

DESY

JBD

3

AN - VI -

Archiv



WISSENSCHAFTLICHER JAHRESBERICHT 1987

DESY



10111





Wissenschaftlicher Jahresbericht 1987 Deutsches Elektronen-Synchrotron DESY

Inhalt

Vorspann	7
Bereich Forschung	29
Bereich Maschinen	147
Bereich Zentrale Datenverarbeitung, Entwicklung und Betrieb	205
Veröffentlichungen und Vorträge	233

Vorspann

Inhalt

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



Vorwort

Der Wissenschaftliche Jahresbericht von DESY will ein möglichst vollständiges, ausgewogenes Bild geben von den vielfältigen Arbeiten und Ergebnissen, die das Laboratorium und seine zahlreichen wissenschaftlichen Gäste in einem Jahr erreicht haben.

Im Jahr 1987 war der Bau von HERA wieder der bestimmende Schwerpunkt der Arbeiten für die meisten DESY-Mitarbeiter und viele Gäste. Dabei wurden große und wichtige Fortschritte erzielt, von denen einige beispielhaft schon hier genannt seien:

*HERA-
Beschleuniger*

- Die unterirdischen Bauwerke wurden praktisch fertiggestellt. Markanter Meilenstein war die Rückkehr der Schildvortriebsmaschine HERAKLES in der Halle Süd am 19. August, nach einem 6.3 km langen Weg.
- Die Installation des Elektronenringes wurde begonnen und ist weit fortgeschritten.
- Beide Einschußkanäle wurden mit Positronen- bzw. Elektronenstrahlen getestet, und Anfang November konnte ein Elektronenstrahl in ein ca. 120 m langes Stück des HERA-Elektronenringes eingeschossen werden.
- Die Entwicklungsarbeiten für die supraleitenden Magnete des HERA-Protonenringes wurden erfolgreich abgeschlossen, und die Vorbereitung der industriellen Produktion macht gute Fortschritte.
- Die große Kälteanlage hat den Abnahmetest bestanden.
- Die Magnetmeßhalle für die supraleitenden Magnete ist installiert und für Serienmessungen bereit.
- Der Aufbau der neuen Injektionsbeschleuniger für Protonen macht gute Fortschritte.

Eine eindrucksvolle Liste, die sich fortsetzen ließe, wie ein Blick in den HERA-Teil dieses Jahresberichtes zeigt.

Diese großen Fortschritte waren angesichts der sehr angespannten Personalsituation nur möglich durch den hohen persönlichen Einsatz vieler DESY-Mitarbeiter und Gäste. Ihnen sei an dieser Stelle herzlich gedankt. Dankbar erwähnt sei auch die Mitarbeit der zahlreichen Gäste aus China und Polen, die wesentlich zum Bau von HERA beitragen.

Die internationale Zusammenarbeit beim Bau von HERA hat auch im Jahr 1987 gute Fortschritte gemacht; erste Komponenten aus Kanada und aus den Niederlanden sind bereits bei DESY eingetroffen.

HERA-Experimente

Die Vorbereitungen für den Bau der beiden HERA-Detektoren H1 und ZEUS sind gut angelaufen; die Aufträge für die großen Komponenten sind erteilt, und die beteiligten Institute aus dem In- und Ausland haben die Arbeiten zum Bau und Test der von ihnen übernommenen Teile der Detektoren aufgenommen. Beide Kollaborationen planen, im Sommer 1990 zur Datennahme bei HERA bereit zu sein.

Hochenergiephysik

Nach dem Abschalten von PETRA als e^+e^- -Speicherring am 3.11.1986 war das Jahr 1987 bei den PETRA-Experimenten der Datenanalyse gewidmet, speziell der Daten aus dem Jahr 1986. In einem besonderen ganztägigen Kolloquium wurden am 4. Juni 1987 die wichtigsten bei PETRA erzielten Ergebnisse noch einmal zusammenfassend vorgetragen, unter weitgehender Berücksichtigung der neuesten Daten aus dem letzten Betriebsjahr.

Wegen der Installation des Protonen-Synchrotrons für die HERA-Injektion im DESY-Tunnel konnte DORIS im ganzen Jahr 1987 nicht als e^+e^- -Speicherring betrieben werden, und deshalb konnte ARGUS keine neuen Daten nehmen.

Mit den früher, besonders 1986, genommenen Daten bei 10.6 GeV Schwerpunktsenergie ($Y(4S)$ -Resonanz) gelangen ARGUS zwei wichtige Entdeckungen:

1. Die $B^0\bar{B}^0$ -Oszillation, bei der sich ein B^0 -Meson (bestehend aus einem b- und einem \bar{d} -Quark) spontan in sein Antiteilchen verwandelt. Sie tritt nach den ARGUS-Beobachtungen viel häufiger auf als vorher erwartet, was verschiedene interessante Konsequenzen hat.
2. Der direkte Zerfall des schweren b-Quarks in das leichte u-Quark — lange gesucht und jetzt von ARGUS in einem sehr spezifischen Zerfallskanal entdeckt.

Beide Ergebnisse fanden große internationale Resonanz.

Synchrotronstrahlung

DORIS wurde im Jahr 1987 zweimal je fünf Wochen als Synchrotronstrahlungsquelle betrieben. Der umfangreiche Jahresbericht von HASYLAB zeigt die dabei erzielte reiche wissenschaftliche Ausbeute, an der auch EMBL und die drei Projektgruppen der Max-Planck-Gesellschaft regen Anteil hatten. Zum ersten Mal wurden Ergebnisse mit dem neuen Röntgenwiggler gewonnen.

Lepton-Photon-Konferenz

Ein Höhepunkt des Jahres war die internationale Konferenz über Lepton- und Photon-Wechselwirkungen bei hohen Energien, die auf Einladung von DESY vom 27. bis zum 31. Juli 1987 in Hamburg stattfand. Etwa 720 Physiker aus 36 Ländern trafen sich im Hamburger Kongreßzentrum. Die Ergebnisse von DORIS und PETRA fanden bei der Tagung viel Interesse.

Im Jahr 1987 erhielt DESY von seinen Zuwendungsgebern, der Bundesrepublik Deutschland und der Freien und Hansestadt Hamburg, Mittel in Höhe von 371,9 Mio DM für Betrieb und Investitionen, darin enthalten sind 232,7 Mio DM für den Bau von HERA.

Wirtschaftsplan

Die Arbeiten bei DESY wurden auch im Jahr 1987 wieder in enger Zusammenarbeit zwischen Wissenschaftlern, die bei DESY angestellt sind, und wissenschaftlichen Gästen aus dem In- und Ausland durchgeführt. An den Hochenergie-Experimenten ARGUS, H1 und ZEUS waren etwa 70 wissenschaftliche Mitarbeiter von DESY (von 1 220 DESY-Mitarbeitern) und über 500 wissenschaftliche Gäste beteiligt, die von 13 deutschen Universitäts- und Forschungsinstituten sowie von 62 ausländischen Instituten¹ zu DESY kamen. (Die beteiligten Institute sind auf S. 19 ff. aufgeführt.)

Nationale und internationale Zusammenarbeit

An den Experimenten mit der Synchrotronstrahlung im HASYLAB waren 1987 von DESY 19 wissenschaftliche Mitarbeiter und von 98 Forschungsinstituten des In- und Auslandes über 500 Gäste beteiligt. Hier sei besonders hervorgehoben die Mitarbeit zahlreicher ausländischer Wissenschaftler beim Europäischen Laboratorium für Molekularbiologie EMBL. Die drei Projektgruppen der Max-Planck-Gesellschaft nahmen ihre Arbeit erfolgreich auf.

Durch die enge Zusammenarbeit mit Universitäten leistet DESY 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 1987 haben 59 Doktoranden ihre Dissertationen fertiggestellt mit Forschungsergebnissen, die an den DESY-Anlagen gewonnen wurden. Neunzig Physik-Studenten, überwiegend der Universität Hamburg, haben ihre Diplomarbeit im Jahr 1987 bei DESY abgeschlossen.

Ausbildung junger Wissenschaftler

Der Jahresbericht 1987 möge allen Freunden von DESY einen interessanten Einblick geben in die Arbeiten und Ergebnisse eines sehr erfolgreichen Jahres.

¹ Diese Gäste kamen aus folgenden Ländern: Italien (97), Großbritannien (53), USA (46), Kanada (40), Polen (32), UdSSR (29), Frankreich (22), Niederlande (11), Tschechoslowakei (11), Japan (9), Belgien (8), Israel (6), Jugoslawien (5), Schweiz (5), Spanien (5), DDR (4), Schweden (2).

Organe der Stiftung und weitere Gremien

Verwaltungsrat

Vertreter der Bundesrepublik Deutschland:

MinDir Dr. **J. Rembser** – (Vorsitzender)

Stellvertreter: RegDir Dr. **H. Deyda** (bis 8.11.1987)

MinR Dr. **H. Schunck** (ab 9.11.1987)

MinDg **V. Knoerich** (bis 31.10.1987)

Stellvertreter: MinR Dr. **E. Haffner** (bis 31.10.1987)

MinR Dr. **E. Haffner** (ab 1.11.1987)

Stellvertreter: **F.-W. Drechsler** (ab 9.11.1987)

(Bundesministerium für Forschung und Technologie)

MinDg Dr. **W. Roth** (bis 29.6.1987)

Stellvertreter: RegDir Dr. **D. Bürgener** (bis 29.6.1987)

RegDir Dr. **D. Bürgener** (ab 30.6.1987)

Stellvertreter: Frau RegDir **H. Scholz** (ab 30.6.1987)

(Bundesministerium der Finanzen)

Vertreter der Freien und Hansestadt Hamburg:

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

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

(Behörde für Wissenschaft und Forschung)

RegDir Dr. **A. Reuß**

Stellvertreter: ORR **W. Münch** (ab 14.4.1987)

(Finanzbehörde)

Direktorium

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

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

Dr. **D.-M. Polter** (Bereich Verwaltung)

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

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

Wissenschaftlicher Rat (WR)

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

Physikalisches Institut der Universität Bonn

Prof. Dr. **J. Drees**

Fachbereich Physik der Universität Wuppertal

(Vorsitzender bis 19.6.1987)

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. **H. Lindenberger**

Hahn-Meitner-Institut Kernforschung Berlin

Dr. **A. Minten**

European Organization for Nuclear Research CERN, Genf

(Vorsitzender ab 19.6.1987)

Prof. Dr. **W. Paul**

Physikalisches Institut der Universität Bonn

(Ehrenmitglied)

Dr. **G. Plass**

European Organization for Nuclear Research CERN, Genf

Prof. Dr. **P. Stähelin**

II. Institut für Experimentalphysik der Universität Hamburg

Prof. Dr. **B. Stech**

Institut für theoretische Physik der Universität Heidelberg

Prof. Dr. **H.-E. Stier**

Fakultät für Physik der Universität Freiburg

Prof. Dr. **J. Treusch**

Kernforschungsanlage Jülich

Prof. Dr. **D. Wegener**

Fachbereich Experimentalphysik der Universität Dortmund

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. E. Gabathuler

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

Prof. Dr. W. Hoogland

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

Prof. Dr. P. Lehmann

Inst. Nat. de Phys. Nucléaire et
Phys. des Particules, Paris (F)

Prof. Dr. J. Sacton, Chairman of ECFA

Inter-University Inst. for High Energy Physics, Brüssel (B)
(ex officio)

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)

Die Mitglieder des **Wissenschaftlichen Rates**

Physics Research Committee (PRC)

Prof. Dr. A. Astbury

Department of Physics, University of Victoria (Can)

Dr. J. Bürger (DESY)

Prof. Dr. B. Gittelman

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

Dr. D. Haidt (DESY)

Prof. Dr. J. Heintze

Physikalisches Institut der Universität Heidelberg

Dr. H.F. Hoffmann (DESY)

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'Accélérateur Linéaire LAL, Centre d'Orsay (F)

Prof. Dr. C. Llewellyn-Smith

Department of Physics, University of Oxford (GB)

Dr. R. Marshall

Rutherford Appleton Lab. Chilton, Didcot (GB)

Prof. Dr. R. Peccei (DESY)

Prof. Dr. C. Prescott

Stanford Linear Accelerator Center SLAC, Stanford CA (USA)

Prof. Dr. K. Pretzl

Max-Planck-Institut für Physik und Astrophysik

Werner-Heisenberg-Institut für Physik, München

Dr. G. Smadja

Centre d'Etudes Nucléaires CEN, Saclay (F)

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. W. Bartel (F 11) | P.E. Kuhlmann (R 1) |
| Dr. H.-J. Besch (F 33)
Universität GHS Siegen | Dr. D. Lüers (F 36)
MPI München |
| Prof. Dr. J.K. Bienlein (F 31) | Prof. Dr. M. Lüscher (T) |
| Dr. B. Bock (F12)
Universität Bonn | Prof. Dr. R. Peccei (T) |
| Dr. D. Degèle (MTH) | Dr. K.H. Ranitzsch (F 36)
IEKP Karlsruhe |
| Dr. H.-C. Dehne (MPY) | J. Roßbach (MPY) |
| J. Dicke (W40) | Prof. Dr. D. Schmidt (F 32)
Universität GHS Wuppertal |
| Prof. Dr. F. Eisele (F 11) | Dr. J. Spengler (F 15)
Universität Dortmund |
| Dr. E. Elsen (F 11)
Universität Heidelberg | Dr. K. Steffen (MTH) |
| C. Falland (F35H) | Dr. H.-J. Stuckenberg (F 56) |
| Prof. Dr. H. Genzel (F 34)
RWTH Aachen | Dr. U. Timm (F 33) |
| Dr. D. Haidt (F 22) | Dr. D. Trines (F 1) |
| P. Harms (PR) | Prof. Dr. P. Waloschek (PR) |
| Prof. Dr. G. Heinzelmann (F 35)
Universität Hamburg | Prof. Dr. K. Wick (F 35)
Universität Hamburg |
| H.-R. Heller (MDE) | Dr. G. Wolf (F 1) |
| Prof. Dr. H. Joos (T) | Dr. R. Zietz (F 41)
FU Berlin, Universitäten
Mainz, München,
Saarbrücken, Wuppertal,
MPI Mainz, MPI Stuttgart |
| Dr. R. Klanner (F 35)
(Vorsitzender) | |
| Dr. G. Knies (F 32) | |
| Dr. W. Koch (F 31) | |
| Dr. K. Königsmann (F 31)
Universitäten Würzburg
und Nürnberg-Erlangen | |

Forschungsbeirat Synchrotronstrahlung (FBS)

Prof. Dr. B. Buras

Risø National Laboratory, Roskilde (DK)

Prof. Dr. K.C. Holmes

Max-Planck-Institut für Medizinische Forschung, Heidelberg
(Vorsitzender)

Dr. G. Materlik

DESY/HASYLAB

Prof. Dr. D. Menzel

Technische Universität München

Prof. Dr. P. Söding

DESY

Prof. Dr. B. Sonntag

Universität Hamburg

Dr. M. Wilkens

MPI Stuttgart

Prof. Dr. H.G. Zachmann

Universität Hamburg

Internationale Zusammenarbeit bei den Experimenten

An der Speicherringanlage HERA

H1

I. Physikalisches Inst. der RWTH Aachen
III. Physikalisches Inst. der RWTH Aachen
Faculté des Sciences, Service de Physique des Particules
Elémentaires, Université Libre de Bruxelles, Faculté
der Wetenschappen, Vrije Universiteit Brussel (B)
Inst. of Nuclear Physics, Cracow (PL)
Physics Dept., Univ. of California, Davis CA (USA)
Rutherford Appleton Lab. Chilton, Didcot (GB)
Inst. für Physik der Universität Dortmund
Dept. of Natural Philosophy, Univ. of Glasgow (GB)
Deutsches Elektronen-Synchrotron DESY, Hamburg
I. Inst. für Experimentalphysik der Universität Hamburg
II. Inst. für Experimentalphysik der Universität Hamburg
Institute of Experimental Physics,
Slovak Academy of Sciences, Kosice (CSSR)
Physics Dept., University of Lancaster (GB)
Physics Dept., University of Liverpool (GB)
Physics Dept., University of Manchester (GB)
Inst. for Theoretical and Experimental
Physics ITEP, Moscow (USSR)
P.N. Lebedev Physical Inst. of the Academy
of Sciences of the USSR, Moscow (USSR)
Max-Planck-Institut für Physik und Astrophysik,
Werner-Heisenberg-Institut für Physik, München
Laboratoire de l'Accélérateur Linéaire LAL, Orsay (F)
Laboratoire de Physique Nucléaire et Hautes Energies,
Ecole Polytechnique, Palaiseau (F)
Laboratoire de Physique Nucléaire et Hautes Energies,
Université Pierre & Marie Curie, Paris (F)
Nuclear Centre, Faculty of Mathematics and Physics,

Charles University, Prague (CSSR)
Institute of Physics,
Czechoslovak Academy of Sciences, Prague (CSSR)
Dept. of Physics, Univ. and
Istituto Nazionale di Fisica Nucleare INFN, Roma (I)
Centre d'Etudes Nucléaires CEN, Saclay (F)
Fachbereich Physik der Universität GHS Wuppertal
Akademie der Wissenschaften der DDR AdW,
Institut für Hochenergiephysik, Zeuthen (DDR)
Physikinstitut der Universität Zürich und
Institut für Mittelenergiephysik der ETH Zürich (CH)

ZEUS

National Institute for Nuclear
and High Energy Physics NIKHEF, Amsterdam (NL)
Istituto di Fisica, Univ. Dell'Aquila (I)
Argonne National Laboratory ANL, Argonne IL (USA)
Physics Dept., Virginia Polytech. Inst.,
Blacksburg VA (USA)
Dipartimento di Fisica, Univ. di Bologna (I)
Physikalisches Inst. der Universität Bonn
H.H. Wills Physics Lab., Univ. of Bristol (GB)
Dept. of Physics, Ohio State Univ., Columbus OH (USA)
Istituto di Fisica, Università delle Calabrie, Cosenza (I)
Inst. of Phys. and Nuclear Techn.,
Academy of Mining and Metallurgy, Cracow (PL)
Inst. of Nuclear Physics, Cracow (PL)
Rutherford Appleton Lab. Chilton, Didcot (GB)
Phys. Dept., York University, Downsview (Can)
Istituto di Fisica, Univ. di Firenze (I)
ENEA Roma, Lab. Nazionale di Frascati (I)
Istituto Nazionale di Fisica Nucleare INFN,
Lab. Nazionale di Frascati (I)
Fakultät für Physik der Universität Freiburg
Deutsches Elektronen-Synchrotron DESY, Hamburg
I. Inst. für Experimentalphysik der Universität Hamburg
II. Inst. für Experimentalphysik der Universität Hamburg

Nevis Labs. and Physics Department,
Columbia University, Irvington NY (USA)

Inst. für Reaktorentwicklung,
Kernforschungsanlage Jülich

Dipartimento di Fisica, Univ. di Lecce (I)

Dept. of Physics, Imperial College, London (GB)

Physics and Astronomy Dept., University College,
London (GB)

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

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

Istituto di Fisica, Univ. di Milano (I)

Physics Dept., McGill Univ., Montreal (Can)

Dept. of Physics, Carleton University, Ottawa (Can)

Dept. of Nuclear Physics, University of Oxford (GB)

Dipartimento di Fisica, Univ. di Padova (I)

Dipartimento di Fisica, Univ. di Palermo (I)

Dept. of Nuclear Phys., Weizmann Institute,
Rehovot (Israel)

Istituto di Fisica, Universita "La Sapienza", Roma (I)

Physikalisches Institut der Universität GHS Siegen

Dept. of Phys., Tokyo Metropolitan Univ., Tokyo (Japan)

Inst. for Nuclear Study, University of Tokyo (Japan)

Istituto di Fisica I, Univ. di Torino (I)

Istituto di Fisica II, Univ. di Torino (I)

Dept. of Physics, Univ. of Toronto (Can)

Istituto di Fisica, Univ. di Trieste (I)

Dept. of Physics, Pennsylvania State Univ.,
University Park PA (USA)

Dept. of Physics, Univ. of Illinois, Urbana IL (USA)

Dept. of Physics, Univ. of Warsaw (PL)

Inst. for Nuclear Studies, Univ. of Warsaw (PL)

Dept. of Physics, University of Manitoba, Winnipeg (Can)

Am Speicherring PETRA

- CELLO**
- Dept. of Natural Philosophy, University of Glasgow (GB)
 - Deutsches Elektronen-Synchrotron DESY, Hamburg
 - II. Institut für Experimentalphysik der Univ. Hamburg
 - Kernforschungszentrum Karlsruhe,
 - Institut für Kern- und Teilchenphysik und
 - Inst. für Experimentelle Kernphys. der Univ. Karlsruhe
 - Max-Planck-Institut für Physik und Astrophysik,
 - Werner-Heisenberg-Institut für Physik, München
 - Laboratoire de l'Accélérateur Linéaire LAL, Orsay (F)
 - Laboratoire de Physique Nucléaire et Hautes Energies,
 - Université de Paris (F)
 - Dept. of Physics, Univ. and Istituto Nazionale di Fisica Nucleare INFN, Roma (I)
 - Centre d'Études Nucléaires CEN, Saclay (F)
 - Department of Physics and Astronomy,
 - University of Tel Aviv (Israel)
- JADE**
- Department of Physics and Astronomy,
 - Maryland University, College Park MD (USA)
 - Rutherford Appleton Lab. Chilton, Didcot (GB)
 - 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)
 - Lab. of Int. Coll. on Elementary Particle Physics
 - and Inst. of Physics, University of Tokyo (Japan)
- MARK J**
- III. Physikalisches Institut der RWTH Aachen
 - Laboratory of Nuclear Science, Massachusetts
 - Institute of Technology MIT, Cambridge MA (USA)
 - Dep. de Physique Nucléaire et Corp. DPNC,
 - Université de Genève (CH)
 - Deutsches Elektronen-Synchrotron DESY, Hamburg
 - Junta de Energia Nuclear JEN, Madrid (E)
 - California Inst. of Techn. CALTECH, Pasadena CA (USA)

Institute of High Energy Physics IHEP
Chinese Academy of Science, Peking (VR China)
Brookhaven National Laboratory BNL, Upton NY (USA)
Akademie der Wissenschaften der DDR AdW,
Institut für Hochenergiephysik, Zeuthen (DDR)
Institut für Hochenergiephysik der ETH Zürich (CH)

PLUTO

I. Physikalisches Institut der RWTH Aachen
Department of Physics, University of Bergen (N)
Department of Physics and Astronomy,
Maryland University, College Park MD (USA)
Dept. of Natural Philosophy, University of Glasgow (GB)
Deutsches Elektronen-Synchrotron DESY, Hamburg
II. Inst. für Experimentalphysik der Univ. Hamburg
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
Physikalisches Institut der Universität Bonn
H.H. Wills Physics Laboratory, University of Bristol (GB)
Rutherford Appleton Lab. Chilton, Didcot (GB)
Inst. für Physik der Universität Dortmund
Deutsches Elektronen-Synchrotron DESY, Hamburg
II. Inst. für Experimentalphysik der Univ. Hamburg
Department of Physics, Imperial College, London (GB)
Dept. of Physics, Queen Mary College, London (GB)
Dept. of Physics, Univ. of Wisconsin, Madison WI (USA)
Dept. de Fisica Teorica, Univ. Autonoma de Madrid (E)
Department of Nuclear Physics, University of Oxford (GB)
Weizmann Institute, Rehovot (Israel)
Fachbereich Physik der Universität GHS Siegen

Am Speicherring DORIS II

ARGUS

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

Crystal Ball

Dept. of Physics, Harvard University,
Cambridge MA (USA)
High Energy Physics Laboratory,
Institute of Nuclear Physics, Cracow (PL)
Physikalisches Institut der Universität Erlangen-Nürnberg
Dept. of Physics, Univ. and Istituto Nazionale di
Fisica Nucleare INFN, Firenze (I)
Deutsches Elektronen-Synchrotron DESY, Hamburg
I. Inst. für Experimentalphysik der Univ. Hamburg
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

Inst. für Kristallographie und Phys. Chemie der Kunststoffe der Rhein.-Westf.
Technischen Hochschule RWTH Aachen

Univ. Aarhus (DK)

Koninklijke/Shell Laboratorium, Amsterdam (NL)

Exxon Research and Engineering Co., Annandale NJ (USA)

Louisiana State University, Baton Rouge LA (USA)

Zentralinst. für Physikal. Chemie der AdW der DDR, Berlin (DDR)

Bundesanstalt für Materialforschung und Prüfung, Berlin

Inst. für Atom- und Festkörperphysik, Freie Univ. Berlin

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

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

Phys.-Techn. Bundesanstalt, Berlin

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

Inst. für Mineralogie und Inst. für Angewandte Physik der TH Darmstadt

Lehrstuhl für Experimentalphysik I der Universität Dortmund

Technical Univ. Eindhoven (NL)

Fachhochschule Ostfriesland, Emden

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

Okmetik Ltd., Espoo (SF)

Inst. für Mineralogie und Kristallographie der Univ. Frankfurt

GKSS Geesthacht

DSM Geleen (NL)

Mineralogisch-Kristallograph. Inst. der Univ. Göttingen

Institut Laue-Langevin, Grenoble (F)

ESRF, Grenoble (F)

Deutsches Elektronen-Synchrotron DESY,

Hamburger Synchrotronstrahlungslabor HASYLAB, Hamburg

European Molecular Laboratory EMBL, Außenstelle Hamburg

Inst. für technische und Makromolekulare Chemie,

Inst. für Phys. Chemie, I./und II. Inst. für Experimentalphys.,

Mineralogisch-Petrogr. Inst. der Univ. Hamburg

Universitätskrankenhaus Eppendorf, Hamburg

MPG, Arbeitsgruppen für Molekularbiologie, Hamburg

University of Science and Technology, Hefei (VR China)
Pathologisches Inst. der Univ. Heidelberg
MPI für Medizinische Forschung Heidelberg
Biologische Anstalt Helgoland
Helsinki Univ. of Techn., Helsinki (SF)
Hebrew Univ. of Jerusalem (Israel)
Inst. für Festkörperforschung der Kernforschungsanlage Jülich
Europ. Inst. für Transurane im Kernforschungszentrum Karlsruhe
Inst. für Experimentalphysik der Univ. Kiel
II. Physikal. Inst. der Univ. Köln
University of Kopenhagen (DK)
Karl-Marx-Univ. Leipzig (DDR)
Bayer AG, Leverkusen
Linköping Univ., Linköping (S)
Lawrence Livermore National Laboratory, Livermore CA (USA)
Sandia National Laboratory, Livermore CA (USA)
University of Ljubljana (YU)
Imperial College, London (GB)
Medizinische Hochschule Lübeck
MAX-Lab, Univ. of Lund (S)
Haldor Topsøe Res. Lab., Lyngby (DK)
Technical Univ. of Denmark, Lyngby (DK)
University of Madrid (E)
Gutenberg-Museum, Mainz
Inst. für Physikal. Chemie und Inst. für Biochemie der Univ. Mainz
MPI für Polymerenforschung, Mainz
Fachbereich 14-Polymere der Univ. Marburg
Faculté des Sciences de Luminy, Marseille (F)
MPI für Biochemie, Martinsried
Siltec Silicon, Menlo Park CA (USA)
University of Modena (I)
Sektion Physik, Institut für Kristallographie
und Mineralogie der Universität München
Siemens AG, München
TU München

Inst. für Anorganische Chemie und Physikal. Inst. der Univ. Münster
University of Odense (DK)
Fachbereich Experimentalphysik der Univ. GHS Paderborn
Université Paris Sud, CNRS, Orsay (F)
Université P. & M. Curie Paris VI - CNRS, (F)
LIPMH, Villetaneuse, Université Paris Nord (F)
Bar-Ilan University, Ramat/Gan (Israel)
Weizmann Institute of Science, Rehovot (Israel)
Risø Nat. Lab., Roskilde (DK)
Fachr. 11 - Kristallographie, Fachr. 12.1 - Werkstoffwissenschaften
der Universität des Saarlandes, Saarbrücken
CNRS, Equipe de Spectroscopie, St. Etienne (F)
Integrated Device Technology Inc., Santa Clara CA (USA)
Stanford Synchrotron Radiation Lab., Stanford CA (USA)
MPI für Festkörperforschung, Stuttgart
MPI für Metallforschung, Stuttgart
Inst. für Anorganische Chemie, Inst. für Kristallographie der Univ. Tübingen
Abteilung für Experimentelle Physik der Universität Ulm
Phys. Inst., University of Uppsala (S)
Inst. of Experimental Physics, Warsaw University, Warsaw (PL)
National Bureau of Standards, Washington DC (USA)
Inst. für Physikal. Chemie der Universität Würzburg
Fachbereich 9 - Physikal. Chemie der Univ. GHS Wuppertal
ETH Zürich (CH)

Bereich Forschung

Inhalt

Übersicht	31
H1-Kollaboration	39
ZEUS-Kollaboration	51
CELLO-Kollaboration	65
JADE-Kollaboration	73
MARK J-Kollaboration	77
PLUTO-Kollaboration	81
TASSO-Kollaboration	83
ARGUS-Kollaboration	93
Crystal Ball-Kollaboration	107
Hamburger Synchrotronstrahlungslabor HASYLAB	119
Europäisches Laboratorium für Molekularbiologie EMBL Außenstelle Hamburg	127
Theoretische Physik	131
Technische Entwicklungen und Dienste	137
Bibliothek und Dokumentation	143

Übersicht

Nachdem die Detektoren CELLO, JADE, MARK J und TASSO im Jahr 1986 noch einmal eine sehr große Menge an Meßdaten aufnehmen konnten, sind die Experimente an PETRA zum Abschluß gekommen, so daß 1987 mit dem für den Einsatz als HERA-Injektor notwendigen Umbau von PETRA begonnen werden konnte. Die vollständige Auswertung der Daten wird die Experimentatoren der PETRA-Kollaborationen noch für einige Jahre beschäftigen. Doch haben sich die Kollaborationen, nicht zuletzt im Hinblick auf das Internationale Symposium über Lepton- und Photon-Wechselwirkungen im Sommer 1987 in Hamburg, intensiv und erfolgreich bemüht, schon zu diesem Zeitpunkt die wichtigsten Ergebnisse vorlegen zu können. Unter diesen seien hervorgehoben:

*Ergebnisse der
PETRA-
Experimente*

1. Der Nachweis eines Beitrags der schwachen Wechselwirkung zur Rate der Erzeugung von Quark-Antiquark-Paaren bei der e^+e^- -Vernichtung (und damit der direkte Nachweis einer Abweichung vom Coulomb-Gesetz für die Kraft zwischen zwei Ladungen bei sehr kleinen Abständen).
2. Die Messung der Quark-Gluon-Kopplungskonstanten (d.h. der Stärke der "Ladung" für die starke Wechselwirkung) auf mehrere verschiedene und voneinander unabhängige Weisen mit konsistenten Ergebnissen ($\alpha_s = 0.14 \pm 0.02$ bei 35 GeV).
3. Die Bestimmung der schwachen Axialvektor-Ladungen für Leptonen und Quarks aus den neuesten Daten über die Interferenzen zwischen der schwachen und der elektromagnetischen Wechselwirkung. Die besten Werte sind nunmehr

$$a_\mu = -1.11 \pm 0.06 \quad a_\tau = -0.88 \pm 0.09$$

$$a_c = +1.3 \pm 0.3 \quad a_b = -1.08 \pm 0.29$$

Diese Ergebnisse stimmen mit der Vorhersage ± 1 des Standard-Modells der elektroschwachen Wechselwirkung befriedigend überein. Für die leichten Quarks ist bisher keine Möglichkeit einer direkten Messung gefunden worden, doch bestimmte die JADE-Kollaboration einen kombinierten Wert $|a_q| = 1.13 \pm 0.20 \pm 0.22$ für alle fünf Quark-Arten zusammen, der ebenfalls in Übereinstimmung mit dem Standard-Modell ist.

4. Die Bestimmung der mittleren Lebensdauer des b-Quarks, des schwersten bisher bekannten Materieteilchens. Große Anstrengungen der JADE- und vor allem der TASSO-Kollaboration führten zu präziseren Werten. Gemittelt mit allen anderen Messungen ergibt sich nunmehr $\tau_b = 1.19 \pm 0.11$ ps.

5. Die Festlegung einer oberen Grenze für die Zahl N_ν der in der Natur existierenden leichten Neutrinos. Durch quantitative Analyse des Prozesses $e^+e^- \rightarrow \gamma\nu\bar{\nu}$, bei dem nur ein einzelnes die Wechselwirkungszone verlassendes Photon im Detektor nachgewiesen wird, erhielt die CELLO-Kollaboration $N_\nu < 8.7$; zusammen mit anderen Messungen konnte diese Grenze auf $N_\nu < 4.6$ verbessert werden. Bisher sind drei Neutrinos (ν_e, ν_μ, ν_τ) nachgewiesen.
6. Die Untersuchung der Bildung von Resonanzen bei Photon-Photon-Wechselwirkungen hat hohe Präzision erreicht. Sie ist damit zu einem wichtigen Instrument in der Spektroskopie der Hadronen geworden. Die Einbeziehung von Kollisionen zwischen quasi-reellen und virtuellen Photonen (JADE) eröffnet neue Möglichkeiten für die Spektroskopie insbesondere der Axialvektor-Mesonen.

Ein am 4. Juni 1987 bei DESY abgehaltenes ganztägiges Kolloquium unter dem Titel "Eight Years of Physics with PETRA" mit eingeladenen Sprechern aus dem In- und Ausland galt der zusammenfassenden Diskussion und Würdigung der Ergebnisse von PETRA und ihres Beitrags zur Entwicklung der Physik der Elementarteilchen.

*Ergebnisse der
DORIS-
Experimente*

Eines der am stärksten beachteten und diskutierten Ereignisse der Teilchenphysik des letzten Jahres war die Entdeckung von spontanen Teilchen-Antiteilchen-Übergängen bei den neutralen B-Mesonen durch das ARGUS-Experiment. Das B^0 -Meson ist aus einem schweren b-Quark und einem leichten d-Antiquark, sein Antiteilchen \bar{B}^0 aus \bar{b} und d zusammengesetzt. Seit 25 Jahren ist bekannt, daß sich das K^0 -Meson (bestehend aus dem "seltsamen" Quark und einem \bar{d}) durch schwache Wechselwirkung von zweiter Ordnung spontan in sein Antiteilchen \bar{K}^0 umwandeln kann, und umgekehrt \bar{K}^0 in K^0 . Es handelt sich hierbei um ein äußerst subtiles quantenmechanisches Interferenzphänomen, dessen Rate sehr empfindlich von kleinsten physikalischen Effekten abhängt. So führte die Untersuchung der $K^0 \leftrightarrow \bar{K}^0$ Übergänge zur Aufdeckung einer äußerst schwachen, nur in diesem Vorgang nachweisbaren Verletzung der CP- und der Zeitumkehr-Symmetrie — und damit zu einer der fundamentalen Erkenntnisse über die Symmetrien unserer Welt. Auch ließen sich die Existenz und der ungefähre Wert der Masse des Charm-Quarks, vor seiner eigentlichen Entdeckung, aus den $K^0 \leftrightarrow \bar{K}^0$ Übergängen vorhersagen.

Durch das ARGUS-Experiment wurde nun ein zweites Beispiel, in einem anderen mesonischen System, für spontane Teilchen-Antiteilchen-Übergänge nachgewiesen. Gewisse Andeutungen waren bereits im UA1-Experiment am CERN aufgetaucht, doch deren Interpretation war wegen vieler störender Prozesse nicht klar. In DORIS konnte man durch Abstimmung des Speicherrings auf die $\Upsilon(4S)$ -Resonanz Paare von B^0 - und \bar{B}^0 -Mesonen nahezu frei von störenden Untergrundprozessen erzeugen. Wenn nun eines dieser Mesonen, etwa das \bar{B}^0 ,

sich anschließend spontan in sein Antiteilchen B^0 umwandelt, so beobachtet man schließlich zwei identische B^0 -Mesonen im Detektor. Abbildung 39 zeigt ein Beispiel. Etwa 30 Ereignisse dieser Art wurden im ARGUS-Detektor registriert.

Es ist zu vermuten, daß die nunmehr zwei bekannten Beispiele für Systeme, bei denen spontane Teilchen-Antiteilchen-Übergänge erfolgen, auch die einzigen bleiben werden. Noch schwerere vielleicht in Zukunft entdeckte Mesonen, wie etwa die hypothetischen Top-Mesonen (welche t-Quarks enthalten würden), dürften zu instabil sein, um die Ausbildung des Übergangsphänomens zu gestatten. Und die Suche nach entsprechenden Übergängen bei den Charm-Mesonen oder den Neutrinos ist trotz großer Anstrengungen erfolglos geblieben. Mit den B^0 - \bar{B}^0 -Übergängen ist uns daher ein einzigartiges neues Instrument in die Hand gegeben, das verspricht, uns tiefe Einblicke in subtile physikalische Mechanismen zu gestatten, die auf andere Weise nicht (oder noch nicht) experimentell zugänglich sind. So sollten zum Beispiel nach den Vorstellungen des Standard-Modells der elektroschwachen Wechselwirkung die B^0 - \bar{B}^0 -Übergänge durch virtuelle (d.h. nur sehr kurzzeitig als Übergangszustände existierende) Paare von t- und \bar{t} -Quarks gewissermaßen katalysiert werden. Daher kann man, die Gültigkeit des Standard-Modells vorausgesetzt, aus den Beobachtungen der ARGUS-Kollaboration auf die Existenz des t-Quarks schließen und sogar, analog zum früheren Fall des c-Quarks, aus der Rate für die B^0 - \bar{B}^0 -Übergänge eine Masse von mindestens 50 GeV, wahrscheinlich eher um 100 GeV, für das t-Quark vorhersagen. Dies würde erklären, daß das t-Quark in den PETRA-Experimenten nicht gefunden werden konnte, da die Strahlenergie von PETRA zu seiner Erzeugung nicht ausreichte. Weiterreichende Schlüsse werden gezogen werden können, wenn in den kommenden Jahren eine genauere Vermessung der B^0 - \bar{B}^0 -Übergänge durchgeführt sein wird.

Eine andere Beobachtung im ARGUS-Experiment von grundsätzlicher Bedeutung, die aber noch der endgültigen Absicherung bedarf, betrifft den direkten Zerfall des b-Quarks in ein leichtes u-Quark. Bisher war bei den Zerfällen des b-Quarks stets die Entstehung eines c-Quarks beobachtet worden, d.h. das Quark der dritten Generation ging über in eines der zweiten, nicht aber der ersten Generation, was energetisch favorisiert wäre. Die Frage der Existenz eines direkten, die mittlere Generation überspringenden Übergangs von der dritten zur ersten Generation stellt sich als Schlüsselfrage heraus, wenn man zu verstehen sucht, wie es zu der Verletzung der CP- und der Zeitumkehr-Symmetrie kommt. Im ARGUS-Experiment scheint man nun, allerdings sehr selten, den Zerfall des B-Mesons in ein Proton, ein Antiproton und eines oder mehrere Pi-Mesonen registriert zu haben. Wenn diese Beobachtung und ihre Interpretation als Quark-Zerfall $b \rightarrow u$ der kritischen Analyse standhält, so wäre hier wiederum ein bedeutender qualitativer Fortschritt erzielt.

Die genannten Beobachtungen der ARGUS-Kollaboration, da unerwartet und von grundsätzlichem Interesse, fanden besonders starke Beachtung. Daneben

lieferte das Experiment weitere signifikante Beiträge, zum Beispiel über diverse andere Zerfallsmechanismen der B- und D-Mesonen, über spektroskopische Eigenschaften der Υ -Resonanzen (d.h. der $b\bar{b}$ -Zustände), und über Zerfälle des τ -Leptons (darunter eine stark verbesserte obere Schranke für die Masse des τ -Neutrinos). Schließlich sei die Fülle von Ergebnissen über die Erzeugung von Paaren von Mesonen durch Photon-Photon-Wechselwirkungen erwähnt, womit frühere Resultate der PETRA-Experimente wesentlich ergänzt und erweitert worden sind. Der ARGUS-Kollaboration kam sowohl die Summe der ausgezeichneten Eigenschaften des Detektors zugute — gute Impulsmessung, gute Teilchenidentifikation und guter Nachweis niederenergetischer Photonen — wie auch die Tatsache, daß die an DORIS gesammelte Datenmenge diejenige der meisten anderen e^+e^- -Experimente übertrifft. Die Fortsetzung des ARGUS-Experiments läßt weitere interessante Ergebnisse erwarten, insbesondere falls es gelingt, den Detektor 1989 mit einer neuen Vertexspurkammer von sehr hoher Präzision auszustatten; die Vorarbeiten hierfür sind seit längerer Zeit im Gang.

Auch die Crystal Ball-Kollaboration hat die Analyse der in den Vorjahren aufgezeichneten Daten aktiv fortgesetzt und zahlreiche Untersuchungen zum Abschluß gebracht. Die spezifische Stärke des Detektors liegt in der unübertroffenen guten Energiemessung von Photonen. Sie ermöglichte besonders weitgehende und schöne Untersuchungen gewisser seltener Zerfälle des τ -Leptons, eine Suche nach dem hypothetischen Axion mit gesteigerter Empfindlichkeit, die Messung semileptonischer B-Zerfälle und schließlich die Messung von Photon-Photon-Wechselwirkungen über einen sehr großen Energiebereich, bis hinunter zur Masse des π^0 -Mesons.

Vorbereitung der HERA- Experimente

Im November 1986 hatte das Direktorium über die Vorschläge für den Bau von zwei großen Detektoren für HERA-Experimente entschieden. Vorausgegangen waren eingehende Beratungen und Untersuchungen über die physikalischen und technischen Aspekte und Sicherheitsprobleme, sowie Besprechungen über die Finanzierung der Detektoren mit den für die beteiligten Institute maßgeblichen Stellen. Der H1-Detektor wird von einer Kollaboration aus etwa 200 Wissenschaftlern von 26 Instituten aus den Ländern Belgien, Bundesrepublik Deutschland, DDR, Frankreich, Großbritannien, Italien, Polen, Sowjetunion, Schweiz, Tschechoslowakei und USA gebaut. An der ZEUS-Kollaboration sind etwa 300 Wissenschaftler von 45 Instituten aus den Ländern Bundesrepublik Deutschland, Großbritannien, Israel, Italien, Japan, Kanada, Niederlande, Polen, Spanien und den USA beteiligt.

Für beide Detektoren werden zum Nachweis und zur Impulsmessung der geladenen Reaktionsprodukte supraleitende Magnete gebaut, in deren Innerem Systeme von Spurkammern zum Nachweis und zur Impulsmessung aller die Wechselwirkungszone verlassenden geladenen Teilchen angeordnet werden sollen. Die wichtigste Komponente der Detektoren stellen jeweils die sogenannten

Kalorimeter dar. Hierbei handelt es sich um große schichtförmige Anordnungen aus "passivem" Absorbermaterial und "aktivem" Nachweismedium, in denen die durch die Elektron-Proton-Wechselwirkungen erzeugten Jets aus Quarks und Gluonen vollständig absorbiert werden; das dabei im Kalorimeter gemessene Signal ist ein Maß für die Gesamtenergie der Jets. Die Kalorimeter sind um die Spurräume herum angeordnet und umschließen diese — sowie den Wechselwirkungspunkt — vollständig. Sie haben eine feine Unterteilung senkrecht zur Richtung der einfallenden Teilchen, so daß die Anzahl der auftreffenden Jets, sowie ihr Einfallsort und -winkel, ebenfalls gemessen werden können. Hinsichtlich der an sie gestellten Anforderungen an die Meßgenauigkeit sind die Kalorimeter der HERA-Experimente bisher einzigartig.

Die beiden Kollaborationen haben unterschiedliche technische Lösungen für ihre Kalorimeter gewählt. Im H1-Detektor werden die Teilchen in Schichten aus Blei und Edelstahl absorbiert und durch Ionisation des flüssigen Argons nachgewiesen. Ein solches Kalorimeter ist sehr stabil in der Eichung, und es ermöglicht neben guter Energieauflösung auch eine sehr gute Orts- und Richtungsbestimmung der Jets. Im ZEUS-Kalorimeter werden Schichten aus abgereichertem Uran als Absorber und Szintillator als Nachweismaterial verwendet; diese Anordnung sollte das Optimum an Energieauflösung erreichen lassen. Durch die unterschiedlichen Eigenschaften der zentralen Komponente der Detektoren werden sich die beiden Experimente in ihren Möglichkeiten sinnvoll ergänzen.

Beim Bau der HERA-Detektoren muß an vielen Stellen technisches Neuland beschritten werden. Die einzelnen teilnehmenden Institute haben die Entwicklungsarbeiten unter sich aufgeteilt und übernehmen jeweils die Verantwortung für bestimmte Komponenten oder Teile davon. Größere Komponenten werden von verschiedenen Instituten gemeinsam entworfen und gebaut. Der Entwurf und der Bau werden überwiegend in den einzelnen Heimatlabors durchgeführt. Neben dem Bau der Komponenten besteht eine weitere sehr umfangreiche Aufgabe im Aufbau der Datenauslese- und Auswertesysteme und in der Erstellung der dazu benötigten Algorithmen und Rechnerprogramme.

Im Berichtsjahr haben die Kollaborationen die Entwicklungs- und Testprogramme für die einzelnen Komponenten energisch vorangetrieben und die Fertigung größtenteils vorbereiten oder schon beginnen können. Im Rahmen dieser Arbeiten der HERA-Kollaborationen tragen die beteiligten DESY-Gruppen besondere Verantwortung. So müssen größere Teile der Kalorimeter beider Detektoren, der Magnet und die zentrale Spurräume für H1, die Eisenstruktur für ZEUS sowie die Datenerfassungs- und Rechnersysteme beider Detektoren durch DESY oder unter maßgeblicher Mitwirkung von DESY erstellt werden. Ferner obliegt DESY die sehr komplexe Koordination der an den verschiedenen Stellen laufenden Arbeiten der einzelnen Gruppen untereinander sowie mit den HERA-Beschleuniger und der DESY-Infrastruktur.

Die Installation der Detektoren H1 und ZEUS in der Nord- bzw. Südhalle des HERA-Rings wird im Frühjahr 1988 beginnen und voraussichtlich planmäßig

im Juli 1990 mit der Fertigstellung der Stufe I der beiden Detektoren beendet sein. Die Stufe I ist eine Grundausstattung für die ersten Experimente. Daran muß sich in den folgenden Jahren eine Ausbaustufe für die beiden Detektoren anschließen.

Synchrotronstrahlung

Der Speicherring DORIS, der normalerweise sowohl für Synchrotronstrahlungs-Experimente als auch für Hochenergiephysik genutzt wird, stand im Jahr 1987 nur für insgesamt zehn Wochen Experimentierzeit zur Verfügung. Denn der Aufbau des HERA-Injektors für Protonen im Synchrotron-Tunnel machte die gleichzeitige Füllung von DORIS mit Elektronen unmöglich. Im Interesse der Minimierung der Betriebsunterbrechung insgesamt wurden die Arbeiten ganz auf 1987 und den Beginn von 1988 konzentriert. Dies erlaubte einen ununterbrochenen sehr effektiven Betrieb von DORIS in 1986, auf Kosten der Betriebs in 1987. Die Hochenergiephysik-Datennahme wurde in 1987 ganz eingestellt, um die Strahlbedingungen ausschließlich für die Synchrotronstrahlungs-Experimente optimieren zu können. Mit einem Spitzenstrom von über 100 mA bei 3.7 GeV Strahlenergie sowie Strahllageregelung an zwei Strahlfächern wurden dabei sehr gute Bedingungen erzielt.

Insgesamt 28 Meßplätze standen simultan für Experimente zur Verfügung. Der neue Wiggler für den harten Röntgenbereich wurde erfolgreich in Betrieb genommen und für erste Versuche genutzt. Die Außenstelle Hamburg des Europäischen Laboratoriums für Molekularbiologie EMBL und die Projektgruppen für strukturelle Molekularbiologie der Max-Planck-Gesellschaft konnten ihre Experimente weiterführen. Nachdem auch die Erweiterung des Labor- und Bürogebäudes von HASYLAB im wesentlichen fertiggestellt ist, steht damit das mittelfristige Ausbauprogramm für die Nutzung der Synchrotronstrahlung bei DESY vor dem Abschluß.

Im Januar 1987 wurde das erste Statusseminar Synchrotronstrahlung bei DESY durchgeführt, auf dem der Stand der Synchrotronstrahlungsquellen und der Instrumente sowie repräsentative Ergebnisse der Forschungsarbeiten mit Synchrotronstrahlung aus verschiedenen Fachgebieten vorgestellt und diskutiert wurden. Eine umfassende Übersicht über die mit der Synchrotronstrahlung bei DESY durchgeführten Arbeiten gibt der Jahresbericht 1987 des HASYLAB.

Mit dem Ziel einer Erweiterung der Möglichkeiten für die Forschung mit Synchrotronstrahlung bei DESY wurde mit der Ausarbeitung des Projektes "DORIS-Bypass" begonnen. Ziel dieses Projektes ist die Realisierung einer größeren Zahl von Strahlen aus neuartigen, bis zu 5 m langen Wiggler- oder Undulatoren. Der Bypass oder Seitenzweig würde die Wechselwirkungszone des ehemaligen Hochenergieexperimentes Crystal Ball mit einem 74 m langen schwach gekrümmten Bogen umgehen, welcher Platz für bis zu sieben gerade Stücke von je 5 m Länge zum Einbau von Wiggler-/Undulatoren bietet. Damit ergäbe sich eine signifikante Erweiterung der gegenwärtigen Möglichkeiten (mit

insgesamt drei Wiggler). Das Projekt könnte DORIS langfristig die wichtige Funktion als nationale Synchrotronstrahlungsquelle im Röntgenbereich sichern.

Ein großer Teil der Arbeiten der Theoriegruppe war im Berichtsjahr besonders eng mit den laufenden Untersuchungen und den Planungen der Experimentiergruppen verknüpft. Dies gilt einerseits für die Arbeiten der ARGUS-Kollaboration über B-Mesonen-Zerfälle und B^0 - \bar{B}^0 -Übergänge, die von theoretischen Untersuchungen begleitet und wesentlich unterstützt wurden. Zum anderen sind als besonderer Schwerpunkt umfangreiche theoretische Untersuchungen über die Physik, die man bei HERA erwarten kann, zu nennen. Im Rahmen eines speziell hierauf konzentrierten Workshops arbeiteten nahezu 200 Theoretische und Experimentalphysiker für viele Monate in zahlreichen Arbeitsgruppen zusammen, um einen möglichst weiten Bereich von Aspekten der hochenergetischen Elektron-Proton-Wechselwirkungen theoretisch zu untersuchen und Möglichkeiten für Experimente abzuklären. Hieraus ergaben sich neue Ideen und Gesichtspunkte für die Experimente mit HERA sowie Pläne für die zukünftige theoretische Weiterarbeit.

*Theoretische
Physik*

Diese phänomenologisch ausgerichtete Arbeit der Gruppe "Theorie" stellt allerdings nur einen Teil des Gesamtprogramms dar, das insgesamt weit gespannt ist und, in enger Kollaboration mit der Universität Hamburg und anderen Universitätsinstituten, alle wichtigen Aspekte der Physik der Elementarteilchen umfaßt, von der Quantenfeldtheorie bis hin zur Kosmologie. Wie bisher lag ein besonderer Schwerpunkt auf dem Gebiet der Gittereichtheorien. Soweit sich diese Untersuchungen numerischer Methoden bedienen, konnten sie ab Mitte des Jahres den Supercomputer des Höchstleistungs-Rechenzentrums (HLRZ) in Jülich mit großem Erfolg nutzen.

DESY hatte es übernommen, die wichtigste internationale Tagung der Hochenergiephysiker im Jahr 1987 zu organisieren, das "1987 International Symposium on Lepton and Photon Interactions at High Energies". Mehr als 800 Wissenschaftler nahmen an dem fünftägigen Treffen im Hamburger Kongresszentrum teil, etwa 400 schriftliche Beiträge sind eingereicht worden. Zu den thematischen Schwerpunkten zählte, neben den ersten Ergebnissen von dem neuen e^+e^- -Speicherring TRISTAN in Japan, vor allem die umfassende Bestandsaufnahme der Resultate der PETRA-Experimente durch eingeladene Sprecher (insbesondere W. Hofmann, Berkeley; J. Olsson, DESY; S.L. Wu, Wisconsin). Zu den am stärksten beachteten neuen Ergebnissen gehörten die Entdeckung der Teilchen-Antiteilchen-Übergänge bei den B-Mesonen durch das ARGUS-Experiment an DORIS und die ebenfalls von ARGUS vorgestellte Evidenz für den bis dahin vergeblich gesuchten direkten Zerfall des b-Quarks in das u-Quark (W. Schmidt-Parzefall, DESY). An einem allgemeinverständlichen öffentlichen Abendvortrag "Vom Urknall zu den Quarks — die Elementarteilchen und der Anfang der Welt" von H. Fritzsch, München, nahmen fast 2000 Besucher teil.

*Lepton-Photon-
Symposium*

Experiment H1

- 1 Beam pipe and beam magnets
Strahlrohr und Strahlmagnete
- 2 Central tracking chambers
Zentrale Spurenkammern
- 3 Forward tracking chambers and Transition radiators
Vorwärtsspurenkammern und Übergangstrahlungsmodul
- 4 Electromagnetic Calorimeter (lead)
Elektromagnetisches Kalorimeter (Blei)
- 5 Hadronic Calorimeter (stainless steel)
Hadronisches Kalorimeter (Edelstahl)
- 6 Superconducting coil (1.2 T)
Supraleitende Spule (1,2 T)
- 7 Compensating magnet
Kompensationsmagnet
- 8 Helium cryogenics
Helium Kälteanlage
- 9 Muon chambers
Myon-Kammern
- 10 Instrumented iron (iron stabs + streamer tube detectors)
Instrumentiertes Eisen (Eisenplatten + Streamerröhren-Detektoren)
- 11 Muon toroid magnet
Myon-Toroid-Magnet
- 12 Warm electromagnetic calorimeter
warmes elektromagnetisches Kalorimeter
- 13 Plug calorimeter (Cu, Si)
Vorwärts-Kalorimeter
- 14 Concrete shielding
Betonabschirmung
- 15 Liquid Argon cryostat
Flüssig Argon Kryostat

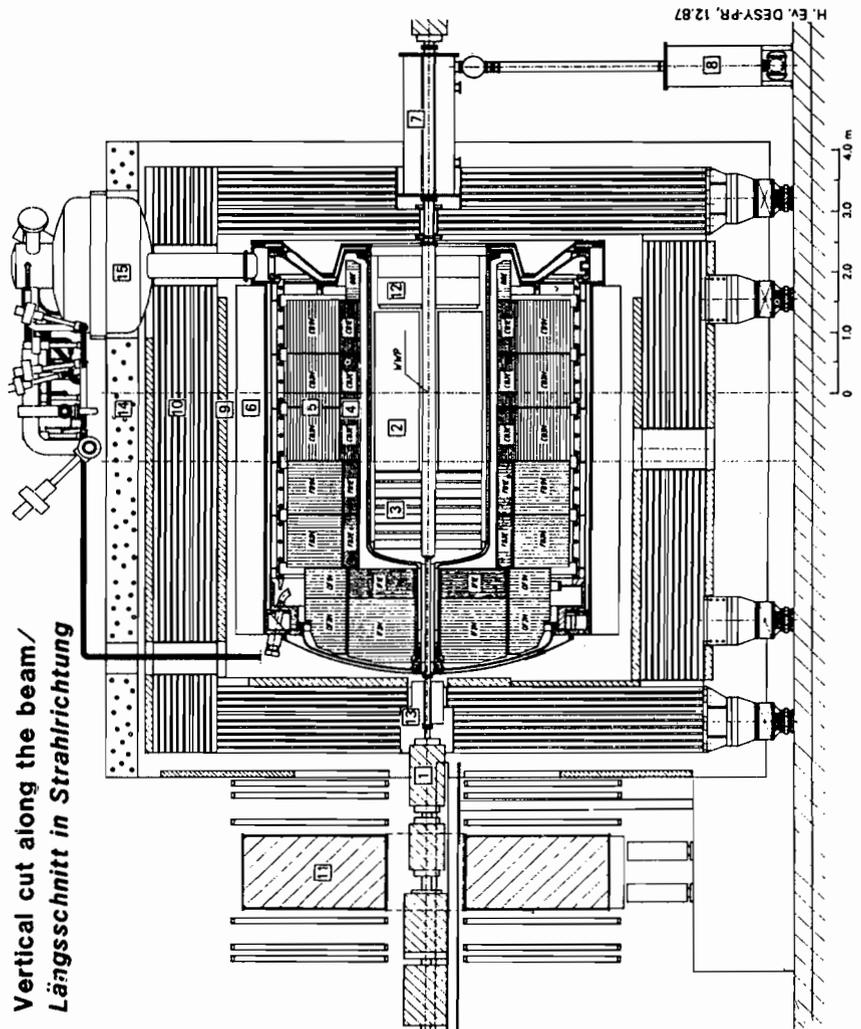


Abbildung 1: Schnitt durch den H1-Detektor.

H1-Kollaboration

Beteiligte Institute: RWTH Aachen, Northeastern Univ. Boston, Rutherford Appleton Lab. Chilton, Inst. Nucl. Phys. Cracow, Univ. of California Davis, Univ. Dortmund, Univ. Glasgow, DESY und Univ. Hamburg, Univ. of Houston, Univ. Lancaster, Univ. Liverpool, Univ. Manchester, ITEP und P.N. Lebedev Inst. Moscow, MPI München, LAL Orsay, Ec. Polytechn. Palaiseau, P. & M. Curie Univ. Paris, Univ. und INFN Rom, CEN Saclay, Univ. GHS Wuppertal, AdW Zeuthen, ETH und Univ. Zürich.

Sprecher: F. Eisele, DESY

Überblick

Im Jahr 1987 wurden die detaillierten technischen Lösungen für alle Detektorkomponenten ausgearbeitet und erprobt und der Bau des H1-Detektors in Angriff genommen. Der Bau der großen Komponenten (Eisenstruktur, supraleitende Spule, Flüssig-Argon-Kryostat) ist weit fortgeschritten. Sie werden ab Februar 1988 innerhalb eines Jahres in der Experimentierhalle installiert. Die Prototypen der Kalorimetermodule und der Kalorimeterausleseelektronik wurden erfolgreich getestet. Die großen Kalorimeterstrukturen und die zeitkritischen Materialien für den Kalorimeterbau wurden in der Industrie bestellt, so daß mit der Serienfertigung von Kalorimetermodulen im Frühjahr 1988 begonnen werden kann. In anderen Detektorbereichen wurden Detektorprototypen in voller Größe gebaut (oder sind noch im Bau); die Fertigung der endgültigen Detektorkomponenten wird vorbereitet. Schließlich wurde ein endgültiges Konzept für die Datennahme und den Trigger erarbeitet, und es wurde mit der Ausarbeitung von Simulations- und Rekonstruktionsprogrammen begonnen.

Die Fortschritte beim Bau des H1-Detektors sind ausführlich im "Technical Progress Report, H1 Collaboration, October 4, 1987" dokumentiert.

Detektorkomponenten

Der Fertigstellung der großen Detektorkomponenten wurde von Anfang an hohe Priorität eingeräumt, da diese installiert werden müssen, bevor die aktiven Detektorkomponenten eingebaut werden können.

Mit der Fertigung der Eisenstruktur wurde begonnen. Ende 1987 war die Basisstruktur fertiggestellt. Der Testaufbau beim Hersteller ist in Abbildung 2 gezeigt.

Eisenstruktur

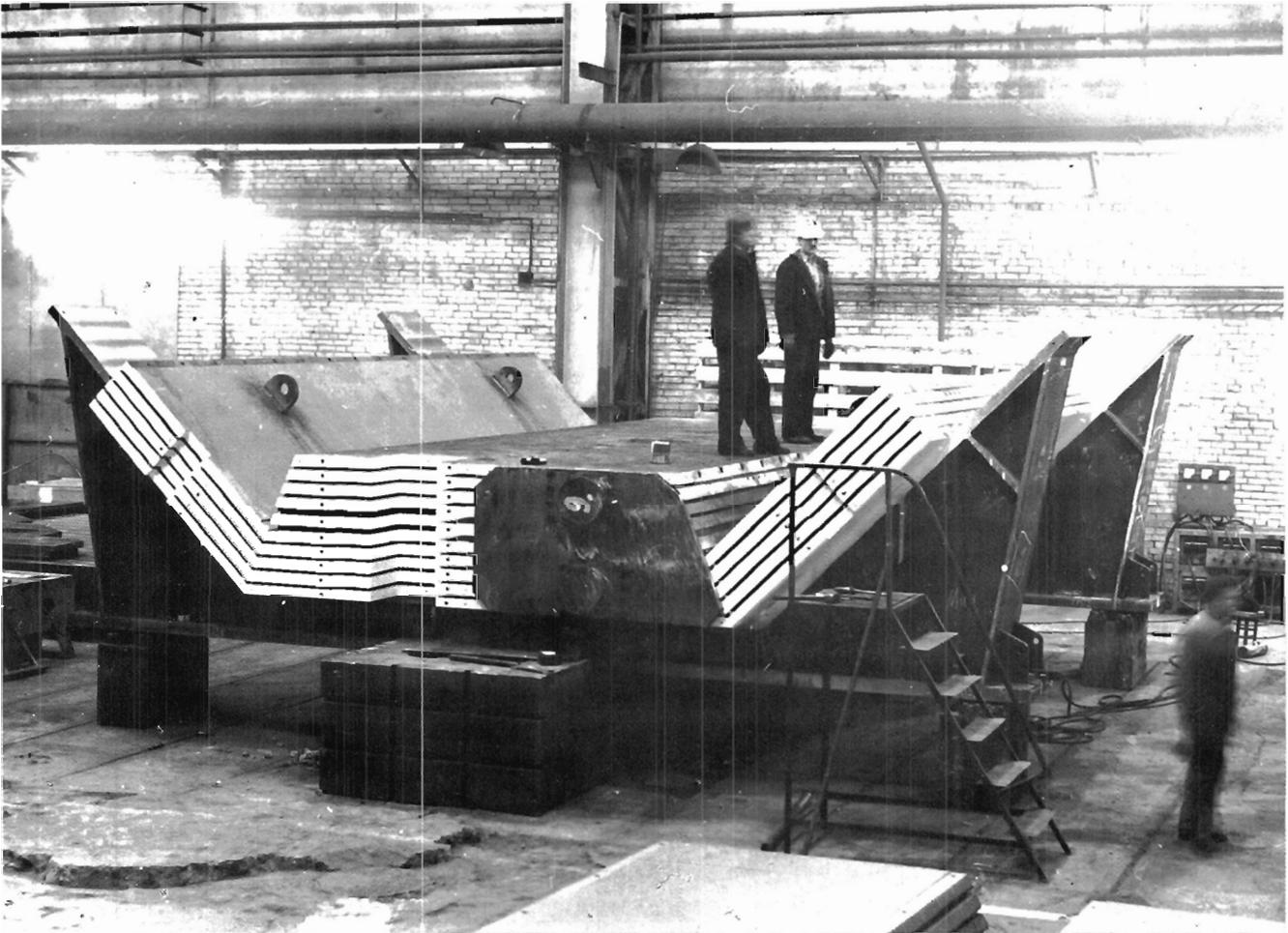


Abbildung 2: Testaufbau der Eisen-Basisstruktur (IZHORSKY Zavod, Leningrad).

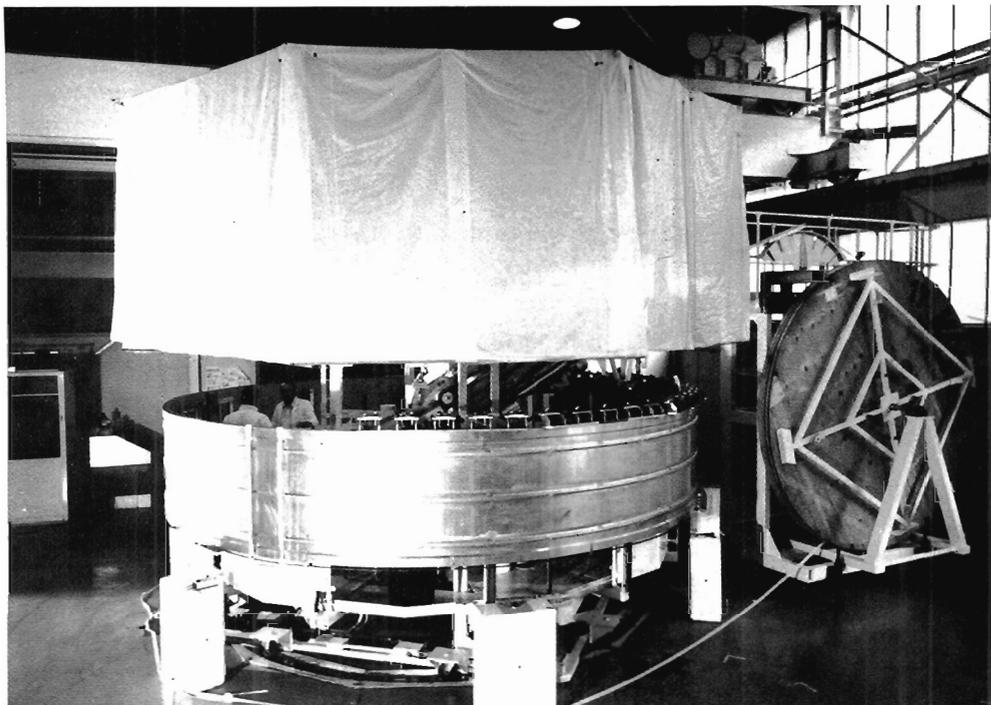


Abbildung 3: Wicklung der H1-Spule beim Rutherford Appleton Laboratorium.

Alle Spulenkomponenten waren Ende 1987 spezifiziert und zum größten Teil bestellt. Die zeitkritischen Komponenten wurden rechtzeitig geliefert. Mit der Wicklung der Spule am Rutherford Appleton Laboratory wurde im August 1987 begonnen. Bis Ende 1987 waren etwa Zweidrittel der Spule fertiggestellt. Abbildung 3 zeigt die Wicklung der Spule bei RAL.

*Supraleitende
Spule*

Mit dem Bau des Kalorimeterkryostaten wurde begonnen; das Expansionsgefäß und die Kabeldurchführungen wurden endgültig spezifiziert. Die Tests der Kabeldurchführung am CEN in Saclay wurden erfolgreich abgeschlossen, so daß mit der Serienfertigung im Frühjahr 1988 begonnen werden kann. Das Kältesystem wurde spezifiziert, große Teile bestellt und zum Teil schon geliefert.

*Flüssig-Argon-
Kryostat und
Kältesystem*

Die Installation des Detektors und die Auslegung von Versorgungseinrichtungen, Abschirmung u.s.w. wurden in Zusammenarbeit mit dem DESY-Hallendienst geplant. Abbildung 4 zeigt eine Aufsicht auf die Experimentierhalle (Halle Nord) während der Installationsphase der großen Detektor-Komponenten (Beginn ca. Ende 1988). Mit den Installationsarbeiten in der Halle wird im Februar 1988 begonnen (Schienen, Basisstruktur). Der Aufbau

*Detektorinstal-
lation und Hallen-
infrastruktur*

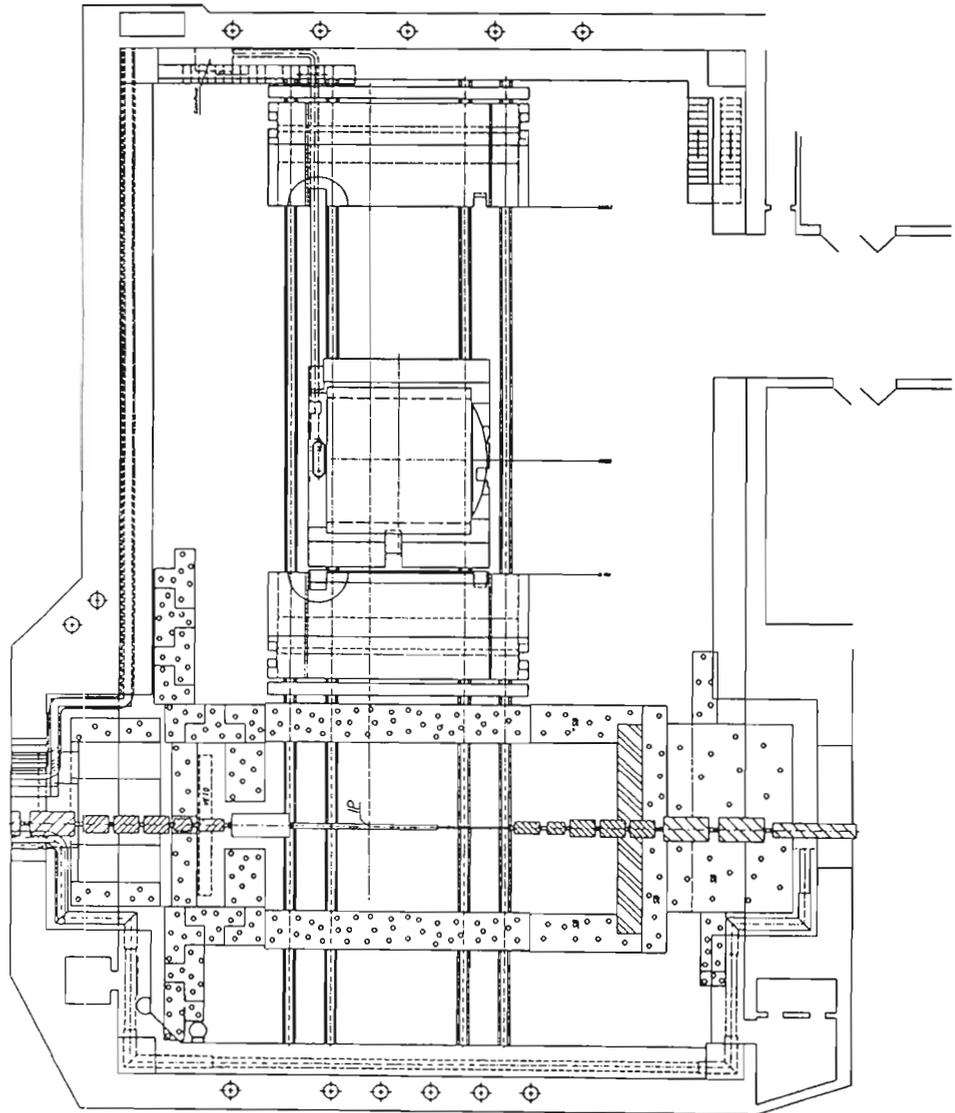


Abbildung 4: Aufsicht auf die Experimentierhalle Nord mit der geplanten Position von Strahl-, Abschirmungs- und Detektorkomponenten während der Installation der großen Komponenten (Ende 1988).

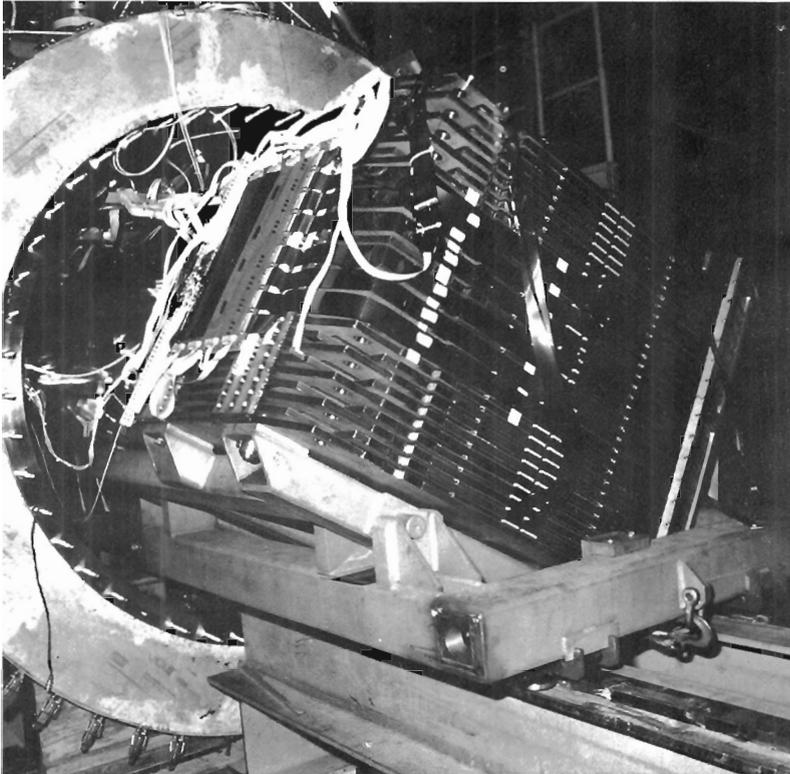


Abbildung 5: Prototyp eines hadronischen und elektromagnetischen Kalorimetermoduls mit vertikalen Absorberplatten beim Einfahren in den Testkryostat bei CERN.

der großen Komponenten, großer Teile der Abschirmung und der Hallenversorgungseinrichtungen sollen im Frühjahr 1989 abgeschlossen sein.

Aktive Detektorkomponenten

Detaillierte technische Lösungen für die aktiven Detektorkomponenten wurden ausgearbeitet und praktisch erprobt inklusive der industriellen Fertigung. Parallel dazu wurde ein umfangreiches Testprogramm in den Labors und an Teilchenstrahlen am DESY und CERN durchgeführt. Die zeitkritischen Komponenten wurden bestellt; die Serienfertigung von Detektorkomponenten in den Labors wurde vorbereitet.

Detaillierte technische Lösungen für den Bau der Kalorimetermodule und der Signalauslese wurden ausgearbeitet und in Prototypen voller Größe getestet. Dabei mußten auf einigen Gebieten, teilweise in Zusammenarbeit mit der Industrie, neue Herstellungsmethoden und Testverfahren entwickelt werden.

Flüssig-Argon-Kalorimeter

Beispiele hierfür sind die Schweißung von Edelstahlplattenstrukturen, die handelsunübliche Toleranzforderungen an die Mechanik und das magnetische Verhalten erfüllen mußten, die Klebung von Sandwichen aus Bleiplatten und gedruckten Leiterplatten aus G10-Fiberglasmaterial sowie die Entwicklung von hochohmigen Widerstandsschichten, die im Siebdruckverfahren auf diese Platten gedruckt werden. Alle Anforderungen müssen sowohl bei Normaltemperatur als insbesondere auch bei Abkühlung auf Flüssig-Argon-Temperatur (80 K) zuverlässig erfüllt werden. Abbildung 5 zeigt den ersten Prototypen voller Größe, der im Herbst 1987 im Testkryostaten bei CERN abgekühlt und auf seine Funktionsfähigkeit getestet wurde. Ein zweites Kalorimetermodul, das mit endgültiger Auslesestruktur, Elektronik und Samplingverhältnis gebaut war, wurde im Sommer 1987 im Strahl getestet. Diese Tests zeigten, daß die gewählten technischen Lösungen gut funktionieren und gaben wertvolle Informationen für Verbesserungen im Detail. Besonders erwähnt sei die Messung von Detektorrauschen und Übersprechen zwischen Nachbarkanälen unter Einschluß von Stackverkabelung, Signalkabel und Elektronik. Das Übersprechen war im Mittel deutlich unter 0.3% (Planwert), das Rauschen lag pro Kanal bei $Q = 7500 e_0 + 5000 e_0/nF$ und damit etwas oberhalb der Planwerte.

Die Strahltests bestätigten frühere Ergebnisse zur Energieauflösung und π^0 -Wichtung. Abbildung 6 zeigt das gemessene e/π -Verhältnis als Funktion der Energie, Abbildung 7 Energiespektren für verschiedene Pionenergien ohne und mit π_0 -Wichtung. Für Schauer, die im Kalorimetermodul voll absorbiert werden, wurde für das H1-Sampling nach Wichtung eine Auflösung von $\sigma(E)/E = 49\%/\sqrt{E} + 2\%$ gemessen.

Ende 1987 wurden die großen Edelstahlstrukturen für die hadronischen Kalorimetersegmente sowie die zeitkritischen Materialien für die Serienfertigung von elektromagnetischen und hadronischen Kalorimetermodulen, die im Frühjahr 1988 beginnen wird, bestellt.

Die DESY-Physiker innerhalb der H1-Kollaboration haben neben Arbeiten für die Strahltests insbesondere an der Entwicklung der Klebetechnik von Blei-G10-Sandwichen und der hochohmigen Widerstandsschichten gearbeitet. Diese Gruppe ist für den Bau des elektromagnetischen und hadronischen Vorwärtskalorimeters verantwortlich. Die technischen Vorarbeiten hierzu sind abgeschlossen; mit dem Bau wurde Ende 1987 begonnen.

Spurkammern

Detaillierte technische Lösungen für alle Kammertypen wurden ausgearbeitet und teilweise schon in Prototypen voller Größe getestet. Daneben wurden umfangreiche Gastests mit kleineren Kammern durchgeführt, um bestmögliche Gasmischungen zu finden, die für mehrere Kammertypen gleichzeitig einsetzbar sind.

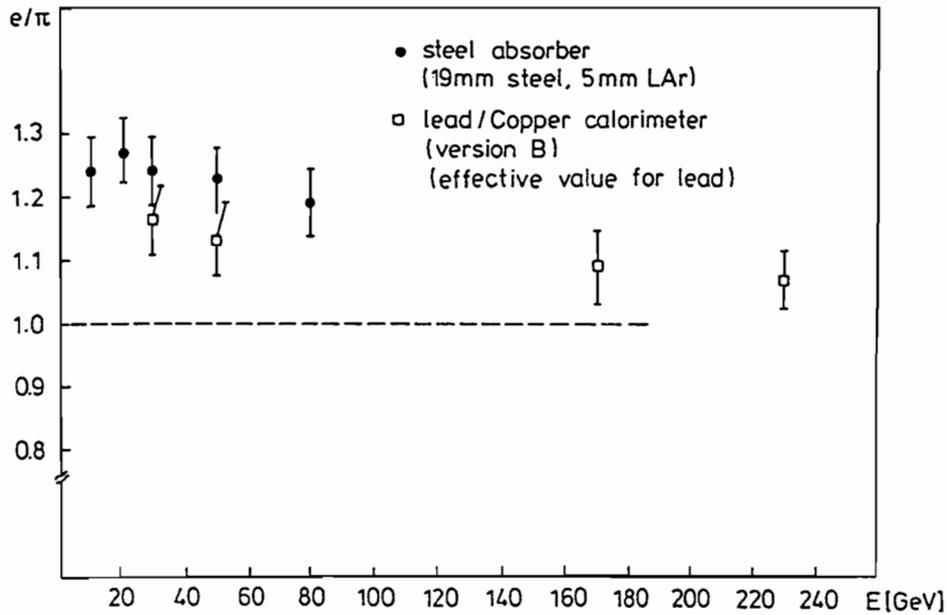


Abbildung 6: e/π -Verhältnis für Kalorimetermodule mit Eisen- und Bleiabsorber. (Das Bleikalorimeter hatte nur eine Tiefe von $1.1 \lambda_{\text{abs}}$, so daß Schauer nicht voll absorbiert wurden. Das gezeigte e/π -Verhältnis ist daher nicht direkt gemessen.)

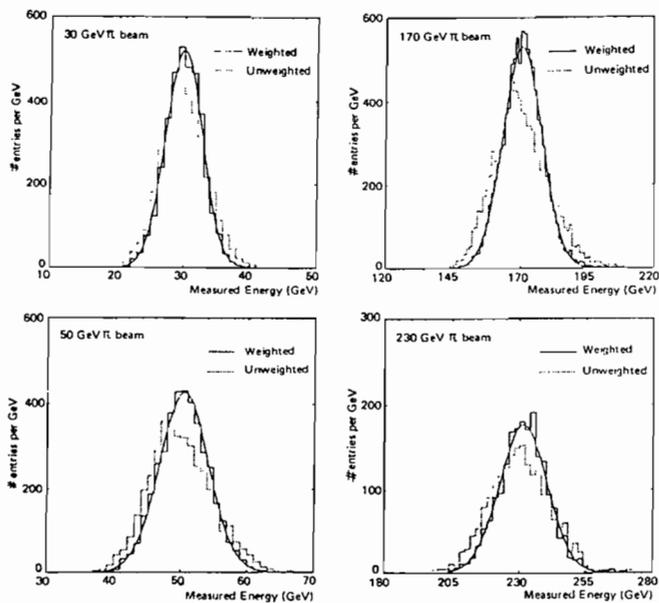


Abbildung 7: Im Testkalorimeter gemessene Energieverteilungen für Pionen verschiedener Energie., Gepunktetes Histogramm: ohne π^0 -Wichtung, ausgezogenes Histogramm: nach π^0 -Wichtung. Die Kurven sind angepasste Gaußverteilungen.

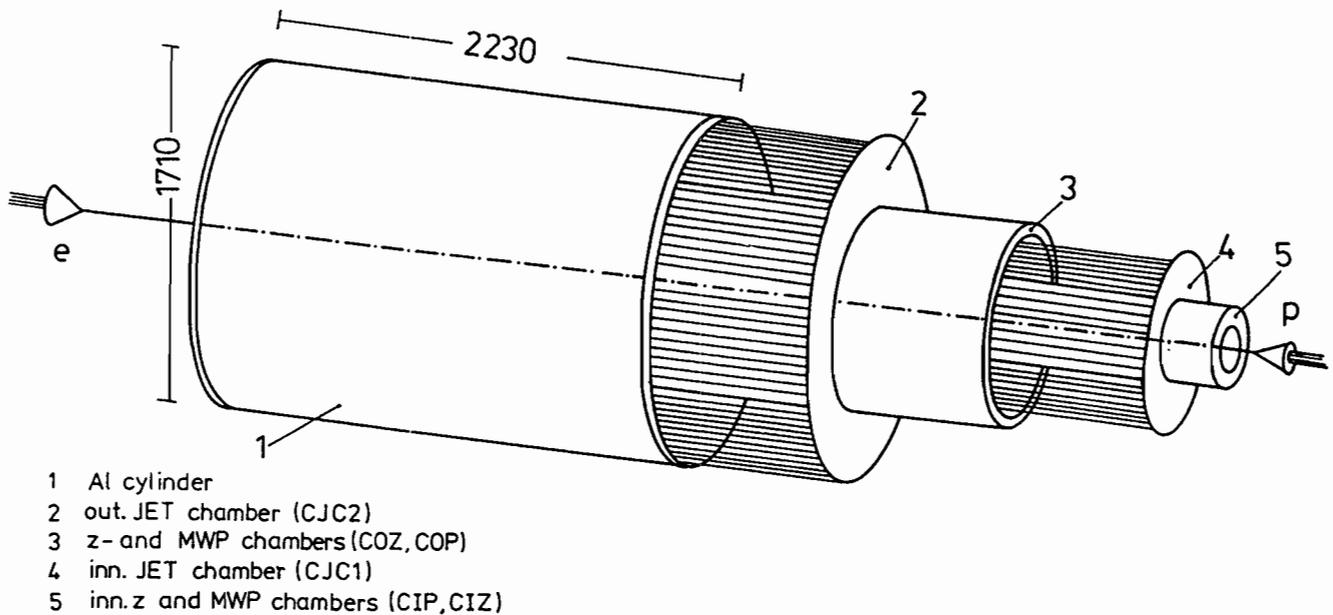


Abbildung 8: Schematische Ansicht der zentralen Spurdetektoren.

Zentrale Spurdetektoren

Die zentralen Spurdetektoren bestehen aus mehreren zylindrischen Einheiten, die ineinander geschoben werden (Abb. 8). Die verschiedenen Einheiten sind (von innen nach außen)

- Innere Proportionalkammer
- Innere Z-Driftkammer
- Innere Jet-Driftkammer
- Äußere Z-Driftkammer
- Äußere Proportionalkammer
- Äußere Jet-Driftkammer

Die Konstruktion und der Bau der beiden Jet-Driftkammern sowie des mechanischen Rahmens, in dem die verschiedenen zentralen Detektoren montiert werden, sind von DESY in Zusammenarbeit mit dem II. Physikalischen Institut der Universität Hamburg durchgeführt worden.

Die Optimierung der Endplatten mit den Drahtdurchführungen und dem Verstärkeranschluß hinsichtlich einer minimalen Materialdicke wurde abgeschlossen. Die Detailkonstruktion wurde fertiggestellt und der Bau des Kammerkörpers in Auftrag gegeben. Er soll im Frühjahr 1988 fertiggestellt und auf Gasdichtigkeit geprüft werden.

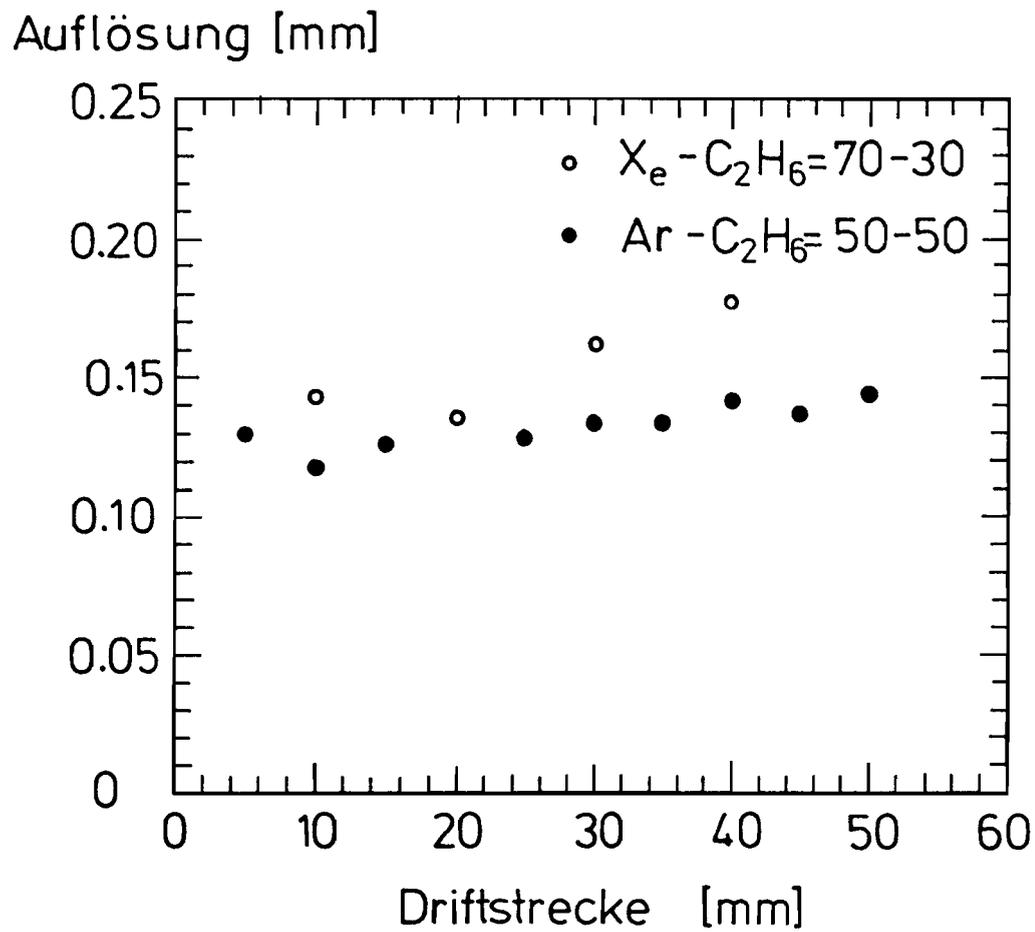


Abbildung 9: Gemessene Auflösungen in der Prototypkammer (CJC) für verschiedene Gasmischungen als Funktion des Driftabstandes.

Weiterhin wurden Tests mit einer Jet-Prototypkammer mit acht Signaldrähten durchgeführt. Es wurde die Verwendung verschiedener Gasmischungen in der Jetkammer getestet:

$$\begin{aligned}\text{Ar} : \text{CO}_2 : \text{CH}_4 &= 89 : 10 : 1 \\ \text{Ar} : \text{C}_2\text{H}_6 &= 50 : 50 \\ \text{Xe} : \text{C}_2\text{H}_6 &= 50 : 50 \\ \text{Xe} : \text{C}_2\text{H}_6 &= 70 : 30\end{aligned}$$

Es ist beabsichtigt, zu Beginn der Messungen mit dem H1-Detektor die ArC_2H_6 -Mischung zu verwenden, mit der eine mittlere Ortsauflösung aus der Driftzeitmessung von $\sigma \approx 115 \mu$ erwartet wird. In Abbildung 9 ist die Auflösung als Funktion des Driftabstands aufgetragen, wie sie aus den Testmessungen ermittelt wurde.

Driftkammer- elektronik

Die Elektronik für die Messungen der Driftkammersignale des H1-Detektors wird von DESY entwickelt. Die Entwicklung eines achtfachen Vorverstärkers mit besonders hohem Verstärkungsgrad und großer Sensitivität ($100 \text{ mV}/\mu\text{A}$) ist abgeschlossen. Zwei Prototypen wurden ausführlich getestet und eine Vorserie von 200 Stück in Auftrag gegeben. Sie wird Anfang 1988 für weitere Tests zur Verfügung stehen.

Aus dem FADC-System DL300 der Universität Heidelberg (6-bit-FADC-chip, 4 Kanäle/Karte) wurde eine FADC-Karte entwickelt, die acht Kanäle pro Karte enthält und 8-bit-FADCs verwendet. Prototypen und eine Vorserie von 36 Karten dieses DL300-Systems wurden erfolgreich getestet.

Eine Weiterentwicklung der FADC-Karte wurde untersucht: 16 Kanäle/Karte, Auslese über VME-Bus. Diese Option erlaubt eine Kostenersparnis von ca. 20% und eine flexiblere Auslese der Daten. Ein Prototyp wurde entwickelt und in Auftrag gegeben. Er soll Anfang 1988 fertig sein und getestet werden.

Eiseninstrumen- tierung und Myonkammern

Diese Detektorkomponente basiert auf dem Einsatz großflächiger Plastikstreamerrohrkammern, die bisher ausschließlich aus PVC hergestellt wurden. Aus Sicherheitsgründen ist PVC bei HERA jedoch unerwünscht, so daß intensiv an der Suche und Erprobung von Ersatzmaterialien gearbeitet wurde. Schließlich wurde der neue Werkstoff Luranyl ausgewählt, der gute mechanische Eigenschaften und wesentlich verbesserte Sicherheit im Brandfall bietet. Ende 1987 gelang es, die ersten brauchbaren Kammerprofile zu extrudieren und wenige kleinere Testkammern in Betrieb zu nehmen. Nach den vorläufigen (kurzen) Erfahrungen arbeiten die Kammer zufriedenstellend mit Parametern, die denen von PVC-Kammern äquivalent sind. Das Material für eine größere Vorserie (10% der benötigten Kammer, ca. 8 km Profile) ist bestellt; mit der Fertigung von Detektorelementen in voller Größe soll im März 1988 begonnen werden. Die Produktions- und Testvorrichtungen in den Labors sind aufgebaut und weitgehend erprobt. Die Gruppen der Hamburger Universität

und von DESY befassen sich insbesondere mit dem Zusammenbau der einzelnen Streamerrohrkammern zu vollen Detektorebenen sowie mit der Installation und dem Test dieser Module.

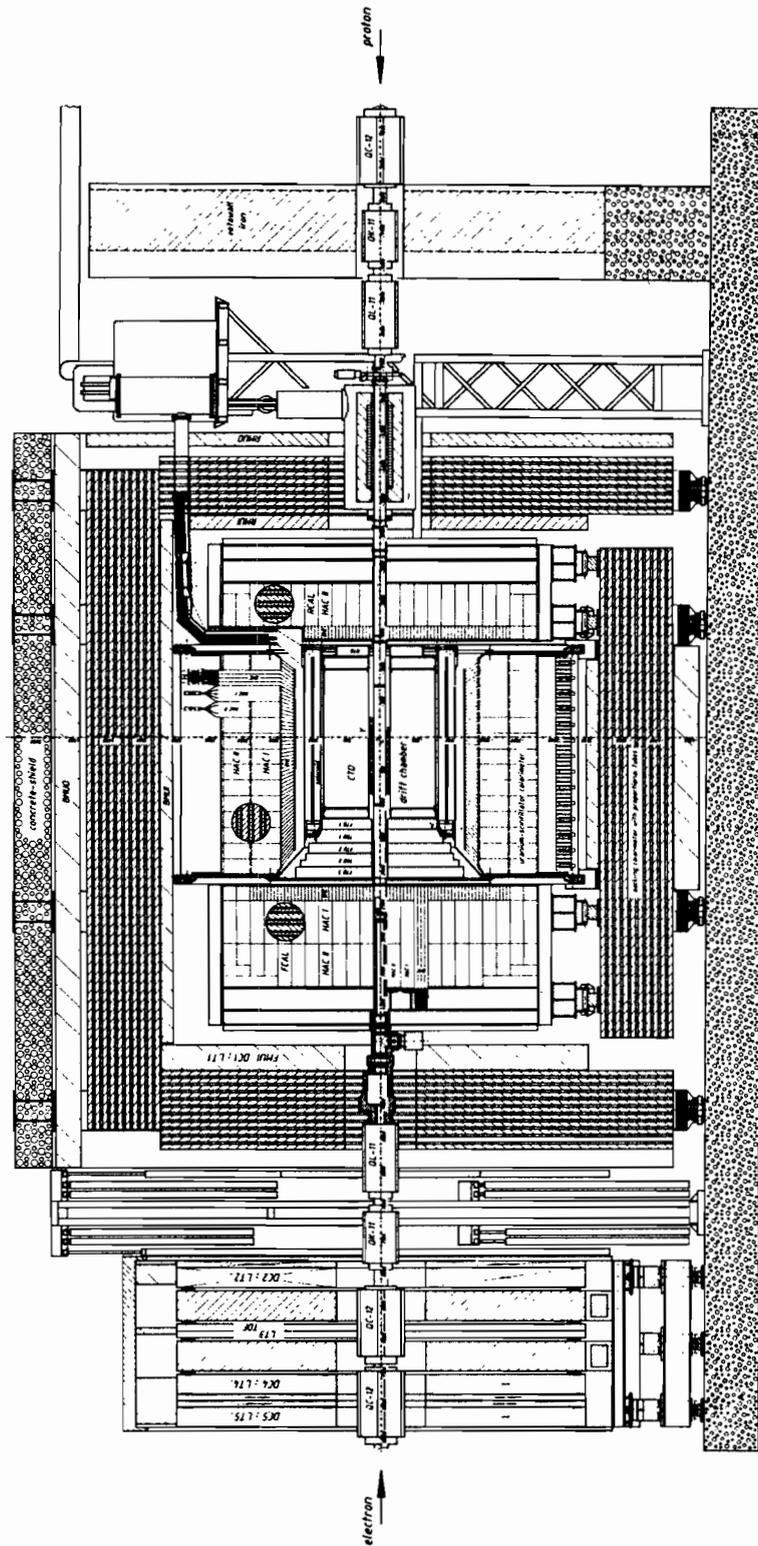


Abbildung 10: Längsschnitt des ZEUS-Detektors.

ZEUS-Kollaboration

Beteiligte Institute: Univ. Aquila, ANL Argonne, Virginia Polytech. Inst. Blacksburg, Univ. Bologna, Univ. Bonn, Univ. Bristol, Ohio State Univ. Columbus, Univ. della Calabrie Cosenza, Inst. of Phys. and Nucl. Techn. und Inst. of Nucl. Phys. Cracow, Rutherford Appleton Lab. Chilton Didcot, York Univ. Downsvew, Univ. Firenze, ENEA Frascati, INFN Frascati, Univ. Freiburg, DESY und Univ. Hamburg, Columbia Univ. Irvington, KFA Jülich, Univ. Lecce, Imperial Coll. and University Coll. London, Univ. of Wisconsin Madison, Univ. Autonoma Madrid, Univ. Milano, McGill Univ. Montreal, Carleton Univ. Ottawa, Oxford Univ., Univ. Padova, Univ. Palermo, Weizmann Inst. Rehovot, Univ. "La Sapienza" Roma, Univ. GHS Siegen, Tokyo Metropolitan Univ., Tokyo Univ., Univ. Torino, Toronto Univ., Univ. Trieste, Pennsylvania State Univ. University Park, Univ. of Illinois Urbana, Univ. Warsaw, Univ. of Manitoba Winnipeg. **Sprecher:** G. Wolf, DESY

Überblick

Die Gesamtplanung des Experiments ist in der Verantwortung von DESY. Im Berichtsjahr 1987 konnte für die meisten Komponenten des Detektors (Abb. 10, 11) die Planung abgeschlossen und mit dem Bau begonnen werden. Der Bericht: "The ZEUS Detector, Status Report 1987" gibt eine ausführliche Beschreibung des Projekts.

Im folgenden werden diejenigen Arbeiten umrissen, an denen Gruppen von DESY und der Universität Hamburg maßgeblich beteiligt waren bzw. sind.

Sicherheit

Die Sicherheit des Detektors wurde eingehend untersucht. Das wichtigste Ergebnis wurde mit Brandversuchen (Leitung H.F. Hoffmann) an Platten aus angereichertem Uran (DU), die mit Edelstahl ummantelt waren, erhalten. Dabei zeigte es sich, daß ein DU-Szintillator-Kalorimeter im Falle eines Brandes kein Sicherheitsrisiko darstellt. Inzwischen ist die behördliche Genehmigung für den Einsatz des Kalorimeters bei HERA auf Antrag des DESY-Direktoriums erteilt worden.

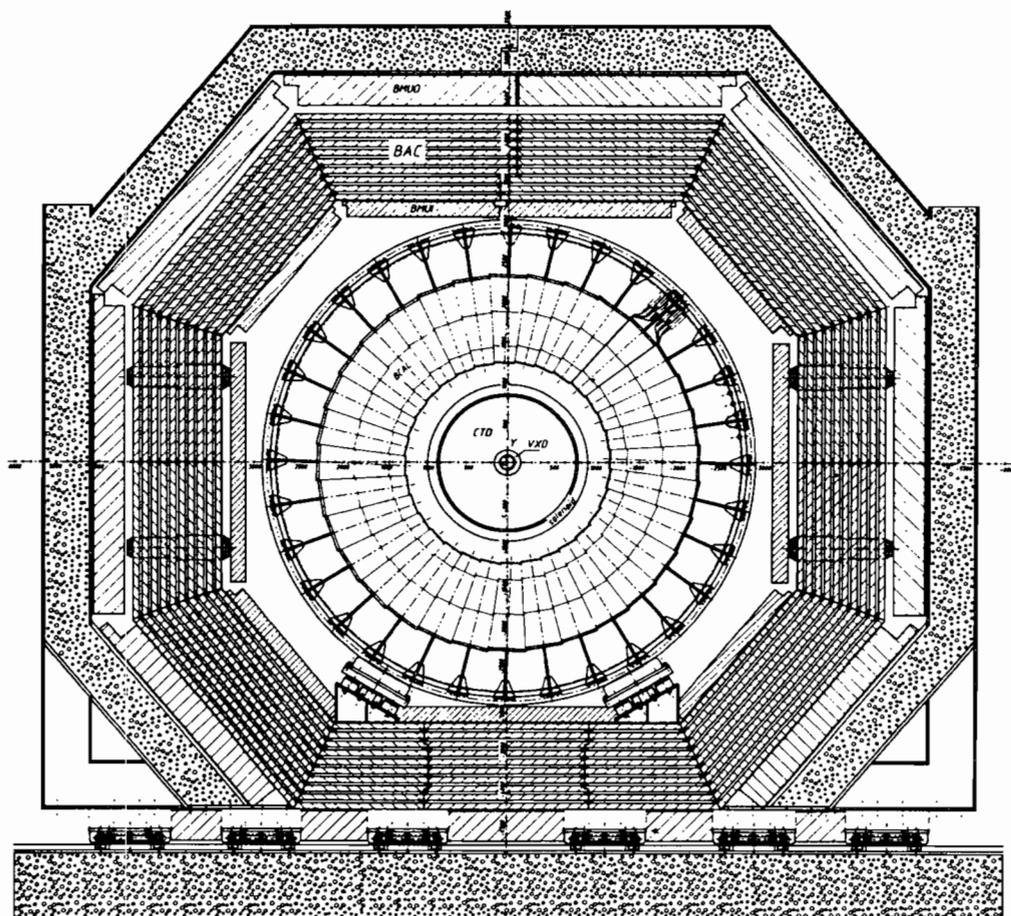


Abbildung 11: Querschnitt des ZEUS-Detektors.

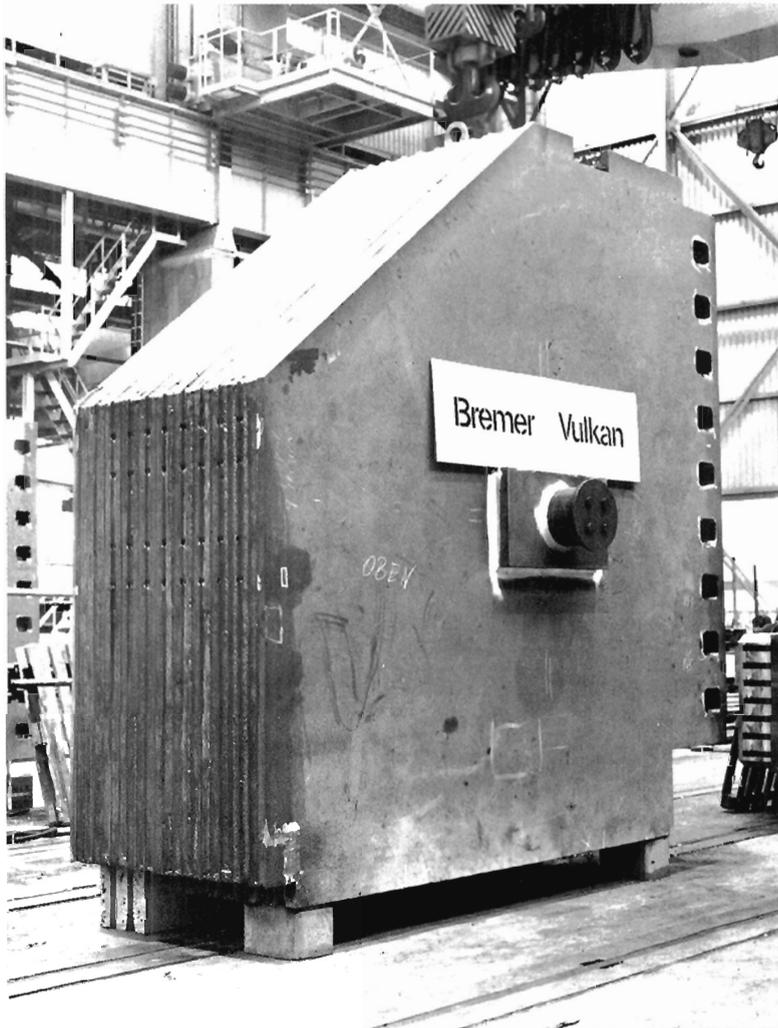


Abbildung 12: Teil einer Endkappe des Eisenjochs.

Detektor-Komponenten

Das Eisenjoch hat die Form eines achteckigen Zylinders, der an den Enden durch Endkappen verschlossen wird (Abb. 10, 11). Es ist aus 7.5 cm dicken Eisenplatten aufgebaut und hat ein Gesamtgewicht von 1962 Tonnen. Das Joch wird von der Firma Bremer Vulkan gefertigt und soll termingerecht im April 1988 bei DESY angeliefert werden. Abbildung 12 zeigt die Bearbeitung eines der Oktagonmodule.

Die Fahrwerke für das Joch sind geliefert. Der Bau des Antriebs wird in Kürze an eine Firma vergeben.

Der Elektronikrucksack – ein dreigeschossiges Gebäude, das Platz für etwa 110 Elektronikschränke bietet und das mit dem Detektor mitfährt – wurde konstruiert und in Auftrag gegeben.

*Eisenjoch und
Magnetstrom-
versorgung*

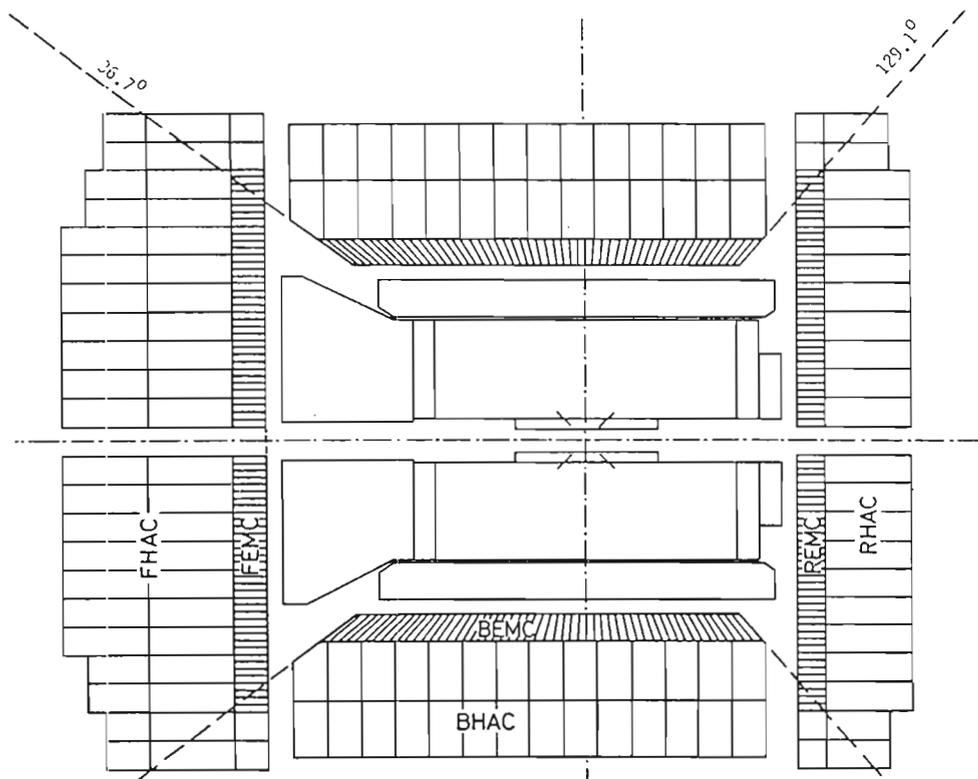


Abbildung 13: Anordnung des DU-Szintillatorkalorimeters.

Der Bau der Kälteversorgung für die supraleitenden Haupt- und Kompensator-solenoid wurde an eine Firma vergeben.

DU-Szintillator-Kalorimeter

Ein großer Teil der Arbeiten konzentrierte sich auf die Planung des DU-Szintillator-Kalorimeters CAL, das hermetisch die Spurdetektoren und das Solenoid umgibt (Abb. 13). Es besteht aus DU-Platten und dazwischenliegenden Szintillatorplatten. Das im Szintillator erzeugte Licht wird mittels Wellenlängenschieber (WLS) und Lichtleiter (LG) zu Fotovervielfacherröhren (PM) transportiert. Mechanisch ist CAL in ein Vorwärts(FCAL)-, ein Zentral(BCAL)- und ein Rückwärtskalorimeter(RCAL) unterteilt (Abb. 13). Jeder der drei Kalorimeterteile ist modular aufgebaut. Jedes Modul besteht aus einem elektromagnetischen (25 Strahlungslängen (X_0), 1 Absorptionslänge (λ)) und zwei bzw. einem hadronischen Abschnitt. Die Gesamttiefe des Kalorimeters beträgt 7λ im FCAL, 5λ im BCAL und 4λ im RCAL. DESY und die Universität Hamburg sind am Bau des FCAL und des RCAL beteiligt.

Um die optimalen Parameter für das Kalorimeter zu finden, wurden mehrere große Prototypen gebaut und mit Teilchenstrahlen am CERN vermessen. Die Messungen bestätigten die in der Gruppe theoretisch erarbeiteten Vorhersagen, daß bei geeigneter Wahl der DU- und Szintillatorplattendicken die hadronische Energieauflösung optimiert werden kann. Es wurde eine gleiche mittlere Si-

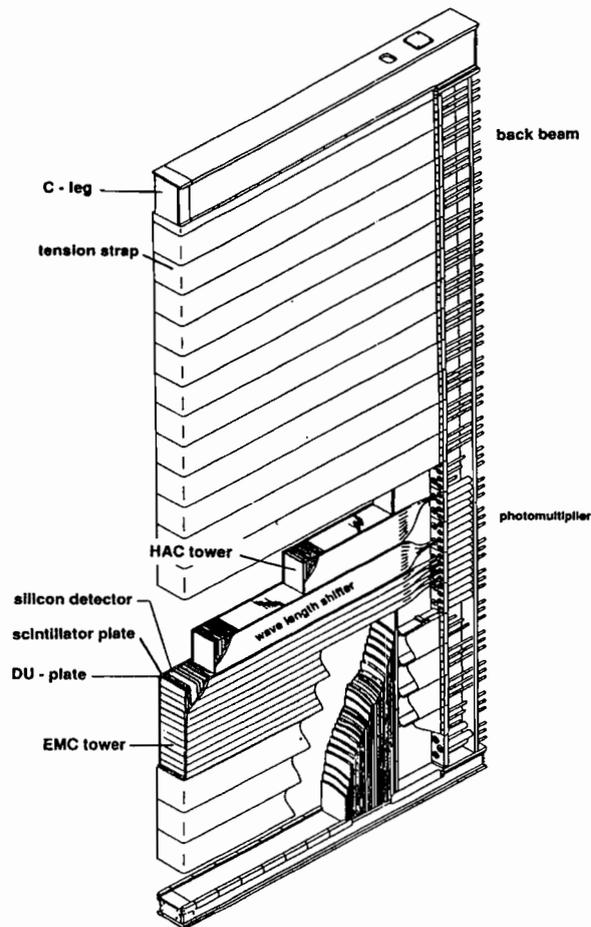


Abbildung 14: Aufbau eines FCAL-Moduls.

gnalhöhe für Elektronen und Hadronen (Kompensation) und eine hadronische Energieauflösung von $\sigma/E = 33\%/\sqrt{E} + 0.5\%$ erzielt.

Die mechanische Konstruktion der FCAL- bzw. RCAL-Module ist beinahe abgeschlossen. Sie wurde hauptsächlich von den Gruppen in York (Kanada) und NIKHEF (Amsterdam) durchgeführt. Bei DESY wurden ausführliche Festigkeitsberechnungen angestellt. Abbildung 14 zeigt ein FCAL-Modul in der Orientierung, in der es in ZEUS eingebaut wird.

Die optischen Komponenten sind im wesentlichen festgelegt. Als Szintillatormaterial wird SCSN38 der Firma Kyowagas verwendet. Ausschlaggebend für die Wahl dieses Materials war die hohe Strahlenbeständigkeit und die gute Langzeitfestigkeit, wie entsprechende Messungen zeigten.

Für die Bearbeitung des Szintillators zu FCAL- bzw. RCAL-Platten (Abmessungen zwischen 5×20 und 20×20 cm², insgesamt etwa 100 000 Platten) wurden bei DESY eine Werkstatt eingerichtet und Fertigungsverfahren entwickelt, die zum einen zu einer gleichmäßigen Lichtausbeute über die gesamte Fläche

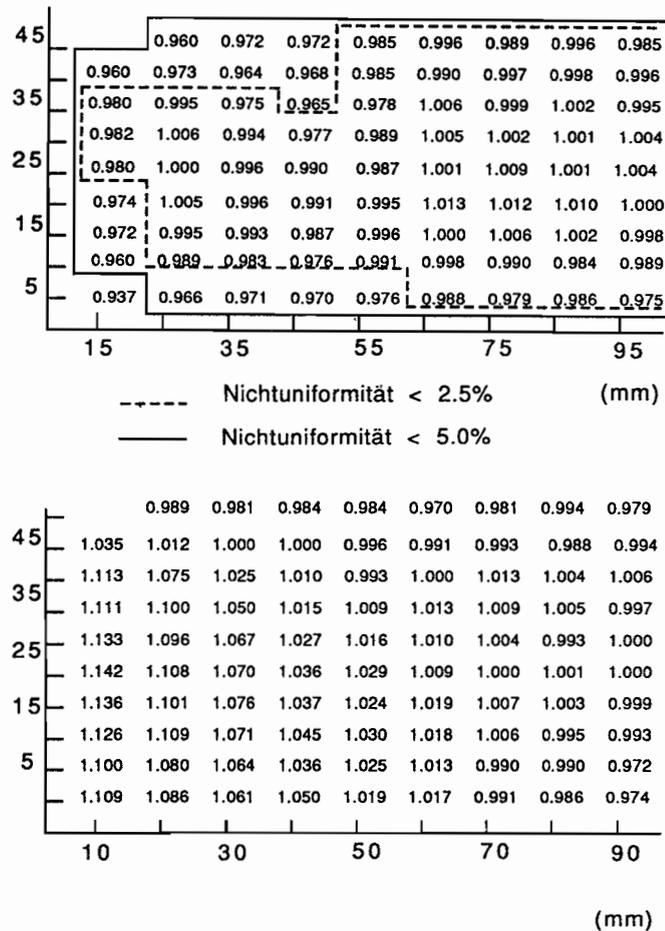


Abbildung 15: Relative Lichtausbeute einer Szintillatorplatte der Größe $5 \times 20 \text{ cm}^2$ mit (oben) und ohne Filtermuster (unten).

einer Szintillatorplatte (Uniformität) führen, und zum anderen rechnergesteuert ablaufen können. Um die notwendige Uniformität zu erreichen, wurden zahlreiche Tests durchgeführt. Wichtig ist eine sorgfältige Dimensionierung der Szintillatorplatten. Außerdem werden die Platten in ein Reflektorpapier eingepackt, das mit einem Licht absorbierenden Filtermuster bedruckt wird. Abbildung 15 zeigt die Wirksamkeit eines solchen Filters.

Für FCAL und RCAL werden etwa 8 000 Röhren benötigt. Für die Auswahl geeigneter Röhrentypen wurde ein Teststand aufgebaut und eine größere Anzahl von Röhren der Typen XP 1911, XP 2011, XP 2081, XP 2972 und R 580 nach Verstärkung, Dunkelstrom, Linearität und Verstärkung in Gegenwart eines Lichtuntergrunds vermessen. Die Messungen zeigten, daß die geforderten Eigenschaften von einigen kommerziell erhältlichen Röhren erfüllt werden. Abbildung 16 zeigt die Verteilung des Dunkelstroms für verschiedene Röhrentypen.

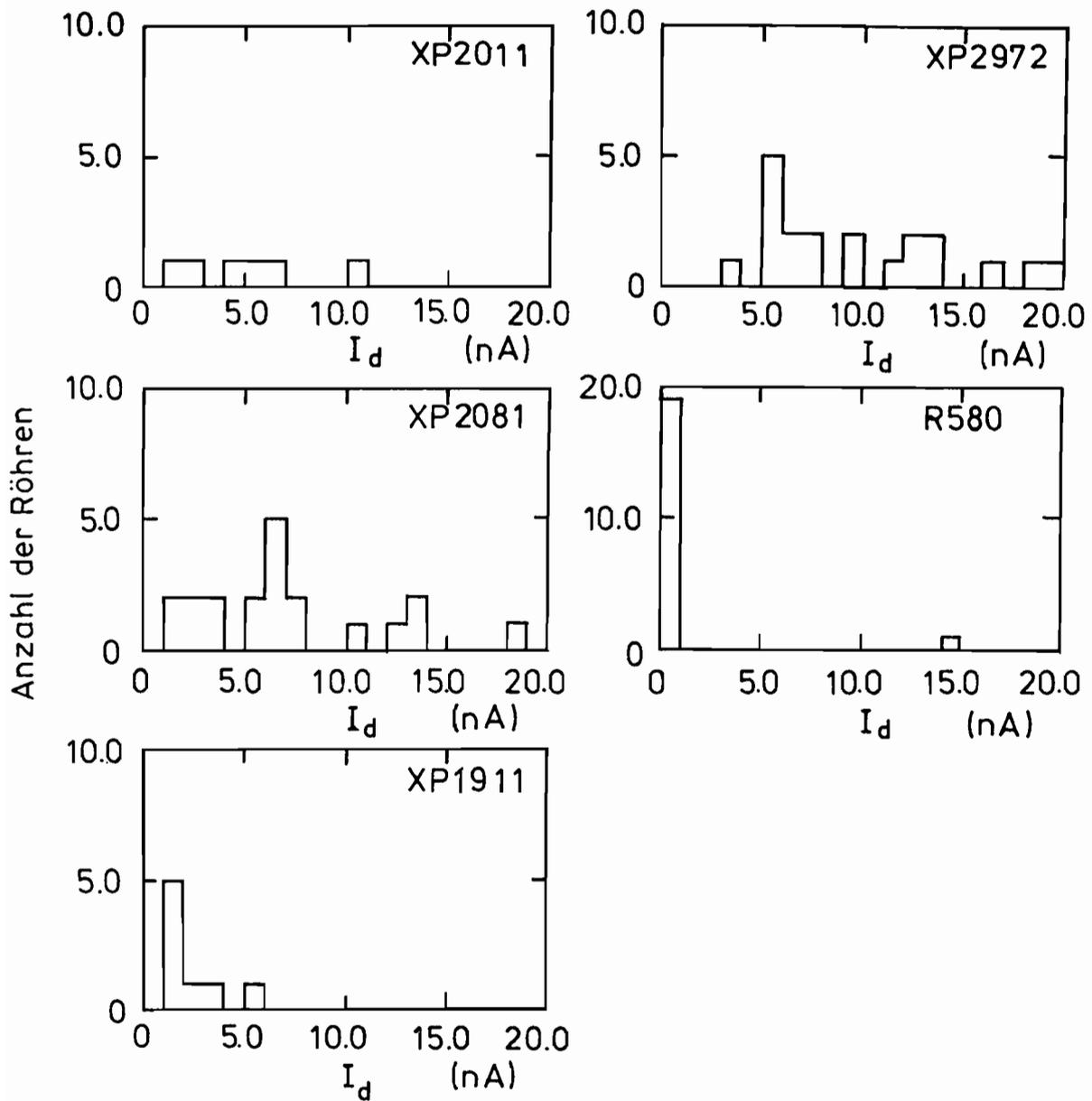


Abbildung 16: Verteilung des Dunkelstroms für verschiedene Röhrentypen.

Bei HERA beträgt der Abstand zwischen zwei aufeinanderfolgenden Strahlpaketen nur 96 ns. Bei ZEUS werden daher die Detektorsignale in einer 5 μ s langen Verzögerungsleitung gespeichert, bis die Triggerentscheidung verfügbar ist. Für das DU-Kalorimeter wurde als Verzögerungsleitung eine Anordnung aus Schaltkondensatoren gewählt (switch capacitors SCD). Am Fraunhofer-Institut für Mikroelektronische Schaltungen und Systeme (Duisburg) wurde ein Prototypchip in 2.5 μ m CMOS Technologie entwickelt. Es wurden ein dynamischer Bereich von 10 000 : 1 und eine Genauigkeit von 0.2 ns für den Zeitpunkt der Ladungsspeicherung erreicht. Die Empfindlichkeit gegen Strahlenbelastung wird gegenwärtig untersucht. Die Gesamtfläche, die für 58 Kondensatoren (= 5 μ s) benötigt wird, beträgt nur 10 mm². Abbildung 17 zeigt eine Kopie der Fotomaske für die Verzögerungsleitung.

Die Konstruktion und das Verhalten der einzelnen Komponenten der FCAL-Module werden gegenwärtig mittels vier Prototypmodulen am Teststrahl im CERN überprüft. Abbildung 18 zeigt eines der Module. Erste Pulshöhenspektren, die mit drei Modulen für Elektronen und Hadronen gemessen wurden, sind in Abbildung 19 dargestellt. Die Energieauflösung zwischen 1 und 10 GeV beträgt:

$$\begin{array}{ll} \text{für Elektronen} & \sigma/E = 18\%/\sqrt{E} \\ \text{für Hadronen} & \sigma/E = 35\%/\sqrt{E} \end{array}$$

Für Planung, Bau und Eichung des Kalorimeters ist eine genaue Simulation von hadronischen Schauern im Kalorimeter unerlässlich. Das HERMES-Programm der Jülicher Gruppe beschreibt die Vielzahl der Prozesse, die zur Schauerbildung beitragen, bis in kleine Einzelheiten. Der dazu nötige Rechenaufwand ist allerdings erheblich: Um den Schauer eines einzigen Hadrons von 500 GeV zu simulieren, werden etwa 30 Minuten Rechenzeit (IBM 3081) verbraucht. Das macht die Untersuchung von Prozenteffekten, für die 1 000 bis 10 000 Ereignisse gerechnet werden müssen, sehr schwierig. Ein Teil der Fragen an die Simulation kann aber mit einer vereinfachenden Rechnung beantwortet werden. Zu diesem Zweck wurde das Simulationsprogramm NEUKA entwickelt, das 20–50 mal weniger Rechenzeit erfordert, ohne die Korrelationen innerhalb des hadronischen Schauers — vor allem zwischen Bindungsenergie und Neutronenerzeugung — aufzugeben. NEUKA wird gegenwärtig einer eingehenden Erprobung unterzogen.

Silizium-Detektoren für die Hadronen-Elektronen-Trennung

Aufgrund der erfolgreichen Messungen mit 1 \times 1 cm² großen Siliziumdioden wurde der Bau eines großen Prototypdetektors aus 600 Dioden mit den Abmessungen 3 \times 3 cm² begonnen. Dieser Detektor soll zur Erprobung im Frühjahr 1988 in die FCAL Prototypmodule eingesetzt werden. Für die Qualitätssicherung der Siliziumdioden wurde ein rechnergesteuerter Teststand entwickelt. Mit der Planung des Detektors für FCAL und BCAL, der eine Fläche von etwa 40 m² mit 40 000 Dioden überdeckt, wurde begonnen.

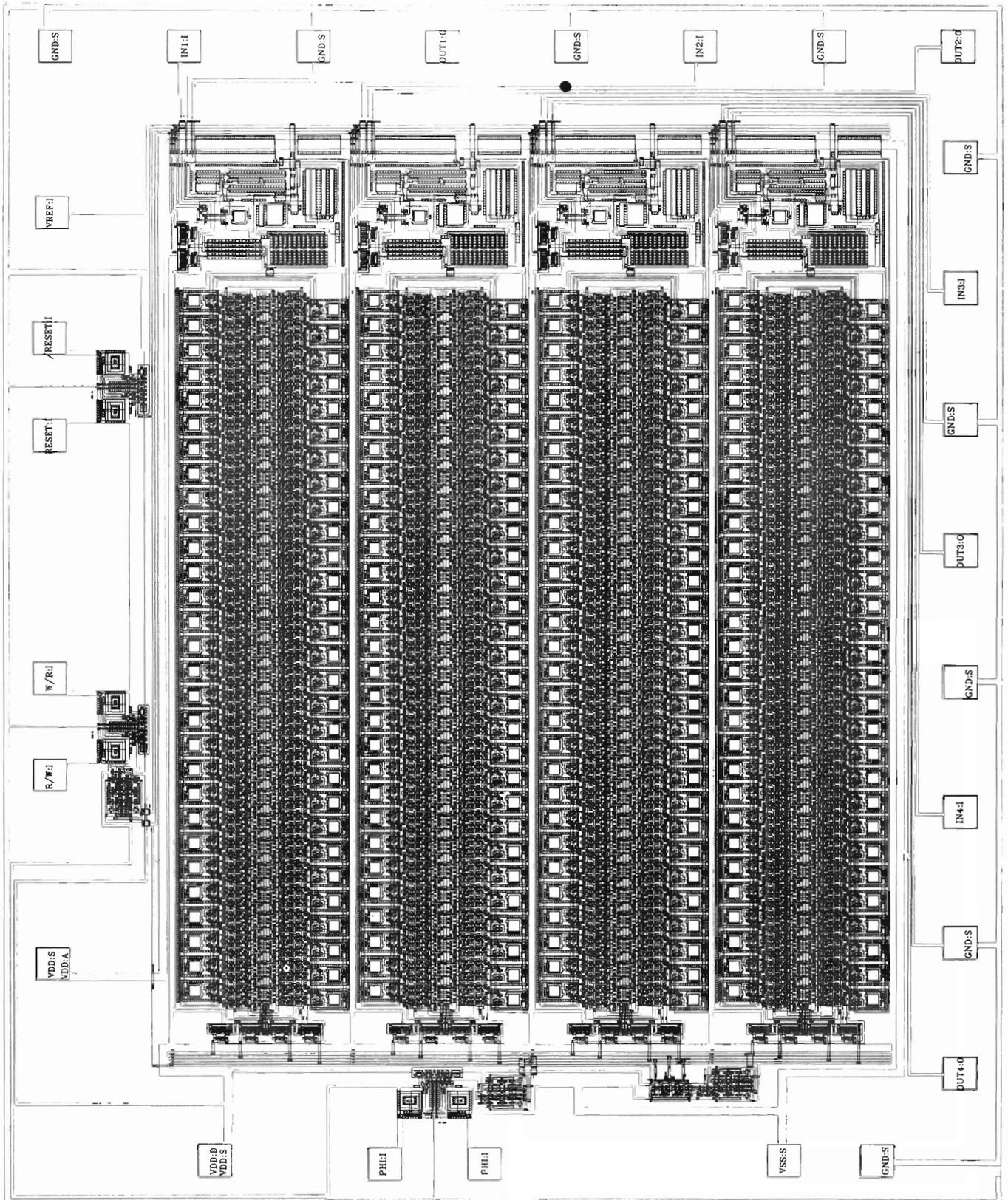


Abbildung 17: Fotomaske der 5 μ sec langen SCD-Verzögerungsleitung für vier Kanäle.

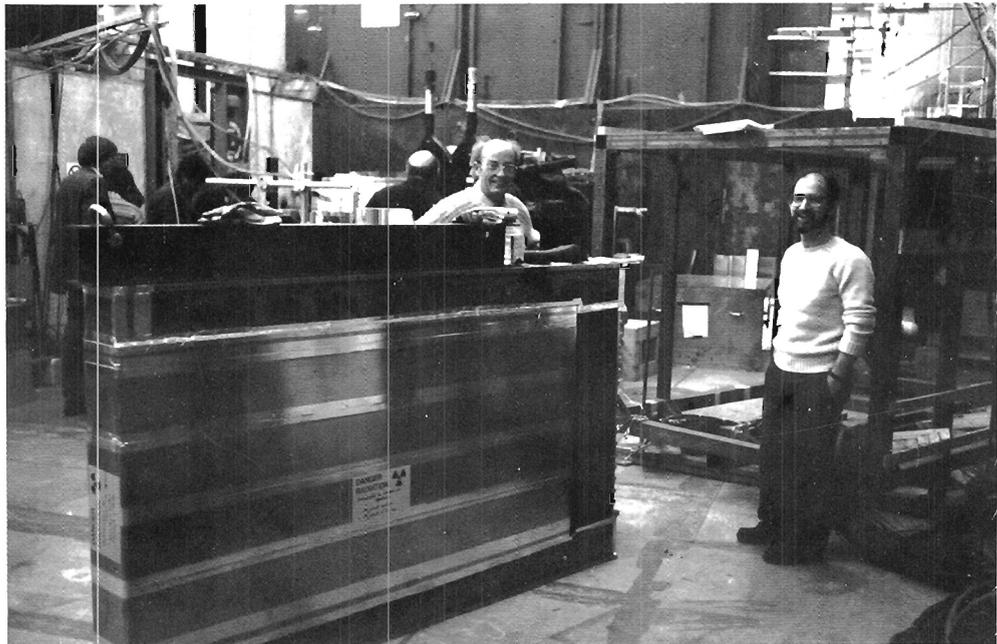


Abbildung 18: FCAL-Prototyp-Modul: Der Teilcheneintritt ist von links.

Datenerfassung

Die Struktur des Datenerfassungssystems ist im wesentlichen ausgelegt. Bei seiner Erstellung wurde die SASD (Structured Analysis and Structured Design) Technik angewandt. Die erwartete Triggerrate (Stufe 1) liegt bei 1 kHz. Aufgabe des Trigger- und Datenerfassungssystems ist es, die Untergrundrate soweit herabzudrücken, daß die akzeptierte Ereignisrate 1-5 Hz beträgt. Die erwartete Ereignislänge liegt bei etwa 100 kBytes.

Die Elektronik der einzelnen Detektorkomponenten und ihre Testsysteme stellen getrennte Einheiten dar. Jede Komponente überträgt ihre Daten an ein "subsystem crate" (SSC), vor dem aus sie vom "event builder" übernommen werden. Der Datenfluß ist in Abbildung 20 angedeutet. Die Signale werden zunächst in der Verzögerungsleitung gespeichert. Parallel gehen sie an den Triggerprozessor der Stufe 1. Ist eine der Triggerbedingungen erfüllt, werden die Signale digitalisiert und von einem Prozessor abgespeichert. Der Triggerprozessor 2 greift auf diese Daten zu. Bei erfüllter Triggerbedingung werden die Daten formatiert und an einen zweiten Speicher übertragen. Der Komponentenrechner kann auf diese Daten zugreifen und die richtige Funktion der Komponenten überwachen. Die formatierten Daten werden an den "event builder" und von dort an den Triggerprozessor 3 übergeben. Dieser besteht aus einer großen Anzahl von Mikroprozessoren (ACP's, die Rechenleistung von 2

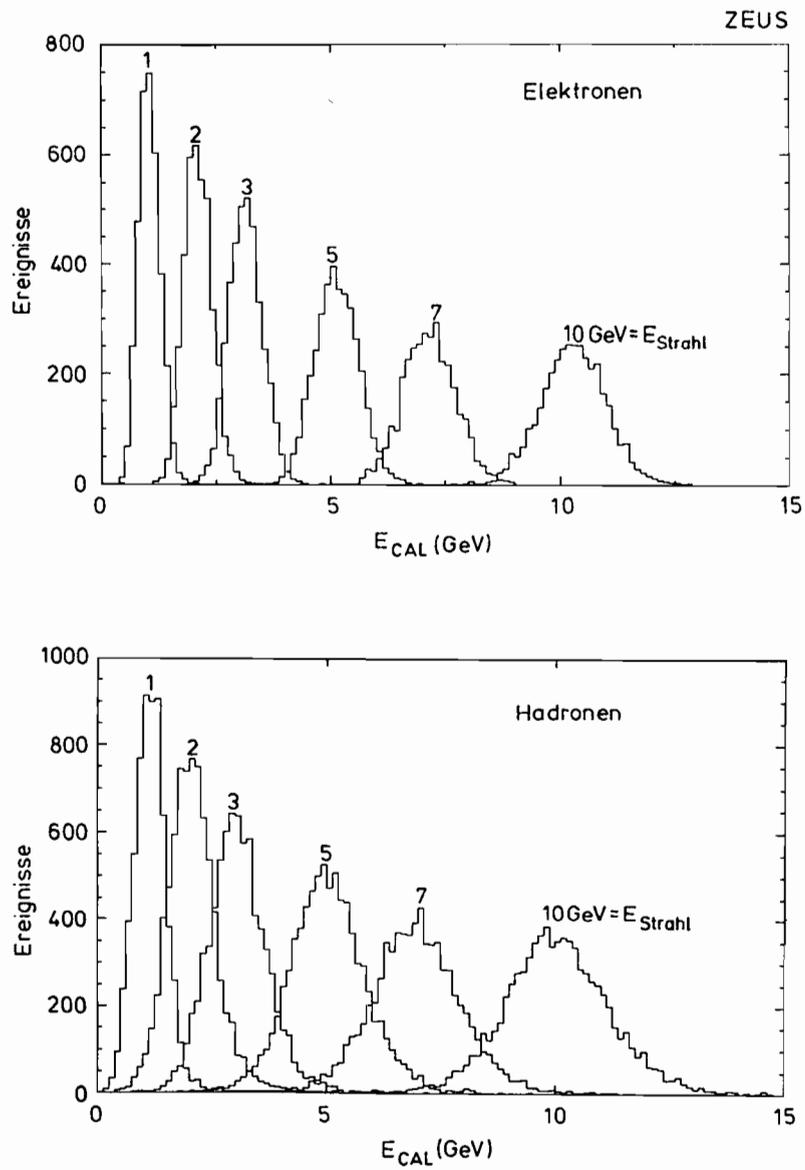


Abbildung 19: Pulshöhenspektren für Elektronen und Hadronen zwischen 1 und 10 GeV.

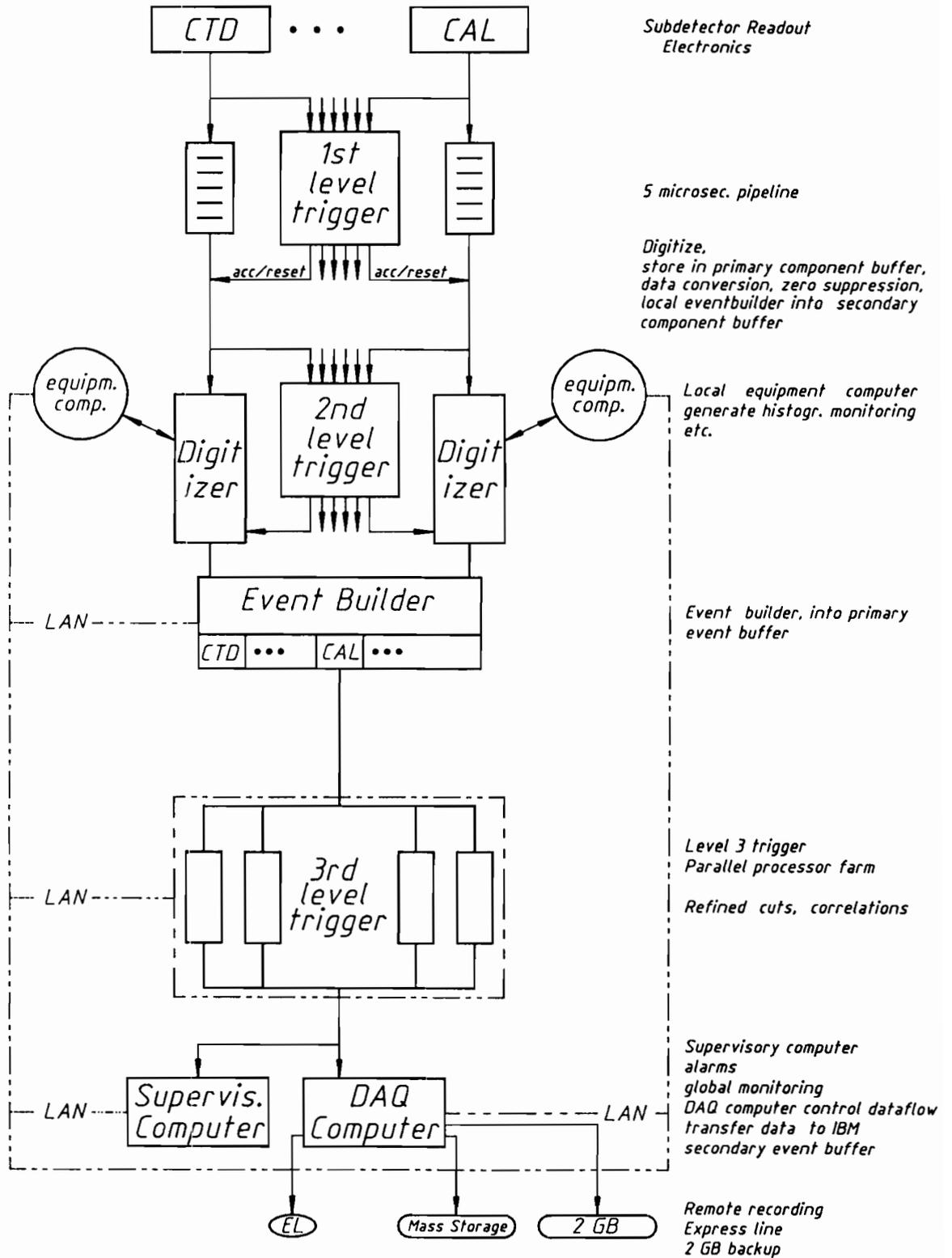


Abbildung 20: Schematische Darstellung des Datenflusses.

ACP's entspricht etwa der einer VAX 780), in denen parallel viele Ereignisse geometrisch rekonstruiert werden. Die akzeptierten Ereignisse werden an den Zentralrechner von DESY übertragen. Sie stehen gleichzeitig dem Hauptrechner der Datenerfassung für Überwachung und Auswertung zur Verfügung.

Die Konfiguration des Hauptrechners wurde festgelegt. Er ist vom Typ Vax 8700 und wird im Frühjahr 1988 angeliefert.

Für den Einsatz an den Teststrahlen, bei der Bearbeitung der optischen Komponenten des Kalorimeters, für die Tests der Siliziumdioden u. a. wurde ein einheitliches Prozessorsystem konzipiert, das auf VME-Basis aufgebaut ist und M68020 als Mikroprozessoren verwendet. Eine Vorstufe solcher VME-Rechner war bereits an einem der Teststrahlen erprobt worden. Diese VME-Rechner werden Prototypen des endgültigen Datenerfassungssystems sein.

Für eine so weitverzweigte Kollaboration wie ZEUS ist für die Programmierung die Verwendung eines effektiven Code Management Systems sehr wichtig. Die Spezifikation eines solchen Programmpakets ist ausgearbeitet worden und soll in Kürze bei einer Firma in Auftrag gegeben werden.

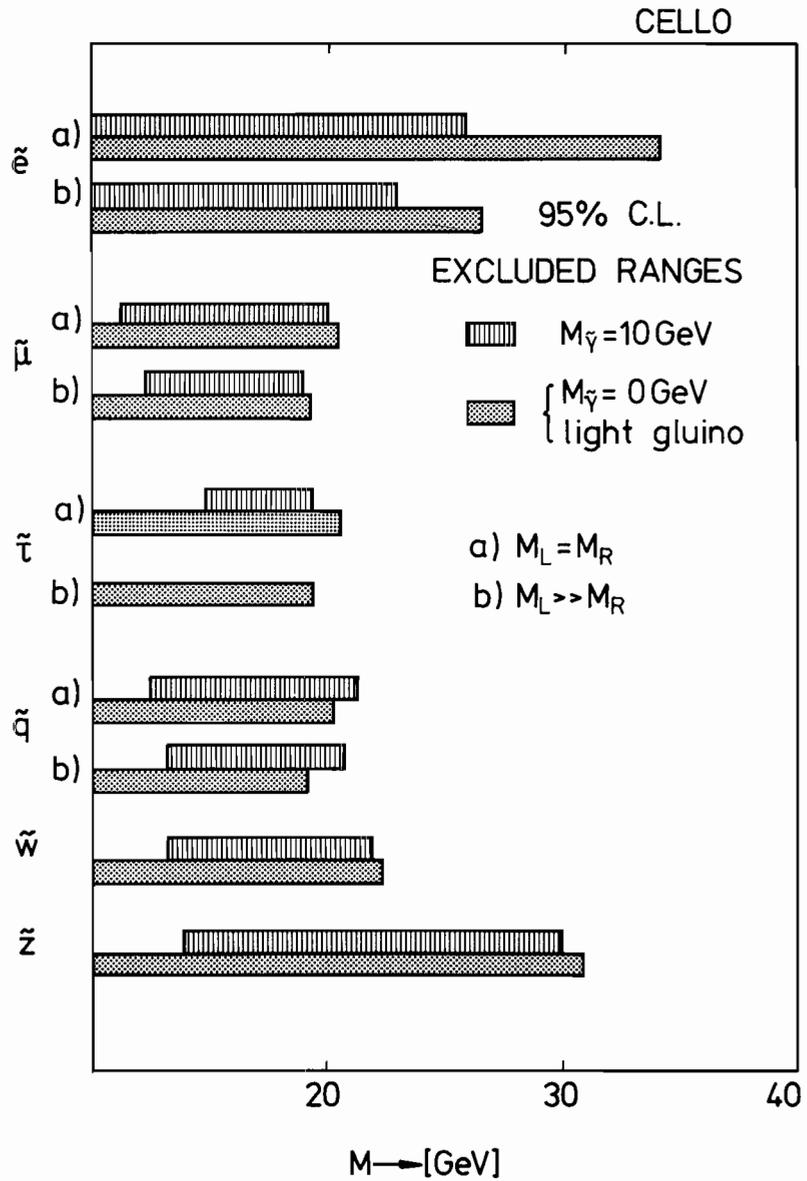


Abbildung 21: Massenbereiche für supersymmetrische Teilchen, die mit 95% Konfidenz ausgeschlossen wurden, unter der Annahme, daß das Photino das leichteste Teilchen ist und mit den beiden Annahmen für seine Masse: $M_{\tilde{\gamma}} = 10 \text{ GeV}$ (und ein schweres \tilde{g}) und $M_{\tilde{\gamma}} = 0$ (und ein leichtes \tilde{g}).

CELLO-Kollaboration

Beteiligte Institute: Univ. Glasgow, DESY und Univ. Hamburg, KfK und Univ. Karlsruhe, MPI München, LAL Orsay, Paris Univ., Univ. und INFN Roma, CEN Saclay, Univ. Tel Aviv. **Sprecher:** H.-J. Behrend, DESY

Überblick

Die Kollaboration führte Experimente am PETRA-Speicherring mit dem magnetischen Detektor CELLO durch. 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 Hadronen-Absorber. Myonen mit Impulsen oberhalb von $1 \text{ GeV}/c$ können diesen Filter durchdringen und werden in großflächigen Drahtkammern nachgewiesen. Den Bereich kleiner Winkel zur Strahlachse überdecken wiederum Spurkammern, Kalorimeter und Myonen-Kammern, so daß Leptonen, Hadronen und Photonen über den nahezu vollständigen Raumwinkelbereich nachgewiesen werden können.

Der Detektor

Mit Abschluß der Messungen am Speicherring PETRA Ende 1986 wurde der CELLO-Detektor aus der Wechselwirkungszone herausgeschoben und als einziges Experiment nicht abgebaut. Er steht in Wartestellung für einen eventuellen Einsatz im HERA-Speicherring. Die Arbeit der Kollaboration konnte sich somit ganz auf die Auswertung der Daten konzentrieren.

Physikalische Ergebnisse

Folgende Problemkreise wurden in erster Linie behandelt und führten zu vorgetragenen oder veröffentlichten Ergebnissen:

Übersicht

- Ein wesentliches Ziel der Experimente im Bereich höchster Energien war die Suche nach Abweichungen vom Standard-Modell (SM), deren Beobachtung Hinweise auf Wege zu einer umfassenderen Theorie liefern könnte. Die Suche erstreckte sich in erster Linie auf die im Rahmen der Supersymmetrie (SUSY) vorhergesagten bosonischen Partner der bekannten Fermionen und die fermionischen Partner der Eichbosonen.
- Im Rahmen des Standard-Modells muß wenigstens ein skalares Higgs-Dublett vorhanden sein. Dieses sollte sich direkt durch Elektronen-

Positron-Vernichtung als entgegengesetzt geladenes Paar erzeugen lassen. Nach diesem Teilchenpaar wurde in den Daten oberhalb 42.5 GeV Schwerpunktsenergie intensiv gesucht.

- Der Zerfall des τ -Leptons gibt immer noch einige Rätsel auf, da die Summe der exklusiv gemessenen Zerfälle ca. 5% weniger ergibt als die inklusiv gemessene Zerfallsrate. Eine mögliche Erklärung liegt in einer Verletzung der GSW-Theorie der schwachen Wechselwirkung, die zu dem Zerfall $\tau^- \rightarrow \pi^- \eta \nu_\tau$ führen könnte. Dieses wurde am Speicherring PEP in den USA beobachtet. Die CELLO-Daten wurden daraufhin nach solchen Zerfällen durchgemustert.
- Der CELLO-Detektor ist wegen seiner fast vollständigen Überdeckung mit Kalorimetern besonders gut geeignet, nach Teilchen zu suchen, die nur schwach mit Materie wechselwirken und daher im Detektor nicht sichtbar sind. Solche Prozesse können sich aber durch die Abstrahlung eines γ -Quants im Anfangszustand verraten, das als einziges im Detektor nachgewiesen wird. Im Berichtsjahr wurden die im Jahr 1986 zusätzlich gewonnenen Daten (87 pb^{-1}) ausgewertet und neue Grenzen für die Zahl der verschiedenen Neutrino-Arten angegeben.
- Eine starke Gruppe von der Universität Hamburg befaßt sich mit der Auswertung von Reaktionen, die durch Zusammenstoß zweier γ -Quanten entstehen. Als erstes wurde die Reaktion $\gamma\gamma \rightarrow K_s^0 K_s^0$ studiert. In den nächsten Jahren wird eine Vielzahl von Veröffentlichungen auf diesem Gebiet zu erwarten sein.

Im folgenden werden diese Experimente näher beschrieben.

Suche nach supersymmetrischen Teilchen (SSP)

Es wurde nach folgenden, von derartigen Theorien vorhergesagten Teilchen gesucht:

Skalare Elektronen (\tilde{e}): Diese sollten sich durch das Auftreten von acoplanaren Elektron-Positron-Paaren oder von einzelnen Elektronen (Positronen) bemerkbar machen. Es wurde hierfür kein Kandidat gefunden. Sie wurden ausgeschlossen für die Massen $M_{\tilde{e}R} = M_{\tilde{e}L} < 34.2 \text{ GeV}$ und den Massenbereich $M_{\tilde{e}R} < 26.8 \text{ GeV} \ll M_{\tilde{e}L}$ bei der Annahme von masselosen Photinos ($\tilde{\gamma}$) sowie für $M_{\tilde{e}R} = M_{\tilde{e}L} < 26.1 \text{ GeV}$ und $M_{\tilde{e}R} < 23.2 \text{ GeV} \ll M_{\tilde{e}L}$ bei der Annahme von $M_{\tilde{\gamma}} = 10 \text{ GeV}$.

Skalare Myonen ($\tilde{\mu}$) und Tau-Leptonen ($\tilde{\tau}$): Hier wurde nach acoplanaren Myon-Paaren bzw. Tau-Paaren gesucht. Auch hier wurden keine Kandidaten gefunden, die alle Schnitte überlebten. Es können folgende Ausschlußgrenzen angegeben werden:

$2.8 \text{ GeV} < M_{\tilde{\mu}R} = M_{\tilde{\mu}L} < 20.5 \text{ GeV}$ und $3.4 \text{ GeV} < M_{\tilde{\tau}R} < 19.4 \text{ GeV} \ll M_{\tilde{\tau}L}$ bei der Annahme $M_{\tilde{\gamma}} = 0$ sowie

$5.3 \text{ GeV} < M_{\tilde{\tau}_R} = M_{\tilde{\tau}_L} < 20.6 \text{ GeV}$ und $5.6 < M_{\tilde{\tau}_R} < 19.5 \text{ GeV} \ll M_{\tilde{\tau}_L}$
bei der gleichen Annahme.

Skalare Quarks: Hier wurde nach Jets mit fehlender Energie und falscher Impulsbilanz gesucht, da ein Teil der Energie durch ein nicht nachgewiesenes Photino abgestrahlt wird. Diese Ereignisse können mit der Annahme eines schweren Gluinos ($M_{\tilde{g}} > M_{\tilde{q}}$) analysiert werden. Außerdem kann mit der Annahme eines leichten Gluinos ($M_{\tilde{g}} < M_{\tilde{q}}$) nach "kugelförmig" verteilten multihadronischen Ereignissen gesucht werden. Im ersten Fall kann folgender Massenbereich ausgeschlossen werden:

$$\begin{aligned} \text{für } M_{\tilde{\chi}} = 0: & \quad 2.1 \text{ GeV} < M_{\tilde{q}_R} = M_{\tilde{q}_L} < 21.5 \text{ GeV} \text{ und} \\ & \quad 2.2 \text{ GeV} < M_{\tilde{q}_R} < 21.2 \text{ GeV} \ll M_{\tilde{q}_L} \\ \text{für } M_{\tilde{\chi}} = 10 \text{ GeV:} & \quad 12.5 \text{ GeV} < M_{\tilde{q}_R} = M_{\tilde{q}_L} < 21.3 \text{ GeV} \text{ und} \\ & \quad 13.3 \text{ GeV} < M_{\tilde{q}_R} < 20.8 \text{ GeV} \ll M_{\tilde{q}_L} \end{aligned}$$

Im zweiten Fall verbessert sich die untere Grenze zu 20.3 GeV bei $M_{\tilde{q}_L} = M_{\tilde{q}_R}$ und zu 19.2 GeV bei $M_{\tilde{q}_L} \gg M_{\tilde{q}_R}$.

Winos und Zinos: Hier werden die Suchen im wesentlichen nach den schon beschriebenen Signaturen durchgeführt. Hinzu kommt noch die Suche nach Monojets. Es gibt sehr viele Fallunterscheidungen, von denen die Resultate abhängen, und es würde den Charakter des Berichtes sprengen, alles im einzelnen anzugeben. Es wird nur festgehalten, daß es keinen Hinweis auf Winos und Zinos im CELLO-Experiment gibt.

Zusammenfassend kann man die Suche darstellen, indem man die einzige und allgemein akzeptierte Annahme macht, daß das leichteste SSP ein Photino ist. Abbildung 21 zeigt die Bereiche, die mit 95% Konfidenz ausgeschlossen werden können.

Die Higgs-Teilchen sollten in $H^\pm \rightarrow \tau\nu, cs, cb$ (Taus, Neutrinos, c-Quarks, s-Quarks, b-Quarks) zerfallen. Man sucht also nach folgenden Endzuständen:

$$\begin{aligned} e^-e^- \rightarrow H^-H^- & \rightarrow \tau\nu\tau\nu & (\text{Tau-Endzustand}) \\ e^-e^- \rightarrow H^+H^- & \rightarrow cqcq' \ (q,q' = s,b) & (\text{hadronischer Endzustand}) \\ e^-e^- \rightarrow H^-H^- & \rightarrow \tau\nu cq & (\text{gemischter Endzustand}) \end{aligned}$$

*Suche nach
Higgs-Teilchen*

Die Quarks zerfallen bekanntlich in Jets von vielen anderen Teilchen, die Taus dagegen oft nur in ein Elektron oder Myon plus ein Neutrino. Für alle drei Signaturen zusammen wurde ein Ereignis gefunden, das die Schmitte überlebte. Daraus resultieren Grenzen für die Massen der Higgs-Teilchen, die zusammenfassend in Abbildung 22 dargestellt werden. Weitere Grenzen ($R, \sigma_{\tau\tau}$) bekommt man, wenn man die totalen Wirkungsquerschnitte für die Erzeugung von Hadronen und τ -Paaren auf die zusätzliche Produktion von Higgs-Teilchen analysiert. Insgesamt kann man feststellen, daß man Higgs-Teilchen bis zur Masse von 19 GeV mit 95% Konfidenz unabhängig von deren Zerfallsarten ausschließen kann.

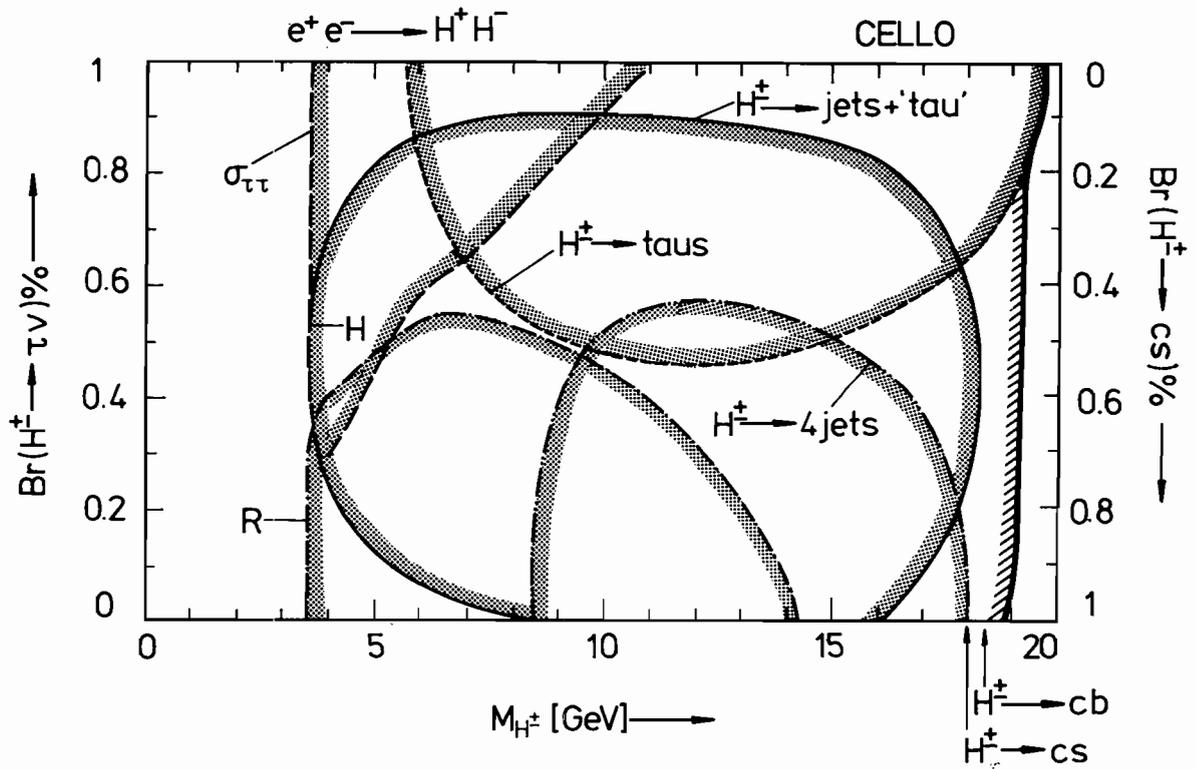


Abbildung 22: Grenzen für die Massen des geladenen Higgs-Teilchens als Funktion der Zerfallsraten in Leptonen oder Hadronen (95% Konfidenz). Die Flächen auf der schraffierten Seite der Konturen sind ausgeschlossen. Die kombinierte Grenze für alle (starke Linie) zeigt, daß das geladene Higgs Boson unterhalb 19 GeV ausgeschlossen werden kann.

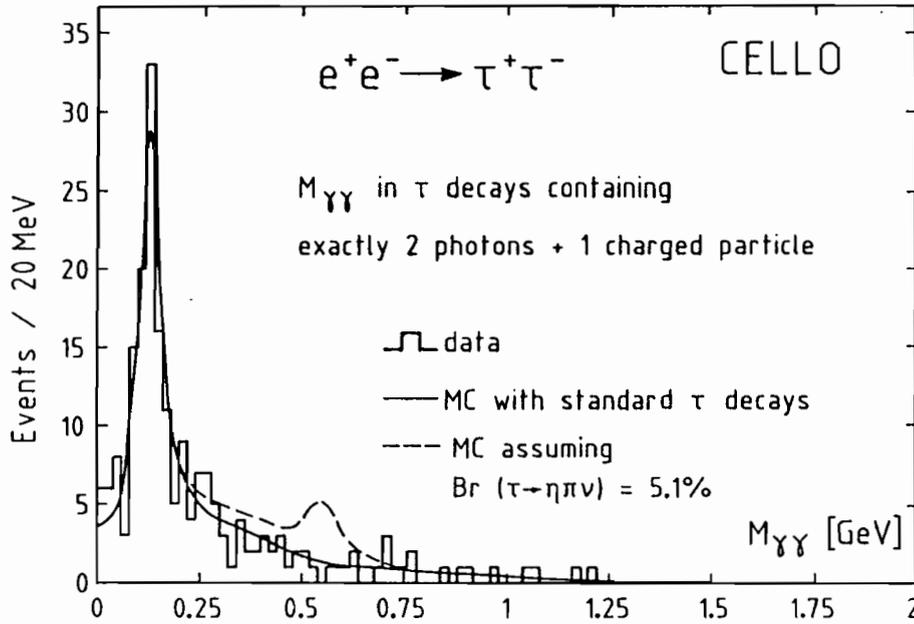


Abbildung 23: Invariante $\gamma\gamma$ -Masse von τ -Endzuständen, die genau 2 Photonen und ein geladenes Teilchen enthalten. Die ausgezogene Linie zeigt die Erwartung von den bekannten τ -Zerfällen. Die gestrichelte Linie gibt den Verlauf an, falls der gesuchte Zerfall $\tau \rightarrow \eta\pi\nu$ mit einem Beitrag von 5.1% existiert.

Der hadronische Endzustand aus einem π^- - und einem η -Meson trägt eine im GSW-Modell verbotene Kombination von Quantenzahlen für Spin J , Parität P und G-Parität ($J^P = 0^+$ oder 1^- , $G = -1$). Der Zerfall sollte deswegen gegenüber erlaubten τ -Zerfällen (beispielsweise $\tau^- \rightarrow \pi^- \nu_\tau$ (10%) oder $\tau^- \rightarrow \pi^- \pi^0 \nu_\tau$ (22%)) sehr stark, d.h. um mehrere Größenordnungen, unterdrückt sein.

Zerfall des Tau-Leptons $\tau \rightarrow \pi\eta\nu_\tau$

Da das η -Meson zu 39% in zwei Photonen zerfällt, wurde mit dem CELLO-Detektor nach dem Zerfall $\tau^- \rightarrow \pi^- \gamma\gamma \nu_\tau$ gesucht. Falls der verbotene Prozeß ein Verzweungsverhältnis von mehr als $\sim 1\%$ hätte, müßte in der Verteilung der invarianten Masse $M_{\gamma\gamma}$ der beiden nachgewiesenen Photonen ein Signal im Bereich von $M_{\gamma\gamma} = M_\eta = 550$ MeV sichtbar sein.

Abbildung 23 zeigt die Verteilung von $M_{\gamma\gamma}$. Wie aus dem bekannten Zerfall $\tau^- \rightarrow \rho^- \nu_\tau$, $\rho^- \rightarrow \pi^- \pi^0$ erwartet, wird ein dominierendes π^0 -Signal beobachtet. Eine Häufung im Bereich der η -Masse fehlt jedoch. Das erwartete Spektrum für den Zerfall bei einem Verzweungsverhältnis von 5% ist durch die gestrichelte Linie wiedergegeben. Die Messung läßt mit einem Konfidenzniveau von 90% ein Verzweungsverhältnis von maximal 1.4% für den Zerfall zu und schließt damit das PEP-Resultat aus, welches inzwischen durch verschiedene weitere Bestimmungen oberer Grenzen für den Prozeß deutlich widerlegt wurde.

Entries / 30 MeV

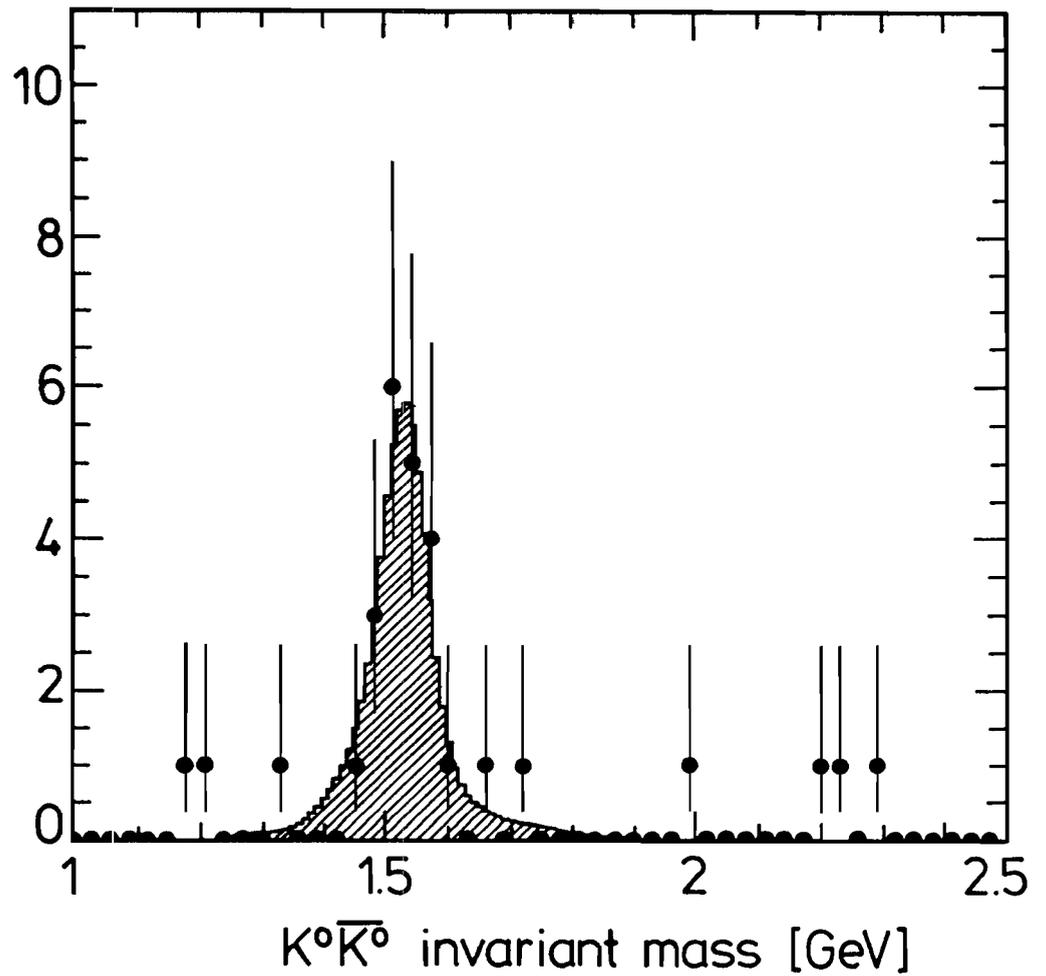


Abbildung 24: Invariante Masse von $K_s^0 K_s^0$ -Endzuständen bei der Zwei-Photon-Wechselwirkung. Das Histogramm wurde einer f_2' -Simulation entnommen, normiert auf die Anzahl der beobachteten Ereignisse.

Das Experiment $e^+e^- \rightarrow \gamma +$ unsichtbare Endzustände ist ein Indikator für Teilchen, die keine Wechselwirkung mit dem Detektor haben. Es könnte also ein Neutrino-Antineutrino-Paar im Endzustand sein oder ein anderes schwach wechselwirkendes Teilchenpaar bestehend aus Photinos, Zinos oder Higgsinos. Je nach Zahl der beobachteten Ereignisse kann man Rückschlüsse ziehen auf die Zahl der Familien von Neutrinos bzw. der SUSY-Teilchen.

*Experiment
mit einzelnen
Photonen*

Das CELLO-Experiment ist eines der wenigen Experimente, die diese Suche effizient durchführen können. Abgesehen von den zwei Löchern für Strahlein- und -austritt, hat CELLO eine 100%ige Überdeckung mit Nachweisgeräten für Gamma-Quanten. In den im Jahr 1986 genommenen Daten (35 GeV Schwerpunktsenergie, 87 pb^{-1} integrierte Luminosität) wurde ein Ereignis gefunden. Man erwartet theoretisch von den bekannten drei Neutrino-Arten 1.6 Ereignisse. Dieses Ergebnis ergibt als obere Grenze für die Zahl der Neutrino-Arten 8.7 (90% Konfidenz).

Falls man die Ergebnisse aller e^+e^- -Experimente (CELLO, MAC, ASP, MARK J) zu diesem Prozeß zusammennimmt, erhält man bei einer erwarteten Rate von 6.11 eine gemessene von 3.86. Daraus folgt eine obere Grenze für die Gesamtzahl von Neutrinos von 4.6.

Man kann das Ergebnis auch folgendermaßen interpretieren: Man erwartet von den bekannten Neutrinos her die erwähnte Zahl von 6.11. Die tatsächlich gefundene Zahl von Ereignissen kann umgewandelt werden in eine obere Grenze für die Masse des skalaren Elektrons (SUSY-Teilchen) von 68.5 GeV, falls man Photino-Paarbildung als gesuchten Prozeß annimmt bei einem masselosen Photino.

Es wurden die Daten aus dem Jahr 1986 analysiert. Dabei wurde nach den langsam zerfallenden K_s^0 gesucht, die in $\pi^+\pi^-$ zerfallen. Der Zerfallsvertex muß dabei im CELLO-Zentraldetektor liegen. Außerdem muß verlangt werden, daß die Summe der Transversalimpulse klein ist, so daß man eine exklusive Messung des Kanals bekommt. Es gelang eine ausgezeichnete Identifikation der K-Mesonen mit einer Auflösung von 8.7 MeV. Die so isolierten K_s^0 -Mesonen wurden benutzt, um nach Prozessen $\gamma\gamma \rightarrow$ Tensor-Meson $\rightarrow K_s^0 K_s^0$ zu suchen. Abbildung 24 zeigt das Spektrum der invarianten $K^0 \bar{K}^0$ -Masse. Man sieht einen deutlichen Beweis für die exklusive Erzeugung eines f_2' . Man kann ein vorläufiges Resultat für das Produkt aus Strahlungsbreite und Verzweigungsverhältnis angeben:

$\gamma\gamma \rightarrow K_s^0 K_s^0$

$$\Gamma_{\gamma\gamma} \cdot B(f_2' \rightarrow K\bar{K}) = 0.11 \pm 0.03 \text{ (stat.)} \pm 0.02 \text{ (syst.) keV}$$

Der Wert stimmt gut mit anderen Ergebnissen für diesen Kanal überein.

JADE-Kollaboration

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

Überblick

Im letzten Betriebsjahr von PETRA als e^+e^- -Speicherring, 1986, wurde die Anzahl der vom JADE-Detektor vermessenen e^+e^- -Annihilationen nahezu verdoppelt. 1987 wurde der Detektor zur optimalen Nutzung dieser Daten sorgfältig kalibriert, und es wurde versucht, einige wichtige offene Fragen mit einer zunächst noch vorläufigen Auswertung zu klären.

Physikalische Ergebnisse

Die Interferenz von γ - und Z^0 -Austauschamplituden führt bei PETRA-Energien zu einer Asymmetrie der Winkelverteilung bei der Erzeugung von Myon-, Tauon- und Quarkpaaren. Diese Asymmetrie, die 1981 erstmals bei PETRA beobachtet wurde, erlaubt, die Axialvektorladung der erzeugten Fermionen zu bestimmen. Nach dem Standard-Modell sollen diese Ladungen für das Myon und Tauon gleich sein: $a_{SM}^{\mu,\tau} = -1$. Die bis 1985 gesammelten Daten ergaben jedoch für das Myon und für das Tauon leicht unterschiedliche Werte:

$$a_{\text{exp}}^{\mu} = -1.13 \pm 0.07, \quad a_{\text{exp}}^{\tau} = -0.85 \pm 0.11$$

Die 1986 gewonnenen Daten haben die Signifikanz dieser Diskrepanz nicht erhöht, so daß eine statistische Schwankung als Ursache dieses Unterschieds wahrscheinlicher geworden ist. Die Kombination aller Messungen liefert jetzt

$$a_{\text{exp}}^{\mu} = -1.11 \pm 0.06, \quad a_{\text{exp}}^{\tau} = -0.88 \pm 0.09$$

Die Asymmetrie der Quarkerzeugung ist experimentell sehr viel schwieriger zu bestimmen, weil die elektrische Ladung der Quarks von Fragmentationseffekten weitgehend verdeckt wird. Bislang konnten bei PETRA nur die Asymmetrien der schweren c- und b-Quarks beobachtet werden, weil man diese Quarks über charakteristische Zerfälle markieren kann. JADE gelang es 1987, mit statistischen Methoden die Ladungsasymmetrie gemittelt über alle Quarksorten zu bestimmen. Der experimentelle Wert bei $\sqrt{s} = 34.8$ GeV beträgt $A = 0.060 \pm 0.013$, während das Standard-Modell mit dem Fragmentationschema der Lund-Gruppe einen Wert von $A = 0.049$ vorhersagt.

*Elektroschwache
Interferenz*

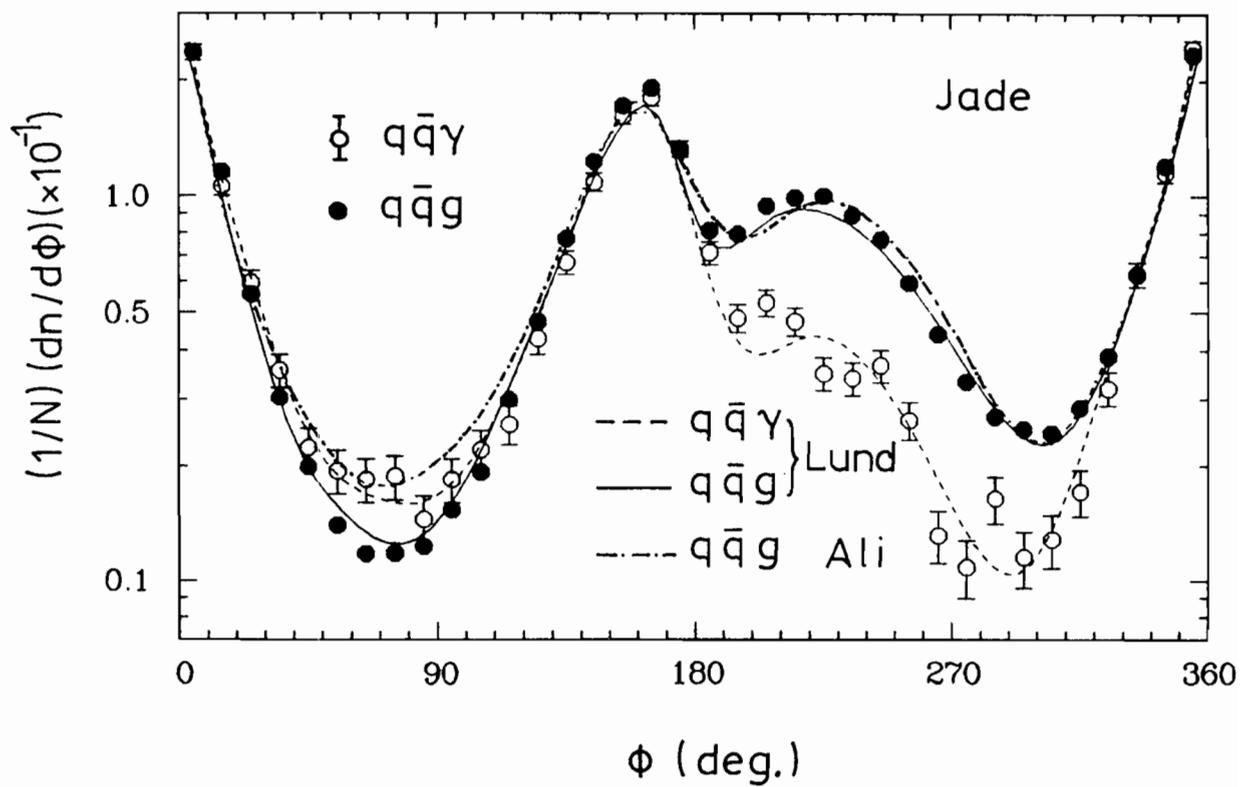


Abbildung 25: Vergleich des auf die Ereignisebene projizierten Teilchenflusses für die Gluon- und Photon-Bremsstrahlungsprozesse. Die Daten sind jeweils auf die Anzahl von Ereignissen N normiert.

Der sogenannte String-Effekt wurde erstmals 1981 von der JADE-Kollaboration beobachtet. Er besagt, daß bei Gluon-Bremsstrahlungsprozessen $e^+e^- \rightarrow q\bar{q}g$ niederenergetische Hadronen bevorzugt in die Winkelbereiche zwischen Quark bzw. Antiquark und Gluon emittiert werden und weniger häufig in den Bereich zwischen Quark und Antiquark. Zunächst wurde dieser Effekt nur im Rahmen von Fragmentationsmodellen gedeutet und favorisierte deutlich das Modell der Lund-Gruppe. Kürzlich gelang es, diesen Effekt störungstheoretisch im Rahmen der QCD durch Kohärenzeffekte bei der Emission weicher Gluonen zu erklären und ihn mit den Farbfeldern der QCD und deren Eichstruktur zu verknüpfen. Mit den 1986 gesammelten Daten reichte die Statistik aus, um diesen Effekt ohne komplizierte Modellberechnungen aufzuzeigen. Da das Photon keine Farbladung hat, ist bei der Photon-Bremsstrahlung $e^+e^- \rightarrow q\bar{q}\gamma$ die Emission in den Winkelbereich zwischen Quark und Antiquark nicht unterdrückt. Vergleicht man die Teilchenverteilung in Photon-Bremsstrahlungsprozessen mit denen der Gluon-Bremsstrahlung, die bzgl. der Quark-Kinematik sehr ähnlich sind, so wird der String-Effekt direkt sichtbar.

String-Effekt

Abbildung 25 zeigt den auf die Ereignisebene projizierten Teilchenfluß für $q\bar{q}\gamma$ - und $q\bar{q}g$ -Ereignisse in Abhängigkeit vom Winkel ϕ . Dieser Winkel wurde so gewählt, daß die Achse des höchstenergetischen Jets 1 bei $\phi = 0^\circ$ liegt und die des in der Energie folgenden Jets 2 bei $\phi \simeq 160^\circ$, während der Jet 3 mit der geringsten Energie, der mit großer Wahrscheinlichkeit vom Gluon verursacht wird, bei $\phi \simeq 230^\circ$ liegt. Bei dem Prozeß $e^+e^- \rightarrow q\bar{q}\gamma$ befindet sich an Stelle von Jet 3 das Bremsstrahlungs-Photon. Während beide Verteilungen in den Zentren von Jet 1 und 2 gut übereinstimmen, liegen in dem Bereich zwischen den Jets 1 und 2 bei der Photon-Bremsstrahlung $e^+e^- \rightarrow q\bar{q}\gamma$ deutlich mehr Teilchen. Im Fall der Gluon-Bremsstrahlung $e^+e^- \rightarrow q\bar{q}g$ ist die Teilchenemission aufgrund der in diesem Bereich negativen Interferenz der Gluon-, Quark- und Antiquark-Farbfelder reduziert.

Ein Spin-1-Zustand kann zwar nicht durch Kollision zweier reeller Photonen entstehen, jedoch dann, wenn eines dieser Photonen virtuell ist ($Q^2 \neq 0$). JADE beobachtete 1986 die Produktion zweier Resonanzen durch Kollision eines nahezu reellen $Q^2 \simeq 0$ Photons mit einem virtuellen $\overline{Q^2} \simeq 0.6 \text{ GeV}^2$. Untersucht wurde der Prozeß $e^+e^- \rightarrow e^+e^- K_s^0 K^\pm \pi^\mp$, wobei eines der gestreuten Elektronen im Vorwärtsdetektor nachgewiesen und somit das Q^2 des virtuellen Photons bestimmt wurde. Verlangt man nicht diesen Elektronennachweis, so würde man im Fall einer Spin-0- oder Spin-2-Resonanz ein um etwa einen Faktor 100 verstärktes Signal erwarten, da dann auch quasi-reelle Photonen, deren Fluß sehr viel höher ist, zum Prozeß beitragen. Tatsächlich beobachtete JADE unter diesen Bedingungen keine Anzeichen von Resonanzstrukturen. Das läßt vermuten, daß es sich bei diesen Resonanzen, deren nächstliegende Interpretation die $f_1(1285)$ - und die $f_1(1420)$ -Zustände sind, um Spin-1-Teilchen handelt.

Erzeugung von Spin-1-Resonanzen durch $\gamma\gamma^$ -Kollision*

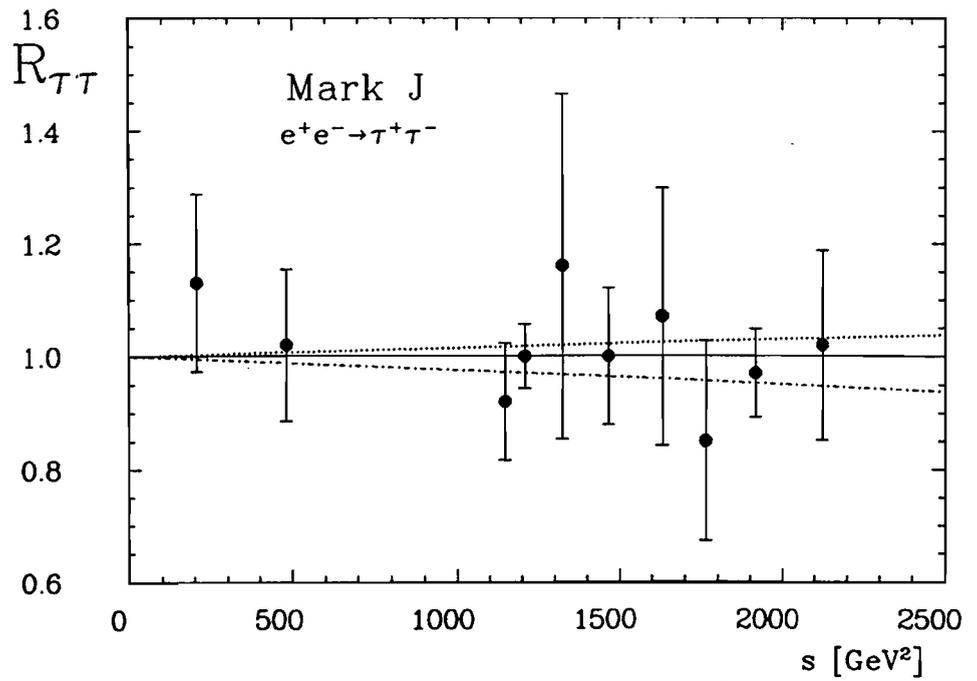


Abbildung 26: Totaler Wirkungsquerschnitt für $e^+e^- \rightarrow \tau^+\tau^-$.

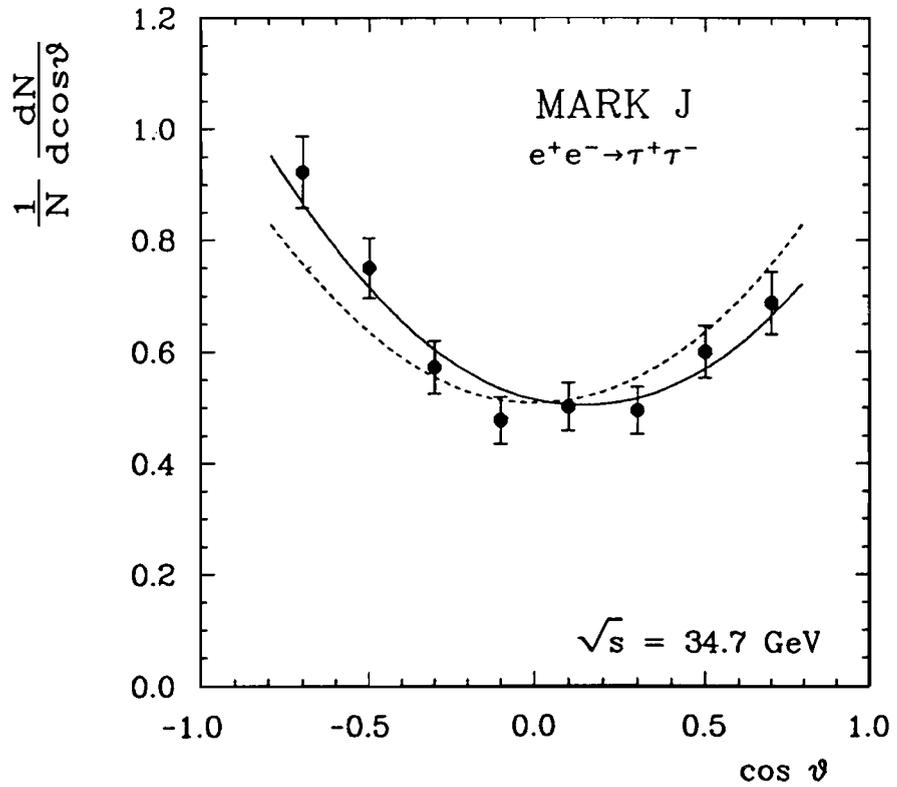


Abbildung 27: Differentieller Wirkungsquerschnitt für $e^+e^- \rightarrow \tau^+\tau^-$.

MARK J-Kollaboration

Beteiligte Institute: RWTH Aachen, MIT Cambridge, Univ. Genf, DESY Hamburg, JEN Madrid, CALTECH Pasadena, IHEP Peking, BNL Upton, AdW Zeuthen, ETH Zürich. **Sprecher:** S.C.C. Ting, MIT/USA, R. Rau, BNL/USA

Überblick

Nach dem Ende der Datennahme im November 1986 wurde im Frühjahr 1987 der MARK J-Detektor abgebaut, um den neuen Aufbauten für HERA Platz zu schaffen. Analysiert wurden die Daten des Jahres 1986 bei $\sqrt{s} = 35$ GeV, womit nun aus dem Experimentierbetrieb von 1978 bis 1986 bei Schwerpunktsenergien von 14–46.8 GeV eine angesammelte Luminosität von 230 pb^{-1} ausgewertet werden konnte.

Physikalische Ergebnisse

Durch die Verdoppelung der Luminosität standen für die Analyse ca. 2200 Ereignisse der Reaktion $e^+e^- \rightarrow \tau^+\tau^-$ zur Verfügung. Dabei wurden nur Ereignisse mit einem Myon aus dem Zerfall eines Taus verwandt. Das andere Tau zerfällt in einen hadronischen oder elektromagnetischen Schauer. Diese Signatur schränkt zwar die Gesamtakzeptanz etwas ein, bietet aber den Vorteil einer sehr sauberen Selektion mit nur geringen Untergrundanteilen und kleinen systematischen Fehlern. Der gemessene Wirkungsquerschnitt

Schwere Leptonen

$$R_{\tau\tau} = \frac{\sigma_{\tau\tau}}{\sigma_{\text{QED}}} = 0.99 \pm 0.02 \pm 0.04$$

stimmt innerhalb des statistischen und systematischen Fehlers gut mit der Erwartung überein, wenn man das Weltmittel $B(\tau \rightarrow \mu\nu\bar{\nu}) = 17.6\%$ für das myonische Verzweigungsverhältnis des τ -Leptons benutzt. Setzt man umgekehrt $R \equiv 1$ fest, erhält man unter Berücksichtigung rein schwacher Korrekturen eine Messung dieses Verzweigungsverhältnisses zu

$$B(\tau \rightarrow \mu\nu\bar{\nu}) = (17.4 \pm 1.1)\%$$

Die Punktförmigkeit der Wechselwirkung bis hinab zu 10^{-18} m zeigt sich in den Abschneideparametern

$$\Lambda_+ > 262 \text{ GeV}$$

$$\Lambda_- > 206 \text{ GeV}$$

Diese sind auch in Abbildung 26 angedeutet. Der differentielle Wirkungsquerschnitt (Abb. 27) zeigt deutlich die elektroschwache Asymmetrie, die zu

$$A_{\tau\tau} = -(10.6 \pm 3.1 \pm 1.5)\% \quad \text{bei 35 GeV}$$

und

$$A_{\tau\tau} = -(8.5 \pm 6.6 \pm 1.5)\% \quad \text{bei 43.8 GeV}$$

bestimmt wurde. Diese Werte sind innerhalb der Fehler in guter Übereinstimmung mit dem Standard-Modell der elektroschwachen Wechselwirkung. Die axialvektorielle Kopplungskonstante des τ -Leptons läßt sich daraus ermitteln zu

$$|g_a| = 0.47 \pm 0.06$$

Dieser Wert ist gut verträglich mit anderen Experimenten an den Speicherringen PETRA und PEP, wie Vergleiche zeigen. Die Daten der Reaktion $e^+e^- \rightarrow \mu^+\mu^-$ desselben Experimentes sind schon im Jahresbericht 1986 vorgestellt worden. Ein detaillierter Bericht über die Reaktionen $e^+e^- \rightarrow \mu^+\mu^-$ und $e^+e^- \rightarrow \tau^+\tau^-$ einschließlich einer Untersuchung der radiativen Effekte ist in Vorbereitung. Die Analyse beider Reaktionen bestätigt die Zuverlässigkeit dieser Messungen und der Lepton-Universalität.

Da die benutzte Signatur auch beim Zerfall vieler Teilchen noch hypothetischer Modelle auftritt, wurden diese untersucht und untere Grenzen für die Massen dieser Partikel bestimmt. So konnte gezeigt werden, daß für ein schweres sequentielles Lepton einer neuen Generation

$$M_{L\pm} > 22.4 \text{ GeV}$$

gilt. Die Produktion geladener Higgs-Bosonen mit einem Verzweigungsverhältnis in Taus größer als 25% ist bei einer Masse zwischen 4 und 16 GeV ausgeschlossen. Die untere Grenze für die Masse eines skalaren τ , des supersymmetrischen Partners des τ -Leptons, ist 17 GeV.

QCD

Es wurden verschiedene Verfahren zur Bestimmung der starken Kopplungskonstanten α_s und ihrer Energieabhängigkeit untersucht (Abb. 28). Es zeigte sich, daß die Asymmetrie der Energie-Energie-Korrelation (AEEC) und die planare Dreifach-Energie-Korrelation (Planar Triple Energy Correlation PTC) hierzu besonders geeignet sind. Die zugrunde liegenden QCD-Rechnungen wurden in der vollständigen zweiten Ordnung von α_s durchgeführt. Die verwendeten Größen sind infrarotstabil und haben nur geringe Korrekturen aus der zweiten Ordnung von α_s . Daher sind sie anderen Variablen wie z.B. Thrust oder Oblateness vorzuziehen.

Man erhält folgende Werte für die starke Kopplungskonstante α_s :

$$\text{AEEC - Methode : } \left\{ \begin{array}{l} \alpha_s (35 \text{ GeV}) = 0.129 \pm 0.004 \pm 0.012 \\ \alpha_s (44 \text{ GeV}) = 0.108 \pm 0.007 \pm 0.010 \end{array} \right.$$

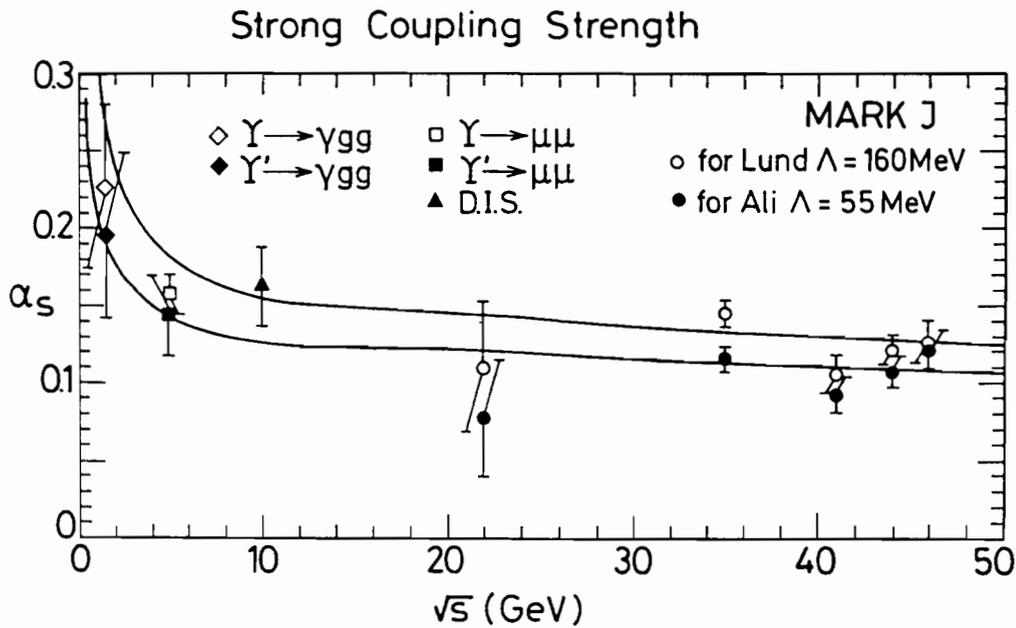


Abbildung 28: Energieabhängigkeit der starken Kopplung.

und

$$\text{PTC - Methode : } \begin{cases} \alpha_s (35 \text{ GeV}) = 0.137 \pm 0.004 \pm 0.015 \\ \alpha_s (44 \text{ GeV}) = 0.114 \pm 0.006 \pm 0.012 \end{cases}$$

Der größte Beitrag zum systematischen Fehler kommt von der Unsicherheit bei der Beschreibung des Fragmentationsprozesses. Es wurde ein "Independent Jet Model" und ein "Color String Model" verwendet. Man erhält für den Skalenparameter $\Lambda_{\overline{MS}}$:

$$\text{AEEC - Methode : } \Lambda_{\overline{MS}} = 100 \pm 20 \begin{matrix} +80 \\ -52 \end{matrix} \text{ GeV}$$

und

$$\text{PTC - Methode : } \Lambda_{\overline{MS}} = 150 \pm 33 \begin{matrix} +80 \\ -74 \end{matrix} \text{ GeV}$$

Kombiniert man dieses Ergebnis mit Resultaten von Experimenten, die bei niedrigerem Energieübertrag messen, so sieht man, daß eine energieabhängige starke Kopplungskonstante die Daten wesentlich besser beschreibt als eine energieunabhängige.

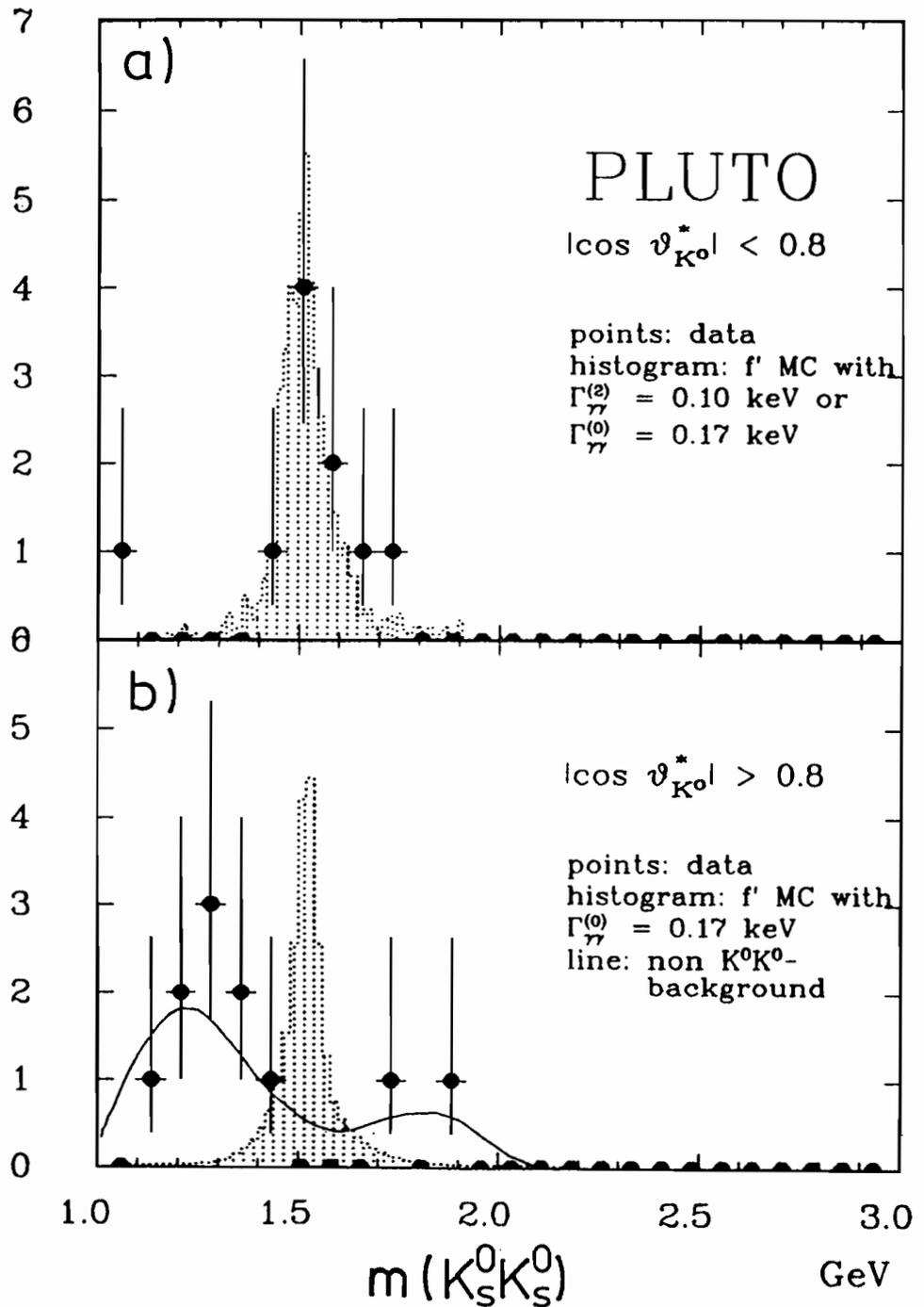


Abbildung 29: Invariante Massenspektren der Reaktion $\gamma\gamma \rightarrow K_S^0 K_S^0$ für a) den Zentral- und b) den Vorwärts-Streubereich. Bei großen Winkeln beobachtet man exklusive $f_2'(1525)$ -Erzeugung. Die Abwesenheit eines f_2' -Signals im Vorwärtsbereich ist der erste experimentelle Hinweis auf die Dominanz von Helizität 2 über Helizität 0 in dieser Reaktion.

PLUTO-Kollaboration

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

Überblick

Die PLUTO-Kollaboration analysierte im Berichtsjahr alte Meßdaten, die in den Jahren 1981/82 am Speicherring PETRA aufgenommen worden waren. Die Auswertung brachte neue Resultate auf dem Gebiet der Photon-Photon-Reaktionen.

Physikalische Ergebnisse

In der Reaktion $\gamma\gamma \rightarrow K_S^0 K_S^0$ wurde exklusive $f_2'(1525)$ -Resonanzerzeugung beobachtet (siehe Abb. 29). Mit Hilfe zweier verschiedener Datenselektionen (im Zentraldetektor und Vorwärtsspektrometer) war es erstmals möglich, experimentelle Informationen über die Helizitätsstruktur zu gewinnen und damit eine systematische Unsicherheit bei der Bestimmung der radiativen Breite $\Gamma_{\gamma\gamma}(f_2')$ zu eliminieren. Die Ergebnisse lauten:

$$\begin{aligned}\Gamma_{\gamma\gamma}(f_2') \times B(f_2' \rightarrow K\bar{K}) &= 0.10 \pm_{0.03}^{0.04} \text{ (stat.)} \pm_{0.02}^{0.03} \text{ (syst.) keV} \\ \Gamma_{\gamma\gamma}^{(0)}(f_2') \times B(f_2' \rightarrow K\bar{K}) &= -0.03 \pm 0.03 \text{ keV}\end{aligned}$$

Hier ist $\Gamma_{\gamma\gamma}^{(0)}(f_2')$ der Beitrag von Zerfällen mit Helizität 0. Weiterhin wurden die relativen Phasen zwischen den Resonanzen f_2, a_2 und f_2' in der Reaktion $\gamma\gamma \rightarrow K_S^0 K_S^0$ bestimmt. Außerdem konnten neue helizitätsunabhängige obere Grenzen für die Kopplung der tensoriellen Zustände $f_2(1720)$ [früher $\Theta(1690)$] und $X(2230)$ [früher $\xi(2220)$] an zwei Photonen angegeben werden, die deren Interpretation als "Glueball"-Kandidaten bestärken.

Die Reaktion $\gamma\gamma \rightarrow \pi^+\pi^+\pi^-\pi^-$ wurde im Bereich $1.0 \leq W_{\gamma\gamma} \leq 3.2 \text{ GeV}$ und $0.1 \leq Q^2 \leq 16 \text{ GeV}^2$ mit hoher Statistik gemessen. Von 1.2 bis 1.7 GeV wird der Wirkungsquerschnitt von dem Prozeß $\gamma\gamma \rightarrow \rho^0\rho^0$ dominiert. Eine Spin-Paritäts-Analyse dieses Anteils favorisiert $J^P = 2^+$, mit einem 0^+ -Beitrag unterhalb von 1.4 GeV. Zustände negativer Parität werden ausgeschlossen. Die gemessenen Massen- und Winkelverteilungen lassen sich durch ein einfaches Modell mit isotropen Erzeugungs- und Zerfallswinkelverteilungen gut beschreiben. Die Q^2 -Abhängigkeit folgt einem einfachen ρ -Pol, nur bei hohen Q^2 -Werten liegen die Daten höher.

Messung und Helizitätsuntersuchung der Reaktion

$$\gamma\gamma \rightarrow K_S^0 K_S^0$$

Messung und Analyse der Reaktion

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

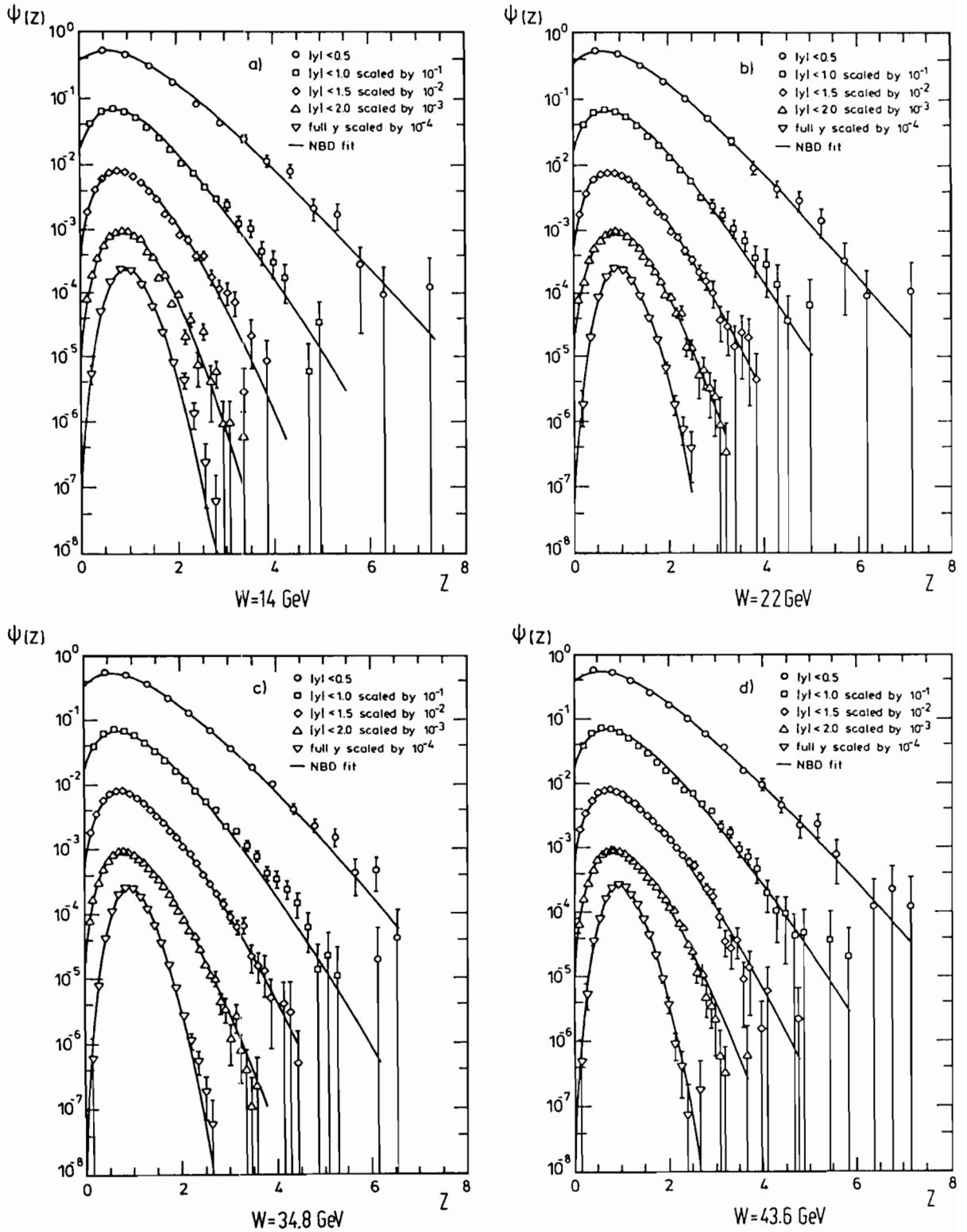


Abbildung 30: Vergleich der Multiplizitätsverteilung in der KNO-Form mit negativen Binomialverteilungen.

TASSO-Kollaboration

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

Sprecher: B. Lühr, DESY

Überblick

Zu Beginn des Jahres 1987 wurde der Abbau des TASSO-Experimentes fortgesetzt, der schon Ende 1986 begonnen hatte. Alle Detektorkomponenten bis auf die Hadronarm-Flugzeitähler, die Hadronarm-Schauerzähler, die Eisenwände der Hadronarme und Teile des Eisens des Magnetjochs sind im Frühjahr 1987 abgebaut und entfernt worden. Die oben genannten verbliebenen Teile sollen beim ZEUS-Experiment wieder verwendet werden und lagern bis dahin in der PETRA-Halle Süd-Ost.

Detektor

Der Detektor hatte im Jahr 1986 bei einer Schwerpunktsenergie von 35 GeV eine große Menge von Daten aufgezeichnet. Diese entsprach einer integrierten Luminosität von 110 pb^{-1} , was etwa 45% der insgesamt vom TASSO-Detektor genommenen Daten ausmacht. Im Jahr 1987 war die Kollaboration damit beschäftigt, diese Daten auszuwerten. Insbesondere wurde auf folgenden Gebieten gearbeitet:

Auswertung

- Untersuchung hadronischer Endzustände
- Messung der Lebensdauern kurzlebiger Teilchen
- Test der elektroschwachen Wechselwirkung
- Suche nach neuen Teilchen
- Untersuchungen von Zwei-Photon-Reaktionen

Physikalische Ergebnisse

Die Multiplizität geladener Teilchen im Endzustand der Reaktion $e^+e^- \rightarrow \gamma^* \rightarrow \text{Hadronen}$ ist eine wesentliche Größe für das Verständnis des Hadronisierungsprozesses der primär erzeugten Partonen in obiger Reaktion. Zusammen mit den neuen Daten aus dem Jahr 1986 wurden die Multiplizitäts-Verteilungen geladener Teilchen aller vom TASSO-Detektor aufgezeichneter hadronischer Ereignisse ausgewertet. Tabelle 1 zeigt die mittlere Multiplizität

Multiplizität geladener Teilchen

Tabelle 1: Mittlere Multiplizität und Dispersion der Verteilung geladener Teilchen bei verschiedenen Schwerpunktsenergien.

$\langle W \rangle$ (GeV)	$\langle n_{\text{Ch}} \rangle$	Dispersion
14.0	$9.30 \pm 0.03 \pm 0.35$	$3.07 \pm 0.07 \pm 0.18$
22.0	$11.30 \pm 0.04 \pm 0.22$	$3.55 \pm 0.11 \pm 0.36$
34.8	$13.59 \pm 0.01 \pm 0.29$	$4.14 \pm 0.03 \pm 0.35$
43.6	$15.08 \pm 0.03 \pm 0.47$	$4.59 \pm 0.10 \pm 0.29$

$\langle n_{\text{Ch}} \rangle$ und die Dispersion der Multiplizitätsverteilung für die Daten, zusammengefaßt in vier Gruppen von Schwerpunktsenergien. In Abbildung 30 sind die Daten in der KNO-Form dargestellt, d.h. $\psi(z) = \langle n_{\text{Ch}} \rangle \cdot P(n_{\text{Ch}})$ gegen $z = \frac{n_{\text{Ch}}}{\langle n_{\text{Ch}} \rangle}$. Für verschiedene Intervalle der Rapidität $y = \frac{1}{2} \ln \frac{E+p_{\parallel}}{E-p_{\parallel}}$ der geladenen Teilchen (p_{\parallel} = Teilchenimpuls parallel zur Thrust-Achse) sind die Verteilungen verglichen mit angepaßten negativen Binomialverteilungen der Form

$$P(n, k, \bar{n}) = \frac{\Gamma(k+n)}{\Gamma(n+1)\Gamma(k)} \left(\frac{\bar{n}}{\bar{n}-k}\right)^n \left(\frac{k}{\bar{n}-k}\right)^k$$

QCD-Tests

Energie-Energie-Korrelationen der Teilchen eines hadronischen Endzustands sind ein gutes Werkzeug zum Test der perturbativen QCD. Diese sagt voraus, daß bei genügend hohen Schwerpunktsenergien die Korrelation für Teilchen mit einem Winkel von ungefähr 90° zueinander durch die Abstrahlung von harten Gluonen bestimmt wird. Abbildung 31 zeigt die gemessenen Energie-Energie-Korrelationen über den gesamten Bereich der Schwerpunktsenergien, bei denen der TASSO-Detektor Daten genommen hat. Die Meßwerte sind verglichen mit den Ergebnissen von Simulationsrechnungen, basierend auf der perturbativen QCD zur Ordnung $O(\alpha_s^2)$ und einem Fragmentationsmodell. Die Daten, insbesondere der Verlauf mit der Schwerpunktsenergie, werden von diesen Simulationsrechnungen gut wiedergegeben. Die Ergebnisse der reinen perturbativen QCD ohne Fragmentation können die Daten nicht beschreiben. Mit zunehmender Schwerpunktsenergie nimmt der Beitrag der Fragmentation jedoch ab. Die Asymmetrie der Energie-Energie-Korrelationen sollte wesentlich unempfindlicher auf den Fragmentationsbeitrag sein. Abbildung 32 zeigt, daß die Asymmetrie und ihre Energieabhängigkeit von der rein perturbativen QCD hinreichend gut beschrieben wird.

Simulationsprogramme

Zur Beschreibung der Daten aus der Annihilation von Elektronen und Positronen in hadronische Endzustände sind eine Reihe von Simulationsprogrammen entwickelt worden, die auf perturbativer QCD beruhen. Eine Klasse dieser Programme geht von den berechneten Matrixelementen für die Gluonemission bis zur zweiten Ordnung $O(\alpha_s^2)$ aus. Eine andere Klasse beruht auf der Entwicklung

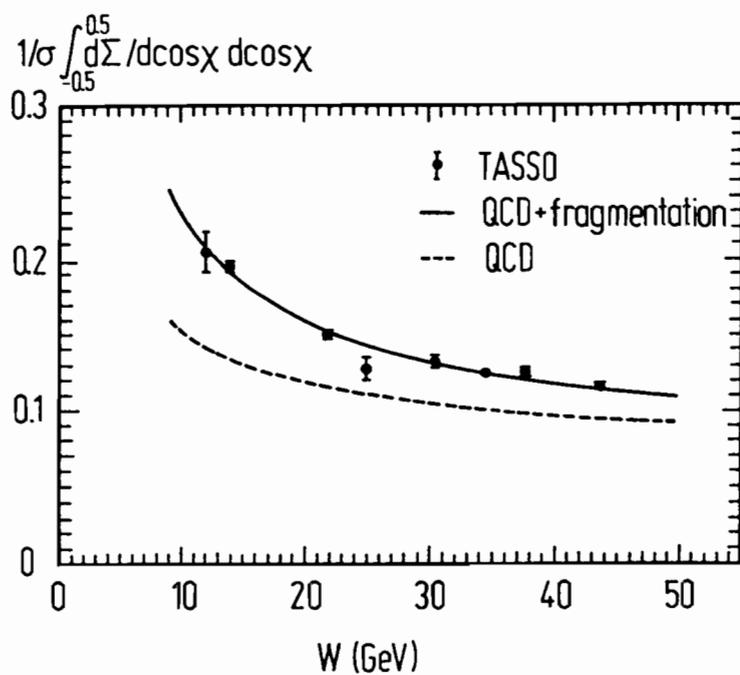


Abbildung 31: Integrierte Energie-Energie-Korrelation als Funktion der Schwerpunktsenergie.

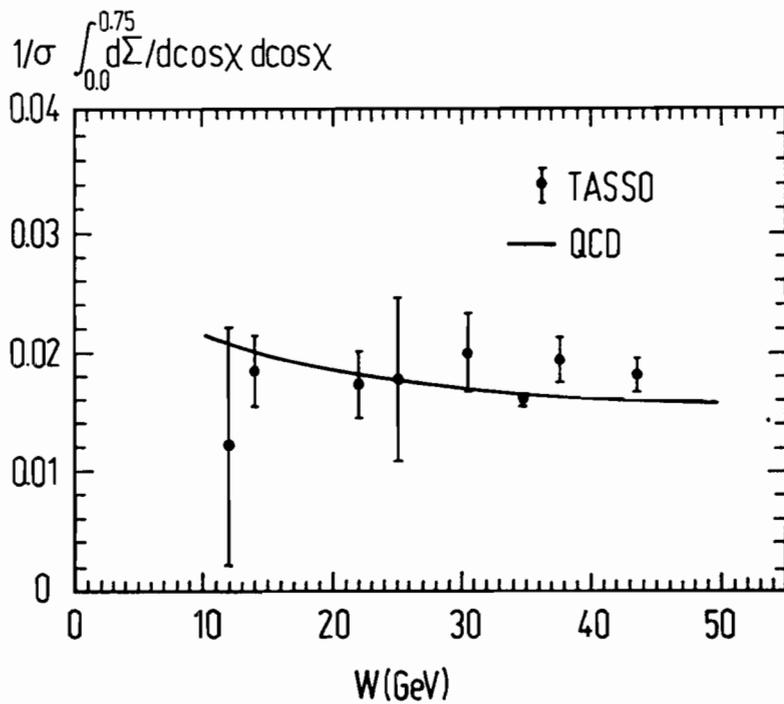


Abbildung 32: Integrierte Asymmetrie der Energie-Energie-Korrelation als Funktion der Energie.

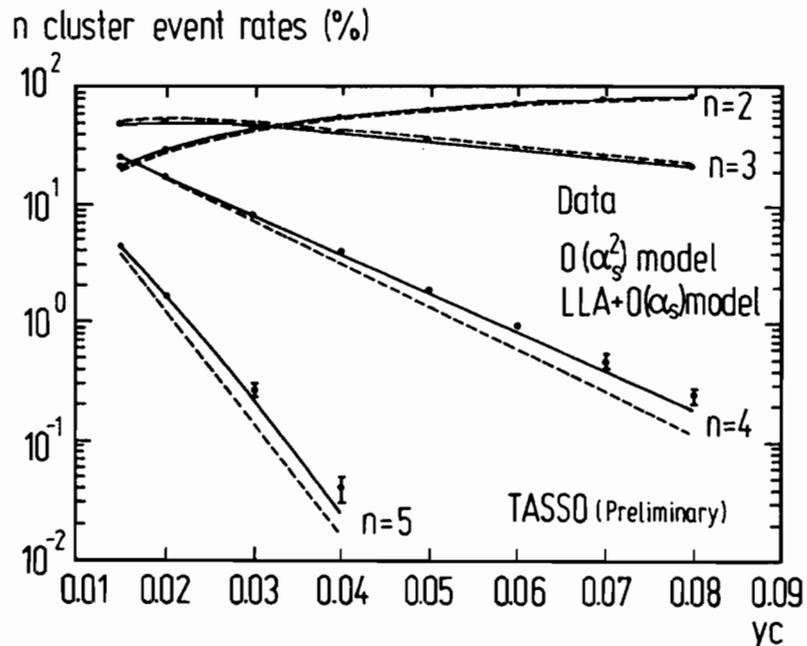


Abbildung 33: Anzahl der Cluster pro Ereignis als Funktion der Clustergröße bei einer Schwerpunktsenergie von 35 GeV.

einer Parton-Kaskade, die in der LLA-Näherung berechnet wird und bei der die Emission des ersten, harten Gluons gemäß dem Matrixelement erster Ordnung $O(\alpha_s)$ erfolgt. Die TASSO-Kollaboration hat zwei dieser Modelle mit den gemessenen Daten verglichen, nämlich LUND 6.3 ($O(\alpha_s^2)$) und LUND 6.3 (LLA + $O(\alpha_s)$). Aus den Daten sind für jedes Ereignis mittels eines Algorithmus die Anzahl voneinander in der Richtung getrennter Teilchengruppen, sogenannter Cluster, bestimmt worden. Je nach der minimal zugelassenen Größe eines Clusters ergeben sich verschiedene Anzahlen von Clustern pro Ereignis. In Abbildung 33 sind die Anzahlen der Cluster pro Ereignis als Funktion der Clustergröße gezeigt und mit den beiden beschriebenen Simulationsprogrammen verglichen. Das Programm LLA + $O(\alpha_s)$ beschreibt die Daten zufriedenstellend, während das Programm $O(\alpha_s^2)$ nicht in der Lage ist, die Clusterzahlen $n = 4$ und $n = 5$ richtig wiederzugeben. Dies kann als Hinweis gedeutet werden, daß Prozesse mit höherer Ordnung als $O(\alpha_s^2)$ in den Daten eine Rolle spielen.

Vorwärts- Rückwärts- Asymmetrie

Bei der Reaktion $e^+e^- \rightarrow \gamma^* \rightarrow q\bar{q} \rightarrow \text{Hadronen}$ können Bremsstrahlung photons sowohl von den Leptonen im Anfangszustand als auch von den Quarks im Endzustand abgestrahlt werden. Photonabstrahlung unter großen Winkeln von den Quarks kann Auskunft über diese geben, bevor der Hadronisierungsprozess eingesetzt hat. Die Amplitude für die Photonabstrahlung von den Quarks interferiert mit derjenigen für die Abstrahlung von den Leptonen. Das führt zu einer Vorwärts-Rückwärts-Asymmetrie der harten Photonen in Bezug auf z. B. die

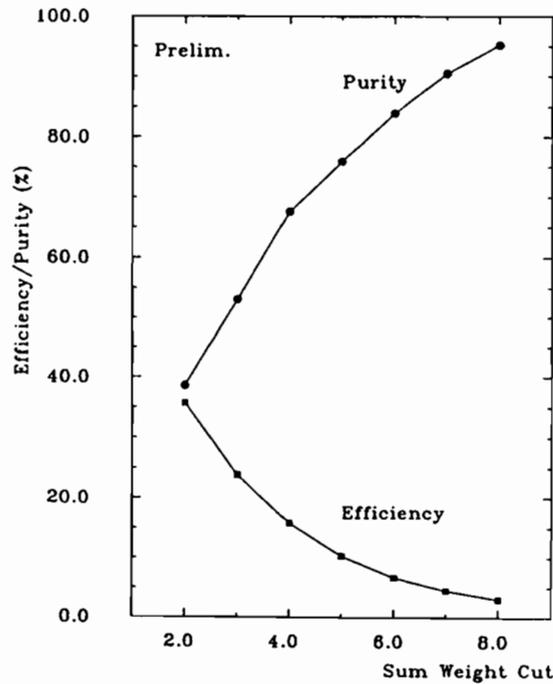


Abbildung 34: Reinheit und Effizienz der Anreicherung mit b-Quarks.

Richtung des einfallenden Positrons. Diese Asymmetrie ist gemessen worden zu $A = -0.32 \pm 0.07$, indem Ereignisse ausgewählt wurden mit einem harten Photon mit einer Energie zwischen 15% und 80% der Strahlenergie und einem Querimpuls relativ zum nächsten Jet von $> 2 \text{ GeV}/c$.

Mit den im Jahr 1986 aufgenommenen Daten wurde eine genügend große Anzahl von Ereignissen angesammelt, um optimalen Gebrauch zu machen von dem im Jahr 1983 in Betrieb gegangenen hochauflösenden Vertexdetektor. Die relativ lange Lebensdauer der Hadronen mit b-Quarks von $\geq 10^{-13} \text{ s}$ führt zu einer Flugstrecke dieser Hadronen vor ihrem Zerfall von bis zu einigen hundert Mikrometern. Mit dem Vertexdetektor ist es dann möglich, den Zerfallspunkt aus den Spuren der Zerfallsprodukte zu rekonstruieren. Wegen der großen Multiplizitäten der B-Hadron-Zerfälle ist es bisher bei PETRA noch nicht gelungen, diese Hadronen vollständig zu rekonstruieren. Die TASSO-Kollaboration hat aber gezeigt, daß durch die Forderung nach einem gemessenen Zerfallsvertex mit einem Mindestabstand zum Ereignisvertex ein Datensatz ausgesucht werden kann, der in einem hohen Maße aus Ereignissen mit b-Quarks besteht. Abbildung 34 zeigt, daß die zu erreichende Anreicherung mit b-Quarks eine Funktion der Effektivität des Verfahrens ist, d.h. wie viele der ursprünglich vorhandenen Ereignisse mit b-Quarks gefunden werden. Da die Markierung eines b-Quarks über den Nachweis eines Zerfallsvertex nur einen Jet betrifft, der zweite Jet in der Hemisphäre aber auch ein b-Quark enthält, kann auf diese

*Zerfälle von
B-Hadronen*

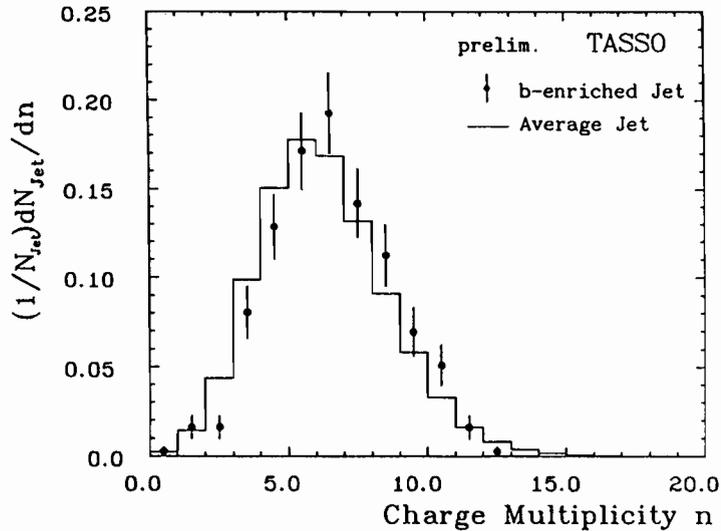


Abbildung 35: Multiplizität geladener Teilchen in b-angereicherten und normalen Jets.

Weise eine Anzahl von repräsentativen b-Jets ausgewählt werden. In Abbildung 35 sind die Verteilungen der Multiplizität geladener Teilchen gezeigt für "normale" Jets und solche, bei denen eine Anreicherung mit b-Jets auf 65% erfolgte. Der Datensatz mit angereicherten $b\bar{b}$ -Ereignissen wurde verwendet, um die Energie-Energie-Korrelation zu studieren und erstmals die starke Kopplungskonstante $\alpha_s(b)$ für b-Quarks zu bestimmen. Im Vergleich zu normalen Jets ergibt sich $\alpha_s(b)/\alpha_s(\text{normal}) = 1.17 \pm 0.50 \pm 0.28$.

Lebensdauer des τ -Leptons

Die Messung der Lebensdauern kurzlebiger Teilchen war eines der Ziele für den Einsatz des Vertexdetektors. Mit den neuen Daten von 1986 konnte eine wesentliche Verbesserung der ursprünglichen Messung der Lebensdauer des τ -Leptons erreicht werden. Die Zerfallsvertices der τ -Leptonen in drei geladene Teilchen wurden bestimmt und ihre Abstände zum gemittelten Kollisionsspunkt der Elektron- und Positron-Strahlen gemessen. Damit ergibt sich für jeden Zerfall eine individuelle Lebenszeit, deren Verteilung in Abbildung 36 gezeigt ist. Daraus ergibt sich eine mittlere Lebensdauer des τ -Leptons von $\tau_\tau = (3.06 \pm 0.20 \pm 0.14) \cdot 10^{-13}$ s.

Lebensdauern von B-Hadronen

Die Bestimmung der Lebensdauer von Hadronen, die b-Quarks enthalten, ist schwieriger als im Fall der τ -Leptonen, weil sich die Zerfälle dieser Hadronen nicht direkt im TASSO-Detektor rekonstruieren lassen. Man ist auf eine statistische Identifizierung der b-Zerfälle angewiesen, indem man spezielle Eigenschaften, wie hohe Zerfallsmultiplizitäten, große Transversalimpulse der Zerfallsteilchen und die großen Impaktparameter der Spuren von Zerfallsteilchen,

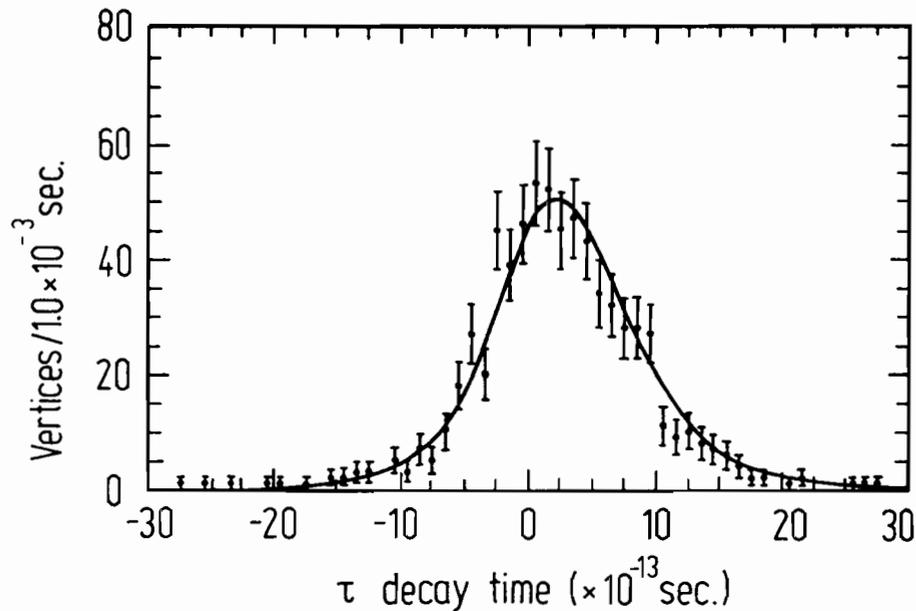


Abbildung 36: Verteilung der gemessenen τ -Lebensdauern.

ausnutzt. Die TASSO-Kollaboration hat vier verschiedene Verfahren angewendet, um die Lebensdauer von Hadronen mit b-Quarks zu bestimmen:

1. Spuren aus den Zerfällen von Hadronen und b-Quarks zeigen nicht direkt auf den Ereignisvertex zurück. Für sie ist der dichteste Abstand zum Ereignisvertex in der Ebene senkrecht zu den Strahlen, der Impaktparameter, i.a. größer als für andere Spuren. Aus der Analyse der gemessenen Impaktparameter-Verteilung und Vergleichen mit Monte-Carlo-Simulationsrechnungen wurde eine Lebensdauer von $\tau_b = (1.36 \pm 0.13 \pm 0.26)$ ps bestimmt. Hierzu wurde ein Datensatz benutzt, in dem die Ereignisse mit b-Quarks über die Spherizität beider Jets angereichert wurden.
2. In einem zweiten Verfahren werden aus jeweils drei Spuren Vertices ermittelt und die Abstände zum Strahlkreuzungspunkt berechnet. Bei Ereignissen mit b-Quarks findet man im Mittel mehr Vertices mit größeren Abständen. Ein Vergleich mit Simulationsrechnungen ergab $\tau_b = (1.30 \pm 0.10 \pm 0.27)$ ps. Bei diesem Verfahren wurde auf eine statistische Anreicherung mit b-Quark-Ereignissen verzichtet.
3. Bei der Dipolmethode werden für jeden der beiden Jets eines Ereignisses die Schnittpunkte der Spuren mit der Spherizitätsachse in der Ebene senkrecht zu den Strahlen bestimmt. Für jeden Jet ergibt sich ein Schwerpunkt dieser Schnittpunkte. Der Abstand der beiden Schwerpunkte in einem Ereignis ist das Dipolmoment. Aus dem Vergleich der gemessenen Dipol-

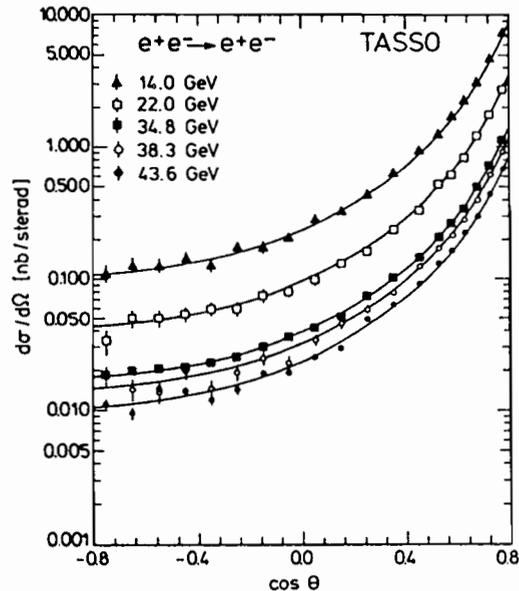


Abbildung 37: Der differentielle Wirkungsquerschnitt für die Bhabha-Streuung bei verschiedenen Schwerpunktsenergien.

momente mit Simulationsrechnungen folgt $\tau_b = (1.37 \pm 0.14 \pm 0.30)$ ps. Auch bei diesem Verfahren sind die Daten nicht mit b-Quark-Ereignissen angereichert worden.

4. Die semileptonischen Zerfälle von Hadronen mit b-Quarks führen zu Leptonen mit großen Transversalimpulsen zur Jet-Achse. Identifiziert man diese Leptonen und bestimmt ihre Impaktparameter-Verteilung, so kann man daraus die Lebensdauer der Hadronen mit b-Quarks bestimmen, ähnlich wie unter (1). Das Ergebnis ist: $\tau_b = (1.46 \pm 0.65 \pm 0.34)$ ps.

Elektroschwache Wechselwirkung

Die elastische Streuung von Elektronen und Positronen gestattet einen sehr empfindlichen Test der elektroschwachen Wechselwirkung. Die TASSO-Kollaboration hat diese Bhabha-Streuung analysiert für Schwerpunktsenergien von 12 GeV bis zur höchsten PETRA-Energie von 46.8 GeV. Die Winkelverteilung für die fünf Gruppen von Schwerpunktsenergien sind in Abbildung 37 dargestellt zusammen mit den Vorhersagen der QED. Für den Weinberg-Winkel folgt aus den Daten $\sin^2 \Theta_\omega = 0.24 \pm 0.04$. Beschreibt man die möglichen Abweichungen von der Theorie durch die üblichen Abschneideparameter Λ_\pm^{QED} , so erhält man (95% Konfidenz):

$$\Lambda_+^{\text{QED}} > 435 \text{ GeV}, \quad \Lambda_-^{\text{QED}} > 590 \text{ GeV}$$

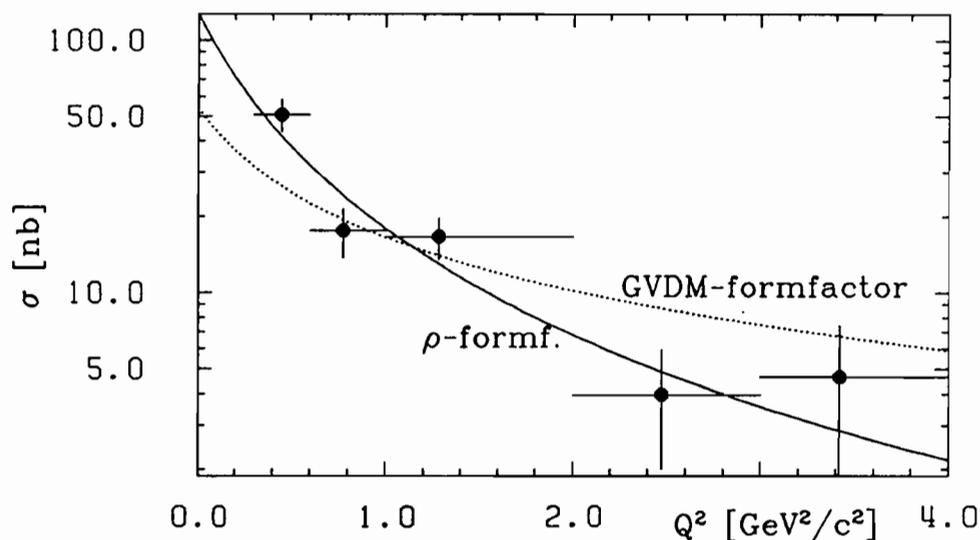


Abbildung 38: Wirkungsquerschnitt für die Reaktion $\gamma\gamma \rightarrow \pi^+\pi^-\pi^+\pi^-$ als Funktion von Q^2 für $1 \text{ GeV} < W_{\gamma\gamma} < 3 \text{ GeV}$.

Die TASSO-Kollaboration hat nach der Paarerzeugung magnetischer Monopole mit kleiner magnetischer Ladung gesucht. Dazu wurde die Tatsache ausgenutzt, daß ihre Spuren ein ungewöhnliches Verhalten im Solenoid-Magnetfeld des Detektors zeigen. Magnetische Monopole werden in Richtung des Magnetfeldes beschleunigt und ihre Spur entsprechend abgelenkt. Die Spuren ausschließlich elektrisch geladener Teilchen werden nur senkrecht zu den Magnetfeldern gekrümmt. Es wurde kein Kandidat für die Produktion eines magnetischen Monopols gefunden. Damit kann die Existenz solcher Teilchen mit Massen $< 17 \text{ GeV}$ und magnetischen Ladungen zwischen $5 e$ und $70 e$ ausgeschlossen werden.

Magnetische Monopole

Die Zwei-Photon-Reaktion $\gamma\gamma \rightarrow \pi^+\pi^-\pi^+\pi^-$ wurde studiert in Abhängigkeit vom Viererimpuls-Übertrag im Bereich $0.24 \text{ GeV}^2 \leq Q^2 \leq 3.6 \text{ GeV}^2$ mit einem Mittelwert von $\langle Q^2 \rangle = 0.92 \text{ GeV}^2$. Abbildung 38 zeigt den Wirkungsquerschnitt $\sigma(\gamma\gamma \rightarrow \pi^+\pi^-\pi^+\pi^-)$ als Funktion von Q^2 gemittelt über $1 \text{ GeV} \leq W_{\gamma\gamma} \leq 3 \text{ GeV}$. Die Q^2 -Abhängigkeit läßt sich mit der Annahme eines ρ -Formfaktors beschreiben.

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

Die TASSO-Kollaboration hat in Zwei-Photon-Reaktionen nach der Erzeugung des η_c -Mesons gesucht in der Reaktion $\gamma\gamma \rightarrow \eta_c \rightarrow K_s^0 K^\pm \pi^\mp$. Mit einer statistischen Signifikanz von ungefähr drei Standardabweichungen konnte ein Signal nachgewiesen werden. Das Resultat entspricht der $\gamma\gamma$ -Zerfallsbreite

$$\Gamma_{\gamma\gamma}(\eta_c) \cdot B(\eta_c \rightarrow K\bar{K}\pi) = 1.1 \pm 0.4 \pm 0.3$$

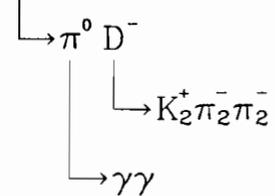
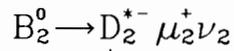
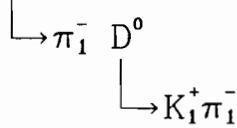
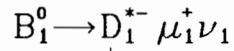
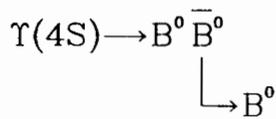
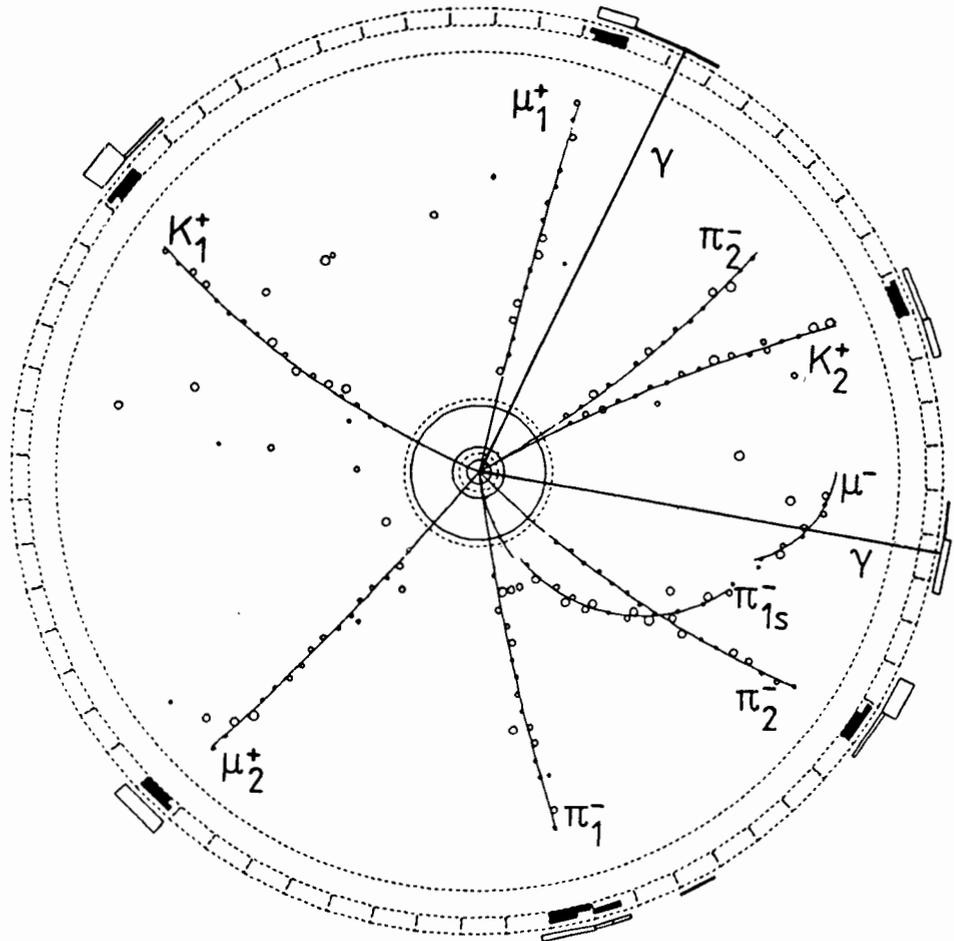


Abbildung 39: Vollständig rekonstruiertes Ereignis des Typs $\Upsilon(4S) \rightarrow B^0 \bar{B}^0$ im ARGUS Detektor. Damit wurde erstmals der Beweis erbracht, daß bei den neutralen B-Mesonen spontane Übergänge zwischen Teilchen und Antiteilchen auftreten.

ARGUS-Kollaboration

Beteiligte Institute: South Carolina Univ. Columbia, Univ. Dortmund, Univ. Erlangen-Nürnberg, DESY Hamburg, Univ. Heidelberg, Kansas Univ. Lawrence, Univ. Ljubljana, Univ. Lund, ITEP Moscow, IPP Toronto.

Sprecher: W. Schmidt-Parzefall, DESY

Überblick

Obwohl der Speicherring DORIS im Jahr 1987 nicht für Hochenergiephysik zur Verfügung stand und deshalb im Berichtszeitraum keine neuen Daten gesammelt werden konnten, gewann die ARGUS-Kollaboration wichtige neue wissenschaftliche Erkenntnisse aus der Analyse der in den Vorjahren gespeicherten Daten. Die neuen Ergebnisse gründen sich auf einen Gesamtdatenbestand von 255 pb^{-1} . Davon entfallen 47 pb^{-1} auf die $\Upsilon(1S)$ -Resonanz, 39 pb^{-1} auf die $\Upsilon(2S)$ -Resonanz, 107 pb^{-1} auf die $\Upsilon(4S)$ -Resonanz und 62 pb^{-1} auf das Kontinuum neben den Resonanzen.

Datenanalyse

Von allen Arbeitsgebieten von ARGUS kommt dem Studium der Physik der B-Mesonen besondere Bedeutung zu. Hier sind fundamentale Parameter des Standard-Modells der Messung direkt zugänglich. Im Berichtsjahr gelang der ARGUS-Kollaboration die erste Beobachtung von spontanen Übergängen zwischen Teilchen und Antiteilchen im System der neutralen B-Mesonen und die Bestimmung der entsprechenden Übergangswahrscheinlichkeit. Daraus ließen sich erstmals Aussagen über die Existenz und die Masse des bisher unbeobachteten sechsten, sogenannten Top-Quarks im Rahmen des Standard-Modells ableiten. Dieses Resultat überschattete 1987 alle übrigen Ergebnisse von ARGUS und führte zu einer Flut von Einladungen zu Seminaren und Kolloquien an Forschungsinstituten und Universitäten in vielen Ländern der Welt. Mehr als 60 Vorträge wurden allein über dieses Thema von ARGUS-Mitarbeitern gehalten. Aber auch auf den übrigen Arbeitsgebieten von ARGUS wurden Fortschritte erzielt, die sich in der Rekordzahl von 21 Veröffentlichungen des Jahres 1987 widerspiegeln.

Am Detektor wurde die Pause des Jahres 1987 zu Reparatur- und Testzwecken genutzt. Ein Prüflauf gegen Ende des Jahres zeigte seine Einsatzbereitschaft für die im Jahr 1988 geplante Wiederaufnahme der Messungen.

Detektor

Für 1987/88 war der Einbau einer neuen hochgenauen Vertexkammer in den ARGUS-Detektor vorgesehen. Die angestrebte Verbesserung der Ortsauflösung um einen Faktor 10 gegenüber der bisher benutzten Kammer bei gleichzeitiger Erweiterung der hohen Meßgenauigkeit von zwei auf drei Dimensionen verlangte

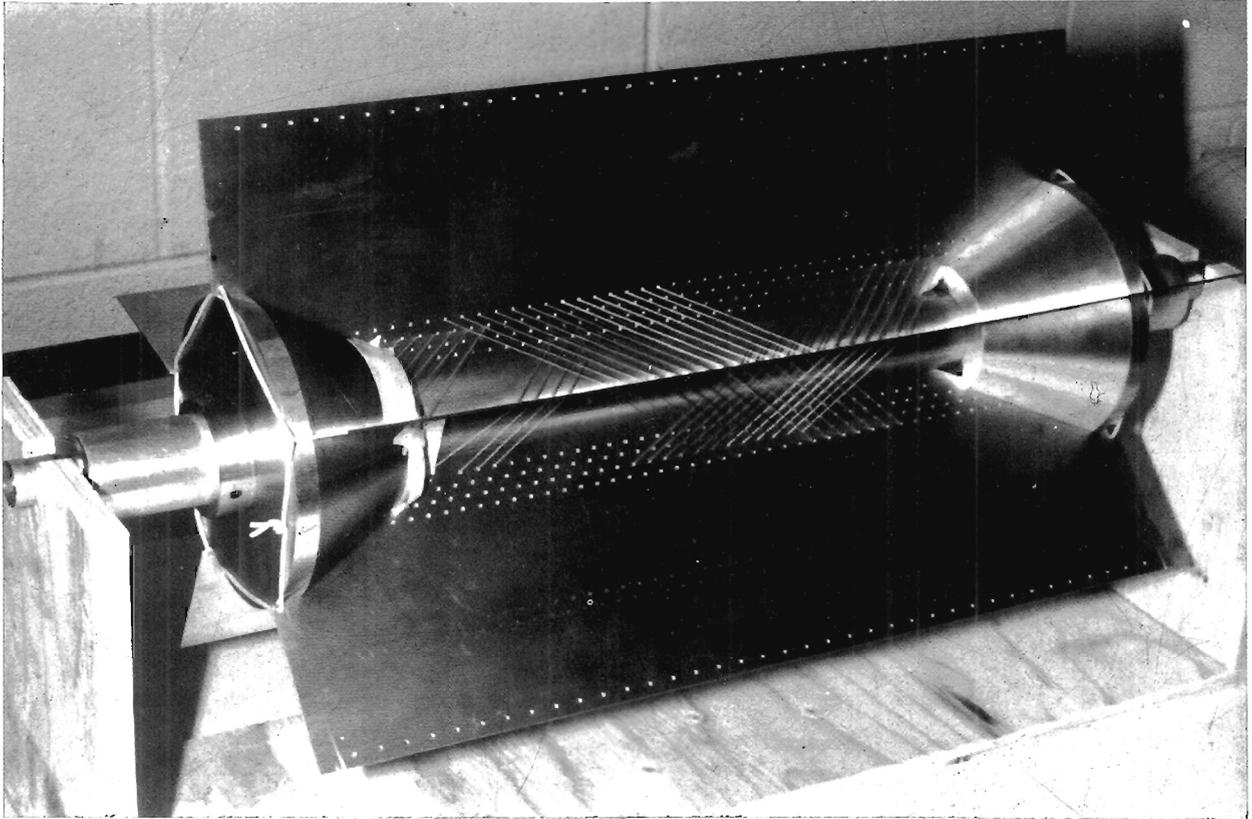


Abbildung 40: Demonstrationsmodell der neuen ARGUS Mikro-Vertexkammer.
(40966/11)

den Einsatz neuer Konstruktions- und Meßverfahren an der Grenze des technisch machbaren. Nach anfänglichen Schwierigkeiten bei der Erprobung der neuen Meßverfahren gelang es erst im Laufe des Jahres 1987, ein befriedigend funktionierendes Testmodul zu bauen.

Abbildung 40 zeigt ein Demonstrationsmodell der neuen Kammer, aus dem insbesondere die technische Realisierung der Stereowinkel von $\pm 45^\circ$ ersichtlich ist. Inzwischen ist die Konstruktion der neuen Vertexkammer abgeschlossen; ihre Herstellung soll bis Ende 1988 erfolgen und der Einbau in ARGUS um die Jahreswende 1988/89.

Physikalische Ergebnisse

Im Berichtsjahr wurden 14 Arbeiten in Zeitschriften veröffentlicht, sieben weitere zur Veröffentlichung eingereicht und zahlreiche vorläufige Ergebnisse auf

Konferenzen vorgestellt. Auf die fünf Arbeiten

- Die erfolgreiche Rekonstruktion von B Mesonen
- Eine Studie über den Zerfall $D^0 \rightarrow \bar{K}^0 \phi$
- Die Beobachtung von Hyperonen in der e^+e^- -Vernichtung
- Die Entdeckung des Zerfalls $\tau^- \rightarrow \nu_\tau \omega \pi^-$
- Die Suche nach Verletzungen der Leptonzahl- oder Leptonflavor-Erhaltung in τ -Zerfällen

soll hier nicht mehr eingegangen werden, da vorläufige Ergebnisse bereits im Jahresbericht 1986 vorgestellt wurden.

Die weiteren Publikationen betreffen:

- Die Entdeckung von spontanen Übergängen zwischen Teilchen und Antiteilchen im System der neutralen B-Mesonen
- Die Messung des Verzweungsverhältnisses $B^0 \rightarrow D^{*\mp} \ell^+ \nu$
- Die Analyse von B-Zerfällen in Charmonium-Zustände
- Die Beobachtung von D_s -Mesonen aus B-Zerfällen
- Eine obere Grenze für $D^0 \rightleftharpoons \bar{D}^0$ Übergänge
- Die Suche nach dem Zerfall $D_s \rightarrow \rho^0 \pi$
- Eine Messung der $D_s^* - D_s$ Massendifferenz
- Die Bestimmung der QCD-Kopplungskonstanten α_s aus dem direkten Photonenspektrum der $\Upsilon(1S)$ -Zerfälle
- Eine Studie über die hadronischen Übergänge vom $\Upsilon(2S)$ - zum $\Upsilon(1S)$ -Zustand
- Eine Messung der Lebensdauer des τ -Leptons
- Eine obere Grenze für die Masse des τ -Neutrinos
- Die Suche nach dem Zerfall $\tau^- \rightarrow \nu_\tau \eta \pi^-$
- Die Entdeckung der Reaktion $\gamma\gamma \rightarrow \omega \rho^0$
- Die Entdeckung der Reaktion $\gamma\gamma \rightarrow \omega \omega$
- Die Entdeckung der Reaktion $\gamma\gamma \rightarrow K^{*0} \bar{K}^{*0}$
- Die Beobachtung von η' -Mesonen in $\gamma\gamma$ -Wechselwirkungen

Physik der B-Mesonen

Das Hauptgewicht der Untersuchungen lag auch 1987 auf dem Gebiet der B-Mesonen, die beim Zerfall der $\Upsilon(4S)$ -Resonanz entstehen. Nachdem im Vorjahr der Nachweis von B-Mesonen und die Bestimmung der Verzweungsverhältnisse von mehreren ihrer Zerfallskanäle gelungen war, konnte sich das

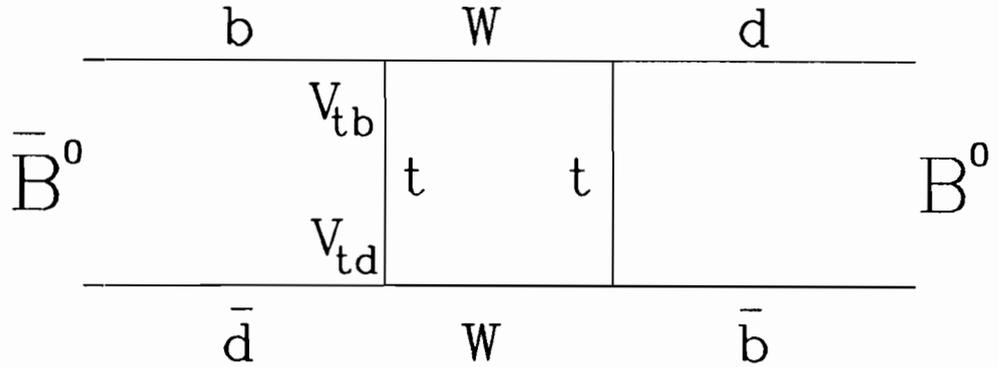


Abbildung 41: Boxdiagramm zur Beschreibung von $B^0 \rightleftharpoons \bar{B}^0$ Übergängen.

Augenmerk in diesem Jahr u.a. dem Phänomen der spontanen Übergänge zwischen Teilchen und Antiteilchen bei den neutralen B-Mesonen zuwenden. Diese Übergänge werden durch die schwache Wechselwirkung vermittelt (s. Abb. 41). Eine Messung der Übergangswahrscheinlichkeit erlaubt Rückschlüsse auf fundamentale Parameter der schwachen Wechselwirkung und die Gültigkeit des Standard-Modells.

$B^0 \rightleftharpoons \bar{B}^0$
Übergänge

Der Nachweis von spontanen Übergängen zwischen B^0 - und \bar{B}^0 -Mesonen benutzt die Tatsache, daß die $\Upsilon(4S)$ -Resonanz zunächst in ein wohldefiniertes Paar von $B^0\bar{B}^0$ -Mesonen übergeht. Anschließend kann jedes der beiden Mesonen entweder direkt zerfallen oder in sein Antiteilchen übergehen und danach erst zerfallen. Das Verhältnis der beiden Wahrscheinlichkeiten

$$r = \frac{\Gamma(B^0 \rightarrow \bar{B}^0 \rightarrow X')}{\Gamma(B^0 \rightarrow X)}$$

ist ein Maß für die Stärke des Überganges $B^0 \rightleftharpoons \bar{B}^0$. Der Effekt führt zu Ereignissen bei der $\Upsilon(4S)$ -Resonanz, die aus zerfallenden $B^0\bar{B}^0$ - oder \bar{B}^0B^0 -Paaren bestehen und die experimentell beobachtet werden können.

ARGUS hat drei Methoden verwendet, um die Existenz und Stärke von $B^0 \rightleftharpoons \bar{B}^0$ Übergängen zu messen:

1. Die vollständige Rekonstruktion von $\Upsilon(4S)$ -Zerfällen in $B^0\bar{B}^0$ - oder \bar{B}^0B^0 -Paare. Die Rekonstruktion von B^0 -Mesonen erfolgte entweder über die hadronischen Zerfallskanäle $B^0 \rightarrow D^{*-}\pi^+$, $B^0 \rightarrow D^{*-}\pi^+\pi^0$, $B^0 \rightarrow D^{*-}\pi^+\pi^+\pi^-$ oder über den Kanal $B^0 \rightarrow D^{*-}\ell^+\nu$, wo ℓ^+ entweder ein e^+ oder ein μ^+ ist. Die Methode ist sehr sauber, aber die erwartete Rate ist angesichts der geringen Rekonstruktionswahrscheinlichkeit von B-Mesonen ($\approx 10^{-3}$) außerordentlich gering.

²Hier und im folgenden ist bei Erwähnung einer bestimmten Ladungskombination immer auch der ladungskonjugierte Zustand gemeint.

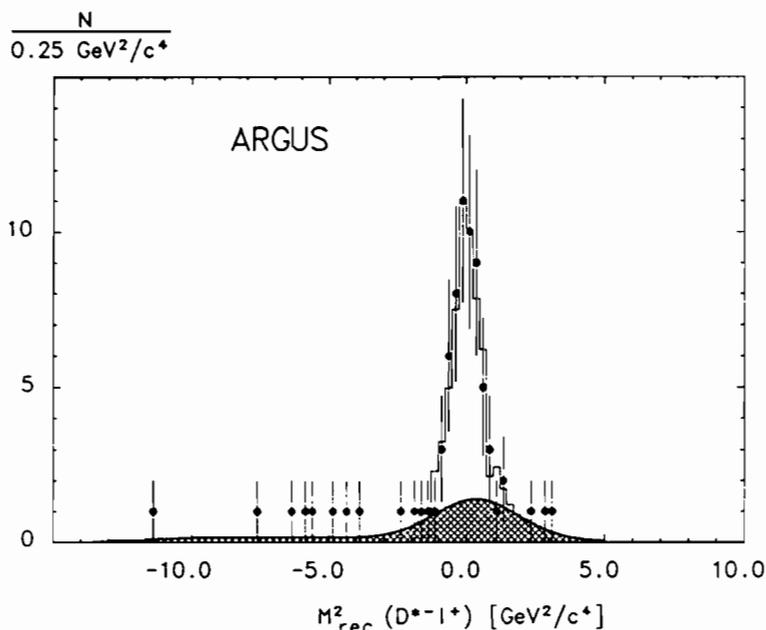


Abbildung 42: Verteilung des Quadrats der Rückstoßmasse relativ zum beobachteten $D^{*+} \ell^-$ -System, mit $D^{*+} \rightarrow \bar{D}^0 \pi^+$ und dem Impuls des Leptons $p > 1.0 \text{ GeV}/c$. Der schraffierte Bereich zeigt den Untergrund, das Histogramm die Monte-Carlo-Voraussage für den Zerfall $B^0 \rightarrow D^{*+} \ell^- \nu$.

Die Rekonstruktion des semileptonischen Kanals $B^0 \rightarrow D^{*+} \ell^- \nu$, von besonderer praktischer Bedeutung wegen seiner dominierenden Rate, ist nur möglich gewesen, weil die in $\Upsilon(4S)$ -Zerfällen erzeugten B^0 -Mesonen praktisch in Ruhe entstehen. Das Neutrino bleibt zwar unbeobachtet, kann aber indirekt erschlossen werden, wenn die Rückstoßmasse relativ zum $D^{*+} \ell^-$ -System mit Null verträglich ist. Das Histogramm in Abbildung 42 zeigt in der Verteilung der Rückstoßmassen ein deutliches Signal vom Zerfall $B^0 \rightarrow D^{*+} \ell^- \nu$ auf nur geringem Untergrund.

- Die Beobachtung von $\Upsilon(4S)$ -Zerfällen, bei denen neben anderen Teilchen zwei Leptonen aus den semileptonischen Zerfällen der beiden B-Mesonen auftreten. Da der Zerfall eines B^0 -Mesons ein positives Lepton ergibt, der eines \bar{B}^0 aber ein negatives, kann das Leptonvorzeichen bei diesen Zerfällen als Marke zur Unterscheidung von B- und \bar{B} -Mesonen verwendet werden, ohne den B-Zerfall im Detail weiter analysieren zu müssen. Aus der Beobachtung von Dilepton-Ereignissen mit zwei Leptonen gleicher Ladung im Vergleich zu solchen mit entgegengesetzter Ladung kann die Übergangswahrscheinlichkeit r direkt abgeleitet werden. Die Methode hat den Vorteil einer guten Rate, aber den Nachteil möglicher systematischer Fehler bei der Identifikation der Leptonen.

Tabelle 2: Beobachtete Dilepton-Raten auf der $\Upsilon(4S)$ -Resonanz.

	$e^\pm e^\pm$	$\mu^\pm \mu^\pm$	$e^\pm \mu^\pm$
Dilepton-Kandidaten			
$\Upsilon(4S)$ + Kontinuum	8	16	26
Kontinuum	0	0	0
$\Upsilon(4S)$ direkt	8.0 ± 3.9	16.0 ± 4.8	26.0 ± 5.8
Untergrund			
Fehldeutungen	0.7	5.7	4.9
Konvertierte Photonen	0.5	-	0.5
Sekundäre Zerfälle	2.3	2.9	4.6
J/ Ψ -Zerfälle	0.7	0.9	1.5
Signal	$3.8 \pm 3.9 \pm 0.9$	$6.5 \pm 4.8 \pm 1.3$	$14.5 \pm 5.8 \pm 1.8$
Summe: 50 Dilepton-Kandidaten Untergrund: $25.2 \pm 5.0 \pm 3.8$ Ereignisse Signal: $24.8 \pm 7.6 \pm 3.8$ Leptonpaare mit gleichen Vorzeichen			
	$e^+ e^-$	$\mu^+ \mu^-$	$e^\pm \mu^\mp$
Dilepton-Kandidaten			
$\Upsilon(4S)$ + Kontinuum	60	92	149
Kontinuum	3	1	2
$\Upsilon(4S)$ direkt	52.6	89.5	144.1
Korrigiert für J/ Ψ -Schnitt	$58.5 \pm 9.8 \pm 1.6$	$99.6 \pm 11.3 \pm 2.5$	144.1 ± 12.4
Untergrund			
Fehldeutungen	1.4	12.1	10.2
Konvertierte Photonen	0.5	-	0.5
Sekundäre Zerfälle	0.7	1.5	1.6
J/ Ψ -Zerfälle	1.0	0.9	1.5
Signal	$54.9 \pm 9.8 \pm 1.6$	$85.1 \pm 11.3 \pm 3.1$	$130.3 \pm 12.4 \pm 1.8$
Signal: $270.3 \pm 19.4 \pm 5.0$ Leptonpaare mit entgegengesetzten Vorzeichen			
Parameter r	$0.17 \pm 0.19 \pm 0.04$	$0.19 \pm 0.16 \pm 0.04$	$0.28 \pm 0.14 \pm 0.04$
Kombinierte Übergangswahrscheinlichkeit $r = 0.22 \pm 0.09 \pm 0.04$			

3. Die dritte Methode ist eine Kombination von (1) und (2) und steht auch hinsichtlich Rate und systematischem Fehler zwischen diesen. Hier wird eines der beiden B-Mesonen eines Paares vollständig rekonstruiert, von dem zweiten wird nur das Vorzeichen des Zerfallsleptons zur Charakterisierung benutzt.

Mit Anwendung der Methode (1) gelang ARGUS die Entdeckung eines voll rekonstruierten Ereignisses vom Typ $\Upsilon(4S) \rightarrow B^0 \bar{B}^0 \rightarrow B^0 B^0$ (s. Abb. 39). Damit wurde erstmals der Nachweis erbracht, daß bei den neutralen B-Mesonen spontane Übergänge $B^0 \rightleftharpoons \bar{B}^0$ auftreten.

Der Wert des Parameters r wurde mit den Methoden (2) und (3) unabhängig gemessen und ergab übereinstimmende Resultate. Tabelle 2 enthält die mit Methode (2) beobachteten Dilepton-Raten. Als kombiniertes Ergebnis für die Übergangswahrscheinlichkeit folgte schließlich

$$r = \frac{\Gamma(B^0 \rightarrow \bar{B}^0 \rightarrow X')}{\Gamma(B^0 \rightarrow X)} = 0.21 \pm 0.08$$

Der von ARGUS gefundene Wert ist größer als vermutet, steht aber nicht im Gegensatz zu den Forderungen des Standard-Modells mit drei Generationen. Allerdings definiert er neue Randbedingungen für die Parameter dieses Modells und bedeutet insbesondere, daß das bisher unbeobachtete Top-Quark existiert und seine Masse größer als 50 GeV sein muß.

Neben den Teilchen-Antiteilchen-Übergängen ist die Größe der Kopplung zwischen b- und u-Quark, das Matrixelement V_{ub} in der Kobayashi-Maskawa-Matrix, ein fundamentaler, noch unbekannter Parameter des Standard-Modells, der durch die Analyse von B-Zerfällen der Messung zugänglich ist. b-Quarks zerfallen überwiegend in c-Quarks und nur ein kleiner bisher unbeobachteter Bruchteil geht direkt in ein u-Quark. Um diesem Problem näherzukommen, hat ARGUS nach Zerfällen der B-Mesonen gesucht, in denen kein Charm-Teilchen im Endzustand auftritt. Um das Problem der Kombinatorik in Vielteilchenendzuständen in Grenzen zu halten, wurde der Zerfallskanal $B \rightarrow p \bar{p} n \cdot \pi^\pm$ mit $n=1,2$ ausgewählt. Nach geeigneten Schnitten zur Reduzierung des Untergrunds erhielt man im Histogramm der invarianten Masse der gewählten Endzustandsteilchen tatsächlich ein signifikantes Signal bei der B-Masse, wie Abbildung 43 zeigt. Diese erste Beobachtung eines B-Zerfalls ohne Charm ist ein wesentlicher Schritt auf dem Weg zur Bestimmung der Größe V_{ub}/V_{cb} .

B-Zerfälle ohne Charm

Die beim Studium der $B^0 \rightleftharpoons \bar{B}^0$ Übergänge entwickelten Methoden zur Rekonstruktion von semileptonischen B-Zerfällen fanden direkte Anwendung auf eine erste Messung des Verzweigungsverhältnisses für den Zerfall $B^0 \rightarrow D^{*-} \ell^+ \nu$ mit dem Ergebnis

$B^0 \rightarrow D^{*-} \ell^+ \nu$

$$BR(B^0 \rightarrow D^{*-} e^+ \nu) = BR(B^0 \rightarrow D^{*-} \mu^+ \nu) = (7.0 \pm 1.2 \pm 1.9)\%$$

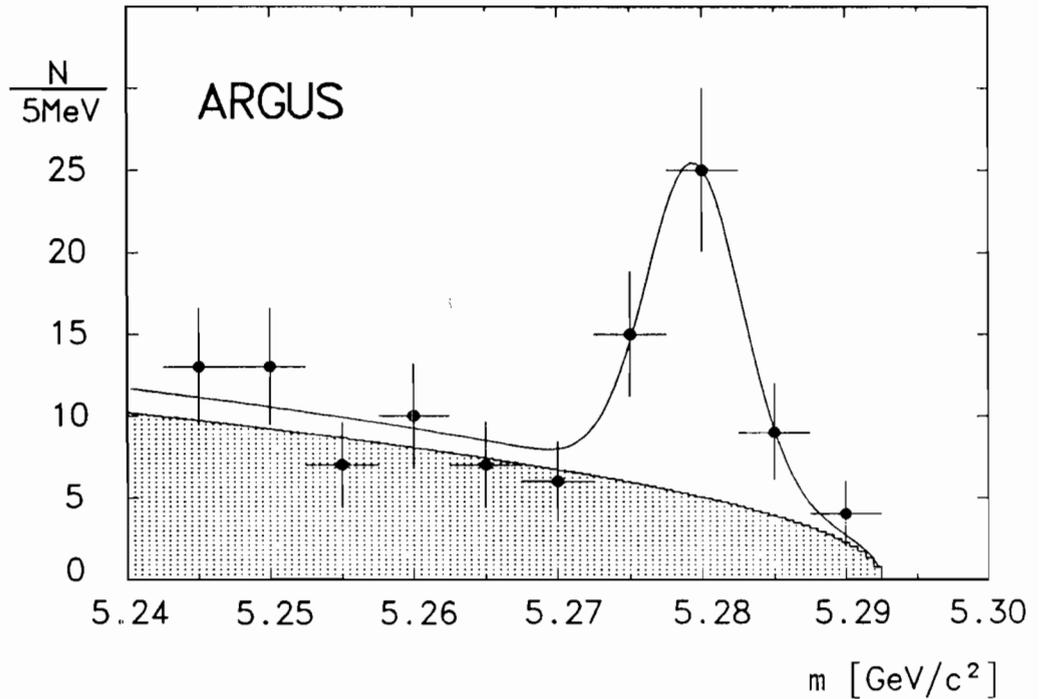


Abbildung 43: Verteilung der invarianten Massen von $(p\bar{p} n \cdot \pi)$ -Kombinationen auf der $\Upsilon(4S)$ -Resonanz. Der schraffierte Bereich zeigt dieselbe Verteilung im e^+e^- -Kontinuum. Das Signal bei der B-Mesonenmasse ist der erste Hinweis auf den Übergang $(b \rightarrow u)$.

Tabelle 3: Exklusive B-Zerfälle in Charmoniumzustände.

Zerfallskanal	Signal (Ereignisse)	Untergrund (Ereignisse)	Verzweigungsverhältnisse
$B^0 \rightarrow J/\Psi K_S^0$	1	< 0.1	
$B^+ \rightarrow J/\Psi K^+$	3	< 0.1	$(0.07 \pm 0.04)\%$
$B^0 \rightarrow J/\Psi (K^+ \pi^-)_{\text{nonres.}}$	0	< 0.1	$< 0.13\%$
$B^0 \rightarrow J/\Psi K^{*0}$	5	< 0.1	$(0.33 \pm 0.18)\%$
$B^+ \rightarrow J/\Psi K^+ \pi^- \pi^+ \dagger$	6	$1.2^{+2.5}_{-1.1}$	$(0.11 \pm 0.07)\%$
$B^+ \rightarrow \Psi' K^+$	3	< 0.1	$(0.22 \pm 0.17)\%$
$B^0 \rightarrow \Psi' K^{*0}$	1	< 0.1	
\dagger ohne $B^+ \rightarrow \Psi' K^+$			

Damit ist dies der bisher stärkste exklusive Zerfallskanal für B-Mesonen überhaupt und deckt allein schon 70% der totalen semileptonischen Zerfallswahrscheinlichkeit ab. Die Zerfallsrate und das Impulsspektrum der Leptonen sind in guter Übereinstimmung mit der Theorie schwacher Zerfälle der B-Mesonen.

Mit dem größeren Datenbestand des Jahres 1987 konnten bereits früher begonnene Messungen verbessert und ergänzt werden. So wurde die inklusive Erzeugung von Charmoniumzuständen beim Zerfall von B-Mesonen neu gemessen und ergab für die Kanäle $B \rightarrow J/\Psi X$ und $B \rightarrow \Psi' X$ die Verzweigungsverhältnisse $(1.07 \pm 0.16 \pm 0.19)\%$ bzw. $(0.46 \pm 0.17 \pm 0.11)\%$. Der erste Wert ist mit dem ARGUS-Resultat aus dem Jahr 1985 gut verträglich, der Fehler konnte dagegen um einen Faktor 3 reduziert werden. Der zweite Wert wurde erstmalig gewonnen. Darüberhinaus wurden exklusive Zerfälle beobachtet. Diese Resultate sind in Tabelle 3 zusammengefaßt. Die Werte sind in Übereinstimmung mit theoretischen Erwartungen; sie bestätigen insbesondere, daß der Mechanismus der Farbunterdrückung beim Übergang $B \rightarrow \text{Charmonium } X$ wirksam ist.

$B \rightarrow J/\Psi X$
 $B \rightarrow \Psi' X$

ARGUS hat die inklusive Produktion von D_s -Mesonen in B-Zerfällen gemessen. Das allein der Messung zugängliche Produkt $BR(B \rightarrow D_s X) \cdot BR(D_s^- \rightarrow \Phi \pi^-)$ ergab $(4.2 \pm 0.9 \pm 0.6) \times 10^{-3}$. Mit einem Wert für $BR(D_s^- \rightarrow \Phi \pi^-) = 3\%$ ergibt sich dann $BR(B \rightarrow D_s X) = (14 \pm 3)\%$ im Einklang mit theoretischen Erwartungen. Aus der Impulsverteilung der D_s -Mesonen ergibt sich ein starker Zweiteilchenanteil von $\sim 50\%$ in $B \rightarrow D_s X$ Zerfällen.

$B \rightarrow D_s X$

Physik der Charm-Teilchen

Teilchen-Antiteilchen-Übergänge sind im Prinzip auch möglich für neutrale D-Mesonen. Das Standard-Modell mit drei Generationen läßt hier aber nur sehr kleine Übergangswahrscheinlichkeiten erwarten von der Größenordnung $r = \Gamma(D^0 \rightarrow \bar{D}^0 \rightarrow X')/\Gamma(D^0 \rightarrow X) \approx 10^{-7}$. Sollte eine Messung hier wesentlich größere Werte ergeben, so wäre das Standard-Modell in Frage gestellt. ARGUS hat nach $D^0 = \bar{D}^0$ Übergängen in der Zerfallskette $D^{*+} \rightarrow D^0 \pi^+$, $D^0 \rightarrow K^- \pi^+$ gesucht, keine gefunden und eine obere Grenze für den Mischungsparameter von $\Gamma(D^0 \rightarrow \bar{D}^0 \rightarrow X')/\Gamma(D^0 \rightarrow X) \leq 1.4\%$ (90% CL) erhalten.

$D^0 = \bar{D}^0$
 Übergänge

ARGUS hatte in früheren Messungen ein unerwartet großes Verzweigungsverhältnis für den Zerfall $D^0 \rightarrow \Phi \bar{K}^0$ gefunden und dies als ersten Hinweis auf die Möglichkeit großer Quark-Annihilationsbeiträge zum Zerfall von Mesonen mit Charm gedeutet. In der folgenden lebhaften theoretischen Dis-

$D_s \rightarrow \rho \pi$

kussion über mögliche Ursachen wurden verschiedene Modelle entwickelt, die die oben erwähnte Reaktion richtig beschreiben, sich aber in ihren Voraussetzungen für einen anderen Übergang durch Quark-Annihilation, nämlich den Zerfall $D_s \rightarrow \rho\pi$, um mehr als eine Größenordnung unterscheiden. ARGUS hat nach dem Zerfall $D_s \rightarrow \rho\pi$ in seinen Daten gesucht, kein positives Signal gefunden und eine obere Grenze für das Verzweigungsverhältnis ermittelt, $\text{BR}(D_s^+ \rightarrow \rho^0\pi^+) < 0.7\%$ (90% CL), womit eine Klasse theoretischer Modelle ausgeschlossen werden kann.

$D_s^* - D_s$ Massendifferenz

Die Beobachtung der D_s^* -Meson-Produktion in der e^+e^- -Annihilation über die Zerfallskette $D_s^* \rightarrow D_s \gamma \rightarrow \Phi\pi\gamma$ lieferte eine Präzisionsmessung der $D_s^* - D_s$ Massendifferenz. Es wurden dafür nur Photonen verwendet, die in der Vakuumkammerwand oder der inneren Wand der Driftkammer in ein e^+e^- -Paar konvertieren und deren Energie in der Driftkammer sehr genau gemessen werden kann. Es ergab sich die Massendifferenz $\Delta M = 142.5 \pm 0.8 \pm 1.5 \text{ MeV}/c^2$.

Physik der Υ -Resonanzen

α_s

Die $\Upsilon(1S)$ -Resonanz zerfällt überwiegend in drei Gluonen, kann aber auch in ein Photon und zwei Gluonen übergehen, wobei der letztere Zerfall um die Größenordnung α_{em}/α_s gegenüber dem ersten unterdrückt ist. α_{em} und α_s sind hier die elektromagnetische und die starke Kopplungskonstante. Die Messung des direkten Photonenspektrums aus dem Zerfall $\Upsilon(1S) \rightarrow \gamma gg$ erlaubt daher eine von theoretischen Unsicherheiten weitgehend unabhängige Bestimmung der QCD-Kopplungskonstanten α_s . ARGUS hat das Verhältnis $\Gamma(\Upsilon(1S) \rightarrow \gamma gg)/\Gamma(\Upsilon(1S) \rightarrow ggg) = (3.00 \pm 0.13 \pm 0.18)\%$ gemessen und leitet davon Werte ab für die Kopplungskonstante $\alpha_s = 0.225 \pm 0.011 \pm 0.019$ und den QCD-Skalenparameter $\Lambda_{\overline{MS}} = 115 \pm 17 \pm 28 \text{ MeV}$. Diese Werte sind die bisher genauesten und in guter Übereinstimmung mit anderen Bestimmungen dieser Größen. Die Form des gemessenen Photonenspektrums ist dagegen nicht verträglich mit QCD-Rechnungen in niedrigster Ordnung (s. Abb. 44).

$\Upsilon(2S) \rightarrow \Upsilon(1S) +$
Hadronen

Zum besseren Verständnis gebundener Zustände schwerer Quarks sind die hadronischen Übergänge zwischen schweren Quarkoniumzuständen von besonderem Interesse. ARGUS hat die Übergänge $\Upsilon(2S) \rightarrow \Upsilon(1S)\pi^+\pi^-$, $\Upsilon(1S)\pi^0\pi^0$ und $\Upsilon(1S)\eta$ untersucht und ihre Verzweigungsverhältnisse bestimmt:

$$\text{BR}(\Upsilon(2S) \rightarrow \Upsilon(1S)\pi^+\pi^-) = (18.2 \pm 0.5 \pm 1.0)\%$$

$$\text{BR}(\Upsilon(2S) \rightarrow \Upsilon(1S)\pi^0\pi^0) = (9.5 \pm 1.9 \pm 1.9)\%$$

$$\text{BR}(\Upsilon(2S) \rightarrow \Upsilon(1S)\eta) < 0.5\% \text{ (90\% CL)}$$

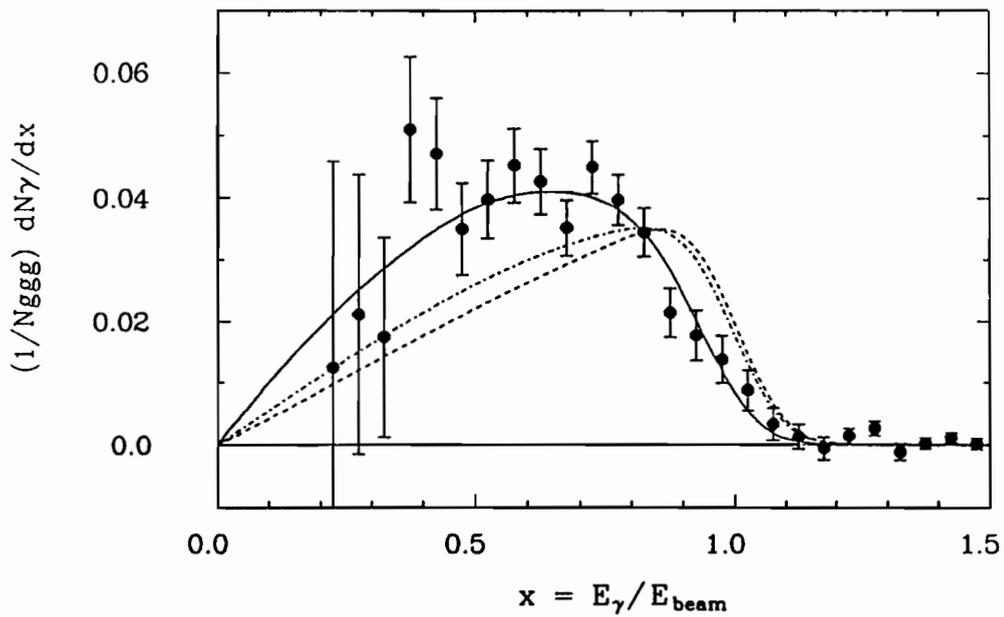


Abbildung 44: Gemessenes Spektrum der direkten Photonen beim Zerfall $\Upsilon(1S) \rightarrow \gamma gg$, verglichen mit theoretischen Modellen. Die gestrichelten Kurven basieren auf QCD-Rechnungen in niedrigster Ordnung; die ausgezogene Kurve ergibt sich bei Berücksichtigung der Selbstkopplung der Gluonen.

Die kinematischen Parameter der Zwei-Pion-Übergänge wurden im Detail studiert und in Übereinstimmung befunden mit theoretischen Erwartungen aus der Stromalgebra und Multipolentwicklungen des Farbfeldes.

Physik der τ -Leptonen

τ -Lebensdauer

Eine Messung der Lebensdauer des τ -Leptons ist ein direkter Test des Standard-Modells. Bei Gültigkeit der e - μ - τ -Universalität und unter Benutzung bekannter Parameter dieser Teilchen ergibt sich eine theoretische Vorhersage der τ -Lebensdauer zu $(2.79 \pm 0.08) \times 10^{-13}$ s. Gestützt auf die große Zahl von τ -Paaren in den ARGUS-Daten und die gute Ortsauflösung der ARGUS-Vertexkammer wurde die τ -Lebensdauer aus der Zerfallslängenverteilung der τ -Mesonen im ARGUS-Detektor zu $(2.95 \pm 0.14 \pm 0.11) \times 10^{-13}$ s bestimmt. Dies ist in guter Übereinstimmung mit dem Welt-Mittelwert von $(2.94 \pm 0.12) \times 10^{-13}$ s und stellt einen signifikanten Beitrag dazu dar.

ν_τ -Masse

Die Masse des Tau-Neutrinos, ν_τ , wird ebenso wie die Masse der anderen Neutrinos als verschwindend angenommen. Eine möglichst genaue experimentelle Prüfung dieser Annahme ist wünschenswert. Die beste bekannte obere Grenze für die ν_τ -Masse liegt bei $70 \text{ MeV}/c^2$ (95% CL) und wurde von ARGUS 1985 veröffentlicht. Sie beruhte auf einer Analyse des Zerfalls $\tau^- \rightarrow \pi^- \pi^- \pi^+ \nu_\tau$. Inzwischen wurde die Analyse auf den 5-Pionen-Zerfall $\tau^- \rightarrow \pi^- \pi^- \pi^- \pi^+ \pi^+ \nu_\tau$ ausgedehnt und eine signifikante Verbesserung der Massengrenze erreicht. Die neue Obergrenze für die ν_τ -Masse liegt jetzt bei $35 \text{ MeV}/c^2$ (95% CL).

$\tau^- \rightarrow \nu \eta \pi^-$

Die erlaubten Kombinationen der Quantenzahlen Spin, Parität und G-Parität beim τ -Zerfall sind durch die Standard-(V-A)-Theorie der schwachen Wechselwirkung für hadronische Endzustände beschränkt auf die Werte $J^{PG} = 1^{-+}$ (Vektorstrom erster Art) oder $J^{PG} = 0^{--}, 1^{+-}$ (Axialvektorstrom erster Art). Ströme zweiter Art haben definitionsgemäß die jeweils entgegengesetzte G-Parität und wurden bisher nirgendwo gefunden. Ihre Beobachtung wäre ein Widerspruch zum Standard-Modell. Im Zerfall $\tau \rightarrow \nu \eta \pi^-$ kann das $\eta \pi$ -System nur die Zustände $J^{PG} = 0^{+-}$ oder 1^{--} annehmen. Der Nachweis dieses Zerfalls wäre ein Beweis für die Existenz von Strömen zweiter Art. Kürzlich hat nun die HRS-Kollaboration über eine Beobachtung dieses Zerfalls berichtet und ein Verzweigungsverhältnis von $(5.1 \pm 1.5)\%$ angegeben. ARGUS hat denselben Zerfallskanal untersucht, keinen Hinweis auf seine Existenz gefunden und als obere Grenze für das Verzweigungsverhältnis 1.3% für 95% CL erhalten. Damit gibt es auch hier keinen Hinweis auf die Existenz von Strömen zweiter Art und keine Verletzung des Standard-Modells.

Zwei-Photon-Reaktionen

Photon-Photon-Wechselwirkungen sind in großer Zahl in den ARGUS-Daten enthalten. Methoden zu ihrer Abtrennung und Analyse wurden weiter verbessert und ermöglichten im Berichtszeitraum eine erste systematische Studie der Reaktion $\gamma\gamma \rightarrow V V'$, wobei $V V'$ die Erzeugung eines Paares von Vektormesonen bedeutet. Bisher wurden erste Beobachtungen der Reaktionen $\gamma\gamma \rightarrow \omega\rho^0$, $\gamma\gamma \rightarrow \omega\omega$ und $\gamma\gamma \rightarrow K^{0*} \bar{K}^{0*}$ veröffentlicht. Eine Schlußfolgerung aus diesen Resultaten betrifft die vermutete Existenz von Vier-Quark-Zuständen. Gebundene hadronische Zustände aus zwei Quarks und zwei Antiquarks, sogenannte exotische Zustände, sind in einigen theoretischen Modellen denkbar. Sie sollten überwiegend in Mesonenpaare zerfallen. Die Paarerzeugung von Vektormesonen in Photon-Photon-Reaktionen bietet eine besonders saubere Möglichkeit, nach solchen Zuständen zu suchen. Die ARGUS-Ergebnisse enthalten keinen Hinweis auf die Existenz von Vier-Quark-Teilchen.

$$\begin{aligned}\gamma\gamma &\rightarrow \omega\rho^0 \\ \gamma\gamma &\rightarrow \omega\omega \\ \gamma\gamma &\rightarrow K^{0*} \bar{K}^{0*}\end{aligned}$$

Es wurde die Erzeugung von η' -Mesonen durch Photon-Photon-Wechselwirkung in der Reaktionskette $\gamma\gamma \rightarrow \eta' \rightarrow \pi^+\pi^-\gamma$ beobachtet. Aus dem gemessenen Produkt $\Gamma_{\gamma\gamma}(\eta') \cdot \text{Br}(\eta' \rightarrow \rho\gamma) = 1.13 \pm 0.04 \pm 0.13 \text{ keV}$ wurden die Breiten $\Gamma_{\gamma\gamma}(\eta') = 3.76 \pm 0.13 \pm 0.47 \text{ keV}$ und $\Gamma_{\eta'} = 203 \pm 32 \text{ keV}$ ermittelt. Das Ergebnis für $\Gamma_{\eta'}$ gehört zu den genauesten verfügbaren Werten dieser Größe.

$$\gamma\gamma \rightarrow \eta'$$

Ausblick

Nach den Erfolgen des Jahres 1987 wird ARGUS sich 1988 im wesentlichen der Konsolidierung seiner Ergebnisse widmen. Zu diesem Zweck wird eine Vergrößerung der Datenmenge bei der $\Upsilon(4S)$ -Resonanz um einen Faktor 2 bis 3 angestrebt. Damit können die Meßfehler reduziert und neue Meßmöglichkeiten, insbesondere zur Physik der B-Mesonen, erschlossen werden. Auf jeden Fall kann ARGUS noch auf Jahre hinaus interessante wissenschaftliche Ergebnisse auf vielen Gebieten liefern.

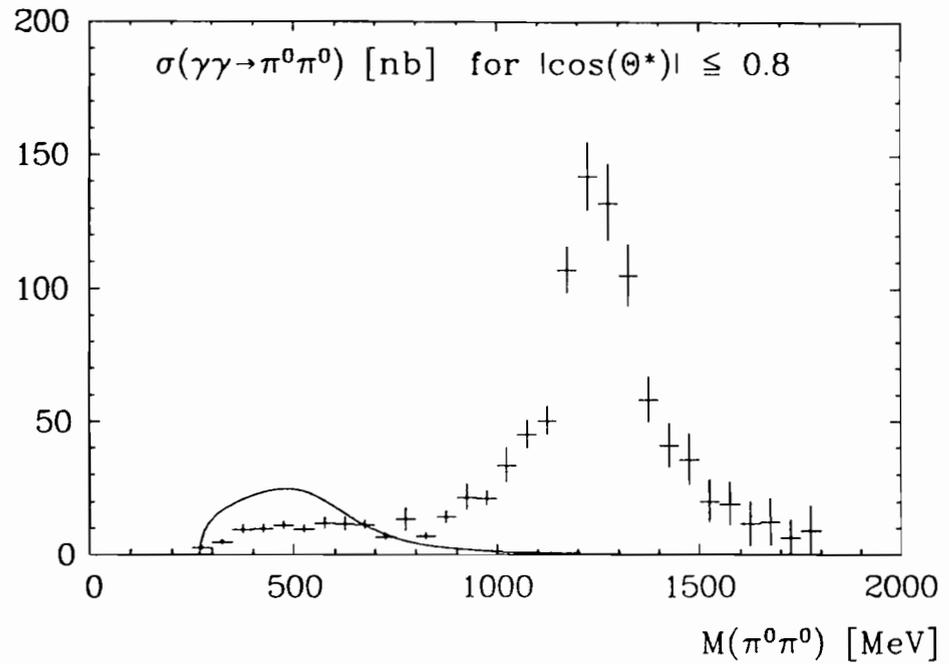


Abbildung 45: Wirkungsquerschnitt für die Reaktion $\gamma\gamma \rightarrow \pi^0\pi^0$ mit $|\sum \vec{p}_i| < M_{\pi^0\pi^0} \times 8 \text{ MeV}/c^2$ und $|\cos\theta^*| < 0.80$.

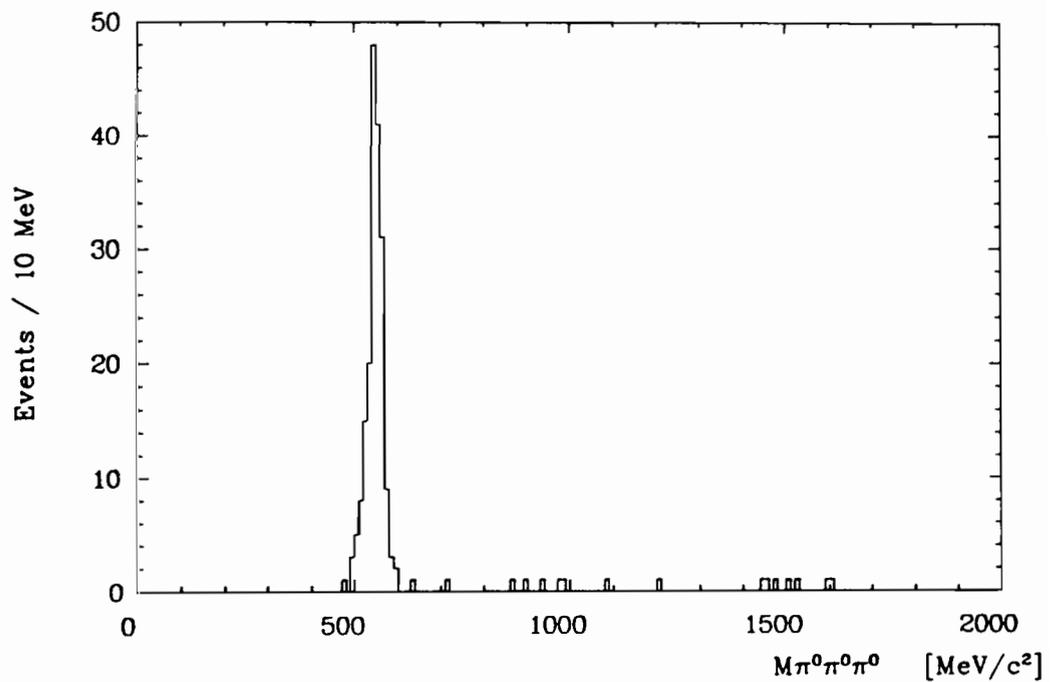


Abbildung 46: Verteilung der $3\pi^0$ invarianten Masse für Ereignisse der Reaktion $\gamma\gamma \rightarrow \pi^0\pi^0\pi^0$ mit $|\sum \vec{p}_i| < 50 \text{ MeV}$.

Crystal Ball-Kollaboration

Beteiligte Institute: Harvard University Cambridge, Inst. Nucl. Phys. Cracow, Univ. Erlangen-Nürnberg, Univ. und INFN Firenze, DESY und Univ. Hamburg, Univ. und NIKHEF Nijmegen, Princeton University, SLAC und Univ. Stanford, Univ. Würzburg.

Sprecher: S. Cooper, MIT/USA, K. Königsmann, Univ. Würzburg

Überblick

Die Analyse der bis September 1986 mit dem Crystal Ball-Detektor am e^+e^- -Speicherring DORIS II gewonnenen Daten wurde im Berichtsjahr 1987 fortgesetzt. Schwerpunkte der experimentellen Untersuchungen der Crystal Ball-Kollaboration im Berichtsjahr waren Zerfälle der Υ -Resonanzen, Zerfälle von τ -Leptonen und die Resonanzproduktion in Photon-Photon induzierten Reaktionen.

Da das Experiment 1988 am DORIS-Speicherring nicht mehr betrieben wird, wurde der vollständige Detektor im August 1987 in Container verpackt und per Schiff von Bremerhaven nach Boston versandt. Von dort wurde er auf dem Landweg zurück zum Stanford Linear Accelerator Center gebracht.

Die in den fast fünf Jahren Meßzeit angesammelte Datenmenge erlaubt detaillierte Vergleiche zwischen beobachteter Energiedeposition im NaJ-Kalorimeter und Simulationsrechnungen. Da das Kalorimeter und die Auslese-Elektronik sensitiv sind auf Energiedepositionen bis in den MeV-Bereich, sollte auch das Simulationsprogramm alle Wechselwirkungsprozesse bis zu kleinen Energien richtig beschreiben. Nur dann sind Messungen hoher Präzision möglich.

*Simulations-
rechnungen*

Elektromagnetisch wechselwirkende Teilchen werden mit dem EGS-Simulationsprogramm behandelt. Die Rechnungen zeigen eine sehr gute Übereinstimmung mit den Daten. Stark wechselwirkende Teilchen dagegen werden mit GHEISHA simuliert. Bedingt durch die im Crystal Ball-Experiment vorliegende niedrige Energieschwelle mußten einige wichtige Änderungen dieses Programms vorgenommen werden. Die Programme, die die Absorption niederenergetischer K^- , π^- und Neutronen behandeln und die den Energieverlust dE/dx simulieren, wurden abgeändert. Zusätzlich wurde eine Sättigung in der Lichtemission verlangt. Mit diesen Änderungen zeigte sich eine gute Übereinstimmung zwischen realen Ereignissen und simulierten Daten.

Zwei-Photon-Reaktionen

Zwei-Photon-Streuxperimente haben sich als wichtiges Mittel für Untersuchungen des Quarkinhalts leichter Mesonen erwiesen. Besonders in Anbetracht der Diskussion über die Existenz von (reinen) Gluonzuständen erweisen sich das Studium von bekannten Mesonen und die Suche nach neuen Resonanzen in der Zwei-Photon-Wechselwirkung von besonderem Interesse.

Im Berichtsjahr hat die Crystal Ball-Kollaboration Ergebnisse für die Reaktionen $e^+e^- \rightarrow e^+e^-\pi^0\pi^0$ und $e^+e^- \rightarrow e^+e^-\pi^0\pi^0\pi^0$ vorgestellt. Des Weiteren wurde die Untersuchung der Reaktionen $\gamma\gamma \rightarrow \{\pi^0, \eta, \eta'\} \rightarrow \gamma\gamma$ abgeschlossen. Für die drei Mesonen ergeben sich folgende endgültige Zerfallsbreiten

$$\begin{aligned}\Gamma_{\pi^0 \rightarrow \gamma\gamma} &= (7.7 \pm 0.5 \pm 0.5) \text{ eV} \\ \Gamma_{\eta \rightarrow \gamma\gamma} &= (0.514 \pm 0.017 \pm 0.035) \text{ keV} \\ \Gamma_{\eta' \rightarrow \gamma\gamma} &= (5.6 \pm 0.6 \pm 0.6) \text{ keV}\end{aligned}$$

Im Massenbereich zwischen 100 MeV und 3000 MeV finden sich keine weiteren Teilchen, die an zwei Photonen koppeln. Obere Grenzen für die partielle Zerfallsbreite in zwei Photonen werden zur Zeit berechnet.

$\gamma\gamma \rightarrow \pi^0\pi^0$

Zur Untersuchung der Reaktion $\gamma\gamma \rightarrow \pi^0\pi^0$ wurde eine Datenmenge entsprechend einer Luminosität von 97 pb^{-1} verwendet, die mit einem Trigger mit besonders niedriger Energieschwelle aufgenommen worden war. Abbildung 45 zeigt den vorläufigen Wirkungsquerschnitt $\sigma(\gamma\gamma \rightarrow \pi^0\pi^0)$ von der kinematischen Schwelle bis zu Massen von etwa $1.8 \text{ GeV}/c^2$. Deutlich sichtbar ist die starke Anregung der $f_2(1270)$ -Resonanz sowie eine nichtverschwindende $\pi^0\pi^0$ -Produktion bis hinab zur Schwelle. Die durchgezogene Linie zeigt den erwarteten Wirkungsquerschnitt für die Anregung einer hypothetischen Resonanz $f_0(600)$ mit partiellen Zerfallsbreiten $\Gamma_{\pi^0\pi^0} = \text{BR}(f_0 \rightarrow \pi^0\pi^0) \times \Gamma_{\text{tot}} = 0.33 \times 400 \text{ MeV}$ und $\Gamma_{\gamma\gamma} = 1 \text{ keV}$. Falls die beobachtete $\pi^0\pi^0$ -Produktion bei kleinen Massen von einer Resonanz stammt, muß deren Zwei-Photon-Breite somit deutlich kleiner als 1 keV sein.

Diese Messung steht im Widerspruch zu einem in der Reaktion $\gamma\gamma \rightarrow \pi^+\pi^-$ gefundenen hohen Wirkungsquerschnitt, der bei Interpretation als Resonanz eine Zwei-Photon-Breite von $(10 \pm 6) \text{ keV}$ liefert.

Die Untersuchung der $\cos\theta^*$ -Verteilung, bei der θ^* den Winkel zwischen einem der beiden π^0 's und der Strahlachse im $\pi^0\pi^0$ -Ruhesystem bezeichnet, gibt Aufschluß über die Spinstruktur des produzierten Systems. Für $\pi^0\pi^0$ -Massen unterhalb von $\sim 700 \text{ MeV}/c^2$ dominiert die Produktion in einem Zustand mit Spin 0. Im Bereich der $f_2(1270)$ -Resonanz dominiert Spin 2, Helizität 2, in Übereinstimmung mit der Theorie und mit anderen Experimenten.

Mit einer Datenmenge von 99 pb^{-1} wurde die Reaktion $\gamma\gamma \rightarrow \pi^0\pi^0\pi^0 \rightarrow 6\gamma$ untersucht. Das invariante $\pi^0\pi^0\pi^0$ -Massenspektrum (Abbildung 46) bei der nominellen η -Masse zeigt ein starkes Signal, das in seiner Breite mit der erwarteten Detektorauflösung übereinstimmt. Diese Messung wird erstmals die Bestimmung der partiellen Zerfallsbreite $\Gamma_{\gamma\gamma}(\eta)$ im Endzustand $\pi^0\pi^0\pi^0$ erlauben. Alle bisherigen Messungen haben den Endzustand $\gamma\gamma$ benutzt.

$$\gamma\gamma \rightarrow \pi^0\pi^0\pi^0$$

Das invariante Massenspektrum ermöglicht ebenfalls die Suche nach weiteren Mesonen, die in $3\pi^0$ zerfallen, wie z.B. das pseudoskalare Teilchen $\pi(1300)$, eine radiale Anregung des Grundzustandes $\pi(140)$. Grenzen für die Zwei-Photon-Breite sind von Bedeutung für ein Verständnis der radialen Anregungen des pseudoskalaren Nonetts.

Zerfälle des τ -Leptons

Seit der Entdeckung des τ -Leptons weisen alle untersuchten Eigenschaften dieses als drittes sequentielles Lepton aus. Ein Problem zeigt sich im Vergleich der Summe der exklusiv gemessenen Verzweungsverhältnisse in ein geladenes und neutrale Teilchen mit dem inklusiv gemessenen Verzweungsverhältnis. Man findet eine Differenz von $(7.1 \pm 1.5)\%$. Mögliche Kandidaten für noch unbekannte τ -Zerfallskanäle sind solche mit η -Mesonen im Endzustand.

Für die Suche nach neuen Zerfallskanälen des τ -Leptons wurden alle aufgenommenen Daten benutzt, entsprechend etwa 530 000 τ -Lepton-Zerfällen. Es wurden die Ereignisse selektiert, in denen ein τ^\pm in $\nu_\tau\nu_e e^\pm$, $\nu_\tau\nu_\mu\mu^\pm$, $\nu_\tau\pi^\pm$ oder $\nu_\tau K^\pm$ zerfällt, wobei Ladung und Impuls der geladenen Teilchen nicht nachgewiesen werden. Das andere τ^\pm wird dann in den Zerfallskanälen $\nu_\tau\pi^\pm X$ untersucht, wobei X in 2, 4 oder 6 Photonen zerfällt. Hierbei wird angenommen, daß es sich bei dem geladenen Teilchen um ein Pion handelt.

Abbildung 47 zeigt die invariante Zwei-Photon-Masse $M_{\gamma\gamma}$ für Ereignisse des Zerfalls $\tau^\pm \rightarrow \nu_\tau\pi^\pm 2\gamma$. Es ist ein klares Signal bei der Masse des π^0 zu erkennen. Nach Abzug von etwa 7% Untergrund aus anderen τ -Zerfällen ergibt sich das in der Tabelle 4 angegebene Verzweungsverhältnis. Dieses Ergebnis stimmt gut mit dem anderer Experimente überein.

$$\tau^\pm \rightarrow \nu_\tau\pi^\pm 2\gamma$$

Abbildung 48 zeigt die Verteilung der $\gamma\gamma$ -Masse im Bereich der η -Masse. Die eingezeichneten Kurven geben die erwarteten Signale für Verzweungsverhältnisse von 5% und 1% wieder. Da keine über dem Untergrund liegenden Ereignisse zu beobachten sind, erhält man die in der Tabelle 4 angegebene obere Grenze. Damit kann der von einem anderen Experiment gefundene Zerfall des τ^\pm in $\nu_\tau\pi^\pm\eta$ ausgeschlossen werden.

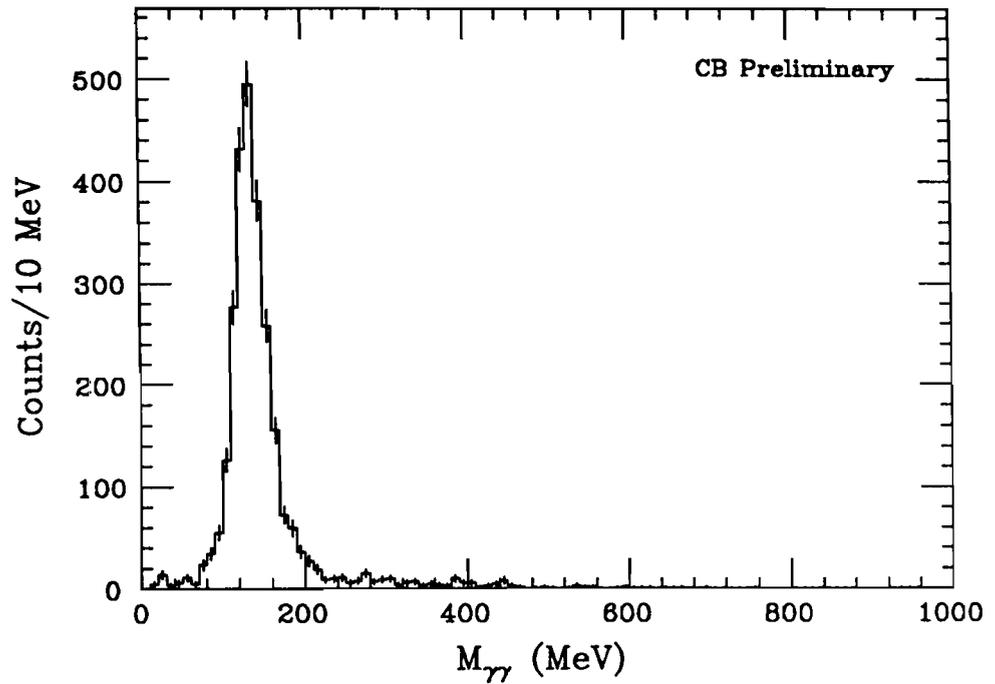


Abbildung 47: Invariante Zwei-Photon-Masse $M_{\gamma\gamma}$ für Ereignisse des Zerfalls $\tau^\pm \rightarrow \nu_\tau \pi^\pm 2\gamma$.

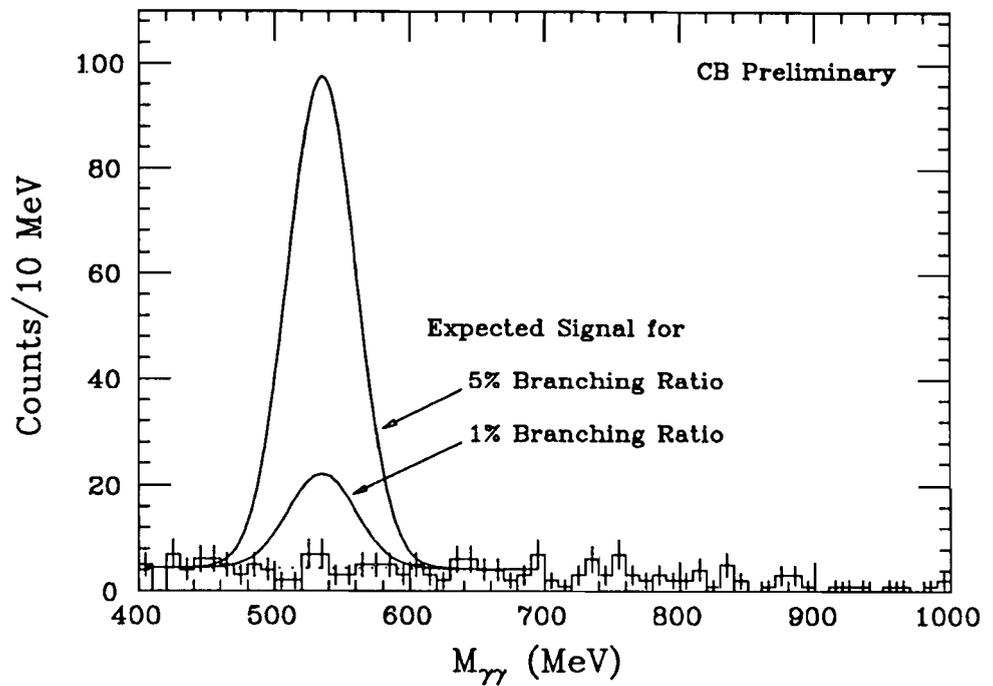


Abbildung 48: Invariante Zwei-Photon-Masse $M_{\gamma\gamma}$ im Bereich der η -Masse für Ereignisse des Zerfalls $\tau^\pm \rightarrow \nu_\tau \pi^\pm 2\gamma$.

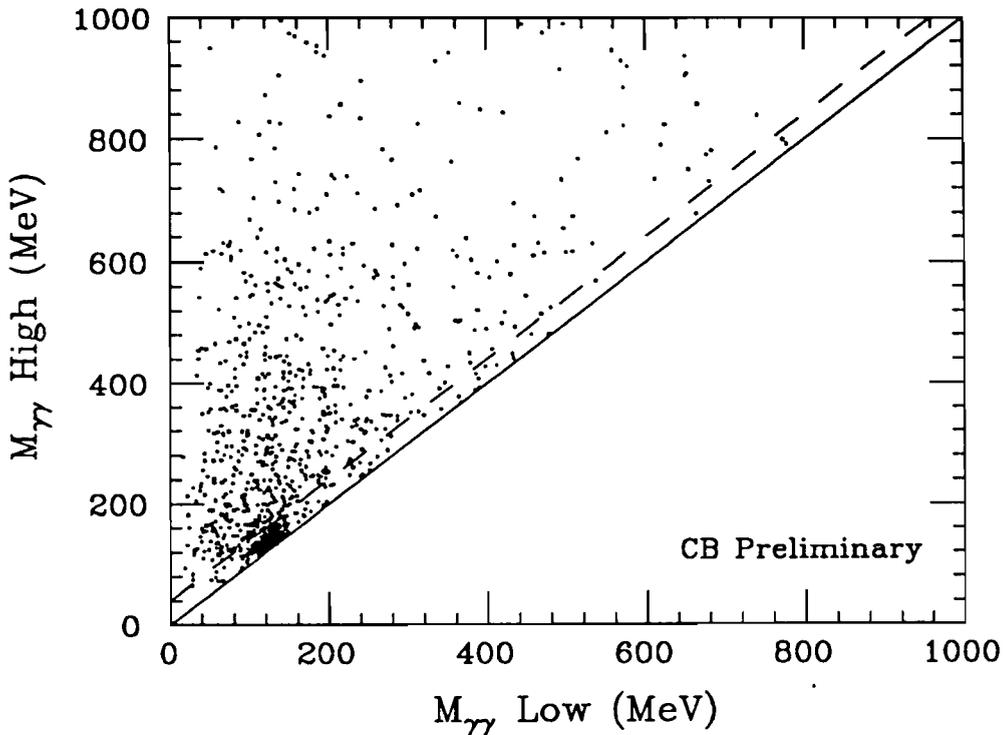


Abbildung 49: Korrelation zwischen der hohen und der niedrigen invarianten Zwei-Photon-Masse für Ereignisse des Zerfalls $\tau^\pm \rightarrow \nu_\tau \pi^\pm 4\gamma$.

Für die Analyse des Endzustandes mit vier Photonen zeigt Abbildung 49 die Korrelation zwischen der hohen und der niedrigen invarianten Zwei-Photon-Masse. Deutlich ist eine Anhäufung bei der $\pi^0\pi^0$ -Masse zu erkennen, wohingegen bei den $\pi^0\eta$ - und $\eta\eta$ -Massen keine Anhäufungen sichtbar sind. Die Auswertung dieser Verteilung führt zu den in der Tabelle 4 angegebenen Verzweungsverhältnissen, bzw. deren oberen Grenzen. Bei diesem Experiment handelt es sich um die erste direkte Beobachtung des Endzustandes mit $2\pi^0$ und die besten oberen Grenzen für die exklusiven Zerfälle in $\nu_\tau \pi^\pm \pi^0 \eta$ und $\nu_\tau \pi^\pm \eta \eta$.

$$\tau^\pm \rightarrow \nu_\tau \pi^\pm 4\gamma$$

Für die Untersuchung des Endzustands mit sechs Photonen werden zunächst zwei Photonenpaare verlangt, deren invariante Masse mit der π^0 -Masse konsistent ist. Die invariante Masse des übriggebliebenen Photonenpaares zeigt bei der π^0 -Masse eine Anhäufung von nur (11.5 ± 6.0) Ereignissen. Zusätzlich erwartet man aus Simulationsrechnungen einen Untergrund von vier Ereignissen aus anderen $\tau\tau$ -Zerfällen. Da die Signifikanz des resultierenden Signals sehr klein ist, wird eine obere Grenze für den entsprechenden Zerfall berechnet. Dieser Wert ist ebenfalls in Tabelle 4 angegeben. Auch hier handelt es sich um die beste obere Grenze für den Zerfall des τ^\pm in $\nu_\tau \pi^\pm 3\pi^0$.

$$\tau^\pm \rightarrow \nu_\tau \pi^\pm 6\gamma$$

Tabelle 4: Experimentelle Verzweigungsverhältnisse für τ -Zerfälle in ein geladenes Teilchen und neutrale Teilchen. Obere Grenzen sind für ein 95%-iges Vertrauensintervall berechnet.

τ^\pm -Zerfälle	Exklusive Analyse	Inklusive Analyse
$\nu_\tau \pi^\pm \pi^0$	$(22.6 \pm 0.5 \pm 1.4)\%$	
$\nu_\tau \pi^\pm \eta$	$< 0.3\%$	$< 0.3\%$
$\nu_\tau \pi^\pm \pi^0 \pi^0$	$(7.4 \pm 0.6 \pm 1.3)\%$	
$\nu_\tau \pi^\pm \pi^0 \eta$	$< 2.5\%$	$< 0.9\%$
$\nu_\tau \pi^\pm \eta \eta$	$< 1.4\%$	$< 2.5\%$
$\nu_\tau \pi^\pm \pi^0 \pi^0 \pi^0$	$< 2.5\%$	
$\nu_\tau \pi^\pm \pi^0 \pi^0 \eta$		$< 3.1\%$

Zusätzlich wurde nach τ -Zerfällen in ein geladenes und neutrale Teilchen mit Hilfe einer inklusiven Analyse gesucht, in der die Anzahl der Photonen keiner Beschränkung unterliegt. Im vergangenen Berichtsjahr wurden in einer solchen Untersuchung Anzeichen von η -Mesonen in Ereignissen mit kleiner Multiplizität gefunden. Nachdem die Schnitte mehr an die in τ -Zerfällen erwartete Signatur angepaßt worden waren, verschwand das η -Signal. Die mit Hilfe dieser inklusiven Analyse gefundenen Grenzen an die Verzweigungsverhältnisse sind ebenfalls in Tabelle 4 aufgeführt. Sie sind in guter Übereinstimmung mit den in der exklusiven Analyse gefundenen Werten.

$\Upsilon(1S)$ -Zerfälle

Strahlungszzerfälle schwerer Vektormesonen erlauben eine genaue Untersuchung von leichten Mesonen. Dies hat sich exemplarisch beim detaillierten Studium des J/Ψ -Teilchens gezeigt. Von besonderem Interesse ist hier das Axion, welches nach Brechung einer $U(1)$ -Symmetrie in der starken Wechselwirkung auftritt. Des weiteren führt eine Messung der Resonanzanregung in hadronischen Zerfällen zu einer Bestimmung der partiellen Breite des Υ in zwei Leptonen.

$\Upsilon(1S) \rightarrow \gamma$ Axion

Die Zerfallsrate für $\Upsilon(1S) \rightarrow \gamma$ Axion ist proportional zu $1/x^2$, dem Verhältnis der Vakuumerwartungswerte zweier Higgs-Felder. Dagegen ist die Zerfallsrate des J/Ψ proportional zu x^2 . Das Produkt beider Raten ist somit unabhängig von dem unbekanntem Parameter x^2 . Die Berücksichtigung von QCD-Korrekturen ergibt eine theoretische konservative untere Grenze von

$$B(J/\Psi \rightarrow \gamma \text{ Axion}) \times B(\Upsilon(1S) \rightarrow \gamma \text{ Axion}) > 1.0 \times 10^{-9}$$

Frühere experimentelle Grenzen für $\Upsilon(1S) \rightarrow \gamma$ Axion schienen zwar das Axion schon auszuschließen, jedoch hat sich die theoretische Vorhersage durch

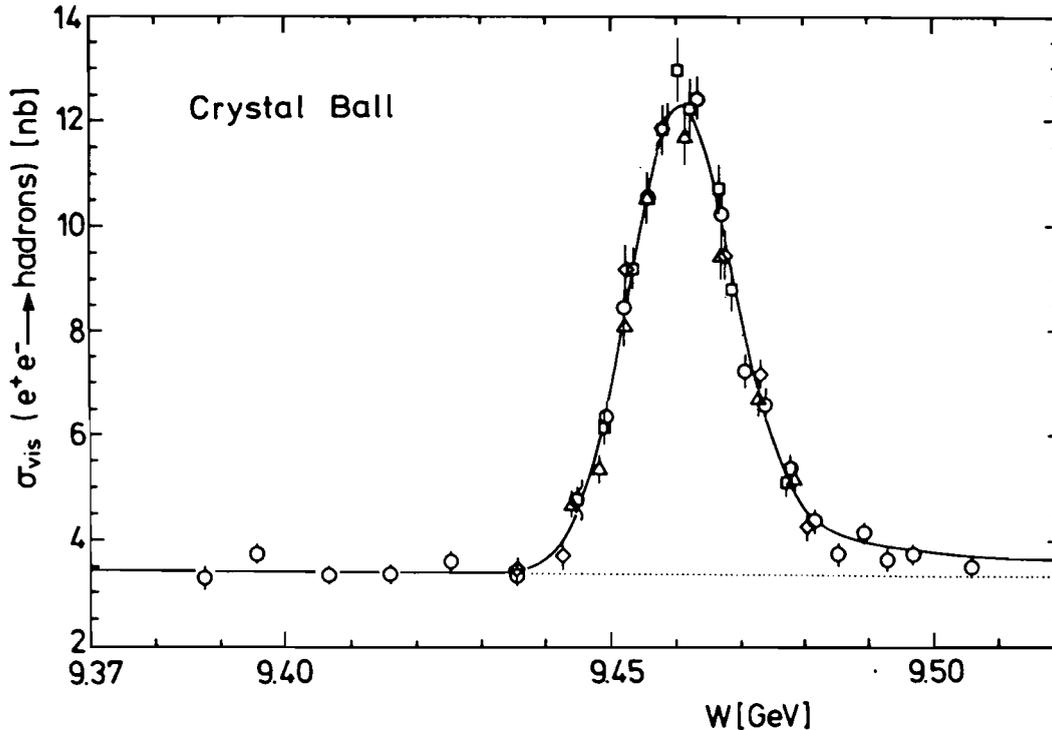


Abbildung 50: Anregungskurve für die $\Upsilon(1S)$ -Resonanz. Die Kurve ist eine Anpassung mit der durch Strahlungskorrekturen modifizierten Gaußförmigen Strahlenergieverteilung.

Berücksichtigung der QCD-Korrekturen deutlich nach unten verschoben. Deshalb hat die Crystal Ball-Kollaboration erneut nach diesem fundamental wichtigen Teilchen gesucht.

In 480 000 $\Upsilon(1S)$ -Zerfällen konnte keine signifikante Anhäufung von Ereignissen mit nur einem Photon gefunden werden. (Das Axion selbst zerfällt nicht im Detektor und wechselwirkt nicht.) Mit der von der Crystal Ball-Kollaboration ebenfalls durchgeführten Suche in J/Ψ -Zerfällen ergibt sich eine experimentelle obere Grenze (bei 90% Vertrauensintervall) zu

$$B(J/\Psi \rightarrow \gamma \text{ Axion}) \times B(\Upsilon(1S) \rightarrow \gamma \text{ Axion}) < 0.2 \times 10^{-9}$$

Diese Grenze liegt um einen Faktor 5 unterhalb der theoretischen Vorhersage. Somit kann das Axion, wie es in der ursprünglichen Form vorhergesagt worden war, ausgeschlossen werden. Als theoretische Alternative bleibt nur noch das sogenannte "unsichtbare" Axion.

Eine für Resonanzen wichtige Größe ist die partielle Breite Γ_{ee} in zwei Leptonen. Diese Größe kann durch die Auswertung der Fläche unter der Resonanz in einer Messung der Anregungskurve bestimmt werden. Als Beispiel wird in

$$\Gamma_{ee}(\Upsilon)$$

Abbildung 50 eine Präzisionsmessung der Resonanzanregung des $\Upsilon(1S)$ in hadronischen Endzuständen gezeigt.

Unter Berücksichtigung von Strahlungskorrekturen, die Ausläufer zu hohen Energien hin bewirkt, ergibt die Auswertung der Fläche folgende Werte für die partielle Breite in zwei Leptonen:

$$\begin{aligned}\Gamma_{ee}(\Upsilon(1S)) &= (1.33 \pm 0.03 \pm 0.06) \text{ keV} \\ \Gamma_{ee}(\Upsilon(2S)) &= (0.56 \pm 0.04 \pm 0.02) \text{ keV}\end{aligned}$$

wobei der zweite Wert von einer Messung der Anregungskurve der $\Upsilon(2S)$ -Resonanz herrührt.

Mit Hilfe der Relation $\Gamma_{\text{tot}} = \Gamma_{ee}/B_{ee}$ ergibt sich die wichtige Größe der totalen Breite der Resonanz, bei der B_{ee} das Verzweigungsverhältnis in zwei Leptonen ist. Die Benutzung dieser Gleichung verlangt eine konsistente Anwendung der Strahlungskorrekturen in der Bestimmung von Γ_{ee} und B_{ee} . Es ergeben sich folgende Werte:

$$\begin{aligned}\Gamma_{\text{tot}}(\Upsilon(1S)) &= (52 \pm 3) \text{ keV} \\ \Gamma_{\text{tot}}(\Upsilon(2S)) &= (37 \pm 9) \text{ keV}\end{aligned}$$

Die konsequente Berücksichtigung der Strahlungskorrekturen ergibt Werte, die etwa 20% größer sind als die früher ermittelten.

Außerdem wurde R , das Verhältnis des nichtresonanten Wirkungsquerschnitts zum Bornschen Wirkungsquerschnitt der μ -Paar-Produktion, bei einer Schwerpunktsenergie von $W = 9.46 \text{ GeV}$ bestimmt: $R = 3.50 \pm 0.07 \pm 0.12$. Diese mit einem sehr kleinen statistischen und systematischen Fehler behaftete Messung ist in guter Übereinstimmung mit Ergebnissen anderer Experimente.

$\Upsilon(4S)$ -Zerfälle

Die Crystal Ball-Kollaboration hat seit Beginn des Betriebes von DORIS II etwa 65 000 $\Upsilon(4S)$ -Resonanz-Zerfälle, entsprechend einer Luminosität von 91 pb^{-1} , ansammeln können. Unter der Annahme, daß jedes $\Upsilon(4S)$ -Meson in ein B-Mesonen-Paar zerfällt, $\Upsilon(4S) \rightarrow B\bar{B}$, entspricht dieser Datensatz etwa 130 000 B-Mesonen. Zur Bestimmung des nichtresonanten Untergrunds wurden zusätzlich 18 pb^{-1} an Kontinuumsdaten herangezogen.

Zerfälle von B-Mesonen erlauben eine Messung der Stärke der Übergänge vom b-Quark zum c- oder u-Quark und damit der Kobayashi-Maskawa-Matrixelemente. Eine genaue Kenntnis dieser KM-Elemente ermöglicht Rückschlüsse auf weitere Generationen von Quarks jenseits der schon bekannten drei Familien.

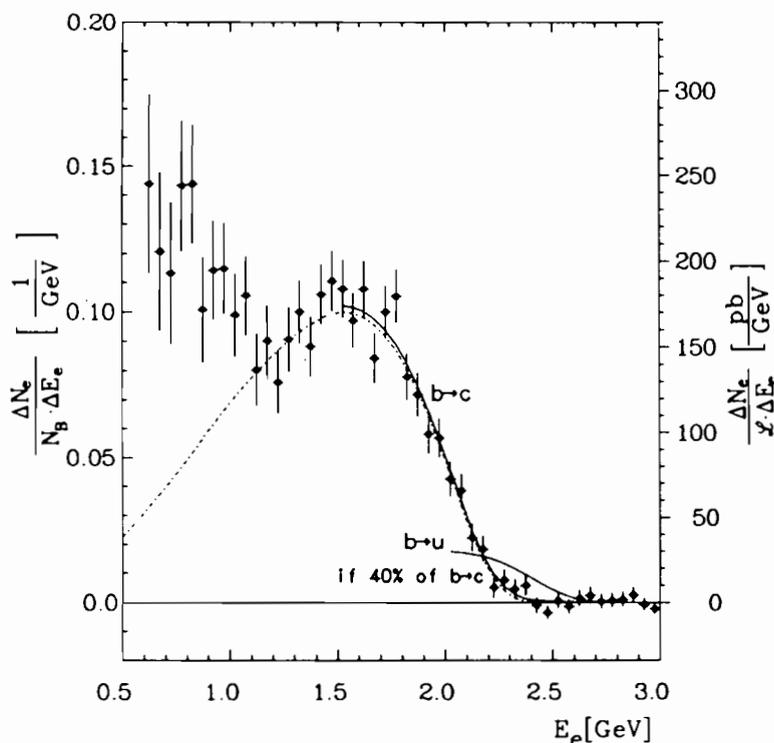


Abbildung 51: Energiespektrum von Elektronen aus B-Meson-Zerfällen. Die Daten sind mit der Nachweiswahrscheinlichkeit korrigiert und durch die Anzahl der produzierten B-Mesonen dividiert worden. An die Daten ist die Vorhersage von Altarelli et al. angepaßt.

Im Berichtsjahr wurde die Untersuchung des Energiespektrums von Elektronen aus semileptonischen Zerfällen des B-Mesons (und damit des b-Quarks) abgeschlossen. Das Elektronen-Energiespektrum des Übergangs $b \rightarrow e\nu_c u$ erstreckt sich wegen der niedrigeren u-Quark-Masse zu höheren Energien als das entsprechende Spektrum des Übergangs zum c-Quark. Theoretisch wird der letzte Zerfall als der dominierende erwartet.

$B \rightarrow e\nu_e X$

Abbildung 51 zeigt das Elektronen-Energiespektrum. Um Verzweigungs-verhältnisse bestimmen zu können, muß die Form des Spektrums bekannt sein. Deshalb wurden insgesamt vier verschiedene theoretische Vorhersagen an die Daten oberhalb von 1.5 GeV angepaßt. Als Beispiel wird in Abbildung 51 die Anpassung mit der von Altarelli et al. vorgeschlagenen Form für die Übergänge $b \rightarrow e\nu_c u$ und $b \rightarrow e\nu_c c$ gezeigt. Obwohl die theoretischen Modelle auf sehr unterschiedlichen Annahmen basieren, ergeben sich bei der Auswertung nur geringfügige Unterschiede für das Verzweigungsverhältnis $b \rightarrow e\nu_c c$. Als Mittelwert erhält man

$$\text{BR}(B \rightarrow e\nu_e X_c) = (11.7 \pm 0.5 \pm 0.7)\%$$

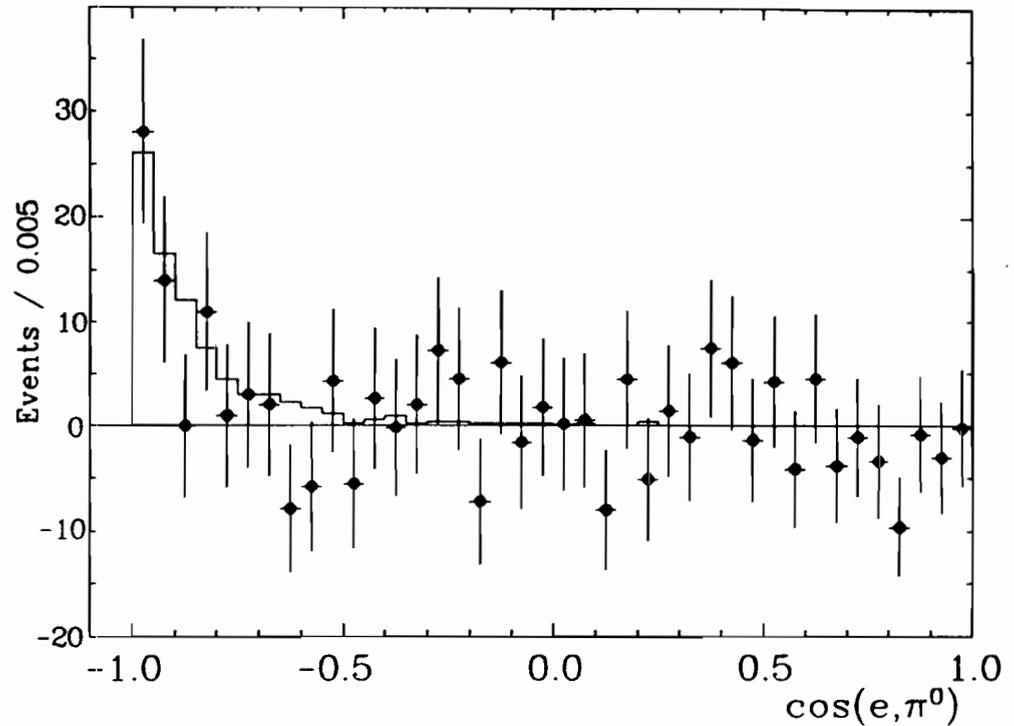


Abbildung 52: Winkelkorrelation zwischen dem Elektron und dem neutralen Pion für die Zerfälle $B \rightarrow e\nu_e D^* \rightarrow e\nu_e D\pi^0$. Das Histogramm zeigt die Simulationsrechnung.

wobei X_c einen hadronischen Endzustand bezeichnet, der ein c-Quark enthält. Hieraus ergibt sich das Kobayashi-Maskawa-Matrixelement, das die Stärke des Übergangs $b \rightarrow c$ beschreibt, zu

$$|V_{cb}| = (5.2 \pm 0.5 \pm 0.5) \times 10^{-2}$$

in guter Übereinstimmung mit anderen Experimenten.

Abbildung 51 zeigt, daß die Rate für den Übergang $b \rightarrow e\nu_e u$ offensichtlich recht klein ist. Somit kann die für den Übergang $b \rightarrow e\nu_e c$ gefundene Amplitude konstant gehalten und die theoretische Form für $b \rightarrow u$ angepaßt werden. Man erhält als konservative obere Grenze bei 90%-igem Vertrauensintervall

$$|V_{ub}/V_{cb}| < 0.26$$

bei Benutzung des Modells von Grinstein et al., welches ein sehr weiches Elektronen-Spektrum vorhersagt. Die anderen Modelle liefern eine bessere obere Grenze von < 0.15 .

Der Nachweis von exklusiven Endzuständen in B-Meson-Zerfällen liefert weitere Möglichkeiten der Bestimmung von KM-Elementen. Es wurde der reine Axialvektor-Übergang $B \rightarrow e\nu_e D^*$, $D^* \rightarrow \pi^0 D$ nachgewiesen durch Untersuchung der Winkelkorrelation zwischen dem energiereichen Elektron und dem niederenergetischen π^0 . Abbildung 52 zeigt die Verteilung des Winkels zwischen dem Elektron und dem π^0 für die Daten (Werte mit Fehlerbalken) und eine Simulationsrechnung (Histogramm). Es ergibt sich ein Verzweigungsverhältnis von

$$\text{BR}(B \rightarrow e\nu_e D^*) = (9.5 \pm 2.9 \pm 3.5)\%$$

Dies bedeutet, daß in B-Zerfällen D^* -Mesonen etwa viermal so häufig produziert werden wie D-Mesonen.

Weiterhin wurde der semileptonische Vektor-Übergang des B-Mesons in ein neutrales Pion analysiert. Dazu wurde für Ereignisse mit einem Elektron und einem π^0 die im System $B e \pi^0$ fehlende Masse berechnet. Diese muß gleich der Neutrinomasse sein. In einer Auftragung dieser fehlenden Masse wurde keine signifikante Anhäufung gefunden. Für das Verzweigungsverhältnis ergibt sich somit eine obere Grenze bei 90%-igem Vertrauensintervall von

$$\text{BR}(B \rightarrow e\nu_e \pi^0) < 0.2\%$$

Dies ist die erste Bestimmung einer Grenze für diesen Zerfall.

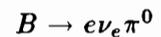
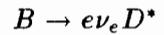




Abbildung 53: Ansicht der Meßplätze in der HASYLAB-Experimentierhalle im Juli 1987. (40692/11)

Hamburger Synchrotronstrahlungslabor HASYLAB

Leiter: G. Materlik

Im Hamburger Synchrotronstrahlungslabor HASYLAB wird die vom Speicherring DORIS II abgestrahlte Synchrotronstrahlung im Sichtbaren, Ultraviolett, Vakuum-Ultraviolett und Röntgengebiet des Spektrums der elektromagnetischen Strahlung für Untersuchungen der geometrischen und elektronischen Struktur der Materie sowie in vielen weiteren Anwendungen eingesetzt. Eine Außenstelle des Europäischen Labors für Molekularbiologie EMBL sowie drei Projektgruppen für strukturelle Molekularbiologie der Max-Planck-Gesellschaft führen an drei Meßplätzen in der HASYLAB-Experimentierhalle Untersuchungen zur Aufklärung biologischer Strukturen durch. Abbildung 53 zeigt einen Blick auf die Meßplätze in der HASYLAB-Experimentierhalle.

Überblick

Mit dem Speicherring DORIS II, der einen Umfang von 288 m, einen magnetischen Krümmungsradius von 12.1 m und eine maximale Elektronenenergie von 5.6 GeV hat, steht eine im weltweiten Vergleich konkurrenzfähige und unter verschiedenen Gesichtspunkten einzigartige Maschine zur Erzeugung der Synchrotronstrahlung zur Verfügung.

Im Jahr 1987 wurde die Nutzbarkeit von DORIS II allerdings erheblich durch Maßnahmen eingeschränkt, die durch den von DESY mit großem Einsatz betriebenen Bau der Hadron-Elektron-Ringanlage HERA erforderlich wurden. Das Elektronen/Positronen-Synchrotron DESY I wurde nach mehr als 20jährigem Betrieb durch ein neues Synchrotron moderner Technik, DESY-II, ersetzt. Konzentrisch zu diesem wird (bis ca. April 1988) im gleichen Ringtunnel das Protonen-Synchrotron DESY III installiert. Dadurch konnte das Injektionssystem von DORIS II im Jahr 1987 nur für zehn Wochen in Betrieb gehen. Diese Meßzeit wurde in zwei Blöcke von je fünf Wochen aufgeteilt und mit 3.7 GeV Elektronenenergie als Hauptbenutzerzeit für Synchrotronstrahlung betrieben, da die Datennahme der Hochenergiephysik-Experimente an DORIS II für das gesamte Jahr 1987 eingestellt wurde. Während der Meßzeiten standen insgesamt 28 Meßplätze zur gleichzeitigen Nutzung der Synchrotronstrahlung zur Verfügung, an denen durch wechselnden Aufbau mehr als 40 verschiedene Instrumente zum Einsatz kamen (Abb. 54, Tab. 5). Der gesondert erhältliche HASYLAB-Jahresbericht 1987 mit mehr als 150 Einzelbeiträgen gibt einen Eindruck von den gewonnenen Resultaten und den Einsatzmöglichkeiten der Synchrotronstrahlung.

Wie schon in den vergangenen Jahren, wurde auch 1987 an der weiteren Verbesserung der Strahlqualität und der Experimentiermöglichkeiten gearbeitet. Im

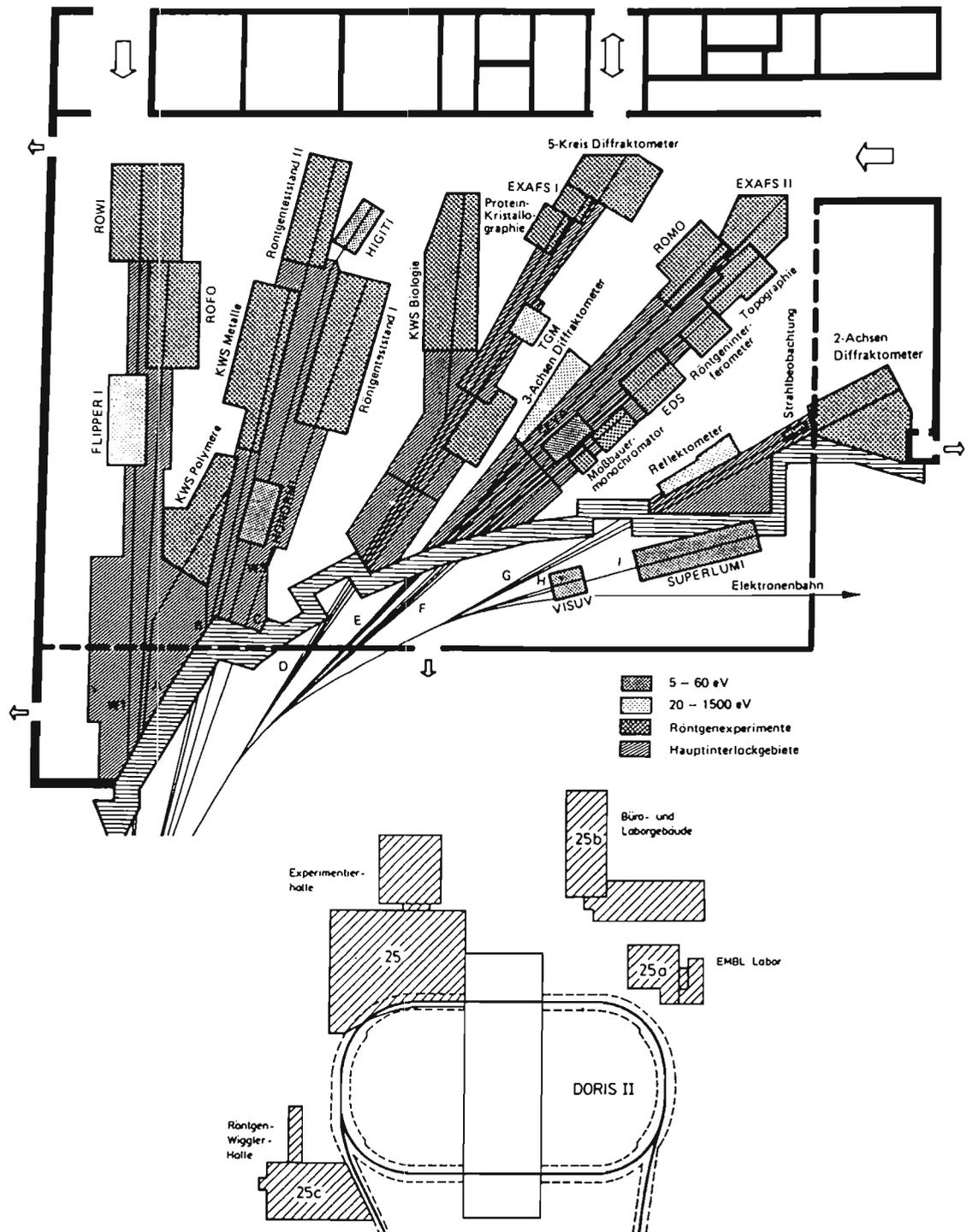


Abbildung 54: Meßplatzanordnung in der HASYLAB-Experimentierhalle (oben). Gebäudeplan der Einrichtungen von HASYLAB mit dem EMBL-Labor (unten, eingezeichnet sind die zugehörigen Gebäudenummern).

Tabelle 5: Meßplätze bei HASYLAB (Stand Dezember 1987).

2 eV-6 eV	5 eV-50 eV	20 eV-1 500 eV	Röntgenbereich
VISUV	HONORMI HIGITI SEYA SUPERLUMI	FLIPPER I TGM Flipper II Reflektometer	RÖWI RÖFO (Al) Kleinwinkelstreuung KWS II (Polymere) Kleinwinkelstreuung KWS III (Metalle) Röntgenteststand II* Röntgenteststand I Kleinwinkelstreuung KWS I (Biologie) (EMBL) Proteinkristallographie (EMBL) EXAFS I (EMBL) 5-Kreis-Diffraktometer 3-Achsen-Diffraktometer RÖMO I EXAFS II Topographie Röntgeninterferometer EDS Mößbauereffekt 2-Achsen-Diffraktometer RÖMO II HARWI

Instrumente, die Meßplätze im Wechsel nutzen: Wesphea (SUPERLUMI); Atomstrahl Univ.HH und Fluoreszenzmonochromator (FLIPPER I); Atomstrahl TU Berlin (TGM); Photodesorption (TGM, HIGITI); CD-Apparatur und Magnetische Modulation (HIGITI); Stehende Wellenfelder II, Oberflächenbeugung/LEED* und Oberflächenbeugung (RÖWI); Pulverdiffraktometer* und Guinierkamera (Röntgenteststand II); Ψ -Kreis-Goniometer und Diffraktometer für Oberflächenstrukturuntersuchungen und anomale Dispersion* (Röntgenteststand I); Phononenstreuung, Angiographie und Compton-Diffraktometer* (HARWI); Kleinwinkelbeugung (RÖFO); Fluoreszenzanalyse (EDS); Energiedispersive EXAFS* (RÖMO II); Reflexions-EXAFS (RÖMO I); Tomographie und Pulverdiffraktometrie (Topographie).

*im Aufbau



Abbildung 55: Der harte Röntgenwiggler HARWI nach dem Einbau in den Speicherring DORIS II. (40486/16)

April konnte der harte Röntgenwiggler HARWI (Abb. 55) erfolgreich in Betrieb gehen, der insbesondere den Photonenfluß für Experimente mit Photonenenergien oberhalb von ca. 20 keV gegenüber dem von einem Krümmungsmagnet erhältlichen Fluß drastisch verbessert. Erste Tests der experimentellen Anordnungen für die inelastische Photonenstreuung an Phononen und der optischen Komponenten für die Angiographie und für den hochauflösenden Compton-Effekt konnten anschließend bereits durchgeführt werden. Am Strahl B1 in der Experimentierhalle wurde eine weitere Kleinwinkelstreuapparatur in Betrieb genommen, die vom Institut für Festkörperforschung der Kernforschungsanlage Jülich für den Einsatz in der Materialforschung gebaut wurde.

*Experimentier-
betrieb*

Der Speicherring DORIS II war im Berichtsjahr vom 30.3.-16.4., vom 21.4.-4.5. und vom 26.6.-5.8. für Synchrotronstrahlungsexperimente in Betrieb. Die Meßzeiten wurden mit 3.7 GeV Elektronenenergie und vier Bunchen pro Füllung gefahren, wobei die Spitzenströme bei 100 mA und der mittlere Strom bei ca. 65 mA lagen. Der in der Winterunterbrechung 1986/87 erfolgte Einbau von Dämpfungsantennen in die Hohlraumresonatoren zeigte durch Reduktion der plötzlich auftretenden Strahlverluste eine Verbesserung der mittleren

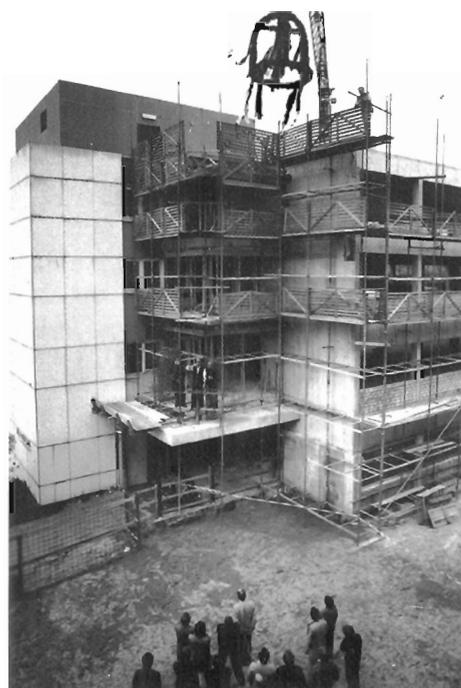


Abbildung 56: Richtfest für den Anbau an das Büro- und Laborgebäude am 14. Mai 1987. (40620/9)

Strahllebensdauer und eine leichte Erhöhung der Spitzenströme' (um ca. 20%), die aber letztlich durch Probleme mit dem DORIS II-Vakuumsystem und durch Instabilitäten bei höheren Strahlströmen begrenzt wurden. Aus diesem Grund wird die Möglichkeit verstärkt untersucht werden, Positronen in Richtung der Elektronen in DORIS II zu injizieren, da diese Maßnahme die Lebensdauer weiter erhöhen kann. Der Einsatz von Wiggler/Undulatoren in DORIS II hat auch die horizontale Strahlstabilität in ein neues Licht gerückt. Die experimentelle Nutzung der dort auch horizontal kollimierten Strahlung macht eine horizontale Strahllageregelung nach dem Muster der bereits installierten vertikalen Regelung erforderlich.

Das 1984 beschlossene mittelfristige HASYLAB-Ausbauprogramm stand Ende 1987 vor dem Abschluß. Am 14. Mai wurde das Richtfest für den Anbau an das Labor- und Bürogebäude begangen (Abb. 56), dessen obere Geschosse bereits zur Jahreswende 1987/88 bezogen werden können. Die Arbeiten an den speziell ausgerüsteten Laborräumen für die Projektgruppen für strukturelle Molekularbiologie der Max-Planck-Gesellschaft im Erdgeschoß und im ersten Stockwerk werden voraussichtlich im März 1988 abgeschlossen sein. Damit stehen diesen Gruppen dann ausgezeichnete Möglichkeiten zur experimentenahen Präparation ihrer biophysikalischen und biochemischen Proben zur Verfügung. Die Büroräume der oberen Stockwerke werden durch Gastgruppen bezogen, die Mitarbeiter für Experimente mit Synchrotronstrahlung langfristig an das HASYLAB entsenden. Die Räume werden aber auch für neue Mitarbeiter von HASYLAB benötigt, da sich die Stellensituation durch Zuteilung weiterer Planstellen im Jahr 1987 erfreulicherweise erneut verbessert hat.

Ausbauprogramm



Abbildung 57: Auditorium während des Statusseminars am 29. Januar 1987.
(40437/31)

Die Planungen zum Einbau einer größeren Zahl neuartiger Wiggler/Undulatoren in DORIS II wurden weiter vorangetrieben. Bis August wurde, den Empfehlungen des Wissenschaftlichen Rats von DESY und des Forschungsbeirats Synchrotronstrahlung entsprechend, die Bypass-Studie zur Umgehung des ehemaligen Standorts des Hochenergie-Experiments Crystal Ball durch einen schwach gekrümmten Bogen, der sieben gerade Stücke enthält, weiter detailliert. Es wurden unter anderem diverse Wiggler/Undulatoren konzipiert, um die Breite der Möglichkeiten auszuloten. Im August wurde der Crystal Ball-Detektor endgültig aus DORIS II ausgebaut, und es wurde entschieden, dieses gerade Stück nicht mehr für Hochenergie-Experimente zu nutzen. Damit stellte sich die Frage der möglichen Nutzung der ARGUS-Meßzeit als Nebenbenutzerzeit für Synchrotronstrahlungs-Experimente auch für den Bypass.

Nationale und internationale Zusammenarbeit

In einem Diskusstreffen, das HASYLAB am 24./25. September mit interessierten Wissenschaftlern organisierte, wurde diese Frage, aber auch die wissenschaftlichen und instrumentellen Perspektiven, die sich durch den Bypass eröffnen, eingehend erörtert. Die wissenschaftlichen Möglichkeiten, die sich durch die Wiggler/Undulatoren ergeben, wurden eindrucksvoll unterstri-

chen. Die starke Einschränkung der zur Verfügung stehenden Meßzeit durch einen zu ARGUS alternativen Betrieb des Bypasses führte zu der Empfehlung, auch die Nebenbenutzerzeit für Synchrotronstrahlungs-Experimente im Bypass nutzbar zu machen, wenn dadurch keine bzw. nur geringe Einbußen an Strahlungsqualität in der Hauptbenutzerzeit auftreten und das Projekt zeitlich nicht verzögert wird. Diese Fragen werden zur Zeit von HASYLAB geprüft; eine endgültige Antwort steht noch aus.

Die Bedeutung, die die Forschung mit der Synchrotronstrahlung in der Bundesrepublik Deutschland einnimmt, dokumentierte sich eindrucksvoll beim ersten Statusseminar Synchrotronstrahlung, das in Verbindung mit dem jährlichen HASYLAB-Nutzertreffen am 29. und 30. Januar gemeinsam mit BESSY bei DESY durchgeführt wurde. Mit Prof. J. Als-Nielsen (Risø) und Prof. S. Hüfner (Saarbrücken) als Co-Chairmen diskutierten mehr als 300 Teilnehmer (s. Abb. 57) in zehn Plenarvorträgen und an über 100 Postern die neuesten wissenschaftlichen Ergebnisse ihrer Forschung mit Synchrotronstrahlung sowie den gegenwärtigen und zukünftigen Stand der Instrumente und Strahlungsquellen. Ein zweites Statusseminar schloß sich, in Verbindung mit dem BESSY-Nutzertreffen, sehr erfolgreich bereits am 10. und 11. Dezember in Berlin an.

Für 1987 weist die Liste der an der Vorbereitung und Durchführung von Experimenten beteiligten Einrichtungen 98 Institute und 511 Wissenschaftler aus. Die Vielfalt der Arbeiten mit Synchrotronstrahlung in Wissenschaftsgebieten von der Physik, Biophysik, Geophysik, Chemie, Biochemie, physikalischen Chemie, Medizin bis hin zu Untersuchungen von historisch wertvollen Drucken macht eine vergleichende Wertung in diesem Rahmen wenig sinnvoll. Die im Jahresbericht enthaltene Liste der Veröffentlichungen und Vorträge dokumentiert, daß am HASYLAB mit Synchrotronstrahlung durchgeführte Arbeiten in vielen Fachgebieten eine Spitzenstellung einnehmen.

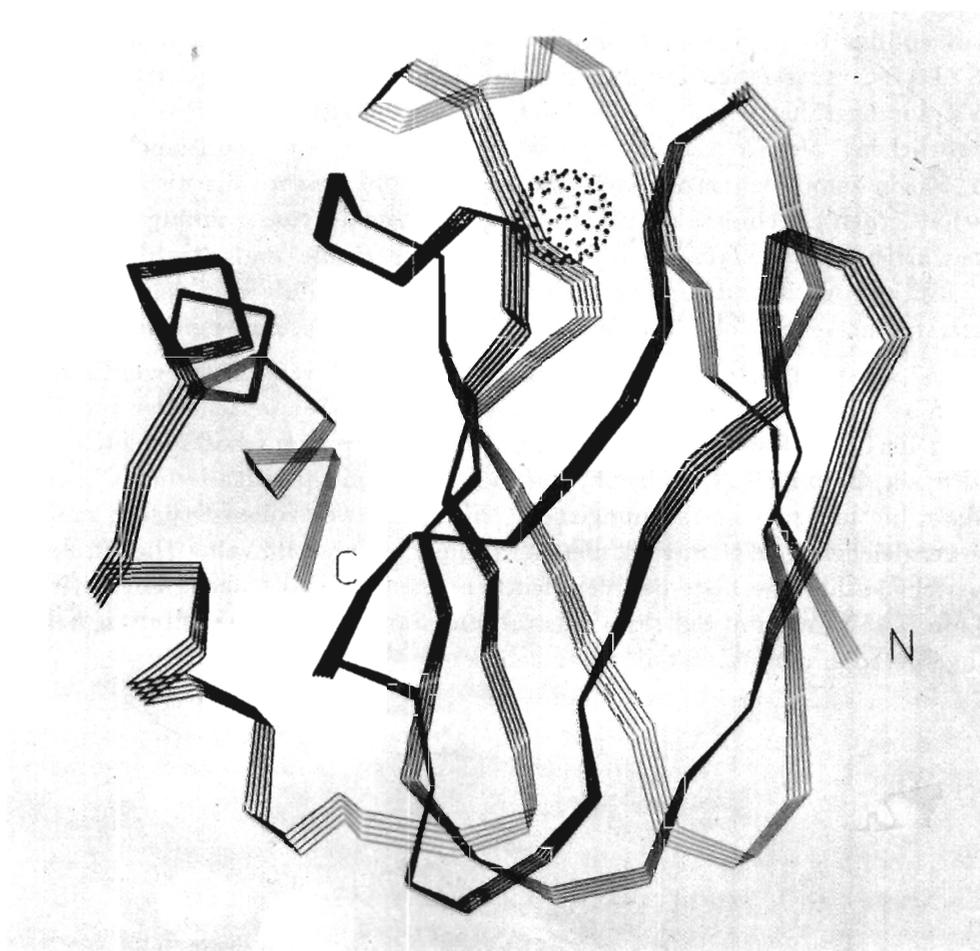


Abbildung 58: Faltungsschema des blauen Proteins Pseudoazurin von *Alcaligenes faecalis*. Das Kupferion ist ebenfalls dargestellt.

Europäisches Laboratorium für Molekularbiologie EMBL —Außenstelle Hamburg—

Obwohl 1987 nur zweimal fünf Wochen Hauptbenutzerzeit zur Verfügung standen, wurden die Einrichtungen der Außenstelle von mehr als 50 Gastwissenschaftlern benutzt.

Überblick

Die Arbeiten an der neuen Strahlführung X13 für Kleinwinkelstreuung im EMBL-Gebäude wurden fortgeführt. Die meisten Komponenten sind inzwischen gebaut, so daß X13 im Sommer 1988 fertiggestellt sein wird. X13 ist ähnlich aufgebaut wie die Strahlführung X11, die zur Proteinkristallographie benutzt wird. Der Strahl wird zunächst horizontal durch einen gebogenen Germaniummonochromator und danach vertikal durch einen gebogenen Spiegel fokussiert. Der Spiegel besteht aus acht Segmenten auf einem biegbaren Balken. Dieser Aufbau von X11 läßt einen der Probengröße entsprechenden sehr kleinen Fokus von nur 0.6×1.2 mm Halbwertsbreite erwarten.

Instrumentelle Entwicklungen

Die Entwicklung eines 2D-Detektors mit parallelen Elektroden wurde fortgeführt. Vor dem endgültigen Einsatz am Synchrotron sind aber noch einige Modifikationen, insbesondere in der Ausleseelektronik, notwendig. Die Komponenten eines Echtzeit-Datenerfassungssystems für zählende Detektoren und Videodetektoren wurden getestet und integriert. Das Erfassungssystem kann Datenraten von 15 MHz in der Spitze und 7.5 MHz im Mittel verarbeiten, und es kann an eine MikroVAX angeschlossen werden.

Eine interaktive Software-Umgebung für die Steuerung der Datenerfassung wurde weiterentwickelt und an eine Arbeitsstation (VAXstation/II GPX) mit Fensterverwaltung und hochauflösender Grafik angepaßt.

Proteinkristallographie: Die Strahlführung X31 im HASYLAB ist auch weiterhin für alle Proteinkristallographen aus Europa eine der wichtigsten Synchrotron-Strahlungsquellen. Der kristallographische Aufbau zur Datensammlung und der Meßplatz insgesamt wurden im letzten Jahr völlig neu entworfen und benutzerfreundlicher aufgebaut. Wesentlich hierbei war die Integration einer rechnergesteuerten Optimierung der Kristallproben und des Detektoraufbaus am Ende der Strahlführung, welche die gegebenen Strahllageschwankungen ausgleicht und den Benutzern damit immer höchste Intensität an der Kristallprobe liefert.

Experimente

Die Röntgenstrukturanalyse von Proteinen, die komplex gebundene Metalle enthalten, stellt einen Forschungsschwerpunkt der Proteinkristallographen im

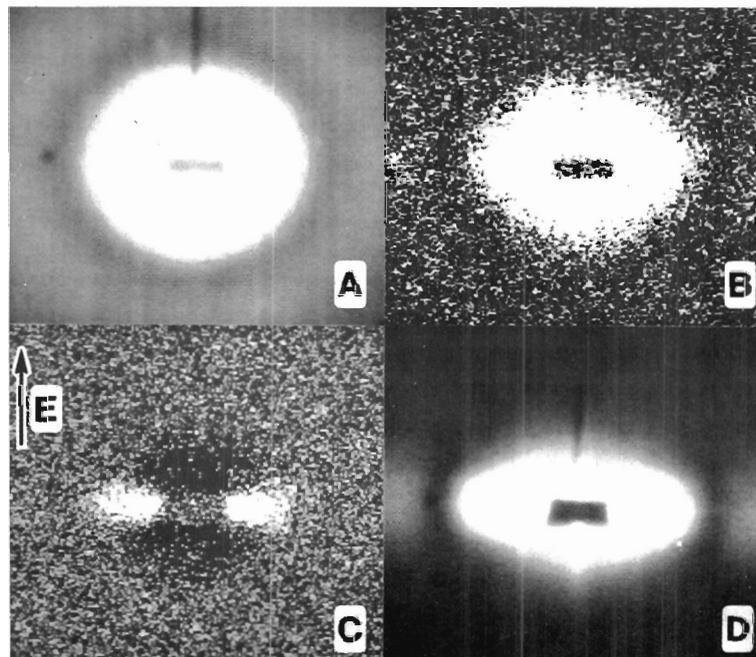
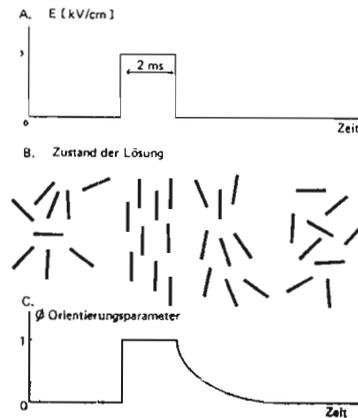


Abbildung 59: Oben: Prinzip der Kleinwinkelstreuung an Lösungen unter Einfluß von elektrischen Feldern. Ein kurzer E-Feldpuls wird an die Lösung angelegt (Bild A). Die Teilchen in der Lösung orientieren sich als Folge des induzierten Dipolmoments. Wird das Feld abgeschaltet, relaxieren die Teilchen (Bild B). Die Änderung der Intensität im Röntgenstreubild folgt dem Orientierungsparameter (Bild C).

Unten: A. Flächenzähler-Aufnahme der Kleinwinkelstreuung einer TMV-Lösung (4.5 mg/ml). B. Das gleiche Bild während eines E-Feldpulses von 5 kV/cm. C. Relative Differenz $((B-A)/A)$ im Streubild. Der Pfeil E zeigt die Richtung des E-Feldes. D. Streubild eines orientierten TMV-Gels. Der Detektor deckt den Bereich $0.01 < s < 0.15 \text{ nm}^{-1}$ ab.

EMBL dar. Die räumliche Struktur von Pseudoazurin, einem Kupfer bindenden Protein, "blaues Protein" genannt, wurde bei einer nominalen Auflösung von 1.5 Å bis zu einem kristallographischen R-Faktor von 17.6% verfeinert. Die schematische Faltung des Proteins ist in Abb. 58 gezeigt. Ebenso wird in der Arbeitsgruppe an der Strukturaufklärung einiger weiterer Proteine aus dem Elektronen-Transfer-System gearbeitet. Das Hauptinteresse hierbei liegt in der Untersuchung der chemisch reduzierenden Eigenschaften dieser Proteine im Bezug zu ihrer räumlichen Struktur. Daneben stellen diese metallbindenden Proteine ideale Voraussetzungen zur Untersuchung von anomalen Streueffekten bei verschiedenen Wellenlängen dar, die auch zur Lösung des Phasenproblems bei der Strukturbestimmung herangezogen werden. Hierbei wird an der Optimierung der Datensammlung und Auswertung sowie an der Verbesserung der Software zur Phasenbestimmung gearbeitet.

Zu den weiteren Projekten der Arbeitsgruppe gehören die Röntgenstrukturanalysen von Enzymen aus der Subtilisin-Familie, von welchen im letzten Jahr drei unterschiedliche Strukturen gelöst werden konnten, welche nun mit Hilfe der Synchrotron-Meßdaten bis zu hoher Auflösung verfeinert werden sollen. Des weiteren wird an der Strukturbestimmung der Glucose-Isomerase, dUTPASE und in Zusammenarbeit mit anderen Arbeitsgruppen an der Strukturaufklärung einiger weiterer Proteine gearbeitet.

Zu den Benutzergruppen von 1987 gehören die Arbeitsgruppen aus dem Biozentrum in Basel, der Freien Universität Berlin, der Universität Freiburg, der Universität Groningen, der Universität von Kreta, der Universität San Francisco, der Universität York, der ETH Zürich sowie die Max-Planck-Arbeitsgruppen aus München und Hamburg.

EXAFS: Der Einsatz eines Halbleiterdetektors am EXAFS-Spektrometer erlaubte Fluoreszenzmessungen an extrem verdünnten Proben. Trotz der geringen maximalen Zählraten konnte aufgrund der ausgezeichneten Energieauflösung ein sehr gutes Signal/Rauschverhältnis erzielt werden. Mit Hilfe eines Multielement-Detektors mit Einzelauslesung sollen die erreichbaren maximalen Zählraten erhöht werden. Damit würden EXAFS-Messungen an Enzymen mit submillimolaren Metallkonzentrationen ermöglicht, und zwar ohne Erhöhung der Primärintensität und des damit verbundenen Risikos erhöhter Strahlenschäden.

In Zusammenarbeit mit der Universität Münster wurden EXAFS-Untersuchungen an den Metallzentren von Violetter Phosphatase und Glucose Isomerase durchgeführt. In einem neuen Projekt mit der Jagellonian University (Krakau) soll die Umgebung von Eisen- und Zinkatomen in Gewebe mit fortgeschrittener Arteriosklerose untersucht werden. Die ermutigenden Ergebnisse erster Messungen an veraschtem Gewebe werden die Grundlage für weitere systematische Untersuchungen bilden. Die EXAFS- und XANES-Messungen an Modellverbindungen für Haemproteine wurden fortgesetzt.

Kleinwinkelstreuung – Lösungen, Gele und Fasern: Eine neue experimentelle Methode — Kleinwinkelstreuung mit elektrischen Feldern — wurde in Zusammenarbeit mit der Universität Liège entwickelt. Ziel dieser Methode ist es, strukturelle und elektro-optische Messungen zu kombinieren. Das Prinzip der Methode und die ersten Ergebnisse von einer Tabak-Mosaik-Virus-Probe sind in Abb. 59 dargestellt.

Solche Experimente können nur mit Synchrotronstrahlung und mit Drahtkammern ausgeführt werden. Die weiteren Möglichkeiten, die diese Methode bietet, müssen jetzt an einer Reihe von Systemen erprobt werden.

Die Untersuchungen an Chromatin und Keratin wurden weitergeführt. Eine Reihe von Besuchergruppen hat ihre Experimente durchgeführt: Eine Gruppe befaßte sich mit zeitaufgelösten Messungen an oszillierenden Reaktionen während der Polymerisation von Mikrotubuli (E. Mandelkow et al., MPG Hamburg); eine andere Gruppe untersuchte den Austausch von strukturellem Wasser und die molekulare Dynamik von Kollagen (Th. Nemetschek et al., Universität Heidelberg).

Muskelforschung: Es wurden Experimente zu folgenden vier Hauptprojekten durchgeführt:

- Es wurden neue Verfahren wie Temperatursprung und die "caged"-Kalzium-Methode für dynamische Messungen mit Synchrotronstrahlung an Muskelfasern erprobt (MPI, Heidelberg; Drexel University, Philadelphia und University of Pennsylvania).
- In zeitaufgelösten Röntgenstreuexperimenten wurden Muskelfasern nach der Photolyse von "caged"-ATP untersucht (MPI Heidelberg).
- In einer dritten Serie von Experimenten wurde der Einfluß der Kontraktion, hervorgerufen durch schnelle Abkühlung in Anwesenheit von Coffein, auf den "J-4layer-line"-Reflex und die Aktivierung von lebenden Froschmuskeln untersucht (University of Oxford).
- Es wurde an der Isolierung und Reinigung von Regulationsproteinen aus Humtermuskeln gearbeitet.

Theoretische Physik

Sprecher: R. Peccei

Phänomenologie

Ein großer Teil der phänomenologischen Aktivitäten der Theorie-Gruppe konzentrierte sich auf die Physik, die man mit einiger Wahrscheinlichkeit erwarten kann, wenn HERA angeschaltet wird. Im Jahr 1987 wurde ein spezieller Workshop über HERA-Physik organisiert, auf dem sieben Studiengruppen mit nahezu 200 experimentellen und theoretischen Physikern alle Aspekte hochenergetischer Elektron-Proton-Physik untersuchten. Die Hauptergebnisse dieser Studiengruppen wurden auf der diesjährigen DESY-Theorie-Tagung präsentiert. Ein detaillierter Tagungsbericht ist in Vorbereitung und sollte Mitte 1988 verfügbar sein.

Innerhalb der Theorie-Gruppe wurden insbesondere Untersuchungen über die Erzeugung supersymmetrischer Teilchen bei HERA (DESY 87-088, 87-089, 87-174), den Effekt von Kontakt-Wechselwirkungen infolge einer Substruktur (DESY 87-076, 87-108) und die Möglichkeiten, Effekte neuer Z' -Bosonen (DESY 87-107) oder Leptoquarks (DESY 87-109) zu beobachten, durchgeführt. Studiert wurde auch die Erzeugung schwerer Quarks, die bei HERA mit großen Raten möglich sein wird. Besondere Erwähnung verdient die Identifikation des Massenfensters, innerhalb dessen das Top-Quark entdeckt werden könnte (DESY 87-114). Weiterhin wurde sowohl der Bestimmung der Quark-Dichteverteilungen bei HERA (DESY 87-140), als auch der Rekonstruktion von Jets und Jet-Eigenschaften (DESY 87-167) sorgfältige Beachtung geschenkt. Schließlich wurden verschiedene allgemeinere Überblicke über einige Aspekte der Physik bei HERA präsentiert (DESY 87-021, 87-131, 87-143, 87-144).

Physik bei HERA

Das Studium der Phänomenologie harter Streuprozesse zog weiterhin aktives Interesse in der Theorie-Gruppe auf sich (DESY 87-018, 87-025). Es wurden verschiedene Jet-Strukturen untersucht (DESY 87-145) mit dem Schwerpunkt auf den QCD-Effekten, die für Multijets in Leptoproduktion erwartet werden (DESY 87-028, 87-097). Darüber hinaus wurden verschiedene technische Fragen von QCD-Rechnungen in höherer Ordnung klargestellt (DESY 87-032, 87-106). Die Ergebnisse wurden auf die Erzeugung von Jets in e^+e^- -Vernichtung angewendet (DESY 87-043, 87-047, 87-124). Weiterhin wurde die Zwei-Photon-Physik in e^+e^- -Reaktionen im Detail studiert (DESY 87-039, 87-086, 87-102, 87-117, 87-175) mit besonderer Betonung ihrer Rolle für QCD-Tests.

*Harte
Streuprozesse*

Die Bildung von Kondensaten ist eine Manifestation des Confinements in der QCD. Durch das Studium von e^+e^- -Reaktionen, wie auch von τ -Zerfällen

*Bildung von
Kondensaten*

war es möglich, aus den experimentellen Daten Werte für Quark- und Gluon-Kondensate zu gewinnen (DESY 87-002, 87-119). Es wurde untersucht, welche Effekte diese Kondensate auf das Spektrum der niederenergetischen hadronischen Anregungen, einschließlich des Gluoniums, haben (DESY 87-010, 87-132). Andererseits wurden für das Studium von schweren und superschweren Quarkonia (DESY 87-133) Bag-Modelle und effektive Potentiale verwendet. Eng verwandte Techniken wurden herangezogen, um interessante Parameter der schwachen Wechselwirkung abzuleiten. So wurden mit Hilfe der QCD-Summenregeln Werte für die Zerfallskonstanten pseudoskalarer Mesonen, die ein schweres Quark enthalten, und für die Stärke der $K-\bar{K}$ -Mischung bestimmt (DESY 87-060, 87-162), während τ - und Vektormeson-Zerfälle mit Hilfe chiraler Lagrange-Funktionen beschrieben wurden (DESY 87-059, 87-071). Weiterhin wurde die chirale Störungstheorie und die $1/N$ -Entwicklung auf nichtleptonische Prozesse angewendet (DESY 87-065).

Elektroschwache Wechselwirkung

Beträchtliche Anstrengungen wurden auf Untersuchungen verschiedener Aspekte der elektroschwachen Wechselwirkungen verwandt, einschließlich einer vollständigen Neubestimmung der experimentellen Werte für die elektroschwachen Kopplungen im Standard-Modell mit Berücksichtigung radiativer Effekte (DESY 87-153). Studiert wurden auch die Effekte elektroschwacher Strahlungskorrekturen in e^+e^- - und ep -Streuung, sowohl im Standard-Modell, als auch für einfache Erweiterungen dieses Modells (DESY 87-068, 87-129). Schließlich wurde auf die Wichtigkeit reiner elektromagnetischer Korrekturen für Bhabha-Streuung und Reaktionen bei HERA hingewiesen (DESY 87-094, 87-139).

Ein weiterer Aspekt der Theorie der schwachen Wechselwirkung, der ausgiebig erforscht worden ist, betrifft die Massenerzeugung und die Symmetriebrechung. Auf der mehr phänomenologisch orientierten Seite wurden Effekte der Top-Masse auf die Zerfälle schwacher Bosonen untersucht (DESY 87-105), während auf der mehr theoretisch orientierten Seite das sich aus vereinheitlichten Theorien (DESY 87-042, 87-093) und Substrukturmodellen (DESY 87-050) ergebende Massenspektrum betrachtet wurde. Diskutiert wurden weiter sowohl die radiative $SU(2) \times U(1)$ Brechung (DESY 87-073), als auch einige der Anregungen infolge spontaner Brechung globaler Symmetrien (DESY 87-044, 87-112).

$B-\bar{B}$ -Mischung, B -Mesonen

Die aufregenden Entdeckungen der ARGUS-Kollaboration initiierten eingehende Untersuchungen von Fragen der $B-\bar{B}$ -Mischung und der Physik von B -Mesonen. Die phänomenologischen Schranken für $B-\bar{B}$ -Mischung wurden neu analysiert (DESY 87-083) und für Vorhersagen der CP-Asymmetrie in B -Meson-Zerfällen ausgewertet (DESY 87-171). Insbesondere wurde die Frage diskutiert, ob diese Asymmetrien mit Hilfe zukünftiger Fixed-Target-Maschinen beobachtet werden können (DESY 87-134). Weiterhin wurden die erwarteten exklusiven, semileptonischen Zerfälle von B -Mesonen studiert (DESY 87-135).

Unter den verschiedenen kosmologischen Fragen, die erforscht worden sind, sind das Aufheizen nach der Inflation (DESY 87-033), die kosmischen Strings (DESY 87-074) und die Theorie mit einer zeitabhängigen Newton'schen Konstanten (DESY 87-122) zu erwähnen. Besondere Anstrengungen konzentrierten sich auf das Problem der kosmologischen Konstanten und den möglichen Zusammenhang mit gebrochener Dilatationssymmetrie (DESY 87-027, 87-051, 87-123). Diese Betrachtungen führten zu dem interessanten Vorschlag, der Dilaton(Cosmon)-Austausch könnte der Ursprung einer "fünften" Kraft sein. Als Versuch, die rätselhaften, korrelierten e^+e^- -Linien in Reaktionen schwerer Ionen zu verstehen, wurde auch eine verschiedenartige Phasen-Struktur der QED in Erwägung gezogen (DESY 87-168).

Kosmologie

Gittereichtheorie

Ein Schwerpunkt der Forschung in der Gruppe "DESY-Theorie" und am II. Institut für Theoretische Physik der Universität Hamburg ist die Gittereichtheorie. Dabei handelt es sich um Quantenfeldtheorien, deren Feldvariablen nur auf den Elementen eines Raum-Zeit-Gitters definiert sind. Im Limes kleiner Gitterkonstanten lassen sich die phänomenologisch interessanten Quantenfeldtheorien, z.B. die QCD, dadurch (im Prinzip) beliebig genau approximieren. In der Gittereichtheorie ist die Zahl der Freiheitsgrade in einem beschränkten Volumen endlich, und das System kann mit numerischen Methoden (Monte-Carlo-Simulationen) untersucht werden. Dafür steht seit Sommer 1987 ein Supercomputer CRAY-XMP48 zur Verfügung, der bei der KFA Jülich steht und zum neu gegründeten Höchstleistungsrechenzentrum (HLRZ) gehört (die Einrichtung dieses Zentrums wurde vor etwa zwei Jahren von der "DESY-Theorie" angeregt).

Für das einfachste Gittermodell, die skalare ϕ^4 -Theorie, wurde eine analytische Lösung angegeben (DESY 87-017, DESY 87-075, DESY 87-159) und mit einer umfangreichen numerischen Simulation verglichen (DESY 87-056). Dabei wurden insbesondere die Effekte des endlichen Gittervolumens studiert und eine neue Methode zur Berechnung von Streulängen erprobt. Die vier-komponentige ϕ^4 -Theorie ist "trivial" im Kontinuumsmlimes, und dies führt im Rahmen des Standard-Higgs-Modells zu einer oberen Schranke an die Masse des Higgs-Teilchens (DESY 87-020, DESY 87-019, DESY 87-154). In Higgs-Modellen mit masselosen Phasen wurden einige nützliche Ordnungsparameter diskutiert (DESY 87-158) und erste Schritte wurden unternommen, Quark- und Lepton-Felder in die Gittertheorie einzubeziehen (DESY 87-077, DESY 87-110, DESY 87-147).

Skalare ϕ^4 -Theorie

Numerische Simulationen in der QCD

Trotz sorgfältiger numerischer Untersuchungen auf großen Gittern bleibt das Skalierungsverhalten der reinen nicht-Abelschen Eichtheorien (QCD ohne Quarkfelder) unter Veränderungen der Gitterkonstanten unklar (DESY 87-138). Eine Hauptschwierigkeit bei der Diskussion dieser Frage besteht darin, daß es in diesen Modellen gegenwärtig nur wenige physikalische Größen gibt, die man mit numerischen Simulationen genau bestimmen kann. Insbesondere die Berechnung des Massenspektrums gelingt nur mit geschickt gewählten interpolierenden Feldern (DESY 87-157). Eine weitere Größe von physikalischem Interesse ist die topologische Suszeptibilität, die ein Maß für die axiale Symmetriebrechung in der QCD darstellt. Für die Eichgruppe $SU(2)$ kann sie heute sehr genau berechnet werden, und auch für $SU(3)$ liegen erste Resultate vor (DESY 87-152).

Topologische Anregungen (Monopole) spielen auch im Zusammenhang mit dem Deconfinement-Phasenübergang eine wichtige Rolle (DESY 87-023, DESY 87-061, DESY 87-073). Schließlich wurde versucht, Vakuumerwartungswerte von zusammengesetzten lokalen Operatoren durch numerische Simulation zu berechnen (DESY 87-024), und es wurde ein Vorschlag gemacht, wie man Simulationen effizienter gestalten könnte durch Abbildung auf ein Percolationsproblem (DESY 87-082, DESY 87-092).

Neben den Monte-Carlo-Studien wurden auch einige analytische und mathematisch exakte Untersuchungen zum Thema der Gittereichtheorien durchgeführt. So wurde ein Power-Counting-Theorem für Feynman-Integrale auf dem Gitter formuliert und bewiesen (DESY 87-099, DESY 87-121, DESY 87-125, DESY 87-137), eine Streutheorie für euklidische Gitterfeldtheorien entwickelt (DESY 87-149) und die Existenz von geladenen Teilchen in der Coulomb-Phase des Z_2 -Higgs-Modells nachgewiesen (DESY 87-015). Außerdem wurde eine systematische semiklassische Analysis der reinen $SU(2)$ -Eichtheorie begonnen (DESY 87-120, DESY 87-130).

Fermionen auf dem Gitter

Die Behandlung von Quarkfeldern im Rahmen der Gittereichtheorie führt im Vergleich zu den Eichfeldern zu zusätzlichen Schwierigkeiten, weil durch die Diskretisierung die chirale Invarianz ganz oder teilweise verletzt wird. In der Formulierung von Wilson sind diese Gittereffekte besonders stark. Es wurde aber gezeigt (DESY 87-069), daß sie durch einen einfachen Zusatz zu der Standardwirkung erheblich reduziert werden können. In der Formulierung von Kogut-Susskind ist das Hauptproblem eher, daß die Lorentz- und Flavour-Symmetrien auf dem Gitter nicht ohne weiteres mit entsprechenden Transformationen im Kontinuumslimes identifiziert werden können. Klarheit hat hier eine detaillierte gruppentheoretische Untersuchung gebracht (DESY 87-003). Die Nützlichkeit des gruppentheoretischen Standpunktes wurde anhand einer Berechnung des Mesonenspektrums im Starkkopplungslimes demonstriert (DESY 87-169).

Quantenfeldtheorie

Ein aktuelles Thema in der allgemeinen Quantenfeldtheorie waren in den vergangenen drei Jahren die "Anomalien", d.h. durch Quanteneffekte bewirkte Symmetriebrechungen. Diese Anomalien lassen sich oft mit topologischen Invarianten in klassischen Feldtheorien in Verbindung bringen (DESY 87-053), und ihre Berechnung kann in vielen Fällen auf elegante Weise durch Zurückführung auf ein quantenmechanisches System (mit endlich vielen Freiheitsgraden) erfolgen (DESY 87-066, DESY 87-067). Wenn eine Eichsymmetrie anomal ist, ist man bisher davon ausgegangen, daß dann das Modell überhaupt nicht konsistent quantisierbar ist. Dieser Schluß ist aber möglicherweise verfrüht, wie eine Untersuchung des lösbaren chiralen Schwinger-Modells in zwei Dimensionen zeigt (DESY 87-034, DESY 87-072).

Anomalien

Das Feynman-Pfadintegral spielt heute bei der Formulierung von Quantenfeldtheorien eine zentrale Rolle. Es wird gewöhnlich in Fällen angewandt, in denen der Raum der Feldvariablen linear ist. Bei gekrümmten Räumen treten schon in der Quantenmechanik einige Subtilitäten bei der Definition des Pfadintegrals auf. Ein allgemeines Verfahren für die Ableitung der richtigen im Pfadintegral zu verwendenden Wirkung wurde nun angegeben (DESY 87-014, DESY 87-160) und in vielen Beispielen mit Bezug auf die Stringtheorie und das "Quanten-Chaos" diskutiert (DESY 87-022, DESY 87-035, DESY 87-103).

Feynman-Pfadintegral

Es gab Bemühungen, die Gravitation in die algebraische Quantenfeldtheorie einzubeziehen (DESY 87-113), und es wurde die Anwendbarkeit einer technischen Annahme in diesem Rahmen, der "Nuklearität", für den Fall masseloser Felder untersucht (DESY 87-012).

Gravitation

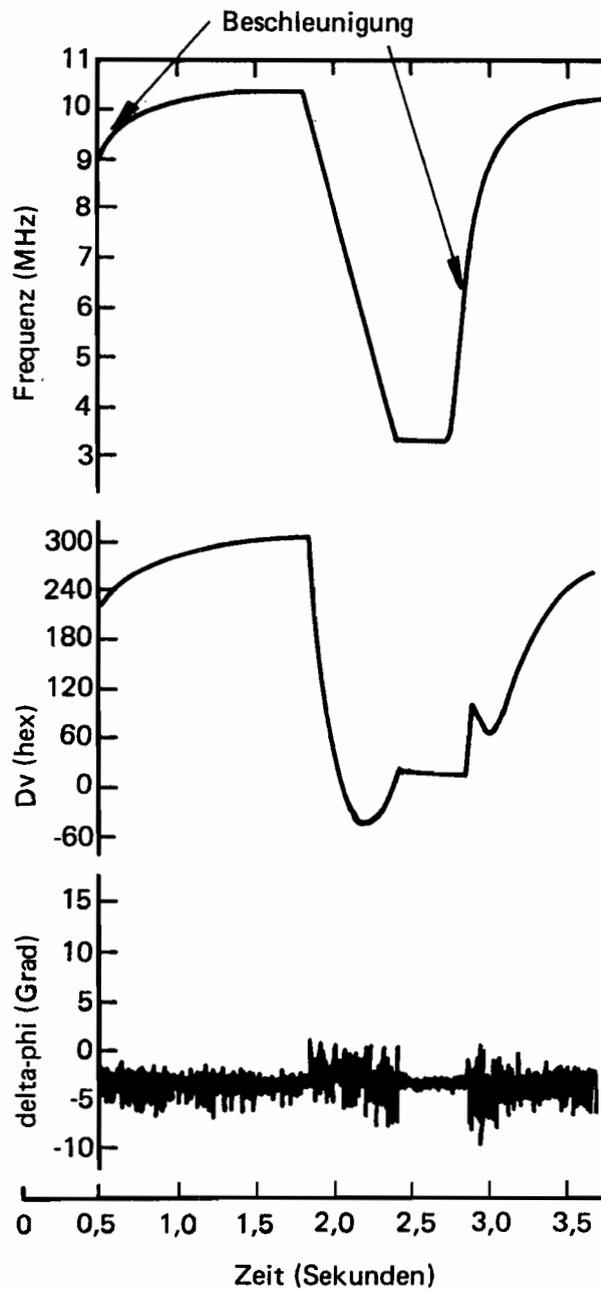


Abbildung 60: Die für den Tuningloop in Abhängigkeit von der Zeit gemessene Beschleunigungsfrequenz (oben), die Spannungs- bzw. Stromänderung (mitte) und die Phasenregelung (unten).

Technische Entwicklungen und Dienste

Elektronik-Entwicklung

Für das Protonen-Synchrotron DESY III sind verschiedene Steuer- und Regelkreise aufzubauen, darunter

DESY-III

- Der Tuningloop, der das HF-Cavity in Resonanz mit der vom HF-Generator erzeugten Frequenz bringt
- Der Magnetloop, der den Dipolmagneten entsprechend einer vorgegebenen Sollkurve führt
- Die Quadrupolsteuerung, die die Sollkurve an die vier bereits intern geregelten Stromversorgungsgeräte für die Quadrupolkreise liefert
- Der Phasenloop, der die Phase der Teilchenbunche an die Phase der HF anpaßt
- Der Radialloop, der die Teilchenbunche über Frequenzänderungen der HF auf dem Sollkreis hält

In 1987 entwickelte die Gruppe die ersten beiden Loops in digitaler Technik:

- Bei dem Tuningloop werden über zwei ADC-Kanäle alle $64 \mu\text{s}$ sowohl die Frequenz des HF-Generators als auch seine Phasenlage gemessen; über einen Rechner (68020/68881) werden daraus Spannungen proportional zu diesen beiden Werten ermittelt und zu $U \pm \Delta U$ (\pm wegen Vorzeichen der Phase) addiert. Die Summenspannung steuert einen Generator, der einen entsprechenden Strom in einen Ferrit im HF-Cavity schickt, womit dessen Permeabilität geändert und so die Resonanzfrequenz nachgeführt wird. Abb. 60 zeigt sowohl die Beschleunigungsfrequenz und die daraus folgende Spannungs- bzw. Stromänderung als auch die Phasenregelung auf $< \pm 3^\circ$ als Funktion der Beschleunigungszeit.
- Bei dem Magnetloop werden entsprechend Abb. 61 über zwei ADC-Kanäle sowohl der Dipolstrom mit der Sollkurve verglichen und geregelt als auch die Ausgangsspannung der zugehörigen Stromversorgung. Der Stromregler soll ein PI^2 -Verhalten zeigen, der Spannungsregler ein PDV_z -Verhalten. Beide Algorithmen wurden entsprechend den Wünschen der MKK-Gruppe erstellt und im Labor getestet. Da die Dipolstromversorgungen erst 1988 eintreffen werden, gehen die Regelkreise auch erst dann in Einsatz.

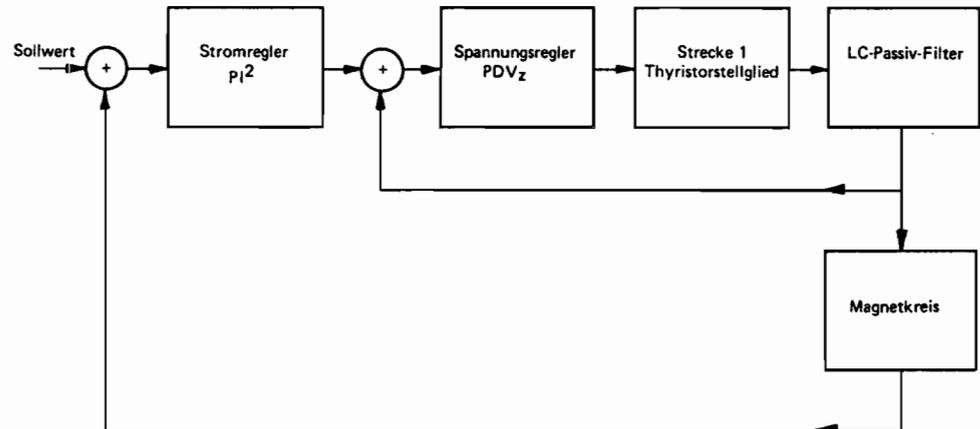


Abbildung 61: Dipol-Magnetregelung für DESY III.

- Die drei übrigen, oben erwähnten Kreise wurden 1987 grundsätzlich vorbereitet, sie werden ebenfalls 1988 entwickelt und eingesetzt werden.

H1-Experiment

Für das H1-Experiment wurden zwei Diplomarbeiten über Triggeranordnungen aus Level 1 und Level 3 betreut.

- Der Level-1-Trigger verwendet Signale der zentralen Driftkammer. Er ist gegen unterschiedlichen Untergrund sehr empfindlich und gibt gute Winkelsegmentierung und damit sehr genaue Schnitte des Transversalimpulses für Ereignisse kleiner Multiplizität. Die Information erhält man durch Takten eines diskriminierten Kammerpulses mit etwa 10 MHz in ein Schieberegister, woraus sich etwa 3 mm Granularität ergibt. Charakteristische Muster werden dann durch eine hartverdrahtete Logik aus AND's, OR's oder RAM's innerhalb von 1–2 μ s gesucht. Die Logik wird z.Zt. in verschiedenen Techniken simuliert, danach wird die Entscheidung über die genaue Anordnung getroffen.
- Der Level-3-Trigger sucht mit den gleichen Daten nach einem wesentlich besseren Algorithmus nach Spuren in der Kammer. Er benutzt einen DSP56001-Signalprozessor zusammen mit CAM's (content addressable memories). Es wurden viele Varianten eines früher benutzten (MONICA)-Algorithmus geschrieben und simuliert, das Ergebnis ist eine typische Zeit zwischen 70 und 90 μ s zum Erkennen von vier bis sechs Spuren. Beide Diplomarbeiten werden 1988 abgeschlossen.

Digitale Datenerfassung

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:

Service-Tätigkeiten

- Wartung und Reparatur von Prozeßrechnern
- Wartung von Magnetplatten
- Reparatur von Peripheriegeräten (wie Floppy Disk etc.)
- Pflege und weiterer Ausbau des EXP-Online-Netzes
- Installation weiterer PADAC-Crates und -Module (insbesondere bei der M-Gruppe "Kontrollen und Instrumentierung")

Die gesamte Software-Entwicklung für den PADAC-Microcomputer NS32016 findet zur Zeit aus verschiedenen Gründen noch ausschließlich auf dem gruppeigenen Service-Rechner (VAX-750) statt. Da die Programmentwicklung für den NS32016, der an vielen Stellen des HERA-Kontrollsystems eingesetzt wird, mittlerweile sehr umfangreich geworden ist, hat die Auslastung der VAX durch die verschiedensten Gruppen einen solchen Grad erreicht, daß ein vernünftiges Arbeiten kaum noch möglich ist. Aus diesem Grund wurde (in Zusammenarbeit mit den betroffenen anderen Gruppen) ein weiterer Rechner bestellt. Hierbei handelt es sich um eine VAX-8350 mit 16 MByte Speicher und einer schnellen Platte mit einer Kapazität von 844 MByte. Die neue Maschine soll zusammen mit der alten VAX-750 in Form eines VAX-clusters betrieben werden; man erwartet eine Leistungssteigerung um einen Faktor 3 bis 5. Die Lieferung und Installation ist für den Beginn des nächsten Jahres geplant.

Service-Rechner

Innerhalb des PADAC-Systems wurden eine Reihe verschiedener Module neu entwickelt bzw. durch Weiterentwicklung den geänderten Anforderungen angepaßt und in teilweise beträchtlichen Stückzahlen produziert.

PADAC-Entwicklungen

- Der PADAC-Microcomputer (NS32016) existiert nun in etwa 90 Exemplaren. Er wird innerhalb des HERA-Kontrollsystems als eigenständiger Rechner und als intelligentes Interface für das schnelle Datennetz (FPSS) eingesetzt. Ein Einsatz innerhalb der HERA-Experimente wird zur Zeit noch diskutiert.
- Als Nachfolgetyp für die bisherigen PADAC-Cratecontroller wurde der CC-3 entwickelt und in größerer Zahl in Betrieb genommen. Er erlaubt den Aufbau von Multi-Crate-Konfigurationen im Zusammenhang mit dem NS32016 sowie die Verwendung des Microcomputers als intelligentes Interface in einem PADAC-System an VAX- oder NORD-Rechnern.

- Es wurde ein neues Interface-Modul für die Anbindung von mit PADAC ausgerüsteten Rechnern an das EXP-Online-System entwickelt (EXPU2). Die für den Betrieb dieses Moduls an VAX- bzw. NS32016-Rechnern benötigten Driver oder Subroutinen-Pakete wurden ebenfalls von der Gruppe "Digitale Datenerfassung" zur Verfügung gestellt.
- Als Nachfolger für das in großen Stückzahlen eingesetzte "low resolution" Videosystem wurde ein Modul (V625) entwickelt, das Clock-Generator, Semigraphic-Buffer, Fullgraphic-Buffer, Cursor und Selektor enthält und kein Spezialcrate mehr benötigt.
- Für spezielle Grafikanwendungen mit hohen Anforderungen an Displaygeschwindigkeit und -auflösung wurde ein PADAC-Modul (V1280) entwickelt; der Prototyp befindet sich zur Zeit im Test.
- Die Entwicklung eines Winchesterplatten- bzw. Floppy-Disk-Systems innerhalb von PADAC wurde abgeschlossen. Die benötigten Driver befinden sich im Test, ein File-Handling-System wurde konzipiert.
- Weitere Hardware-Entwicklungsarbeit wurde für das schnelle Packet-Switching-System FPSS geleistet. Da die Abschätzung über die Anzahl der Benutzer an einem einzelnen Stern sowohl beim Einsatz im HERA-Kontrollsystem als auch evtl. in einem HERA-Experiment zu sehr großen Zahlen führte, mußte ein Modul entwickelt werden, das die Speicher- und Kontrollelektronik für mehr als einen Benutzer enthält. Diese Entwicklung wurde in der Zwischenzeit abgeschlossen. Da sich dieses Modul nur unter Einsatz der SMD-Technik realisieren ließ und Erfahrungen hiermit in den entsprechenden DESY-Servicegruppen nicht existierten, mußten gruppenintern umfangreiche Untersuchungen über den Umgang mit SMD-Bauteilen und über die Erzeugung der entsprechenden Leiterplatten durchgeführt werden. In diesem Zusammenhang wurde ein Arbeitsplatz mit den notwendigen Geräten für die Bestückung, Verlötlung und Bearbeitung von Probeserien von SMD-Leiterplatten eingerichtet, der demnächst auch anderen Gruppen zur Verfügung gestellt werden soll.

Rechnerkopplung

Es wurde ein PADAC-Modul (XBUS) entwickelt, das bis zu 1 Mbyte Speicher enthält und es erlaubt, zwei Rechner mit einem Teil gemeinsamen Speichers zu betreiben und somit eine schnelle Rechner-Rechner-Kopplung zu realisieren. Damit ist der Aufbau etwa folgender Konfigurationen möglich:

- Kopplung zweier beliebiger (mit PADAC ausgerüsteter) Rechner über eine Entfernung von bis zu 100 Metern, z.B. VAX-PDP11.
- Sternförmige Verbindung z.B. eines VAX-Rechners mit mehreren PADAC-32016 Microcomputern.

- Kopplung zweier verschiedener Bus-Systeme über einen gemeinsamen Speicher (z.B. PADAC-VME). Das hierzu benötigte VME-Modul wird z.Zt. von anderen interessierten Gruppen entwickelt.

Die Vorarbeiten für die Realisierung der Hochgeschwindigkeits-Verbindung zwischen den Rechnern der HERA-Experimente und dem IBM-Rechner im zentralen Rechenzentrum wurden aufgenommen. Die Fertigstellung ist für Sommer 1989 geplant. Es wird sich um eine Glasfaser-Verbindung zwischen dem Kanal des IBM-Rechners und dem jeweiligen Experimente-Rechner mit einem Datendurchsatz von ca. 1 MByte/s handeln.

Schnelle Online-Verbindung zum Rechenzentrum

Für den PADAC-Microcomputer wurden eine Reihe von Ein/Ausgabe-Hilfsroutinen erstellt, die folgende wesentliche Eigenschaften haben:

Organisation der I/O-Programmierung auf dem NS32016

- Weitgehende Standardisierung der Aufrufformate
- Größtmögliche Vereinheitlichung von I/O-Funktionen
- Reenterable Code (Intensives Code-sharing)
- Möglichkeit, mehrere I/O-Operationen auf einem oder mehreren I/O-Geräten innerhalb eines Prozesses gleichzeitig aufgesetzt zu haben
- Flexible Handhabung der I/O-Komplettierung durch beliebige Kombination folgender Mechanismen:
 - Warten auf Eintreffen eines Ereignisses (Event Wait)
 - Periodisches Abfragen, ob I/O-Operation beendet (Polling)
 - Ausführung asynchroner vom Benutzer spezifizierter Routinen nach Beendigung der I/O-Operation (AST handling)

Auf der im letzten Jahresbericht erwähnten (und in der Zwischenzeit verbesserten) FPSS-Hardware wurde Netzwerksoftware implementiert, die auf dem "Xerox Network Systems Internet Transport Protocol (XNS ITP)" basiert. Dies ist ein Protokoll für lokale Netzwerke mit hoher Datensicherheit und geringem Overhead. Abgedeckt werden dabei die Level 1-4 des ISO-Modells. Diese Netzwerksoftware wurde komplett überarbeitet, gestrafft und dabei an den PADAC-Microcomputer (NS32016) angepaßt. Die unterste Ebene (die Anpassung an die FPSS-Hardware) wurde neu geschrieben.

FPSS-Netzwerk-Software

Die erreichte mittlere Übertragungsrate zwischen zwei Testprogrammen auf zwei Microcomputern betrug durch alle Softwareebenen hindurch 300 KByte/s. Im HERA-Kontrollsystem sind die NORD-Rechner über ein FPSS-Netzwerk miteinander verbunden. Dazu wurde der PADAC-Microcomputer als intelligentes FPSS-Interface implementiert, der als Unterrechner der NORD alle Netz-

verkaufgaben übernimmt. Hierzu mußte zunächst ein allgemeines Softwareinterface zwischen NORD und NS32016 definiert werden, welches den Austausch von Parametern zwischen den beiden Rechnern erlaubt. Darauf aufbauend wurde ein FPSS-Softwareinterface zwischen NORD und NS32016 entwickelt.

CAD-Systeme

Die Pflege des vorhandenen Leiterplatten-Entwicklungssystems sowie die Einweisung neuer Benutzer wurde weiterhin von der Gruppe "Digitale Datenerfassung" durchgeführt. Die sechs vorhandenen Grafik-Arbeitsplätze arbeiten nach wie vor mit hoher Auslastung. Der ursprünglich geplante Übergang auf die neuere Version des Herstellers (Anschluß der Grafik-Arbeitsplätze an den VAX-Rechner) wurde wegen zu geringer Arbeitsgeschwindigkeit in dieser Konstellation nicht vollzogen. Um den laufenden Betrieb in der jetzigen Form (Grafik-Arbeitsplätze an PDP-11) weiterhin aufrechterhalten zu können, wurde der zweite (bisher leihweise zur Verfügung gestellte) Rechner gekauft.

Es wurden umfangreiche Untersuchungen hinsichtlich der möglichen Anschaffung eines Nachfolgesystems durchgeführt. Sie standen bei Jahresende kurz vor dem Abschluß.

Bibliothek und Dokumentation

Überblick

Die Gruppe "Bibliothek und Dokumentation" hat die Aufgabe, die von den DESY-Wissenschaftlern, -Ingenieuren und -Technikern benötigte Fachliteratur zu sammeln, zu katalogisieren/dokumentieren und bereitzuhalten; insbesondere geht es darum, die weltweit erscheinende Literatur zur Hochenergie-/Teilchenphysik, zur Quantenfeldtheorie und zur Beschleunigertechnik möglichst vollständig zur Verfügung zu stellen und maschinenlesbar zu erfassen.

Aufgabe

Die Literaturstellen werden seit 1963 im "Hochenergiephysik-Index" kumuliert, der den Benutzern als vierzehntägiger Literaturprofildienst (Selective Dissemination Information System) und als Datenbank für einmalige Recherchen zur Verfügung steht und mehreren anderen Forschungsinstituten im Rahmen eines Magnetbanddienstes überlassen wird. Er wird auch als vierzehntägig erscheinende Zeitschrift "High Energy Physics Index" herausgegeben, die vom Fachinformationszentrum Karlsruhe verlegt und weltweit vertrieben wird.

Zu den weiteren Dienstleistungen der Gruppe "Bibliothek und Dokumentation" gehören:

- Die regelmäßige Übersetzung von Veröffentlichungen vom Russischen ins Deutsche oder Englische (1987 waren es 13 Arbeiten größeren Umfangs mit 334 Schreibmaschinenseiten und 134 Kurzfassungen), und vom Französischen ins Deutsche bzw. umgekehrt (167 Seiten)
- Die Veranlassung des Druckes wissenschaftlicher DESY-Veröffentlichungen (1987 waren es 184 DESY-Berichte, 35 Interne Berichte und ca. 60 Publikationen in Fachzeitschriften)
- Die wöchentlich gedruckten Informationen über Neuerscheinungen
- Die Führung des Konferenzenkalenders

Als anerkannte Ausbildungsstelle bildet die DESY-Bibliothek Assistenten an Bibliotheken aus und stellt Praktikplätze für den Fachbereich Bibliothekswesen der Fachhochschule Hamburg zur Verfügung. Im Berichtszeitraum haben zwei Auszubildende ihre Abschlußprüfung erfolgreich abgelegt.

Bibliothek

Bibliotheks- nutzung und -bestand

Im Berichtsjahr benutzten 1 230 Leser regelmäßig die Bibliothek. Sie verursachten durchschnittlich 320 Ausleihvorgänge pro Woche. Im auswärtigen Leihverkehr wurden 764 Literaturstellen von anderen Bibliotheken, z.B. denen der AGF-Institute, besorgt und 281 an andere vermittelt.

Die Entwicklung des Bibliotheksbestandes im Berichtszeitraum zeigt Tab. 6.

Tabelle 6: Entwicklung des Bibliotheksbestandes in 1987.

	Zugang	Löschungen	Bestand (31.12.1987)
Monographien	871	154	15 365
Gebundene Zeitschriftenbände	876*	–	16 156
Laufend gehaltene Zeitschriften	11	1	324
Berichte und Vorabdrucke	6 185	3531**	42 300

*Hierin sind 73 Bände für EMBL enthalten.

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

Kataloge

Das Projekt "Maschinenlesbare Erfassung des Buchbestandes/Rechnergestützte Erstellung der Kataloge" wurde im Jahr 1987 fortgesetzt. Bis Jahresende konnten 82% des Bestandes erfaßt werden. Mit dem so erstellten Datensatz sollen auch maschinelle Katalog-Recherchen möglich werden. Die Ausleihe und das Mahnen erfolgen seit Mitte des Jahres weitgehend rechnergestützt.

Fachinfor- mationsvermitt- lung

Mittels DATEX-P-Verbindung kann über STN-International in den Literatur- und Faktendatenbanken des Fachinformationszentrums Karlsruhe online recherchiert werden. Ebenfalls über DATEX-P ist eine Verbindung mit der Rechenanlage des Stanford Linear Accelerator Center SLAC möglich, über die in der HEP-Datenbank Literaturrecherchen online durchgeführt werden können.

Auch die Durham-Rutherford HEP Databases (Faktendatenbanken der Hochenergiephysik) können im Online-Betrieb genutzt werden.

Ein "Produktdatensystem Elektronik" auf Mikrofiches, das Herstellerkataloge, Datenbücher, Datenblätter und technische Produktinformationen aller in Deutschland angebotenen Bauelemente und Baugruppen der Elektronik enthält, steht dem Benutzer ebenfalls zur Verfügung.

Dokumentation

Im Berichtsjahr wurden 15 484 Arbeiten aller Art (Berichte und Vorabdrucke, Zeitschriftenartikel, Konferenzbeiträge, Monographien) dokumentarisch erfaßt und auf Magnetbändern kumuliert, Berichte und Vorabdrucke mit einer durchschnittlichen Verzögerung von nur eineinhalb Wochen.

Tabelle 7 zeigt die von der Dokumentation im Jahr 1987 erfaßten Publikationen.

Tabelle 7: In 1987 dokumentarisch erfaßte Publikationen.

	experimentell	instrumentell	theoretisch	Summe
Berichte und Vorabdrucke	915	876	4 394	6 185
andere Veröffentlichungen (Zeitschriften, Konferenzen, Bücher)	1 156	805	7 338	9 299
Gesamt	2 071	1 681	11 732	15 484

Auch im Jahr 1987 erschienen etwa 10% der aufgenommenen Artikel in russischer Sprache und wurden von der DESY-Dokumentation bereits etwa zehn Monate vor ihrem Erscheinen in englischer Übersetzung im Original erfaßt und dadurch nachgewiesen.

Die Datenbank des Hochenergiephysik-Index enthält jetzt insgesamt ca. 195 500 Publikationen.

Der SDI-Dienst wurde 1987 von 292 (im Vorjahr 288) Teilnehmern in Anspruch genommen.

Für 64 Teilnehmer wurden einmalige retrospektive Literaturrecherchen nach Titeln, Titelteilen, Autoren, Quellen und Schlagwörtern erstellt. (Die Physikalischen Institute der RWTH Aachen und das MPI für Physik und Astrophysik in München sind direkt mit dem DESY-Rechner verbunden und führen ihre Recherchen deshalb eigenständig durch.)

Im Rahmen des Magnetbanddienstes wurde der Hochenergiephysik-Index an sieben Universitäts-/Forschungsinstitute geliefert.

Datenbank

*Dokumenta-
tionsdienste*

Bereich Maschinen

Inhalt

Übersicht	149
Speicherringanlage HERA	151
Speicherring DORIS II	167
Synchrotrons DESY II und DESY I/III	170
Speicherring PETRA II	172
Neue Beschleunigungstechniken	175
Arbeiten der Gruppen des Bereiches Maschinen	183
Strahlenschutz	204

Übersicht

Die Tunnelvortriebsmaschine "HERAKLES" erreichte am 19.8.1987 wieder die Halle Süd, in welcher am 8.5.1985 der Vortrieb begonnen wurde. Die Bauleerungen wurden sicher eingehalten. Drei bauseitig ausgerüstete Quadranten des Tunnels samt den beiden Verbindungskanälen PETRA-HERA und zwei der vier Experimentierhallen sowie die Kryohalle und die Magnetmeßhalle konnten bis Ende des Berichtsjahres an DESY übergeben werden. Nachdem im Vorjahr Auftragsvergaben an die Industrie, Fertigung und erste Lieferungen und Prüfungen die Schwerpunkte der Arbeiten an den HERA-Speicherringkomponenten bildeten, erfolgten im Berichtsjahr bereits in großem Umfang Aufstellung und Montagen. Dies gilt vor allem für den Elektronenring, die Energieversorgungsanlagen, den H^- -Linearbeschleuniger und das Protonen-Synchrotron DESY III. Die Großkälteanlage lieferte das erste flüssige Helium; eine Gruppe supraleitender Dipole und Quadrupole für den Protonenring konnte in einem Systemtest erprobt werden. In den Verbindungskanälen PETRA-HERA und im HERA-Tunnel wurden die Strahlführungen für die Injektion von Elektronen und Positronen/Protonen aufgebaut und mit den Strahlen (e^-/e^+) getestet; in einem dritten Probelauf im November wurden Elektronen durch 11 Magnetmodule des Elektronenringes über 130 m transportiert.

HERA

Das neue Elektronen/Positronen-Synchrotron DESY II wurde bis zur maximalen Energie von 8 GeV erprobt und im weiteren Verlauf des Berichtsjahres für den HERA-Probetrieb und für den DORIS II/HASYLAB-Betrieb als Injektorsynchrotron eingesetzt. In PETRA wurden nach dem endgültigen Herausfahren der vier Hochenergie-Detektoren die Wechselwirkungszonen für die neue Aufgabe — PETRA II als $e^-/e^+/p$ Einschlußbeschleuniger für HERA — umgebaut. PETRA II wurde unmittelbar danach für die HERA-Einschlußversuche mit Positronen und Elektronen erfolgreich eingesetzt; es fehlten noch der "Bypass", mit dessen Hilfe die Protonen an verbleibenden Hochfrequenz-Beschleunigungsstrecken für Elektronen vorbeigeführt werden sollen, und das Protonen-Hochfrequenz-Beschleunigungssystem.

*DESY II und
PETRA II*

Vor allem mit Rücksicht auf die durch den HERA-Bau auf das Äußerste angespannte Personalsituation sowie auch auf die durch HERA bedingten Aktivitäten im Synchrotrontunnel gab es für DORIS II im Jahre 1987 nur zwei kurze Betriebsperioden mit zusammen etwa 2000 Stunden Strahlzeit als Synchrotronlichtquelle.

DORIS II

Industriell gefertigte Prototypen supraleitender HF-Beschleunigungsstrecken wurden im PETRA-Strahl erprobt; im Experiment mit dem "Wake-Field-Transformator" gelang die erste Teilchenbeschleunigung.

Neue Beschleunigungstechniken

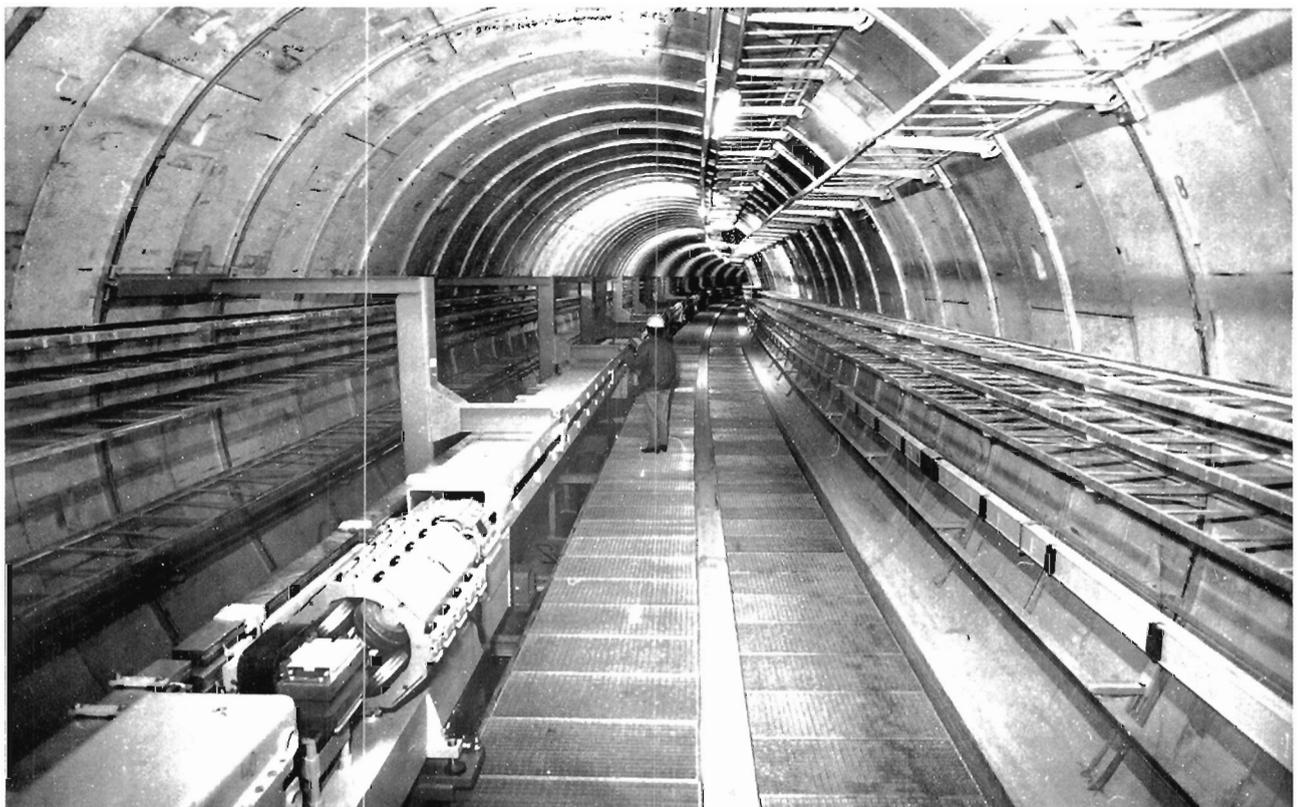


Abbildung 62: Blick in den HERA-Tunnel mit den ersten endgültig installierten Magneten des Elektronenringes und den darüberliegenden Halterungen für den Protonenring. (40621/14)

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 übereinanderliegenden Speicherringen gegenläufig um und kollidieren in drei unterirdischen Hallen (Nord, Ost, Süd), in denen für den ersten Betrieb die beiden Detektoranlagen H1 (Nord) und ZEUS (Süd) vorgesehen sind. In der vierten der symmetrisch angeordneten Hallen (West) ist zunächst keine Strahlwechselwirkung vorgesehen, sie kann aber später bei Bedarf nachgerüstet werden. Als erster Schritt zu einer Strahlkollision mit longitudinalem Elektronenspin wird in einer Halle (voraussichtlich Ost) ein Paar von Spinrotatoren eingebaut; nach erfolgreicher Inbetriebnahme wird dann jede Experimentieranlage damit ausgestattet werden.

Wegen seiner Größe und seiner technologischen Neuentwicklungen nimmt das HERA-Projekt beim Personaleinsatz und im Etat einen zentralen Platz ein. Bis Februar 1988 sind für die HERA-Baumaßnahmen 197 Mio DM abgeflossen, und gegenüber Dritten ist DESY darüberhinaus Verpflichtungen über 24 Mio DM eingegangen. Für die HERA-Speicherringe wurden bisher insgesamt 284 Mio DM ausgegeben und weitere 143 Mio DM vertraglich gebunden.

*HERA-
Finanzierung*

Bei den am HERA-Projekt beteiligten ausländischen Institutionen wurden wesentliche Fortschritte erzielt:

*Auslandsbe-
teiligung*

- Für die Hälfte der supraleitenden Dipolmagnete, die als italienischer HERA-Beitrag gebaut werden, hat die Vorserienproduktion begonnen. Die Firma LMI produziert das Kabel, die Firma ANSALDO die geklammerten Spulen, und die Firma ZANON macht den Kryostaten und die Endmontage.
- Von den supraleitenden Quadrupolen, die im Beschleunigerinstitut SACLAY im Zusammenwirken mit DESY entwickelt werden, wird die Hälfte als französischer HERA-Beitrag von französischen Firmen hergestellt. Die Produktion, die von SACLAY technisch betreut wird, ist angelaufen.
- Ein Vertrag über den kanadischen HERA-Beitrag wurde Mitte des Jahres mit dem Institute of Particle Physics IPP abgeschlossen. Die Strahlführung für den Verbindungsweg zwischen LINAC III und DESY III mit

allen Magneten, Vakuumteilen und Meßgeräten zur Strahldiagnose wurde am TRIUMF-Institut in Vancouver hergestellt und an DESY geliefert. Am AECL in Chalk River wurde das 52MHz-Hochfrequenzsystem für die Beschleunigung der Protonen in PETRA II gebaut, und mit dem Test wurde dort begonnen.

- Als niederländischer HERA-Beitrag ist die Fertigung der Sextupol/Quadrupol-Korrekturspulen für den Protonenring und der Korrekturdipole voll im Gange, so daß ein großer Teil schon zu DESY ausgeliefert werden konnte.
- Mit Israel wurde im März eine Vereinbarung darüber unterzeichnet, daß das Weizmann-Institut den Bau der kalten Stromdurchführungen für die supraleitenden Magnete und deren Testmessungen übernimmt.
- Am BNL in Brookhaven/USA laufen die Kurzprobenmessungen des supraleitenden Kabels für die Protonen-Magnete.
- Im Rahmen der Zusammenarbeitsabkommen arbeiten bei DESY qualifizierte Physiker und Ingenieure aus der Volksrepublik China, aus Großbritannien, Israel und Polen am Bau von HERA, davon allein je 46 aus Polen und China.

Protonen-Speicherring

Der Aufbau des neuen H^- -Linearbeschleunigers (LINAC III) und der Ausbau von PETRA II zum Protonen-Beschleuniger ist wesentlich vorangeschritten. Das neue Protonen-Synchrotron DESY III ist fertig aufgebaut. Die gesamte Helium-Kälteanlage wurde erfolgreich getestet und abgenommen. Die 6.4 km lange Helium-Transferleitung wurde in Auftrag gegeben und an zwei Vorserienmodulen erfolgreich getestet. In der Fertigung der supraleitenden Dipole sind beim deutschen und beim italienischen Hersteller die Vorserienmagnete im Bau, und für die supraleitenden Quadrupole hat die Serienfertigung begonnen. Eine aus drei Dipolen und zwei Quadrupolen zusammengesetzte Kette wurde bei DESY getestet und zeigte keine Quenchausbreitung. Die Serienfertigungen für die Korrekturmagnete sind in vollem Gang. Die Meßanlage für die supraleitenden Magnete ist aufgebaut und zum Teil in Betrieb genommen. Der Aufbau des Hochfrequenzsystems und die industrielle Produktion des Vakuumsystems verlaufen nach Zeitplan. Alle normalleitenden Magnete wurden bestellt, und die Prototypen wurden bereits vermessen.

Elektronen-Speicherring

Die Einschüßwege für Protonen und für Elektronen von PETRA nach HERA wurden aufgebaut und termingerecht erfolgreich getestet. Von den 406 Standard-Dipolmagneten des e^-/e^+ -Speicherringes waren Ende des Jahres 93% geliefert sowie sämtliche Quadrupole (565), Sextupole und Korrekturmagnete. Sie wurden zu Modulen komplettiert und größtenteils in der ersten Hälfte des

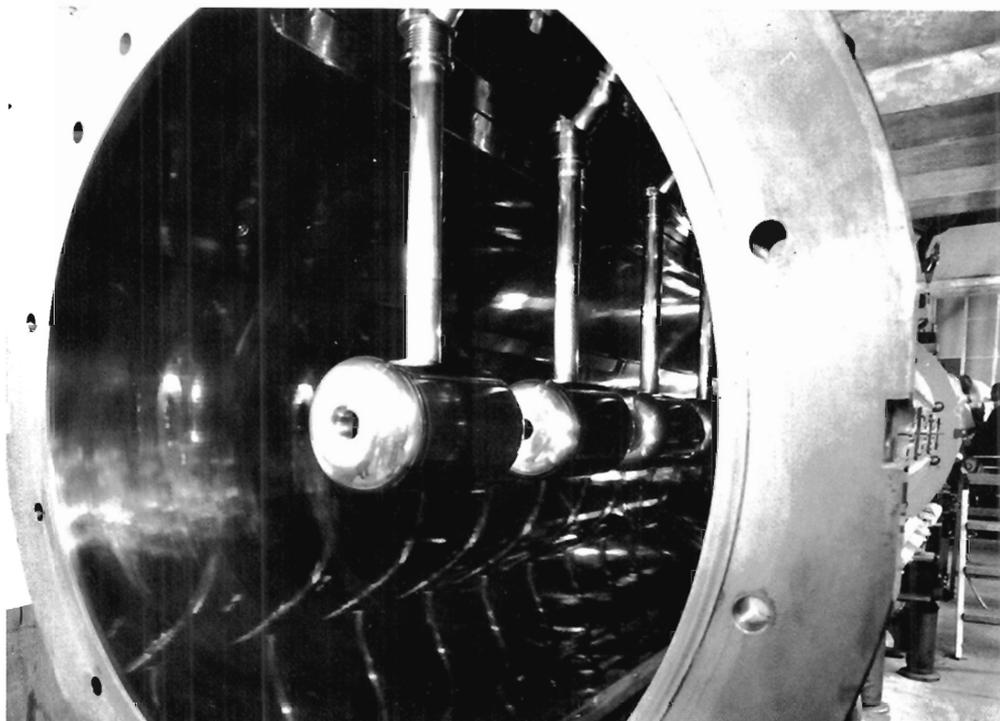


Abbildung 63: Ausstattung eines Alvarez-Tanks des H^- -Linearbeschleunigers mit Driftröhren. (40872/10)

Ringtunnels bereits aufgestellt. Von den Sonderdipolen (56) für Spinrotatoren und Wechselwirkungszonen waren 1987 68% geliefert. Der Aufbau des Hochfrequenzsystems ist weit vorangeschritten. Die Serienproduktion der Standard-Vakuumkammern ist angelaufen. Für das Kontrollsystem wurden 40 vorhandene Rechner umgestellt und zusätzlich 16 neue in Betrieb genommen.

Der HERA-Tunnel ist fertig gebohrt; drei Quadranten wurden an DESY übergeben, der Innenausbau des vierten ist im Gang. Der Innenausbau der Hallen Süd, West und Nord ist nahezu fertig, der der Halle Ost wurde begonnen. Ein großer Teil der Stromversorgungsgeräte und des Kühlwassersystems für HERA ist installiert.

*Versorgung und
Baumaßnahmen*

Protonen-Speicherring

Beim LINAC III, dem 50MeV- H^- -Linearbeschleuniger, ist der Eingangsteil, bestehend aus der Ionenquelle mit 18keV-Strahltransportsystem und dem Hochfrequenzquadrupol (RFQ), betriebsfähig. Der am Ausgang gemessene maximale H^- -Pulsstrom ist 52 mA bei einer Energiestreuung von 1.13%; davon liegen 33 mA innerhalb der Akzeptanz der nachfolgenden Alvarez-Struktur von

Injektion

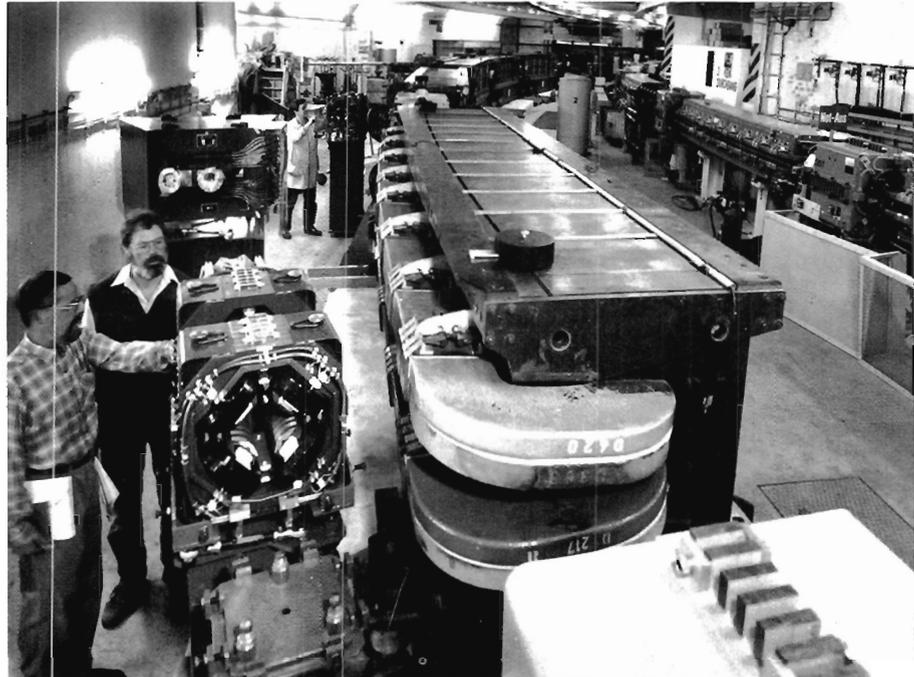


Abbildung 64: Das Strahlführungssystem (links) vom H^- -LINAC zum Protonen-Synchrotron DESY III (Mitte), ganz rechts das Elektronen-Synchrotron DESY II. (40753/28)

1 mm \times mrad. Diese Werte überschreiten die Spezifikation von 20 mA komfortabel.

Von den drei Alvarez-Resonatoren wurde Tank III vollständig mit Driftröhren montiert (Abb. 63) und die Tanks I und II zur Montage bereitgestellt. Das gesamte Hochfrequenzsystem, mit 2×150 kW für RFQ und Debuncher und 3×2 MW für die Alvarez-Struktur, ist betriebsbereit. Das Strahlführungssystem zu DESY III ist, einschließlich der Lage- und Strommonitore, vollständig aufgebaut und betriebsbereit (Abb. 64).

Für das Protonen-Synchrotron DESY III sind die 48 von DESY I übernommenen Ablenkmagnete gründlich überholt und vermessen und zusammen mit den 32 neuen Quadrupolen an ihrer neuen Position im Ring aufgestellt worden (Abb. 64). Die Standard-Vakuumkammern und die Sonderkammern mit den Strahlkreuzungen nach DESY II sind installiert, und die Maschine ist komplett aufgebaut. Die Stromversorgungsgeräte sollen im März 1988 geliefert werden. Für den Strahltransfer nach PETRA II sind Umbauarbeiten an einer bestehenden Strahlführung im Gange.

In PETRA II muß ein 110 m langer Bypass errichtet werden, der den Protonenstrahl an den Beschleunigungseinheiten für Elektronen vorbeiführt. Mit seinem Bau wurde begonnen; die Magnete mit den Gestellen sind vorhanden, die

Vakuulkammern sind im Bau. Die Abnahmetests des 52MHz-Hochfrequenzsystems haben in Chalk River/Kanada begonnen. Injektions- und Ejektionskicker sind im Bau, der Injektionsseptummagnet ist konstruiert. Die Stromversorgungsgeräte wurden für den 40GeV-Betrieb aufgerüstet.

Der Protonen-Injektionsweg nach HERA wurde installiert und am 1. April planmäßig getestet: 7–11GeV-Positronpakete liefen bis zum Injektionsseptum in HERA, überprüft von 24 ultradünnen Beobachtungsfolien, auf denen die Strahlposition und die Strahlquerschnitte den Berechnungen entsprachen.

Eine neue Injektionsoptik mit 10% verbesserter Strahlakzeptanz wurde gefunden. Besonders eingehend wurde die Standard-Injektionsoptik untersucht, die eine Variation der Strahlgröße an den Wechselwirkungspunkten um $\pm 20\%$ zuläßt und sich im HERA-Bereich Ost mit einer schwachen Fokussierung begnügt zugunsten eines kleineren chromatischen Fehlers. Um die unvermeidbaren kontinuierlichen Strahlverluste auf wenige wohlabgeschirmte Stellen zu konzentrieren und damit den Strahluntergrund an den Experimentierzonen zu reduzieren, werden Kollimatoren benötigt, die die Apertur begrenzen. Es wurden ausführliche Untersuchungen der Umlaufbahn durchgeführt, um die optimale Position dieser Kollimatoren zu ermitteln.

*Strahloptik und
Maschinentheorie*

Dipolmagnete: Für die Serienproduktion der Dipole in Deutschland wurden 295 km (von 465 km) supraleitendes Kabel geliefert. Die Kurzprobenmessungen am BNL/USA ergaben einen kritischen Strom von (8850 ± 116) A bei 4.6 Kelvin und einem Feld von 5.5 Tesla.

*Supraleitende
Magnete*

Die Fertigung der 215 Standard-Dipolmagnete und der acht 3.5 m langen vertikal ablenkenden Dipolmagnete wurde bei der Firma BBC in Mannheim (jetzt ABB) in Auftrag gegeben. Mit den von DESY gelieferten und bei BBC installierten Werkzeugen und Vorrichtungen wurden 20 geklammerte Standard-Dipolspulen gebaut und warm erprobt. Die Werkzeuge und Vorrichtungen für den Bau der Eisenjoche und Kryostate wurden der — inzwischen angelaufenen — Serienproduktion angepaßt; die Endmontage hat begonnen.

Für die Fertigung der Dipole in Italien wurden 115 km Kabel produziert; die Kurzprobemessungen ergaben einen kritischen Strom von (8519 ± 287) A bei 4.6 K und 5.5 T. Damit ergibt sich für beide Kabel ein Sicherheitsfaktor von mehr als 1.6 beim 820GeV-Betrieb. Man darf also erwarten, daß die Kabel einen sicheren 1TeV-Betrieb des Protonenringes zulassen. Von der Firma ANSALDO wurden die ersten zehn Magnet-Innenteile, bestehend aus der geklammerten Spule im Eisenjoch, mit allen elektrischen Verbindungen, hergestellt, getestet und an die Firma ZANON ausgeliefert, wo der Bau der Kryostate und die anschließende Endmontage weit fortgeschritten sind. Die Auslieferung der in Italien produzierten Vorserienmagnete an DESY wird im Frühjahr 1988 beginnen.

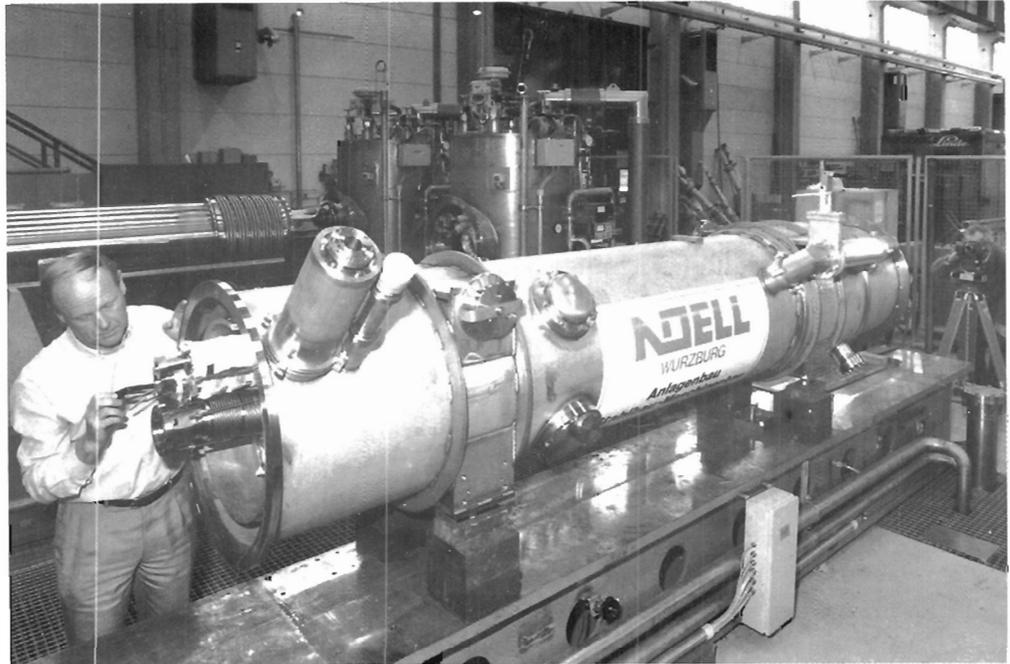


Abbildung 65: Das erste Vorserien-Exemplar aus der deutschen Produktion der supraleitenden Quadrupole. (40952/33)

Quadrupole: Die supraleitenden Quadrupole wurden in SACLAY entwickelt, und ihre Produktion — etwa je zur Hälfte in Deutschland und in Frankreich — wird von dort technisch betreut. Vorrichtungen zum Wickeln und Klammern der Spulen wurden bei den Firmen ALSTHOM und KWU eingerichtet, und eine Vorserie von 13 geklammerten Quadrupolspulen wurde fertiggestellt (acht bei ALSTHOM und fünf bei INTERATOM/KWU). Die Serienproduktion der geklammerten Quadrupolspulen ist angelaufen.

Werkzeuge für den Bau der Kryostate und für die Endmontage der Magnete wurden von Saclay an die Firmen ALSTHOM und NOELL/Würzburg geliefert und bei beiden Firmen in Betrieb genommen. Mit der Kryostat-Produktion und dem Zusammenbau der Magnete wurde bei beiden Firmen begonnen; der erste Vorserienmagnet von NOELL ist am 18. Dezember 1987 bei DESY angekommen (Abb. 65).

Korrekturspulen: Die Sextupol/Quadrupol-Korrekturspulen (S/Q-Spulen) und die Korrekturdipole werden als niederländischer Beitrag zu HERA in Holland hergestellt. Die Testeinrichtung bei DESY ist jetzt so ausgelegt, daß täglich zwei S/Q-Spulen und zwei Superferric-Dipole geprüft werden können.

Bei der Firma HOLEC ist die Serienproduktion der S/Q-Spulen in vollem Gange: Die Sollrate von zehn Stück pro Woche ist erreicht. Bis Ende 1987 wurden ca. 300 S/Q-Spulen geliefert, und die Tests ergaben hervorragende

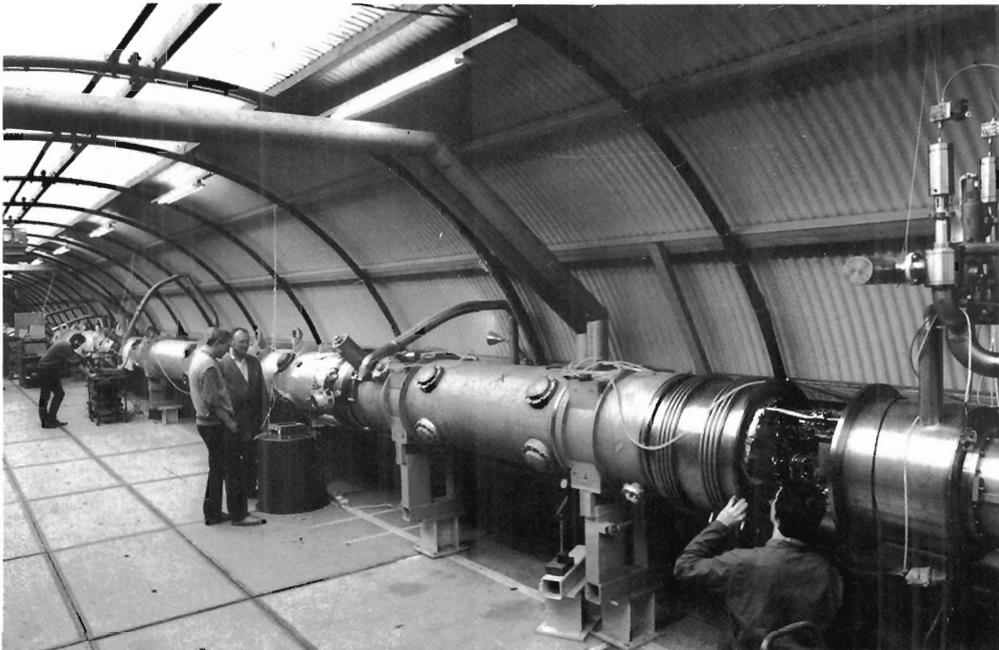


Abbildung 66: Systemtest von supraleitenden Magneten unter realistischen HERA-Bedingungen und bei Temperaturen um 4 Kelvin. (40467/19)

Werte für die Feldqualität. Die Stärke der unerwünschten Multipole liegt um mindestens einen Faktor vier unter der spezifizierten Grenze, und der Quenchstrom um einen Faktor vier oberhalb der maximalen Betriebswerte.

Die Produktion der Superferric-Korrekturdipole bei HOLEC hat eine Rate von fünf Stück pro Woche erreicht. Über 180 Magnete wurden bis Ende 1987 an DESY geliefert, von denen die meisten schon getestet und abgenommen wurden. Der Quenchstrom liegt im Mittel um einen Faktor zwei oberhalb der maximalen Betriebswerte.

Von den 40 bei DESY zu fertigenden Superferric-Quadrupolen wurden 30 bereits hergestellt. Die ersten Tests ergaben eine fünfmal bessere Feldqualität als spezifiziert, und der kritische Strom liegt um fast einen Faktor vier über den beim 1TeV-Betrieb erforderlichen Wert.

Systemtest: Eine 36 m lange Kette von drei Dipolen und zwei Quadrupolen (alles Prototypen) wurde mit einer Neigung von 10 mrad (1%) aufgebaut (Abb. 66), einschließlich des Quench-Schutzsystems und der Datenübergabe. Der Winkel entspricht der maximalen Neigung des HERA-Tunnels. Die Magnetkette wurde einige Male von Raumtemperatur auf 4.3 K abgekühlt, über mehrere Tage auf dieser Temperatur gehalten und bei Feldstärken zwischen 1.8 und 5.8 Tesla gequenchet. (Die nominelle Feldstärke bei 820 GeV beträgt 4.67 Tesla.)

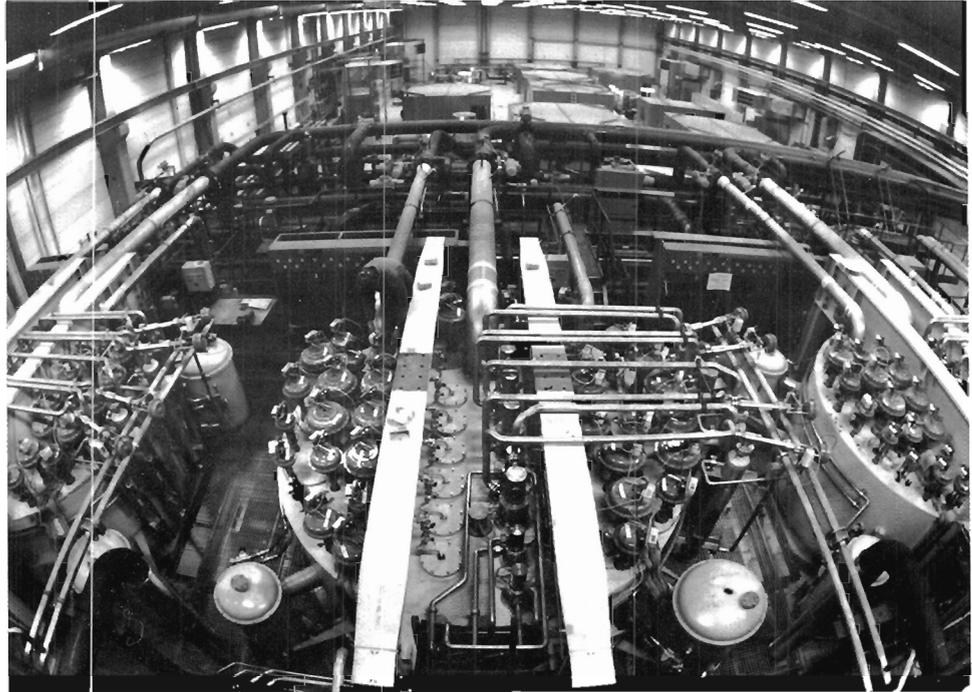


Abbildung 67: "Fischaugen"-Blick auf die komplett installierte Kälteanlage.
(Werksfoto Sulzer-Escher-Wyss)

Aus diesem Test ergaben sich folgende Schlüsse:

1. Die Helium-Leckrate in das Strahlrohr ist kleiner als 10^{-15} mbar · l/sec.
2. Der Gesamtwärmeverlust entspricht dem bei den einzelnen Magneten gemessenen Wert. Die Neigung hat sich nicht nachteilig ausgewirkt.
3. Das Quench-Schutzsystem ist sehr zuverlässig. Der Quench wird nicht auf die benachbarten Magnete übertragen.

Kältesystem

Die letzten Komponenten der zentralen Helium-Kälteanlage wurden installiert (Abb. 67) und abgenommen. Alle drei Kältestraßen sowie die beiden redundanten Kompressoren haben die im letzten Quartal 1987 durchgeführten 1000-Stunden-Tests erfolgreich bestanden: Der gemessene (reziproke) Gesamtwirkungsgrad (incl. des thermodynamischen Wirkungsgrades des Verflüssigers sowie der Wirkungsgrade aller Kompressoren und elektrischen Anlagen) hat den ausgezeichneten Wert von 285 Watt pro Watt, die Kälteleistung bei 4.3 K ist 6.99 kW isotherm, plus 20.4 g Flüssig-Helium pro Sekunde, und die zusätzliche Kälteleistung bei 40–80 K beträgt 20 kW. Hiermit werden die Spezifikationen voll erfüllt. Für den Betrieb des Protonenringes ergibt sich ein komfortabler Sicherheitsfaktor.

Das Computer-Kontrollsystem läuft zuverlässig. Die für die Kontrolle der Helium-Verteilung im Ring notwendige Systemerweiterung wurde in Auftrag gegeben. Die Hälfte der Quenchleitung wurde im Tunnel installiert. Sie soll das freiwerdende gasförmige Helium auffangen und zurückführen, wenn ein Magnet normalleitend wird. Die 6.4 km lange vierfache Helium-Transferleitung wurde in Auftrag gegeben; zwei Vorserienmodule (Gesamtlänge 47 m) wurden Ende 1987 an DESY geliefert und erfolgreich in Betrieb genommen. Die 6.4 km lange Aufwärmleitung, die "lead gas" Rückfuhrleitung sowie die Kontroll-Leitungen für die Sicherheitsventile wurden in Auftrag gegeben. Die Entwicklung der Sicherheitsventile (Kautzky-Ventile) wurde abgeschlossen. Die kalten Stromzuführungen wurden vom Weizmann-Institut entwickelt; mit ihrem Bau wurde bei israelischen Firmen begonnen.

Die Helium-Transferleitung und die Quenchleitung zwischen dem Helium-Verteilungssystem und der Magnetmeßhalle wurden installiert. Das Helium-Verteilungssystem wurde an die Ventilbox der zentralen Kälteanlage angeschlossen und bei tiefen Temperaturen erfolgreich getestet. Insgesamt wurden sechs Magnetmeßstände aufgebaut und teilweise in Betrieb genommen. Ein 10 m langer Badkryostat zur Messung einzelner Spulen wurde geliefert. Für die Vermessung der normalleitenden Protonenmagnete wurde ein separater Meßstand aufgebaut und in Betrieb genommen.

*Magnet-
meßanlage*

Um den Protonenstrahl in der Umgebung der Wechselwirkungspunkte zu führen und zu fokussieren, werden 123 normalleitende Magnete neun unterschiedlicher Typen benötigt. Alle Magnettypen sind bestellt. Prototypen von acht verschiedenen Magnettypen wurden angeliefert und mit gutem Ergebnis getestet, so daß die Serienproduktion anlaufen konnte. Magnethalterungen sind konstruiert und zum Teil schon ausgeliefert.

*Normalleitende
Magnete*

Die industrielle Herstellung der fünf 208MHz-Resonatoren ist angelaufen; Ende 1987 waren drei Stück an DESY geliefert. Für die 208MHz-Sender werden die industriell gefertigten Komponenten bei DESY zusammengebaut: Alle Teile des 60kW-Endverstärkers wurden geliefert, der erste Endverstärker erfolgreich getestet und die Produktion der Treiberverstärker begonnen. Die 500kW-Stromversorgung und die Abstimmeinheiten für die Resonatoren sind bestellt. Der Prototyp eines Keramikfensters zur Leistungseinkopplung in die 208MHz-Resonatoren ist gebaut. Das 53MHz-Hochfrequenzsystem wurde beim CRNL in Kanada entwickelt.

*Hochfrequenz-
systeme*

Die industrielle Produktion der 430 Dipol-Vakuumkammern verlief nach Zeitplan. Über 300 Kammern wurden an die Firma HOLEC zum Aufbringen der Quadrupol/Sextupol-Korrekturspulen übergeben. Die industrielle Serienproduktion der 250 Quadrupol-Kammern ist im Gange. Über 100 Kammern,

Vakuumsystem

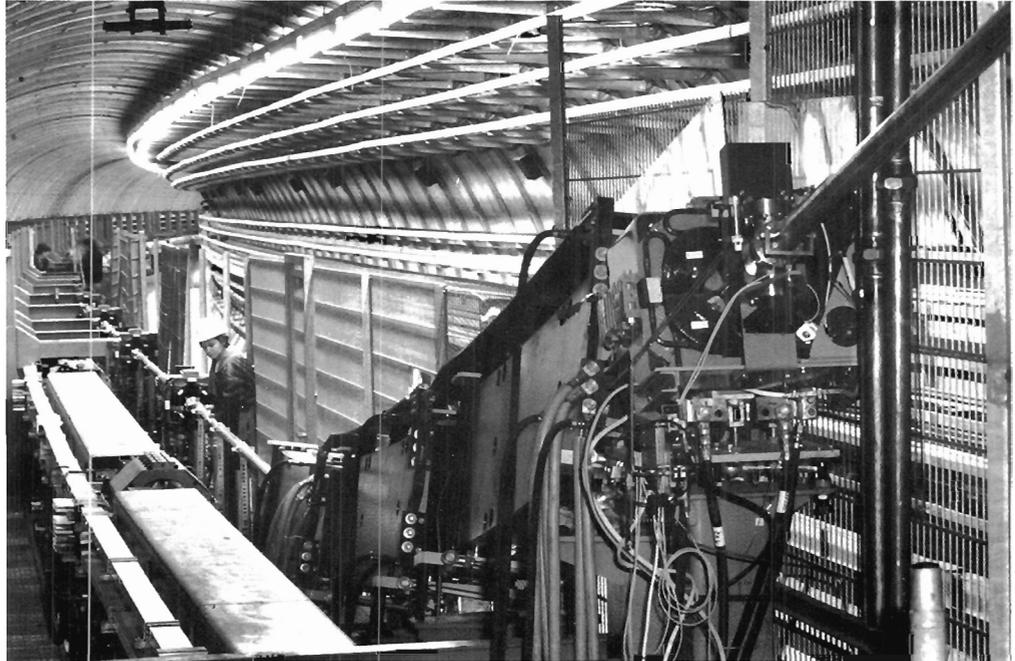


Abbildung 68: Die Elektronen/Positronen-Injektion in HERA. (40885/36)

ausgestattet mit Endflanschen und Schweißringen, wurden bei DESY auf Lecks getestet und ausgerichtet. Die Lieferung der Komponenten der 70 Pumpstationen hat begonnen, und ihr serienmäßiger Zusammenbau bei DESY ist Ende des Jahres 1987 angelaufen. Für die sechs verschiedenen Typen warmer Vakuumkammern sind die Aufträge erteilt und erste Prototypen geliefert.

Steuerung und Instrumentierung

Ca. 250 Diodenpakete für den passiven Quenschutz der supraleitenden Magnete wurden zusammengebaut und bei 4.6 K getestet. Die Serienfabrikation der Magnetverstärker und des Leistungsteils des Quenschutzsystems hat begonnen.

Die kalten Strahlpositionsmonitore sind in industrieller Herstellung; der erste Vorserienmonitor ist an DESY geliefert. Zur Bestimmung von Strahlverlusten wurden Pin-Dioden und Kabel-Ionisationskammern untersucht. Die Entscheidung fiel zugunsten der Kabel-Ionisationskammern; der Einsatz von Pin-Dioden wird auf einige wenige Stellen beschränkt. Die Temperatursensoren für den HERA-Ring sind bei einer niederländischen Firma im Bau. Die Strahlmittanz soll durch die Messung der Restgasionisation überwacht werden; mit dem Bau eines Prototyp-Detektors wurde begonnen.

Strahldump

Die Konstruktion des Dumps für den Protonenstrahl wurde abgeschlossen und die Herstellung eingeleitet. Ein Hochspannungspulser, bei dem die Schalt-



Abbildung 69: Die ersten Hochfrequenzsender für den Elektronenring von HERA. (40692/18)

funkenstrecke durch eine andere Funkenstrecke getriggert wird, wurde aufgebaut und mit einem Pulser mit lasergetriggelter Funkenstrecke verglichen. Im Herbst begann der Dauertest von Pulsern und Kickermagneten.

Elektronen-Speicherring

Das gesamte Injektionsnetz wurde 1987 entscheidend vorwärts gebracht. Beide Strahlführungswege von PETRA nach HERA wurden baulich fertiggestellt, installiert und erfolgreich getestet. Am 1. April wurden Positronen durch den Protonen/Positronen-Transferkanal in den HERA-Tunnel eingeschossen. Und ebenfalls termingerecht wurden am 1. Juli Elektronen-Pakete in den HERA-Bogen W-N eingelenkt (Abb. 68). Sie wurden in DESY II auf 7 GeV gebracht und dann über PETRA II in schneller Folge durch den sehr steilen, 215 m langen Verbindungsweg in den HERA-Tunnel geleitet. Aus Platzgründen werden hier statt der Standard-Dipole vier kürzere und stärkere Ablenkmagnete verwendet.

DESY II ist seit März bei 7 GeV in Betrieb (siehe S. 170). PETRA II ist als Elektronen-Vorbeschleuniger fertig und wurde getestet (siehe S. 173).

Für die Injektion in HERA sind spezielle Optik-Datensätze in Arbeit, die in den Quadrupolen der Wechselwirkungszonen kleine β -Funktionen haben und damit

Injektion

*Strahloptik und
Maschinentheorie*

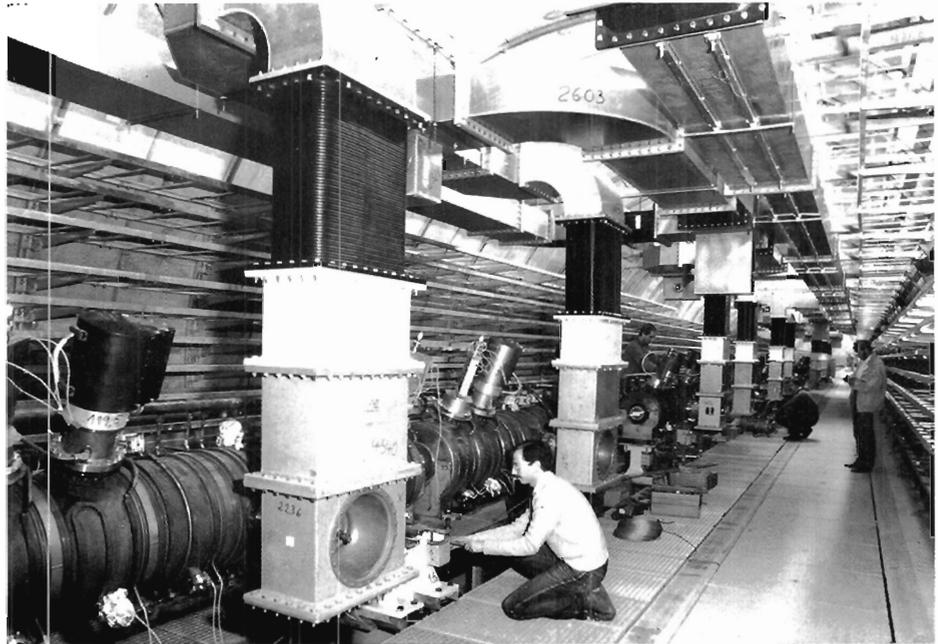


Abbildung 70: Die Beschleunigungsresonatoren des HERA-Elektronenringes in der Nähe der Halle Süd. (40832/12)

den Strahl stabiler machen. Nichtlineare Feldanteile in den Ablenk- und Fokussiermagneten können die Akzeptanz der Maschine für den Strahl einschränken. Um diesen Effekt zu berechnen, wurde ein neues Simulationsprogramm entwickelt, das die Teilchen über viele Umläufe verfolgt; die Magnetfeldwerte sind darin als Tabelle spezifiziert und werden durch Interpolation abgerufen.

Im Hinblick auf die geplante longitudinale Polarisation des Elektronenstrahls an den Wechselwirkungspunkten wurde beschlossen, zunächst nur ein Paar von Spinrotatoren einzubauen, und zwar in die gerade Strecke Ost. Wenn ihr Betrieb dort getestet und ein ausreichender Polarisationsgrad erzielt ist, werden zwei weitere Rotatorpaare im Norden und im Süden eingebaut. Zur Berechnung des maximalen Polarisationsgrades in der realen, mit Feldfehlern versehenen Maschine wird das neue analytische Rechenprogramm SMILE entwickelt, das auch nichtlineare Effekte und den Einfluß der Energiestreuung im Strahl berücksichtigt und somit auch nichtlineare Resonanzen berechnet.

Magnete

Die Serienproduktion aller Elektronen-Magnete lief 1987 wie geplant. Ab April wurden die Magnetmodule im HERA-Tunnel eingebaut (Abb. 62). Am Ende des Jahres waren 379 der 406 Dipolmagnete geliefert sowie sämtliche 565 Quadrupolmagnete, 420 Sextupolmagnete, 628 Korrekturmagnete und 38 der 56 Rotatormagnete für die Wechselwirkungsgegenden. Sie sind bei DESY durch das Magnetmeßprogramm gelaufen, wurden zu Modulen montiert und zum Teil schon im Tunnel montiert.

In Halle Süd wurden zwei Doppelsender mit vier 600W-Klystrons, zwei Zirkulatoren, 27 Kontrollschranken, Hohlleitersystemen u.s.w. installiert (Abb. 69). Die Verbindung zur Hochspannungs-Stromversorgung auf dem DESY-Gelände (PETRA-Halle Ost) wurde getestet. Es wurden 28 HF-Resonatoren, die im Bereich Süd installiert werden sollen, aus PETRA ausgebaut und umgebaut: sie erhielten neue Ständer und eine andere Anordnung der Vakuumpumpen. Sie wurden alle noch einmal mit $150 \text{ kW}_{\text{cw}}$ getestet. In der Halle West wurde die Infrastruktur für die HF-Installation fertiggestellt. Im Abschnitt S-W nahe der Halle Süd wurden 14 Resonatoren eingebaut und über Hohlleiter mit den Klystrons verbunden (Abb. 70). Über die supraleitenden Resonatoren wird an anderer Stelle in diesem Jahresbericht berichtet (siehe S. 175).

Hochfrequenzsystem

Der Entwurf für das Vakuumsystem der geraden Strecken ist fertig. Die Serienproduktion der Standard-Vakuuskammern für den HERA-Elektronenring ist angelaufen; sie umfaßt die Herstellung und Bearbeitung der Profile und Zuliefererteile außerhalb DESY's sowie die Reinigung, Endmontage und Hartverlötung im DESY-Vakuumlabor (Abb. 79). Am Ende des Jahres waren 40 Kammern fertiggestellt.

Vakuumsystem

Für das 6336 m lange Vakuumsystem werden etwa 100 Trennungsventile benötigt. Ein neuer einfacherer und kürzerer Typ wurde mit der Industrie entwickelt und bestellt. Die Vakuumsysteme für den PETRA II-Ring und für die beiden Injektionswege von PETRA nach HERA wurden fertiggestellt.

Die Erweiterung des Kontrollraumes für die Integration der HERA-Kontrollen ist im Gange. Es wurden 40 Rechner in darunterliegende Räume verlegt. Die 16 neuen Rechner und die Netzwerkintegration wurden in Betrieb genommen. Die Verbindungen zwischen dem Hauptkontrollraum und den Hallen Süd und West sind betriebsfertig. Das Interface zur Betätigung und Überwachung des Vakuumsystems wurde fertiggestellt. Die neuen Kontrollen für die Magnetstromversorgung wurden bei den Positronen-Injektionen nach HERA getestet.

Kontrollsystem

In den Tunnelquadranten Süd-West und West-Nord wurden die Magnetstützen für den Elektronenring und für den Protonenring aufgestellt, die Elektronen-Magnetmodule installiert (Abb. 62) und die Strom-, Kontroll- und Signalkabel verlegt. Im Tunnelquadranten Nord-Ost wurde mit der Installation der Kabelpitschen, Wasserleitungen u.s.w. begonnen.

Installation im Tunnel



Abbildung 71: Die HERA-Halle Süd kurz nach ihrer Fertigstellung mit provisorischem Dach und den Stützmauern für den Sichtschutz-Erdwall. (40669/7)

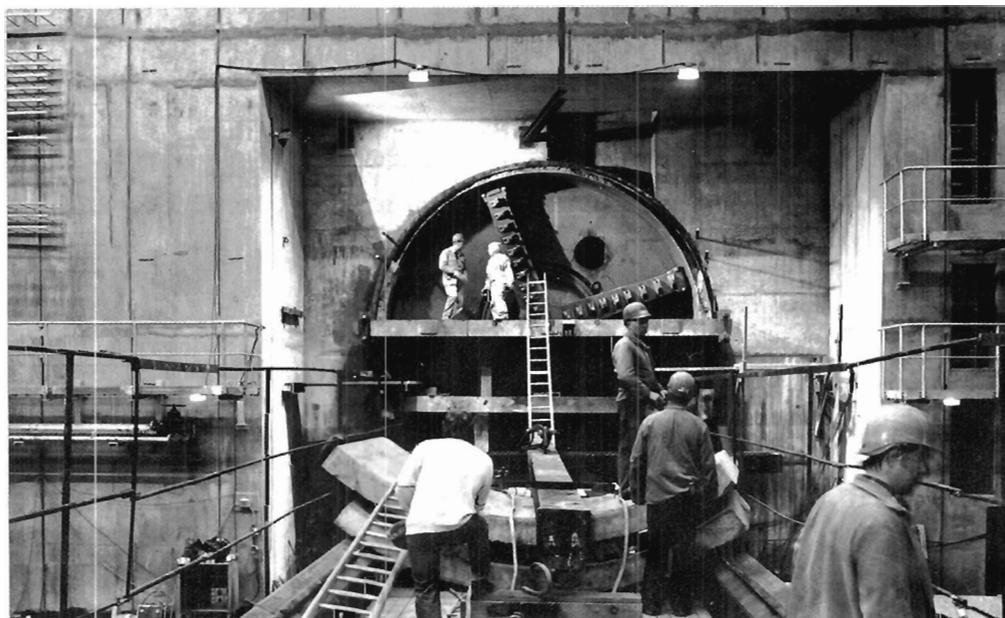


Abbildung 72: Am 19. August erreichte die Schildvortriebsmaschine wieder ihren Startort; der 6336 m lange Ringtunnel ist geschlossen. (40809/20)

Versorgung und Baumaßnahmen

Die Installation des 10kV-Stromversorgungssystems zu den vier HERA-Hallen ist fertig. Mehr als die Hälfte aller Transformatoren für die Gleichstromversorgung sind aufgestellt und angeschlossen. Die drei Hauptstromversorgungen für die Dipole und Quadrupole in den Bögen sind installiert. Das Kühlwassersystem ist in der Hälfte des HERA-Ringes eingebaut. Die Hälfte der Kühltürme bei Halle West ist installiert und an die Pumpen und Wärmetauscher angeschlossen. Das Lüftungssystem für die erste Hälfte des HERA-Ringes ist in Betrieb. Die Installation des Stromversorgungs- und Kühlsystems für die beiden Injektionswege zwischen PETRA und HERA ist abgeschlossen.

*Stromversorgung
und Kühlung*

Der Bau der unterirdischen Stockwerke der Hallen Nord und Ost ist beendet. Die Hallen Süd (Abb. 71), West und Nord wurden in 1987 an DESY übergeben. Mit der Fertigstellung von Halle Ost ist Anfang 1988 zu rechnen.

*Experimentier-
hallen*

Die Tunnelbohrarbeiten wurden erfolgreich abgeschlossen; die Tunnelbohrmaschine erreichte am 19. August 1987 mit weniger als 2 cm Abweichung wieder die Halle Süd (Abb. 72) und wurde dann demontiert und abtransportiert. Der Innenausbau des zweiten und dritten Tunnelquadranten ist beendet; im vierten Quadranten ist er im Gange. Die ersten drei Tunnelquadranten wurden in 1987 an DESY übergeben.

HERA-Tunnel

Die beiden Verbindungstunnel zwischen PETRA und HERA wurden 1987 fertiggestellt. Und Anfang des Jahres wurde der Bau der beiden großen oberirdischen Hallen für die zentrale Kälteanlage und für die Vermessung der supraleitenden Magnete abgeschlossen.

*Weitere
Baumaßnahmen*

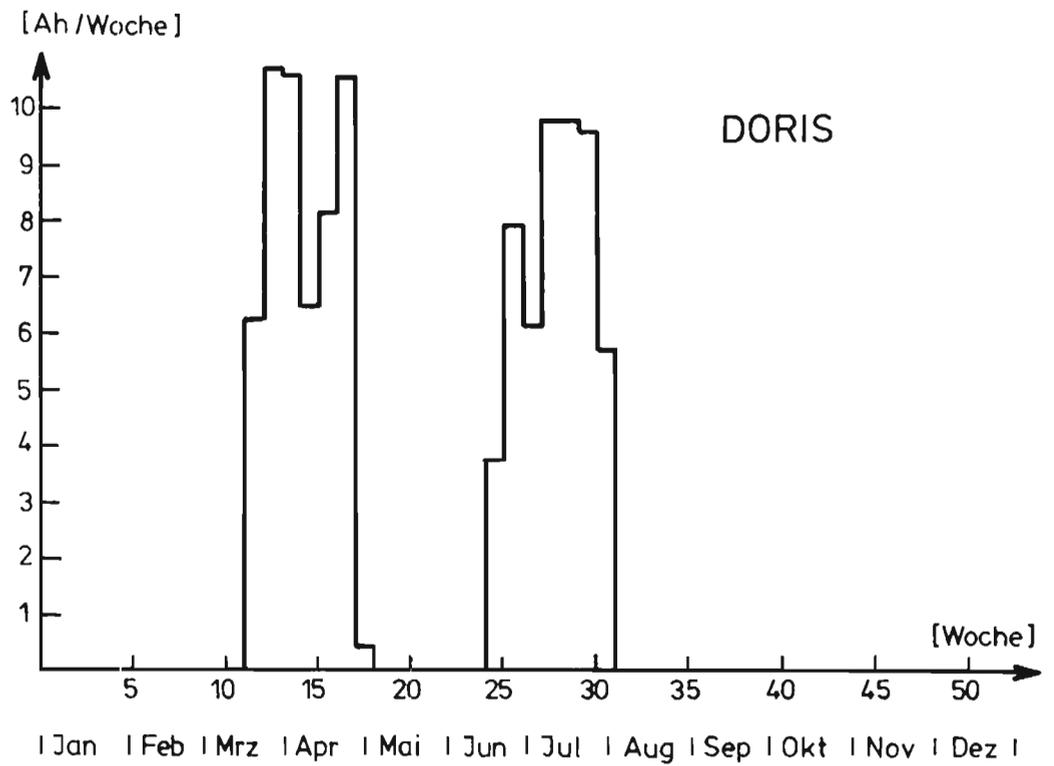


Abbildung 73: Für Synchrotronstrahlung in DORIS II gespeicherte Ladung in 1987.

Speicherring DORIS II

Erwartungsgemäß konnte DORIS II im Jahr 1987 nur in 2120 Stunden eingeschaltet werden, also nur während etwa 25% des Jahres. Ein Grund dafür war, daß an DORIS II keine Teilchen geliefert werden konnten, weil im Tunnel des Synchrotrons der für den HERA-Betrieb erforderliche Protonen-Beschleuniger DESY III aufgebaut werden mußte.

Überblick

Die zur Verfügung stehende Betriebszeit wurde vollständig an die Nutzer der Synchrotronstrahlung vergeben. Der Einfluß von neuen oder geänderten technischen Komponenten wurde entweder in den Vorbereitungsschichten oder parasitär — also während DORIS II für die Nutzer lief — untersucht. Solche Komponenten waren

- Dämpfungsantennen in den Beschleunigungsstrecken
- Der Wiggler HARWI für Röntgenstrahlung
- Die Injektion, mit dem Übergang von DESY I auf DESY II als Vorbeschleuniger
- Eine schnelle Regelung für die Strahllage im Versuchsaufbau

Nach Ende der zweiten Betriebsperiode wurde im August der Crystal Ball-Detektor ausgebaut und zurück in die USA gebracht.

Da DORIS II im Berichtsjahr nicht für Hochenergiephysik eingesetzt wurde, war die Betriebsenergie durch die Synchrotronstrahlung bestimmt und lag bei 3.7 GeV. In Abb. 73 ist dargestellt, wieviel Ladung pro Woche gespeichert werden konnte. Die Werte sind größer als in den Vorjahren, weil infolge der Dämpfungsantennen in den Beschleunigungsstrecken größere Ströme gespeichert werden konnten. Die gesamte gespeicherte Ladung betrug 105 Ah. Der Tab. 8 ist die Zuverlässigkeit der Maschine zu entnehmen, und in Tab. 9 sind die wichtigsten Ursachen für technische Störungen zusammengestellt. Die Ursachen und ihr Anteil an den Ausfällen sind etwa die gleichen wie im Vorjahr.

Betriebsergebnis

Aufgabe der neuen **Dämpfungsantennen** ist es, unerwünschte Nebenresonanzen zu dämpfen, die der gespeicherte Strahl in den Beschleunigungsstrecken anregt. Durch diese Resonanzen werden Kräfte auf den Strahl ausgeübt, die zu Instabilitäten der Fokussierungsschwingungen führen können. Laboruntersuchungen ließen erwarten, daß die Dämpfungsantennen durch Verkleinern dieser Kräfte die speicherbare Stromstärke auf das zwei- bis dreifache erhöhen könnten. Erste Beobachtungen eines Einzelbunches bestätigten diese Erwartung. Bei mehr Bunchen scheint der Gewinn jedoch kleiner zu werden; mit

*Technische
Verbesserungen*

Tabelle 8: Nutzung der DORIS II-Betriebszeit in 1987.

Nutzbare Zeit	1 440 h = 81.1%
Injektion	48 h = 2.7%
Einstellen der Maschine	29 h = 1.6%
Technische Ausfälle	259 h = 14.6%
für Nutzer geplante Zeit	1 776 = 100%
Maschinenanlauf und -Vorbereitung	344 h
gesamte Betriebszeit	2 120 h

Tabelle 9: Ursachen für technische Ausfälle von DORIS II in 1987.

Kein Strahl aus Vorbeschleuniger	175 h = 9.8%
Kein Betrieb auf Wunsch der Nutzer	34 h = 1.9%
Fehler im Vakuumsystem	26 h = 1.5%
Fehler im HF-System	14 h = 0.8%
Netzausfall	7 h = 0.4%
Sonstiges (z.B. Interlock-Bruch)	3 h = 0.2%
Summe	259 h = 14.6%

vier Bunchen — einer Zahl wie sie meistens von den Nutzern der Synchrotronstrahlung gewünscht wird — wurde die mittlere gespeicherte Stromstärke auf etwa das 1.4fache im Vergleich zur letzten Betriebsperiode des Vorjahres erhöht. Darüberhinaus verbesserten die Dämpfungsantennen die Betriebsbedingungen. Änderungen des Strahlquerschnitts, die zu Intensitätsschwankungen im Experiment führen, wurden wesentlich seltener, und plötzliche Strahlverluste, die in weniger als 1 sec erfolgen, gar nicht mehr beobachtet.

Die Inbetriebnahme des **Wigglers HARWI** verlief mit Elektronen bei 3.7 GeV problemlos. HARWI bringt auf insgesamt 2.4 m Länge Magnetfelder bis zu 0.95 Tesla abwechselnden Vorzeichens in zehn Perioden an den Strahl. Die durch ihn infolge unvollständiger Kompensation erzeugten Störungen der Sollbahn um 5 mm und die Verschiebung des Arbeitspunktes um etwa 0.01 konnten leicht korrigiert werden.

Auch die **Umstellung vom alten Synchrotron DESY I** auf das neue DESY II als Injektor für DORIS II verlief bei Elektronen problemlos. Mit Injektionsraten bis zu 4 mA/sec im Einzelbunchbetrieb wurden ausgezeichnete Werte erreicht, die niemals zuvor beobachtet werden konnten. Diese hohen Injektionsraten ließen sich jedoch anfangs nicht über längere Zeit halten, weil die Stabilität der Stromversorgungsgeräte von DESY II zunächst nicht ausreichte. Änderungen der Strahllage in DORIS II, insbesondere vertikale, sind für die Nutzer der Synchrotronstrahlung sehr störend, weil sie zu Intensitätsschwankungen bei den Experimenten führen. Seit einigen Jahren ist daher an DORIS II ein System im Einsatz, das langsame Lageänderungen mit Frequenzen kleiner als etwa 0.2 Hz verhindert. Es gibt jedoch auch schnelle Lageänderungen mit Frequenzen bis zu etwa 300 Hz. In Zusammenarbeit mit der Universität Dortmund konnte in einem Versuchsaufbau für eine **schnelle Lageregelung** gezeigt werden, daß Lageänderungen mit Frequenzen bis zu etwa 50 Hz auf ca. 10% des Ausgangswertes reduziert werden können.

Synchrotrons DESY II und DESY I/III

Montagen an DESY II

In einer zweimonatigen Betriebsunterbrechung zum Jahreswechsel 1986/87 wurde das gesamte Magnetsystem, das bis Ende Oktober 1986 für das alte DESY I mit gleichstromüberlagertem 50Hz-Wechselstrom betrieben wurde, auf den Betrieb mit 12.5 Hz für das neue Elektronen-Synchrotron DESY II umgerüstet. Des weiteren wurde auch die 500MHz-Hochfrequenzversorgung (mit zwei Klystrons je 500 kW) auf die Versorgung der acht Cavities für DESY II umgebaut. Schließlich wurden auch alle Transportwege zu den beiden Linearbeschleunigern und den Speicherringen PETRA und DORIS an das neue Synchrotron angeschlossen. Die Steuerungskonsole mit der gesamten Elektronik wurde vom alten Synchrotron-Kontrollraum "HKR" in den zentralen Beschleuniger-Kontrollraum "BKR" im Speicherringgebäude verlegt.

Erprobungsphase von DESY II

Die Inbetriebnahme der Magnetstromversorgung erfolgte im Januar 1987. Die Stabilität der Stromversorgung erreichte nahezu die Vorgabe von $1 \cdot 10^{-4}$, die sich für eine zulässige Schwankung der auf die Umlauffrequenz normierten Betastrahlungsfrequenzen von ± 0.05 ergibt. Weitere Bemühungen zur Verbesserung der Stabilität der Stromversorgung erstreckten sich über das gesamte Jahr 1987. Unter anderem wurden neue Regelungstechniken für Wechselstromversorgungen entwickelt und neue Elektroniken erprobt.

Im Februar 1987 wurden innerhalb von nur zwei Wochen die Injektion und Beschleunigung der Elektronen auf bis zu 8 GeV erreicht sowie die Betriebsparameter gemessen: Q-Verlauf, Strahlemittanz, Chromatizität u.a. Danach wurde auch die Positronen-Injektion erprobt und schließlich die Ejektion der Teilchen in Richtung DORIS und PETRA.

Betrieb mit DESY II

Ende März 1987 wurde in einer ersten Betriebsperiode von DESY II zunächst die Akkumulation von 7GeV-Positronen in PETRA und die Ejektion der Positronen aus PETRA in den Protonen-Transferkanal PETRA-HERA erprobt. Im April/Mai 1987 wurde dann DORIS mit 3.7GeV-Elektronen für den HASYLAB-Experimentebetrieb versorgt. Wegen der besseren Strahlqualität im Vergleich zu DESY I ist bei beiden Speicherringen die Injektion und Akkumulation wesentlich erleichtert, man erzielt größere und stabilere Akkumulationsraten.

Eine zweite Betriebsperiode fand statt in der Zeit vom 22.6.-3.8.1987 für einen zweiten HASYLAB-Run mit DORIS. In dieser Zeit wurde auch der zweite Injektionstest in HERA durchgeführt, wobei Elektronen bei 7 GeV in PETRA zwischengespeichert und über den neuen Verbindungskanal bis nach HERA transportiert wurden (Abb. 68). Parallel zu dem Betrieb des Synchrotrons für die Speicherringe wurden Messungen zur weiteren Verbesserung der Ma-

schine durchgeführt. Hier sind zu erwähnen: Stabilitätsmessungen zum Arbeitspunkt, Messungen zur HF-Beschleunigung mit durchlaufend modulierter HF-Amplitude zur Erzielung eines längeren Teilchenflusses im Spillout für Gamma-Teststrahlen (vom Einschub über Maximalenergie bis zum nächsten Einschub), Messungen zur besseren Strahlanpassung bei Injektion, Messungen zur Ejektion und zum Strahltransport Richtung Speicherringe.

Eine dritte Betriebsphase erstreckte sich vom 16.10.–9.11.1987. In dieser Zeit wurde ein weiterer Injektionstest mit Elektronen in HERA vorgenommen und eine Reihe von Tests in PETRA (Multibunchverhalten, supraleitendes Cavity) durchgeführt. Hierfür lieferte DESY II die Elektronen über den "E-Weg" nach PETRA bei 7 GeV. Das Übertragungsverhalten des Transportweges wurde eingehend untersucht. Parallel hierzu wurden Positronen auf 5 GeV beschleunigt und der umgebaute Positronen-Transportweg (G-Weg) Richtung DORIS ausgetestet.

In den Betriebspausen wurde neben einigen kleineren Verbesserungen an DESY II hauptsächlich am Aufbau des neuen Protonen-Synchrotrons DESY III gearbeitet. Es befindet sich auf dem alten DESY I-Ringträgerfundament, im selben Ringtunnel zusammen mit dem Elektronen-Synchrotron DESY II (Abb. 64). Nachdem im Winter-Shut-down 1986/87 die alte DESY I-Maschine komplett demontiert wurde, begann im Mai die Installation des neuen Synchrotrons DESY III. Von den Teilen des alten Synchrotrons DESY I wurden nur die generalüberholten Synchrotron-Magnete (F- und D-Sektoren) wiederverwendet. Zusammen mit 32 neuen Quadrupolen bilden sie eine völlig neue Ringstruktur mit anderen optischen Eigenschaften. (So liegt z.B. die sog. Übergangsenergie "γ-transition" oberhalb der maximalen Arbeitsenergie.) Hinzu kommen eine Reihe von Korrekturmagneten (Multipole), die zur Kompensation der Nichtlinearitäten vorgesehen sind. Ein völlig neues Vakuumsystem wurde konstruiert, gefertigt und bis zum Jahresende 1987 weitgehend installiert.

*Umbau DESY I
auf DESY III*

Speicherring PETRA II

Überblick

Durch den Bau von HERA hat sich die Aufgabenstellung für den Speicherring PETRA stark gewandelt. Der ehemalige e^+e^- -Hochenergiephysik-Speicherring wird die Rolle eines Vorbeschleunigers für HERA übernehmen, der Elektronen und Protonen auf die jeweilige HERA-Injektionsenergie, 14 GeV für Elektronen und 40 GeV für Protonen, beschleunigt. Dieser neue Vorbeschleuniger PETRA II entsteht aus dem bestehenden Speicherring PETRA I nach einer Umbauzeit von etwa zwei Jahren, die sich über die Jahre 1987 und 1988 erstrecken wird.

Die Umbauzeit 1987 wurde durch vier kurze Betriebsperioden unterbrochen, in denen die neuen Ejektionen und Transportwege zu HERA und eine supraleitende Beschleunigungsstrecke getestet wurden.

Umbau der Wechselwirkungszonen

Ein Betrieb mit kollidierenden Strahlen ist in absehbarer Zukunft mit PETRA II nicht vorgesehen, deshalb sind die kurzen geraden Strecken mit den Wechselwirkungszonen völlig neu gestaltet worden. Neben den Experimenten wurden auch die Minibeta-Quadrupole und die elektrostatischen Separatoren ausgebaut und die Wechselwirkungsquadrupole mit besonders großer Apertur durch Standard-PETRA-Quadrupole ersetzt. Am früheren Wechselwirkungspunkt wurde ein zusätzlicher Quadrupol eingebaut. Das alte Vakuumsystem mit seiner komplizierten Struktur wurde durch ein neues mit runden Rohren von 100 mm Durchmesser ersetzt.

Die Abschirmung des PETRA-Rings in den PETRA-Hallen ist für den Betrieb mit Protonen nicht ausreichend. Deshalb werden die Abschirmungen erneuert, zunächst in den vier ehemaligen Experimentierhallen NO, SO, SW und NW.

HF-System

Künftig soll PETRA II Elektronen nur bis maximal 14 GeV statt bis über 23 GeV beschleunigen. Dafür ist ein HF-System aus nur zwei 1MW-Sendern mit jeweils acht Beschleunigungsresonatoren ausreichend. Deshalb wurde in den PETRA-Strecken W, N und O das bestehende HF-System vollständig abgebaut, nur in PETRA II-S blieben zwei Sender mit insgesamt 16 Beschleunigungsresonatoren erhalten. Die freigewordenen HF-Komponenten bilden die Grundbestandteile des HERA-Elektronenring-HF-Systems.

Ejektion

Die Ejektionsstelle für die Protonen in Richtung HERA befindet sich in PETRA II-NR. Dort wurden drei Septummagnete und ein Kickermagnet eingebaut. Mit diesen Elementen ließen sich zunächst einzelne Positronen-Bunche so ejizieren, wie sie für einen Test des HERA-Protonenwegs benötigt wurden. Für die eigentliche Protonen-Ejektion müssen noch weitere Kickermagnete eingebaut werden.

Die Elektronen werden in PETRA II-NW ejiziert. Dafür wurden zwei Septa und ein Kicker, der aus drei Modulen besteht, installiert. Der Kickerpuls ist in der zeitlichen Länge variabel, so daß man sowohl Einzelbunche als auch einen Zug von Bunchen ejizieren kann.

Im Jahr 1987 gab es vier Betriebsperioden von einer bis drei Wochen Dauer, in denen hauptsächlich die Ejektion und die neuen HERA-Transportwege erprobt wurden.

Testbetrieb

7.-16. März: PETRA II wurde mit einer neuen Optik eingefahren und auf die Ejektionsversuche mit Positronen vorbereitet.

1.-7. April: Positronen wurden in den HERA-Protonenweg ejiziert. Dabei wurde gezeigt, daß die Ejektion und der Protonenweg erwartungsgemäß funktionieren.

24. Juni – 16. Juli: Die Elektronen-Ejektion und der Elektronenweg zu HERA wurden in Betrieb genommen. Auch dieser Test verlief erfolgreich.

30. Okt. – 6. Nov.: PETRA II lief für Einschußversuche mit Elektronen in den HERA-Quadranten W-N.

Schließlich wurden in PETRA II zwei vierzellige, supraleitende 500MHz-Beschleunigungsresonatoren eingebaut, deren Verhalten im Strahlbetrieb untersucht werden sollte. Besonders wurde die Anregung von höheren Schwingungsmoden in den Resonatoren vermessen.

In weiteren Maschinenschichten wurde das Stabilitätsverhalten von Multibunchfüllungen in PETRA II studiert.

Wenn die Protonen-Bunche durch die Beschleunigungsresonatoren für die Elektronen laufen, werden unerwünschte Multibunchinstabilitäten angeregt. Um das zu vermeiden, ist vorgesehen, die Protonen über einen Bypass an diesen Resonatoren vorbeizuleiten. Dieser Bypass wird in PETRA II-Süd parallel zur Hochfrequenz-Beschleunigungsstrecke der Elektronen aufgebaut. Mit den Arbeiten wurde Mitte November 1987 begonnen.

Protonen-Bypass

Neue Beschleunigungstechniken

Der Einsatz supraleitender anstelle von normalleitenden Resonatoren im HERA-Elektronenring würde die Möglichkeit bieten,

- bei gleichbleibender Strahlenergie erheblich an Stromkosten zu sparen und
- durch die Erhöhung der Umlaufspannung die Strahlenergie ohne zusätzliche Senderleistung heraufzusetzen.

*Supraleitende
Hochfrequenz-
Beschleunigungs-
strecken*

Außerdem ist der Einsatz supraleitender Beschleunigungsstrecken vorteilhaft hinsichtlich der Schwelle für Instabilitäten, welche durch hochintensive gebündelte Strahlen infolge Anregung höherer Modi in den Beschleunigungsstrecken verursacht werden, da man mit weniger Cavities die gleiche Umfangspannung erreichen kann.

Erste Experimente mit supraleitenden Resonatoren in den Speicherringen CESR, PETRA und TRISTAN zeigten die prinzipielle Möglichkeit der Anwendung dieser Technik. Für den echten Betrieb im Speicherring müssen diese Laboraufbauten jedoch noch zur Serienreife weiterentwickelt werden.

Es wurde daher im Jahr 1985 ein dreijähriges Entwicklungsprogramm bei DESY beschlossen. Hierin sollten in enger Zusammenarbeit mit der Industrie Prototypen des Kryostaten und der Resonatoren entwickelt und gefertigt werden. Die Endmontage sollte bei DESY erfolgen. Nach erfolgreichem Test unter Laborbedingungen sollten diese Prototypen im PETRA-Speicherring getestet werden.

Jeder Resonator besteht aus vier Zellen und hat bei einer Resonanzfrequenz von 500 MHz einen Durchmesser von rund 60 cm und eine aktive Länge von 1.20 m. Er wird aus Niob-Blech hergestellt. Beim Betrieb — bei einer Temperatur von 4.2 K — wird der Resonator mit siedendem Helium gekühlt. Ein entsprechender Helium-Behälter aus rostfreiem Stahl ist unter Vermeidung von Flanschen direkt mit dem Cavity verschweißt. Die Hochfrequenzleistung von 100 kW wird über einen koaxialen Leiter stirnseitig in den Resonator eingekoppelt. Auf beiden Seiten des Resonators befinden sich weiterhin Koppler zur Bedämpfung der strahlinduzierten höheren Moden. Zwei dieser Resonatoren befinden sich in einem gemeinsamen Kryostaten. Dieser Kryostat hat einen Außendurchmesser von rund 1 m und eine Länge von knapp 5 m. Die vakuum- und kryotechnische Auslegung ist konventionell. Bei der Industrie (Dornier, Interatom, NTG) wurden zwei Prototypen der Kryostate und drei supraleitende Resonatoren entwickelt und gebaut. Die Endmontage der Resonatoren und Kryostate muß unter staubarmen Bedingungen erfolgen. Hierzu wurde ein entsprechender Reinraum der Klasse 100 in einer Experimentierhalle bei PETRA aufgebaut. Dieser Reinraum sowie weitere Infrastrukturmaßnahmen (Kälteanlage, Hochleistungs-Meßplatz, Kontrollraum und Montageeinrichtung)

wurden ebenfalls in der PETRA-Halle NO aufgebaut und im Jahr 1987 in Betrieb genommen.

Zu Beginn des Jahres 1987 wurden beide Kryostate und die drei Resonatoren von der Industrie ausgeliefert. Nach mehreren Vortests konnte im Sommer das komplette Hochfrequenzmodul abgekühlt und gemessen werden. Die Kryostate entsprachen den spezifizierten Werten. Beschleunigungsfeldstärken von 5.5 MV/m konnten reproduzierbar erzielt werden.

Nach den erfolgreichen Vortests wurde das komplette Modul in den Speicherring PETRA eingebaut. Ende Oktober und Anfang November wurde der Speicherring PETRA teils allein mit der supraleitenden Beschleunigungseinheit, teils mit den normalleitenden **und** den supraleitenden Resonatoren betrieben. Hier konnten Erfahrungen mit dem supraleitenden Modul unter operationellen Bedingungen gesammelt werden. Bei einem Gradienten von 5.1 MV/m konnte der Speicherring allein durch das supraleitende Modul mit 7 GeV und einem Strom von 4.4 mA betrieben werden. Eine intensive Studie des Spektrums der höheren Modi und eine Messung ihrer Leistungsverteilung in den dafür vorgesehenen Kopplern zeigte, daß die neuentwickelten Kopplerantennen für die höheren Modi die supraleitenden Cavities hinreichend bedämpfen.

Die gewonnene Betriebserfahrung ergibt, daß nach Durchführung einiger kleinerer Modifikationen im Bereich Kryogenik und Regelung der Prototyp als serienreif bezeichnet werden kann.

Nach dem erfolgreichen Test des Prototypen wurde gegen Ende des Jahres 1987 mit der Planung einer kleinen Serie supraleitender Resonatoren begonnen. Mit ihnen sollen sowohl die Serienfertigungstechnik wie auch der Strahlbetrieb eines kompletten Systems erprobt werden. Es sollen acht Kryostate, d.h. 16 Resonatoren, im Bereich HERA W in das gerade Stück eingebaut werden. Zur Kühlung der Resonatoren wird ein Teil der Kälteleistung der HERA-Großkälteanlage für die supraleitenden Protonen-Magnete benutzt. Das Konzept einer Helium-Verteilung für die acht Kryostate im HERA-Tunnel wurde erarbeitet und noch vor Ende des Jahres 1987 in einer entsprechenden Spezifikation niedergeschrieben. Ähnliche Vorbereitungen wurden für das Verteilungssystem der Hochfrequenz begonnen. Die ersten Bestellungen für dieses Pilotprojekt konnten noch im Dezember veranlaßt werden.

In Ergänzung zu den oben beschriebenen Arbeiten wurde im Rahmen eines gemeinsamen Entwicklungsprogrammes mit der Firma Interatom an einem neuen Kühlkonzept für supraleitende Resonatoren gearbeitet. Hierbei wird das flüssige Helium in Rohren auf der Außenseite der Resonatoren geführt. Der notwendige Wärmekontakt zwischen diesen Kühlrohren und der Niob-Wand wird durch eine zusätzliche Kupferschicht sichergestellt. Diese Kupferschicht wird nach dem Verfahren der Sprengplattierung auf das Niob aufgebracht und trägt rückseitig die aufgelöteten bzw. aufgeschweißten Kühlrohre. Der Vorteil dieses Kühlverfahrens besteht darin, daß das Helium-System nahezu vollständig von

dem Resonatorsystem entkoppelt ist. So gibt es zum Beispiel keinerlei Rückwirkung von Druckerhöhung im Helium-System auf das Cavity, was sonst zu einer Frequenzverwerfung führen würde. Außerdem sind bei der Rohrkuhlung Drucke im Helium-System bis über 10 bar zulässig, die bei der konventionellen Badkuhlung bereits oberhalb 3 bar zur Zerstörung des Cavities führen würden. Unter Anwendung des Prinzips der Rohrkuhlung kann somit ein viel einfacheres und sichereres Kühlsystem im Vergleich zu der Badkuhlung hergestellt werden. Bei der Firma Interatom wurde ein einzelliger Resonator mit diesem Kühlprinzip hergestellt und anschließend bei DESY gemessen. Es wurde eine Feldstärke von 3 MV/m erreicht, obwohl in einigen Bereichen der Sprengplattierung eine nicht genügende Haftung vorhanden war. Gegen Ende des Jahres wurde ein zweiter Resonator in Fertigung genommen, bei dem die Schwachpunkte des ersten Resonators durch verbesserte Fertigung umgangen werden sollen.

Neben der Fertigung und dem Betrieb der supraleitenden Resonatoren wurden auch einige Versuche mit den neuen keramischen supraleitenden Substanzen unternommen. Zunächst wurden nach dem bekannten Verfahren supraleitende Tabletten hergestellt, und die Sprungtemperatur wurde zu 90 K ermittelt. In weiterführenden Versuchen soll geklärt werden, ob es nach einfachen Methoden möglich ist, einen Kupferresonator auf der Innenseite mit diesen supraleitenden Substanzen auszukleiden. Entsprechende Vorversuche an kleinen Kupferstreifen wurden durchgeführt und zeigten ermutigende Ergebnisse.

Die einzige bekannte Möglichkeit, bei Elektronen-Positronen-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 nur geringe Energieverluste durch Synchrotronstrahlung 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 in laufenden Beschleunigern und über 100 MeV/m im Labor, bei jedoch nur geringen Wirkungsgraden. Mit supraleitenden Strukturen erreicht man in laufenden Beschleunigern Gradienten von einigen MeV/m. Um aber in eine realisierbare Größenordnung für einen TeV-Beschleuniger zu kommen, muß man Beschleunigungsverfahren entwickeln, die Gradienten von 100 MeV/m und mehr ermöglichen und dabei gleichzeitig einen Wirkungsgrad von etwa 10% und mehr aufweisen. Die Entwicklung zukünftiger Elektronen-Positronen-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. Einen guten Überblick über dieses Thema geben die Zusammenfassungen einiger Konferenzen (AIP Conference 1982, ECFA-

*Wake-Field-
Transformer-
Experiment*

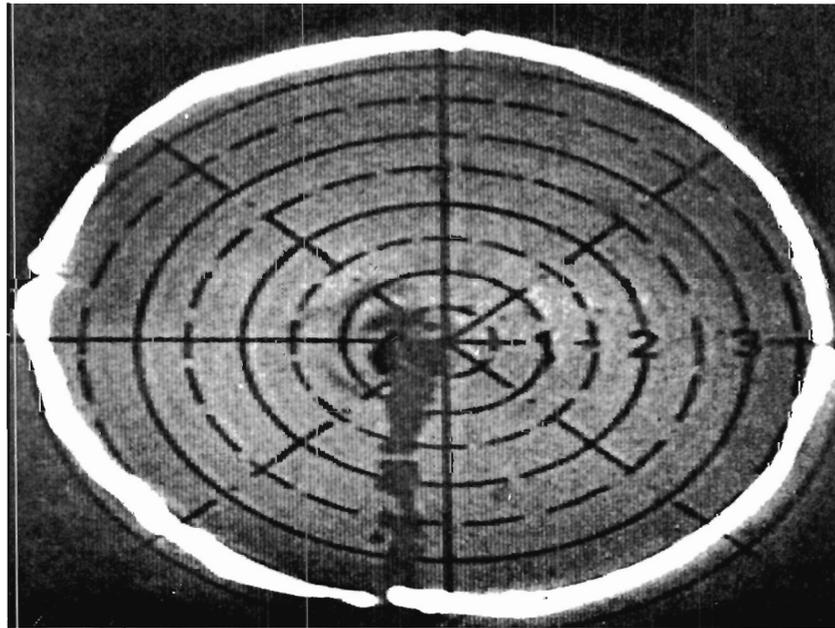


Abbildung 76: Bild des Hohlstrahls auf einem Fluoreszenzmonitor.
Der Fluoreszenzmonitor ist eine Metallscheibe, die mit Zinksulfid beschichtet ist. Sie befindet sich vor dem Linearbeschleuniger und kann ein- und ausgefahren werden. Darauf kann der Hohlstrahl abgebildet und durch Halbleiterkameras betrachtet werden. Deutlich sichtbar ist der Schatten der vier Stege, die der zentralen Teil der Anode halten.

RAL Workshop 1982, CAS-ECFA-INFN Workshop 1984, ECFA Conference 1987).

Bei DESY wird die Möglichkeit verfolgt, Elektronen mit Hilfe eines "Wake-Field-Transformators" zu beschleunigen. Bei diesem neuen Verfahren werden die transienten elektromagnetischen Streufelder (Wake Fields) eines Treiberstrahls räumlich fokussiert und die entstehenden sehr hohen longitudinalen elektrischen Feldstärken zur Beschleunigung eines zweiten Strahls 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 einer Experimentierhalle wurde ein Linearbeschleuniger zum Beschleunigen von Hohlstrahlen aufgebaut. Der Hohlstrahl erzeugt am Ende des Linearbeschleunigers, im eigentlichen Wake-Field-Transformator, die implodierenden Wellen, deren Feldstärke dann im Zentrum des Hohlstrahls weitere Teilchen beschleunigen kann.

Der infrarote Lichtstrahl ($\lambda = 1.064 \mu\text{m}$) eines gütegeschalteten Nd-Yag-Lasers ($\dot{P} > 100 \text{ MW}$) wird auf eine konische Kathode aus hochschmelzendem Material fokussiert. Die emittierten thermischen und photoelektrischen Elektronen bilden einen ringförmigen Strahl von 10 cm Durchmesser. Der Hohlstrahl wird durch eine gepulste Hochspannung ($\dot{U} \sim 100 \text{ kV}$) 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. Abb. 76 zeigt den erzeugten Hohlstrahl hinter dem Prebuncher auf einem herausklappbaren Fluoreszenzmonitor. Danach wird der Elektronenring von vier dreizelligen Hohlraumresonatoren ($\nu = 500 \text{ MHz}$) auf eine Energie von 8 MeV beschleunigt. Ein gepulstes Klystron ($\dot{P} = 1 \text{ MW}$) speist alle Resonatoren über Hohlleiterzüge. Die Leistung wird gleichmäßig auf die Beschleunigungsresonatoren aufgeteilt. Die Hochfrequenz für den Prebuncher wird mit einem separaten Sender erzeugt. Im Antisolonoid soll der Hohlstrahl auf extrem kurze Längen von einigen Millimetern longitudinal verdichtet werden. 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 Hohlstrahls sind verschiedene Meßanordnungen angebracht.

Im Berichtsjahr gelang es erstmals, das neue Prinzip der Wake-Field-Transformation experimentell nachzuweisen. In einem vorgezogenen Versuch ohne Ringverkürzung wurde ein zweizelliger Wake-Field-Transformator eingesetzt. Zwar sind die zu erwartenden Feldstärken ohne die zusätzliche Komprimierung nicht sehr hoch, sie reichen jedoch aus, um zunächst das Prinzip nachzuweisen. Am Ende des Linearbeschleunigers wurde mit Hilfe eines eigens hierfür entwickelten Cerenkov-Monitors die Pulsdauer minimiert. Abb. 74 zeigt eine schematische Darstellung der Hohlstrahlkanone und Abb. 75 ein gemessenes longitudinales Strahlprofil. Als Nachweis der Beschleunigung wurden

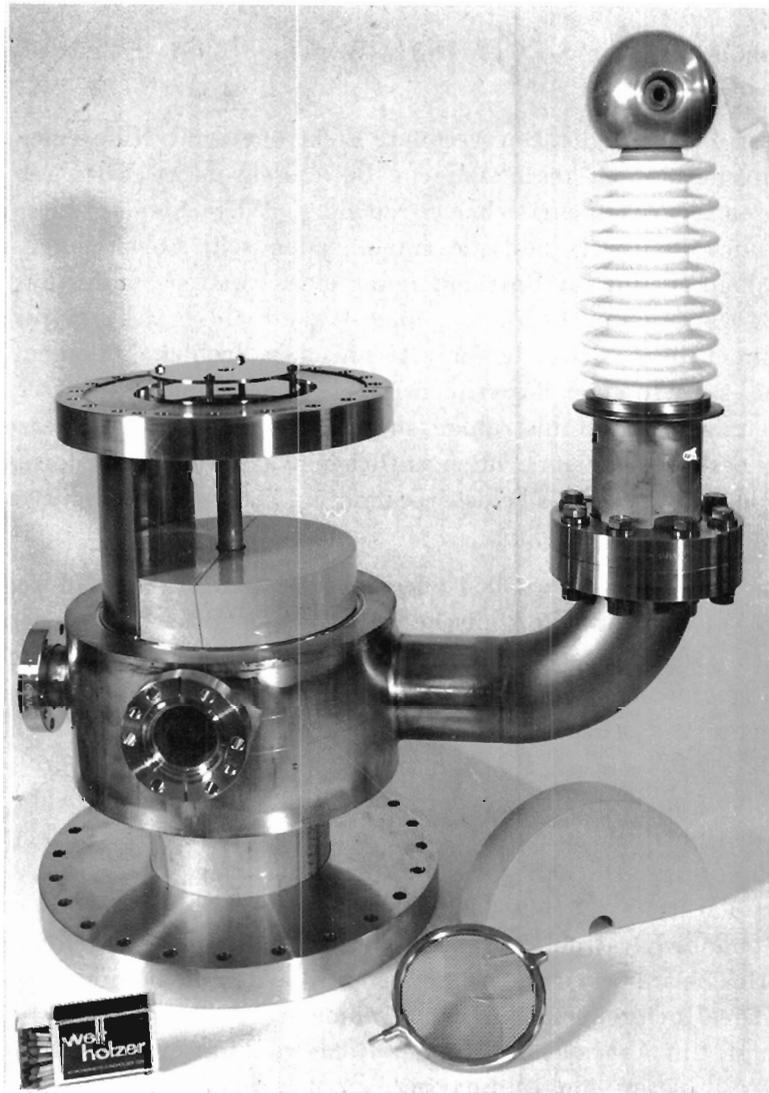


Abbildung 77: Wake-Field-Transformator mit Nachweiseinrichtung. (40438/2)
Am Ende des Linearbeschleunigers konnten die Elektronenpakete longitudinal auf etwa einen Zentimeter verdichtet werden. In einem zweizelligen Wake-Field-Transformator, zu erkennen am oberen Ende der abgebildeten Apparatur, werden 50keV-Elektronen beschleunigt. Diese treten zentral in den Transformator, im Bild von oben, ein. Sie werden in der hier abgenommen speziellen Quelle kurz vor der obersten Platte erzeugt. Nachdem sie beschleunigt worden sind, fliegen sie durch das dünne Röhrchen in die untere Kammer, in der sich ein Bremsgitter befindet, das hier vor die Kammer gelegt wurde.*¹⁾ Die Elektronen der Ringe werden in mehreren Bleischeiben abgebremst, um die Energiemessung der beschleunigten Elektronen nicht negativ zu beeinflussen.*²⁾ Rechts im Bild ist dessen Hochspannungszuführung zu erkennen.
*¹⁾ Auf dem Foto ist eine Scheibe eingelegt.

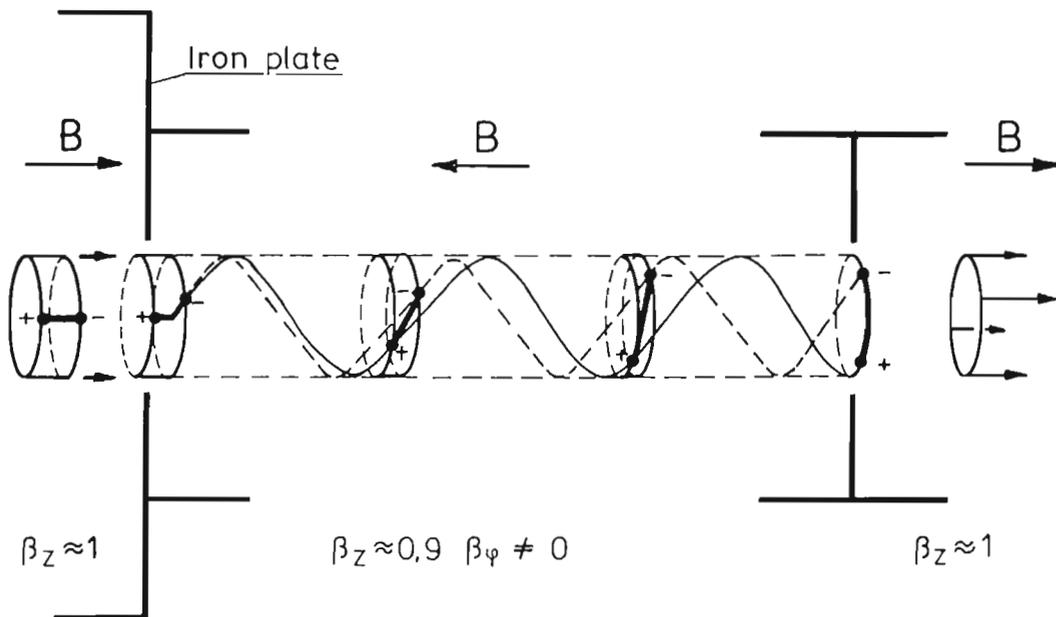


Abbildung 78: Ringkompressions-Mechanismus am Ende des Linacs.

Am Ende des Linearbeschleunigers wurde mit dem Aufbau der Ringkompressions-Solenoidspulen begonnen. In diesem Abschnitt rotieren die Elektronenringe um ihre Achse und werden dabei longitudinal verdichtet.

Elektronen niedriger Energie in den Transformator injiziert. Zu deren Erzeugung wurde eine zweite 50kV-Elektronenquelle gebaut. Mit Hilfe eines elektrostatischen Bremsgitters, einer fluoreszierenden Scheibe und eines Photovervielfachers können die 50kV-Elektronen, nachdem sie den Transformator durchflogen haben, nach Energie selektiert nachgewiesen werden. Abb. 77 zeigt einen Teil dieser Vorrichtung. In einem ersten Versuch konnte eine Beschleunigung von mehr als 8 MeV/m gemessen werden. Somit wurde der neue Mechanismus eindeutig nachgewiesen. Zwar liegt die erreichte Beschleunigung noch um einiges unter den angestrebten 100 MeV/m, jedoch war dies auch nur der erste Versuch mit nicht vollständig aufgebautem Vorbeschleuniger.

Im Anschluß an den Vorversuch wurde mit dem Aufbau der Solenoidspulen für die Ringkompression begonnen (Abb. 78). Es wurden neue Nachweismodule konstruiert, mit denen die Hohlstrahlen sowohl optisch als auch elektrisch diagnostiziert werden können. Es gelang auf Anhieb, die Ringe in Rotation zu versetzen und bis an das Ende der Anordnung zu transportieren. Die Studien zur eigentlichen Komprimierung werden im nächsten Jahr beginnen. Im Rahmen einer Kollaboration beteiligten sich die Tsinghua University, Beijing/People's Republik of China und KEK, Tsukuba/Japan mit jeweils einem Physiker.



Abbildung 79: Zusammenbau einer Vakuumkammer für den HERA-Elektronenring im DESY-Vakuumlabor. (40601/27)

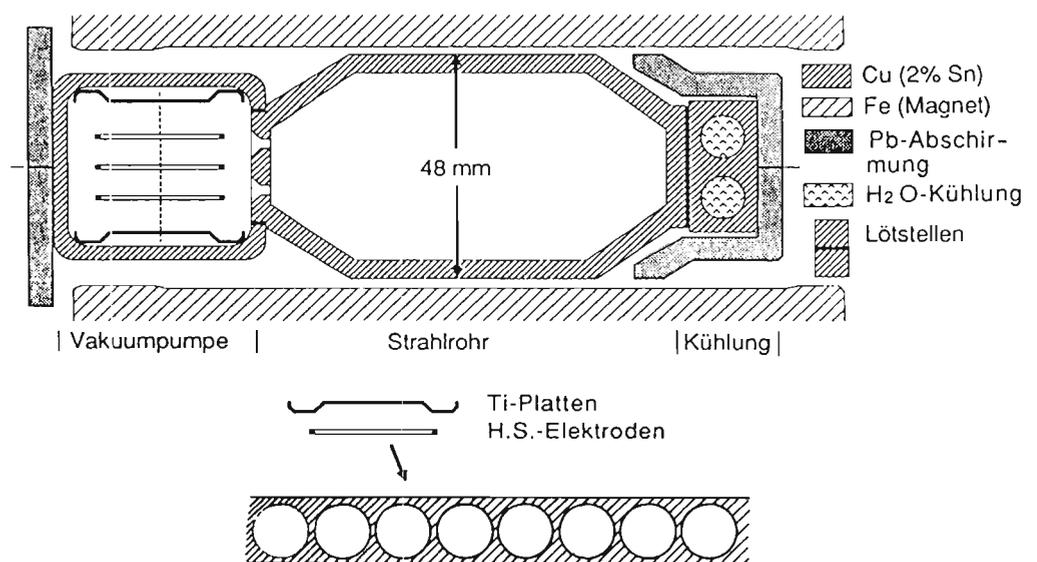


Abbildung 80: Schnitt durch die Vakuumkammer des HERA-Elektronenringes.

Arbeiten der Gruppen des Bereiches Maschinen

Koordinatoren und Wissenschaftler

Die Maschinenkoordination DESY befaßte sich neben der Inbetriebsetzung von DESY II vor allem mit Arbeiten für DESY III (Koordination der Montagearbeiten, Planung der Strahlmeß- und Korrektursysteme, Berechnung und Bau der Hochfrequenz-Beschleunigungsstruktur). Die Arbeiten des PETRA-Koordinators standen voll im Zeichen des Umbaus PETRA I auf PETRA II als Injektionsbeschleuniger für HERA. Die DORIS II-Koordination plante neben den in 1987 nur kurzen Betriebsphasen als Synchrotronlichtquelle einen als "Bypass" bezeichneten Umbau von DORIS II, der die Schaffung von mehr Einbauplätzen für Wiggler und Undulatoren zum Ziel hat, ohne die Verträglichkeit mit dem Betrieb von DORIS II für die Hochenergiephysik bei 5.3 GeV zu beeinträchtigen. Ferner wurden die internationalen Diskussionen über sog. "B-Mesonen-Fabriken" verfolgt (das sind Speicherringe, die besonders effektiv im Bereich der Υ -Resonanzen arbeiten).

Überblick

Die Wissenschaftler des M-Bereiches waren, wie im Vorjahr, überwiegend für HERA beschäftigt: Spin-Polarisation, Optiken für erste Einschußversuche, Auslegung der geraden Stücke, Einfluß von Rauschen aus den e^- -HF-Systemen über Strahl-Strahl-Wechselwirkung auf die Protonen, Auswirkungen von Schwingungen des Erdreiches auf die gespeicherten Teilchenstrahlen waren u.a. die Themen, die im HERA-Teil dieses Berichts näher behandelt werden.

Daneben wurden die im Vorjahr begonnenen Studien über neuartige Rückkopplungssysteme zur Bekämpfung von Instabilitäten fortgeführt; für PETRA II (e^- und p) wurden Optiken untersucht, nicht nur für den Betrieb als HERA-Injektor, sondern auch für die theoretisch mögliche Verwendung als Synchrotronlichtquelle mit sehr kleiner Emittanz. An der Verbesserung sechsdimensionaler Tracking-Programme unter Einbezug sowohl der nichtlinearen Kopplung horizontaler und vertikaler Betatronschwingungen wie auch der Raumladungskräfte wurde weitergearbeitet; das "Racetrack"-Programm wurde für Anwendungen auch im nichtrelativistischen Bereich erweitert.

Größeren Umfang hatten wiederum die Arbeiten an Programmen zur Berechnung elektromagnetischer Felder:

- Feldrechnungen zur Auslegung von Strahlführungsmagneten
- Impedanzberechnung einzelner Beschleunigerkomponenten

*Programme zur
Berechnung elek-
tromagnetischer
Felder*

Die Bedeutung dieser Arbeiten geht über die unmittelbare Anwendung auf HERA-Probleme hinaus, weshalb hier etwas ausführlicher darüber berichtet werden soll.

Die Entwicklung von Beschleunigerkomponenten besteht zu einem wesentlichen Teil aus der Vorherbestimmung der Verteilung und Stärke elektromagnetischer Felder. So sind beim Entwurf von Strahlführungsmagneten die Feldfehler und Streufelder durch Messung und Rechnung zu bestimmen. Beschleunigungsresonatoren müssen so geformt werden, daß sie einen möglichst hohen Wirkungsgrad aufweisen. Sämtliche Vakuumkammerteile müssen so konstruiert werden, daß eine zu starke Wechselwirkung mit den gespeicherten Strahlen vermieden wird, da diese Wechselwirkung eine Hauptursache für die Strahlstrombegrenzung durch Instabilität darstellt.

Um diese sehr verschiedenartigen Beschleunigerkomponenten, die oft komplizierte Formen aufweisen, rechnerisch erfassen zu können, wurde ein allgemein anwendbares Gitternetzverfahren entwickelt.

Diese Methoden sind ähnlich dem Einsatz der "finiten Elementen" im Fahrzeug-Maschinenbau, jedoch sind die zugrundeliegenden physikalischen Gleichungen hier von schwierigerer Natur.

Zweidimensionale Computerprogramme: Die meistens zylindersymmetrischen Resonatoren, die in sämtlichen Beschleunigern bei DESY Verwendung finden, können mit den Programmen URMEL und URMEL-T optimiert werden. Außer der erwünschten Wechselwirkung zwischen dem Resonator und dem Strahl, nämlich der Beschleunigung, tritt noch eine unerwünschte parasitäre Erregung von transienten Streufeldern auf. Diese können mit dem Programm TBCI berechnet werden. Die Stärke der vom Strahl erzeugten Streufelder beim Durchgang durch einen nicht angeregten Resonator kann ausreichen, um die gespeicherten Strahlen instabil werden zu lassen, und begrenzt hierdurch die Stromstärke und letztlich die Luminosität.

Die spezielle Betriebsart mit sehr vielen Bunchen im Elektronenring von HERA macht zusätzlich noch die Untersuchung von Quasi-Resonanzen in den Beschleuniger-Cavities notwendig. Hierzu wurde ein Programm entwickelt, das solche Anordnungen wie offene Antennen in der Radiotechnik analysiert (URMEL-I). Damit war es erstmals möglich, die kontinuierliche Impedanz eines offenen Resonators auch bei hohen Frequenzen zu berechnen.

Im Hinblick auf die Entwicklung sehr großer Linearbeschleuniger wurde die Familie der URMEL-Programme um ein Modul ergänzt, das speziell für Felder in sehr langen Resonatoren gedacht ist (periodische Strukturen), und das es ermöglicht, diese als Lösung einer einzelnen Periode darzustellen. Dadurch ist es möglich, Resonatoren mit einhundert und mehr einzelnen Zellen zu berechnen, was mit herkömmlichen Methoden die Kapazität heutiger Rechner bei weitem überschreiten würde.

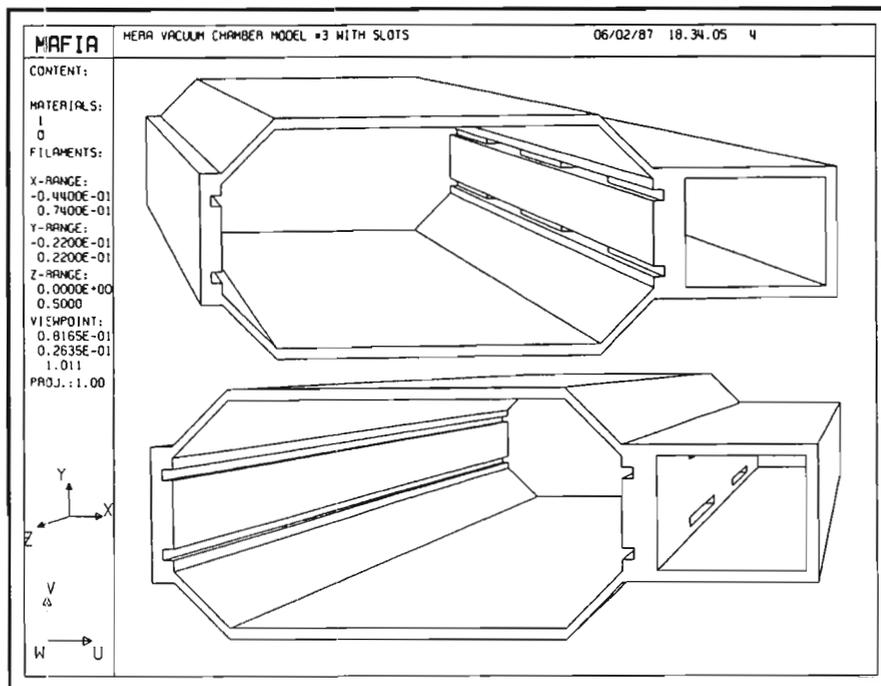


Abbildung 82: Modell einer Vakuumkammer des HERA-Elektronenringes. An den in den Schlitzen vertieften Pumplöchern werden transiente Störfelder angeregt.

– Dreidimensionalen elektrostatischen Feldern

Abb. 81 zeigt die 3D-Darstellung eines einfachen Beispiel-Resonators und die Feldverteilung in einem Querschnitt. Abb. 82 zeigt ein Modell einer HERA-Vakuumkammer mit Pumpschlitzen, an denen transiente Streufelder erzeugt werden. Die Version 2.0 des Programmpaketes wurde im Berichtsjahr um das Modul für magnetostatische Felder ergänzt. Die verschiedensten HERA-Kammerelemente wurden analysiert und den Ergebnissen folgend konstruiert. So wurden eine Reihe von Vakuumkammerprofilen optimiert, Pumpstutzen berechnet und Kickermagnete analysiert. Wegen der hohen Strahlströme in beiden HERA-Ringen muß jede neue Komponente vorweg auf ihre Strahlbeeinflussung hin untersucht werden.

Im folgenden Jahr wird weiter an Verbesserungen der Programme gearbeitet. Es wird an einer neuen Version eines allgemeinen Analyseprogramms gearbeitet, das die interaktive Darstellung beliebiger Felder und Berechnungen globaler Größen wie Kräfte erlaubt. Es wurde eine neue Benutzer-Programmschnittstelle entwickelt und getestet. Sie soll nach und nach auf alle Programmteile übertragen werden. Die allen Programmen zugrundeliegende Datenstruktur wird verbessert, um einen gemischten Betrieb verschiedener Rechner zu ermöglichen. So sollen Eingabe und Ergebnisanalyse auf dem lokalen DESY-

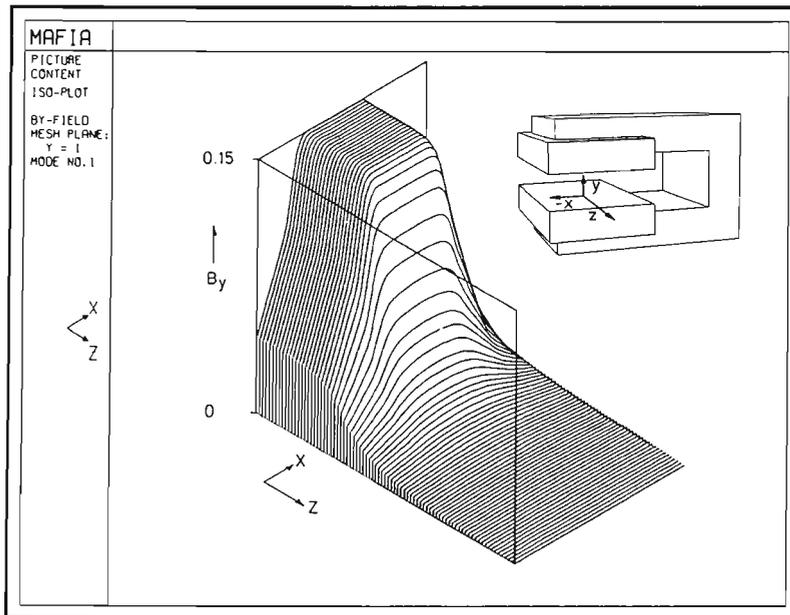


Abbildung 83: Berechnete dreidimensionale Verteilung der Ablenkmagnetstärke im Korrekturmagneten des HERA-Elektronenrings.

Rechner oder einem Mikrocomputer durchgeführt werden. Die rechenzeitintensiven Gleichungslöser sollen wahlweise auf der DESY-Rechenanlage oder an einem externen Rechenzentrum durchgeführt werden. Im Berichtsjahr wurde intensiv von einem extern angemieteten IBM-Rechner und von dem neu eingerichteten Hochleistungsrechenzentrum an der Kernforschungsanlage Jülich Gebrauch gemacht.

Zur Berechnung dreidimensionaler Magnetfelder wurde bis zur Fertigstellung der DESY-Software das kommerzielle Programm PROFIL verwendet. Die HERA-Magnete des Elektronen-Moduls und einige Sondermagnete wurden zwei- und dreidimensional berechnet und mittels des Programms optimiert. Abb. 83 zeigt die berechnete Feldverteilung im Korrekturmagneten des HERA-Elektronenringes.

Benutzung von Rechnerprogrammen außerhalb DESY's: Sämtliche Programme wurden auswärtigen Instituten kostenlos zur Verfügung gestellt, sofern es sich um reine Forschungsinstitute handelte. Etwa 70 Installationen in den großen Beschleunigerinstituten in Japan, Europa und den USA, aber auch in vielen Universitäten und Instituten anderer Forschungsrichtungen sind zur Zeit registriert.

Im Berichtsjahr wurden drei weitere Lizenzverträge an die inländische Elektroindustrie sowie eine Lizenz nach Japan vergeben. Weitere Verhandlungen sind noch im Gange. Die Programme werden industriell unter anderem zur Berechnung von Feldern in Kernspintomographen der medizinischen Technik, in

der integrierten Filtertechnik der Nachrichtenübermittlung und beim Bau von Kompaktsynchrotronlichtquellen, die zur Herstellung integrierter Schaltungen eingesetzt werden, genutzt.

Um den Benutzern in den USA den Zugang zu den Programmen zu erleichtern, sind diese in dem zentralen Rechenzentrum NMFE (National Magnetic Fusion Energy) installiert. Zu diesem Zentrum, das über vier CRAY-Computer verfügt, haben nahezu alle Universitäten Zugang. Über die DATEX-P-Verbindung hat auch DESY Zugriff auf diese Rechner.

In zunehmendem Maße werden auch auswärtige Benutzer betreut, die Probleme bei der Anwendung dieser Programme haben.

Technische Gruppen

Überblick

Das Jahr 1987 nimmt in der Geschichte von DESY seit Aufnahme des Strahlbetriebes mit dem Synchrotron im Jahr 1964 insofern eine Sonderstellung ein, als nur 2000 Stunden Betrieb für die Forschung stattfanden, in diesem Fall mit DORIS II für HASYLAB. Die Gründe — Personalknappheit wegen des Baues von HERA, Umbau von PETRA für HERA, Arbeiten im Synchrotrontunnel für DESY III — wurden an anderer Stelle dieses Berichtes bereits erläutert.

Die technischen Gruppen waren mithin vom Schichtbetrieb wie auch von der technischen Unterstützung des durchlaufenden Beschleunigerbetriebes weitgehend entlastet. Entsprechend konnten fast alle Kräfte auf das HERA-Projekt konzentriert werden, wobei die Gruppen des M-Bereiches sich überwiegend mit dem Bau und den ersten Erprobungen für den Elektronenring befaßten. Ausgenommen davon sind vor allem die Gruppe MEA (Aufbau von Beschleunigern und Experimenten) und die Energieversorgungsgruppe MKK, die gleichermaßen auch die Arbeiten für den Protonenring und die Experimente ZEUS und H1 unterstützten. Die Aktivitäten für HERA sind im HERA-Teil dieses Jahresberichtes im Zusammenhang beschrieben. Deshalb werden nachfolgend nur kurze Hinweise auf die Schwerpunkte der Beiträge der M-Gruppen zum Fortschritt des Projektes gegeben.

Injektion/Ejektion - MIN -

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

Für den durchlaufenden Beschleunigerbetrieb stellt die Gruppe Personal im Teilschichtdienst.

Im Berichtsjahr befaßten sich die Mitarbeiter der Gruppe MIN u.a. mit folgenden Aufgaben:

DESY II: Hier waren vertikale Korrektur-Beam-Bumps für die Ejektion von Elektronen und Positronen im Bau. Je zwei Pulser arbeiten dabei in unterschiedlichen Zyklen auf einen Magneten, so daß für die Ejektion nur zwei Magnete erforderlich sind.

Die notwendige, vertikale Ablenkung in den Transportwegen nach PETRA wird mit vier zusammengestellten Korrekturmagneten vom HERA-Transportweg-Typ gemacht. Hier wurden spezielle Polschuhe entwickelt, die ihnen ein homogenes Magnetfeld verleihen, das dem Feld in den normalen Ablenkmagneten vergleichbar ist.

DESY III: Ähnlich wie bei DESY II sind hier bis Ende des Jahres für die vertikale Korrektur der Protonen-Ejektion zwei getrennt steuerbare gepulste Korrekturmagnete in der Planung. Außerdem ist für die horizontale Korrektur ein Jochwindungs-Beam-Bump im Bau.

Für die Korrekturmagnete in DESY III wurde ein besonders leichter und platzsparender Typ von vertikal und horizontal ablenkenden Magneten gebaut.

Ein Anregungskicker ist für DESY III bis auf den Test fertig geworden. Ebenso sind die beiden Ejektionskicker fertiggestellt und getestet worden.

Die Konstruktion des DESY III-Ejektionsseptums wurde 1987 abgeschlossen.

PETRA II: Zwei (Streifen-)Kicker für die Protonen-Injektion in PETRA wurden konstruiert.

Die Konstruktion des Protonen-Injektions-Septums wurde 1987 abgeschlossen. Es wird, wie die für die Protonen-Injektion in HERA vorgesehenen Septa, erstmals mit Keramik isoliert, um eine im Vergleich zur Kapton-Folie bessere Beständigkeit gegen Radioaktivität zu erreichen. Langzeiterfahrungen mit dieser Technik liegen allerdings noch nicht vor (mehrlagige Kapton-Folien dämpfen den beim Pulsen schlagenden Leiter besser als eine keramische Unterlage).

Die drei Elektronen-Ejektions-Kicker sind in den PETRA-Ring eingebaut worden und laufen ausgezeichnet. Das gleiche gilt für die beiden Ejektions-Septa.

Der Kicker und die drei Septa, die für die Ejektion sowohl der Positronen als auch der Protonen notwendig sind, wurden im Frühjahr getestet, eingebaut und sind ebenfalls gut gelaufen.

Transportwege PETRA-HERA: Feldmessungen an den Transportwegdipolen und -quadrupolen haben gezeigt, daß die Entwurfsdaten eingehalten wurden. Nur die Steifigkeit der Protonen-Dipole ließ zu wünschen übrig; eine mechanische Nachbesserung ist nötig.

Im Jahre 1987 wurden die Transportwege zwischen PETRA und HERA vollständig aufgebaut und in Betrieb genommen.

HERA: Die Elemente für die HERA-Elektronen-Injektion, drei von vier Kickermagneten (Streifen) und zwei Septummagnete sind fertiggestellt und im Oktober im HERA-Ring eingebaut worden. Es sind nur noch kleine

Aufstellungskorrekturen an den Septa vorzunehmen. Die Injektion von Elektronen in HERA ist Anfang November erfolgreich durchgeführt worden.

Die drei Protonen-Injektions-Septa für HERA sind entworfen, die Konstruktion angefangen worden. Das gleiche gilt für die Kicker. Der Positronen-Protonen-Separatormagnet, der aus zwei DESY II-Magneten besteht, deren Kühlkreise von vier auf acht erhöht worden waren, wurde getestet und ist einbaubereit.

LINAC I: Die Linsen und Fokusspulen im Injektionssystem des Linacs erhielten neue Netzgeräte.

Der nicht mehr benötigte Transportweg LINAC I-DESY I wurde abgebaut.

Ein neues, längeres Plattensystem (38 cm) zur Einzelbunch-Erzeugung, mit neuer Keramikdurchführung und neuem 62.5MHz-Resonator höherer Güte, wurde in den Transportweg nach DESY II eingebaut. Der dazugehörige Verstärker wurde um eine Endstufe mit einer Puls-Ausgangsleistung von 10 kW aufgestockt.

LINAC II: Kritische Teile des Wechselstromnetzes für LINAC II wurden auf 0.1% stabilisiert.

Die Strahlwege vom LINAC II wurden an DESY II angeschlossen.

Der Linac-Abschnitt Nr. 1 wurde wieder mit einem kompletten Solenoid-Satz ausgestattet.

Die Stabilität des HF-Leistungssystems von LINAC II wurde überprüft.

LINAC III: Mehrere Mitarbeiter von MIN beteiligen sich voll oder in Teilzeit an den Arbeiten für den zum HERA-Projekt gehörenden neuen H⁻-LINAC III.

Von der Gruppe MIN betreute HERA-“Meilensteine” des Jahres 1987:

Am 1. April und den folgenden Tagen sind Positronen-Einzelbunche bei 7 GeV und mit 6.25 Hz nach HERA geschossen worden. Später wurden die Teilchen in PETRA akkumuliert, auf 11 GeV beschleunigt und nach HERA transferiert. Ein Optiktest verlief zur vollen Zufriedenheit. Die Transmission war 100%, die Anzahl der Teilchen in einem solchen Bunch betrug $2 \cdot 10^9$.

Am 1. Juli wurden Elektronen bei 7 GeV über den neu aufgebauten Transportweg in den HERA-Tunnel gebracht. Auf allen 14 Schirmmonitoren war der Strahl einwandfrei, allerdings gab es gewisse Intensitätsverluste in der Gegend des Durchbruches vom Injektionskanal in den HERA-Tunnel.

Anfang November wurden dann Elektronenbunche bei 7 GeV nach HERA gebracht und dort mit Hilfe zweier Septum- und dreier Kicker Magnete eingeschossen und im HERA-Ring 130 m transportiert. Das Ende lag bei 416 m Abstand von der HERA-Halle-West. Hier wurde die Intensität im Bunch mit einem Strommonitor zu $8 \cdot 10^8$ gemessen; der Strahl endete hier an einer Bleimauer. Bei einer zweiten Messung wurden 35 Bunche in PETRA gefüllt und im Abstand von 192 nsec mit Hilfe der Injektionskicker einzeln auf Knopfdruck bis

nach HERA geschossen, ohne daß die jeweils in PETRA verbleibenden Bunche an Intensität verloren haben. Solche "Pilotbunche", wie sie besonders für den Protonenbetrieb wichtig werden, lassen sich mit Fernsehmonitoren gut beobachten. Sie geben einen Hinweis auf den Zustand aller Transferelemente.

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 Hamburgischen 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. 1350 Korrekturmagnete mit hochgenauer Stromregelung)
- Die 80kV-Hochspannungs-Gleichstromversorgung für die Hochfrequenzsender
- Die Wasserkühlung für ca. 2400 Magnete und die Hochfrequenzsender und Hochfrequenz-Beschleunigungsstrecken mit den zugehörigen Primärsystemen (Kühltürme, Kaltwassererzeuger, Tiefbrunnen, Versickerungssysteme und Schluckbrunnen, Enteisung 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.

*Energieversorgung
- MKK -*

Überblick: Die Tätigkeit der Gruppe MKK war im Berichtsjahr mehr als je zuvor auf das HERA-Projekt ausgerichtet. Das war dadurch möglich, daß ein durchlaufender Beschleunigerbetrieb mit DESY II und DORIS II nur während etwa 2000 h gefordert war, und daß Wartungs- und Entwicklungsarbeiten an den nicht unmittelbar zu HERA gehörenden Anlagen rigoros eingeschränkt wurden, mit Ausnahme des DESY II-Komplexes.

Für DESY II wurde die Magnetstromversorgung vollständig in Betrieb genommen. Lediglich an der Dipolstromversorgung sind noch Nachbesserungen zur Erhöhung der Genauigkeit erforderlich. Hier zeigt sich, daß auch bei betriebsfertig von der Industrie gelieferten Teilanlagen die vollen Zielvorgaben nur dann erreicht werden können, wenn eigene, gut eingearbeitete Mitarbeiter und ausreichend Zeit zur Verfügung stehen, zumal dann, wenn die neuen Anlagen mit vorhandenen oder anderweitig beschafften technisch zusammenhängen.

Der **Injektionsweg von DESY II nach PETRA**, **PETRA** selbst mit all seinen Änderungen und die neu aufgebaute **Verbindung von PETRA nach HERA** wurden erfolgreich erprobt. Im November 1987 wurden auch noch die Stromversorgungen für ein Stück des **HERA-Bogens W-N** in Betrieb genommen. Hier gab es Probleme, die für den Gesamttring und auf 35 GeV dimensionierten Geräte genügend weit herunterzusteuern.

Für LINAC III wurden die Wasser- und die Luftversorgung fertiggestellt; die für die Strahlführung erforderlichen Netzgeräte wurden aufgebaut und angeschlossen. Mit der Inbetriebnahme wurde begonnen.

Für die Magnete von **DESY III** wurden die Wasserversorgung ganz und die Verkabelung nahezu fertiggestellt. Die fünf Stromversorgungen mit ihren hohen Anforderungen an den Gleichlauf während des Pulsanstieges und beim Scheitelwert wurden bestellt. Die vier Quadrupol-Stromversorgungen werden als Gleichstromsteller mit Pulsbreitenmodulation bei einer Schaltfrequenz von 3 kHz ausgeführt. Die Dipol-Stromversorgung ist komplizierter aufgebaut. Sie besteht aus der Reihenschaltung einer über Drehstromsteller gespeisten 6-pulsigen Brücke für den Injektionsbetrieb und einer gesteuerten 12-Pulsschaltung mit schaltbaren Freilaufdioden für den Hochlauf. Die Sollwertvorgabe und der Istwertvergleich werden wie bei den DESY II-Stromversorgungen in Zusammenarbeit mit der Gruppe "Spezielle Zählerelektronik" digital erfolgen. Von MKK wurden grundsätzliche Untersuchungen zum Regel- und Gleichlaufverhalten durchgeführt. Mit Hilfe von Gleichstromwandlern sollen der Dipolstrom von DESY III und der bei der Injektion im Hauptstromkreis von PETRA herrschende Strom direkt verglichen werden.

Die **Strahlführung von DESY III nach PETRA** wurde ergänzt und an die Protonen-Bedingungen angepaßt. In PETRA wurde für den Protonen-Bypass im Süden der Umbau geplant und vorbereitet. Die für den **Bypass** und für den Betrieb von **PETRA bis 40 GeV** erforderlichen Stromversorgungen sind im Haus. Sie müssen im Laufe des Jahres 1988 angeschlossen und in Betrieb genommen werden.

HERA-Drehstromversorgung: Die HERA-Hallen Süd, West und Nord wurden 10kV-seitig über die langen Kabeltrassen durch den Altonaer Volkspark an das DESY-Netz angeschlossen. Auch die Kabelverlegung zur Halle Ost wurde trotz des rauen Baustellenbetriebs noch 1987 abgeschlossen. Die Aufstellung und Inbetriebnahme der 10kV-Schaltanlage und der Transformatoren kann dann nach Baufortschritt erfolgen.

Fast alle Niederspannungs-Schaltanlagen (bis auf die für die Experimente) und alle Transformatoren wurden bestellt, zum größten Teil geliefert und soweit möglich auch aufgestellt. Bei HERA werden Großverbraucher, wie Pumpen, Kaltwassersätze, Stromrichtergeräte, an 660 V angeschlossen; die allgemeine Hausversorgung, die Experimente und die Teilklimaanlagen arbeiten mit den üblichen 380 V.

Der Notstrombedarf für die vier HERA-Hallen wurde ermittelt und das zugehörige Verteilungssystem ausgearbeitet. Drei Aggregate zu je 375 kVA und ein Aggregat zu 475 kVA für die Halle West wurden ausgeschrieben.

HERA-Wasserkühlung: Die Haupt-Ringwasserleitung von Halle Süd über West bis Nord ist fertiggestellt, der Abschnitt N-O ist im Bau. Auch die Montage der zugehörigen Verteilerleitungen ist dementsprechend fortgeschritten.

Die Haupt-Pumpstation in Halle West ist im Aufbau. Drei der erforderlichen sechs Wärmetauscher zur Rückkühlung sind aufgestellt, der Rest ist bestellt. Die zweiundzwanzig Verdunstungskühler sind ebenfalls aufgestellt, die zugehörigen Leitungen und Armaturen verlegt.

Die Wasserkühlanlagen in Halle Süd sind weitgehend fertig. Die Sender und die Cavities in Süd rechts sind angeschlossen. Im Westen sind die Rohrleitungen in den vertikalen Schächten und die zu den Boosterpumpen gehörenden Leitungen ebenfalls fertig. In Halle Nord wurde mit dem Aufbau der Kühlanlagen angefangen, in Halle Ost ist die Planung im Gang, der Aufbau wird entsprechend dem Baufortschritt weitergehen.

Zur Versorgung der Teilklimaanlagen und der Experimente mit Kaltwasser 6/13 °C wurden insgesamt zehn Kaltwassersätze mit Kaltwasserleistungen von 1250 kW für Halle Süd und jeweils 1000 kW für die anderen Hallen ausgeschrieben und bestellt. Auch die Montage der zugehörigen Leitungen mit ihrer Isolierung kann Anfang 1988 beginnen.

Während die Schaltanlagen zum Anschluß all dieser Geräte teils ausgeschrieben, teils in Arbeit, teils bereits geliefert sind, sind die für den **Betrieb** der Geräte erforderlichen Steuerungen und Interlockkreise noch im Planungsstadium. Bei der Auslegung der Steuerungen sind neben den Anlauf- und Abschaltbedingungen zahlreiche weitere Randbedingungen zu berücksichtigen, z.B. die Mehrfachnutzung des Wassers in den Experimentierhallen durch Reihenschaltung von Verbrauchern, die Berücksichtigung von besonders druckempfindlichen Verbrauchern wie den Cavities, der Netzausfall in einer Halle oder im Gesamtnetz sowie die Benutzung der Haupt-Ringleitung für Feuerlöschzwecke.

HERA-Lüftung, Kühlung, Heizung: Die Teilklimaanlagen für den Betrieb der Hallen Süd und West wurden fertiggestellt, ebenso die für alle vier Ringabschnitte. Soweit nötig, wurden die Anlagen provisorisch in Betrieb genommen. Die Anlagen in Halle Nord werden bis Ende Januar 1988 montiert. Die Brandschutzklappen für alle Anlagen wurden bestellt.

Umfangreiche Überlegungen, Messungen und Rechnungen wurden zum Thema Entfeuchtung der Tunnelluft durchgeführt. Die Forderung nach einer relativen Feuchte von $\leq 40\%$ im Tunnel auch bei Maschinenstillstand — d.h. ohne Verlustwärme — führt bei der Entfeuchtung über Verdunstungskühler zu Taupunkttemperaturen unter 0°C. Die Ausschreibung der Lufttrocknungsanlagen erfolgte daher auf der Basis von Sorptionstrocknern in Kombination mit Vorkühlern. Die Anlagen können nur jeweils einen Teil des Luftstromes aufnehmen, sie müssen daher im Bypass arbeiten. Neben der Trocknung der zugeführten Frischluft müssen sie auch noch 20 kg/h Wasser pro Ringquadrant z.B. aus Lecks aufnehmen können.

Bei der Auslegung spielt die Frage der Tunneltemperatur eine wichtige Rolle. Diese ergibt sich aus den pro Meter Tunnelänge entstehenden Verlusten der Wärmeabgabe ins Erdreich — unterschiedlich je nach Lage des Tunnels im

geringfügig fließenden Grundwasser oder im feuchten Sand — und aus der Temperatur der relativ großflächigen Hauptring-Wasserleitungen sowie der Dipole. Nach Auswertung von ersten Messungen im nun rundum zugänglichen Ring wurden die schon früher durchgeführten Rechnungen ergänzt. In dem im feuchten Sand liegenden Tunnelabschnitt (ohne Zwischenkühlung) steigt die Temperatur mit zunehmender Betriebsdauer an. In einem im Grundwasser liegenden Tunnelteil sind die Temperaturen natürlich niedriger. Der Temperaturverlauf des anderen Betriebs-Extrems — Wartungszeit, kaum Wärmequellen im Ring, Tunnelabschnitt im Grundwasser — bestimmt die Auslegung der zur Entfeuchtung notwendigen Geräte.

HERA-Magnetstromversorgungen mit der zugehörigen Infrastruktur: Die Stromversorgungen für beide Maschinen mit dem für den Betrieb erforderlichen Zubehör wurden vollständig bestellt. Die für die Hauptstromkreise vorgesehenen Geräte sind betriebsfertig. Sie wurden am 1.11.1987 erprobt. Die für die e^- -Maschine benötigten Geräte zur Versorgung von Quadrupolen sind im Hause. Mit der Aufstellung der Muttergeräte und der Elektronikschränke ist in Halle West begonnen worden. Bis zur Jahresmitte 1988 werden auch die 640 Geräte für die e^- -Dipolkorrekturen (3.5 A, 120 V), die 64 Geräte für die Sextupolfamilien (50 A, 360 V) und die zur Polaritätsumkehr und Messung erforderlichen Einschübe geliefert. Auch Steuer- und Regeleinschübe, Digital-Analog-Wandler, Gleichstromwandler und speicherprogrammierte Steuerungen sind weitgehend vorhanden. Die zur Erdung vorgesehenen Schaltergerüste und Steuerungen sind im Bau.

Die Kabel zur Verbindung der Geräte mit den Magneten wurden in den Hallen West und Nord verlegt.

Die Senderstromversorgungen für die Halle Süd wurden fertig aufgebaut und über die 85kV-Gleichspannungskabel von der PETRA-Halle O aus eingeschaltet. Wegen des noch fehlenden Klystron-Kühlwassers konnten Betriebs-erfahrungen bisher nur mit den Klystron-Modulatoren als Last gesammelt werden.

Wärmeerzeugung: Der kleine Kessel (2,5 MW) der Heizzentrale wurde reaktiviert. Aus Umweltschutzgründen wurde er ausschließlich für den Betrieb mit Erdgas ausgerüstet. Das macht seinen Einsatz in Übergangszeiten besonders einfach. Im Heizungsbereich macht sich "der Zahn der Zeit" deutlich bemerkbar. Es mußten Erneuerungsarbeiten in erheblichem Umfang durchgeführt werden.

Wärmerückgewinnung: Nach Zusammenstellung und Überprüfung der Grunddaten für das DESY-Heizungssystem durch MKK wurde durch ein Ingenieurbüro eine Studie über die hydraulischen Verhältnisse im Heizungs-Hochdrucknetz bei Einspeisung einer Wärmepumpe zur Wärmerückgewinnung erarbeitet. Die verwendbare Verlustwärme entsteht an dem der Heizzentrale entgegengesetzten Ende der Hochdruck-Ringleitung, und es gibt verschiedene Mög-

lichkeiten der Verbindung der Wärmepumpe mit dem Heizungsnetz. Außerdem besteht die Aussicht, einen Teil der Kompressorabwärme ohne die Zwischenschaltung einer Wärmepumpe zu nutzen. 1988 muß die Aufgabe detailliert weiter bearbeitet werden, um zu Aussagen über die Wirtschaftlichkeit dieser Abwärmenutzung zu kommen.

Wasseraufbereitung: Auch die der Aufbereitung des selbst geförderten Wassers dienende Enteisungsanlage ist sowohl überholungs- als auch erneuerungsbedürftig. Es ist geplant, sie um ein zusätzliches Enteisungsfilter und eine mechanische Vorentsäuerung zu ergänzen. Der Betriebsablauf soll umgestellt werden, und bei dieser Gelegenheit soll die Anlage automatisiert werden.

Bypass HASYLAB: An den Planungsarbeiten für die Vorbereitung dieses Vorhabens war MKK beteiligt.

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 für die 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 und in den Strahlführungssystemen zwischen beiden
- Die Signal- und Steuerkabelnetze für die genannten Geräte und Anlagen

Die Gruppe ist am Schichtdienst im zentralen Beschleunigerkontrollraum beteiligt.

*Kontrollen und
Instrumentierung
- MKI -*

Dem Fortschritt des HERA Projektes entsprechend war die Gruppe im Berichtszeitraum mit der Entwicklung und Realisierung der Maschinenkontrolle und Instrumentierung für die verschiedenen Beschleuniger befaßt. Die Aufgaben lassen sich in sechs Sachbereiche gliedern. Der sachliche Umfang dieser Bereiche untereinander ist dabei etwa gleichwertig. Die personellen Aufwendungen in diesen Gebieten sind ebenfalls ähnlich.

Diese Sachbereiche sind:

Der Beschleunigerkontrollraum: Der Ausbau des Kontrollraumes wurde fortgesetzt mit dem Ziel, die für HERA erforderlichen Systeme dem Projektfortschritt entsprechend verfügbar zu machen.

Der Prozessrechnerpool: Der Rechnerpool wurde verlagert, um für die Erweiterung des Kontrollraumes Platz zu schaffen. Sechzehn Rechner vom Typ ND-110 wurden neu installiert und weitgehend in die vorhandene DESY-spezifische Hard- und Softwareumgebung integriert.

Das Datenübertragungssystem: Das speziell für die Beschleunigerkontrolle bei DESY entwickelte "SERial Data ACquisition System" SEDAC wurde mit neuen Qualitäten versehen und erheblich erweitert. Die Erweiterungen waren die Voraussetzung für den Anschluß der Beschleunigerkomponenten von HERA an das Kontrollsystem.

Die Maschineninstrumentierung: Das Arbeitsgebiet umfaßt die Anschlußelektronik der verschiedenen Maschinenkomponenten, wie Vakuum, Magnetstromversorgung, Hochfrequenz, Kühlsysteme u.s.w. Darüber hinaus fallen Einrichtungen, wie Sicherheitssysteme, Realzeit-Trigger, Hochfrequenzsynchronisation, Kommunikation u.s.w. ebenfalls in dieses Gebiet. Die Ausbaustadien dieser Bereiche entsprachen dem allgemeinen Projektstand.

Die Strahlinstrumentierung: Für die verschiedenen Beschleuniger, wie DESY II, HERA-Elektronenring, LINAC III oder DESY III, wurden die Entwicklungen und die Realisierung teilweise völlig neuartiger Strahlmeßgeräte fortgesetzt. Einige wesentliche Baugruppen der Strahlinstrumentierung konnten bei den Strahltests erfolgreich geprüft bzw. in Betrieb genommen werden.

Kabel und Installation: Die Beschaffung und Installation der Kontroll- und Steuerkabel wurde dem Projektstand entsprechend fortgesetzt. Es werden, so weit irgend möglich, nur noch schwerentflammbare und halogenfreie Qualitäten eingesetzt. Durch die Verwendung von Lichtleiterkabeln wird in größerem Umfang eine neuartige Technik eingesetzt.

Vakuum - MVA -

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
- 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.

Die Vakuumgruppe befaßte sich im Berichtsjahr nahezu ausschließlich mit den für den Elektronenring von HERA erforderlichen Vakuumsystemen, und hier insbesondere mit den Strahltransportsystemen zwischen PETRA und HERA

und den Vorbereitungen für die Serienproduktion der Standard-Vakuumkammern für die Bögen des Elektronenringes.

Die Edelstahl-Vakuumkammern für die Transportwege PETRA-HERA wurden rechtzeitig zu den geplanten Einschußterminen im April bzw. Juni fertiggestellt, wobei die Montage auf den "Gefällestrecken" (HERA liegt dort ca. 17 m tiefer als PETRA) unter ungewohnten Randbedingungen erfolgen mußte. Die Standard-Vakuumkammern für die Bögen des Elektronenringes werden nicht wie bei PETRA aus stranggepreßtem Aluminium sondern aus entsprechenden Kupferprofilen gefertigt. Der Grund dafür ist die bei HERA härtere Synchrotronstrahlung, die weder in die Tunnelluft eindringen noch Isoliermaterialien, z.B. von Magnetspulen und Kabeln, oder aber Wasserschläuche, Elektronik und dergleichen treffen darf (bei PETRA war die kritische Energie bei 20 GeV ca. 100 keV, bei HERA mit 35 GeV ist sie ca. 160 keV). Bei PETRA hatte die Aluminium-Vakuumkammer eine Wandstärke von 4 mm, die Bleiabschirmungsstärke war 3 bis 5 mm. Bei HERA kommt man dank der Verwendung von Kupfer für die Vakuumkammer wieder auf die gleichen Werte: 4 mm für die Vakuumkammer-Wandstärke und 5 mm für das Blei. Abb. 80 zeigt den Querschnitt der Standard-Vakuumkammer. Sie setzt sich aus drei durch Lötung miteinander verbundenen Profilen zusammen, nämlich der Strahlkammer, dem Pumpkanal und dem Kühlkanal. Im Pumpkanal sind die verteilten Getterpumpen untergebracht, für welche, wie bei PETRA, das Strahlführungs-Magnetfeld mit ausgenutzt wird. Die Wand zwischen Pumpkanal und Strahlkammern ist mit gefrästen Schlitzten von jeweils 2×100 mm versehen, die so ausgerichtet sind, daß die vom Strahl erzeugten elektromagnetischen Felder mit ihnen praktisch nicht wechselwirken können. Die Gesamtlänge einer Kammer beträgt 12 m. Die Lötung erfolgt in **einem** Durchgang bei 810°C in einem 15 m langen Vakuum/Schutzgas-Ofen.

Die technischen Probleme bei der Fertigung derartiger Kammern stellten die Möglichkeit der Vergabe an die Industrie in Frage; man entschied sich schließlich für die Fertigung bei DESY (Abb. 79). Auch hier erforderten u.a. Vorrichtungsbau und Vorversuche erheblich mehr Zeit als geplant. Von den 400 insgesamt benötigten Standardkammern konnten bis Ende 1987 nur 40 gefertigt werden.

Wegen des Personalmangels verzögerten sich auch die Arbeiten an den Vakuumkammern für die geraden Stücke des HERA-Elektronenringes. Die Kammern für die Spin-Rotatoren wurden zunächst aus dem mit Prioritäten versehenen Programm für die ersten Strahlversuche ausgeklammert. Für den Bereich unmittelbar beiderseits der Wechselwirkungspunkte wurden vorläufige Kammern aus Edelstahl vorgesehen; für den restlichen Bereich der geraden Stücke (d.h. den weitaus größten Anteil) wurden Kammern aus dem gleichen Kupferprofil wie bei den Standardkammern vorgesehen. Hier konnten im Berichtsjahr nur die Konstruktionsarbeiten weitergeführt und die Materialbeschaffung begonnen werden; der Fertigungsbeginn verschiebt sich auf 1988, wobei sich am Ende des Jahres 1987 abzeichnete, daß hier aus Termingründen die In-

dustrie mit eingeschaltet werden muß. Dabei stehen allerdings die inzwischen bei der hausinternen Standard-Kammerfertigung gewonnenen Erfahrungen mit zur Verfügung.

Im übrigen befaßte sich die Vakuumgruppe noch mit weiteren Details für das HERA-Programm (integrierte Ionengetterpumpen für die Vakuumkammern, konzentrierte Standard-Ionengetterpumpen, Turbopumpstände, Ionengetterpumpen-Netzgeräte, Schottventile mit Steuerungen hierfür, Lecksuchgeräte, Meßtechnik).

Das Vakuumsystem für den umgebauten PETRA-Ring wurde fertiggestellt; an den aus PETRA I verbleibenden Bogen-Vakuumstrecken war erheblicher Wartungsaufwand erforderlich.

Hochfrequenz- technik -MHF-

Zum Sachgebiet der Gruppe MHF gehören

- Die Hochfrequenzsender von DORIS II, DESY II, DESY III, PETRA e^- und HERA e^- mit einer Leistung von insgesamt rund 13 MW sowie einige Sender zur Durchführung von Versuchen bzw. Prüfungen
- Die Beschleunigungsstrecken mit ca. 130 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.

Übersicht: Im Berichtsjahr 1987 lag der Schwerpunkt aller Aktivitäten beim Aufbau von HERA. Die im Vorjahr für DESY II durchgeführten Arbeiten sind im wesentlichen abgeschlossen und haben einen stabilen Maschinenbetrieb ohne Ausfälle ergeben. Die Senderanlage wird jedoch noch weiter modernisiert. Im Abschnitt PETRA-Süd begannen der Umbau der HF-Strecke und der Bau des Protonen-Bypasses. Die Modernisierung der Anlage DORIS II wurde ebenfalls weiter vorangebracht.

Das 500MHz-HF-System für den HERA-Elektronenring: Das HF-System ist im Abschnitt Süd fast vollständig aufgebaut. Die Inbetriebnahme erfolgt voraussichtlich im Frühjahr 1988. Der Aufbau des Systems Nord wurde im Ring begonnen, soweit es der bauliche Zustand zuließ.

Der Einschalttermin für die fertiggestellte Senderanlage Süd hängt von der Verfügbarkeit der Kühlung ab. Hilfsbetriebe, Sender, Cavity-Kontrollen und Modulatoren sind getestet. Die Signal- und HF-Verkabelung von Sender und Ringabschnitt Süd-rechts wurden im Dezember fertiggestellt und geprüft. Die 75kV-Hochspannungsanlage lief zum gleichen Zeitpunkt zur Probe auf eine Last

von 1 M-Ohm. Hierbei wurde ein neues Rechnerkontrollsystem für die Sender erfolgreich betrieben.

DESY II: Das neue Beschleunigersystem mit acht siebenzelligen Cavities lief im Berichtszeitraum mit zwei Klystrons im 12.5Hz-Betrieb bei einer Spitzenleistung von max. 1 MW ohne jeden Ausfall. Die Entwicklung und der Einbau eines Leistungsmeßgerätes für mittlere und gepulste Leistung mit Rechneranschluß wurde durchgeführt, um die Anlage den gegenwärtigen Erfordernissen anzupassen.

DORIS II: Die im letzten Jahr im Quadranten I begonnene Modernisierung wurde weitergeführt. Sie umfaßte eine neue AM- und Phasenregelung, HF-Aufbereitung, Ansteuerung und Meßwerterfassung sowie eine neuartige Modulatorsteuerung über Lichtleiter.

Eine große Verbesserung der Gesamtstabilität des Systems bei höheren Strömen (100 mA) brachte der Einsatz von Dämpfungsantennen in den Resonatoren. Es kommen zwei verschiedene Typen zum Einsatz, die in die zehn fünfzelligen Cavities eingebaut wurden, um die dort vom Strahl angeregten Störresonanzen ("higher order modes") kapazitiv bzw. induktiv zu bedämpfen. Sie enthalten Sperrpässe für den Grundmodus und leiten die übrige aufgenommene Energie in 1kW-Absorber. Dieses neue Dämpfungssystem ist wassergekühlt und in das Vakuum- und Senderinterlock eingeschleift.

Der räumlich zum DORIS-System gehörende Sender Q1R, der das supraleitende Cavity in PETRA-NO versorgt, wurde für den möglichen Impulsbetrieb mit einer neuen AM-Regelung ausgerüstet. Der Sender lief erfolgreich für den Test supraleitender Beschleunigungsstrecken in PETRA.

Neben diesen Arbeiten wird bei MHF an **weiteren technischen Entwicklungen** gearbeitet, u.a. an einem 500MHz-Phasenmeßgerät mit hoher Auflösung (für den Beschleunigerbetrieb) und an einem eigenen 500MHz-Transistorverstärkerkonzept für 80 W/20 dB, um von teuren Industrieräten unabhängig zu werden. Auf diese Weise sollen Reparaturzeiten und Kosten verringert werden. An HF-Koppelfenstern und Hochleistungsabsorbern wurden ebenfalls Verbesserungen durchgeführt und neue Konzepte erprobt. Voraussetzend wird MHF die bei den fünfzelligen DORIS-Cavities neu eingesetzten Mode-Koppler auch an siebenzelligen Cavities testen. Hierzu ist ein erheblicher Kleinsignalmeßaufwand nötig, bevor die Cavities unter Leistung im Beschleuniger eingesetzt werden können.

Über das Programm zur Entwicklung supraleitender Resonatoren wird im Abschnitt "Neue Beschleunigertechniken" berichtet.

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,

*Aufbau von Beschleunigern und Experimenten
- MEA -*

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.

Übersicht: mit Ausnahme einiger Arbeiten für DESY II, DORIS und PETRA (die mittelbar aber auch mit HERA im Zusammenhang stehen) hat sich die Arbeitsgruppe im Berichtsjahr mit nahezu ihrer vollen Kapazität unmittelbar mit HERA befaßt. Zur Bewältigung dieser Aufgaben mußte die Gruppe durch Zeitarbeitskräfte erheblich verstärkt werden; hinzu kamen die Beiträge von Gastwissenschaftlern, vor allem aus der VR China.

HERA: Aus der großen Menge der Einzelarbeiten, welche entweder von der Gruppe selbst oder von Firmen unter der Regie von MEA ausgeführt wurden, können nur die wichtigsten in Stichworten aufgeführt werden. Es soll dabei zur Erleichterung der Übersicht eine Zuordnung zu den verschiedenen, von MEA betreuten Sachgebieten getroffen werden:

- Magnetbeschaffung/Magnetbau
- Magnetmessung
- Beschaffung von Montagehilfsmitteln
- Durchführung von Montagen
- Abschirmung gegen Strahlung
- Sicherheitseinrichtungen
- Betreuung der HERA-Experimente
- Geodätische Vermessung

Die Gruppe MEA hat an der **Beschaffung** fast aller "warmen" Magnete von HERA mitgewirkt, von den Aufträgen für die Bleche über die Jochkörper und Spulen bis hin zu den kompletten Magneten. Zusammen mit der Arbeitsvorbereitung der technischen Dienste bei DESY wurden die zumeist mehrstufigen Fertigungsprozesse bei den beteiligten Firmen bezüglich der Qualität und der Termine überwacht und koordiniert. Für den **Magnetbau** war der Zusammenbau der Module für die Bögen des Elektronenringes der größte gruppeneigene Beitrag; Magnete für die Einschußwege PETRA-HERA und die Umrüstung der DESY I-Magnete für den Einsatz bei DESY III kommen hinzu.

Die **Messung** der Qualität der magnetischen Felder aller normalleitenden Ablenkermagnete und Linsen (Prototypen und Serien) erfolgte ausschließlich im Magnetprüffeld von MEA; im Berichtsjahr wurden die Messungen für den

größten Teil der Magnete bereits durchgeführt, in Einklang mit den Montage- und Inbetriebsetzungsterminen für 1987/88.

Als **Montagehilfsmittel** wurden u.a. weitere Spezialfahrzeuge für den HERA-Tunnel, wie auch Luftkissen-Transportsysteme für die Maschinenfundamente und die schweren Detektorteile in den Hallen Nord und Süd beschafft, dazu eine größere Anzahl diverser Anschlagvorrichtungen ("Traversen") für die Kräne.

Die **Montagen** im HERA-Tunnel, in den Transportwegen und in den Experimentierhallen wurden in voller Verantwortung von MEA durchgeführt bzw. gesteuert. Die logistischen Probleme aufgrund der Vielzahl von einzubauenden Komponenten unter Einsatz vieler Fremdfirmen auf engem Raum mit sehr begrenzten Transportmitteln und den daraus resultierenden wechselseitigen Abhängigkeiten waren erheblich und erforderten ständig eine sehr flexible Planung. Die Transferkanäle PETRA-HERA mit ihrem teilweise sehr starken Gefälle (16°) stellten besondere Anforderungen nicht nur an die Vermessung, sondern auch an die Durchführung der Montagen.

Die **geodätische Vermessung** für HERA hatte die Schwerpunkte:

- Bauvermessung HERA: Kontrollmessungen für Vortriebspolygon und Tunnelachse
- Beschleuniger HERA: Angabe Magnetsockel, Markieren der Strahlachsen, 1. Justierung der Module im 2. Quadranten mit Kontrollvermessung
- Verbindungskanäle: Positionierung der Magnetgestelle und Justierung in den Kanälen
- DESY III: Absteckung auf Ringträger, Vermessung und 1. Justierung der Magnete
- LINAC III: Vermessung des LINAC-Tanks, Absteckung und Justierung des Einschußweges

DESY-DORIS-PETRA: Das neue 8GeV-Elektronen-Synchrotron DESY II liefert drei γ -Strahlen für Testzwecke, welche — doppelt konvertiert — in drei Gebiete (21, 22, 24) der alten DESY-Experimentierhalle II geführt werden. Die Gruppe MEA besorgte den Aufbau und die Ausrüstung dieser Gebiete, einschließlich der Strahlführungen vom Synchrotron dorthin.

Veränderungen am alten PETRA I-Hochenergiephysik-Ring zwecks Umgestaltung zum HERA-Elektronen/Protonen-Einschußbeschleuniger PETRA II wurden ebenfalls maßgeblich von MEA durchgeführt: Ausbau der Detektoren MARK J, JADE, TASSO und CELLO, wobei MARK J und TASSO anschließend auch endgültig zu demontieren waren, Ausbau der HF-Strecken W, N und O, Umbau der Magnetstrukturen in den vier ehemaligen Elektron-Positron-Wechselwirkungszonen, Neubau der Abschirmungen in allen PETRA-Hallen,

Montagen im Bereich der Ejektionen PETRA-HERA und Demontagen/Montagen im Bereich des künftigen Protonen-Bypasses zur HF-Strecke PETRA-S. Für die genannten Umbauten an PETRA waren ebenfalls geodätische Vermessungen erforderlich.

Für DORIS II besorgte MEA den Ausbau des Crystal Ball-Experimentes, einschließlich der Vorbereitung zum Rückversand in die USA, und den dadurch notwendigen Umbau dieser Wechselwirkungszone.

*Beschleunigerplanung
- MPL -*

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.

Die Gruppe MPL war im Berichtsjahr ausschließlich für HERA tätig.

Die Planungs- und Betreuungsarbeiten für die HERA-Bauten in Abstimmung und Zusammenarbeit mit den beteiligten hamburgischen Behörden, dem bauleitenden Ingenieurbüro und anderen DESY-Gruppen (insbesondere der Baugruppe) wurden im Berichtsjahr weitergeführt (Schwerpunkt: oberirdische Gebäude, Außengelände). Der insgesamt erreichte Baustand ist im HERA-Teil dieses Berichtes beschrieben.

Für die Maschineninstallation in den an DESY übergebenen Quadranten S-W, W-N, N-O wurde die Ringgeometrie ergänzt und verfeinert. Besondere Untersuchungen benötigten die Injektions- und Rotatorbereiche, wo die Verschachtelung von Elektronen- und Protonenring eine größere Anzahl von Sonderstützen erforderlich machte. Ähnliches gilt auch für die geraden Stücke sowie für die Übergangsbereiche zu den Bögen. Die Sonderstützen sowohl für die Elektronenring-Magnete als auch für die warmen und kalten Protonenring-Magnete wurden konstruiert und sind in den Quadranten S-W und W-N zum größten Teil aufgestellt. Die in den Bögen stehenden Normstützen wurden durchkonstruiert.

An der Beschaffung von Magneten für beide HERA-Speicherringe, einschließlich der laufenden technischen Kontakte mit den Herstellerfirmen, wie auch an deren Prüfung haben Mitarbeiter von MPL an verantwortlicher Stelle mitgewirkt; bezüglich des erreichten Sachstandes wird auf den HERA-Teil dieses Berichtes verwiesen.

Für das Projekt der **HERA-Spinrotatoren** wurden folgende Arbeiten durchgeführt:

- Technische Abwicklung des Magnetauftrages, d.h. Erstellung der Fertigungsunterlagen, Bau diverser Prototypen, Überwachung der Serienfertigung. Bis Ende 1987 wurden an DESY 35 von insgesamt 56 Magneten

ausgeliefert; davon wurden 28 magnetisch vermessen und hinsichtlich der Reihenschaltung an die Hauptmagnete angepaßt.

- Für die Magnetaufstellung mit Simultanjustierung erfolgte die Konstruktion der Gestelle inklusive Antrieb, sowie die Ausschreibung und Fertigungsvergabe dieser Einheiten.
- Das Vakuumsystem für das 90 m lange gerade Rotatorstück im HERA-Tunnel jeweils rechts und links vom Wechselwirkungspunkt wurde technisch ausgelegt und im Detail konstruiert.

Strahlenschutz

Überwachung

Im Berichtsjahr lagen zwei Betriebsperioden für das Synchrotronstrahlungslabor HASYLAB und zwei Einschußversuche mit Positronen und Elektronen in den HERA-Tunnel. Es wurde nachgewiesen, daß die Strahlungsdosen in den zugänglichen Bereichen hierbei, wie erwartet, sehr klein und vergleichbar mit der natürlichen Strahlungsbelastung waren. Die Personendosen, die in der übrigen Zeit bei der Montage des neuen Elektronen-Synchrotrons DESY II und der Demontage des alten Synchrotrons DESY I registriert wurden, waren ebenfalls gering; alle Jahresdosen lagen unter 0.5 mSv.

Rechnungen

Die Rechnungen zur Strahlenbelastung von Beschleunigerteilen durch Synchrotronstrahlung im HERA-Tunnel wurden fortgesetzt. Die endgültige Geometrie der Magnete wurde in das Monte-Carlo-Programm EGS eingegeben, und es wurden spezielle Probleme untersucht, z.B. die Wärmebelastung an den supraleitenden Magneten. Mit dem gleichen Programm wurden Quellterme und Dosis-Absorptionskoeffizienten für elektromagnetische Streustrahlung berechnet, die durch Elektronen an dicken Targets erzeugt wird. Es konnte gute Übereinstimmung mit experimentellen Daten festgestellt werden, die früher an einem 5 GeV-Strahl gemessen wurden. Mit einem analytischen Programm wurden die Dosen von Myonen hinter den gebräuchlichsten Abschirmmaterialien im Energiebereich 1 bis 50 GeV berechnet.

Die Messungen über die Abschwächung der Photonen-Dosis in Zugangslabyrinthen konnten abgeschlossen werden, die Ergebnisse lassen sich durch sehr einfache Formeln beschreiben, die bei der Dimensionierung von Beschleunigerabschirmungen nützlich sind. Für zahlreiche Details an den Abschirmungen für die HERA-Detektoren ZEUS und H1 wurden weitere Überlegungen angestellt.

Apparative Entwicklungen

Bei dem zukünftigen Beschleunigerbetrieb mit Protonen werden in zugänglichen Bereichen Neutronen-Dosen eine größere Rolle spielen als bisher, was durch neue technische Entwicklungen bei den Nachweisgeräten zu berücksichtigen ist. Für die ortsfeste Meßanlage werden Neutronen-Detektoren mit integrierter Elektronik bereits getestet. Eine Meßanlage zur Messung der Dosis von Neutronen mit Energien oberhalb von 20 MeV durch die Aktivierung eines Plastiksintillators wurde fertiggestellt. Eine andere bekannte dosimetrische Methode, die Messung von Spuren in geätzten Plastikfolien, befindet sich in einer für diese Zwecke geeigneten Ausführung in der Entwicklung.

Bereich Zentrale Datenverarbeitung, Entwicklung und Betrieb

Inhalt

Übersicht	207
Datenverarbeitung	209
Technische Entwicklungen und Dienste	221

Übersicht

Durch den lange gewünschten Ausbau der Magnetplattenperipherie und durch systematische Arbeiten zur besseren Ausnutzung des 1986 eingeführten Betriebssystems MVS-XA gelang es, die CPU-Auslastung um 15% gegenüber dem Vorjahr (66.6% Auslastung) zu steigern.

Datenverarbeitung

Das Konzept des DESY-Rechenzentrums für die HERA-Zeit wurde formuliert, in den DESY Beratungs- und Aufsichtsgremien eingehend diskutiert und angenommen.

Die Technischen Dienste arbeiteten zum größten Teil für HERA und die HERA-Experimente. Die große Zahl der Aufträge konnte nur durch Zuhilfenahme auswärtiger Konstruktions- und Entwicklungsbüros sowie externer Fertigung bewältigt werden. Prototyp-Arbeiten und Neuentwicklungen, die spezielle DESY-Kenntnisse erfordern, wurden weitgehend bei DESY ausgeführt, und Serienfertigungen wurden extern vergeben.

Technische Dienste

Aus bestehenden Komponenten und in enger Zusammenarbeit mit einer spezialisierten Firma wurde für die große 30 Tonnen schwere supraleitende Spule des H1-Experimentes eine Kaltfahranlage gebaut, die schon bei der ähnlichen CERN-DELPHI-Spule erfolgreich getestet werden konnte und einen Kalttest beider Spulen bei Flüssig-Stickstoff-Temperatur erlaubt.

Neben der laufenden Unterhaltung und der Mitarbeit bei den HERA-Bauten hat die Bauabteilung mehrere Projekte unter Mitwirkung auswärtiger Ingenieur- und Architekturbüros fertiggestellt. Zu nennen sind das Büro- und Laborgebäude für HASYLAB, von dem zwei Stockwerke noch 1987 bezogen werden konnten, die Fertigstellung der Seminarräume in Gebäude 1b, die Erweiterung einer Lager- und Montagehalle für die HERA-Experimente und eine nochmalige Erweiterung des Vakuumlabors. Die Transportgruppe und die Betriebsschlosser sind voll für den Aufbau von HERA eingesetzt.

Bauangelegenheiten und Transporte

Neben den laufenden Hochtechnologie-Entwicklungen zusammen mit Firmen, z.B. auf dem Gebiet der Supraleitung, sind auch einige schöne Einzelerfolge auf dem Gebiet des Technologietransfers zu vermerken. Besonders erfolgreich ist die Lizenzvergabe für das Rechenprogramm "MAFIA" zur Lösung elektromagnetischer Probleme bei gegebenen Randbedingungen.

Technologie-transfer

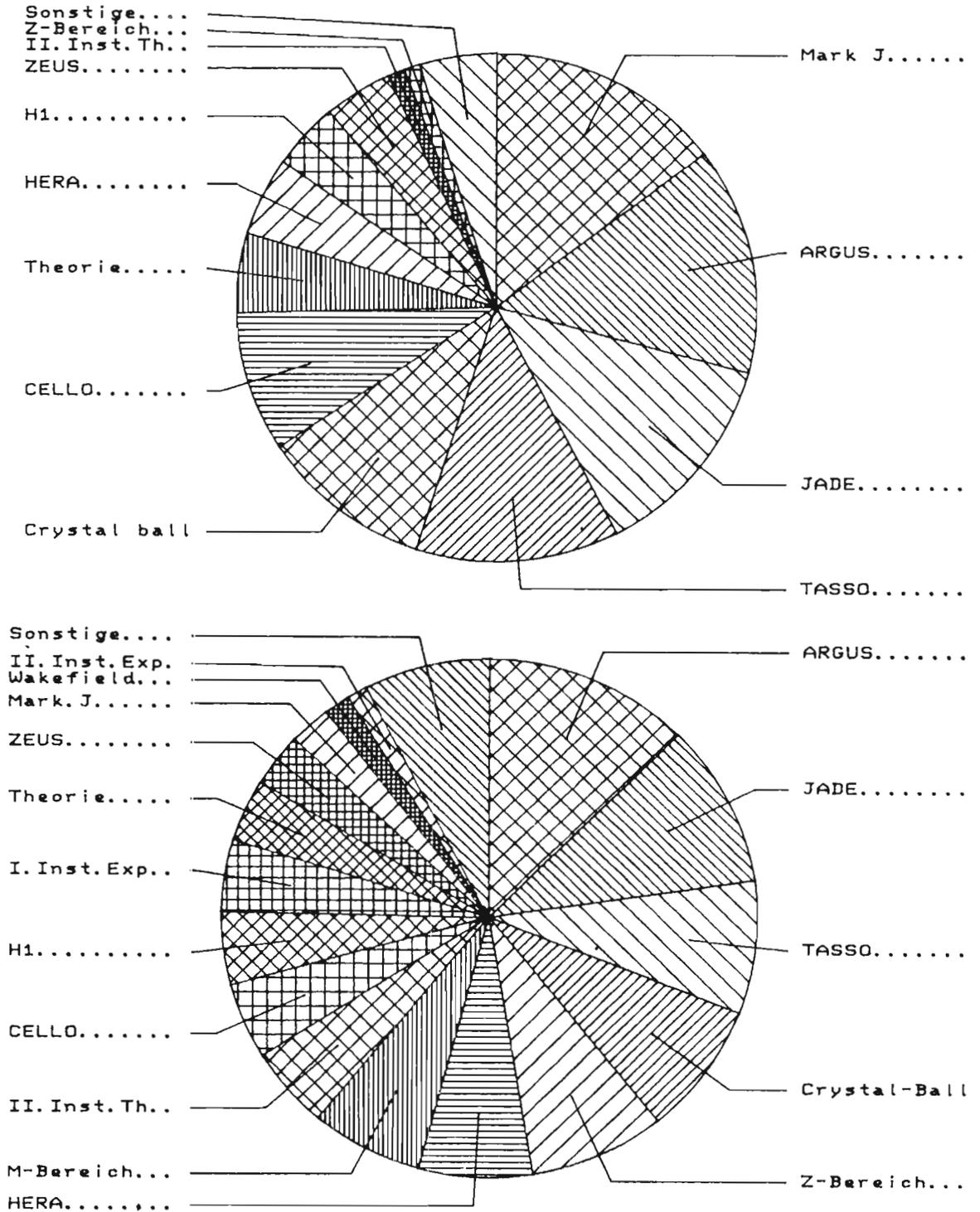


Abbildung 84: Verteilung der Batch-CPU-Zeit (oben) und der TSO-CPU-Zeit (unten) auf die Benutzergruppen in 1987.

Datenverarbeitung

Betrieb des Rechenzentrums

Im Berichtsjahr waren die vier Prozessoren der zentralen Rechanlage IBM 3084Q zusammen 33 724 Stunden in Betrieb und haben dabei 27 470 Stunden anrechenbare CPU-Zeit für Benutzeraufgaben geleistet. Das entspricht einer CPU-Auslastung von 81.5% gegenüber 66.6% im Vorjahr. Die Steigerung von 22% oder 4 880 CPU-Stunden (Abb. 85) wurde bei seit 1985 unveränderter Hardware möglich, teils durch die wachsende Vertrautheit der System-Programmierung mit dem 1986 eingeführten Betriebssystem MVS/XA, vor allem aber durch die Erweiterung der Plattenperipherie um zwei Kurzstränge Ende 1986. Diese Erweiterung war schon jahrelang überfällig und half jetzt, die volle Kapazität des zentralen Rechners zu erschließen. Abbildung 86 zeigt das Anwachsen der CPU-Ausnutzung von 70% auf 85% im ersten Halbjahr. Sie spiegelt die Erfolge diverser Tuning-Maßnahmen (vor allem Dataset-Plazierung) wider.

Kapazität des Zentralrechners

Die verfügbare CPU-Zeit wurde von

- 656 000 Batchjobs mit 2.29 Minuten mittlerer CPU-Zeit und von
- 332 000 TSO-Sitzungen mit 0.45 Minuten mittlerer CPU-Zeit

verbraucht. Auffällig ist, daß der Zuwachs an CPU-Stunden gegenüber dem Vorjahr fast ausnahmslos (zu 98%) vom Batch beansprucht wurde. Die Anzahl der Batch-Jobs ging um 10% zurück, ihr mittlerer CPU-Bedarf stieg um 36%. Wegen der untypischen Situation in der experimentelosen Zeit ist es nicht zulässig, diese Tendenzen zu verallgemeinern. Die Aufteilung der vergebenen CPU-Zeit auf die Benutzergruppen zeigt Abbildung 84.

Benutzungs-Statistik

Im Juli wurde ein zusätzlicher Magnetplattenstrang IBM 3380E (8 Volumes, 10 GByte) installiert. Auf ihm wurden die Verwaltungsdaten untergebracht, um sie aus Datenschutz- und Performance-Gründen von den übrigen Daten zu separieren.

Neue Hardware

Im Dezember ist die gesamte überalterte Magnetbandperipherie (16 Laufwerke) auf Storage-Tek-Geräte umgestellt worden, zum einen, um die 1988 wiederanlaufende Datennahme des ARGUS-Experiments verlässlich bedienen zu können, zum anderen, um im Laufe der nächsten Jahre die Umstellung auf Kassettengerät der gleichen Firma zu erleichtern (s. "Planung für HERA").

Eine Terminalsteuereinheit IBM 7171 mit 32 Ports, die es mit Hilfe von eingebauten Protokollkonvertern erlaubt, unterschiedliche ASCII-Terminals an den zentralen Großrechner anzuschließen, wurde installiert. Sie wird eingesetzt, um

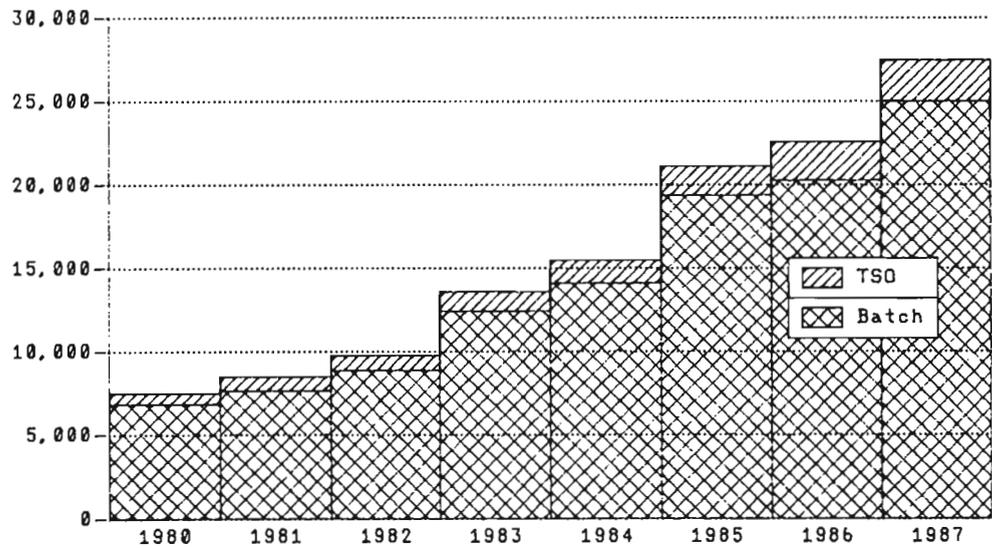


Abbildung 85: Genutzte CPU-Stunden pro Jahr (in 3081K-Stunden).

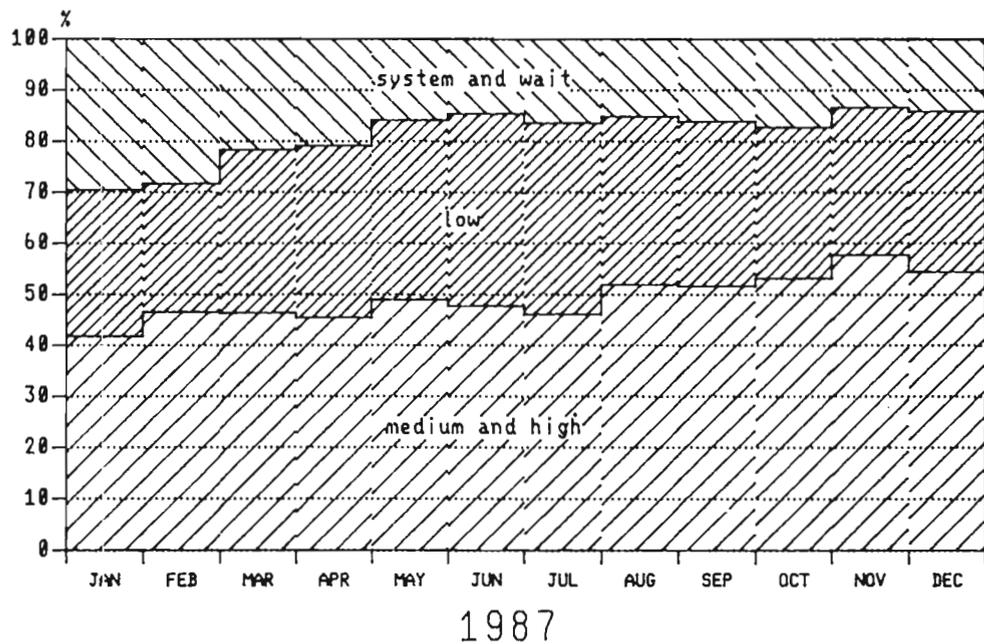


Abbildung 86: Prozentuale Auslastung des DESY-Rechenzentrums in 1987.

Spezialausführungen zu bedienen, z.B. ein Blindterminal und Start/Stop-Terminals beim Rutherford Appleton Laboratory, die bisher durch spezielle Software (NTO) im Kommunikationsrechner 3725 unterstützt wurden, vor allem aber, um an Stelle von DESYNET die über den MICOM-Switch angeschlossenen Terminals mit dem Zentralrechner verbinden zu können.

Die Terminalperipherie vom 3270-Typ wuchs im Berichtsjahr auf etwas über 500 an, darunter vermehrt grafische Terminals zur Unterstützung von AS oder ICU. Als Ausgabegerät für diese Anwendergruppe wurde ein DIN-A0-Pen-Plotter angeschafft. Zum Anschluß der wachsenden Zahl von Terminals mußte eine dritte Kanalumschalteneinheit IBM 2914 installiert werden.

Auf fünf Pfaden haben Terminals Zugang zum DESY-Rechenzentrum:

1. Über Terminal-Controller am Kanal
2. Über DESYNET (und MICOM-Switch)
3. Über den Protokollkonverter 7171
4. Über die Ferndatensteuereinheit 3725
5. Über den DATEX-P-Dienst der Deutschen Bundespost

80% aller Terminalsitzungen benutzen den ersten Weg, 20% den zweiten, über beide Wege sind je etwa 500 Terminals angeschlossen. Die übrigen Anschlußmöglichkeiten spielen z.Zt. zahlenmäßig eine untergeordnete Rolle.

Um den Übergang von EARN zum DFN voranzutreiben, hat der Koordinierungsausschuß für Datenverarbeitung der AGF (Arbeitsgemeinschaft der Großforschungsanlagen) eine Arbeitsgruppe ins Leben gerufen, in der das DESY-Rechenzentrum aktiv mitarbeitet. Der von dieser Arbeitsgruppe entwickelte Stufenplan sieht vor:

*Kommunikations-
Software*

- Mit Hilfe von 64kb-Leitungen ein AGF-Backbone-Netz über die Bundesrepublik Deutschland zu werfen
- Die EARN-Dienste von BSC- auf SNA-Protokolle umzustellen
- Über die EARN-Dienste hinausgehend die SNA-Protokolle zu benutzen, um Terminalzugriff zwischen den IBM-Zentren zu installieren (Cross-Domain)
- Durch Einsatz geeigneter Soft- oder Hardware einen Parallelbetrieb von SNA- und X.25-Protokollen über die Leitungen zu ermöglichen und damit einen sanften Übergang von EARN zu DFN zu gewährleisten

Seitens DESY wurde eine 64kb-SNA-Verbindung zur GMD (Gesellschaft für Mathematik und Datenverarbeitung) geschaffen. Dazu war es erforderlich, das Job Entry Subsystem JES3 mit Hilfe des BDT (Bulk-Data-Transfer-Programm) SNA-fähig zu machen. Dies war die Voraussetzung für die Installation der

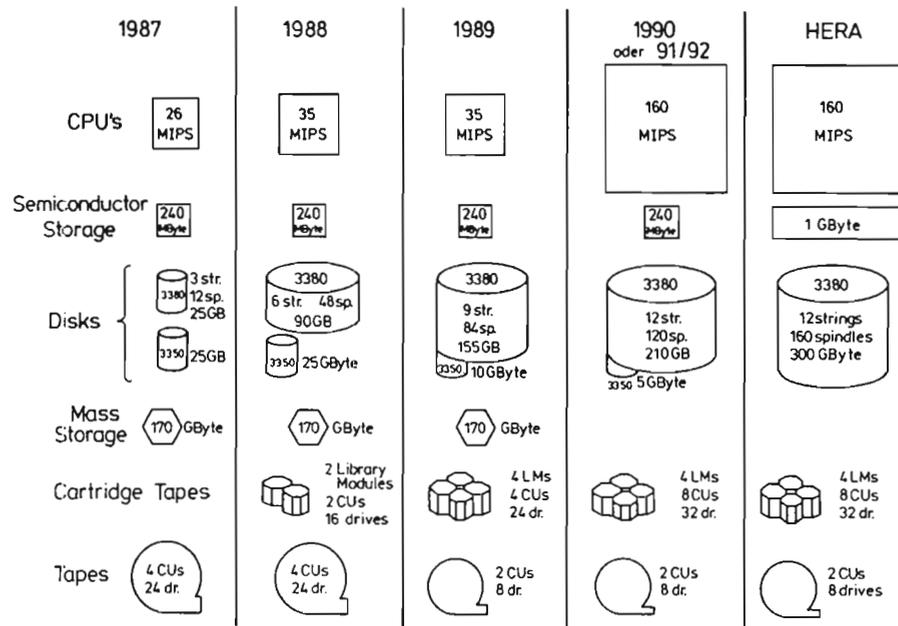


Abbildung 87: Stufenplan zum Ausbau des DESY-Rechenzentrums für den Experimentbetrieb an HERA.

JES3/328X-Print-Facility, die es ermöglicht, eine erweiterte Palette von Druckern (nämlich die über VTAM angeschlossenen) mit Systemausgabe zu versorgen. Um den im Vorjahr mit der Universität Heidelberg begonnenen Cross-Domain-Verbund weiter ausdehnen zu können, mußte die Kommunikations-Software VTAM und NCP auf SNI (System Network Interconnect) umgestellt werden, die es erlaubt, fremde lokale Netze anzuschließen, ohne auf eine universelle Namenskonvention angewiesen zu sein.

Neue Compiler

Nach einigen Jahren der Unterstützung von FORTRAN 77 durch den Siemens-Fujitsu-Compiler sah das Rechenzentrum sich gezwungen, zum IBM-VS/FORTRAN-Compiler zurückzukehren und den Benutzern zu empfehlen, ihre Programme auf diesen Compiler umzustellen.

Auf Wunsch vieler Benutzer ist ein C-Compiler seit Mitte 1987 am DESY-Rechenzentrum verfügbar.

Planung für HERA

Eine wesentliche Aktivität im Berichtsjahr war die Ausarbeitung eines Konzepts zum Ausbau des Rechenzentrums, um die Anforderungen der Experimentatoren während des HERA-Betriebes erfüllen zu können. Abbildung 87 zeigt als Übersicht den inzwischen von allen Gremien grundsätzlich gutgeheißenen Stufenplan. Die wichtigsten Aspekte dieses Plans sind:

- Die Kapazität des Zentralrechners und der angeschlossenen Plattenperipherie muß ungefähr versechsfacht werden. Da die Aufstockung

der Kapazität des Rechners sich wesentlich verbilligen würde, wenn es gelänge, einen Teil dieser Kapazität durch Vektorrechner abzudecken, sollte den Programm-Entwicklern möglichst schnell ein Vektorrechner zur Verfügung gestellt werden, um in dieser Frage Klarheit zu schaffen. Um eine möglichst hohe Verfügbarkeit des Rechenzentrums zu erreichen, muß die zentrale Rechenleistung von mindestens zwei unabhängigen Systemen erbracht werden.

- Der Massenspeicher IBM 3850 kann in den Punkten Kapazität, Zugriffsschnelligkeit und Zuverlässigkeit die Anforderungen nicht mehr erfüllen. Seine bisherigen Aufgaben müssen auf Magnetplatten und Kassettenbänder verteilt werden.
- Idealer Nachfolger für die Massendatenhaltung auf Magnetbändern wäre die wiederbeschreibbare optische Platte. Da nach aller Voraussicht dieses Gerät für HERA zu spät Realität wird, sieht der Plan die Magnetkassette als Speichermedium vor, und zwar in Form von automatischen Bibliotheksmoduln mit einer Gesamtkapazität von etwa 24 000 Kassetten, was bei heute üblicher Schreibdichte einem Datenbestand von etwa vier Tera-byte entspricht.
- Die von den Experimentalphysikern geschätzten Datenraten lassen darüber hinaus auf einen Zuwachs von 20 000 Kassetten pro Jahr im Archiv schließen.

Wie schon in der Vergangenheit muß das DESY-Rechenzentrum diesen Plan mit einer vergleichsweise kleinen Mannschaft an Systemprogrammierern und Maschinenbedienern bewältigen und ist deshalb auf strikte Beachtung folgender Regeln angewiesen:

- Homogene Betriebssystemumgebung mit minimalen Anpassungsproblemen und hoher Stabilität
- Einheitliche Hardware-Architektur der zentralen Rechner
- Weitestgehende Bedienerfreundlichkeit und Automation der Rechnerperipherie (bei Kassettenbändern und Druckern)

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 grafisches Grundsystem, “Interactive Plotting System”
- GEP – ein “Grafisches Editier Programm” für Präsentationsgrafik
- GKS – ein grafisches Basis-Programmpaket für system-unabhängige und damit portable Anwendungssoftware
- T_EX – ein Textformatiersystem für den Satz wissenschaftlicher Arbeiten

2. Betrieb und Weiterentwicklung von Systemen für breitbandige **Datenübertragung** und **Kommunikation**:

- Verbindung grafischer Arbeitsstationen überall auf dem Gelände mit dem Großrechner
- Verbindung zum DATEX-P-Dienst der Bundespost
- V.24-Vermittler
- 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

Benutzungsstatistik des grafischen Systems IPS

Im Berichtsjahr wurden in 429 323 (309 755)³ IPS-Sitzungen grafische Anwendungsprogramme von 877 (902) verschiedenen Benutzern (“user-id”s) aus 82 (55) verschiedenen Benutzergruppierungen (“accounts”) ausgeführt.

Dabei wurden 925 (767) CPU-Stunden Rechenzeit in IBM3081K-Einheiten verbraucht. Die folgende Tabelle zeigt links die Verteilung auf die großen Experimente und rechts den Anteil, der auf die HERA-Aktivitäten zurückzuführen ist:

18 (20) %	für ARGUS	5 (10) %	M-Bereich
12 (12) %	für JADE	4 (3) %	HERA-Protonenring
7 (8) %	für TASSO	4 (2) %	HERA-Experiment H1
7 (7) %	für Crystal Ball	4 (2) %	HERA-Experiment ZEUS
3 (5) %	für CELLO	3 (3) %	HERA-Elektronenring
2 (10) %	für MARK J		

Der Rest von 31% wurde von 71 weiteren “accounts” verbraucht.

Es wurden ca. 834 000 (507 000) Bilder auf Papier ausgegeben. Davon wurden nur 3.5% auf den elektrostatischen Plottern gedruckt, während 805 000 Seiten

³ Die Zahlen in Klammern zeigen jeweils die Werte des Vorjahres.

auf den QMS-Laserdruckern erzeugt wurden (s. "Entwicklungen für das grafische System IPS").

Von der Gesamtmenge der Bilder (bzw. Druckseiten) waren ca. 16 (23)% Darstellungen physikalischer Meßergebnisse—erzeugt mit dem grafischen Editor GEP—und ca. 54 (54)% Textseiten wissenschaftlicher Veröffentlichungen—erzeugt mit den Textsystemen T_EX (98%) und SCRIPT (2%). Die Möglichkeit, vom NEWLIB aus Listen zum QMS zu schicken, führte zu einem Anteil von 24 (16)%. Die restlichen 6 (7)% waren überwiegend Darstellungen physikalischer "Ereignisse"—erzeugt mit experimentespezifischen Programmen.

Zusätzliche IPS-Arbeitsstationen

Im Berichtsjahr wurden 16 weitere IPS-Arbeitsstationen an DESYNET angeschlossen (hochauflösender einfarbiger Rasterbildschirm mit 1 024 Bildpunkten pro Zeile, alphanumerisches Tastenfeld und grafisches Tablett). Damit ist der Ausbau in dieser Technik abgeschlossen—es sind jetzt ca. 50 Stationen im Einsatz.

*Entwicklungen für
das grafische
System IPS*

"Low Cost" Arbeitsstationen für IPS

Für den Einsatz als universelles "low cost"-Terminal für Text und Grafik wurden weitere ATARI Personal Computer (Modell 1040ST) über DESYNET in IPS integriert (Gesamtzahl ca. 100). Diese Geräte eignen sich wegen ihrer Programmierbarkeit sehr gut als Terminalemulatoren und gestatten den preisgünstigen Zugang zu grafischen Anwendungen (für Gelegenheitsbenutzer). Es wurde Software entwickelt, die es erlaubt, den ATARI wie eine "normale" IPS-Arbeitsstation zu betreiben. Dabei wird das "Small Graphics Interface" (SGI, siehe Jahresbericht 1986) eingesetzt.

Das "IPS90" für die HERA-Zeit

Im Berichtsjahr wurde ein neues Konzept für die Grafik und Kommunikation bei DESY in den 90er-Jahren entwickelt: IPS90. Es ist in dem Artikel "Strategy and Plans for Future Graphic and Communication" von E.-L. Bohnen beschrieben und wurde unter anderem in verschiedenen Sitzungen des HEDA ("HERA Experiments Data Acquisition Committee") vorgestellt und diskutiert.

Die Grundidee ist der Einsatz von Standards oder "Quasi-Standards", der den Zugriff auf kommerziell verfügbare Produkte gestattet:

- Vernetzungsfähigkeit über TCP/IP und höhere Protokolle
- UNIX als Betriebssystem
- X-Windows als "Fenster" für den Benutzer
- GKS als grafisches Grundpaket
- Leistungsfähiger Rechner "vor Ort"
- Hoch auflösender Farbgrafik-Monitor

Um das Konzept zu testen, wurde mit dem Aufbau eines Prototyp-Systems, bestehend aus einigen APOLLO DN3000 Arbeitsstationen, einer Micro-Vax und der IBM 3084Q des DESY-Rechenzentrums, begonnen.

Neue Plotter für IPS

Wegen des steigenden Bedarfs wurde im Berichtsjahr die Anzahl der Laserdrucker LG1200 der Firma QMS um vier auf fünf erhöht. Sie stehen an verschiedenen Orten außerhalb des Rechenzentrums den Benutzern zur Verfügung. Ein sechstes Gerät wurde beschafft und wird im nächsten Jahr in Betrieb gehen. Der Anschluss der QMS-Laserdrucker wurde auf eine standardmäßige Zugriffsmethode (VTAM) umgestellt.

Die unter dem Thema "Etagendrucker"—kleine preiswerte Laserprinter, verteilt auf dem Gelände, mit Zugriff von vielen verschiedenen Quellen wie PCs, VAX, IBM—im Vorjahr begonnenen Aktivitäten wurden fortgesetzt. Dabei stellte sich heraus, daß der verwendete KYOCERA F1010 wegen Schwierigkeiten mit komplexer Grafik durch das Nachfolgemodell KYOCERA F1200 ersetzt werden mußte.

Entwicklungen für die Kommunikation

V.24-Vermittlungsrechner MICOM

Der V.24-Vermittlungsrechner MICOM 6600 wurde auf ca. 800 Anschlüsse erweitert. Die im Jahresbericht 1985 erläuterten Vorzüge eines solchen Systems sind durch die gute Annahme und die steigende Nachfrage seitens der Benutzer voll bestätigt worden.

Die Dienste umfassen:

- Freie Wahl der Terminal-Rechner-Verbindung
- IBM-Zugang über Protokollkonverter
- Zugang zum DTEX-P
- Anschluß diverser Drucker
- Mehrfacher Einsatz von Multiplexern, die bis zu 128 Anschlüsse über eine 4-Draht-Leitung betreiben

Bis zum Ende des Berichtsjahres waren folgende Anlagen am Vermittlungsrechner angeschlossen:

- 12 VAX-Rechner
- 1 NORD500
- 6 PDP11
- 1 IBM 3084Q (über DESYNET, IBM 3725 und IBM 7171)
- ca. 300 VTxxx-Terminals
- ca. 120 Personal Computer (ca. 40 IBM-PC, ca. 80 ATARI)
- 6 Drucker

"Message Handling System"

Die Arbeiten zur Implementierung der EAN-Software, die über DFN (Deutsches Forschungsnetz) vertrieben wird, für ein international genormtes "Mail"-System konnten wegen personeller Engpässe im Berichtsjahr nicht fortgeführt werden. Auf der dafür vorgesehenen Micro-VAX wurde aber bis auf weiteres das Programmsystem SMP zur symbolischen Manipulation algebraischer Daten verfügbar gemacht; es erfreut sich vor allem bei den DESY-Theoretikern großer Beliebtheit.

Es gab zwei Hauptaktivitäten auf dem Gebiet der anwendungsorientierten grafischen Software:

Grafische Software

Grafisches Editier Programm (GEP)

Im Berichtszeitraum ist die Anzahl der GEP-Batchjobs im DESY-Rechenzentrum mit 213 000 (ohne IBM-Rechner in Düsseldorf und ohne VAX-Rechner im DESY) um 19% gegenüber dem Vorjahr (178 000 Jobs) gestiegen, wobei der Anteil der Jobs mit dem GEP-HBOOK-Interface abnahm (24 000 Jobs = 11%, Vorjahr 28 000 Jobs = 16%). Die Anzahl der interaktiven Sitzungen hat um 30% auf über 81 000 zugenommen. Insgesamt wurden über 140 000 Bilder auf Papier ausgegeben.

Arbeitsschwerpunkte waren in Zusammenarbeit mit der ZEUS-Gruppe Verbesserungen in der Programmpflege, besonders der VAX-Version, für den Export. Diese wurde bereits mehr als zehnmals ausgeliefert. In Zusammenarbeit mit dem I. Physikalischen Institut der RWTH Aachen wurde ein Austausch-Programm geschrieben, das Member einer auf der IBM erzeugten GEP-Library in eine entsprechende auf der VAX konvertiert. Für den Austausch von Datenbasen, die mit HBOOK erzeugt wurden, wurde eine Import-Export-Option in GEP zur Verfügung gestellt.

Mit der IBM-Procedure wurde die Möglichkeit zur Verfügung gestellt, auch den VS-FORTRAN-Compiler von IBM zu benutzen.

Standardisierte grafische Basissoftware GKS

Im Berichtsjahr wurde mit einer Softwarefirma ein globaler Lizenzvertrag für DESY und angeschlossene Institute ausgehandelt, der die Benutzung der GKS-Software (2- und 3-dimensional) auf allen relevanten Rechnern, Betriebssystemen und Geräten ermöglicht. Die HERA-Experimente haben sich für eine zukünftige Anwendung dieser Software für portable Anwendungsprogramme ausgesprochen.

$\text{T}_{\text{E}}\text{X}$, das von D.E. Knuth in Stanford/USA entwickelt wurde, ist das bei DESY überwiegend benutzte Textformatierprogramm, insbesondere wegen seiner hervorragenden Fähigkeiten zum Satz wissenschaftlicher Veröffentlichungen mit mathematischen Formeln. Im Berichtsjahr wurde die $\text{T}_{\text{E}}\text{X}$ -Version 2.0 zusammen mit der $\text{L}^{\text{A}}\text{T}_{\text{E}}\text{X}$ -Version 2.09 (inklusive $\text{S}_{\text{L}}\text{T}_{\text{E}}\text{X}$) benutzt; außerdem standen $\mathcal{A}\mathcal{M}\mathcal{S}\text{-T}_{\text{E}}\text{X}$ und einige weitere Formate zur Verfügung. Als zusätzliches Hilfsprogramm neben $\text{BIB}\text{T}_{\text{E}}\text{X}$, das ein nützliches Werkzeug bei der Erstellung von Bibliographien ist, wurde ein Programm TEXINDEX zur Erstellung einfacher Verweislisten implementiert.

Textverarbeitung

Für das interaktive Arbeiten an den Terminals wird bei DESY das NEWLIB-System verwendet, das kontinuierlich sowohl den gestiegenen Anforderungen der Benutzer als auch den erweiterten Möglichkeiten der IBM 3084Q angepaßt wurde. Die Anzahl der Transaktionen (1.7×10^8) stieg um etwa 12%, die Anzahl

Allgemeine Software für TSO-Benutzer

der Sitzungen blieb gleich (250 000), während die Anzahl der Anwendungen im Stapelbetrieb sich mehr als verdoppelte (23 500). Die Anzahl der Transaktionen konnte deswegen gesteigert werden, weil durch die enge Zusammenarbeit der NEWLIB-Entwicklung mit der Systemgruppe des Rechenzentrums eine sehr gute Entscheidungsbasis für die Art und Weise der Implementierung gegeben ist. Während sich vergleichbare IBM-Produkte immer an einer Standardanlage orientieren müssen – und bei DESY keineswegs Standardbetrieb gefahren wird – kann NEWLIB die vorhandenen Ressourcen viel effektiver verwalten. NEWLIB beinhaltet Möglichkeiten zur Erstellung von Statistiken über die Verwendung der einzelnen Kommandos, womit auch eine Kontrolle über die Annahme neuer Features durch die Benutzer erfolgen kann. In Japan ist NEWLIB bereits in sechs wissenschaftlichen Rechenzentren eingesetzt worden, wobei die Systemanpassung an Fujitsu und Hitachi von zwei japanischen Physikern besorgt wurde.

Die wichtigsten Neuerungen für NEWLIB sind:

Einführung eines Benutzerprofils

Der Benutzer hat in der Regel eine Arbeitsumgebung, die sich durch persönliche Vorlieben von den vorgeschlagenen NEWLIB-Werten unterscheidet (z.B. Belegung der Programmfunktionstasten). Außerdem möchte er z.B. seine letzte JOB-Nummer global aufbewahren und eventuell neue Variable erfinden, die er in jeder NEWLIB-Sitzung wiederfinden möchte. Dazu wurde das Benutzerprofil geschaffen.

Benutzereigene Zeilenkommandos

Falls der Befehlsumfang der NEWLIB Zeilenkommandos nicht ausreicht, kann der Benutzer jetzt seine eigenen schreiben. Dabei hat er vollen Zugriff auf die Bildschirmzeilen und kann deren Inhalt beliebig manipulieren.

Unterstützung aller FORTRAN-Dialekte

Zur Erstellung von Programmen für einen zukünftigen Vektor-Computer und für die Unterstützung der interaktiven Fehlersuche in FORTRAN wurde die Einführung des neuen IBM VS FORTRAN77-Compilers nötig. Damit stehen nun drei verschiedene FORTRAN-Compiler zur Verfügung, die unglücklicherweise nicht miteinander kompatibel sind. Um Fehlern vorzubeugen, die drei Compiler fehlerhaft miteinander zu verknüpfen, wurde im NEWLIB beim Binden der lauffähigen Programme eine Prüfung eingebaut, die die Erstellung derartig falscher Programme verhindert.

Verbesserung der Information über Benutzerjobs

Die Information, die standardmäßig vom IBM-Betriebssystem an NEWLIB über den Status von Jobs geliefert wird, ist sehr dürftig, weil der Benutzer keine Gründe sieht, weswegen ein Job auf die Ausführung wartet. Die enge Zusammenarbeit mit der Systemgruppe des Rechenzentrums machte es möglich, hier Abhilfe zu schaffen. Im Zuge dieser Verbesserung wurde es auch möglich, daß man Jobs abbrechen und sich die bis dahin produzierte Ausgabe zur Fehlersuche

ansehen kann. Weiterhin kann man Jobnetze abrechnen. Diese Möglichkeiten wurden von IBM nicht angeboten.

Kopieren von Loadmodulen

Das Kopieren von Loadmodulen kann (wie schon lange vorher das Kopieren von Quelltexten) mit einfachen Zeilenkommandos bewerkstelligt werden. Zusätzlich ist damit auch ein Umblocken auf andere Recordlängen möglich. Damit ist der Einsatz umständlicher IBM-Produkte auch in diesem Punkte nicht mehr nötig.

Export von NEWLIB-Quelltext

Zum Export von NEWLIB-Bibliotheken können die Member jetzt als Einzel-files auf ein Band geschrieben werden, die von anderen Maschinen, z.B. VAX, wieder eingelesen werden können. Mit Standard-IBM-Mitteln ist das Schreiben eines solchen Bandes nicht möglich, da das mit der JOB-Kontrollsprache nicht formulierbar ist.

Breite Darstellung von Mail- und Jobausgabe

Manche Briefe sind breiter als die normale Anzahl von 72 Spalten. Dazu wurde ein neues Kommando entwickelt, das 79 Spalten zeigt, aber auch noch die Möglichkeit gibt, Zeilenkommandos ausführen zu können.

Installation von NEWLIB in anderen IBM-Rechenzentren

Es wurde der Versuch unternommen, NEWLIB so weit zu parametrisieren, daß Implementation und Wartung auf sehr einfache Weise durchzuführen sind. Zur Zeit wird auf der Basis dieses Versuches eine Installation am ICEPP der Universität Tokyo erprobt.

Verbessertes Interface zu Benutzerprogrammen

Bei komplizierten Aufgaben, wie sie z.B. von den Kommandolisten READ-MAIL und SENDMAIL durchgeführt werden, ist es wichtig, daß zeitaufwendige Teile nicht interpretativ, sondern in Maschinensprache (durch Loadmoduln) ausgeführt werden. Dazu wurde in Zusammenarbeit mit Benutzern ein verbessertes Interface entwickelt, das auch den Zugriff auf den NEWLIB-Schirm und auf NEWLIB-Variable ermöglicht.

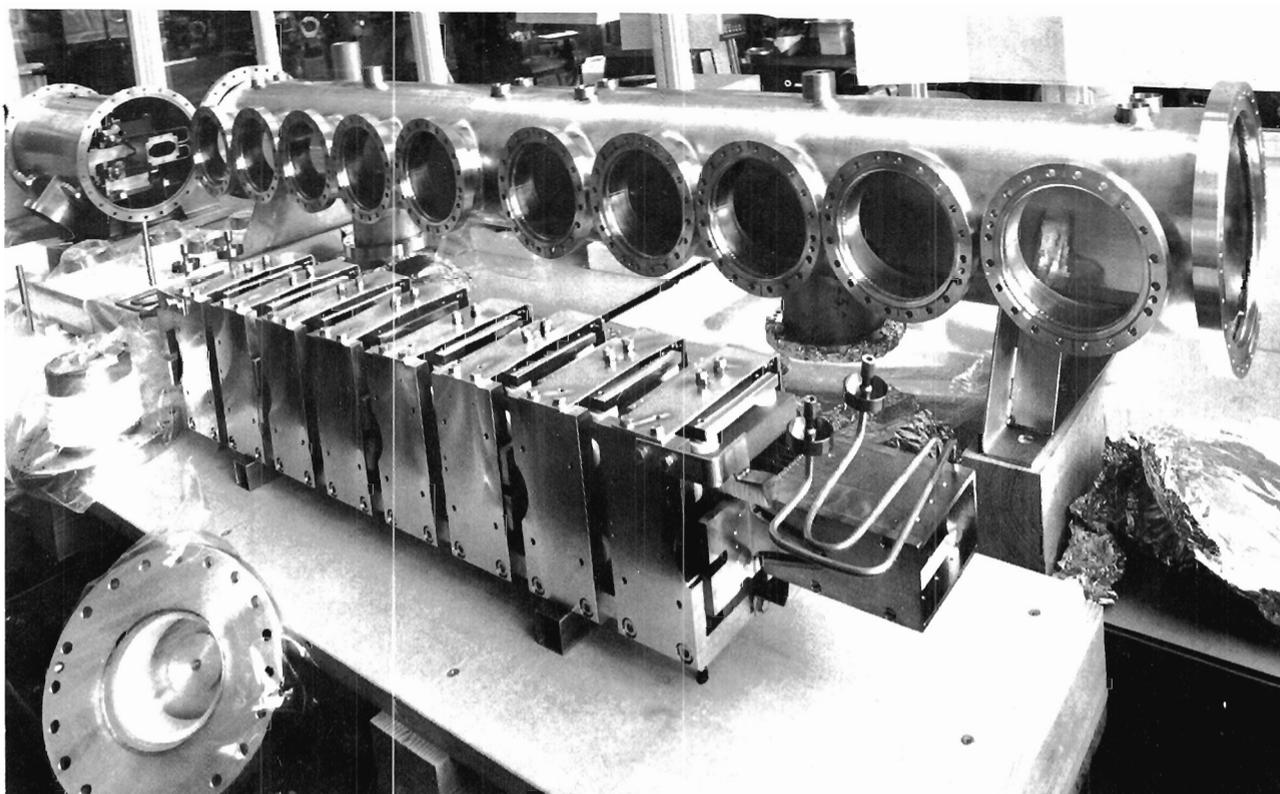


Abbildung 88: Doppelkickermagnet für die Elektronen-Injektion in HERA.
(40601/21)

Technische Entwicklungen und Dienste

Tieftemperaturtechnik und Gaselager

Die meisten Aktivitäten der Gruppe "Tieftemperatur und Gaselager" hatten direkt oder indirekt mit HERA zu tun.

Für die zentrale Helium-Rückgewinnung wurde ein Druckspeicher für 1000 nm^3 Speicherkapazität beschafft und in Betrieb genommen. Das II. Institut für Experimentalphysik wurde an das zentrale Helium-Rückgewinnungssystem angeschlossen. Der ehemalige 25 000 Liter Stickstoff-Tank des TASSO-Experiments und der gleich große Argon-Tank wurden neu aufgestellt und angeschlossen. Für die HERA-Kälteanlage wurde ein die HERA-Bauten überragender 150 000 Liter Flüssig-Stickstoff-Tank aufgestellt und in Betrieb genommen.

Für die Magnetmeßhalle wurden zehn 14 m lange V2A-Meßrohre gefertigt und getestet; es wurden einschließlich der 12 Stützen ca. 8 Watt Verluste gemessen. Die kalte und warme Wand haben dabei einen Abstand von nur 4.5 mm; die Isolierung besteht aus fünf Lagen Superisolierung in Vakuum. Weiterhin wurden für die Magnetmeßhalle die Versorgungssysteme für Stickstoff und Kohlendioxid geplant und installiert. Umfangreiche Detailkonstruktionen, wie kalte Flansche, Stromzuführungs-Isolatoren, Aufstellungsplanungen und dergleichen, wurden für die Magnettestanlage beigelegt.

Für das H1-Experiment wurde die im Jahr 1986 entworfene Kaltfahranlage gebaut, getestet und beim Rutherford Appleton Laboratory erfolgreich in Betrieb genommen, um die ca. 30 t schwere Delphi-Spule auf Flüssig-Stickstoff-Temperatur abzukühlen. Während des Abkühlens wurde die maximale Temperaturdifferenz von 20° eingehalten. Die bisher erreichte Abkühlgeschwindigkeit lag bei $\approx 0.8^\circ/\text{h}$. Durch einen stärkeren Antriebsmotor und durch bessere Nachkühler für den Kompressor wird die Anlage die gewünschte Abkühlgeschwindigkeit von $\geq 1^\circ/\text{h}$ erreichen.

Aus dem Umsatz des Gaselagers ist deutlich erkennbar, daß 1987 mit Ausnahme von HASYLAB keine Experimente in Betrieb waren. Der Flüssig-Argon- und der Stickstoffgas-Bedarf sind drastisch zurückgegangen. Isobutan, Propan oder Methan sind so gut wie überhaupt nicht benötigt worden. Durch die in Betrieb gegangene HERA-Kälteanlage stieg andererseits der Flüssig-Stickstoff-Verbrauch um 20% gegenüber den früheren Jahren. Der Heliumgas-Verbrauch hat im Berichtsjahr $50\,000 \text{ nm}^3$ betragen. Er wird in den kommenden Jahren noch ansteigen. Der größte Teil wird für HERA benötigt.

Technologietransfer

Arbeitnehmererfindungen

Im Berichtsjahr wurden sechs weitere Arbeitnehmererfindungen gemeldet und in Anspruch genommen: Ein **Koaxialkabel mit zusätzlichem Schutzring im Isolator** gestattet es, Ionisationsströme (z.B. Teilchenverluste) an großräumigen Objekten räumlich integriert in einfacher und empfindlicher Weise zu messen.

Ein **Hochspannungsanschluß mit Vakuumdurchführung** gibt die Möglichkeit, Hochspannungen von bis zu 10 kV koronafrei in ein Vakuumsystem zu führen, z.B. in Ionengetter-Zerstäuberpumpen.

Mit zwei **Spannvorrichtungen für Rohre** können dünnwandige Rohre einfach und preiswert so aufeinander justiert werden, daß vakuumgerechte und heliumdichte Schweißnähte möglich werden.

Eine **Röntgenografische Spannungsmessung** der mechanischen Dehnung erlaubt es, auch an sehr schnell rotierenden Körpern, z.B. Turbinenschaufeln, die Verformung im Betriebszustand, das heißt bei hoher Drehzahl, zu messen.

Eine **Meßschaltung zur Phasenmessung gepulster Hochfrequenzsignale** gibt erstmalig die Möglichkeit, für μsec -Pulse die Phasenlage zueinander auch bei sehr großen Pulsabständen (Bereich viele Minuten) zu messen.

Lizenzen

Für das Rechenprogramm "MAFIA" zur Lösung der Maxwell'schen Gleichungen konnten drei weitere Lizenzen an einen weiteren Geschäftsbereich der Firma Siemens, an die Firma Nippon Telegraph and Telephone Corp. (NTT) und an die Firma Dornier vergeben werden.

Sonstiges

DESY hat den Vorsitz im Ausschuß für **Technologietransfer und gewerblichen Rechtsschutz** der Arbeitsgemeinschaft der Großforschungseinrichtungen übernommen.

Technische Dienste

Überblick

Die Hauptaktivitäten der Technischen Dienste lagen im Jahr 1987 in der Konstruktion, Beschaffung und Fertigung von HERA-Komponenten. Hierfür wurden 74% der Konstruktionskapazität, 76% der Mechanischen Fertigung und 78% der Elektronik-Fertigung in Anspruch genommen. Gegenüber dem Vorjahr blieb der Anteil des Forschungsbereichs in den Werkstätten konstant oder ging leicht zurück. In der Konstruktion stieg dieser Anteil dagegen von 5% auf 15% der Gesamtkapazität.

Nur mit Hilfe zusätzlichen Personals und der Inanspruchnahme fremder Ingenieurbüros und Werkstätten konnten die Aufgaben termingerecht bewältigt werden. Konstant hoch war die Belastung der Arbeitsvorbereitungen für die

mechanische und elektronische Komponentenfertigung. Hervorzuheben ist die termingerechte Auslieferung der Komponenten für die Positronen/Protonen- und Elektronen-Injektionswege in HERA.

Das DESY-weit vorhandene CAD-Netz für Konstrukteure und Zeichner wurde erneut erweitert; es hat nun 20 Arbeitsstationen.

Mit dem Ausbau der Mechanischen Werkstatt wurde begonnen. Bis Februar 1988 sollen zusätzliche 400 qm Werkstattfläche zur Verfügung stehen.

Von den Aufgaben der Tischlerei sind die Modelle der beiden HERA-Experimente und besonders des HERA-Tunnels im Maßstab 1 : 10 hervorzuheben; letzteres wurde dem Museum für Hamburgische Geschichte zur Verfügung gestellt.

Schwerpunktarbeiten der Gruppe Fernmeldetechnik waren die Erweiterung des TSO-Netzes sowie des DESY-Netzes MICOM 600 und der Ausbau der Personrufanlage in den Speicherring- und Experimentierhallen.

Im abgelaufenen Jahr 1987 haben 90 Aufträge die zentrale Konstruktion erreicht. Die Bearbeitung der Aufträge wurde begonnen und größtenteils auch erledigt. Die meisten Arbeiten sind im Zusammenhang mit dem Bau von HERA entstanden, es wurden aber auch Aufträge für DORIS II (vier Ersatzkammern) und HASYLAB (Erweiterung des Strahles D3) bearbeitet. Neben umfangreicher Routinearbeit wurden auch Neuentwicklungen durchgeführt.

Konstruktion

Bei HERA haben sich die Arbeiten auf das Vakuumsystem bei den Wechselwirkungszonen, auf die anschließenden Elektronen-Strecken, auf das Protonen-Vakuum und seine warmen Komponenten und warmen Positionsmonitore sowie auf aussagefähige Übersichtszeichnungen konzentriert. Auch mit Quadrupolen hatte die Konstruktion zu tun, für das e^- -Modul mußte noch ein Neigungsmesser konstruiert werden, viel Arbeit mußte auf den p-Dipol (Entwurfkontrolle, Meßgestelle, Prototyp-Betreuung) und auf die supraleitenden Vertikal-Ablenkmagnete verwendet werden, und aus Sicherheitsgründen wurden wesentliche Verbesserungen am Kautzky-Ventil notwendig.

Mit der Konstruktion von Gestellen und Vorrichtungen, von 72 Auslegearmen für feste Stützen, von Meßmarkenhalterungen, von Vakuumkammern und Ersatzrohren nähern sich die Arbeiten bei den Rotatoren ihrem Ende. Die Anordnung von acht supraleitenden Cavities im Bereich HERA-West rechts wurde entworfen und weitere Verbesserungen und Ergänzungen an den Geräten durchkonstruiert.

Zahlreiche Kicker waren in konstruktiver Bearbeitung (Abb. 88), z.B. für die Protonen-Injektion in HERA, für die Injektion in PETRA, Anregungskicker für DESY III. Es mußten jeweils der Magnetteil, die Tanks und Gestelle nach den örtlichen Gegebenheiten entworfen werden. In ähnlichem Umfang fielen Arbeiten an Septum-Magneten an, zum Beispiel für die Auslenkung aus DESY III, die Protonen- und die Elektronen-Injektion in HERA, jeweils mit Justier-

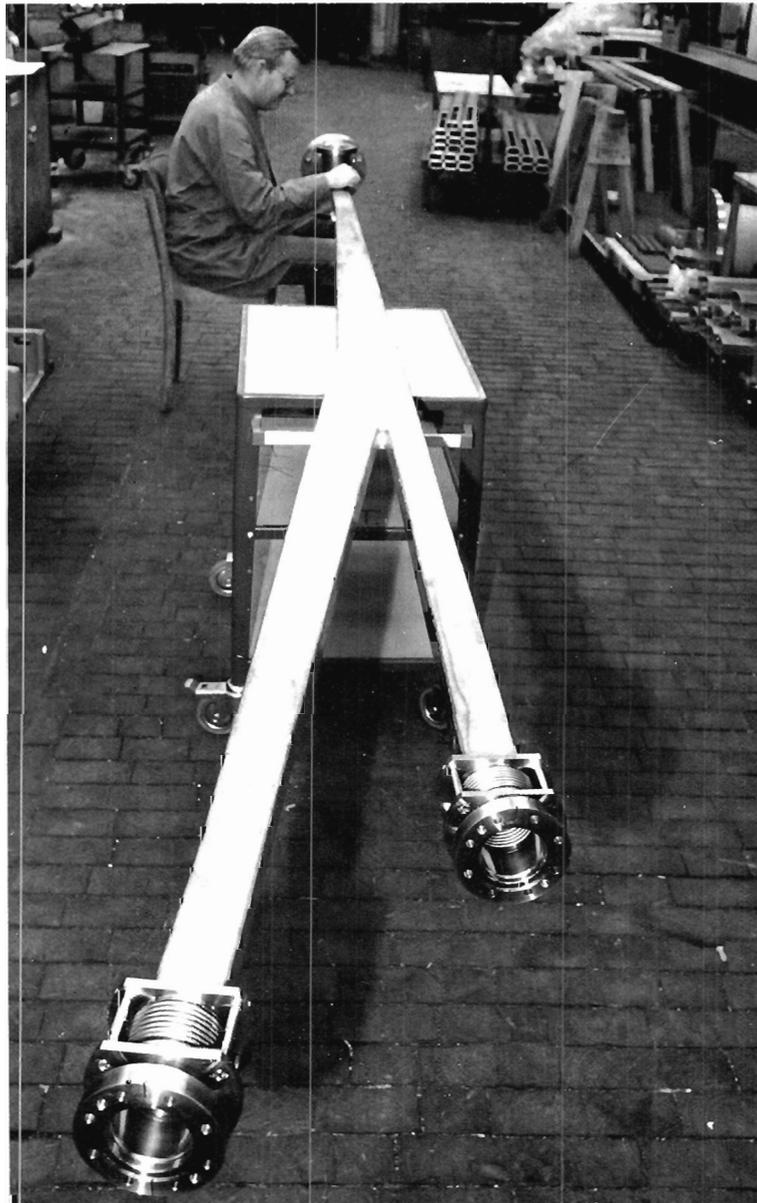


Abbildung 89: Vakuumkammer für die Positronen/Protonen-Auslenkung von DESY III. (40994/34)

rahmen. Die Konstruktionsabteilung war im abgelaufenen Jahr zunehmend mit dem Entwurf von Monitoren beschäftigt: Ein Restgas-Ionisationsmonitor für DESY III, ein Strahlstrommonitor für HERA, ein langer und ein warmer Positionsmonitor waren bzw. sind in Arbeit.

Die Arbeit für die beiden HERA-Experimente nahm immer mehr zu: Für H1 wurden Konstruktionsarbeiten für das Vorwärts-Kalorimeter und für justierbare Böcke zum Aufbau der Eisenstruktur gemacht. Viel Mühe hat das Problem der Schienen und Fahrwerke sowie der Antrieb zum Verfahren des Detektors bereitet. Zum Ende des Jahres 1987 wurde die anspruchsvolle Konstruktion des empfindlichen Strahlrohres in Angriff genommen. Bei ZEUS sind die Aufgaben ähnlich gelagert, hinzugekommen ist noch die Aufhängung der Betonabschirmung am Experiment. Bei beiden Detektoranordnungen haben zum Beispiel die großen Gewichte oder die Leichtbauanforderungen umfangreiche statische, nur durch Finite-Element-Methoden realisierbare Berechnungen zur Analyseierung von Schwachpunkten notwendig gemacht.

Das neue Synchrotron DESY III wurde ebenfalls konstruktiv abgeschlossen, mit allen Sonderkammern sowie dem Injektionssystem einschließlich der Strahlführungswege DESY II/III (Abb. 89) und der Injektionsstrecken.

Für PETRA II wurde der Protonen-Bypass konstruiert, der an den Elektronen-Hochfrequenzstrecken vorbeiführt. Für die normalleitenden Strecken des HERA-Protonenringes konnte trotz enger Platzverhältnisse das Protonen-“Grab” (beam dump) zufriedenstellend konstruiert werden. Ebenso wurde der 20 t schwere BU-Magnet mit Gestellen, Justier- und Transportvorrichtungen so fertigungsreif entworfen, daß er im Tunnel montiert werden kann.

Viele Mitarbeiter der DESY-Konstruktion und anderer Abteilungen haben sich an der CAD-Anlage in verschiedenen Kursen und in Eigenarbeit gute Kenntnisse angeeignet, die sie erfolgreich in der täglichen Arbeit einsetzen können. Die Anlage hat so großen Anklang gefunden, daß sie noch erheblich erweitert werden müßte, wollte man allen Wünschen gerecht werden.

Da die Mannschaft der zentralen Konstruktion die angefallene Arbeit alleine nicht bewältigen konnte, wurde für etwa eine halbe Million DM auswärtige Konstruktionskapazität eingekauft. Dies wird auch in der Zukunft voraussichtlich notwendig werden, denn die Konstrukteure werden bei den anlaufenden Fertigungsarbeiten zunehmend mitarbeiten müssen.

Die internen und externen Arbeiten der Mechanischen Fertigung standen auch in diesem Berichtsjahr wieder ganz im Zeichen der Beschaffung von HERA-Komponenten. Gegenüber dem mit Fertigungsanforderungen schon extrem belasteten Jahr 1986 ist der Auftragseingang in 1987 noch einmal um 15% gestiegen. Diese Mehrbelastung mußte ganz durch externe Fertigungen von der Arbeitsvorbereitung aufgefangen werden. Der Gesamtwert externer Auftrags-

*Mechanische
Fertigung*

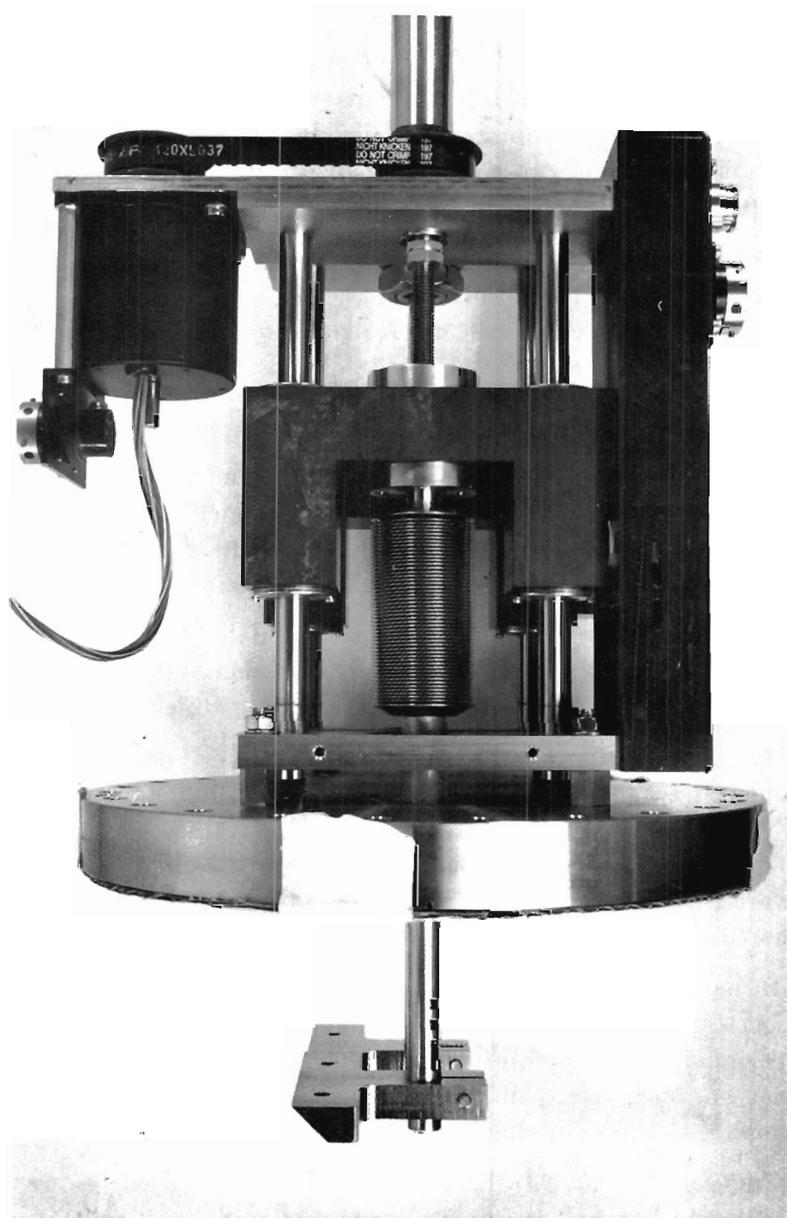


Abbildung 90: Gitter- und Folienmonitore für DESY III. (40934/22)

vergaben stieg für 1987 auf 10.6 MDM plus 1.2 MDM für Sondermaterialien und -bauteile.

Neben der fortlaufenden Betreuung der Serienfertigungen für den HERA-Elektronenring, vor allem der diversen Magnettypen und deren feinjustierbarer Aufstellung, sowie der umfangreichen Beratungstätigkeit im Zusammenhang mit der Teilefertigung für die Kryostat-Verbindungen der Supraleit-Magnete, kamen die ersten Großaufträge zum Aufbau der Experimente H1 und ZEUS in die Arbeitsvorbereitung.

Von den größeren, über die Arbeitsvorbereitung extern gefertigten Aufträgen seien einige als Beispiele genannt: 260 Monitore für die Vermessung der Protonen-Strahlage, 4000 Faltenbälgeinheiten und 460 Schiebemuffen für die Protonen-Magnete, 650 Flansche mit 1300 Monitorbuchsen für die Strahllagemessung in den e^- -Vakuumkammern, diverse Teileserien für die Lötvorrichtungen zur Fertigung der Kupfer-Vakuumkammern bei DESY, 50 justierbare Strahllagemonitore für DESY III, eine schwere Stahlkonstruktion zur Halterung des Eisenjochs für das Experiment ZEUS, ein Drehgehänge zum Schwenken und Montieren der Magnetmodule des H1-Experimentes, Schienen und Wälzwagen mit höhenjustierbaren silikon-gefüllten Lastaufnahmelagern sowie Abschirmblöcke für H1 und ZEUS.

Die DESY-Werkstätten waren in 1987 überwiegend ausgelastet mit Arbeiten für Strahlführungskomponenten wie Vakuumrohre, Verzweigungs- und Kreuzungskammern, sowie mit der Anfertigung der Kicker- und Septum-Magnete für das Auslenken der e^+/p^- und der e^+/e^- -Strahlen von PETRA II nach HERA und das Einlenken in HERA.

Für die Fertigung des DESY III-Vakuumsystems aus gebogenen runden und ovalen Edelstahlrohren wurde eine Universal-Biegemaschine beschafft, die über NC-Anzeige exakt reproduzierbare Einstellungen ermöglicht, so daß die Kammern in kurzer Zeit mit ausgezeichneter Genauigkeit gebogen wurden.

Das intern bearbeitete Auftragsvolumen belief sich entsprechend der Personalstärke, ähnlich dem Vorjahr, auf 1850 Mannwochen, entsprechend ca. 4.6 MDM. Hinzu kommen die Leistungen der Auszubildenden des zweiten bis vierten Lehrjahres. Einige besonders umfangreiche Aufträge seien hier beispielhaft erwähnt: termingerechtes Fertigstellen der letzten Vakuumkammern und Magnetgestelle für den Aufbau der beiden Strahlführungswege von PETRA II nach HERA, 48 Vakuumrohre für die Strahlführungsmagnete sowie diverse, dazugehörige Rohrkomponenten in den geraden Stücken für DESY III, verschiedene Monitore zur Bestimmung der Strahlage in DESY III (Abb. 90) und in den HERA-Speicherringen, je zwei Endzellen-Abstimmeinheiten und Störkörperapparaturen für Hochfrequenzmessungen in den Alvarez-Tanks des LINAC III, ein Septum- und zwei Kicker-Magnete zur Protonen-Ejektion aus DESY III, acht Streifen-Kicker-Magnete für die Positronen/Protonen- und die Elektronen-Injektion in HERA, mehrere Ultrahoch-Vakuumkammern für Ex-

perimente im HASYLAB, mehrere kleine Serien von Szintillator-Testmodulen für das ZEUS-Experiment.

Elektronik- Fertigung

In der Gruppe Elektronik-Fertigung sind im Berichtsjahr 818 (625)⁴ Aufträge abgewickelt worden. Der Schwerpunkt der Tätigkeit lag bei der Herstellung diverser elektronischer Geräte mit 498 Aufträgen für die beiden HERA-Speicherringe und mit 53 Aufträgen für die beiden HERA-Experimente. Die Kapazität der internen Elektronik-Fertigung reichte nicht aus, um alle Wünsche befriedigen zu können. So wurden im Berichtsjahr insgesamt 870 (852) Bedarfsmeldungen mit einem Bestellvolumen von ca. 2.7 (2.4) MDM ausgestellt.

Zur Entlastung der eigenen Werkstatt wurden in 99 (11) Fällen Fremdfirmen für Verdrahtungs-, Bestückungs- und Kabelkonfektionierungs-Arbeiten herangezogen. In zwei Fällen wurde die Anfertigung von Hybridschaltungen über eine auswärtige Firma abgewickelt. Erstmals wurde in 1987 eine SMD(surface mount device)-Bestückung ausgeführt.

Die Erstellung von Layouts für gedruckte Schaltungen mußte in 48 (28) Fällen nach außerhalb vergeben werden. Insgesamt wurden 17 355 (6 968) gedruckte Schaltungen mit 688 (515) verschiedene Positionen von auswärtigen Firmen nach DESY-Unterlagen angefertigt, davon 618 Multilayer- bzw. Multiwire-Platinen mit 88 Positionen. Der Anteil der nicht-durchkontaktierten Leiterplatten betrug 8.5% (17.9%).

Tischlerei

Die DESY-Tischlerei hat im Berichtsjahr bei einem Personalstand von einem Meister, sieben Gesellen und vier Lehrlingen neben einer Vielzahl von Kleinaufträgen folgende größere Aufgaben ausgeführt:

- Für H1 wurde ein Experiment-Modell mit Halle im Maßstab 1 : 10 gebaut.
- Um die Öffentlichkeitsarbeit von DESY zu unterstützen, wurde ein HERA-Ringtunnel im Maßstab 1 : 10 gebaut und dem Museum für Hamburgische Geschichte zur Verfügung gestellt, und es wurde eine Ausstellung in Padua (Italien) mit DESY-Modellen eingerichtet.
- Für die Forschungs-Gruppen wurden Arbeitsmodelle angefertigt.
- Für die Abteilung "Bauangelegenheiten" wurden raumtrennende Schrankwände demontiert und nach Umbauarbeiten wieder montiert.
- Für die Strahlrohrfertigung des HERA-Elektronenringes wurden Arbeitstische und Böcke in großer Zahl gebaut.
- Um Feinarbeiten an HERA-Strahlrohrteilen durchzuführen, wurde ein Montageraum errichtet.
- Im Ausbildungsbereich wurden 40 Fenster nach neuesten Erkenntnissen der Fensterbautechnik angefertigt und im Verwaltungsgebäude eingebaut.

⁴Die Zahlen in den Klammern beziehen sich auf das Vorjahr.

Zu den regelmäßigen Aufgaben der Gruppe "Fernmeldetechnik" gehören die Störungsbeseitigung in den Netzen, z.B. Fernsprech-, Uhren- und Rauchmelderanlage sowie in den Datenübertragungswegen, und die Aktualisierung der umfangreichen Netzübersichtspläne sowie die Planung von Erstinstallationen. Schwerpunktmäßig für das Jahr 1987 sind zu nennen diverse Verkabelungs- und Installationsarbeiten im HERA-Bereich, die Erweiterung bestehender Telefonanlagen, die Erstinstallationen in den Neubauten, die Planungen für das umfangreiche Fernmeldenetz in den HERA-Gebäuden und diverse Erweiterungen und Neuinstallationen für die Datenübertragung (DESYNET, TSO, CAD). So wurde das TSO-Netz von 330 auf 600 sowie das DESY-Netz von 250 auf 1000 Anschlüsse erweitert, und die Personenrufanlage wurde auf die Speicherring- und Experimentierhallen ausgedehnt; dazu wurden Antennenschlitzkabel verlegt.

Fernmeldetechnik

Am 1. August des Berichtsjahres nahmen wieder 14 junge Leute die Ausbildung in gewerblichen Berufen in den DESY-Lehrwerkstätten auf. Mit Prüfungen vor der Handels- oder Handwerkskammer im Januar bzw. Juli schlossen bis auf eine Ausnahme alle Auszubildenden ihre Berufsausbildung nach 3 1/2 Jahren bzw. 3 Jahren erfolgreich ab. Die gewerbliche Ausbildung umfaßt die Berufe: Feinmechaniker (jetzt Industriemechaniker), Betriebsschlosser und Rohrinstallateur (jetzt Industriemechaniker, Betriebstechniker), Technischer Zeichner, Bau- und Möbeltischler, Nachrichtengeräte-Mechaniker (jetzt Kommunikationselektroniker), Elektrogeräte-Mechaniker/-Elektroniker (jetzt Industrieelektroniker) und Elektroanlagen-Installateur (jetzt Energieelektroniker).

*Ausbildung
in gewerblichen
Berufen*

Einige Ausgelernte konnten auch in diesem Jahr wieder während der HERA-Bauzeit für ein bzw. drei Jahre übernommen werden.

Nach Auslauf der sogenannten Hamburg-Aktion hat sich die Zahl der Auszubildenden auf maximal 40 im gewerblichen Bereich stabilisiert; für sie stehen ein Ausbildungsmeister und als Aushilfe ein Lehrgeselle zur Verfügung.

An der in der Ausbildungswerkstatt eingesetzten CNC-Fräsmaschine erhalten die als Industriemechaniker Auszubildenden des dritten und vierten Ausbildungsjahres nun 14tätige Einführungskurse. Mit zunächst einfachen Programmübungen im Dialog direkt in den NC-Speicher der Maschine werden die Auszubildenden schrittweise mit der Technik vertraut gemacht. Anschließend werden kleine Serien von Teilen für den DESY-Bedarf gefertigt.

Für die Betreuung der Ausbilder und Auszubildenden der metallverarbeitenden Berufe einschließlich der technischen Zeichner und Zeichnerinnen sowie Tischler und Tischlerinnen konnte ab Juli 1987 ein Betriebsingenieur bestellt werden. Als neuer Lehrbeauftragter für diese Ausbildungsberufe setzt er die Arbeit fort, die bis dahin der Leiter der mechanischen Fertigung erfolgreich wahrgenommen hatte.

Bauangelegenheiten und Transporte

Bauangelegenheiten

Die Gruppe "Bauangelegenheiten" wirkte intensiv mit bei der Durchführung diverser Planungen und der dazugehörigen statischen Untersuchungen für künftige Neubauten. Gemeinsam mit externen Architekten und Fachingenieuren wurden die laufenden Neubauten durchgeführt. Im Berichtsjahr waren die besonderen Aktivitäten der Gruppe:

- Es wurden verschiedene Neu- und Erweiterungsbauten fortgeführt bzw. in Angriff genommen. Dazu gehören auf dem Gebäudesektor die Erweiterung des Büro- und Laborgebäudes des HASYLAB, in dem bis Ende 1987 schon zwei Stockwerke bezogen waren, ein weiterer Bauabschnitt des Vakuumlabors, die Vergrößerung des Werkstattgebäudes sowie die Erweiterung einer Montage- und Lagerhalle um 800 m². Im Gebäudeinnenbereich wurden mehrere Umbau- und Erweiterungsmaßnahmen durchgeführt bzw. beendet, zum Beispiel die Aufstockung des Laborgebäudes 1b, spezielle Lagerräume oder abgeschlossene Räume für bestimmte technische Arbeiten.
- Zu den regelmäßig anfallenden Wartungs- und Pflegearbeiten im Außenbereich gehören die Wartung aller Regenwasser- und Schmutzwasser-Pumpwerke sowie aller Siele, die Garten- und Rasenpflege und die Reparatur und Sanierung der Dächer, hier vor allem der Flachdächer. An umfangreicheren Sanierungsarbeiten im Innenbereich seien exemplarisch genannt die Renovierung von Gästewohnungen, die wegen anderer Nutzung erforderlichen Umbauten diverser Büros, Fenstererneuerungen und Fassadensanierungen. Weiterhin wurden im Außenbereich verschiedene Straßen- und Rohrleitungsarbeiten durchgeführt.

Transport und Gelände

Die Transportgruppe ist für die Durchführung und Organisation aller internen und externen Transporte der DESY-Gruppen und für die Kran- und Sondertransporte zuständig. Dazu kommen die Überwachung der Schnee- und Eisbeseitigung, die Pflege und TÜV-Überwachung der DESY-eigenen Fahrzeuge, die interne Müllbeseitigung und ergänzende gärtnerische Pflegearbeiten.

Betriebs-schlosserei

Neben den Routinepflichten der Betriebsschlosserei, zu denen sämtliche Schlosser-, Mauer-, Bohr-, Stemm-, Putz- und Anstricharbeiten gehören, wurden im Berichtsjahr schwerpunktmäßig durchgeführt der Aufbau des Proton-Synchrotrons DESY III, der Aufbau der Injektionswege von PETRA nach HERA und der Aufbau von Maschinenkomponenten im HERA-Ring.

Arbeitssicherheit und Arbeitsmedizin

Arbeitssicherheit

Sicherheitswesen: Im Jahr 1987 sind insgesamt 54 Unfälle an die Landesunfallkasse der Freien und Hansestadt Hamburg gemeldet worden, davon liefen fünf ohne Arbeitsunfähigkeit ab. Insgesamt 49 Unfälle verursachten 997 Fehltage.

Es wurden folgende Prüfungen durch amtlich anerkannte Sachverständige der technischen Aufsicht des Amtes für Arbeitsschutz durchgeführt:

- Druckbehälter: 5 Vorprüfungen, 5 Bauprüfungen, 114 Abnahmeprüfungen, 13 innere Prüfungen, 7 Druckprüfungen, 3 äußere Prüfungen
- Dampfkessel: 4 äußere Prüfungen

Der Schwerpunkt der Abnahmen lag bei der großen Helium-Verflüssigungsanlage.

Der Sicherheitsrat tagte im Berichtszeitraum fünfmal. Der Arbeitsschutzausschuß tagte ebenfalls fünfmal. Auch hier bildeten die HERA-Baumaßnahmen den Schwerpunkt.

Betriebsbegehungen: Es wurden die gemäß dem Arbeitssicherheitsgesetz vorgeschriebenen Betriebsbegehungen—im Berichtsjahr waren es 12—vorgenommen. Diese werden von den Sicherheitsingenieuren und dem Betriebsarzt unter Beteiligung des Betriebsrates durchgeführt. Als Arbeitgebervertreter nimmt jeweils die Aufsichtsperson sowie der Sicherheitsbeauftragte der Gruppe, deren Arbeitsplätze besichtigt werden, teil. Es wurden insgesamt Arbeitsplätze von 270 Mitarbeitern überprüft.

Brandschutz: Die Schulung der Mitarbeiter gegen Feuergefahren und in der Bekämpfung von kleineren Feuern wurde in mehreren Übungen systematisch weitergeführt. Im Berichtszeitraum wurden mehrere größere Gebäude durch die Hamburger Feuerwehr einer Brandschau unterzogen, und es wurden drei Wachen der Feuerwache Stellingen und eine Wache der Feuerwache Osdorf in die HERA-Baustellen eingewiesen.

Technischer Notdienst: Bei dem Umfang der zu überwachenden Anlagen und der Größe des Geländes spielt der ständige Ausbau der zentralen Störungsmeldeanlage weiterhin eine wichtige Rolle. Außerhalb der normalen Arbeitszeit wurden Überwachungsarbeiten an den DESY-Anlagen kontinuierlich oder auf Einzelanforderung durchgeführt. Der Technische Notdienst war auch in diesem Berichtsjahr bei Unfällen und Feuerausbruch sowie bei diversen Alarmauslösungen im Einsatz.

Sicherheit bei HERA: Der weitere Ausbau der HERA-Anlagen erforderte zusätzliche, häufig sehr zeitaufwendige Abnahmen, insbesondere im Kranbereich. Ende des Jahres waren alle Kransysteme der HERA-Hallen Süd, West, Nord sowie der Kältehalle und der Magnetmeßhalle bis auf kleinere Restpunkte voll abgenommen. Auch bei der Helium-Kälteanlage ist bis auf Restpunkte die amtliche vorgeschriebene Abnahmeprüfung durchgeführt.

Schulung: Es wurden fünf Gruppen mit etwa 120 Mitarbeitern sicherheitstechnisch unterwiesen. Zusätzlich zu den sonstigen Schulungsmaßnahmen wurden alle Aufsichtspersonen von DESY in zwei Veranstaltungen durch einen Psychologen über ihre sicherheitstechnische Verantwortung informiert.

Arbeitsmedizin

Die arbeitsmedizinischen Aufgaben nach dem Arbeitssicherheitsgesetz sowie zusätzliche DESY-spezifische Aufgaben konnten bei den jetzt ca. 1300 DESY-Mitarbeitern und mehreren hundert Gastwissenschaftlern nur mit einer verlängerten Einsatzzeit des Betriebsarztes erfüllt werden: Ab Jahresmitte 500 Std./Jahr bzw. 10 Std./Woche. Der Betriebsarzt ist auch außerhalb seiner Anwesenheitszeiten erreichbar und wurde dann in Anspruch genommen. Die Schwerpunkte seiner Arbeit lagen wie bisher bei den Betriebsbegehungen, Beratungen und Vorsorgeuntersuchungen zu acht Gefährdungs-Gesichtspunkten; der Betriebsarzt ist u.a. als Strahlenschutzarzt ermächtigt. Außerdem wurden neue Labormethoden zur Verbesserung der Vorsorgediagnostik erprobt.

**Veröffentlichungen
und
Vorträge**

F-Bereich

DESY-Kolloquien

H. WALTHER (Garching)

The One-Atom-Maser, and Quantumelectrodynamics
in a Cavity.
15.1.1987

A.P. WOLF (Brookhaven/USA)

Cyclotrons, PET, Chemistry and Biological Applications.
11.5.1987
(gemeinsam mit dem Physikal. und Chem. Kolloquium)

M. KOSHIBA (Tokio/Japan)

Supernova Explosion 1987a and Neutrino Astronomy.
14.5.1987

PETRA-Kolloquium

Eight Years of Physics with PETRA.
4.6.1987

A. GOETZBERGER (Freiburg)

Status and Perspectives of Solar Energy Utilisation.
2.7.1987

S. KLAUMÜNZER (Berlin)

Plastic Deformation of Metallic Glasses by Heavy Ion
Bombardement.
29.10.1987

K. SIEGBAHN (Uppsala/S)

Electron Spectroscopy – a Link between Physics and
Chemistry.
12.11.1987

A. WROBLEWSKI (Warschau/Pl)

Fits and Misfits in Physics.
16.12.1987

Vorträge

P. SÖDING

e^+e^- Physics at PETRA and DORIS.
3rd Aspen Winter Phys. Conf., Aspen/USA (1987)

8 Jahre Physik mit PETRA.

Kolloquiumsvortrag, Univ. Erlangen-Nürnberg/D (1987)

Luminosity and Background Problems at PETRA.

Seminarvortrag, KEK, Tsukuba/Japan (1987)

What are we learning about QCD from PETRA and PEP?
U.K. High Energy Physics Forum "QCD Today",
Abingdon/GB (1987)

HERA: Die Physik und die Maschine.

Kolloquiumsvortrag, Univ./TH Hannover/D (1987)

V. SOERGEL

What Do we Want to Measure in the Future in
Particle Physics?

Kolloquiumsvortrag, Univ. Aarhus/DK (1987)

Wunderwelt des Mikrokosmos – Die Erforschung der
kleinsten Bausteine der Materie bei DESY.

Festvortrag anlässlich der Eröffnung des
Deutschen Röntgenkongresses, Hamburg/D (1987)

HERA.

Workshop on New Physics in Europe,
and Int. School of Subnuclear Physics, Erice/I (1987)

Status Report on HERA.

EPS Conf. on High Energy Phys., Uppsala/S (1987)

The HERA Project.

"Dall'infinitamente grande all'infinitamente piccolo",
Florenz/I (1987)

Ergebnisse von den e^+e^- -Speicherringen DORIS
und PETRA.

Kolloquiumsvortrag, Univ. Bayreuth/D (1987)

H1

Veröffentlichungen

H1-KOLLABORATION

Results from a Test of a Pb-Cu Liquid Argon Calorimeter.
DESY 87-098, zur Veröffentl. in Nucl. Instrum. and Meth.

H. BERGSTEIN, W. BRAUNSCHWEIG, H. GENZEL,
F.-J. KIRSCHFINK, S. ZITZEN

The Self Quenching Streamer Discharge in Pure CO₂.

PITHA 87/16, RWTH Aachen/D,
zur Veröffentlich. in Nucl. Instrum. and Meth.

M. BORMANN, E. FRETWURST, G. LINDSTRÖM,
U. PEIN, V. RIECH, H.-C. SCHLEYER, H. WEISS
Beam Tests with Large Area Silicon Sandwich Calorimeters for Electron Energies between 1 and 6 GeV.
Nucl. Instr. and Meth. A257 (1987) 479

Results from a Test of an Iron Streamer Tube Calorimeter.
DESY 87-172, zur Veröffentlich. in Nucl. Instrum. and Meth.

M.G. CATANESI, G. CROSETTI, M. FIDECARO, E. BERNARDI, R. KLANNER, D. LÜKE, R. WALCZAK, M. GENNIS, R. LANGKAU, W. SCOBEL, J. KRÜGER, J.H. PETERS, H. SPITZER, M.J. ESTEN, M. De VINCENZI, A. FRENKEL, E. LAMANNA, G. MARINI, G. MARTELOTTI, A. NIGRO, G. PENSO, P. PISTILLI, A. SCIUBBA
Hadron, Electron and Muon Response of a Uranium-Scintillator Calorimeter.
Nucl. Instr. and Meth. A260 (1987) 43 und DESY 87-027

E. FRETWURST, R. GRUBE, G. LINDSTRÖM,
J. NAGEL
Development of Large Area Silicon Detectors.
Nucl. Instr. and Meth. A253 (1987) 467

Veröffentlichte Vorträge

C. BERGER
Excited Electrons.
Proc. of the DESY Workshop, Phys. at HERA,
Hamburg/D (1987)

W. BRAUNSCHWEIG
The Self Quenching Streamer Discharge in Pure CO₂.
Proc. of the EPS Conf. on High Energy Phys.,
Uppsala/S (1987)

M. DAVID
Results of Tests for the H1 Liquid Argon Calorimeter.
Proc. of the Int. Conf. on Advances in Exp. Methods for Coll. Beam Phys., Stanford/USA (1987)
zur Veröffentlich. in Nucl. Instr. and Meth.

J. GAYLER
Test Results for the H1 Liquid Argon Calorimeter.
Proc. of the EPS Conf. on High Energy Phys.,
Uppsala/S (1987)

M. KLEIN
Measurements of Structure Functions and Quark Distributions.
Proc. of the DESY Workshop, Phys. at HERA,
Hamburg/D (1987)

H.-U. MARTYN
Contact Terms and Substructure at HERA.
Proc. of the DESY Workshop (1987), Phys. at HERA,
Hamburg/D (1987) und PITHA 87-40, RWTH Aachen/D

Vorträge

H.T. BLUME
Status des H1-Experiments.
Univ. Mainz (1987)

F. BRASSE
H1 Detector at HERA.
HEXAM 87, Bechyne Castle/CSSR (1987)

F. BRINKER
Analoge Auslese induzierter Signale von Streamer Tubes für den H1-Detektor.
EPS-/DPG-Tagung, Zürich/CH (1987)

S. BRINKMANN
Untersuchungen am Testkalorimeter mit Streamer Tube Auslese für den H1-Detektor.
EPS-/DPG-Tagung, Zürich/CH (1987)

R. EICHLER
Ein schneller z-Vertex Trigger für das H1-Experiment bei HERA.
EPS-/DPG-Tagung, Zürich/CH (1987)

F. EISELE
Physik mit HERA.
Kolloquiumsvortrag, Univ. Mainz/D (1987)

HERA — Maschine und Detektoren.
Zeuthen/DDR (1987)

Experimentation at HERA.
Prag/CSSR (1987)
Kosice/CSSR (1987)

J. FELTESSE
Physique et Détecteurs à HERA.
Ecole de Phys., Genf/CH (1987)
Faculté de Luminy, Marseille/F (1987)

F. FERRAROTTO
Test of the Liquid Argon Calorimeter and the Tail Catcher for the H1 Experiment at HERA.

Low Resistivity Electrodeless Streamer Tubes: An Option for H1.
LXXIIIrd Conf. of the Società Italiana di Fisica,
Neapel/I (1987)

H. GREIF
Test eines Flüssig-Argon-Kalorimeters der H1-Kollaboration.
EPS-/DPG-Tagung, Zürich/CH (1987)

G. GRINDHAMMER

Fast Shower Simulation for the H1 Detector.
Workshop on Detector Simulation for the SSC,
ANL Argonne/USA (1987)

P. HARTZ

Digitale Auslese von kosmischen Ereignissen in Plastik-
Streamer-Tubes.
EPS-/DPG-Tagung, Zürich/CH (1987)

P. KOSTKA

Outer Z Drift Chamber for the H1 Detector at HERA.
Int. Symposium on Positional Detectors in High Energy
Phys., Dubna/USSR (1987)

H.-U. MARTYN

Physik seltener Prozesse bei HERA.
Kolloquiumsvortrag, Zeuthen/DDR (1987)

E. SCHENUIT

Mechanischer Aufbau der zentralen Jetkammer für H1 an
HERA.
EPS-/DPG-Tagung, Zürich/CH (1987)

F. SEFKOW

Monte-Carlo-Untersuchungen und Spurerkennung für die
H1-Jetkammer.
EPS-/DPG-Tagung, Zürich/CH (1987)

J. STRACHOTA

H1 Experiment.
IXth Conf. of Czech. Physicists, Pardubice/CSSR (1987)

Readout Board Production for H1 Calorimeter in CSSR.
HEXAM 87, Bechyne Castle/CSSR (1987)

H1 Experiment Progress Report.

High Energy Phys. Meeting, Liblice/CSSR (1987)

P. VERRECCHIA

Results for Electrons from a Test of Pb-Cu Liquid Argon
Calorimeter.
HEXAM 87, Bechyne Castle/CSSR (1987)

A. WALTHER

Grundlagenuntersuchungen an Streamerkammern.
EPS-/DPG-Tagung, Zürich/CH (1987)

Diplomarbeiten

E. BAGSCHIK

Untersuchung der Ortsauflösung einer Jetkammer in
Drahttrichtung mit der Methode der Ladungsteilung.
Univ. Hamburg/D (1987)

H. BERGSTEIN

Untersuchungen zur Auslese von Gas-Zählern im
Streamerbereich.
RWTH Aachen/D (1987)

K. BORRAS

Simulation des Teilchennachweises mit dem elektromagne-
tischen Flüssig-Argon-Testkalorimeter des H1-Detektors.
Univ. Dortmund/D (1987)

F. BRINKER

Untersuchungen der induktiven Auslese von
Gasdetektoren.
Univ. Dortmund/D (1987)

A. BURMEISTER

Herstellung und Untersuchung von ortsempfindlichen
Silizium-Streifendetektoren.
Univ. Hamburg/D (1987)

I. FEDDER

Nachweis von Protonen in einer mit Tetramethylsilan
gefüllten Ionisationskammer.
Univ. Hamburg/D (1987)

M. GENNIS

Entwurf und Test eines elektromagnetischen Kalorimeters.
Univ. Hamburg/D (1987)
DESY F14-87-02

P. HARTZ

Untersuchungen eines Systems von Streamer Tubes mit
kosmischen Strahlen.
Univ. Dortmund/D (1987)

G. MERKI

Planung und Test einer Driftkammer.
Univ. Zürich/CH (1987)

M. RÖHNER

Experimentkontrolle mit einem IBM-PC.
RWTH Aachen/D (1987)

J. RÖSSLER

Nachweis von α -Teilchen in einer Flüssig-Argon-Ioni-
sationskammer mit induktiver Auslese.
Univ. Dortmund/D (1987)

F. SEFKOW

Monte-Carlo-Untersuchungen zur Spurerkennung und Im-
pulsauflösung in der H1-Jetkammer.
Univ. Hamburg/D (1987)

A. WALTER

Untersuchungen des Streamer Modes von Gasdetektoren.
Univ. Dortmund/D (1987)

R. WUNSTORF

Untersuchungen zur Diodencharakteristik von Silizium-
Oberflächensperrschicht-Detektoren.
Univ. Hamburg/D (1987)

C. ZEITNITZ

Test eines Blei-Flüssig-Argon-Kalorimeters mit einer
speziellen Hochspannungszuführung mit hochohmigen
Schichten.
Univ. Hamburg/D (1987)

S. ZITZEN

Untersuchungen an den Streamer-Kammern des H1-Muon-Detektors im Hinblick auf eine geeignete Wahl des Gasparameters.
RWTH Aachen/D (1987)

Interner Bericht

H1 COLLABORATION
Technical Progress Report.
4. Oktober 1987

ZEUS

Veröffentlichungen

B. ANDERS, U. BEHRENS, H. BRÜCKMANN
On the Calculation of the Energy Loss of Muons in Sampling Calorimeters.
DESY 87-163

S. BARLAG et al.
Measurement of the Lifetime of the Charmed Baryon Λ_c .
Phys. Lett. 184B (1987) 283

Lifetimes of Charged and Neutral D Mesons.
Z. Phys. C37 (1987) 17

F. BARREIRO, L. LABARGA, B. LÖHR, J. MATA, J. PESO, E. ROS
An Electromagnetic Calorimeter with Scintillator Strips and Wavelength Shifter Readout.
NIM A257 (1987) 145

E. BERNARDI, G. DREWS, R. KLANNER, U. KÖTZ, D. LÜKE, F. SELONKE, M.A. GARCIA, E. ROS, G. LEVMAN, M. LOMPERSKI, M. TSIROU, H. TIECKE, W. VOGEL
Performance of a Compensating Lead-Scintillator Hadronic Calorimeter.
DESY 87-041

M.G. CATANESI et al.
Hadron, Electron and Muon Response of a Uranium-Scintillator Calorimeter.
NIM A260 (1987) 43

H. DIETL et al.
Radiation Damage in Silicon Strip Detectors.
NIM A253 (1987) 460

A. HOFMANN, Fréjus Collaboration
The Fréjus Nucleon Decay Detector.
NIM A262 (1987) 457

Veröffentlichte Vorträge

H. BRÜCKMANN
On the Theoretical Understanding and Calculation of Sampling Calorimeters.
Proc. of the XVth Int. Winter Meeting on Fundamental Phys., Sevilla/E (1987) und DESY 87-064

R. KLANNER
Testprogram for the ZEUS Calorimeter.
Proc. of the Int. Conf. on Advances in Exp. Methods for Coll. Beam Phys., Stanford/USA (1987)

B. LÖHR
Physics at HERA.
Proc. of the XVIIIth Int. Symp. on Multiparticle Dynamics, Tashkent/USSR (1987)

K.-U. PÖSNECKER
The Average Lifetime of Bottom Hadrons: Measurements at PETRA.
Proc. of the EPS Conf. on High Energy Phys., Uppsala/S (1987)

G. WOLF
HERA: Machine and Experiments.
Proc. of the XVth Int. Winter Meeting on Fundamental Phys., Sevilla/E (1987)

Electron-Proton Physics at HERA.
Proc. of the XVth Annual SLAC Summer Inst. on Particle Phys., Stanford/USA (1987)

The HERA Project.
Proc. of the VIIth Int. Conf. on Phys. in Coll., Tsukuba/J (1987)

Vorträge

B. ANDERS
Physics of Uranium Calorimeters.
Univ. Warschau/PL (1987)

Computersimulation von Teilchenkaskaden und ihre Anwendung in Hadron Sampling Kalorimetern.
EPS-/DPG-Tagung, Zürich/CH (1987)

U. BEHRENS
Testergebnisse von Uran/Szintillator Sampling Test-Kalorimeter.
EPS-/DPG-Tagung, Zürich/CH (1987)

H. BRÜCKMANN
Physik der Hadron Sampling Kalorimeter.
Univ. Dortmund/D (1987)

A. HOFMANN
Suche nach einer Punktquelle im Sternbild Schwan mit

dem Fréjus Untergrunddetektor.
RWTH Aachen/D (1987) und Univ. Hamburg/D (1987)

U. HOLM
Strahlungstabilität von Plastikszintillatoren und Wavelength Shiftern.
EPS-/DPG-Tagung, Zürich/CH (1987)

P. JOOS
ZEUS Uranium Calorimeter.
HEXAM 1987 at Bechyně/CS

R. KLANNER
Drift and Detection of Charges in Silicon Detectors.
ICFA School on Instrument. in Elem. Part. Phys.,
Trieste/I (1987)

U. KÖTZ
The ZEUS Uranium Calorimeter.
Xth Warsaw Symp. on Elem. Part. Phys.,
Kazimierz/PL (1987)

J. KRÜGER
Untersuchung und Optimierung experimenteller Einflüsse hinsichtlich des Auflösungsvermögens und des e/π -Verhältnisses bei einem Uran-Szintillator-Kalorimeter.
EPS-/DPG-Tagung, Zürich/CH (1987)

B. LÖHR
Physik bei HERA.
Seminarvortrag, FU Berlin/D (1987)

E. ROS
Calorimeter Test Results from ZEUS.
Proc. of the EPS Conf. on High Energy Phys.,
Uppsala/S (1987)

Test of a Lead Scintillator Hadronic Calorimeter.
EPS-/DPG-Tagung, Zürich/CH (1987)

G. WOLF
Physics at HERA.
Kolloquiumsvortrag, Univ. Turin/I (1987)

Calorimetry at Ultra High Energies.
INFN Eloisatron Project Int. Workshop, Erice/I (1987)

The HERA Project and the ZEUS Detector.
Tokyo Metropolitan Univ./J (1987)

Die Physik des Elektron-Proton-Speicherringes HERA.
Kolloquiumsvortrag, KFA Jülich/D (1987)

Doktorarbeiten

A. HOFMANN
Suche nach einer Punktquelle im Sternbild Schwan mit dem Fréjus Untergrunddetektor.
RWTH Aachen/D (1987)
PITHA 87/02

Diplomarbeiten

J.M. HIRSCHBERG
Messung der Lichtausbeute von Elektronen, Protonen und Alphateilchen in Plastikszintillatoren.
Univ. Hamburg/D (1987)

K. TAUBE
Eine Methode zur ortsauflösenden Messung der Lichtausbeute an Kunststoffszintillatoren mit einem Protonstrahl.
Univ. Hamburg/D (1987)

CELLO

Veröffentlichungen

CELLO-KOLLABORATION

Determination of α_s and $\sin^2 \Theta_w$ from Measurements of the Total Hadronic Cross Section in e^+e^- Annihilation.
Phys. Lett. 183B (1987) 400

A Measurement of the Muon Pair Production in e^+e^- Annihilation at $38.3 \leq \sqrt{s} \leq 46.8$ GeV.
Phys. Lett. 191B (1987) 209

Searches for Supersymmetric Particles with the CELLO Detector at PETRA.
Z. Phys. C35 (1987) 181

A Search for Hadronic Events with Low Thrust and an Isolated Lepton.
Phys. Lett. 193B (1987) 157

Search for Production of Charged Higgs Particles.
Phys. Lett. 193B (1987) 376

Upper Limit for the Decay $\tau \rightarrow \eta\pi\nu$.
Phys. Lett. 200B (1988) 226

A Study of the Three and Four Photon Final States Produced in e^+e^- Annihilation at $35 \leq \sqrt{s} \leq 46.8$ GeV.
DESY 87-150

A. BÖHRER
Clustertopologie multihadronischer Ereignisse in der e^+e^- Annihilation.
KfK-4251, Karlsruhe (1987)

J. HANSMEYER
Bestimmung der Kopplungskonstante α_s der starken Wechselwirkung.
KfK-4293, Karlsruhe (1987)

J. KNAPP

Messung der elektroschwachen Asymmetrie von b-Quarks.
KfK-4180, Karlsruhe (1987)

H. KROHA

Search for Hadronic Events with Low Thrust and an Isolated Lepton with the CELLO Detector.
MPI-PAE/Exp. El. 181

H. KÜSTER

Searches for Supersymmetric Particles with the CELLO Detector at PETRA.
KfK-4294, Karlsruhe (1987)

P. MAYER

Suche nach instabilen Photinos.
KfK-4211, Karlsruhe (1987)

Veröffentlichte Vorträge

Proc. of the EPS Conf. on High Energy Phys., Uppsala/S (1987) und Proc. of the 1987 Int. Symp. on Lepton and Photon Int., Hamburg/D (1987)

CELLO-KOLLABORATION

Study of $ee\gamma$ and $\mu\mu\gamma$ Final States and Searches for Excited Leptons in e^+e^- Interactions.

A Model Independent Study of the Shape of the Third Jet in e^+e^- Annihilation into Multihadrons at 35 GeV.

Experimental Study of the Photon Structure Function F_2 .

Test of QED in the e^+e^- Annihilation into Two, Three and Four Photons.

Determination of α_s and $\sin^2\Theta_w$ from Measurement of the Total Hadronic Cross Section in e^+e^- Annihilation.

A Measurement of the Muon Pair Production in e^+e^- Annihilation at $38.3 < \sqrt{s} < 46.8$ GeV.

Searches for Supersymmetrical Particles with the CELLO Detector at PETRA.

A Search for Hadronic Events with Low Thrust and Isolated Leptons.

Search for Production of Charged Higgs Particles.

Search for Heavy Leptons.

Particle Identification between 250 MeV and 6 GeV with the CELLO Liquid Argon Calorimeter.

Single Photon Search with the CELLO Detector.

The $K_s^0\bar{K}_s^0$ Final State in $\gamma\gamma$ Interactions.

Measurement of μ and τ Pair Asymmetries and Determination of the Topological Branching Ratios of the τ Lepton.

G. d'AGOSTINI

Summary of Supersymmetric Particle Search with the CELLO Detector at PETRA.

Proc. of the Seminar on Heavy Flavours, San Miniato/I (1987) und
Nota Int. N. 898, Univ. di Roma "La Sapienza"/I (1987)

New Limits on Charged Higgs Boson Mass with CELLO

at PETRA and Status of the Neutral Higgs Boson Search.
Proc. of the Seminar on Heavy Flavours, San Miniato/I (1987) und
Nota Int. N. 897, Univ. di Roma "La Sapienza"/I (1987)

W. de BOER

Probing the Standard Model in e^+e^- Interactions.
Eds. M. Markytan, W. Majerotto, J. MacNaughton,
World Scientific Pub. Co., Singapore (1987)

H. JUNG

Aspects of the CELLO Single Photon Experiment.
Proc. of the XXIIInd Rencontre de Moriond, Electroweak Interact. and Unif. Theory, Les Arcs/F (1987)

H. KROHA

Search for Hadronic Events with Low Thrust and an Isolated Lepton with the CELLO Detector.
Proc. of the Seminar on Heavy Flavours, San Miniato/I (1987)

L. POGGIOLI

Experimental Study of the Photon Structure Function F_2 .
Proc. of the XXIIInd Rencontre de Moriond, Electroweak Interact. and Unif. Theory, Les Arcs/F (1987)

B. STELLA

Neutrino Counting with the CELLO Detector and Search for Supersymmetric Particles.
Proc. of the VIIth Int. Conf. on Phys. in Coll., Tsukuba/J (1987)

α_s Determination from a Fit of the Total Hadronic Cross Section in e^+e^- .
Proc. of the VIIth Int. Conf. on Phys. in Coll., Tsukuba/J (1987)

Vorträge

A. BÖHRER

Vergleich der Jets niedrigster Energie in Dreijet-Ereignissen mit Jets in Zweijet-Ereignissen.
EPS-/DPG-Tagung, Zürich/CH (1987)

W. de BOER

Experimental Results on QCD from e^+e^- Annihilation.
Xth Warsaw Symp. on Elem. Part. Phys., Kazimierz/PL (1987)

F. FERRAROTTO

The Best Results of CELLO Experiment in 1987.
LXXIIIrd Conf. of the Società Italiana di Fisica,
Napoli/I (1987)

D.C. FRIES

Measurement of σ_{tot} and α_s at PETRA.
Univ. Warschau/PL (1987)

J. FUSTER

Search for Charged Higgs at PETRA.
EPS-/DPG-Tagung, Zürich/CH (1987)

K. GAMERDINGER

Energie-Korrelationen in multihadronischen Ereignissen
der e^+e^- Physik.
EPS-/DPG-Tagung, Zürich/CH (1987)

J. HANSMEYER

Modellunabhängige Grenzen für die Kopplungskonstante
 α_s der starken Wechselwirkung.
EPS-/DPG-Tagung, Zürich/CH (1987)

H. JUNG

Single-Photon-Experiment bei CELLO.
EPS-/DPG-Tagung, Zürich/CH (1987)

H. KROHA

Suche nach hadronischen Ereignissen mit niedrigem
Thrust und isoliertem Myon.
EPS-/DPG-Tagung, Zürich/CH (1987)

P. MAYER

Suche nach instabilen Photinos mit dem CELLO-Detektor.
EPS-/DPG-Tagung, Zürich/CH (1987)

Dissertationen

C. BUTTAR

A Study of $e^+e^- \rightarrow \mu^+\mu^-$ Using the CELLO Detector.
Univ. of Glasgow/GB (1987)

G.M. McCURRACH

A Study of Hadronic Final States in e^+e^- Annihilation at
44 GeV.
Univ. of Glasgow/GB (1987)

K.J. GAMERDINGER

Bestimmung der Kopplungskonstante α_s mit Energiekor-
relationen in multihadronischen Ereignissen.
KfK und Univ. Karlsruhe/D (1987)

J. HANSMEYER

Bestimmung der Kopplungskonstante α_s der starken
Wechselwirkung.
KfK und Univ. Karlsruhe/D (1987)

H. KÜSTER

Searches for Supersymmetric Particles with the CELLO

Detector at PETRA.

KfK und Univ. Karlsruhe/D (1987)

Y. LAVAGNE

Recherche de Nouveaux Quarks Lourds et de Bosons Sca-
laires entre 39.8 et 46.7 GeV dans le Système du Centre
de Masse auprès de l'Anneau de Collisions e^+e^- PETRA.
CEN Saclay/F (1987)

Diplomarbeiten

A. BÖHRER

Clustertopologie multihadronischer Ereignisse in der e^+e^-
Annihilation.
KfK und Univ. Karlsruhe/D (1987)

P. JANOT

Tests de l'Electrodynamique Quantique aux Ordres α^3
et α^4 et Recherche de Leptons Excités avec le Détecteur
CELLO à PETRA.
LAL Orsay/F (1987)

P. MAYER

Suche nach instabilen Photinos.
KfK und Univ. Karlsruhe/D (1987)

Interner Bericht

P. GROSSE-WIESMANN

Untersuchung von Ereignissen mit Leptonen und Photo-
nen mit dem CELLO-Detektor bei PETRA.
DESY F36-87-01

JADE

Veröffentlichungen

JADE-KOLLABORATION, W. BARTEL et al.

Search for Leptoquarks and Other New Particles with
Lepton-Hadron Signature in e^+e^- Interactions.
Z. Phys. C36 (1987) 15 und DESY 87-031

J. CHRIN

Upon the Determination of Heavy Quark Fragmentation
Functions in e^+e^- Annihilation.
Z. Phys. C36 (1987) 163 und DESY 87-040

G. ECKERLIN, E. ELSSEN, H. v.d. SCHMITT,

A. WAGNER, P. v. WALTER, M. ZIMMER

Parallel Data Analysis in a Multichannel Flash-ADC-
System.

IEEE Trans. Nucl. Science NS-34, Vol. 1 (1987)

Veröffentlichte Vorträge

W. BARTEL

Status of HERA and the HERA Experiments.
Proc. of the APS Annual Meeting of the Div. of Part.
and Fields, Salt Lake City/USA (1987)

Recent Measurements of α_s at PETRA.
Proc. of the APS Annual Meeting of the Div. of Part.
and Fields, Salt Lake City/USA (1987)

J. CHRIN

Heavy Quark Fragmentation Functions in
 e^+e^- Annihilation.
Proc. of the Int. Symp. on Production and Decay of
Heavy Flavors, Stanford/USA (1987) und
M/C EXP 87/27 (Manchester)

E. ELSEN

A Determination of α_s without Reference to Specific
Fragmentation Models.
Proc. of the XXIInd Rencontre de Moriond,
Les Arcs/F (1987)

R. FELST

Test of the Standard Model in e^+e^- Interactions at
PEP/PETRA Energies.
Proc. of the VIIth Int. Conf. on Phys. in Coll.,
Tsukuba/J (1987)

T. GREENSHAW

New Results from PEP and PETRA.
Proc. of the EPS Conf. on High Energy Phys.,
Uppsala/S (1987)

P. HILL

A Study of the Final State $K_s^0 K^\pm \pi^\mp$ Produced in Photon-
Photon Collisions Observed in the JADE-Detector.
Proc. of the EPS Conf. on High Energy Phys.,
Uppsala/S (1987)

J. OLSSON

Photon-Photon Interactions.
Proc. of the 1987 Int. Symp. on Lepton and Photon Int.,
Hamburg/D (1987) und DESY 87-136

Vorträge

W. BARTEL

Physics at HERA with H1 and ZEUS.
CERN Genf/CH (1987)

S. BETHKE

Jet Physics at PETRA: A Study of the Energy
Dependence of α_s .
LBL Berkeley/USA (1987),
Rutherford Appleton Lab., Chilton/GB (1987),

Cavendish Lab., Cambridge/GB (1987),
Univ. of Oxford/GB (1987)

E. ECKERLIN

Multi-Jet-Ereignisse in e^+e^- bei PETRA.
EPS-/DPG-Tagung, Zürich/CH (1987)

K.-H. HELLENBRAND

Messung der Verzweigungsverhältnisse und Ladungsasym-
metrien der schweren Quarks.
EPS-/DPG-Tagung, Zürich/CH (1987)

M. KUHLEN

Search for New Phenomena with Lepton-Hadron Signature
in e^+e^- Interactions.
SLAC Stanford/USA (1987),
LBL Berkeley/USA (1987),
Univ. of Colorado, Boulder/USA (1987),
Fermilab Batavia/USA (1987),
Cornell Univ., Ithaca/USA (1987)

B. NAROSKA

Elektroschwache Effekte in e^+e^- -Wechselwirkungen.
Kolloquiumsvortrag, Univ. Dortmund/D (1987)

Recent Results from PETRA.
Univ. Budapest/Ungarn (1987)

Lectures about e^+e^- Physics.
Herbstschule für Hochenergiephysik,
Maria Laach/D (1987)

U. SCHNEEKLOTH

Tauon Physics with JADE at PETRA.
ANL Argonne/USA (1987),
Purdue Univ., West Lafayette/USA (1987)

L. SMOLIK

Experimentelle Untersuchung der Fragmentation von
Gluonen und Quarks.
EPS-/DPG-Tagung, Zürich/CH (1987)

G. WEBER

Der H1-Detektor bei HERA.
Univ. Wuppertal/D (1987)

Paarerzeugung und Zerfälle von τ -Leptonen bei PETRA-
Energien.
Univ. Mainz/D (1987)

Habilitation

S. BETHKE

Higher Order QCD Tests in e^+e^- Annihilation at PETRA
Energies.
Univ. Heidelberg/D (1987)

Dissertationen

A. DIECKMANN

Bestimmung der Kopplungskonstante der starken Wechselwirkung in e^+e^- -Reaktionen.
Univ. Heidelberg/D (1987)

K.-H. HELLENBRAND

Nachweis von Elektronen aus semileptonischen Zerfällen von Charm- und Bottom-Quarks, produziert durch e^+e^- -Vernichtung bei Schwerpunktsenergien von 35 GeV.
Univ. Heidelberg/D (1987)

H. KADO

Entwicklung, Bau und Betrieb des JADE-Vertexdetektor-Systems am Speicherring PETRA.
Univ. Hamburg/D (1987)

P. WARMING

Untersuchung der Ladungskorrelationen und Ladungsasymmetrien in multihadronischen Ereignissen aus der e^+e^- -Annihilation bei PETRA.
Univ. Hamburg/D (1987)

MARK J**Veröffentlichungen**

U. AMALDI et al. (A. BÖHM)

A Comprehensive Analysis of Data Pertaining to the Weak Neutral Current and the Intermediate Vector Boson Masses.
Phys. Rev. D36 (1987) 1385 und
CERN-EP/87-93

F.A. BERENDS, A. BÖHM

Lepton Pair Production, Radiative Corrections and Electroweak Parameters.
PITHA 87-17, RWTH Aachen/D

Veröffentlichte Vorträge

M. BOURQUIN

The MARK-J Vertex Detector.
Workshop on Vertex Detectors, Erice/I (1986)
UGVA-DPNC 1987/02-117

G. HERTEN

Low Thrust Inclusive Lepton Events at PETRA.
Proc. of the XXIInd Rencontre de Moriond, Hadrons, Quarks and Gluons, Les Arcs/F (1987)

Summary of PETRA-Results on Elektroweak Interactions.
CERN/EP 87-106

G. VIERTTEL

Operating Experience with the MARK J Time Expansion Chamber.
Proc. of the Int. Conf. on Advances in Exp. Methods for Coll. Beam Phys., Stanford/USA (1987) und
IHP-87-04

Vortrag

J. SCHUG

Messung Elektroschwacher Effekte in e^+e^- -Reaktionen bei PETRA.
EPS-/DPG-Tagung, Zürich/CH (1987)

Dissertationen

M. DHINA

Study of the Process $e^+e^- \rightarrow$ Hadrons at High Energies.
MIT Cambridge/USA (1987)

J. MNICH

Test der Elektroschwachen Wechselwirkung in der Reaktion $e^+e^- \rightarrow \mu^+\mu^-$.
RWTH Aachen/D (1987)
PITHA 87-19

H. STONE

Experimental Tests of QCD and Fragmentation Models in Electron-Positron-Annihilation.
CALTECH/USA (1987)

Diplomarbeiten

A. BILAND

Untersuchung der Performanz der TEC-Driftkammer im MARK J Experiment am DESY.
ETH/IHP Zürich/CH (1987)

J. ROSE

Suche nach dem leptonischen Zerfall schwerer Mesonen mit dem MARK J Detektor bei PETRA.
RWTH Aachen/D (1987)

PLUTO

Veröffentlichungen

PLUTO-KOLLABORATION, Ch. BERGER et al.
Jet Production in Photon-Photon Interactions.
Z. Phys. C33 (1987) 351

Tensor Meson Excitation in the Reaction $\gamma\gamma \rightarrow K_S^0 K_S^0$.
DESY 87-104, zur Veröffentl. in Z. Phys. C

Measurement and Analysis of the Reaction
 $\gamma\gamma \rightarrow \pi^+ \pi^- \pi^+ \pi^-$.
DESY 87-173, zur Veröffentl. in Z. Phys. C

Veröffentlichter Vortrag

PLUTO-KOLLABORATION, C. GRUPEN
Tensor Meson Excitation in the Reaction $\gamma\gamma \rightarrow K_S^0 K_S^0$.
Proc. of the EPS Conf. on High Energy Phys.,
Uppsala/S (1987)

Dissertation

H. MÜLLER
Measurement and Analysis of the Reaction
 $\gamma\gamma \rightarrow \pi^+ \pi^- \pi^+ \pi^-$.
DESY F33-87-01

TASSO

Veröffentlichungen

TASSO-KOLLABORATION,
W. BRAUNSCHWEIG et. al.
A Measurement of the D_s Lifetime.
Z. Phys. C35 (1987) 317

A Study of Energy-Energy Correlations between 12 and
46.8 GeV C.M. Energies.
Z. Phys. C36 (1987) 349

A Study of Bhabha Scattering at PETRA Energies.
Z. Phys. C37 (1987) 171

M.G. BOWLER
Elucidation of the Relationship between Different Treat-
ments of Bose-Einstein Correlations in the String Model.
Phys. Lett. B185 (1987) 205

Bose-Einstein Correlations and Isospin.
Phys. Lett. B197 (1987) 443

Extended Sources, Final State Interactions and Bose-
Einstein Correlations.
65/87, Univ. Oxford/GB,
zur Veröffentl. in Z. Phys. C

P.N. BURROWS, G. INGELMANN, E. ROS
Jet Reconstruction and Jet Properties at HERA.
DESY 87-167 und 94/87, Univ. Oxford/GB

Veröffentlichte Vorträge

**Proc. of the 1987 Int. Symp. on Lepton and
Photon Int., Hamburg/D (1987)**

TASSO-KOLLABORATION
Comparison of Charged Multiplicity Distributions to the
Negative Binomial Distributions.

Determination of the Average Lifetime of Bottom
Hadrons.

Evidence for the η_c Production in Two-Photon
Collisions.

Determination of the D^0 Lifetime.

A Measurement of the τ Lifetime.

Evidence for Quark Bremsstrahlung.

Multicluster Analysis of Hadronic Data at C.M. Energies
between 12.0 and 46.8 GeV.

A Study of Jets from b Quarks Produced in e^+e^- Anni-
hilations at $\sqrt{s} = 35 - 46$ GeV.

Measurement of the Two-Photon Reaction
 $\gamma\gamma \rightarrow \pi^+ \pi^- \pi^+ \pi^-$ at Large Values of Q^2 .

F. BARREIRO

Recent Results from PETRA on Jets and QCD.
Proc. of the EPS Conf. on High Energy Phys.,
Uppsala/S (1987)

R.J. CASHMORE

The Physics of Heavy Quark Fragmentation.
Proc. of the Int. Symp. on Production and Decay of
Heavy Flavors, Stanford/USA (1987) und
96/87, Univ. Oxford/GB

H. KOLANOSKI

Recent Results on Two-Photon Processes from DESY.
Proc. of the XXIIInd Rencontre de Moriond,
Les Arcs/F (1987)

H.-U. MARTYN

Measurements of Electroweak Parameters.
Proc. of the XXIIInd Rencontre de Moriond, Electroweak
Interact. and Unif. Theory, Les Arcs/F (1987)

A. MONTAG

Measuring Lifetimes with TASSO at PETRA.

Proc. of the Int. Symp. on Production and Decay of Heavy Flavours, Stanford/USA (1987)

A Measurement of the D_s Lifetime with the TASSO Detector.

Proc. of the XXIInd Rencontre de Moriond, Hadrons, Quarks and Gluons, Les Arcs/F (1987)

B. MULLER

New Results of the Average B-Hadron Lifetime from PETRA.

Proc. of the Int. Symp. on Production and Decay of Heavy Flavours, Stanford/USA (1987)

K.-U. PÖSNECKER

The Average Lifetime of B-Hadrons: Measurements at PETRA.

Proc. of the EPS Conf. on High Energy Phys., Uppsala/S (1987)

D.H. SAXON

Measurement of Short-Lived Particles at PETRA.

Joint Meeting of The German, Swiss and Austrian Phys. Soc., Zürich/CH (1987)

Helv. Phys. Acta 60 (1987) 646.

M. TAKASHIMA

Lifetimes of Heavy Flavor Particles from TASSO.

Proc. of the Seminar on Heavy Flavours, San Miniato/I (1987)

S.L. WU

e^+e^- -Interactions at High Energies.

Proc. of the 1987 Int. Symp. on Lepton and Photon Int., Hamburg/D (1987)

e^+e^- -Physics.

NATO Advanced Study Institute on Particle Physics, Cargèse/F (1987)

Vorträge

M.G. BOWLER

Quantum Yo-Yo Dynamics.

Univ. Birmingham/GB (1987)

J. EISENMANN

Vektormeson-Produktion in e^+e^- -Annihilation bei 34.6 GeV.

EPS-/DPG-Tagung, Zürich/CH (1987)

A. ESKREYS

Particle Correlations in e^+e^- Annihilation.

EPS-/DPG-Tagung, Zürich/CH (1987)

R. GERHARDS

Inklusive Produktion geladener D-Mesonen in der e^+e^- -Annihilation.

EPS-/DPG-Tagung, Zürich/CH (1987)

T. KRACHT

Messung des Wirkungsquerschnittes $\sigma(\gamma\gamma \rightarrow \pi^+\pi^-\pi^+\pi^-)$ im Q^2 -Bereich bis $4 \text{ GeV}^2/c^2$.

EPS-/DPG-Tagung, Zürich/CH (1987)

L. LABARGA

Study of Energy-Energy Correlations with TASSO.

EPS-/DPG-Tagung, Zürich/CH (1987)

H.-U. MARTYN

Electroweak Physics in e^+e^- Collisions.

Kolloquiumsvortrag, Saclay/F (1987)

J. del PESO

Experimental Studies of Jet Masses in e^+e^- Annihilations and Comparison with QCD Calculations in Second Order.

EPS-/DPG-Tagung, Zürich/CH (1987)

D. STROM

Measurement of D^0 and Average B Hadron Lifetime.

Univ. Chicago/USA (1987)

Indiana Univ. Bloomington/USA (1987)

S.L. WU

Measurement of Average Bottom Meson Lifetime from TASSO.

Univ. of California, Los Angeles/USA (1987)

e^+e^- Interactions at High Energies.

Fermilab Batavia/USA (1987)

BNL Upton/USA (1987)

CERN Genf/CH (1987)

U.S. Dpt. of Energy, Washington/USA (1987)

Univ. Chicago/USA (1987)

Princeton Univ., New York/USA (1987)

W. ZEUNER

Nachweis direkter Photonen in e^+e^- -Annihilation.

EPS-/DPG-Tagung, Zürich/CH (1987)

Dissertationen

A.C. CALDWELL

Determination of the Average Lifetime of Bottom Hadrons from Vertex Reconstruction.

Univ. of Wisconsin, Madison/USA (1987)

M.G. CHERNEY

A Method of Enrichment for b-Quark Events in e^+e^- Annihilation and its Application to TASSO Data.

Univ. of Wisconsin, Madison/USA (1987)

J. HARTMANN

Vektormeson-Produktion in Elektron-Positron-Vernichtungsereignissen bei einer Schwerpunktsenergie von 34.6 GeV.

Univ. Bonn/D (1987)

BONN-IR-87-42

T. KRACHT

Die Messung des Wirkungsquerschnittes der Reaktion $\gamma\gamma \rightarrow \pi^+\pi^-\pi^+\pi^-$ im Q^2 -Bereich bis $4 \text{ GeV}^2/c^2$.
Univ. Hamburg/D (1987)

L. LABARGA

Perturbative QCD Studies with the TASSO Detector.
Univ. Siegen/D (1987)

V. MERTENS

Die Erzeugung des Endzustands $K^0K^\pm\pi^\mp$ in Photon-Photon Reaktionen.
Univ. Bonn/D (1987)
BONN-IR-87-07

K.-U. PÖSNECKER

Messung der mittleren Lebensdauer von B-Hadronen.
Univ. Hamburg/D (1987)

D. SU

B-Quark Enrichment by Lifetime Tagging in e^+e^- Annihilation.
Imperial Coll., London/GB (1987)

Diplomarbeit**P. REHDERS**

Der inklusive Wirkungsquerschnitt neutraler Pionen in e^+e^- -Annihilationsereignissen bei einer Schwerpunktsenergie von 43.7 GeV .
Univ. Hamburg/D (1987)
DESY F35-87-02

ARGUS

Veröffentlichungen

ARGUS-KOLLABORATION, H. ALBRECHT et al.
Observation of Inclusive D_s Production in B Meson Decay.
Phys. Lett. B187 (1987) 425

Observation of B^0 - \bar{B}^0 Mixing.
Phys. Lett. B192 (1987) 245

Search for the Decays $D_s \rightarrow \rho^0\pi$ as Evidence for Quark Annihilation.
Phys. Lett. B195 (1987) 102

First Observation of $\gamma\gamma \rightarrow \omega\rho^0$.
Phys. Lett. B196 (1987) 101

Search for the Decay $\tau^- \rightarrow \nu_\tau\eta\pi^-$.
Phys. Lett. B195 (1987) 307

Measurement of the Decay $B^0 \rightarrow D^{*\mp}\ell^+\nu$.
Phys. Lett. B197 (1987) 452

First Observation of $\gamma\gamma \rightarrow K^{*0}\bar{K}^{*0}$.
Phys. Lett. B198 (1987) 255

First Observation of $\gamma\gamma \rightarrow \omega\omega$.
Phys. Lett. B198 (1987) 577

Measurement of $\eta' \rightarrow \pi^+\pi^-\gamma$ in $\gamma\gamma$ Collisions.
DESY 87-063, zur Veröffentlich. in Phys. Lett.

An Upper Limit on D^0 - \bar{D}^0 Mixing.
DESY 87-085, zur Veröffentlich. in Phys. Lett.

Determination of α_s from a Measurement of the Direct Photon Spectrum in $\Upsilon(1S)$ Decays.
DESY 87-087, zur Veröffentlich. in Phys. Lett.

B Meson Decays into Charmonium States.
DESY 87-111, zur Veröffentlich. in Phys. Lett.

A Measurement of the Tau Lifetime.
DESY 87-128, zur Veröffentlich. in Phys. Lett.

An improved Upper Limit on the ν_τ - Mass from the Decay $\tau^- \rightarrow \pi^-\pi^-\pi^-\pi^+\pi^+\nu_\tau$.
Zur Veröffentlich. in Phys. Lett.

Measurement of D_s^+ - D_s Mass Difference.
Zur Veröffentlich. in Phys. Lett.

Veröffentlichte Vorträge**H. ALBRECHT**

Observation of B^0 - \bar{B}^0 Mixing.
Proc. of the Conf. on 4th Generation,
Santa Monica/USA (1987)

R. AMMAR

B Meson Results from ARGUS.
Proc. of the EPS Conf. on High Energy Phys.,
Uppsala/S (1987)

R. DAVIS

ARGUS Results on Mixing, Charmless B Decay.
Proc. of the VIIIth Vanderbilt Conference on HEP,
Nashville/USA (1987)

D. GINGRICH

Observation of Inclusive D_s Production in B Meson Decay.
Lake Louise Winter Inst./CAN, publ. in
"Selected Topics in Electroweak Interactions",
World Scientific Pub. (1987)

Inclusive D_s Meson Production from B Meson Decay.
Proc. of the APS Annual Meeting of the Div. of Part.
and Fields, Salt Lake City/USA (1987)

D and D^* Production in e^+e^- Annihilation.
Proc. of the APS Annual Meeting of the Div. of Part.
and Fields, Salt Lake City/USA (1987)

L. JÖNSSON

Measurement of the Direct Photon Spectrum in $\Upsilon(1S)$

Decays.

Proc. of the XXIIInd Rencontre de Moriond,
Les Arcs/F (1987)

B Meson Physics with ARGUS.

Proc. of the Seminar on Heavy Flavors,
San Miniato/I (1987)

H. KAPITZA

Topics and New Results from DORIS.

Proc. of the VIIth Int. Conf. on Phys. in Coll.,
Tsukuba/J (1987)

H. KOLANOSKI

Meson and Baryon Production in Quark and Gluon Fragmentation.

Proc. of the EPS Conf. on High Energy Phys.,
Uppsala/S (1987)

Recent Results on τ Physics from ARGUS.

Proc. of the EPS Conf. on High Energy Phys.,
Uppsala/S (1987)

D. McFARLANE

Observation of Charmless B Decays.

Proc. of the Int. Symp. on Production and Decay of
Heavy Flavors, Stanford/USA (1987)

J. McKENNA

D_s and D_s^* at ARGUS.

Lake Louise Winter Inst./CAN, publ. in
"Selected Topics in Electroweak Interactions",
World Scientific Pub. (1987)

A.W. NILSSON

Vector Meson Pair Production in Photon-Photon Interactions and a Precision Measurement of the Radiative Width of the η' .

Proc. of the EPS Conf. on High Energy Phys.,
Uppsala/S (1987)

J. PRENTICE

Hadron Spectroscopy.

Proc. of the EPS Conf. on High Energy Phys.,
Uppsala/S (1987)

H. SCHECK

Hyperon Production in Quark and Gluon Fragmentation at 10 GeV CMS Energy.

Proc. of the Seminar on Heavy Flavors,
San Miniato/I (1987)

W. SCHMIDT-PARZEFALL

Weak Interactions of B-Mesons.

Proc. of the 1987 Int. Symp. on Lepton and Photon Int.,
Hamburg/D (1987),

Proc. of the Symp. in Honour of Marcello Conversi:
Present Trends in Concepts and Instrum. of Part. Phys.,
Rome/I (1987)

H. SCHRÖDER

Observation of B^0 - \bar{B}^0 Oscillations.

Proc. of the XXIIInd Rencontre de Moriond,
Les Arcs/F (1987),
Proc. of the EPS Conf. on High Energy Phys.,
Uppsala/S (1987)

B^0 - \bar{B}^0 Oscillations.

Proc. of the Int. Symp. on Production and Decay of
Heavy Flavors, Stanford/USA (1987)

K. SCHUBERT

Weak Decays of Quarks.

Proc. of the EPS Conf. on High Energy Phys.,
Uppsala/S (1987)

H.D. SCHULZ

Heavy Quark Spectroscopy.

Proc. of the IInd Int. Conf. on Hadron Spectroscopy,
Tsukuba/J (1987)

Observation of B^0 - \bar{B}^0 Oscillations.

Proc. of the IInd Int. Conf. on Hadron Spectroscopy,
Tsukuba/J (1987),
Proc. PANIC 87, Kyoto/J (1987)

B. SPAAN

Improved Upper Limit on the ν_τ -Mass from the Decay
 $\tau^- \rightarrow (5\pi)^- \nu_\tau$.

Proc. of the Int. Symp. on Production and Decay of
Heavy Flavors, Stanford/USA (1987)

J. SPENGLER

Observation of B^0 - \bar{B}^0 Mixing.

Proc. of the Seminar on Heavy Flavors,
San Miniato/I (1987)

Search for Second Class Currents in τ Decays.

Proc. of the XXIIInd Rencontre de Moriond,
Les Arcs/F (1987)

D. WEGENER

e^+e^- Physics 1987.

Proc. of the XVIIIth Int. Symp. on Multiparticle
Dynamics, Tashkent/USSR (1987)

Vorträge

H. ALBRECHT

New Results from ARGUS.

LAL Orsay/F (1987)

Observation of B^0 - \bar{B}^0 Mixing.

SLAC, Stanford/USA (1987),
LBL, Berkeley/USA (1987),
Univ. of Colorado, Boulder/USA (1987),
Cornell Univ., Ithaca/USA (1987),
Carnegie-Mellon Univ., Pittsburgh/USA (1987)

Observation of Charmless B Meson Decays.

BNL, Brookhaven/USA (1987),
Fermilab, Batavia/USA (1987),
Argonne Nat. Lab./USA (1987),
Kolloquiumsvortrag, CERN, Genf/CH (1987),
SIN, Villigen/CH (1987)

R. AMMAR

New Results from ARGUS.
Univ. of Kansas, Lawrence/USA (1987),
Kolloquiumsvorträge, Univ. of California,
San Diego/USA (1987) und
Northwestern Univ./USA (1987)

R. DAVIS

New Results from ARGUS.
Kolloquiumsvortrag, Univ. of Colorado/USA (1987),
Univ. of Kansas, Lawrence/USA (1987)

A. DRESCHER

Messung inklusiver π^0 - und η -Produktion im Energiebereich der Υ -Resonanzen.
EPS-/DPG-Tagung, Zürich/CH (1987)

D. GINGRICH

D_s Production in B Meson Decay.
CAP Meeting, Toronto/CAN (1987)

H. KAPITZA

Selected Results from ARGUS.
CAP Meeting, Toronto/CAN (1987)

G. KERNEL

Recent Results from ARGUS.
Univ. of Oxford/GB (1987)

The Physics of B mesons.

Univ. Ljubljana/YU (1987)

H. KOLANOSKI

Recent Results from DESY.
Univ. Montpellier/F (1987)

Zwei-Photon-Physik im Resonanzbereich.

Univ. Frankfurt/D (1987)

Zwei-Photon-Physik an e^+e^- Speicherringen.

Univ. Heidelberg/D (1987)

Recent Results on τ Physics.

SIN, Villigen/CH (1987)

N. KWAK

ARGUS Result on $b \rightarrow u$ Transition.
MASUA Theory Conf., Kansas Univ.,
Lawrence/USA (1987)

New Results from ARGUS. *

Kansas Univ., Lawrence/USA (1987)

U. MATTHIESEN

Messung der inklusiven Φ -Produktion im Bereich der Υ -

Resonanzen.

EPS-/DPG-Tagung, Zürich/CH (1987)

D. McFARLANE

Charm Physics at DORIS: An Overview.
VIIIth Workshop on Particles and Nuclei, Spectroscopy
and Weak Int. of Heavy Quarks, MPI Heidelberg/D (1987)

Recent Results from ARGUS on B_d^0 - \bar{B}_d^0 Oscillations.

McGill Univ., Montreal/Canada (1987)

Evidence for B_d^0 - \bar{B}_d^0 Mixing.

ANL Argonne/USA (1987)

Evidence for B_d^0 - \bar{B}_d^0 Mixing from ARGUS.

Fermilab, Batavia/USA (1987),
Columbia Univ./USA (1987),
Univ. of Pennsylvania/USA (1987)

Recent Results from the ARGUS Experiment.

SLAC Summer Institute, Stanford/USA (1987)

Recent Results from ARGUS including Charmless B Decays.

LBL Berkeley/USA (1987)

Observation of B^0 - \bar{B}^0 Mixing.

Rutgers Univ./USA (1987)

Beauty Physics with ARGUS: Probing the Standard Model.

Kolloquiumsvortrag, Univ. of California,
Berkeley/USA (1987)

B Physics at e^+e^- -Machines.

Workshop on High Sensitivity B Physics,
Fermilab/USA (1987)

A μ VDC for ARGUS.

Vth Plenary Meeting for the B-Factory Working Groups,
SIN, Villigen/CH (1987)

J. McKENNA

Charm Production and Fragmentation.
SLAC, Stanford/USA (1987)

 D_s and D_s^* at ARGUS.

CALTECH/USA (1987)

S. SCHAEEL

Messung exklusiver D^0 -Meson-Zerfälle.
Kolloquiumsvortrag, Univ. Heidelberg/D (1987)

W. SCHMIDT-PARZEFALL

Beobachtung von Oszillationen zwischen Teilchen und Antiteilchen bei B-Mesonen.

Kolloquiumsvortrag, Univ. Hamburg/D (1987)

Schwache Wechselwirkung von B-Mesonen.

Kolloquiumsvortrag, Univ. Bonn/D (1987)

H. SCHRÖDER

Beobachtung von B^0 - \bar{B}^0 Oszillationen.
EPS-/DPG-Tagung, Zürich/CH (1987)

Observation of $B^0-\bar{B}^0$ Oscillations.
CERN, Geneva/CH (1987)

Beobachtung von Oszillationen zwischen Teilchen und Antiteilchen im $B^0-\bar{B}^0$ System.
Kolloquiumsvorträge, Univ. Dortmund/D (1987) und RWTH Aachen/D (1987) und Univ. Erlangen/D (1987)

Observation of $B^0-\bar{B}^0$ Oscillations.
MPI München/D (1987)

Study of B Mesons with ARGUS.
McGill Univ. Montreal/CAN (1987)

Beobachtung von $B^0-\bar{B}^0$ Oszillationen.
IfH, Zeuthen/DDR (1987)

K.R. SCHUBERT
Selected Topics of the B-Factory Physics Program.
SIN, Villigen/CH (1987)

A Selection of Recent Results from the ARGUS Experiment.
Kolloquiumsvortrag, MPI München/D (1987)

Motivation and Design Study for a B-Meson Factory of High Luminosity.
LAL Orsay/F (1987)

Beobachtung von $B^0-\bar{B}^0$ -Mischung in $\Upsilon(4S)$ -Zerfällen.
Kolloquiumsvorträge, Univ. Zürich/CH (1987) und Univ. Heidelberg/D (1987) und Univ. Siegen/D (1987)

Das Physik-Programm an einer B-Mesonen-Fabrik.
RWTH Aachen/D (1987)

Beobachtung von $B^0-\bar{B}^0$ -Mischung.
Kolloquiumsvortrag, GSI Darmstadt/D (1987)

Present Status of B-Meson Decays (Implications for the SSC).

Workshop on SSC Experiments and Detectors,
Berkeley/USA (1987)

A New Upper Limit on the Mass of the Tau Neutrino from ARGUS.

Xth Workshop on Particles and Nuclei, MPI Heidelberg/D (1987)

Das Physik-Programm an einer B-Mesonen-Fabrik.
Univ. Mainz/D (1987)

G. SCHWEDA
Szintillierendes Glas - ein Medium für elektromagnetische Schauerzähler.
EPS-/DPG-Tagung, Zürich/CH (1987)

B. SPAAN
Untersuchung des τ -Zerfalls $\tau^- \rightarrow (5\pi)^- \nu_\tau$.
EPS-/DPG-Tagung, Zürich/CH (1987)

K. STRAHL
Präzisionsmessung der Luminosität bei ARGUS mit Myon Paaren.
Kolloquiumsvortrag, Univ. Heidelberg/D (1987)

G. TSIPOLITIS
Two Photon Physics with ARGUS.
Univ. of Thessaloniki/GR (1987)

D. WEGENER
 e^+e^- Physics with the ARGUS Detector.
Nowosibirsk/USSR (1987)

New Results in e^+e^- Physics.
ITEP, Moscow/USSR (1987)

Zerfälle schwerer Fermionen als Test des Standardmodells der Elementarteilchen.
Kolloquiumsvortrag, Univ. Mainz/D (1987)

B-Meson Zerfälle, ein Labor zur Untersuchung der schwachen Wechselwirkung.
Kolloquiumsvortrag, RWTH Aachen/D (1987)

A. YAGIL
Evidence of Charmless B-Decays.
SLAC, Stanford/USA (1987)

T.S. YOON
Observation of $B^0-\bar{B}^0$ Mixing in ARGUS.
BNL, Brookhaven/USA (1987)

Recent Results from ARGUS.
Int. Workshop on Weak Int., Santa Fe/USA (1987) und Kyungbook Nat. Univ., Korea (1987) und Princeton Univ., Princeton/USA (1987)

Dissertationen

A. DRESCHER
Messung der inklusiven Spektren von π^0 - und η -Mesonen im Energiebereich der Υ -Resonanzen.
Univ. Dortmund/D (1987)

D.J. GILKINSON
Measurement of Lifetimes of Charmed Mesons.
Univ. Toronto/CAN (1987)

U. MATTHIESEN
Messung der inklusiven Spektren von ϕ -Mesonen im Energiebereich der Υ -Mesonen mit dem ARGUS Detektor.
Univ. Dortmund/D (1987)

J. McKENNA
Production and Decay of D_s and D_s^* Mesons in e^+e^- Annihilation.
Univ. Toronto/CAN (1987)

B.P. PADLEY

Measurement of Tauon Lifetime.
Univ. Toronto/CAN (1987)

A. PHILIPP

Nachweis radiativer Zerfälle des $\Upsilon(2S)$ -Mesons in inklusiven Spektren konvertierter Photonen mit dem ARGUS Detektor.
Univ. Dortmund/D (1987)

M. PLESKO

Determination of α_s from Direct Photon Spectra of $\Upsilon(1S)$ Decays.
Univ. Ljubljana/YU (1987)

H.C.J. SEYWERD

Observation of Charmed Baryons in e^+e^- Annihilations at 10 GeV CMS Energy.
Univ. Toronto/CAN (1987)

J.C. YUN

Observation of $D^*(2420)$.
Carlton Univ., Ottawa/CAN (1987)

Diplomarbeiten

B. BOSTJANCIC

Production of Δ -Baryons in e^+e^- Interactions in the Center-of-Mass-Energy Region in the Vicinity of 10 GeV.
M.Sc., Univ. Ljubljana/YU (1987)

E. KRIZNIC

Determination of the Acceptance of the Detector ARGUS for the Reaction $\gamma\gamma \rightarrow 4\pi$.
Univ. Ljubljana/YU (1987)

S. SCHAEEL

Messung exklusiver D^0 -Meson-Zerfälle.
Univ. Heidelberg/D (1987)
IHEP-HD/87-06

G. SCHWEDA

Untersuchung zum Nachweis von Teilchen mit szintillierendem Glas.
Univ. Dortmund/D (1987)

K. STRAHL

Bestimmung der Akzeptanz des ARGUS-Detektors für Myonen.
Univ. Heidelberg/D (1987)
IHEP-HD/87-05

S. WERNER

Inklusive K^0 -Produktion in der Elektron-Positron-Vernichtung und bei Zerfällen der Υ -Resonanzen.
Univ. Heidelberg/D (1987)
IHEP-HD/87-01

Crystal Ball-Kollaboration

Veröffentlichungen

CRYSTAL BALL-KOLLABORATION,

D. ANTREASYAN et al.

Measurement of the η' and Search for Other Resonances in $\gamma\gamma \rightarrow \eta\pi^0\pi^0$.

Phys. Rev. D36 (1987) 2633

CRYSTAL BALL-KOLLABORATION,

B. LURZ et al.

Experimental Upper Limits for the Hadronic Transitions $\Upsilon(2S) \rightarrow \eta\Upsilon(1S)$ and $\Upsilon(2S) \rightarrow \pi^0\Upsilon(1S)$.

Z. Phys. 36 (1987) 383

W. BUCHMÜLLER and S. COOPER

Υ Spectroscopy.

MIT-LNS-159 (1987)

Veröffentlichte Vorträge

J.K. BIENLEIN

Semileptonic B-Meson Decays.

Proc. of the Seminar on Heavy Flavors,
San Miniato/I (1987)

E.D. BLOOM

J/ψ and Υ Radiative and Hadronic Decays.

Proc. of the Rencontre de Phys., La Thuile/I (1987) und
SLAC-PUB-4361

S. COOPER

Two Photon Physics with the Crystal Ball.

Proc. of the IIInd Int. Conf. on Hadron Spectroscopy,
Tsukuba/J (1987)

K.H. FAIRFIELD

Search for Axion Production in $\Upsilon(1S)$ Decays.

Proc. of the Int. Symp. on Production and Decay of
Heavy Flavours, Stanford/USA (1987)

S. KEH

Rare Decays of the Tau Lepton.

Proc. of the XXIIInd Rencontre de Moriond,
Les Arcs/F (1987)

K. KÖNIGSMANN

Leptonic Widths of ψ and Υ Resonances.

Proc. of the XXIIInd Rencontre de Moriond,
Les Arcs/F (1987) und

DESY 87-046

Two-Photon Production of Pseudoscalar Particles.

Proc. of the EPS Conf. on High Energy Phys.,
Uppsala/S (1987)

Heavy Quarkonia.

Proc. of the Int. Symp. on Production and Decay of Heavy Flavours, Stanford/USA (1987) und DESY 87-151

S. LOWE

Crystal Ball Results on Tau-Decays.

Proc. of the Int. Symp. on Production and Decay of Heavy Flavours, Stanford/USA (1987) und SLAC-PUB-4449

H. MARSISKE

Exclusive Production of $\pi^0\pi^0$ and $\pi^0\pi^0\pi^0$ in Photon-Photon Collisions.

Proc. of the XXIIInd Rencontre de Moriond, Les Arcs/F (1987)

M. REIDENBACH

Determination of Γ_{ee} of the $\Upsilon(1S)$ and $\Upsilon(2S)$ Resonances, and Measurement of R at $W = 9.46$ GeV.

Proc. of the Seminar on Heavy Flavours, San Miniato/I (1987)

T. SKWARNICKI

Tau Decays to π^0 's and η 's.

Proc. of the EPS Conf. on High Energy Phys., Uppsala/S (1987)

B Meson Physics with the Crystal Ball Detector.

Proc. of the Int. Symp. on Production and Decay of Heavy Flavours, Stanford/USA (1987)

U. STROHBUSCH

Spin Forces in Heavy Quarkonia.

Proc. of the Int. Symp. on Medium Energy Phys., Peking/VR China (1987)

K. WACHS

Semileptonic Decays of B-Mesons.

Proc. of the XXIIInd Rencontre de Moriond, Les Arcs/F (1987) und DESY 87-084

Vorträge

J.K. BIENLEIN

Semileptonic B-Meson Decays.

Univ. Florenz/I (1987)

S. COOPER

From Charmonium to $b\bar{b}$.

Martin Deutsch Symposium, MIT Cambridge/USA (1987)

Photon-Photon Collisions.

Brown University/USA und

MIT Cambridge/USA (1987)

Experimental Hadron Spectroscopy.

Cosner's Meeting on Hadron Spectroscopy, Rutherford Appleton Lab., Chilton/GB (1987)

S. KEH

Rare Decays of the Tau Lepton.

EPS-/DPG-Tagung, Zürich/CH (1987)

Higgs Search and Tau Physics with the Crystal Ball Detector.

CERN Geneva/CH (1987)

K. KÖNIGSMANN

Heavy Meson Spectroscopy.

Workshop on Particles and Nuclei, MPI Heidelberg/D, (1987)

Neue Resultate vom Crystal Ball Experiment.

Univ. Heidelberg/D (1987)

Two-Photon Physics with the Crystal Ball Detector.

Univ. Paris in Orsay/F (1987)

Spektroskopische Untersuchungen an Quark Antiquark Systemen.

Univ. München/D (1987)

M. KOBEL

Determination of $B(\Upsilon \rightarrow \mu\mu)$.

EPS-/DPG-Tagung, Zürich/CH (1987)

L. LEKEBUSCH

Search for η_b and η_b' in $\Upsilon(1S)$ and $\Upsilon(2S)$ Decays.

EPS-/DPG-Tagung, Zürich/CH (1987)

S. LOWE

Crystal Ball Results on Tau Decays.

SLAC, Stanford/USA (1987)

W. MASCHMANN

$c\bar{c}$ Production in Upsilon Decays.

EPS-/DPG-Tagung, Zürich/CH (1987)

G. NOWAK

Results from the Crystal Ball on Semileptonic B-Meson Decays.

Institute of Nuclear Physics, Cracow/P (1987)

Two-Photon Physics with the Crystal Ball.

Institute of Nuclear Physics, Cracow/P (1987)

M. REIDENBACH

Bottomonium Region Physics at DESY.

NIKHEF Ann. Sci. Meeting, Amsterdam/NL (1987)

J. SCHÜTTE

Radiative Decays of the $\Upsilon(4S)$ Resonance.

EPS-/DPG-Tagung, Zürich/CH (1987)

D. SIEVERS

η Formation in $\gamma\gamma$ Collisions.

EPS-/DPG-Tagung, Zürich/CH (1987)

T. SKWARNICKI

Decays of the Tau Lepton.
Institute of Nuclear Physics, Cracow/P (1987)

Upsilon Spectroscopy.
Univ. Syracuse/USA (1987)

Crystal Ball Results on Tau Decays.
Fermilab, Batavia/USA (1987) und
Univ. Syracuse/USA (1987) und
Univ. Cornell/USA (1987) und
MIT Cambridge/USA (1987) und
Harvard Univ., Cambridge/USA (1987)

U. STROHBUSCH

Neue Crystal Ball Ergebnisse.
Univ. Mainz/D (1987)

K. WACHS

Semileptonic Decays of B Mesons.
EPS-/DPG-Tagung, Zürich/CH (1987)

D. WILLIAMS

Crystal Ball Results on $\gamma\gamma$ Collisions.
Univ. of California, Santa Cruz/USA (1987)

Dissertationen

A. BIZZETI

Studio dello spettro dei fotoni di alta energia nei decadimenti della $\Upsilon(1S)$.
Univ. Florenz/I (1987)

B. RENGER

Study of Low-Multiplicity Exclusive Hadronic Decays of the $\Upsilon(9460)$.
Carnegie Mellon Univ., Pittsburgh/USA (1987)

D. WILLIAMS

Resonance Production in Elastic Scattering of Quasi-Real Photons.
Harvard Univ., Cambridge/USA (1987)

Diplomarbeiten

K. BROCKMÜLLER

Messung der π^0 -Energiespektren im Energiebereich der $\Upsilon(1S)$ -Resonanz mit dem Crystal Ball Detektor.
Univ. Hamburg/D (1987)
DESY F31 87-05

K. GRAAF

Bestimmung der partiellen Zerfallsbreiten Γ_{ee} für die Bottomiumzustände $\Upsilon(1S)$ und $\Upsilon(2S)$.
Univ. Hamburg/D (1987)

F.-H. HEINSIUS

Untersuchungen zur Selektion elektromagnetisch schauernder Teilchen an einem segmentierten Kalorimeter.
Univ. Hamburg/D (1987)

S. KRÜGER

Untersuchungen an CsJ(Tl)-Kristallen mit Photomultiplier- und Diodenauslese.
Univ. Hamburg/D (1987)
DESY F31 87-03

H. MEYER

Das Crystal Ball Mikroprozessor-System.
Univ. Hamburg/D (1987)
DESY F31 87-02

V. STOCK

Untersuchungen der Energieauflösung einer CsJ(Tl)-Szintillationszählermatrix.
Univ. Hamburg/D (1987)
DESY F31 87-04

A. VOIGT

Messung der Energiespektren neutraler Pionen ($E_{\pi^0} > 600$ MeV) in der Reaktion $e^+e^- \rightarrow$ Hadronen im Energiebereich der $\Upsilon(1S)$ -Resonanz mit dem Crystal Ball Detektor.
Univ. Hamburg/D (1987)
DESY F31 87-06

HASYLAB

Veröffentlichungen

E.E. KOCH

Photoemission from Organic Molecular Solids and Organometallic Compounds.
Phys. Scr. T17 (1987) 120

A.M. FINDLEY, S. BERNSTORFF, A.M. KÖHLER, V. SAILE, L. FINDLEY

Photoionization Spectroscopy of Highly Polar Aromatics. Halobenzonitriles.
Phys. Scr. 35 (1987) 633

P. FUNKE, G. MATERLIK

Adsorption Sites of Bromine on Si(111) 1x1 and 7x7 Surfaces.
Surf. Sci. 188 (1987) 378 und DESY SR 87-01

G. MATERLIK, M. SCHMÄH, J. ZEGENHAGEN, W. UELHOFF

Structure Determination of Adsorbates on Single Crystal Electrodes with X-Ray Standing Waves.
Ber. Bunsenges. Phys. Chem. 91 (1987) 292 und DESY SR 87-02

- W. JARK, M. NEVIÉRE
Diffraction Efficiencies for the Higher Orders of a Reflection Grating in the Soft X-Ray Region: Comparison between Theory and Experiment. *Appl. Opt.* 26 (1987) 943 und DESY SR 87-03
- A.E.M.J. FISCHER, E. VLIEG, J.F. van der VEEN, M. CLAUSNITZER, G. MATERLIK
Structure Determination of the CoSi_2 : Si(111) Interface by X-Ray Standing Wave Analysis. *Phys. Rev. B.* 36 (1987) 4769 und DESY SR 87-04
- L. INCOCCIA, A. BALERNA, S. CRAMM, C. KUNZ, F. SENF, I. STORJOHANN
The Adsorption Site of Oxygen on Si(100) Determined by SEXAFS. *Surf. Sci.* 189/190 (1987) 453 und DESY SR 87-05
- W. JITSCHIN, U. WERNER, G. MATERLIK, G.D. DOOLEN
Electron Correlations in the L-Shell Photoionization of Heavy Elements. *Phys. Rev. A* 35 (1987) 5038
- G. DRÄGER, O. BRÜMMER, R. FRAHM, G. MATERLIK
The Multipole Character of X-Ray Transitions in Pre-Edge Structures of the Fe K-Absorption Spectra: An Experimental Study. *Zur Veröffentl. in Phys. Stat. Sol.*
- H.R. HÖCHE, J. NIEBER, G. MATERLIK, M. CLAUSNITZER
Modification of Specularly Reflected X-Ray Intensity by Grazing Incidence Zero Layer Diffraction. *Zur Veröffentl. in Phys. Stat. Sol.*
- J. WÖRMER, T. MÖLLER, J. STAPELFELDT, G. ZIMMERER, D. HAAKS, S. KAMPF, J. LECALVÈ, M.C. CASTEX
Analysis of Bound-Free Fluorescence and Improved Characterization of the Electronic and Spectroscopic Properties of the $1^1\Sigma_u^+$ State of Cl_2 . DESY SR 87-06, zur Veröffentl. in *Z. Phys. D*
- T. PRESCHER, M. RICHTER, B. SONNTAG, H.E. WETZEL
Electron Heated High Temperature Atomic Beam Source for VUV Photoelectron Spectroscopy. *Nucl. Instr. and Meth. A* 254 (1987) 627
- U. SPANN, W. RENNER, E.-M. MANDELKOW, J. BORDAS, E. MANDELKOW
Tubulin Oligomers and Assembly Studied by Time-Resolved X-Ray Scattering: Separation of Prenucleation and Nucleation Events. *Biochemistry* 26 (1987) 1123
- S. CRAMM, U. GRABOWSKI, C. KUNZ, J. SCHMIDT-MAY, F. SENF, L. INCOCCIA
Partial Photoionization Cross-Sections at the 3d Thresholds of Rare Earth Metals. *J. Electr. Spectr. Rel. Phen.* 42 (1987) 89
- P. LAPORTE, J.L. SUBTIL, R. REININGER, V. SAILE, S. BERNSTORFF, I.T. STEINBERGER
Evolution of Intermediate Excitons in Fluid Argon and Krypton. *Phys. Rev. B* 35 (1987) 6270
- A.M. KÖHLER, R. REININGER, V. SAILE, G.L. FINDLEY
Density Effects on High-n Molecular Rydberg States: CH_3I in He, Ne, Ar, and Kr. *Phys. Rev. A* 35 (1987) 79
- L. LEY, M. TANIGUCHI, J. GHIJSEN, R.L. JOHNSON, A. FUJIMORI
Manganese-Derived Partial Density of States in $\text{Cd}_{1-x}\text{Mn}_x\text{Te}$. *Phys. Rev. B* 35 (1987) 2839
- U. BENEDICT, S. DABOS, L. GERWARD, J. STAUN OLSEN, J. BEUERS, J. SPIRLET, C. DUFOUR
Study of Heavy-Fermion Compounds under High Pressure. *J. Magn. Magn. Mat.* 63 & 64 (1987) 403
- L. GERWALD, J. STAUN OLSEN
EDDA - A Program for Predicting Energy-Dispersive Powder Diffraction Spectra. *J. Appl. Cryst.* 20 (1987) 324
- G. ZIMMERER
Creation, Motion, and Decay of Excitons in Rare-Gas Solids. in "Excited-State Spectroscopy in Solids", U.M. Grassano, N. Terzi (eds.), North Holland Amsterdam, Oxford, New York, Tokyo (1987) 37
- I. MAKOWSKI, F. FROLOW, M.A. SAPER, M. SHOHAM, H.G. WITTMANN, A. YONATH
Single Crystals of Large Ribosomal Particles from Halobacterium Marismortui Diffract to 6Å . *J. Mol. Biol.* 193 (1987) 819
- G. KAINDL, G.K. WERTHEIM, G. SCHMIESTER, E.V. SAMPATHKUMARAN
Mixed Valency versus Covalency in Rare-Earth Core-Electron Spectroscopy. *Phys. Rev. Letts.* 58 (1987) 606
- W. FOLKHARD, W. GEERCKEN, E. KNÖRZER, E. MOSLER, H. NEMETSCHKE-GANSLER, TH. NEMETSCHKE, M.H.J. KOCH
Structural Dynamic of Native Tendon Collagen. *J. Mol. Biol.* 193 (1987) 405
- W. NIEMANN, W. MALZFELDT, P. RABE, R. HAENSEL, M. LÜBCKE

- Critical Cluster Size for Mixed Valence in Small Matrix-isolated Sm Clusters.
Phys. Rev. B 35 (1987) 1099
- K.O. MAGNUSSON, S.A. FLODSTRÖM
Valence and Conduction Band Electronic Structure of Wurtzite CdSe.
Phys. Rev. B, Rapid Comm. 35 (1987) 2556
- R. MANZKE, H.P. BARNSCHIEDT, C. JANOWITZ, M. SKIBOWSKI
Evidence for an Intrinsic Surface State on GaSb(110) by High Resolution Angle-Resolved Photoemission.
Phys. Rev. Letts. 58 (1987) 610
- G. SCHÜTZ, W. WAGNER, W. WILHELM, P. KIENLE, R. ZELLER, R. FRAHM, G. MATERLIK
Absorption of Circularly Polarized X-Rays in Iron.
Phys. Rev. Letts. 58 (1987) 737
- R. SPORKEN, P.A. THIRY, E. PETIT, J.J. PIREAUX, R. CAUDANO, J. GHIJSEN, R.L. JOHNSON, L. LEY
Photoemission Study of the Al-Sb(111) Interface.
Phys. Rev. B 35 (1987) 7927
- G.U. NIENHAUS, F. DREPPER, F. PARAK, R.L. MÖSSBAUER, D. BADE, W. HOPPE
A Multiwire Proportional Counter with Spherical Drift Chamber for Protein Crystallography with X-Rays and Gamma-Rays.
Nucl. Instr. and Meth. A256 (1987) 581
- M.S. LEHMANN, A. NØRLUND CHRISTENSEN, H. FJELLVÅG, R. FEIDENHANS'L, M. NIELSEN
Structure Determination by Use of Pattern Decomposition and the Rietveld Method on Synchrotron X-Ray and Neutron Powder Data; the Structures of $Al_2Y_4O_9$ and I_2O_4 .
J. Appl. Cryst. 20 (1987) 123
- W.B. HOLZAPFEL, P.G. JOHANNSEN, W.A. GROSSHANS
Molecular Dissociation in Solids under Pressure. in "Dynamics of Molecular Crystals", J. Lascombe (ed.), Elsevier Science Publishers B.V., Amsterdam (1987) 133
- E. BURKEL, J. PEISL, B. DORNER
Observation of Inelastic X-Ray Scattering from Phonons.
Europhys. Lett. 3 (1987) 957
- B. DORNER, E. BURKEL, TH. ILLINI, J. PEISL
First Measurement of a Phonon Dispersion Curve by Inelastic X-ray Scattering.
Z. Phys. B 69 (1987) 179
- N. BERNHARD, E. BURKEL, G. GOMPPER, T.H. METZGER, J. PEISL, H. WAGNER, G. WALLNER
Grazing Incidence Diffraction of X-rays at a Si Single Crystal Surface: Comparison of Theory and Experiment.
Z. Phys. B 69 (1987) 303
- J. BAHRDT, P. GÜRTLER, N. SCHWENTNER
Triplet States of CO Trapped in Rare Gas Crystals.
J. Chem. Phys. 86 (1987) 6108
- R. REININGER, V. SAILE, A.M. KÖHLER
Photoionisation Yield Spectra below the Atomic Ionisation Energy in Argon and Krypton.
J. Phys. B 20 (1987) 2239
- W. FOLKHARD, E. MOSLER, W. GEERCKEN, E. KNÖRZER, H. NEMETSCHKEK-GANSLER, TH. NEMETSCHKEK, M.H.J. KOCH
Quantitative Analysis of the Molecular Sliding Mechanism in Native Tendon Collagen – Time-Resolved Dynamic Studies Using Synchrotron Radiation.
Int. J. Biol. Macromol. 9 (1987) 169
- E. MOSLER, H. DIERINGER, P.P. FIETZEK, W. FOLKHARD, E. KNÖRZER, M.H.J. KOCH, TH. NEMETSCHKEK
Strukturdynamik isocyanatvernetzter Kollagenfasern; Anwendung der Synchrotronstrahlung in der Makromolekularen Chemie.
Angew. Chem. 99 (1987) 578
- Structural Dynamic of Collagen Fibers Cross-Linked with Isocyanates; Application of Synchrotron Radiation in Macromolecular Chemistry.
Angew. Chem. Int. Ed. Engl. 26 (1987) 551
- A. BIGI, A.M. FICHERA, N. ROVERI, M.H.J. KOCH
Structural Modification of Air-Dried Tendon Collagen on Heating.
Int. J. Biol. Macromol. 9 (1987) 176
- P. MATSUDAIRA, J. BORDAS, M.H.J. KOCH
Synchrotron X-Ray Diffraction Studies of Actin Structure During Polymerization.
Proc. Natl. Acad. Sci. USA, Vol. 84 (1987) 3151
- K.O. MAGNUSSON, S.A. FLODSTRÖM
Valence Band and Surface Electronic Structure of CdTe.
Ext. Abstr. Sec. Nordic Conf. on Surface Science, Linköping/S (1987)
- K. KJAER
Study of Liquid Surfaces by Synchrotron Radiation.
Ext. Abstr. Sec. Nordic Conf. on Surface Science, Linköping/S (1987)
- H. TOPSØE, B.S. CLAUSEN, N.Y. TOPSØE, E. PEDERSEN, W. NIEMANN, A. MÜLLER, H. BÖGGE, B. LENGELER
Inorganic Cluster Compounds as Models for the Structure of Active Sites in Promoted Hydrodesulphurization Catalysts.
J. Chem. Soc., Faraday Trans. 1, 83 (1987) 2157
- I. SCHÄFER, W. DRUBE, M. SCHLÜTER, G. PLAGEMANN, M. SKIBOWSKI

- Bandpass Photon Detector with High Efficiency for Inverse Photoemission Spectroscopy.
Rev. Sci. Instr. 58 (1987) 710
- T. MÖLLER, J. STAPELFELDT, M. BELAND, G. ZIMMERER
Bound-Free Oscillations in Fluorescence Spectra of Xe₂, Kr₂ and Ar₂.
in "Spectral Line Shapes", Volume 4, R.J. Exton (ed.), A. Deepak Publishing, Hampton, Virginia (1987) 381
- T. KLOIBER, W. LAASCH, G. ZIMMERER, F. COLETTI, J.M. DEBEVER
Observation of Total and Partial Photon Stimulated Desorption Yields of Neutral Atoms from Solid Ne under Selective Excitation in the Excitonic Range.
Zur Veröffentlich. in Phys. Rev. Lett.
- H.J. KMIECIK, M. SCHREIBER, T. KLOIBER, M. KRUSE, G. ZIMMERER
Exciton Dynamics in Rare Gas Solids and Alkali Halides.
Proc. Vth Int. Conf. on Dynamical Processes in Excited States of Solids, Tsukuba (1987), zur Veröffentlich. in J. Luminescence 38
- G. ZIMMERER
Synchrotronstrahlung - Grundstein der Mikromechanik.
Inf. für die Wirtschaft Heft 2 (1987) 46
- H.-F. NOLTING, P. EGGERS, G. HENKEL, B. KREBS, C. HERMES, R.F. PETTIFER, D.L. FOULIS
Röntgenabsorptionsspektroskopische Untersuchungen an der K-Kante ausgewählter Eisenverbindungen mit Synchrotronstrahlung.
Z. Kristallogr. 178 (1987) 174
- H.-F. NOLTING, P. EGGERS, G. HENKEL, B. KREBS, J. HEMKER, H. WITZEL, C. HERMES
Cobalt X-Ray Absorption Spectroscopy of Cobalamine and Glucose Isomerase.
Rec. Trav. Chim. Pays-Bas 106 (1987) 349
- G. HENKEL, B. KREBS, H.-F. NOLTING, P. EGGERS, C. HERMES, R.F. PETTIFER, D.L. FOULIS
K Edge X-Ray Absorption Spectroscopic Investigations on Selected Iron Compounds with Synchrotron Radiation.
Acta Cryst. A43 (1987) C261
- I. FELNER, I. NOWIK, D. VAKNIN, U. POTZEL, J. MOSER, G.M. KALVIUS, G. WORTMANN, G. SCHMIESTER, G. HILSCHER, E. GRATZ, C. SCHMITZER, N. PILLMAYR, K.G. PRASAD, H. DE WAARD, H. PINTO
Ytterbium Valence Phase Transition in Yb_xIn_{1-x}Cu₂.
Phys. Rev. B 35 (1987) 6956
- E. MORIKAWA, R. REININGER, V. SAILE, P. LAPORTE
Diffusion-Controlled Quenching of the NO Emission in Rare Gas Matrices.
Chem. Phys. Lett. 139 (1987) 171
- I.M. CURELARU, K.-S. DIN, G.-E. JANG, L.-G. CHEN, E. WALL, S. SUSMAN, T.O. BRUN, K.J. VOLIN, E.-E. KOCH, K. HORN, J. GHIJSEN, R.L. JOHNSON
Experimental Studies of the Electronic Structure of I-II and I-III Intermetallic Compounds with B32(Zintl) Structure.
J. Vac. Sci. Technol. A 5 (1987) 2038
- I.M. CURELARU, K.-S. DIN, G.-E. JANG, E.E.KOCH, K. HORN, J. GHIJSEN, R.L. JOHNSON, S. SUSMAN, T.O. BRUN, K.J. VOLIN
Electronic Structure, Bonding and Lithium Migration Effects Involving the Surface of the Mixed Conductor β - LiAl.
zur Veröffentlich. in "Proc. of the NATO Advanced Study Inst. on the Science and Technology of Fast Ion Conductors", H.L. Tuller (ed.), Springer-Verlag (1987)
- H. CARSTENSEN, R. MANZKE, I. SCHÄFER, M. SKIBOWSKI
The Electronic Structure of the GaSb-(110)-Surface Studied by Combined Angular Resolved Photoemission and Inverse Photoemission.
in "The Physics of Semiconductors", O. Engström (ed.), World Scientific Publishing, Singapore, Vol. 1 (1987) 125
- V. SAILE
Mirrors of Soft X-Ray Beam Lines: General Considerations and Radiation Effects.
in "Soft X-Ray Optics and Technology", E.E. Koch, G. Schmahl (eds.), Proc. SPIE 733 (1987) 126
- J. BARTH, E. TEGELER, M. KRISCH, R. WOLF
Characteristics and Applications of Semiconductor Photodiodes from the Visible to the X-Ray Region.
in "Soft X-Ray Optics and Technology", E.E. Koch, G. Schmahl (eds.), Proc. SPIE 733 (1987) 481
- N. GREISER, G.A. HELD, R. FRAHM, R.L. GREENE, P.M. HORN, R.M. SUTER
Melting of Monolayer Xenon on Silver: The Hexatic Phase in the Weak- Substrate Limit.
Phys. Rev. Letts. 59 (1987) 1706
- G.M. ANTONINI, C. CALANDRA, F. CORNI, F.C. MATACOTTA, M. SACCHI
Atomic Local Coordinations and Multivalent States in YBa₂Cu₃O_{9- δ} Superconductors.
Europhys. Lett. 4 (7) (1987) 851
- W. JARK
Soft X-Ray Grating Efficiencies: Reciprocity Theorem, Blaze Maximum and Isoefficiency-Curves.
DESY SR 87-08,
zur Veröffentlich. in Nucl. Instr. and Meth. A

- B.N. DEV, G. GREY, R.L. JOHNSON, G. MATERLIK
High-Temperature X-Ray Standing Wave Study: Application to Melting of Monolayers of Pb on Ge(111) Surfaces. DESY SR 87-09, zur Veröffentl. in *Europhys. Lett.*
- W. NIEMANN, B.S. CLAUSEN, H. TOPSØE
In Situ EXAFS Studies of Small Fe Particles Used as Catalysts for NH₃ Synthesis. in "Physics and Chemistry of Small Clusters", P. Jena, B.K. Rao, S.N. Khanna (eds.), Plenum Publ. Corp. (1987) 909
- K. SEKI, S. ASADA, T. MORI, H. INOKUCHI, I. MURASE, U.O. KARLSSON, R. ENGELHARDT, E.E. KOCH
UV Photoelectron Spectroscopy of Conducting Polymers and their Model Compounds. *Synthetic Metals* 17 (1987) 629
- H.W. BIESTER, M.J. BESNARD, G. DÜJARDIN, L. HELLNER, E.E. KOCH
Photoemission of Pairs of Electrons from Rare Gas Solids. *Phys. Rev. Lett.* 59 (1987) 1277
- R.L. KURTZ, R. STOCKBAUER, R. NYHOLM, S.A. FLODSTRÖM, F. SENF
Core-Exciton-Induced Desorption from MgO. *Phys. Rev. B* 35 (1987) 7794
- W. BREFELD
Beam Position Control System at DORIS II. *Nucl. Instr. and Meth.* A261 (1987) 22
- J.L. SUBTIL, P. LAPORTE, R. REININGER, V. SAILE
VUV Optical Constants of Liquid and Solid Xenon at the Triple Point. *Phys. Stat. Sol. (b)* 143 (1987) 783
- J.S. PEDERSEN, R. FEIDENHANS'L, M. NIELSEN, K. KJAER, F. GREY, R.L. JOHNSON
Adsorbate Registry and Subsurface Relaxation of the $\alpha - \text{Ge}(111)\sqrt{3}\times\sqrt{3} - \text{Sn/Pb}$ Reconstructions. *Surf. Sci.* 189/190 (1987) 1047
- J. GHIJSEN, R.L. JOHNSON, M. TANIGUCHI, H. NOEL
Resonant Photoemission Studies of Uranium 5f States in USe₃, USe₃ and UTe₃. Zur Veröffentl. in *Z. Phys. B*
- J.N. ANDERSEN, I. CHORKENDORFF, J. ONSGAARD, J. GHIJSEN, R.L. JOHNSON, F. GREY
On the Mixed Valence of Sm on Metal Single Crystal Surfaces. Zur Veröffentl. in *Phys. Rev. B*
- H. WINKLER, A. SAWAŹYN, A.X. TRAUTWEIN, C. HERMES, H. TOFTLUND
Spin-Crossover in Model-Compounds for Heme Proteins Detected by EXAFS and Mössbauer Spectroscopy. *Recueil des Travaux Chimiques des Pays-Bas* 106 (1987) 323
- R. EISBERG, G. WIECH
Electronic Structure of Potassium and Metal Halide GICs Studied by Angle-Resolved X-Ray Emission Spectroscopy. *Synthetic Metals* 23 (1987) 183
- F. SMEND, D. SCHAUPP, H. CZERWINSKI, M. SCHUMACHER, A.H. MILLHOUSE, L. KISSEL
Large-Angle Rayleigh Scattering of Linearly Polarized, Hard Synchrotron X-Rays by Krypton and Xenon. *Phys. Rev. A* 36 (1987) 5189
- W. FOLKHARD, D. CHRISTMANN, W. GEERCKEN, E. KNÖRZER, M.H.J. KOCH, E. MOSLER, H. NEMETSCHKE-GANSLER, TH. NEMETSCHKE
Twisted Fibrils are a Structural Principle in the Assembly of Inter-stitial Collagens, Chordae Tendineae Included. *Z. Naturforsch.* 42C (1987) 141
- W. FOLKHARD, E. KNÖRZER, M.H.J. KOCH, E. MOSLER, TH. NEMETSCHKE
Exchange of the Structural Water and Molecular Dynamic in Collagen. in "Interaction of Water in Ionic and Nonionic Hydrates", H. Kleeberg (ed.), Springer-Verlag Berlin Heidelberg (1987) 167
- W. NIEMANN, B.S. CLAUSEN, H. TOPSØE
EXAFS Studies of Ammonia Catalysts at Synthesis Conditions. *Ber. Bunsenges. Phys. Chem.* 91 (1987) 1292
- H. BEUTHIEN, A. TORKLER, W. GUNSSER, W. NIEMANN
X-Ray Investigations of the Thulium-Iron Crystallization Process. *Ber. Bunsenges. Phys. Chem.* 91 (1987) 1296
- A. TORKLER, H. BEUTHIEN, W. GUNSSER, W. NIEMANN
X-Ray Absorption Spectroscopy of Amorphous Rare-Earth Transition-Metal Oxides. *Ber. Bunsenges. Phys. Chem.* 91 (1987) 1300
- V. SAILE, P. WALOSCHKE
Das Licht der Zukunft. *Kosmos*, Heft 11 (1987) 26
- M. MEYER, B. MÜLLER, A. NUNNEMANN, TH. PRESCHER, E. V. RAVEN, M. RICHTER, M. SCHMIDT, B. SONNTAG, P. ZIMMERMANN
Resonant Vacuum-Ultraviolet Photoelectron Spectra of Aligned Li Atoms. *Phys. Rev. Lett.* 59 (1987) 2963
- R. SPORKEN, P. LOUETTE, R. CAUDANO, J. BARTH, J. GHIJSEN, R.L. JOHNSON, H.W. RICHTER
InSb Growth on Sb(111) Single Crystals Studied by Angle-

- Resolved Photoemission.
J. Vac. Sci. Techn. B5 (1987) 1057
- R. FEIDENHANS'L, M. NIELSEN, F. GREY,
R.L. JOHNSON, I.K. ROBINSON
X-Ray Determination of the GaSb(111) Surface Structure.
Surf. Sci. 186 (1987) 499
- A. YONATH, K.R. LEONARD, H.G. WITTMANN
A Tunnel in the Large Ribosomal Subunit Revealed by
Three-Dimensional Image Reconstruction.
Science 236 (1987) 813
- H.S. GEWITZ, C. GLOTZ, P. GOISCHKE,
B. ROMBERG, J. MÜSSIG, A. YONATH,
H.G. WITTMANN
Reconstitution and Crystallization Experiments with
Isolated Split Proteins from Bacillus Stearothermophilus
Ribosomes.
Biochem. Intern. 15 (1987) 887
- C. GLOTZ, J. MÜSSIG, H.S. GEWITZ, I. MAKOWSKI,
T. ARAD, A. YONATH, H.G. WITTMANN
Three-Dimensional Crystals of Ribosomes and their
Subunits from Eu- and Archaeobacteria.
Biochem. Intern. 15 (1987) 953
- T. ARAD, J. PIEFKE, H.S. GEWITZ, B. HENNEMANN,
C. GLOTZ, J. MÜSSIG, A. YONATH, H.G. WITTMANN
The Growth of Ordered Two-Dimensional Sheets of
Ribosomal Particles from Salt-Alcohol Mixtures.
zur Veröffentl. in J. of Analytical Biochemistry (1987)
- A. YONATH, H.G. WITTMANN
Crystallographic and Image Reconstruction Studies on
Ribosomal Particles from Bacterial Sources.
zur Veröffentl. in "Methods in Enzymology", K. Moldave,
H. Noller (eds.), Academic Press (1987)
- A. YONATH, K.R. LEONARD, S. WEINSTEIN,
H.G. WITTMANN
Approaches to the Determination of the Three-
Dimensional Architecture of Ribosomal Particles.
zur Veröffentl. in "Cold Spring Harbor Symposium on
Quantum Molecular Biology", J. Watson (ed.), Vol. 52
(1987)
- T. ARAD, J. PIEFKE, S. WEINSTEIN, H.S. GEWITZ,
A. YONATH, H.G. WITTMANN
Three-Dimensional Image Reconstruction from Ordered
Arrays of 70S Ribosomes.
zur Veröffentl. in Biochimie (1987)
- A. YONATH, F. FROLOW, M. SHOHAM, J. MUSSIG,
I. MAKOWSKI, C. GLOTZ, W. JAHN, S. WEINSTEIN,
H.G. WITTMANN
Crystallography of Ribosomes.
zur Veröffentl. in J. Cryst. Growth (1987)
- H.S. GEWITZ, J. PIEFKE, A. YONATH,
H.G. WITTMANN
Two-Dimensional Crystalline Sheets of the Large Ribosomal
Subunits Containing the Nascent Protein Chain.
zur Veröffentl. in Biochimie (1987)
- J. RÖHLER
X-Ray Absorption and Emission Spectra.
in "Handbook on the Physics and Chemistry of the Rare
Earth", Vol. 10, K.A. Gscheidner, Jr., LeRoy Eyring, S.
Hüfner (eds.), North-Holland Amsterdam (1987)
- W. KRONE, G. WORTMANN, V. BIEBESHEIMER,
G. KAINDL, S. ROTH
Local-Structure Determination in Interhalogen-Doped
Polyacetylene by X-Ray Absorption Spectroscopy.
Synthetic Metals 17 (1987) 479
- W. KRONE, G. WORTMANN, K.H. FRANK,
F. GODLER, G. KAINDL, K. MENKE,
R. WEIZENHÖFER
Identification of Doped Species in AsF₅ - and
SbF₅ -Polyacetylene by X-Ray Absorption and Mössbauer
Spectroscopy.
Synthetic Metals 17 (1987) 383
- G. KALKOWSKI, G. KAINDL, W.D. BREWER,
W. KRONE
Near-Edge X-Ray Absorption Fine Structure in Uranium
Compounds.
Phys. Rev. B35 (1987) 2667
- G. KALKOWSKI, G. KAINDL, S. BERTRAM,
G. SCHMIESTER, J. REBIZANT, J.C. SPIRLET,
O. VOGT
5f-Localization in Light Actinide Compounds Observed by
X-Ray Absorption Spectroscopy.
Sol. Stat. Comm. 64 (1987) 193
- L₃ X-Ray Absorption in Compounds of U, Np, and Pu.
zur Veröffentl. in "Theoretical and Experimental Aspects
of Valence Fluctuations", L.C. Gupta, S.K. Malik (eds.),
Plenum Press (1987)
- G. KALKOWSKI, G. KAINDL, G. WORTMANN,
D. LENTZ, S. KRAUSE
4f-Ligand Hybridization in CeF₄ and TbF₄ Probed by
Core-Level Spectroscopies.
Zur Veröffentl. in Phys. Rev. B
- G. SCHMIESTER, G. KAINDL, P. WACHTER
L_{III} X-Ray Absorption in Rare-Earth Compounds:
A Probe for 4f Occupation and Hybridization.
Zur Veröffentl. in Phys. Rev. B
- X-Ray Absorption Study of the Pressure-Induced
Semiconductor-Metal Transition in TmSe_{1-x}Tex.
zur Veröffentl. in "Theoretical and Experimental Aspects
of Valence Fluctuations", L.C. Gupta, S.K. Malik (eds.),
Plenum Press (1987)

- G. SCHMIESTER, S. BERTRAM, G. KAINDL, O. VOGT
Pressure-Induced Electronic Structure Changes in USb.
zur Veröffentlich. in in "Theoretical and Experimental Aspects of Valence Fluctuations", L.C. Gupta, S.K. Malik (eds.), Plenum Press (1987)
- G. SCHMIESTER, G. KAINDL, E.V. SAMPATHKUMARAN
L_{III}-Edge Study of the CeCu_{2-x}Ni_xSi₂ Series of Compounds.
zur Veröffentlich. in "Theoretical and Experimental Aspects of Valence Fluctuations", L.C. Gupta, S.K. Malik (eds.), Plenum Press (1987)
- G. KAINDL, G. SCHMIESTER, E.V. SAMPATHKUMARAN, G.K. WERTHEIM
High-Energy Spectroscopy of CeF₄: Covalency versus Mixed Valency.
zur Veröffentlich. in "Theoretical and Experimental Aspects of Valence Fluctuations", L.C. Gupta, S. K. Malik (eds.), Plenum Press (1987)
- W. KRONE, G. WORTMANN, G. KAINDL, R. SCHLÖGL
Intercalant Structure Determination of ICl-Graphite by X-Ray Absorption Spectroscopy.
zur Veröffentlich. in NATO ASI Series B, Vol. 148 (1987)
- G. WORTMANN, W. KRONE, G. KAINDL, S. SCHLÖGL
X-Ray Absorption Spectroscopy of ICl-Intercalated Graphite.
zur Veröffentlich. in Synthetic Metals
- M.H.J. KOCH, M.C. VEGA, Z. SAYERS, A.M. MICHON
The Superstructure of Chromatin and its Condensation Mechanism. III. Effect of Monovalent and Divalent Cations X-Ray Solution Scattering and Hydrodynamic Studies.
Europ. J. Biophys. 14 (1987) 307
- M.H.J. KOCH, Z. SAYERS
Chromatin, Solution Scattering and Perception.
in "Biophysics and Synchrotron Radiation", A. Bianconi, A. Congiu Castellano (eds.), Springer Verlag Heidelberg (1987) 273
- B. LENGELER
Application of X-Ray Absorption and X-Ray Reflection in Solid State Physics and in Materials Sciences.
IFF-Bulletin KFA Jülich 31 (1987) 5
Application of Synchrotron Radiation in Materials Analysis.
Microchimica Acta, Springer Verlag Wien (1987)
- B. SCHÖNFELD, S.C. MOSS, K. KJAER
Long-range Order in V₂H Near the $\beta - \epsilon$ Phase Transition.
Phys. Rev. B36 (1987) 5466
- W. MINOR, B. SCHÖNFELD, B. LEBECH, B. BURAS, W. DMOWSKI
Crystallization of Fe-Si-B Metallic Glasses Studied by X-Ray Synchrotron Radiation.
zur Veröffentlich. in J. Mat. Sci. 22 (1987)
- C.A. HELM, H. MÖHWALD, K. KJAER, J. ALS-NIELSEN
Phospholipid Monolayer Density Distribution Perpendicular to the Water Surface. A Synchrotron X-Ray Reflectivity Study.
Europhys. Lett. 4 (1987) 697
Phospholipid Monolayers between Fluid and Solid States.
Biophys. J. 52 (1987) 381
- K. KJAER, J. ALS-NIELSEN, C.A. HELM, L.A. LAXHUBER, H. MÖHWALD
Ordering in Lipid Monolayers Studied by Synchrotron X-Ray Diffraction and Fluorescence Microscopy.
Phys. Rev. Lett. 58 (1987) 2224
An X-ray Study on Phospho-lipid Monolayers on the Surface of Water.
IIIrd Int. Conf. on Langmuir-Blodgett Films, Göttingen/D (1987)
- S.G. WOLF, L. LEISEROWITZ, M. LAHAV, M. DEUTSCH, K. KJAER, J. ALS-NIELSEN
Elucidation of the Two-Dimensional Structure of an α -Amino Acid Surfactant Monolayer on Water Using Synchrotron X-Ray Diffraction.
Third Int. Conf. on Langmuir-Blodgett Films, Göttingen/D (1987)
Nature 328 (1987) 63
- T.M. SABINE
The N-Crystal Spectrometer.
J. App. Cryst. 20 (1987) 23
A Powder Diffractometer for a Synchrotron Source.
J. App. Cryst. 20 (1987) 173
- F. PARAK, H. HARTMANN, K.D. AUMANN, H. REUSCHER, G. RENNEKAMP, H. BARTUNIK, W. STEIGEMANN
Low Temperature X-Ray Investigation of Structural Distributions in Myoglobin.
Eur. Biophys. J. 15 (1987)
- G. WILL, N. MASCIOCCHI, M. HART, W. PARRISH
Ytterbium L_{III}-edge Anomalous Scattering Measured with Synchrotron Radiation Powder Diffraction.
Acta Cryst. A43 (1987) 677
Refinement of Simple Crystal Structures from Synchrotron Radiation Powder Diffraction Data.
J. Appl. Cryst. 20 (1987) 394
- W. DRUBE, I. SCHÄFER, M. SKIBOWSKI
Experimental Band Structure of Occupied and

- Unoccupied States of Layered Ti- Dichalcogenides.
J. Phys. C 20 (1987) 4201
- S. JAENICKE, U. WEIGMANN, J.R. PITTS,
W. DRACHSEL, J.H. BLOCK, D. MENZEL
Field-assisted Photodesorption of He, Ne, Ar, Kr and CO
Ions from W.
Chem. Phys. 115 (1987) 381
- U. BECKER
The 4d → 4f Giant Resonances from Barium through the
Rare Earths.
in "Giant Resonances in Atoms, Molecules and Solids",
NATO Advanced Study Inst., Plenum Press,
New York (1987)
- P.A. HEIMANN, D.W. LINDLE, T.A. FERRET,
S.H. LIU, L.J. MEDHURST, M.N. PIANCASTELLI,
D.A. SHIRLEY, U. BECKER, H.G. KERKHOFF,
B. LANGER, D. SZOSTAK, R. WEHLITZ
Shake-off on Inner-shell Resonances of Ar, Kr, Xe.
J. of Phys. B 20 (1987) 5005
- R. RÜFFER, E. GERDAU, R. HOLLATZ, J.P. HANNON
Nuclear Bragg Scattering of Synchrotron Radiation Pulses
in a Single- Reflection Geometry.
Phys. Rev. Lett. 58 (1987) 2359
- U. van BÜRCK, R.L. MÖSSBAUER, E. GERDAU,
R. RÜFFER, R. HOLLATZ, G.V. SMIRNOV,
J.P. HANNON
Nuclear Bragg Scattering of Synchrotron Radiation
with Strong Speedup of Coherent Decay, Measured on
Antiferromagnetic $^{57}\text{FeBO}_3$.
Phys. Rev. Lett. 59 (1987) 355
- M. ECKHARDT, H. RUPPERSBERG
Non-linear $\epsilon(\sin^2\psi)$ Curves Observed for a Cold Rolled
Nickel Sheet.
in "Residual Stresses in Science and Technology", E. Ma-
cherauch, V. Hauk (eds.), DGM-Verlag (1987) 377
- H. RUPPERSBERG, A. DIWO, M. ECKHARDT,
CH. GÖRLITZ
Entwicklung eines Computerprogrammes zur Simulation
von Dejustierfehlern bei Röntgengoniometern.
I.I.I. Compendium, Univ. des Saarlandes und Siemens AG
(eds.) (1987) 251
- H.B. STUHRMANN
Chemical Crystallography with Pulsed Neutrons and
Synchrotron X-Rays.
NATO Advances Study Institute on "Chemical Crystal-
lography with Pulsed Neutrons and Synchrotron X-rays",
Alvor (1987), G.A. Jeffrey. W.A. Carrondo (eds.),
D. Reidel Publishing Company, Dordrecht (1987)
- W. SCHÜLKE, U. BONSE, H. NAGASAWA,
S. MOURIKIS, A. KAPROLAT
Lattice-Induced Double Peak in the Dielectric Response of
Be-Metal.
Phys. Rev. Lett. 59 (1987) 1361
- R. TEWORTE, U. BONSE
Aperture (Slit) Effects on the Dynamical Diffraction of
X-rays and Thermal Neutrons.
Z. Phys. B 65 (1987) 275
- U. SPANN, E.-M. MANDELKOW, J. BORDAS,
E. MANDELKOW
Pre-Nucleation and Nucleation Events in Microtubule
Assembly: A Time-Resolved X-Ray Scattering Study.
in "Springer Series in Biophysics", A. Bianconi,
A. Congiu-Castellano (eds.), Springer Verlag Heidelberg,
Vol. II (1987) 281
- E.-M. MANDELKOW, K. LINSE, U. SPANN,
E. MANDELKOW
Domain Structure, Nucleotide Binding Site and Assembly
of Tubulin.
K.E. Wohlfarth-Bottermann (ed.), G. Fischer Verlag,
Stuttgart, Prog. Zool. 34 (1987) 125
- E. MANDELKOW
Chemical and Biological Applications of Synchrotron Ra-
diation.
in "Topics in Current Chemistry", Springer Verlag
Heidelberg, Vol. I (1987)
- K. LINSE, E.-M. MANDELKOW
Towards the Identification of the Nucleotide Binding Site
of Tubulin.
in "Modern Methods of Protein Chemistry",
H. Tschesche (ed.), Walter De Gruyter Co., Berlin,
Vol. 3 (1988) 299
- K. FISCHER, W. KNOF
Space Groups for Imaginary Patterson and for Difference
Patterson Functions Used in the Lambda Technique.
Zur Veröffentl. in Z. Kristallographie
- K. FISCHER
Difference Patterson Functions at 3 or 4 Wavelengths:
The "Lambda Technique" as an Approach to the Phase
Problem.
Zur Veröffentl. in Z. Kristallographie
- W. KNOF, K.-H. EHSES, K. FISCHER
Analytische Methode zur Bestimmung von Teilstrukturen
bei anomaler Dispersion.
Z. Kristallographie 178 (1987) 123
- Y. SOEJIMA, K. FISCHER
Lösen von Überstrukturen mit einer modifizierten
Lambda-Methode ohne Phasenbestimmung der
Überstrukturreflexe.
Z. Kristallographie 178 (1987) 204
- S. RÖBER, R. GEHRKE, H.G. ZACHMANN
Studies of Molecular Orientation in Deformed Semicrystal-

- line Polymers by X-ray Scattering Employing Synchrotron Radiation.
Mat. Res. Soc. Symp., C.D. Wignall (ed.), Vol. 79 (1987) 205
- S. RÖBER, P. BÖSECKE, H.G. ZACHMANN
Small Angle X-Ray Scattering Pole Figure of Semicrystalline Polymers Obtained by Synchrotron Radiation.
Zur Veröffentlichung in Makromolekulare Chemie
- S. BUCHNER, DI CHEN, R. GEHRKE, H.G. ZACHMANN
Molecular Order, Phase Transitions and Chain Mobility in Liquid Crystalline Copolyesters.
Zur Veröffentlichung in Mol. Cry. and Liquid Crystals
- S. POLIZZI, N. STRIBECK, H.G. ZACHMANN
Structure and Properties of Oil Extended Styrene Butadiene Block Copolymers.
Zur Veröffentlichung in Polymer Compositives
- W. DRACHSEL, S. JAENICKE, A. CISZWESKI, J. DÖSSELMANN, J.H. BLOCK
Photon Stimulated Field Desorption of Hydrogen from Rhodium.
Zur Veröffentlichung in J. Phys.
- C.U.S. LARSSON, A.S. FLODSTRÖM, R. NYHOLM, L. INCOCCIA, F. SENF
A Photon Stimulated Desorption Study of H₂O on Si(100) 2x1.
Zur Veröffentlichung in J. of Vacuum Sci. and Technol.
- W. EBERHARDT, T.H. UPTON, S. CRAMM, L. INCOCCIA
The Electronic Structure of O₂ Chemisorbed on Pt(111).
Zur Veröffentlichung in J. of Vacuum Sci. and Technol.
Zur Veröffentlichung in Phys. Rev. Lett.
- J.-E. RUBENSSON, N. WASSDAHL, G. BRAY, J. RINDSTEDT, R. NYHOLM, S. CRAMM, N. MÅRTENSSON, J. NORDGREN
Resonant Behaviour in Soft X-Ray Fluorescence Excited by Monochromatized Synchrotron Radiation.
Zur Veröffentlichung in Phys. Rev. Lett.
- N. WASSDAHL, J.-E. RUBENSSON, G. BRAY, R. NYHOLM, S. CRAMM, N. MÅRTENSSON, J. NORDGREN
Coster-Kronig Induced L X-Ray Satellites Investigated by Synchrotron Radiation Excited Fluorescence Spectroscopy.
Zur Veröffentlichung in J. Phys. C
- N. WASSDAHL, J.-E. RUBENSSON, G. BRAY, J. RINDSTEDT, R. NYHOLM, S. CRAMM, N. MÅRTENSSON, J. NORDGREN, K.-L. TSANG, T.A. CALLCOTT, D.L. EDERER, J.E. BLENDALL, C.W. CLARK
Cu L and O K Emission Spectra of YBa₂Cu₃O_{7-x} Excited with Monochromatized Synchrotron Radiation.
Zur Veröffentlichung in Phys. Rev. B, Rapid Comm.
- N. WASSDAHL, J.-E. RUBENSSON, G. BRAY, R. NYHOLM, S. CRAMM, N. MÅRTENSSON, J. NORDGREN, K.-L. TSANG, T.A. CALLCOTT, D.L. EDERER, J.E. BLENDALL, C.W. CLARK
Soft X-Ray Emission Spectra of High T_c Superconductors Excited with Monochromatized Synchrotron Radiation.
Zur Veröffentlichung in Phys. Rev. B
- K.-L. TSANG, C.H. ZHANG, T.A. CALLCOTT, L.R. CANFIELD, D.L. EDERER, J.E. BLENDALL, C.W. CLARK, N. WASSDAHL, J.E. RUBENSSON, G. BRAY, N. MÅRTENSSON, J. NORDGREN, R. NYHOLM, S. CRAMM
Soft X-ray Absorption and Emission Spectra and the Electronic Structure of the Ba₂YCu₃O_{7-x} Superconductor.
Zur Veröffentlichung in Phys. Rev. B
- R. BOEHLER, M. NICOL, M.L. JOHNSON
Internally Heated Diamond Anvil Cell: Phase Diagram and PVT of Iron.
Zur Veröffentlichung in "High-Pressure Research in Mineral Physics", M. Maghnani, Y. Syono (eds.)
- M. NIELSEN
Single Crystal Surface Structure by Bragg Scattering.
Zur Veröffentlichung in Z. Phys. B
- R. DUDDE, K.-H. FRANK, E.E. KOCH
Orientation and Electronic Structure of Pyrazine Adsorbed on Ag(111).
Zur Veröffentlichung in J. Electr. Spectr. Rel. Phen.
- P. YANNOULIS, E.E. KOCH, M. LÄHDENIEMI
Electronic Structure and Orientation of Tetracene on Cu(100).
Zur Veröffentlichung in Surf. Sci.
- H.-F. NOLTING, P. EGGERS, W. TREMEL, G. HENKEL, B. KREBS
Specimen Preparation of Air Sensitive Materials for X-Ray Absorption Measurements.
Zur Veröffentlichung in Nucl. Instr. and Meth.
- S. MOURIKIS, E.E. KOCH, V. SAILE
Test Station for Optical Elements Exposed to High Power Synchrotron Radiation Beams.
Zur Veröffentlichung in Nucl. Instr. and Meth.
- V. SAILE, R. REININGER, P. LAPORTE, I.T. STEINBERGER, G.L. FINDLEY
Quantum Defect Method and Valence Excitons in Rare Gas Solids.
Zur Veröffentlichung in Phys. Rev. B
- R. EISBERG, G. WIECH, R. SCHLÖGL
X-Ray Emission and Photoelectron Spectra of Donor- and

- Acceptor-Intercalation Compounds - Direct Observation of Intercalation-Induced Energy Shifts.
Zur Veröffentlichung in Sol. Stat. Com.
- A. YAGISHITA, S. AKSELA, TH. PRESCHER,
M. MEYER, M. RICHTER, E.V. RAVEN,
B. SONNTAG
Decay Channels of the 4p - Resonances in Atomic Sr.
Zur Veröffentlichung in J. Phys. B
- R. MANZKE, O. ANDERSON, M. SKIBOWSKI
The Electronic Structure of 1T - TaS₂ at Room Temperature and 120 K.
Zur Veröffentlichung in J. Phys. C
- U. BECKER, B. LANGER, H.G. KERKHOFF,
M. KUPSCH, D. SZOSTAK, R. WEHLITZ,
P.A. HEIMANN, S.H. LIU, D.W. LINDLE,
T.A. FERRETT, D.A. SHIRLEY
Observation of Many New Argon Valence Satellites Near Threshold.
Zur Veröffentlichung in Phys. Rev. Lett.
- U. BECKER, H.G. KERKHOFF, M. KUPSCH,
B. LANGER, D. SZOSTAK, R. WEHLITZ
Photoionization of Xenon with Soft X-Rays.
Zur Veröffentlichung in J. Phys.
- D.A. SHIRLEY, U. BECKER, P.A. HEIMANN,
B. LANGER
Near Threshold Behavior of Photoelectron Satellite Intensities.
Zur Veröffentlichung in J. Phys.
- U. BECKER, D. SZOSTAK, H.G. KERKHOFF,
B. LANGER, R. WEHLITZ
Decay of the Xe 4d → np Excitations: Resonant Shake-off versus Spectator Transitions.
Zur Veröffentlichung in J. Phys. B
- M. ECKHARDT, H. RUPPERSBERG
Influence of Texture on a(sin²ψ) Curves Obtained from a Cold Rolled Nickel Sheet Using Synchrotron Radiation.
Zur Veröffentlichung in Texture and Microstructure
- H.B. STUHRMANN
Resonant X-Ray Scattering in Biological Structure Research.
Zur Veröffentlichung in E. Mandelkowitz (ed.), Springer Verlag
- C. BOULIN, G. BÜLDT, F. DAUVERGNE,
A. GABRIEL, W. KNOP, M. KRUMPOLC,
B. MUNK, K. NIERHAUS, T.O. NIINIKOSKI,
V. NOWOTNY, M. RIEUBLAND, A. RIJLLART,
O. SCHÄRPF, H.-J. SCHINK, R. WAGNER,
H.B. STUHRMANN
Advances in Contrast Variation.
Int. Conf. on Small-Angle Scattering and Related Methods, Prag/CS (1987),
zur Veröffentlichung in "Die Makromolekulare Chemie"
- J.D. STEPHENSON
Quasi Real Time Observation of Partial Dislocation Growth in (OT.1) Synthetic Quartz near the α - β Phase Transition Temperature (T_c) Using Electric Potential Switching.
Zur Veröffentlichung in Phys. Stat. Sol. A
- E. JOHNSON, J. STAUN OLSEN, J.V. WOOD,
L. GERWARD
High-Pressure Structural Study of Quasicrystalline Al-Mn.
Zur Veröffentlichung in Philosophical Magazine
- N.A.J.M. van AERLE, A.W.M. BRAAM
A Heatable Stretching Device for Dynamic X-Ray Studies.
Zur Veröffentlichung in J. Appl. Cryst.
- A Real-Time X-Ray Study of the Drawing of UHMW-PE Using Synchrotron Radiation.
zur Veröffentlichung in "Integration of Fundamental Polymer Science and Technology-2", L.A. Kleintjens, P.J. Lemstra (eds.), Appl. Sci. Publ., London/GB
- A Real-Time Drawing Study of Melt-Crystallized UHMW-PE. Comparison with Conventional X-Ray Results.
Zur Veröffentlichung in Makromol. Chem.
- E.-M. MANDELKOW, G. LANGE, A. JAGLA,
E. MANDELKOW
Dynamics of the Microtubule Oscillator: Role of Nucleotides and Tubulin-MAP Interactions.
Zur Veröffentlichung in EMBO J. 7
- G. SCHÜTZ, M. KNÜLLE, W. WAGNER,
W. WIL-HELM, W. WIENKE, P. KIENLE,
R. FRAHM
Spindependent Absorption at the L- Edges in Ferromagnetic Gd and Tb.
Zur Veröffentlichung in Z. Phys.
- M. FEHLMANN
White Beam Synchrotron Radiation Topography.
zur Veröffentlichung in "Synchrotron Radiation Applications in Mineralogy and Petrology", S.S. Augustithis (ed.), Theophrastus Publications (1987)
- M. FEHLMANN, D. BERTELMANN
In situ Synchrotron Radiation Topography of Sanidine Feldspars During Annealing.
zur Veröffentlichung in "Synchrotron Radiation Applications in Mineralogy and Petrology", S.S. Augustithis (ed.), Theophrastus Publications (1987)
- M. CUILLEL BERTHET-COLOMINAS, M.H.J. KOCH,
P. VACHETTE, B. JACROT
Kinetic Study of the Assembly of Brome Mosaic Virus Capsid.
Zur Veröffentlichung in Europ. Journ. Biophys.
- M.H.J. KOCH, Z. SAYERS, M.C. VEGA, A.M. MICHON
The Superstructure of Chromatin and its Condensation

Mechanism: IV Enzymatic Digestion, Thermal Denaturation, Effect of Netropsin and Distamycin.
Zur Veröffentlichung in Europ. Journ. Biophys.

W. KUPPER, W.-R. DIX, C.C. GLÜER, W. GRAEFF, C. HAMM, W. BLEIFELD

Dichromographie — ein Verfahren zur Digitalen Subtraktionsangiographie bewegter Strukturen.

LIII. Jahrestagung der Deutschen Gesellschaft für Herz- und Kreislaufforschung, Mannheim/D (1987)

Z. Kardiol. 76, Suppl. 1 (1987) 109

W. KUPPER, P. STEINER, S. SCHRÖDER, W.-R. DIX, W. GRAEFF, W. BLEIFELD

Projektionswinkel für die intravenöse Koronarangiographie.

Herbsttagung der Deutschen Gesellschaft für Herz- und Kreislaufforschung, Freiburg/D (1987)

Z. Kardiol. 76, Suppl. 2 (1987) 15

J. PARTANEN, T. TUOMI, M. TILLI, S. HAHN, C.-C. D. WONG

Synchrotron Section Topography and Device Yield Studies of Backside Gettered Silicon Wafers.

Proc. Intern. Autumn Meeting, Gettering and Defect Engineering in the Semiconductor Technology (GADEST), Garzau (1987) 313

S. HAHN, C.Y. TUNG, J. LEE, T. TUOMI, J. PARTANEN

Effects of Pre-gate Oxidation Intrinsic Gettering upon Thin Gate Oxide Integrity in High Carbon Content Cz Si.

Proc. Materials Research Society Fall Meeting (1987)

Veröffentlichte Vorträge

Proc. of the IInd Int. Conf. on the Structure of Surfaces, ICSOS-II, Amsterdam/NL (1987)

J.F. van der Veen, M.A. Van Hove (eds.), zur Veröffentlichung in Springer Series in Surf. Sci.

B.N. DEV, G. MATERLIK, F. GREY, R.L. JOHNSON
Submonolayers of Lead on Silicon (111) Surfaces:
An X-Ray Standing Wave Analysis.
DESY SR 87-10

F. GREY, R.L. JOHNSON, J. SKOV PEDERSEN, R. FEIDENHANS'L, M. NIELSEN
Surface X-ray Diffraction: the Ge(001) 2x1 Reconstruction and Surface Relaxation.

A.E.M.J. FISCHER, E. VLIEG, P.J. van den HOEK, J.F. van den VEEN, M. CLAUSNITZER, G. MATERLIK, C.W.T. BULLE-LIEUWMA

Interface Structure of Epitaxial CoSi₂ on Si(111): A Combined X-Ray Standing Wave and Cross Section TEM Study.

J. SKOV PEDERSEN, R. FEIDENHANS'L, M. NIELSEN, K. KJAER, F. GREY, R.L. JOHNSON, C. REISS

Surface X-ray Diffraction: The Atomic Geometry of the Ge(111) 7x7 - Sn and Ge(111) 5x5 - Sn Reconstructions.

XIVth Int. Congress, Perth/Australia (1987), Communicated Abstracts ed. by H.C. Freeman, Suppl. Acta Crystallographica, Vol. A43 (1987)

G. MATERLIK

Surface Atom Localization by X-ray methods.

W. SCHÜLKE

Coherent Compton Scattering: A Useful Combination of Position Space and Momentum Space Information.

T. TUOMI, J.A. LAHTINEN, H. LIPSANEN, J. PARTANEN, E. MONBERG, R.A. LOGAN
Section Topographic Study of Semiconductor Laser Crystals.

G. MATERLIK

X-Ray Standing Wave Applications in Crystallography.

W. GRAEFF

Recent Developments and Applications in Perfect Crystal Optics.

G. WALLNER, N. BERNHARD, E. BURKEL, G. GOMPPER, T.H. METZGER, J. PEISL, H. WAGNER

Grazing Incidence Diffraction of X-rays in Pure and Ion-Implanted Si: Comparison of Experiment with Theory.

H. DOSCH

Evanescent Absorption in Kinematic Surface Diffraction.

J.K. MAICHLE, J. IHRINGER, W. PRANDL, T. WROBLEWSKI, A.W. HEWAT

Combined Refinement of Synchrotron and Neutron Powder Data from the Superconductor BaPb_{0.75}Bi_{0.25}O₃.

U. BONSE, R. PAHL, R. NUSSHARDT
Ultra SAS with Point Focusing Geometry Using Synchrotron Radiation.

J.D. STEPHENSON

Quasi Real Time Study of (Adiabatic) Dislocation Creation in Synthetic Quartz Near the $\alpha - \beta$ Phase Transition Temperature (T_c).

W. SCHÜLKE, H. NAGASAWA

Near Edge Fine Structure of Low-Z Elements by Inelastic Scattering of 5-20 keV Synchrotron Radiation.

E. WECKERT, H. BONDZA, K. HÜMMER
Experimental Results of Triplet Phase Determination
Using Synchrotron Radiation.

E. BURKEL, TH. ILLINI, J. PEISL, B. DORNER
Inelastic X-ray Scattering from Phonons.

K. FISCHER, H.-G. KRANE
Single-Crystal Energy-Dispersive Laue-Type Experiments.

Proc. of the Vth Int. Conf. on Valence Fluctuations, ICVF, Bangalore/India (1987)

S.N. VAIDYA, S.K. SIKKA, W.B. HOLZAPFEL
X-Ray Diffraction Study on CeAl_3 up to 25 GPa.

G. KAINDL
High-Energy Spectroscopy of CeF_4 : Covalency versus Mixed Valency.

G. SCHMIESTER
Electronic Nature of the High-Pressure Structure Transition in USb.

G. SCHMIESTER
X-Ray Absorption Study of the Pressure-Induced Semiconductor-Metal Transition in $\text{TmSe}_{1-x}\text{Te}_x$.

Proc. of the Computer Assisted Radiology CAR 1987, Berlin/D (1987), H.N. Lemke et al. (ed.), Springer (1987)

W. GRAEFF, W.-R. DIX, K. ENGELKE, C.C. GLÜER, J. HEUER, W. KUPPER, K.H. STELLMASCHKE
NIKOS - A System for Non-Invasive Coronary Angiography with Synchrotron Radiation.

W.-R. DIX, K. ENGELKE, C.C. GLÜER, W. GRAEFF, W. KUPPER, K.H. STELLMASCHKE
Image Processing for DSA in Energy Subtraction Mode.

K. ENGELKE, W.-R. DIX, C.C. GLÜER, W. GRAEFF, J. HEUER, K.H. STELLMASCHKE
Dual Energy Microtomography of Bones.

Proc. and extended Abstracts of the Int. Conf. on Luminescence ICL 87, Peking/China (1987) zur Veröffentlich. in J. Luminescence

P. GÜRTLER, H. KUNZ, J. LE CALVÈ
Excimer Formation of Chlorine in Rare Gas Solids Studied by Luminescence Spectroscopy.

C. SHI, T. KLOIBER, G. ZIMMERER
Special Luminescence Properties of BaF_2 Crystals.

T. KLOIBER, H.J. KMIECIK, M. KRUSE, M. SCHREIBER, G. ZIMMERER

Radiative and Non-Radiative Decay of Excitons in Solid Xenon.

XVth Int. Conf. on the Physics of Electronic and Atomic Collisions ICPEAC, Brighton/GB (1987), Abstracts of Contributed Papers ed. by J. Geddes, H.B. Gilbody, A.E. Kingsten, C.J. Latimer, H.J.R. Walters

U. BECKER, H.G. KERKHOFF, M. KUPSCH, B. LANGER, D. SZOSTAK, R. WEHLITZ
Energy- and Angular-Distributions of Shake-up and Shake-off Electrons Following Photoionization.

M. MEYER, B. MÜLLER, A. NUNNEMANN, TH. PRESCHER, M. RICHTER, M. SCHMIDT, B. SONNTAG, P. ZIMMERMANN
VUV-Photoelectron Spectra of Oriented and Aligned Alkali Atoms.

Proc. of the 1st Frascati Meeting on Synchrotron Radiation Applications to Digital Subtraction Angiography, Frascati/I (1987) Società Italiana di Fisica

W. GRAEFF
An Overview of Different Technical Approaches to SYRDA.

The NIKOS Experimental Setup.

W.-R. DIX
Recent Results at HASYLAB.

Image Processing of SYRDA Pictures.

W. KUPPER
Projection Angles for Intravenous Coronary Angiography.

W.-R. DIX, W. GRAEFF, J. HEUER, K. ENGELKE, C.-C. GLÜER, H. JABS, C.P. HÖPPNER, W. KUPPER, P. STEINER, W. BLEIFELD, K.H. HÖHNE, K.H. STELLMASCHKE
Contributions of the NIKOS Group to the 1st Frascati Meeting on Synchrotron Radiation Applications to Digital Subtraction Angiography. (Zusammenfassung).
DESY SR 87-07

IVth Int. Symp. on Graphite Intercalation Compounds ISGIC-4, Jerusalem/Israel (1987) zur Veröffentlich. in Synth. Metals

P. BEHRENS, H. BEUTHIEN, H.-P. EICKHOFF, W. METZ, W. NIEMANN
Structural Investigations of the Graphite Intercalation

Compounds of the Dichlorides of the II_B Elements (Zn, Cd, Hg).

R. EISBERG, G. WIECH
The Electronic Structure of Potassium and Metal Halide GICs Studied by Angle-Resolved X-Ray Emission Spectroscopy.

G. WORTMANN
Local Structure in ICl-Graphite from X-Ray Absorption Spectroscopy.

XVIII. IFF-Ferienkurs "Synchrotronstrahlung in der Festkörperphysik", KFA Jülich/D (1987)

W. GRAEFF
Röntgenmonochromatoren und -spiegel.

H.G. HAUBOLD
Kleinwinkel- und diffuse Streuung von Synchrotronstrahlung.

B. LENGELER
Absorptionsspektroskopie und Totalreflexion von Röntgenstrahlen.

G. MATERLIK
Strukturuntersuchungen mit Röntgeninterferenzfeldern.

A. KNÖCHEL
Mikrosonde durch Fluoreszenzanalyse mit Synchrotronstrahlung.

W. KUPPER, W. GRAEFF, R.W. DIX
Koronarangiographie.

Proc. of the Vth Nat. Conf. on Synchrotron Radiation Instrumentation, Madison/USA (1987) zur Veröffentlichung in Nucl. Instr. Meth. A

W. JARK
Soft X-Ray Grating Efficiencies: Reciprocity Theorem, Blaze Maximum and Isoefficiency-Curves.
DESY SR 87-08

T. WROBLEWSKI, J. IHRINGER, J. MAICHLE
High Resolution Powder Diffraction at HASYLAB.

M. BAVDAZ, O. BOHN, T. DIEDRICH, N. GURKER, A. KNÖCHEL, H. SALEHI
Multielementanalyse mit Spacial Resolution with the Help of SR.

Int. Conf. on the Applications of the Mössbauer Effect, Melbourne/Australia (1987) Hyperfine Interactions

E. GERDAU
Recent Theoretical and Experimental Development of Mössbauer Effect with Synchrotron Radiation.

R. RÜFFER, R. HOLLATZ, E. GERDAU, U. van BÜRCK, J.P. HANNON
Speedup and Quantum Beats in Nuclear Diffraction.

R. HOLLATZ, R. RÜFFER, E. GERDAU
Determination of Hyperfine Parameters Using Quantum Beats.

H. WINKLER, A. SAWARYN, A.X. TRAUTWEIN, A.A. YOUSIF, C. HERMES, H. TOFTLUND, R.H. HERBER
Mössbauer and EXAFS Investigation of Spin-Equilibrium in a Model-Compound for Heme Proteins.

XIVth Int. Conf. on X-Ray and Inner-Shell Processes X87, Paris/F (1987), Abstracts of Invited and Contributed Papers ed. by P. Lagarde, F.J. Wuilleumier, J.P. Briand, zur Veröffentlichung in J. Phys.

R. EISBERG, P. JOSUKS, G. WIECH
Angle-Resolved Carbon K-Emission Bands of Donor and Acceptor Graphite Intercalation Compounds (GICs).

M. MEYER, TH. PRESCHER, E. V. RAVEN, M. RICHTER, B. SONNTAG, H.E. WETZEL
Total and Partial Cross Sections in the Range of Giant 4d Resonances of Atomic Ba, La and Ce.

Photoelectron Spectroscopy of Atomic Ca in the 2p-Excitation Range.

M. MEYER, TH. PRESCHER, E. V. RAVEN, M. RICHTER, B. SONNTAG, B. MÜLLER, W. FIEDLER, P. ZIMMERMANN
Photoelectron Spectroscopy of Laser Excited Ca Atoms.

M. MEYER, TH. PRESCHER, M. RICHTER, B. SONNTAG, B. MÜLLER, A. NUNNEMANN, P. ZIMMERMANN
Photoelectron Spectroscopy of Oriented and Aligned Alkali Atoms.

J. NORDGREN
Ultra-soft X-ray Emission Spectroscopy. A Progress Report.

B. SONNTAG
A Survey on the Experimental Developments in Atomic Photoionization.

VIIIth General Conf. of the Condensed Matter Division of the EPS, Pisa/I (1987) Book of Abstracts

E. BURKEL, TH. ILLINI, J. PEISL, B. DORNER
First Observation of Inelastic X-ray Scattering from Phonons.

G. WALLNER, N. BERNHARD, E. BURKEL,
G. GOMPPER, A. GREIL, T.H. METZGER, J. PEISL,
H. WAGNER

Grazing Incidence Diffraction of Synchrotron X-rays in Pure and Ion Implanted Si.

H.J. KMIECIK, M. SCHREIBER, T. KLOIBER,
M. KRUSE, G. ZIMMERER

Lineshape of the Free Exciton Luminescence and Self-trapping rates in Solid Xe.

W.R. DIX, K. ENGELKE, C.C. GLÜER, W. GRAEFF,
H. JABS, W. KUPPER, K.H. STELLMASCHKE
NIKOS - A System for Coronary Angiography with Synchrotron Radiation.

**IIIrd Int. Workshop on Desorption Induced
by Electronic Transition DIET-III,
Shelton Island/USA (1987),
zur Veröffentl. in Springer Series in Surf. Sci.**

S. JAENICKE, A. CISZEWSKI, J. DÖSSELMANN,
W. DRACHSEL, J.H. BLOCK, D. MENZEL
Photon-Stimulated Desorption in High Electric Fields.

T. KLOIBER, W. LAASCH, G. ZIMMERER,
F. COLETTI, J.M. DEBEVER
Photon Induced Desorption of Neutral Groundstate and Excited State Atoms from Solid Ne, Ar and Kr.

**XXVIIIth Okazaki Conf. on Solid State
Chemistry with VUV Synchrotron Radiation,
Okazaki/J (1987)**

V. SAILE
Two-Photon Photoemission from Molecular Crystals
Combining Synchrotron Radiation with a Laser.
UVSOR Activity Report (1986) 76

Abstract EMRS Tagung, Strassbourg/F (1987)

J. IHRINGER, J.K. MAICHLE, W. PRANDL,
H. RITTER, S. KEMMLER-SACK, R. KIEMEL,
W. SCHÄFER, W. WISCHERP, B. ELSCHNER,
L. KAHN, T. WROBLEWSKI
Change of Oxygen Position in $\text{YBa}_2\text{Lu}_3\text{O}_{7\pm z}$ between 14 K and 300 K - A Result of Structure Refinement on High Resolution X-Ray and Synchrotron Data.

AGKR-Tagung, Berlin/D (1987)

J.K. MAICHLE, T. WROBLEWSKI, J. IHRINGER,
W. PRANDL
Strukturuntersuchungen am Supraleiter $\text{BaPb}_{0.75}\text{Bi}_{0.25}\text{O}_3$
mittels Synchrotronstrahlung.
zur Veröffentl. in Z. Krist. 178

**Proc. of the XIth AIRAPT Conference,
Kiev/USSR (1987)**

W.B. HOLZAPFEL
Structure and Dynamics of Simple Molecular Solids under Pressure.

**Symp. on Accuracy in Trace Analysis,
Gaithersburg/USA (1987), NBS J. of Res.**

M. BAVDAZ, O. BOHN, T. DIEDRICH, N. GURKER,
A. KNÖCHEL, H. SALEHI
Multielementanalysis in the Ultratracerregion Using Synchrotron Radiation.

LXV. Jahrestagung der Deutschen Mineralogischen Gesellschaft (DMG), Clausthal/D (1987)

H. FUESS
Anwendung hochaufgelöster Pulverdiffraktometrie Neutronen- und Synchrotronstrahlung in der Mineralogie.

V. MAIER
EXAFS- and XANES-Untersuchungen an Titanaten und Ti-haltigen Glaskeramiken.
Fortschr. Miner. 65 (1987) Beiheft 1, 127

Jahrestagung der Deutschen Keramischen Ges. (DKG) und der Deutschen Glastechnischen Ges., Berlin/D (1987)

V. MAIER, G. MÜLLER
Keimbildung und Kristallwachstum in Mg-Al-Silikat-Glaskeramiken.
Kurzreferate-Band 239
Zur Veröffentl. in Ber. DKG/cfi

Vorträge

W. GRAEFF
Present and Planned Activities in X-Ray Optics at HASYLAB.
Workshop on X-Ray Optics for the ESRF, Grenoble (1987)

W. KUPPER
Non-Invasive Coronary Angiography by Means of Synchrotron Radiation.
IXth Convention of Istanbul Faculty of Medicine, Istanbul (1987)

D. HOHLWEIN, A. HOSER, J. IHRINGER, I. JAHN,
K. KNORR, A. KÜSTER, J. MAICHLE, W. PRANDL,
H. RITTER, V. STETTER, S. KEMMLER-SACK,
R. KIEMEL, W. SCHÄFER, W. WISCHERP,
T. WROBLEWSKI
Struktur und langsame magnetische Relaxation in hoch- T_c Supraleitern.
VDI-Status Seminar Karlsruhe (1987)

- G.S. CARGILL, A. ERBIL, R. FRAHM, R.F. BOEHME
Total Yield Current Measurements for Near-Surface EXAFS.
March Meeting of the APS, New York (1987)
- N. GREISER, G.A. HELD, R.L. GREEN, R. FRAHM, P.M. HORN, R. SUTER
X-Ray Scattering Study of Monolayer Xenon on Silver.
March Meeting of the APS, New York (1987)
- I.W. LYO, R. MURPHY, E.W. PLUMMER, R. CARR, W. EBERHARDT, S. CRAMM, L. INCOCCIA, C. KUNZ
Dynamics of the Core Hole Decay in Adsorbates.
March Meeting of the APS, New York (1987)
- W. EBERHARDT, S. CRAMM, L. INCOCCIA, C. KUNZ
Photoemission Studies of O₂ on Pt(111).
March Meeting of the APS, New York (1987)
- T. NAWROTH, A. NEIDHARDT, H. CONRAD, H.B. STUHRMANN, K. DOSE
Neutron and X-Ray Small Angle Scattering of Free and Membrane Bound Bacterial H⁺ ATPases.
Abstract Membranforum, Frankfurt (1987)
- M. BAVDAZ, O. BOHN, T. DIEDRICH, N. GURKER, A. KNÖCHEL, H. SALEHI
Ultratraceanalysis Using XFA and Synchrotron Radiation.
Colloquium Spectrosc. Int. XXV, Toronto (1987)
- A Mikroprobe for Multielementanalysis.
Euroanalysis, Paris (1987)
- A. KNÖCHEL, H. SALEHI
Ortsabhängige Multielementanalysen im Ultraspurenbereich.
Jahreshauptvers. der Ges. Deutscher Chemiker, Berlin (1987)
- C. JUNG, H. METZGER, T. BOLZE, J. PEISL
EXAFS Study on the Trapping of Deuterium in NbZr.
Gordonkonferenz "Metall Hydride", Tilton (1987)
- N.A.J.M. van AERLE, A.W.M. BRAAM
Dynamic Study of Deformation Mechanism of UHMW-PE Gels Using SR SON
Werkgemeinschaft voor Kristal - En Structuuronderzoek.
Lunteren (1987) und Rolduc Polymer Meeting-2, Rolduc (1987)
- G.M. ANTONINI, C. CALANDRA, F. CORNI, F.C. MATACOTTA, M. SACCHI
Local Coordinations and Valence States of Cu in YBa₂Cu₃O_{9-δ} Superconductors.
Int. Conf. High T_c Superconductors, Genova (1987)
- T. NAWROTH, A. NEIDHARDT, H. CONRAD, H.B. STUHRMANN, K. DOSE
Strukturuntersuchung bakterieller H⁺ ATPasen mit Neutronen- und Röntgenkleinwinkelstreuung.
- V. Kolloqu. über Probleme der Struktur-Funktionsbeziehung biologischer Makromoleküle, Hünfeld (1987)
- S. POLIZZI, N. STRIBECK, H.G. ZACHMANN
Structure and Properties of Oil Extended Styrene Butadiene Blockcopolymers.
NRC/IMRI Symposium Series "Composites 87", Montreal (1987)
- H. WINKLER, E. BILL, CH. HERMES, A.X. TRAUTWEIN
Mössbauer- und EXAFS-Studien an Modell-Komplexen für Proteine.
V. Kolloqu. über Probleme der Struktur-Funktionsbeziehung biologischer Makromoleküle, Hünfeld (1987)
- H. WINKLER, A. SAWARYN, CH. HERMES, A.X. TRAUTWEIN
EXAFS and XANES Studies of Model Compounds for Heme Proteins.
IXth Int. Biophys. Congress, Jerusalem (1987)
- B.N. DEV, G. MATERLIK, F. GREY, R.L. JOHNSON
Monolayers of Lead on Ge(111) at High Temperatures - Melting or Structural Phase Transition?.
IXth European Conf. on Surface Science, Luzern (1987)
- H. WINKLER, A. SAWARYAN, C. HERMES, A.X. TRAUTWEIN, H. TOFTLUND
EXAFS and XANES Studies of Model Compounds for Heme Proteins.
IXth Int. Biophys. Congress, Jerusalem (1987)
- DPG Frühjahrstagung Halbleiterphysik, Metallphysik, Dynamik und Statistische Physik, Magnetismus usw., Münster (1987)**
Verhandl. DPG (VI) 22, I (1987)
- E. BURKEL, TH. ILLINI, J. PEISL, B. DORNER
Erste Messungen von Gitterschwingungen mit hochauflösender Röntgenstreuung.
- G. WALLNER, N. BERNHARD, E. BURKEL, G. GOMPPER, T.H. METZGER, J. PEISL, H. WAGNER
Untersuchung der Struktur oberflächennaher Bereich in Si mit Streuung von Röntgenstrahlen unter Totalreflexion.
- W. SCHÜLKE, H. NAGASAWA, A. KAPROLAT
Der elektronische dynamische Strukturfaktor $S(\vec{q}, \omega)$ von Graphit.
- Kantennahe Feinstruktur von C in Graphit mit Hilfe von Röntgen-Raman-Streuung.
- R. EISBERG, P. JOSUKS, G. WIECH
Röntgenemissionsspektren von Graphit-Einlagerungsverbindungen des Akzeptortyps.

- H.-G. BIRKEN, C. BLESSING, C. KUNZ, R. WOLF
Bestimmung optischer Konstanten aus winkelabhängigen Photoelektronenausbeuten im XUV.
- H. CARSTENSEN, I. SCHÄFER, R. MANZKE, M. SKIBOWSKI
Dispersion der Oberflächenbänder und der Oberflächen-Energielücken von GaAs(110) und GaSb(110).
- H.P. BARNSCHIEDT, R. MANZKE, C. JANOWITZ, M. SKIBOWSKI
Valenzbandstruktur der InP(110) Oberfläche.
- H.P. BARNSCHIEDT, R. MANZKE, C. JANOWITZ, M. SKIBOWSKI
Die Valenzbandzustände der GaSb(110) Oberfläche.
- R. MANZKE, H.P. BARNSCHIEDT, C. JANOWITZ, M. SKIBOWSKI
Besetzte intrinsische Oberflächenzustände in der fundamentalen Energielücke der III/V-Halbleiter: GaSb(110).
- T. BUSLAPS, R. MANZKE, M. SKIBOWSKI
Bestimmung der Valenzbandstruktur von 1T - HfS₂.
- G. SCHÜTZ, W. WAGNER, W. WILHELM, R. FRAHM, G. MATERLIK, P. KIENLE
Spinabhängige Absorption an den L- Kanten von Gd.
- T. KLOIBER, M. KRUSE, G. ZIMMERER, H.J. KMIECIK, M. SCHREIBER
Linienform der Lumineszenz freier Exzitonen und deren Zerfall in festem Xe.
- W. LAASCH, T. KLOIBER, M. KRUSE, G. ZIMMERER, F. COLETTI
Hochaufgelöste Lumineszenzspektroskopie an festem Neon.
- S. BERTRAM, G. SCHMIESTER, K. KAINDL, O. VOGT, J. REBIZANT, C. SPIRLET
L₃-Röntgenabsorptionsexperimente an Uran-Verbindungen unter hohem Druck.
- G. SCHMIESTER, G. KAINDL, P. WACHTER
Elektronische Struktur der formal vierwertigen Cerverbindungen CeF₄ und CeO₂ unter hohem Druck.
- W. KRONE, G. WORTMANN, R. SCHLÖGL
Strukturuntersuchungen an JCl-interkaliertem Graphit durch Röntgenabsorptionsspektroskopie.
- DPG Frühjahrstagung Oberflächenphysik, Iglis/Innsbruck (1987)**
Verhandl. DPG (VI) 22, II (1987)
- G. MATERLIK, J.-P. DIRKS, W. UELHOFF
In situ Strukturuntersuchung von elektrolytisch abgeschiedenen Pb-Adsorbaten auf einer Cu(111) Oberfläche mit Röntgeninterferenzfeldern.
- G. MATERLIK, T. PAULY
Strukturuntersuchungen der Adsorption von Jod auf Si(111) mit stehenden Röntgenwellenfeldern.
- S. CRAMM, L. INCOCCIA, A. BALERNA, F. SENF, C. KUNZ
SEXAFS von O/Si(100) und O/Si(111).
- A.E.M.J. FISCHER, E. VLIEG, J.F. van der VEEN, M. CLAUSNITZER, B.N. DEV, G. MATERLIK
Untersuchung der CoSi₂ - Si (111) Grenzfläche mit stehenden Röntgenwellenfeldern.
- R. DUDDE, K.-H. FRANK, E.-E. KOCH, R. ENGELHARDT
Winkelaufgelöste Photoemission von orientierten Pyrazinfilmen auf Ag(111).
- H.P. BARNSCHIEDT, R. MANZKE, C. JANOWITZ, M. SKIBOWSKI
Beobachtung des intrinsischen Oberflächenzustandes in der Energielücke von GaSb(110).
- H. CARSTENSEN, I. SCHÄFER, R. MANZKE, M. SKIBOWSKI
Winkelaufgelöste inverse Photoemission an GaAs(110).
- T. KURBERG, H.P. BARNSCHIEDT, R. MANZKE, M. SKIBOWSKI
Messung der LEED-Intensitäten von 1T - TiSe₂.
- T. KLOIBER, W. LAASCH, G. ZIMMERER, F. COLETTI
Photoneninduzierte Desorption neutraler Edelgasatome an Edelgaskristallen.
- DPG Frühjahrstagung Atom- und Molekülphysik, Göttingen (1987)**
Verhandl. DPG (VI) 22, III (1987)
- U. BECKER
Resonanz- und Schwellenphänomene bei der Photoionisation von Atomen und Molekülen.
- U. BECKER, H.G. KERKHOFF, M. KUPSCH, B. LANGER, D. SZOSTAK, R. WEHLITZ
Photoionisation von Xenon mit weicher Röntgenstrahlung.
- U. BECKER, H.G. KERKHOFF, M. KUPSCH, B. LANGER, D. SZOSTAK, R. WEHLITZ
Energie- und Winkelverteilung von Shake-off Elektronen.
- W. GÄDEKE, E.E. KOCH, H.H. RÜTER, W. KRASSER, T. WOIKE, V. SAILE
Photoemission aus Na₂[Fe(CN)₅NO] · 2H₂O, K₃[Fe(CN)₆] und K₃[Co(CN)₆] Einkristallen.
- H.-W. BIESTER, E.-E. KOCH, G. DUJARDIN, L. HELLNER

Photoelektron-Coincidence (PEPECO) Yield Messungen an Ar, Kr und Xe Edelgasfilmen.

E. MORIKAWA, R. REININGER, V. SAILE,
P. LAPORTE

Quenching of the NO Fluorescence in Rare-Gas Matrices upon the Solid-Liquid Phase Transition.

P. GÜRTLER, H. KUNZ, J. LE CALVÈ
VUV Spektroskopie von Cl₂ in Ne und Ar-Matrix.

M. MEYER, TH. PRESCHER, M. RICHTER,
B. SONNTAG, H.E. WETZEL, B. MÜLLER,
A. NUNNEMANN, M. SCHMIDT, P. ZIMMERMANN
Photoemissionsmessungen an laserangeregtem Li.

J. WÖRMER, T. MÖLLER, J. STAPELFELDT,
G. ZIMMERER, D. HAAKS, S. KAMPF,
M.C. CASTEX, J. LE CALVÈ
Analyse der gebunden-frei Fluoreszenz des Cl₂-Moleküls.

DPG Frühjahrstagung Vakuumtechnik, Polymerphysik (51. Physikertagung), Berlin (1987)
Verhandl. DPG (VI) 22, V (1987)

U. BECKER
Gasphasenexperimente mit Synchrotronstrahlung.

S. BUCHNER, D. CHEN, H. SCHOBER,
H.G. ZACHMANN
Molekulare Ordnung und Phasenübergänge in flüssigkristallinen Copolyestern.

P. BÖSECKE, L.D. HOU, H.G. ZACHMANN
Kristallisationskinetik von Poly-p-Phenyl-Sulfid (PPS).

T. ASANO, A. DZEICK-PICKUTH, H.G. ZACHMANN
Einfluß von Katalysatoren auf die Kristallisationskinetik von orientiertem und nicht orientiertem Polyethylen-terephthalat.

U. BECKER
Partial Cross Section Measurements of Atoms and Molecules.
Int. Workshop on Spectral, Spatial and Temporal Resolution with Synchrotron Radiation and Lasers, Bad Honnef (1987)

Experimente in der Gasphase mit SR.
A + M Seminar der Univ. Bielefeld (1987)

Resonanz- und Schwellenphänomene bei der Photoionisation.
Physikal. Kolloqu. der Univ. Bonn (1987)

VUV-Strahlung: Eine Sonde für Elektronenkorrelationen.
Physikal. Kolloqu. der Univ. Kiel (1987)

Multi-Electron Processes Following Photoionization.
Deptm. of Phys., Univ. of Stirling (1987)

P. BEHRENS
Strukturelle Untersuchungen an Graphiteinlagerungsverbindungen vom Akzeptortyp.
Kolloqu. des Inst. f. Anorgan. Chemie der TU Clausthal-Zellerfeld (1987)

J.H. BLOCK
Photon-Induced Desorption — Application of Laser and Synchrotron Radiation.
Inst. for Solid State Physics, Univ. of Tokyo (1987)

Photon-Induced Desorption — Experiments with Laser- and Synchrotron Radiation.
Inst. of Spectroscopy, USSR Academy of Sciences, Troitzk (1987)

E. BURKEL
Unelastische Röntgenstreuung mit hoher Energieauflösung.
Siemens, Erlangen (1987)

Beobachtung von unelastischer Röntgenstreuung an Phononen.
Oberseminar Festkörperphysik, LMU München (1987)

Erste Messungen der Phononendispersion mit Synchrotronstrahlung.
Seminar Univ. Hamburg und HASYLAB (1987)

B. CLAUSEN
EXAFS Studies of Catalysts at Synthesis Conditions.
Statusseminar: Forschung mit Synchrotronstrahlung, HASYLAB (1987)

B.N. DEV
Studies of Interface Structure with X-Ray Standing Waves.
Seminar MPI, Stuttgart (1987)

H. DOSCH
Simultaneous Diffraction and Reflection from Surfaces.
Conf. on Application of Neutron Optics, St. John's College Oxford (1987)

W. DRACHSEL
Photon Stimulated Field Desorption of Hydrogen from Rhodium.
XXIVth IFES, Osaka (1987)

K. FISCHER
White X-Ray Single Crystal Diffraction: Possibilities, Advantages, Disadvantages, Preliminary Results.
Nancy Univ. (1987)

Circumvention of the Phase Problem: The Lambda Technique Using Synchrotron Radiation.
MPI, Hamburg (1987)

R. FRAHM
Schmelzen von zweidimensionalen Adsorbatsystemen.
Seminar, Univ. München (1987)

- E. GERDAU
Die Beobachtung von Quanten-Interferenzen durch
Nukleare Bragg Beugung.
Statusseminar: Forschung mit Synchrotronstrahlung,
HASLAB (1987)
- W. GRAEFF
Bildgebende Verfahren mit Synchrotronstrahlung für
medizinische Anwendungen.
Kolloqu. der Sektion Physik der Fr. Schiller Univ.,
Jena (1987)
- Stroboskopische Topographie.
Seminarvortrag, Sektion Physik der Fr. Schiller Univ.,
Jena (1987)
- Bildgebende Verfahren mit Synchrotronstrahlung für
medizinische Anwendungen.
Seminarvortrag, Medizinische Univ. zu Lübeck (1987)
- W.B. HOLZAPFEL
EDXD on Solids under Pressure.
Workshop on High Pressure Research, Grenoble (1987)
- High Pressure Properties of the Alkaline Earth Metals.
EHPRG - Meeting, Potsdam (1987)
- K. HÜMMER
Direkte Messungen von Phasenbeziehungen für die
Strukturbestimmung.
Statusseminar Synchrotronstrahlung Verbundtreffen,
Berlin (1987)
- J. IHRINGER
Neue Möglichkeiten der Pulverdiffraktometrie.
Statusseminar Synchrotronstrahlung Verbundtreffen,
Berlin (1987)
- S. JAENICKE
The Influence of a High Electric Field on Photodesorption.
NBS Gaithersburg (1987)
- The Influence of High Electric Fields on the Mechanism of
Photon Stimulated Desorption.
Coll. Emission de Champ Franco-Allemand, Rouen (1987)
- Adsorbate in höchsten elektrischen Feldern.
Seminarvortrag, Fritz-Haber-Institut, Berlin (1987)
- R.L. JOHNSON
Das Studium von Oberflächenstrukturen mit der Methode
der Beugung bei streifendem Einfall und mit stehenden
Wellen.
Statusseminar: Forschung mit Synchrotronstrahlung,
HASLAB (1987)
- A. KNÖCHEL
SYRFA. Eine Mikrosonde hoher Auflösung für den Ultra-
spurenbereich.
Chem. Colloquien, Univ. Köln (1987)
- Ultratraceanalysis with the help of Synchrotron Radiation.
Wissenschaftl. Colloqu. der ESRF (1987)
- Röntgenfluoreszenzanalyse mit Synchrotronstrahlung -
eine neue Methode zur Ultraspurenanalyse der Elemente.
Chem. Colloqu., TH Darmstadt (1987)
- M.H.J. KOCH
The Structure of Chromatin.
Max-Planck Gruppen für Strukturelle Biologie,
Hamburg (1987)
- Chromatin Structure Studied by Synchrotron X-Ray
Scattering.
Univ. of Bologna (1987)
- Instruments and Methods for Small Angle Scattering with
Synchrotron Radiation.
Xth Discussion Conf. "Small Angle Scattering and Rela-
ted Methods", Prague Meetings on Macromolecules (1987)
- The Structure of Chromatin.
IXth Convention of Istanbul, Faculty of Medicine (1987)
- V. KUPCIK
Synchrotronstrahlung eröffnet neue Möglichkeiten in der
Mineral- und Gesteinsanalyse.
Geolog.-Mineralog. Kolloqu. der Univ. Göttingen (1987)
- Synchrotronstrahlung in der Kristallstrukturanalyse.
Mineralog. Kolloqu. der Univ. Würzburg (1987)
- C. LAUBSCHAT
Electronic Structure Studies in High-T_c Superconductors
and Related Compounds.
Workshop on High-T_c Superconductors, Karlsruhe (1987)
- B. LENGELER
Anwendung der Röntgenabsorption und -reflexion in der
Metallkunde.
Deutsche Gesellschaft für Metallkunde, Saarbrücken
(1987)
- Anwendungen der Synchrotronstrahlung in der Material
Analyse.
XIII. Kolloqu. über Werkstoffanalytik, Wien (1986)
- Untersuchung dünner Schichten mit Röntgenabsorption
und Röntgenbeugung.
Statusseminar Synchrotronstrahlung, Berlin (1987)
- E. MANDELKOW
X-Ray Scattering and Cryo-Electron Microscopy of
Microtubules.
MPI für Systemphysiologie, Dortmund (1987)
- Struktur und Polymerisation der Mikrotubuli.
Inst. für Allgemeine Botanik, Univ. Hamburg (1987)
- Untersuchung der Mikrotubuli-Polymerisation mit
Synchrotronstrahlung.
DFG-Schwerpunkt, Zytoskelett, Bad Honnef (1987)

Computer-gestützte Lichtmikroskopie.

Inst. für Zellbiologie, Univ. Hamburg (1987)

Time-Resolved X-Ray Scattering of Microtubule Polymerization.

Dept. of Applied Physics, Stanford Univ. (1987)

Structural Studies of Microtubules.

Dept. of Molecular Biology, Scripps Clinic, La Jolla (1987)

Dynamics of Microtubule Assembly.

Dept. of Cell Biology, Univ. of Colorado, Boulder (1987)

New Methods of Imaging in Cell and Molecular Biology. Gordon Conf. "Three-dimensional Electron Microscopy", Newport (1987)

Microtubule Assembly Studies by Time-Resolved X-Ray Scattering.

Ist Spanish Biophysics Congress, Valladolid (1987)

Microtubule Assembly and Oscillations.

Centro de Investigaciones Biológicas, Madrid (1987)

E.-M. MANDELKOW

Domänenstruktur und GTP-Bindung von Tubulin. DFG-Schwerpunkt, Zytoskelett, Bad Honnef (1987)

Biochemistry of Tubulin.

Centro de Investigaciones Biológicas, Madrid (1987)

G. MATERLIK

Anwendungen der Synchrotronstrahlung in Festkörpern und deren Oberflächen.

Phys. Kolloqu., Univ. Karlsruhe (1987)

Seminar Festkörperphysik, Univ.-G.H. Paderborn (1987)

Oberflächenstrukturen im Licht hochintensiver Synchrotronstrahlung.

Phys. Kolloqu., Univ. Göttingen (1987)

Phys. Kolloqu., Univ. Jena (1987)

Phys. Kolloqu., Univ. Erlangen (1987)

Die Struktur von Festkörpern und ihrer Grenzflächen im Licht intensiver Synchrotronstrahlung.

Festkörperkolloqu., Univ. Hamburg (1987)

Untersuchungen mit stehenden Wellenfeldern - Ein Statusbericht.

Seminar Röntgenphysik, Univ. Jena (1987)

Surface Structures.

Finnish Nat. Symp. on Synchrotron Radiation Research, Hyvinkää (1987)

X-Ray Standing Wave Applications in Crystallography.

British Crystallography Association, Spring Meeting, Edinburgh (1987)

Determination of Interface Structure Using X-Ray Standing Wave Fields.

VIIth Interdisciplinary Surface Science Conf., Cardiff (1987)

H. MÖHWALD

In Situ Untersuchungen der Struktur von Langmuir Filmen.

Statusseminar: Forschung mit Synchrotronstrahlung, HASYLAB (1987)

Direct Characterization of Monolayers at the Air/Water Interface.

IIIrd Int. Conf. on Langmuir-Blodgett Films, Göttingen (1987)

R. REININGER

Photoionization below Threshold in Rare Gases. Seminar, Hebrew Univ., Jerusalem (1987)

Electronic States in Fluids.

Seminar, BESSY, Berlin (1987)

T.M. SABINE

Powder Diffraction at DESY.

Synchrotron Radiation Workshop, Melbourne (1987)

V. SAILE

Present Status of HASYLAB and some Experimental Results.

Kansai Synchrotron Radiation Seminar, Osaka Univ. (1987)

HASYLAB, the German Mirror Test Project and New Results with the Two-Photon- Photoemission Technique. Photon Factor

KEK, Tsukuba (1987)

Synchrotron Radiation Research Using the DORIS Storage Ring.

Louisiana State Univ., Baton Rouge (1987)

Experimente mit der Synchrotronstrahlung am HASYLAB.

Sektionskolloquium, Karl-Marx-Univ. Leipzig (1987)

Vom Atom zum Festkörper: Die Abhängigkeit der elektronischen Struktur von der Teilchendichte.

Festkörperseminar, Karl-Marx-Univ. Leipzig (1987)

Optik für Synchrotronstrahlung hoher Leuchtdichte und Leistung.

Statusseminar Synchrotronstrahlung, Berlin (1987)

B. SONNTAG

VUV — Photoelektronenspektroskopie an Atomen im Grund- und angeregten Zustand.

Statusseminar: Forschung mit Synchrotronstrahlung, HASYLAB (1987)

Augerspektren atomarer Übergangsmetalle.

Treffen Schwerpunkt "Hochenergetische Spektroskopie elektronischer Zustände in Festkörpern und Molekülen", Bad Honnef (1987)

W. SCHÜLKE

Unelastische Röntgenstreuung in der Festkörperphysik.
Seminar Phys. Inst., Univ. Basel (1987)

Inelastic X-Ray Scattering Using Synchrotron Radiation:
Scientific Goals, Current Experiments and Projects.
ISI-Conf., Turin (1987)

Elektronische Festkörperanregungen in der unelastischen
Röntgenstreuung.
Seminar, Univ. Hamburg (1987)

Unelastische Röntgenstreuung mit Synchrotronstrahlung.
Statusseminar Synchrotronstrahlung, Berlin (1987)

M. SKIBOWSKI

Impuls aufgelöste elektronische Struktur von Festkörpern
und Oberflächen.
Tagung der Arbeitsgemeinschaft Kristallographie (AGKr),
Berlin (1987)

Impuls aufgelöste elektronische Struktur von
Festkörperoberflächen beiderseits der Fermienergie.
Kolloqu. Univ. Hannover (1987)

Impuls aufgelöste elektronische Struktur von
Festkörperoberflächen.
Festkörperkolloqu. Univ. Hamburg (1987)

Elektronische Struktur von Schichtkristallen und III-V-
Halbleitern.
BESSY, Berlin (1987)

H.B. STUHRMANN

Fortschritte der Kontrast-
variation.
Oberseminar des Physikal. Inst. der LMU München
(1987)

Makromolekulare Strukturen im Licht der Spinkontrast-
variation und der anomalen Dispersion.
GKSS — Forschungszentrum, Geesthacht (1987)

G. WORTMANN

Hochdruck-Röntgenabsorptionsspektroskopie an
4f-Systemen mit instabilen Valenzen.
Univ. Paderborn (1987)

X-Ray Absorption Studies of Synthetic Metals.
Inst. of Phys., Hebrew Univ. (1987)

Microscopic Structural Analysis of Synthetic Metals.
Tel Aviv Univ. (1987)

Röntgenabsorptionsspektroskopie an Synthetischen Metal-
len und Seltenen-Erd- Systemen mit instabilen Valenzen.
Phys. Kolloqu., Univ. Kiel (1987)

G. WALLNER

Untersuchung von Defekten in Oberflächennähe durch
Streuung unter Totalreflexionsbedingungen.
MPI Plasmaphysik, Garching (1987)

R. WEHLITZ

Energie- und Winkelverteilung von Shake Elektronen.
A + M Seminar der Univ. Würzburg (1987)

H.G. ZACHMANN

New Developments in the Application of Synchrotron Ra-
diation for Studies of Wide Angle and Small Angle X-Ray
Scattering of Polymers.
Shizuoka Univ. (1987)

New Investigations in the Field of Morphology and
Crystallization of Polymers.
Tokyo Inst. of Technology, Tokyo (1987)

Molecular Order and Phase Transitions in Polyethylene-
2,6-Dicarboxylate and in Copolyesters Containing
p-Hydroxybenzoic acid.
Teijin Fiber and Textile Research Lab., Ibaraki (1987)

Molecular Conformation, Molecular Order, Phase
Transitions and Chain Mobility and Polyesters and Liquid
Crystalline Copolyesters.
Toyobo Research Center, Ohtsu (1987)

New Development in the Application of Synchrotron
Radiation for Studies of Wide Angle and Small Angle
X-Ray Scattering of Polymers.
Univ. Osaka (1987)

Molecular Order and Phase Transitions in
Polyethylenenaphthalene-2,6- Dicarboxylate and
Copolyesters Containing p-Hydroxybenzoic Acid.
Univ. Okayama (1987)

G. ZIMMERER

Der Speicherring DORIS macht's möglich: Herstellung
und Nachweis kurzlebiger exotischer Moleküle mit Syn-
chrotronstrahlung.
Univ. Hamburg, Reihe "Aktuelle Themen der Physik"
(1987)

Dissertationen

R. EISBERG

Untersuchung der winkelabhängigen Röntgenemission von
Graphit- Einlagerungsverbindungen.
LMU München (1987)

W. GÄDEKE

Experimentelle Bestimmung der elektronischen und
geometrischen Struktur von Natriumnitrosylprussiat Ein-
kristallen sowie verwandter Komplexverbindungen.
Univ. Hamburg (1987)
DESY HASYLAB 87-09

W.A. GROSSHANS

Röntgenbeugung an einigen Seltenen Erden unter Druck.
Univ.-GHS Paderborn (1987)

B. HOLL

Dehnungsinduzierte Kristallisation — Eine neue Modellbeschreibung.
Univ. Ulm (1987)

G. KALKOWSKI

Untersuchungen der elektronischen Struktur von 4f und 5f Systemen durch Röntgenabsorption und resonante Photoemission.
FU Berlin (1987)

A.M. KÖHLER

Density Effects on Rydberg States and Ionization Energies of Molecules.
Univ. Hamburg (1987)
DESY HASYLAB 87-05

H. KÜHLE

Energietransfer und Relaxation an N₂-Aggregaten in Edelgasmatrizen.
TU Berlin (1987)
DESY HASYLAB 87-12

G.U. NIENHAUS

Untersuchung der Struktur und Dynamik von Proteinen: Röntgen- und Gamma-Streuxperimente mit ortsauflösenden Proportionalzählern.
Univ. Münster (1987)

K. O. MAGNUSSON

Studies of the Electronic Band Structure of Three Cd-Compound II-VI Semiconductors.
Univ. of Lund (1987)

J. MAICHLE

Simultane Strukturverfeinerung von Neutronen-, Röntgen- und Synchrotronpulverdaten.
Univ. Tübingen (1987)

V. MAIER

Untersuchungen zu Keimbildung und Kristallwachstum in Alumosilikat- Glaskeramiken mittels Elektronenmikroskopie und Röntgenabsorptionsspektroskopie.
TH Darmstadt (1987)

G. SCHMIESTER

Röntgenabsorptionsexperimente an Verbindungen der Seltenen Erden und des Urans unter hohem Druck.
FU Berlin (1987)

F. SENF

Photonenstimulierte Desorptionsuntersuchungen positiver Ionen von MgO, TiO₂, Yb₂O₃, Nd₂O₃, H₂O/Si(100), CaF₂/Si sowie von H₂O CO und NO auf Yb und Nd im Photonenenergiebereich von 14 eV bis 800 eV.
Univ. Hamburg (1987)
DESY HASYLAB 87-13

N. WASSDAHL

Ultra-Soft X-Ray Spectra of Molecules and Solids, Excited

by Electrons and Synchrotron Radiation.
Univ. of Uppsala (1987)

H.-E. WETZEL

Photoelektronenspektroskopie an den freien 3d-Metallatomen von Sc und Ti und an molekularem TiCl₄ im Bereich der 3p-Resonanzen.
Univ. Hamburg (1987)
DESY HASYLAB 87-04

Diplomarbeiten

H. BERNDT

Die Kinetik der Phasentransformation des Rubidiumjodids von einer flächenzentrierten (NaCl-Typ) in eine primitive Struktur (CsCl-Typ) bei 3.7 kbar gemessen mit Röntgenbeugung unter Verwendung von Synchrotronstrahlung.
Univ. Bonn (1987)

A. BERTHOLD

Der dynamische Strukturfaktor der Elektronen in Graphit und Liinterkaliertem Graphit.
Univ. Dortmund (1987)

H. CARSTENSEN

Kombinierte winkelaufgelöste Photoemission und inverse Photoemission an der (110)-Oberfläche von GaAs und GaSb.
Univ. Kiel (1987)

R. CSASZAR

Untersuchung der molekularen Ordnung und der Phasenübergänge von Copolyestern aus Polyethylenaphthalin-2,6-dicarboxylat (PEN) und p-Hydroxybenzoesäure (PHB) in Abhängigkeit vom Molekulargewicht.
Univ. Hamburg (1987)

J.-P. DIRKS

In situ Strukturuntersuchung von elektrochemisch abgeschiedenen Blei-Adsorbaten auf eine Kupfer-(111)-Oberfläche mit stehenden Röntgenwellenfeldern.
Univ. Hamburg (1987)

M. FLÖTER

Photoabsorptionsspektroskopie an atomarem Praseodym und Neodym.
Univ. Hamburg (1987)

D. HANDSCHUH

Absorptionsspektroskopie an den Elementen Barium und Terbium im Bereich 80-180 eV.
Univ. Hamburg (1987)

M. HEYMANN

Absorptionsmessungen an den molekularen Übergangsmetallhalogeniden MnCl₂ und CrCl₂.

- Univ. Hamburg (1987)
 DESY HASYLAB 88-01
 CH. JUNG
 EXAFS und Widerstandsmessungen an NbZr-Legierungen mit Deuterium.
 Univ. München (1987)
- P. KARSTENS
 Entwicklung und Aufbau einer Apparatur zur Präparation von III-V- Halbleiteroberflächen durch Molekularstrahlepitaxie.
 Univ. Kiel (1987)
- H. KUNZ
 Fluoreszenz-Untersuchungen an matrixisoliertem Chlor in den Edelgasen Neon und Argon.
 Univ. Hamburg (1987)
 DESY HASYLAB 87-10
- M. KRISCH
 Entwicklung und Charakterisierung von Betriebskurven für den VUV-Monochromator "Bumble Bee".
 Univ. Hamburg (1987)
- M. KRUSE
 Lumineszenzspektroskopie lokalisierter Exzitonen in festem Xenon.
 DESY Univ. Hamburg (1987)
- W. LAASCH
 Hochaufgelöste Lumineszenzspektroskopie an festem Xenon.
 Univ. Hamburg (1987)
 DESY HASYLAB 87-11
- HABIB MOLTAJI
 Ein Bi-Kristall-Monochromator für Röntgen- und Neutronenstrahlen.
 Univ. Dortmund (1987)
- M. PAHLER
 Absorptionsspektroskopie an den Elementen Lanthan, Cer und Gadolinium.
 Univ. Hamburg (1987)
- J. PARTANEN
 X-Ray Topographic Study of Crystalline Defects in Silicon Wafers.
 Helsinki Univ. of Technology (1987)
- T. RANTA-AHO
 Fabrication and Testing of a Grooved Substrate Semiconductor Laser.
 Helsinki Univ. of Technology (1987)
- H. REINHARDT
 Die Struktur von Polymer-Oligomer-Mischungen.
 Univ. Ulm (1987)
- H.-H. RÜTER
 Photoemissionsuntersuchungen der Valenzbandstruktur von Kalium- Cobaltcyanid-Einkristallen.
 Univ. Hamburg (1987)
 DESY HASYLAB 87-08
- SCHEDEL
 Röntgenabsorptionsspektroskopie im Fluoreszenzmodus: Entwicklung und Anwendungen eines Proportional-Zählrohres im Energiebereich 2-5 keV.
 FU Berlin (1987)
- H. SCHOBER
 Molekulare Ordnung und Phasenumwandlungen in Copolyestern aus Polyethylenterephthalat und p-Hydroxybenzoesäure.
 Univ. Hamburg (1987)
- J.-U. SDUN
 Positionsanalyse von Brom-Adsorbaten auf Si(111), Si(211) und Si(100) Oberflächen mit stehenden Wellenfeldern.
 Univ. Hamburg (1987)
- R. SIEBURGER
 Bestimmung der Ausbreitungsgeschwindigkeit von akustischen Oberflächenwellen mit Synchrotronstrahlung.
 Univ. Hamburg (1987)
- L. SIEGEL
 Photoemissions- und Augerspektroskopische Untersuchungen an Aluminium und Europium.
 Univ. Hamburg (1987)
 DESY HASYLAB 87-07
- A. STEFFEN
 Photoionisationsspektren von He und Ne unterhalb der atomaren Ionisationsgrenze.
 Univ. Hamburg (1987)
- K. STEGEN
 Strukturelle Untersuchung der Umwandlung von Polybis-(trifluormethyltricyclo)-(4.2.2.0)-Deka-3,7,9-Trien POLY-BTFM-TCDD in Polyacetylen und der Dotierung von Polyacetylen mit Jod.
 Univ. Hamburg (1987)
- A. TEITGE
 Einfluß des Molekulargewichtes und der Extrusionsbedingungen auf die Orientierung von Polyamid-6 Fasern.
 Univ. Hamburg (1987)
- F. WINKENWERDER
 Strukturuntersuchung von Goldadsorbaten auf Si(111)-Oberflächen.
 Univ. Hamburg (1987)
- H. WITTICH
 Lebensdauern von Rydbergzuständen der Edelgasatome Xenon, Krypton und Argon.
 Univ. Hamburg (1987)

G. ZIMMERMANN

In situ Untersuchungen der Phasentransformation von KCl von der NaCl-Struktur in die CsCl-Struktur mit Synchrotronstrahlung.

Univ. Bonn (1987)

A. ZOUNEK

Untersuchung der thermisch diffusen Streuung an Silizium mit Röntgeninterferenzfeldern.

TH Darmstadt (1987)

Staatsexamensarbeit

M. ZIELKE

Bau und Erprobung einer Elektronenkanone für Augerelektronenspektroskopie.

Univ. Hamburg (1987)

Theorie

Veröffentlichungen

T. ALVAREZ, A. LEITES, J. TERRÒN

Top Mass Corrections to Weak Bosons Decays.

DESY 87-105

I.M. BARBOUR, N.-E. BEHILIL, P.E. GIBBS,

M. RAFIQ, K.J.M. MORIARTY, G. SCHIERHOLZ

Updating Fermions with the Lanczos Method.

J. Comput. Phys. 68 (1987) 227

J.C.A. BARATA, K. FREDENHAGEN

Charged Particles in Z_2 Gauge Theories.

DESY 87-015

J. BARTELS, N.K. FALCK

Path Integral on a Group Manifold and the Lattice Gauge Theory Hamiltonian.

DESY 87-130

J. BARTELS, W. HOLLIK

Selectron and Squark Production in $e p$ Collisions at HERA.

DESY 87-174

J. BARTELS, T.T. WU

Semiclassical Analysis of the Weak Coupling Limit of $SU(2)$ Lattice Gauge Theory: The Subspace of Constant Fields.

DESY 87-120

M. BENAYOUN, G. INGELMAN, P. LERUSTE,

R. PETRONZIO

Evidence for Prompt High- p_{\perp} η' Mesons at the ISR.

Phys. Lett. 192B (1987) 447

M. BENGTTSSON, G. INGELMAN, T. SJÖSTRAND

QCD Effects on the Event Structure in Leptoproduction.

DESY 87-097, zur. Veröffentl. in Nucl. Phys.

T. BERGER

An Effective Chiral Lagrangian Model for the τ -Decay into Three Charged Pions.

DESY 87-071

R.A. BERGLMANN, C.A. DOMINGUEZ, M. LOEWE,

M. PERROTTET, E. de RAFAEL

Determination of the Gluon and the Four-Quark Condensate via FESR.

Z. f. Phys. und CERN TH-4898/87

J. BIJNENS, F. CORNET

Two-Pion Production in Photon Photon Collisions.

DESY 87-039

J. BIJNENS, B. GUBERINA

Chiral Perturbation Theory and the Evaluation of $1/N_c$ -Corrections to Nonleptonic Decays.

DESY 87-065, zur Veröffentl. in Phys. Lett. B

J. BIJNENS, C. WETTERICH

Quark, Lepton and Neutrino Masses in Grand Unified Theories with Local Generation Group.

Nucl. Phys. B292 (1987) 443

Hierarchical Structure of Fermion Masses and Mixings.

Phys. Lett. 199B (1987) 525

N. BILIĆ, C. A. DOMINGUEZ, B. GUBERINA

QCD Calculation of $K^0-\bar{K}^0$ Mixing from Three-Point Function Sum Rules.

DESY 87-162, zur Veröffentl. in Z. Phys. C

D. BUCHHOLZ, P. JACOBI

On the Nuclearity Condition for Massless Fields.

Lett. Math. Phys. 13 (1987) 313 und DESY 87-012

D. BUCHHOLZ, C. D'ANTONI, R. LONGO

Nuclear Maps and Modular Structures I:

General Properties.

Univ. di Roma "La Sapienza"

W. BUCHMÜLLER

New Particles and Interactions at HERA.

DESY 87-142

W. BUCHMÜLLER, N. DRAGON

Scale Invariance and Spontaneous Symmetry Breaking.

DESY 87-051

W. BUCHMÜLLER, B. LAMPE, N. VLACHOS

Contact Interactions and the Callan-Gross Relation.

DESY 87-076

P.N. BURROWS, G. INGELMAN, E. ROS

Jet Reconstruction and Jet Properties at HERA.

DESY 87-167, zur Veröffentl. in Z. Phys. C

- A.M. COOPER-SARKAR, G. INGELMAN, K.R. LONG,
R.G. ROBERTS, D.H. SAXON
Measurement of the Longitudinal Structure Function and
the Small-x Gluon Density of the Proton.
Rutherford Lab. RAL-87-112,
zur Veröffentlich. in Z. Phys. C
- F. CORNET
Some Exotic Physics at HERA.
DESY 87-131
- C.T.H. DAVIES, G.G. BATROUNI, G.R. KATZ, A.S.
KRONFELD, G.P. LEPAGE, P. ROSSI, B. SVETITSKY,
K.G. WILSON
Fourier Acceleration I: Landau Gauge Fixing.
CLNS 87-85, Cornell Univ. Ithaca/USA,
zur Veröffentlich. in Phys. Rev. D
- C.A. DOMINGUEZ
Chiral Anomalies and Effective Vector Meson Lagrangian
beyond the Tree Level.
Mod. Phys. Lett. A2 (1987) 983 und DESY 87-059
- C.A. DOMINGUEZ, N. PAVER
How Exotic is the $a_0(980)$?
DESY 87-132, zur Veröffentlich. in Z. Phys. C
- Leptonic Decay Constants of Charm and Beauty Mesons
in QCD.
Phys. Lett. 197B (1987) 423 und DESY 87-060
- C.A. DOMINGUEZ, J. SOLÀ
Determination of Quark and Gluon Vacuum Condensates
from τ -Lepton Decay Data.
DESY 87-119, zur Veröffentlich. in Z. Phys. C
- H.G. EVERTZ, K. FREDENHAGEN, K. JANSEN,
H.A. KASTRUP, M. MARCU
Proof of Universal Perimeter Law Behaviour of the
Wegner-Wilson Loop in Nonabelian Lattice Gauge
Theories with Higgs Fields.
PITHA 87/03, RWTH Aachen/D
- N.K. FALCK, G. KRAMER
Absence of Anomalies in Two-Dimensional Nonabelian
Chiral Gauge Theories.
Phys. Lett. B193 (1987) 257 und DESY 87-034
- Perturbation Theory for the Anomaly-Free Chiral
Schwinger Model.
DESY 87-072
- Gauge Invariance, Anomalies, and the Chiral Schwinger
Model.
Ann. of Phys. 176 (1987) 330
- K. FREDENHAGEN, M. MARCU
A Modified Heat Bath Method Suitable for Monte Carlo
Simulations on Vector and Parallel Processors.
CERN-TH. 4669/87
- Dual Interpretation of Order Parameters for Lattice Gauge
Theories with Matter Field.
DESY 87-158
- E. GOTSMAN
A Comprehensive Description of Photon-Photon Total
Cross-Section Data.
DESY 87-102
- C. GROSCHE, F. STEINER
Path Integrals on Curved Manifolds.
Z. Phys. C36 (1987) 699 und DESY 87-014
- The Path Integral on the Poincaré Upper Half Plane and
for Liouville Quantum Mechanics.
Phys. Lett. A123 (1987) 319 und DESY 87-035
- The Product Form for Path Integrals on Curved Manifolds.
DESY 87-160
- The Path Integral on the Pseudosphere.
DESY 87-103
- F. GUTBROD
Scaling Behaviour of Creutz Ratios in SU(2) Lattice Gauge
Theory.
Z. Phys. C37 (1987) 143
- F. GUTBROD, G. KRAMER, G. RUDOLPH,
G. SCHIERHOLZ
Recombination Dependence of the $O(\alpha_s^2)$ Three-Jet Cross
Section in e^+e^- Annihilation.
Z. Phys. C35 (1987) 543
- R. HAAG
Quantum Physics and Gravitation.
DESY 87-113
- K. HIKASA
Physics of Superheavy Onia.
DESY 87-133
- W. HOLLIK
Electroweak Radiative Corrections in $SU(2) \times U(1)$.
DESY 87-129
- Radiative Corrections with two Higgs Doublets at
LEP/SLC and HERA.
DESY 87-068
- W. HOLLIK, A. BARROSO et al.
Electroweak Radiative Corrections at LEP Energies.
CERN-EP 87-70
- W. HOLLIK, F.A. BERENDS, R. KLEIS
Radiative Corrections to Bhabha Scattering at High
Energies. II. Hard Photon Corrections and Monte Carlo
Treatment.
DESY 87-094
- W. HOLLIK, F.A. BERENDS, G.J.H. BURGERS,
W.L. van NEERVEN

- The Standard Z Peak.
CERN-TH 4919/87
- G. INGELMAN et al., WA77 KOLLABORATION
Search for Glueballs at High p_{\perp} in 300 GeV/c π^-N
Interactions.
Phys. Lett. 198B (1987) 281
- G. INGELMAN, A. WEIGEND
LUCIFER — A Monte Carlo for High- p_{\perp}
Photoproduction.
Comput. Phys. Commun. 46 (1987) 241
- G. INGELMAN, R. RÜCKL
Determination of Quark Distributions in ep Collisions.
DESY 87-140, zur Veröffentlich. in Phys. Lett.
- H. JOOS, M. SCHAEFER
The Representation Theory of the Symmetry Group of
Lattice Fermions as a Basis of Kinematics in Lattice QCD.
Z. Phys. C34 (1987) 465
- G.R. KATZ, G.G. BATROUNI, C.T.H. DAVIES, A.S.
KRONFELD, G.P. LEPAGE, P. ROSSI, B. SVETITSKY,
K.G. WILSON
Fourier Acceleration II: Matrix Inversion and the Quark
Propagator.
CLNS 87-86, Cornell Univ. Ithaca/USA,
zur Veröffentlich. in Phys. Rev. D
- E. KATZNELSON, P. LAUWERS, M. MARCU
A Numerical Study of the SU(2) Higgs Model.
Bonn-HE-87-28
- H. KOLANOSKI, P. ZERWAS
Two-Photon Physics.
DESY 87-175
- H. KOMATSU, R. RÜCKL
Gaugino-Higgsino Mixing and Slepton-Squark Production
in e p Collisions.
DESY 87-088, zur Veröffentlich. in Nucl. Phys. B
- J.G. KÖRNER, B. PIRE, J.P. RALSTON,
G.A. SCHULER
Photon-Pion Charge Asymmetry in e^+e^- -Reactions:
A Laboratory for Perturbative QCD Phases.
Phys. Lett. 198B (1987) 244
- J.G. KÖRNER, G.A. SCHULER
Exclusive Semi-Leptonic Decays of Bottom Mesons in the
Spectator Quark Model.
DESY 87-135
- J. G. KÖRNER, G.A. SCHULER, F. BARREIRO
Very Small and Resolution-Insensitive $O(\alpha_s^2)$ Corrections
to a Polar Asymmetry Measure of Oriented Three-Jet
Events in e^+e^- Annihilation,
Phys. Lett. 188B (1987) 272
- G. KRAMER, B. LAMPE
On Leading Logarithm Behaviour of Jet Cross Sections in
 e^+e^- Annihilation.
Mod. Phys. Lett. A2 (1987) 675 und DESY 87-043
- Optimized Perturbation Theory Applied to Jet Cross
Sections in e^+e^- Annihilation.
DESY 87-106
- P. KRAWCZYK, D. LONDON, R.D. PECCEI,
H. STEGER
Predictions of the CKM Model for CP Asymmetries in B
Decay.
DESY 87-171
- M. KREMER, G. SCHIERHOLZ
Calculation of the Condensate $g_s \langle \bar{q}\sigma_{\mu\nu}G_{\mu\nu}q \rangle$ on the
Lattice.
Phys. Lett. 194B (1987) 283
- J. KRIPFGANZ, H.-J. MÖHRING
Electromagnetic Corrections to Deep Inelastic Scattering
at HERA.
DESY 87-139
- J. KRIPFGANZ, H. PERLT
Cosmological Impact of Winding Strings.
DESY 87-074
- A.S. KRONFELD, M.L. LAURSEN, G. SCHIERHOLZ,
U.-J. WIESE
Monopole Condensation and Color Confinement.
Phys. Lett. 198B (1987) 516 und DESY 87-073.
- A.S. KRONFELD, K.J.M. MORIARTY,
G. SCHIERHOLZ
A Vectorized Code for the Computation of Glueball Mas-
ses Using the Inverse of the Covariant Dirac Operator as
a Correlator.
JVNC-87-1, zur Veröffentlich. in Comput. Phys. Commun.
- A.S. KRONFELD, G. SCHIERHOLZ, U.-J. WIESE
Topology and Dynamics of the Confinement Mechanism.
Nucl. Phys. B293 (1987) 461 und DESY 87-023
- B. LAMPE
Mirror Families and Radiative $SU_2 \times U_1$ -Breaking.
DESY 87-078
- W. LANGGUTH, I. MONTVAY
A Numerical Estimate of the Upper Limit for the Higgs
Boson Mass.
Z. Phys. C36 (1987) 725 und DESY 87-020
- M.L. LAURSEN, G. SCHIERHOLZ
Evidence for Monopoles in the Quantized SU(2) Lattice
Vacuum: A Study at Finite Temperature.
DESY 87-061 (1987), zur Veröffentlich. in Z. Phys.
- D.S. LIU
Bag Model Approach to the Intermediate States in Hadro-
nic Transitions in Heavy QQ Systems.
DESY 87-096

- M. LÜSCHER, P. WEISZ
Scaling Laws and Triviality Bounds in the Lattice ϕ^4
Theory. I. One-Component Model in the Symmetric
Phase.
Nucl. Phys. B290 [FS20] (1987) 25 und DESY 87-017
- Scaling Laws and Triviality Bounds in the Lattice ϕ^4
Theory. II. One-Component Model in the Phase with
Spontaneous Symmetry Breaking.
DESY 87-075, zur Veröffentlich. in Nucl. Phys. B
- J.A. MAGPANTAY, M. REUTER
Chiral Anomaly from the Fokker-Planck Formalism.
DESY 87-004
- Z. MAKI
Probabilistic Interpretation and the Quantum Theory of
Measurement.
DESY 87-100
- U. MAOR
Photon-Photon Inclusive Scattering and
Perturbative QCD.
DESY 87-117
- E. MENDEL
Hadronic Structure by Introducing Chemical Potential.
DESY 87-155
- I. MONTVAY
Weak Gauge Coupling Expansion Near the Critical Line
in the Standard SU(2) Higgs Model.
Nucl. Phys. B293 (1987) 479 und DESY 87-019
- A Chiral SU(2)_L \otimes SU(2)_R Gauge Model on the Lattice.
Phys. Lett. 199B (1987) 89 und DESY 87-110
- I. MONTVAY, P. WEISZ
Numerical Study of Finite Volume Effects in the
4-Dimensional Ising Model.
Nucl. Phys. B290 [FS20] (1987) 327 und DESY 87-056
- G. MÜNSTER, M. REUTER
A Statistical Interpretation of Chiral and Conformal
Anomalies.
Phys. Lett. B198 (1987) 73 und DESY 87-067
- R. D. PECCEI, J. SOLÁ, C. WETTERICH
Adjusting the Cosmological Constant Dynamically;
Cosmons and New Forces Weaker than Gravity.
Phys. Lett. 195B (1987) 183 und DESY 87-026
- A New Phase of QED?
DESY 87-168, zur Veröffentlich. in Phys. Rev.
- T. REISZ
A Power Counting Theorem for Feynman Integrals on the
Lattice.
DESY 87-099, zur Veröffentlich. in Commun. Math. Phys.
- Renormalization of Feynman Integrals on the Lattice.
DESY 87-121, zur Veröffentlich. in Commun. Math. Phys.
- A Convergence Theorem for Lattice Feynman Integrals
with Massless Propagators.
DESY 87-125, zur Veröffentlich. in Commun. Math. Phys.
- Renormalization of Lattice Feynman Integrals with
Massless Propagators.
DESY 87-137, zur Veröffentlich. in Commun. Math. Phys.
- M. REUTER
The Chiral Anomaly of Antisymmetric Tensor Fields.
DESY 87-053
- Parity Violating Anomalies and the Stationarity of Stochas-
tic Averages.
DESY 87-066
- M. REUTER, C. WETTERICH
Spectrum Degeneracy and New Symmetries for Genera-
lized Euler Form Actions.
CERN-TH.4902/87 (1987)
- B. SCHROER
Quantum Field Theory on Riemann Surfaces and the
Unitarity Problem.
DESY 87-080
- G.A. SCHULER
Heavy Flavour Production at HERA.
Nucl. Phys. B299 (1988) 21 und DESY 87-114
- G.A. SCHULER, J.G. KÖRNER
Oriented $O(\alpha_s^2)$ 3-Jet Events in e^+e^- Annihilation.
DESY 87-124
- G.A. SCHULER, S. SAKAKIBARA, J.G. KÖRNER
Use of Four-Dimensional Spin Methods in the Calculation
of Radiative QCD Corrections.
Phys. Lett. 194B (1987) 125
- Q. SHAFI, C. WETTERICH
Inflation from Higher Dimensions.
Nucl. Phys. B289 (1987) 787
- Heating after Higher Dimensional Inflation.
DESY 87-033 (1987), zur Veröffentlich. in Nucl. Phys. B
- F. STEINER
Spectral Sum Rules for the Circular Aharonov-Bohm
Quantum Billiard.
Fortschr. Phys. 35 (1987) 87 und CERN TH-4414
- Quantum Chaos and Geometry.
DESY 87-022
- Schrödinger's Discovery of Coherent States.
DESY 87-142
- C. WETTERICH
Cosmologies with Variable Newton's Constant.
DESY 87-122 (1987), zur Veröffentlich. in Nucl. Phys. B
- Cosmologies and the Fate of Dilatation Symmetry.
DESY 87-123 (1987), zur Veröffentlich. in Nucl. Phys. B

U. WOLFF

Lattice Field Theory as a Percolation Process.
DESY 87-082

Generalized Bogoliubov Transformations in Lattice Gauge
Theory with Staggered Fermions.
DESY 87-091

Monte-Carlo Simulation of a Lattice Field Theory as
Correlated Percolation.
DESY 87-092

Veröffentlichte Vorträge

A. ALI

B^0 - \bar{B}^0 Mixings – A Reappraisal.
Proc. of the UCLA Workshop on BB Factory,
Los Angeles/USA (1987) and DESY 87-83

B^0 - \bar{B}^0 Mixings and CP Violation.
Proc. of the XVIIIth Int. Symp. on Multiparticle
Dynamics, Tashkent/USSR (1987)

Experimental and Theoretical Aspects of Flavour Mixings
in B Mesons.
Proc. of the Workshop on the Exp. Program at UNK,
Protvino/USSR (1987)

P.N. BURROWS, G. INGELMAN
Jet Characteristics at TeV Energies.
Proc. of the Workshop on Phys. at Future Accel.,
La Thuile/I und Genf/CH (1987)
CERN 87-07

F. CORNET, R. RÜCKL
Searches for a New Z' Boson in e p Collisions at LEP-LHC.
Proc. of the Workshop on Phys. at Future Accel.,
La Thuile/I und Genf/CH (1987)
CERN 87-07

Compositeness in e p Collisions at LEP-LHC.
Proc. of the Workshop on Phys. at Future Accel.,
La Thuile/I und Genf/CH (1987)
CERN 87-07

C.A. DOMINGUEZ
Gluonium Spectrum in QCD.
Proc. of the Int. Workshop on Quarks, Gluons and Ha-
dronic Matter, Cape Town/SAU (1987) und DESY 87-010

Determination of $\langle \alpha_s G^2 \rangle$ and the Four-Quark Conden-
sate from e^+e^- Data.
Proc. of the Int. Workshop on Quarks, Gluons and Ha-
dronic Matter, Cape Town/SAU (1987) und DESY 87-002

W. HOLLIK
Electroweak Radiative Corrections in $SU(2) \times U(1)$.
Proc. of the EPS Conf. on High Energy Phys.,
Uppsala/S (1987) und DESY 87-129

Radiative Corrections in High Energy Reactions and
Precision Test of the Electroweak Theory.
XIth Int. School on Theor. Phys., Szcyrk/PL (1987)
DESY 88-003

Introduction to Radiative Corrections at HERA.
Proc. of the DESY Workshop, Phys. at HERA,
Hamburg/D (1987)

G. INGELMAN
Deep Inelastic Physics at HERA.
Proc. of the XVth Int. Winter Meeting on Fundamental
Phys., Sevilla/E (1987) und DESY 87-144 Univ. Hanno-
ver/D (1987)

Jets — From GeV to TeV.
Proc. of the XVth Int. Winter Meeting on Fundamental
Phys., Sevilla/E (1987) und DESY 87-145

Soft Processes in Very High Energy Proton-Proton
Collisions.
Proc. of the INFN Eloisatron Project, IVth Workshop on
New Aspects of Very High Energy Proton Coll.,
Erice/I (1987)

Evidence for Prompt High- p_{\perp} η' Mesons.
Proc. of the EPS Conf. on High Energy Phys.,
Uppsala/S (1987)

Deep Inelastic Physics and Simulation.
Proc. of the DESY Workshop, Phys. at HERA,
Hamburg/D (1987)

QCD Effects in Hadronic Final States.
Proc. of the DESY Workshop, Phys. at HERA,
Hamburg/D (1987)

G. INGELMAN et al., Study Group on 'Jets and
Calorimeters'
Detection of Jets with Calorimeters at Future
Accelerators.
Proc. of the Workshop on Phys. at Future Accel.,
La Thuile/I und Genf/CH (1987)
CERN 87-07

G. INGELMAN et al., Study Group on 'Vertex and Track
Reconstruction'
Vertex Detection and Tracking at Future Accelerators.
Proc. of the Workshop on Phys. at Future Accel.,
La Thuile/I und Genf/CH (1987)
CERN 87-07

H. JOOS, M. MEHAMID
Strong Coupling Approximation of Geometric QCD and
the Semi-Relativistic Quark Model.
Proc. of the Int. Symposium on Field Theory on the
Lattice, Seillac/F (1987) und DESY 87-169

H. KOMATSU, R. RÜCKL
Supersymmetry in e p Collisions.
Proc. of the Workshop on Phys. at Future Accel.,

La Thuile/I und Genf/CH (1987)
CERN 87-07

A.S. KRONFELD
Topological Aspects of Lattice Gauge Theory.
Proc. of the Int. Symposium on Field Theory on the
Lattice, Seillac/F (1987) und DESY 87-152

P. LANGACKER
Standard Model of the Electroweak Interactions.
XIth Int. School of Theor. Phys., Szczyrk/PL (1987)
DESY 87-153

M. LÜSCHER
Solution of the Lattice ϕ^4 Theory in 4 Dimensions.
Lectures, Proc. of the NATO Advanced Study Inst.
on Non-Perturbative Quantum Field Theory,
Cargèse/F (1987) und DESY 87-159

G. MACK
Multigrid Methods in Quantum Field Theory.
Introduction to Conformal Invariant Quantum Field
Theory in Two and More Dimensions.
Proc. of the NATO Advanced Study Inst. on Non-Pertur-
bative Quantum Field Theory, Cargèse/F (1987)

I. MONTVAY
Non-Perturbative Study of Quantum Field Theories with
Scalar Fields.
Proc. of the EPS Conf. on High Energy Phys.,
Uppsala/S (1987) und DESY 87-077

Non-Perturbative Approach to Scalar-Fermion Theories.
Proc. of the Int. Symposium on Field Theory on the
Lattice, Seillac/F (1987) und DESY 87-147

G. MÜNSTER
On the Lattice Regularization of Strings.
Proc. of the Int. Symposium on the Theorie of Elementary
Part., Sellin/DDR (1987)

R.D. PECCEI
A New Particle Bestiary.
Proc. of the XXIIInd Rencontre de Moriond, Searches of
New and Exotic Phenomena, Les Arcs/F (1987) und
DESY 87-044

The Mass Problem and the Issue of Compositeness.
Proc. of the IIInd Lake Louise Winter Inst.,
Lake Louise/CAN (1987) und DESY 87-050

Majorons.
Proc. of the EPS Conf. on High Energy Phys.,
Uppsala/S (1987) und DESY 87-112

B Physics and CP Violation at UNK.
Proc. of the Workshop on the Exp. Program at UNK,
Protvino/USSR (1987) und DESY 87-134

Cosmons and Fifth Forces.
Proc. of the Encuentro Latinoamericano de Fisica,
Valparaiso/Chile (1987) und DESY 88-006

A. PORDT
Renormalization Theory for Use in Convergent Expansions
of Euclidean Quantum Field Theory.
Proc. of the NATO Advanced Study Inst. on Non-Pertur-
bative Quantum Field Theory, Cargèse/F (1987)

R. RÜCKL
Leptoquarks in e p Collisions at TeV Energies.
Proc. of the Workshop on Phys. at Future Accel.,
La Thuile/I und Genf/CH (1987)
CERN 87-07

Electroweak Physics at HERA.
Proc. of the XVth Int. Winter Meeting on Fundamental
Phys., Sevilla/E (1987)

Physics at HERA.
Proc. of the Workshop on the Exp. Program at UNK,
Protvino/USSR (1987)

Introduction to Electroweak Physics at HERA.
Proc. of the DESY Workshop, Phys. at HERA,
Hamburg/D (1987)

R. RÜCKL, P. ZERWAS
Virtual Leptoquark Effects on the Drell-Yan Process.
Proc. of the Workshop on Phys. at Future Accel.,
La Thuile/I und Genf/CH (1987)
CERN 87-07

G. SCHIERHOLZ
Glueball Masses in SU(3) Lattice Gauge Theory.
Proc. of the Int. Symposium on Field Theory on the
Lattice, Seillac/F (1987) und DESY 87-157 (1987)

G.A. SCHULER
Theoretical Aspects of Heavy Flavour Production at
HERA.
Proc. of the DESY Workshop, Phys. at HERA,
Hamburg/D (1987)

F. STEINER
Quantum Chaos and Geometry.
Proc. of the XXVIth Int. Univ. Wochen für Kernphys.,
Schladming/A (1987) und DESY 87-022

Schrödingers Discovery of Coherent States.
Proc. of the Int. Schrödinger Workshop on Matter Wave
Interferometry, Wien/A (1987) und DESY 87-142

C. WETTERICH
The Mass of the Higgs Particle.
Proc. of the Conf. on Search for Scalar Part.: Exp. and
Theor. Aspects, Trieste/I (1987) und DESY 87-154

U.J. WIESE
Confinement and the Dynamics of Magnetic Monopoles.
Proc. of the Int. Symposium on Field Theory on the
Lattice, Seillac/F (1987)

Vorträge

A. ALI

B^0 - \bar{B}^0 Mixings – A Window on the Fourth Family?

Int. Symp. on the Fourth Family of Quarks and Leptons,
Santa Monica/USA (1987)

Analysis of B - \bar{B} Mixing, Including the Recent
ARGUS Result.

UCLA, Los Angeles/USA (1987)

How Well Does QCD Agree with Experiment?

UCLA, Los Angeles/USA (1987)

An Update on B^0 - \bar{B}^0 mixing.

Caltech Pasadena/USA (1987)

Heavy Flavour Production in Hadronic Collisions.

Calif. Univ., Riverside/USA (1987)

Bottom Physics at LEP and SLC.

SLAC Stanford/USA (1987)

Heavy Flavour Physics in Proton-Antiproton Collisions.

NIKHEF Amsterdam/NL (1987)

B^0 - \bar{B}^0 Mixings.

Discussion Meeting on Phys. Possibilities of a High Lumi-
nosity e^+e^- Factory, Frascati/I (1987)

Status of B - \bar{B} Mixings.

Conf. on Indirect Evidence of New Energy Scales from
Low Energy Precision Experiments, ICTP Trieste/I (1987)

Present Perspectives in Particle Physics.

World Lab. Seminar, Islamabad/Pakistan (1987)

Introduction and Perspectives.

INFN Eloisatron Project, IVth Workshop on New Aspects
of Very High Energy Proton Coll., Erice/I (1987)

Implications of the Recent Measurements of B - \bar{B} Mixings.

Conf. on Recent Developments in the Phenomenology of
High Energy Part. Phys., ICTP Trieste/I (1987)

Theory and Phenomenology of Flavour Mixing in Particle
Physics.

IInd Regional Meeting on Math. Phys.,
Adana/Türkei (1987)

Physics at HERA.

Int. School of Elementary Part. Phys., Split/YU (1987)

Physics at LEP and SLC.

Int. School of Elementary Part. Phys., Split/YU (1987)

Flavour Mixings and CP Violations.

Int. School of Elementary Part. Phys., Split/YU (1987)

Sonnenneutrinos und Neutrinosignale der Supernova
1987a.

Univ. Hamburg/D (1987) *

High Energy Hadronic Collisions.

Graduate Course, UCLA, Los Angeles/USA (1987)

D. BUCHHOLZ

On the Existence of KMS-States in Quantum Field
Theory.

Univ. Rom/I (1987)

On Quantum Fields which Generate Local Algebras.

Univ. Rom/I (1987)

Particles, Infraparticles and the Problem of Asymptotic
Completeness.

AdW Berlin/DDR (1987)

Univ. of California, Berkeley/USA (1987)

Univ. of California, Irvine/USA (1987)

Nuclearity and the Split Property in Quantum Field
Theory.

AdW Berlin/DDR (1987)

Univ. of California, Berkeley/USA (1987)

Univ. of California, Irvine/USA (1987)

CALTECH Pasadena/USA (1987)

C.A. DOMINGUEZ

QCD at Low Energy: The Sum Rule Approach.

Univ. of Capetown/SAU (1987)

N.K. FALCK

Gauge Invariance, Anomalies and the Chiral Schwinger
Model.

EPS-/DPG-Tagung, Zürich/CH (1987)

Quantization of Anomalous Gauge Theories.

Univ. Zürich/CH (1987)

CERN Genf/CH (1987)

W. HOLLIK

Radiative Corrections in the Standard Model.

Univ. Dortmund/D (1987)

Standard and Non-Standard Higgs Bosons in

$SU(2) \times U(1)$ Radiative Corrections.

Univ. Leiden/NL (1987)

Radiative Corrections to Electroweak Processes.

Workshop on Topical Problems of Testing the

Standard Model in High Energy Reactions,

Budapest/HUN (1987)

Yennie-Frautschi-Suura Multi-Photon Emission in Bhabha
Scattering.

SLAC Stanford/USA (1987)

Precision Experiments at LEP/SLC and New Physics
Effects.

Workshop on Polarization at LEP, CERN Genf/CH (1987)

G. INGELMAN

QCD Effects at HERA.

NIKHEF Amsterdam/NL (1987)

Deep Inelastic Physics at HERA.

Univ. Hannover/D (1987)

First Evidences for Prompt Meson Production -
Higher Twist in Action.
Rutherford Appleton Lab., Chilton/GB (1987)

Physics Input/Output of the Lund Monte Carlos.
Inst. Hochenergiephys. der AdW,
Berlin-Zeuthen/DDR (1987)

Lepton Scattering and Proton Structure.
Univ. Lund/S (1987)

G. KRAMER
Quantization of Anomalous Gauge Theories.
Univ. München (1987)

Gauge Invariance, Anomalies and the Chiral Schwinger
Model.

Ohio State Univ., Columbus/USA (1987)
Univ. of Kansas, Lawrence/USA (1987)

Jet Cross Sections in e^+e^- Annihilation.
Workshop on Topical Problems of Testing the
Standard Model in High Energy Reactions,
Budapest/HUN (1987)
Univ. of Cambridge/GB (1987)

Recombination Dependence of the $O(\alpha_s^2)$ Three-Jet Cross
Section in e^+e^- Annihilation.
Workshop on Topical Problems of Testing the
Standard Model in High Energy Reactions,
Budapest/HUN (1987)

Das Standardmodell der Teilchentheorie.
Univ. Hamburg (1987)

A.S. KRONFELD
Topology and Dynamics of the Confinement Mechanism.
Univ. Boston/USA (1987)

M. LÜSCHER
How Trivial is the Lattice ϕ^4 Theory?
Triangle Meeting Paris-Rome-Utrecht, Utrecht/NL (1987)

G. MACK
Renormierungsgruppe und Multigitter.
Braunschweig/D (1987)

Multigrid Methods.
Leningrader Tage, Hamburg/D (1987)

I. MONTVAY
Großrechnereinsatz in der Theoretischen
Hochenergiephysik.
KFA Jülich/D (1987)

Non-Perturbative Approach to Scalar-Fermion Theories.
CERN Genf/CH (1987)

G. MÜNSTER
String-Theorie.
Univ. Bayreuth/D (1987)

Einführung in die String-Theorie.
Univ. Kiel/D (1987)

Fermionische Strings.
DPG-Frühjahrsschule: Fundamentale Wechselwirkung,
Bad Honnef/D (1987)

BRS-Quantisierung und Feldtheorie für Strings.
Univ. Kaiserslautern/D (1987)
Univ. Dortmund/D (1987)

Introduction to String Theory.
Heterotic Strings and Kac-Moody Algebras.
String Theory and Riemannian Surfaces.
Univ. Berlin/D (1987)

R.D. PECCEI
Issues in the Standard Model.
IVth Brazilian Summer School, Sao Paulo (1987)

The Physics of LEP.
NORDITA Copenhagen/DK (1987)

Cosmons.
UCLA Los Angeles/USA (1987)
SLAC Stanford/USA (1987)
MIT Cambridge/USA (1987)
ITEP Moscow/USSR (1987)
Niels Bohr Inst. Copenhagen/DK (1987)
Democritos Athen/G (1987)
Univ. of Crete, Heraklion/G (1987)
Univ. Thessaloniki/G (1987)

Extra Symmetries.
Summer School on New Phys. at New Accel.,
Falsterbo/S (1987)

A New Phase of QED?
Encuentro Latinoamericano de Fisica,
Valparaiso/Chile (1987)

K. PINN
Monte Carlo Investigation of Effective Hamiltonians.
Univ. Wuppertal/D (1987)
SCRI Tallahassee/USA (1987)
Inst. for Advanced Stud. Princeton/USA (1987)
Calif. Univ. Santa Barbara/USA (1987)
Univ. Kaiserslautern/D (1987)
Univ. Heidelberg/D (1987)

R. RÜCKL
Physik bei HERA.
Univ. Heidelberg/D (1987)
Univ. Siegen/D (1987)
Univ. München/D (1987)

Physik bei HERA: Standard-Theorie und mögliche neue
Phänomene.
Tech. Univ. München/D (1987)

Physics at HERA.

ITEP Moscow/USSR (1987)

Leningrad Nucl. Phys. Inst., Gatchina/USSR (1987)

CEN Saclay/F (1987)

Tests des Standard-Modells bei HERA.

Univ. München/D (1987)

G.A. SCHULER

QCD Jets in $e p$ Collisions.

Rutherford Appleton Lab., Chilton/GB (1987)

Theoretical Aspects of Heavy Flavour Production at HERA.

Univ. Autonoma de Barcelona/E (1987)

Characteristics of Heavy Flavour Production in $e p$ Collisions.

Univ. Heidelberg/D (1987)

Univ. Aachen/D (1987)

F. STEINER

The Relation between Classical and Quantum Mechanics in a Simple Chaotic System.

Univ. Bielefeld/D (1987)

Quantum Chaos.

Dynamics Days, Düsseldorf/D (1987)

Schrödinger's Factorization Method and SUSY Quantum Mechanics.

Schrödinger Symp., Univ. Wien/A (1987)

Chaos on the Pseudosphere.

Univ. Freiburg/D (1987)

Die Selbergsche Spurformel und ihre Anwendung in der Physik

Math. Ges., Hamburg/D (1987)

R.D. TSCHEUSCHNER

Topologische Quantenzahlen und Statistik in Quantenmechanik und Quantenfeldtheorie

Univ. Göttingen/D (1987)

Dissertationen

U. BANNIER

Allgemein kovariante algebraische Quantenfeldtheorie und Rekonstruktion von Raum-Zeit.

Univ. Hamburg/D (1987)

B. BAUMANN

On the Statistical Mechanics of a Lattice Random Surface Model.

Univ. Hamburg/D (1987)

C. JAYEWARDENA

Solution of the Schwinger Model on S^2 .

Univ. Bern/CH (1987)

P. JUNGLAS

Thermodynamisches Gleichgewicht und Energiespektrum in der Quantenfeldtheorie.

Univ. Hamburg/D (1987)

T. REISZ

Renormierung von Feynmanintegralen auf dem Gitter.

Univ. Hamburg/D (1987)

C. WIECZERKOWSKI

Symmetrie-verbesserte Wirkungen vom Standpunkt der Wilson'schen Renormierungsgruppe.

Univ. Hamburg/D (1987)

R. WOHLERT

Improved Continuum Limit Action for Quarks.

Univ. Hamburg/D (1987)

Diplomarbeiten

R. AURICH

Die Anwendung der Selberg-Spurformel auf ein chaotisches Quantenbillard: Die Bewegung auf kompakten Riemannschen Flächen mit konstanter negativer Krümmung.

Univ. Hamburg/D (1987)

T. BERGER

Unterschiede zwischen konsistenter und kovarianter Anomalie und der Zerfall $\tau^+ \rightarrow \bar{\nu}\pi^+\pi^+\pi^-$.

Univ. Hamburg/D (1987)

J. FEIKES

Anomalien in dimensionaler Regularisierung.

Univ. Hamburg/D (1987)

DESY T-87-01

A. FENSKE

Effekte der Masse des Charm-Quarks in tief-unelastischer Streuung.

Univ. Hamburg/D (1987)

K. FÖRGER

Effektive Hamiltonfunktionen für das klassische Heisenberg-Modell auf dem zweidimensionalen Gitter in mittlerer Feldapproximation bei tiefen Temperaturen.

Univ. Hamburg/D (1987)

C. GÜNTHER

Mehrgitterverfahren in der $SU(2)$ -Gittereichtheorie.

Univ. Hamburg/D (1987)

C. HOFFMANN

3-Jet Wirkungsquerschnitte für Elektron-Protonstreuung.

Univ. Hamburg/D (1987)

W. NEUDENBERGER

Über den Zusammenhang der Symmetrien von Dirac-Kähler Fermionen im Kontinuum und auf dem Gitter.

Univ. Hamburg/D (1987)

M. NIESSEN

Blockspintransformationen bezüglich der Euklidischen Zeit für ein Quantenstatistisches System.
Univ. Hamburg/D (1987)

K. OTTENBERG

Aspekte farbgeladener Oktett-Leptonen in Präon-Modellen.
Univ. Hamburg/D (1987)

A. PITTELKOW

Das Sphaleron: Lösungen der Bewegungsgleichungen.
Univ. Hamburg/D (1987)

V. RAHAL

Die Wellengleichung im Gravitationsfeld eines kollabierenden Sterns.
Univ. Hamburg/D (1987)

H. SALEHI

Zustandsentwicklung eines Quantenfeldes beim kugelsymmetrischen Gravitationskollaps.
Univ. Hamburg/D (1987)

E. TEPPERIES

Untersuchung des Feldes eines statischen Quark-Antiquarkpaares mit grossem Abstand der Ladungen in einem klassischen Confinement-Modell.
Univ. Hamburg/D (1987)

R. WANZENBERG

Energie und Präparierbarkeit von Zuständen in der lokalen Quantenfeldtheorie.
Univ. Hamburg/D (1987)

Technische Entwicklungen und Dienste

Vortrag

H. STUCKENBERG

Digital Signal Processors and its Application in the Control of Accelerators.
ESONE Annual General Assembly, Saclay/F (1987)

Interner Bericht

G. HOCHWELLER

PADAC — The EXPU2 Interface Module.
(Laufend aktualisierte Benutzeranweisung.)
DESY-F58

Bibliothek und Dokumentation

Veröffentlichung

Rechnergestützte Katalogisierung in der Bibliothek des Deutschen Elektronen-Synchrotrons DESY:
Der KWIC-Titel/Stichwort-Katalog.
ABI-Technik 7 (1987) 17

Interne Berichte

The High Energy Physics Index: Keywords 1987.
DESY L-87-01

D. SCHMIDT, A. GRAF, U. KAMINSKY
Brauchen wir den Informationsbroker? (Interview).
DESY L-87-02

Diplomarbeit

A. G. MANKOWSKI

Einsatz der elektronischen Datenverarbeitung in Bibliothek und Dokumentation des Deutschen Elektronen-Synchrotrons DESY in Hamburg.
Fachhochsch. Hamburg/D (1987)

M-Bereich

Veröffentlichungen

D.P. BARBER, S.R. MANE

On Bell and Leinaas' and Derbenev and Kondratenko's Calculations of Radiative Electron Polarization.
DESY 87-049

D.P. BARBER, G. RIPKEN, F. SCHMIDT

A Non-Linear Canonical Formalism for the Coupled Synchro-Betatron Motion of Protons with Arbitrary Energy.
DESY 87-036

I. BORCHARDT, E. KARANTZOULIS, H. MAIS, G. RIPKEN

Calculation of Beam Envelopes in Storage Rings and Transport Systems in the Presence of Transverse Space

Charge Effects and Coupling.

DESY 87-162

R. BRINKMANN, F. WILLEKE

Chromatic Corrections and Dynamic Aperture in the HERA Electron Ring II.

DESY 87-037

Y.H. CHIN

Stability of a Colliding Beam in a Linear Collider.

DESY 87-011

Quantum Lifetime.

DESY 87-062

F. EBELING, R. FOHRMANN, U. OTTERPOHL,
H.-J. MÖHRING

Simulation of Hadronic Showers with Monte Carlo Codes: Comparison with Data and First Application to the Design of the HERA Beam Dump.

DESY 87-057, zur Veröffentlich. in Part. Accel.

J. FORRER, S. PFENNINGER, A. SCHWEIGER,
T. WEILAND

The Bridged Loop-Gap Resonator - A Novel Resonant Structure for Pulsed ESR Transparent to High Frequency Radiation.

Zur Veröffentlich. in Rev. Sci. Instr.

L.N. HAND, S. SKUJA

Macroscopic Quantum Mechanical Contributions to Radiative Polarization in Electron Storage Rings.

DESY 87-126

W.-R. NOVENDER

Computer Aided Two/Three Dimensional Magnet Design by Means of PROF1.

DESY 87-118

U. van RIENEN, T. WEILAND

Triangular Discretization Method for the Evaluation of RF-Fields in Waveguides and Cylindrically Symmetric Cavities.

Part. Accel. 20 (1987) 239

K. WITTENBURG

Radiation Damage in PIN-Photodiodes.

DESY 87-070, zur Veröffentlich. in Nucl. Instr. and Meth.

Veröffentlichte Vorträge

D.P. BARBER

Radiative Electron Polarisation.

Proc. of the DESY Workshop, Phys. at HERA, Hamburg/D (1987)

U. BERGHAUS, W.-R. NOVENDER, G. WOEBKE,
H. WÜMPELMANN

Design and Three Dimensional Magnet Mapping and Cal-

ulation for the HERA Correction Dipoles.

Proc. of the Xth Int. Conf. on Magnet Techn., Boston/USA (1987) und DESY M-87-18

W. BIALOWONS, H.D. BREMER, F.J. DECKER,
H.C. LEWIN, G.-A. VOSS, T. WEILAND, P. WILHELM

Wake Field Transformer Theory and Experiment.

ECFA Conf. on Future Techn., Orsay/F (1987)

ECFA 87/110

The Wake Field Transformer Experiment at DESY.

Proc. of the EPS Conf. on High Energy Phys., Uppsala/S (1987)

Hollow Beam Gun.

ECFA Conf. on Future Techn., Orsay/F (1987)

ECFA 87/110

Computer Simulations for the DESY Wake Field Transformer Experiment.

ECFA Conf. on Future Techn., Orsay/F (1987)

ECFA 87/110

Hollow Beam Measurements.

ECFA Conf. on Future Techn., Orsay/F (1987)

ECFA 87/110

W. BIALOWONS, H.D. BREMER, F.J. DECKER,
H.C. LEWIN, G.-A. VOSS, T. WEILAND, P. WILHELM,
K. YOKOYA

Wake Field Acceleration:

Novosibirsk Publishing House NAUKA,

Novosibirsk/USSR (1987) 124

M. BIELER, R. FOHRMANN, Z. MAZUR, G. SANDELS,
W. WASOWICZ, L.R. XIAO

Laser Triggered HV-Switch with Wide Voltage Range.

Proc. of the XIIth Biennial Part. Accel. Conf., Washington/USA (1987)

D. BONMANN, K.-H. MESS, U. OTTERPOHL,
P. SCHMÜSER, M. SCHWEIGER

Heater-Induced Quenches in a Superconducting HERA Test Dipole.

Proc. of the Xth Int. Conf. on Magnet Techn., Boston/USA (1987)

W. BREFELD, R. BRINKMANN, J. ROSSBACH

Low Emittance Optics for PETRA II.

Proc. of the XIIth Biennial Part. Accel. Conf.,

Washington/USA (1987) und DESY M-87-08

H. BRÜCK

Magnetic Field Measurements of HERA Proton Magnets.

Proc. of the Xth Int. Conf. on Magnet Techn., Boston/USA (1987)

H. BURMEISTER, W. ESCHRICHT, G. HORLITZ,
D. SELLMANN, JE JIA DING

Test of Multilayer Insulations for the Use in the Superconducting Proton-Ring of HERA.

- Proc. of the Cryogenic Eng. Conf.,
St. Charles/USA (1987) und DESY HERA 87-24
- Y.H. CHIN
Landau Damping of a Multi-Bunch Instability due to
Bunch-to-Bunch Tune Spread.
Proc. of the XIIth Biennial Part. Accel. Conf.,
Washington/USA (1987) und DESY M-87-08
- M. CLAUSEN, K.-H. MESS, C. GERKE, S. RETTIG
Experience with a Process Control System for Large Scale
Cryogenic Systems.
Proc. of the Cryogenic Eng. Conf.,
St. Charles/USA (1987) und DESY HERA 87-16
- M. CLAUSEN, C. GERKE, G. HORLITZ, H. LIERL,
K.-D. NOWAKOWSKI, S. RETTIG, W. STAHL-
SCHMIDT, P. BEURER, H. EGOLF, H. HERZOG,
F. LANGENECKER, B. ZIEGLER
Performance Test of the HERA 3 × 6500 W Helium Refri-
geration Plant.
Proc. of the Cryogenic Eng. Conf.,
St. Charles/USA (1987) und DESY HERA 87-18
- C. DAUM, J. GEERINCK, R. HELLER, P. SCHMÜSER,
P.A.M. BRACKE
Superconducting Correction Magnets for the HERA Pro-
ton Storage Ring.
Proc. of the Xth Int. Conf. on Magnet Techn.,
Boston/USA (1987)
- B. DWERSTEG, W. EBELING, D. JORDAN,
W.-D. MÖLLER, D. RENKEN, D. PROCH,
J. SEKUTOWICZ, J. SUSTA, D. TONG, H.P. VOGEL
Superconducting Cavities for HERA.
Proc. of the XIIth Biennial Part. Accel. Conf.,
Washington/USA (1987) und DESY M-87-08
- R.R. ERNST, J. FORRER, S. PFENNINGER,
A. SCHWEIGER, T. WEILAND
Investigations and Applications of a Bridged-Loop-Gap
Resonator, Transparent to High Frequency Radiation.
Proc. of the IXth Int. Conf. on Electron Spin Reso-
nance, Univ. of York (1987)
- G. HEMMIE (The DESY II Collaboration)
Status of the DESY II Project.
Proc. of the XIIth Biennial Part. Accel. Conf.,
Washington/USA (1987) und DESY M-87-08
- G. HEMMIE, J. MAIDMENT
DESY III, The New Proton Injector for HERA.
Proc. of the XIIth Biennial Part. Accel. Conf.,
Washington/USA (1987) und DESY M-87-08
- O. KAUL, Y. HOLLER, K. SINRAM, U. BERGHAUS
Field Measurements on the HERA e-Ring Magnets.
Proc. of the Xth Int. Conf. on Magnet Techn.,
Boston/USA (1987)
- R. KOSE
Status of the HERA-Project.
Proc. of the XIIth Biennial Part. Accel. Conf.,
Washington/USA (1987) und DESY M-87-08
- H. KUMPFERT
Laboratory Organization and New Project Management.
IInd Int. Workshop of Univ. Laboratory Management,
Fudan Univ., Shanghai/China (1987) und DESY M-87-02
- M. LEENEN
Electron Scattering on Free Nucleons.
Proc. of the Workshop on Intermediate Energy Physics,
Grenoble/F (1987)
- E. LOHRMANN
The HERA Machine - Status and Opportunities.
Proc. of the VIIIth Vanderbilt Int. High Energy Phys.
Conf., Nashville/USA (1987) und
DESY F35D-87-01
- K.-H. MESS
Quench Protection at HERA.
Proc. of the XIIth Biennial Part. Accel. Conf.,
Washington/USA (1987) und DESY HERA 87-10
- H. NESEMANN
Prospects for a New Circular Collider to Produce
B-Mesons.
Los Angeles/USA (1987), "Linear Coll. BB-Factory Con-
cept. Design", World Sc. Publ. Co. (1987)
- H. NESEMANN, K. WILLE
Concept for a Circular B-Meson Factory.
Proc. of the Seminar on Heavy Flavors,
San Miniato/I (1987)
- J.G.M. RÖMER, D. TRINES
NEG-Pumpen für HERA-p?
DPG-Tagung, Berlin/D (1987)
Verhandl. DPG(VI) 22 (1987) VA - 2.3
- J. ROSSBACH
PETRA II: Electron Optics, Proton Optics, and Tracking
Studies for the e/p Injector for HERA.
Proc. of the XIIth Biennial Part. Accel. Conf.,
Washington/USA (1987) und DESY M-87-08
- A. SCHEMPP, P. SCHASTOCK, H. KLEIN, K.H. PAPE,
S.H. WANG
The HERA RFQ.
Proc. of the XIIth Biennial Part. Accel. Conf.,
Washington/USA (1987)
- A. SCHÜTTE, T. WEILAND, W. WENDT
Calculation and Measurement of Beam Position Monitors.
Proc. of the XIIth Biennial Part. Accel. Conf.,
Washington/USA (1987)
- W. SCHÜTTE, H. WENDT, K.-H. MESS
The New Directional Coupler Pick-up for the HERA

Proton Beam Position Monitoring System.
Proc. of the XIIth Biennial Part. Accel. Conf.,
Washington/USA (1987) und DESY HERA 87-08

K. SINRAM, A. GRAFEN, W. JANZON, K. WERBER
The Influence of Fine Blanking on the Magnetic Properties
of Soft Magnetic Steel.
Proc. of the Xth Int. Conf. on Magnet Techn.,
Boston/USA (1987)

G.-A. VOSS
Status of the HERA-Project.
Proc. of the 1987 Int. Symp. on Lepton and Photon Int.,
Hamburg/D (1987)

T. WEILAND
Review of Novel Techniques.
Proc. of the EPS Conf. on High Energy Phys.,
Uppsala/S (1987)

New Ideas on Particle Acceleration.
Proc. of the EPS Conf. on High Energy Phys.,
Uppsala/S (1987) und DESY 87-146

Report on Transformer Mechanisms.
ECFA Conf. on Future Techn., Orsay/F (1987)
ECFA 87/110

M. WENDT, W. SCHÜTTE, T. WEILAND
Estimation of the Mode Losses in Complex RF Vacuum
Devices.
Proc. of the XIIth Biennial Part. Accel. Conf.,
Washington/USA (1987) und DESY HERA 87-09

B.-H. WIJK
HERA: The Accelerator and the Physics.
Proc. of the Seminar on Heavy Flavors,
San Miniato/I (1987)

S. WOLFF
Superconducting HERA Magnets.
Proc. of the Xth Int. Conf. on Magnet Techn.,
Boston/USA (1987) und DESY 87-116

Vorträge

D.P. BARBER
Spin Matching and Polarisation Calculations for HERA.
LEP Theory Group, CERN Genf/CH (1987)

Radiative Electron Polarisation.
ETH Zürich/CH (1987)

HERA and Polarisation at HERA.
Radiative Electron Polarisation.
Workshop on Polarization at PEP,
SLAC Stanford/USA (1987)

Polarisation Studies at DESY.
Inst. for Nuclear Phys., Novosibirsk/USSR (1987)

HERA and Polarisation at HERA.
Polarisation at PETRA.
Workshop on Polarisation at LEP, CERN Genf/CH (1987)

M. BIELER
Eine Laser-getriggerte Funkenstrecke zur Aussteuerung
von Kickermagneten.
EPS-/DPG-Tagung, Zürich/CH (1987)

D. BONMANN, K.-H. MESS, U. OTTERPOHL,
P. SCHMÜSER, M. SCHWEIGER
Messungen zur Quenchausbreitung in einem supraleiten-
den Dipolmagneten.
EPS-/DPG-Tagung, Zürich/CH (1987)

R. BRINKMANN
Progress on HERA.
Kolloquiumsvortrag, Accelerator Technology,
Los Alamos/USA (1987)

Chromaticity Correction and Nonlinear Acceptance in
HERA.
Workshop on Hadron Facility Technology,
Santa Fe/USA (1987)

Chromatizitätskompensation und nichtlineare Dynamik in
Speicherringen.
BESSY, Berlin/D (1987)

HERA.
CERN Accel. School, Berlin/D (1987)

H. BRÜCK
On-line and Off-line Systems for HERA-p-Magnet
Measurements.
Magnet Measuring Workshop, BNL Upton/USA (1987)

C. FALLAND
Dichtheitsprüfung und Lecksuche sowie besondere Arbeits-
techniken bei DESY - Hamburg.
Fachhochschule Gießen/D (1987)

Prüftechnik und Helium-Lecksuchtechnik: Grundlagen,
Anwendungen und Ergebnisse an den Vakuumanlagen bei
DESY.
Sommerschule Wertheim/D (1987)

R. HELLER, P. SCHMÜSER, C. DAUM
Supraleitende Korrekturmagnete für den HERA-
Protonring.
EPS-/DPG-Tagung, Zürich/CH (1987)

S. KLEHN, W. SCHÜTTE, M. WENDT, I. PETRESCU
Positionsmonitore für den HERA-Protonenstrahl.
EPS-/DPG-Tagung, Zürich/CH (1987)

R.D. KOHAUPT
Damping of Coupled-Bunch Instabilities by a Narrow-
Band Feedback System.
CERN Genf/CH (1987)

- R. KOSE
Status of the HERA Project.
Experience with PETRA.
Kolloquiumsvorträge, KEK Ibaraki-ken/J (1987)
- F. KRAWCZYK
A New Static Solver in the MAFIA 3D-Maxwell-Codes.
Kolloquiumsvortrag, Accelerator Technology,
Los Alamos/USA (1987)
- F. LÖFFLER
Vermessungsarbeiten beim Bau des Tunnels für den
Großbeschleuniger HERA.
Kolloquiumsvortrag, Dt. Verein f. Vermessungswesen,
Hamburg/D (1987)
- Ingenieurvermessung hoher Genauigkeit bei DESY.
Vereinig. der Straßenbau- und Verkehrsing.,
Rendsburg/D (1987)
- Präzisionsvermessung beim Bau des Großbeschleunigers
HERA.
Kolloquiumsvortrag, Univ. Hannover/D (1987)
- H. MAIS
SOLITONEN in der Physik.
Univ. Bremen/D (1987)
- R. MEINKE
Testing Facility for HERA Proton Ring Magnets.
Magnet Measuring Workshop, BNL Upton/USA (1987)
- Supraleitende HERA Magnete: Aufbau und Vermessung.
SIN, Villigen/CH (1987)
- W.-D. MÖLLER
DESY Laboratory Report.
IIIrd Workshop on RF-Superconductivity,
ANL Argonne/USA (1987)
- H. NESEMANN
Concept for a B Meson Factory.
VIIIth Workshop on Particles and Nuclei,
Heidelberg/D (1987)
- W.-R. NOVENDER
Vorstellung des Netzwerk-Programms SCEPTRE.
BESSY, Berlin/D (1987)
- I. PETRESCU
Positionsmonitore für den HERA Protonenstrahl.
EPS-/DPG-Tagung, Zürich/CH (1987)
- A. PIWINSKI
Beam Dynamics Activities at DESY.
ICFA Panel on Beam Dynamics, Berkeley/USA (1987)
- D. PROCH
Review of Storage Ring Beam Tests.
IIIrd Workshop on RF-Superconductivity,
ANL Argonne/USA (1987)
- U. van RIENEN, T. WEILAND
RF Waveguide Design by Proven Electromagnetic CAD
Systems.
General Assembly of the URSI, Tel Aviv/Israel (1987)
- P. SCHMÜSER
The Superconducting HERA Correction Coils - Design and
Performance.
BNL Upton/USA (1987)
- W. SCHWARZ
Meßprinzip und Prüfung elektrooptischer Distanzmesser.
FH Bochum/D (1987)
- J. SEKUTOWICZ
Higher Order Mode Couplers at DESY.
IIIrd Workshop on RF-Superconductivity,
ANL Argonne/USA (1987)
- T. WEILAND
Moderne Verfahren der Elektrodynamik — Die Gitter-
feldtheorie.
Kolloquiumsvortrag, ETH Zürich und
IEEE Seminar, Zürich/CH (1987)
- Die Gitter-Maxwell-Gleichungen — Theorie und prakti-
sche Anwendung.
Kolloquiumsvortrag, TH Darmstadt/D (1987)
- Die Gitter-Maxwell-Gleichungen, Theorie und Anwendung
in der Elektrotechnik und Physik.
Kolloquiumsvortrag, Techn. Univ. Berlin/D (1987)
- B.-H. WIIK
Der Elektron-Proton-Speicherring HERA: Status und
Ziele.
EPS-/DPG-Tagung, Zürich/CH (1987)
- HERA - Status Report.
Virginia Meeting of APS, Crystal City/USA (1987)
- The HERA Perspectives.
INFN Symposium, Rom/I (1987)
- Der Elektron-Proton Speicherring HERA: Status und
Ziele.
Kolloquiumsvortrag, Univ. Mainz/D (1987)
- F. WILLEKE
Sextupole Corrections and Dynamic Aperture at HERA.
Fermilab Batavia/USA (1987)
- Progress on HERA.
ICFA Seminar on Future Perspectives in High Energy
Physics, BNL Upton/USA (1987)
- Kernfusion, eine Antwort auf unsere Energieversorgungs-
probleme.
Kath. Akad., Trier/D (1987)
- Methods of Beam Optics.
Lectures, US Particle Accel. School, Fermilab
Batavia/USA (1987)

Dissertationen

W. BIALOWONS

Hohlstrahlkanone für das Wake Field Transformator-
experiment bei DESY.

Univ. Hamburg/D (1987)

DESY M-87-10

F.J. DECKER

Zur experimentellen Bestimmung der Dichteverteilung von
Elektronenringen am Wake Field Transformator Experiment
bei DESY.

Univ. Hamburg/D (1987)

DESY M-87-11

F. SCHMIDT

Untersuchungen zur dynamischen Akzeptanz von Protonen-
beschleunigern und ihre Begrenzung durch chaotische
Bewegung.

Univ. Hamburg/D (1987)

Diplomarbeiten

M. BIELER

Untersuchungen an Laser-getriggerten Funkenstrecken für
gepulste Magnete.

Univ. Hamburg/D (1987)

F. EBELING

Untersuchungen zum Strahlabsorber des HERA-
Protonenringes mit Hadronschauer-Simulationen.

Univ. Hamburg/D (1987)

R. KRESSE

Entwicklung und Test eines Gerätes zur Messung der
magnetischen Feldrichtung von HERA-Dipol-Magneten.

Univ. Hamburg/D (1987)

M. SCHWEIGER

Quenchuntersuchungen an supraleitenden Magneten.

Univ. Hamburg/D (1987)

H. WÖRMCKE

Vakuumentchnische Untersuchungen an einem Testaufbau
von supraleitenden Magneten für die Speicherringanlage
HERA.

Fachhochschule Wedel/D (1987)

HERA-Berichte

D.P. BARBER, G. RIPKEN

A Modified Harmonic Closed Orbit Adjustment Formalism
for the Optimization of Polarization in Electron Storage
Rings.

DESY HERA 87-15

H.R. BARTON Jr., M. CLAUSEN, G. KESSLER,
S. RETTIG

Cryogenic Experience at the HERA Magnet Measure-
ment Facility.

DESY HERA 87-14

D. BONMANN, K.-H. MESS, U. OTTERPOHL,
P. SCHMÜSER, M. SCHWEIGER

Investigations on Heater Induced Quenches in a Super-
conducting Test Dipole Coil for the HERA Proton
Accelerator.

DESY HERA 87-13

R. BRINKMANN

Insertions.

DESY HERA 87-01

Simulation of Background from Proton Losses in the
HERA Straight Sections.

DESY HERA 87-19

R. FOHRMANN, J. GYURCSAK

Layout of the HERA Beam Dump.

DESY HERA 87-22

F. HORNSTRA

Residual Gas Ionization Profile Monitors for the HERA
Proton Machine.

DESY HERA 87-25

E. KARANTZOULIS, J.R. MAIDMENT

Magnet Shuffling in DESY III.

DESY HERA 87-20

E. LOHRMANN, P. HAHNE

Collimators for the HERA Proton Ring.

DESY HERA 87-26

R. MEINKE, G. HASE

A V/f Based Waveform Recording System for Magnetic
Measurements.

DESY HERA 87-23

R. ROSSBACH

PETRA II: Electron-Proton Optics Injection/Ejection
Schemes and Tracking Studies.

DESY HERA 87-06

P. SCHMÜSER

Basic Course on Accelerator Optic.

DESY HERA 87-02

M. SCHÜTTE, M. WENDT

Estimation of the Output Signal Strength of the PETRA Beam Position Pick-up for Proton Bunches.

DESY HERA 87-05

K. STEFFEN

A Simple Scheme for Polarized Proton Acceleration and Terrain Following in the SSC.

DESY HERA 87-07

Design of an Orthogonal Snake Pair for Proton Rings in the Few-GeV Energy Range.

DESY HERA 87-11

Aufbau der Vakuumkammer im Rotatorbereich.

DESY HERA 87-21

R. WAGNER

Bau und Test einer H^- -Ionenquelle für HERA.

DESY HERA 87-03

F. WILLEKE

A Magnet Ordering Procedure for the HERA Electron-Proton Collider.

DESY HERA 87-12

G.G. WINTER et al.

First Results from the LEBT with H^- -Source.

DESY HERA 87-04

Interne Berichte

U. BERGHAUS, P.A.N BRACKE, C.DAUN,
J. GEERINCK, R. HELLER, Y. HOLLER, O. KAUL,
W.-R. NOVENDER, P. SCHMÜSER, K. SINRAM,
G. WOEBKE, H. WÜMPELMANN

Reports at the Xth Int. Conf. on Magnet Techn.

Boston/USA (1987)

DESY M-87-18

W. BIALOWONS, H.-D. BREMER, F.-J. DECKER,
H.-C. LEWIN, P. SCHÜTT, G.-A. VOSS, T. WEILAND,
XIAO CHENGDE

ECFA Workshop in Part. Accel. Techn., Orsay/F (1987)

DESY M-87-12

W. BREFELD, R. BRINKMANN, Y.H. CHIN,
B. DWERSTEG, W. EBELING, G. HEMMIE,
K. JORDAN, R. KOSE, J.R. MAIDMENT, W.-D.
MÖLLER, D. PROCH, D. RENKEN, J. ROSSBACH, J.
SEKUTOWICZ, J. SUSTA, D. TONG, H.P. VOGEL

Reports at the XIIth Biennial Part. Accel. Conf.,

Washington/USA (1987)

DESY M-87-08

B. DWERSTEG

The Main Coupler for HERA 500 MHz Superconducting

Cavities.

DESY M-87-15

W. EBELING

Energy-Increase on the HERA Electron Ring Using Superconducting Cavities.

DESY M-87-13

G.E. FISCHER

Some Comments on the Roll of Magnets in the HERA E-Ring.

DESY M-87-16

Some Thoughts on the Concept "Quality" as it Applies to the Building of High Energy Particle Accelerators.

DESY M-87-17

G.E. FISCHER, G. NEUBAUER

On the Roll of Magnets in the HERA E-Ring (continued).

DESY M-87-19

K. JORDAN

A Quench Detector System for Superconducting Cavities.

DESY M-87-07

E. KEIL, A. PIWINSKI

Beam Dynamics Newsletter.

DESY M-87-01

F. KRAWCZYK, T. WEILAND

A New Static Field Solver with Open Boundary Conditions in the 3D-CAD-System MAFIA.

DESY M-87-14, zur Veröffentlich. in IEEE

U. LAUSTROER, U. VAN RIENEN, T. WEILAND

URMEL and URMEL-T User Guide (Modal Analysis of Cylindrically Symmetric Cavities; Evaluation of RF-Fields in Waveguides).

DESY M-87-03

J. ROSSBACH

Closed Orbit Distortions of Periodic FODO Lattices due to Plane Ground Waves.

DESY M-87-09, zur Veröffentlich. in Part. Accel.

D. TONG

Higher Order Mode Measurements on the HERA Superconducting Cavity Module.

DESY M-87-05

A New Type of Perturbing Object for High Order Mode Measurements in Resonant Cavities.

DESY M-87-06

H.P. VOGEL

Berechnungen der Temperaturverteilung in supraleitenden Hochfrequenzresonatoren mit Rohrkühlung.

DESY M-87-04

Strahlenschutz

Veröffentlichung

K. TESCH
Attenuation of the Photon Dose in Labyrinths and Ducts
at Accelerators.
Rad. Protection Dosim. 19 (1987) 401

Interne Berichte

E. BRÄUER, K. TESCH
Data on Muon Dose behind Thick Shielding at Electron
Accelerators.
DESY D3-62 (1987)

H. DINTER, K. TESCH
Ergebnisse von Strahlenschutzmessungen am DESY im
Jahre 1987.
DESY D3-63 (1987)

Z-Bereich

Datenverarbeitung

Veröffentlichter Vortrag

E. BASSLER
Graphical Editor Programs: GEP
Int. Conf. on Computing in High Energy Phys.,
Asilomar/USA (1987)
Comput. Phys. Commun., Vol. 45 1-3 (1987) 201

Interne Berichte

P.-K. SCHILLING
How to Use \TeX at DESY.
(Laufend aktualisierte Benutzeranweisung.)
DESY-R02 (Letzte Version 14.9.1987)

Using \LaTeX at DESY.
(Laufend aktualisierte Benutzeranweisung.)
DESY-R02 (Letzte Version 8.9.1987)



Herausgeber:
Deutsches Elektronen-Synchrotron DESY
Notkestraße 85, D - 2000 Hamburg 52
Telefon (040) 8 99 80, Telex 2 15 14

Drucklegung:
Mai 1988

Herstellung und Gestaltung:
-PR-Öffentlichkeitsarbeit

Satz und Layout:
(NEWLIB/L^AT_EX)
-R02-Datenverarbeitung
-PR-Öffentlichkeitsarbeit

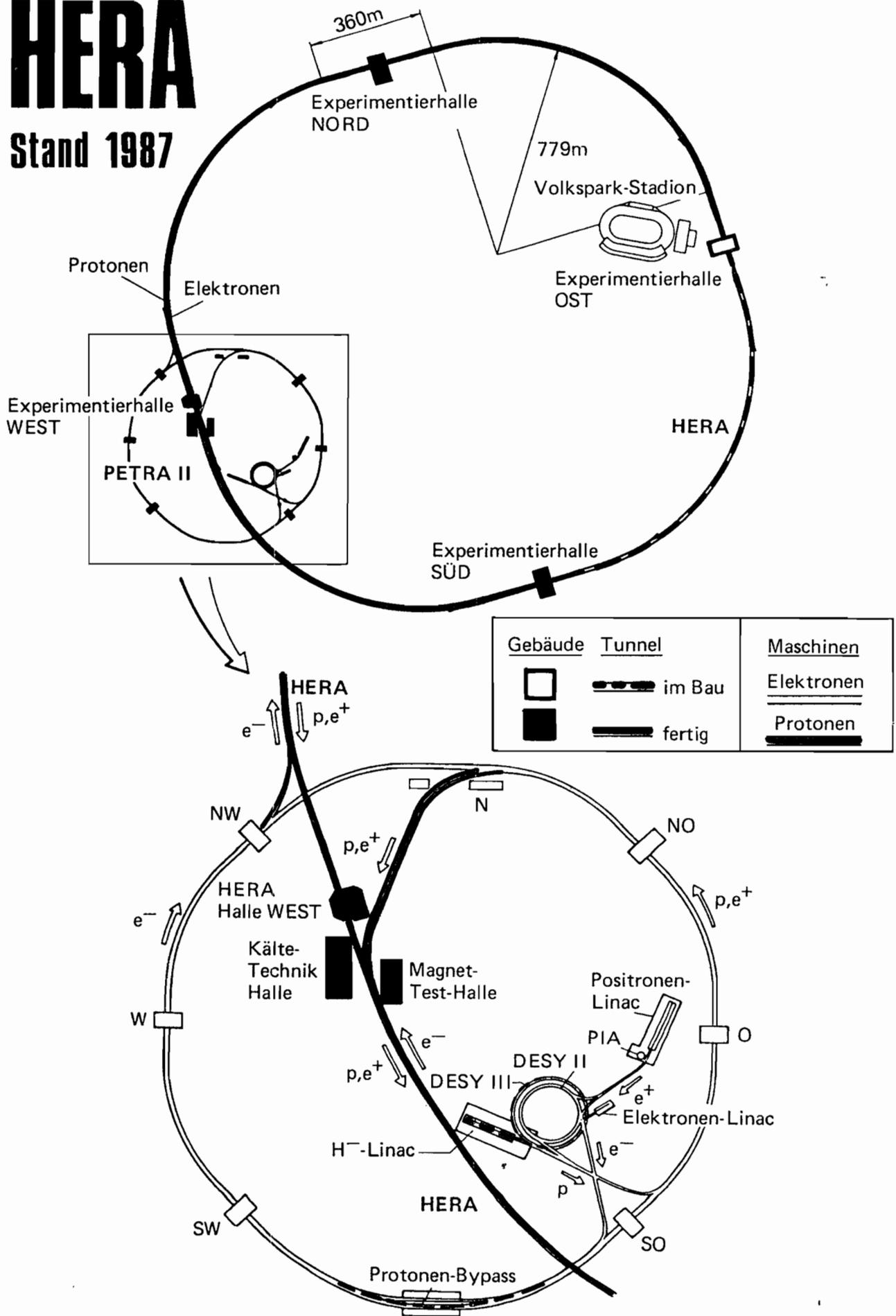
Druck und Verarbeitung:
PRESTO DRUCK, Hamburg

Titelbild:
Freigabe-Nr. 537/86 LA HH

I S S N 0179-9282

HERA

Stand 1987



HERA

Stand 1987

