnen. Sie ist so ausgelegt, daß in einem gemeinsamen Vakuumrohr zwei Leitungen für das 4 K Helium, die beiden Lei-





Abbildung 84: Blick auf die neue Magnettest-Halle (rechts) und auf die neue Kältetechnik-Halle (links) mit den ersten fünf Helium-Tanks. (39166/1)

tungen für das 40–80 K Helium sowie eine Bypass-Leitung für die Abkühlung untergebracht sind.

Die ersten Prototypen des 20 bar Sicherheitsventiles für Helium wurden bestellt.

Zusammen mit der Kältetechnik-Halle entstand der Rohbau der neuen Halle, in der die supraleitenden Serienmagnete vermessen und getestet werden sollen (Abb. 84). Für die acht unabhängigen Magnetmeßstände sind das Helium-Verteilungssystem und die Versorgungsboxen konzipiert und in Auftrag gegeben, ebenso wie der Prototyp eines 14 m langen speziellen Meßtisches für die Präzisionsausrichtung der Magnete. Besonders intensiv wurde an der Entwicklung der Meßsysteme für das Magnetfeld gearbeitet, zum Beispiel an einer Drehspule, die mit hoher Genauigkeit im Strahlrohr positioniert werden kann und der Vermessung von Multipol-Komponenten des Magnetfeldes dient, und an einem vertikalen Kompaß zur Messung der Feldrichtung mit einer Genauigkeit von  $\pm 0.1$  mrad.

DESY wird allen Firmen, die die Serienfabrikation der supraleitenden Magnete übernehmen werden, eine komplette Meßanordnung (Hard- und Software) zur Verfügung stellen, mit der die Felder der warmen Magnete vor Ort überprüft werden können. Ein Prototyp dieser Anlage steht zur Verfügung.

Mehrere Varianten des Hochfrequenz-Systems für PETRA II und HERA wurden untersucht, und die Parameter des HERA-Systems wurden festgelegt. Es handelt sich um ein Doppel-HF-System: Die bei der Injektion aus PETRA kommenden 210 Protonen-Pakete, je 2.16 m lang, werden in "buckets" des 52 MHz-Systems eingefangen und dann an ein 208 MHz-System übergeben, das die weitere Beschleunigung und Kompression der Pakete übernimmt.

*Magnet-  
meßanlage*

*Hochfrequenz-  
system*

## *Vakuumsystem*

Die ersten Vakuummkammern für die Prototypen der HERA-Kalteisen-Magnete sowie die 20 Kammern für die Vorserien-Dipole dieses Typs wurden geliefert. Die geforderten geringen Toleranzen für den mittleren Durchmesser und die Exzentrizität wurden erfüllt. An mehreren 6 m langen Kammern wurde die 12  $\mu\text{m}$  starke Innen-Verkupferung untersucht, die notwendig ist, um die an der Kammer-Innenwand vom Strahl erzeugte Wärme auf 0.1 W/m zu reduzieren.

Da sich jeder 9 m-Magnet bei seiner Abkühlung um 3 cm zusammenzieht, sind besondere Dehnungsstücke für die Verbindung der Vakuummkammern untereinander erforderlich. Hierfür wurden verschiedene Lösungen untersucht, besonders unter dem Gesichtspunkt, daß die induzierten HF-Verluste an den Schnittstellen möglichst gering gehalten werden.

## *Steuerung und Instrumentierung*

Der Entwurf für den Bau des Quench-Schutzsystems wurde fertiggestellt. Die Eigenschaften der Prototypen der Quench-Schutzdioden wurden bei Flüssig-Helium-Temperatur und simulierten Betriebsbedingungen untersucht. Sie wurden mit 60 solcher Impulse belastet, wobei sich ihre Charakteristik nicht änderte.

Die Monitore zur Bestimmung der Strahlposition wurden ausgelegt.

## *Strahldump*

Die Position des internen Strahldumps, der den Protonenstrahl im Fall einer Auslenkung von seiner Bahn absorbieren soll, sowie der Kickermagnete wurde festgelegt. Der Dump wird im "warmen" Teil der geraden Strecke West um das Strahlrohr herum installiert. Der erste supraleitende Magnet folgt erst 80 m hinter dem Dump. Mit der Konzeption des Strahldumps und der Kickermagnete wurde begonnen. In weniger als 1  $\mu\text{s}$  wird der von dem Kicker-Magneten ausgelenkte Protonenstrahl auf den Absorber gelenkt und von einer weiteren Anordnung von Kickermagneten über ihn hinweg geschwenkt. Es wurde berechnet, daß die bei diesem Vorgang entstehende Streustrahlung nicht die 80 m entfernten supraleitenden Magnete erreicht. Zur Schaltung der Kicker-Magnete wurde eine mit einem Laser gesteuerte Funkenstrecke ausprobiert, die einen Stromimpuls von 1 kA Stärke und 4  $\mu\text{s}$  Dauer liefert. Die beobachtete Zeitschwankung war kleiner als 1  $\mu\text{s}$  und das System zeigte nach 1 000 Impulsen keine Beeinträchtigungen.

## **Elektronen-Speicherring**

### *Injektion*

Bevor die Elektronen bzw. Positronen in den HERA-Ring injiziert werden, werden sie vom LINAC I bzw. LINAC II in das neue DESY II-Synchrotron eingeschossen, dort auf 7 GeV beschleunigt, dann in PETRA auf 14 GeV weiterbeschleunigt und durch einen Transportweg nach HERA transferiert. Positronen können darüberhinaus auch in umgekehrter Richtung in HERA injiziert

werden, durch einen zweiten längeren Transportweg, in dem auch die Protonen von PETRA nach HERA befördert werden.

Die Optik für die Transportwege wurde ausgearbeitet und die Komponenten spezifiziert, auch für die Auslenkung der Strahlen aus PETRA und ihre Einlenkung in HERA. 48 Ablenkmagnete und 67 Quadrupole werden für die Transportwege benötigt. Entwürfe und Spezifikationen wurden erstellt. Es gibt zwei Typen von Dipolen, mit einer Apertur von  $40 \times 50 \text{ mm}^2$  und Längen von 2.40 m und 5.20 m. Die Quadrupole haben einen Innendurchmesser von 40 mm und sind entweder 0.30 m oder 0.60 m lang. Prototypen der außerdem benötigten etwa 80 horizontalen und vertikalen Korrekturmagnete wurden gebaut und getestet. Mit dem Entwurf der Vakuumsysteme für die beiden Injektionskanäle wurde begonnen.

Die Untersuchung der Kickermagnete hat zu einem neuen Konzept geführt, bei dem der Ferrit-Kicker um eine Ganzmetall-Vakuumkammer gebaut ist, die so aufgeschlitzt ist, daß das magnetsiche Feld nicht abgeschwächt wird, aber die vom Strahl aus gesehene transversale und longitudinale Impedanz extrem klein ist.

Die Injektionsbeschleuniger wurden in dem Maß weiter ausgebaut, wie der Hochenergiebetrieb der Speicherringe DORIS II und PETRA es zuließ. Der verlängerte Linearbeschleuniger LINAC I wurde erfolgreich in Betrieb genommen (s. S. 195, "Injektion/Ejektion"), und das neue Synchrotron DESY II wurde fertig installiert und zunächst bei 1 GeV erprobt (s. S. 185, "DESY II").

Weil für die ersten Betriebsjahre von HERA mit Sicherheit keine vier Detektoren gebaut werden können, wurde beschlossen, mit einer vereinfachten Ringgeometrie zu beginnen: Es werden nur die drei Wechselwirkungszonen Nord, Ost und Süd für Elektron-Proton-Kollisionen ausgelegt; die Zone West wird für den Protonen-Strahldump und die Injektion freigehalten, kann aber zu einem späteren Zeitpunkt auch zu einer Kollisionszone umgebaut werden. Für die anderen drei Wechselwirkungszonen wurden die Spinrotatoren endgültig ausgelegt, die dazu dienen, die durch Synchrotronstrahlung entstehende Spinpolarisation der Elektronen an den Kollisionspunkten in die Strahlrichtung zu drehen, wahlweise vorwärts oder rückwärts. Es wurde eine Geometrie gefunden, die es erlaubt, die Rotatoren im gesamten Energiebereich zwischen 27 und 35 GeV zu betreiben. Effekte, die den Strahl depolarisieren können, und entsprechende Gegenmaßnahmen wurden untersucht.

Da die Elektronen und Protonen ohne Kreuzungswinkel aufeinandertreffen, müssen ihre Strahlverläufe vor und hinter dem Kollisionspunkt zusammengeführt bzw. getrennt werden. Dies geschieht durch ein schwaches Ablenk-Magnetfeld, in dem die Elektronen—unvermeidlich—Synchrotronstrahlung aussenden. Die Geometrie der Wechselwirkungszonen wurde sorgfältig so aus-

*Strahloptik und  
Maschinentheorie*

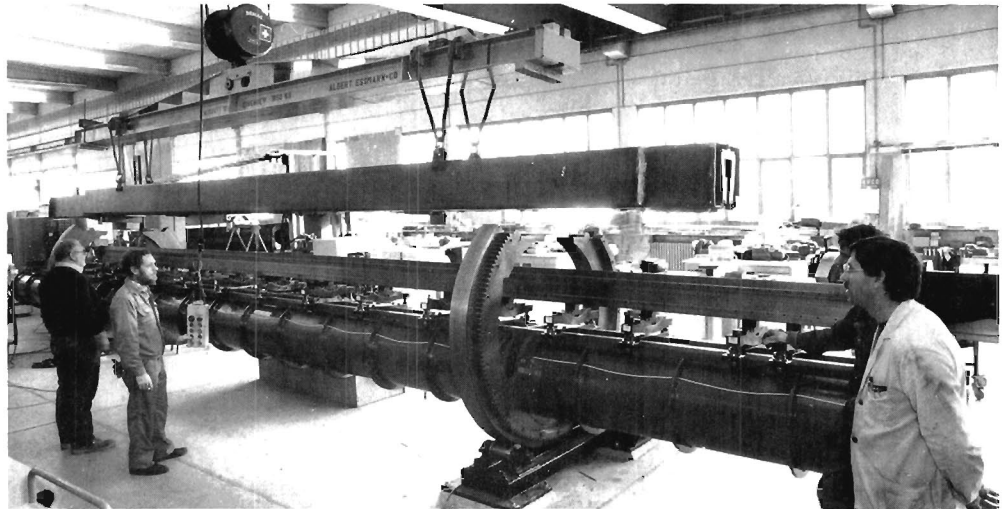


Abbildung 85: Ein Elektronenring-Dipol wird aus der Stapelmaschine herausgehoben. (38591/22)

gelegt, daß der größte Teil dieser Strahlung von Kollimatoren aufgefangen wird und nicht als Störuntergrund in den Detektor gelangt.

#### *Ablenk- und Korrekturmagnete*

Die letzten konstruktiven Einzelheiten der Ablenkmagnete (Abb. 85) wurde für die periodische Magnetstruktur in den Ringbögen endgültig festgelegt. Der erste 9 m lange Prototyp wurde getestet und entsprach den Anforderungen, so daß die Serienfabrikation der Dipole in Gang gesetzt wurde.

Der Hauptanteil der Quadrupole (Abb. 86) und Sextupole wurde bestellt; eine erste Vorserie beider Typen ist im Berichtsjahr eingetroffen. Horizontale und vertikale Korrekturmagnete für den Hauptring wurden spezifiziert, und es wurde ein Prototyp gebaut und vermessen. Dabei zeigte sich, daß die für den Entwurf durchgeführten dreidimensionalen Computer-Rechnungen besser als 0.1% mit den Feldmessungen übereinstimmen.

Das Modulkonzept für die Elektronenring-Magnete hat sich als richtig erwiesen. Jedes 12.10 m lange Modul verbindet einen 9 m langen Dipol mit einem Quadrupol und einem Sextupol zu einer mechanischen Einheit. Diese wird mit allen Komponenten (Vakuumkammer, Strahlmonitore, Korrekturmagnete u.s.w.) vorgefertigt und ausgerichtet. Bei der Installation im Tunnel werden dann nur noch die Lage und Neigung des Quadrupols und die Neigung des entfernteren Dipolendes justiert. Da die Stütze des Moduls unter dem Quadrupol liegt, wird die Vermessung und Ausrichtung im Tunnel stark vereinfacht.

Der Zusammenbau und Test der Meßstände zur magnetischen Vermessung der Magnetfelder in den Elektronenring-Magneten ist weiter vorangeschritten.

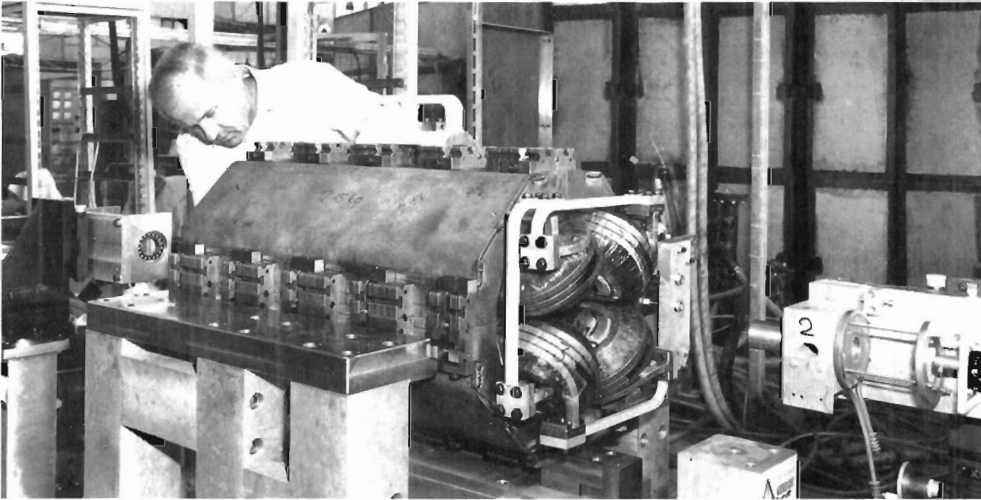


Abbildung 86: Ein Vorserien-Quadrupol für den Elektronenring. (39116/7)

Für die Beschleunigung der Elektronen in HERA sollen 87.5% der HF-Resonatoren von PETRA verwendet werden. Dieses System muß für seinen Einsatz bei HERA um weitere Resonatoren und/oder Sender ergänzt werden, damit die vorgeschlagene Elektronen-Energie von 30 GeV erreicht werden kann (s. S. 201, "Hochfrequenztechnik"). Im Hinblick auf den jetzigen Entwicklungsstand supraleitender HF-Resonatoren soll über diese Erweiterung erst 1987 entschieden werden. Supraleitende Resonatoren hätten gegenüber den normalleitenden Kupfer-Resonatoren große Vorteile; sie geben geringere Betriebskosten, ein höheres Beschleunigungsfeld und geringere Störungen durch strahlinduzierte, unerwünschte Hochfrequenzfelder, die zu Strahlinstabilitäten führen können. Die ersten bei DESY entwickelte supraleitende HF-Struktur wurde in PETRA eingebaut und getestet (s. S. 189, "Supraleitende Resonatoren"). Für die Umsetzung und den Einbau der PETRA-HF-Resonatoren in HERA wurden detaillierte Pläne ausgearbeitet, und es wurden Komponenten für ihren Anschluß an die Klystron-Sender bestellt.

*Hochfrequenzsystem*

Die Vakuumkammern des HERA-Elektronenringes sollen bei DESY gebaut werden (s. S. 203, "Vakuum"). Zu diesem Zweck wurde das Gebäude des Vakuumlabors verlängert und ein neuer 15 m langer Ofen zum Hartlöten der verschiedenen Komponenten (Pumpkanal, Kühlkanäle, Hauptkammer) installiert. Der Entwurf für das Vakuumsystem der Magnetmodule wurde im Grundsatz fertiggestellt, so daß das Material (verschiedene Kupferlegierungen) für die Herstellung der ersten Prototyp-Kammern bestellt werden konnte. Auch der Gesamtentwurf für das Vakuumsystem der Injektionswege zwischen PETRA und HERA, mit einer Länge von insgesamt 400 m, wurde fertiggestellt.

*Vakuumsystem*



Abbildung 87: Die HERA-Halle Süd im April des Berichtsjahres.  
(38633, Freigabe-Nr. 262/85 LA-HH)



Abbildung 88: Die HERA-Halle Nord im April des Berichtsjahres.  
(38635, Freigabe-Nr. 264/85 LA-HH)

Die vorhandenen Beschleuniger und Speicherringe von DESY werden mit Hilfe eines Rechnersystems zentral überwacht und gesteuert. Hierfür wurden bei DESY spezielle Elektronik-Komponenten, PADAC und SEDAC, entwickelt und gebaut. Um auch HERA in dieses Kontrollsystem integrieren zu können, werden die Komponenten durch Mikrocomputer erweitert und neue Rechner mit geänderten Betriebssystemen eingesetzt. Der erste erfolgreiche Austausch der Rechner war ein wichtiger Schritt in der Entwicklung des erweiterten Kontrollsystems.

*Kontrollsystem*

## Versorgung und Baumaßnahmen

Wesentliche Entscheidungen über das Stromversorgungssystem des HERA-Ringtunnels wurden gefällt und die allgemeine Auslegung der Infrastruktur der Strom- und Kühlleistungsversorgung, speziell unter dem Gesichtspunkt der Koordinierung mit HERA-Baumaßnahmen, vorgenommen (s. S. 196, "Energieversorgung").

*Stromversorgung  
und Kühlung*

Die Bauarbeiten an den vier Experimentierhallen gingen planmäßig und zügig voran. Die unterirdischen Betonarbeiten an der Halle Süd, d.h. an der Halle selbst ( $25 \times 43 \text{ m}^2$ , 15 m hoch) und an den sieben Stockwerken mit Kontroll- und Versorgungsräumen, wurden beendet (Abb. 87). Die Rohbauten an der Halle West auf dem DESY-Gelände waren bis zum Jahresende soweit fortgeschritten, daß nur noch die drei oberirdischen Stockwerke gebaut werden müssen. Die Baustelle der Halle Nord (Abb. 88) ist wegen des hohen Grundwasserspiegels (12 m über dem Hallenboden) am schwierigsten zu handhaben. Das Grundwasser wurde hier vorübergehend abgesenkt, so daß die Ausschachtungen zu Ende geführt und die Sohle betoniert werden konnten. Im Herbst wurde mit den Erdarbeiten für die Halle Ost begonnen; auch hier muß das Grundwasser vorübergehend abgesenkt werden.

*Experimentier-  
hallen*

Der 6.3 km lange Ringtunnel mit einem Innendurchmesser von 5.20 m wird im Schildvortriebsverfahren unterirdisch gegraben und zusammengesetzt, zum Teil unter bewohntem Gebiet. Durch den Einsatz des sogenannten Hydroschildes ist es möglich, den Tunnel auch innerhalb des Grundwassers ohne Anwendung von Druckluft und ohne Absenkung des Grundwassers zu bauen. Die schematische Darstellung (Abb. 90) verdeutlicht die Funktionsweise der Vortriebsmaschine. Das Schneirad bewegt sich in der mit einer Stützflüssigkeit—einer Bentonitsuspension—unter Überdruck gefüllten Kammer. Sie ist zur Beseitigung von Hindernissen durch eine Druckschleuse begehbar. Druckschwankungen werden durch das hinter der Tauchwand eingeschlossene, regelbare Luftvolumen ausgeglichen. Durch diese hydraulische Stützung der Ortsbrust wird die Gefahr von Setzungen über der Tunneltrasse auf ein ganz geringes Maß

*HERA-Tunnel*



Abbildung 89: Die schwere Schildvortriebsmaschine wird in die Halle Süd hinabgelassen. (38446/14)



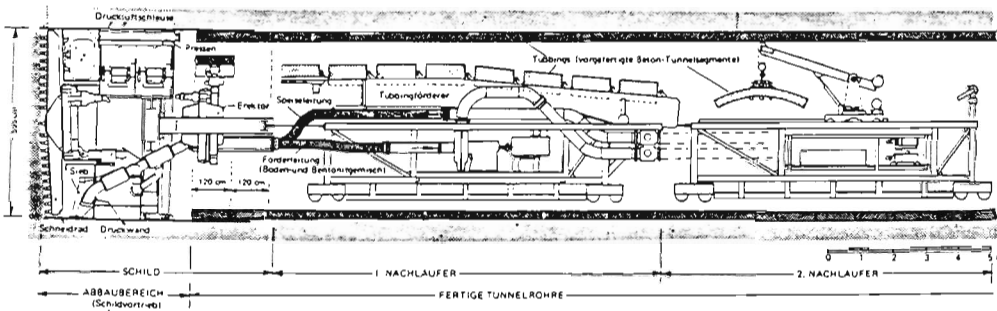


Abbildung 90: Funktionsweise der Tunnelbohrmaschine.

reduziert. Der gelöste Boden vermischt sich mit der Suspension. Er wird an die Erdoberfläche gepumpt und von der Flüssigkeit getrennt, die dann wieder verwendet wird. Im Schutz des Schildschwanzes wird jeweils ein Ring aus sechs Stahlbeton-Tübbings und einem Schlußstein zusammengesetzt, an dem die Maschine sich dann wieder vordrückt. Speziell entwickelte Gummiprofile dichten den Tunnel ab. Die Versorgung der Maschine mit den 1.20 m breiten Tübbings erfolgt im ersten Quadranten von der Halle Süd aus.

In der Nacht vom 20. auf den 21. Januar wurde die große Schildvortriebsmaschine "HERAKLES" von einer Hamburger Schiffsanlegestelle zur HERA-Baustelle Süd neben der Trabrennbahn Bahrenfeld transportiert und dort zwei Monate später in die 27 m tiefe Halle heruntengelassen (Abb. 89). Die Maschine wurde in der Halle auf ihren Einsatz in Richtung West vorbereitet (Abb. 91), der am 8. Mai begann. Am Ende des Jahres stand die Maschine etwa 350 m vor der Halle West. 1171 m des HERA-Tunnels waren im Rohbau fertiggestellt (Abb. 81 und 92).

Der Rohbau der beiden neuen Versorgungshallen in der Nähe der HERA-Halle West, der Kälte- und der Magnetest-Halle, konnte praktisch abgeschlossen werden (Abb. 84). Die Hallen haben eine Grundfläche von 2380 und 1460 m<sup>2</sup>. Für die Dachkonstruktion wurden Spannbeton-Binder verwendet, die die ganze Breite überbrücken; bei der Kälte- und Magnetest-Halle hat jeder Binder eine Länge von 32 m und ein Gewicht von 46 t.

*Weitere  
Baumaßnahmen*

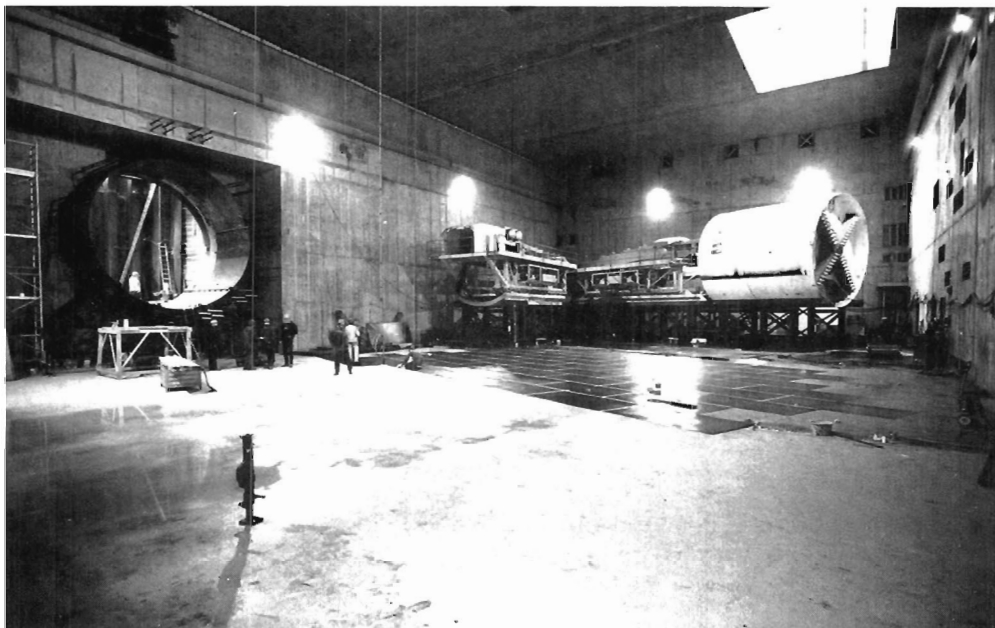


Abbildung 91: Vor ihrem ersten Einsatz wurde die Schildvortriebsmaschine "HERAKLES" in der Halle Süd zusammengesetzt und auf einem Luftkissen zum Tunnelanfang transportiert. (38578/18)

Zu Beginn des Shut-downs 1985/86 wurde am PETRA-Tunnel (in der Nähe der Halle N) mit dem Bau des Protonen-Transferkanals zum HERA-Tunnel angefangen. Dieser Kanal hat eine Länge von 324 m und muß einen Höhenunterschied von 14 m überbrücken. Er wird zwischen den beiden neuen Versorgungshallen an den HERA-Ring geführt.

Eine neue 110 kV/10 kV-Station mit einer Halle für die 10 kV-Schaltanlage wurde aufgestellt, und das Gebäude des Vakuumlabors wurde erweitert.



Abbildung 92: Blick in den ersten im Rohbau fertiggestellten Tunnelabschnitt.  
(38932/27)

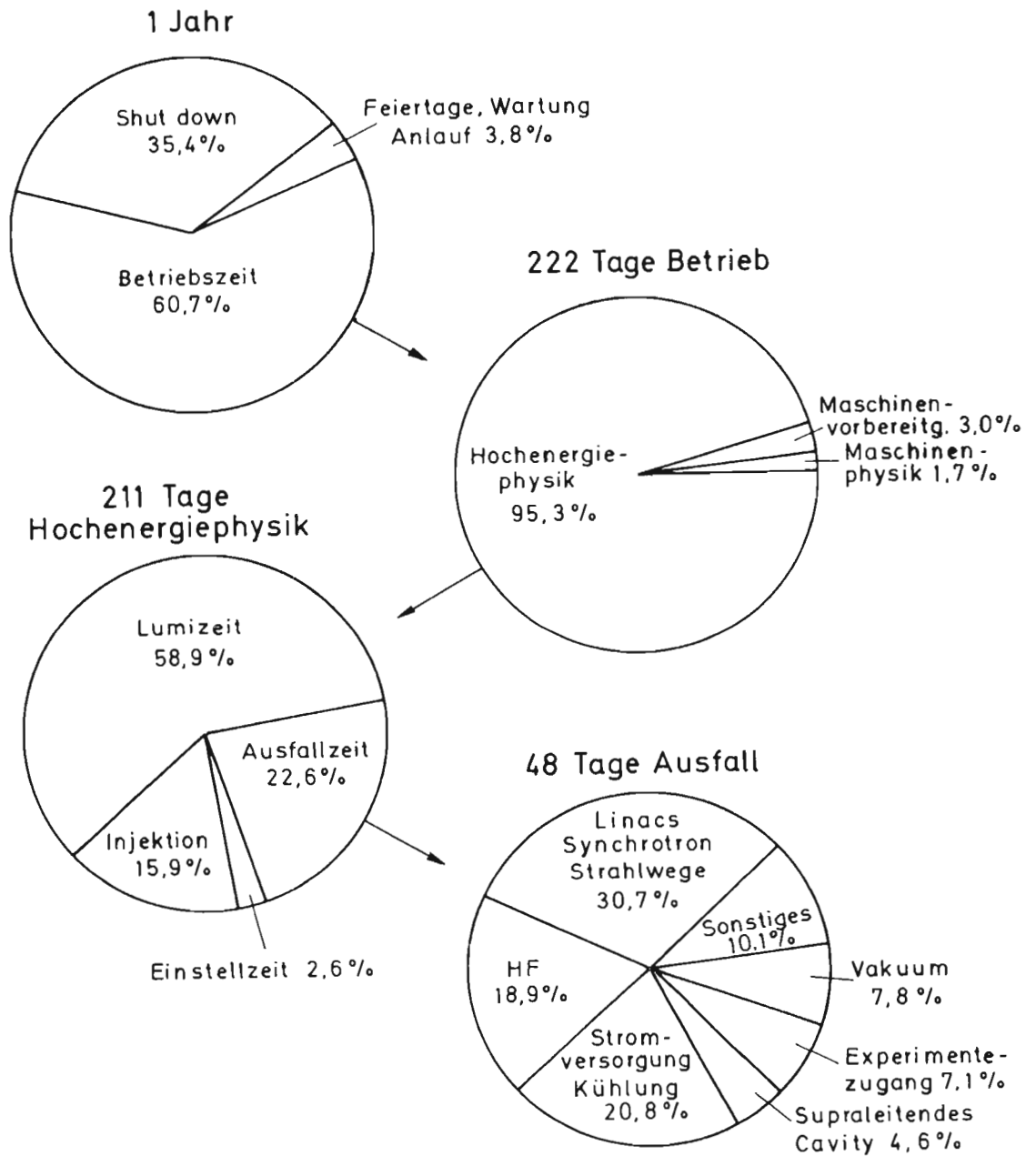


Abbildung 93: Maschinenzeit und Ausfall von PETRA in 1985.

# Speicherring PETRA

Im Berichtsjahr lief der Speicherring PETRA von Mitte März bis Anfang November für Experimente, die restliche Zeit entfiel auf die geplanten Wartungsperioden. Pro Experiment wurde eine integrierte Luminosität von  $37.7 \text{ pb}^{-1}$  geliefert, damit wurde der angestrebte Wert von  $20 \text{ pb}^{-1}$  deutlich übertroffen. Die höchste Strahlenergie war  $21.8 \text{ GeV}$ . Bei dieser Energie wurden etwa 68% aller Daten genommen. Wesentliche technische Veränderungen des Speicherrings waren der Ausbau des 1-GHz-Hochfrequenzsystems und der Einbau einer supraleitenden 1-GHz-Beschleunigungsstruktur zu Testzwecken.

## Überblick

Wie die Abbildung 93 zeigt, waren von den 222 Betriebstagen 95% der Hochenergiephysik gewidmet. Lediglich 1.7% der Betriebszeit wurden von der Maschinengruppe für Untersuchungen im Zusammenhang mit dem supraleitenden 1-GHz-Resonator beansprucht. Die Ausfallzeit hält sich mit 22.6% in dem aus den Vorjahren bekannten Rahmen. Sie ist durch den Test des supraleitenden 1-GHz-Resonators nicht ungewöhnlich erhöht worden. Die Luminosität, die von PETRA in den einzelnen Betriebswochen pro Experiment produziert wurde, zeigt Abb. 94. Über alles integriert ergeben sich  $37.7 \text{ pb}^{-1}$  pro Experiment. Nachdem bei einer Strahlenergie von  $21.8 \text{ GeV}$  mehr als  $20 \text{ pb}^{-1}$  pro Experiment erreicht worden waren, wurden von den Experimentatoren noch Messungen bei anderen Strahlenergien gewünscht. Aus Tab. 8 ist die Luminosität von PETRA bei den verschiedenen Energien zu entnehmen.

## Betriebsergebnis

Nachdem beschlossen worden war, PETRA bei Strahlenergien oberhalb von  $22 \text{ GeV}$  nicht mehr zu betreiben, wurde die zusätzliche Senderleistung von  $600 \text{ kW}_{\text{cw}}$  des 1-GHz-Beschleunigungssystems in PETRA nicht mehr benötigt. Deshalb wurden in der Wartungsperiode 1984/85 die insgesamt 24 sechs- und siebenzelligen Beschleunigungsstrecken des 1-GHz-Systems aus dem PETRA-Ring ausgebaut. Theoretische Überlegungen hatten darauf hingewiesen, daß

## Ausbau des 1-GHz-Hochfrequenzsystems

Tabelle 8: Die Luminosität bei verschiedenen PETRA-Energien in 1985.

Tage	Luminosität [ $\text{nb}^{-1}$ ]	Energie [GeV]
171	25 739.8	21.8
8	1 597.7	21.725
29	9 742.9	19.14
3	646.8	17.5

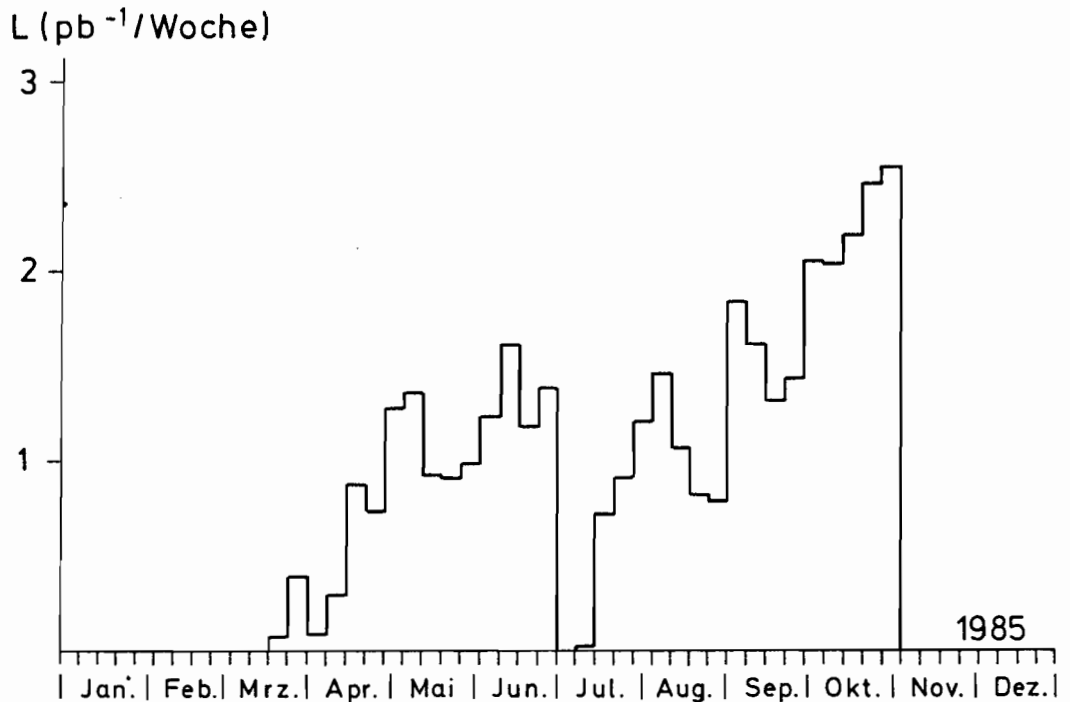


Abbildung 94: Mittlere Luminosität pro PETRA-Experiment in 1985.

die 1-GHz-Beschleunigungsstrecken die Anregung von Satellitenresonanzen begünstigen. Da die Satellitenresonanzen den maximal speicherbaren Strom bei der Injektionsenergie von 7 GeV begrenzten, bestand Hoffnung, daß nach Ausbau der 1-GHz-Beschleunigungsstrecken in PETRA höhere Ströme speicherbar seien. Tatsächlich ließen sich statt  $4 \times 3.5$  mA Ströme von  $4 \times 4.5$  mA speichern und auf hohe Energie beschleunigen. Allerdings konnten diese Ströme wegen zu hohen Untergrundes bei 21.8 GeV von den Experimenten nicht genutzt werden.

*Supraleitender  
1-GHz-Resonator*

Die Entwicklung von supraleitenden Hochfrequenzresonatoren ist bei DESY soweit fortgeschritten, daß für einen Langzeittest in PETRA eine supraleitende 1-GHz-Beschleunigungsstruktur zur Verfügung stand (s. S. 189, "Supraleitende Resonatoren"). In der PETRA-HF-Strecke Ost wurden zwei normalleitende 7zellige 500-MHz-Resonatoren ausgebaut und durch einen Kryostaten mit einem 9zelligen 1-GHz-Niobresonator ersetzt (Abb. 99). In 12 Meßschichten wurde das Betriebsverhalten des supraleitenden Resonators untersucht. Der Resonator lieferte ein maximales Beschleunigungsfeld von  $E = 2.5$  MV/m. Die Begrenzung auf diesen vergleichsweise niedrigen Wert ergab sich durch Quenchen infolge eines Materialfehlers. Dennoch war es möglich, in PETRA bei 7 GeV einen Strom von  $4 \times 0.5$  mA zu injizieren und zu speichern—die 110 normalleitenden PETRA-Resonatoren wurden für diese Messung verstimmt und lieferten kein Feld.

Das eigentliche Ziel des Versuches war es, zu studieren, wie sich die Eigenschaften des Resonators unter den Betriebsbedingungen eines Speicherringes langfristig ändern. Dafür wurde der Resonator im supraleitenden Zustand gehalten und seine Fundamentalresonanz um 40 kHz verstimmt, so daß er nur passiv am PETRA-Betrieb teilnahm. Güte und maximale Feldstärke wurden im Abstand von jeweils zwei Wochen gemessen. Während der gesamten Versuchszeit von März bis Anfang Juli konnte keine wesentliche Änderung dieser Größen festgestellt werden.

Nach etwa dreieinhalb Monaten wurde der Versuch beendet, ohne daß irgendwelche schwerwiegenden technischen Probleme aufgetreten wären. Weitere Einzelheiten zum Entwicklungsprogramm für supraleitende Hochfrequenzstrukturen finden sich im Abschnitt "Neue Beschleunigungstechniken" dieses Berichtes.

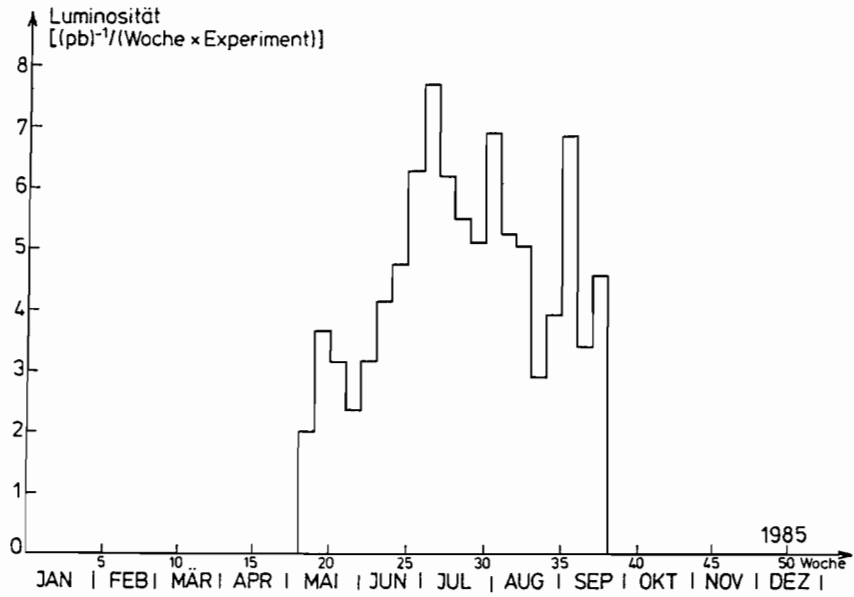


Abbildung 95: Luminosität von DORIS II in 1985.

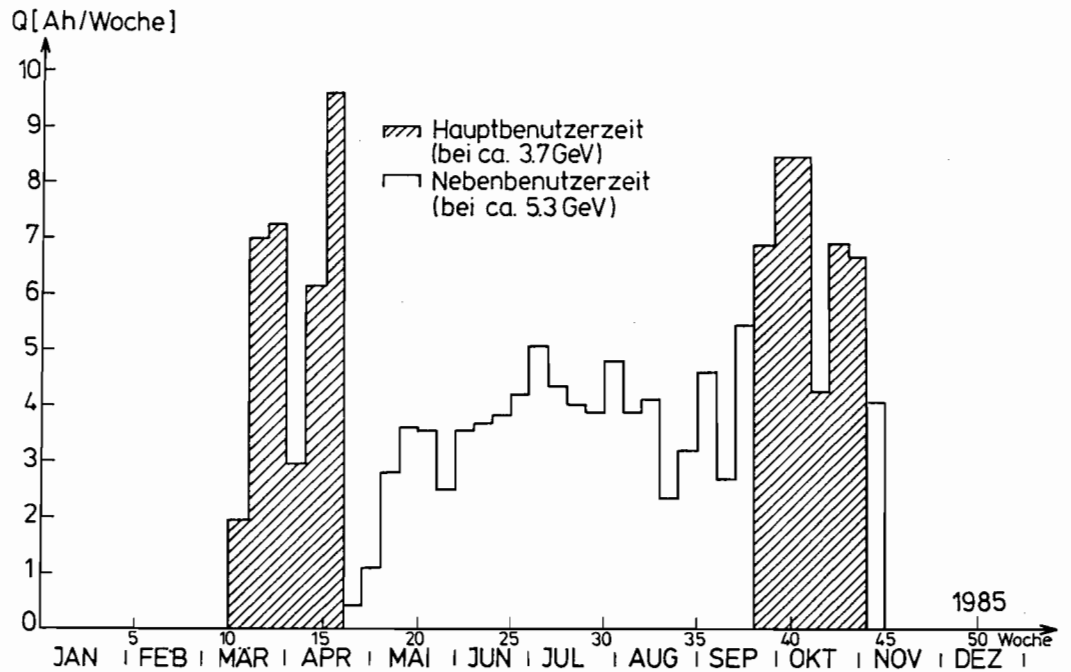


Abbildung 96: Für Synchrotronstrahlung in DORIS II gespeicherte Ladung in 1985.



## Speicherring DORIS II

DORIS II wurde im Berichtsjahr für Hochenergiephysik und Synchrotronstrahlung genutzt. Auf Maschinenstudien wurde weitgehend verzichtet, weil von den 8760 h des Jahres nur 5224 h Betriebszeit möglich waren. (Der Aufbau von DESY II und hohe Energiekosten ließen keinen längeren Betrieb von PETRA und DORIS II zu.)

*Überblick*

Wie die zur Verfügung stehende Zeit auf Hochenergiephysik und Synchrotronstrahlung verteilt wurde, zeigt Tab. 9. Der Tabelle 10 ist die Zuverlässigkeit der Maschine zu entnehmen, und in Tab. 11 sind die wichtigsten Ursachen für technische Störungen aufgeschlüsselt.

*Betriebsergebnis*

Messungen für Hochenergiephysik wurden auf der  $\Upsilon(4S)$ -Resonanz bei ca. 5.3 GeV Maschinenenergie mit dem Experiment ARGUS als Hauptbenutzer durchgeführt. Obwohl die vorgesehene Meßzeit etwa 10% (320 h) kürzer war als im Vorjahr, konnte die integrierte Luminosität von  $90 \text{ pb}^{-1}$  auf  $91 \text{ pb}^{-1}$  leicht gesteigert werden. Für das Experiment Crystal Ball wurden Einzelstrahlen zum Studium des Untergrundes bei 5.3 GeV bereitgestellt. Für die Nutzer der Synchrotronstrahlung konnte die gespeicherte Ladung im Vergleich zum Vorjahr von 138 Ah auf 153 Ah erhöht werden, ebenfalls trotz Reduzierung der Betriebszeit (Tab. 12). In den Abbildungen 95 und 96 sind die erreichte Luminosität pro Woche für Hochenergiephysik bzw. die gespeicherte Ladung pro Woche für Synchrotronstrahlung dargestellt. Zu den Ursachen der Begrenzung von Luminosität und Strahlstrom sei auf den Vortrag bei der Vancouver-Beschleunigerkonferenz verwiesen (s. S. 276 ff., "M-Bereich"). Kurz aufgelistet sind hier die Gründe für die Grenzen:

- Fehlende HF-Leistung bei hoher Strahlenergie
- Strahlinstabilitäten
- Störende Fokussierungskräfte, die der eine Strahl auf den anderen ausübt
- Zu starke Erwärmung von Teilen der Vakuumkammer unter Strahlbelastung

Technisch wurde DORIS II dadurch verbessert, daß neue Kompensationsspulen für das ARGUS-Magnetfeld eingebaut wurden, um dessen Wirkung auf den

*Verbesserungen  
und Ausbau*

Tabelle 9: Die geplante Nutzung von DORIS II in 1985.

Hochenergiephysik	3 392 h	$\cong$	64.9%
Synchrotronstrahlung	1 832 h	$\cong$	35.1%
Summe	5 224 h	$\cong$	100.0%

Tabelle 10: Der Ablauf der geplanten Nutzungszeit von DORIS II in 1985.

Nutzbare Zeit	3 708 h	≅	71.0%
Injektion	271 h	≅	5.2%
Einstellen der Maschine	250 h	≅	4.8%
Technische Ausfälle	995 h	≅	19.0%
Summe	5 224 h	≅	100.0%

Tabelle 11: Ursachen für technische Ausfälle von DORIS II in 1985.

Ausfallursache	Gesamtdauer T [h]	$\frac{100 T}{5\,224\text{ h}}$
Kein Strahl aus Vorbeschleunigern	439 h	8.4%
Zugang für und techn. Ausfälle von Experimenten	182 h	3.5%
Vakuumsystem	94 h	1.8%
HF-Sender	84 h	1.6%
Beschleunigungsstrecken	84 h	1.6%
Stromversorgung für Magnete	60 h	1.1%
Sonstiges (z.B. Netzausfall)	52 h	1.0%
Summe	995 h	19.0%

Tabelle 12: Verwendung der DORIS II-Hauptbenutzerzeit.

Hauptbenutzer	Energie [GeV]	zugeteilte Zeit [h]	Luminosität pro WWZ [pb <sup>-1</sup> ]	gespeicherte Ladung [Ah]
ARGUS	5.3	3 232	91.2	76.4
Crystal Ball	5.3	160	-*	3.8
HASYLAB	3.7	1 832	-	73.0
Summe	-	5 224	91.2	153.2

\* Untersuchungen des Untergrundes mit nur einem gespeicherten Strahl

gespeicherten Strahl zu beseitigen. Die alten Spulen waren schadhaf, kompensierten das Magnetfeld nur zu etwa 85% und behinderten den Betrieb durch Ausfälle. Um die Synchrotronstrahlung von DORIS II noch weitergehend zu nutzen, wurde der Einsatz eines weiteren Wigglers geplant. Das Licht dieses Wigglers läßt sich nicht in die bestehende Experimentierhalle von HASYLAB lenken. Es wurde deshalb eine neue Halle vorgesehen (s. S. 132, "*Experimentierbetrieb*").

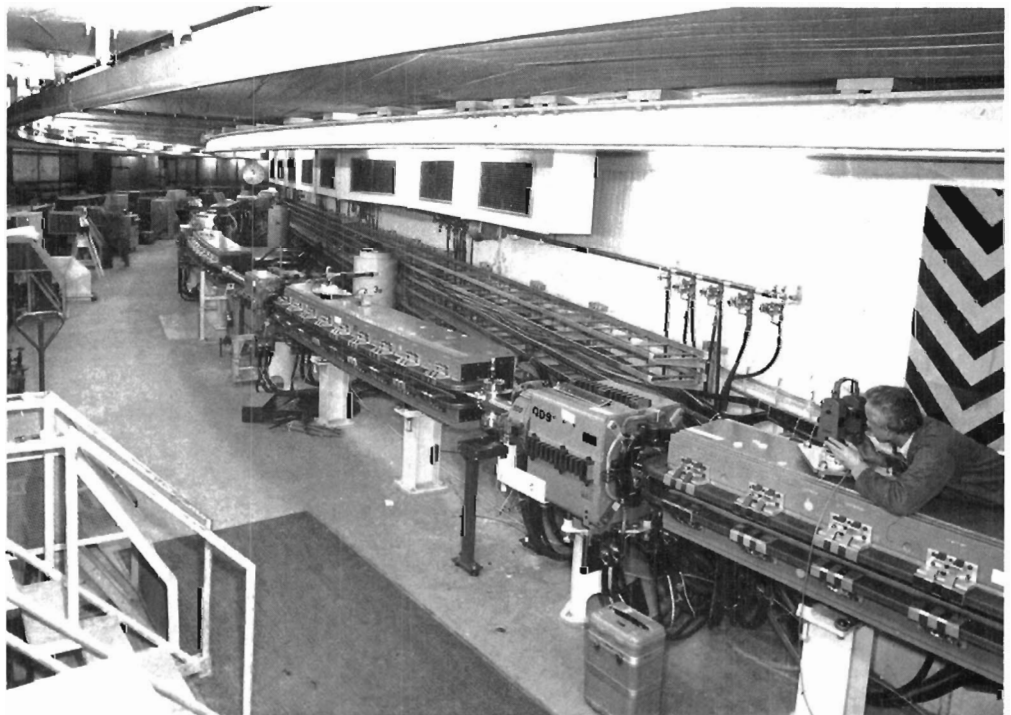


Abbildung 97: Blick auf das neue Elektronen/Positronen-Synchrotron DESY II (rechts), daneben DESY I. (38356/23)

# Synchrotron DESY

Das Synchrotron DESY I diente im Berichtsjahr unverändert als Vorbeschleuniger für DORIS und PETRA. Die Betriebsstatistik zeigt eine Verfügbarkeit des Synchrotrons von über 90% (Tab. 13 und Tab. 14). Da der Betrieb in absehbarer Zeit eingestellt wird und seine Aufgaben dann von dem neuen Synchrotron DESY II übernommen werden, sind keine Weiterentwicklungsarbeiten an DESY I durchgeführt worden.

## DESY I

Tabelle 13: Betriebsstatistik des Synchrotrons in 1985.

Monat	Gesamt-Betr.zeit	für Hauptbenutzer		erhalten		Maschinenstudien	Montagezeiten	Nebenben. am Synchr.
		vorges.	erhalten	DORIS h(%)	PETRA h(%)			
Jan.							1.1.-31.1.	
Feb.							1.2.-28.2.	
März	672 h	624 h	528.8 h	528.8 (84.7)	398.5 (69.2)	48 h	1.3-3.3.	552 h
Apr.	616 h	616 h	533.1 h	403.3 (85.4)	533.1 (86.5)			616 h
Mai	744 h	744 h	721.6 h	699.2 (94.0)	721.6 (97.0)			744 h
Juni	720 h	720 h	694.9 h	688.5 (95.6)	694.9 (96.5)			720 h
Juli	744 h	744 h	702.1 h	699.1 (94.0)	702.1 (94.4)			744 h
Aug.	744 h	744 h	649.1 h	620.9 (83.5)	649.1 (87.2)			744 h
Sept.	720 h	720 h	676.7 h	668.6 (92.7)	676.7 (94.0)			720 h
Okt.	744 h	744 h	715.2 h	710.5 (95.5)	715.2 (96.1)			744 h
Nov.	240 h	168 h	144.0 h	144.0 (85.7)	67.8 (94.2)	60 h	12.11.-30.11.	180 h
Dez.							1.12.-21.12.	
Summe	5 944 h	5 872 h (98.8%)	5 365.9 h (91.4%)	5 162.9 h (90.1%)	5 159.0 h (90.6%)	108 h (1.8%)		5764 h (97%)

Die am Ende des Jahres 1984 begonnene Installation des neuen Synchrotrons DESY II wurde zu Beginn des Berichtsjahres fortgesetzt und für das Synchrotron im engeren Sinne, d.h. ohne die externen Strahlen, auch abgeschlossen (Abb. 97). Da DESY I weiterhin aus noch zu erläuternden Gründen bis November 1986 als Vorbeschleuniger für die Speicherringe betrieben werden muß, ist die Elektronen-Injektion so ausgelegt worden, daß durch schnelles Umschalten der Transportwege des LINAC I entweder DESY I mit 50-MeV- oder DESY II mit 200-MeV-Elektronen versorgt werden kann (Abb. 98). Dadurch konnte DESY II in den Füllpausen der Speicherringe probeweise betrieben werden, ohne den Experimentierbetrieb zu stören.

## DESY II

Im Gegensatz zu DESY I sieht das Magnetsystem von DESY II getrennte Funktionen für die Ablenkung und die Fokussierung vor. Es gibt also fünf Magnetkreise: den Dipolkreis, zwei Quadrupolkreise und zwei Sextupolkreise. Die Stromversorgungen für die beiden Quadrupolkreise und die beiden Sextupolkreise waren am Ende des Betriebsjahres fast vollständig, der noch provisorische Dipolkreis wurde von einem ebenfalls provisorischen Netzgerät gespeist

Tabelle 14: Ausfälle von über einer Stunde Hauptbenutzerzeit in 1985.

Transportmagnete und Netzgeräte	7
Septumausfälle	1
Kickerausfälle	4
Störungen durch Rechner und Interface	11
Wasserstörungen	13
Magnete, Magnetversorgung des Synchrotrons sowie alle allgemeinen Stromausfälle	21
Ausfälle durch Vakuumslecks und Vakuumpumpen	11
Intensitätsverlust (Regen)	3
Änderung des Betriebszustandes	5
Interlockursachen	2
Ausfälle im LINAC I	11
LINAC II	5
bei PIA	3
in der Hochfrequenz	4
Vorbereitung für DESY II	4
Angegeben ist die <b>Anzahl der Störungen</b> die insgesamt <b>ausgefallenen Experimentierstunden</b> belaufen sich auf	<b>(105)</b> <b>506.5 h</b> <b>(8.6%)</b>

(s. S. 196, "Energieversorgung"). Außerdem wurden die Injektions- und Ejektionseinrichtungen, das Vakuumsystem und ein Teil des Hochfrequenzsystems installiert.

Die Entwicklung der Software für die Meß- und Kontrolleinrichtungen konnte soweit vorangetrieben werden, daß eine Rechnersteuerung für die Erprobung des Synchrotrons eingesetzt werden konnte (Orbitkorrekturen bei Injektionsenergie, Magnetstromeinstellungen, Anwahl von Monitoren). Mit Hilfe der erwähnten vorläufigen Stromversorgung für den Dipolkreis konnte ein Einzelbunch mit etwa  $2 \times 10^9$  Teilchen auf eine Energie von 1 GeV beschleunigt werden. In weiteren Meßschichten wurden folgende Punkte untersucht:

1. Stabilität nach Amplitude und Phase des Magnetstroms in allen Magnetkreisen, einzeln und relativ zueinander
2. Bestimmung des Arbeitspunktes
3. Erprobung der Elektronen-Ejektionen

Der endgültige Ausbau des Dipolmagnetkreises unter Verwendung von Komponenten der 50-Hz-"White"-Schaltung von DESY I und der zugehörigen Stromversorgung für den 8-GeV/12.5-Hz-Betrieb von DESY II wurde auf den Winter



Abbildung 98: Strahltransport vom LINAC I zu DESY I und DESY II.  
(38380/35)

1986/87 verschoben, um durch Verkürzung der Montagezeit Anfang 1986 im letzten Betriebsjahr von PETRA als Hochenergie-Beschleuniger mehr Maschinenzeit zu gewinnen.

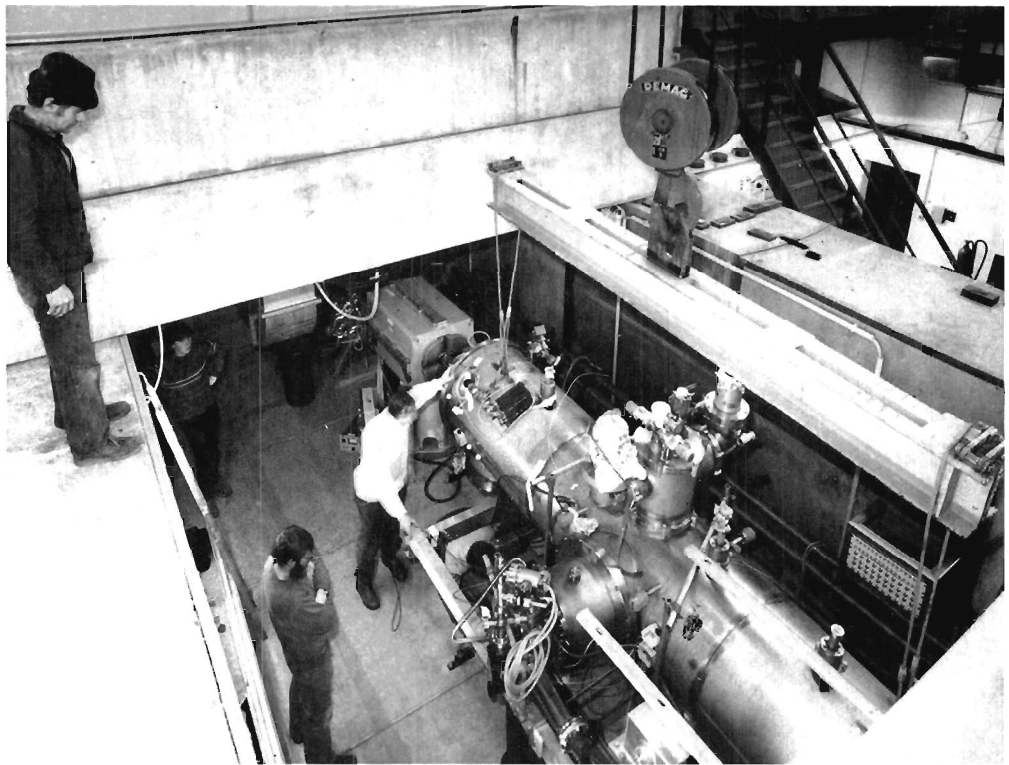


Abbildung 99: Einbau eines 9zelligen supraleitenden Resonators in den PETRA-Speicherring zu Testzwecken. (38396/3)



# Neue Beschleunigungstechniken

Im Berichtsjahr beschäftigte sich die Entwicklungsgruppe "Supraleitende Resonatoren" mit folgenden drei Hauptaufgaben:

*Supraleitende  
Resonatoren*

- Durchführung eines Experimentes mit einem supraleitenden Resonator im Speicherring PETRA
- Entwurf eines für den Speicherring HERA geeigneten HF-Moduls mit supraleitenden Resonatoren
- Vorbereitung der Herstellung eines für HERA geeigneten Prototyps und Bereitstellung der hierfür erweiterten Test-Infrastruktur

- **Strahltest in PETRA:** Im Jahr 1984 wurden drei 9zellige 1-GHz-Resonatoren aus Niob hergestellt und bis zu 5 MV/m bei 4.2 K getestet. Zwei dieser Strukturen wurden mit den Hochleistungseinkopplern und -auskopplern versehen. Ein Test dieser kompletten Strukturen ist aus kryotechnischen Gründen nicht mehr im vertikalen, sondern nur im horizontalen (für den Speicherringbetrieb notwendigen) Kryostaten möglich. Bei diesen Messungen zeigten sich Kältelecks an einer der beiden Strukturen, die bis zum geplanten Einbau in PETRA nicht behoben werden konnten. Daher wurde nur eine 9zellige Struktur für den Strahltest vorbereitet.

Nach einem Abkühl- und Meßzyklus außerhalb des Speicherringes wurde die Kryostateinheit mit dieser Struktur Anfang Februar in PETRA eingebaut (Abb. 99) und erneut auf 4.2 K abgekühlt. Als Maximalwerte wurden ein Beschleunigungsfeld von  $E_{\text{acc}} = 2.8 \text{ MV/m}$  (Quench infolge lokalen Materialfehlers) und eine Güte von  $6.5 \times 10^8$  gemessen. Während einer Woche wurden mehrere Experimente mit dem supraleitenden Resonator im Speicherring durchgeführt. Unter anderem wurde bei 7 GeV/c ein Strahlstrom von  $4 \times 0.5 \text{ mA}$  bei einer Lebensdauer von  $\tau = 3.2 \text{ h}$  ausschließlich durch den supraleitenden Resonator gespeichert. In einem anderen Experiment wurde unter Aktivierung der normalleitenden Resonatoren Hochfrequenzleistung von 27.5 kW vom supraleitenden Resonator auf den Strahlstrom übertragen. Eine integrale äußere Leistung von 280 W (bei  $4 \times 3.2 \text{ mA}$ ,  $\tau_{\text{rms}} = 1.6 \text{ cm}$ ), die im Rahmen der Meßgenauigkeit in guter Übereinstimmung mit den berechneten 300 W steht, wurde durch die vom Strahlstrom im Resonator angeregten höheren Moden erzeugt.

Im Anschluß an dieses Primärexperiment wurde der supraleitende Resonator bei regulärem Speicherringbetrieb 16 Wochen bei 4.2 K gehalten. Alle zwei Wochen wurden die Maximalwerte für das Beschleunigungsfeld und die Güte überprüft, um eventuelle Langzeiteffekte zu studieren. Im Rahmen der Meßgenauigkeit

konnte keine Veränderung gemessen werden. Neben dieser prinzipiellen Fragestellung wurde während dieser Zeit das Betriebsverhalten der Kryo- und Kontrollleinrichtung untersucht, und es konnte wertvolle Erfahrung für den operationellen Betrieb gesammelt werden. Anfang Juli des Berichtsjahres wurde der supraleitende Resonator aus dem Speicherring ausgebaut.

Während des Speicherringbetriebes zeigte es sich, daß eine nicht hinreichend bedämpfte Resonanz des supraleitenden Resonators in einem schmalen Frequenzbereich vom Spektrum des Strahlstromes angeregt werden und zu Instabilitäten führen konnte. Durch einen schnellen Frequenzwechsel an dieser Stelle konnte die Resonanz übersprungen werden, jedoch sollten zur Vereinfachung des Betriebes die Auskoppler verbessert werden.

- **Entwurf eines supraleitenden HF-Moduls für HERA:** Für den jetzt bei PETRA getesteten Resonator wurde seinerzeit die Grundfrequenz von 1 GHz gewählt. Dies entsprach den damaligen Meßergebnissen, bei höheren Frequenzen höhere Resonatorfeldstärken zu erzielen. Nach heutiger Erkenntnis ist hierfür die resonante Elektronen-Vervielfachung (Multipacting) verantwortlich. Diese kann durch geeignete Resonatorformgebung unterbunden werden, so daß heute höhere Frequenzen nicht mehr bevorzugt sind, zumal durch Fortschritte in der Kryotechnik auch die hinsichtlich der Platzverhältnisse im Speicherring kritischen Einbaumaße reduziert werden können.

Für das supraleitende HERA-HF-Modul wurde dementsprechend mit 500 MHz die DESY-“Standard-Frequenz” als Grundfrequenz gewählt. Obwohl eine Systemumstellung zusätzliche Entwicklungsarbeit bedeutet, sprechen folgende Gründe für diese Wahl: - Bei 500 MHz ist der Wert der transversalen Impedanz durch die vergrößerte Irisöffnung um den Faktor 4 reduziert. - Bei 500 MHz ist gegenüber 1 GHz der Kühlbedarf bei 4.2 K um ca. 30% reduziert. - Bei einer Wahl von 500 MHz kann die für die normalleitenden Resonatoren bei DESY installierte Hochleistungsinfrastruktur gleichfalls benutzt werden.

- **Herstellung eines HERA-Prototypen:** Nach Festlegung des Entwurfes wurde die Fertigung von insgesamt sechs 4zelligen Niob-Resonatoren und zwei horizontalen Kryostaten vergeben. Drei der Resonatoren werden in einem Helium-Bad gekühlt (geschweißter Behälter aus V2A), während die anderen drei über Rohrschlangen und eine äußere, gut wärmeleitende Silberschicht bei 4.2 K gehalten werden. Beide Kühlsysteme sollen in ihren Eigenschaften vergleichend überprüft werden, wobei jeweils zwei 4zellige Strukturen zu einer Einheit zusammengefügt werden.

Zur Kühlung wurde eine Helium-Kälteanlage spezifiziert und bestellt, die bei 4.2 K eine Kühlleistung von 300 W liefert. Zur Montage und zum Test der neuen Prototypen mit Hilfe dieser Kälteanlage wurden die nötigen Umbauten im Bereich der PETRA-Halle NO veranlaßt.

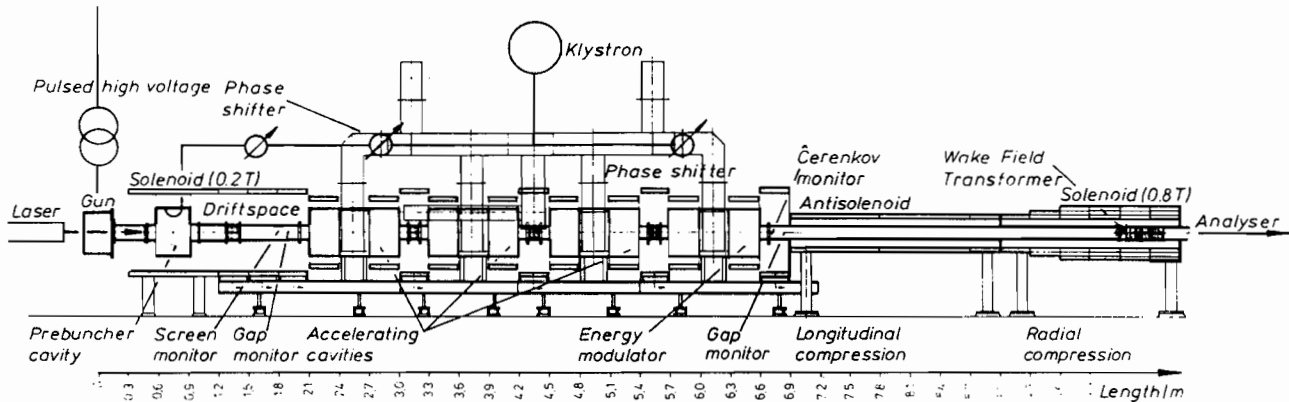


Abbildung 100: Aufbau des Wake Field Transformator-Experiments.

Die einzige bekannte Möglichkeit, bei Elektron-Positron-Experimenten in den TeV-Bereich vorzudringen, ist die Entwicklung eines "linear colliders". In dieser Maschine werden durch zwei gegeneinander gerichtete Linearbeschleuniger Elektronen und Positronen zur Kollision gebracht. In der linearen Struktur treten keine Synchrotronstrahlungsverluste auf. Der Quotient von Schwerpunktsenergie und Gradient in den Beschleunigungsstrukturen ergibt näherungsweise die Länge der Anlage. Konventionelle Hohlraumresonatoren ermöglichen Beschleunigungsgradienten bis zu 17 MeV/m. Mit supraleitenden Strukturen erreicht man bisher nur wenig höhere Gradienten. Um aber in eine realisierbare Größenordnung zu kommen, muß man Beschleunigungsverfahren entwickeln, die Gradienten von 100 MeV/m und mehr ermöglichen. Die Entwicklung der Elektron-Positron-Experimente in der Hochenergiephysik hängt also entscheidend von der Entwicklung neuer Beschleunigungsmethoden ab. Seit einigen Jahren wird über diese Probleme weltweit diskutiert, und es wurden eine Reihe von neuen Methoden zur Teilchenbeschleunigung vorgeschlagen.

*Wake Field  
Transformator-  
Experiment*

Bei DESY wird die Möglichkeit verfolgt, Elektronen mit Hilfe von "Wake Fields" zu beschleunigen. Bei diesem Verfahren werden die transienten elektromagnetischen Streufelder (Wake Fields) eines Treiberstrahles räumlich fokussiert und die dabei entstehenden sehr hohen longitudinalen elektrischen Feldstärken zur Beschleunigung eines zweiten Strahles ausgenutzt. Im Jahr 1984 wurde damit begonnen, einen Wake Field Transformator und die damit verbundenen physikalischen und technischen Probleme in einem Experiment zu studieren. In der DESY-Experimentierhalle II wurde dafür ein Linearbeschleuniger zum Beschleunigen von Hohlstrahlen aus weitgehend vorhandenen Teilen aufgebaut. Die Gesamtanlage (ohne Sender und Energiespektrometer) ist in der Abb. 100 dargestellt.

Der infrarote Lichtstrahl ( $\lambda = 1.064 \mu\text{m}$ ) eines gütegeschalteten Nd-Yag-Lasers ( $P > 100 \text{ MW}$ ) wird auf eine konische Kathode aus hochschmelzendem Ma-

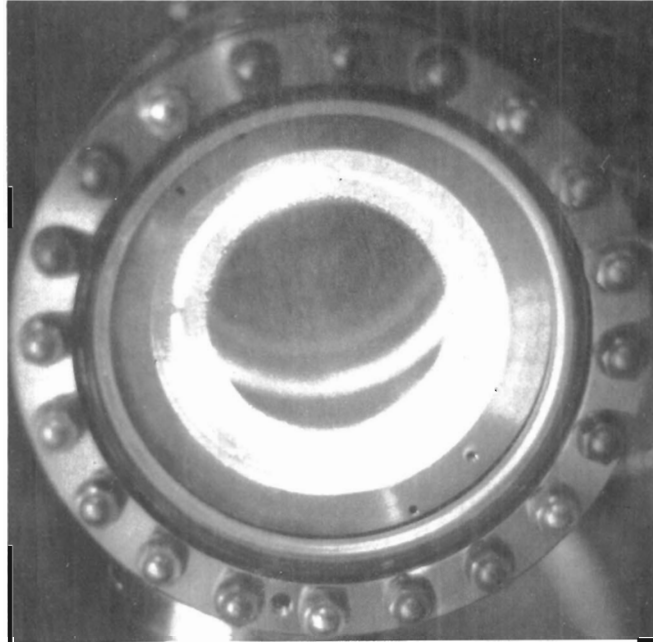


Abbildung 101: Bild des Hohlstrahls auf einem Fluoreszenzgitter.

Ein Fluoreszenzgitter ist ein mit Zinksulfid beschichtetes Metallgitter. Der Hohlstrahl konnte abgebildet und durch ein Schauglas betrachtet werden. Der Schirm muß elektrisch leitend sein, um eine Aufladung zu verhindern. Deutlich sichtbar ist der Schatten der vier Stege, die den zentralen Teil der Anode halten.

terial fokussiert. Die emittierten thermischen und photoelektrischen Elektronen bilden einen ringförmigen Strahl von 10 cm Durchmesser. Der Hohlstrahl wird durch eine gepulste Hochspannung ( $\hat{U} \sim 100 \text{ kV}$ ) abgesogen und durch ein Solenoidfeld ( $B \sim 0.2 \text{ T}$ ) in die Beschleunigungsstruktur geführt. Dort wird der Hohlstrahl zuerst in einem Prebuncher longitudinal komprimiert. Danach wird der Elektronenring von vier dreizelligen Hohlraumresonatoren ( $\nu = 500 \text{ MHz}$ ) auf eine Energie von 8 MeV beschleunigt. Ein gepulstes Klystron ( $\hat{P} = 1 \text{ MW}$ ) speist alle Resonatoren über Hohlleiter. Die Leistung wird gleichmäßig auf die Beschleunigungsresonatoren aufgeteilt. Die Hochfrequenz für den Prebuncher wird mit einem Richtkoppler aus einem Hohlleiter entnommen. Im Antisolenoiden wird der Hohlstrahl auf extrem kleine Längen von einigen Millimetern longitudinal verdichtet. Ein verstärktes Solenoidfeld am Ende ( $B \sim 0.8 \text{ T}$ ) verkleinert die radialen Dimensionen des Elektronenringes und führt ihn durch den eigentlichen Wake Field Transformator. Dieser besteht aus 80 einzelnen, hintereinander angeordneten, resonatorähnlichen Strukturen. Zur Überwachung und zur Justierung des Hohlstrahles sind verschiedene Meßanordnungen angebracht.

Im Berichtsjahr wurde der Linearbeschleuniger bis einschließlich des vierten Cavities in Betrieb genommen. Im Frühjahr emittierte die lasergetriebene Hohlstrahlkanone zum ersten Mal Elektronenringe (Abb. 101). Bei Spannungen von 50 kV wurden Ströme bis zu 50 A erreicht. Zum ersten Nachweis des Hohlstrahles wurde in die Driftstrecke hinter dem Prebuncher-Cavity (Abb. 100) ein Fluoreszenzgitter eingebaut. Der Strom wurde mit einem Faraday-Käfig an der gleichen Stelle gemessen. In der zweiten Jahreshälfte wurden die Ringe dann auf eine Energie von etwa 4 MeV beschleunigt. Die Energie wurde mit einem für dieses Experiment entwickelten Hohlstrahlspektrometer gemessen, das das Endfeld der Solenoidspulen ausnutzt. Im nächsten Jahr soll die Hohlstrahlkanone weiter untersucht und verbessert und der Elektronenring diagnostiziert werden.

Es wird erwartet, daß Ende 1986 der erste Test des Wake Field Transformators ohne longitudinale und radiale Komprimierung des Elektronenringes erfolgen kann.



Im Berichtsjahr wurde der Linearbeschleuniger bis einschließlich des vierten Cavities in Betrieb genommen. Im Frühjahr emittierte die lasergetriebene Hohlstrahlkanone zum ersten Mal Elektronenringe (Abb. 101). Bei Spannungen von 50 kV wurden Ströme bis zu 50 A erreicht. Zum ersten Nachweis des Hohlstrahles wurde in die Driftstrecke hinter dem Prebuncher-Cavity (Abb. 100) ein Fluoreszenzgitter eingebaut. Der Strom wurde mit einem Faraday-Käfig an der gleichen Stelle gemessen. In der zweiten Jahreshälfte wurden die Ringe dann auf eine Energie von etwa 4 MeV beschleunigt. Die Energie wurde mit einem für dieses Experiment entwickelten Hohlstrahlspektrometer gemessen, das das Endfeld der Solenoidspulen ausnutzt. Im nächsten Jahr soll die Hohlstrahlkanone weiter untersucht und verbessert und der Elektronenring diagnostiziert werden.

Es wird erwartet, daß Ende 1986 der erste Test des Wake Field Transformators ohne longitudinale und radiale Komprimierung des Elektronenringes erfolgen kann.





## Arbeiten der Gruppen des Bereiches Maschinen

Das Hauptengagement der Koordinatoren von PETRA und DORIS galt im Berichtsjahr der Effizienz des Betriebes für die Hochenergiephysik und die Experimente mit der Synchrotronstrahlung. Für PETRA ist dieses um so verständlicher, da die vier Detektoren CELLO, JADE, MARK J und TASSO wegen des PETRA-Umbaus zum HERA-Injektor nur noch bis Ende 1986 Daten nehmen können. Bei DORIS galt es nach wie vor, für die divergierenden Anforderungen der Hochenergie-Kollaborationen ARGUS und Crystal Ball und der Synchrotronstrahlungsbenutzer eine optimale Betriebsweise zu finden und durchzuführen. Die Maschinenkoordination von DESY war besonders belastet, da neben dem Betrieb von DESY I für DORIS, PETRA und die Teststrahlen das neue 8-GeV-Elektron/Positron-Synchrotron DESY II erprobt werden mußte (s. S. 185, "DESY II")—abgesehen von Überlegungen für die Umwandlung von DESY I in das Protonen-Synchrotron DESY III, mit der Ende 1986 begonnen werden soll.

Die Wissenschaftler des Bereiches "Maschinen" waren ausschließlich für das HERA-Programm tätig, speziell bei den

- Optiken für PETRA II (Elektronen- und Protonen-Betrieb), für den Transfer von PETRA II zu HERA und für HERA selbst
- Untersuchungen über Stabilitätsgrenzen in HERA und die Spin-Polarisation im Elektronenring von HERA
- Untersuchungen über die zulässigen Toleranzen für die Feldqualität der Magnete des Elektronenringes.

Die Arbeiten sind im einzelnen im Abschnitt "Speicherringanlage HERA" (s. S. 159 ff.) beschrieben.

Die technischen Gruppen waren im Berichtsjahr weiterhin für die Komponenten der derzeit laufenden Beschleuniger und Speicherringe verantwortlich und stellten das Schichtpersonal für den laufenden Beschleunigerbetrieb. Die Möglichkeiten für die Arbeiten am HERA-Projekt waren jedoch nicht nur hierdurch eingeschränkt, sondern auch durch die Fertigstellung der Komponenten für DESY II. Dieses galt in besonderem Maße für die Energieversorgung, die Injektion, das Vakuum und die Kontrollen, während für die Hochfrequenzgruppe vor allem der Hochenergiebetrieb für PETRA einen erheblichen Personaleinsatz erforderte.

Die Arbeitsgruppe MIN ist zuständig für den Betrieb und die Weiterentwicklung der Linearbeschleuniger I und II, des Positronen-Zwischenspeicherringes PIA und der Strahlführungssysteme zwischen allen Beschleunigern und Spei-

*Koordinatoren und  
Wissenschaftler*

*Technische  
Gruppen*

*Injektion/Ejektion  
- MIN -*

cherringen, einschließlich der für die Injektion/Ejektion in den Kreismaschinen nötigen gepulsten Magnete.

Für den durchlaufenden Beschleunigerbetrieb stellt die Gruppe Personal im Teilschichtdienst.

Tätigkeitsschwerpunkte im Berichtsjahr waren:

- **LINAC I:** Der um zwei große LINAC II-Abschnitte erweiterte LINAC I ist im Frühjahr 1985 zum erstmalig erfolgreich gelaufen. Die Energie des Elektronenstrahls für DESY II beträgt routinemäßig 200 MeV, in einem Einzelbunch sind ca.  $3 \times 10^9$  Elektronen. Der erweiterte Linearbeschleuniger konnte im Berichtsjahr nicht vollständig ausgetestet werden, da die Maschine wegen des an den Speicherringen uneingeschränkten Experimentierbetriebes nur in wenigen Meßschichten hierfür zur Verfügung stand. Die für den Speicherringbetrieb erforderliche Elektronen-Injektion in DESY I erfolgte weiterhin bei 50 MeV.

- **DESY II-Ejektion:** Die Elektronen-Ejektionen aus DESY II in Richtung DORIS und PETRA wurden bei 1 GeV in Betrieb genommen. Die entsprechenden Positronen-Auslenkungen werden untersucht werden, sobald im Shut-down 1986/87 der Transportweg zwischen LINAC II und DESY II aufgebaut worden ist.

- **HERA:** Über die Ejektionen aus PETRA, Injektionen in HERA und die Transportwege zwischen PETRA und HERA wird im Abschnitt "Speicherring HERA" (s. S., 166, "Injektion") berichtet.

### Energieversorgung - MKK -

Das Arbeitsgebiet der Gruppe MKK umfaßt

- Das **Hochspannungsnetz** mit vier hauseigenen 10kV-Drehstrom-Mittelspannungsnetzen mit 30 10kV-Schaltstationen. Diese Netze werden über drei eigene Transformatoren mit einer Übertragungskapazität von je 43 MVA unmittelbar aus dem 110kV-Netz der Hamburger Electricitäts-Werke gespeist.

- Die **allgemeine Stromversorgung** mit vielen Niederspannungs-Drehstromnetzen, 380 V und 660 V, die über eigene Transformatoren aus den oben genannten 10kV-Netzen gespeist werden.

- Die **Stromversorgung für Magnete** aller Beschleuniger, Speicherringe und Experimente bei DESY (ca. 490 Hochstromkreise und ca. 1 350 Korrekturmagnete mit hochgenauer Stromregelung)

- Die **80kV-Hochspannungs-Gleichstromversorgung für die Hochfrequenzsender**

- Die **Wasserkühlung** für ca. 2 400 Magnete und die Hochfrequenzsender und Hochfrequenz-Beschleunigungsstrecken mit den zugehörigen Primärsystemen (Kühltürme, Kaltwassererzeuger, Tiefbrunnen, Versickerungssystemen und Schluckbrunnen, Enteisenung und sonstige Aufbereitung)

- Die **Lüftungs- und Klimaanlage** für die Beschleunigertunnel, für unterirdische Hallen und Nebenräume, Rechnerräume und Kontrollräume (insgesamt ca. 130 Anlagen)

Für den durchlaufenden Betrieb stellt die Gruppe Personal im Teilschichtdienst.

Im Jahr 1985 wurden neben der Aufrechterhaltung des laufenden Betriebes aller genannten Anlagen eine Reihe von Einzelmaßnahmen durchgeführt. Ein dritter 110kV-Anschluß an das Netz der Hamburger Electricitäts-Werke in Gestalt eines  $2 \times 31.5$  MVA 110/10 kV Doppeltransformators wurde einsatzbereit aufgestellt; die zugehörige Erweiterung der 10kV-Schaltanlagen wurde begonnen. Im 10kV-Drehstromnetz wurden Einrichtungen zur Blindleistungskompensation und Oberwellenunterdrückung erstmals erprobt. Die Stromversorgungen der Beschleuniger wurden technisch verbessert.

Bei den Kühlanlagen nahm die Anlagenerneuerung wesentliche Planungskapazität in Anspruch (Wassergewinnung und -aufbereitung, Enteisungsanlage). Ein Vorhaben zur Erweiterung des Kaltwassernetzes im DESY- und DORIS-Bereich wurde begonnen. Dafür wurde ein moderner Turbokompressor mit dem Kältemittel Freon in Auftrag gegeben, der die veralteten und sehr wartungsintensiven Ammoniak-Kältekompressoren ersetzen wird.

An den neuen Projekten DESY II und vor allem HERA war die Gruppe MKK maßgeblich beteiligt:

- **DESY II:** Im Winter-Shut-down 1984/85 wurde die Verkabelung von DESY II vervollständigt. Alle fünf Stromkreise—ein Dipol-, zwei Quadrupol- und zwei Sextupolkreise—wurden zunächst bei kleiner Aussteuerung, entsprechend 1 GeV, mit provisorischen Stromquellen erprobt, wodurch der Aufwand für die Optimierung der Stromregelung für den Gleichlauf der fünf Kreise abschätzbar wurde (s. S. 185, "DESY II").

Die 48 Choppergeräte 10 A/20 V für die Korrektur des Einschuffeldes wurden in Betrieb genommen und den Erfordernissen bezüglich der Zusammenschaltung mehrerer Geräte zu rechnerkontrollierten Gruppen zwecks Berücksichtigung der Betatronwellenlänge angepaßt. Bei DESY II ist die Zyklusfrequenz nur 12.5 Hz statt 50 Hz wie bei DESY I; die Stromversorgung für den Hochfrequenzsender mußte dem durch zusätzliche Energiespeicher angepaßt werden.

- **HERA - Bauten:** Im Berichtszeitraum wurden die unterirdischen Räume für die Versorgungseinrichtungen in allen HERA-Hallen sowie die Anordnung der Lüftungskanäle und der Rohr- und Kabelführungen endgültig festgelegt. Im Bereich der Halle West wurden oberirdische Trassen für Rohrleitungen und Kabel verlegt. Die Leitungsführungen zu und in den Injektionskanälen zwischen PETRA und HERA und die Unterbringung der Rohre für die Wasserkühlung im Ringtunnel wurden bestimmt.

- **HERA - Drehstromversorgung:** In der Halle West wurde die 10kV-Hauptschaltanlage montiert. Niederspannungsschaltanlagen für die Kryotech-

nik- und Magnetmeß-Halle, die für die Kältetechnik erforderlichen Transformatoren, 10kV-Schaltanlagen für die externen HERA-Hallen und die erste Serie von Netztransformatoren 10 kV/380 V dafür wurden geplant und in Auftrag gegeben. Umfangreiche Planungsarbeiten waren erforderlich für die Überwachungseinrichtungen, den Netzschutz und die Verkabelungen. Für die Niederspannungsversorgung des HERA-Ringes hat sich ein gekapseltes Schienensystem als zweckmäßig erwiesen.

- **HERA - Wasserkühlung:** Die Rohrleitung für das Versorgungssystem von HERA wurde spezifiziert und in Auftrag gegeben. Projektierungsarbeiten für die kleineren Wasserleitungen und das Lecksicherungssystem im Ringtunnel und für die Wasserkühlungsanlagen in den HERA-Hallen und die Injektionsysteme wurden begonnen. Planungs- und Konstruktionsarbeiten erfolgten für die Wasserkühlung der Helium-Verflüssigungsanlage und des LINAC III.

- **HERA - Heizung, Lüftung und Druckluft:** Die Rohrleitungen zur Heizungsversorgung des Gebietes HERA-West wurden geplant und in Auftrag gegeben. Die Konstruktionsarbeiten für die Belüftung aller unterirdischen HERA-Bauwerke konnten im wesentlichen abgeschlossen werden. Klima-Anlagen für den LINAC III wurden projektiert und in Auftrag gegeben, ebenso wie eine Druckluftanlage für die Kryotechnik-Halle.

- **HERA - Magnet-Stromversorgung:** Die Stromregelung für die Versorgung der Magnete wurde spezifiziert. Für die Korrektornetzgeräte und den 15kHz-Transistorchopper (24 kW Ausgangsleistung) haben die Entwicklungsarbeiten begonnen; für den darüber liegenden Leistungsbereich bis 100 kW wurde ein Thyristorchopper erprobt, und es wurde ein Prototypgerät mit drei Choppereinheiten bestellt. Die erste Serie für Choppergeräte mit 100 A wurde für die Strahlführung des LINAC III in Auftrag gegeben. Die größten neuen Gleichstromquellen (HERA-Elektronen-Dipole und -Quadrupole und Protonen-Dipole für PETRA II) wurden geplant und in Auftrag gegeben; der Umbau und die Modernisierung von vorhandenen Gleichstromquellen, insbesondere für die Strahltransportwege PETRA/HERA und für die Protonenbeschleunigung in PETRA, wurde begonnen.

*Aufbau von Beschleunigern und Experimenten*  
- MEA -

Das Sachgebiet der Gruppe MEA umfaßt die Planung und Durchführung des Auf- und Umbaus von Beschleunigern und Experimenten, die geodätische Vermessung der Magnete aller Beschleuniger und der Beschleuniger selbst bezüglich ihrer Lage zueinander sowie der Experimente; die Betreuung aller "warmen" Magnete bei DESY (Wartung, Reparatur, Neubau, Feldmessung) und die Betreuung von Sicherheitseinrichtungen in den Experimentierhallen (Abschirmung, Gaswarnanlagen). Durch HERA erweitern sich die Sachgebiete um die beiden Magnetringe im HERA-Tunnel, die Strahlführungssysteme zwischen HERA und PETRA und die Unterstützung für die HERA-Detektoren.

Aus der Menge der im Berichtsjahr durchgeführten Einzelarbeiten sollen, nach Anlagen geordnet, die wichtigsten herausgegriffen werden.

Bestehende Anlagen:

- **PETRA:** Kontrollnivellements im PETRA-Tunnel; Höhenjustierung der PETRA-Quadrupole, insbesondere über der ersten Kreuzung mit HERA und im Bereich des Anschlußbauwerks für den Protonen-Injektionskanal in Richtung HERA
- **DORIS:** Vermessung und Neujustierung des gesamten Speicherringes und Absteckung von neuen Strahlachsen für die HASYLAB-Erweiterung
- **Experimente:** Reparatur der TASSO-Spule, Demontage des PLUTO-Detektors, Erweiterung der Personensicherheitseinrichtungen in der HASYLAB-Experimentierhalle

Geplante und im Bau befindliche Anlagen:

- **DESY II:** Abschließender Aufbau des DESY II-Ringes (Abb. 97); teilweiser Aufbau der DESY II-Strahlführungswege; Kontrollvermessung und Justierung des Synchrotrons
- **DESY III:** Planung der Umbauarbeiten; Spezifikation und Bestellung der DESY III-Quadrupole
- **LINAC III:** Aufbau des LINAC III-Tunnels; Umbau der Synchrotron-Ringmauer und Anschluß des LINAC III-Tunnels an den Synchrotron-Tunnel; Entwicklung und Konstruktion eines Vermessungssystems für die Driftröhren- und Tankmontage des LINAC III
- **PETRA II:** Entwurf von Maschinen-Abschirmungen für die PETRA-Experimentierhallen nach Ausbau der Detektoren Ende 1986
- **HERA-Maschine:** (s. auch Abschnitt "Speicherringanlage HERA", S. 159 ff.) Planung der Installation der Maschinenkomponenten im HERA-Tunnel; Planung der Kabel- und Rohrleitungsführungen in den HERA-Hallen und im -Tunnel; Planung des Montageablaufs für den Einbau der Komponenten in die Tunnel- und Hallenbereiche; Berechnung, Konstruktion und Auftragsvergabe diverser Magnettypen sowie Bau und magnetische Vermessung von Prototyp-Magneten; Entwicklung, Spezifikation und Bestellung der "HERA-TRAM" (Transport- und Manipulationsfahrzeug für die Handhabung diverser HERA-Komponenten im Tunnel); Entwicklung und Konstruktion eines Spezialfahrzeuges für den Einbau der Magnete in die HERA-Injektionskanäle; Entwurf und Konstruktion eines Stromschienensystems für die Hauptstromkreise des Elektronenringes; diverse Ausbauten und Kontrollen des HERA-Vermessungsnetzes und spezielle Genauigkeitskontrolle des übergeordneten Vermessungssystems (Hochpunkte und Vermessungstürme) durch Vergleichsmessungen mit Präzisions-Streckenmeßgeräten verschiedener Hersteller; regelmäßige Kontrolle der hergestellten Tunnelachse auf Einhaltung der verlangten Bautoleranzen
- **HERA-Experimente:** Planungs- und Konstruktionsarbeiten für die HERA-Kollaborationen H1 und ZEUS

### *Kontrollen und Instrumentierung - MKI -*

Zum Sachgebiet der Gruppe MKI gehören

- Die **Bedienungs- und Überwachungs-Einrichtungen** für alle Beschleuniger und Speicherringe im zentralen Beschleunigerkontrollraum sowie in dezentralen Unterkontrollen
- Die **Prozeßrechner** für die zentrale Beschleunigerkontrolle mit den sehr umfangreichen hierfür notwendigen Programmen
- Die Einrichtungen zur **Datenübertragung** von den zentralen Prozeßrechnern zu den dezentralen Anlagen und Geräten in den einzelnen Beschleunigern und Speicherringen sowie für die Verbindung der Rechner mit den Bedienungs- und Überwachungs-Einrichtungen in den Kontrollräumen
- Die **Maschineninstrumentierung**, d.h. die "Hardware" in Form elektronischer Geräte und Anlagen in den einzelnen Beschleunigern und Speicherringen, einschließlich der Geräte und Anlagen für technische Sicherheit und Personenschutz
- Die **Strahlinstrumentierung**, d.h. die meßtechnischen Geräte und Anlagen zur Verfolgung der Teilchenstrahlen in den Beschleunigern und Speicherringen sowie den Strahlführungssystemen zwischen beiden
- Die **Signal- und Steuerkabelnetze** für die genannten Geräte und Anlagen.

Die Gruppe ist am Schichtdienst im zentralen Beschleunigerkontrollraum beteiligt.

Die Aktivitäten der Gruppe MKI im Berichtsjahr lassen sich den folgenden vier Schwerpunkten zuordnen:

- **Betrieb der Beschleuniger:** Das Beschleunigerkontrollsystem lief auch im Berichtsjahr sehr stabil und zuverlässig und war an Betriebsstörungen der Beschleuniger vergleichsweise äußerst gering beteiligt. Ausfälle im Bereich der Hardware lagen im Rahmen der Erwartungswerte. Kontrollsystemstörungen durch Software sind bei einer hohen Betriebssystemsicherheit auch im Bereich der Anwenderprogramme außerordentlich selten.
- **Weiterentwicklungen:** Die Weiterentwicklung der Hardware- und Softwarekomponenten für die Kontroll- und Instrumentationseinrichtungen wurde fortgesetzt. Ziele dieser Arbeiten sind die kontinuierliche Verbesserung der existierenden Anlagen und Steuerprozeduren, die Ausbaufähigkeit des Kontrollsystems zur Integration weiterer Beschleuniger und die systemkonforme Integration neuartiger Mikroelektronik und Softwaretechnik.
- **DESY II:** Die Aktivitäten der Gruppe richteten sich schwerpunktmäßig auf DESY II. Im Berichtszeitraum wurde ein komplettes Kontroll- und Instrumentationssystem installiert und in Betrieb gesetzt. Das Konzept einer weitgehend einheitlichen Kontrolle für die verschiedenen Beschleuniger erwies sich auch bei DESY II als außerordentlich hilfreich und aufwandminimierend. Standard Service- und Operationsprogramme konnten vom existierenden Kontrollsystem

übernommen werden. Vor allem im Bereich der Strahlinstrumentierung wurden eine Reihe neuer Entwicklungen installiert und in Betrieb gesetzt.

- **HERA:** Die Anzahl und die Qualität der zu überwachenden Komponenten wächst mit dem HERA-Projekt um das Doppelte bis Dreifache der bisherigen Menge verschiedenartiger Geräte. Darüber hinaus erfordert der Betrieb von HERA die wohldefinierte Funktion der zur Zeit bei DESY existierenden Beschleuniger, da sie, mit Ausnahme von DORIS II, in das Injektionssystem eingebunden sein werden (s. S. 171, "Kontrollsystem"). Ein einheitliches Kontrollsystem sollte daher sowohl die existierenden als auch die neuen Komponenten und Prozeduren erfassen. Aus diesem Grund wurde im Berichtszeitraum die Erweiterungsfähigkeit des existierenden Kontrollsystemes untersucht. Im Bereich der Maschinen- und Strahlinstrumentierung wurden die erforderlichen Entwicklungen fortgesetzt.

Zum Sachgebiet der Gruppe MHF gehören

- Die **Hochfrequenzsender** von DORIS II, DESY II, DESY III, PETRA e<sup>-</sup> und HERA e<sup>-</sup> mit einer Leistung von insgesamt rund 13 MW
- Die **Beschleunigungsstrecken** mit ca. 160 mehrzelligen Hohlraumresonatoren und die zugehörigen **Hohlleitersysteme** zur Leistungsverteilung
- Die elektronischen Anlagen für **Frequenzaufbereitung und Synchronisation** der verschiedenen Senderanlagen untereinander
- Das Projekt der serienreifen **Entwicklung supraleitender Beschleunigungsstrecken** zum Einsatz in HERA

Die Gruppe MHF ist sowohl für die Entwicklungsarbeiten als auch für den Betrieb verantwortlich; sie stellt außerdem Personal im Teilschichtdienst für den durchlaufenden Beschleunigerbetrieb.

Im Berichtsjahr war ein erheblicher Teil der Personalkapazität durch die Betreuung des noch voll durchlaufenden Betriebes der Hochfrequenzanlagen für alle Beschleuniger und Speicherringe gebunden. Dennoch konnten auch betriebsnahe Weiterentwicklungen und neue Projekte vorangebracht werden:

- **DESY II (I):** Für DESY II wurden in der Montagezeit 1985 die letzten sechs der insgesamt acht beim 7.5-GeV-Betrieb benötigten 7zelligen Cavities eingebaut. Die jeweiligen Hohlleiterverzweigungen wurden auf Amplituden- und Phasengleichheit ausgeglichen. Der 500-MHz-Leistungssender konnte mit dem umgebauten DESY I-Sendergleichrichter bei 12.5-Hz-Betrieb mit  $\geq 700$  kW getestet werden, das ist die volle für DESY II benötigte Leistung. Die Cavity- und Absorberüberwachungen mit den Regelkreisen wurden in Betrieb genommen und getestet.

- **PETRA 500-MHz-System:** Der Senderbetrieb bei PETRA hat sich im Berichtsjahr wegen der niedrigeren Energie entspannt, so daß sich die Zahl der HF-Ausfälle verringert hat. An den bestehenden Hochfrequenzanlagen wurden

Hochfrequenz-  
technik  
- MHF -

folgende Verbesserungen durchgeführt: Überwachung der Ablufttemperaturen aller 112 Cavity-HF-Fenster mittels Rechner im Hauptkontrollraum (erhebliche Reduzierung der HF-Fensterbrüche); Verbesserung der "Body"-Temperatur-Überwachung an den Leistungsklystrons; Abschluß der Nachentwicklung der optischen HF-Auskopplungs-Überwachung an den Leistungsklystrons. In der Montagezeit 1985/86 wurden die PETRA-HF-Systeme für die von den Experimenten gewünschte niedrigere Energie von 17.5 GeV (statt über 23 GeV im Vorjahr) umgebaut (Tab. 15): Der Sender N-L wurde stillgelegt und seine Komponenten ausgebaut, und die Doppelsender in den HF-Hallen O und W wurden auf den 1-Klystronbetrieb umgebaut. Dadurch wurden beim PETRA-Betrieb auch erhebliche Kosten eingespart.

Tabelle 15: PETRA-HF-Sender nach dem Umbau.

	Sendehallen				Summe
	Nord	Süd	Ost	West	
Klystron Typ	YK1300	YK1300	YK1301	YK1301	
Anzahl der Kly.	2	4	2	2	10
HF-Leistung für 17.5 GeV-Betrieb [kW]	700	1 400	1 400	1 400	4 900 (85=10MW)

- **PETRA 1-GHz-System:** Ebenfalls wegen der niedrigeren PETRA-Energie wurde auch das gesamte 1-GHz-System mit dem Klystronsender stillgelegt; die 24 Cavities wurden mit ihrem Hohlleitersystem ausgebaut und für einen eventuellen Einsatz bei HERA als Feedback-System eingelagert (s. S. 177, "Ausbau des 1-GHz-Hochfrequenzsystems").

- **DORIS HF-System:** Da sich die Vorwärtsleistung der Klystrons mit der an deren Ausgang angeschlossenen Impedanz, d.h. also mit der Abstimmung und der Strahlbelastung der angeschlossenen Hochfrequenzbeschleunigungsstrecken ändert, ist es zweckmäßig, die Sender und Cavities durch zwischengeschaltete Zirkulatoren zu entkoppeln. Bei DESY und PETRA gibt es diese Zirkulatoren schon lange. Jetzt wurden auch für DORIS wegen der verlangten hohen Strahlintensitäten bei hoher Energie zur Entkopplung zwischen Sendern und Beschleunigungsstrecken vier 400kW-Y-Zirkulatoren eingebaut.

An den zehn 5zelligen Cavities von DORIS soll je ein induktiver und ein kapazitiver Mode-Koppler eingebaut werden, um die Strahlinstabilitäten durch "Higher-order Cavity-Modes" zu bekämpfen. Die Entwicklung und die Messungen hierzu wurden im Juli abgeschlossen. Für die erste Versuchsausrüstung wurden der Bau und die Beschaffung des Zubehörs eingeleitet. Zum Aushärten der DORIS-Cavities wurde eine Amplitudenmodulation an den Sendern



vorgesehen, damit kann nach einer Belüftung der Cavities oder nach dem Bruch eines HF-Einkoppelfensters das System schneller wieder in Betrieb genommen werden. Für das Umfeld der Klystrons wurden zur Erhöhung der Betriebssicherheit eine Reihe technischer Verbesserungen eingeführt (Modulator, Heizung, Treiber).

- **HERA 500-MHz-Systeme:** Für das 500-MHz-System bei HERA wurde die Planung fortgesetzt, wobei sich die neuen CAD-Arbeitsplätze als außerordentlich nützlich erwiesen. Die Planungsarbeiten für den Aufbau von HF-Komponenten in den geraden Stücken, wie Cavities, Hohlleiter und Absorber, konnten bis auf kleine Änderungen abgeschlossen werden.

Weitere Arbeiten für HERA sind im folgenden aufgelistet: - Einzelne Bau- und Ausbaumaßnahmen in den Senderhallen, wie Elektro-Installation, Integration der Kühleinrichtungen Wasser und Luft, Klima, Aufbau der Sender und Kontrollen - Erstellen der Verkabelungspläne mit Festlegung der Kabeltrassen vom Sender bis zu den Cavities - Planung des Umsetzens der HF-Sender von PETRA nach HERA mit allen Hilfseinrichtungen - Überarbeitung der gesamten Cavity- und Hohlleiterelektronik für den Betrieb unter HERA-Bedingungen von der Unterkontrolle des jeweiligen Senders - Ausarbeitung und Test einer sinnvollen Hohlleiterkühlung mit Wasser, wofür eine 10 m lange Versuchsstrecke am Leistungssender PETRA O für Tests und Messungen eingebaut wurde.

- **Weitere technische Entwicklungen:** Die 500-MHz-Aufbereitung für die LINAC I- und LINAC II-Ansteuerung wurde modernisiert. Die alten Röhrenverstärker mit der dazugehörenden Elektronik wurden durch neu entwickelte Technik ersetzt (Phasenregelungsschleifen für Prebuncher-Cavities, 10-W-Leistungsverstärker mit Modulation, Meßwerterfassung, Triggerüberwachung u.s.w.). Von dieser Nachentwicklung wird eine erhebliche Betriebsverbesserung erwartet. Am PETRA-Sender O wurde eine 100-kV-Modulatorröhre eingebaut; der Modulator wird hier auf Zuverlässigkeit geprüft und soll dann bei HERA eingesetzt werden. Die neue Modulatorröhre ist sowohl in der Investition als auch im Betrieb wesentlich preiswerter.

- **Rechnereinsatz:** Für die Entwicklung und Überprüfung von HF-Systemen sowie für Abnahme, Planungs- und Dokumentationsarbeiten wurden mehrere Rechnerarbeitsplätze geplant und teilweise auch schon in Betrieb genommen.

Das Sachgebiet der Gruppe MVA umfaßt

- Die **Vakuumkammern** aller Beschleuniger und Speicherringe sowie der Strahlführungen
- Die **mechanischen und elektromagnetischen Pumpen** zur Erzeugung von Vorvakuum, Hochvakuum und Ultrahochvakuum in den genannten Vakuumsystemen
- Die erforderliche **Meßtechnik** zur Lecksuche, Restgasanalyse und Druckmessung

Vakuum  
- MVA -

- Die vakuumtechnische Betreuung von **Komponenten anderer Sachgebiete** (Hohlraumresonatoren, Septa, Kicker, Strahlmonitore)

- **Labors bzw. Werkstätten für Neufertigungen und Reparaturen**, die nicht an Fremdfirmen vergeben werden können (Schweißtechnik, Löttechnik einschließlich Lötöfen, Reinigungsverfahren für Oberflächen im Ultrahochvakuum, Abgasungs-Meßtechnik u.s.w.).

Die Vakuumanlagen der Beschleuniger und Speicherringe erfordern Schichtdienst.

Neben allgemeinen Wartungs- und Reparaturarbeiten lag der Schwerpunkt der Tätigkeiten der Gruppe MVA im Berichtsjahr bei der Modifikation der bestehenden Anlagen für die Elektronen-Injektion in HERA sowie bei dem Entwurf und der Konstruktion des Vakuumsystems für den HERA-Elektronenring und die Transportwege zwischen PETRA und HERA. Im einzelnen wurden folgende Arbeiten durchgeführt:

- **DESY II:** Der Entwurf und die Konstruktion der Vakuumsysteme für die Positronen-Injektion sowie für die Elektronen- und Positronen-Ejektionen zu DORIS II und PETRA, mit einer Gesamtlänge von über 200 m, wurden abgeschlossen. Die entsprechenden Vakuumkammern und -komponenten sind gefertigt und geprüft und können nach der Stilllegung von DESY I installiert werden.

- **DORIS II:** Zur Erweiterung der Experimentiermöglichkeiten von HASYLAB wurde das Vakuumsystem von DORIS II im Quadranten IV zur Aufnahme eines neuen Wigglermagneten konstruktiv modifiziert. Die Konstruktion des neuen Vakuumsystems mit einer Gesamtlänge von über 50 m sowie die Entwicklung der dünnwandigen Vakuumkammer für den Wigglermagneten und der entsprechenden Auslaßkammer für die Synchrotronstrahlung sind abgeschlossen.

- **PETRA:** Für die spätere Verwendung von PETRA als HERA-Injektor sind umfangreiche Änderungen des Vakuumsystems im Bereich der geraden Strecken erforderlich, bedingt durch die Reduzierung des PETRA-HF-Beschleunigungssystems, durch die Entfernung der vorgesehenen Wechselwirkungszonen und durch magnetische Modifikation der entsprechenden Strecken zur Aufnahme von Injektions- und Ejektionskomponenten des neuen Injektors. Der Entwurf des neuen Vakuumsystems mit einer Gesamtlänge von etwa 300 m ist abgeschlossen, und mit der Konstruktion der entsprechenden Vakuumkomponenten wurde begonnen.

- **Transportwege PETRA–HERA:** Der Entwurf der Vakuumsysteme für die 400 m langen Transportwege für Elektronen und Protonen/Positronen von PETRA zu HERA sowie die Entwicklung der dazugehörigen gebogenen Vakuumkammern mit elliptischem Querschnitt ist abgeschlossen. Mit der Konstruktion der entsprechenden Vakuumkomponenten wurde begonnen.

- **HERA:** Die Konstruktion der Standard-Vakuumkammern des Elektronenringes wurde soweit fortgeführt, daß das Hauptmaterial—verschiedene Profile

aus Kupferlegierungen—in Auftrag gegeben werden konnte. Prototypen dieser Profile wurden gepreßt und geliefert. Eines dieser Profile, das zur Aufnahme der integrierten Ionenzerstäuberpumpen vorgesehen ist, wurde zusätzlich in Polen gefertigt und an DESY geliefert. Die Ausschreibung der mechanischen Bearbeitung der Profile zur Fertigung der Vakuumkammern ist erfolgt. Der 15 m lange Vakuumofen zur Lötung der Standard-Kammern wurde beim Hersteller abgenommen und kann in der für die Fertigung dieser langen Vakuumkomponenten erweiterten Halle aufgestellt werden. Die Vorrichtungen für das Elektropolieren und die Reinigung der Kupferprofile sowie Lötvorrichtungen und Modelle zur Erprobung der Bleiabschirmung gegen herausdringende Synchrotronstrahlung sind ebenfalls gefertigt und getestet. Mit der Ausschreibung der Bleiabschirmung wurde begonnen. Eine neue koronafreie Hochspannungsdurchführung für die Ionen-Zerstäuberpumpen von HERA wurde entwickelt und ihre Serienfertigung in Auftrag gegeben.

Das Sachgebiet der Gruppe MPL umfaßt die Planung der Aufstellung von Beschleunigerstrukturen in den Tunneln und Experimentierhallen durch die Umsetzung der gerechneten Maschinenoptiken auf die Baugeometrie, die Konstruktion von Magneten und von Einrichtungen zur Magnetaufstellung, die Koordination von Maschinenaufstellung und Gebäudeausführung.

*Beschleunigerplanung  
- MPL -*

Im Berichtsjahr wurden die Planungsarbeiten für HERA weitergeführt. Der Schwerpunkt lag auf Detailplanungen der Bauwerke, der mechanischen Einbauten und insbesondere der Ringgeometrie im Bogen und in den geraden Stücken. Zusätzlich wurden die Injektionswege konzipiert, und der erste an PETRA angebundene Protonen/Positronen-Abschnitt wurde im Berichtsjahr betonierte.

Die für die Magnetentwicklung zuständigen Mitglieder der Gruppe MPL stellen Prototypen des Elektronenringmoduls (Dipol, Quadrupol, Sextupol, Steuer-spule) sowie supraleitende Dipole für den Protonenring für intensive Messungen und Tests bereit. Die Konstruktion der Spin-Rotatormagnete für den Elektronenring wurde begonnen.



# Strahlenschutz

## Überwachung

Alle Messungen der Gruppe "Strahlenschutz" haben gezeigt, daß die Personendosen, die Ortsdosen in zugänglichen Gebieten, die Aktivitätskonzentrationen in Luft und Wasser sowie die staubförmigen Kontaminationen in Beschleunigerräumen im Berichtsjahr deutlich unterhalb der zulässigen Grenzen lagen. Die Ortsdosen in den sechs Hallen des Speicherringes PETRA, die im wesentlichen von gestreuter Synchrotronstrahlung herrühren, haben sich wegen der etwas niedrigeren Strahlenergie im Vergleich zum Vorjahr verringert. Die akkumulierten Jahresdosen sind in (Tab. 16) aufgeführt. In den Überwachungsbereichen am Synchrotron, an den Linearbeschleunigern und am Speicherring DORIS, einschließlich HASYLAB, waren fast alle Ortsdosen kleiner als 2 mSv/a.

Tabelle 16: Jahresdosen in den PETRA-Experimententierhallen.

Halle	Dosis [mSv/a]
SO	3.8
SW	3.9
W	5.0
NW	1.1
NO	1.4
O	4.6

Die gemessenen Personendosen sind sehr gering. Es wurden 800 DESY-Angehörige permanent mit Dosimetern überwacht, dazu 770 Gäste und 230 Besucher. Bei nur 32 Personen ergaben sich Monatsdosen  $\geq 0.2$  mSv, die Jahresdosen liegen fast alle unter 2 mSv. Die Gesamtjahresdosis der Belegschaft, definiert als Summe der festgestellten Monatsdosen  $\geq 0.2$  mSv, beträgt 24 mSv.

Um verschiedene Strahlungsfelder hinter der Abschirmung und im Beschleunigerraum eines Protonen-Beschleunigers abschätzen zu können, wurden alle verfügbaren Meßergebnisse und Methoden gesammelt, erweitert und in eine für die Anwendung einfache Form gebracht. Insbesondere wurde untersucht, wie weit Monte-Carlo-Programme, die aus den Bedürfnissen der Hochenergiephysik entstanden sind, auf die niederenergetischen Prozesse der Dosiserzeugung angewendet werden können. Die so entstandenen Abschätzungsmethoden wurden in einem Bericht ausführlich beschrieben. Dieser Bericht sollte nicht nur allgemein von Nutzen sein, sondern auch als Grundlage dienen für künftige Detailuntersu-

## Studien für HERA

chungen und für die noch einzuholenden behördlichen Genehmigungen für den Betrieb des HERA-Protonenringes.

Speziell wurden Dosisberechnungen für die Abschirmung der HERA-Detektoren ZEUS und H1 durchgeführt. Beispiele sind die Dimensionierung der Betonabschirmung, die zusätzlich an den Detektoren befestigt werden soll, und Untersuchungen über die Möglichkeit einer Unterführung unter dem Protonenstrahl. Weiter wurde die Dimensionierung des Strahlabsorbers im HERA-Tunnel untersucht sowie die dort zu erwartende induzierte Radioaktivität abgeschätzt.

Bei der Abschätzung von Strahlenschäden im HERA-Tunnel ist vor allem die vom Elektronenstrahl erzeugte Synchrotronstrahlung zu betrachten. Es wurden daher frühere Berechnungen der Dosis dieser Strahlenkomponente mit Hilfe des Monte-Carlo-Programms EGS für die endgültige Tunnelgeometrie wiederholt, gleichzeitig wurden die Rechnungen auf 40 GeV und 50 GeV ausgedehnt und die Spektren und Winkelverteilungen der vielfach gestreuten Synchrotronstrahlung an verschiedenen Stellen des Tunnels berechnet. Die Wirkung von lokalen Abschirmungen wurde eingehend untersucht und mit größerer Genauigkeit als vorher angegeben.

Ebenfalls zum HERA-Projekt gehört die Dimensionierung der Abschirmungen für den neuen  $H^-$ -LINAC, für den Synchrotrontunnel mit dem neuen Protonen-Synchrotron DESY III und für den Protonenbetrieb in PETRA. Diese Arbeiten sind noch im Gange. Angefertigt wurde eine Studie über die logische Verknüpfung der Interlocksysteme aller zehn Beschleuniger und die Verwendung von Magnetverriegelungen, Strahlverschlüssen und Strahlfallen für den gespeicherten Strahl.

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

## **Inhalt**

<b>Übersicht</b>	<b>211</b>
<b>Datenverarbeitung</b>	<b>213</b>
<b>Technische Entwicklungen und Dienste</b>	<b>225</b>





# Übersicht

Bedingt durch den Austausch der beiden Rechner vom Typ 3081D durch einen vom Typ 3084Q stieg die Zahl der genutzten CPU-Stunden gegenüber dem Vorjahr um 34%, was recht genau den Erwartungen entspricht. Zusätzlich wurde Mitte des Berichtsjahres die Hauptspeicherkapazität von 32 MByte auf 48 MByte erhöht und bereits am Anfang des Jahres wurde ein Halbleiter-Schnellspeicher von 144 MByte anstelle von älteren Festkopfplatten eingeführt. Dadurch wurden die Antwortzeiten im Time-Sharing-Betrieb wesentlich verbessert und gleichzeitig die Maximalzahl aktiver Terminals auf 150 erhöht. Der an ein kommerzielles Rechenzentrum vermietete Rechner (ein Prozessor einer IBM 3081K) wurde seitens DESY sehr gut genutzt.

*Datenverarbeitung*

Die Vakuummhalle wurde für den Bau der HERA-Vakuummkammern um 400 qm erweitert. Außerdem wurden für die Gruppe "Kältetechnik und Gase" neue Gebäudeteile geschaffen, in denen das Gaselager und die Rückgewinnungsanlagen adäquat untergebracht sind. Der Bau der neuen Röntgen-Wiggler-Halle wurde fast fertiggestellt.

*Bauten*

Bei den technischen Diensten stand die Zunahme der Aktivitäten für HERA im Vordergrund. In der Konstruktion wurde eine CAD-Anlage mit vier Arbeitsstationen eingeführt, die sich als sehr beliebt erwiesen hat.

*Technische Dienste*

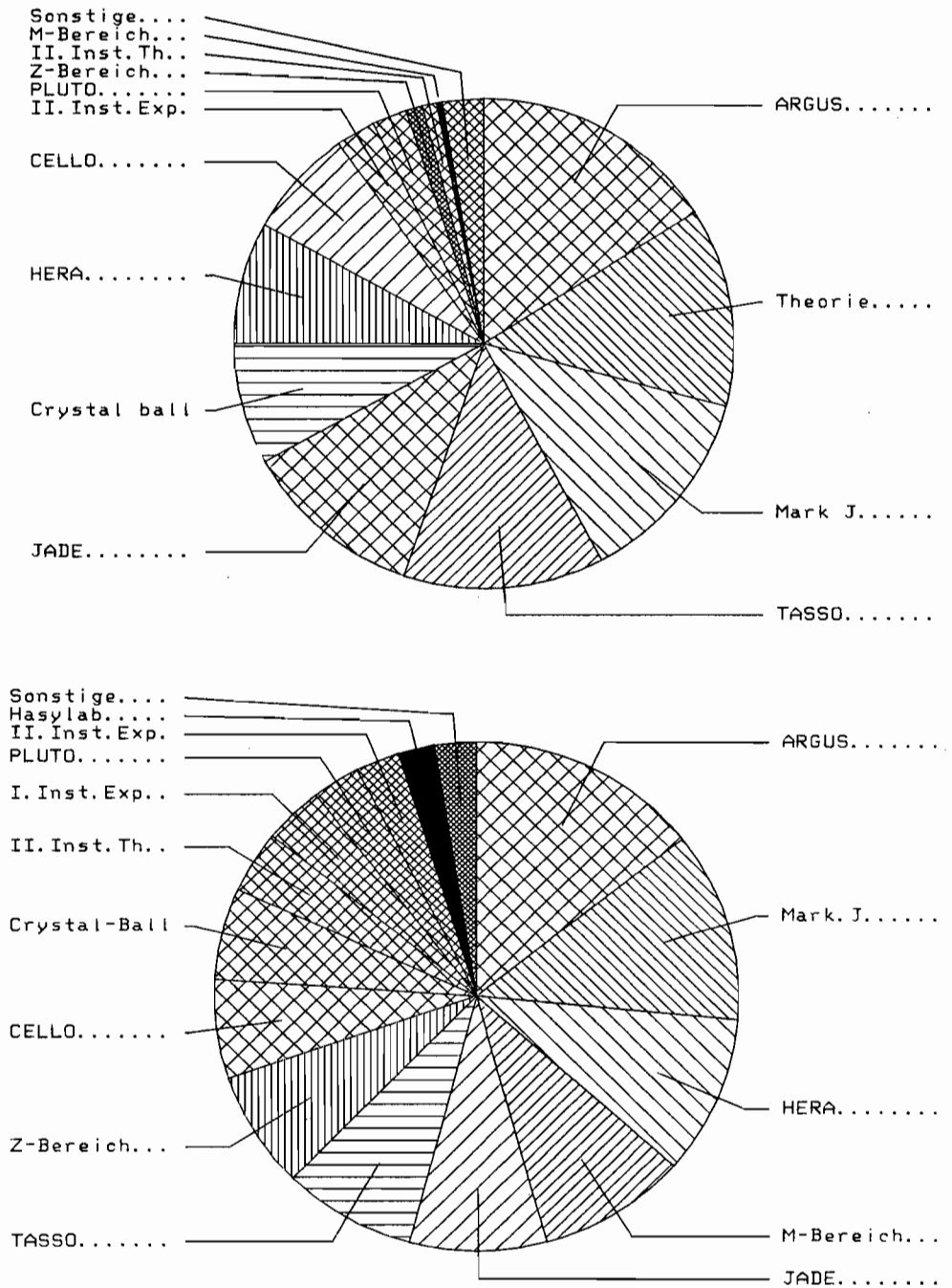


Abbildung 102: Verteilung der Batch-CPU-Zeit (oben) und der TSO-CPU-Zeit (unten) auf die Benutzergruppen in 1985.

# Datenverarbeitung

## Betrieb des Rechenzentrums

Im Berichtsjahr stand den Benutzern im DESY-Rechenzentrum das 4-Prozessor-System IBM 3084Q zur Verfügung. Es war mit 48 Ein/Ausgabe-Kanälen zu je 3 MByte/s ausgerüstet und hatte eine Hauptspeicherkapazität von 32 MByte, die Mitte des Jahres auf 48 MByte erweitert wurde. Der Rechner wurde mit dem Betriebssystem MVS/SP im "partitioned mode" gefahren, d.h. als zwei unabhängige 2-Prozessor-Systeme mit je 24 Kanälen und 16 bzw. 24 MByte Hauptspeicher. Normalerweise lief eins dieser Systeme als reine Batch-Maschine, wohingegen auf dem anderen JES3, TSO/NEWLIB und CICS/SAP mit Vorrang vor dem Batch residierten.

*Zentralrechner*

Außerdem stand den Gruppen "Theorie", "H1" und "ZEUS" ein Prozessor einer IBM 3081K in Düsseldorf zur Verfügung. Dieser Rechner stellte eine Kapazitätserweiterung des Rechenzentrums um etwa 25% dar, war mit einem DESY-Betriebssystem mit eingeschränkten Möglichkeiten (wenig Platten, wenig Bänder, keine Kontingentierung u.s.w.) ausgestattet, wurde von DESY ausgefahren und bot den Benutzern Zugang über Network-Job-Entry (NJE).

Die Abbildung 103 zeigt den Zuwachs der genutzten CPU-Stunden im Vergleich zu den Vorjahren. Die Steigerung von 34% gegenüber 1984 entspricht recht genau den Erwartungen beim Übergang von 3081D auf 3081K (3084Q  $\equiv$  2  $\times$  3081K). Die Abb. 102 zeigt die Verteilung der CPU-Zeit auf die DESY-Gruppen. (Bei allen Abbildungen und Aufstellungen dieses und des folgenden Abschnitts bleibt die Düsseldorfer Maschine unberücksichtigt.) Die im Vergleich zu den Vorjahren bessere Ausnutzung (Tab. 17) ist zurückzuführen auf

*Benutzungsstatistik*

- Konstante Konfiguration und damit bessere Chance zum Einstellen der Betriebssystem-Parameter
- Zusätzliche 16-MByte-Hauptspeicher
- Einsatz eines 144-MByte-Schnellspeichers ("solid state disk")

In Tab. 18 sind alle ungewollten System-Ausfälle summiert, wobei die beiden Systeme (je zwei Prozessoren) einzeln gezählt werden. In Klammern stehen jeweils die entsprechenden Zahlen von 1981.

*Ausfall-Statistik*

Die Zuverlässigkeit der Rechner hat sich seit 1981 "nur" verdoppelt. Das Entscheidende ist die Zunahme der Zuverlässigkeit des Gesamtsystems um den

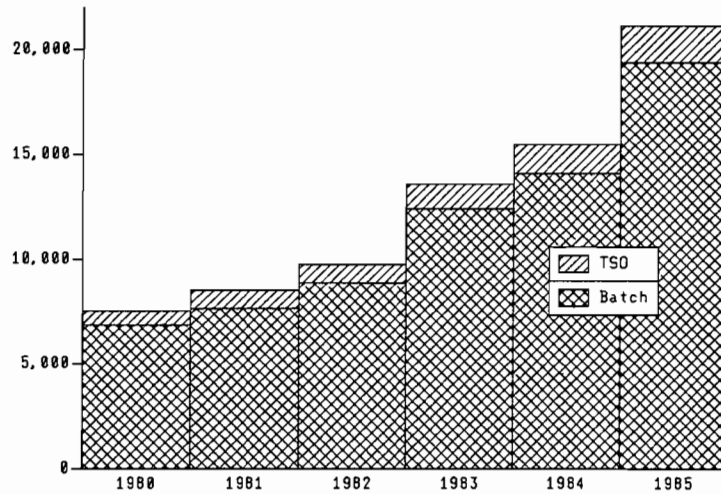


Abbildung 103: Genutzte CPU-Stunden pro Jahr (in 3081K-Stunden).

Tabelle 17: Ausnutzung des DESY-Zentralrechners im Vergleich zu den Vorjahren.

	1980	1981	1982	1983	1984	1985	
Zahl der Batch-Jobs	601	640	652	683	663	641	* 1000
Zahl der TSO-Sessions	270	281	307	356	342	329	* 1000
CPU-Ausnutzung	61.3	69.4	60.0	61.6	60.9	64.1	%
TSO-Anteil	8.3	9.0	8.6	9.0	10.2	9.0	%
Mittlere Job-Dauer	0.68	0.72	0.82	1.09	1.28	1.82	CPU-MIN
Mittlere Session-Dauer	0.15	0.18	0.17	0.20	0.25	0.32	CPU-MIN

Tabelle 18: Aufstellung der ungewollten System-Ausfälle in 1985.

Ursache	Anzahl	Ausfallzeit (h)
<b>Hardware</b>		
CPU's	9(15)	30.81
IBM-Peripherie	6	7.84
Fremd-Peripherie	5	5.72
<b>Software</b>		
JES3	3	0.15
HSM	1	0.05
Stromversorgung	2	12.88
Wasserkühlung	3	2.90
Benutzer	1	3.30
Unbekannt	5	0.48
<b>Summe</b>	<b>35(271)</b>	<b>64.13</b>

Tabelle 19: Gegenüberstellung der beiden Festkopffplatten-Typen.

	IBM 2305-2	Memorex 3864
Kapazität	45 MB	144 MB
Übertragungsrate	1.5 MB/s	3 MB/s
Zugriffszeit	6 ms	0.3 ms

Faktor 8. Da die Geschwindigkeit des einzelnen Prozessors sich in den vier Jahren vervierfacht hat, ist die Spanne zwischen zwei Zusammenbrüchen, in CPU-Zyklen gemessen, also in Arbeitseinheiten, auf das 32fache angewachsen.

Diese Verbesserung ist nur zum Teil auf zuverlässigere Geräte (CPU's und Platten) zurückzuführen. Einen wesentlichen Anteil daran hat die zunehmende Robustheit des Betriebssystems, das sich sehr viel weniger als bei früheren Versionen durch den Ausfall von Teilen der Peripherie oder durch unerwartete Signale, wie sie beim Online-Anschluß der Experimente oder beim DESYNET-Anschluß unvermeidlich sind, beeindrucken läßt. (Dies ist eine starke Motivation für den häufigen Wechsel der Betriebssystem-Version, auch wenn keine zwingenden funktionellen Gründe vorliegen.) Ein weiterer wichtiger Faktor ist die ständig zunehmende Erfahrung der Systemplaner in der Gruppe "Betrieb des Rechenzentrums", die durch besseres Konfigurieren der Hard- und Software die Gefahr eines Zusammenbruchs herabmindern.

Die bislang für Paging und Swapping eingesetzten Festkopffplatten vom Typ IBM 2305-2 wurden von dem Halbleiter-Schnellspeicher Memorex 3864 abgelöst (Tab. 19).

*Neue Hardware*

Zusammen mit der Hauptspeichererweiterung um 16 MByte wurde es dadurch möglich, die Antwortzeiten im Time-Sharing-Betrieb wesentlich zu verbessern bei gleichzeitiger Ausdehnung der generellen Region-Größe auf 2 MByte und der Erhöhung der Maximalzahl gleichzeitig aktiver Terminals auf 150. Letzteres wurde nötig wegen der ständig zunehmenden Zahl von VT100/200-Terminals, die via DESYNET Zugang zum Zentralrechner fanden.

Die Ferndatensteuereinheit IBM 3705 wurde durch das leistungsfähigere Modell IBM 3725 ersetzt. Dadurch wurde der Übergang von TCAM nach VTAM ermöglicht (s. *System-Programmierung*), der die gesamte Leitungssteuerung der entfernt angeschlossenen Stationen vom Zentralrechner in den Kommunikationsrechner verlegt.

### System- Programmierung

Der Schwerpunkt der Arbeit der System-Programmierer lag in den Vorbereitungsarbeiten zum Betriebssystemen MVS/XA, das 1986 in Produktion gehen soll.

Weitere Aktivitäten im Berichtsjahr waren:

1. Generierung des Betriebssystems für den Düsseldorfer Rechner und Anbindung an das DESY-Rechenzentrum
2. Anpassung der Betriebssystem-Parameter an den Schnellspeicher und die Hauptspeichererweiterung, um die oben skizzierten Verbesserungen im Time-Sharing-Betrieb zu ermöglichen
3. Ersatz der Teleprocessing-Software TCAM durch das modernere VTAM. Aus den vielen Vorteilen, die dieser Übergang für Betrieb und Benutzer bietet, seien nur einige herausgegriffen:
  - Volle Unterstützung moderner Peripherie, z.B. Bildschirme im Breitformat (132 Zeichen) und Terminal-Drucker
  - Notwendige Voraussetzung für zahlreiche zukünftige Dienste und Software-Produkte (z.B. Datex-P-Support)
  - Wahl des Anwendungsprogramms vom Terminal aus (augenblicklich NEWLIB oder SAP), auch wenn es auf dem zweiten System läuft
  - Möglichkeit, die Time-Sharing-Session von Terminal zu Terminal mitzunehmen ohne LOGOFF/LOGON
4. Aufnahme des Testbetriebs mit dem Tape-Management-System UCC1
5. Aufnahme des Testbetriebs mit RACF, einem Programmpaket, das einen wirksamen Schutz gegen unautorisierten Zugriff zu Dateien und anderen Betriebsmitteln bietet
6. Verbesserung und Vereinfachung der Benutzer-Schnittstelle zum Rechnerverbundnetz EARN/Bitnet (TELL-Kommando, SENDMAIL-Prozedur) mit der Möglichkeit, auch andere angeschlossene Netze zu erreichen (ARPA-Net, JANET, INFNET u.s.w.)

Es wurden nur die Aktivitäten aufgezählt, die im Berichtsjahr neu hinzugekommen sind. Außerdem werden neben den reinen Routine-Arbeiten zur Aufrechterhaltung des Betriebes etwa 50% der Manpower der Rechenzentrums-mannschaft benötigt, um die quantitative ständig wachsende Rechenlast durch Anpassungsarbeiten zu bewältigen und die noch nicht zur Routine gewordenen Software-Produkte, z.B. CIPREC oder SAP, systemseitig zu betreuen.

## Rechnerperipherie

Die Arbeitsschwerpunkte der Gruppe "Rechnerperipherie" lagen im Berichtsjahr auf folgenden Gebieten:

Überblick

1. Bereitstellung, Pflege und Weiterentwicklung von **Programm-Systemen**, die von vielen Hunderten von Physikern bei DESY benutzt werden; sie werden ständig neuen Erfordernissen und technischen Möglichkeiten angepaßt:
  - NEWLIB – ein universelles Programm-Entwicklungssystem
  - IPS – ein graphisches Grundsystem ("Interactive Plotting System")
  - GEP – ein "Graphisches Editier Programm" für Präsentationsgraphik
  - SCRIPT und T<sub>E</sub>X – Textformatiersysteme für den Satz wissenschaftlicher Arbeiten
2. Betrieb und Weiterentwicklung des allgemeinen paketvermittelnden lokalen Rechnernetzes DESYNET für breitbandige **Datenübertragung** und **Kommunikation**:
  - Verbindung graphischer Arbeitsstationen überall auf dem Gelände mit dem Großrechner
  - Verbindung zum DATEX-P-Dienst der Bundespost
  - X.25-Inhouse-Vermittler
  - Zugang von außen zu allen Rechnern über Telefon mit Akustikkopplern
  - Anbindung von Terminals und Mikroprozessor-Entwicklungssystemen an VAX- und IBM-Rechner und DATEX-P
  - Verbindungen von Rechnern untereinander auf dem Gelände
3. **Entwicklung, Betrieb** und **Wartung** von Hardware und Software von Knotenrechnern, Terminalrechnern, Datenkanälen, Interfaces, graphischen Arbeitsstationen und Plottern für 1. und 2.
4. Unterstützung der Benutzer bei DESY auf dem Gebiet der **Software**:
  - Unterstützung bei der Beschaffung, Implementierung und Anpassung an die Gegebenheiten des DESY Rechenzentrums
  - Bereitstellung von Cross-software auf der IBM (Flame, Singlechip Micro Z8, Z8000, National Semiconductor NS32000)
  - Unterstützung von nationalen und internationalen Standards (GKS, AGF-Plotfile)

5. Betrieb und Weiterentwicklung eines flexiblen Systems zur Herstellung mikroprogrammierter **Hardware**, das auch von anderen DESY-Gruppen häufig in Anspruch genommen wird:

- Erstellung von PROM (Programmable Read-Only Memories)- und von PAL (Programmable Array Logic)-Bausteinen

### *Benutzungsstatistik des graphischen Systems IPS*

Im Berichtsjahr wurden graphische Anwendungsprogramme in 202 748 (122 889)<sup>2</sup> IPS-Sitzungen von 914 (855) verschiedenen Benutzern ("user-id"s) aus 49 (44) verschiedenen Benutzergruppierungen ("accounts") ausgeführt.

Dabei wurden 603 (388) CPU-Stunden Rechenzeit in IBM 3081K Einheiten verbraucht. Sie verteilte sich folgendermaßen auf die großen Experimente:

22 (15) %	für ARGUS	6 (9) %	für CELLO
12 (16) %	für MARK J	5 (6) %	für Crystal Ball
12 (13) %	für JADE	2 (7) %	für PLUTO
7 (10) %	für TASSO		

Der Rest von 34 (24)% wurde von 42 (37) weiteren "accounts" verbraucht.

Es wurden ca. 241 000 (182 000) Bilder auf Papier ausgegeben. Davon wurden ca. 206 000 Bilder mit einer Gesamtlänge von ca. 88 (92) km auf den beiden elektrostatischen Plottern ausgegeben; die restlichen 35 000 Bilder wurden auf dem Laserdrucker gedruckt, der den Benutzern seit Oktober des Berichtsjahres angeboten wurde.

Von der Gesamtmenge der Bilder waren ca. 34 (39)% Darstellungen physikalischer Meßergebnisse (erzeugt mit dem graphischen Editor GEP) und ca. 45 (38)% Textseiten wissenschaftlicher Veröffentlichungen (erzeugt mit den Textsystemen T<sub>E</sub>X (73%) und SCRIPT (27%)); die restlichen 21 (23)% waren überwiegend Darstellungen physikalischer "events" (erzeugt mit experimentespezifischen Programmen).

### *Entwicklungen für das graphische System IPS*

#### **Neue Arbeitsstationen für IPS**

Es wurden 17 neue IPS-Arbeitsstationen aufgebaut und in Betrieb genommen. Sie haben hochauflösende einfarbige Rasterbildschirme mit 1 024 Bildpunkten pro Zeile. Neben dem alphanumerischen Tastenfeld wird zur graphischen Eingabe eine Rollkugel mit Auslösetasten und einem Potentiometerfeld standardmäßig angeboten; alternativ oder zusätzlich kann ein graphisches Tablett zur Menüeingabe und Digitisierung angeschlossen werden.

Zum größten Teil konnten damit neue Benutzerwünsche befriedigt werden; es wurden aber auch alte Stationen (in Speicherröhrentechnik) ersetzt.

Der Prototyp einer IPS-Arbeitsstation mit einem hochauflösenden **Farb-Rasterbildschirm** mit 1 024 Bildpunkten pro Zeile und maximal 64 Farben

<sup>2</sup> Die Zahlen in Klammern zeigen jeweils die Werte des Vorjahres.



wurde der Gruppe "Beschleunigerphysik" zu Programmentwicklungszwecken zur Verfügung gestellt.

### **Neuer Plotter für IPS**

Der im Vorjahr angeschaffte Laserdrucker LASERGRAPHIX 1200 der Firma QMS wurde ab Oktober den Benutzern angeboten und inzwischen mit großem Erfolg zur Ausgabe von TeX-Dokumenten, GEP- und TCS-Bildern, sowie zum Listen von Datensätzen unter NEWLIB benutzt.

Die hohe Auflösung von 300 Punkten pro 2.54 cm bedeutet eine wesentliche Steigerung der Qualität des Druckbildes gegenüber den elektrostatischen Plottern oder Schnelldruckern. Das verwendete DIN A4-Einzelblatt-Format stellt eine große Erleichterung für den Betrieb dar.

Die Qualität sehr dünner Linien sowie die Zuverlässigkeit der Hardware sind allerdings noch nicht voll befriedigend.

### **Erweiterung von DESYNET um einen V.24-Vermittlungsrechner**

Um die Infrastruktur für Terminal-Verbindungen zu anderen Rechnern zu verbessern, wurde DESYNET im Berichtsjahr um einen V.24-Vermittlungsrechner (MICOM 600) erweitert.

*Entwicklungen für  
DESYNET*

Folgende Gründe waren für die Beschaffung des MICOM 600 ausschlaggebend:

1. Die Zahl der bei DESY betriebenen kleinen und mittleren Rechner und damit die Zahl der Datenterminals mit dem entsprechenden Aufwand für Leitungen und Modems ist ständig gestiegen.
2. Eine Verbindung zwischen Terminal und Rechner wurde bisher über eine 4-Draht-Leitung mit je einem Modem an den Leitungsenden realisiert. Diese bisher eingesetzten starren Punkt zu Punkt Modem-Strecken lassen nur die Benutzung des Terminals mit dem direkt angeschlossenen Rechner zu. Ein Benutzer, der mit mehreren Zielrechnern arbeiten will (z.B. VAX, NORD, IBM oder Rechner außerhalb DESY), ist daher gezwungen, für jede Kommunikationsvariante ein anderes Terminal mit eigener Übertragungseinrichtung (Modem und Leitung) zu installieren. Zugang zu anderen Netzen ist unmittelbar nicht möglich.

Es ist daher sinnvoll, Terminals und Rechner über einen Vermittler mit freier Wahl des Weges (vergleichbar dem Telefonnetz) zu verbinden und ihnen über ein "gateway" zu DESYNET Zugang zu weiteren Einrichtungen (IBM-Großrechner, DATEX-P) zu erschließen.

Möglichkeiten und Vorteile des Vermittlungsrechners:

#### 1. Flexible Verbindungen

Der Vermittlungsrechner erlaubt von asynchronen Start-Stop-Terminals aus die freie Anwahl von Rechnern. Über DESYNET und DATEX-P sind

außerdem wahlfreie Verbindungen zum IBM-TSO im Rechenzentrum und zu DESY-externen Rechnern möglich.

### 2. Kostensparende Realisierung

Durch die besondere Übertragungstechnik können über eine einzige 4-Draht-Telefonleitung bis zu 8 Voll-Duplex-Verbindungen mit bis zu maximal 9.6 kbaud gleichzeitig hergestellt werden. Es werden keine teuren Koax-Kabel benötigt. Zusätzliche Modems entfallen, da die hierzu nötige Elektronik im Vermittler und in den terminalseitigen Multiplexern integriert ist. Die Kosten liegen trotz der höheren Flexibilität nicht über denen der konventionellen starren Modemstrecken.

### 3. Ausbaufähigkeit

Der Vermittlungsrechner kann in 3 mal 4 Stufen bis auf etwa 1 500 Terminal- und Rechneranschlüsse ausgebaut werden. Damit kann der absehbare Bedarf auch für den HERA-Betrieb und die Experimente abgedeckt werden.

### 4. Benutzerfreundlichkeit

Vollschirm-Arbeitsweise ist möglich, wenn sie mit der bisherigen Verbindungstechnik möglich war. Insbesondere können alle mit dem Großrechner verbundenen Terminals im Vollschirm-Modus betrieben werden.

Bisher sind an den Vermittlungsrechner fünf VAX-Rechner, ein ND 500-Rechner, 60 Start-Stop-Terminals und vier Personalcomputer angeschlossen.

### **Ausbau des DATEX-P-Zugangs zu DESYNET**

Die Verbindung zwischen DESYNET und DATEX-P der Deutschen Bundespost wurde weiter ausgebaut: Es sind jetzt maximal 16 Verbindungen für ankommende und abgehende Rufe gleichzeitig möglich.

### **Vollschirm-Betrieb über DATEX-P und DESYNET**

Die bereits für die Heim-Terminals mit Erfolg eingesetzten IBM 3270-Emulatoren wurden im Berichtsjahr auch für den Zugang über DATEX-P weiterentwickelt und einigen Partnerinstituten innerhalb und außerhalb Deutschlands für die Erprobung zur Verfügung gestellt.

### **Anschluß von Personalcomputern an DESYNET**

Um den Terminal-Zugang zum IBM-Großrechner für Personalcomputer auch über DATEX-P und Akustikkoppler zu ermöglichen, wurde mit der Entwicklung einer IBM 3270-Emulatorsoftware begonnen.

### **Übersicht über die Anschlüsse an DESYNET**

Bis zum Ende des Berichtsjahres waren folgende Einrichtungen an DESYNET angeschlossen:

- 1 IBM 3084Q über direkte Kanalkopplung
- 45 graphische Arbeitsstationen

- 2 graphische elektrostatische Plotter
- 16 DATEX-P-Leitungen (PAD X.28, X.29, X.3)
- 5 Anschlüsse zum Fernsprechnetz (Akustikkoppler)
- Alle über den Vermittlungsrechner angeschlossenen Computer/Terminals

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

*Graphische  
Software*

### **Graphisches Editier Programm (GEP)**

Im Berichtszeitraum ist die Anzahl der GEP-Batchjobs im DESY-Rechenzentrum mit 153 000 (ohne IBM in Düsseldorf) um knapp 10% zurückgegangen; die Anzahl der interaktiven Sitzungen ist um mehr als 10% auf 44 000 gestiegen. Insgesamt wurden über 91 000 Bilder erzeugt.

Im Berichtsjahr gab es folgende zwei Entwicklungsschwerpunkte:

1. Interaktiver GEP-Modul. Neben vielen kleinen Verbesserungen werden folgende hier erwähnt:
  - Wesentlich verbessert wurden die Möglichkeiten, die der NTUPEL-Datenstring bietet. So können auch Schnitte in den Variablen gemacht werden, die graphisch nicht dargestellt werden sollen. Es können Daten ausgewählt werden, die innerhalb oder außerhalb dieser Schnitte liegen und die Schnitte in den verschiedenen Variablen können logisch mit "und" oder "oder" verknüpft werden. Zusätzlich kann der Benutzer mit beliebigen selbstgeschriebenen Transformationsalgorithmen einen NTUPEL-Datenstring in einen neuen NTUPEL-Datenstring überführen.
  - Es wurde ein Glättungsalgorithmus für Histogramme implementiert: Nach einer Fourier-Analyse der Daten werden die höheren Amplituden gedämpft. Es folgt eine Fourier-Synthese mit einer nachfolgenden Spline-Interpolation. Das Ergebnis wird im 2-Terminal-Modus von IPS sofort graphisch dargestellt.
  - Bei Anpassungsrechnungen (Fits) können im 2-Terminal-Modus von IPS Startwerte, einzelne Iterationsschritte und das Ergebnis sofort graphisch dargestellt werden.
2. GEP-Export
  - Im Berichtsjahr wurde das GEP-Programm-System für den Batch-Teil und den interaktiven Teil im 1-Terminal-Modus auf mehreren Rechnern installiert (z.B. im LICEPP der Universität Tokio). Dazu wurden Schnittstellen für die Graphic-Software zum PLOT10-Programm von Tektronix und IBM 3277 "Graphic Attachment" geschrieben.

- In Zusammenarbeit mit der Gruppe "HERA-Bau" wurde eine interaktive GEP-Version im 1-Terminal-Modus für den VAX-Rechner erstellt.

### **Graphisches Kern System (GKS)**

Das Graphische Kern System GKS ist ein internationaler Standard für die Programmierung graphischer Anwendungsprogramme, der unter maßgeblicher Mitwirkung von Mitgliedern der Arbeitsgemeinschaft der Großforschungsanlagen AGF entwickelt wurde. Er ist im Hinblick auf die Geräteunabhängigkeit und die Austauschbarkeit von Programmen von besonderer Bedeutung.

Die Entwicklung DESY-spezifischer Gerätetreiber für eine an der Freien Universität Berlin entwickelte FORTRAN77-Implementierung von GKS wurden fortgeführt.

Es zeichnet sich die Tendenz ab, daß die zukünftigen HERA-Experimente ihre graphische Datenauswertung auf GKS aufbauen werden.

### *Textverarbeitung*

Die Benutzung des Textformatierprogramms  $\text{T}_{\text{E}}\text{X}$ , das von D.E. Knuth in Stanford/USA entwickelt wurde, hat bei DESY stark zugenommen, insbesondere wegen seiner hervorragenden Fähigkeiten zum Satz wissenschaftlicher Veröffentlichungen mit mathematischen Formeln.

Im Berichtsjahr wurde die Version 1.1 zusammen mit der neusten Version von  $\text{L}^{\text{A}}\text{T}_{\text{E}}\text{X}$  installiert und die Ausgabe von  $\text{T}_{\text{E}}\text{X}$ -Dokumenten - inklusive des automatischen Einfügens von mit GEP erzeugter Graphik - auf dem neuen Laserdrucker QMS1200 ermöglicht. Es sei an dieser Stelle darauf hingewiesen, daß die Druckvorlage zu diesem Jahresbericht mit  $\text{L}^{\text{A}}\text{T}_{\text{E}}\text{X}$  und auf dem Laserdrucker erstellt worden ist.

Erstmals wurde auch das Programmsystem METAFONT (ebenfalls von D.E. Knuth) bei DESY implementiert. Es dient zur Herstellung von Zeichensätzen, die im  $\text{T}_{\text{E}}\text{X}$  verwendet werden können. Die Definition der Symbole geschieht system- und geräteunabhängig; es ist aber möglich, ihre Darstellungsform an die Gegebenheiten spezieller Geräte anzupassen.

Das Programm-Entwicklungssystem NEWLIB, eines der Grundwerkzeuge der Rechenzentrumsbenutzer bei DESY, wurde auch in diesem Berichtsjahr weiter verbessert und den erhöhten Anforderungen der Benutzer angepaßt. Besonders hervorzuheben sind die folgenden Punkte:

*Allgemeine Software für TSO-Benutzer*

#### **Verbesserung der Antwortzeiten**

- Durch die Einführung von VTAM (Virtual Telecommunication Access Method) als Ersatz für TCAM (Tele Communication Access Method) wurde eine drastische Verbesserung im Time-Sharing-Betrieb erreicht. Allerdings bedeutete das eine umfangreiche Neuprogrammierung der Bildschirmprogramme.
- Dadurch daß die Bildschirm-Steuerprogramme zum Terminal nur noch die geänderten Schirmsegmente senden. Auf diese Weise wird die Terminal-Kanal-Last stark verringert, so daß eine weitere Senkung der Antwortzeiten erreicht wurde.

#### **Unterstützung neuer Bildschirmtypen**

Die Einführung des Bildschirmtyps IBM 3180 ermöglicht auch Darstellungen mit bis zu 43 Zeilen und bis zu 132 Zeichen pro Zeile. Durch intensive Programmierarbeiten kann NEWLIB jetzt diese Terminals entsprechend unterstützen; Konkurrenzprodukte, etwa von IBM selbst, können dies nicht.

#### **Einführung von "Split Screen"**

Es ist jetzt unter NEWLIB möglich, den Bildschirm in zwei voneinander unabhängige Bereiche (Teilschirme) zu teilen, wahlweise in senkrechter oder waagerechter Richtung. Man kann in beiden Teilschirmen editieren, wobei Bildschirminhalte aus dem einen in den anderen Teilschirm durch einfache Zeilenkommandos übertragen werden können.

#### **Dynamische Bildschirm-Erzeugung**

Der Benutzer kann jetzt wesentlichen Einfluß auf den Aufbau des Editierbildschirms nehmen und damit seinen persönlichen Anforderungen anpassen, z.B. zum Verändern beliebiger angezeigter Variablen.

#### **Verbesserte Unterstützung von Heim-Terminals**

Durch die oben beschriebene neue Logik, die nur **geänderte** Bildschirmsegmente überträgt, entstehen große Zeitvorteile für die Benutzer von Heim-Terminals. Die dynamische Bildschirmgestaltung gestattet darüber hinaus, die Zeilenzahl des Editierschirms zu erniedrigen, so daß weitere Geschwindigkeitssteigerungen möglich sind.

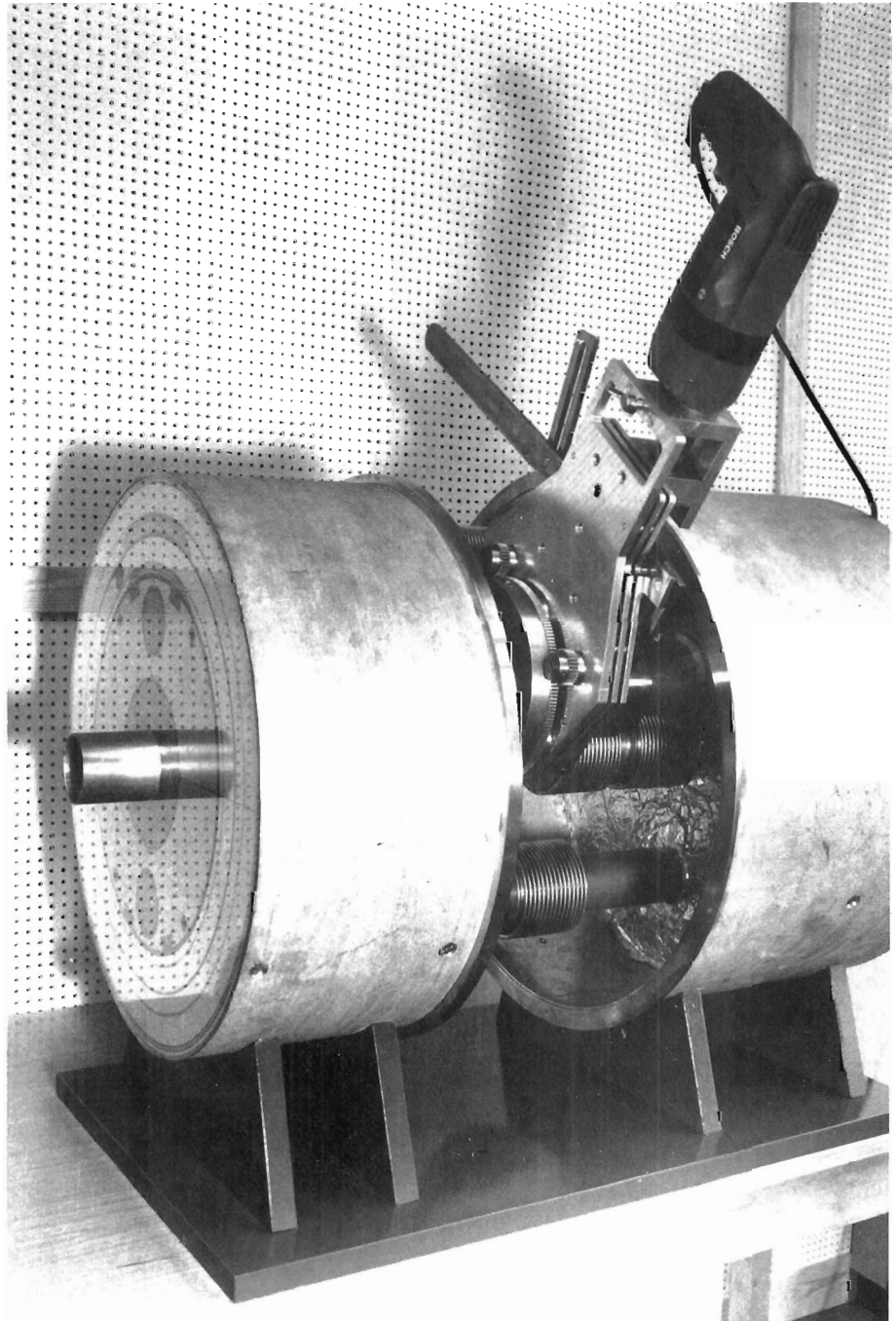


Abbildung 104: In der DESY-Ausbildungswerkstatt gefertigter Prototyp einer speziellen Drehvorrichtung für Röhre. (39665/2)

# Technische Entwicklungen und Dienste

## Kältetechnik und Gase

Der Bau der Kühlanlage für das supraleitende Cavity in der PETRA-Halle O wurde abgeschlossen. Bei Testversuchen hat die Anlage die spezifizierten Leistungen gebracht. Sie hat eine Kälteleistung von 1 kW erreicht bei einer Temperaturdifferenz von maximal 20 Grad K in dem Temperaturbereich von 300 bis 80 Grad K. Die Anlage kann ein größeres System bei jeder beliebigen Temperatur im genannten Bereich konstant und kontinuierlich für Testzwecke betreiben.

Der Bau einer NW 50 Helium-Rückgewinnungsleitung zwischen dem Verflüssigergebäude und zukünftigen Verbrauchsschwerpunkten wurde angefangen.

Die Modernisierung der bestehenden Stickstoff-, Argon- und Helium-Gasgewinnungssysteme im Bereich des Verflüssigergebäudes wurde weitgehend abgeschlossen. Die Stickstoff- und Argon-Anlagen wurden vollständig in Betrieb genommen. Dadurch ist die Kapazität für gasförmiges Argon um das 10fache größer als vor dem Umbau. Die Helium-Anlage konnte nach umfangreichen Umbaumaßnahmen ebenfalls im Dezember des Berichtsjahres bis auf die noch fehlende Vorreinigung wieder in Betrieb genommen werden. Damit kann sie zur Zeit 55 nm<sup>3</sup>/h Helium mit maximal 1000 vpm Verunreinigung verarbeiten.

Die Modernisierung der Gaselagerverwaltung wurde im Berichtsjahr weiter betrieben. Inzwischen laufen alle notwendigen Verwaltungsvorgänge über einen Personalcomputer.

## Technologietransfer

Als Arbeitnehmererfindungen wurden im Berichtsjahr ein "Meßverfahren für die nicht-invasive Koronarangiographie" und eine "Drehvorrichtung für Rohre" in Anspruch genommen.

*Arbeitnehmererfindungen*

Das "**Meßverfahren für die nicht-invasive Koronarangiographie**" kann nach einigen Jahren weiterer Entwicklung, wenn auch genügend viele preisgünstige Lichtquellen im Röntgengebiet mit hoher Intensität zur Verfügung stehen, eventuell dazu dienen, durch frühzeitige Diagnose bei Risiko-Patienten Herzinfarkte zu vermeiden.

Dieses Verfahren unterscheidet sich von den z.B. bei SLAC in Stanford/USA benutzten Anordnungen dadurch, daß bei Verwendung von zwei eng benach-

barten, hochauflösenden Detektorzellen mit nachgeschaltetem Bildverstärker die erforderliche Differenzmessung am lebenden Herzen sehr schnell ohne Bewegungsstörung und mit sehr geringer Strahlenbelastung für den Patienten erfolgen kann. Erste Versuche lieferten erfolgversprechende Ergebnisse.

Mit der **“Drehvorrichtung für Rohre”** können in den sehr engen Zwischenräumen zwischen zwei Kryostaten der HERA-Dipolmagnete die für die Helium-Kühlkreisläufe notwendigen Rohre, die teilweise nur einen Abstand von 40 mm voneinander haben, vor Ort getrennt und wieder für eine neue Schweißverbindung ohne Behinderung durch die Nachbarrohre vorbereitet werden. Der Prototyp dieser Drehvorrichtung (Abb. 104) wurde in der DESY-Ausbildungswerkstatt gefertigt.

### Lizenzen

Für das **“Reinigungsverfahren für supraleitende Cavities”** wurde ein weiterer Lizenzvertrag abgeschlossen. An Lizenzerträgen gingen ca. 105 000 DM ein.

### Firmen- gründungen

Hingewiesen sei hier auch auf die beachtliche Zahl von nachgewiesenen Firmengründungen durch ehemalige DESY-Mitarbeiter: Eine im Auftrag des Bundesministers für Forschung und Technologie erstellte Studie weist 13 Firmen nach, die auf der Basis von DESY-Know-how entstanden. DESY liegt damit—bezogen auf die Zahl der Mitarbeiter—vor allen anderen Mitgliedseinrichtungen der Arbeitsgemeinschaft der Großforschungseinrichtungen AGF.

## Technische Dienste

### Überblick

Kennzeichnend für das Berichtsjahr war die starke Zunahme der HERA-Aktivitäten in der Konstruktion und in den Mechanik-Werkstätten.

Nimmt man den Bau von DESY II, inklusive der Transportwege, hinzu, wurden hierfür 88% der gesamten Kapazität der Konstruktion und 57% der Kapazität der Mechanischen Fertigung in Anspruch genommen. In der Elektronik-Werkstatt lagen die Schwerpunkte beim Bau von Steuerelektronik für DESY II, beim HERA-Protonenring im Bau von Elektronik für die Magnetvermessung und beim HERA-Elektronenring in der Fertigung von Komponenten für Injektion, Rechner und Datenübertragung. Dem Forschungsbereich konnte im Berichtsjahr nur geringe Konstruktions-Kapazität, aber immerhin 29% der Kapazität der Mechanik- und 17% der der Elektronik-Fertigung, zur Verfügung gestellt werden.

Der Konstruktion stehen mit der Installation einer CAD-Anlage mit vier Arbeitsplätzen sowie einem umfangreichen FEM-Programm jetzt moderne Arbeitsmittel zur Verfügung.

In der DESY-Tischlerei stand der Bau diverser HERA-Modelle im Mittelpunkt.



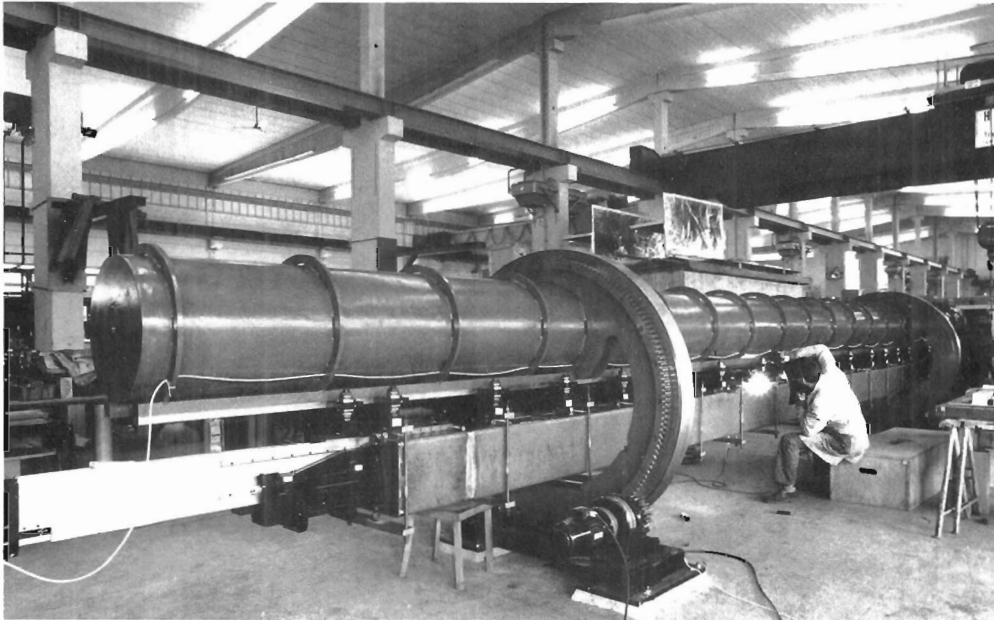


Abbildung 105: Stapel- und Schweißvorrichtung für die Dipole des HERA-Elektronenringes. (38591/17)

Die Erweiterung der Telefonanlage sowie der Ausbau der Datennetze war eine Hauptaufgabe der Gruppe "Fernmeldetechnik".

Die Abbildung 106 zeigt die Verteilung der Arbeiten der Konstruktion auf die einzelnen Bereiche; zu den herausragenden Arbeiten des Berichtsjahres zählen die folgenden:

*Konstruktion*

- Meßsäule für die Polygonzugmessung mit zugehöriger Meßplatte und in einer Kalotte befestigter Meßkugel mit garantierter Wiederholgenauigkeit beim Einmessen der Referenzmarken der Magnete und sonstiger Ringkomponenten
- Neuartiger Streifenkicker für die Auslenkung von Teilchenstrahlen aus Beschleunigern
- Dipole, Quadrupole und Sextupole für den Elektronen- und den Protonenring von HERA
- Stahlgehäuse für einen neuartigen Strahlmonitor im Protonenring
- Weiterentwicklung des supraleitenden 500-MHz-Cavities und notwendige Vorrichtungen dazu

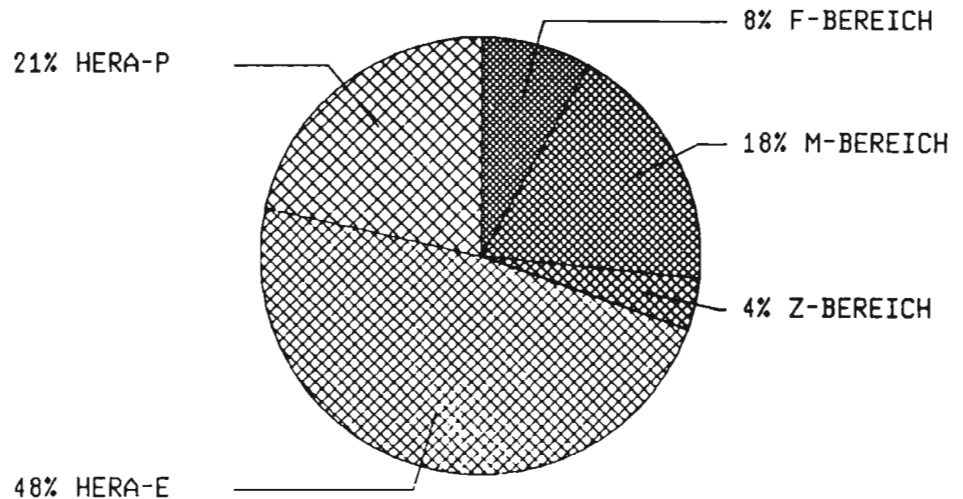


Abbildung 106: Verteilung der Arbeiten der Konstruktion in 1985.

- Weiterentwicklung des Magnetmoduls für den HERA-Elektronenring (Abb. 105) und Beseitigung von nur noch geringen Verzerrungen im Magnetfeld
- Entwicklung eines universellen Stapeltisches und Konstruktion von Stützkorsetts für den Spinrotator
- Entwicklung eines Meßtisches für Serienmessungen an den supraleitenden Magnetspulen für den HERA-Protonenring

Zu den vorgeschlagenen HERA-Experimenten ZEUS und H1 konnte die Konstruktion statische Berechnungen, angefertigt mit dem FEM-Programm, beisteuern. Es wurde ein CAD-Arbeitsraum mit drei Bildschirmplätzen (Abb. 107) und einem Plotterraum eingerichtet. Die Einarbeitung in die ungewohnte Technik macht gute Fortschritte.

Im Berichtsjahr mußten wegen fehlender Kapazität 420 Stunden für Zeichenarbeiten und ca. 1000 Stunden für Konstruktionsarbeiten, einschließlich fertigungsgerechter Zeichnungen, an Fremdfirmen vergeben werden.

### *Mechanische Fertigung*

Wegen der angelaufenen HERA-Aktivitäten ist das Auftragsvolumen für die Mechanische Fertigung stark angestiegen. Da es sich bei den HERA-Komponenten zum Teil um Abmessungen der Prototypen und Vorrichtungen für den Serienbau handelt, die den Fertigungsrahmen der DESY-Werkstätten übersteigen, zeigt sich die Belastung durch das HERA-Projekt deutlich in mehr als einer Verdoppelung der externen Fertigungsvergabe über die Arbeitsvorbereitung: Für 8.3 Mio DM wurden Fertigungen geordert und betreut.



Abbildung 107: CAD-Arbeitsplätze in der Konstruktion. (39473/7)

Die interne Fertigungskapazität wurde vor allem für Entwicklungsaufträge, Eilarbeiten und spezielle Verfahren, z.B. ultra-hochvakuum-dichtes Schweißen und Lötungen im Vakuumofen, eingesetzt. Die Kapazität der Mechanischen Fertigung und der Techniker-Werkstatt betrug, wie im Vorjahr, ca. 1 700 Mannwochen entsprechend ca. 4.0 Mio. DM und wurde auf die zahlreichen kleineren und größeren Aufgaben, wie in Abb. 108 gezeigt, verteilt.

Eine Ergänzung der Werkstatt-Einrichtungen erfolgte im Berichtsjahr im wesentlichen auf schweißtechnischem Gebiet, um für die HERA-Aufgaben besser gerüstet zu sein: Es konnte eine Längsnaht-Schweißanlage beschafft und in Betrieb genommen werden, mit der Bauteile für gerade Längsnähte eingespannt und im Schutzgasverfahren, entsprechend der eingegebenen Schweißparameter, automatisch geschweißt werden können. Von einer anderen DESY-Gruppe wurde eine Rundnaht-Schweißeinrichtung übernommen, ergänzt und mit einer entsprechenden elektronischen Steuerung ausgestattet, so daß nun auch Rundnähte automatisch geschweißt werden können.

Für den zerspanungstechnischen Bereich konnte eine dritte CNC-Fräsmaschine bestellt werden, so daß neben der Kapazitäts-Erweiterung nun auch die CNC-Bearbeitung in die laufende Ausbildung der jungen Menschen aufgenommen werden wird.

Für den HERA-Elektronenring lag das Schwergewicht auf der Betreuung der externen Fertigung von Werkzeugen, Vorrichtungen, Jochlamellen, Stütz- und

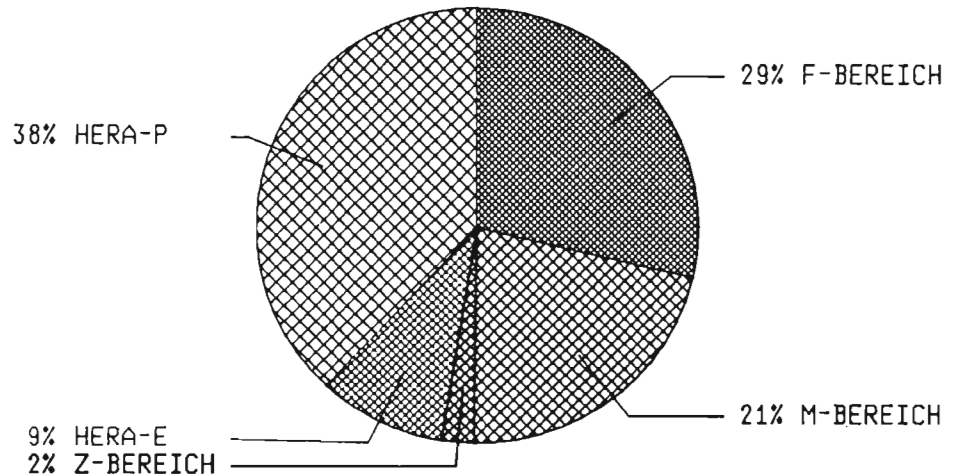


Abbildung 108: Verteilung der Arbeiten der Mechanischen Fertigung in 1985.

Montageteilen für die Prototypen der Magnete zum Aufbau eines Modules aus 9-m-Dipol, Quadrupol und Sextupol einschließlich der Vergabe-Vorbereitung der mechanischen Bearbeitung der Vakuumkammern. Die Sextupol-Magnete werden komplett, d.h. einschließlich der Spulenfertigung, von der Arbeitsvorbereitung betreut; die Serienaufträge sind erteilt.

Die Bauteile zum Einrichten der Magnetmeßplätze wurden in der Werkstatt gefertigt, die Herstellung der GFK-Träger für die Meßspulen selbst wurde vergeben. Die Aluminium-Leiter für den Dipol-Prototyp wurden geschweißt und gefräst. Prototypen für verschiedene Ausführungen der Wechselhalter mit Schnellverschluß für die Vermessungskugeln wurden gefertigt und erprobt. Für die Magnetendfeld-Beeinflussung wurden diverse Weicheisen-Endblockkonturen bearbeitet. Für den Transport der Module im HERA-Tunnel wurde ein einfaches System konzipiert und an einem Modellwagen wurden die zu erwartenden Führungskräfte mit meßtechnischer Amtshilfe durch die Bundeswehr-Hochschule ermittelt.

Für den HERA-Protonenring wurden Aufträge zur Entwicklung der Korrekturmagnete und für Meßgeräte für die supraleitenden Kabel abgewickelt. Es wurden dazu Dickenmeßgeräte mit hydraulischer Anpressung, eine Winkelmeßvorrichtung, ebenfalls mit Hydraulik, und ein Gradiometer intern angefertigt; ein 14 m langer Meßtisch wurde extern gefertigt; die höhen- und seitenverstellbaren Magnetaufnahmen werden zur Zeit intern gebaut. Für den Kalttest der Dipolmagnete wurde für die Verbindung zweier Kryostate eine Umlenkbox mit aufwendiger Innenverrohrung in der Werkstatt angefertigt (Abb. 109). Für die Strahlmonitore wurden intern mehrere Versuchsausführungen erstellt, u.a. eine hydraulische Höchstdruck-Vorrichtung zum plastischen Einformen

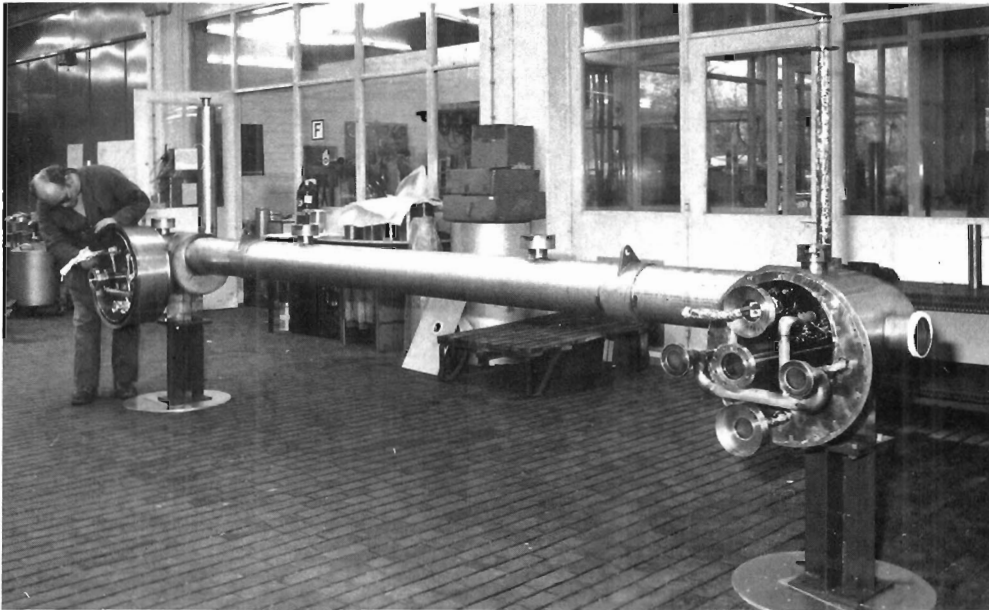


Abbildung 109: Umlenkbox für die Verbindung zweier Kryostate. (39332/7)

der Antennentaschen in das Strahlrohr; außerdem waren zum Einspannen der "kalten" Hochstromdiode verschiedene Versuchshalterungen herzustellen. Für die Protonen-Strahlrohre der ersten HERA-Kalteisen-Testmagnete waren mehrere Sätze Flansche und Buchsen mit amtlicher Abnahme nach Druckbehälter-Vorschrift aus kaltzähem Edelstahl und entsprechende Schweißversuche auszuführen. Feinmechanisch interessant war die Anfertigung einer dreiteiligen "Maulwurf"-artigen Vorrichtung zum Ausmessen der Krümmung des Strahlrohres.

Die Entwicklung des Korrektur-Dipoles mit Versuchen zur Spulenbefestigung (1. Prototyp) zunächst mit Massiveisen-Joch, parallel dazu Stanzwerkzeug und Lamellenbestellung sowie des Korrektur-Quadrupoles (Prototyp mit Laser-geschnittenen Lamellen) nahm sowohl in der Werkstatt als auch in der Arbeitsvorbereitung breiten Raum ein.

Der Bau des  $H^-$ -Linearbeschleunigers erforderte die externe Fertigung von Zubehör-Aggregaten für die Alvarez-Struktur, z.B. die feinjustierbaren Tankauflager, vier HF-Einkoppelschleifen, 12 Kolbenabstimmer, 51 Justiereinheiten für die einzuhängenden Driftröhren u.ä. Für die  $H^-$ -Quelle selbst wurden intern weitere Teile gefertigt, z.B. Gehäuse für das Magnetron, eine Coldbox mit Polshuhen u.s.w.

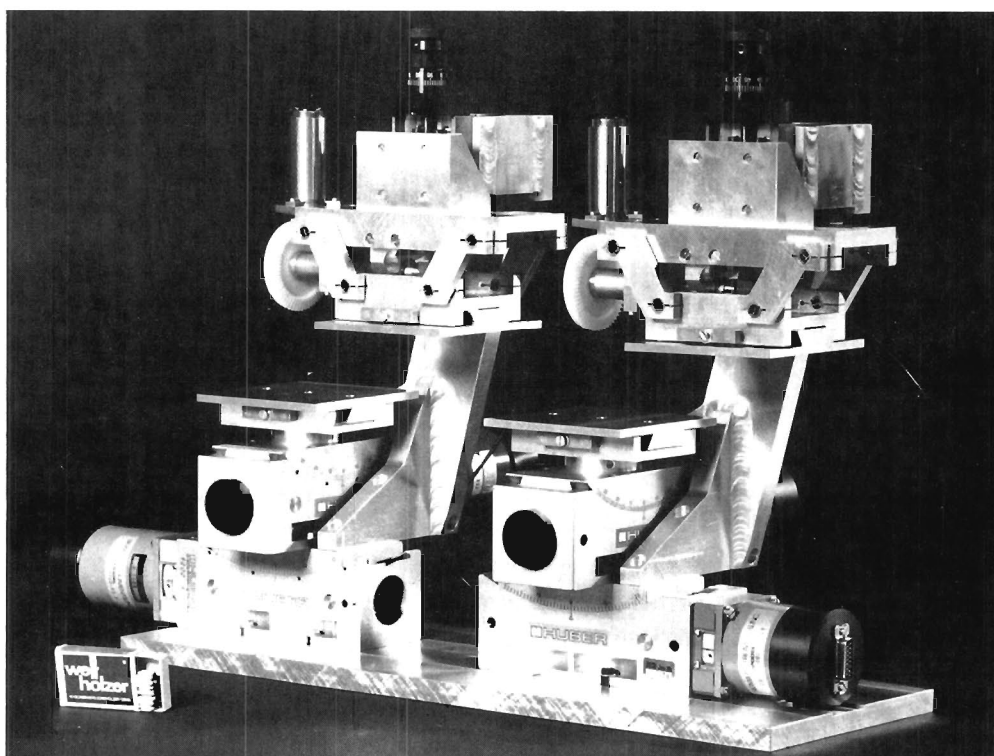


Abbildung 110: Reibungsfreie Federgelenke für einen in der Angiographie verwendeten Monochromator. (38993/8)

Die Weiterentwicklung des Wakefield-Beschleunigers brachte für die Mechanische Fertigung interne Arbeiten zur Herstellung eines Tanks für Schutzgas und weitere Kathodenring-Ausführungen.

Für die Beschleuniger DESY II und DESY III wurden intern 15 Schirmmonitore in Fertigung genommen, der Prototyp einer Neuentwicklung "Streifenkicker" gebaut sowie Vorrichtungen und Einzelteile für die Septa-Fertigung hergestellt. Zehn Korrekturmagnete für die Strahlwege werden zur Zeit in externer/interner Kombination angefertigt. Verschiedene Strahltransport-Vakuumrohre für die diversen Ein- und Ausschußwege zu den Beschleunigern und zu HASYLAB fertigte die Werkstatt auch in diesem Berichtsjahr an.

Aus dem Forschungsbereich kamen zahlreiche Aufträge von HASYLAB. Folgende Komponenten wurden gefertigt: zwei Spiegelkammern, eine Polarisationskammer, eine ca. 1 m<sup>3</sup> große Vakuumkammer für einen Röntgenmonochromator, drei Schnellschlußklappen, fünf Beam-shutter, sechs Röntgenstrahl-Monitore, ein Monochromator-Aufbau für Angiographie mit reibungsfreien Federgelenken und Piëzo-gesteuerter Feineinstellung des Winkels (Abb. 110), diverse kleinere Komponenten und schließlich zum Jahresende eine Stahlkonstruktion mit bearbeiteten, zum Teil durchbohrten Blei-Ziegeln als Abschirmwand.

Die ZEUS-Kollaboranten brachten vor allem Aufträge für die Plexiglas- und Lichtleiterfertigung, z.B. 280 Sätze Szintillatoren sowie diverse Ausführungen von Wellenlängen-Shiftern.

Das Komplettieren der CELLO-Stereo-Drahtkammer erforderte aus externer Fertigung noch Versorgungsleitungen, Kabelführungsbleche und Elektronik-Halterungen sowie zum Einbau noch eine Wende- und Einfahrtvorrichtung. Das Strahlrohr mit der Vertexkammer wurde in der Werkstatt fertiggestellt und alles zum Testen ausgeliefert.

Im Berichtsjahr wurden 665 Aufträge (Vorjahr 703) abgewickelt. Der Schwerpunkt der Tätigkeit lag bei der Herstellung diverser elektronischer Geräte für DESY II und LINAC II (40%) und für die beiden HERA-Maschinen (40%). Die Kapazität der internen Elektronik-Fertigung reicht nicht aus, um alle Wünsche befriedigen zu können. So wurde im Berichtsjahr über die Arbeitsvorbereitung ein Bestellvolumen von 1.25 Mio DM abgewickelt.

*Elektronik-  
Fertigung*

Zur Entlastung der eigenen Werkstatt wurden in 27 Fällen (Vorjahr 15) Fremdfirmen für Verdrahtungs-, Bestückungs- und Kabelkonfektionierungsarbeiten herangezogen. In zwei Fällen wurde die Anfertigung von Hybridschaltungen über eine auswärtige Firma abgewickelt.

Die Erstellung von Layouts für gedruckte Schaltungen mußte in 15 Fällen nach außerhalb vergeben werden.

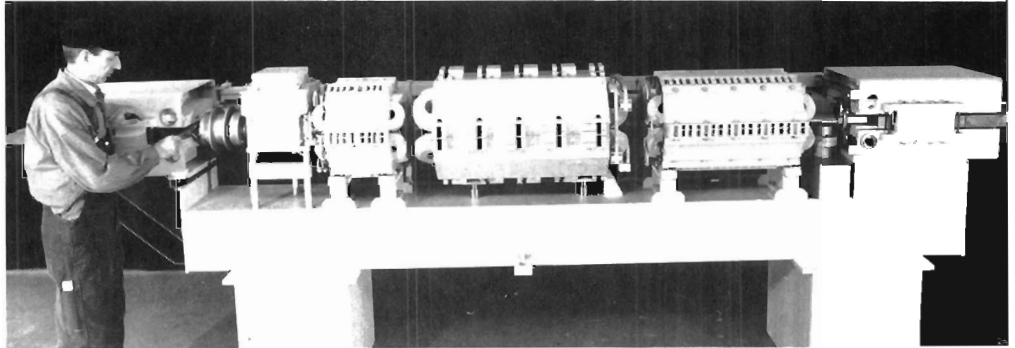


Abbildung 111: Modell im Maßstab 1:1 eines Magnetmoduls des HERA-Elektronenringes. (39553/26)

Insgesamt wurden 8 101 (440 verschiedene Positionen) gedruckte Schaltungen von auswärtigen Firmen nach DESY-Unterlagen angefertigt, davon 348 Multilayer- bzw. Multiwire-Platinen.

Der Anteil der nicht-durchkontaktierten Leiterplatten betrug nur noch 26.5%.

### *Tischlerei*

Die DESY-Tischlerei hat im Berichtsjahr bei einem Personalstand von einem Meister, fünf Gesellen und drei Lehrlingen neben einer Vielzahl von Kleinaufträgen folgende größere Aufgaben ausgeführt:

- Ein Modell des Elektronen-Magnetmoduls im Maßstab 1:1 (Dipol, Quadrupol, Sextupol, Korrekturmagnete und Dipol auf dazugehörigen Trägern, s. Abb. 111) für die HERA-Planung
- Eine 10 m lange Meßvorrichtung für die supraleitenden Magnete in absolut metallfreier Ausführung
- HERA-Einzelmodelle von diversen Komponenten
- Ein HERA-Hallenmodell
- Überlange Arbeitstische für die Montagegruppe
- Transportbehälter für die HERA-Strahlrohre
- Ein staubfreier Raum im Anbau der Experimentierhalle II

Neben der Ausführung dieser Arbeiten wurden drei Lehrlinge ausgebildet, von denen zwei ihre Ausbildung im Berichtsjahr beendeten. Es wurden zwei Neuauszubildende eingestellt.



Folgende Tätigkeitsschwerpunkte haben sich im Berichtsjahr für die Gruppe "Fernmeldetechnik" herausgestellt:

*Fernmeldetechnik*

- Einrichtung einer telefongekoppelten Personen-Suchanlage (100 Rufempfänger/"Pieper")
- Anschluß der Neubauten Laborgebäude 2g, 30a und HASYLAB-Halle 1 an die Fernmelde-Kabelnetze für Telefon, Datenübertragungen und Fernmeldungen
- Einrichtung eines weiteren Haupt-Knotenverteilers im Vorbereitungsgebäude für die Anbindung der neuen HERA-Hallen, die auf dem DESY-Gelände liegen
- Aufbau eines Datenübertragungsnetzes für CAD in der Gruppe "Konstruktion" mit Zentralcomputer im Rechenzentrum
- Neuinstallation von 100 Nebenstellen in der Fernsprechzentrale—Am Ende des Berichtsjahres waren insgesamt 1 600 Nebenstellen, 65 Amtsleitungen, drei Vermittlungsplätze/Tag und ein Vermittlungsplatz/Nacht installiert.
- Verlegung eines neuen Kabels zum Postnetz mit 200 Doppeladern, Belegungsdichte 55%
- Installation eines Telefonanschlusses als Steckdosenkette im HERA-Tunnelabschnitt Süd → West
- Installation einer Telefonverbundanlage für Kontrollräume, Maschinensteuerung und Experimente DESY, DORIS, PETRA ("Makleranlage")
- Weiterer Ausbau des TSO-Netzes; Stand Ende 1985: 282 TSO-Anschlüsse
- Ausbau vorhandener Schleifen für die Rauchmeldeanlagen
- Umbau der Verkabelung in der JADE-Halle
- Abbau der Verkabelung in den Hallen 1, 2, EMBL
- Aufbau neuer Gebiete im HASYLAB

Zu den regelmäßigen Aufgaben der Gruppe "Fernmeldetechnik" gehört die Störungsbeseitigung in folgenden Netzen: Fernsprechanlagen, Uhrenanlage, Rauchmelderanlage, Störungsmeldungen/Technischer Notdienst, Datenübertragungswege für TSO-Terminals, Modem-Leitungen, IBM-Online-System, Ruf- und Überwachungssysteme.

Auch in diesem Berichtsjahr fielen Planungsaufgaben für HERA an: Für die Fernmeldeversorgungskabel in Kupfer (Hallen Nord, Süd, Ost, West) wurde

eine Spezifikation erstellt und die Ausschreibung im Dezember gestartet. Die Glasfaserkabel werden zu einem späteren Zeitpunkt (1986) bestellt und in vorher installierte Leerrohre gelegt (86/87).

### *Ausbildung in gewerblichen Berufen*

Im August des Berichtsjahres nahmen 15 junge Leute die Ausbildung in gewerblichen Berufen in der DESY-Lehrwerkstatt auf. Mit den Prüfungen im Januar und Juli schlossen 19 Auszubildende ihre Berufsausbildung nach dreieinhalb bzw. drei Jahren ab, zwei weitere beendeten ihre Ausbildung nach zwei Jahren mit dem Abschluß als Nachrichtengerätemechaniker. Zum Ende des Berichtsjahres befanden sich bei DESY insgesamt 58 junge Leute in gewerblicher Ausbildung (Tab. 20).

Unter den Ausgelernten dieses Berichtsjahres ist ein Teil der sieben jungen Damen und Herren, die im Herbst 1982—aufgrund der "Hamburger Aktion" mit städtischen Zuschüssen gefördert—zusätzlich bei DESY aufgenommen wurden. Die übrigen Auszubildenden dieser Sondermaßnahme legten im Dezember den schriftlichen Teil ihrer Prüfung ab und werden im Januar 1986 fertig sein. Dieses Ausbildungsprogramm ist somit erfolgreich abgeschlossen.

Dank der Möglichkeit, für die HERA-Bauzeit neue Mitarbeiter auf Zeit einzustellen, konnten in diesem Jahr—außer der üblichen Drei-Monats-Regelung—von den Ausgelernten einige in verschiedene DESY-Gruppen zunächst übernommen werden: drei Technische Zeichner/innen, zwei Feinmechaniker, ein Energieanlagen-Elektroniker, ein Feingeräte-Elektroniker und eine Nachrichtengeräte-Mechanikerin.

Ein wesentlicher Schritt, die Ausbildung der Feinmechaniker den neueren technischen Erfordernissen anzugleichen, war die Bestellung einer weiteren CNC-Fräsmaschine für die Hauptwerkstatt, womit es nun möglich wird, eine CNC-Maschine überwiegend für die Ausbildung einzusetzen.

### *Bauangelegenheiten*

Die herausragenden Aktivitäten der Gruppe "Bauangelegenheiten" im Berichtsjahr sind hier aufgelistet:

- Die Randbedingungen für die Erweiterung der Vakuumbauhalle wurden formuliert, so daß ein externes Architektenbüro die Ausschreibungsunterlagen herstellen konnte. Die Erweiterung um ca. 400 qm war nötig geworden, da die Vakuumbaukammern des HERA-Elektronenringes bei DESY gebaut werden sollen. Die Baumaßnahme wurde in Fertigteilbauweise zwischen September und Ende Dezember abgewickelt.
- Für die Aufnahme von Mitarbeitern und Gästen der HERA-Gruppen wurden zwei Büro-Baracken in Holzbauweise ebenfalls in Zusammenarbeit mit einem Architektenbüro entworfen und gebaut (je 250 qm).

Tabelle 20: Übersicht über die gewerbliche Ausbildung bei DESY in 1985.

Beruf	ausbildende DESY-Gruppe	aus- gelernt	fort- lauf.	neu	Dez. 85 gesamt
Technische Zeichner	Ausbildungswerkstatt WLA + Konstruktion	5	7	3	10
Bau- u. Möbeltischler	Tischlerei	2	1	2	3
Feinmechaniker	WLA + Mech.Fertigung W41	5	12	3	15
Dreher	WLA + W41	1	1	1	2
Betriebsschlosser	WLA + Betriebshandwerker	3	2	-	2
Rohrinstallateur	WLA + Kraft, Wasser, Klima MKK	-	1	-	1
Elektrogeräte-Mechaniker	WLA + MKK	-	6	1	7
Energiegeräte-Elektroniker	WLA + MKK	2	3	2	5
Elektroanlagen-Installateur	WLA + MKK	2	3	2	5
Energieanlagen-Elektroniker	WLA + Elektronik-Fertigung	1+2	10	3	13
Nachrichtengeräte-Mechaniker	und div. F- + M-Gruppen	1+2	10	3	13
Feingeräte-Mechaniker		1+2	10	3	13
Summe		19+2	43	15	58

- Der Bau der Röntgen-Wiggler-Halle schritt im Berichtsjahr voran und wurde begleitend betreut. Die Außenanlagen dazu wurden selbst konzipiert und vorbereitet.
- Als weitere Ausbaumaßnahme für HASYLAB wurde, wiederum gemeinsam mit einem Architektenbüro, die Haushaltsunterlage Bau für einen Anbau an die vorhandene HASYLAB-Experimentierhalle erstellt und zur Genehmigung eingereicht. Als vorbereitende Maßnahme wurden bereits Versorgungsleitungen umgelegt.
- Es wurde mit dem Bau eines Chemieraumes in der Nähe der Lehrlingswerkstatt für Elektronik begonnen. Hier sollen auch alle Ätzarbeiten durchgeführt werden.
- Die Bibliothek wurde durch die Anbindung von ehemaligem Büroraum mit einen 35 qm großen Lesesaal erweitert.
- Die langsam alternde Bausubstanz bei DESY erfordert im wachsenden Umfang Unterhaltungsmaßnahmen, die einen wesentlichen Teil der Aktivitäten der Baugruppe über dieses Berichtsjahr hinaus darstellen. Insbesondere die Flachdächer müssen saniert und teilweise nach modernen Gesichtspunkten umgerüstet werden.
- Die neuen Gebäude für die Gruppe "Kältetechnik und Gase" wurden fertiggestellt. Es wurden hier ca. 2 000 qm Lager-, Werkstatt- und Maschinenfläche zusätzlich geschaffen. Die Anlagen zur Rückgewinnung von

Gasen konnten dadurch modernisiert und erweitert werden und das Gaselager in adäquaten Räumlichkeiten untergebracht werden.

- Die Baumaßnahmen für HERA werden verantwortlich von dem Bereich "Maschinen" betreut. Allerdings wirkte die Gruppe "Bauangelegenheiten" intensiv mit, insbesondere bei der Planung vieler Details.

### *Transport und Gelände*

Die Transportgruppe ist für die Durchführung und Organisation aller internen und externen Transporte verantwortlich. Dazu kommt die Überwachung der Schnee- und Eisbeseitigung, die Durchführung der regelmäßigen Pflege der Betriebsfahrzeuge und die Überwachung bzw. Durchführung von gärtnerischen Arbeiten auf dem Gelände. Bei Neu- oder Umbauten muß die Veränderung des Grüngebietes betreut werden. Hier wurde im Berichtsjahr erstmalig der Versuch unternommen, größere Kiefern, die der Vakuumbhallen-Erweiterung im Weg standen, zu verpflanzen.

### *Betriebs- schlosserei*

Der Aufbau von DESY II, Umbauarbeiten im PETRA-Ring sowie Arbeiten bei HASYLAB machten neben Routine-Pflichten den größten Arbeitsanteil der DESY-Betriebsschlosserei aus.

### *Arbeitssicherheit und Arbeits- medizin*

- **Sicherheitswesen:** Im Berichtsjahr sind insgesamt 66 Unfälle an die Eigenunfallversicherung gemeldet worden; davon liefen 27 ohne Arbeitsunfähigkeit ab. Die Gesamtzahl der Ausfalltage betrug 455.

Es wurden folgende Prüfungen durch amtlich anerkannte Sachverständige der technischen Aufsicht des Amtes für Arbeitsschutz durchgeführt:

- Druckbehälter: eine Vorprüfung, eine Bau-Prüfung, fünf Abnahmeprüfungen, acht innere Prüfungen und sechs Druckprüfungen
- Dampfkessel: fünf äußere Prüfungen

Im Druckbehälterbereich brachte der neue Innendetektor für das Experiment CELLO den größten Anteil. Obwohl die Rechnungsverfahren, die Werkstoffe und die Fügeverfahren teilweise erheblich vom konventionellen Druckbehälterbau abwichen, hat das Amt für Arbeitsschutz alle Anregungen von DESY vollständig aufgegriffen, so daß dieses Behältersystem ohne Beanstandungen abgenommen wurde. Im übrigen wurden mit dem Amt für Arbeitsschutz Vorgespräche von den einzelnen DESY-Fachgruppen geführt, die sich mit den kryotechnischen Systemen für den HERA-Protonenring beschäftigen.

Die Bauvorhaben auf dem DESY-Gelände, wie die Erweiterungen des HASYLAB und der Chemiehalle, wurden sicherheitsmäßig betreut.

Der Sicherheitsrat tagte im Berichtszeitraum sechsmal. Es wurden ständig die besonderen sicherheitstechnischen Probleme angesprochen; Schwerpunkt war weiterhin die Gassicherheit in den Experimenten.

Der Arbeitsschutzausschuß tagte fünfmal. In diesem Gremium, das auf dem Arbeitssicherheitsgesetz basiert, sind die Sicherheitsbeauftragten aus allen Bereichen und Gruppen versammelt, um allgemeine Fragen der Arbeitssicherheit aus ihren Bereichen zu diskutieren.

- **Betriebsbegehungen:** Im Berichtsjahr wurden die gemäß dem Arbeitssicherheitsgesetz vorgeschriebenen Betriebsbegehungen vorgenommen, insgesamt 26. Diese werden von den Sicherheitsingenieuren und dem Betriebsarzt unter Beteiligung des Betriebsrates durchgeführt. Als Arbeitgebervertreter nimmt jeweils die Aufsichtsperson nach der Reichsversicherungsordnung sowie der Sicherheitsbeauftragte der Gruppe, deren Arbeitsplätze besichtigt werden, teil. Es wurden insgesamt Arbeitsplätze von 360 Mitarbeitern überprüft.

- **Brandschutz:** Die Schulung der Mitarbeiter gegen Feuergefahren und in der Bekämpfung von kleineren Feuern wurde systematisch weitergeführt. Bei mehreren Übungen wurden insgesamt sechs Gruppen mit ca. 80 Personen praktisch in der Handhabung der üblichen Feuerlöcher unterwiesen. Dreizehn Mitarbeiter wurden in den praktischen Atemschutz eingewiesen. Das Synchrotron-Gebäude wurde nach der Montage von DESY II mit neuen, technisch besseren Rauchmeldern ausgerüstet.

- **Technischer Notdienst:** Bei dem Umfang der zu überwachenden Anlagen und der Größe des Geländes spielt der ständige Ausbau der zentralen Störungs-Meldeanlage weiterhin eine wichtige Rolle. Außerhalb der normalen Arbeitszeit wurden Überwachungsarbeiten an den DESY-Anlagen kontinuierlich oder auf Einzelanforderung durchgeführt. An speziellen Arbeiten des Technischen Notdienstes wurde folgendes ausgeführt: Erste Hilfe (26mal), Rettungswagen angefordert (26mal), Notarzt angefordert (3mal), Technische Hilfe (142mal), Einsätze bei HERA (49mal), Einsätze bei Stromausfall (12mal), Brände (10mal), Brandwachen (12mal), Rauchmeldealarme (124mal), Gasalarme (40mal), Alarme an Experimenten (196mal), Fahrstuhlalarme (179mal), sonstige Alarme (190mal), Kesselausfälle (10mal), Kassenalarme (5mal) und CO<sub>2</sub>-Anlagen-Auslösung (3mal).

- **Sicherheit bei HERA:** In den Baubesprechungen wurden kontinuierlich sicherheitstechnische Anforderungen mit eingebracht; insbesondere bei der Feinplanung der Hallenkomplexe mußten die verschiedenen Anforderungen der Arbeitsstättenverordnung und der Sicherheitstechnik mit berücksichtigt werden.

Im ersten Halbjahr lag der Schwerpunkt der theoretischen Überlegungen auf der Erarbeitung von Regeln für die HERA-Experimente. Ein vom Direktorium berufenes Gremium, bestehend aus Fachkundigen von DESY und vom CERN, hat in kurzer Zeit in intensiven Sitzungen ein auch von den Experimentatoren akzeptiertes Regelwerk für den Bau der HERA-Detektoren erarbeitet.

- **Schulung:** Es wurden Sicherheitsbelehrungen für 580 Mitarbeiter vorgenommen.

- **Betriebsarzt:** Die arbeitsmedizinischen Aufgaben nach dem Arbeitssicherheitsgesetz wurden mit einer Einsatzzeit von 350 Std./Jahr bzw. 7 Std./Woche vom Betriebsarzt wahrgenommen. Zu den regelmäßigen Aufgaben des Betriebsarztes gehören schwerpunktmäßig die arbeitsmedizinischen Vorsorgeuntersuchungen, denen 547 DESY-Mitarbeiter unterliegen. Im Berichtsjahr wurden 270 Vorsorgeuntersuchungen unter acht verschiedenen Gefährdungsgesichtspunkten durchgeführt. Weiterhin erfolgten ärztliche Konsiliaruntersuchungen, Beratungen, Impfungen und diverse Sonderuntersuchungen. Etwa ein Drittel der Einsatzzeit des Betriebsarztes galt unverändert regelmäßigen Arbeitsplatz-Begehungen, gemeinsam mit den Sicherheitsingenieuren und dem Betriebsrat. Eine wichtige Aufgabe des Betriebsarztes ist die medizinische Beratung, z.B. bei den Arbeitsschutz-Sitzungen und bei der persönlichen Gesundheitsvorsorge der DESY-Mitarbeiter. Außerdem wurde auch in diesem Berichtsjahr wieder ein Kursus im Autogenen Training für 20 DESY-Mitarbeiter durchgeführt.

**Veröffentlichungen  
und  
Vorträge**

---



## F-Bereich

### DESY-Kolloquien

---

D.H.B.G. CASIMIR (Heeze/NL)

The History of Superconductivity.

17.1.1985

W. HÄFELE (Jülich)

Global Energy Perspectives Seen from the 80ies.

31.1.1985

J. GERVAISE (CERN)

Precision Surveying by Means of Artificial Satellites and Application to LEP.

27.6.1985

P.G. HANSEN (Aarhus/DK)

Recent Results from ISOLDE. Applications of Radioactive Ion Beams in Atomic, Nuclear, Particle and Solid-state Physics.

17.11.1985

G. HEMPEL (AWI Bremerhaven)

Marine Science in the Antarctic - Recent Developments in Polar Research.

21.11.1985

S. MASON (London)

The Electroweak Origin of Biomolecular Handedness.

5.12.1985

### Vorträge

---

P. SÖDING

Electron-Positron Electroweak Experiments.

Aspen Winter Conf. on Electroweak

Interactions (1985)

HERA - The Machine and the Experiments.

Proc. of the XIIIth Int. Winter Meeting on Fundamental Phys., Cuenca (1985)

Die elektroschwache Wechselwirkung - Status und Forschungsziele.

Kolloquiumsvortrag, Univ. Freiburg (1985)

Progress with HERA.

Fermi Nat. Accelerator Center, Batavia (1985)

Electron-Proton Physics at HERA.

Gordon Research Conf. "Frontiers of Science"

Andover (1985)

V. SOERGEL

Neuere Ergebnisse von den PETRA- und DORIS-Speicherringexperimenten.

Kolloquiumsvortrag, Univ. Frankfurt (1985)

Status of HERA.

Photon-Lepton-Conf., Tokyo (1985)

### H1

---

#### Vorträge

W. BRAUNSCHWEIG

Detection of New Currents and New Particles with the H1 Detector.

Topical European Meeting "The Quark Structure of Matter", Strasbourg/Karlsruhe (1985)

F. EISELE

Physics at HERA.

XXth Rencontre de Moriond, Les Arcs (1985)

Lepton-Nucleon Scattering: Past and Future.

Three Lectures, Academic Training Program, CERN, Genf (1985)

W. FLAUGER

H1 Calorimeter Studies.

Workshop on Compensated Calorimetry, Pasadena (1985)

D. HAIDT

Generation and Detection of Leptoquarks in HERA Experiments.

Topical European Meeting "The Quark Structure of Matter", Strasbourg/Karlsruhe (1985)

### ZEUS

---

#### Veröffentlichungen

ZEUS-KOLLABORATION

ZEUS, a Detector for HERA.

Instrumentation Bulletin, Vol. 1 (1985)

#### Veröffentlichter Vortrag

G. WOLF

Physics with HERA. Proc. of the 1st Aspen Winter Phys.

Conf. (1985)  
und DESY 85-052

### Vorträge

H. BRÜCKMANN

Hadron Calorimetry - A Puzzle of Physics.  
Workshop on Compensated Calorimetry,  
Pasadena (1985)

E. HILGER

ZEUS Calorimeter Studies.  
Workshop on Compensated Calorimetry,  
Pasadena (1985)

B. LÖHR

Physics Prospects at HERA.  
XXVth Cracow School of Theor. Phys.,  
Zakopane (1985)

A Detector Design for HERA.

XXVth Cracow School of Theor. Phys.,  
Zakopane (1985)

G. POELZ

Aerogels in High Energy Physics.  
1st Int. Symp. on Aerogels, Würzburg (1985)

G. WOLF

Exploring Leptons and Quarks with the Electron-  
Proton Collider HERA.  
Kolloquiumsvortrag, Virginia Polytechn. Inst. (1985)

Experimentation at HERA.

Kolloquiumsvortrag, Arizona State Univ. (1985)

HERA, the Physics and the Status of the Machine.

Seminarvortrag, CALTECH Pasadena (1985)

The LEP Detectors.

Seminarvortrag, SLAC Stanford (1985)

Physics at PETRA and DORIS.

Seminarvortrag, HEPAP Seminar, SLAC (1985)

Physik an HERA.

Kolloquiumsvortrag, Univ. Bern (1985)

### CELLO

---

#### Veröffentlichungen

CELLO-KOLLABORATION, H.-J. BEHREND et al.  
Experimental Limit on Monojet Production.  
Phys. Lett. 161B (1985) 182 und DESY 85-061

CH. BIELER, D. BURKART, J. MARKS, M. RIEBE-  
SELL, H. SPITZER, G. WINTER, K. WITTENBURG  
Radiation Damage of BGO and CSI(Tl) Crystals.  
Nucl. Instr. A234 (1985) 435

J. ENGLER

Perspectives in Calorimetry.  
Nucl. Instr. and Methods A235 (1985) 301

G. FLÜGGE

Upgrading the CELLO Track Detector.  
KfK-3858, Karlsruhe (1985)

C. KIESLING

Recent Experimental Tests of the Standard Theory of  
Electroweak Interactions.  
Springer Tracts in Modern Physics (1985)

H. KÜSTER

Search for Supersymmetric Particles in PETRA.  
KfK-4011, Karlsruhe (1985)

S. SCHLÖGL, H. SPITZER, K. WITTENBURG

Radiation Damage of CsI(Tl) Crystals in a Long Term  
Exposure at PETRA.  
Nucl. Instr. A242 (1985) 89 und DESY 85-016

G.G. WINTER, J. AHME, J. MARKS, D. SCHÜTZ,  
H. SPITZER, H. WESTERMANN, H. GREIF,  
H. OBERLACK

Performance of a Lead-Scintillator Sandwich Hodoscope  
with Photodiode Readout.  
Nucl. Instr. A238 (1985) 307

#### Veröffentlichte Vorträge

J. HAISSINSKI

New Particle Searches at  $e^+e^-$  Machines.  
XVth Symp. on Multiparticle Dynamics,  
Kiryat Anavim (1985) und LAL 85/32, Orsay (1985)

C. KIESLING

Results from PETRA on Electroweak Effects and  
Tests of QED.  
XXth Rencontre de Moriond, Les Arcs (1985) und  
MPI-PAE/Exp.El. 155, München (1985)

M. POPPE

Some Exclusive  $\gamma\gamma$  Channels.  
Proc. of the AIP Conf. on Hadron Spectroscopy,  
Maryland (1985)

#### Vorträge

J. AHME

Blei-Szintillator Kalorimeter mit Photodiodenauslese.  
DPG-Tagung, München (1985)

R. ALEKSAN

Tests of QED at High Energies in  $e^+e^-$  Collisions.  
Int. Europhys. Conf. on High Energy Phys.,  
Bari (1985)

W.D. APEL

Neue Ergebnisse von PETRA.  
DPG-Tagung, München (1985)

CELLO-KOLLABORATION, H.-J. BEHREND et al.  
Measurement of the Muon Pair and Tau Pair Asymmetry  
in  $e^+e^-$  Annihilations at  $39.8 \leq \sqrt{s} \leq 46.6\text{GeV}$ .  
Int. Europhys. Conf. on High Energy Phys., Bari (1985)  
und Int. Conf. on Lepton and Photon Interactions at High  
Energies, Kyoto (1985)

Search for Gauginos in  $e^+e^-$  Interactions.  
Int. Europhys. Conf. on High Energy Phys., Bari (1985)  
und Int. Conf. on Lepton and Photon Interactions at High  
Energies, Kyoto (1985)

Search for Scalar Electrons and Photinos in  $e^+e^-$   
Interactions.  
Int. Europhys. Conf. on High Energy Phys., Bari (1985)  
und Int. Conf. on Lepton and Photon Interactions at High  
Energies, Kyoto (1985)

Experimental Limit on Monojet Production in  $e^+e^-$   
Annihilations.  
Int. Europhys. Conf. on High Energy Phys., Bari (1985)  
und Int. Conf. on Lepton and Photon Interactions at High  
Energies, Kyoto (1985)

Excited Lepton Search.  
Int. Europhys. Conf. on High Energy Phys., Bari (1985)  
und Int. Conf. on Lepton and Photon Interactions at High  
Energies, Kyoto (1985)

V. BLOBEL  
Probleme der Datenanalyse bei Experimenten der  
Hochenergiephysik.  
Kolloquiumsvortrag, Univ. Tübingen (1985)

W. CHRISTIANSEN  
Inklusive  $K_s^0$  in multihadronischen Ereignissen bei  
höchsten PETRA-Energien ( $39.8\text{GeV} < \sqrt{s} < 46.8\text{GeV}$ ).  
DPG-Tagung, München (1985)

J. ENGLER  
Neue Entwicklungen in der Kalorimetrie.  
Seminarvortrag, Univ. Hamburg (1985)

M. FEINDT  
Inklusive Produktion von K und  $K^*$  Meson in Zwei-  
Photon- Reaktionen.  
DPG-Tagung, München (1985)

G. FLÜGGE  
Jet Fragmentation.  
Topical European Meeting "The Quark Structure of  
Matter", Strasbourg/Karlsruhe (1985)

Search for New Particles in  $e^+e^-$  Annihilation.  
Xth Hawaii Topical Conf. on Particle Phys.,  
Honolulu (1985)

H. GREIF  
Test einer Matrix von Blei-Szintillator-Schauerzählern mit  
Photodiodenauslese.  
DPG-Tagung, München (1985)

P. GROSSE-WIESMANN  
Suche nach angeregten Leptonen bei PETRA.  
DPG-Tagung, München (1985)

Dalitz-Plot-Analyse der Reaktionen  $ee \rightarrow \mu\mu\gamma$  und  
 $ee \rightarrow ee\gamma$  bei PETRA.  
DPG-Tagung, München (1985)

G. HOPP  
Energy Dependence of  $\alpha_s$ .  
DPG-Tagung, München (1985)

H. KROHA  
Ladungsasymmetrie schwerer Quarks in der  $e^+e^-$ -  
Vernichtung am CELLO-Detektor bei PETRA.  
DPG-Tagung, München (1985)

H. KÜSTER  
Suche nach SUSY-Teilchen bei PETRA.  
DPG-Tagung, München (1985)

H. OBERLACK  
Reports on the Bari and Kyoto Conference.  
MPI München (1985)

H. WESTERMANN  
Meßergebnisse an einem BGO-Kalorimeter.  
DPG-Tagung, München (1985)

W. WIEDENMANN  
 $\tau$ -Physik mit dem CELLO-Detektor in dem Energiebereich  
 $\sqrt{s} = 40.0$  bis  $\sqrt{s} = 46.6\text{GeV}$ .  
DPG-Tagung, München (1985)

Electroweak Interference in  $e^+e^-$  Annihilation:  
New Results from CELLO.  
Krakau-München High Energy Phys. Seminar,  
Krakau (1985)

#### Habilitation

C. KIESLING  
Recent Experimental Tests of the Standard Theory of  
Electroweak Interactions.  
Ludwig-Maximilians-Univ. München (1985)

#### Dissertationen

M. GAILLARD  
Etude de l'interference électrofaible dans la réaction

$e^+e^- \rightarrow \tau^+\tau^-$  á PETRA.

Université de Paris-Sud, Centre d'Orsay (1985)

G. HOPP

Energieabhängigkeit von Jet-Strukturen und Bestimmung der starken Kopplungskonstanten  $\alpha_s$  in der  $e^+e^-$ -Annihilation mit dem Detektor CELLO.

Univ. (TH) Karlsruhe (1985)

### Diplomarbeiten

J. AHME

Aufbau und Test eines Blei-Szintillator-Kalorimeters mit Photodiодenauslese für den Einsatz als Kleinwinkelschauerzähler.

Univ. Hamburg (1985)

DESY F14-84/02

H. GREIF

Test eines Blei-Szintillator-Hodoskops mit Photodiодenauslese.

Techn. Univ. München (1985)

TH. HENKES

Bestimmung der Kopplungskonstanten  $\alpha_s$  der Quantenchromodynamik mit Hilfe einer Formanalyse hadronischer Ereignisse.

Univ. Karlsruhe und Inst. f. Kern- u. Teilchenphys. I, KfK (1985)

H. KROHA

Messung der elektroschwachen Interferenz bei schweren Quarks in der  $e^+e^-$ -Vernichtung.

Techn. Univ. München (1985)

J. MARKS

Entwicklung und Untersuchung eines segmentierten Blei-Szintillator-Sandwichzählers mit Photodiодenauslese.

Univ. Hamburg (1985)

DESY F14 85-01

### JADE

---

#### Veröffentlichungen

JADE-KOLLABORATION, W. BARTEL et al.

A Search for Monojet Events Produced by Virtual  $Z^0$  Bosons in  $e^+e^-$  Annihilation at PETRA.

Phys. Lett. B 155 (1985) 288 und DESY 85-022

A Study of Photon Production in Hadronic  $e^+e^-$  Annihilation.

Z. Phys. C 28 (1985) 343 und DESY 85-029

A Measurement of the  $\eta$  Radiative Width  $\Gamma_{\eta \rightarrow \gamma\gamma}$ .

Phys. Lett. B 160 (1985) 421 und DESY 85-033

Comparison of 3-Jet Events with QCD Shower Models.

Phys. Lett. B 157 (1985) 340 und DESY 85-036

A Measurement of the Total Cross Section and a Study of Inclusive Muon Production for the Process

$e^+e^- \rightarrow$  Hadrons in the Energy Range between 39.79 GeV and 46.78 GeV.

Phys. Lett. B 160 (1985) 337 und DESY 85-057

A Search for the Supersymmetric Chargino in  $e^+e^-$  Annihilation at PETRA.

Z. Phys. C 29 (1985) 505 und DESY 85-060

Tau-Lepton Production and Decay at PETRA Energies.

Phys. Lett. B 161 (1985) 188 und DESY 85-065

Inclusive Neutral  $D^*$  Production and Limits on  $F^*$

Production in  $e^+e^-$  Annihilation at PETRA.

Phys. Lett. B 161 (1985) 197 und DESY 85-069

A Measurement of the Mean Semi-Muonic Branching

Ratio of B Hadrons Produced at PETRA.

Phys. Lett. B 163 (1985) 277 und DESY 85-071

Evidence for Iota Production in High Energy  $e^+e^-$  Annihilation.

DESY 85-081

Tests of the Standard Model in Leptonic Reactions at PETRA Energies.

DESY 85-131, zur Veröffentl. in Z. Phys. C

J. ALLISON et al.

The JADE Muon Detector.

Nucl. Instr. Meth. A 238 (1985) 220

Muon Identification in JADE.

Nucl. Instr. Meth. A 238 (1985) 230

S. BETHKE

Experimental Studies on the Heavy Quark Fragmentation Functions.

DESY 85-067

D. CORDS et al.

The Data Acquisition System for the JADE Detector.

DESY 85-074, zur Veröffentl. in Nucl. Instr. Meth.

#### Veröffentlichte Vorträge

W. BARTEL

PETRA Results on Fragmentation.

Proc. of the Int. Europhys. Conf. on High Energy Phys. Bari (1985)

S. BETHKE

QED and QCD Radiative Effects in the Determination of

the Heavy Quark Fragmentation Function.  
Proc. of the XXth Rencontre de Moriond (1985)

E. ELSEN et al.  
Front End Processing for a 100 MHz Flash-ADC-System.  
Zur Veröffentlich. in Transactions on IEEE Nuclear Science  
Symp., San Francisco (1985)

D. HAIDT  
Conference Summary on Neutrino Interactions.  
Zur Veröffentlich. in Proc. of the Weak  
Interaction Workshop, Savonlinna (1985)

S. KOMAMIYA  
Search for New Particles at PEP and PETRA.  
Zur Veröffentlich. in Proc. of the Topical Conf. of the SLAC  
Summer Inst., Stanford (1985)

Search for New Particles in  $e^+e^-$  Annihilation.  
Zur Veröffentlich. in Proc. of the Int. Symp. on Lepton  
Photon Interaction at High Energies, Kyoto (1985)

J. v. KROGH  
Beyond QCD at PETRA.  
Proc. of the XXth Rencontre de Moriond (1985)

B. NAROSKA  
Elektroweak Interference Effects in  $e^+e^-$  Interactions and  
Selected Results on  $\tau$  Decays.  
Zur Veröffentlich. in Proc. of "Physics in Collisions V",  
Autun (1985)

Recent Results on Elektroweak Interference Effects in  
 $e^+e^-$  Interactions.  
Zur Veröffentlich. in Proc. of "Workshop on Tests of Elec-  
troweak Theories", Triest (1985) und DESY 85-090

J.A.J. SKARD  
Gamma-Gamma Physics at DESY - Recent Results.  
Plenarvortrag, zur Veröffentlich. in Proc. of the Kazimierz  
Conf. (1985)

Elektroweak Effects - Recent Results from PETRA.  
Plenarvortrag, zur Veröffentlich. in Proc. of the Kazimierz  
Conf. (1985)

S. YAMADA  
Recent Results from PETRA.  
Proc. of the 1985 INS Int. Symp. on Composite Models  
of Quarks and Leptons, Tokyo (1985)

### Vorträge

L. BECKER  
Electro-Weak Effects at PETRA.  
Topical European Meeting "The Quark Structure of  
Matter", Strasbourg/Karlsruhe (1985)

S. BETHKE  
Quarks, Gluons and Vectorbosons - Recent Results from

Elementary Particle Physics.  
MPI für Radioastronomie, Bonn (1985)

JADE Results on Quark and Gluon Fragmentation.  
XXth Rencontre de Moriond, Les Arcs (1985)

Wie fragmentieren Quarks?  
Kolloquiumsvortrag, Inst. für Hochenergiephys.,  
Heidelberg (1985)

S.L. CARTWRIGHT  
A Measurement of the Forward-Backward Charge Asym-  
metry in  $e^+e^- \rightarrow b\bar{b}$ .  
DPG-Tagung, München (1985)

A. DIEKMANN  
Modellunabhängige Messung der starken Kopplungskon-  
stanten  $\alpha_s$  in  $e^+e^-$  Reaktionen.  
DPG-Tagung, München (1985)

D. HAIDT  
5 Anni di fisica in  $e^+e^-$  con PETRA.  
Seminarvortrag, Phys. Inst. der Univ. Padua (1985)

Leptoquarks at PETRA.  
Topical European Meeting "The Quark Structure of  
Matter", Strasbourg/Karlsruhe (1985)

Tests zur elektroschwachen Theorie.  
Seminarvortrag an der Univ. Wien (1985)

K.-H. HELLENBRAND  
Messung der c- und b-Quark Asymmetrie durch den Nach-  
weis inklusiver Elektronen in multihadronische Endzu-  
stände der  $e^+e^-$ -Vernichtung.  
DPG-Tagung, München (1985)

S. KOMAMIYA  
Search for Supersymmetric Partners of W-Boson and  
Quarks.  
DPG-Tagung, München (1985)

J.-E. OLSSON  
Neue Ergebnisse zur  $\gamma\gamma$ -Physik bei JADE.  
DPG-Tagung, München (1985)

U. SCHNEEKLOTH  
Untersuchung von  $\tau$ -Paarereignissen mit dem JADE-  
Detektor bei PETRA.  
DPG-Tagung, München (1985)

J.A.J. SKARD  
Exclusive Production of Proton-Antiproton Pairs in  
Photon-Photon Collisions.  
Seminarvortrag, Univ. of Maryland (1985)

G. WEBER  
Paar-Produktion und Zerfälle von  $\tau$  - Leptonen bei  
PETRA-Energien.  
Kolloquiumsvortrag, ETH Zürich (1985)

S. YAMADA  
Bounds on New Particles.

DESY-Workshop "Physics at the Fermi Scale",  
Hamburg (1985)

### Dissertationen

G. DIETRICH

Untersuchung der  $\Lambda$ - und  $\Xi$ -Produktion bei Elektron-Positron Annihilationen am Speicherring PETRA.  
Univ. Hamburg (1985)

T.J. GREENSHAW

A Measurement of the c and b Quark Asymmetries in Electron Positron Annihilation.  
Univ. Manchester (1985)

P.V. HILL

A Model Insensitive Determination of the Strong Coupling Constant and a Measurement of the Energy Spread of Quark Jets in Electron Positron Annihilation.  
Univ. Manchester (1985)

K. KAWAGOE

Tests of Quantum Electrodynamics in High Energy  $e^+e^-$  Reactions and Searches for Compositeness of Leptons.  
Univ. Tokio (1985)

T. MASHIMO

Search for Supersymmetric Particles by  $e^+e^-$  Collisions at C.M. Energies up to 46 GeV.  
Univ. Tokyo (1985)

U. SCHNEEKLOTH

Untersuchung der Paarerzeugung und des Zerfalls von  $\tau$ -Leptonen in der  $e^+e^-$ -Vernichtung am Speicherring PETRA.  
Univ. Hamburg (1985)

## MARK J

---

### Veröffentlichungen

B. ADEVA et al.

New Particle Searches.  
Phys. Lett. 152 B (1985) 439

A Measurement of Strong Coupling Constant  $\alpha_s$  to Second Order for  $14 \leq \sqrt{s} \leq 46.78$  GeV.  
Phys. Rev. Lett. 54 (1985) 1750

Measurement of  $e^+e^- \rightarrow \mu^+\mu^-$ : A Test of Electroweak Theories.  
Phys. Rev. Lett. 55 (1985) 665

### Veröffentlichte Vorträge

A. BÖHM

Search for New Particles at PETRA.  
XXth Rencontre de Moriond, La Plagne (1985) und  
Aachen PITHA 85/08

MIN CHEN

A Short History of Measuring the Strong Coupling Constant  $\alpha_s$  to Second Order.  
Proc. of the Multiple Particle Dynamics Conf., Jerusalem (1985) und M.I.T. Technical Report No. 147

Review of  $e^+e^-$ -Physics.

Proc. of the Erice Summer School, Trapani (1985)

C.C. ZHANG

Recent Measurements of Two Photon Muon Pair Process from MARK J at  $\sqrt{s}$  up to 46.78 GeV.  
Workshop on Tests of the Electroweak Theory, Trieste (1985) und DESY 85-073

### Vorträge

J.D. BURGER

New Results from Mark J.  
Triangle Conf., Balaton-Aliga (1985)

D. LINNHÖFER

Hadronische Endzustände bei höchsten PETRA-Energien (40 - 46.8 GeV).  
DPG-Tagung, München (1985)

J. MNICH

Messung der  $\mu\mu$ -Ladungsasymmetrie und Suche nach neuen Teilchen in der  $e^+e^-$ -Vernichtung: Neue Resultate im Bereich  $36 \text{ GeV} < \sqrt{s} \leq 46.78 \text{ GeV}$ .  
DPG-Tagung, München (1985)

### Dissertationen

D.J. BERDUGO

Estudio de la producción de leptones pesados en aniquilación de  $e^+e^-$ .  
Univ. Autonoma de Madrid (1985)

C. MANA

Study of the Process  $e^+e^- \rightarrow \mu^+\mu^- (\gamma)$ : Test of Electroweak Theories.  
Univ. Autonoma de Madrid (1985)

F.-P. POSCHMANN

Hadronische Ereignisse mit Myonen im Mark J-Detektor bei PETRA.  
RWTH Aachen (1985)

**Diplomarbeit**

M. DHINA

A High Resolution Vertex Chamber: The Time Expansion Chamber. Design Considerations and Physics Goals.  
MIT Cambridge (1985)

**PLUTO****Veröffentlichungen**

PLUTO-KOLLABORATION, C. BERGER et al.  
Measurements of Tau-Lepton Production and Decay.  
Z. Phys. C28 (1985) 1 und DESY 85-017

A Study of Energy-Energy Correlations in  $e^+e^-$  Annihilations at  $\sqrt{s} = 34.6$  GeV.  
Z. Phys. C28 (1985) 365 und DESY 85-039

Study of the Reaction  $\gamma\gamma \rightarrow 2\pi^+2\pi^-\pi^0$  and Upper Limits on the Production of  $\gamma\gamma \rightarrow \omega\omega$  and  $\gamma\gamma \rightarrow \rho^0\omega$ .  
Z. Phys. C29 (1985) 183 und DESY 85-080

Jet Production at High Transverse Momenta by Interactions of Two Quasi-real Photons.  
Z. Phys. C29 (1985) 499 und DESY 85-100

Evidence for Exclusive  $\eta_c$  Production in  $\gamma\gamma$ -Interactions.  
Phys. Lett. 167B (1986) 120 und DESY 85-130

**Vorträge**

C. BERGER

What Can be Learned from the Photon Structure Function.

Topical European Meeting "The Quark Structure of Matter", Strasbourg/Karlsruhe (1985)

L. CRIEGEE

Hadron Production and Search for New Particles at DESY.  
Conf. at Kazimierz (1985)

M. FEINDT

Inklusive Produktion von K- und K\*-Mesonen in Zwei-Photon-Reaktionen.

DPG-Tagung, München (1985)

C. GRUPEN

Photon-Photon Interactions with PLUTO at PETRA.  
Kolloquiumsvortrag, Univ. Tokio, Nagoya, Kobe, und Seminarvortrag, KEK Tsukuba (1985)

The Search for New Particles at PETRA.  
Seminarvortrag, Univ. Tokio (1985)

Electron-Positron Physics at PETRA.

Kolloquiumsvortrag, Waseda Univ., Tokio (1985)

H. MÜLLER

$\rho^0\rho^0$ -Paarproduktion in Zwei-Photon-Reaktionen.  
DPG-Tagung, München (1985)

M. POPPE

Some Exclusive  $\gamma\gamma$ -Channels.

Conf. on Hadron Spectroscopy, Maryland (1985)

J.A.J. SKARD

$\gamma\gamma$  Physics at DESY - Recent Results.

Plenarvortrag, Kazimierz (1985)

Electroweak Effects - Recent Results from PETRA.

Plenarvortrag, Kazimierz (1985)

U. TIMM

Selected DESY Experiments on the Electromagnetic, Hadronic and Pointlike Nature of Photons.

Seminarvortrag, Inst. of High Energy Physics, IHEP, Peking (1985)

**Dissertationen**

H. KAPITZA

Untersuchung der Reaktionen  $e^+e^- \rightarrow e^+e^-$  und  $e^+e^- \rightarrow \mu^+\mu^-$  zum Test von Quantenelektrodynamik und elektroschwachen Theorien bei einer Energie von 34.7 GeV.

Univ. Hamburg (1985)

DESY PLUTO 85-05

C. MAXEINER

Produktion schwerer Quarks in der  $e^+e^-$ -Vernichtung und deren schwacher Zerfall in Myonen bei Schwerpunktsenergien von 34.6 GeV und 35.0 GeV.

Univ. Wuppertal (1985)

DESY PLUTO 85-03

H. MAXEINER

Fragmentationseigenschaften hadronischer Ereignisse der  $e^+e^-$ -Vernichtung und Messung von  $\alpha_s$  bei Schwerpunktsenergien von 34.6 GeV und 35.0 GeV.

Univ. Wuppertal (1985)

DESY PLUTO 85-02

S. MAXFIELD

A First Measurement of the Virtual Photon Structure Function.

Univ. Maryland (1985)

DESY PLUTO 85-06

U. MICHELSEN

Messung des totalen hadronischen Wirkungsquerschnittes zweier quasi-reeller Photonen.

Univ. Hamburg (1985)

DESY PLUTO 85-08

J.A. TYLKA

The  $Q^2$  and Transverse Momentum Dependence of Jet Production in Photon-Photon Interactions.

Univ. Maryland (1985)

DESY PLUTO 85-04

G. WELCH

Measurement of the Production and Decay of  $\tau$ -Pairs Produced by  $e^+e^-$  Annihilation at Center of Mass Energy of 34.6 GeV.

Univ. Maryland (1985)

DESY PLUTO 85-07

### Diplomarbeit

U. JACOBS

Untersuchungen zur Teilchenidentifikation über  $dE/dx$  mit Myonen der Höhenstrahlung in der zylindrischen PLUTO-Driftkammer.

Univ. Hamburg (1985)

### Interner Bericht

K. DERIKUM, H. MÜLLER

Construction and Test of a Cylindrical Driftchamber for PLUTO.

DESY PLUTO 85-01

## TASSO

---

### Veröffentlichungen

TASSO-KOLLABORATION, M. ALTHOFF et al.

Search for Spinless Bosons in  $e^+e^-$  Annihilation.

Phys. Lett. 154B (1985) 236 und DESY 85-001

A Study of 3-Jet Events in  $e^+e^-$  Annihilation into Hadrons at 34.6 GeV C.M. Energy.

Z. Phys. C29 (1985) 29 und DESY 85-063

Particle Correlation Observed in  $e^+e^-$  Annihilations into Hadrons at C.M. Energies between 29 and 37 GeV.

Z. Phys. C29 (1985) 347 und DESY 85-077

Search for Two-Photon Production of Resonances Decaying into  $K\bar{K}$  and  $K\bar{K}\pi$ .

Z. Phys. C29 (1985) 189 und DESY 85-093

Bose-Einstein Correlations Observed in  $e^+e^-$  Annihilation at a Centre of Mass Energy of 34 GeV.

DESY 85-126

D. NOTZ

The 370/E Emulator at DESY.

Nucl. Inst. Meth. A235 (1985) 380

A Data Processing System Based on the 370/E Emulator. DESY 85-046

D.H. SAXON

Threedimensional Track and Vertex Fitting in Chambers with Stereo Wires.

Nucl. Inst. Meth. A234 (1985) 258

G.E. FORDEN, D.H. SAXON

Improving Vertex Position Determination by Using a Kinematic Fit.

RAL-85-037

M.G. BOWLER

Bose Einstein Symmetrisation, Coherence and Chaos, with Particular Application to  $e^+e^-$  Annihilation.

OUNP 40/85

M.G. BOWLER, P.N. BURROWS

On the Origin of Approximate KNO Scaling in  $e^+e^-$  Annihilation.

OUNP 13/86

R.J. CASHMORE, C.M. HAWKES, B.W. LYNN, R.G. STUART

The Forward-Backward Asymmetry in  $e^+e^- \rightarrow \mu^+\mu^-$ . Comparisons between the Theoretical Calculations at the One Loop Level in the Standard Model and with the Experimental Measurements.

OUNP 45/85

### Veröffentlichte Vorträge

G. BARANKO

Heavy Quark and Lepton Lifetimes at PETRA and PEP. Proc. of the Int. Europhys. Conf. on High Energy Phys., Bari (1985)

Review of the Average Bottom Hadron Lifetime Measurements at PETRA and PEP.

Proc. of the Annual Meeting of the American Phys. Soc., Division of Particles and Fields, Eugene, Oregon (1985)

The String Effect in  $e^+e^- \rightarrow 3$  Jets.

Proc. of the Annual Meeting of the American Phys. Soc., Division of Particles and Fields, Eugene, Oregon (1985)

F. BARREIRO

A Study of Energy-Energy Correlations with TASSO and PLUTO.

XVIth Symp. on Multiparticle Dynamics, Kiryat Anavim (1985) und

DESY 85-086 und FTUAM-85-3

A Study of Energy-Energy Correlations with TASSO.

XXth Rencontre de Moriond, Les Arcs (1985)



- Y. EISENBERG  
Heavy Flavors in  $e^+e^-$  Interactions.  
Erice (1985)  
DESY 85-116 und WIS-85/40/OCT-PH
- G.E. FORDEN  
Lifetime Measurements of Hadrons Containing Heavy Quarks at PETRA and PEP.  
13th SLAC Summer Inst. on Particle Physics (1985)  
RAL-85-076
- H. KOLANOSKI  
Two-Photon Processes.  
Proc. of the Int. Symp. on Lepton and Photon Interactions at High Energies, Kyoto (1985)
- P. MÄTTIG  
General Features of Jets in  $e^+e^-$  Annihilation.  
First Int. Workshop on Local Equilibrium in Strong Interactions Phys., Bad Honnef (1984) und DESY 85-055
- E. ROS  
Search for Scalar Electrons and Photinos in Electron Positron Annihilations.  
XIIIth Int. Winter Meeting on Fundamental Phys., Cuenca (1985)  
DESY 85-087 und FTUAM-85-2
- D.H. SAXON  
Jet Fragmentation.  
Europ. Phys. Society Meeting, Bari (1985)  
RAL-85-077
- Electroweak Interference in  $e^+e^-$  Annihilation.  
XVth Cracov Summer School, Zakopane (1985)  
Proc. of Physics in Collision 4 (1985)
- D. STROM  
Recent Results from DESY - Weak Decays.  
Proc. of the VIIIth Warsaw Symp. on Elementary Particle Phys., Kazimierz (1985)
- H. VENKATARAMANIA  
B Lifetime Measurements from PETRA.  
Proc. of the XXth Rencontre de Moriond on Electroweak Interactions (1985) und DESY 85-115
- Determination of the Bottom Hadron Lifetime - Results from PETRA.  
XXth Rencontre de Moriond, New Trends in Electroweak Interactions, Les Arcs (1985)  
DESY 85-115
- SAU LAN WU  
Search for Supersymmetric Particles at PEP and PETRA.  
Proc. of the Annual Meeting of the American Phys. Soc., Division of Particles and Fields, Eugene, Oregon (1985) und DESY 86-007
- Vorträge**
- S. BRANDT  
Jet Analysis in Electron-Positron Annihilation Experiments.  
Workshop on Advanced Methods in the Evaluation of Nuclear Scattering Data, Berlin (1985)
- I. EISENMANN  
Suche nach Zwei-Photon-Resonanzen in den Endzuständen  $K_s^0 K_s^0$ ,  $K^+ K^- \pi^+ \pi^-$  und  $K_s^0 K^\pm \pi^\mp$ .  
DPG-Tagung, München (1985)
- R. GERHARDS  
Untersuchungen der Resonanzen  $\eta'$  und  $A_2$  in Zwei-Photon-Reaktionen.  
DPG-Tagung, München (1985)
- J. IZEN  
Recent Results on Heavy Quarks from DESY.  
"New Particles '85" High Energy Phys. Conf., Univ. of Wisconsin, Madison (1985) und Seminarvortrag, Univ. of Washington, Seattle (1985)
- Recent Results from DESY.  
Seminarvortrag, SLAC Stanford (1985)
- H. KOLANOSKI  
Recent Results on Two-Photon Physics from DESY.  
Seminarvortrag, Weizmann Institut, Rehovoth (1985)
- Zwei-Photon-Physik an  $e^+e^-$  Speicherringen.  
Kolloquiumsvortrag, Univ. GHS Wuppertal (1985)
- Recent Results from DESY.  
Seminarvortrag, Inst. of Nuclear Phys., Novosibirsk (1985)
- Results on Two-Photon Physics from DESY.  
Seminarvortrag, Inst. of Nuclear Phys., Novosibirsk (1985)
- Selected Topics in Two-Photon Physics.  
Seminarvortrag, Inst. of Mathematics, Novosibirsk (1985)
- H.L. KRAEMANN  
Pion-, Kaon- und Protonanteile in multihadronischer  $e^+e^-$ -Annihilation bei Schwerpunktsenergien von 34 bis 46 GeV.  
DPG-Tagung, München (1985)
- L.A. LABARG ECHEVERRIA  
Study of Inclusive  $K_s^0$  Production in  $e^+e^-$  Annihilations at  $W = 44$  GeV with the TASSO Detector.

XIIIth Int. Winter Meeting on Fundamental Phys.,  
Cuence (1985)

**B. LÖHR**

Recent Results from PETRA.

Gorden Conf. on Elementary Particle Phys. Andover,  
New Hampshire (1985)

**E. LOHRMANN**

Untersuchung der schwachen Wechselwirkung von Quarks  
und Leptonen mit dem PETRA-Speicherring.  
Kolloquiumsvortrag, Univ. Zürich (1985) und  
RWTH Aachen (1985)

**V. MERTENS**

Das neue TASSO Online-System.

Seminarvortrag, Univ. Bonn (1985)

Hardware und Software für das 68 CAMICRO-System zur  
CAMAC-Datenerfassung.

Seminarvortrag, Hahn-Meitner Institut Berlin (1985)

**A. SHAPIRA**

Multihadron Production at PETRA and PEP.

Minerva Conf., Genosar (1985)

**E. WICKLUND**

Inclusive Electron Production from Heavy Quark  
and Inclusive  $\pi^0$  Production from TASSO.

Seminarvortrag, Berkeley (1985), Harvard Univ.

Cambridge (1985), CALTECH Pasadena (1985), Univ. of  
Chicago (1985) und Cornell Univ. Ithaca (1985)

**SAU LAN WU**

Review of Recent Results from DESY.

American Phys. Soc., Washington (1985)

### **Habilitation**

**F. BARREIRO**

Jets in  $e^+e^-$  Annihilation and QCD.

Univ. Siegen (1985)

DESY 85-088 und SI-85-11

### **Dissertationen**

**M. ALTHOFF**

Winkelverteilungen und Asymmetrie in 3-Jet Ereignissen.

RWTH Aachen (1985)

PITHA 85/19

**K.W. BELL**

Baryon Production in  $e^+e^-$  Annihilations at PETRA.

Oxford Univ. (1985)

**P.E. CLARKE**

Study of  $\tau$  Leptons in  $e^+e^-$  Annihilations at High Energies.

Oxford Univ. (1985)

**E. DUCHOVNI**

Hard Processes in Photon-Photon Interactions.

Weizmann Graduate School (1985)

**C.M. HAWKES**

A Study of the Reaction  $e^+e^- \rightarrow \mu^+\mu^-(\gamma)$  at Centre of  
Mass Energies up to 46.78 GeV.

Oxford Univ. (1985)

**F.J. KIRSCHFINK**

Bestimmung der Photonstrukturfunktion  $F_2^{\gamma}$  im  $Q^2$ -  
Bereich von 7 - 70  $\text{GeV}^2/c^2$ .

RWTH Aachen (1985)

PITHA 84/40

**H.L. KRASEMANN**

Teilchenverhältnisse und Protonkorrelationen in Positron-

Elektron Annihilationsereignissen.

Univ. Hamburg (1985)

**J. MACCARDLE**

Measurement of the  $\tau$  Lifetime in  $e^+e^-$  Annihilation at  
High Energies.

Imperial Coll., London (1985)

**H. VENKATARAMANIA**

Determination of the Bottom Hadron Lifetime.

Yale Univ. (1985)

**W.A.T. WAN ABDULLAH**

Strange and Multistrange Baryon Production in  $e^+e^-$   
Annihilations.

Imperial Coll., London (1985)

### **Diplomarbeiten**

**R. GLAESER**

Untersuchung der Erzeugung von  $D^*$ -Mesonen in Zwei-  
Photon Prozessen.

Univ. Hamburg (1985)

**N. WAINER**

A Search for Mesonic Resonances with Charmed and

Strange Quarks in Three Jet Events in  $e^+e^-$  Annihilations.

Weizmann Graduate School (1985)

---

### **ARGUS**

### **Veröffentlichungen**

ARGUS-KOLLABORATION, H. ALBRECHT et al.

Production and Decay of the F Meson in  $e^+e^-$  Annihilation  
at 10 GeV Centre-of-Mass Energy.

Phys. Lett. B153 (1985) 343

Search for Narrow States Coupling to Tau Pairs in Radiative  $\Upsilon$  Decays.  
Phys. Lett. B154 (1985) 452 und DESY 85-014

Search for Fractionally Charged Particles Produced in  $e^+e^-$  Annihilation.  
Phys. Lett. B156 (1985) 134 und DESY 85-037

A Determination of the Muon Pair Branching Ratio  $\Upsilon'$  Meson.  
Z. Phys. C28 (1985) 45 und DESY 85-021

Observation of Antideuteron Production in Electron Positron Annihilation at 10 GeV Center of Mass Energy.  
Phys. Lett. B157 (1985) 326 und DESY 85-034

Direct Evidence for W. Exchange in Charmed Meson Decay.  
Phys. Lett. B158 (1985) 525 und DESY 85-048

Radiative Decays of the  $\Upsilon(2S)$  into the Three  $\chi_b$  States.  
Phys. Lett. B160 (1985) 331 und DESY 85-068

Observation of B Meson Decay into  $J/\Psi$ .  
Phys. Lett. B162 (1985) 395 und DESY 85-070

An Upper Limit on the Mass of the Tau Neutrino.  
Phys. Lett. B163 (1985) 404 und DESY 85-054

Upper Limit for the Emission of Monoenergetic Photons in  $\Upsilon(1S)$  and  $\Upsilon(2S)$  Meson Decays.  
Z. Phys. C29 (1985) 167

#### Veröffentlichte Vorträge

H. ALBRECHT et al.  
Observation of a New Charmed Meson.  
Contr. Pap. to the Int. Symp. on Lepton and Photon Interactions at High Energies, Kyoto (1985)

Search for the Gluino in Decays of the  $\chi_b$  Meson.  
Contr. Pap. to the Int. Symp. on Lepton and Photon Interactions at High Energies, Kyoto (1985)

R. AMMAR  
An Upper Limit on the Mass of the Tau Neutrino.  
Proc. of the Conf. of the Division of Particles and Fields of the APS, Oregon (1985)

Direct Evidence for W-Exchange in Charmed Meson Decay.  
Proc. of the Conf. of the Division of Particles and Fields of the APS, Oregon (1985)

R. DAVIS  
Recent Results from ARGUS.  
Proc. of the Conf. of the Division of Particles and Fields of the APS, Oregon (1985)

D.B. MACFARLANE  
A New Limit on the Mass of the Tau Neutrino.  
Proc. of the XXth Rencontre de Moriond, Les Arcs (1985)

Direct Evidence for W Exchange in Charmed Meson Decay.  
Proc. of the Vth Conf. on Phys. in Collision, Autun (1985)

Recent Results from ARGUS.  
Proc. of the XXth Rencontre de Moriond, Les Arcs (1985)

A. NILSSON  
ARGUS Results on Decays of  $\Upsilon$ ,  $\Upsilon'$  and  $\chi_b$ .  
Proc. of the Int. Europhys. Conf., Bari (1985)

R.S. ORR  
Charm Production and Fragmentation in  $e^+e^-$  Annihilation at 10 GeV Centre of Mass Energy.  
Proc. of the Int. Europhys. Conf., Bari (1985)

J.D. PRENTICE  
Recent Results from ARGUS.  
Proc. of the APS Conf., Oregon (1985)

H. SCHRÖDER  
Hadron Spectroscopy with ARGUS.  
Proc. of the Int. Conf. on Hadron Spectroscopy, Maryland (1985)

K.R. SCHUBERT  
ARGUS Results on Charmed Production.  
Proc. of the Vth Moriond Workshop on Heavy Quarks, Flavour Mixing and CP Violation, La Plagne (1985)

H.D. SCHULZ  
An Upper Limit on the Mass of the Tau Neutrino.  
Proc. of the Int. Europhys. Conf., Bari (1985)

Some New Results from ARGUS.  
Proc. of the Int. Europhys. Conf., Bari (1985)

R. WALDI  
ARGUS Results on Hadronic and Radiative Transitions in the Bottomonium System.  
Topical European Meeting "The Quark Structure of Matter", Strasbourg/Karlsruhe (1985)

Results from ARGUS.  
Proc. of the XVIth Symp. on Multiparticle Dynamics, Kiryat-Anavim (1985)

S. WESELER  
ARGUS Results on Weak Decays of Heavy Mesons.  
Topical European Meeting "The Quark Structure of Matter", Strasbourg/Karlsruhe (1985)

#### Vorträge

H. ALBRECHT  
Measurement of the Fragmentation of Charmed Mesons

with the ARGUS Detector.

Topical European Meeting "The Quark Structure of Matter", Strasbourg/Karlsruhe (1985)

U. BINDER

Charm Production in  $e^+e^-$  Reactions around 10 GeV  
Centre-of-Mass Energy.  
DPG-Tagung, München (1985)

A. DRESCHER

Suche nach resonanten Endzuständen im Zerfall  $\Upsilon \rightarrow \gamma X$   
und  $\Upsilon' \rightarrow \gamma X''$ .  
DPG-Tagung, München (1985)

K.W. EDWARDS

Special Topics in High Energy Physics.  
Carleton Univ., Carleton (1985)

M. GODDARD

$e^+e^-$  Physics at ARGUS.  
Ottawa-Carleton Phys. Symp., Ottawa (1985)

G. HARDER

Search for the Production of Massive Objects in the  
 $\Upsilon$  Region.  
DPG-Tagung, München (1985)

N. KWAK

Charm and Beauty with ARGUS.  
Inst. for High Energy Phys., Vienna (1985)

New Discoveries from ARGUS.

Univ. of Missouri, Missouri (1985)

L. JÖNSSON

Recent ARGUS Results.  
Seminar on Few and Many Quark Systems,  
San Miniato (1985)

R.S. ORR

New Results from ARGUS.  
Seminarvortrag, Univ. of Chicago (1985) und  
Univ. of Illinois (1985)

Weak Decays of Charm, and a New Upper Limit on the  
Tau Neutrino Mass at ARGUS.

IPP Symp., Vancouver (1985)

P. PATEL

Recent Results on  $e^+e^-$  Annihilation at 10 GeV from  
ARGUS, DESY.  
Tata Institute of Fundamental Research, Bombay (1985)

J.D. PRENTICE

Charm and Beauty at DESY.  
Kolloquiumsvortrag, Queens Univ., Ontario (1985)

Recent Results from ARGUS.

Seminarvortrag, Princeton Univ., (1985)  
SLAC Summer Inst., Stanford (1985)

W. SCHMIDT-PARZEFALL

Charm und Beauty mit ARGUS.  
Univ. Erlangen (1985)

Physik mit schweren Quarks.

Kernforschungszentrum Karlsruhe (1985)

Results from ARGUS.

CERN Particle Seminar, (1985)

H. SCHRÖDER

ARGUS Looking for Charm and Beauty.  
Univ. of South Carolina, Columbia (1985)

Charm and Beauty with ARGUS.

LAL, Orsay (1985)

$e^+e^-$  Annihilation at 10 GeV.

Univ. of Iowa, Iowa City (1985) und Univ. of Kansas,  
Lawrence (1985)

Erste Beobachtung von Flavor-Annihilation im Zerfall  
schwerer Quarks.

IHEP Heidelberg (1985)

Hadron Spectroscopy with ARGUS.

Int. Conf. on Hadron Spectroscopy, Maryland (1985)

Latest Results from ARGUS.

Cornell Univ., Ithaca (1985)

Particle Searches with ARGUS.

NIKHEF, Amsterdam (1985)

K.R. SCHUBERT

Conference Summary (Experiments).

Int. Conf. on Hadron Spectroscopy, Maryland (1985)

Das Physik-Programm an einer B-Mesonen-Fabrik.

Seminarvortrag, Univ. Zürich (1985) und  
Univ. Bern (1985)

Experimental Review on the Weak Interactions of Heavy  
Fermions.

Triangle Seminar on High Energy Collisions,  
Balatonaliga (1985)

Recent ARGUS Results on Charm and Beauty.

LBL, Berkeley (1985)

Schwache Wechselwirkung der schweren Fermionen

$\tau$ , c und b.

Kolloquiumsvortrag, Univ. Dortmund (1985)

J. SPENGLER

Physik im Bereich der  $\Upsilon$ -Resonanzen.

Plenarvortrag, DPG-Tagung, München (1985)

D. WEGENER

Neue Resultate von ARGUS im Bereich der  
 $\Upsilon$ -Resonanzen.

Univ. Bonn (1985)

T.-S. YOON

Introduction to Physics of  $e^+e^-$  Annihilation.  
Chonnam Nat. Univ., Korea (1985)

Recent Results from ARGUS at DORIS.

Carnegie-Mellon Univ., Pittsburg (1985) und Cornell  
Univ., Ithaca (1985)

Quarkonium Spectroscopy at Upsilon Energies.

McGill Univ., Montreal (1985)

J.C. YUN

Recent Results from ARGUS.  
Carleton Univ. Carleton (1985)

#### Dissertationen

B. GRAEWE

Untersuchungen rein leptonischer Endzustände in  
Elektron-Positron-Wechselwirkungen bei  $\sqrt{s} = 10$  GeV.  
Univ. Dortmund (1985)

Y. OKU

A Study of Particles Produced in  $e^+e^-$  Annihilation at a  
Centre-of-Mass Energy of around 10 GeV Using Ionisation  
Loss Measurements.  
Univ. Lund (1985)

#### Diplomarbeiten

N.N. BROWN

Gamma-Gamma Physics with the ARGUS Detector.  
McGill Univ. (1985)

J.P. DONKER

Untersuchungen an szintillierenden Lichtfasern und Halb-  
leiterphotodioden für das Ausbauprogramm des ARGUS-  
Detektors.  
Univ. Dortmund (1985)

J.C. GABRIEL

Multiplizitäten und Topologien hadronischer Zerfälle der  
 $\Upsilon$ -Resonanzen und der  $e^+e^-$ -Vernichtung mit Hilfe des  
ARGUS-Detektors.  
Univ. Heidelberg (1985)  
IHEP-HD/85-3

K.W. MCLEAN

Two Photon Physics with the ARGUS Detector.  
McGill Univ. (1985)

M. ROESLER

Untersuchung von Alterungsprozessen in Gasetektoren  
bei Verwendung von Ar/CO<sub>2</sub> und Propan.  
Univ. Dortmund (1985)

B. SPAAN

Zum Lichttransport im ARGUS-Schauerzähler.  
Univ. Dortmund (1985)

R. SCHNEIDER

Untersuchung der inklusiven Produktion geladener Hadro-  
nen in der Elektron-Positron-Vernichtung bei  $\Upsilon$ -Energien.  
Univ. Heidelberg (1985)  
IHEP-HD/85-2

#### Interner Bericht

H. GENNOW

SIMARG, A Program to Simulate the ARGUS Detector.  
DESY F15 85-02

#### Crystal Ball

#### Veröffentlichungen

CRYSTAL BALL-KOLLABORATION,  
R. NERNST et al.

Observation of Three P States in the Radiative Decay  
of  $\Upsilon(2S)$ .  
Phys. Rev. Lett. 54 (1985) 2195

CRYSTAL BALL-KOLLABORATION,  
D. GELPHMAN et al.

Measurement of the Decay  $\Upsilon(2S) \rightarrow \pi\pi\Upsilon(1S)$ .  
Phys. Rev. D32 (1985) 2893

CRYSTAL BALL-KOLLABORATION,  
D. ANTREASYAN et al.

Formation of  $\delta(980)$  and  $A_2(1320)$  in Photon-Photon  
Collisions.  
DESY 85-97 und SLAC-PUB-3761,  
zur Veröffentl. in Phys. Rev. D

CRYSTAL BALL-KOLLABORATION, W. WALK et al.  
The  $\chi_b$  States in Exclusive Radiative Decay of the  $\Upsilon(2S)$ .  
DESY 85-19 und SLAC-PUB-3820,  
zur Veröffentl. in Phys. Rev. D

#### Veröffentlichte Vorträge

E.D. BLOOM

The Search for New Effects in  $e^+e^-$  Interactions.  
Proc. of Vth Topical Workshop on Proton Antiproton  
Collider Phys., St. Vincent (1985) und SLAC-PUB-3686

S. COOPER

Hadron Spectroscopy.

Proc. of Int. Europhys. Conf. on High Energy Phys.,  
Bari (1985) und SLAC-PUB-3819

F.H. HEIMLICH

Results from the Crystal Ball.

Topical European Meeting "The Quark Structure of  
Matter", Strasbourg/Karlsruhe (1985)

J. IRION

Spectroscopy of the  $\Upsilon(2S)$  with the Crystal Ball.

Proc. of AIP Int. Conf. on Hadron Spectroscopy, Univ.  
of Maryland (1985) und SLAC-PUB-3643

W. KOCH

Crystal Ball Results on Bottomonium Spectroscopy.

Proc. of Topical Seminar on Few and Many Quark  
Systems, San Miniato (1985)

K. KÖNIGSMANN

$\Upsilon$  Spectroscopy.

Proc. of Vth Int. Conf. on Phys. in Collision,  
Autun (1985) und DESY 85-089

S.T. LOWE

Status of the  $\zeta(8.3)$ .

Proc. of XXth Rencontre de Moriond, "Q.C.D.  
and Beyond", Les Arcs (1985) und SLAC-PUB-3683

T. SKWARNICKI

Spin Analysis of the  $\chi_b$  States.

Proc. of XXth Rencontre de Moriond, "Q.C.D. and  
Beyond", Les Arcs (1985) und DESY 85-042

K. WACKER

Meson Formation by Photon-Photon Collisions Observed  
in the Crystal Ball Detector at DORIS II.

Proc. of Int. Europhys. Conf. on High Energy Phys.,  
Bari (1985)

W. WALK

The  $\chi_b$  States.

Proc. of Int. Europhys. Conf. on High Energy Phys.,  
Bari (1985)

### Vorträge

J.K. BIENLEIN

Results from the Crystal Ball Detector on  $\Upsilon$  Decays.  
KEK und Univ. Tokio (1985)

Research Program at DESY.

Univ. Nijmegen (1985)

Der Stand der Teilchenphysik nach der Kyoto Konferenz.

Herbstschule Maria Laach (1985)

A. BIZZETI

Studio dei Decadimenti Radiativi della  $\Upsilon(1S)$ .

LXXI S.I.F. Nat. Congress, Trieste (1985)

S. COOPER

Hadron Spectroscopy: From the  $\Upsilon$  to the  $\pi^0$ .

Lawrence Berkeley Lab., Berkeley und SLAC, Stanford  
und CERN, Genf (1985)

Hadronspektroskopie: Vom  $\Upsilon$  zum  $\pi^0$ .

Univ. Bonn (1985)

A. FRIDMAN

The  $\Upsilon$  Family in  $e^+e^-$  Interactions.

Los Alamos (1985)

F.H. HEIMLICH

Untersuchung des  $\Upsilon$ -Systems mit Hilfe nichtmagnetischer  
Detektoren.

Univ. Hamburg (1985)

W. KOCH

Recent Results from DESY.

Inst. of Nuclear Phys., Krakau (1985)

K. KÖNIGSMANN

Lineare Collider - Eine neue Generation von Teilchen-  
beschleunigern?

Univ. Würzburg (1985)

Schwer-Quark-Spektroskopie mit dem Crystal Ball.

Univ. Bonn (1985)

T. SKWARNICKI

Radiative Transitions between  $\Upsilon'$  and  $\Upsilon$ .

Univ. Siegen (1985)

U. STROHBUSCH

Schwere Quarkonia, "Wasserstoffatome" unter dem  
Regime der starken Wechselwirkung.

Kolloquiumsvortrag, Univ. Münster (1985)

U. VOLLAND

Bottomonium Spektroskopie an  $e^+e^-$  Speicherringen.

Kolloquiumsvortrag, Univ. Erlangen-Nürnberg (1985)

K. WACKER

Photon-Photon-Physik mit dem Crystal Ball bei  
DORIS II.

DPG-Tagung, München (1985)

W. WALK

Recent Results from the Crystal Ball Experiment.

NIKHEF, Amsterdam (1985)

### Habilitation

F.H. HEIMLICH

Untersuchung des  $\Upsilon$ -Systems mit Hilfe nichtmagnetischer  
Detektoren.

Univ. Hamburg (1985)

**Dissertationen**

D. GELPHMAN

Measurement of the Decay  $\Upsilon(2S) \rightarrow \pi^0 \pi^0 \Upsilon(1S)$ .  
Stanford Univ. (1985)  
SLAC-Report-286 (1985)

R. NERNST

Inclusive Photon Spectrum of  $\Upsilon(2S)$  Decays.  
Univ. Hamburg (1985)  
DESY F31 85-01

D.J. PRINDLE

Measurement of the Resonance Parameters of the  
 $\Upsilon$  and  $\Upsilon'$  Mesons.  
Carnegie-Mellon Univ. (1985)

**Diplomarbeit**

D. SIEVERS

Energieeichung des Crystal Ball mit radioaktiven Quellen.  
Univ. Hamburg (1985)

**EMC****Veröffentlichungen**

EMC-KOLLABORATION, M. ARNEODO et al.  
Multiplicities of Charged Hadrons in 280 GeV/c Muon-  
Proton Scattering.  
Nucl. Phys. B258 (1985) 249 und CERN EP 85-026

Inclusive Production of the Delta(1232) Resonance in  
Muon-Proton Scattering at 280 GeV/c.  
CERN EP 85-161

Hadron Multiplicity Variation with  $Q^2$  and Scale Breaking  
of the Hadron Distributions in Deep Inelastic Muon-  
Proton Scattering.  
Phys. Lett. 165B (1985) 222 und CERN-EP 85-143

EMC-KOLLABORATION, J.J. AUBERT et al.  
A Search for Higher Twist Effects in the Hadronic Distri-  
butions in Deep Inelastic Muon-Proton Scattering.  
CERN EP 85-072

$D^0$  Production in Deep Inelastic Muon Scattering on  
Hydrogen and Deuterium.  
CERN EP 85-088

A Search for the Decay  $D^0 \rightarrow \mu^+ \mu^-$ .  
Phys. Lett. 155B (1985) 461 und CERN EP 85-024

A Detailed Studie of the Proton Structure Functions in  
Deep Inelastic Muon-Proton Scattering.  
Nucl. Phys. B259 (1985) 189 und CERN EP 85-034

A Determination of the Fragmentation Functions of  
u-Quarks into Charged Pions.  
Phys. Lett. 160B (1985) 417 und CERN EP 85-067

Exclusive Production in Deep Inelastic Muon-Proton  
Scattering.  
Phys. Lett. 161B (1985) 203 und CERN EP 85-109

**HASYLAB****Veröffentlichungen**

M.J. BEDZYK, G. MATERLIK  
Determination of the Position and Vibrational Amplitude  
of an Adsorbate by Means of Multiple-Order X-Ray Stand-  
ing Wave Measurements.  
Phys. Rev. B31 (1985) und DESY SR 85-01

Electron-Energy-Loss X-Ray Absorption Spectroscopy:  
A Nondestructive Structural-Depth Microprobe.  
Phys. Rev. B32 (1985) und DESY SR 85-05

X-Ray Standing Wave Analysis for Bromine Chemisorbed  
on Germanium.  
Surf. Scie. 152/153 (1985)

The Two-Beam Dynamical Diffraction Solution of the  
Phase Problem: A Determination with X-Ray Standing-  
Wave-Fields.  
Phys. Rev. B32 (1985) und DESY SR 85-07

T. MÖLLER, J. STAPELFELD, M. BELAND,  
G. ZIMMERER  
Oscillatory Structures in Bound-Free Fluorescence  
Spectra of  $Xe_2$ ,  $Kr_2$ , and  $Ar_2$ .  
Chem. Phys. Lett. 117 (1985) und DESY SR 85-02

P. FUNKE, G. MATERLIK  
X-Ray Standing Wave Fluorescence Measurements in  
Ultra-high Vacuum:  
Adsorption of Br on Si(111)-(1x1).  
Solid State Comm. 54 (1985) und DESY SR 85-03

M.M. NIKITIN, G. ZIMMERER  
Use of Undulators for Spectroscopy without  
Monochromators.  
NIMPR A240 (1985) und DESY SR 85-04

G. MATERLIK  
Phase Boundary Studies with X-Ray Interference  
Fields.  
Z. Phys. B61 (1985)

- J. BARTH, F. GERKEN, C. KUNZ  
Experimental Study of the 3p-3d Intershell Interaction in Ca, Sc, Ti, V and Cr Metals.  
Phys. Rev. B31 (1985)
- W. JITSCHIN, G. MATERLIK, U. WERNER, P. FUNKE  
Coster-Kronig and Fluorescence Yields of Au L Subshells Derived from Photoionisation Measurements.  
J. Phys. B18 (1985)
- H. KÜHLE, J. BAHRDT, R. FRÖHLING,  
N. SCHWENTNER, H. WILCKE  
Vibrational Relaxation and Electronic Energy Transfer of N<sub>2</sub> Aggregates in Solid Xe Matrices.  
Phys. Rev. B31 (1985)
- P. MARTIN, J. KLEIN, U. HAHN  
Photoionisation de Monocristaux Organiques dans L'Ultraviolet Lointain.  
In Photophysics and Photochemistry above 6 eV, F. Lahmani ed., Elsevier Science Publishers B.V. Amsterdam (1985)
- R. REININGER, V. SAILE, G.L. FINDLEY,  
P. LAPORTE, I.T. STEINBERGER  
Photoconduction in Fluid Rare Gases Doped with Molecular Impurities.  
In Photophysics and Photochemistry above 6 eV, F. Lahmani ed., Elsevier Science Publishers B.V., Amsterdam (1985)
- R. REININGER, V. SAILE, P. LAPORTE  
Photoionisation Yield Spectra Below the Atomic Ionization Limit in Xenon.  
Phys. Rev. Lett. 54 (1985)
- V. SAILE, R. REININGER, A.M. KÖHLER,  
G.L. FINDLEY  
Electric Field Dependence of the Total Excimer Luminescence of Xenon Excited Below the Atomic Ionization Limit.  
NIMPR A238 (1985)
- R.I.G. UHRBERG, G.V. HANSSON, U.O. KARLSSON,  
J.M. NICHOLLS, P.E.S. PERSSON, S.A. FLODSTRÖM, R. ENGELHARDT, E.E. KOCH  
Bulk and Surface Electronic Structures of Si(111)2x1 and Si(111)7x7 Studies by Angle-Resolved Photoelectron Spectroscopy.  
Phys. Rev. B31 (1985)
- G. ZIMMERER  
Kinetics of Excited States Produced by Synchrotron Radiation.  
In Photophysics and Photochemistry above 6 eV, F. Lahmani ed., Elsevier Science Publishers B.V., Amsterdam (1985)
- R. NYHOLM, A.S. FLODSTRÖM, L.I. JOHANSSON,  
S.E. HÖRNSTRÖM, J. SCHMIDT-MAY  
Surface Core Level Shift of the Be 1s Level Observed from a Be(0001) Single Crystal Surface.  
Surf. Sci. 149 (1985)
- J. SCHMIDT-MAY, F. SENF, J. VOSS, C. KUNZ,  
A.S. FLODSTRÖM, R. NYHOLM, R. STOCKBAUER  
Resonant Photoemission and PSD of Rare Earth Oxides. In Desorption Induced by Electronic Transitions DIET II., W. Brenig und D. Menzel (eds.) Springer Series in Surface Sciences 4, Springer, Berlin (1985)
- Resonant Electron and Ion Emission and Desorption Mechanism in Rare Earth Oxides.  
Surf. Sci. 163 (1985)
- TH. MÖLLER, M. BELAND, G. ZIMMERER  
Observation of Fluorescence of the HeH-Molecule.  
Phys. Rev. Lett. 55 (1985) und DESY SR 85-06
- P. LAPORTE, J.L. SUBTIL, R. REININGER,  
V. SAILE, I.T. STEINBERGER  
Wannier Excitons in Liquid and Solid Krypton.  
Chem. Phys. Lett. 122 (1985)
- B.S. CLAUSEN, B. LENGELER, B.S. RASMUSSEN  
X-Ray Absorption Spectroscopy Study of Cu-Based Methanol Catalysts. 1. Calcined State.  
J. Phys. Chem. 89 (1985)
- G. MATERLIK, J. ZEGENHAGEN, W. UELHOFF  
X-Ray Standing Wave Fluorescence Analysis of Electrodeposited Tl on Clean and Oxygen Reconstructed Cu(111).  
Phys. Rev. B, Rapid Comm. 32 (1985) und DESY-SR 85-08
- H.B. STUHRMANN  
Resonance Scattering in Macromolecular Structure Research.  
Adv. Polym. Sc. 67, Springer Verlag (1985)
- B. LENGELER  
EXAFS Study of the Structure of Boron in Palladium.  
Sol. Stat. Comm. 55 (1985)
- B. SONNTAG  
Core Excitations of Open Shell Atoms.  
Report Argonne Nat. Lab. (1985)
- Synchrotron Radiation as a Source for Chemical Applications.  
Zur Veröffentlichung in Fresenius Zeitschr. f. Analyt. Chemie
- C. RIEKEL  
In-Situ Diffraction on Doping Reactions.  
Sol. Stat. Sc. 63 (1985)
- H. CERVA, W. GRAEFF  
Contrast Investigations of Surface Acoustic Waves by Stroboscopic Topography. III. Contrast in Transmission Case.  
DESY SR 85-12, zur Veröffentlichung in Phys. Stat. Sol.



- TH. PRESCHER, M. RICHTER, E. SCHMIDT,  
B. SONNTAG, H.E. WETZEL  
Decay of the Giant 4d Photoabsorption Resonance  
in Atomic Cs and Sm.  
DESY SR 85-13, zur Veröffentl. in J. Phys. B.
- S.E. HÖRNSTRÖM, L. JOHANSSON, A.S. FLOD-  
STRÖM, R. NYHOLM, J. SCHMIDT-MAY  
Surface and Bulk Core Level Binding Energy Shifts in Pt-  
Au Alloys.  
Surf. Sci. 160 (1985)
- H. CZERWINSKI, F. SMEND, D. SCHAUPP,  
M. SCHUMACHER, A.H. MILLHOUSE,  
H. SCHENK-STRAUSS  
Resonant Raman Scattering of Synchrotron X-Rays by  
Xenon: Test of Angular und Polarization Dependence  
of RRS.  
Z. Phys. A322 (1985)
- J.M. NICHOLLS, G.V. HANSSON, U.O. KARLS-  
SON, R. ENGELHARDT, A.S. FLODSTRÖM,  
E.E. KOCH  
Bulk Electronic Structure of Germanium Studied  
with Angle Resolved Photoemission.  
Phys. Rev. B (im Druck)
- J. LAUTERJUNG, G. WILL, E. HINZE  
A Fully Automatic Peak-Search Program for the  
Evaluation of Gauss-Shaped Diffraction Patterns.  
NIMPR A239 (1985)
- I. CHORKENDORFF, J. ONSGAARD,  
J. SCHMIDT-MAY, R. NYHOLM  
The Yb-Ni Interface Studied with Photoemission  
Spectroscopy.  
Surf. Sci. 160 (1985)
- R. KNAUF, H. ADRIAN, A. MEINELT, R.L. JOHNSON  
Superconducting Critical Temperature  $T_c$  and  
Electronic Structure of Pseudoternary  $Y(Rh_{1-x}Ru_x)_4B_4$   
Studied by High-resolution Photoelectron Spectroscopy.  
Phys. Rev. B32 (1985)
- R. KNAUF, H. ADRIAN, A. MEINELT, R. MÜLLER,  
G. SAEMANN-ISCHEENKO, R.L. JOHNSON  
Electronic Structure and Magnetic Order of Superconducting  
Pseudoternary  $R(Rh_{1-x}T_x)_4B_4$  with  $R = Ho$  or  $Y$   
and  $T = Ru$  or  $Ir$ .  
Physica B (im Druck)
- R. FEIDENHANS'L, J. BOHR, M. NIELSEN,  
M. TONEY, R.L. JOHNSON, F. GREY, I.K. ROBINSON  
Solving Surface Structures with X-Ray Diffraction.  
Festkörperprobleme XXV (1985)
- M.J. BEDZYK, M.V. KOVALCHUK, G. MATERLIK,  
S.I. ZHELUDEVA, B.G. SAKHAROV, P. FUNKE  
X-Ray Standing Wave Investigation of the Internal  
Photoeffect across Schottky Barriers.  
Doklady Akademii NAUK 282 (1985)
- J. BARTH, F. GERKEN, C. KUNZ, V. RADOJEVIC,  
M. IDREES, W.R. JOHNSON  
Chemical Effect on the  $^2D_{5/2} : ^2D_{3/2}$  Branching Ratio of  
the 5d Photoionization in Pb.  
Phys. Rev. Lett. 55 (1985)
- G. WORTMANN, W. KRONE, V. BIEBESHEIMER,  
G. KAINDL, S. ROTH  
Local Structure in Halogen-Doped Polyacetylene from X-  
Ray Absorption Spectroscopy.  
In Electronic Properties of Polymers and Related Com-  
pounds, Springer Series of Solid State Sciences 63 (1985)
- K.H. FRANK, B. REIHL, Z. FISK, G. SCHMIESTER  
Bulk and Surface Valence of  $YbBe_{13}$ .  
J. of Less-Common Met. 111 (1985)
- G. KAINDL, G.K. WERTHEIM, G. SCHMIESTER,  
E.V. SAMPATHKUMARAN, G. WORTMANN  
Mixed Valency versus Covalency of 4f Electrons in  $CeF_4$ .  
Zur Veröffentl. in Phys. Rev. Lett.
- A. NØRLUND CHRISTENSEN, M.S. LEHMANN,  
M. NIELSEN  
Solving Crystal Structures from Powder Diffraction Data.  
Aust. J. Phys. 38 (1985)
- J. GHIJSEN, R.L. JOHNSON, J.C. SPIRLET,  
J.J.M. FRANSE  
Photoemission Study of  $UFe_2$  and  $UPt_3$  using Synchrotron  
Radiation.  
J. Electron. Spectrosc. 37 (1985)
- M. TANIGUCHI, L. LEY, R.L. JOHNSON,  
J. GHIJSEN, M. CARDONA  
A Synchrotron Radiation Study of  
 $Cd_{1-x}Mn_xTe$  ( $0 \leq x \leq 0.65$ ).  
Phys. Rev. (im Druck)
- P. SCHOUTERDEN, C. RIEKEL, M. KOCH,  
G. GROENINCKX, H. REYNAERS  
Crystallization and Viscosity Behaviour.  
Dynamics SAXS and WAXS Investigations on Melt Cry-  
stallized Linear Low Density Polyethylene Using Synchro-  
tron Radiation: Crystallization and Melting Behaviour.  
Polym. Bull. 13 (1985)
- H. KÜHLE, J. BAHRDT, N. SCHWENTNER  
Vibrational Relaxation and Electronic Energy Transfer of  
 $N_2$ -Aggregates in Solid Xe Matrices.  
Surf. Sci. 156 (1985)
- J. BAHRDT, H. KÜHLE, N. SCHWENTNER,  
H. WILCKE  
Vibrational Relaxation of  $N_2$ -Aggregates in Solid Rare Gas  
Matrices.  
In Photophysics and Photochemistry above 6 eV,

- F. Lahmani ed., Elsevier Science Publishers B.V., Amsterdam (1985)
- H. KÜHLE, J. BAHRDT, R. FRÖHLING, N. SCHWENTNER  
Vibrational Relaxation and Electronic Energy Transfer of N<sub>2</sub>-Aggregates in Solid Xe Matrices.  
In *Dynamical Processes in Excited States of Solids*, B. Jacquier ed., Les editions de physique (1985)
- Bottlenecks for Radiationless Electronic and Vibrational Relaxation of N<sub>2</sub> in Solid Kr Matrices.  
J. Chem. Phys. (im Druck)
- K.O. MAGNUSSON, S.A. FLODSTRÖM, P. MÅRTENSSON, J.M. NICHOLLS, U.O. KARLSSON, R. ENGELHARDT, E.E. KOCH  
The Electronic Structure of Wurtzite CdS Studied Using Angle-Resolved UV Photoelectron Spectroscopy.  
Sol. Stat. Comm. 55 (1985)
- A. NUNNEMANN, TH. PRESCHER, M. RICHTER, M. SCHMIDT, B. SONNTAG, H.E. WETZEL, P. ZIMMERMANN  
VUV Photoelectron Spectroscopy of Laser-Excited Atomic Ba.  
J. Phys. B18 (1985)
- E. GERDAU, R. RÜFFER, H. WINKLER, W. TOLKSDORF, C.P. KLAGES, J.P. HANNON  
Nuclear Bragg Diffraction of Synchrotron Radiation in Yttrium Iron Garnet.  
Phys. Rev. Lett. 54 (1985)
- J.P. HANNON, N.V. HUNG, G.T. TRAMMELL, E. GERDAU, M. MÜLLER, R. RÜFFER, H. WINKLER  
Grazing-Incidence Antireflection Films. I. Basic Theory.  
Phys. Rev. B32 (1985)
- Grazing-Incidence Antireflection Films. II. Alternate Techniques and General Multilayer Theory.  
Phys. Rev. B32 (1985)
- E. GERDAU  
Monochromatisierung von Synchrotronstrahlung durch ultraschmale Frequenzfilter. Erzeugung eines Strahles hoher Brillanz für Mössbauer Experimente.  
Physikal. Bl. 12 (1985)
- E. MOSLER, W. FOLKHARD, E. KNÖRZER, H. NEMETSCHKEK-GANSLER, TH. NEMETSCHKEK, M.H.J. KOCH  
Localization of Stress-Induced Molecular Rearrangements in Collagen.  
Colloid & Polymer Sci 263 (1985)
- Stress-Induced Molecular Rearrangment in Tendon Collagen.  
J. Mol. Biol. 182 (1985)
- E. KNÖRZER, W. FOLKHARD, W. GEERCKEN, CHR. BOSCHERT, M.H.J. KOCH, B. HILBERT, H. KRAHL, E. MOSLER, H. NEMETSCHKEK-GANSLER, TH. NEMETSCHKEK  
New Aspects for the Aetiology of Tendon Rupture.  
Arch Orthop Trauma Surg (im Druck)
- U. BECKER, T. PRESCHER, E. SCHMIDT, B. SONNTAG, H.E. WETZEL  
Decay Channels of the Discrete and Continuum Xe 4d Resonances.  
Zur Veröffentl. in Phys. Rev.
- M. LÄHDENIEMI, L. RANTA  
XPS Study from Xanthate Adsorption on Synthetic Chalcocite and Natural Chalcopyrite.  
Zur Veröffentl. in Surf. and Interface Analysis
- P. KETELSEN, A. KNÖCHEL, W. PETERSEN, G. TOLKIEHN  
Röntgenfluoreszenzanalyse mit Hilfe der Synchrotronstrahlung.  
In *Instrumentelle Multielementanalyse*. B. Sansoni ed., VCH-Verlag, Weinheim (1985)
- A. KNÖCHEL, W. PETERSEN, G. TOLKIEHN  
X-Ray Fluorescence Analysis with Synchrotron Radiation (SYXFA).  
Anal. Chim. Acta 173 (1985)
- W. PETERSEN, P. KETELSEN, A. KNÖCHEL  
X-Ray Fluorescence Analysis with Synchrotron Radiation.  
Nucl. Instr. & Meth. (im Druck)
- Synchrotron Radiation Excited X-Ray Fluorescence.  
Zur Veröffentl. in Z. Anal. Chem.
- R.F. PETTIFER, C. HERMES  
Absolute Energy Calibration of X-Ray Radiation from Synchrotron Sources.  
J. Appl. Cryst. 18 (1985)
- T. BOLZE, J. PEISL  
EXAFS Investigation on Electron Irradiated Dilute Al(Zn).  
Zur Veröffentl. in Z. Phys. B
- J. STAUN OLSEN, L. GERWARD, U. BENEDICT  
A New High-Pressure Phase of Uranium Nitride Studied by X-Ray Diffraction and Synchrotron Radiation.  
J. Appl. Cryst. 18 (1985)
- L. GERWARD, J. STAUN OLSEN, U. BENEDICT, J.-P. ITIÉ, J.C. SPIRLET  
The Crystal Structure and the Equation of State of Thorium Nitride for Pressures up to 47 GPa.  
J. Appl. Cryst. 18 (1985)
- The Crystal Structure and the Equation of State of Cerium Metal in the Pressure Range 0 - 46 GPa. *Physica B* (im Druck)

- J. STAUN OLSEN, S. STEENSTRUP, L. GERWARD  
High Pressure Phases of Terbium: Possibility of a thep Phase.  
Phys. Lett. 109A (1985)
- S. ÅSBRINK, L. GERWARD, J. STAUN OLSEN  
Investigations of the Phase Transition in  $V_3O_5$  Using Energy-Dispersive X-Ray Diffraction and Synchrotron Radiation White Beam X-Ray Topography.  
Phys. Stat. Sol.(a) 91 (1985), Proc. XIIth Hungarian Diff. Conf. Sopron (1985)
- B.S. CLAUSEN, B. LENGLER, H. TOPSØE  
X-Ray Absorption Spectroscopy Studies of Calcined  $Mo/Al_2O_3$  and  $Co-Mo/Al_2O_3$  HDS Catalysts.  
Polyhedron (im Druck) (1985)
- J. LAUTERJUNG, G. WILL  
The Kinetics of the Olivine-Spinel Transformation in  $Mg_2GeO_4$  under High Pressure and Temperature.  
Physica B (1985) (im Druck)
- G. WILL, W. HOFFBAUER, J. LAUTERJUNG, E. HINZE  
Determination of the Compressibility of Forsterite by Synchrotron Radiation.  
Physica B (1985) (im Druck)
- H. NOTBOHM  
Comparative Studies on the Structure of Soluble and Insoluble Chromatin.  
Int. J. Bio. Macromol. (1985) (im Druck)
- B. LENGELER  
Applications of X-Ray Absorption Spectroscopy in Materials Science: Status and New Trends.  
Zur Veröffentlich. in Z. Phys. B
- A.M. KÖHLER, R. REININGER, V. SAILE, G.L. FINDLEY  
Medium Effects on High-n Molecular Rydberg States:  $CH_3I$  in Argon.  
Phys. Rev. A (im Druck)
- S. BERNSTORFF, V. SAILE  
Experimental Determination of Band Gaps in Rare Gas Solids.  
Zur Veröffentlich. in Sol. Stat. Comm.
- S. BERNSTORFF, V. SAILE, G.L. FINDLEY  
Term Value / Band-Gap Energy Correlation for Solid Rare Gas Excitons.  
Zur Veröffentlich. in Chem. Phys. Lett.
- N. SCHWENTNER, E.E. KOCH, J. JORTNER  
Electronic Excitations in Condensed Rare Gases.  
Publ. in Springer Tracts in Modern Physics Vol. 107 (1985), Springer Verlag
- N. UENO, W. GÄDEKE, E.E. KOCH, R. ENGELHARDT, R. DUDDE, L. LAXHUBER, H. MÖHWALD  
One-Dimensional Energy Band Dispersion in Langmuir-Blodgett Films Determined by Angle-Resolved Photoemission with Synchrotron Radiation.  
J. Molec. Electronics 1 (1985)
- K. SEKI, N. UENO, U.O. KARLSSON, R. ENGELHARDT, E.E. KOCH  
Valence Bands of Oriented Finite Linear Chain Molecular Solids as Model Compounds for Polyethylene Studied by Angle-Resolved Photoemission.  
Zur Veröffentlich. in Chem. Phys.
- M. BEDZYK, M.V. KOVALCHUK, G. MATERLIK  
Determination of the Electron Escape Depth by Means of X-Ray Standing Waves.  
Metallophysika 6 (1984)  
und DESY L-Trans-301 (1985; engl. Übersetzung)
- J. RÖHLER  
L<sub>III</sub>-Absorption on Valence Fluctuating Materials.  
J. Magn. Mag. Mat. 47 & 48 (1985)
- A. SLEBARSKI, D. WOHLLEBEN, P. WEIDNER, J. RÖHLER, A. FREIMUTH  
Incipient Valence Instability of Dilute Pr in Pd.  
J. Magn. Mag. Mat. 47 & 48 (1985)
- B. BITTINS, K. KEULERZ, A. SCHERZBERG, J.P. SANCHEZ, W. BOKSCH, H.F. BRAUN, J. RÖHLER, H. SCHNEIDER, P. WEIDNER, D. WOHLLEBEN  
Mixed Valence on Dilute Eu in  $YCu_2Si_2$ .  
Z. Phys. B61 (1985)
- R. POTT, W. BOKSCH, G. LESON, B. POLITT, H. SCHMIDT, A. FREIMUTH, K. KEULERZ, J. LANGEN, G. NEUMANN, F. OSTER, J. RÖHLER, U. WALTER, P. WEIDNER, D. WOHLLEBEN  
Magnetic Order and Other Phase Transitions in Mixed Valent YbPd.  
Phys. Rev. Lett. 54 (1985)
- P. WEIDNER, A. FREIMUTH, K. KEULERZ, B. POLITT, B. RODEN, J. RÖHLER, W. WOHLLEBEN  
Pr-Instabilities in  $(ZrPr)B_{12}$ .  
J. Magn. Mag. Mat. 47 & 48 (1985)
- C. RIEKEL, H.W. HÄSSLIN, K. MENKE, S. ROTH  
Dynamics of  $SbF_5$ , IBr and  $I_2$  Sorption by Polyacetylene.  
Molec. Cryst. and Liq. Cryst. 117 (1985)
- G. ELSER, C. RIEKEL, H.G. ZACHMANN  
Synchrotron Radiation in Polymer Science.  
Adv. Polymer Scie. 67 (1985)
- J.H. MAGILL, C. RIEKEL  
A Phase Transition Study in Polyphosphazene Using Synchrotron Radiation.  
Macrom. Chem. Rapid Comm. (im Druck)

- P. BÖSECKE, D. ERCAN, C. RIEKEL  
A Vidicon System for Real Time Diffraction Studies.  
Zur Veröffentlich. in *J. de Phys.*
- E. MANDELKOW, E.-M. MANDELKOW, W. RENNER,  
J. BORDAS  
Time-Resolved X-Ray Scattering Studies of Microtubule  
Assembly Using Synchrotron Radiation.  
In *Spektroskopie und Dynamics of Molecular Biological Systems*, P.M. Bayley & R.E. Dale, eds., Academic Press,  
London (1985)
- E. MANDELKOW, E.-M. MANDELKOW, J. BORDAS  
Time-Resolved X-Ray Scattering: Microtubule  
Assembly as a Model.  
In *Structural Biological Applications of X-Ray Absorption,  
Scattering and Diffraction*, H. Bartunik & B. Chance, eds.,  
Academic Press, New York (1985) (im Druck)
- Microtubule Assembly and Disassembly Studied by Syn-  
chrotron X-Ray Scattering and Cryo-Electron Microscopy.  
*Ann. N.Y. Acad. Sci.* (1985) (im Druck)
- J. BORDAS, E. MANDELKOW  
Time-Resolved X-Ray Scattering and Diffraction:  
Some Aspects Concerning Information Content.  
In *Structural Biological Applications of X-Ray Absorption,  
Scattering and Diffraction*, H. Bartunik & B. Chance, eds.,  
Academic Press, New York (1985) (im Druck)
- E. MANDELKOW, J. BORDAS  
Time-Resolved X-Ray Scattering of Microtubule Assembly  
Using Synchrotron Radiation.  
In *Methods in Enzymology, Structural and Contractile  
Proteins Part D*, R.B. Vallee, ed., Academic Press, New  
York (im Druck)
- E. MANDELKOW  
X-Ray Diffraction of Cytoskeletal Fibers.  
In *Methods in Enzymology, Structural and Contractile  
Proteins Part D*, R.B. Vallee, ed., Academic Press, New  
York (im Druck)
- J. BOHR, R. FEIDENHANS'L, M. NIELSEN,  
M. TONEY, R.L. JOHNSON, I.K. ROBINSON  
A Model-Independent Structure Determination of the  
InSb(111)2x2 Surface with Use of Synchrotron X-Ray  
Diffraction.  
*Phys. Rev. Lett.* 54 (1985)
- J. ALS-NIELSEN  
Liquid Surfaces Studied by Synchrotron X-Ray Radiation.  
*Festkörperprobleme (Adv. Sol. St. Phys.)*, Vol. XXV  
(1985)
- Phase Transitions, Diffraction Studies and  
Marginal Dimensionality. *Europhys. News* 16 (1985)
- The Liquid Vapour Interface.  
*Z. Phys.* B61 (1985)
- M. NIELSEN  
Single Crystal Surface Structure by Bragg-Scattering.  
*Z. Phys. B* (1985) (im Druck)
- W. HAYES, K. KJAER, F.L. PRATT,  
B. SCHÖNFELD  
Diffuse X-Ray Scattering and Far-Infrared Absorption of  
Barium and Lead  $\beta$  "Aluminas".  
*J. Phys. C*18 (1985)
- W. SCHÜLKE, S. MOURIKIS  
Nondiagonal Momentum Density of Si by Coherent Inela-  
stic X-Ray Scattering.  
*Acta Cryst. A* (im Druck)
- F. BACHMANN, H. KOHLER, H. SCHULZ,  
H.P. WEBER  
Structure Investigation of  $6\mu\text{m}$  CaF<sub>2</sub> Crystal with Syn-  
chrotron Radiation.  
*Acta Cryst. A*41 (1985)
- H.F. HÖCHE, H. SCHULZ, H.P. WEBER, A. BELZNER,  
A. WOLF, R. WULF  
Measurement of Secondary Extinction in CaF<sub>2</sub> by Means  
of Synchrotron X-Ray Diffraction Data.  
Zur Veröffentlich. in *Acta Cryst.*
- O. ANDERSON, G. KARSCHNIK, R. MANZKE,  
M. SKIBOWSKI  
The Phase Transition in the Electronic Structure of  
1T-TiSe<sub>2</sub>.  
*Sol. Stat. Comm.* 53 (1985)
- G. KARSCHNIK, O. ANDERSON, W. DRUBE,  
M. SKIBOWSKI  
Adsorbate Enhanced Ti-3d Photoemission from  
Layered TiSe<sub>2</sub>-Surfaces.  
*Surf. Sci.* 155 (1985)
- O. ANDERSON, R. MANZKE, M. SKIBOWSKI  
Three-Dimensional and Relativistic Effects in Layered  
1T-TiSe<sub>2</sub>.  
*Phys. Rev. Lett.* 55 (1985)
- H.G. ZACHMANN, D. WISWE, R. GEHRKE,  
C. RIEKEL  
Characterization of Polymers with Specific Properties by  
Means of Synchrotron Radiation.  
*Macromolecules Chem. Suppl.* 12 (1985)
- H.G. ZACHMANN, R. GEHRKE  
Advances in Indirect Methods of Polymer Morphology  
Characterization.  
In B. Sedláček, *Polymer Composites/ Morphology of  
Polymers*, Walter de Gruyter (im Druck)
- H.D. BARTUNIK  
Protein Crystallography Using SR at DORIS.  
*Photon Factory News Letters*, Vol. 3, No. 1 (1985)

- A. BIGI, M.H.J. KOCH, P.P. PURSLOW,  
A. RIPAMONTI, N. ROVERI, Z. SAYERS  
Structural Organization of Collagen in Metridium  
Senile.  
Int. J. Macromol., 7 (1985)
- R.S. GOODY, K. GUETH, Y. MAEDA,  
K.J.V. POOLE, G.RAPP  
Time-resolved X-Ray Diffraction Measurements on  
Lethocerus Fibrillar Flight Muscle Following the  
Photolytic Release of ATP from 'caged-ATP'.  
J. of Physiology, 364 (1985)
- J. HENDRIX  
Position Sensitive X-Ray Detectors.  
Adv. Polymer Scie. 67 (1985)
- Y. MAEDA  
Study of Muscle Contraction Using SR at DORIS.  
Photon Factory News Letters, Vol. 3, No. 1 (1985)
- Z. SAYERS, M.H.J. KOCH, J. BORDAS,  
U. LINDBERG  
Time Resolved X-Ray Scattering Study of Actin Polyme-  
rization from Profilactin.  
Eur. Biophys. J. 13 (1985)
- H. ZAPPE, Y. MAEDA  
X-Ray Diffraction Study of Fast and Slow Mammalian  
Skeletal Muscle in Live Relaxed State.  
J. Mol. Biol. 185 (1985)
- U. BECKER, R. HÖLZEL, H.G. KERKHOFF,  
B. LANGER, D. SZOSTAK, R. WEHLITZ  
Near-Threshold Resonance Enhancement of Neon Valence  
Satellites with SR.  
Zur Veröffentlichung in Phys. Rev. Lett.
- Veröffentlichte Vorträge**
- B. BURAS, G. MATERLIK  
The European Synchrotron Radiation Facility.  
An Overview.  
Proc. SRI85, Stanford (1985)
- T. MÖLLER, P. GÜRTLER, E. ROICK,  
G.ZIMMERER  
The Experimental Station Superlumi: a Unique Set-up for  
Time- and Spectrally Resolved Luminescence under State  
Selective Excitation with Synchrotron Radiation.  
Proc. SRI85, Stanford (1985)
- W. JARK, C. KUNZ  
Output Diagnostics of the Grazing Incidence Plane Gra-  
ting Monochromator BUMBLE BEE(15-1500 eV).  
Proc. SRI85, Stanford (1985) und DESY SR 85-09
- F. SENF, K. BERENS v. RAUTENFELDT,  
S. CRAMM, C. KUNZ, J. LAMP V. SAILE,  
J. SCHMIDT-MAY, J. VOSS  
Performance of the Flipper Monochromator at the  
Wiggler/Undulator at HASYLAB.  
Proc. SRI85, Stanford (1985) und DESY SR 85-10
- W.-R. DIX, K. ENGELKE, C.-C. GLÜER, W. GRAEFF,  
C.P. HÖPPNER, K.-H. STELLMASCHKE,  
T. WROBLEWSKI, W. BLEIFELD, K.H. HÖHNE,  
W. KUPPER  
NIKOS - A System for Non-Invasive Examination of Co-  
ronary Arteries by Means of Digital Subtraction Angiogra-  
phy with Synchrotron Radiation.  
Proc. SRI85, Stanford (1985) und DESY SR 85-11
- T. TUOMI, M. TILLI, O. ANTTILA  
Synchrotron Section Topographic Study of the  
Denuded Zone Formation in Annealed Silicon.  
Mat. Res. Soc. Symp. Proc. Vol. 41 (1985)
- G. ZIMMERER  
Creation, Motion, and Decay of Excitons in Rare Gas  
Solids in Excited State Spectroscopy in Solids.  
Proc. Internat. Summer School of Physics ENRICO  
FERMI, Varenna 1985, North Holland, Amsterdam,  
ed. by M. Manfredi (im Druck)
- H. HOGREFE, R.-P. HAELBICH, C. KUNZ  
Specular and Diffuse Reflection of Soft X-Rays from  
Mirrors.  
Proc. SRI85, Stanford (1985)
- C. KUNZ, J. SCHMIDT-MAY, F. SENF, J. VOSS  
Origin and Photon Stimulated Ion Desorption Mechanis-  
men of Hydrogen in Rare Earth Oxides.  
Proc. ECOSS 7, Aix-en-Provence (1985)
- P. GÜRTLER  
Installation and Test of a Multipole Wiggler in  
DORIS II.  
Proc. SRI85, Stanford (1985)
- M. LÄHDENIEMI, L. RANTA  
Surface Effects in Photoemission from Flotation.  
Proc. ECASIA85, Veldhoven (1985)
- U. BONSE, A. HENNING  
Measurement of Polarization Anisotropy of the  
Anomalous Forward Scattering Amplitude at the  
Niobium K-Edge in LiNbO<sub>3</sub>  
Proc. SRI85, Stanford (1985)
- J. STAUN OLSEN, S. STEENSTRUP, L. GERWARD,  
U. BENEDICT, J.-P. ITIÉ  
High-Pressure Structural Studies of Uranium and  
Thorium Compounds with the Rocksalt Structure.  
Proc. Xth AIRAPT, Amsterdam (1985)  
und Phys. B (im Druck)
- J.-P. ITIÉ, J. STAUN OLSEN, L. GERWARD,  
U. BENEDICT, J.C. SPIRLET

High-Pressure X-Ray Diffraction on  $UX_2$  Compounds.  
Proc. Xth AIRAPT, Amsterdam (1985)  
und Phys. B (im Druck)

J. STAUN OLSEN, L. GERWARD, U. BENEDICT,  
J.-P. ITIÉ, K. RICHTER  
High-Pressure Structural Studies of Uranium Carbide by  
X-Ray Diffraction and Synchrotron Radiation.  
Proc. Conf. on Actinides (1985) und High Temperatures-  
High Pressures (im Druck)

V. KUPCIK, M. WENDSCHUH-JOSTIES, A. WOLF,  
R. WULF  
The Five Circle-Diffractometer at HASYLAB: Recent  
Developments.  
Proc. SRI85, Stanford (1985)

U. BONSE, Q. JOHNSON, M. NICHOLS,  
R. NUSSHARDT, S. KRASNICKI, J. KINNEY  
High Resolution Tomography with Chemical  
Specificity.  
Proc. SRI85, Stanford (1985)

P. FUNKE, G. MATERLIK, A. REIMANN  
An Instrument for Measurements with Standing X-Ray  
Wavefields in Ultra-high Vacuum.  
Proc. SRI85, Stanford (1985)

W. SCHÜLKE  
Inelastic X-Ray Scattering with Synchrotron Radiation:  
The Scientific Case, Current Experiment and Projects.  
Invited Talk, Proc. SRI85, Stanford (1985) und NIMPR  
(im Druck)

E. GERDAU  
Ultra Small Band Monochromatization of Synchrotron Ra-  
diation by Coherent Nuclear Diffraction - A New Field for  
Mössbauer Experiments.  
Invited Talk, Proc. SRI85, Stanford (1985)

R.L. JOHNSON  
Monochromators for Vakuum Ultraviolet and Soft X-Ray  
Radiation.  
Invited Talk, Proc. SRI85, Stanford (1985)

P. KETELSEN, A. KNÖCHEL, W. PETERSEN,  
W. PODESTA  
New Developments of XRF-Analysis with Synchrotron Ra-  
diation.  
Proc. SRI85, Stanford (1985)

B. DORNER, E. BURKEL, J. PEISL  
An X-Ray Back Scattering Instrument with Very High  
Energy Resolution.  
Proc. SRI85, Stanford (1985)

G. WILL, W. HOFBAUER, J. LAUTERJUNG, E. HINZE  
Determination of the Compressibility of Forsterite by  
Synchrotron Radiation.

Proc. Xth AIRAPT Int. High Pressure Conf.,  
Amsterdam (1985)

J. LAUTERJUNG, G. WILL  
The Kinetics of the Olivine-Spinel Transformation in  
 $Mg_2GeO_4$  under High Pressure and Temperature.  
Proc. Xth AIRAPT Int. High Pressure Conf.,  
Amsterdam (1985)

H.G. ZACHMANN, R. GEHRKE, W. PRIESKE,  
C. RIEKEL

Investigations of Time Resolved X-Ray Wide Angle Scat-  
tering and X-Ray Small Angle Scattering at DESY.  
Proc. "Symposium on Polymer Research at Synchrotron  
Radiation Sources", Brookhaven National Laboratory

H.G. ZACHMANN, R. GEHRKE  
Interaction Between Crystallization and Orientation.  
Proc. Rolduc Polymer Meeting, 1985 (im Druck)

G. SUAREZ, A.L. ORONSKY, J. BORDAS,  
M.H.J. KOCH  
Synchrotron Radiation X-Ray Scattering in the Early  
Stages of in Vitro Collagen Fibril Formation.  
Proc. Nat. Acad. Sci. USA 82 (1985)

#### Vorträge

H.-W. BIESTER, E.E. KOCH  
Shape Resonances and Conduction Band Density of States  
in Photoemission Cross Sections of Gaseous and  
Condensed Molecules.  
IIIrd European Workshop on Molecular Spectroscopy and  
Photon-Induced Dynamics, Seillac (1985)

R.F. BOEHME, R. FRAHM  
Hydrogenated Amorphous Alloys Studied by X-Ray  
Absorption Spectroscopy.  
March Meeting of the American Physical Society,  
Baltimore (1985)

S. BRENNAN, P.L. COWAN, T. JACH,  
M.J. BEDZYK, G. MATERLIK  
Dynamical X-Ray Diffraction at Glancing Incidence: A  
New Tool For Surface Science.  
Physical Electronic Conf., Milwaukee (1985)

F. FRAHM  
EXAFS-Strukturanalyse: Methode und Anwendung bei  
metallischen Gläsern.  
Mineralogisches Kolloquium, Inst. f. Mineralogie der TH  
Darmstadt, (1985)

E. GERDAU  
Nuclear Bragg Diffraction of Synchrotron Radiation by  
YIG.  
Int. Conf. on the Applications of the Mössbauer Effect,  
Leuven (1985)

W. GRAEFF

Angiography with Synchrotron Radiation.  
Seminarvortrag, Inst. Laue-Langevin, Grenoble (1985)

Crystal Monochromators.  
Seminarvortrag, Univ. Lyon (1985)

Angiographie mit Synchrotronstrahlung.  
Seminarvortrag, Univ. München (1985)

P. GÜRTLER

Luminescence, an Introduction.  
Topical Meeting on Electronic Sputtering of Surfaces and Luminescence, Risø (1985)

Optical Measurements on Solid H<sub>2</sub> and D<sub>2</sub>.  
Topical Meeting on Electronic Sputtering of Surfaces and Luminescence, Risø (1985)

Surface and Bulk Trapping of Excitons in Solid Rare Gases.  
Topical Meeting on Electronic Sputtering of Surfaces and Luminescence, Risø (1985)

E.E. KOCH

Shape Resonanzen in der Photoemission von gasförmigen und kondensierten Molekülen.  
Fritz-Haber-Inst. Berlin (1985) und  
Inst. for Low Temperature Physics, Kharkov (1985)

Photoelektronenspektroskopie an Molekülkristallen.  
BESSY-Seminar, Berlin

Seminarvortrag, Univ. Osnabrück  
Kolloquiumsvortrag, Univ. Gießen  
Inst. for Theoretical Physics, Kiev  
Kolloquiumsvortrag, Fritz-Haber-Inst. Berlin  
Kolloquiumsvortrag, Univ. Bayreuth  
Workshop on Synchrotron Rad., Brüssel  
Kolloquiumsvortrag, Univ. Regensburg  
alle 1985

C. KUNZ

Spektroskopische Instrumente für Synchrotronstrahlung.  
Hauptvortrag, Tagung Horizons de l'Optique 85 der SFO und DGaO, Besancon (1985)

Extreme VUV Spectroscopy at HASYLAB.  
Seminarvortrag, Center for X-Ray Optics, LBL, Berkeley (1985)

Neuere Entwicklungen zur Anwendung von Synchrotronstrahlung.

Vortrag zum Verbundtreffen "Komplementäre Methoden und Defekte", Bad Honnef (1985)

M. LÄHDENIEMI

X-Ray- and VUV-Spectroscopies Applied to the Studies of Metallic and Organic Materials.  
Gastvorlesung, Technical Univ. of Budapest (1985)

G. MATERLIK

X-Ray Standing Wave Studies of Interfaces.

Invited Talk, Advances in Surface and Interface Physics, Modena (1985), Extended Abstract in *Il Vuoto, Scienza e Tecnologia*

Röntgenmethoden zur Strukturbestimmung von Oberflächen mit Synchrotronstrahlung.  
Kolloquiumsvortrag, Inst. für Festkörperforschung, KFA Jülich (1985) und  
Festkolloquium anlässlich des 65. Geburtstages von Prof. Dr. O. Brümmer, Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg (1985)

Strukturbestimmung von Grenzflächen mit dynamischer Röntgenbeugung.  
Kolloquiumsvortrag, Fritz-Haber-Inst. Berlin (1985)

Phase Boundary Studies with X-Ray Interference Fields.  
Seminarvortrag, LURE, Paris (1985)

Characteristics and Applications of Synchrotron Radiation.  
Workshop on Synchrotron Radiation, Brüssel (1985)

Vier Vorträge zum Thema "X-Ray Diffraction".  
XXXth Scottish Universities Summer School in Physics, Aberdeen (1985)

Die Struktur von Grenzflächen im Licht hochintensiver Synchrotronstrahlung.  
Kolloquiumsvortrag, KFA Jülich (1985)

A.H. MILLHOUSE  
Magnetic Scattering of Synchrotron X-Rays from Holmium.  
Int. Conf. on Magnetism, ICM '85, San Francisco (1985)

Magnetische Synchrotronstrahlung - ein neues Forschungsgebiet?  
Kolloquiumsvortrag, Hahn-Meitner-Inst. Berlin (1985)

V. SAILE

Vom Atom zum Festkörper: Die Änderung der elektronischen Struktur mit der Teilchendichte am Beispiel von Isolatoren.  
BESSY, Berlin (1985)

B. SONNTAG

Core Excitations of Open Shell Atoms.  
Workshop on some Aspects of Autoionization in Atoms and Small Molecules.  
Argonne Nat. Laboratory (1985)

Vacuum Ultraviolet Photoelectron Spectra of Open Shell Metal Atoms.

XIVth Annual Meeting of the Division of Electron and Atomic Physics, Norman (1985)

Core Excitation Photoelectron Spectroscopy.  
Gordon Conf. on Atomic Physics, Brewster Academy, Wolfsboro (1985)

Synchrotron Radiation as a Source for Chemical Applications.

Colloquium Spectroscopium Internationale XXIV, Garmisch-Partenkirchen (1985)

H.B. STUHRMANN

Zur resonanten Röntgenstreuung am Strahl A1 des HASYLAB.

Kolloquiumsvortrag, Univ. Ulm (1985)

J.N. SCHMIDT-MAY

Resonant Photoemission and Photonstimulated Ion Desorption of Rare Earth Oxides.

Phys. Kolloquium, Odense Univ. (1985)

H.G. ZACHMANN

Untersuchung an Polymeren mit Hilfe der Synchrotronstrahlung.

GDCh-Kolloquium, Univ. Paderborn (1985)

Changes of Crystalline Order by Annealing and by Orientation.

Rolduc Polymer Meeting, Kerkrade (1985)

Advances in Indirect Methods of Polymer Morphology Characterization.

XVIIth Europhys. Conf. on Macromolecular Phys., Prag (1985)

Anwendung der Synchrotronstrahlung zur Untersuchung von Phasenumwandlungen in Polymeren.

GDCh-Kolloquium, Univ. GHS Essen (1985)

R. GEHRKE, H.G. ZACHMANN

Röntgenographische Untersuchung des partiellen Schmelzens bei der Umkristallisation von Polyethylen-terephthalat (Poster).

Hamburger Makromolekulares Symp. (1985)

S. BUCHNER, D. CHEN, D. WISWE, H.G. ZACHMANN

Molekulare Ordnung in flüssig-kristallinen Copolyestern (Poster).

Hamburger Makromolekulares Symp. (1985)

C. RIEKEL, J.H. MAGILL

A Phase Transition Study in Polyphosphazenes Using SR (Poster).

Hamburger Makromolekulares Symp. (1985)

C. RIEKEL

Eine Reaktionszelle für zeitaufgelöste Beugungsexperimente und Fest/Gasreaktionen von Polymeren (Poster).

Hamburger Makromolekulares Symp. (1985)

Application of Synchrotron Radiation Scattering in Polymer Research.

Invited Talk, Workshop on Synchrotron Radiation, Brüssel (1985)

Real Time Diffraction Studies on the Formation of Conducting Polymer.

Invited Talk, Solid State Physics Conf., Reading (1985)

C. RIEKEL, J. HEUER, R. ZIETZ, H.G. ZACHMANN  
Eine Kamera für zeitaufgelöste Weit- und Kleinwinkelexperimente mit Synchrotronstrahlung (Poster).  
Hamburger Makromolekulares Symp. (1985)

P. BÖSEKE, D. ERCAN, C. RIEKEL

Ein Echtzeit-Datenerfassungssystem für zweidimensionale Röntgenstreubilder einer Vidicon-Kamera in Synchrotronstrahlungsexperimenten (Poster).

Hamburger Makromolekulares Symp. (1985)

U. BECKER

Time of Flight-Photoelectron Spectroscopy at DESY and BESSY.

Univ. of California, Berkeley (1985)

G. ZIMMERER

Zeitaufgelöste Fluoreszenz-Spektroskopie im VUV und Dynamik angeregter Zustände von Eximeren.

SFB-Kolloquium, Univ. GHS Wuppertal (1985)

Time-Resolved Fluorescence and Kinetics of Excited States of Excimers Investigated with SR Excitation.  
Leningrad State Univ., Dept. of Photonics (1985)

Experimental Aspects of Luminescence Spectroscopy with SR Excitation.

Leningrad State Univ., X-Ray Laboratory (1985)

Exzitonen in Edelgasfestkörpern - Ein Modellsystem zur Exziton-Phonon Wechselwirkung.

Seminarvortrag, Univ.-GHS Paderborn (1985)

**DPG-Frühjahrstagung, Bayreuth (1985)**  
(Molekülphysik, Oberflächenphysik...)

W. GÄDEKE, T. VANESS, V. SAILE, E.E. KOCH  
Photoemission von Laser-angeregten Phthalocyanin Filmen.

A. KÖHLER, R. REININGER, V. SAILE, G.L. FINDLEY

Photoionisation von Xe und CH<sub>3</sub>J unterhalb der Ionisationsgrenze des freien Atoms bzw. Moleküls.

Druckabhängigkeit der Rydbergzustände von Methyljodid.

H.-W. BIESTER, E.E. KOCH

Valenzbandstruktur und partielle Wirkungsquerschnitte von NO Molekülkristallen.

W. NIEMANN, W. MALZFELDT, R. HAENSEL, M. LÜBCKE, P. RABE

Röntgenabsorption von matrixisoliertem Sm.

W. MALZFELDT, W. NIEMANN, R. HAENSEL, P. RABE



Strukturuntersuchungen an matrixisolierten Edelgasen mit EXAFS.

A. KÖHLER, R. REININGER, V. SAILE,  
P. LAPORTE

Wannier-Excitons in Doped Rare-Gas Solids?

J. BAHRDT, H. KÜHLE, R. MARKUS, H. NAHME,  
H. WILCKE, N. SCHWENTNER

Schwingungsrelaxation von N<sub>2</sub> in festen Edelgaskristallen.

T. MÖLLER, J. STAPELFELDT, M. BELAND,  
G. ZIMMERER

Spektroskopische Untersuchungen an Edelgasexzimeren.

Gebunden-frei Fluoreszenz von Edelgashydriden.

G. MATERLIK, R. JOHNSON, P. FUNKE, W. KRANZ  
Bestimmung der Position von Ge auf Si(111)-(7x7) und  
-(1x1) durch Messung mit Röntgeninterferenzfeldern.

P. FUNKE, G. MATERLIK

Untersuchung der Struktur adsorbierter Br-Schichten mit  
Röntgeninterferenzfeldern im UHV.

M.J. BEDZYK, G. MATERLIK, M. SCHMÄH,  
W. UELHOFF

In situ Strukturmessung von elektrolytisch abgeschie-  
denem TI-Adsorbaten auf einer Cu(111)-Oberfläche mit  
Röntgeninterferenzfeldern.

J. VOSS, F. SENF, J. SCHMIDT-MAY, C. KUNZ  
Photostimulierte Desorption und Photoemission an  
oxidierten Seltenern Erden.

R. DUDDE, R. ENGELHARDT, N. UENO, E.E. KOCH  
Vergleichende Photoemissionsuntersuchung von Pyridin  
auf Ag(111) und auf einer polykristallinen Ag-Unterlage.

E.E. KOCH

Photoelektronenspektroskopie an Molekülkristallen.  
Plenarvortrag

I. SCHÄFER, W. DRUBE, M. SKIBOWSKI  
Kombinierte winkelaufgelöste inverse Photoemission und  
Photoemission an 1T - TiTe<sub>2</sub>.

W. DRUBE, I. SCHÄFER, M. SKIBOWSKI  
Leitungsbandstruktur von 1T - VS<sub>2</sub>.

**DPG-Frühjahrstagung, Lausanne (1985)**  
(Fachausschuß Polymerphysik)

R. GEHRKE, H.G. ZACHMANN, C. RIEKEL  
Röntgenografische Untersuchungen während der Um-  
kristallisation von Polyethylenterephthalat.

**Second European Conference on Atomic and Molec-  
ular Physics, Free Univ. of Amsterdam, Book of  
Abstracts (1985)**

TH. MÖLLER, M. BELAND, J. STAPELFELDT,  
G. ZIMMERER

Bound-Free Fluorescence of Rare Gas Hydrides.

TH. PRESCHER, M. RICHTER, E. SCHMIDT,  
B. SONNTAG, H.E. WETZEL

Resonant Photoemission of Atomic Sm in the 5p and 4d  
Excitation Range.

A.M. KÖHLER, V. SAILE, R. REININGER,  
G.L. FINDLEY

Photoionization and Absorption of CH<sub>3</sub>I and CH<sub>3</sub>I in  
Rare Gases.

W. JITSCHIN, G. MATERLIK, U. WERNER,  
P. FUNKE

L-Vacancy Decay Rates for Au.

H. CZERWINSKI, F. SMEND, D. SCHAUPP,  
M. SCHUMACHER, A.H. MILLHOUSE,  
H. SCHENK-STRAUSS

Resonant Raman Scattering of Synchrotron X-Rays by  
Xenon.

F. SMEND, D. SCHAUPP, H. CZERWINSKI,  
M. SCHUMACHER, A.H. MILLHOUSE,  
H. SCHENK-STRAUSS

Rayleigh Scattering of Linearly Polarized Synchrotron  
Radiation in the X-Ray Energy Range.

H. KÜHLE, J. BAHRDT, R. FRÖHLING,  
N. SCHWENTNER

Vibrational Relaxation and Electronic Energy Transfer of  
N<sub>2</sub>-Aggregates in Solid Rare Gas Matrices.

U. BECKER, R. HÖLZEL, H.G. KERKHOFF,  
B. LANGER, D. SZOSTAK, R. WEHLITZ  
Resonant Satellite Enhancement in Atomic Ne.

**5th General Conference of the Condensed  
Matter Division of the EPS, Technische Univ.  
Berlin (1985)**

R. ENGELHARDT, R. DUDDE, N. UENO,  
E.E. KOCH

Structure and Electronic Properties of Oriented Films of  
Metal Phthalocyanines on Metal Substrates.

R. FRAHM, R.F. BOEHME

X-Ray Measurements on Hydrogenated Metallic Glasses.

N. GREISER, G. MATERLIK

Experimental Development in X-Ray Standing Wave  
Technique.

W. SCHÜLKE, H. NAGASAWA, S. MOURIKIS  
Dynamic Structure of Electrons in Li- and Be-Metall: Zone  
Boundary Collective States.

P. YANNOULIS, J. SCHMIDT-MAY, F. SENF, V. SAILE  
Photoemission from Laser-Annealed GaAs-Surfaces.

H.U. AUST, R. MANZKE, M. SKIBOWSKI  
Valence Band Structure of the 110-Surface of III-V-Compound-Semiconductors.

O. ANDERSON, R. MANZKE, M. SKIBOWSKI  
The Electronic Band Structure of  $\text{TiSe}_2$  in the CDW-State and Three-Dimensional Effects.

W. DRUBE, I. SCHÄFER, M. SKIBOWSKI,  
D. STRAUB, F.J. HIMPSEL  
Combined Angle Resolved Inv. Photoemission and Photoemission of Layered Transition Metal Dichalcogenides.

**Conference on "Progress in X-Ray Studies by Synchrotron Radiation", Strasbourg (1985), Extended Abstracts**

B.S. CLAUSEN, B. LENGELER, B.S. RASMUSSEN,  
H. TOPSØE  
X-Ray Absorption Spectroscopy Studies of Cu-Based Methanol Catalysts.

W. GRAEFF  
Stroboscopic Topography.  
Invited Talk.

V. KUPCIK, M. WENDSCHUH-JOSTIES, A. WOLF,  
R. WULF  
The Five Circle Diffractometer at HASYLAB: Applications.

G. MATERLIK  
Recent Studies with X-Ray Interference Fields.  
Invited Talk.

W. SCHÜLKE, H. NAGASAWA, S. MOURIKIS  
The Dynamic Structure of Electrons in Li- and Be-Metal by Inelastic Synchrotron X-Ray Scattering.

H.G. ZACHMANN  
Polymers and Synchrotron Radiation.

R. GEHRKE, H.G. ZACHMANN  
Investigations of Recrystallization Progress in Polyethylenterephthalate.

**11th Molecular Crystal Symposium, Lugano (1985), Extended Abstracts**

W. GÄDEKE, V. SAILE, E.E. KOCH  
Photoemission from Laser Excited Phthalocyanine Films.

R. REININGER, V. SAILE  
Evolution of Electronic Properties with Density.

K. SEKI, N. UENO, R. ENGELHARDT, E.E. KOCH  
Intramolecular Energy-Band Mapping of Polymers by UV Photoelectron Spectroscopy using Synchrotron Radiation.

P. MARTIN, G. KLEIN, J. KLEIN, R. VOLTZ  
Decay of Highly Excited States in Molecular Crystals: Ionization Channels.

**Internat. Workshop on Excitons, Excimers and Solitons in Dielectric Solids, Univ. of Ulm (1985)**

V. SAILE  
Photoemission from Excited States in Rare Gas Solids and Molecular Crystals.

G. ZIMMERER  
Excitation, Relaxation and Decay of Excitons in Rare Gas Solids.

**14th Internat. Conf. on the Physics of Electronic and Atomic Collision, Paolo Alto (1985), Abstracts of Contributed Papers**

T. MÖLLER, M. BELAND, J. STAPELFELDT,  
G. ZIMMERER  
Formation and Decay of Rare Gas Hydride Excimers Produced in Collisions of Excited  $\text{H}_2$  Molecules with Rare Gas Atoms.

U. BECKER, R. HÖLZEL, H.G. KERKHOFF,  
B. LANGER, D. SZOSTAK, R. WEHLITZ  
1. Resonance and Threshold Effects on the Neon 2p-Satellites.  
2. Evidence for Shape Resonance Dependent Satellite Behaviour in Atomic Barium.

**24. Diskussionstagung der AgKr, Köln (1985)**

W. HOFFBAUER, G. WILL, J. LAUTERJUNG  
Die Kompressibilität von Forsterit bis 300 kbar gemessen mit Synchrotronstrahlung.

J. LAUTERJUNG, G. WILL  
Untersuchung der Olivin-Spinell Phasenumwandlung mit zeitaufgelöster energiedispersiver Röntgenbeugung am Beispiel  $\text{Mg}_2\text{GeO}_4$ .

V. KUPCIK, M. WENDSCHUH-JOSTIES, A. WOLF,  
R. WULF  
Fünfkreisdiffraktometer für Synchrotronstrahlung.

**24. Diskussionstagung der Arbeitsgruppe "Energereiche atomare Stöße", Oberstorf (1985), 6. Arbeitsbericht**

W. JITSCHIN, U. WERNER, G. MATERLIK,  
H.O. LUTZ  
Zerfallsraten für die Au L-Unterschalen.

## Dissertationen

H.U. AUST

Elektronische Struktur der 110-Oberflächen von III-V-Halbleitern untersucht mit polarisationsabhängiger, winkelaufgelöster Photoemission hoher Auflösung.  
Univ. Kiel (1985)

T. BOLZE

EXAFS-Untersuchungen der Korrelation von Fremd-  
atomen und Zwischengitteratomen.  
Univ. München (1985)

H. CZERWINSKI

Elastische und inelastische Streuung linearpolarisierter  
Synchrotronstrahlung im harten Röntgenbereich an  
freien Atomen.  
Univ. Göttingen (1985)

R. ENGELHARDT

Winkelaufgelöste Photoemissionsexperimente mit  
Synchrotronstrahlung an epitaktischen H<sub>2</sub>-, Mg-, Cu- und  
Pt-Phthalocyaninfilmen: Orientierung, Struktur der  
Valenzbänder und elektronische Metallzustandsdichte.  
Univ. Hamburg (1985)  
DESY HASYLAB 85-15

R. GEHRKE

Röntgenographische Untersuchung der Umkristallisation  
von Polyethylenterephthalat mit Hilfe der Synchrotron-  
strahlung.  
Univ. Hamburg (1985)  
DESY HASYLAB 85-10

M. GENTSCH

Die Kristallstruktur des Minerals Wroewolfeit.  
TU Berlin (1985)

N. GREISER

Untersuchung von Röntgeninterferenzfeldern in  
Germanium-Kristallen.  
Univ. Stuttgart (1985)

M. HEBEL

Untersuchung der Mikrophasenentmischung in  
Blockcopolymeren.  
Univ. Marburg (1985)

H. HOGREFE

Spekulare und diffuse Reflexion von weicher Röntgen-  
strahlung an optischen Oberflächen.  
Univ. Hamburg (1985)  
DESY HASYLAB 85-05

W. JARK

Eigenschaften reflektierender optischer Komponenten und  
ihr Zusammenwirken in einem Monochromator für weiche  
Röntgenstrahlung ( $15\text{eV} < h\nu < 1500\text{eV}$ ).  
Univ. Hamburg (1985)  
DESY HASYLAB 85-14

J. LAUTERJUNG

Die Kinetik der Phasentransformation des Mg<sub>2</sub>GeO<sub>4</sub> vom  
Olivin-Typ in den Spinell-Typ unter hohen Drucken  
und Temperaturen.  
Univ. Bonn (1985)

H. LOTSCH

Ein Verschiebeinterferometer zur Messung der anomalen  
Dispersion mit Röntgen-Synchrotronstrahlung.  
Univ. Dortmund (1985)

M. LÜBKE

Valenz von Clustern der Seltenen Erden und von TiCl<sub>4</sub>  
mit Hilfe der p d Resonanzen.  
Univ. Hamburg (1985)  
DESY HASYLAB 85-13

W. KNAUPP

Kombiniert mechanische und enzymchemische Unter-  
suchungen an Sehnenkollagen (Röntgenkleinwinkel-  
spektren unter Einsatz der Synchrotronstrahlung).  
Univ. Heidelberg (1985)

W. KRONAST

Alignment der Ionen nach Photoionisation am Beispiel von  
Cd<sup>+</sup>(4d<sup>-1</sup> <sup>2</sup>D<sub>5/2</sub>, <sup>2</sup>D<sub>3/2</sub>) und Zn<sup>+</sup>(3d<sup>-1</sup> <sup>2</sup>D<sub>3/2</sub>).  
Univ. Freiburg (1985)

W. MALZFELDT

Untersuchung der Röntgenabsorptionsfeinstruktur  
von atomaren und festen Edelgasen und von Edelgas-  
matrizen.  
Univ. Kiel (1985)  
DESY HASYLAB 85-02

W. NIEMANN

Röntgenabsorptionsuntersuchungen an gemischt-  
valenten Samarium-Clustern in Edelgas-Matrizen.  
Univ. Kiel (1985)  
DESY HASYLAB 85-12

H. SCHENK-STRAUSS

Experimente mit Synchrotronstrahlung zur  
'Lambda-Methode'.  
Univ. des Saarlandes (1985)  
DESY HASYLAB 85-03

E. SCHMIDT

Vielkanalphotoionisation von Atomen: Bestimmung  
partieller Wirkungsquerschnitte in diskreten und  
Kontinuums-Resonanzen.  
Univ. Hamburg (1985)  
DESY HASYLAB 85-06

J.N. SCHMIDT-MAY

Photoemissions- und Photonstimulierte Ionendesorptions-  
untersuchungen an einigen Seltenen Erdmetalloxiden  
und -verbindungen.  
Univ. Hamburg (1985)  
DESY HASYLAB 85-07

### Diplomarbeiten

M. BRANDT

Untersuchung der Deformation von Makrogittern in verstreckten Blockcopolymeren mit Hilfe der Röntgenkleinwinkelstreuung.  
Univ. Marburg (1985)

R. DUDDE

Winkelaufgelöste Photoelektronenspektroskopie an geordneten Pyridinadsorbaten auf einkristallinen und polykristallinen Silbersubstraten.  
Univ. Hamburg (1985)  
DESY HASYLAB 85-09

K. ENGELKE

Ein oszillierender Monochromator für Koronarangiographie mit Synchrotronstrahlung.  
Univ. Hamburg (1985)  
DESY HASYLAB 85-04

O. FISCHER

Röntgenkleinwinkeluntersuchungen zum Kristallisationsverhalten von Naturkautschuk.  
Univ. Mainz (1985)

R. GAETHKE

Lumineszenzuntersuchungen an Neon-Aufdampfschichten.  
Univ. Hamburg (1985)

F.R. HAAS

Absorptionsmessungen an matrixisolierten Magnesium Clustern und magnesiumdotiertem Xenon in dem Photonenenergiebereich von 49-72 eV.  
Univ. Hamburg (1985)

R. HÖLZEL

Photoemissions-Studie der Riesenresonanz in atomarem Barium.  
TU Berlin (1985)

C.P. HÖPPNER

Untersuchungen zur Angiographie mit Röntgenfluoreszenz.  
Univ. Hamburg (1985)

H. KÖBERLE

Absorptionsspektroskopie an atomaren Metallen.  
Univ. Hamburg (1985)

W. KRANZ

Strukturuntersuchungen mit stehenden Röntgeninterferenzfeldern von adsorbiertem Germanium auf Silizium-einkristallobereflächen am Beispiel der 1x1- und 7x7-Überstrukturen einer 111-Ebene.  
Univ. Hamburg (1985)

TH. KURIG

Hochtemperaturabsorptionsspektroskopie.  
Univ. Hamburg (1985)

B. LANGER

Resonanz- und Schwellwertverhalten der Ne 2p-Satelliten.  
TU Berlin (1985)

H. MAACK

Resonante Valenzbandsatelliten in Kupfer, Kupferoxiden und Kupferhalogeniden.  
Univ. Hamburg (1985)  
DESY HASYLAB 85-01

M. MÜLLER

Untersuchungen zum photovoltaischen Effekt an Metall/Phthalocyanin-Grenzschichten.  
Univ. Hamburg (1985)

R. NUSSHARDT

Entwicklung und Test zweiteiliger Monochromatoren für Synchrotronstrahlung.  
Univ. Dortmund (1985)

R. PAHL

Photolumineszenzuntersuchungen an LiF und LiYF<sub>4</sub>.  
Univ. Hamburg (1985)

M. SCHMÄH

In situ Strukturuntersuchung von elektrochemisch abgetrennten Thallium-Adsorbaten auf einer Kupfer-(111)-Oberfläche mit Röntgeninterferenzfeldern.  
Univ. Hamburg (1985)  
DESY HASYLAB 85-11

J. SCHMIDT

Absorptionsspektroskopie im Vakuumultraviolett-Bereich von metallischem Samarium und Mangan.  
Univ. Hamburg (1985)

P. SLADÉCZEK

Bestimmung optischer Konstanten aus Relativitätsmessungen im Vakuumultraviolett durch Vielwinkelanalyse und Kramers-Kronig-Analyse am Beispiel dünner Gold-Filme.  
Univ. Hamburg (1985)

W. THÖNNES

Zeitaufgelöste Röntgenkleinwinkelstreuung an orientiertem Polyäthylenterephthalat während der Deformation.  
Univ. Mainz (1985)

R. WEHLITZ

Elektronen-Winkelverteilungssymmetrien bei der Photoionisation von Edelgasen.  
TU Berlin (1985)

P. YANNOULIS

Photoelektronenspektroskopie an GaAs(110) mit der Synchrotronstrahlung und einem Laser.  
Univ. Hamburg (1985)  
DESY HASYLAB 85-08

## Theorie

---

### Veröffentlichungen

A. ALI, F. BARREIRO

The Final States  $1^{\mp}1^{\pm}K^{\pm}X$  in Jets as Signatures of  $B_s - \bar{B}_s$  Mixing.

DESY 85-107, zur Veröffentl. in Z. Phys. C

A. ALI, G. INGELMAN

Charm Contents of High- $P_T$  Jets.

Phys. Lett. 156B (1985) 111.

H. BAER, K. HAGIWARA, S. KOMAMIYA

Consequences of Models for Monojet Events from Z Boson Decay.

Phys. Lett. 156B (1985) 117 und DESY 85-012

I.M. BARBOUR, G.SCHIERHOLZ et al.

Updating Fermions with the Lanczos Method.

DESY 85-141

The Lanczos Method in Lattice Gauge Theories.

Lecture Notes in Phys., The Recursion Method and its Applications, (Springer, Berlin, Heidelberg, New York, Tokyo, 1985)

V. BARGER, K. HAGIWARA, S. JACOBS,

J. WOODSIDE

The Light Gluino Scenario.

DESY 85-032, zur Veröffentl. in Phys. Rev. D

V. BARGER, K. HAGIWARA, W.-Y. KEUNG,

R.J.N. PHILLIPS, J. WOODSIDE

Multijet Events with Missing Transverse Momentum from Squark Pair Production at the CERN  $p\bar{p}$  Collider.

Phys. Rev. (1985) 806 und DESY 85-011

J. BARTELS, W. HOLLIK

Selectron Production in Quasi-elastic Electron Proton Scattering.

DESY 85-085

J. BIJNENS, H. SONODA, M. B. WISE

On the Validity of Chiral Perturbation Theory for Weak Hyperon Decays.

Nucl. Phys. B261 (1985) 185

K.C. BOWLER, A. HASENFRATZ, P. HASENFRATZ,

U. HELLER, F. KARSCH, R.D. KENWAY, H. MEYER-

ORTMANN, I. MONTVAY, G. S. PAWLEY,

D.J. WALLACE

Monte Carlo Renormalization Group Studies of SU(3) Lattice Gauge Theory.

Nucl. Phys. B257 [FS14] (1985) und

Edinburgh preprint 85/335

K.C. BOWLER, F. GUTBROD, P. HASENFRATZ, U. HELLER, F. KARSCH, R. D. KENWAY, I. MONTVAY, G. S. PAWLEY, J. SMIT, D. J. WALLACE  
The Beta-function and Potential at  $\beta = 6,0$  and  $6,3$  in SU(3) Gauge Theory.

Phys. Lett. 163B (1985) 367 und

Amsterdam preprint ITFA-85-07

M. BÖHM, W. HOLLIK, H. SPIESBERGER

Electroweak Parameters and Leptonic Processes.

Z. Phys. C27 (1985) 523

D. BUCHHOLZ, S. DOPLICHER, R. LONGO

On Noethers Theorem in Quantum Field Theory.

DESY 85-023, zur Veröffentl. in Ann. Phys.

D. BUCHHOLZ, SZ. RABSZTYN, J. T. TOPUSZANSKI

Non-local Charges in Local Quantum Field Theory.

DESY 85-041, zur Veröffentl. in Nucl. Phys. B

D. BUCHHOLZ, H. EPSTEIN

Spin and Statistics of Quantum Topological Charges.

DESY 85-043, zur Veröffentl. in Fysika

D. BUCHHOLZ, P. JUNGLAS

Local Properties of Equilibrium States and the Particle Spectrum in Quantum Field Theory.

DESY 85-056, zur Veröffentl. in Lett. Math. Phys.

S.CH. CHAO, R. KASS, G. KRAMER, W.F. PALMER, S. PINSKY

Primary Electron Spectrum in Semileptonic B Decays.

Phys. Rev. D31 (1985) 1756

F. CORNET

Have Color Octet Vector Bosons been Found?

DESY 85-010

J. CORTÉS, K. HAGIWARA, F. HERZOG

Testing the  $WW\gamma$  Coupling of the Standard Model at  $p\bar{p}$  Colliders.

DESY 85-132

K. DECKER, I. MONTVAY, P. WEISZ

Strong Self-coupling Expansion in the Lattice-regularized Standard SU(2) Higgs Model.

DESY 85-123, zur Veröffentl. in Nucl. Phys. B

E. EICHTEN, R.D. PECCEI, J. PRESKILL,

D. ZEPPENFELD

Chiral Gauge Theories in the  $1/N$  Expansion.

CALT-68-1303 und FERMILAB PUB-85/147-T,

zur Veröffentl. in Nucl. Phys. B

T. FILK, K. FREDENHAGEN, M. MARCU

Long Range Correlations in Random Number Generators and their Influence on Monte Carlo Simulations.

Phys. Lett. 165B (1985) 125 und DESY 85-098

PH. de FORCRAND, G. SCHIERHOLZ et al.

The  $O^{++}$  Glueball Mass in SU(3) Lattice Gauge Theory:

- Towards Definitive Results.  
Phys. Lett. 152D (1985) 107
- The String and Tension in SU(3) Lattice Gauge Theory: Towards Definitive Results.  
Phys. Lett. 160B (1985) 157
- Glueball Masses and Symmetry Restorations in SU(3) Lattice Gauge Theory: A High Statistics Monte Carlo Study.  
CERN TH-4167 (1985), zur Veröffentl. in Z. Phys.
- I.A. FOX, G. SCHIERHOLZ et al.  
A Classical Instanton on a 4-dimensional Periodic Lattice.  
Phys. Lett. 158B (1985) 532
- The Topological Charge in SU(2) Lattice Gauge Theory.  
Phys. Rev. Lett. 54 (1985) 759
- K. FREDENHAGEN  
On the Existence of the Real Time Evolution in Euclidean Lattice Gauge Theories.  
Commun. Math. Phys. 101 (1985) 579 und DESY 85-028
- K. FREDENHAGEN, M. MARCU  
A Confinement Criterion for QCD with Dynamical Quarks.  
Phys. Rev. Lett. 56 (1986) 223 und DESY 85-008
- E.W.N. GLOVER, K. HAGIWARA, A.P. MARTIN  
On the QCD  $2 \rightarrow 3$  Contribution to the Hadroproduction of Heavy Quarks.  
DESY 85-134, zur Veröffentl. in Phys. Lett. B
- J.L. GOITY, R.D. PECCEI, D. ZEPPENFELD  
Tumbling and Complementarity in a Chiral Gauge Theory.  
Nucl. Phys. B262 (1985) 95 und DESY 85-051
- M. GÖCKELER, G. SCHIERHOLZ et al.  
Topology of (Lattice) Gauge Fields.  
DESY 85-142
- J.A. GRIFOLS, M. MARTINEZ, J. SOLÀ  
Sneutrino Counting.  
Nucl. Phys. B268 (1986) 151 und DESY 85-112
- F. GUTBROD  
Scaling and String Tension in Pure SU(2) Lattice Gauge Theory.  
DESY 85-092, zur Veröffentl. in Z. Phys.
- K. HAGIWARA, S. KOMAMIYA  
An Alternative Interpretation of the CELLO Dimuon-Dijet Event.  
DESY 85-095, zur Veröffentl. in Phys. Lett. B
- K. HAGIWARA, D. ZEPPENFELD  
Helicity Amplitudes for Heavy Lepton Production in  $e^+e^-$  Annihilation.  
DESY 85-133
- K. HAGIWARA, S. KOMAMIYA, D. ZEPPENFELD  
Excited Lepton Production at LEP and HERA.  
Z. Phys. C 29 (1985) 115 und DESY 85-025
- W. HOLLIK  
Weak Corrections to Polarization and Charge Asymmetries in  $e^+e^- \rightarrow \mu^+\mu^-$  around the  $Z^0$ .  
Phys. Lett. B152 (1985) 121
- W. HOLLIK, H.J. TIMME  
Renormalization Scheme Dependence of Electroweak Radiative Corrections.  
DESY 85-099
- J.G. KÖRNER, G. KRAMER, G. SCHULER, B. LAMPE  
 $\gamma_5$  and Infrared Dimensional Regularization.  
Phys. Lett. 164B (1985) 136
- Calculation of the  $O(\alpha_s^2)$  Parity-violating Structure Functions in  $e^+e^- \rightarrow q\bar{q}g$ .  
DESY 85-143
- G. KRAMER, B. LAMPE  
Order  $\alpha_s^2$  Two-jet Cross Section in  $e^+e^-$  Annihilation.  
DESY 85-030
- Longitudinal Jet Cross Sections in Order  $\alpha_s^2$ .  
Comm. Math. Phys. 97 (1985) 257
- G. KRAMER, K. MEETZ  
Current Commutators for the Non-linear  $\sigma$ -model with Wess-Zumino Term.  
DESY 85-117
- G. KRAMER, W.F. PALMER  
Anomalous Current Commutators in the Non-linear  $\sigma$ -model.  
DOE/ER/01545-359 (1985)
- W. LANGGUTH, I. MONTVAY  
Two-state Signal at the Confinement-Higgs Phase Transition in the Standard SU(2) Higgs Model.  
Phys. Lett. 165B (1985) 135 und DESY 85-094
- W. LANGGUTH, I. MONTVAY, P. WEISZ  
Monte Carlo Study of the Standard SU(2) Higgs Model.  
DESY 85-138, zur Veröffentl. in Phys. B
- M.L. LAURSEN, G. SCHIERHOLZ et al.  
2- and 3-cochains in 4-dimensional SU(2) Gauge Theory.  
DESY 85-062, zur Veröffentl. in Nucl. Phys.
- H. LEHMANN, T.T. WU  
Classical Models of Confinement II.  
Comm. Math. Phys. 97 (1985) 161
- Spreading of Electromagnetic Pulses.  
Journ. Appl. Phys. 58 (1985) 2064
- Classical Models of Confinement with Moving Charges.  
DESY 85-076, zur Veröffentl. in Nucl. Phys. B
- M. LÜSCHER, P. WEISZ  
Computation of the Action for On-shell Improved Lattice Gauge Theories at Weak Coupling.  
Phys. Lett. B (1985) und DESY 85-035

Efficient Numerical Techniques for Perturbative Lattice Gauge Theory Computations.

Nucl. Phys. B266 (1986) 309 und DESY 85-075

M. LÜSCHER

Volume Dependence of the Energy Spectrum in Massive Quantum Field Theories. I. Stable Particle States.

DESY 85-144, zur Veröffentl. in Comm. Math. Phys.

I. MONTVAY

Correlations and Static Energies in the Standard Higgs Model.

DESY 85-005, zur Veröffentl. in Nucl. Phys. B

The Iterative Hopping Expansion Algorithm for Monte Carlo Calculations with Very Light Fermions.

DESY 85-026

G. MÜNSTER

Effective Transfer Matrix for Low-lying Glueball States in Lattice Gauge Theory.

Nucl. Phys. B256 (1985) 67 und DESY 85-007

S. RANDJBAR-DAEMI, C. WETTERICH

Kaluza-Klein Solutions with Non-compact Internal Spaces. BUTP 85/21, zur Veröffentl. in Phys. Lett. B

G. SCHIERHOLZ, J. SEIXAS et al.

Formations and Stability of Quantized (non-Abelian) Magnetic Monopoles: A Lattice Monte Carlo Study.

Phys. Lett. 151B (1985) 69

Patterns of Symmetry Restoration in Gauge Scalar Thermic: A Monte Carlo Simulation of the Georgi-Glashow Model.

Phys. Lett. 157B (1985) 209

B. SHEIKHOESLAMI, R. WOHLERT

Improved Continuum Limit Lattice Action for QCD with Wilson Fermions.

Nucl. Phys. B259 (1985) 572 und DESY 85-024

L.P. SINGH, F. STEINER

Fermionic Path Integrals, the Nicolai Map and the Witten Index.

Phys. Lett. 166B (1986) 155 und CERN-TH.4279/85

F. STEINER

Comment on "Path Integral Solution for a Mie-type Potential".

DESY 85-002, zur Veröffentl. in Phys. Rev. D

Magic Sum Rules for Confinement Potentials.

Phys. Lett. 159B (1985) 397 und CERN-TH.4183/85

C. WETTERICH

Half Integer Charged Hadrons from Higher Dimensions.

DESY 85-122, zur Veröffentl. in Phys. Lett. B

## Veröffentlichte Vorträge

A. ALI

Heavy Flavour Production and Decays.

Proc. of the Vth Top. Conf. on Proton Antiproton Collider Phys., St. Vincent (1985)

Heavy Flavour Production and Weak Mixings.

Proc. of the Int. Symp. on Phys. of Proton Antiproton Collision, Tsukuba (1985) und CERN TH-4207

Dileptons, Electroweak Charge Asymmetry and  $B\bar{B}$  Mixings.

Proc. of the XVIIth Symp. on Multiparticle Dynamics, Kiryat Anavim (1985) und DESY 85-107

K. FREDENHAGEN

Particle Structure of Gauge Theories.

Lecture Notes for the Summer School "Fundamental Problems of Gauge Field Theory", Erice (1985) und DESY 85-120

K. HAGIWARA

Large Missing  $p_T$  Events and Supersymmetry.

Proc. of New Particle '85 Conf., Madison (1985) und DESY 85-101

Is a Light Gluino Still Compatible with the CERN Collider Data?

Topical European Meeting "The Quark Structure of Matter", Strasbourg/Karlsruhe (1985)

H. JOOS

On Geometry and Physics of Staggered Lattice Fermions.

Proc. of the Nato Workshop on "Clifford Algebra", Reidel (1985)

I. MONTVAY

The Standard Higgs Model on the Lattice. Advances in Lattice Gauge Theory.

Tallahasee, Florida (1985), World Scientific, Singapore (1985) und DESY 85-050

G. MÜNSTER

The Strength of Glueball Interactions.

Proc. of the Int. Symp. on the Theory of Elementary Particles, Ahrenshoop (1985) und DESY 85-124

R.D. PECCEI

Physics Possibilities of Lepton and Hadron Colliders.

Proc. of the 5th Top. Conf. on Proton Antiproton Collider Phys., St. Vincent (1985) und DESY 85-040

Gauge Theories, Spontaneous Symmetry Breaking and Electroweak Interaction.

Proc. of the Advanced Course in Theoretical Phys. (Quarks and Leptons), Stellenbosch (1985) und DESY 85-053

The Pion Mass: Looking for its Origins.

Proc. of the Kyoto Int. Symp.: The Jubilee of the Meson Theory (Meson 50), Kyoto (1985) und DESY 85-104

Mass Generation in Composite Models.

Proc. of the 1985 INS Symp. on Composite Models of Quarks and Leptons, Tokyo (1985) und DESY 85-113

Status of the Standard Model.

Proc. of the 1985 Annual Meeting of the Division of Particles and Fields of the American Phys. Soc., Eugene, Oregon (1985) und DESY 85-121

Quarks and Leptons as a Coset Phenomenon.

Proc. of the XIVth Int. Colloquium on Group Theoretical Methods in Physics, Seoul (1985) und DESY 85-136

G. SCHIERHOLZ

Status of Hadron Mass Calculations in Lattice QCD.

Invited talk, Proc. of the "Workshop on Non-perturbative Methods", Montpellier (1985)

Topology in Lattice Gauge Theory.

Invited talk, Proc. of "Lattice Gauge Theory - A Challenge in Large Scale Computing", Wuppertal (1985)

F. STEINER

Path Integrals in Polar Co-ordinates from eV to GeV.

Proc. of the Bielefeld Encounters in Phys. and Math., "Path integrals from meV to MeV", Bielefeld (1985) und CERN TH-4257/85

Spectral Sum Rules for Confinement Potentials.

Proc. of the Advanced Research Workshop, "Fundamental Aspects of Quantum Theory", Como (1985) und CERN TH-4346/85

C. WETTERICH

Quark and Lepton Masses in a Six Dimensional SO(12) Model.

Proc. of the International Symp. on Particles and the Universe, Thessaloniki (1985) und DESY 85-106

D. ZEPPENFELD

Chiral Gauge Theories at Large N.

Proc. of the Int. Europhys. Conf. on High Energy Phys., Bari (1985)

### Vorträge

A. ALI

QCD,  $\gamma\gamma$  and Heavy Quark Physics at LEP.

LEP Phys. Jamboree, CERN, Genf (1985)

QCD in  $e^+e^-$  and  $p\bar{p}$  Collisions.

Int. School of Subnuclear Physics on "Old and New Forces of Nature", 22nd Course, Erice (1985)

Hard Collisions in Proton Antiproton Collisions.

Univ. Mainz (1985)

Heavy Quark Physics at LEP.

Inst. of High Energy Phys. und Univ. of Helsinki (1985)

F. CORNET

Phenomenology of Colored Bosons.

Univ. Aut6noma de Barcelona (1985)

W. HOLLIK

$e^+e^- \rightarrow \mu^+\mu^-$  around the  $Z^0$ .

DPG-Tagung, M6nchen (1985)

G. INGELMAN

Evidence for Pomeron-Quark Interactions and Longitudinal Event Structure in Proton Diffraction. Do High-pt Protons Signal Diquark Scattering?

Lund Univ. (1985)

Facts and Fancy in Fragmentation.

Univ. Bonn (1985)

H. JOOS

On the Dirac-K6hler Equation.

MPI f. Physik, M6nchen (1985)

M. L6USCHER

Improved Lattice Gauge Theories.

Niels Bohr Centennial Conf., Kopenhagen (1985)

How Can one Calculate  $\pi\pi$  Scattering Lengths in Lattice QCD?

IXth Gwatt Workshop on Field Theory and Condensed Matter (1985)

I. MONTVAY

Monte Carlo Calculations in the Standard SU(2) Higgs Model.

Univ. Freiburg (1985)

G. M6UNSTER

Das Quark-Confinement.

Plenarvortrag, DPG-Tagung, M6nchen (1985)

R.D. PECCEI

A High Energy Look at Low Energy - The Axion Story.

Kolloquiumsvortrag, KFA J6ulich (1985)

Elementary Particle Physics and Cosmology.

Kolloquiumsvortrag, KfK Karlsruhe (1985)

Composite Models of Leptons and Quarks.

CERN Academic Training Lectures, Genf (1985)

Physics Opportunities at HERA.

NIKHEF Annual Meeting, Amsterdam (1985)

Physics at LEP at High Energies.

LEP Jamboree, CERN, Genf (1985)

Report on the LEP Jamboree.

Restricted ECFA Meeting, Orsay (1985)

Physics Possibilities at HERA.

Theoretical Seminar, MIT and HEPAP Meeting on



Hadron Colliders and Fixed Targeted Physics, Fermilab, Batavia (1985)

Some Aspects of Chiral Gauge Theories.  
Theor. Seminar, MIT, Yale Univ. and Univ. of Lisbon (1985)

Composite Models.  
Plenarvortrag, Xth Int. Conf. on Weak Interactions, Savonlinna (1985)

Superstrings vs Compositeness.  
Panel Discussion, Int. Europhys. Conf. on High Energy Phys., Bari (1985)

Theoretical Aspects of Composite Models.  
Lectures, 17<sup>e</sup> École d'Été de Physique des Particules, les, Clermont Ferrand (1985)

Composite Modes.  
Lectures, II<sup>nd</sup> Hellenic School of Elementary Particles, Kerkyra (1985)

Mass Generation in Composite Models.  
Seminarvortrag, RWTH Aachen (1985)

Looking beyond the Standard Model.  
Kolloquiumsvortrag, Freie Univ. Berlin (1985)

G. SCHIERHOLZ  
Gittereichtheorien.  
Univ. Regensburg (1985)

String Theories and Glueball Masses.  
Cosener's House Meeting on Lattice Gauge Theory, Abingdon (1985)

Recent Results in Lattice Gauge Theory.  
NORDITA, Kopenhagen (1985) und  
Univ. Heidelberg (1985)

Lattice Gauge Theory, QCD Kindergarten.  
Bad Honnef (1985)

Topology in Lattice Gauge Theory.  
Niels Bohr Centennial, Kopenhagen (1985)

F. STEINER  
Anwendungen des Pfadintegrals in der Quantenmechanik.  
Univ. Karlsruhe (1985)

Magic Sum Rules for Confinement Potentials.  
CERN, Genf (1985)

Path Integration in Polar Co-ordinates.  
Univ. Turin (1985)

Magic Special Sum Rules for Quantum Billiards.  
Univ. Genf (1985)

Applications of the Feynman Path Integral.  
Univ. Lausanne (1985)

C. WETTERICH  
Quark and Lepton Masses from Higher Dimensions.

DESY-Workshop "Physics at the Fermi Scale", Hamburg (1985)

D. ZEPPENFELD  
Massless Fermions in Large N Chiral Models.  
Niels Bohr Inst., Kopenhagen (1985)

Masselose Teilchen im  $N \rightarrow \infty$  Limes chiraler Eichtheorien.  
DPG-Tagung, München (1985)

Signals for Excited States at LEP and HERA.  
Niels Bohr Inst., Kopenhagen (1985)

Anwendungen der Adler-Bell-Jachiw Anomalie.  
Univ. Kiel (1985)

Signatures for Heavy Lepton Pair Production.  
MPI f. Physik, München (1985)

Massless Fermions in Chiral Gauge Theories.  
Univ. Groningen (1985)

#### Dissertation

B. LAMPE  
Der 2-Jet-Wirkungsquerschnitt in der Ordnung  $\alpha_s^2$ .  
Univ. Hamburg (1985)  
DESY T 85-01

#### Diplomarbeiten

K. HEINEMANN  
Analyse der einparametrischen, konformen Transformationsgruppen im Minkowskiraum und die Modularstruktur lokaler Algebren eines freien, masselosen Quantenfeldes.  
Univ. Hamburg (1985)

J. KRÜGER  
Klassische Lösungen der Dirac-Kähler-Gleichung.  
Univ. Hamburg (1985)

K. PINN  
Effektive dielektrische Wirkungen für Gittereichtheorien und eine Monte-Carlo-Methode zu ihrer Berechnung für die Eichgruppe SU(2).  
Univ. Hamburg (1985)

M. SCHÄFER  
Die Symmetriegruppe von Gitterfermionen und ihre Darstellungen.  
Univ. Hamburg (1985)

B. TIBKEN  
Effektive dielektrische Wirkungen für Gittereichtheorien und Ausintegration der dielektrischen Felder darin.  
Univ. Hamburg (1985)

C. WIECZERKOWSKI  
Effektive dielektrische Wirkungen für Gittereichtheorien

und Eigenschaften ihrer Hochtemperaturentwicklungen.  
Univ. Hamburg (1985)

### Technische Entwicklungen und Dienste

---

#### Veröffentlichte Vorträge

A. DEUTER, W. NEFF, H. QUEHL, H.-J. STUCKENBERG, P. LEU, E. LOHRMANN, F. SCHMIDT, P. WILHELM

A Multiprocessor System for Parallel Proton Tracking.  
Proc. of the Conf. "Computing in High Energy Physics",  
Amsterdam (1985)

G. HOCHWELLER

Experiences with the Introduction of a CAD System for  
PCB Developments.

Proc. of the NICE Conf., Kopenhagen (1985)

#### Vortrag

H.-J. STUCKENBERG

Ergebnisse der Konferenz "Computing in High Energy  
Physics", Amsterdam (1985).

Seminarvortrag, Univ. Hamburg (1985)

## M-Bereich

#### Veröffentlichungen

D.P. BARBER, H. MAIS, G. RIPKEN,  
R. ROSSMANITH

A General Harmonic Spin Matching Formalism for the  
Suppression of Depolarization by Closed Orbit Distortion  
in Electron Storage Rings.

DESY 85-044

J. BUON, K. STEFFEN

HERA Variable-Energy "Mini" Spin Rotator and  
Head-on ep Collision Scheme with Choice of Electron  
Helicity.

DESY 85-128

R.D. KOHAUPT

Longitudinal and Transverse Single Bunch Instabilities  
Induced by Orbit Dependent Higher Order Mode Losses.  
DESY 85-059

On Multi-Bunch Instabilities for Fractionally Filled Rings.  
DESY 85-139

Longitudinal-Transverse Mode Coupling in Localized  
Structures with Orbit Dependent Higher Order Mode  
Losses.

DESY 85-140

S.R. MANE

A Derivation of the Derbenev-Kondratenko Formula Using  
Semi-classical Electrodynamics.

DESY 85-125

T.O. NIINIKOSKI, R. ROSSMANITH

Self-polarization of Protons in Storage Rings.

CERN-EP/85-46

A. PIWINSKI

On the Transverse Forces Caused by the Curvature.

CERN/LEP-TH/85-43

M. PLACIDI, R. ROSSMANITH

A Laser Polarimeter for LEP.

LEP-Note 539, Genf (1985)

G. RIPKEN

Non-linear Canonical Equations of Coupled Synchro-  
Betatron Motion and their Solution within the  
Framework of a Non-Linear 6-Dimensional (Symplectic)  
Tracking Program for Ultra-relativistic Protons.

DESY 85-084

R. ROSSMANITH, R. SCHMIDT

Compensation of Depolarizing Effects in Electron-  
Positron Storage Rings.

Nucl. Instr. Meth. A236 (1985) 231

R. ROSSMANITH

Skew-Quadrupole Compensation of Solenoids and  
Polarization.

LEP-Note 525, Genf (1985)

P. SCHMÜSER

Experiments with Polarized Electron Beams at HERA.  
J. Phys. C2-583 (1985)

Supraleitende Magnete für HERA.

Phys. in unserer Zeit, 16. Jahrg. Nr. 1 (1985)

The Electron-Proton Colliding Beam Facility HERA.

Nucl. Instr. Meth. A235 (1985) 201

K. STEFFEN

Preliminary Lattice Proposal for Polarized Beam  
Acceleration in SSC.

SSC-40, Berkeley (1985)

Toward an SSC Lattice Design with Two Achromatic Clusters of Interaction Regions.  
SSC-SR-1015, Berkeley (1985)

T. WEILAND

On the Unique Solution of Maxwellian Eigenvalueproblems in Three Dimensions.  
Particle Accelerators 17 (1985)

Two-Beam, Wake Field and Millimeter Wave Accelerators.  
ECFA Vol. 85/91 (1985)

Summary of Near Field Accelerator Working Group.  
ECFA Vol. 85/91 (1985)

Neue Verfahren zur Teilchenbeschleunigung.  
Phys. Blätter, Vol. 41 (1985) 380

F. WILLEKE

Using the TEVATRON Beam Position Monitor System to Investigate Transverse Phase Space.  
Fermilab TM-1309-1700 (1985)

Analytical Study of the TEVATRON Nonlinear Dynamics.  
Fermilab FN-422-1700 (1985)

#### Veröffentlichte Vorträge

H.R. BARTON jr., M. CLAUSEN, G. HORLITZ (Vortragender), G. KNUST, H. LIERL  
The Refrigeration System for the Superconducting Proton Ring of the Electron Proton Collider HERA. Plenaryvortrag, Cryogenic Engineering Conf., Cambridge/USA (1985), zur Veröffentlichung in *Advances in Cryogenic Engineering*, Vol. 31 und DESY HERA 85-13

U. BERGHAUS, W. KRIENS, S. PÄTZOLD  
Magnetic Field Measurements of the DESY II Magnets.  
Proc. of the Particle Acceleration Conf., Vancouver (1985), IEEE Trans. Nucl. Science NS-32 (1985) 3622 und DESY M 85-08

W. BIALOWONS, H.D. BREMER, F.J. DECKER, R. KLATT, H.C. LEWIN, S. OHSAWA, G.A. VOSS, T. WEILAND  
Wake Field Work at DESY.  
Proc. of the Particle Acceleration Conf., Vancouver (1985), IEEE Trans. Nucl. Science NS-32 (1985) 3471 und DESY M 85-08

W. BIALOWONS, H.D. BREMER, F.J. DECKER, H.C. LEWIN, S. OHSAWA, G.A. VOSS, T. WEILAND  
Wake Field Acceleration for  $e^+e^-$  Physics in the TeV Range.  
Proc. of the Int. Europhys. Conf. on High-energy Phys., Bari (1985)

W. BOTHE, P. PILLAT

Magnet Excitation Circuits for DESY II.  
Proc. of the Particle Acceleration Conf., Vancouver (1985), IEEE Trans. Nucl. Science NS-32 (1985) 3752 und DESY M 85-08

C. BOVET, B.W. MONTAGUE, M. PLACIDI, R. ROSSMANITH

Polarization of Beams in LEP.  
Proc. of the Particle Acceleration Conf., Vancouver (1985), IEEE Trans. Nucl. Science NS-32 (1985) 1911 und CERN/LEP-BI/85-17

R. BRINKMANN

Layout and Optics of the Proton Transfer Line for HERA.  
Proc. of the Particle Acceleration Conf., Vancouver (1985), IEEE Trans. Nucl. Science NS-32 (1985) 3069 und DESY M 85-08

HERA STRAIGHT SECTION LATTICE DESIGN GROUP (prepared by R. BRINKMANN, J. ROSSBACH)  
HERA Straight Sections for Head On Electron-Proton Interactions.

Proc. of the Particle Acceleration Conf., Vancouver (1985), IEEE Trans. Nucl. Science NS-32 (1985) 1647 und DESY M 85-08

D. DEGÉLE

Some Aspects of HERA.  
Proc. of the Int. Europhys. Conf. on High-energy Phys., Bari (1985)

B. DWERSTEG, W. EBELING, W.D. MÖLLER, D. PROCH, D. RENKEN, J. SUSTA, H.P. VOGEL  
Beam Test of a 9-Cell Superconduction Cavity in the PETRA Storage Ring.  
Proc. of the Particle Acceleration Conf., Vancouver (1985), IEEE Trans. Nucl. Science NS-32 (1985) 3596 und DESY M 85-08

B. DWERSTEG, E. SEESSELBERG, A. ZOLFAGHARI  
Higher Order Mode Couplers for Normal Conducting DORIS 5-Cell Cavities.  
Proc. of the Particle Acceleration Conf., Vancouver (1985), IEEE Trans. Nucl. Science NS-32 (1985) 2797 und DESY M 85-08

D.A. FINLEY, R. P. JOHNSON, F. WILLEKE  
Control and Initial Operation of the FERMILAB Low  $\beta$  Insertion.

Proc. of the Particle Acceleration Conf., Vancouver (1985), IEEE Trans. Nucl. Science NS-32 (1985) 1678

THE DESY II COLLABORATION (presented by G. HEMMIE)

Status Report on the DESY II Synchrotron.  
Proc. of the Particle Acceleration Conf., Vancouver (1985), IEEE Trans. Nucl. Science NS-32 (1985) 1641 und DESY M 85-08

- G. HEMMIE, U. BERGHAUS, H. BÖTTCHER,  
E. DASSKOWSKI, H.R. HELLER, G. MEYER,  
G. NAWRATH, F. SCHWICKERT, K. SINRAM,  
G. WÖBKE, H. WÜMPELMANN  
Design, Construction and Performance of the DESY II Magnets.  
Proc. of the Particle Acceleration Conf., Vancouver (1985), IEEE Trans. Nucl. Science NS-32 (1985) 3625 und DESY M 85-08
- G. HORLITZ, H. LIERL, P. SCHMÜSER  
Computer Calculations on Steady-state Operation and Different Modes of Cool down and Warm up of the HERA Superconducting Proton Ring.  
Cryogenic Engineering Conf., Int. Cryogenic Materials Conf., Cambridge/USA (1985), zur Veröff. in Advances in Cryogenic Engineering, Vol. 31 und DESY HERA 85-20
- R.P. JOHNSON, F. WILLEKE  
TOM, a Program for Interactive Lattice Design.  
Proc. of the Particle Acceleration Conf., Vancouver (1985), IEEE Trans. Nucl. Science NS-32 (1985) 1681
- R. KLATT, R.D. KOHAUPT, T. WEILAND  
Theoretical Prediction of Head Tail Tune Shift in PETRA.  
Proc. of the Particle Acceleration Conf., Vancouver (1985), IEEE Trans. Nucl. Science NS-32 (1985) 2356 und DESY M 85-08
- J. KOUPTSIDES, R. BANTHAU, H. HARTWIG  
A Novel Fabrication Technique for Thin Metallic Vacuum Chambers with Low Eddy Current Losses.  
Proc. of the Particle Acceleration Conf., Vancouver (1985), IEEE Trans. Nucl. Science NS-32 (1985) 3584 und DESY M 85-08
- H. MAIS, A. WRULICH  
Studies of Chaotic Behaviour in HERA Caused by Transverse Magnetic Multipole Fields.  
Proc. of the Particle Acceleration Conf., Vancouver (1985), IEEE Trans. Nucl. Science NS-32 (1985) 2252 und DESY M 85-08
- H. NESEMANN, B. SARAU  
Present Limits for the Luminosity, the Beam Current and the Beam Lifetime in DORIS II.  
Proc. of the Particle Acceleration Conf., Vancouver (1985), IEEE Trans. Nucl. Science NS-32 (1985) 1644 und DESY M 85-08
- T.O. NIINIKOSKI, R. ROSSMANITH  
Self-Polarization of Proton and Ion Beams in Storage Rings.  
Proc. of the Vth Int. Symp. on Polarization Phenomena in Nuclear Phys., Osaka (1985) und Proc. of the Workshop on SSC, Ann Arbor (1985)
- A. PIWINSKI  
Computer Simulation of the Beam-Beam Interaction at a Crossing Angle.  
Proc. of the Particle Acceleration Conf., Vancouver (1985), IEEE Trans. Nucl. Science NS-32 (1985) 2240
- M. PLACIDI, R. ROSSMANITH  
Transverse and Longitudinal Polarization in LEP.  
Proc. of the Conf. on Testing Electroweak Theory, Trieste (1985) und LEP-Note 545, Genf (1985)
- R. ROSSMANITH  
Increasing the Center of Mass Energy of Storage Rings and Colliders by Lasers.  
Proc. of the Workshop on Laser Acceleration of Particles, UCLA, Los Angeles (1985)
- T. WEILAND  
Computer Modelling of Two- and Three-Dimensional Cavities.  
Proc. of the Particle Acceleration Conf., Vancouver (1985), IEEE Trans. Nucl. Science NS-32 (1985) 2738 und DESY M 85-08
- B.H. WIJK  
Progress with HERA.  
Proc. of the Particle Acceleration Conf., Vancouver (1985), IEEE Trans. Nucl. Science NS-32 (1985) und DESY HERA 85-16
- S. WOLFF  
The Superconducting Magnet System for HERA.  
Plenarvortrag, IXth Int. Conf. on Magnet Technology, Zürich (1985) und DESY HERA 85-21

### Vorträge

D.A. EDWARDS, R.P. JOHNSON, F. WILLEKE  
Test of Orbital Dynamics Using the TEVATRON.  
Workshop on Orbital Dynamics and Applications to Accelerators, Berkeley (1985)

R.D. KOHAUPT  
Instabilitäten - Zentrales Problem in Speicherringen.  
Kolloquiumsvortrag, Univ. Dortmund (1985)

H. LIERL  
HERA - The ep Colliding Beam Facility at DESY.  
LAL, Orsay (1985)

H. MAIS  
Nichtlineare Probleme des Speicherrings.  
DPG-Tagung, München (1985)

Nichtlineare Dynamik in HERA.  
Seminarvortrag, KFA Jülich (1985)

**Particle Tracking.**

Seminarvortrag, CERN Accelerator School,  
Oxford (1985)

Nichtlineare Teilchendynamik im Speicherring.  
NLD Tage der KFA Jülich, Bad Honnef (1985)

**Chaos in der Physik.**

Kolloquiumsvortrag, Karl-Marx-Univ. Leipzig (1985)

Teilchenbahnen im Speicherring - Ein Beispiel nicht-  
linearer (chaotischer) Dynamik.

Seminarvortrag, Karl-Marx-Univ. Leipzig (1985)

**Neue Beschleunigungstechniken.**

Seminarvortrag, Karl-Marx-Univ. Leipzig (1985)

**A. PIWINSKI**

Synchro-Betatron Resonances.

Joint US/CERN School on Particle Accelerators  
(Nonlinear Dynamics), Sardinia (1985) und  
CERN Accelerator School, Oxford (1985) und  
LEP-Seminar, Genf (1985)

**Intra-Beam Scattering.**

CERN Accelerator School, Oxford (1985)

**U. van RIENEN, T. WEILAND**

Triangular Discretization Method for the Evaluation of  
RF-Fields in Cylindrically Symmetric Cavities.

COMPUMAG Conf. on the Computation of Electro-  
magnetic Fields, Fort Collins (1985)

**R. ROSSMANITH**

Feasibility of Obtaining Transverse and Longitudinal Po-  
larization in LEP and some Remarks on its Application.

LEP Theory Seminar, Genf (1985)

Polarized Beams in Electron-Positron Storage Rings  
(Technique and Physics).

Seminarvortrag CEBAF, Newport News (1985)

A New Longitudinal Polarization Scheme for LEP.

Seminar BNL, Brookhaven (1985)

**Polarization at LEP.**

ALEPH-Seminar, Genf (1985)

**P. SCHMÜSER**

The HERA Machine.

Seminarvortrag, NIKHEF Amsterdam (1985)

HERA: The Physics and the Machine.

VIIIth Warsaw Symp. on Elementary Particle Phys.,  
Kazimierz (1985)

Neue Elementarteilchen und die Vereinheitlichung der  
Grundkräfte der Natur.

Seminarvortrag, MPI f. Festkörperf., Stuttgart (1985)

**Progress with HERA.**

Plenarvortrag, American Phys. Soc. Meeting,  
Eugene (1985)

**K. STEFFEN**

Basic Accelerator Optics (5 lectures).

Vortragsreihe im CERN Academic Training Program,  
Genf (1985)

**G.-A. VOSS**

Neues vom DESY.

Math.-Naturwiss. Unterrichtstagung,  
Bremerhaven (1985)

**T. WEILAND**

Status of the Very High Gradient Wake Field

Accelerator Project at DESY.

Accelerator Seminar, SLAC, Stanford Univ. (1985)

Der Wake Field Transformator - Ein Weg in den  
TeV Bereich?

Kolloquiumsvortrag, MPI f. Chemie, Univ. Mainz (1985)

Ein Weg zur Elektron-Positron Physik im TeV Bereich:  
Das Wake Field Prinzip.

Seminarvortrag, Univ. Freiburg (1985)

Der Wake Field Transformator - Ein möglicher Weg zur  
TeV Physik mit Elektron-Positron-Kollisionen.

Seminarvortrag, Univ. Bonn (1985) und Kolloquiums-  
vortrag, Univ. Erlangen-Nürnberg (1985)

Numerische Lösungen der Maxwell'schen Gleichungen.  
Seminarvortrag, KfK Karlsruhe (1985)

Neue Beschleuniger-Methoden.

Herbstschule für Hochenergiephys., Maria Laach (1985)

Three Dimensional Resonator Mode Computation by  
Finite Difference Method.

COMPUMAG Conf. on the Computation of Electro-  
magnetic Fields, Fort Collins (1985)

**B.H. WIJK**

Electron-Proton Collisions at High Energies.

Univ. Genf (1985)

HERA (Hadron Elektron Ring Anlage).

GENTNER Symp., Nof-Ginossar (1985)

**Dissertation****J. KEWISCH**

Depolarisation der Elektronenspins in Speicherringen  
durch nichtlineare Spin-Bahn-Kopplung.

Univ. Hamburg (1985)

DESY 85-109

**Diplomarbeit****F. ZWACK**

Nichtlineare Simulationsberechnungen des Polarisations-  
grades bei DORIS II und ein neues Laserpolarimeterkon-

zept bei PETRA.  
Univ. Hamburg (1985)  
DESY M 85-03

### HERA-Berichte

Proc. of the Discussion Meeting on HERA-Experiments  
(Genoa 1984).  
DESY HERA 85-01

W. BARTEL et al.  
Synchrotron Radiation Background at the HERA  
Interaction Regions.  
DESY HERA 85-15

J. BUON  
Depolarization Enhancement due to Energy Spread versus  
Beam Energy in the HERA Electron Ring.  
DESY HERA 85-08

D. KISIELEWSKA, L. SUSZYCKI, J. CHWASTOWSKI,  
A. DWARAZNY, A. ESKREYS, M. ZACHARA,  
J. ENGELEN  
Fast Luminosity Monitoring at HERA.  
DESY HERA 85-25

G. KNIES  
COMPASS.  
DESY HERA 85-17

LOU HAND, A. SKUJA  
Polarization Optimization in Electron Storage Rings with  
Dipole Spin Rotators.  
DESY HERA 85-18

J. MAIDMENT, E. KARANTZOULIS  
Estimates of Intra-Beam Scattering in HERA.  
DESY HERA 85-12

S.R. MANE  
FIDO: A Computer Code for Harmonic Spin Matching.  
DESY HERA 85-23

J. ROSSBACH  
Required Strengths of Dipole and Quadrupole Correction  
for the HERA Proton Ring.  
DESY HERA 85-04

K. STEFFEN  
Variable Energy Rotator E2 with Reduced Excitation of  
Vertical Betatron Oscillations. Principal Description and  
Technical Layout of all Electron Bending Magnets in the  
Straight Section Lattice.  
DESY HERA 85-07

HERA Variable Energy Mini Spin Rotator E3.  
DESY HERA 85-09

Basic Course on Accelerator Optics.  
DESY HERA 85-10

Überarbeitete Parameter zur Konstruktion der Rotator-  
magnete und Sonderdipole im HERA e-Ring.  
DESY HERA 85-19

Note on the Choice of Siberian Snake Configurations in  
Proton Rings.  
DESY HERA 85-24

D. TRINES  
Requirements on the Holes for Pumping at the HERA Cold  
Vacuum Pipe.  
DESY HERA 85-02

The HERA Cold Bore Vacuum System.  
DESY HERA 85-22

SHU-HONG WANG  
20 mA  $H^-$  Beam Performance at HERA Proton Linac.  
DESY HERA 85-03

A. WRULICH  
Tracking and Special Processors.  
DESY HERA 85-06

Tolerances for Sextupole Displacement Errors.  
DESY HERA 85-11

Various Sextupole.  
DESY HERA 85-14

### Interne Berichte

A. ACKERMANN  
Analysis of a Systematic Error in Field Measurements of  
Quadrupole Magnets, Using the Algebraic Software  
Package REDUCE.  
DESY M 85-10

H. DWERSTEG, H. MUSFELDT  
Alternative zum magischen T als Senderleistungsteiler.  
DESY M 85-12

C. PALM, U. van RIENEN, T. WEILAND  
URMEL and URMEL-T USER Guide.  
DESY M 85-11

J. PETERS  
Rectangular and Circular Couplers for the DESY Nine  
Cell Superconducting Cavity.  
DESY M 85-04

J. PETERS, T. WEILAND  
Mode Computation and Measurement of the DESY Nine  
Cell Superconducting Cavity.  
DESY M 85-02

G. STEINBRINK  
Beschreibung der Interlocksysteme für Personensicherheit.  
DESY M 85-05

H.P. VOGEL  
Optimierung der Form von supraleitenden Beschleunigungsresonatoren.  
DESY M 85-09

H. WAGNER, R. STADTMÜLLER  
POCAL Manual.  
DESY M 85-01

### Vorläufige Mitteilungen

R. KOSE  
Quadrupole im HERA e-Ring.  
M/VM-85-05

G. MEYER  
Berechnung von Rohrschweißverbindungen.  
M/VM-85-02

J. ROSSBACH  
Emittance Definition for Hollow Ring Beams.  
M/VM-85-01

PETRA II: Optik-Parameter für Injektion und Ejektion.  
M/VM-85-03

Precision Requirements of HERA Correction Dipole Power Supplies with Respect to Electron-Proton Collision.  
M/VM-85-04

### Strahlenschutz

### Veröffentlichungen

H. DINTER  
Absorbed Doses due to Synchrotron Radiation in the Tunnel of the Storage Ring PETRA.  
Nucl. Instr. Meth. A 239 (1985) 597

K. TESCH  
A Simple Estimation of the Lateral Shielding for Proton Accelerators in the Energy Range 50 to 1000 MeV.  
Rad. Prot. Dos. 11 (1985) 165

### Interne Berichte

H.-J. LANGANKE  
Kurze Einführung in das Programmsystem MORSE-CG mit Anleitung zur Benutzung bei DESY.  
D3-55 (1985)

H. DINTER  
Synchrotronstrahlung im HERA-Tunnel.  
D3-56 (1985)

H. DINTER, K. TESCH  
Ergebnisse von Strahlenschutzmessungen am DESY im Jahre 1985.  
D3-58 (1985)

## Z-Bereich

### Datenverarbeitung

#### Vorträge

E. BASSLER  
Das Graphische Editier Programm GEP.  
14. Sitzung des AGF-Koordin.Aussch. "Graphische Datenverarbeitung", Hamburg (1985)

E. FREYTAG  
Selected Computing Problems in High-energy Physics. Supercomputer Simulations in Chemistry.  
Symposium, Montreal (1985)

Data Storage - Where do we Store Terabytes of Data?  
Computing in High-energy Phys., Amsterdam (1985)

---





---

**Herausgeber:**  
Deutsches Elektronen-Synchrotron DESY  
Notkestraße 85, D - 2000 Hamburg 52  
Telefon (040) 8 99 80, Telex 2 15 14

**Drucklegung:**  
Dezember 1986

**Herstellung und Gestaltung:**  
-PR-Öffentlichkeitsarbeit

**Satz und Layout:**  
(NEWLIB/L<sup>A</sup>T<sub>E</sub>X)  
-R02-Datenverarbeitung  
-PR-Öffentlichkeitsarbeit

**Druck und Verarbeitung:**  
HB-Druck H. Bung, Hamburg

**Titelbild:**  
Freigabe-Nr. 537/86 LA HH

**I S S N 0179-9282**

---

# HERA

## Stand 1985

