



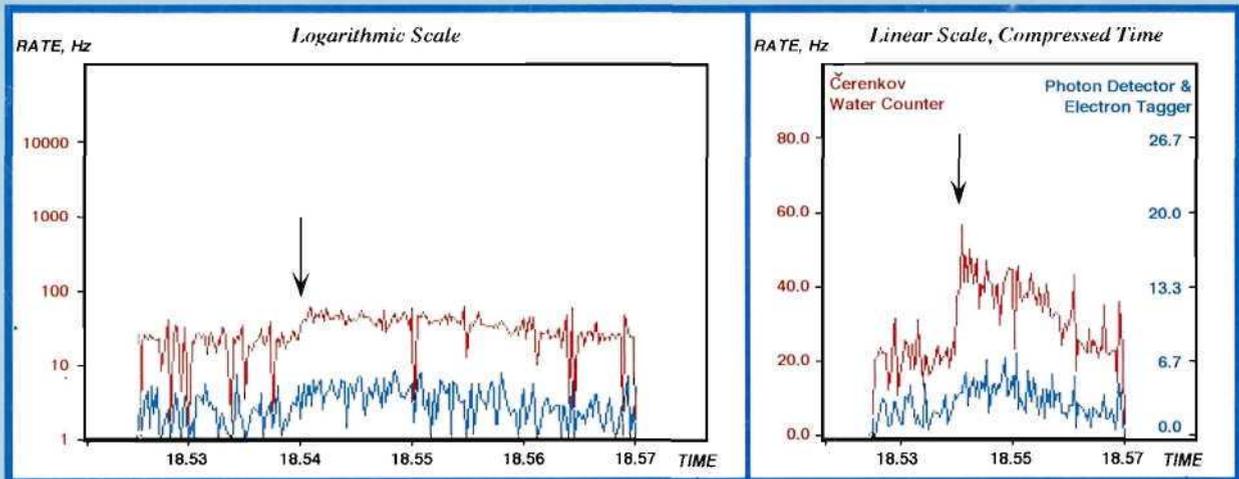
DESY
AN - V1 -

Fun Munkonj
m.d.B. i. K. 4/93
V12 4/93
Re. 22/12.92
JBD
300

V104-

ERSTE ELEKTRON-PROTON-KOLLISIONEN IN HERA

SAMSTAG, 19. OKTOBER 1991, 18.54 Uhr







Wissenschaftlicher Jahresbericht
1991
Deutsches Elektronen-Synchrotron
DESY

Inhalt

Vorspann	7
Bereich Forschung	27
Bereich Maschinen	135
Bereich Zentrale Datenverarbeitung, Entwicklung und Betrieb	207
Veröffentlichungen und Vorträge	247

Vorspann

Inhalt

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



Am 11. November 1991 wurde im Institut für Hochenergiephysik (IfH) Zeuthen bei Berlin der neue Staatsvertrag „DESY“ vom Bundesminister für Forschung und Technologie, Dr. H. Riesenhuber (Mitte), dem Minister für Wissenschaft, Forschung und Kultur des Landes Brandenburg, H. Enderlein (rechts), und vom Senator für Wissenschaft und Forschung der Freien und Hansestadt Hamburg, Prof. L. Hajen (links), unterzeichnet. Dieser neue Staatsvertrag ersetzt am 1. Januar 1992 den am 18. Dezember 1959 zwischen dem Bund und dem Land Hamburg geschlossenen Staatsvertrag. Das Land Brandenburg bringt ab 1992 das Institut für Hochenergiephysik als Teilinstitut „DESY IfH-Zeuthen“ in die Stiftung ein. (43313/5)

Vorwort

DESY legt hier für das Jahr 1991 wieder einen umfangreichen Jahresbericht vor. Er beschreibt noch weitgehend die Vorbereitung für das wissenschaftliche Programm mit Elektron-Proton-Kollisionen an HERA und mit dem umgebauten Elektron-Positron-Speicherring DORIS III. Zum Zeitpunkt der Drucklegung hat die Physik mit HERA schon begonnen, erste interessante wissenschaftliche Ergebnisse sind bereits publiziert, und auch an den neuen DORIS-Strahlführungen für Synchrotronstrahlung sind erste wissenschaftliche Erfolge schon erzielt worden.

Bei HERA stand das Jahr 1991 im Zeichen der Inbetriebnahme der gesamten Speicherring-Anlage. Im April wurden in dem supraleitenden Protonenring von HERA zum ersten Mal Protonen gespeichert, und schon am 19. Oktober konnten die ersten Elektron-Proton-Kollisionen beobachtet werden. HERA stand damit Ende 1991 praktisch für die Aufnahme des Experimentierbetriebs bereit. Besonders eindrucksvoll war die fast problemlose Inbetriebnahme des supraleitenden Magnetsystems einschließlich der kältetechnischen Installationen. Beim Elektronenring von HERA konnten erste Betriebserfahrungen mit den supraleitenden Beschleunigungs-Resonatoren gewonnen werden, und kurz vor Jahresende gelang die Beobachtung von transversaler Elektronen-Polarisation bei einer Strahlenergie von 26.7 GeV mit Hilfe eines in der HERA-Halle West installierten Compton-Polarimeters.

*HERA-
Beschleuniger*

Die beiden Detektoren H1 und ZEUS wurden im Laufe des Jahres 1991 im wesentlichen fertiggestellt und standen gegen Ende des Jahres zum Einfahren in die Wechselwirkungszonen bereit.

*HERA-
Experimente*

Der Umbau von DORIS mit der Installation von sieben geraden Stücken für die Aufnahme von Wiggler und Undulatoren im sogenannten „Bypass“ wurde im Frühsommer abgeschlossen, und seit Sommer 1991 ist der jetzt neue Speicherring DORIS III wieder in Betrieb. Die ersten Betriebserfahrungen sowohl für den Elektronen-Positronen-Hochenergiephysikbetrieb für ARGUS und für die Nutzung als Synchrotronstrahlungsquelle zeigen, daß es noch einiger Entwicklungsarbeit bedarf, um mit DORIS wieder ähnlich gute Betriebsbedingungen zu erreichen wie vor dem Umbau. ARGUS konnte in den ersten Betriebswochen mit DORIS III erfolgreich seine neuen Mikro-Vertexdetektoren erproben.

DORIS

Im Jahr 1991 erhielt DESY von seinen Zuwendungsgebern, der Bundesrepublik Deutschland und der Freien und Hansestadt Hamburg, Mittel in Höhe von 259 Mio DM für Investitionen und Betrieb, einschließlich 29 Mio DM für HERA.

Wirtschaftsplan

Nationale und internationale Zusammenarbeit

Das Forschungsprogramm bei DESY wurde wieder in Zusammenarbeit mit wissenschaftlichen Gästen aus dem In- und Ausland durchgeführt. An den Hochenergiephysik-Experimenten ARGUS, H1 und ZEUS waren etwa 100 wissenschaftliche Mitarbeiter von DESY (von etwa 1400 DESY-Mitarbeitern) und etwa 750 wissenschaftliche Gäste beteiligt, die aus 17 deutschen Universitäts- und Forschungsinstituten sowie von 63 ausländischen Instituten zu DESY kamen. (Die beteiligten Institute sind auf Seite 19 aufgeführt.) DESY hat sich besonders dafür eingesetzt, die Kooperation mit Wissenschaftlern aus der ehemaligen Sowjetunion, die schon seit vielen Jahren eng mit DESY zusammenarbeiten, auch unter den geänderten Bedingungen in ihrem Land aufrecht zu erhalten.

An den Experimenten mit der Synchrotronstrahlung im HASYLAB waren im Berichtsjahr 29 wissenschaftliche Mitarbeiter von DESY und etwa 600 Gäste von 134 Forschungsinstituten des In- und Auslandes beteiligt. Hier seien besonders erwähnt die Außenstelle des Europäischen Laboratoriums für Molekularbiologie (EMBL), über die zahlreiche ausländische Wissenschaftler an DORIS arbeiten, und die drei Arbeitsgruppen für strukturelle Molekularbiologie der Max-Planck-Gesellschaft.

Ausbildung

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 1991 haben wieder zahlreiche Doktoranden und Physikstudenten, überwiegend von der Universität Hamburg, ihre Arbeiten mit Forschungsergebnissen fertiggestellt, die an den DESY-Anlagen gewonnen wurden.

DESY bildet in zehn Lehrberufen jährlich etwa 20 Auszubildende aus. Im Rahmen eines Sonderprogramms hat DESY im Jahr 1991 zusätzlich zehn jungen Menschen aus Mecklenburg die Möglichkeit zu einer Ausbildung bei DESY gegeben.

Neuer Staatsvertrag „DESY“

Ein ganz besonderes Ereignis des Jahres 1991 war die Unterzeichnung des neuen Staatsvertrages „DESY“ am 8. November 1991 in Zeuthen durch den Bundesminister für Forschung und Technologie, Dr. H. Riesenhuber, den Senator für Wissenschaft und Forschung der Freien und Hansestadt Hamburg, Prof. L. Hajen, und den Minister für Wissenschaft, Forschung und Kultur des Landes Brandenburg, H. Enderlein. Mit der Unterzeichnung dieses Vertrages

wurde das Land Brandenburg einer der Stifter von DESY, und das Institut für Hochenergiephysik in Zeuthen wurde mit Wirkung vom 1. Januar 1992 ein Teil von DESY.

Das Jahr 1991 war für DESY ein Jahr, das vor allem der Vorbereitung des wissenschaftlichen Programms an HERA und am umgebauten Speicherring DORIS III gewidmet war. Das große wissenschaftliche Potential beider Anlagen verspricht DESY und den vielen Wissenschaftlern, die bei DESY arbeiten, eine reiche wissenschaftliche Ernte in den kommenden Jahren.

A handwritten signature in black ink, reading 'Volker Soergel'. The signature is fluid and cursive, with a large, sweeping initial 'V' and a long, horizontal tail.

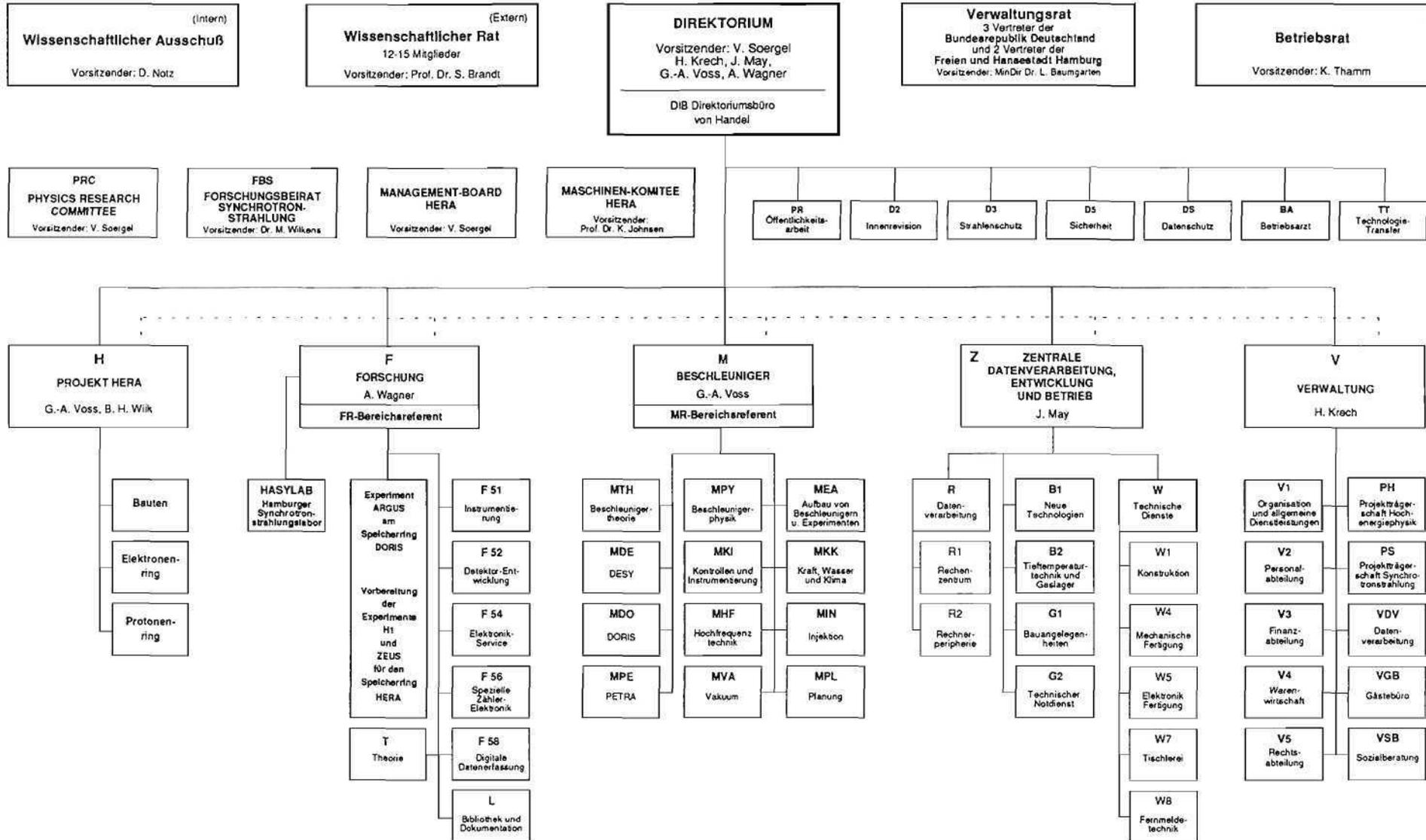
Volker Soergel
Vorsitzender des DESY-Direktoriums

DEUTSCHES ELEKTRONEN-SYNCHROTRON DESY

(Selbstständige rechtsfähige Stiftung bürgerlichen Rechts)

Organigramm für das Geschäftsjahr 1991
Stand: 15. August 1991

NOTKESTRASSE 85 - 2000 HAMBURG 52
TEL. 040/89 98-0 - TX 215 124 desy d - TTX 40 31 73=DESY - FAX 040/89 98 32 82



Organe der Stiftung und weitere Gremien

Verwaltungsrat

Vertreter der Bundesrepublik Deutschland:

MinDir Dr. **L. Baumgarten**

(Vorsitzender bis November 1991)

MinDir Dr. **H. Strub**

(Vorsitzender ab November 1991)

Stellvertreter: MinR Dr. **H. Schunck**

MinR Dr. **E. Haffner**

Stellvertreter: RegR **K.-H. Jung**

(Bundesministerium für Forschung und Technologie)

MinR **D. Bürgener**

Stellvertreterin: Frau RegDir **H. Scholz**

(Bundesministerium der Finanzen)

Vertreter der Freien und Hansestadt Hamburg:

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

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

(Behörde für Wissenschaft und Forschung)

RegDir **H. Datzer**

Stellvertreter: ORR **W. Münch**

(Finanzbehörde)

Direktorium

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

Dr. **J. May** (Bereich Zentrale Datenverarbeitung, Entwicklung und Betrieb)

Dr. **H. Krech** (Bereich Verwaltung)

Prof. Dr. **P. Söding** (Bereich Forschung, bis Juni 1991)

Prof. Dr. **A. Wagner** (Bereich Forschung, ab Juni 1991)

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

Wissenschaftlicher Rat (WR)

Prof. Dr. S. Brandt

Universität GH Siegen, FB 7 - Physik

(Vorsitzender)

Prof. Dr. G. Buschhorn

MPI für Physik und Astrophysik, Werner Heisenberg Inst., München

(stellv. Vorsitzender)

Prof. Dr. H. M. Fischer

Physikalisches Institut der Universität Bonn

Dr. E. Hilger

Physikalisches Institut der Universität Bonn

Dr. H. R. Höche

Martin-Luther-Universität, Sektion Physik, Halle

Prof. Dr. W. Jentschke

II. Institut für Experimentalphysik der Universität Hamburg

(Ehrenmitglied)

Prof. Dr. P. Kienle

Gesellschaft für Schwerionenforschung mbH, GSI Darmstadt

Prof. Dr. G. Kramer

II. Institut für Experimentalphysik der Universität Hamburg

Prof. Dr. O. Nachtmann

Institut für Theoretische Physik der Universität Heidelberg

Prof. Dr. W. Paul

Physikalisches Institut der Universität Bonn

(Ehrenmitglied)

Prof. Dr. J. Peisl

Sektion Physik der Universität München

Dr. G. Röpke

Sektion Physik der Wilhelm-Pieck-Universität, Rostock

Dr. W. Schnell

European Organization for Particle Physics CERN, Genf (CH)

Dr. W. Schlatter

European Organization for Particle Physics CERN, Genf (CH)

Prof. Dr. G. Weber

II. Institut für Experimentalphysik der Universität Hamburg

Dr. H. Wenninger

European Organization for Particle Physics CERN, Genf (CH)

Erweiterter Wissenschaftlicher Rat (EWR)

Prof. Dr. J. E. Augustin

Chairman of ECFA

Lab. de l'Accélérateur Linéaire, Orsay (F)

(ex officio)

Prof. Dr. J. Bordas

Daresbury Laboratory, Synchrotron Radiation Laboratory (GB)

Prof. Dr. E. Gabathuler

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

Prof. Dr. W. Hoogland

European Organization for Particle Physics CERN, Genf (CH)

Prof. Dr. L. Maiani

Dept. of Physics, University of Rome (I)

Prof. Dr. R. Schwitters

SSC Lab., Dallas (USA)

Prof. Dr. D. G. Stairs

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

Dr. R. Turlay

Dept. de Phys. des Part. Elém.,

Centre d'Etudes Nucléaires CEN, Saclay (F)

Prof. Dr. A. Zichichi

European Organization for Particle Physics CERN, Genf (CH)

Die Mitglieder des **Wissenschaftlichen Rates**

Physics Research Committee (PRC)

Prof. Dr. A. Astbury

Department of Physics, University of Victoria (CDN)

Dr. J. Bürger (DESY)

Prof. Dr. D. G. Cassel

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

Dr. P. Dalpiaz

Dept. of Physics, University of Ferrara (I)

Dr. R.-D. Heuer

European Organization for Particle Physics CERN, Genf (CH)

Dr. W. Hofmann

Max-Planck-Institut für Kernphysik, Heidelberg

Dr. R. Klanner (DESY)

Dr. V. Lüth

SLAC, Stanford (USA)

Dr. R. Marshall

Rutherford Appleton Lab. Chilton, Didcot (GB)

Dr. J. May (DESY)

Prof. Dr. K. P. Pretzl

Laboratorium für Hochenergiephysik der Universität Bern (CH)

Dr. W.-D. Schlatter

European Organization for Particle Physics CERN, Genf (CH)
(Vertreter des Wissenschaftlichen Rates)

Dr. F. Schrempp (DESY)

Dr. G. Smadja

Dept. de Phys. des Part. Elém.,

Centre d'Etudes Nucléaires CEN, Saclay (F)

Prof. Dr. P. Söding (DESY, bis Juni 1991)

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

Prof. Dr. R. Sosnowski

European Organization for Particle Physics CERN, Genf (CH)

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

Prof. Dr. A. Wagner

Physikalisches Institut der Universität Heidelberg

(ab Juni 1991 DESY)

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

Prof. Dr. P. M. Zerwas

Inst. für Theoretische Physik der Rhein.-Westf. Techn. Hochschule Aachen

(ab März 1991 DESY)

Wissenschaftlicher Ausschuß (WA)

- Prof. Dr. **J. K. Bienlein** (F 31)
H. Böttcher (W 40)
 Prof. Dr. **W. Buchmüller** (T)
Dr. D. Degèle (MTH)
Dr. H.-C. Dehne (MPY)
 Prof. Dr. **H. H. Duhm** (Uni)
 I. Inst., Univ. Hamburg
W. Ebeling (MDE)
 Prof. Dr. **F. Eisele** (FH1K)
Dr. R. Frahm (HASYLAB)
Dr. G. Grindhammer (FH1K)
 MPI München
Dr. D. Haidt (FH1K)
Dr. J. Hartmann (F1)
 Univ. Bonn
Dr. H. Jung (FH1K)
 RWTH Aachen
 (bis August 1991)
Dr. R. Klanner (F 35)
 (ab Februar 1991)
Dr. M. Klein (FH1T)
 IfH Zeuthen
 (ab August 1991)
Dr. W. Koch (F 31)
J. Koll (F 21)
P. E. Kuhlmann (R 1)
B. Kuznik (F 32)
 Univ. GH Wuppertal
 (ab Februar 1991)
M. Leneke (MPE)
 Prof. Dr. **M. Lüscher** (T)
 Prof. Dr. **G. Materlik** (HASYLAB)
Dr. K. H. Meß (F 51H)
 Prof. Dr. **B. Naroska** (F 22)
 II. Inst., Univ. Hamburg
Dr. H. Nesemann (MDO)
Dr. D. Notz (F 1)
 (Vorsitzender bis August 1991)
K. Reim (F 15)
 Univ. Erlangen-Nürnberg
 (ab Februar 1991)
Dr. H. E. Ryseck (FH1T)
 IfH Zeuthen
 (Februar bis August 1991)
 Prof. Dr. **D. Schmidt** (F 32)
 Univ. GH Wuppertal
 Prof. Dr. **J. Schneider** (HASYLAB)
 Prof. Dr. **K. R. Schubert** (F 15)
 Univ. Karlsruhe
 (ab Februar 1991)
R. Seifert (F 1)
Dr. B. Spaan (F 15)
 Univ. Dortmund
Dr. J. Spengler (F 15)
 Univ. Heidelberg
Dr. H.-J. Stuckenberg (F 56)
 (Vorsitzender ab August 1991)
Dr. D. Trines (F 1H)
Dr. J. Tutas (FH1K)
 RWTH Aachen
 (ab August 1991)
 Prof. Dr. **P. Waloschek** (FH1K)
E. Weiss (MEA)
Dr. G. Wolf (F 1)
Dr. S. Wolff (B 1)
Dr. P. M. Zerwas (T)
 (ab Mai 1991)

Forschungsbeirat Synchrotronstrahlung (FBS)

Prof. Dr. R. Huber

Max-Planck-Institut für Biochemie, Martinsried

Prof. Dr. B. Lengeler

KFA Jülich

Prof. Dr. G. Materlik

DESY/HASYLAB

Prof. Dr. W. Schülke

Institut für Physik der Universität Dortmund

Prof. Dr. M. Skibowski

Institut für Experimentalphysik der Universität Kiel

Prof. Dr. P. Söding

DESY/IfH Zeuthen

Prof. Dr. B. Sonntag

II. Institut für Experimentalphysik der Universität Hamburg

Dr. M. Wilkens

Max-Planck-Institut für Metallforschung, Stuttgart
(Vorsitzender)

Internationale Zusammenarbeit bei den Experimenten

An der Speicherringanlage HERA

- H1
- I. Physikalisches Inst. der RWTH Aachen
 - III. Physikalisches Inst. der RWTH Aachen
 - Physics Dept., Univ. Instelling Antwerpen U.I.A., Wilrijk (B)
 - School of Physics and Space Research, Univ. of Birmingham (GB)
 - Faculté des Sciences, Service de Physique des Particules Élémentaires, Université Libre de Bruxelles, Facultéit 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
 - Inst. für Reine und Angewandte Kernphysik, Univ. Kiel
 - Institute of Experimental Physics, Slovak Academy of Sciences, Kosice (CSFR)
 - Physics Dept., University of Lancaster (GB)
 - Physics Dept., University of Liverpool (GB)
 - Dept. of Physics, Queen Mary and Westfield College, London (GB)
 - Dept. of Elementary Particle Phys., University of Lund (S)
 - 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 (CSFR)
Dept. of High Energy Physics,
Czechoslovak Academy of Sciences, Prague (CSFR)
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
Institut für Hochenergiephysik, Zeuthen
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)
Phys. Dept., Jagellonian Univ., Cracow (PL)
Rutherford Appleton Lab. Chilton, Didcot (GB)
Phys. Dept., York University, Downsview (CAN)

Istituto di Fisica, Univ. di Firenze (I)
Istituto Nazionale di Fisica Nucleare INFN,
Lab. Nazionale di Frascati (I)
Fakultät für Physik der Universität Freiburg
Dept. of Physics and Astronomy, Univ. of Glasgow (GB)
Deutsches Elektronen-Synchrotron DESY, Hamburg
I. Inst. für Experimentalphysik der Universität Hamburg
II. Inst. für Experimentalphysik der Universität Hamburg
Physics and Astronomy Dept., University of Iowa,
Iowa City IA (USA)
Nevis Labs. and Physics Department,
Columbia University, Irvington N.Y. (USA)
Inst. für Reaktorentwicklung,
Kernforschungsanlage Jülich
Dept. of Physics, Imperial College, London (GB)
Phys. and Astronomy Dept., Univ. College, London (GB)
Louisiana State Univ. Baton Rouge (USA)
Dept. of Physics, Univ. of Wisconsin, Madison WI (USA)
Dept. de Fisica Teorica, Univ. Autonoma de Madrid (E)
Physics Dept., McGill Univ., Montreal (CAN)
Dept. of Nuclear Physics, University of Oxford (GB)
Dipartimento di Fisica, Univ. di Padova (I)
Dept. of Nuclear Phys., Weizmann Institute,
Rehovot (Israel)
Istituto di Fisica, Universita „La Sapienza“, Roma (I)
Inst. for Particle Physics, University of California,
Santa Cruz CA (USA)
Physikalisches Institut der Universität GHS Siegen
School of Physics, Tel Aviv Univ. (Israel)
Dept. of Phys., Tokyo Metropolitan Univ., Tokyo (J)
Inst. for Nuclear Study, University of Tokyo (J)
Istituto di Fisica I, Univ. di Torino (I)
Istituto di Fisica II, Univ. di Torino (I)
Dept. of Physics, Univ. of Toronto (CAN)
Dept. of Physics, Pennsylvania State Univ.,
University Park PA (USA)

Physics Dept., Brookhaven National Lab. BNL-AUI,
Upton N.Y. (USA)
Inst. of Exp. Physics, Univ. of Warsaw (PL)
Inst. for Nuclear Studies, Univ. of Warsaw (PL)
Dept. of Physics, University of Manitoba, Winnipeg (CAN)
Institut für Hochenergiephysik, Zeuthen

Am Speicherring DORIS III

ARGUS Physikalisches Institut der Universität Dortmund
Physikalisches Institut der Universität Erlangen-Nürnberg
Deutsches Elektronen-Synchrotron DESY, Hamburg
II. Inst. für Experimentalphysik Universität Hamburg
Inst. für Hochenergiephysik der Universität Heidelberg
Max-Planck-Inst. für Kernphysik, Heidelberg
Inst. für Experimentelle Kernphysik der Univ. Karlsruhe
Dept. of Physics, University of Ljubljana (Slo)
Inst. of Physics, University of Lund (S)
High Energy Phys. Group, McGill Univ., Montreal (CAN)
Inst. of Theor. and Exp. Phys. ITEP, Moscow (USSR)
Dept. of Physics, Carleton Univ., Ottawa (CAN)
Dept. of Physics, Toronto Univ., Toronto (CAN)

Im HASYLAB

Inst. für Kristallographie der RWTH Aachen
Inst. für Physik der Universität Augsburg
CAMD, Louisiana State University, Baton Rouge (USA)
Inst. für Atom- und Festkörperphysik und Inst. für Kristallographie, FU Berlin
Inst. für Strahlungs- und Kernphysik, Inst. für Kristallographie und Mineralogie und Inst. für Physikalische und Theoretische Chemie, TU Berlin
Hahn-Meitner-Institut, Berlin

Fritz-Haber-Institut der MPG, Berlin
Bundesanstalt für Materialforschung und Prüfung, Berlin
Zentralinst. für Physikalische Chemie, Berlin
Abt. Realstruktur, Zentralinst. für Elektronenphysik, Berlin
Inst. für Physiologische Chemie, Universität Bochum
Physikalisches Inst., Universität Bonn
Physikalisch-Technische Bundesanstalt, Braunschweig
Fachbereich Physik, Universität Bremen
Inst. für Allgemeine Physik, Eötvös Universität Budapest (H)
Inst. für Metallkunde und Metallphysik, Universität Clausthal-Zellerfeld
Inst. für Angewandte Physik, Inst. für Physikalische Chemie und Strukturfor-
schung, TH Darmstadt
Deutsches Kunststoff-Inst., Darmstadt
Lehrstuhl für Experimentalphysik I und Fachgebiet Qualitätskontrolle der Uni-
versität Dortmund
Inst. für Werkstoffwissenschaften, TU Dresden
Inst. für Festkörperphysik und Werkstofforschung, Dresden
Inst. für Strukturforschung und Festkörperanalytik, Dresden
Physikalische Chemie und Inst. für Angewandte Physik, Universität Düsseldorf
Institut für Physikalische Chemie und Fachgebiet Anorg. Chemie/ Festkörper-
chemie, Universität-GH Duisburg
Eriwan Physical Inst., Eriwan (USSR)
Inst. für Angewandte Physik, Universität Erlangen-Nürnberg
Inst. für Mineralogie und Kristallographie und Inst. für Anorganische Chemie,
Universität Frankfurt
Inst. für Halbleiterphysik, Frankfurt/Oder
Ist. di Struttura della Materia del CNR, Frascati (I)
Inst. für Metallkunde, Bergakademie Freiberg
GKSS, Geesthacht
Lab. de Cristallographie aux Rayons X, Université Genf (CH)
Inst. für Geowissenschaften u. Lithosphärenforschung, Universität Gießen
FB Mathematik, Naturwissenschaften u. Information, FH Gießen-Friedberg
University of Strathclyde, Dept. of Pure and Appl. Chemistry, Glasgow (GB)
Mineralogisch-Petrologisches Institut und Mineralogisch-Kristallographisches
Institut, Universität Göttingen

Sektion Chemie, Universität Greifswald
ESRF, Grenoble (F)
ILL, Grenoble (F)
Dept. of Applied and Solid State Physics und Lab. of Physical Chemistry, Universität Groningen (NL)
Sektion Physik, Universität Halle
European Molecular Laboratory EMBL, Außenstelle Hamburg
II. Inst. für Experimentalphysik, Inst. für Anorganische und Angewandte Chemie, Inst. für Technische und Makromolekulare Chemie, Inst. für Physikalische Chemie, Mineralogisch-Petrographisches Inst., Inst. für Angewandte Physik, Universität Hamburg
Universitätskrankenhaus Eppendorf, Hamburg
Max-Planck-Gesellschaft, Arbeitsgr. für strukt. Molekularbiologie, Hamburg
Philips Forschungslaboratorium, Hamburg
Inst. für Physikalische Chemie und Elektrochemie, Inst. für Festkörperphysik, Universität Hannover
Helsinki University of Technology (SF)
Universiteit Leuven, Heverlee (B)
Inst. für Optik und Quantenelektronik, Universität Jena
Inst. für Festkörperforschung und Inst. für Chemie, Kernforschungsanlage Jülich
Werkstoffkunde I, Inst. für Physikalische Chemie, Inst. für Kristallographie, Universität Karlsruhe
Europäisches Inst. für Transurane, EURATOM, Karlsruhe
Inst. für Experimentalphysik, Universität Kiel
Inst. für Physikalische Chemie, Universität Köln
Fakultät für Chemie, Universität Konstanz
H.C. Oersted Inst., University of Kopenhagen (DK)
Sektion Physik, Universität Leipzig
Inst. of Physics, Universität Leningrad (USSR)
Lawrence Livermore National Lab, Livermore, CA (USA)
Josef Stefan Inst., University of Ljubljana (Slovenia)
Los Alamos National Laboratory, (USA)
Inst. für Physik, Medizinische Hochschule Lübeck
Haldor Topsøe Research Labs., Lyngby (DK)
Technical University of Denmark, Lyngby (DK)

Dpto. Fisico-Quimica, Fac. Farmacia, Univ. Complutense Madrid (E)
Dpto. Fisica Materia Condensada C-III, Univ. Autonoma de Madrid (E)
Inst. für Physikalische Chemie, Inst. für Physik und Inst. für Molekulare Biophysik, Universität Mainz
Max-Planck-Inst. für Polymerenforschung, Mainz
Max-Planck-Inst. für Chemie, Mainz
FB 14 – Polymere, Inst. für Physikalische Chemie, Universität Marburg
I.V. Kurchatov Inst. of Atomic Energy, Moskau (USSR)
Inst. of Crystallography, Academy of Sciences, Moskau (USSR)
P.N. Lebedev Physical Inst., Academy of Sciences, Moskau (USSR)
MPI für Kohlenforschung, Mülheim/Ruhr
Inst. für Kristallographie und Sektion Physik, Universität München
Technische Universität München
Anorg.-Chemisches Inst., Universität Münster
FNDP (L.I.S.E.) Namur (B)
FB 6 – Physik, Universität-GH Paderborn
Sektion Physik, Pädagogische Hochschule Potsdam
Forschungsstelle für Hochdruckforschung, Potsdam
Bar-Ilan University, Physics Dept., Ramat-Gan (Israel)
Weizmann Inst. of Science, Dept. of Struc. Chemistry, Rehovot (Israel)
Dip. di Chimica, Università La Sapienza, Rom (I)
Risø National Laboratory Roskilde (DK)
Sektion Physik, Universität Rostock
Fachrichtung Kristallographie, Fachrichtung Werkstoffwissenschaften, Fachrichtung Biochemie der Universität des Saarlandes, Saarbrücken
FB Physik, Universität-GHS Siegen
KTH/Royal Inst. of Technology, Stockholm (S)
Centre de Recherches Nucléaires, Univ. Louis Pasteur, Strasbourg (F)
Max-Planck-Institut für Festkörperforschung, Stuttgart
Uzbek SSR Acad. Sci., S.V. Starobdubtsev Phys. Inst., Tashkent (USSR)
Sincrotrone Trieste (I)
Inst. für Kristallographie, Universität Tübingen
Abt. für Experimentelle Physik, Universität Ulm
Univ. des Sciences et Technique de Lille, Villeneuve d'Ascq (F)
LIMHP, CNRS, Centre Paris-Nord, Villetaneuse (F)

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

University Purdue, West Lafayette, IN (USA)

Inst. für Festkörperphysik, Universität Wien (A)

Inst. für Angew. Physik, Technische Universität Wien (A)

Synchrotron Radiation Center, University of Wisconsin/Madison (USA)

Inst. für Physikalische Chemie und Mineralogisches Inst., Universität Würzburg

FB Physik / Techn. Mechanik, TH Zwickau

Bereich Forschung

Inhalt

Übersicht	29
H1-Kollaboration	35
ZEUS-Kollaboration	53
ARGUS-Kollaboration	73
Crystal Ball-Kollaboration	89
Theoretische Physik	91
Hamburger Synchrotronstrahlungslabor HASYLAB	99
Europäisches Laboratorium für Molekularbiologie EMBL Außenstelle Hamburg	113
Max-Planck-Gesellschaft Arbeitsgruppen für strukturelle Molekularbiologie	117
Technische Entwicklungen und Dienste	125
Bibliothek und Dokumentation	131



Übersicht

Das Jahr 1991 war gekennzeichnet durch die Inbetriebnahme des Elektron-Proton-Speicherrings HERA, die Fertigstellung des Baus der beiden HERA-Detektoren H1 und ZEUS sowie deren erste Testmessungen mit kosmischer Strahlung. Gleichzeitig wurden im Rahmen des „HERA Physics Workshop“ in enger Zusammenarbeit zwischen Theoretikern und Experimentatoren wichtige Vorarbeiten für die Physikanalyse der HERA-Experimente geleistet. Der umgebaute Speicherring DORIS III wurde ebenfalls 1991 in Betrieb genommen, mit ersten Experimenten der Synchrotronstrahlung am neuen „Bypass“ und ersten Messungen des verbesserten Detektors ARGUS mit kollidierenden Elektron-Positron-Strahlen.

Der H1-Detektor wurde im Jahr 1991 bis auf Teile des Myon-Systems und der Triggerelektronik fertiggestellt und mit kosmischer Strahlung in der Parkposition neben dem HERA-Speicherring getestet. Die supraleitende Spule konnte ohne Probleme genutzt werden, das Flüssig-Argon-Kalorimeter wurde im Februar mit Argon gefüllt und anschließend kontinuierlich und stabil betrieben. Es zeigte sich, daß die Ladungssammlung auch über lange Perioden konstant ist. In zwei Testperioden im April und im Oktober und November wurden kosmische Myonen mit dem H1-Detektor registriert. Dabei wurden die Auslese-Elektronik, das Datennahmesystem, die Triggerkontrolle, die „online-Filterfarm“ und die Speicherung der Daten im DESY-Rechenzentrum in der endgültigen Version betrieben. Die rechnergesteuerte Experimentkontrolle (slow control) und die Online-Rekonstruktion der Daten auf RISC-Rechnern konnten im November teilweise in Betrieb genommen werden, ebenso Teile der endgültigen Triggerelektronik. Am 19. Oktober 1991 wurden die ersten Elektron-Proton-Kollisionen in HERA erfolgreich mit dem System der Luminositätszähler nachgewiesen. Während der gesamten HERA-Inbetriebnahme waren diese Luminositätszähler sowie einige Zähler zur Messung des vom Protonenstrahl induzierten Untergrunds kontinuierlich in Betrieb. Das Vorwärts-Myonspektrometer und die Vetowände wurden in Strahlposition installiert und getestet. Anfang Dezember begann das Einfahren des Detektors in die Strahlposition.

HERA-Detektoren

Der Einbau der Komponenten in den ZEUS-Detektor wurde im Jahr 1991 ebenfalls praktisch abgeschlossen. Die Installation der 48 Module des Uran-Szintillator-Kalorimeters im Vorwärts- und Rückwärtsbereich wurde im April beendet. Im Mai wurden 29 der insgesamt 32 Module des Zentralteils des Kalorimeters installiert, die restlichen drei Module wurden nach Eichmessungen mit Teilchenstrahlen am Fermilab (Chicago) im September eingebaut. Im Juni und Juli wurde die zentrale Driftkammer installiert. Die Verdrahtung, Bestückung und Erprobung der Kammern des Vorwärtsspurdetektors wurde durch die enge Zusammenarbeit von Gruppen aus Bonn, DESY, Glasgow, Madrid und Siegen

rechtzeitig abgeschlossen und ihr Einbau zusammen mit dem Vertexdetektor im Oktober und November durchgeführt. Sämtliche Proportionalrohrkammern des Jochkalorimeters und die Kammern zur Messung der Myonen wurden installiert. Die Toroide des Vorwärts-Myon-Detektors wurden mit Spurrkammern ausgerüstet. Zwei der sechs Meßstationen des Vorwärts-Proton-Spektrometers wurden im Protonenring installiert. Mit dem Luminositätsmonitor wurden die ersten Zusammenstöße von Elektronen und Protonen in HERA erfolgreich nachgewiesen. In zwei Höhenstrahltests im September und Dezember wurden ein Teil der Detektorkomponenten, das Datennahmesystem und die Programmkette für die Rekonstruktion in Betrieb genommen. Anfang Dezember begann das Einfahren des Detektors in die Strahlposition.

Elementarteilchen- physik mit DORIS

Durch den Umbau des Elektron-Positron-Speicherrings DORIS und seine Inbetriebnahme in der neuen Konfiguration stand im Jahr 1991 für das ARGUS-Experiment nur eine einwöchige Testperiode sowie eine kurze Meßzeit von etwa drei Wochen zur Verfügung. In dieser Zeit wurde eine Datenmenge gesammelt, die einer integrierten Luminosität von 3 pb^{-1} entspricht. Damit konnten die neuen Detektorteile, die Mikro-Vertexkammer und die Silizium-Halbleiterzähler, getestet werden. Die Silizium-Zähler wurden 1991 erstmals eingebaut, um die Präzision in der Bestimmung von Zerfallsvertizes weiter zu verbessern und damit die Effizienz für die Erkennung und Rekonstruktion der B-Mesonen signifikant zu steigern. Um die exzellente Auflösung dieser Zähler voll auszunutzen wurde ein neues Strahlrohr mit nur 22 mm Durchmesser in ARGUS installiert. Die Messungen haben gezeigt, daß die Strahlenbelastung den Erwartungen entspricht und daß die Zähler gut funktionieren. Die entgeltliche Analyse der Auflösungen ist allerdings noch nicht abgeschlossen.

Daneben wurden die in den Vorjahren mit dem ARGUS-Detektor aufgezeichneten Daten weiter analysiert. Die Untersuchung von B-Mesonen stellt hierbei den Schwerpunkt der Forschung dar und ist in den letzten Jahren von der ARGUS-Gruppe entscheidend vorangetrieben worden. Die B-Mesonen sind Teilchen, die b-Quarks tragen. Diese schwersten der bisher beobachteten Quarks wandeln sich bei ihren Zerfällen in andere Quark-Arten um und ermöglichen so einzigartige Untersuchungen der Wechselbeziehung zwischen den Quarks. Durch die Beobachtung der $B^0\bar{B}^0$ -Oszillationen sowie der semi-leptonischen Übergänge eines b-Quarks in ein c- bzw. u-Quark konnten fundamentale Parameter des Standard-Modells bestimmt werden, die anderweitig nicht zugänglich sind. Wesentliche Fortschritte konnten bei der Rekonstruktion exklusiver B-Zerfälle erzielt werden. Während bisher weniger als 10% der hadronischen B-Zerfälle bekannt waren, konnte diese Zahl durch die Beobachtung der Zerfälle $B \rightarrow D_s^{(*)} D^{(*)}$ von ARGUS fast verdoppelt werden. Durch die Analyse des Zerfalls $B^- \rightarrow D^{*0} l^- \bar{\nu}$ konnte die Kenntnis über die Quark-Dynamik in den $b \rightarrow c$ Zerfällen erweitert werden. Neben den Messungen an B-Mesonen wurde eine Reihe von Messungen an Hadronen, die ein c-Quark ent-

halten durchgeführt. So konnte durch ein neues Verfahren das semileptonische Verzweungsverhältnis von c -Quarks mit grosser Genauigkeit bestimmt werden. Erstmals konnten von ARGUS auch semileptonische Zerfälle des Λ_c nachgewiesen werden. Hierbei konnte die Nichterhaltung der Parität in Zerfällen von Baryonen mit Charm nachgewiesen werden.

Neben schweren Quarks hat das ARGUS-Experiment in den letzten Jahren eine große Datenmenge an τ -Paaren gesammelt. Nachdem 1990 erstmals gezeigt werden konnte, daß das τ -Neutrino eine linkshändige Helizität besitzt, konnte 1991 die Qualität dieser Messung weiter verbessert werden. Daneben wurden die wesentlichen Verzweungsverhältnisse des τ -Leptons in ein geladenes Teilchen mit großer Genauigkeit neu gemessen. Die große Datenmenge erlaubt es nach τ -Zerfällen zu suchen, die innerhalb des Standard-Modells verboten sind, wie solche ohne Neutrinos. Es wurden keine Anzeichen für diese Zerfälle gefunden.

In e^+e^- -Speicherringen können Photon-Photon-Wechselwirkungen untersucht werden, wobei die Photonen durch Bremsstrahlung der Elektronen und Positronen erzeugt werden. Reaktionen dieser Art erlauben die Messung der Eigenschaften von Resonanzen wie Spin und Parität. Eine Reihe von Photon-Photon-Prozessen wurde von der ARGUS-Gruppe und der Crystal Ball-Kollaboration untersucht.

Die Fortschritte auf dem Gebiet der Physik der Elementarteilchen haben stets auf der engen Zusammenarbeit von Experiment und Theorie basiert. Deshalb lag ein Schwerpunkt der Arbeiten der Gruppe „Theorie“ im Bereich der phänomenologischen Teilchenphysik. Im Jahr 1991 standen dabei Untersuchungen im Vordergrund, die mit der gerade in Betrieb gehenden Elektron-Proton-Speicherringanlage HERA zusammenhängen. Bei HERA sollen die Strukturfunktionen von Proton und Photon in einem bisher unerreichbaren Teil des (x, Q^2) -Bereichs untersucht werden. Dabei stand die Physik auf dem Gebiet kleiner x -Werte im Mittelpunkt der theoretischen Untersuchungen. Diese und andere Aspekte der HERA-Physik wurden im Rahmen von Arbeitsgruppen zusammen mit den Experimentatoren untersucht. Die Ergebnisse dieser Studien werden 1992 als Workshop-Bericht veröffentlicht. Neben der HERA-Physik wurde eine Reihe anderer aktueller theoretischer Themen bearbeitet, wie störungstheoretische Methoden in der starken Wechselwirkung (QCD), Aspekte der schwachen Wechselwirkung und damit zusammenhängend die Untersuchung von Effekten der bisher nicht beobachteten Top- und Higgs-Teilchen. Im Zusammenhang mit dem ARGUS-Experiment sind Arbeiten auf dem Gebiet der effektiven Theorien schwerer Quarks von Bedeutung, von denen man quantitative Aussagen über die Zerfälle schwerer Quarks erwartet.

Neben den phänomenologischen Arbeiten beschäftigt sich die Theoriegruppe mit einem breiten Spektrum von allgemeineren, mit der Physik der Elementarteilchen in Zusammenhang stehenden Untersuchungen. Hier ist besonders

*Theorie der
Elementarteilchen*

die Gittereichtheorie zu nennen, die es erlaubt Feldtheorien in Bereichen zu untersuchen, die störungstheoretisch nicht zugänglich sind. Durch komplexe numerische Simulationen können u.a. Fragen des Skalenverhaltens bei asymptotisch freien Teilchen, des Confinements und des Higgs-Mechanismus in der elektroschwachen Wechselwirkung behandelt werden. Weiter beschäftigte sich eine Reihe von Arbeiten mit Fragen aus dem Bereich der Gravitation, Kosmologie, allgemeinen Feldtheorie und Quantenmechanik.

Viele der Arbeiten entstanden zusammen mit wissenschaftlichen Besuchern aus dem In- und Ausland und mit anderen Gruppen, insbesondere von der Universität Hamburg und vom Höchstleistungs-Rechenzentrum (HLRZ) in Jülich. Während eines Workshops über das Thema „The Standard Model at High Temperature and Density“ diskutierten zahlreiche Theoretiker und Experimentatoren das Verhalten des Standard-Modells bei hoher Temperatur und Dichte, d.h. bei Bedingungen, wie sie zur Zeit der frühen Anfänge des Universums vorlagen oder bei hochenergetischen Kern-Kern-Stößen auftreten.

Synchrotronstrahlung bei DORIS (HASYLAB)

Der Speicherring DORIS spielt nicht nur in der Physik der Elementarteilchen eine herausragende Rolle, sondern stellt gleichzeitig eine vielseitige und einzigartige Quelle von Synchrotronstrahlung dar. Zahlreiche Forscher aus den unterschiedlichsten Disziplinen wie Physik, Chemie, Biologie und Medizin nutzen diese Strahlung an über 30 Meßplätzen. Bei DESY sind die Planungs-, Instrumentierungs- und Forschungsarbeiten, die mit Synchrotronstrahlung zu tun haben, im HASYLAB (Hamburger Synchrotronstrahlungslabor) zusammengefaßt. Die Mitarbeiter von HASYLAB geben, neben ihren eigenen Forschungsarbeiten, den zahlreichen auswärtigen Nutzern die benötigte experimentelle Unterstützung. Sie entwickeln und betreiben die Strahlführungen und einen großen Teil der benötigten Instrumente. Ein eigener Jahresbericht des HASYLAB gibt über die wissenschaftlichen Arbeiten Auskunft.

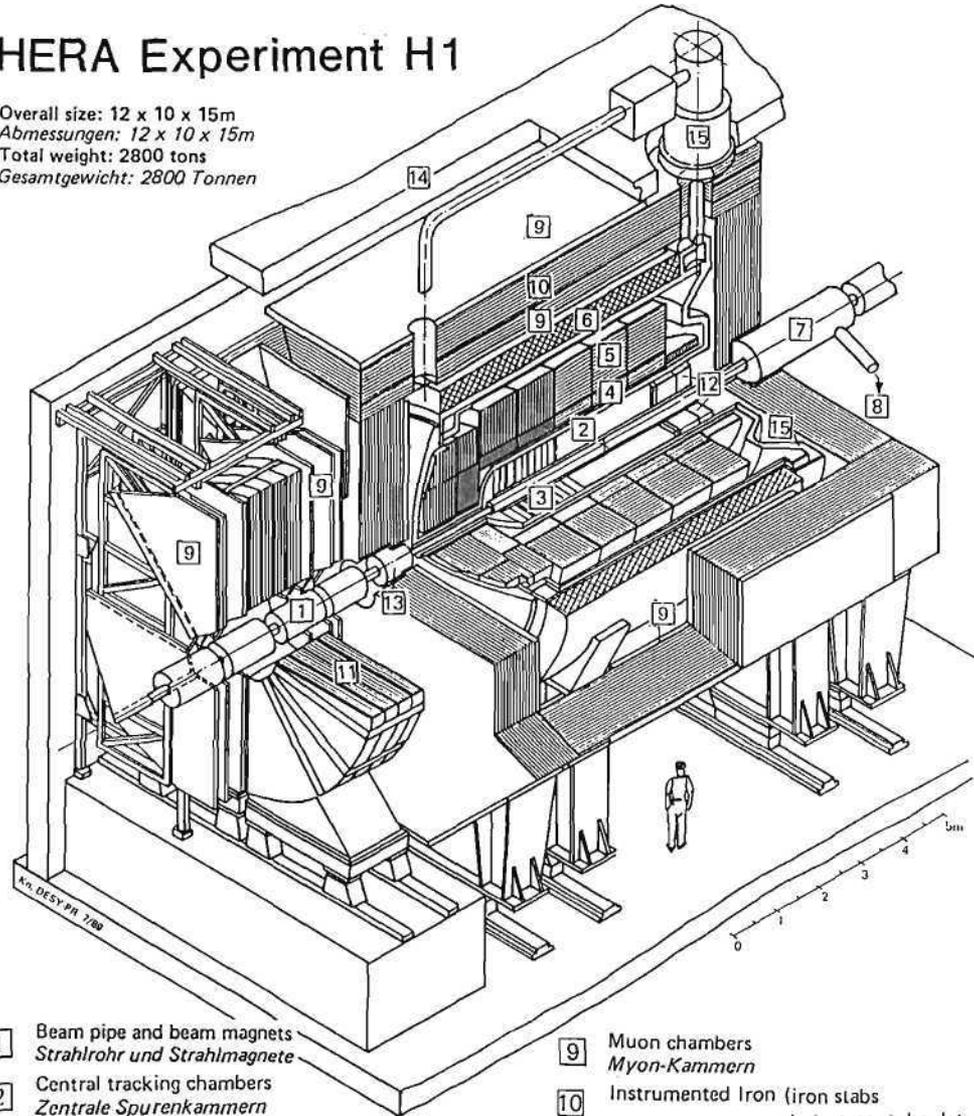
Eine Außenstelle des Europäischen Laboratoriums für Molekularbiologie (EMBL) sowie drei „Projektgruppen für Strukturelle Molekularbiologie“ der Max-Planck-Gesellschaft sind bei DESY angesiedelt. Sie führen eigene Forschungsprogramme mit Hilfe der Synchrotronstrahlung von DORIS, auch unter Beteiligung auswärtiger Nutzer, durch.

Im Jahr 1991 wurde der 1990 begonnene Umbau des Speicherrings DORIS fertiggestellt. Durch diesen Umbau erhielt HASYLAB die zur Zeit in diesem Energiebereich weltweit einzigartige Möglichkeit, neben den drei bereits betriebenen Wigglern sieben weitere Magnetstrukturen zur Erzeugung höchstintensiver Synchrotronstrahlung mit Wigglern und Undulatoren einzusetzen. Diese Erweiterung wurde durch den Bau einer leicht gekrümmten Umgehung („Bypass“) ermöglicht, die die eine gerade Wechselwirkungszone von DORIS ersetzt. Auf Grund des Umbaus und der anschließenden Inbetriebnahme in der neuen Konfiguration stand DORIS allerdings in begrenzterem Maß als in früheren Jahren für Experimente der Synchrotronstrahlung zur Verfügung. Im

November konnten die ersten neuen Meßplätze in Betrieb genommen werden. Mit DORIS III und den neuen Meßplätzen stehen den Nutzern der Synchrotronstrahlung bei HASYLAB in Zukunft ausgezeichnete Experimentiereinrichtungen zur Verfügung.

HERA Experiment H1

Overall size: 12 x 10 x 15m
 Abmessungen: 12 x 10 x 15m
 Total weight: 2800 tons
 Gesamtgewicht: 2800 Tonnen



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

Abbildung 1: Perspektivische Ansicht des H1-Detektors.

H1-Kollaboration

Beteiligte Institute: RWTH Aachen, Univ. Antwerpen, Univ. Birmingham, Univ. Libre und Vrije Univ. Brüssel, Inst. Nucl. Phys. Cracow, Rutherford Appleton Lab. Chilton, Univ. of California Davis, Univ. Dortmund, Univ. Glasgow, DESY und Univ. Hamburg, Univ. Kiel, Inst. Exp. Phys. Kosice, Univ. Lancaster, Univ. Liverpool, QMWC London, Univ. Lund, Univ. Manchester, ITEP und P.N. Lebedev Inst. Moscow, MPI München, LAL Orsay, Ec. Polytechn. Palaiseau, P. & M. Curie Univ. Paris, Univ. und Phys. Inst. der Akad. Wiss. Prag, Univ. und INFN Rom, CEN Saclay, Univ. GHS Wuppertal, IfH Zeuthen, ETH und Univ. Zürich.

Sprecher: F. Eisele, DESY

Überblick

Der H1-Detektor wurde im Jahr 1991 bis auf Teile des Myon-Systems und der Triggerelektronik fertiggestellt und mit kosmischer Strahlung in der Parkposition neben dem HERA-Speicherring getestet. Alle Vorbereitungen für das Einfahren des Detektors in die Strahlposition waren Ende des Jahres abgeschlossen. In zwei Testperioden im April und im Oktober und November wurden kosmische Myonen mit dem H1-Detektor registriert. Dabei wurden die Auslese-Elektronik, das Datennahmesystem, die Triggerkontrolle, die „Online-Filterfarm“ und die Speicherung der Daten im DESY-Rechenzentrum in der endgültigen Version betrieben. Die rechnergesteuerte Experimentkontrolle (slow control) und die Online-Rekonstruktion der Daten auf RISC-Rechnern konnten im November teilweise in Betrieb genommen werden, ebenso Teile der endgültigen Triggerelektronik. Abbildung 2 zeigt ein registriertes Ereignis im Detektor.

Während der HERA-Inbetriebnahme wurden die Luminositätszähler von H1 sowie einige Zähler zur kontinuierlichen Messung des von Protonen induzierten Untergrunds betrieben. Das Vorwärts-Myonspektrometer und die Vetowände wurden in Strahlposition installiert und getestet.

Der H1-Detektor soll bis zum 16. März 1992 in Strahlposition betriebsbereit sein.

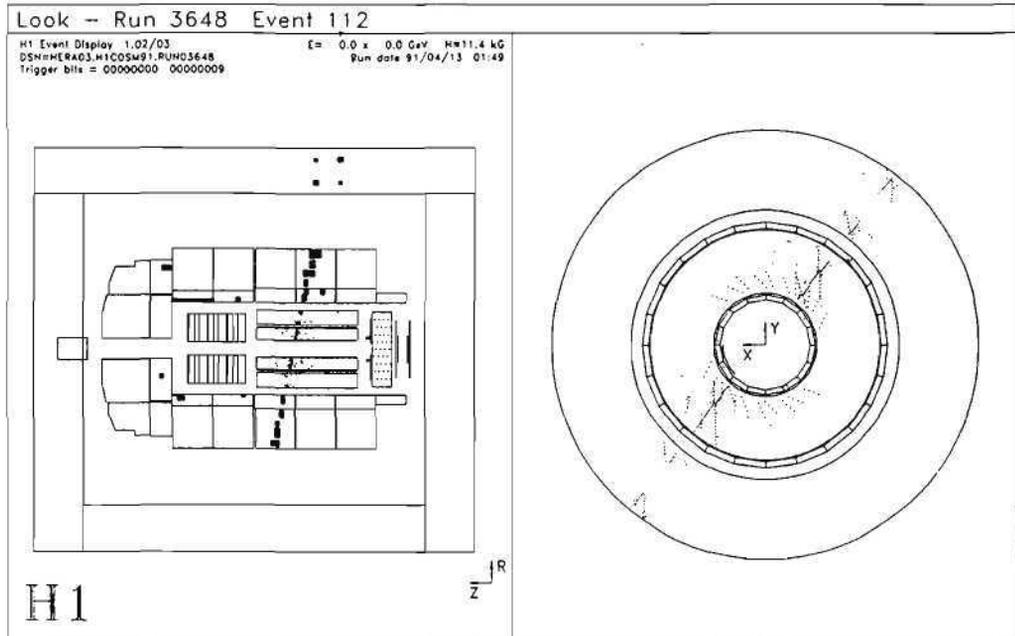


Abbildung 2: Rechnerrekonstruiertes Bild eines kosmischen Myons im H1-Detektor in Seitenansicht (links) und im Schnitt senkrecht zur Strahlachse (rechts).

Große Detektorkomponenten und Infrastruktur

Supraleitende Magnete

Die supraleitende Spule wurde während der Testperioden im April und November ohne Probleme betrieben.

Der Kompensationsmagnet wurde im November in der Magnetmeßhalle bei vollem Feld betrieben und sein Feld vermessen. Der Anschluß in der Halle Nord Anfang 1992 wurde vorbereitet.

Flüssig-Argon-Kryostat und Kältesystem

Das Flüssig-Argon-Kalorimeter wurde ab Januar 30 Tage lang abgekühlt, im Februar mit Argon gefüllt und seither kontinuierlich stabil betrieben. Im Verlauf des Jahres wurden die Kontrollen des Kältesystems und dessen Effizienz verbessert.

Strahlrohr

Das Strahlrohr besteht im Zentralbereich aus einem Kohlefaserrohr von 3.8 m Länge, das bei der Firma Dornier gebaut wurde. Die Übergangsstücke mit integrierten Absorbermasken zur Absorption von Synchrotronstrahlung, integrierter Pumpe und Strahlmonitor wurden bei DESY gefertigt. Das Strahlrohr wurde im Laufe des Sommers getestet und im Oktober in den Detektor eingebaut.

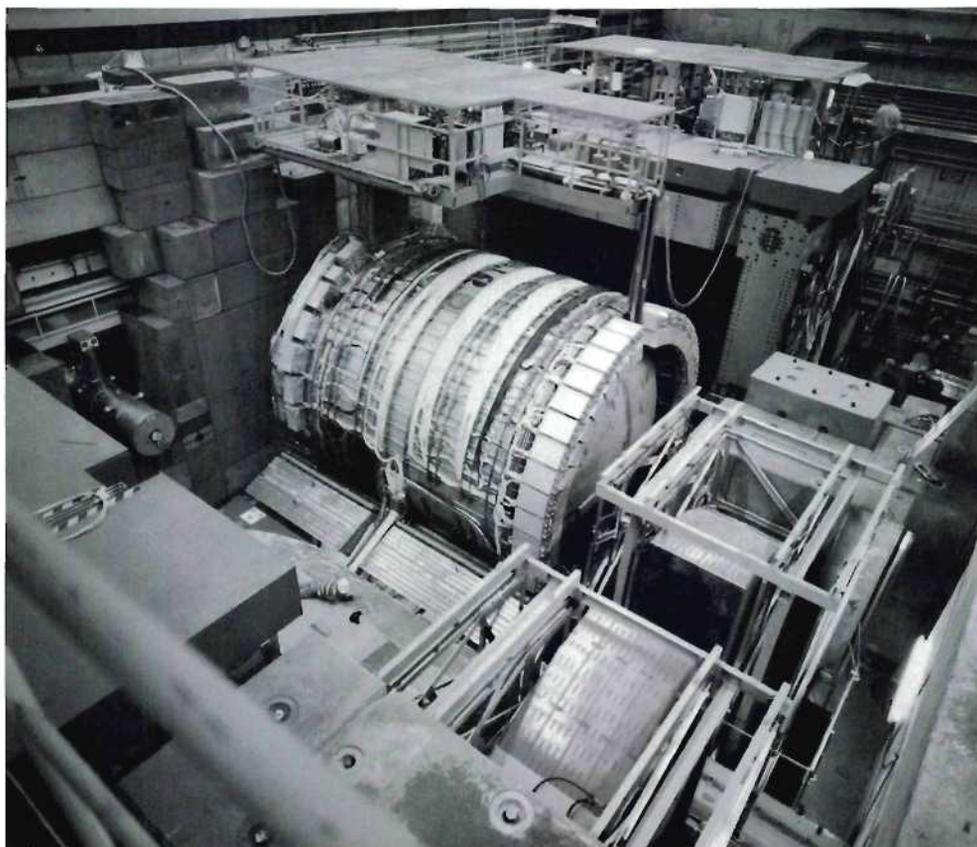


Abbildung 3: Blick auf den Detektor während des Einfahrens in die Strahlposition. Rechts im Vordergrund der Vorwärts-Myon-Toroid in Strahlposition, der Zentralteil des Detektors steht noch einige Meter außerhalb.

(Foto: M. Schulze-Alex)

Alle Bereiche zur Installation der Detektorelektronik (Elektronikwagen, Plattformen auf dem Detektor usw.) sind betriebsbereit, und die für die erste Betriebsphase erforderlichen Sicherheitseinrichtungen sind installiert und getestet. Abbildung 3 zeigt eine Gesamtansicht des Detektors in der Halle während des Einfahrens in die Strahlposition.

Halleninfrastruktur und Verkabelung

Kalorimeter

Das Flüssig-Argon-Kalorimeter ist seit Februar in Betrieb. Es erwies sich als sehr stabil. Nur ein sehr kleiner Teil der Auslesekanäle zeigte Probleme, die jedoch die Qualität der Energiemessung und des Triggers nicht beeinträchtigen. Mit kosmischen Myonen wurde die Ladungssammlung im Kalorimeter als Funktion der Hochspannung gemessen (Abb. 4). Die Analyse der Daten läßt auf

Flüssig-Argon-Kalorimeter

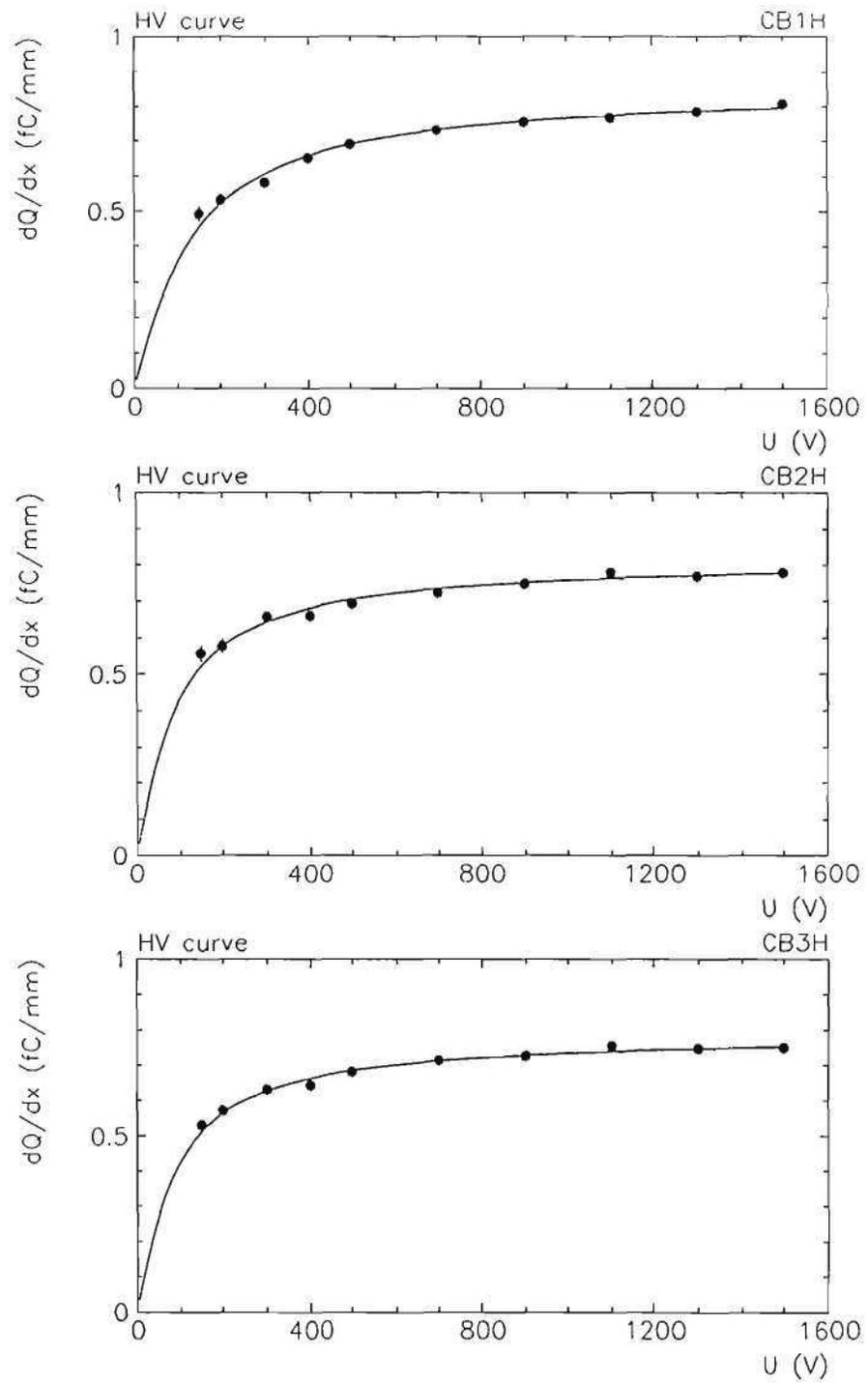


Abbildung 4: Die registrierte Pulshöhe von kosmischen Myonen als Funktion der angelegten Hochspannung in verschiedenen Bereichen des Kalorimeters.

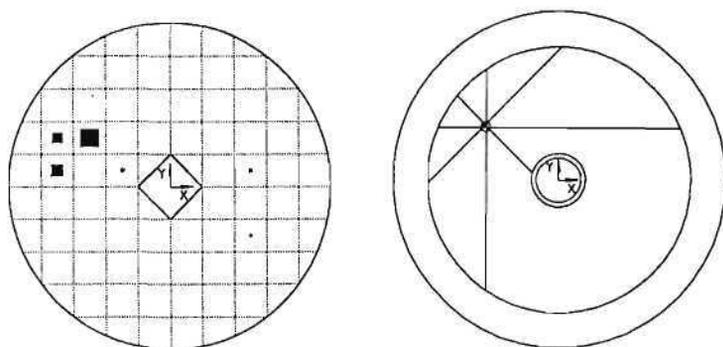


Abbildung 5: Ansicht eines im elektromagnetischen Rückwärtskalorimeter (BEMC) ausgelösten Schauers (links). Die vor dem BEMC angeordnete Proportionalkammer zeigt das Signal eines einzelnen Teilchens (rechts). Das Ereignis stammt aus einer Meßperiode des H1-Detektors mit kosmischer Strahlung.

eine Reinheit des Argons von besser als 0.5 ppm O₂ schließen. Aufgrund dieses Befundes wurde die Betriebsspannung auf 1.5 kV festgesetzt. Die Konstanz der Ladungssammlung wurde überwacht mit Hilfe von speziellen kleinen Auslesezellen im Kryostaten, die mit radioaktiven Präparaten (β - und α -Strahler) ausgestattet sind. Innerhalb der Meßgenauigkeit von 0.25% konnte bis Ende 1991 keine Änderung festgestellt werden. Insgesamt zeigen 114 Auslesezellen (0.25%) kein Signal, und zwei von 1 500 Hochspannungssegmenten können nicht angeschaltet werden. Für Auslesezellen in diesem Bereich muß die Pulshöhe deshalb um einen Faktor 2 korrigiert werden. Weitere 40 Segmente müssen mit verringerter Hochspannung von 1.0 oder 0.8 kV betrieben werden. In diesen Bereichen liegen die notwendigen Software-Korrekturen bei weniger als 10%. Insgesamt müssen etwa 3% der Auslesekanäle korrigiert werden. Die Stabilität der Auslese-Elektronik wurde das ganze Jahr über regelmäßig kontrolliert und erwies sich als voll zufriedenstellend. Eine Neubestimmung der Kalibrationskonstanten wird voraussichtlich höchstens einmal pro Woche erforderlich sein.

Das elektromagnetische Rückwärtskalorimeter (BEMC) dient primär der Messung gestreuter Elektronen aus tief inelastischen Elektron-Proton-Wechselwirkungen im Bereich kleiner Winkel von 4° bis 30°.

Das Rückwärts-Kalorimeter (BEMC)

Zu Beginn des Jahres 1991 wurde das BEMC im H1-Detektor installiert. Im Laufe des Jahres erfolgte die Inbetriebnahme sowie die Integration in das Datennahme-, Trigger- und Kalibrationssystem.

Der HERA-Protonenring wird voraussichtlich im Bereich des BEMC eine hohe Strahlungsuntergrundrate induzieren. Abschätzungen lassen bis zu 100 kHz erwarten. Um in diesem Umfeld noch eine Messung von Elektronen zu gewährleisten, wurden für das BEMC im Laufe des Jahres 1991 eine schnelle Analog-Elektronik sowie ein spezieller Elektronen-Trigger gebaut. Abbildung 5 zeigt ein von diesem Trigger registriertes Ereignis aus den erfolgreichen Testläufen mit kosmischer Strahlung.

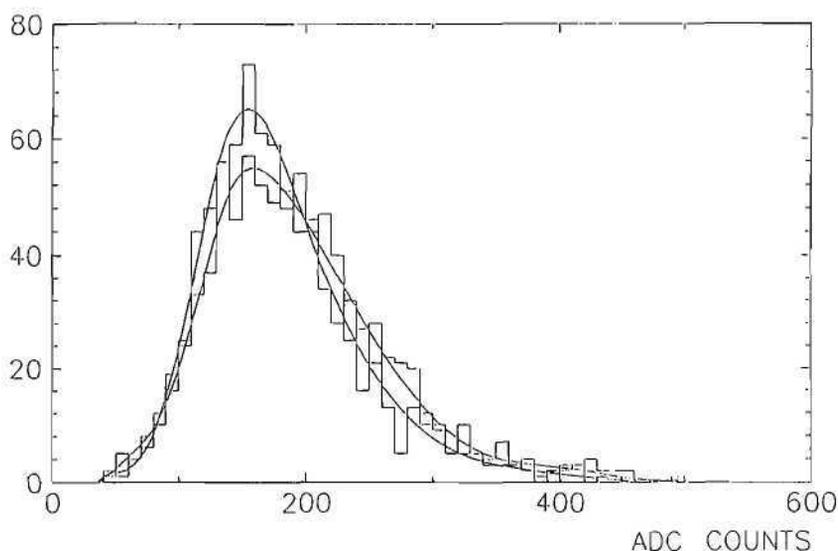


Abbildung 6: Die gemessene Ladungsverteilung von Myonen in den Kalorimeter-„Towern“ der Eiseninstrumentierung. Die schmälere der beiden Verteilungen ergibt sich nach Anwendung von Eichfaktoren.

Zur Vervollständigung der Energie-Eichung wurde im Frühjahr 1991 eine einwöchige Meßperiode am SPS-Beschleuniger bei CERN durchgeführt.

Eiseninstrumentierung

Die Eiseninstrumentierung wird als Kalorimeter benutzt, indem man die influenzierte Ladung in den hintereinander liegenden, auf den Vertex weisenden Pads, den „Towern“, mißt. Aus verschiedenen Gründen haben die einzelnen Tower signifikant unterschiedliche Eichfaktoren. Diese gilt es, mit Hilfe von Myonen der kosmischen Strahlung und später mit denen aus dem Halo des Protonenstrahls zu bestimmen, um so über das Myon-Signal an die Eichmessungen am Hadronenstrahl beim CERN anknüpfen zu können. Sowohl an der Eichung der Tower als auch an der Analyse der 1990 am CERN durchgeführten Eichmessungen wurde intensiv gearbeitet. Abbildung 6 zeigt eine erste gemessene Ladungsverteilung von Myonen, summiert über zahlreiche Tower, ohne und mit Berücksichtigung der unterschiedlichen Eichkonstanten; letztere verbessern die Signalbreite um etwa 20%. Derartige Verteilungen sind die Basis einer Eichung der Eiseninstrumentierung als Kalorimeter für die ersten Messungen an HERA im nächsten Jahr.

Spurendetektoren

Zentraler Spurendetektor

Der zentrale Spurendetektor besteht aus mehreren zylindrischen Einheiten, den Jet-, Proportional- und z-Driftkammern. Die Konstruktion und Fertigung

der beiden Jet-Driftkammern wurde von DESY in Zusammenarbeit mit dem II. Physikalischen Institut der Universität Hamburg durchgeführt.

Im Berichtszeitraum wurde der zentrale Spurendetektor in den Kryostaten des Kalorimeters eingebaut (Abb. 7) und fertig verkabelt. Ausführliche Tests der Verkabelung einschließlich der Signalauslese folgten und wurden erfolgreich abgeschlossen. Bei Tests mit verschiedenen Gasmischungen mit und ohne Magnetfeld wurden Teilchen der kosmischen Strahlung nachgewiesen (Abb. 2). Diese Ereignisse wurden verwendet, um verschiedene Auswerteprogramme zu testen, wie zum Beispiel die Spurrekonstruktion, und um die Eichkonstanten für die Driftkammern zu bestimmen.

Erste Ergebnisse der Eichung lieferten eine Auflösung von $\sigma = 180 \mu\text{m}$ für die Ortsmessung an einem einzelnen Signaldraht in Driftrichtung und von $\sigma_z \approx 5 \text{ cm}$ für die Ortsbestimmung entlang des Signaldrahtes aus der Ladungsteilung.

Die Elektronik für die Auslese der Driftkammer-Signale des H1-Detektors wurde von DESY entwickelt und produziert. Das F1000-FADC-System dient der Digitalisierung und Speicherung der Driftkammersignale. Die im Vorjahr gefertigte und getestete Elektronik von insgesamt 5 000 FADC-Kanälen wurde in das H1-Experiment eingebaut und für die Tests mit Teilchen der kosmischen Strahlung verwendet. Die restlichen 1 500 Kanäle, die aus finanziellen Gründen nicht im Vorjahr produziert werden konnten, wurden bestellt und werden Anfang 1992 geliefert. Es wird erwartet, daß zu Beginn der Datennahme bei HERA die Jetkammer vollständig mit Auslese-Elektronik ausgerüstet sein wird.

*Driftkammer-
Elektronik*

Das Eisenjoch des H1-Magneten ist als Kalorimeter ausgebildet, mit dem die Ausläufer hadronischer Schauer gemessen und Myonen identifiziert werden. Zwischen zehn Eisenplatten von 7.5 cm Dicke befinden sich großflächige Streamerrohrkammern. Ausgelesen werden digitale Signale an den in 1 cm Abstand gespannten Drähten sowie die auf etwa 0.1 m^2 großen Kupferfolien, den „Pads“, induzierte Ladung. Die zur Drahrichtung orthogonale Koordinate wird mit Hilfe von streifenförmigen Pads gemessen, die sich auf Kammern befinden, die vor und hinter dem Magnetjoch in Eisenkästen, den sogenannten Myon-Boxen, angebracht sind. Eine weitere Streifenlage befindet sich zwischen der vierten und fünften Eisenplatte.

*Eiseninstru-
mentierung*

Die Fertigung dieser Kammern verzögerte sich, weil die Kollaboration aus Sicherheitsgründen vom bisher üblichen PVC als Basismaterial abgehen und ein halogenfreies Material suchen mußte. Nach langwierigen Entwicklungsarbeiten lief erst 1990 die Serienfertigung aus dem Thermoplast Luranyl an.

Die Fertigung und der Einbau der zwischen den Eisenplatten befindlichen Kammern konnte 1991 weitgehend abgeschlossen werden. Fertiggestellt und mon-

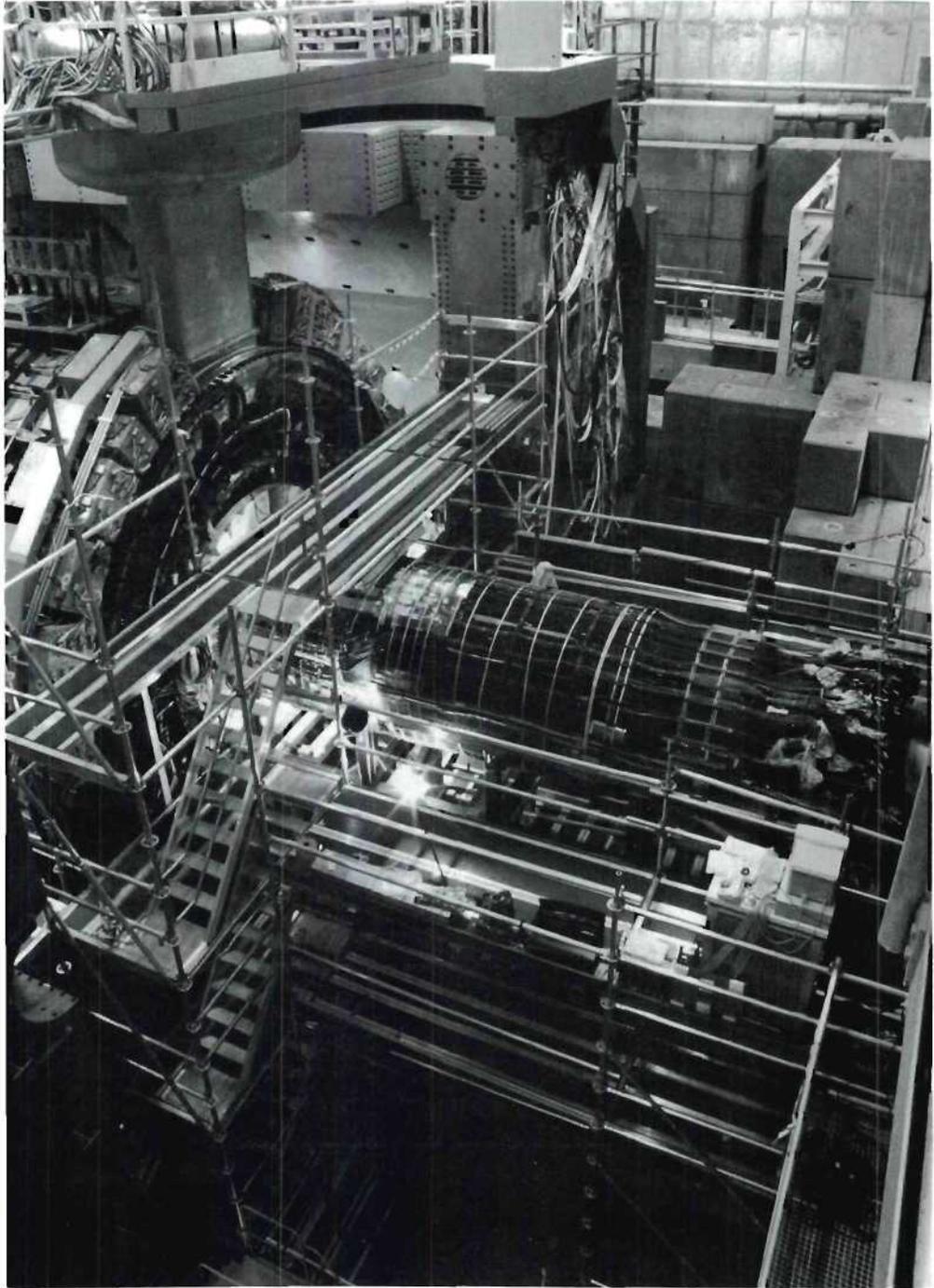


Abbildung 7: Aufbau der fertig verkabelten Spurendetektoren vor dem Kryostat des Kalorimeters, bereit zum Hineinschieben auf den seitlichen Schienen.
(Foto: P. Waloschek)

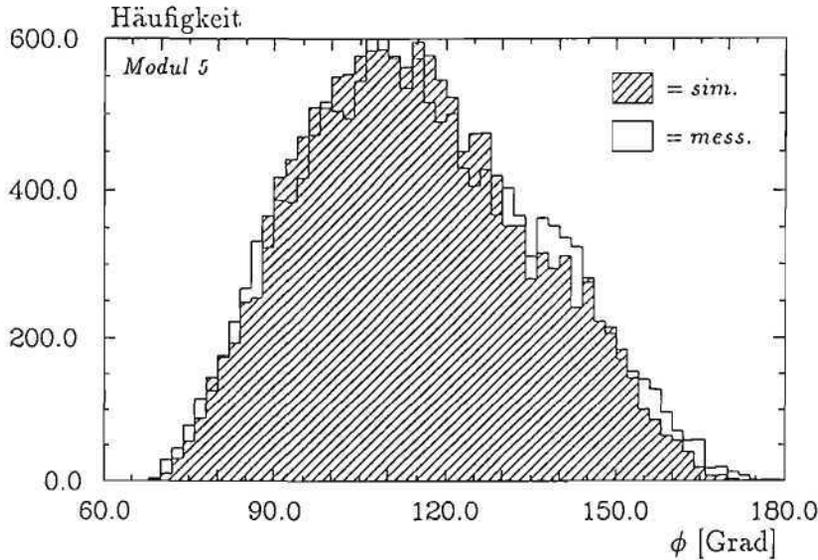


Abbildung 8: Die gemessene Azimutwinkelverteilung von Myonen der kosmischen Strahlung in einem Modul der Eiseninstrumentierung. Die erwartete Verteilung ist schraffiert dargestellt. Sie wurde durch detaillierte Monte-Carlo-Rechnungen gewonnen.

tiert wurden auch alle zentralen inneren und die außen an der Basisstruktur befestigten Myon-Kammern. Alle noch fehlenden Kammern, die Myon-Kammern der beiden Endkappen und die oberen äußeren Myon-Kammern im Zentralbereich, können eingebaut werden, wenn sich der Detektor bereits in der Wechselwirkungszone befindet.

Alle Kammern wurden vor und nach dem Einbau mit Myonen aus der kosmischen Strahlung getestet. Die Gasverstärkung der Streamerentladung hängt empfindlich von der Gasdichte ab. Es wurde darum ein System entwickelt und 1991 erfolgreich in Betrieb genommen, das die Hochspannung in Abhängigkeit von Luftdruck und Temperatur derart regelt, daß die Verstärkung konstant bleibt.

Neben diesen umfangreichen Arbeiten der Fertigung, Installation und Funktionsprüfung wurden die Auswerteprogramme weiterentwickelt und ausgetestet. So wurden die Spurfindungsprogramme mit Hilfe von kosmischen Myonen überprüft. Abbildung 8 zeigt die in einem Modul der Eiseninstrumentierung gemessene Azimutwinkelverteilung kosmischer Myonen im Vergleich zu der erwarteten Verteilung, die auf detaillierten Monte-Carlo-Rechnungen basiert.

Trigger, Datennahme und Datenanalyse

Myon-Trigger

Es gelang 1991, einen Myon-Trigger zu realisieren. Dazu wurde eine schnelle Drahtauslese in fünf der 16 Streamerrohrebenen installiert. Im Trigger werden diese Signale auf eine komplexe und leicht zu variierende Weise logisch verknüpft. Dieses System konnte während des Testlaufs des Gesamtdetektors im Oktober 1991 erfolgreich in Betrieb genommen werden.

Kalorimeter-Trigger

Im Berichtszeitraum wurden wesentliche Teile der Hardware für den Kalorimeter-Trigger fertiggestellt. Die etwa 40 000 Kanäle des Kalorimeters sind in 656 Triggertürmen (TT) zusammengefaßt, die longitudinal in drei elektromagnetische und bis zu sechs hadronische Zellen segmentiert sind. Das Analogsignal jeder Zelle wird durch einen schnellen Signalformer geschickt, wobei aus der Pulsform sowohl die Größe wie auch der Zeitpunkt der Energiedeposition („bunch crossing“) ermittelt werden können. Aufgrund der unterschiedlichen Kapazitäten der Kanäle, bedingt durch die projektive Geometrie des Kalorimeters, müssen die Zellen relativ zueinander in ihrer Verstärkung abgeglichen und synchronisiert werden. Die erreichte Genauigkeit im Abgleich beträgt etwa 2% in der Amplitude und 20 nsec in der Zeitauflösung. Die Triggertürme, aufgeteilt in elektromagnetische und hadronische Anteile, werden zu 252 Großtürmen (BT) zusammengefaßt, die in einem FADC-System (10 MHz) digitalisiert werden. Die BT-Summen werden dann in digitalen Addierbäumen und nachfolgenden Diskriminatortabellen zu verschiedenen topologischen und globalen Triggergrößen verarbeitet, wie zum Beispiel transversale Energie, fehlende transversale Energie oder Anzahl der gefundenen Elektronen. Mit wesentlichen Teilen dieses Systems (komplettes Analog- und FADC-System, digitale topologische Energiesummen und Diskriminatortabellen in verschiedenen polaren Regionen des Kalorimeters) wurden gegen Jahresende die ersten kosmischen Schauer getriggert. Ein Beispiel für einen Schauer aus diesen Trigger-Testläufen ist in Abbildung 9 dargestellt.

Bau eines z-Kammer-Triggers bei DESY

Der z-Kammer-Trigger ist in der Lage, neben den vom Vertex kommenden geladenen Teilchen auch solche zu erfassen, die unter flachen Winkeln aus der Richtung des Protonenstrahles kommen. Er kann daher Strahl-Wand- und Strahl-Gas-Wechselwirkungen aus einem Bereich außerhalb der Vertexregion positiv identifizieren und so den Untergrund weiter reduzieren.

Die Simulationen des Untergrunds haben ergeben, daß allein mit diesem Trigger die Strahl-Wand-Rate auf etwa 75 Hz reduziert werden kann. Wegen der erforderlichen Zeitschärfe des Triggersignals wird eine Koinzidenz mit dem System der inneren und äußeren Proportionalkammern hergestellt. Diese Kammern überdecken fast genau den gleichen Raumwinkel wie die z-Kammern. Das hat außerdem den Vorteil, daß mit Hilfe der azimuthalen Unterteilung dieser Kammern zusätzliche topologische Schnitte möglich werden.

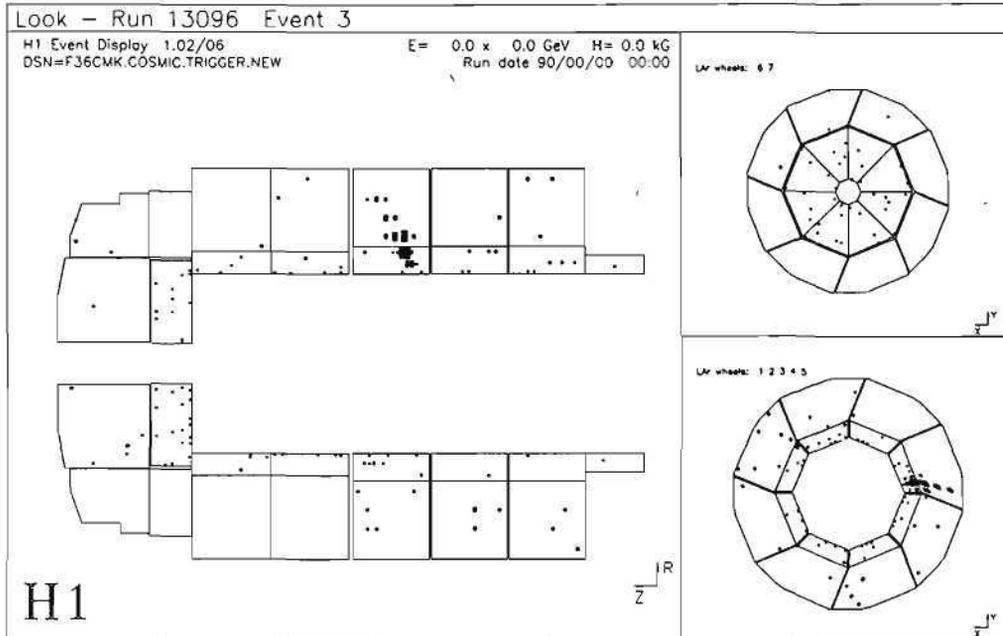


Abbildung 9: Ansicht eines mit dem Kalorimeter-Trigger ausgelösten Schauers.

Im Berichtsjahr wurde die Entwicklung der Hardware weiter vorangetrieben. Insbesondere wurde die Auswertelogik für das Vertex-Histogramm konstruiert. Sie ist in der Lage, innerhalb der vorgegebenen Zeit des Niveau-1-Triggers von etwa $2.2 \mu\text{sec}$ eine Kumulation an einem Vertexpunkt von zwei Spuren oder mehr zu finden und die Signifikanz dieser Anhäufung gegenüber dem benachbarten Untergrund festzustellen. Außerdem wurde die Summierung der Untergrundspuren, die nicht vom Vertex kommen, hardwaremäßig entwickelt, so daß diese Signale, getrennt nach innerer und äußerer Kammer, auch dem Niveau-1-Trigger zur Verfügung stehen werden. Die ersten Prototypen der Eingangskarten (Spursuche in den Einzelsystemen) und der Kombinationskarten (Verbindung von äußerer mit innerer Kammer) wurden ausgiebig getestet. Die für die Spurensuche und die Kombination verwendeten sehr hoch integrierten Bausteine (Logic Cell Arrays der Firma XILINX) wurden in Zusammenarbeit mit der TH Ilmenau (Thüringen) und einer hiesigen Firma für einen großen Teil des Triggers fertig konfiguriert.

Da die gesamte Information, die in den Eingangskarten und der Kombinationskarte in Form von Histogrammen zur Verfügung gestellt wird, wegen der Kürze der Zeit bis zum Niveau-1-Trigger nicht vollständig ausgewertet werden kann, wurden erste Schritte für einen Niveau-2-Trigger gemacht. Dazu wurden alle Histogramme auf ein „neuronales Netzwerk“ in einer Computersimulation gegeben, das mit Physik- und Untergrundereignissen zur Trennung zwischen diesen Klassen trainiert wurde. Es zeigten sich gegenüber der einfachen Untergrund-

reduzierung durch den Niveau-1-Trigger Verbesserungen um den Faktor 4 für den Strahl-Wand-Untergrund. Daher sollen Neuro-Chips im Niveau-2-Trigger verwendet werden.

Zentraler Trigger

Der zentrale Trigger sorgt für die Zeitablauf-Steuerung während des synchronen Teils der Datennahme. Die Kontrolllogik, die mit allen Subkomponenten verbunden ist, wurde bereits im letzten Jahr in Betrieb genommen und hat sich im Berichtsjahr in zwei Meßperioden mit kosmischen Teilchen hervorragend bewährt. Insbesondere konnte jetzt überprüft werden, daß das Pipelinekonzept, das Speichern der Detektorinformationen über einen Zeitraum von mehreren Mikrosekunden bis zum Vorliegen der Triggerentscheidung, wie geplant funktioniert und alle Randbedingungen bezüglich Synchronisation und maximaler Entscheidungszeit eingehalten werden.

Erfahrungen mit dem Prototyp der programmierbaren „Logikkarte“ des zentralen Triggers sowie erhöhte Anforderungen bezüglich Flexibilität und Anzahl der programmierbaren Triggerbedingungen machen ein gänzlich neues Design für diesen Teil der Elektronik notwendig. Hier hat DESY die Entwicklung übernommen.

Parallel dazu wird daran gearbeitet, die Diagnosemöglichkeiten des Triggersystems zu erweitern. Dazu gehören bunch-spezifische Totzeit-Analysen, aber auch Zeitmessung während der Ablaufsteuerung, so daß später im Elektron-Proton-Betrieb gezielt Optimierungen vorgenommen werden können.

Während des Berichtsjahres wurde der zentrale Trigger an das Zeitsignal der HERA-Speicherringanlage angeschlossen. Auf diese Weise war es möglich, die ersten erfolgreichen Luminositätsläufe im H1-Luminositätsdetektor eindeutig mit den Strahlpaketen von HERA zu korrelieren.

Datennahmesystem

Das zentrale Datennahmesystem hat im Berichtsjahr wiederum alle „Feuerproben“ erfolgreich bestanden. Der Datentransfer zur zentralen IBM wurde während des ganzen Jahres routinemäßig praktiziert. Engpässe im Durchsatz, auf der Seite der IBM, der schnellen optischen Verbindung (High-Speed-Serial-Link HSSL) und der Senderseite wurden erkannt und weitgehend beseitigt. Ein neues HSSL-Modul wurde am Ende des Jahres in Betrieb genommen. Der maximal mögliche Durchsatz ist jetzt deutlich größer als 600 kB/s.

Dieser Durchsatz ist wegen der hohen Primärtriggerrate nur dann ausreichend, wenn die „Filterfarm“ die Ereignisrate auf einige Hertz herabsetzt. Entsprechende Filteralgorithmen wurden entwickelt. Die Rechenleistung der Farm wurde von vier auf 15 MIPS-R3000-Prozessoren (CES Raid 8235A) aufgestockt, die in zwei VME-Crates untergebracht sind.

Während der Testläufe mit kosmischen Teilchen war die Filterfarm aktiver Bestandteil der Datennahme. Insbesondere war es bereits möglich, rechenzeitintensive Datenrekonstruktionen auf dieser Stufe durchzuführen. Die Ergebnisse

können auch dezentral beispielsweise als Histogramme über Ethernet abgefragt werden.

Die benutzerfreundliche zentrale Steuerung des Experiments (Supervisor) wurde weiter entwickelt. Das aus dem Offline-Bereich portierte Programm zur graphischen Darstellung von Ereignissen wurde als wertvolles Diagnosewerkzeug während der verschiedenen Testperioden eingesetzt. Histogramme werden zentral gesammelt und dargestellt. Über Ethernet (TCP) läßt sich der gegenwärtige Zustand der Datennahme einschließlich Transfer zur zentralen IBM zu jedem Zeitpunkt weltweit abfragen. Wichtige Komponenten, wie zum Beispiel der zentrale Trigger, lassen sich über dieses Datennetz auch von außerhalb des Kontrollraumes steuern.

Eine StorageTek-Kassetteneinheit mit zwei Lese-/Schreibköpfen wurde in Betrieb genommen und ermöglicht das Aufzeichnen von Daten auf Kassette für den Fall, daß die zentrale IBM nicht verfügbar ist.

Ein Hardware-Alarmsystem überwacht alle wichtigen Parameter des Experiments. Schwankungen und langsame Änderungen von Parametern werden per Rechner registriert und offline gespeichert. Große Abweichungen von den Sollwerten führen zu Alarmsignalen und automatischem Halt der Datennahme.

Nach der Teilrekonstruktion der Rohdaten in der Filterfarm ist die vollständige Rekonstruktion unmittelbar im Anschluß an die Datennahme vorgesehen (Online-Rekonstruktion), wobei hier die Datenreduktion und die Selektion von Ereignissen für die spätere Physikanalyse im Vordergrund stehen. Zu diesem Zweck stehen dem H1-Experiment seit Oktober 1991 zwei leistungsstarke Workstations SGI 4D/460 mit jeweils sechs Prozessoren zur Verfügung, die einer Rechenleistung von sechs IBM-3090-Prozessoren entsprechen. Diese Rechner sind über Ultranet mit der zentralen IBM verbunden, von der die Rohdaten abgerufen werden und auf deren Peripherie die rekonstruierten Daten wieder gespeichert werden.

*Ereignis-
Rekonstruktion*

Bei H1 wurde im Berichtszeitraum in Zusammenarbeit mit den Gruppen des Rechenzentrums neben der Inbetriebnahme der Hardware mit der Entwicklung der notwendigen Software zur Verarbeitung der anfallenden Daten mit einer Rate von etwa 500 kB/s und deren Überwachung begonnen, wobei insbesondere die folgenden Aufgaben berücksichtigt wurden:

- Kopieren der Rohdaten von Kassetten auf temporären Plattenplatz
- Installation des Rekonstruktionsprogramms auf den Workstations
- Starten und Überwachen der Rekonstruktionsprozesse auf den Workstations

- Austausch der Daten zwischen der zentralen IBM und den Workstations unter Verwendung von Standardprotokollen (TCP/IP)
- Verteilung der HERA-Ereignisse auf mehrere Prozesse
- Zugriff auf Kalibrationsdaten durch das Rekonstruktionsprogramm
- Kopieren der rekonstruierten Daten vom temporären Plattenplatz auf Kassetten (Production Output Tape), wobei die Ereignisse mittels einer speziellen Art des File-Zugriffs (Keyed Access) sortiert werden
- Überwachung und Steuerung der Online-Rekonstruktion

In mehreren Bereichen, insbesondere in der Benutzung von Ultranet unter dem Betriebssystem MVS, der dynamischen Allokierung von Kassetten und der Verwendung des Keyed Access, war die H1-Kollaboration Erstanwender und konnte zur Verbesserung der jeweiligen Installation beitragen.

Während des H1-Testlaufs mit kosmischen Myonen im Oktober und November 1991 wurde der Betrieb der Online-Rekonstruktion unter realen Bedingungen über einen längeren Zeitraum getestet. Insgesamt wurden etwa 1.5 Millionen getriggerte Ereignisse vollständig rekonstruiert und etwa 700 C3480-Kassetten beschrieben. Bei diesem Testbetrieb ergaben sich Engpässe beim Datenfluß von und zur IBM, die inzwischen durch Modifikationen der Server-Software behoben werden konnten. Es ist daher zu erwarten, daß die Rekonstruktionsfarm das anfallende Datenvolumen online verarbeiten kann.

Software

Vollständige Versionen der detaillierten Simulationsprogramme für den H1-Detektor (Versionen mit voller bzw. parametrisierter Schauerentwicklung mit digitalisiertem Output sowie superschnelle vereinfachte Monte-Carlo-Programme) sind verfügbar und werden extensiv genutzt. Die Ereignisgraphik für den Detektor wurde vervollständigt und verbessert. Sie wird sowohl offline als auch online genutzt und hat sich während der Testperioden bewährt. Die Software für die Datenrekonstruktion wurde vervollständigt und systematisch verbessert. Eine wichtige Erfahrung war dabei die Rekonstruktion von im Detektor registrierten kosmischen Myonen, mit deren Hilfe erstmals die Kalibration der Spurkammern und die effektive Handhabung von Daten mit elektronischem Rauschen im Flüssig-Argon-Kalorimeter geübt werden konnten. Gleichzeitig konnte das H1-Datenbanksystem insbesondere zur Speicherung und zum Abruf der sich häufiger ändernden Kalibrationskonstanten getestet werden. Ein Schwerpunkt der Arbeit im zweiten Halbjahr war die Erstellung und der Test von Software zur Teilchenidentifizierung, zur Vertexbestimmung und zur Analyse der Daten. Das Programmpaket H1PHAN ist ein Rahmenprogramm zur Physikanalyse, das einfachen direkten Zugriff auf alle für die Analyse notwendigen Ereignisgrößen gibt und dazu eine Programmbibliothek von Hilfsfunktionen, mit denen komplexere Größen berechnet werden, wie zum Beispiel

Jet-Algorithmen oder Energieflußfunktionen. Das Programm wird inzwischen intensiv für Physikuntersuchungen und Programmtests genutzt. Sämtliche Daten von H1 wurden im Berichtsjahr auf F-Pack-Format umgestellt, das den Datenaustausch zwischen allen Rechnertypen in der Kollaboration auch über Datennetz erlaubt.

Während der Inbetriebnahme des Elektronen- und Protonenrings von HERA in 1991 und des ersten Elektron-Proton-Betriebs wurden von H1 die Luminositätszähler zur Überwachung des Elektronstrahls und zum Nachweis von Kollisionen sowie spezielle Detektoren in der H1-Wechselwirkungsregion zum Studium des von Protonen induzierten Untergrunds aktiviert. Die Informationen dieser Detektoren wurden direkt in den HERA-Kontrollraum übertragen und dienen zur Feineinstellung der Strahlen und zum Nachweis von Kollisionen. Daneben wurden repräsentative Daten zur späteren Auswertung registriert.

*Messungen
während der
Inbetriebnahme
von HERA*

Die Detektoren zur Messung des Protonenstrahl-Untergrunds bestehen aus zwei „Vetowänden“, einer kleineren inneren und einer größeren äußeren, die in 7.9 und 6.4 m Entfernung vor dem Wechselwirkungspunkt aufgestellt waren. Sie bestehen aus jeweils vier großflächigen Zählerpaaren, die den Durchgang eines hochenergetischen Teilchens in Koinzidenz registrieren. Es wurde gemessen, ob das registrierte Teilchen zeitlich zum Halo des Elektronen- oder Protonenstrahls gehörte. Außerdem wurden während der Tests das Energiespektrum und die Richtung der Untergrundstrahlung am Wechselwirkungspunkt gemessen. Dazu wurde ein vier Wechselwirkungslängen tiefes Eisen-Szintillator-Kalorimeter eingesetzt. Typische Ergebnisse aus Strahltests von Ende November mit Elektron-Proton-Kollisionen bei Energien von 26.6 GeV für Elektronen und 480 GeV für Protonen sind in Abbildung 10 gezeigt. Während dieser Zeit wurde am H1-Wechselwirkungspunkt im Multibunch-Betrieb (10 Elektronen- und 10 Protonen-Pakete) eine Luminosität von $3 \times 10^{28} \text{ cm}^{-2} \text{ s}^{-1}$ erreicht. Die Lebensdauer des Protonenstrahls betrug dabei etwa fünf Stunden. Abbildung 10 zeigt den zeitlichen Verlauf eines typischen Strahltests mit Protonen-Injektion und Beschleunigung auf 480 GeV, Elektronen-Injektion und Beschleunigung auf 26.6 GeV und dann Einstellen von Kollisionen zwischen den einzelnen Elektronen- und Protonen-Paketen. Oben ist die gemessene Rate des Protonenstrahl-Untergrunds als Summe aller Veto-Zähler-Koinzidenzen, unten die zugehörige Luminositätsmessung mit dem H1-Luminositätsmonitor-System gezeigt. Vor den Elektron-Proton-Kollisionen dominiert die Strahl-Gas-Wechselwirkung – der Restgasdruck in den warmen Strahlsektionen um H1 betrug einige 10^{-8} Torr. Bei Kollisionen bläht das elektrische Feld der Elektronen-Pakete die Protonen-Pakete auf, und es kommt zu Strahl-Wand-Wechselwirkungen, die die Lebensdauer des Protonenstrahls und der Luminosität bisher auf einige Stunden limitieren.

Die Resultate der Strahluntergrund-Messungen im H1-Gebiet lassen erwarten, daß bei der gewählten Strahloptik und -konfiguration die Totzeitverluste, die

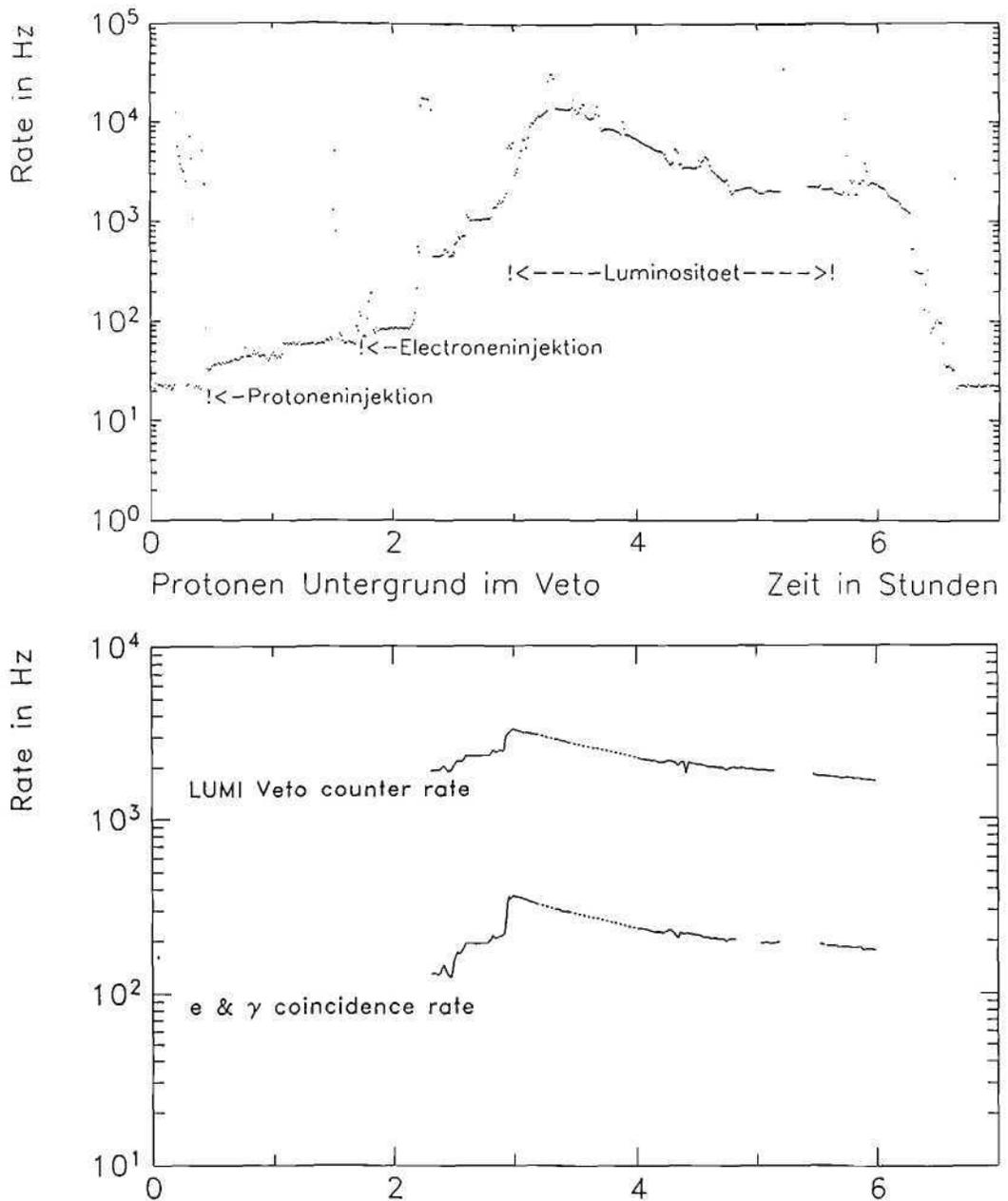


Abbildung 10: Verlauf von Intensitätsmessungen, wie sie von H1 während eines Elektron-Proton-Kollisionslaufs Ende November registriert wurden. Oben ist der Verlauf der Proton-Untergrundrate aus den Vetowänden, unten der Verlauf des Luminositätssignals als Funktion der Zeit dargestellt.

durch das Veto gegen untergrundbehaftete Protonen-Bunche verursacht werden, für das H1-Experiment etwa 20% betragen, wenn man zu einer Luminosität von $10^{30} \text{ cm}^{-2} \text{ s}^{-1}$ extrapoliert. Die Untergrundrate sollte allerdings durch die Inbetriebnahme eines Blendensystems in der Halle West des HERA-Speicherrings noch um etwa einen Faktor 20 reduziert werden. Die Messungen mit dem Testkalorimeter zeigen, daß der Untergrund am Wechselwirkungspunkt logarithmisch mit der Energie abfällt. Die Rate für Schauer oberhalb 0.5 GeV beträgt 2.4 MHz.

Gegenwärtig wird für den H1-Experimentierbetrieb symmetrisch um den Kompensations-Magneten eine vergrößerte äußere Veto-Doppelwand ($4.0 \times 4.2 \text{ m}^2$) aus zehn großflächigen Zählerpaaren installiert.

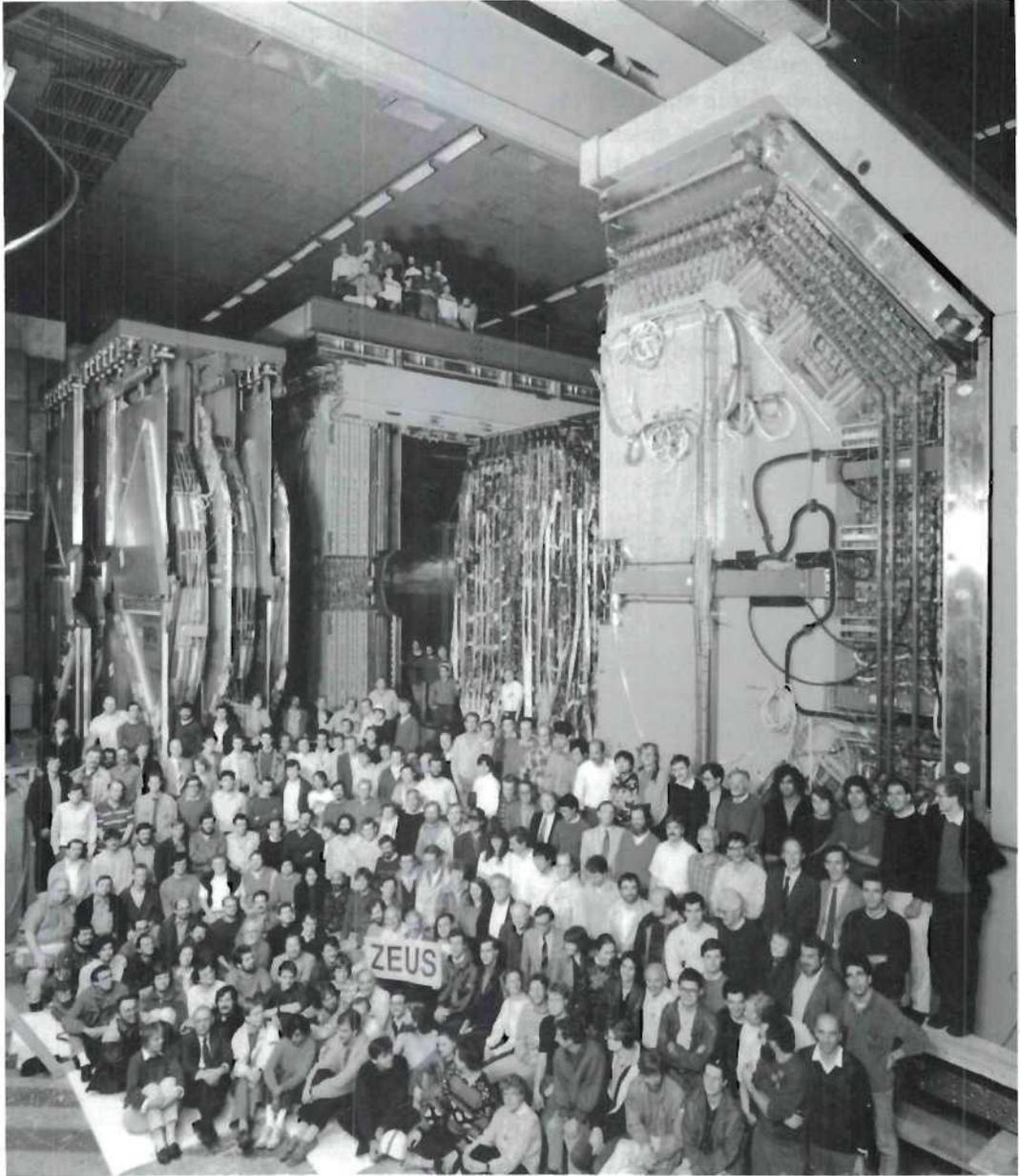


Abbildung 11: *Blick auf das geöffnete Eisenjoch und den Vorwärtsbereich des Uran-Szintillator-Kalorimeters; links im Bild das Vorwärts-Myonspektrometer.*
(Foto: H. Thum-Schmielau)

ZEUS-Kollaboration

Beteiligte Institute: NIKHEF Amsterdam, 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, Jagellonian Univ. Cracow, Rutherford Appleton Lab. Chilton, York Univ. Downsvie, Univ. Firenze, INFN Frascati, Univ. Freiburg, Univ. Glasgow, DESY und Univ. Hamburg, Univ. of Iowa Iowa City, Columbia Univ. Irvington, KFA Jülich, Imperial Coll. and University Coll. London, Louisiana State Univ. Baton Rouge, Univ. of Wisconsin Madison, Univ. Autonoma Madrid, McGill Univ. Montreal, Oxford Univ., Univ. Padova, Weizmann Inst. Rehovot, Univ. „La Sapienza“ Roma, Univ. of California Santa Cruz, Univ. GHS Siegen, Tel Aviv Univ., Tokyo Metropolitan Univ., Tokyo Univ., Univ. Torino, Toronto Univ., Pennsylvania State Univ. University Park, BNL-AUI Upton, Univ. Warsaw, Univ. of Manitoba Winnipeg, IfH Zeuthen.

Sprecher: G. Wolf, DESY

Überblick

Im Verlauf des Jahres 1991 wurde der Einbau der Detektorkomponenten praktisch abgeschlossen (Abb. 11–13).

Nach dem Ende der HERA-Maschinentests Anfang Dezember wurde der Ringtunnel im Bereich der ZEUS-Halle abgebaut, und es wurde mit den Vorbereitungen für das Einfahren des Detektors in die Wechselwirkungszone begonnen. In zwei Höhenstrahltests im September und Dezember wurden ein Teil der Detektorkomponenten, das Datennahmesystem und die Programmkette für die Rekonstruktion in Betrieb genommen.

Die Installation der 48 Module des Uran(DU)-Szintillator-Kalorimeters im Vorwärts- (FCAL) und Rückwärtsbereich (RCAL) wurde im April beendet (Abb. 14). Vom Zentralteil (BCAL) wurden im Mai 29 der insgesamt 32 Module installiert; die restlichen drei Module wurden nach Eichmessungen mit Teilchenstrahlen am Fermilab (Chicago) im September eingebaut (Abb. 15).

Im Anschluß an den Einbau der BCAL-Module wurde im Juni und Juli die zentrale Driftkammer installiert (Abb. 16). Die Verdrahtung, Bestückung und Erprobung der Kammern des Vorwärtsspurdetektors (FDET) wurde durch einen massiven Einsatz von DESY sowie der Gruppen aus Bonn, Glasgow, Madrid und Siegen rechtzeitig abgeschlossen und ihr Einbau (Abb. 17) im Oktober und November zusammen mit dem Vertexdetektor (Abb. 18) durchgeführt. Sämtliche Proportionalrohrkammern des Jochkalorimeters (BAC) einschließlich



Abbildung 12: *Blick in das Jochinnere und auf die inneren Myonkammern.* (Foto: T.J. Fraser)

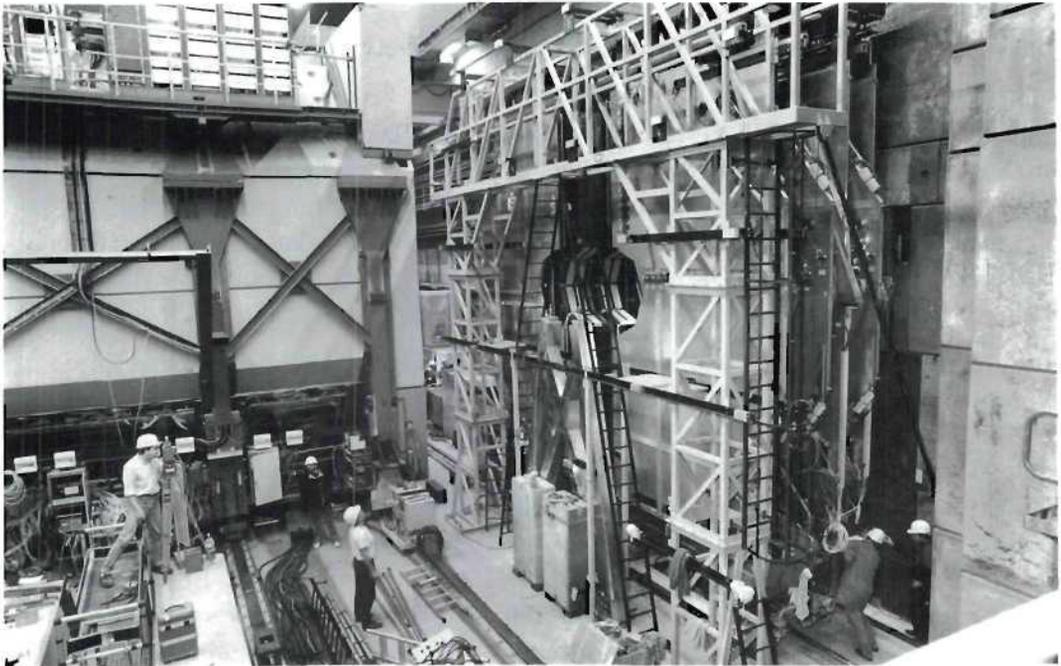


Abbildung 13: *Teil des Vorwärts-Myondetektors.* (42337/7A)

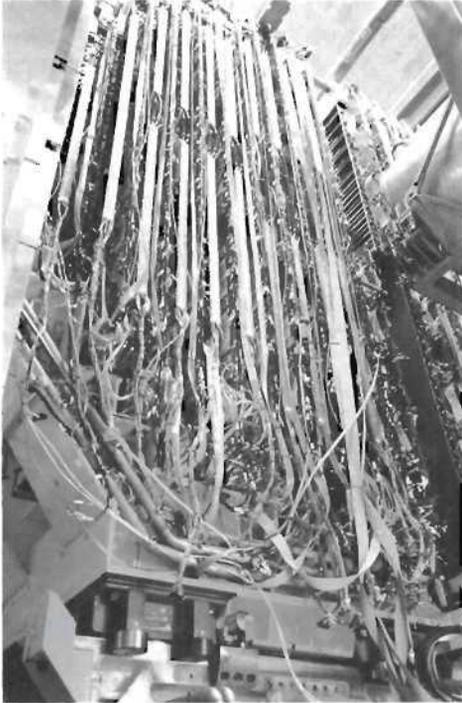


Abbildung 14: *Blick auf den Rückwärtsbereich des Uran-Szintillator-Kalorimeters.* (Foto: T.J. Fraser).

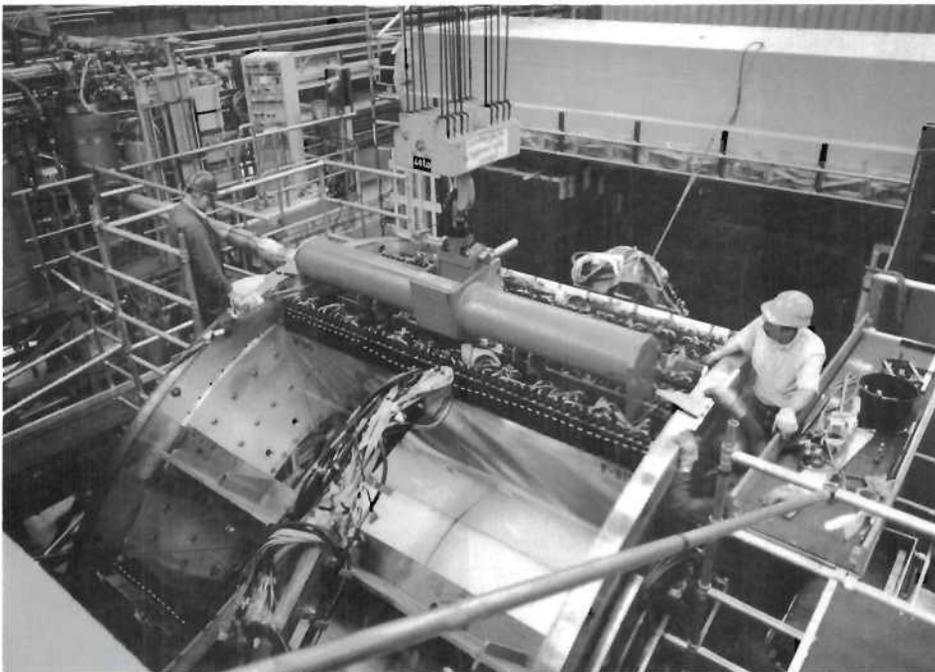


Abbildung 15: *Einbau eines Kalorimetermoduls im Zentralbereich.*
(Foto: T.J. Fraser)

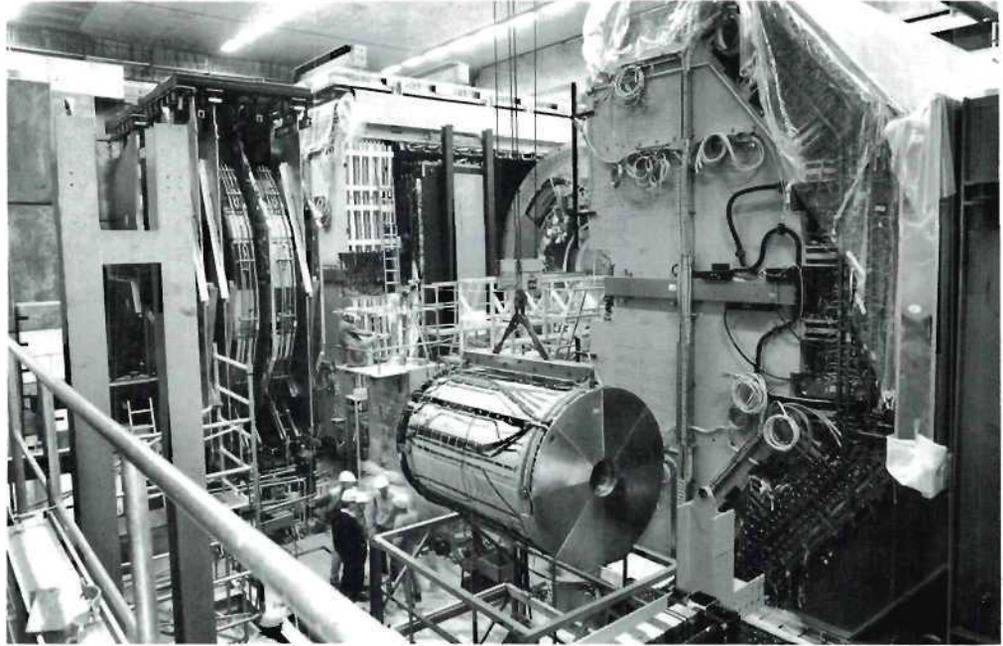


Abbildung 16: Die zentrale Driftkammer auf ihrem Weg zum Einbau. (42259/4)

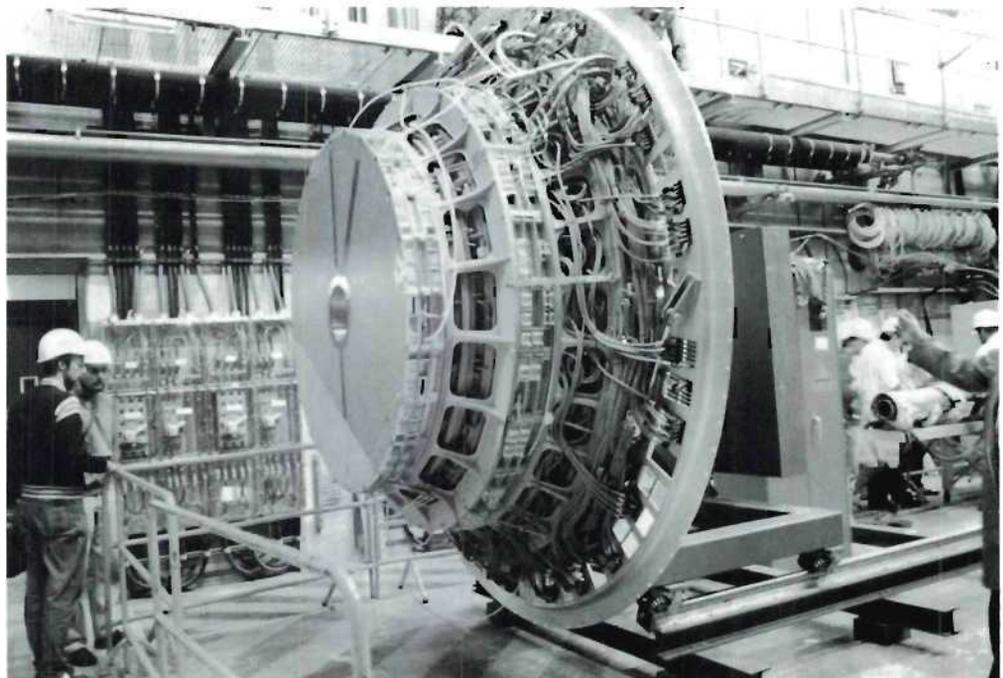


Abbildung 17: Der Vorwärtsspurdetektor bereit zum Einbau.

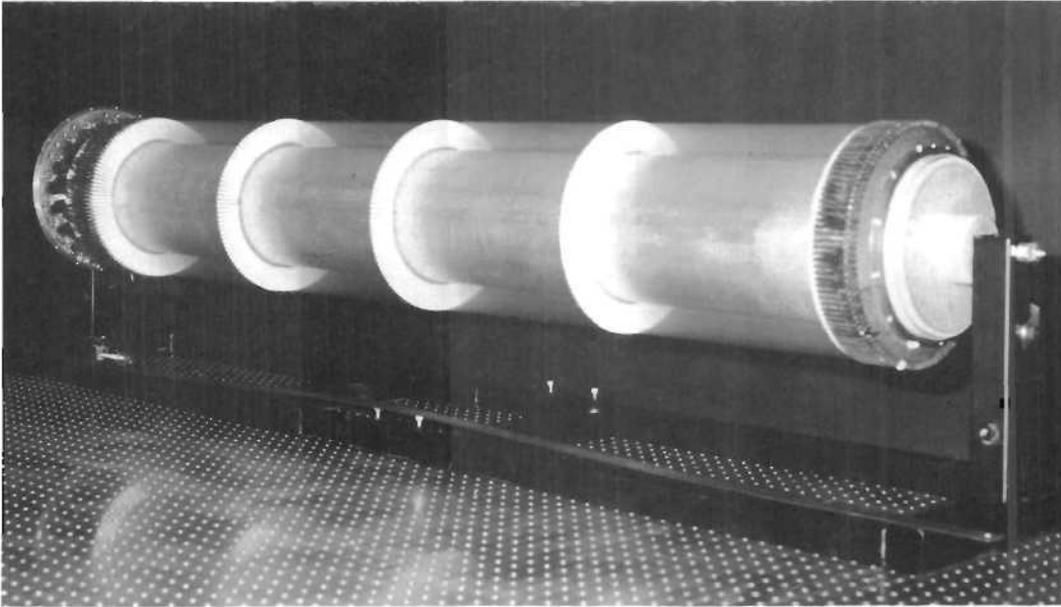


Abbildung 18: *Der Vertexdetektor.*

der Kammern mit zusätzlicher Messung von Myon-Spuren im Unterjoch waren zum Jahresende installiert (Abb. 19).

Die Toroide des Vorwärts-Myondetektors (FMUON) wurden mit Drift- und Limited-Streamerrohrkammern bestückt. Sämtliche Kammern für den Myonen-Nachweis im zentralen Bereich (BMUON) wurden eingebaut (Abb. 20). Zwei von insgesamt sechs Meßstationen des Vorwärts-Proton-Spektrometers wurden im Protonenring installiert; die übrigen Stationen wurden für den Einbau vorbereitet.

Als HERA im Juli Elektronen speicherte, wurde mit dem Luminositätsmonitor Bremsstrahlung am Restgas im Strahlrohr nachgewiesen. Die ersten Zusammenstöße zwischen 26.5-GeV-Elektronen und 480-GeV-Protonen in der ZEUS-Wechselwirkungszone erfolgten am 5. November. Sie wurden im Luminositätsmonitor über die Reaktion $ep \rightarrow ep\gamma$ unter gleichzeitiger Beobachtung von Elektronen und Photonen nachgewiesen. Die entsprechenden Ereignisse zeigen sich in der Verteilung der Elektron- und Photon-Energien (Abb. 21) als ein Band, für das die Summe der Elektron- und Photon-Energien gleich der Elektronen-Strahlenergie von 26.5 GeV ist.

Im folgenden werden die Projekte ausführlicher beschrieben, an denen Gruppen von DESY und der Universität Hamburg beteiligt sind.

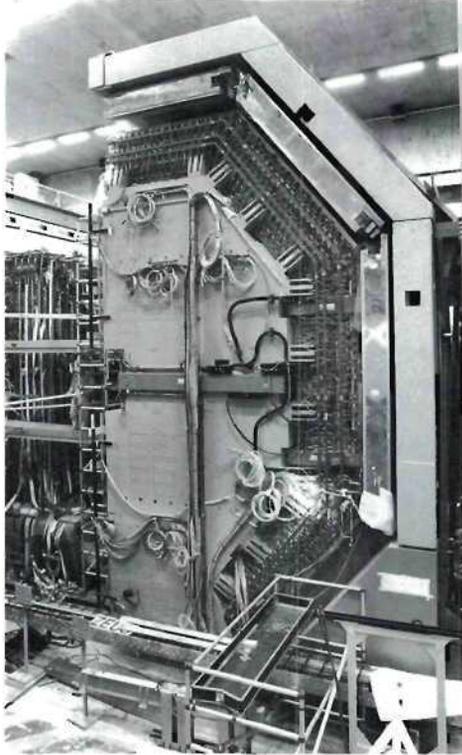


Abbildung 19: Blick auf die Stirnseite des Jochs und die Proportionalrohrkammern des Jochkalorimeters. (42287/9A)

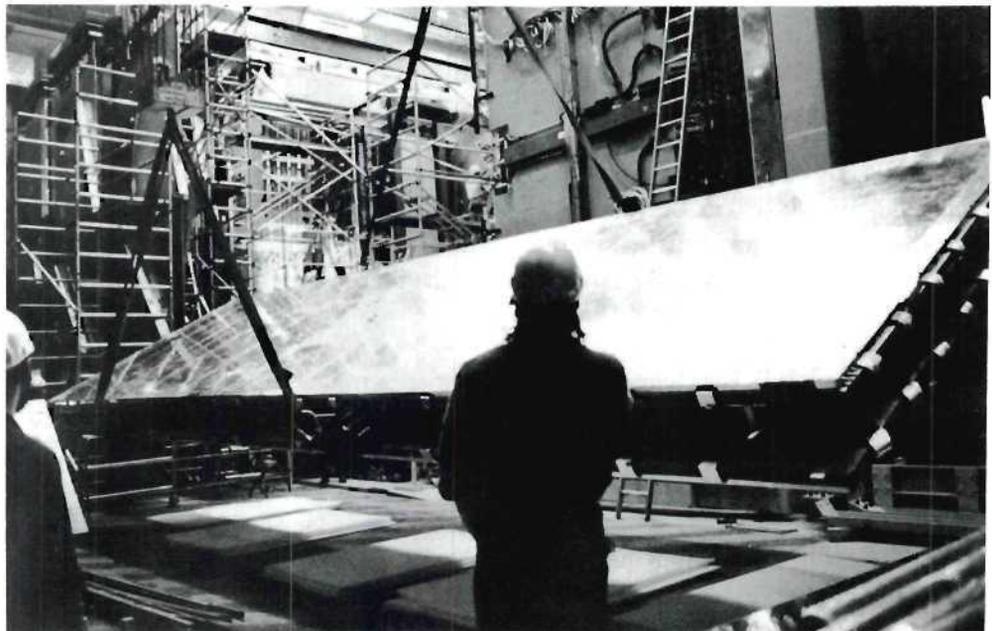


Abbildung 20: Einbau einer $4 \times 11 \text{ m}^2$ großen Kammer des BMUON-Detektors. (Foto: T.J. Fraser)

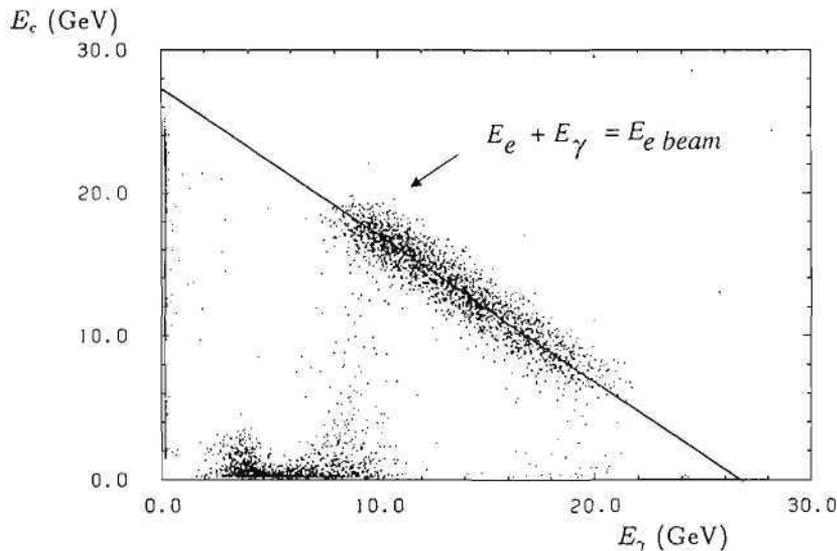


Abbildung 21: Beobachtung von Elektron-Proton-Kollisionen in HERA mit dem Luminositätsmonitor. Gezeigt sind die Energien von Elektron und Photon, die gleichzeitig nachgewiesen wurden.

Große Detektorkomponenten und Sicherheit

Der Kompenstationsmagnet, der im Herbst 1990 in ZEUS eingebaut worden war, wurde im Januar gemeinsam mit dem Solenoid abgekühlt und bei dem Nennstrom von 888 A entsprechend einem Feld von 4.7 T auf der Achse betrieben. Bei einem zweiten Betrieb im August wurde unter Mitwirkung des DESY-Hallendienstes die magnetische Achse des Kompensators gemessen. Die dafür vom DESY-Hallendienst gebaute Apparatur maß die Feldkomponenten mit drei orthonormalen Hallproben. Zur Messung wurde die Meßapparatur entlang der mechanischen Achse des Kompensators ausgerichtet und die Feldwerte unter verschiedenen Winkeln und Radien ermittelt. Auf diese Weise wurde die Abweichung zwischen mechanischer und magnetischer Achse auf etwa 0.2 mm genau gemessen (Abb. 22).

Die Messung ergab, daß nach Korrektur auf die thermische Kontraktion die magnetische Achse des Kompensators mit seiner mechanischen übereinstimmt.

Das zur Kühlung notwendige Helium wird von der HERA-Kälteanlage an die ZEUS-Kältebox geliefert, die Druck und Temperatur an die Erfordernisse der ZEUS-Magnete anpaßt. Die Steuerung der Ventile und die Funktionsüberwachung durch Fluß-, Niveau-, Druck- und Temperaturmesser wurde inzwischen weitgehend automatisiert.

*Supraleitende
Magnete*

Kälteversorgung

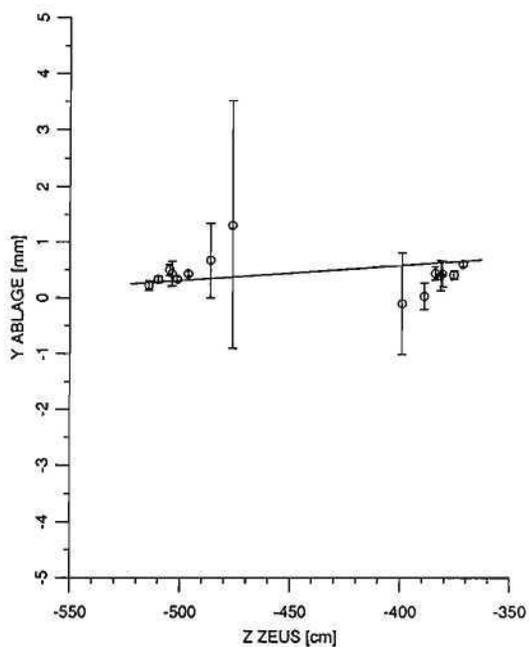


Abbildung 22: Messung der vertikalen Ablage der magnetischen Achse des Kompensationsmagneten. Die eingezeichnete Gerade zeigt die mechanische Achse.

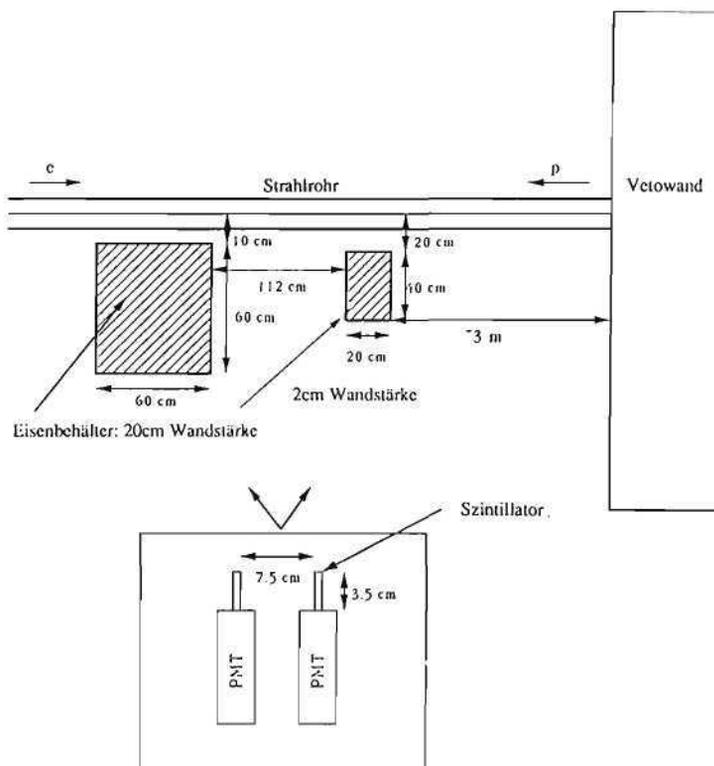


Abbildung 23: Anordnung der Zählerhodoskope in der Nähe des Wechselwirkungspunkts zur Messung des Strahlungsuntergrunds.

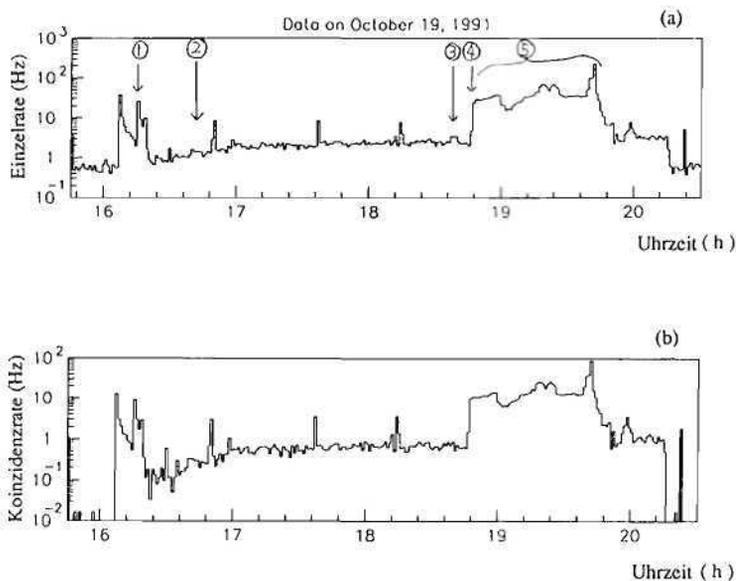


Abbildung 24: Zeitlicher Verlauf der Untergrundraten für verschiedene Maschinenzustände: 1. Protonen-Injektion, 2. Protonen erreichen 480 GeV, 3. Elektronen-Injektion, 4. und 5. Elektron-Proton-Kollisionen ($E_p = 480 \text{ GeV}$, $E_e = 12 \text{ GeV}$, $I_p = 80 \mu\text{A}$).

Das etwa 11 m lange Strahlrohr wurde bei DESY hergestellt und erprobt. Im Testbetrieb wurde ein Vakuum von $3 \times 10^{-10} \text{ hPa}$ erreicht. Die zwei beweglichen Synchrotronstrahlungs-Absorber wurden in Betrieb genommen und ihre Funktion im Magnetfeld überprüft. Der Mittelteil des Strahlrohrs, der eine Wanddicke von 1% einer Strahlungslänge hat, wurde zusammen mit dem Vertexdetektor eingebaut.

Strahlrohr

Zur Überwachung des Strahlungsuntergrunds wurde ein Wolfram-Kalorimeter vorbereitet, das mit Siliziumdioden instrumentiert ist. Zur Messung des Strahlungsuntergrunds während der HERA-Strahltests wurden zwei Szintillationszähler-Hodoskope in der Nähe des Wechselwirkungspunktes aufgestellt (Abb. 23). In jedem Hodoskop sind jeweils zwei Szintillationszähler untergebracht. Eines der Hodoskope ist mit einer 20 cm dicken Eisenwand abgeschirmt und damit unempfindlich auf Synchrotronstrahlung. Das andere Hodoskop hat eine 2 cm dicke Eisenabschirmung. Mit diesen Zählern wurden die Einzel- und Koinzidenzzählraten, integriert über jeweils zwei Sekunden, gemessen und für die gesamte Meßperiode von HERA aufgezeichnet. Es zeigte sich, daß der Untergrund, der von einem gespeicherten Protonenstrahl allein erzeugt wird, sehr klein ist. Dies steht im Einklang mit der Lebensdauer des Protonenstrahls von über 100 Stunden. Der Untergrund steigt um ein bis zwei Größenordnungen an, sobald der Elektronen- und Protonenstrahl zur Kollision gebracht werden (Abb. 24).

Die Strahl-Strahl-Wechselwirkung verringert die Lebensdauer und führt zur Ausbildung eines Strahlhalos um den Protonenstrahl. Die Untergrundraten nehmen etwa quadratisch mit dem Abstand vom Strahl ab. Eine Extrapolation der Messungen auf die Nennströme für beide Strahlen zeigt, daß der Strahluntergrund für das Experiment erträglich sein sollte, wenn er, wie vorgesehen, durch Kollimatoren in Halle West abgestreift werden kann.

Sicherheit

Mit dem Aufbau des Detektors wurde auch das ZEUS-Sicherheitssystem weiter ausgebaut. Rauchmelder wurden in allen Elektronikschränken und in den kabelführenden Böden und Decken installiert. An der Hallendecke wurden Schaumgeneratoren eingebaut, um im äußersten Notfall die Halle innerhalb von 15 Minuten mit Leichtschaum (Luft : Wasser = 400 : 1) füllen zu können.

Für die Überwachung von brennbaren Gasen wurden katalytische Gasdetektoren in den Gasmischräumen und in der Halle installiert. Ausströmendes Gas erzeugt einen Alarm, wenn das Gas-Luftgemisch die 20% der unteren Explosionsgrenze erreicht. In diesem Fall werden Gas- und Stromzufuhr automatisch unterbrochen.

Detektoren, die mit brennbaren Gasen betrieben werden, sind mit einem stickstoffgefüllten Sicherheitsvolumen umgeben. Der Stickstoff wird mit einem Quadrupol-Massenspektrometer nach austretenden brennbaren Gasen untersucht. Abbildung 25a zeigt das für „reinen“ Stickstoff aufgenommene Massenspektrum. Die Maxima bei $m/e = 14, 15, 28$ und 29 stammen vom Stickstoff, jene bei $16, 17, 18$ und 32 vom Wasser. Eine Beimengung von nur 0.5% Äthan kann sicher nachgewiesen werden, wie Abbildung 25b zeigt.

Uran(DU)-Szintillator-Kalorimeter

Einbau

Das 710 t schwere Kalorimeter besteht aus 80 Modulen. Der aufwendige Transport der Module von den Produktionsstätten in Argonne (USA), NIKHEF (Niederlande), Jülich und York (Kanada) verlief problemlos. Am DESY wurden die Module einer sorgfältigen Qualitätskontrolle unterzogen. Zunächst wurde die Eichung mit der Uran-Radioaktivität (UNO) durchgeführt. Anschließend wurde mit einer punktförmigen ^{60}Co -Quelle, die an den Kalorimetertürmen entlangefahren wurde, die Lage, Lichtausbeute und Abschwächungslänge von allen Szintillatorplatten und Wellenlängenschiebern (WLS) überprüft (Abb. 26). Diese Messungen lieferten auch präzise Referenzdaten, um die Langzeitstabilität des Kalorimeters während der Existenz des ZEUS-Detektors zu überwachen. Die Eichung der Kalorimetermodule mit der Radioaktivität des Urans wurde mittels Myonen aus der Höhenstrahlung überprüft. Die Ergebnisse bestätigen die in den Strahlungsmessungen erreichte Eichgenauigkeit von 1% (Abb. 27). Nach dem Einbau der Module in ZEUS wurde die analoge Auslese- und Trigger-Elektronik an den Modulen montiert und getestet. Parallel dazu wurde im

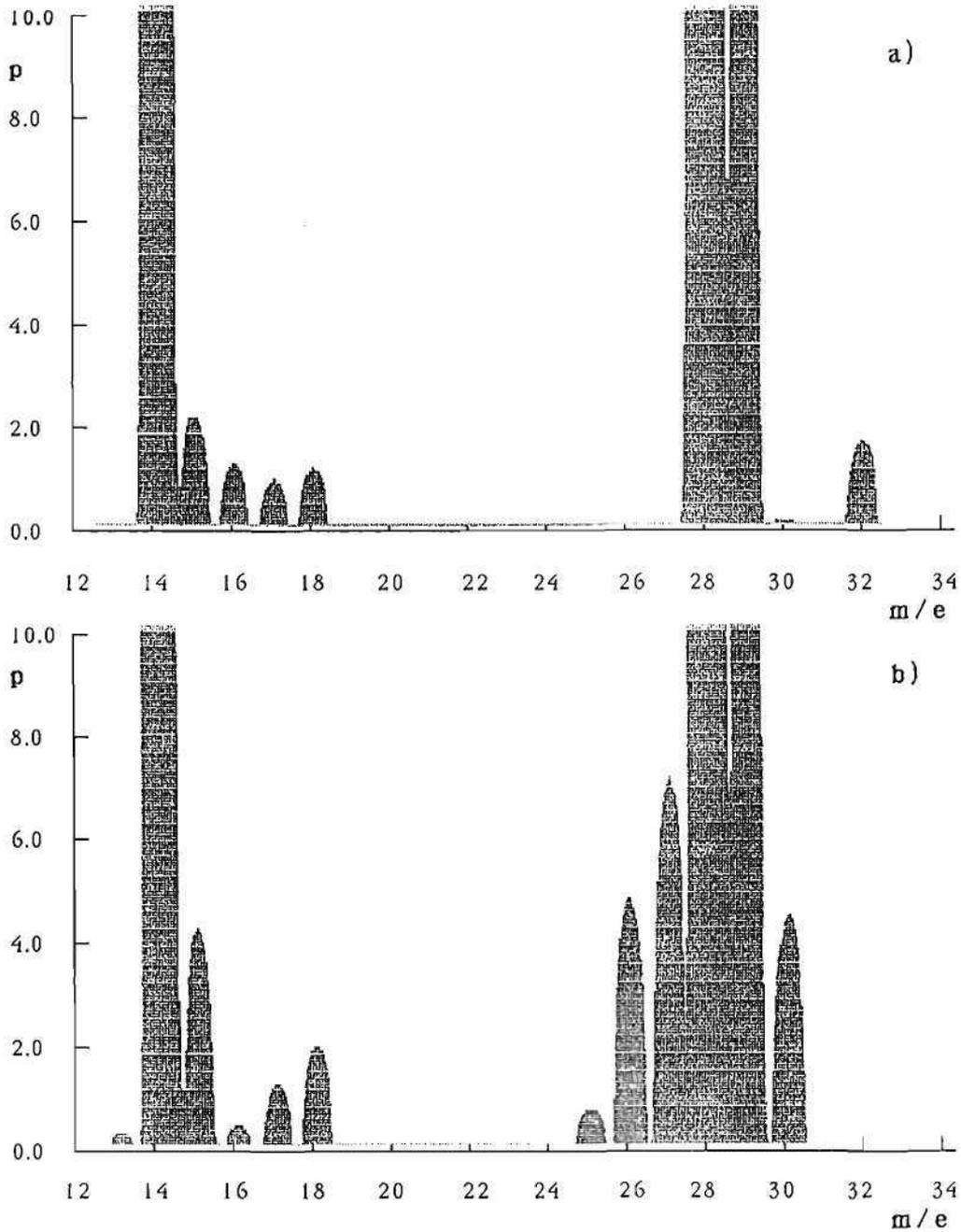


Abbildung 25: Massenspektrum für reinen Stickstoff (a) und für eine Beimengung von 0.5% Äthan (b), gemessen mit einem Quadrupol-Massenspektrometer in Einheiten des Verhältnisses von Masse zu Ladung m/e .

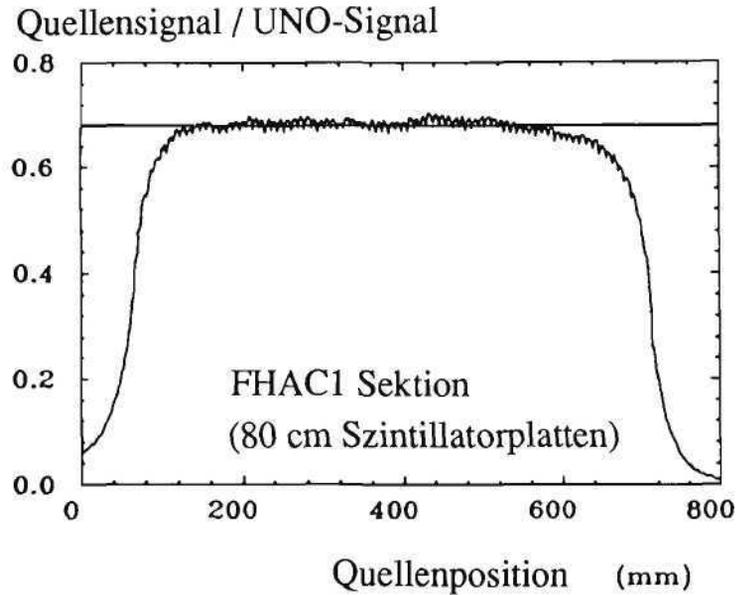


Abbildung 26: Überprüfung eines Kalorimetermoduls mit einer ^{60}Co -Quelle. Das Verhältnis der Kalorimetersignale für die Quelle und die Radioaktivität des Urans (UNO) ist in Abhängigkeit von der Quellenposition aufgetragen.

Elektronik-Rucksack die übrige Auslese- und Trigger-Elektronik installiert und an den Kalorimeterrechner und die zentrale Datenerfassung angekoppelt.

Im Sommer wurde für einen Teil der Module die gesamte Datenerfassungskette in Betrieb genommen. Ein wichtiges Ergebnis ist, daß auch in der ZEUS-Halle die erstklassige Stabilität und das geringe Rauschen erreicht werden konnten, das für einzelne Module bei Testmessungen beobachtet worden war (Abb. 28).

Betrieb im Magnetfeld

Ein weiterer wichtiger Schritt war das Einschalten des Solenoids im August und der Betrieb des Kalorimeters im Magnetfeld. Die auf das Kalorimeter wirkenden Kräfte bereiten keine Schwierigkeiten und die magnetische Abschirmung der Photovervielfacher ist ausreichend. Die Änderung der Szintillatorlichtausbeute entspricht den aus Testmessungen erwarteten Werten (Abb. 29).

Höhenstrahltests

In den Höhenstrahltests erlaubte ein Prototyp des Kalorimetertriggers, Myonen nachzuweisen. Die Pulshöhenverteilung für Myonen, die das Zentralkalorimeter (BCAL) ganz, das heißt ein oberes und ein unteres Modul, durchdringen, ist in Abbildung 30 dargestellt. Der Mittelwert der Pulshöhe je Modul beträgt 2.4 GeV; er liegt damit weit über dem Beitrag des elektronischen Rauschens (15 MeV) und der Radioaktivität des Urans (40 MeV) je Superturm.

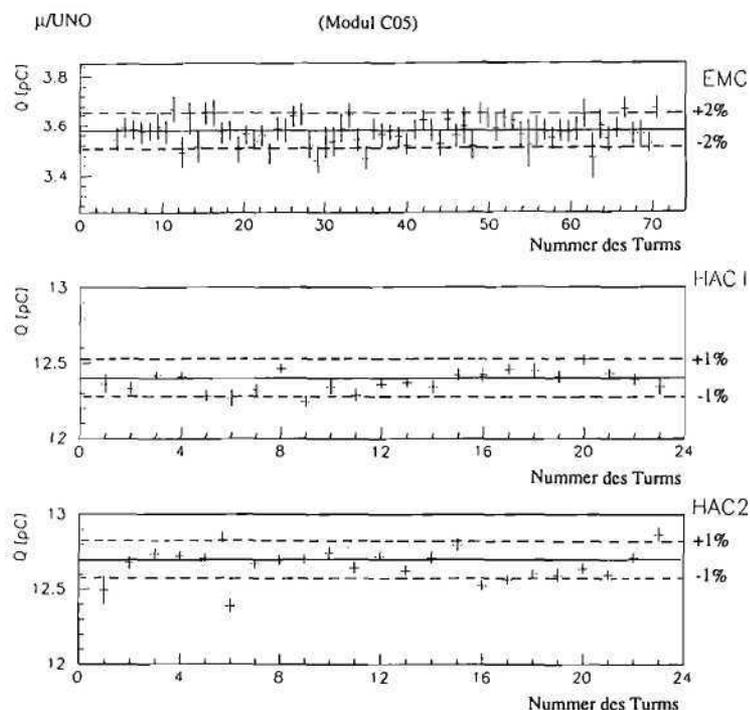


Abbildung 27: Eichung der Kalorimetermodule mit Myonen der Höhenstrahlung. Aufgetragen ist für die elektromagnetischen (EMC) und hadronischen Türme (HAC1, HAC2) eines Moduls das Verhältnis von Myonsignal zu Uran-signal (UNO).

In Zusammenarbeit mit dem Fraunhofer-Institut IMS in Duisburg wurden Chips für die $5\mu\text{sec}$ -Verzögerungsleitung und den analogen Zwischenspeicher entwickelt. An diesen wurden Langzeitmessungen mit und ohne radioaktiver Strahlung durchgeführt. Strahlungsdosen oberhalb einigen tausend rad, wie sie eventuell beim Betrieb von HERA auftreten können, verändern die elektronischen Eigenschaften der Chips. Zusätzlich treten auch ohne Strahlung Alterungseffekte (hot electrons) auf. Beide Effekte konnten mittels detaillierter Messungen verstanden werden. Im Oktober wurden die notwendigen technologischen Änderungen ausgearbeitet und mit dem Entwurf verbesserter Chips begonnen.

Mikroelektronik-
bausteine

Neben der Bestimmung der Langzeitstabilität wurde das Ansprechverhalten am Kalorimeterrand mit Teilchenstrahlen untersucht, um die Eigenschaften des Kalorimeters in der Nähe der Strahlröhre zu ermitteln. Außerdem wurde der Einfluß von Absorbermaterial vor dem Kalorimeter mit Elektronen, Hadronen und Teilchenbündeln (Jets) weiter untersucht.

Messungen mit
dem Prototyp-
Kalorimeter

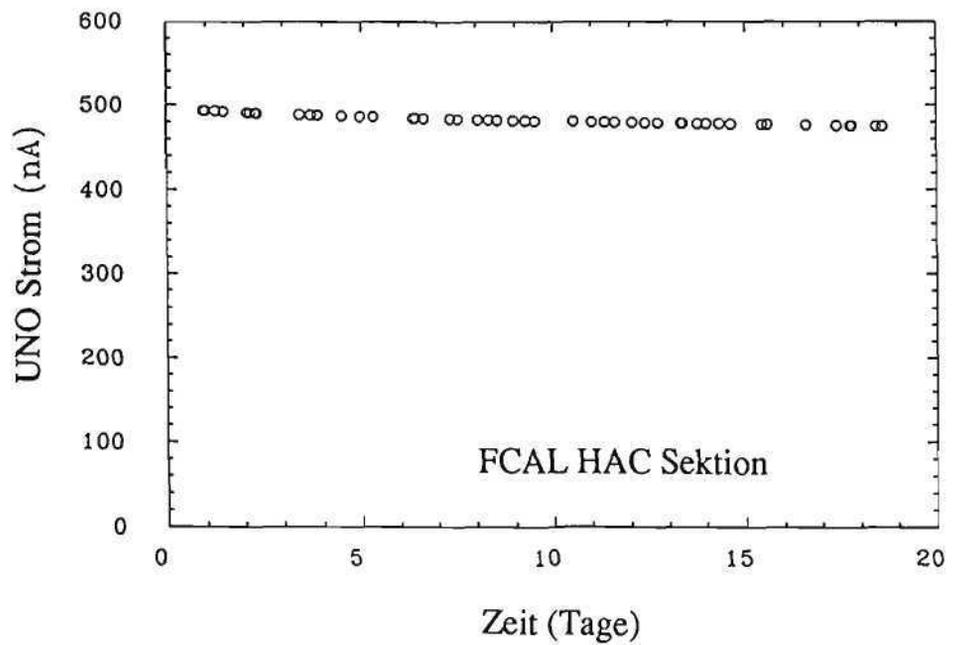
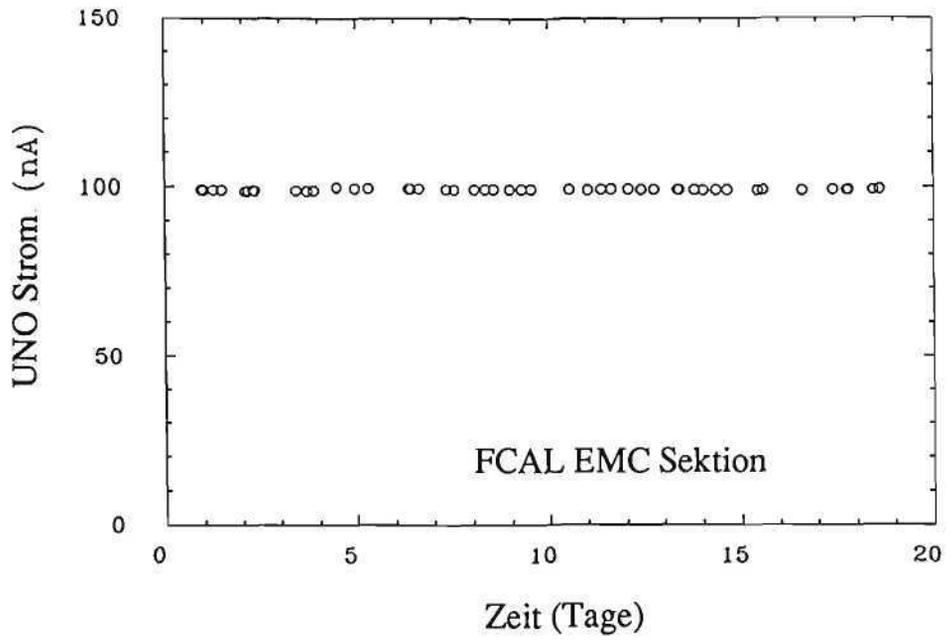


Abbildung 28: Langzeitstabilität des Vorwärtskalorimeters. Gezeigt ist das Uransignal, gemessen über eine Dauer von 18 Tagen bei fester Röhrensinnung.

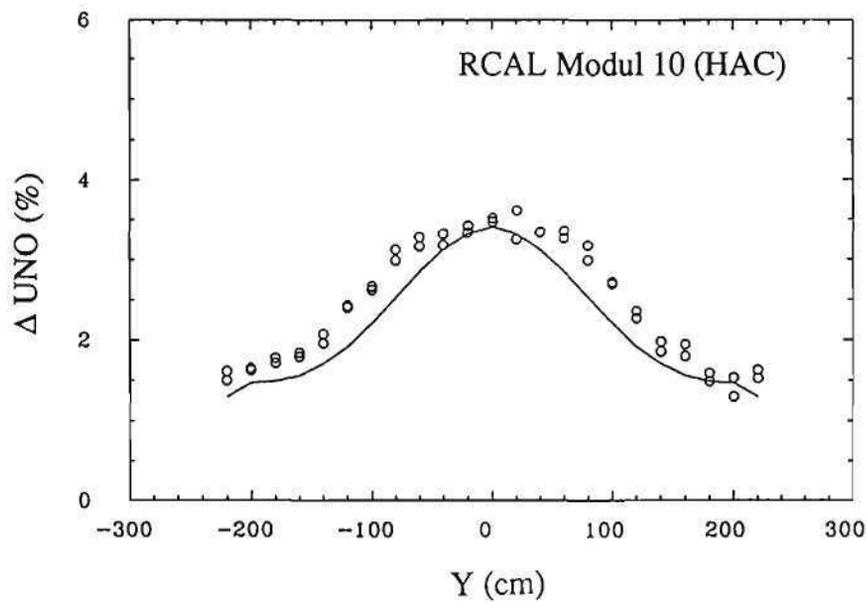
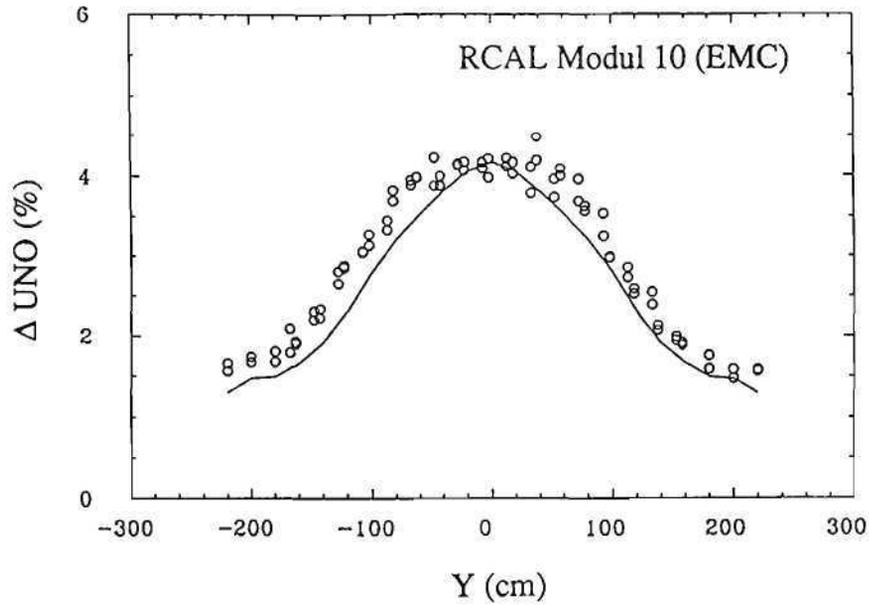


Abbildung 29: Änderung der Kalorimetereichung im Magnetfeld des Detektors. Gezeigt ist die Änderung des Uransignals im Vergleich zum feldfreien Fall in Abhängigkeit von der vertikalen Position im Modul. Die Punkte sind die Meßwerte; die Kurve zeigt die Vorhersage aus der bekannten Magnetfeldabhängigkeit der Lichtausbeute des Szintillators.

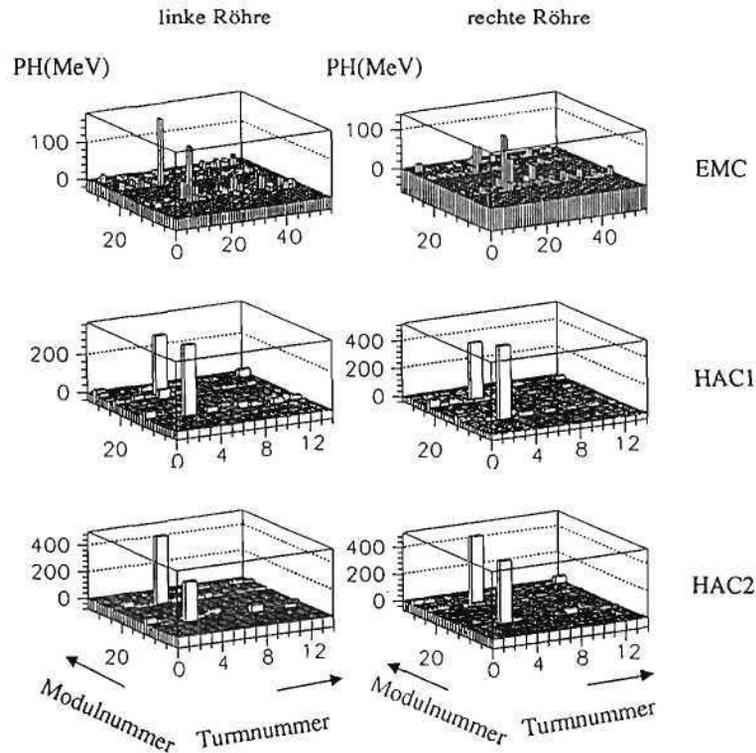


Abbildung 30: Pulshöhenverteilung (in MeV) für ein Myon aus der Höhenstrahlung, das ein oberes und ein unteres Modul des zentralen Kalorimeters durchquert hat.

Hadron-Elektron-Separator HES

Die Fertigungs- und Testeinrichtung für die Montage der 4.8 m langen, mit $3 \times 3 \text{ cm}^2$ großen Siliziumdioden bestückten Skis wurden vervollständigt. Für Fräs-, Klebe- und Lötarbeiten wurde ein in drei Dimensionen gesteuerter CNC-Präzisionstisch gebaut. Seine nutzbare Fläche beträgt $5 \times 0.6 \text{ m}^2$; die Genauigkeit, mit der der Arbeitskopf gesteuert werden kann, ist besser als $100 \mu\text{m}$ im gesamten Arbeitsbereich.

Im Herbst wurde ein Satz von drei Skis ohne Detektorkarten für einen Probeinbau im Rückwärtskalorimeter RCAL gefertigt. Danach wurden die ersten Skis mit Dioden bestückt (Abb. 31) und mit dem endgültigen Auslesesystem erfolgreich getestet. Die für die Bestückung der ersten drei RCAL-Module benötigten 2016 Dioden (Hamamatsu) wurden in Tokio und am Weizmann-Institut geprüft. Ein System zur Stromversorgung, Überwachung und Eichung der Dioden wurde entwickelt und für die ersten drei Module gebaut.

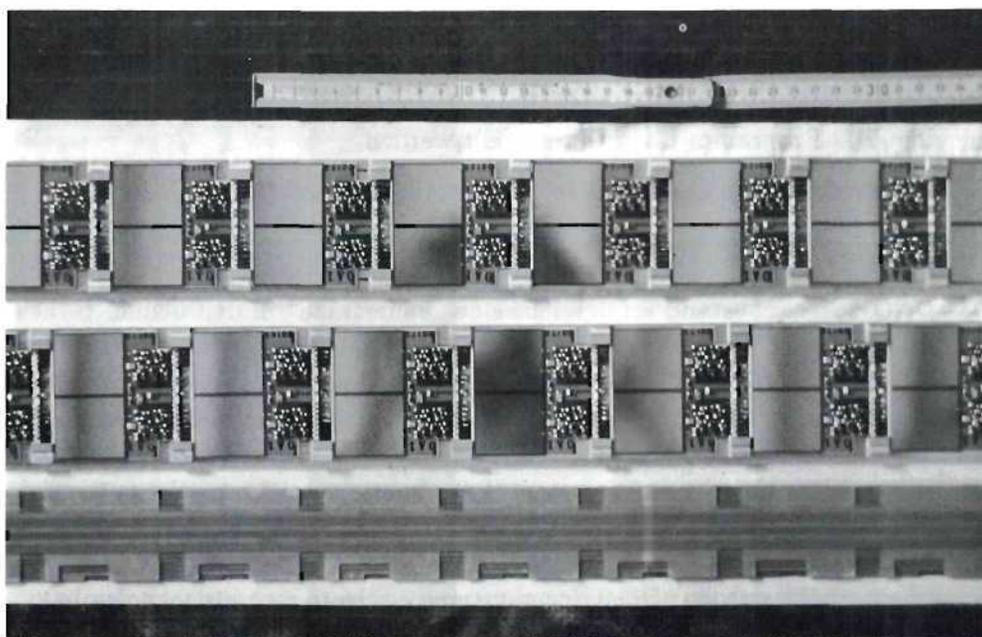


Abbildung 31: Ausschnitt eines mit Dioden bestückten Skis für den Hadron-Elektron-Separator. (42284/35A)

Spurenkammern

DESY hat die Bonner Gruppe bei der Fertigstellung der ebenen Driftkammern für den Vorwärtsdetektor unterstützt. Die drei Kammern mit je drei Drif-tebenen haben insgesamt 4700 Signaldrähte. Nach Fertigstellung der Kammerkörper in Bonn und nach ihrer Verdrahtung in Madrid wurden unter Mit-wirkung der drei Gruppen bei DESY die Drahtpositionen überprüft, die Kam-mern mit Elektronik bestückt, gasdicht gemacht und im Teststrahl bzw. mit Quellen auf ihre Funktionstüchtigkeit überprüft.

*Driftkammern
für den Vorwärts-
detektor*

Datennahme und Datenanalyse

Das Datenerfassungssystem DAQ beruht auf dem Prinzip verteilter Prozessoren. Jede Detektorkomponente besitzt einen Komponentenrechner, der für die lokale Kontrolle der Komponente und ihr Triggersystem verantwortlich ist. Der ZEUS-Hauptrechner (CDAQ-Cluster) steuert die Datennahme über die Kom-ponentenrechner.

Datennahme

Im Berichtsjahr wurde ein Großteil der Detektor- und Triggerkomponenten netzmäßig und programmtechnisch in DAQ integriert. Die Datennahme wird vom Operateur über die Run Control Task (RC) gesteuert, wobei X-Window-

Technik verwendet wird. Standardhistogramme geben Auskunft über den Zustand des Detektors und die Datennahme. Registrierte Ereignisse können direkt mit dem 2-D-Programm LAZE dargestellt werden.

Die Überwachung von Spannungen, Temperaturen, Gasflüssen in Detektorkomponenten, Überrahmen, Schränken (racks) usw. wird von Slow Control durchgeführt, wobei Grenz- und Sollwerte einheitlich in Tabellen vorgegeben sind.

Das DAQ-System bestand erfolgreich seine „Feuertaufe“ in den beiden Höhenstrahltests, woran Kalorimeter (CAL, BAC), zentrale Driftkammer (CTD) und Myon-Detektoren (FMUON, BMUON), die globalen Triggersysteme aller drei Stufen, Ereignisbauer, Run-Control und Slow-Control teilnahmen. Myonen der Höhenstrahlung wurden ohne Untergrund nachgewiesen. Etwa 700 000 Ereignisse wurden auf dem zentralen IBM-Rechner gespeichert. Es wurde kein grundlegender Konstruktionsfehler im DAQ-System entdeckt. Die erreichten Durchsatzraten lagen bei etwa 50-100% der Nennwerte und können durch Optimierung erhöht werden. Die Triggersysteme erwiesen sich als sehr flexibel.

Ereignisbauer

Der Ereignisbauer (EVB) faßt die von allen Detektorkomponenten für ein Ereignis registrierten Daten in einer gemeinsamen Struktur zusammen und fügt Steuerinformation hinzu, so daß sie später auf der Rekonstruktionsseite direkt mit ADAMO verarbeitet werden können. Der EVB ist als verteiltes Transputernetz mit einem Durchsatz von 25 MByte/sec ausgelegt. Der Transport der Daten von den Detektorkomponenten bis zur nachfolgenden Prozessorfarm (= dritte Triggerstufe) erfolgt innerhalb des EVB-Netzwerkes zum Teil über Lichtfaserkabel.

Im Berichtsjahr wurde die Verkabelung des EVB abgeschlossen: insgesamt wurden 17 Komponentenschnittstellen und 48 optische Verbindungen installiert. Die neben den NIKHEF-Transputermodulen notwendigen Elektronik-Baugruppen wurden bei DESY entwickelt und eingebaut. Die mehr als 200 optischen Verbindungen und die zugehörigen Transputerschnittstellen wurden vom IfH Zeuthen entwickelt, gebaut und eingemessen.

Die EVB-Programme wurden zunächst mit CASE-Werkzeugen modelliert und anschließend in „Parallel-C“ geschrieben. Das Zusammenspiel der mehr als 100 parallel bzw. quasiparallel ablaufenden Programme konnte bei den Höhenstrahltests mit ZEUS erfolgreich getestet werden. Auf dem EVB-Kontrollrechner (Silicon Graphics 4D25 RISC Arbeitsstation) wurde die Verbindung zur zentralen Datennahme und eine Benutzeroberfläche mit umfangreichen Monitorfunktionen entwickelt.

VME-Bus

Die meisten Detektorkomponenten von ZEUS verwenden den VME-Bus als Standard für die Verbindung zwischen elektronischen Geräten. Insgesamt sind etwa 200 VME-Überrahmen (crates) eingesetzt. Allerdings ist bisher die VME-

Spezifikation auf eine einzige Backplane beschränkt und die Verbindung zwischen verschiedenen Backplanes noch nicht standardisiert.

Bei Komponenten, die die NIKHEF-Transputermodule verwenden, wird über deren serielle Links die Verbindung zwischen verschiedenen Überrahmen hergestellt. Für die Kontrolle der Spannungen an den Photovervielfachern des Kalorimeters wurde ein anderer Weg beschritten. Etwa 200 Controller-Karten in zwölf VME-Überrahmen direkt am Kalorimeter müssen von einem Prozessor im Rucksack gesteuert werden. Dabei werden nur VME-Lese- und Schreibzyklen ausgetauscht. Zu diesem Zweck wurden VME-Karten entwickelt, die diese Zyklen mit bis zu 16 Backplanes über eine Entfernung von 120 m ausführen können. Mit dieser sehr wirtschaftlichen Lösung kann jede VME-Standard-Karte byte- oder wortweise angesprochen werden, sofern nur Lese- und Schreibzyklen gewünscht werden.

Das Rückgrat der Datenanalyse bilden die Programmpakete zur Rekonstruktion (ZEPHYR), Monte-Carlo-Simulation (MOZART und ZGANA) und zur zwei- und dreidimensionalen grafischen Darstellung von Ereignissen (LAZE, GAZE). Die Programme wurden auf den Rechnern IBM/MVS, DEC/ULTRIX, Silicon Graphics und VAX/VMS installiert und im Berichtsjahr auf vielfältige Weise mit simulierten und Höhenstrahl-Daten getestet und weiterentwickelt. Die Optimierung der Programme bezüglich Rechenzeit und Speicherbedarf ist noch nicht abgeschlossen.

Datenanalyse

Die bei der Rekonstruktion zu erwartende Rechenlast wird die auf dem zentralen DESY-Rechner verfügbare Leistung bei weitem übersteigen. Deshalb wurde in Zusammenarbeit mit den Gruppen des Rechenzentrums die Entwicklung einer Rekonstruktionsfarm in Angriff genommen. Die Farm besteht aus Silicon-Graphics-Rechnern (SGI 4D/460 mit jeweils sechs Prozessoren) mit RISC-Architektur, die über einen schnellen Kanal (Ultranet) an den zentralen IBM-Rechner angeschlossen sind, von wo die Daten abgeholt und wo die Ergebnisse wieder gespeichert werden. Die nötigen Verwaltungsprogramme wurden entwickelt und im Dezember zur Rekonstruktion der Höhenstrahl-Daten sehr erfolgreich eingesetzt. Der Datendurchsatz zwischen der IBM und der Farm muß noch verbessert werden.

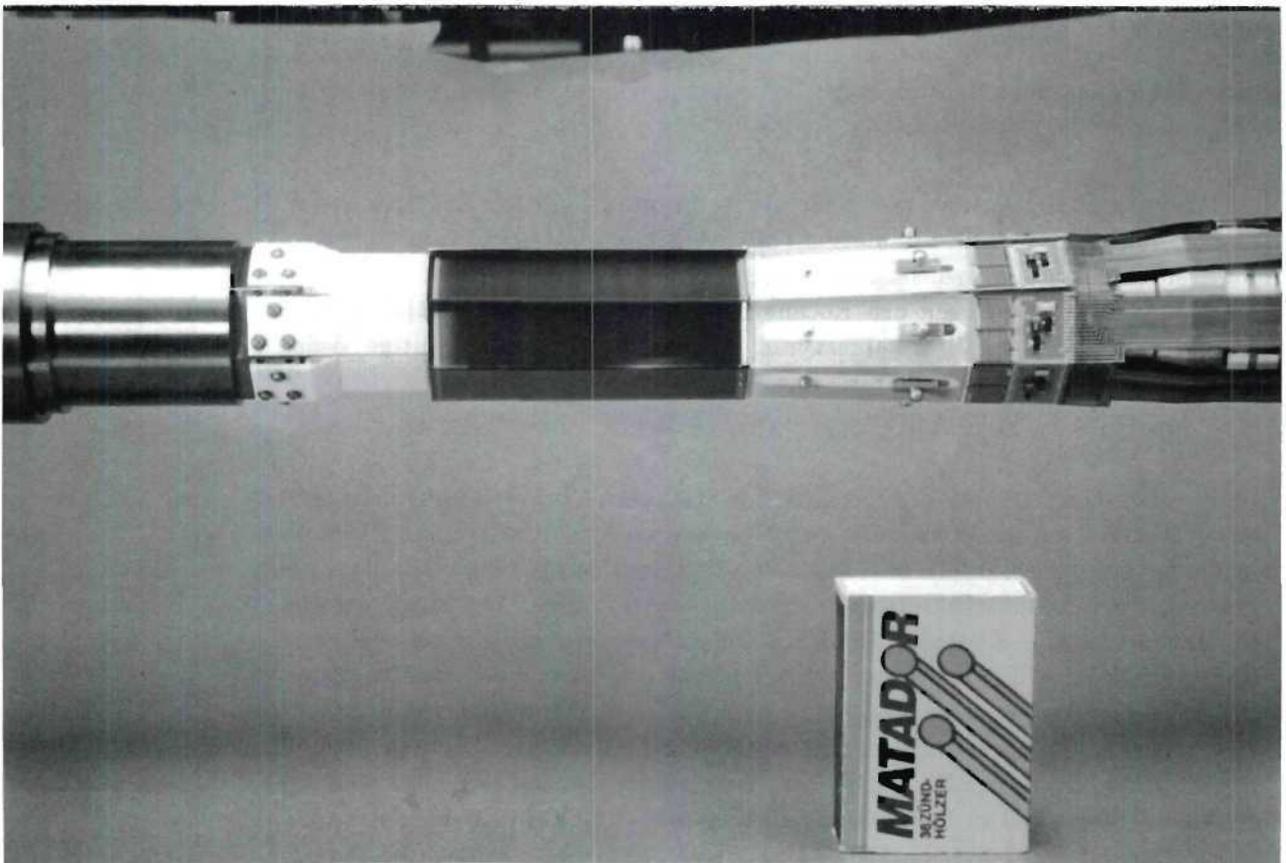


Abbildung 32: *Der neue Silizium-Vertexdetektor mit Strahlrohr.*
(Foto: K.T. Knöpfe)

ARGUS-Kollaboration

Beteiligte Institute: Univ. Dortmund, Univ. Erlangen-Nürnberg, DESY und Univ. Hamburg, MPI und Univ. Heidelberg, Univ. Karlsruhe, Univ. Ljubljana, Univ. Lund, McGill Univ. Montreal, ITEP Moscow, Carleton Univ. Ottawa, Univ. Toronto.

Sprecher: H. Schröder, DESY

Überblick

Das ARGUS-Experiment wird seit 1982 von einer internationalen Kollaboration durchgeführt, an der etwa 90 Physiker aus 13 Forschungsinstituten und Universitäten beteiligt sind. Der ARGUS-Detektor befindet sich am Elektron-Positron-Speicherring DORIS III und zeichnet Ereignisse auf, die in der Elektron-Positron-Vernichtung bei Schwerpunktsenergien von etwa 10 GeV entstehen. Die Rekonstruktion dieser Ereignisse erlaubt detaillierte Untersuchungen in vielen verschiedenen Bereichen der Elementarteilchenforschung.

Die Untersuchung von B-Mesonen stellt den Schwerpunkt der Forschung am ARGUS-Experiment dar und ist in den letzten Jahren von der ARGUS-Gruppe entscheidend vorangetrieben worden. Die Quelle der B-Mesonen bildet die $\Upsilon(4S)$ -Resonanz, die bei der Schwerpunktsenergie von 10.58 GeV in der e^+e^- -Annihilation erzeugt wird. Das $\Upsilon(4S)$ -Meson zerfällt über die starke Wechselwirkung zur einen Hälfte in ein Paar von neutralen B-Mesonen $e^+e^- \rightarrow \Upsilon(4S) \rightarrow B^0\bar{B}^0$ und zur anderen Hälfte in ein Paar geladener B-Mesonen $e^+e^- \rightarrow \Upsilon(4S) \rightarrow B^+B^-$.

B-Mesonen

Die B-Mesonen bestehen aus dem schwersten bisher bekannten Quark b, genannt „bottom“ oder „beauty“, und einem leichten Antiquark mit Flavour „up“ oder „down“. Die Lebensdauer der B-Mesonen ist sehr kurz, nämlich nur etwa 1.2 ps. Sie zerfallen über die schwache Wechselwirkung in eine Vielzahl von Endzuständen, die über den Nachweis von geladenen Hadronen und Leptonen sowie Photonen im ARGUS-Detektor rekonstruiert werden können. Bisher konnten die Zerfallsprodukte von etwa 200 000 Paaren von B-Mesonen mit dem ARGUS-Detektor aufgezeichnet und analysiert werden. Die Untersuchung der schwachen Zerfälle von B-Mesonen und der in ihren Zerfällen produzierten Endzustände liefert wesentliche Beiträge zum Verständnis des Standard-Modells, das die Wechselwirkung zwischen den elementaren Bausteinen der Materie, den Quarks und den Leptonen, beschreibt. Allein fünf von 18 zunächst freien Parametern des Standard-Modells lassen sich nur aus dem Studium der B-Mesonen gewinnen. Die B-Mesonen sind sehr schwer, sie besitzen fast die halbe Masse des $\Upsilon(4S)$ -Mesons. Dies hat wichtige experimentelle und theo-

retische Konsequenzen. Experimentell läßt sich die Tatsache nutzen, daß die Energie der B-Mesonen gleich der Strahlenergie und damit gut bekannt ist, und daß der B-Impuls in guter Näherung vernachlässigbar ist. Auf der theoretischen Seite ist in den letzten Jahren ein wesentlicher Fortschritt erreicht worden mit der Entwicklung der sogenannten „Heavy Quark Effective Theory (HQET)“. Wichtig hierfür waren Untersuchungen der schwachen Zerfälle der schweren B-Mesonen, insbesondere des erstmals von ARGUS im Jahr 1987 beobachteten Zerfalls $B^0 \rightarrow D^{*-} \ell^+ \nu$, in denen zwei schwere Quarks auftreten.

Hadronen mit Charm und τ -Leptonen

Neben der Produktion von B-Mesonen werden bei DORIS auch Hadronen, die das schwere Charm-Quark enthalten, sowie das schwere τ -Lepton direkt in der e^+e^- -Annihilation in großer Zahl erzeugt. Der sichtbare Wirkungsquerschnitt bei der Energie des $\Upsilon(4S)$ beträgt etwa 5 nb; davon sind 4 nb auf die Produktion von Quark-Antiquark-Jets zurückzuführen und von diesen etwa 40% auf die Erzeugung von Charm-Jets. Anhand von etwa einer Million Hadronen mit Charm läßt sich eine Vielzahl von Fragestellungen behandeln, die Produktion und Zerfall dieser Teilchen betreffen. Im Quark-Modell wird ein vielfältiges Spektrum von Mesonen und Baryonen mit Charm-Quarks erwartet. Die Suche nach bisher unbekannt Zuständen in dem Spektrum dieser Hadronen liefert wertvolle Informationen über den Bindungscharakter der Quarks in den Hadronen. Das Studium der schwachen Zerfälle der Hadronen mit Charm erlaubt neben der Bestimmung von Kopplungskonstanten Rückschlüsse auf die Gültigkeit von gängigen Theorien. Mithilfe von etwa 800 000 τ -Leptonen wird mit dem ARGUS-Experiment die Struktur der schwachen Wechselwirkung im leptonen Sektor detailliert untersucht. Beide Forschungsgebiete nehmen im Arbeitsprogramm der ARGUS-Kollaboration einen großen Raum ein.

Fragmentation und Zwei-Photon-Reaktionen

Weitere Themenkreise, für die das ARGUS-Experiment sehr gut geeignet ist, betreffen die Untersuchungen von Fragmentationsprozessen sowie Zwei-Photon-Reaktionen. Die große Datenmenge von mehreren Millionen hadronischen Ereignissen, die dem ARGUS-Experiment zur Verfügung steht, erlaubt, ein detailliertes Bild der Hadronisierung von Quarks und Gluonen zu entwickeln. Während in der nicht-resonanten Kontinuumsreaktion $e^+e^- \rightarrow q\bar{q} \rightarrow \text{Hadronen}$ primär ein Quark-Antiquark-Paar erzeugt wird, das in die Hadronen des Endzustands fragmentiert, läuft die Hadronen-Produktion in $\Upsilon(1S, 2S)$ -Zerfällen vorwiegend über die Fragmentation der im Zwischenzustand entstehenden Gluonen ab. Dabei können z.B. Resonanzen entstehen, die man als Gluonen-Bälle bezeichnet. Diese können auch in den Zwei-Photon-Reaktionen auftreten. Bisher ist allerdings weder ein verlässlicher Nachweis von Gluonen-Bällen noch von möglichen Hybriden oder Vierquark-Zuständen gelungen, die nach theoretischen Vorhersagen in den Zwei-Photon-Reaktionen auftreten sollten.

Datennahme

Im Jahr 1991 stand für das ARGUS-Experiment nur eine sehr kurze Meßperiode von etwa drei Wochen zur Verfügung, in der nur wenige Daten genommen werden konnten. Die Ursache lag im Umbau des Speicherrings DORIS für einen verbesserten HASYLAB-Betrieb sowie in Testläufen von HERA, die früher als geplant stattfanden und es nicht ermöglichten, Positronen für den neuen DORIS III-Speicherring zu liefern, so daß auch keine e^+e^- -Kollisionen stattfinden konnten. Insgesamt wurde während der Anlaufphase von DORIS III in drei Wochen eine Datenmenge gesammelt, die einer integrierten Luminosität von 3 pb^{-1} entspricht. Damit konnten im wesentlichen nur die neuen Detektorteile in ARGUS getestet werden, nämlich die Mikro-Vertexkammer und die Silizium-Halbleiterzähler.

Als erste neue Komponente war im Frühjahr 1990 am ARGUS-Experiment eine neuartige Stereo-Vertexdriftkammer (μVDC) im ARGUS-Detektor installiert worden, deren innerer Durchmesser 37 mm beträgt. Mit ihr wurde eine Vertexauflösung von etwa $40 \mu\text{m}$ erreicht, die aus Ereignissen der Bhabha-Streuung ermittelt wurde.

*Mikro-
Vertexkammer*

Als zweite neue Komponente wurde 1991 der am Max-Planck-Institut für Kernphysik, Heidelberg, in Zusammenarbeit mit DESY und dem Paul-Scherrer-Institut hergestellte Silizium-Vertexdetektor eingebaut, der die Präzision in der Bestimmung von Zerfallsvertizes weiter verbessert und damit zahlreiche neue Analysemöglichkeiten eröffnet. Dieser Detektor wurde im ersten Halbjahr 1991 fertiggestellt, in ARGUS eingebaut und erfolgreich in Betrieb genommen. Sieben Detektormodule (Abb. 32) umgeben überlappend das Strahlrohr. Aktives Element eines jeden Moduls ist ein $280 \mu\text{m}$ dicker und 60.4 mm langer Silizium-Streifenzähler, der im Abstand von etwa 13 mm von der Strahlachse gehalten ist. Von den 512 Streifendioden ($25 \mu\text{m}$ pitch) eines Zählers wird jede zweite Diode über MX3-Microplex-Chips (je 128 Kanäle) ausgelesen. Die Chips sind etwa 40 mm entfernt von den Streifenzählern montiert und mit diesen über eine Platine mit 256 Leiterbahnen verbunden.

*Silizium-
Vertexdetektor*

Voraussetzung für einen erfolgreichen Betrieb des Silizium-Vertexdetektors war der Entwurf eines neuen Strahlrohres für ARGUS, das bei einem auf 22 mm verminderten Durchmesser mittels eines geeignet gewählten Blendensystems den Strahlungsuntergrund auf die Dosis von höchstens 50 krad beschränkt, bis zu der die Funktionsfähigkeit der MX3-Auslesechips noch gewährleistet ist. Die genaue Form des Blendensystems ergab sich aus umfangreichen Simulationsrechnungen.

Während einer Testperiode im Juli wurde ein neues Strahlrohr bei DORIS III eingebaut und die räumliche und zeitliche Verteilung der Spektren der Untergrundstrahlung im Detail vermessen. Die Meßapparatur bestand aus Silizium-

PIN-Dioden sowie Dosimetern und Temperaturfühlern. Diese Messungen bestätigten im wesentlichen die Vorhersagen der Simulationsrechnungen. Der Untergrund aus Synchrotronstrahlung konnte im Bereich der Streifenzähler bis auf eine Restdosis von 2 rad/h erfolgreich abgeschirmt werden. Der Untergrund aus der Strahl-Gas-Wechselwirkung wurde durch eine Abschirmung aus Wolfram reduziert. Die Strahlungsdosis am Ort der empfindlichen Ausleselektronik betrug unter diesen Bedingungen etwa 50 rad/h.

Der Silizium-Vertexdetektor wurde erstmals in der kurzen Strahlzeit im Herbst 1991 eingesetzt. Zur ersten Analyse der Daten wurden Bhabha-Ereignisse selektiert, die aufgrund ihrer einfachen Topologie die Suche nach Signalen in den Silizium-Detektoren stark vereinfachen. Die Wirksamkeit des hier angewandten Algorithmus läßt sich mit Hilfe folgender Parameter dokumentieren: zu 91% der e^\pm -Spuren, die einen Silizium-Zähler gekreuzt haben, konnte ein passender „Cluster“ (zwei bis drei nebeneinander liegende Streifen, deren Pulshöhe über einer definierten Schwelle liegt) gefunden werden. Das Verhältnis echter Signale zum Untergrund in einer definierten Umgebung von ± 0.3 mm um den Durchstoßpunkt der Spur ist schwellenabhängig und beträgt bis zu 40 : 1. Nach Abschluß der Positionsbestimmung („alignment“) wird sich aus der Verteilung der Stoßparameter von e^+ und e^- in Bhabha-Ereignissen die intrinsische Auflösung des Silizium-Vertexdetektors bestimmen lassen.

Ergebnisse der Datenauswertung

Die Analyse der Daten führte im Berichtsjahr zu zwölf Publikationen der ARGUS-Kollaboration, die im wesentlichen die Untersuchung von inklusiven und exklusiven Zerfällen der B- und D-Mesonen sowie der τ -Leptonen zum Thema hatten. Ferner wurden interessante Ergebnisse auf dem Gebiet der inklusiven Hadronen-Produktion in der e^+e^- -Annihilation und der $\gamma\gamma$ -Wechselwirkung erzielt.

Datenauswertung

Zu folgenden Themen sind im Berichtsjahr Veröffentlichungen erschienen:

- Spin-Paritäts-Analyse der Reaktion $\gamma\gamma \rightarrow \rho^+ \rho^-$
- Inklusive Produktion von D^0 -, D^+ - und $D^*(2010)^+$ -Mesonen in B-Zerfällen und nicht-resonanter e^+e^- -Vernichtung bei 10.6 GeV
- Beobachtung von semileptonischen Λ_c^+ -Zerfällen
- Messung von $\tau(B^-)/\tau(B^0)$ von Lepton- und Dilepton-Raten in $\Upsilon(4S)$ -Zerfällen
- Messung von D_s^+ - und D^+ -Zerfällen in $K^{*+}K^{*0}$

- Erste Beobachtung von χ_c -Produktion in B-Meson-Zerfällen
- Messung von exklusiven Ein-Prong- und inklusiven Drei-Prong-Verzweigungsverhältnissen des τ -Leptons
- Messung der Asymmetrie im Zerfall $\Lambda_c^+ \rightarrow \Lambda \pi^+$
- Messung von R und Bestimmung der Multiplizität geladener Teilchen in der e^+e^- -Vernichtung bei $\sqrt{s} \approx 10$ GeV
- Messung des inklusiven Verzweigungsverhältnisses für den semileptonischen Zerfall von Hadronen mit Charm
- Produktion von D_s^+ -Mesonen in B-Zerfällen und Bestimmung von f_{D_s}
- Messung des Zerfalls $B^+ \rightarrow D^{*0} \ell^+ \bar{\nu}$

Im folgenden werden einige der erzielten Ergebnisse im einzelnen dargestellt.

Die Untersuchung von B-Mesonen-Zerfällen steht im Vordergrund des ARGUS-Forschungsprogramms. In den vergangenen Jahren konnten dabei durch die Beobachtung der $B^0\bar{B}^0$ -Oszillationen sowie der semileptonischen Übergänge eines b-Quarks in ein c- bzw. u-Quark fundamentale Parameter des Standard-Modells bestimmt werden, die anderweitig nicht zugänglich sind. Es handelt sich hierbei um die Elemente V_{td} , V_{cb} und V_{ub} der Cabibbo-Kobayashi-Maskawa-Matrix (CKM-Matrix). Die CKM-Matrix ist im Standard-Modell eine Folge der Yukawa-Kopplung der Quarks an die Higgs-Felder und hängt damit eng mit der Massenerzeugung zusammen. Neben der Messung der CKM-Matrixelemente ist die Untersuchung von exklusiven B-Zerfällen von großer Bedeutung. Bisher waren weniger als 10% der hadronischen B-Zerfälle bekannt. Diese Zahl konnte durch die Beobachtung der Zerfälle $B \rightarrow D_s^{(*)} D^{(*)}$ von ARGUS fast verdoppelt werden. Gleichzeitig erlaubt diese Messung die Bestimmung der Zerfallskonstanten f_{D_s} des D_s -Mesons.

B-Mesonen-Physik

Zerfälle von B-Mesonen in Endzustände mit zwei Teilchen mit Charm kann man erhalten, wenn das W-Boson in dem Zerfall $b \rightarrow cW$ an ein $c\bar{s}$ Quark-Paar koppelt (Abb. 33). Dieses kann dann ein D_s^+ oder ein D_s^{*+} bilden. Folgende acht B-Zerfälle sind möglich:

$B \rightarrow D_s^{(*)} D^{(*)}$
Zerfälle und f_{D_s}

- a) $B^+ \rightarrow D_s^+ \bar{D}^0$, b) $B^+ \rightarrow D_s^{*+} \bar{D}^0$, c) $B^+ \rightarrow D_s^+ \bar{D}^{*0}$, d) $B^+ \rightarrow D_s^{*+} \bar{D}^{*0}$,
 e) $B^0 \rightarrow D_s^+ D^-$, f) $B^0 \rightarrow D_s^{*+} D^-$, g) $B^0 \rightarrow D_s^+ D^{*-}$, h) $B^0 \rightarrow D_s^{*+} D^{*-}$.

In der Faktorisierungs-Näherung nimmt man an, daß die beiden hadronischen Ströme j_μ^{bc} und j_μ^{cs} entkoppeln. Dieses Modell funktioniert gut für semileptonische B-Zerfälle, bei denen es keine Kopplung zwischen dem hadronischen

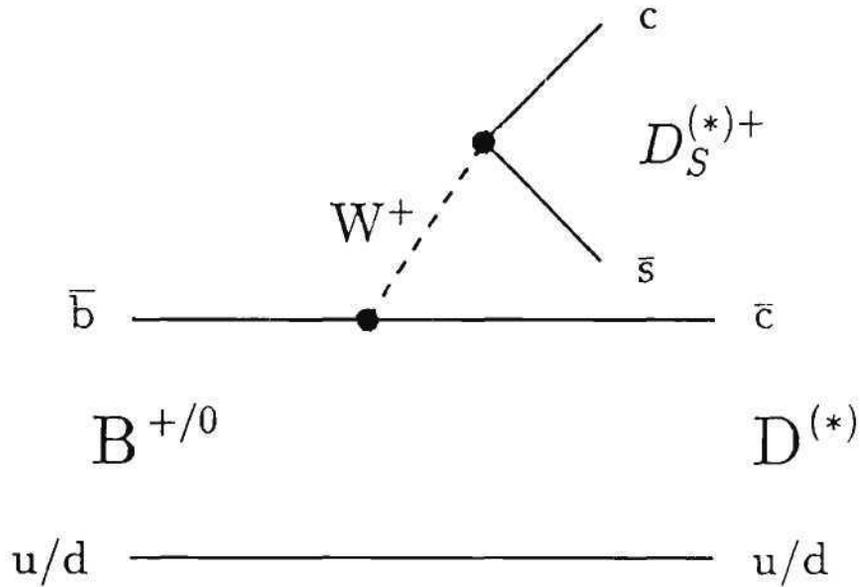


Abbildung 33: „Zuschauer“-Diagramm für B-Mesonen-Zerfälle in zwei Mesonen mit Charm.

und dem leptonen Strom gibt. Für den Zerfall $B^0 \rightarrow D_s^+ D^-$ ist dann die Zerfallsamplitude gegeben durch das Produkt

$$\langle D^- | j_\mu | B^0 \rangle |_{q^2=m_{D_s^+}^2} \times q^\mu f_{D_s}$$

wobei f_{D_s} die D_s -Zerfallskonstante ist. Für den entsprechenden Zerfall in ein Vektormeson, $B^0 \rightarrow D_s^{*+} D^-$, ist die Zerfallsamplitude gegeben durch

$$\langle D^- | j_\mu | B^0 \rangle |_{q^2=m_{D_s^{*+}}^2} \times \epsilon^\mu m_{D_s^{*+}} f_{D_s^*}$$

wobei ϵ^μ der Polarisationsvektor ist. Man sieht also, daß die Zerfälle $B \rightarrow D_s^{(*)} D^{(*)}$ eine Möglichkeit bieten, die Zerfallskonstante f_{D_s} der D_s -Mesonen zu bestimmen.

Rekonstruktion der Zerfälle $B \rightarrow D_s^{()} D^{(*)}$*

Die Massenverteilung der $D_s^{(*)} D^{(*)}$ -Kombinationen ist in Abbildung 34 gezeigt. Die Mesonen mit Charm werden dabei in mehreren Zerfallskanälen rekonstruiert, um die Nachweiswahrscheinlichkeit so groß wie möglich zu machen. Insgesamt wurde nach B-Mesonen in fast 300 verschiedenen Zerfallsketten gesucht. Deutlich erkennt man ein Signal von (25.6 ± 5.6) B-Kandidaten bei einer Masse von (5279.5 ± 1.1) MeV/c². Der Untergrund unter dem Signal beträgt (2.3 ± 0.9) Ereignisse und ist vornehmlich eine Folge des $q\bar{q}$ -Kontinuum-Untergrunds. Für die einzelnen Zerfallskanäle der B-Mesonen konnten die Ver-

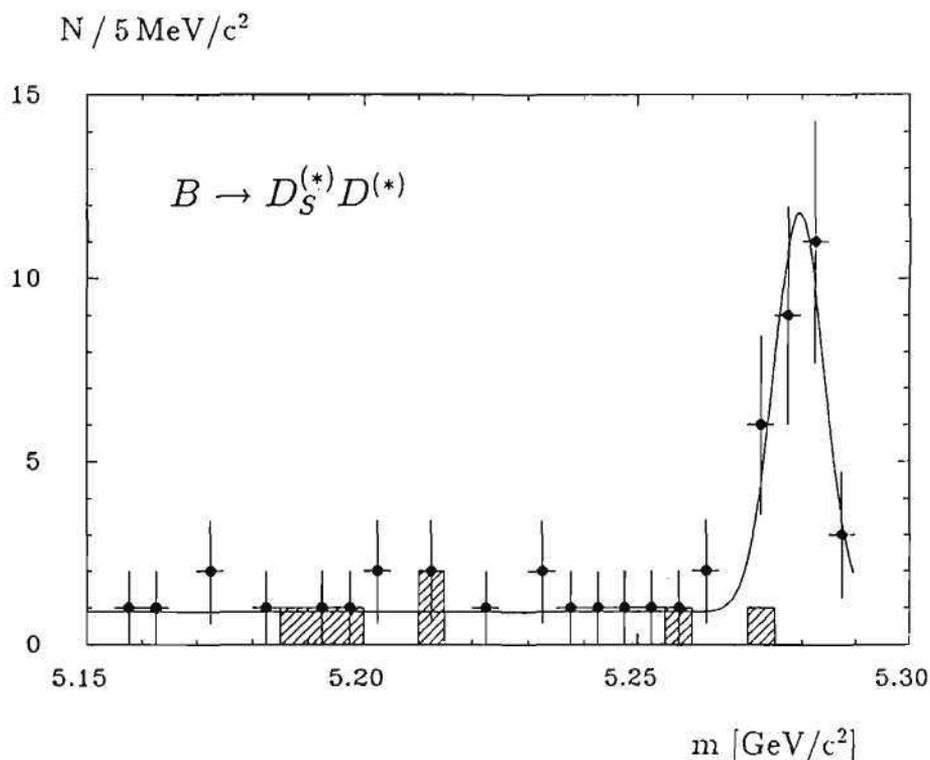


Abbildung 34: Massenverteilung für die acht Zerfälle $B \rightarrow D_s^{(*)} D^{(*)}$.

zweigungsverhältnisse ermittelt werden. Für die Summe der vier Verzweigungsverhältnisse $B^+ \rightarrow D_s^{(*)+} D^{(*)0}$ erhält man $(8.4 \pm 2.4)\%$ und für die entsprechenden $B^0 \rightarrow D_s^{(*)+} D^{(*)-}$ -Zerfälle $(8.4 \pm 3.0)\%$. Diese großen Zahlen zeigen, daß die D_s -Produktion in B-Zerfällen vorwiegend in den beobachteten Zwei-Körper-Zerfällen stattfindet.

Für die Zerfallskonstante des D_s -Mesons ergibt die Messung

$$f_{D_s} = (267 \pm 28) \text{ MeV}$$

Dieser Wert ist in guter Übereinstimmung mit theoretischen Vorhersagen auf der Basis von QCD-Summenregeln oder Gittereichtheorien und kann durch die Messung der leptonischen D_s -Zerfälle überprüft werden.

Wenn die Lebensdauern von geladenen und neutralen B-Mesonen gleich sind, erwartet man, daß sich für die obigen Verzweigungsverhältnisse gleiche Werte ergeben. Da dies der Fall ist, ergibt sich $\tau(B^+)/\tau(B^0) = 1.0 \pm 0.4$ in guter Übereinstimmung mit früheren Messungen.

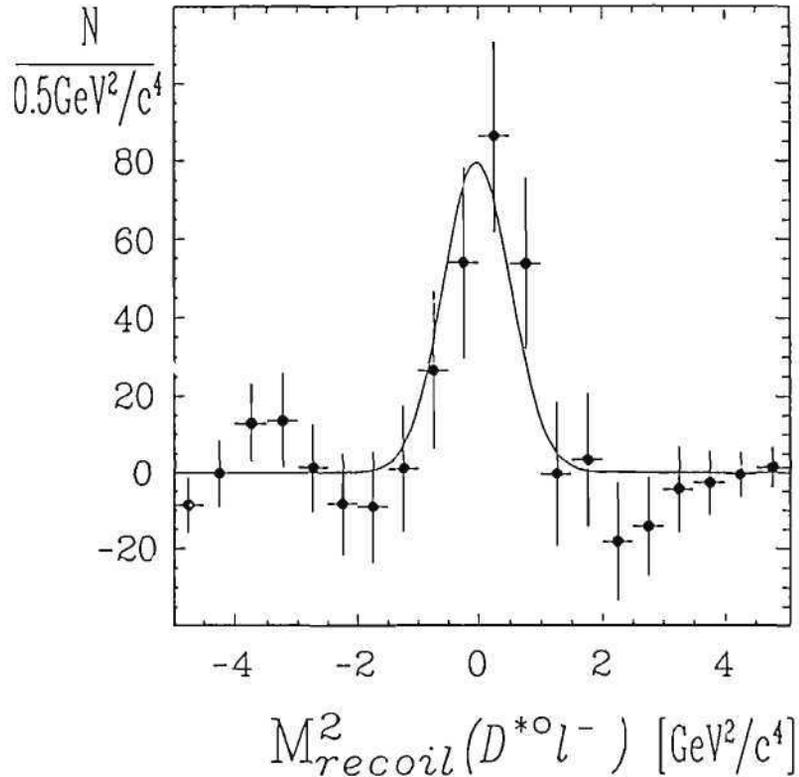


Abbildung 35: M_{rec}^2 -Verteilung für den Zerfall $B^- \rightarrow D^{*0} \ell^- \bar{\nu}$.

Beobachtung
des Zerfalls
 $B^- \rightarrow D^{*0} \ell^- \bar{\nu}$

Die erstmalige Beobachtung der Zerfälle $B^0 \rightarrow D^{*+} \ell^+ \nu$ und $B^0 \rightarrow D^{*0} \ell^+ \nu$ durch ARGUS hat die Kenntnisse über die Quark-Dynamik in $b \rightarrow c$ Zerfällen entscheidend erweitert. Die Untersuchung des Zerfalls $B^- \rightarrow D^{*0} \ell^- \bar{\nu}$ liefert nun weitere wichtige Informationen zu dieser zentralen Fragestellung.

Dieser Zerfall wird exklusiv nachgewiesen durch die von ARGUS entwickelte „Recoil-mass“ Methode. Da die Energie der B-Mesonen gleich der Strahlenergie E_{beam} und ihr Impuls vernachlässigbar ist, muß die Größe M_{rec}^2 als Maß für die Masse des fehlenden Neutrinos konsistent mit Null sein:

$$M_{rec}^2 = (E_{beam} - (E_{D^{*0}} + E_{\ell^-}))^2 - (\vec{p}_{D^{*0}} + \vec{p}_{\ell^-})^2.$$

Die D^{*0} -Mesonen werden in ihrem Zerfall $D^{*0} \rightarrow \gamma D^0$ nachgewiesen. Die M_{rec}^2 -Verteilung zeigt nach Abzug aller Untergrundquellen ein deutliches Signal für den Zerfall $B^- \rightarrow D^{*0} \ell^- \bar{\nu}$ bei $M_{rec}^2 = 0$ (Abb. 35).

Für das Verzweungsverhältnis des Zerfalls $B^- \rightarrow D^{*0} \ell^- \bar{\nu}$ ergibt sich aus den ARGUS-Messungen

*Bestimmung
von $|V_{cb}|$*

$$\text{BR}(B^- \rightarrow D^{*0} \ell^- \bar{\nu}) = (5.8 \pm 1.4 \pm 1.3)\%$$

Daraus läßt sich das CKM-Matrixelement $|V_{cb}|$ bestimmen zu

$$|V_{cb}| = 0.044 \pm 0.009$$

in guter Übereinstimmung mit früheren Messungen dieser wichtigen Konstante.

Durch Vergleich mit dem Verzweungsverhältnis für den Zerfall $B^0 \rightarrow D^{*-} \ell^+ \nu$ läßt sich ein weiterer Wert für das Verhältnis der Lebensdauern von geladenen und neutralen B-Mesonen bestimmen zu $\tau(B^+)/\tau(B^0) = 0.91 \pm 0.27 \pm 0.21$.

Eine andere Messung von $\tau(B^+)/\tau(B^0)$, die unabhängig von den beiden vorhergehenden ist, läßt sich durch die Bestimmung von Einzel- (N_ℓ) und Doppel-Leptonraten ($N_{\ell\ell}$) in B-Zerfällen machen. Aus den gemessenen Raten N_ℓ und $N_{\ell\ell}$ sowie der Zahl der $B\bar{B}$ -Paare erhält man

*$\tau(B^+)/\tau(B^0)$ aus
Leptonraten*

$$\tau(B^+)/\tau(B^0) = 1.00^{+0.49}_{-0.32}$$

Weiter gelang ARGUS die erstmalige Beobachtung des Zerfalls $B \rightarrow \chi_{c1} X$, wobei das χ_{c1} im Zerfall $\chi_{c1} \rightarrow \gamma J/\psi$, $J/\psi \rightarrow e^+e^-$, $\mu^+\mu^-$ nachgewiesen wurde. Das inklusive Verzweungsverhältnis wurde gemessen zu

*Der Zerfall
 $B \rightarrow \chi_{c1} X$*

$$\text{BR}(B \rightarrow \chi_{c1} X) = (1.05 \pm 0.35 \pm 0.25)\%$$

Zusätzlich wurden vier Kandidaten für den exklusiven Zerfall $B^\pm \rightarrow \chi_{c1} K^\pm$ gefunden. Diese Ergebnisse konnten in der Zwischenzeit von der CLEO-Kollaboration am Cornell Elektron-Speicherring (USA) bestätigt werden.

Eine Messung des mittleren inklusiven semileptonischen Verzweungsverhältnisses $\text{BR}(c \rightarrow \ell \nu X)$ (wobei ℓ ein Elektron oder Myon und X der hadronische „Rest“ ist), also eine Summation über alle erzeugten Hadronen mit Charm, bietet eine globale Information, die einen Vergleich z.B. mit Ergebnissen der tief-inelastischen Neutrino-Nukleon-Streuung erlaubt und auf das Element $|V_{cd}|$ der Cabibbo-Kobayashi-Maskawa-Matrix führt. Eine Messung dieses Verzweungsverhältnisses ist von mehreren Experimenten der e^+e^- -Annihilation durchgeführt worden.

*Charm-Physik
mit ARGUS*

Inklusive semileptonische Charm-Zerfälle

In einer neuen Messung von ARGUS wurden Jets mit Charm durch ein „Tagging-Verfahren“ selektiert, in dem ein D^{*+} -Meson über die Zerfallskette $D^{*+} \rightarrow D^0 \pi^+$ nachgewiesen wurde. Auf der „anderen Seite“, d.h. in dem Jet aus der Fragmentation des zweiten c-Quarks, wurde dann nach Leptonen (Elektronen und Myonen) gesucht, wobei die Ladung des Leptons die Zuordnung zum Charm-Quark definierte. Auf diese Weise wurde sichergestellt, daß nur Leptonen aus Charm-Ereignissen in das Datensample gelangten. Untergrundquellen wurden sorgfältig eliminiert. Als Ergebnis erhält man

$$\text{BR}(c \rightarrow \ell \nu X) = (9.5 \pm 0.9)\%$$

Eine direkte Anwendung erlaubt der Vergleich mit den Ergebnissen der tiefinelastischen Neutrino-Nukleon-Streuung von CDHS (CERN), FMMF und CCFR (FNAL), die $|V_{cd}| \cdot \text{BR}(c \rightarrow \ell \nu X) = (4.9 \pm 0.4) \cdot 10^{-3}$ messen. Mit dem ARGUS-Resultat für das mittlere inklusive semileptonische Verzweigungsverhältnis ergibt sich $|V_{cd}| = 0.227 \pm 0.014$.

Semileptonische Λ_c -Zerfälle

Erstmalig konnten von ARGUS semileptonische Zerfälle des Λ_c nachgewiesen werden. Aus Messungen von Korrelationen zwischen Λ -Hyperonen, die durch den Zerfall in Proton und π^- identifiziert wurden, und Elektronen sowie Myonen lassen sich die Verzweigungsverhältnisse $\text{BR}(\Lambda_c^+ \rightarrow \Lambda e^+ X)$ und $\text{BR}(\Lambda_c^+ \rightarrow \Lambda \mu^+ X)$ bestimmen. Dabei wurden $73 \pm 22 \Lambda e^+$ und $30 \pm 15 \Lambda \mu^+$ Ereignisse beobachtet. Für die Verzweigungsverhältnisse erhält man

$$\text{BR}(\Lambda_c^+ \rightarrow \Lambda e^+ X) = (1.6 \pm 0.5 \pm 0.5)\% \text{ und}$$

$$\text{BR}(\Lambda_c^+ \rightarrow \Lambda \mu^+ X) = (1.5 \pm 0.8 \pm 0.5)\%.$$

Hier steht „X“ zunächst noch für ein System von Teilchen, das außer dem un beobachtbaren Neutrino noch weitere Pionen enthalten kann, wie sie z.B. über angeregte Λ -Hyperonen oder über Σ -Hyperonen in dem Zerfall des Λ_c entstehen könnten. Es gibt aber eine Reihe von theoretischen Argumenten dafür, daß diese Beiträge klein sind, so daß die oben genannten Verzweigungsverhältnisse im wesentlichen die für die Zerfälle $\Lambda_c^+ \rightarrow \Lambda e^+ \nu_e$ und $\Lambda_c^+ \rightarrow \Lambda \mu^+ \nu_\mu$ sind.

Nichterhaltung der Parität in Zerfällen von Baryonen mit Charm

In schwachen Zerfällen ist die Parität nicht erhalten. Der Zerfall $\Lambda_c \rightarrow \Lambda \pi^+$ bietet die Möglichkeit, die Paritäts-Nichterhaltung im System der Baryonen mit Charm zu überprüfen. Wenn das zerfallende Λ_c selbst nicht polarisiert ist oder wenn seine Polarisation nicht beobachtet wird, wird die Winkelverteilung des Protons beschrieben durch

$$W(\theta) = 1 + \alpha_\Lambda \alpha_{\Lambda_c} \cos\theta,$$

wobei $\alpha_\Lambda = 0.642 \pm 0.031$ der bekannte Asymmetrieparameter für den Zerfall des Λ -Hyperons ist. α_{Λ_c} ist der zu bestimmende Asymmetrieparameter des Λ_c ,

θ ist der Winkel zwischen der Flugrichtung des Protons und der Lorentz-Boost-Richtung des Λ -Hyperons, gemessen im Ruhesystem des Λ .

In der Analyse von ARGUS wurde das Λ_c im Zerfallskanal $\Lambda\pi^+$ rekonstruiert, wobei das Λ -Hyperon über seinen Zerfall in Proton und π^- , der zu gut nachweisbaren Sekundärvertices führt, nachgewiesen wurde. Aus der Winkelverteilung ergibt sich

$$\alpha_{\Lambda_c} = -0.96 \pm 0.42.$$

Das negative Vorzeichen von α_{Λ_c} bedeutet, daß die Helizität des Λ -Hyperons aus dem Λ_c -Zerfall negativ ist. Der absolute Wert des Asymmetrieparameters deutet auf maximale Paritätsverletzung im Zerfall des Λ_c hin.

Mit der erstmaligen Messung der Helizität des τ -Neutrinos konnte von ARGUS im Jahr 1990 gezeigt werden, daß das τ -Neutrino linkshändig ist, wie es im Standard-Modell erwartet wird. Diese Messung, die auf der Analyse des Zerfalls $\tau^- \rightarrow a_1^- \nu_\tau \rightarrow \rho^0 \pi^- \nu_\tau$ beruht, konnte in der Zwischenzeit verbessert werden. Mit Hilfe des Modells von Isgur et al. wurden zunächst Masse und Zerfallsbreite des a_1 -Mesons präzise bestimmt:

τ -Zerfälle

$$m_{a_1} = (1.211 \pm 0.007) \text{ GeV}/c^2 \quad \text{und} \quad \Gamma_{a_1} = (0.446 \pm 0.021) \text{ GeV}/c^2.$$

Für die Messung des Produkts der Kopplungskonstanten

$$\gamma_{AV} = \frac{2g_A g_V}{g_A^2 + g_V^2}$$

ist es von Bedeutung, ob das $\rho\pi$ -System in einer S- oder D-Welle vorliegt. Das Verhältnis von D- und S-Wellenamplituden bei der nominalen a_1 -Masse konnte zu $D/S = -0.11 \pm 0.02$ bestimmt werden. Damit tritt die D-Welle nur mit einem Anteil von 1.2% auf. Unter Berücksichtigung dieses Resultats wurde γ_{AV} neu berechnet zu $\gamma_{AV} = 1.25 \pm 0.23_{-0.08}^{+0.15}$ in guter Übereinstimmung mit der Vorhersage des Standard-Modells.

Bis heute ist es noch nicht vollständig klar, mit welcher Stärke die exklusiven τ -Zerfälle im einzelnen zum topologischen Ein-Prong-Verzweigungsverhältnis $BR_1 = (86.1 \pm 0.3)\%$ beitragen. Von ARGUS wurden daher die wesentlichen Verzweigungsverhältnisse neu gemessen, wobei besonderer Wert auf Unabhängigkeit von anderen Messungen gelegt wurde. Folgende Verzweigungsverhältnisse wurden gemessen:

$BR(\tau^- \rightarrow e^- \bar{\nu}_e \nu_\tau)$	=	$(17.3 \pm 0.4 \pm 0.5)\%$
$BR(\tau^- \rightarrow \mu^- \bar{\nu}_\mu \nu_\tau)$	=	$(17.2 \pm 0.4 \pm 0.5)\%$
$BR(\tau^- \rightarrow \text{Hadron}^- \nu_\tau)$	=	$(11.7 \pm 0.6 \pm 0.8)\%$
$BR(\tau^- \rightarrow \rho^- \nu_\tau)$	=	$(22.6 \pm 0.4 \pm 0.9)\%$
$BR(\tau^- \rightarrow a_1^- \nu_\tau)$	=	$(7.1 \pm 0.1 \pm 0.4)\%$

Für das topologische Drei-Prong-Verzweigungsverhältnis erhielt ARGUS $BR_3 = (13.3 \pm 0.3 \pm 0.8)\%$. Alle von ARGUS gemessenen τ -Verzweigungsverhältnisse bestätigen damit innerhalb vergleichbarer Fehler die bisherigen Weltmittelwerte.

τ -Zerfälle ohne Neutrinos

Die große Datenmenge an τ -Paaren im ARGUS-Experiment macht es sinnvoll, auch nach τ -Zerfällen ohne Neutrinos zu suchen, die im Standard-Modell verboten sind. Insgesamt 29 Zerfallskanäle wurden betrachtet, darunter auch erstmals die die Lepton- und Baryonzahl verletzenden Zerfälle $\tau^- \rightarrow \bar{p}\gamma$, $\tau^- \rightarrow \bar{p}\pi^0$ und $\tau^- \rightarrow \bar{p}\eta$. Es wurden keine Anzeichen für die Existenz von τ -Zerfällen ohne Neutrinos gefunden. Die oberen Grenzen für deren Verzweigungsverhältnisse liegen nahezu alle unterhalb von 0.01% (bei 90% CL). Für 23 Zerfallskanäle sind entweder erstmalig Grenzen bestimmt oder Verbesserungen der Grenzen erzielt worden.

ρ - und ω -Produktion in τ -Zerfällen

Eine detaillierte Untersuchung des Zerfalls $\tau^- \rightarrow \pi^- \pi^- \pi^+ \pi^0 \nu_\tau$ ergab, daß dieser Zerfall sowohl über ω - als auch über ρ -Mesonen abläuft. Die relativen Anteile für $\tau^- \rightarrow \rho^0 \pi^- \pi^0 \nu_\tau$, $\tau^- \rightarrow \rho^- \pi^+ \pi^- \nu_\tau$ und $\tau^- \rightarrow \rho^+ \pi^- \pi^- \nu_\tau$ zum Zerfall $\tau^- \rightarrow \pi^- \pi^- \pi^+ \pi^0 \nu_\tau$ betragen 0.30 ± 0.04 , 0.26 ± 0.05 und 0.10 ± 0.03 (Abb. 36). Für die ω -Erzeugung liegt der Wert bei 0.33 ± 0.05 , was bereits 1985 von ARGUS gefunden wurde.

Teilchenproduktion

Eine Modellierung der Fragmentations-Prozesse von Quarks und Gluonen liefert das Lund-Monte-Carlo-Programm. Dieses Programm wird durch viele Parameter festgelegt, die nicht a priori bekannt sind, sondern experimentell bestimmt werden müssen.

Neue Informationen zur Fragmentation kommen jetzt von einer ARGUS-Analyse der Vektormeson-Produktion in $e^+e^- \rightarrow q\bar{q}$ Kontinuumsereignissen und direkten $\Upsilon(1S)$ -Zerfällen, in denen die Produktion der Mesonen ρ^0 , ω , $K^{*\pm}$ und K^{*0}, \bar{K}^{*0} untersucht wurde. Es wurde zum ersten Mal die inklusive ω -Produktion analysiert. Dabei zeigt sich, daß das Monte-Carlo-Programm JETSET 6.3 mit einem Vektormeson-Anteil $V/(V+P) = 0.3$ (statt des Standardwerts 0.6) für Hadronen mit Strangeness fast alle ARGUS-Daten beschreiben kann, mit Ausnahme der K^* -Spektren von $\Upsilon(1S)$ -Zerfällen, die signifikant härter sind als die Modellvorhersagen. Das kann als Hinweis auf Unterschiede zwischen Quark- und Gluon-Fragmentation aufgefaßt werden: Die beiden Strings, die im Lund-Modell von einem Gluon ausgehen, könnten sich im Phasenraumbereich in der Nähe des Gluons treffen, was zu einer erhöhten Energiedichte und damit zu geringerer Strangeness-Unterdrückung führt als in anderen Phasenraumbereichen.

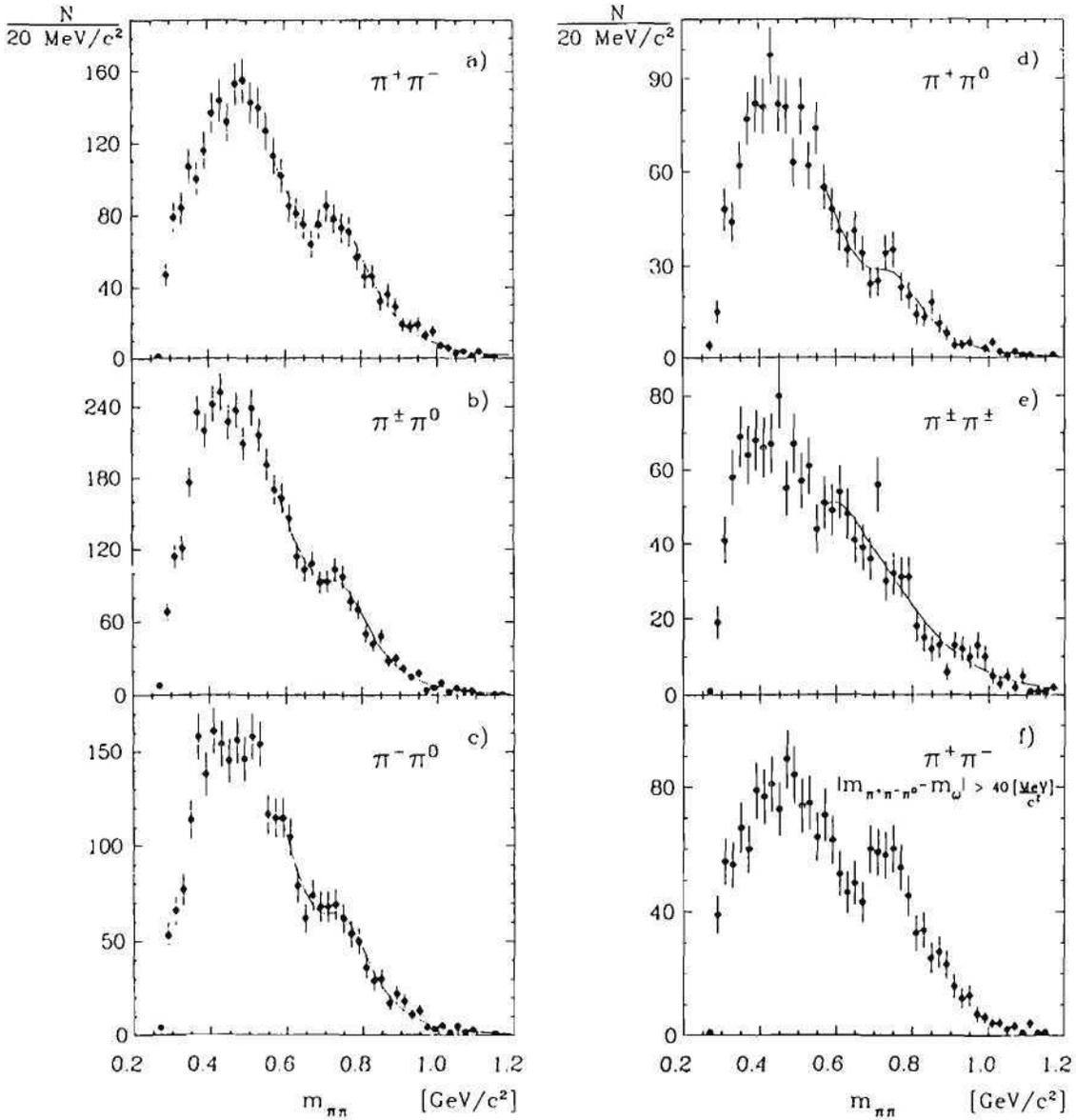


Abbildung 36: Massenverteilung für Zwei-Pionen-Systeme im Zerfall $\tau^- \rightarrow \pi^-\pi^-\pi^+\pi^0\nu_\tau$.

Charm aus der Fragmentation von Gluonen

Aus der Fragmentation von Gluonen erwartet man deutlich weniger Teilchen mit Charm als leichte Hadronen, da die große Masse der Charm-Quarks zu einer starken Dämpfung der Charm-Produktion bei der Hadronen-Erzeugung durch das Aufbrechen des Farbfeldes führt.

Diese Hypothese läßt sich an Zerfällen der $\Upsilon(1S)$ -Resonanz überprüfen. Das $\Upsilon(1S)$ zerfällt, in Analogie zum Orthopositronium, in drei Gluonen oder in zwei Gluonen und ein Photon, deren Hadronisierung schließlich zu den meßbaren Teilchen im Endzustand führt. In dem oben skizzierten Bild sollte in diesen Zerfällen die Erzeugung von Teilchen mit Charm stark unterdrückt sein. In einer ARGUS-Analyse wurde nach Hinweisen auf Charm-Erzeugung in $\Upsilon(1S)$ -Zerfällen gesucht, und zwar nach Signalen des $D^*(2010)$ -Mesons, der J/ψ -Resonanz, und von "prompten" Elektronen und Myonen aus semileptonischen Charm-Zerfällen. Als Resultat dieser Suche können die folgenden oberen Grenzen angegeben werden (bei 90% CL):

$$\begin{aligned} \text{BR}^{\text{dir}}(\Upsilon(1S) \rightarrow D^*(2010)^\pm + X) &< 0.019, \\ \text{BR}^{\text{dir}}(\Upsilon(1S) \rightarrow J/\psi + X) &< 0.64 \cdot 10^{-3} \\ \text{BR}^{\text{dir}}(\Upsilon(1S) \rightarrow Y_c + X) &< 0.034. \end{aligned}$$

Dabei bezeichnet Y_c ein Teilchen mit Charm. Die Erwartung, daß die Charm-Erzeugung in der Fragmentation von Gluonen sehr stark unterdrückt ist, wird damit bestätigt.

Photon-Photon-Reaktionen

Die Eigenschaften von Resonanzen, wie Spin, Parität, Quark- und Gluon-Komposition, kann man auch durch Untersuchung von Photon-Photon-Reaktionen bestimmen. Dabei werden die Photonen durch Bremsstrahlung von Elektronen und Positronen erzeugt:

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

$\gamma\gamma \rightarrow \eta_c$

Die Reaktion $\gamma\gamma \rightarrow \eta_c$ ermöglicht einen wichtigen Test für QCD-Modelle, die unterschiedliche Vorhersagen für die radiative Breite $\Gamma_{\gamma\gamma}$ machen. Dazu sind allerdings präzise Messungen dieser Größe nötig. Bisherige Messungen sind auf den Reaktionskanal $\gamma\gamma \rightarrow \eta_c \rightarrow K_S^0 K^\pm \pi^\mp$ beschränkt, in dem auch ARGUS ein deutliches Signal bei geringem Untergrund beobachtet. Zwei weitere Reaktionen $\gamma\gamma \rightarrow \eta_c \rightarrow \pi^+\pi^+\pi^-\pi^-$ und $\gamma\gamma \rightarrow \eta_c \rightarrow K^+K^-\pi^+\pi^-$ konnten von ARGUS gemessen werden. Für die radiative Breite $\Gamma_{\gamma\gamma}$ ergibt sich der bislang genaueste Wert von

$$\Gamma_{\gamma\gamma} = (12.2 \pm 3.0) \text{ keV.}$$

$\gamma\gamma \rightarrow a_2$

Die Analyse der Reaktion $\gamma\gamma \rightarrow a_2 \rightarrow \pi^+\pi^-\pi^0$ erlaubt es, die relativen Beiträge der beiden möglichen Helizitätsamplituden zu bestimmen. Bisherige Untersuchungen waren damit verträglich, daß der Helizität-0-Beitrag zur radiativen Breite verschwindet. Aus einer Maximum-Likelihood-Analyse, die ARGUS

durchgeführt hat, ergibt sich nun ein Wert von etwa $1/6$ für das Verhältnis $\Gamma_{\gamma\gamma}^{(0)}/\Gamma_{\gamma\gamma}$. Diese Messung erlaubt erstmalig die Unterscheidung zwischen verschiedenen theoretischen Modellen.

Zusammenfassend läßt sich sagen, daß trotz der durch den DORIS-Umbau und die HERA-Testläufe bedingten äußerst geringen Erhöhung der gesamten Datenmenge in den Jahren 1990 und 1991 auch das Jahr 1991 für das ARGUS-Experiment eine Fülle neuer und interessanter Ergebnisse gebracht hat. Durch die Mikrovertex-Driftkammer und den neu installierten Silizium-Vertexdetektor wurden die Meßmöglichkeiten des ARGUS-Detektors wesentlich erweitert. Damit sind beste Voraussetzungen für ein reichhaltiges Forschungsprogramm in den kommenden Jahren geschaffen.

Ausblick

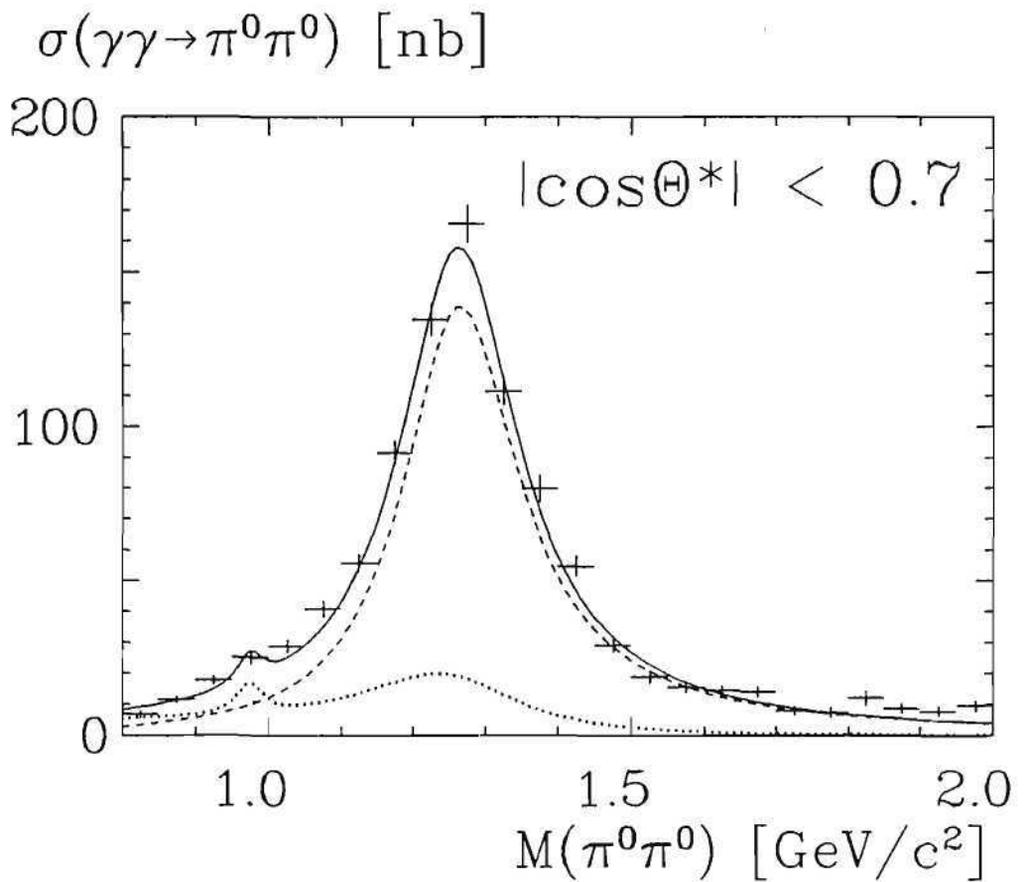


Abbildung 37: Der Wirkungsquerschnitt $\sigma(\gamma\gamma \rightarrow \pi^0\pi^0)$ als Funktion der $\pi^0\pi^0$ invarianten Masse im Winkelbereich $|\cos\theta^*| < 0.7$. Die Kreuze sind die experimentellen Daten und die Kurven zeigen eine Anpassung von drei Breit-Wigner-Funktionen an die Daten. Die gepunktete Linie zeigt den Spin-0-Anteil, die gestrichelte Linie den Spin-2-Anteil.

Crystal Ball-Kollaboration

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

Sprecher: S. Cooper, MPI München, 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 im wesentlichen abgeschlossen. Als wichtigste experimentelle Untersuchung im Berichtsjahr wird im folgenden die Messung des $\pi^0\pi^0$ -Wirkungsquerschnitts in der Zwei-Photon-Wechselwirkung dargestellt.

Physikalische Ergebnisse

Das Studium der Zwei-Photon-Wechselwirkung $\gamma\gamma \rightarrow \pi^0\pi^0$ geschieht mit der Reaktion $e^+e^- \rightarrow e^+e^-\gamma\gamma$, wobei jedes Lepton ein virtuelles Photon mit kleinem q^2 abstrahlt. Die Leptonen werden dabei unter kleinem Winkel gestreut und sind im Experiment nicht beobachtbar.

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

Abbildung 37 zeigt den Wirkungsquerschnitt $\sigma(\gamma\gamma \rightarrow \pi^0\pi^0)$ als Funktion der $\pi^0\pi^0$ invarianten Masse. Im Unterschied zu der früheren Crystal Ball-Analyse der gleichen Reaktion wurden hier etwa zweieinhalb mal soviel Daten ausgewertet; weiterhin konnte die Effizienz der Analyse deutlich gesteigert werden. Eine gleichzeitige Anpassung von Breit-Wigner-Funktionen an die experimentellen Verteilungen des Wirkungsquerschnitts und der Winkelverteilung des π^0 im $\gamma\gamma$ -Ruhezustand zeigt, daß die Daten mit drei Resonanzen beschrieben werden können. Dies sind das $f_0(975)$ (ein Kandidat für einen Vierquark-Zustand), das $f_0(1250)$ und das $f_2(1270)$. Man erhält folgende Werte für die partiellen Zwei-Photon-Breiten:

$$\begin{aligned}\Gamma(f_0(975)) &= (0.20 \pm 0.07 \pm 0.04) \text{ keV} \\ \Gamma(f_0(1250)) \text{BR}(f_0 \rightarrow \pi^0\pi^0) &= (1.29 \pm 0.25 \pm 0.17) \text{ keV} \\ \Gamma(f_2(1270)) &= (3.21 \pm 0.14 \pm 0.35) \text{ keV}\end{aligned}$$

Oberhalb von $1.5 \text{ GeV}/c^2$ ist der gemessene Wirkungsquerschnitt verträglich mit dem „Schwanz“ der f_2 -Resonanz. Der dominante Resonanzbeitrag macht es unmöglich, in diesem Massenbereich QCD-Vorhersagen für den Kontinuumsprozeß $\gamma\gamma \rightarrow \pi\pi$ zu testen.



Theoretische Physik

Sprecher: W. Buchmüller

Phänomenologie

Die Aktivitäten der DESY-Theoriegruppe und des II. Instituts für Theoretische Physik der Universität Hamburg waren im Jahr 1991 im Bereich der phänomenologischen Teilchenphysik vielfältig und intensiv. Im Vordergrund des wissenschaftlichen Interesses standen Vorhersagen, die mit der gerade in Betrieb gehenden Elektron-Proton-Speicherringanlage HERA bei DESY eng zusammenhängen. Mit Hilfe der Experimente bei HERA erwartet man präzise Messungen der Strukturfunktionen des Protons und des Photons im (x, Q^2) -Bereich, die weit über die vorhandenen Experimente hinausgehen. Besondere Aufmerksamkeit ist dem Bereich bei kleinen Werten der Variablen x gewidmet, der das erste Mal bei HERA untersucht wird. Durch die hohe Energie von HERA und durch die nicht-abelsche Eigenschaft der Gluonen erwartet man eine hohe Gluonen-Dichte innerhalb des Protons, die sogenannten „Hot Spots“ des Nukleons. Die Physik auf dem Gebiet kleiner x -Werte steht im Mittelpunkt des jetzigen theoretischen Interesses. Diese und andere Aspekte der HERA-Physik wurden im Rahmen eines Workshops, der länger als ein Jahr dauerte, umfassend studiert. Die Ergebnisse dieser Studie, die durch W. Buchmüller und G. Ingelman geleitet wurde, werden in Form eines dreibändigen Workshopberichts im Frühsommer des Jahres 1992 veröffentlicht.

*Physik bei
HERA*

Außer der HERA-Physik wurden eine Reihe aktueller theoretischer Themen untersucht. Ein beträchtlicher Teil der Arbeiten befaßte sich mit der Anwendung störungstheoretischer Methoden der Theorie der starken Wechselwirkungen, der Quantenchromodynamik (QCD), auf dem Gebiet der Hochenergiephysik. Zu diesen Forschungsthemen gehören Vorhersagen über die Wirkungsquerschnitte für die Erzeugung schwerer Quarks sowie des Higgs-Teilchens, die in vorhandenen und zukünftigen Proton-Proton(Antiproton)-Kollisionen sowie in Experimenten an linearen Elektron-Positron-Beschleunigern zu erwarten sind.

*Störungstheoretische
Methoden
der QCD*

Das dritte Forschungsgebiet umfaßte Aspekte der elektroschwachen Wechselwirkungen, die mit den Präzisionsmessungen durch die LEP-Experimente sowie bei Proton-Antiproton-Kollisionen am CERN (Genf/Schweiz) und FNAL (Batavia/USA) die Konsistenz des elektroschwachen Standard-Modells auf Quanten-(Schleifen)-Niveau untersuchten. Im Mittelpunkt dieser Untersuchungen stehen das Top-Quark und das Higgs-Boson, die bisher experimentell nicht gefunden sind. Man hofft, daß durch die Präzisionsmessungen der Parameter des Standard-Modells hilfreiche Hinweise auf die Masse und die physikalischen Eigenschaften des Top-Higgs-Komplexes zu gewinnen sein werden. Außer der

*Elektroschwache
Wechselwirkungen
und neue Teilchen*

Suche nach dem Higgs-Boson und dem Top-Quark stellten die schweren Neutrinos (Majorana-Neutrinos) und deren möglicher Zusammenhang mit dem Erzeugungsmechanismus der leichten Neutrinomassen, ein weiteres Gebiet für die Suche nach neuen Teilchen dar.

*Schwache Zerfälle
schwerer Quarks*

Ein viertes Gebiet, das in den letzten drei Jahren in den Mittelpunkt der QCD-Untersuchungen gerückt ist, beschäftigt sich mit den effektiven Theorien der schweren Quarks. Das neue theoretische Interesse auf diesem Gebiet wurde durch die Arbeiten von N. Isgur und M. Wise hervorgerufen, und es wird dabei angestrebt, eine quantitative Theorie für die Zerfälle der schweren Quarks zu gewinnen. Die Symmetrie der schweren Quarks, die sich nur in einer effektiven Hamilton-Funktion erkennen läßt, ermöglicht es, eine theoretisch fundierte Vorhersage über eine Reihe exklusiver Zerfälle der Hadronen zu machen. Die Zerfälle der b-Mesonen und -Baryonen bieten eine Vielfalt an Möglichkeiten die Vorhersagen der effektiven Theorie schwerer Quarks zu prüfen. Diese Vorhersagen waren Bestandteil theoretischer Untersuchungen. Außerdem wurde die Physik des b-Quarks, insbesondere die der seltenen Zerfälle und der CP-Verletzung, in mehreren Arbeiten studiert. Diese und damit zusammenhängende Arbeiten, die zum Thema eines noch andauernden ECFA-Workshops über eine europäische B-Mesonen-Fabrik gehören, sind unten kommentiert.

Im Folgenden wird eine Zusammenfassung der gesamten phänomenologischen Arbeiten gegeben, die im Zusammenhang mit den vorgenannten Themen stehen.

Physik bei HERA:

- Nukleon-Strukturfunktionen im Bereich kleiner x -Werte, insbesondere die Lösung der nicht-linearen Gribov-Levin-Ryskin-(GLR)-Gleichung und die Messungen der „Hot Spots“ des Protons bei HERA (DESY 91-064, 91-073, 91-110, 91-154). Zu diesem Thema gehört auch ein Buch mit dem Titel „Small- x Behaviour of Deep Inelastic Structure Functions in QCD“, das im Februar 1991 vom North-Holland Verlag veröffentlicht wurde.
- Bestimmung der Strukturfunktion des Nukleons und des Photons bei HERA (DESY 91-018, 91-039, 91-085, 91-117)
- Strahlungskorrekturen zur tiefinelastischen Lepton-Nukleon-Streuung bei HERA (DESY 91-100, 91-117)
- Asymptotische Lösungen der Evolutionsgleichungen für die polarisierte tiefinelastische Strukturfunktion g_2 (DESY 91-013)
- Physik schwerer Quarks bei HERA (in HERA Workshop Proceedings)
- Schwere Majorana-Neutrinos in e^-p -Kollisionen (DESY 91-034)

- Anomale $WW\gamma$ -Kopplungen in e^-p -Kollisionen (DESY 91-096)

Anwendungen von störungstheoretischen Methoden der QCD:

- Produktion schwerer Quarks in Proton-Proton(Antiproton)- und Neutrino-Nukleon-Kollisionen (DESY 91-054, 91-065, 91-132)
- QCD-Korrekturen zu Higgs-Kopplungen, Zerfällen und Wirkungsquerschnitten (DESY 91-105)
- QCD-Effekte in e^+e^- -Vernichtung (DESY 91-013, 91-059, 91-078)

Elektroschwache Wechselwirkungen:

- Eigenschaften der schwachen Eichbosonen (DESY 91-004, 91-050, 91-118)
- Elektroschwache Strahlungskorrekturen und Top-Quark-Masse (DESY 91-035, 91-045, 91-061, 91-103, 91-111)
- Higgs-Produktion in hochenergetischen e^+e^- - und $e\gamma$ -Kollisionen (DESY 91-104, 91-107, 91-128)
- Messungen des schwachen Isospins des Bottom-Quarks (DESY 91-106)

Schwache Zerfälle:

- B-Zerfälle in der QCD und den Experimenten (DESY 91-137)
- Seltene B-Zerfälle (DESY 91-014, 91-080, 91-097)
- Effektive Theorie schwerer Quarks und Anwendungen in b- und c-Hadron-Zerfällen (DESY 91-058, 91-095, 91-119, 91-123, 91-131)
- CP-Verletzungen in B-Zerfällen (DESY 91-072, 91-134)

Suche nach neuen Teilchen und Effekten:

- Top-Quark-Physik im linearen e^+e^- -Collider (DESY 91-108)
- Hinweise auf die neuen Eichbosonen im linearen e^+e^- -Collider (DESY 91-109, 91-140)
- Anomale $WW\gamma$ - und $WW\gamma\gamma$ -Kopplungen im e^+e^- -Collider (DESY 91-086, 91-155)
- Schweres Majorana-Neutrino und dessen Eigenschaften, Effekte und Entdeckungen (DESY 91-034, 91-053, 91-102)

Gittereichtheorie

QED bei kurzen Abständen

Das Verhalten der Quantenelektrodynamik (QED) bei kurzen Abständen ist durch das Anwachsen der Feinstrukturkonstante charakterisiert, und es bedarf nicht-störungstheoretischer Methoden, um zu entscheiden, ob die Theorie bis zu beliebig großen Impulsen sinnvoll bleibt. Dies kann u.a. durch numerische Simulationen auf dem Gitter geschehen, und die jetzige Evidenz ist, daß die Theorie einen „cut off“ bei hohen Energien (die allerdings stets unerreichbar bleiben werden) erfordert. Dazu wurden in der nicht-kompakten QED mit „staggered“ Fermionen zahlreiche physikalische Größen untersucht, die alle zeigen, daß die Theorie an dem bekannten kritischen Punkt, der einen Kontinuums-Grenzwert erlaubt, eine freie Theorie ist (DESY 91-098).

Skalenverhalten bei asymptotisch freien Theorien

Im Gegensatz zur QED haben asymptotisch freie Theorien (vor allem die QCD, aber auch das $O(3)$ -symmetrische σ -Modell in 2 Dimensionen) eine Kopplungskonstante, die mit abnehmendem Abstand sinkt. Diese Kopplungskonstante kann in einem kleinen Volumen aus den physikalischen Größen ermittelt werden, für die eine störungstheoretische Entwicklung gilt. Damit wird auch der Skalenparameter der Theorie festgelegt (M. Lüscher, P. Weisz, U. Wolff). Für die reine $SU(2)$ -Eichtheorie wurde das Verhalten des Skalenparameters als Funktion der nicht-renormierten Kopplungskonstante ebenfalls in kleinen Volumina durch Monte-Carlo-Simulationen bestimmt, wobei sich Abweichungen vom Skalenverhalten der String-Spannung ergaben (DESY 91-152).

Confinement in der reinen Eichtheorie

Der Mechanismus, der in der reinen Eichtheorie zum Confinement führt, ist nach wie vor unvollständig geklärt. Einen möglichen Weg zum Verständnis bietet die Kondensation von magnetischen Monopolen, deren Identifizierung (durch abelsche Eichung) und deren Dichteänderung beim Deconfinement-Übergang in der $SU(3)$ untersucht wurde. In einem anderen Zugang zur Struktur des $SU(2)$ -Vakuums werden die klassisch verbotenen Gebiete des Phasenraums mit quasiklassischen Methoden (WKB) analysiert (DESY 91-149). Es zeigte sich, daß in den verbotenen Gebieten unendlich viele Tunnel-Pfade existieren, die ungefähr gleich wichtig sind.

Fermionen auf dem Gitter, numerische Simulation

Die Behandlung von Fermionen auf dem Gitter steht nach wie vor im Vordergrund des Interesses, vor allem im Zusammenhang mit dem Verdoppelungs-Problem und der chiralen Symmetrie masseloser Fermionen im Standard-Modell. Die schon früher eingeführten Mirror-Fermionen erlauben eine chiralinvariante Formulierung, und es besteht die Hoffnung, daß durch eine Yukawa-Kopplung der Fermionen an das Higgs-Feld die Trivialität der Theorie aufgehoben wird. Dazu ist es notwendig, das Phasendiagramm der Theorie für größere Werte der Yukawa-Kopplung zu untersuchen, was innerhalb des $U(1)_L \otimes U(1)_L$ -symmetrischen Modells geschehen ist (DESY 91-011). Für die QCD führt die

Verdoppelung der Fermionen auf ein reiches Spektrum an Zuständen, die sich in der starken Kopplungsnäherung auch für den baryonischen Sektor berechnen lassen und die in numerischen Simulationen zu finden sein werden (H. Dilger). Viele der hadronischen Zustände, die im Rahmen der QCD auf dem Gitter berechnet werden können, sind Resonanzen mit zum Teil großer Breite, deren Effekte nicht ohne weiteres zu bestimmen sind. Es wurde nun am konkreten Fall des ρ -Mesons gezeigt, wie man aus Simulationen für Zustände auf endlichen Gittern die Breite ermitteln kann (DESY 91-052).

Ein wesentlicher Teil der Komplexität numerischer Simulationen mit Fermionen liegt in der Bestimmung von Fermion-Propagatoren, die durch Multigrid-Methoden erheblich beschleunigt werden kann. Dazu wurde eine effiziente Blockspin-Definition angegeben und bei der Berechnung bosonischer Propagatoren erfolgreich überprüft (DESY 91-070). Ein anderes Verfahren (DESY 91-099) benutzt die Projektion auf den Grundzustand eines lokalen Hamilton-Operators, wobei eine Beschleunigung gegenüber dem üblichen „conjugate gradient“ erzielt werden konnte.

Die Eliminierung des „critical slowing down“ in der Simulation der reinen Eichtheorie stellt immer noch eine große Herausforderung dar. Für eine spezielle Geometrie bei endlicher Temperatur wurde ein sehr effektiver Cluster-Algorithmus gefunden und angewendet (R. Ben-Av et al.), und es wurden die Kriterien für den Erfolg eines Multigrid-Verfahrens in Abhängigkeit von dem fundamentalen Hamilton-Operator angegeben (DESY 91-157). Ein alternativer Vorschlag zur Umgehung des „critical slowing down“ für statistische Modelle beruht auf der Einführung bedingter Wahrscheinlichkeiten für die Boltzmann-Verteilung (DESY 91-127).

Viele der genannten Arbeiten erforderten umfangreiche numerische Rechnungen, die überwiegend auf der CRAY-YMP32 des Höchstleistungs-Rechenzentrums HLRZ am Forschungszentrum Jülich durchgeführt werden konnten. Auch auf dem Parallel-Rechner Alliant FX2800 der Gesellschaft für Mathematik und Datenverarbeitung (GMD) wurde erfolgreich gerechnet.

Gravitation und Kosmologie

Höherdimensionale Gravitationstheorien gewinnen zusätzliche innere Symmetrien bei der Reduktion auf weniger Dimensionen. So entsteht bei der Reduktion der einfachen Supergravitation von vier auf eine Dimension eine hyperbolische Lie-Algebra, deren Realisierung Fermionen erfordert (DESY 91-120).

Die Inflation des Universums kann durch gewisse Lösungs-Trajektorien einer klassischen Theorie mit Skalaren und Tensoren beschrieben werden. Ob die Inflation „erfolgreich“ ist, das heißt unter anderem das Horizonten-Problem befriedigend löst, hängt von den Parametern der Theorie ab, für die Schranken

angegeben werden konnten (DESY 91-063). Daß die Quanten-Gravitation in der störungstheoretischen Näherung mit zwei Schleifen eine nicht-renormierbare Divergenz besitzt, wurde in einer voll kovarianten Rechnung explizit gezeigt (DESY 91-115). Die Kopplung eines skalaren Quantenfelds an die Gravitation im semiklassischen Rahmen wurde in DESY 91-079 untersucht.

Viele $(2+1)$ -dimensionale feldtheoretische Modelle führen auf das Phänomen von nicht-ganzzahligem Spin und Statistik. Es wurde gezeigt, daß der Einfluß der Gravitation auf Teilchen mit Spin auf den gleichen Typ der „statistischen Wechselwirkung“ führt wie die übliche Chern-Simons-Dynamik bei skalaren Feldern (DESY 91-007). Zur Physik der schwarzen Löcher vom Kerr-Typ wurde ein Mechanismus angegeben, der zu einem stabilen „axion hair“ führt (DESY 91-008).

Der Zusammenhang zwischen der Natur des elektroschwachen Phasentübergangs und den Fluktuationen des Vakuum-Erwartungswertes des Higgs-Feldes wurde diskutiert und eine Schranke für die Higgs-Masse gefunden, oberhalb derer keine Baryon-Asymmetrie erzeugt werden kann (DESY 91-151). Sie liegt unterhalb der experimentellen unteren Grenze.

Allgemeine Feldtheorie und Quantenmechanik

Im Rahmen der „Algebraischen Quantenfeldtheorie“ wurden strukturelle Grundlagen aufgegriffen (DESY 91-113). Beispielsweise wurde das raumartig-asymptotische Verhalten von Zuständen untersucht und dabei insbesondere die Frage, unter welchen Voraussetzungen dieses durch einen Vakuum-Zustand zutreffend beschrieben wird (DESY 91-025). Der Wignersche Teilchenbegriff und das Konzept der Infrateilchen (geladene Teilchen mit masselosen Photonenwolken) wurden in einem vereinheitlichten IR-regularisierungsfreien Rahmen beschrieben, der auf der Vorstellung von Detektoren als einem lokalisierten Meßprozeß aufbaut (DESY 91-062). Es wurden Implikationen von Struktureigenschaften der lokalen Observablen-Algebren für die Spektren gewisser „energie-artiger“ Operatoren gefunden (DESY 91-087). Die Theorie der Superauswahl-Sektoren (DESY 91-133) führt zu einer intrinsischen Definition der Teilchen-Statistik. Die typische Statistik in niederdimensionalen Theorien wird durch die Zopf-Gruppe anstelle der Permutations-Gruppe beschrieben. In dieser Situation versagt der übliche Mechanismus der „Erklärung“ der Superauswahl-Sektoren durch ein Eichprinzip der 1. Art, und es erhebt sich die Frage nach dem verallgemeinerten Symmetriekonzept, das seine Stelle einnehmen kann (DESY 91-037,-043,-060,-135,-136,-144).

Feldtheorien mit masselosen Teilchen erfordern eine sorgfältige Behandlung des Verhaltens bei großen Abständen, bei dem die Störungstheorie oft auf potenz-

artige Singularitäten führt. Die Mittelung der Wirkung über ein endliches Volumen erweist sich als ein Regularisierungsverfahren, das die raum-zeitlichen Symmetrien erhält. Dabei treten im Potential höhere Potenzen der Felder auf. Mit Hilfe dieser Technik wurden für skalare Feldtheorien in zwei bis vier Dimensionen die Phasenstrukturen berechnet (DESY 91-088).

Seit einigen Jahren gibt es ein großes Interesse an nicht-separablen dynamischen Systemen mit chaotischem Verhalten. Als Modelle für Quantenchaos wurden das Hyperbel-Billard (DESY 91-017, 91-030, 91-150) und das Hadamard-Gutzwiller-Modell (DESY 91-044, 91-082, 91-156) eingehend untersucht. Besonderes Interesse galt den dynamischen Zeta-Funktionen, welche als Eulerprodukt über die klassischen periodischen Bahnen definiert werden und deren nicht-triviale Nullstellen mit den quantenmechanischen Energien verknüpft sind. Die darauf basierenden semiklassischen Quantisierungsbedingungen wurden erstmals numerisch ausgewertet. Eine weitere, neuartige Quantisierungsbedingung für chaotische Systeme wurde vorgeschlagen (DESY 91-082) und am Beispiel der vier oben angegebenen Modelle erfolgreich getestet (DESY 91-141).

Für mehrere physikalische Systeme wurden adiabatische Holonomie-Effekte („Berry-Phasen“) untersucht. Vor kurzem wurde es klar, daß diese Berry-Phasen einen wesentlichen Einfluß auf Übergangsamplituden im harmonischen Oszillator mit zeitabhängigem Parameter haben, die rein geometrischen Charakter besitzen.

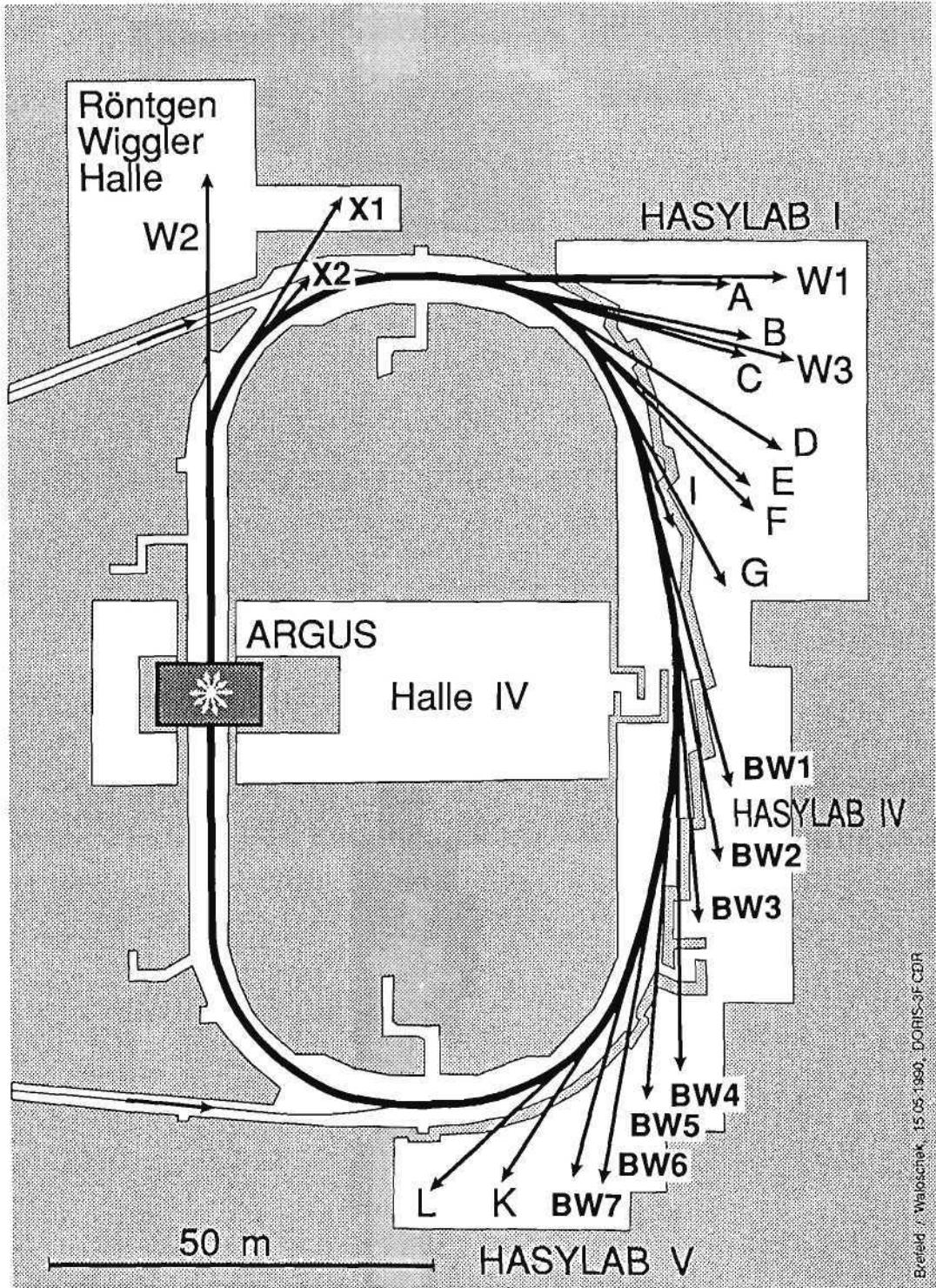


Abbildung 38: DORIS III und Experimente. (Skizze: Brefeld/Waloschek)

Hamburger Synchrotronstrahlungslabor HASYLAB

Leiter: G. Materlik

Überblick

Im Hamburger Synchrotronstrahlungslabor HASYLAB wird die vom Speicherring DORIS III abgestrahlte Synchrotronstrahlung für Untersuchungen der geometrischen und elektronischen Struktur der Materie sowie in vielen weiteren Anwendungen eingesetzt. Dabei wird das Spektrum der elektromagnetischen Strahlung vom sichtbaren Licht bis hin zum harten Röntgengebiet genutzt und ein Energiebereich von etwa einem Elektronenvolt bis hin zu 200 000 Elektronenvolt überstrichen. 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 Bestimmung biologischer Strukturen durch.

Mit dem Speicherring DORIS III, der einen Umfang von 289 m, einen magnetischen Krümmungsradius von 12.1 m und eine maximale Elektronenenergie von 5.6 GeV hat, steht dem Deutschen Elektronen-Synchrotron ein im internationalen Vergleich konkurrenzfähiges und unter verschiedenen Gesichtspunkten einmaliges Forschungsinstrument zur Erzeugung der Synchrotronstrahlung zur Verfügung.

Insbesondere durch den im Jahr 1991 fertiggestellten Umbau des Speicherrings DORIS erhält HASYLAB die zur Zeit in diesem Energiebereich weltweit einzigartige Möglichkeit, neben den drei bereits betriebenen Wiggler sieben weitere Magnetstrukturen zur Erzeugung höchstintensiver Synchrotronstrahlung mit Wiggler und Undulatoren einzusetzen.

Das Jahr 1991 wurde geprägt durch die Änderungsarbeiten am Speicherring und dem zugehörigen Ringtunnel, durch die Baumaßnahmen zur Erstellung neuer Experimentierflächen, den Aufbau der neuen Strahlführungen und Experimentiereinrichtungen sowie durch die erfolgreiche Inbetriebnahme von DORIS III und der Meßstationen BW1, BW2 und BW3.

Das Richtfest der neuen Gebäude wurde am 29. April gefeiert. Anfang August konnte die Experimentierfläche im Bereich HASYLAB IV bezogen werden, und im Dezember wurden die ersten Aufbauten der Interlockgebiete im Bereich HASYLAB V erstellt. Ansichten der neuen Gebäudeteile sind in Abbildung 39 und Abbildung 40 zu sehen.



Abbildung 39: Das fertige HASYLAB IV-Gebäude mit dem Übergang zum Bürokomplex im Herbst 1991.



Abbildung 40: Blick über die Zufahrt auf die HASYLAB V-(hinten) und LINAC II-Gebäude (rechts).

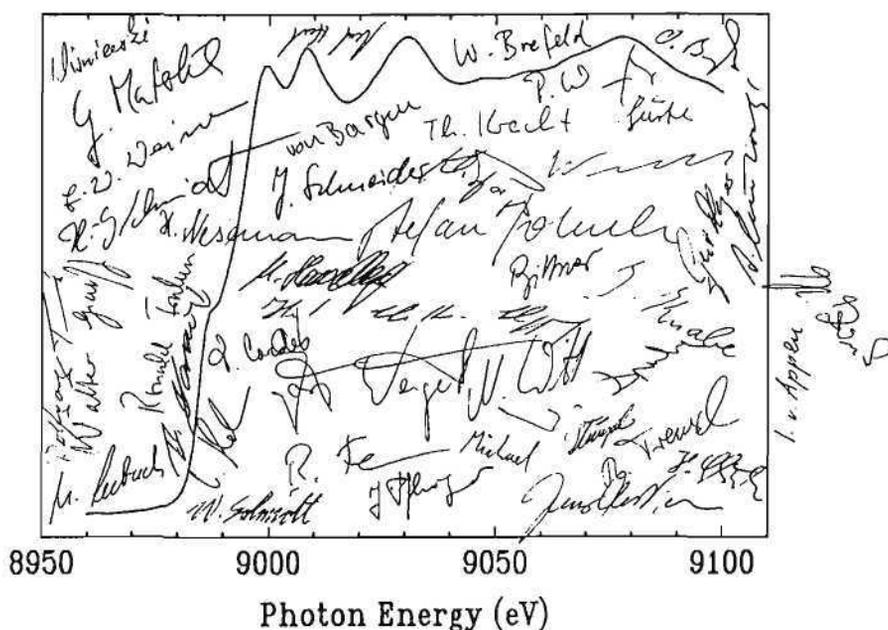


Abbildung 41: Erstes Absorptions-Spektrum am Wiggler BW1, aufgenommen am 4. November 1991 um 22⁰⁰ Uhr mit den Unterschriften der an der Aufnahme beteiligten Wissenschaftler.

Nach dem Abschluß der Umbauarbeiten im Bereich des Ringtunnels wurde am 6. Juni mit dem Testbetrieb des Speicherrings DORIS III begonnen. Es gelang der Betriebsmannschaft im Kontrollraum bereits am 8. Juni, den ersten Elektronenstrahl mit einer Energie von 3.7 GeV zu speichern. Diese Testperiode wurde am 5. August unterbrochen, und der Beschleuniger wurde zur Wiederinbetriebnahme der existierenden Meßplätze bei einer Energie von 4.5 GeV mit vier Elektronen-Paketen und einem maximalen Strom von ca. 40 mA an HASYLAB übergeben.

Meßbetrieb an
DORIS III

In der Betriebsunterbrechung zum Einbau des Hochenergiephysikdetektors ARGUS vom 26. August bis zum 9. September wurden weitere Strahlführungskomponenten im Ringtunnel installiert. Es folgten die Fortsetzung der Testphase für die Hochenergiephysik-Strahloptik und eine Hauptbenutzerzeit für ARGUS bei 5.3 GeV Elektronen- und Positronen-Energie mit jeweils einem umlaufenden Teilchenpaket. DORIS III wurde am 14. Oktober wieder an HASYLAB zu einer Hauptbenutzerzeit für Synchrotronstrahlungsexperimente übergeben, die bis zum 2. Dezember andauerte.

In dieser Zeit konnte am 4. November das erste Röntgenabsorptions-Spektrum mit einem neuen Wiggler kurz nach erfolgreicher Inbetriebnahme der Strahlführung BW1 gemessen werden. Es ist in Abbildung 41 dargestellt,

zusammen mit den Unterschriften der meisten Mitarbeiter, die zum Gelingen des Aufbaus von BW1 beitrugen.

An der Strahlführung BW3 wurde der erste Synchrotronstrahl einige Tage später, am 6. November verzeichnet. An BW2 wurde der Beamshutter zum ersten Mal am 14. November geöffnet, und bereits dreißig Minuten danach konnte das erste EXAFS-Spektrum aufgezeichnet werden. Die kurze noch verbliebene Testzeit für die Strahlführungen belegte die erfolgreiche Funktionsprüfung der neukonzipierten Strahlführungskomponenten wie Strahllagemonitore, Absorber-/Spaltsysteme, Spiegelkammern, Monochromatoren etc.

Die wichtigsten Zwischenergebnisse wurden bei den Kristallkühlungsversuchen der Monochromatoren gewonnen. Mit diesen Ergebnissen kann ein verbessertes Konzept zur Kühlung festgelegt werden, und sie erlauben eine Optimierung der Strahloptik, in der bisher an mehreren Stellen Ersatzspiegel und Testkristallanordnungen eingesetzt werden.

Trotz des großen Einsatzes für das DORIS III-Projekt wurden auch noch viele Änderungen an Strahlführungen und Meßplätzen durchgeführt. Der SUPERLUMI-Meßplatz (Strahl I) und die Kontrollfläche für das Reflektometer (Strahl G1) wurden verlegt. Beide Meßplätze laufen bereits wieder im Routinebetrieb. Der Aufbau des neuen Monochromators vom Typ RÖWI am Strahl C, die Erweiterung der Meßhütte am Strahl F2, um dort im Wechsel mit dem Röntgeninterferometer Platz für eine Hochdruckapparatur für energiedispersive Beugung zu schaffen, sowie die Modifikation der Meßhütte am Strahl D3, in der ein neues 4-Kreis-Diffraktometer in Betrieb ging, wurden abgeschlossen.

Mit DORIS III und den neuen Meßplätzen stehen den Nutzern der Synchrotronstrahlung beim HASYLAB ausgezeichnete Experimentiereinrichtungen zur Verfügung. Wichtig für einen erfolgreichen Forschungsbetrieb in den 90er Jahren sind die gleichzeitige Funktion des Speicherrings und der Meßplätze.

Bei den Strahlführungsoptiken ist insbesondere die thermische Belastung eine technologische Herausforderung, die auch für die neuen Synchrotronstrahlungsquellen der nächsten Generation von großer Bedeutung ist. Hier sind nach den ersten Tests Lösungen in Sichtweite. Durch die bewährte, enge Zusammenarbeit der HASYLAB-Mannschaft mit den externen Nutzergruppen können die Strahlführungsoptiken direkt im Experiment erprobt werden.

Um einen zuverlässigen Betrieb von DORIS III für Synchrotronstrahlung zu gewährleisten, der auch den gestiegenen Anforderungen der Experimente Rechnung trägt, müssen eine Reihe von noch vorhandenen Problemen (Begrenzung des maximalen Stroms, Strahlage-Instabilitäten und das Fehlen beweglicher Vakuumkammern) gelöst werden. Der Wissenschaftliche Rat von DESY hat im November 1991 empfohlen, auch während des Hochenergiebetriebs von DORIS III einen Betriebsmodus zu finden, der eine effiziente Nutzung der Synchrotronstrahlung ermöglicht.



Abbildung 42: Eine von sechs magnetischen Bypass-Einheiten: Vertikaler Korrekturmagnet(A), Ablenkmagnet(B), Sextupol(D) und Quadrupol(E). (42249/20)

Die Liste der an der Vorbereitung und der Durchführung von Experimenten beteiligten Institute weist für 1991 135 Institute und 611 Wissenschaftler aus. Die vielfältigen Arbeiten mit Synchrotronstrahlung in den Wissenschaftsbereichen der Physik, Biophysik, Geophysik, Chemie, Biochemie, Biologie, geophysikalischen Chemie und Medizin sind im wissenschaftlichen Jahresbericht 1991 von HASYLAB ausführlich dargestellt. Die Liste der Veröffentlichungen und Vorträge dokumentiert, daß die am HASYLAB mit Synchrotronstrahlung durchgeführten Arbeiten in vielen Fachgebieten eine Spitzenstellung einnehmen.

Fertigstellung von DORIS III

Der Umbau von DORIS II begann am 16. Juli 1990 und dauerte bis Juni 1991. Als letztes wurden die magnetischen Komponenten, Sextupole und vertikale Korrekturmagnete, in dem neuen, als „Bypass“ bekannten Abschnitt installiert. Abbildung 5 zeigt eine von sechs magnetischen Bypass-Einheiten, die die sieben geraden Abschnitte für Wiggler und Undulatoren trennen. Diese Einheiten verbessern die Strahlqualität für diese Geräte.

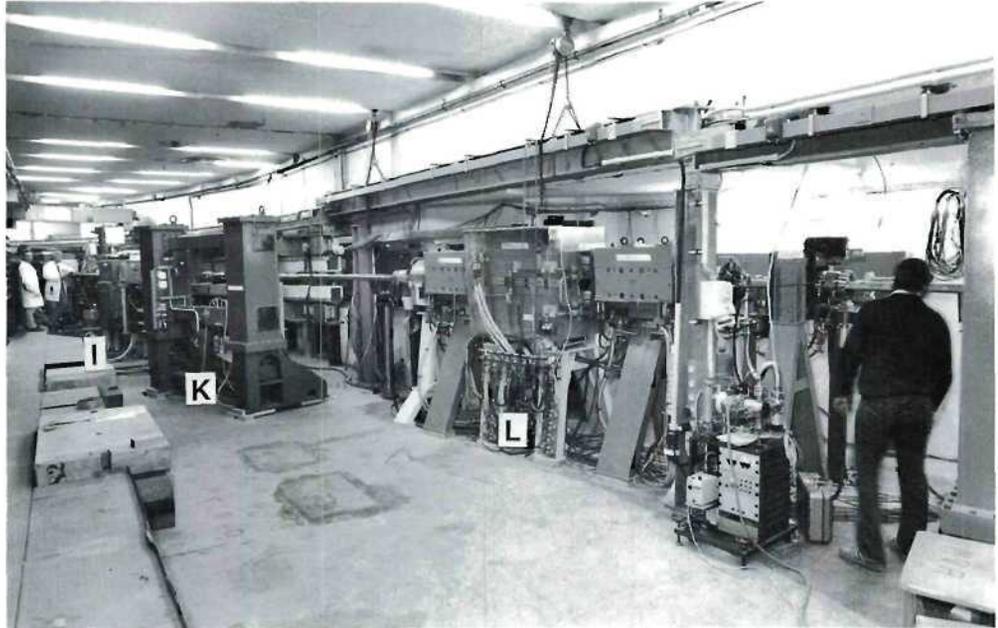


Abbildung 43: Die ersten 20 m des Bypasses in DORIS III: Quadrupol-Dreiergruppe (I), Wiggler BW1 (K) und die erste magnetische Einheit (L). (42249/13)

Parallel zu dieser Arbeit wurde das Beschleunigersystem im ARGUS-Zweig vervollständigt. Vier der elf Hohlraumresonatoren wurden an der Stelle der ehemaligen elektrostatischen Separatoren aufgebaut. Die entsprechenden Wellenleiter mussten um zwei DORIS-Ausrichtssäulen herumgeführt werden. Ende März war die Installation der Magnete, Stützen, Spannungsversorgungen, Kabel, Beschleunigungsstrecken, Wellenleiter, Sender und Abschirmungen abgeschlossen.

Im April und Mai wurden die Vakuumkomponenten für den Bypass montiert – eine Vakuumkammer für jede der sechs magnetischen Einheiten. In diesen Einheiten trennt ein Dipolablenkmagnet den Elektronenstrahl vom Photonenstrahl der Wiggler und Undulatoren. Der Austritt des Photonenstrahls aus der Vakuumkammer liegt zwischen den Spulen des folgenden Quadrupols. Behelfsmäßige Vakuumkammern wurden für die geraden Abschnitte hergestellt. Alle Komponenten dieser Vakuumkammern bestehen aus Kupfer. Abbildung 6 zeigt den ersten Abschnitt des Bypasses mit der Quadrupol-Dreiergruppe, einem Wiggler am BW1-Platz und der ersten magnetischen Einheit.

Am 6. Juni waren das Vakuumsystem und ein Teil des Regelungssystems von DORIS III fertig, und es begann die Betriebsphase.

Wiggler und Undulatoren für DORIS III

In 1991 wurden drei 4 m lange und ein 2.7 m langer Röntgenwiggler fertiggestellt. An jedem Gerät wurden umfassende magnetische Messungen durchgeführt, um ein Minimum von störenden Einflüssen auf den gespeicherten Elektronenstrahl sicherzustellen. Die wesentlichen Ergebnisse dieser Messungen sind in Tabelle 1 zusammengefaßt.

Aktueller Stand

Gerät	Endgültige Position	Länge [m]	B_{\max} [T]	$\sigma(\Delta B/B_m)$ [%]	J_{1y} [Tmm]	J_{1z} [Tmm]
1	BW2	4.0	1.16	0.44	< 0.1	0.1 ± 0.05
2	BW6	4.0	1.145	0.59	0.1 ± 0.08	0.036 ± 0.024
3	BW7	4.0	1.15	0.45	< 0.1	0.12 ± 0.05
4	BW4	2.7	1.17	0.35	< 0.1	0.059 ± 0.02

Tabelle 1: *Wesentliche Ergebnisse der magnetischen Charakterisierung der DORIS III-Röntgenwiggler. Die mittlere Abweichung des Spitzenfeldes wird durch die σ -Werte beschrieben. J_{1y} bzw. J_{1z} geben den maximalen Feldintegralfehler in horizontaler bzw. vertikaler Richtung wieder.*

Ein 4 m langer Röntgenwiggler wurde vorübergehend, bis der geplante Röntgenundulator verfügbar sein wird, in der Position BW1 eingebaut. In Position BW2 wurde der ursprünglich geplante Wiggler aufgestellt. An der Stelle BW3 wird ein Wiggler benutzt, bis im Frühjahr 1992 der geplante XUV-Undulator und der zugehörige SX700-Monochromator verfügbar sein werden. Abbildung 44 zeigt einen der 4 m langen Wiggler nach dem Einbau in seiner Position BW1. Das Vakuumsystem und die Mechanik des Wigglers sind vollständig unabhängig voneinander. Daher ist es möglich das Gerät aus seiner Betriebsposition mit einem Luftkissensystem zu bewegen, um zum Beispiel die Magnetstruktur gegen die weiter unten beschriebene asymmetrische Struktur auszutauschen. Solch ein Wechsel benötigt ungefähr eine Stunde.

Prinzipiell kann jeder Wiggler oder Undulator folgende Auswirkungen auf den Elektronenstrahl haben:

*Erste Betriebs-
erfahrungen
an BW1, BW2 und
BW3*

- Gap-abhängige Strahlablenkung, wenn die Feldintegrale nicht korrekt abgeglichen sind
- Gap-abhängige Verschiebung des Q-Wertes, da die Geräte in der vertikalen Ebene fokussieren
- Reduzierung der dynamischen Apertur durch nichtlineare Felder, die zu einer Verschlechterung der Lebensdauer des gespeicherten Elektronenstrahls führen können



Abbildung 44: Ein Blick von der Außenseite des Speicherrings entlang eines auf Position BW1 eingebauten Wigglers. Der Elektronenstrahl bewegt sich von rechts vorn nach links hinten. Es ist eine Vakuumkammer mit einer äußeren Höhe von 30 mm eingebaut, die von vier Trägern außerhalb des Rings gestützt wird. Vakuumkammer und Wiggler sind mechanisch vollständig getrennt. Das Gap ist bis auf sein Minimum von 30 mm geschlossen. (42299/21)

Für einen sicheren und zuverlässigen Routinebetrieb ist es wichtig, diese Wirkungen zu minimieren. Strahlablenkungsfehler können durch einen sorgfältigen Magnetentwurf, Messungen und gründliche Abstimmung der Magnetstruktur vermieden werden. Verschiebungen des Q-Wertes und nichtlineare Felder auf der anderen Seite sind auch in perfekten Magnetstrukturen unvermeidbar. Die Reduzierung von Feldfehlern hilft jedoch nichtlineare Felder zu reduzieren. Darüber hinaus hängt die Stärke dieser Effekte von der Beta-Funktion an der Einbauposition ab. Um den Einfluß der ersten drei in DORIS III eingebauten Röntgenwiggler zu untersuchen, wurden daher ausgedehnte Maschinenstudien durchgeführt. Da eine ausführliche Beschreibung dieser Tests über den Rahmen dieses Berichts hinausgeht, werden nur die Resultate wiedergegeben, die für die Nutzung dieser Geräte von Belang sind.

- Bei keinem Gerät konnten gap-abhängige Strahlablenkungen beobachtet werden. Das bestätigen auch die magnetischen Messungen, die in Tabelle 1 zusammengefaßt sind.

- An allen Geräten wurden gap-abhängige Verschiebungen des Q-Wertes beobachtet. Für BW1 und BW3 können diese Verschiebungen vernachlässigt werden. Wegen des höheren Beta-Werts bei BW2 waren die induzierten Q-Wert-Verschiebungen so groß, daß unter ungünstigen Bedingungen Resonanzen der Maschine angeregt wurden. Sicherheitshalber sollte der Arbeitspunkt von DORIS III bei einer Gap-Änderung an BW2 unter 50 mm neu nachgestellt werden.
- Es konnte keine Verschlechterung der Lebensdauer beobachtet werden, wenn das Gap an den drei Geräten geändert wurde. Diese Tatsache ist für den Nutzerbetrieb besonders wichtig, zeigt aber auch, daß die Reduzierung der dynamischen Apertur nur eine kleine Rolle spielt.

Im folgenden werden die Pläne für den weiteren Ausbau der Wiggler und Undulatoren für DORIS III kurz ausgeführt.

Pläne für 1992

- Wegen der Schwierigkeiten mit dem Entwurf der beweglichen Vakuumkammer wurde die endgültige Spezifikation der magnetischen Struktur für den Röntgenundulator des Strahls BW1 bis zum Dezember 1991 verzögert. Die Struktur wird zum Einbau in DORIS III bis Ende 1992 fertig sein.
- Der XUV-Mehrfachundulator des Strahls BW3 soll während der geplanten Betriebspause im April/Mai 1992 eingebaut werden.
- Der 2.7 m lange Röntgenwiggler für den Strahl BW4 ist fertiggestellt. Der Einbau ist für Februar 1992 geplant.
- Für den Strahl BW5 ist eine Magnetstruktur mit einem maximalen Feld von ungefähr 2 T in der Entwurfsphase. Eine Verfahrmekanik, die magnetischen Kräften von 40 t standhalten kann, ist in der Produktion. Jedoch ist nicht beabsichtigt, diese Struktur 1992 fertigzustellen.
- Die Strahlen BW6 und BW7 werden mit den Wiggler ausgerüstet, die gegenwärtig an BW1 und BW3 genutzt werden. Der Standortwechsel soll im Mai 1992 stattfinden.

Es ist geplant, eine asymmetrische Magnetstruktur auf einem der 4 m langen Röntgenwiggler immer dann zu benutzen, wenn zirkularpolarisierte Strahlung benötigt wird. Solch eine asymmetrische Struktur ist beträchtlich schwieriger zu entwerfen als eine symmetrische. 1991 ist eine asymmetrische Magnetstruktur entworfen und gefertigt worden. Das Prinzip wird in Abbildung 45 gezeigt. Sie ist aus denselben Magnetmodulen wie die Röntgenwiggler zusammengesetzt und besteht aus Magneten und Polschuhen. Zusätzlich werden Null-Potential-Polplatten benötigt, die magnetisch mit den Längsträgern verbunden sind. Mit

*Asymmetrische
Magnetstruktur*

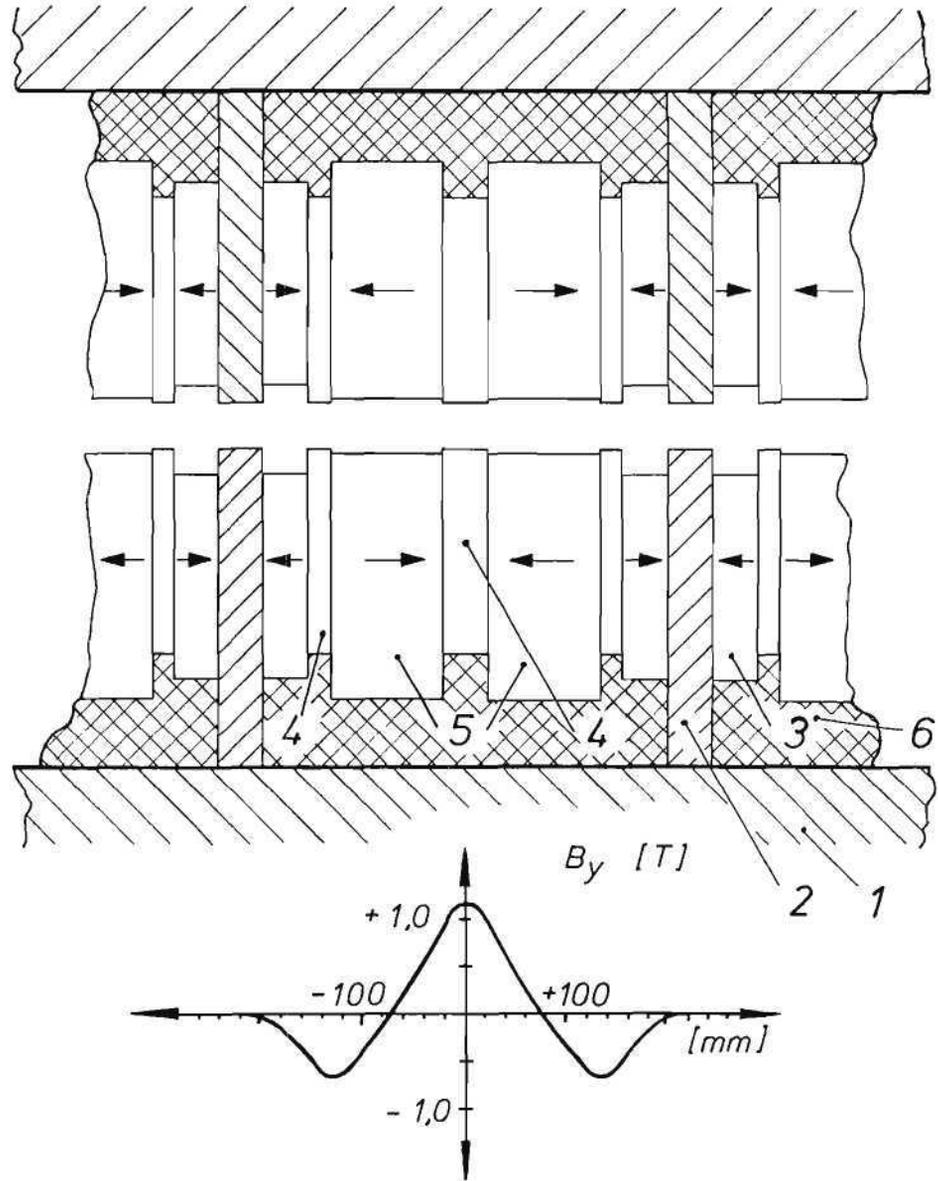


Abbildung 45: Im oberen Teil ist das magnetische Prinzip der asymmetrischen Hybridstruktur eines Röntgenwigglers dargestellt, der untere Teil zeigt die dazugehörige Feldverteilung. (1) Längsträger, (2) Null-Potential-Polplatten, (3) Korrekturmagnete, (4) Polschuhe, (5) Magnete.

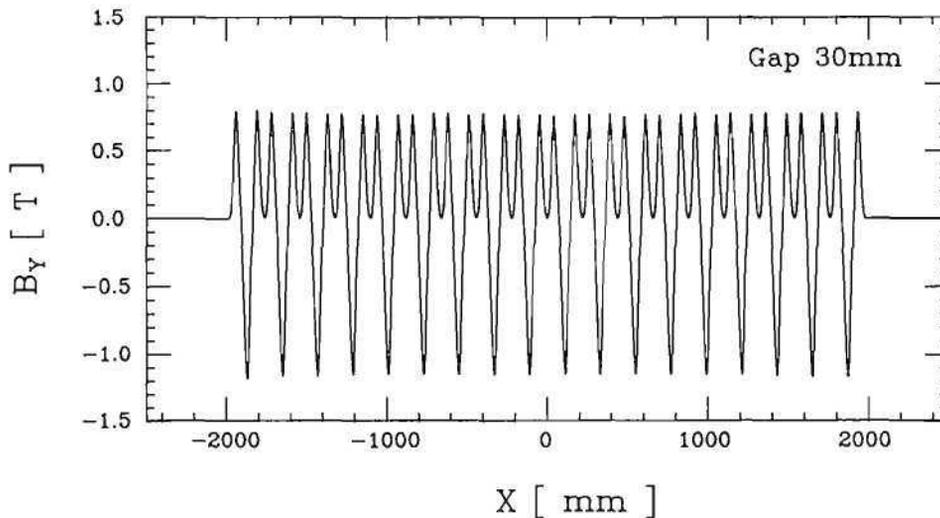


Abbildung 46: Erste gemessene Feldverteilung der asymmetrischen Magnetstruktur eines Röntgenwigners. Es wurden noch keine Korrekturen vorgenommen.

Hilfe einstellbarer Korrekturmagnete ist es möglich, den magnetischen Leckfluß zu kompensieren und das Feldintegral jeder Periode unabhängig einzustellen. Die Feldverteilung wird im unteren Teil von Abbildung 45 gezeigt. Die Asymmetrie des magnetischen Felds ist durch das Feld von ungefähr 1.2 T über dem zentralen Pol und von typischerweise 20 – 30 mT über dem Null-Potential-Pol gegeben. Deshalb wird auch bei niedrigen Photonen-Energien ein hoher Polarisationsgrad der Strahlung erwartet. Es ist nicht leicht, die Strahlablenkung dieser Magnetstruktur in akzeptablen Grenzen zu halten, wenn das Gap geändert wird. Deshalb werden Korrekturwicklungen notwendig sein, die um die gesamte Struktur gewickelt werden. Sie müssen mit einem gap-abhängigen Strom erregt werden. Im Dezember 1991 wurde diese Struktur ausgeliefert. Abbildung 46 zeigt die erste, direkt nach der Auslieferung gemessene Feldverteilung ohne Einstellung der Korrekturpole. Die Struktur wird im Sommer 1992 fertiggestellt sein.

Strahlführungskonzept

Das im HASYLAB-Jahresbericht 1989 beschriebene Konzept der Strahlführungen innerhalb des neuen Ringtunnels von DORIS III wurde umgesetzt und erfolgreich in Betrieb genommen.

Anfang 1991 wurden parallel zum Aufbau der Maschinenkomponenten von DORIS III die Komponenten innerhalb des Ringtunnels für die Strahlführungen

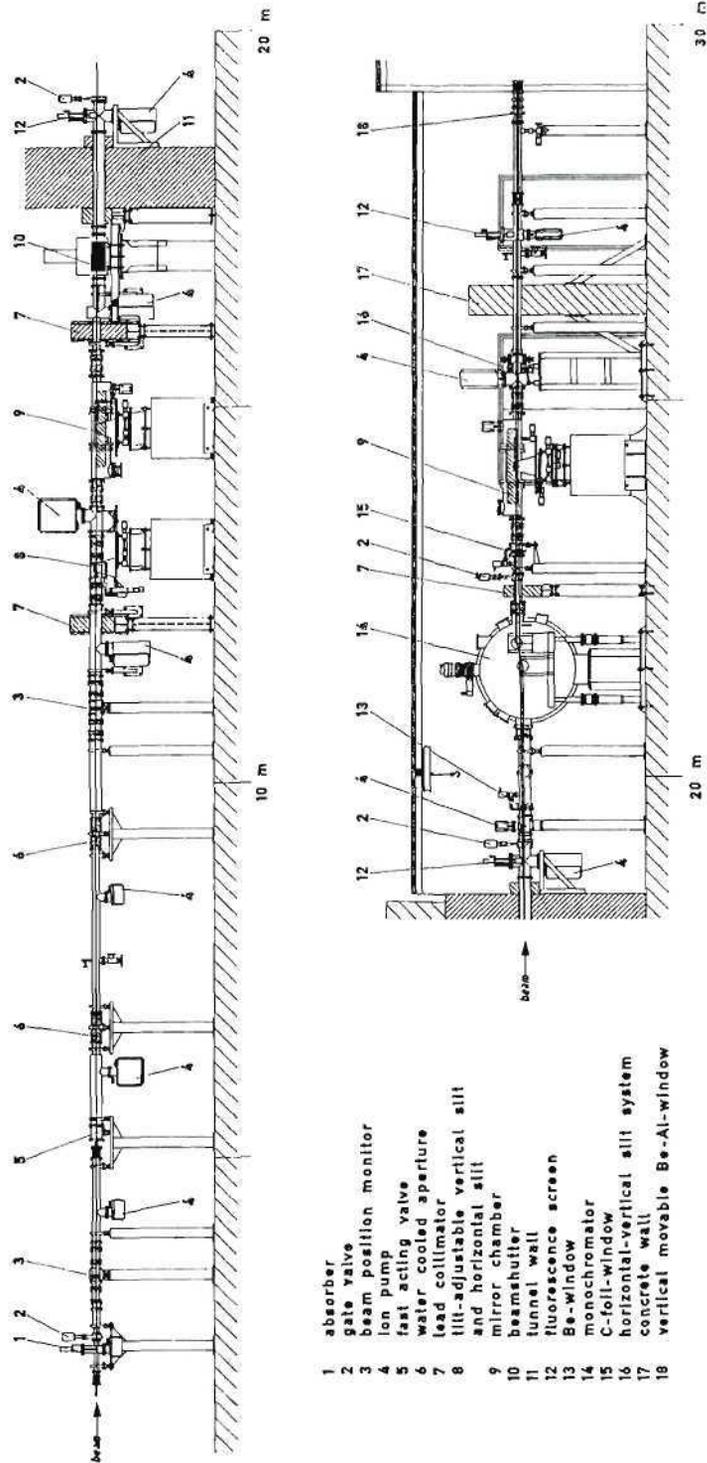


Abbildung 47: Die Strahlführung BW1 im Ringtunnel von DORIS III, oben zwischen Speicherring und Tunnelwand, unten zwischen Tunnelwand und Experiment.

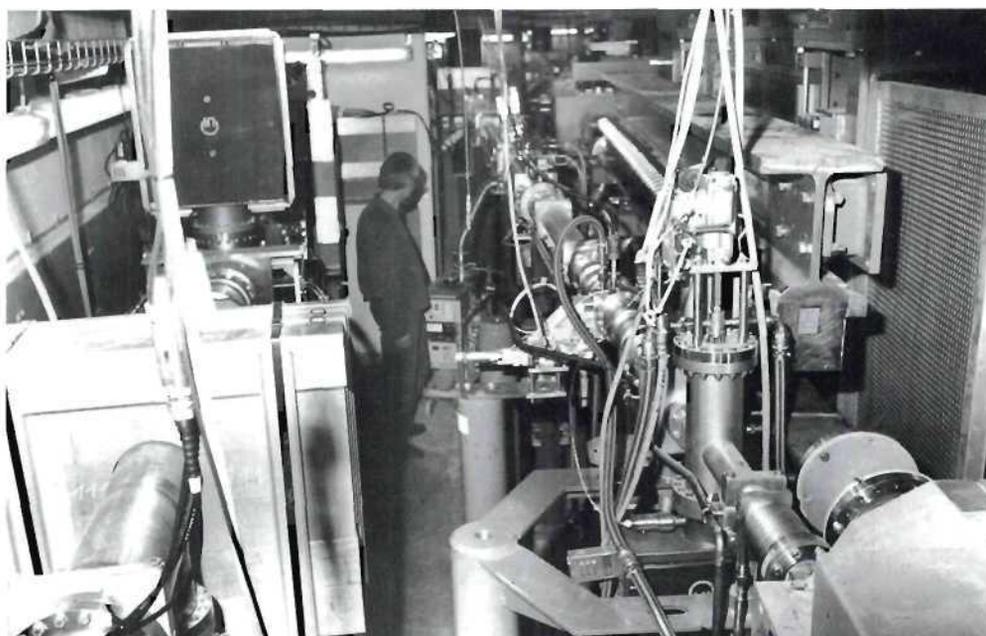


Abbildung 48: In der linken Bildhälfte ist die Strahlführung BW1 mit Blick in Strahlrichtung zu sehen und in der rechten Hälfte die Strahlführung BW2 mit einem Teil von DORIS III.

BW1 bis BW4 vervollständigt und aufgebaut. Erste Erfahrungen mit diesen Installationen wurden im Herbst 1991 an den Strahlführungen BW1, BW2 und BW3 gemacht.

Abbildung 47 zeigt die endgültige Version der Strahlführung BW1. Der Strahl verläuft von links nach rechts. Der obere Teil der Abbildung 47 zeigt die Strahlführung zwischen Speicherring und Tunnelwand. Abbildung 48 zeigt diesen Abschnitt mit Blick in Strahlrichtung. Dieser Aufbau wird mit nur kleinen Änderungen für alle neuen Bypass-Strahlführungen benutzt. Der untere Teil der Abbildung 47 zeigt den Strahlführungsabschnitt zwischen Tunnelwand und Experiment.

Im Vergleich zu früher benutzten Strahlführungsentwürfen wurden einige Komponenten vollständig neu konstruiert oder in einigen wichtigen Einzelheiten verändert, um alle Erfordernisse der neuen Strahlführungen zu erfüllen. Dies schließt die Strahlpositionsmontoren, die kippbaren vertikalen und horizontalen Blenden, die Spiegelkammer mit einem integrierten Spiegelkühlsystem und die Vakuumtrennfenster aus Kohlenstoff-Folien ein.

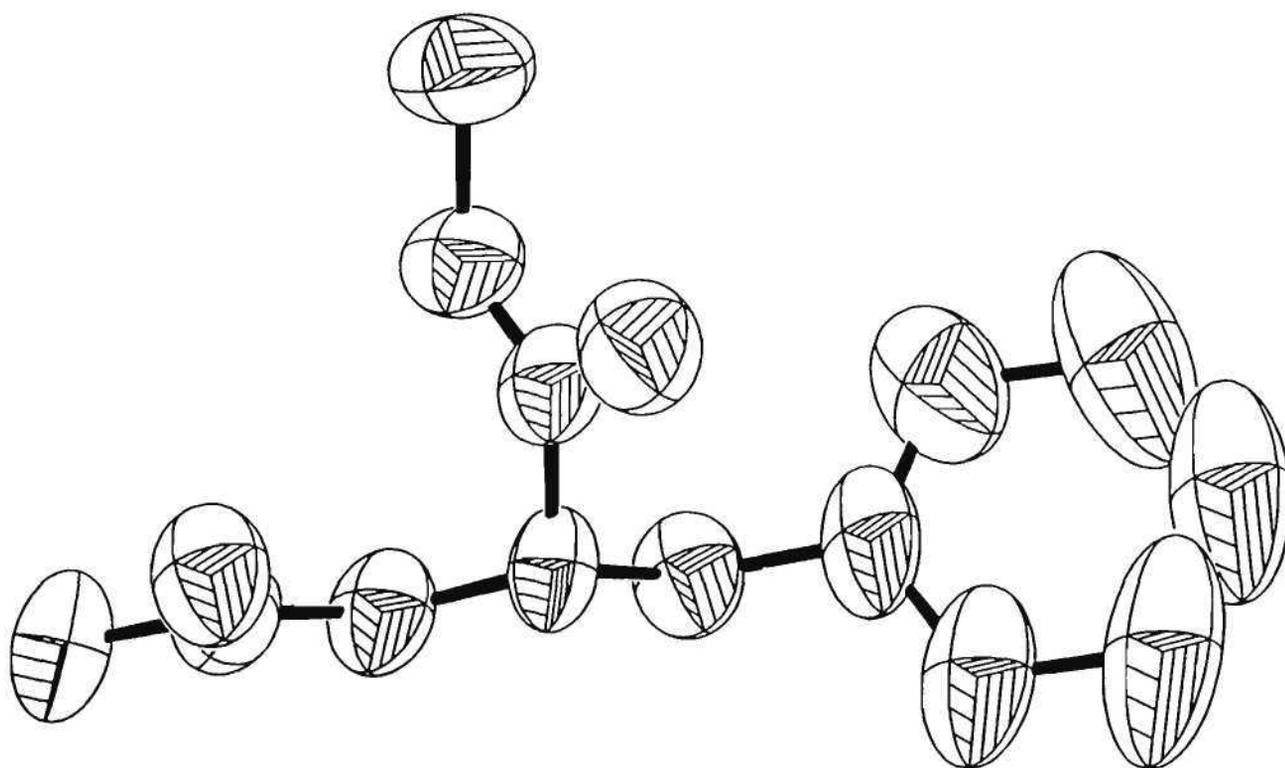


Abbildung 49: 50% thermische Ellipsoide für Phe30 aus der Rubredoxin-Struktur, die mit den bis zu einer Auflösung von 0.92 \AA aufgenommenen Daten verfeinert wurde. Die anisotrope Bewegung der Atome am Ende des Rings ist deutlich zu erkennen.

Europäisches Laboratorium für Molekularbiologie EMBL –Außenstelle Hamburg–

Leiter: K. Wilson

Überblick

DORIS wurde im Sommer nach dem Umbau wieder in Betrieb genommen. Die erste Strahlzeit wurde im wesentlichen für Entwicklungsarbeiten genutzt. Im Oktober und November war DORIS für weitere sechs Wochen in Betrieb. Die Qualität des Strahls verbesserte sich in der zweiten Hälfte der Meßzeit stark, wodurch für eine Zahl von Benutzern Experimentiermöglichkeiten bestanden. Aufgrund der sehr begrenzten Strahlzeit hat EMBL sich auf Projekte beschränkt, die innerhalb kurzer Zeit sinnvoll durchgeführt werden konnten.

Der geplante Aufbau von Meßplätzen in der Experimentierhalle V konnte bisher noch nicht durchgeführt werden. Mit dem Wiederaufbau der „alten“ Meßplätze X11 (Protein-Kristallographie) und X13 (Kleinwinkelstreuung) soll im Januar 1992 begonnen werden. Es ist geplant, diese Arbeiten vor der Wiederinbetriebnahme von DORIS gegen Ende März 1992 abzuschließen.

Forschungsschwerpunkte

In der EXAFS-Gruppe wurde das Datenerfassungssystem auf einem IBM-kompatiblen PC implementiert. Die Daten können nun auf hochauflösenden Farbmonitoren dargestellt werden. Für die meisten EXAFS-Datenverarbeitungsprogramme wurden PC-Versionen geschrieben, und es wurde eine standardisierte Dateistruktur implementiert. Das EXAFS-Spektrometer erfuhr durch die Installation des durch die Deutsche Forschungsgemeinschaft DFG finanzierten 13-Element-Festkörper-Detektors eine wesentliche Erweiterung. Der überwiegende Teil der Strahlzeit wurde zur Charakterisierung dieses neuen Detektorsystems genutzt. Das neue System eignet sich insbesondere zur Messung hochgradig verdünnter Proben mit starkem Hintergrund. Aufgrund der eingeschränkten Strahlzeit und der Inbetriebnahme des neuen Detektors konnte nur ein experimentelles Projekt bearbeitet werden. Gemeinsam mit der Gruppe für nichtkristalline Beugung wurden Untersuchungen an Metallothionein auf Hefe durchgeführt.

EXAFS

Experimente mit Muskeln

In der Forschungsgruppe mit dem Thema Muskeln waren lediglich zwei Experimente von Gästen zu Testzwecken von jeweils zwei Tagen Dauer möglich. Die Gruppe konzentrierte sich daher auf Verbesserungen im instrumentellen Bereich, Nutzung des Röntgenstrahls für Durchführbarkeitsstudien und das eigene Projekt der Kristallographie von Muskelproteinen. Bei den Arbeiten im instrumentellen Bereich stand die Optimierung des bereits existierenden Meßplatzes X33 im Mittelpunkt.

Kleinwinkelstreuung

In der Forschungsgruppe mit dem Thema „nichtkristalline Systeme“ konnten während der Betriebspause die Daten eines Großteils schon früher bearbeiteter Projekte ausgewertet werden. Die Entwicklung eines IBM-PC-Systems zur Datenerfassung ist abgeschlossen. Der überwiegende Teil der Datenverarbeitung geschieht nun mit IBM-PCs, was die Arbeit für Gastbenutzer erleichtert. Das zum Cu-Metallothionein (MT) gehörende Gen wurde nach Entfernung einer Signalsequenz von acht Aminosäuren kloniert und in *E.coli* überexprimiert. Erste EXAFS-Resultate (siehe EXAFS-Gruppe) bestätigen, daß Kupfer in Cu(I)-Form vorliegt und mit Schwefel koordiniert ist. Berechnungen ergeben ein Verhältnis von Kupfer zu Schwefel nahe dem aus der Sequenz erwarteten Wert. Methoden zur Gestaltbestimmung von biologischen Makromolekülen in Lösung auf Basis von Kugelflächenfunktionen wurden weiterentwickelt. Die Arbeit an Detektoren für Synchrotronstrahlung wurde fortgesetzt. Nun können Klein- und Großwinkel-Streuungsbilder durch Einsatz von in Serie angeordneten „delay-line“-Detektoren gleichzeitig aufgenommen werden. Eine neue Methode, die Raum-Zeit-Raum-Umwandlung, für das parallele Auslesen von „delay-line“-Detektoren wurde vorgeschlagen. Erste Ergebnisse zeigen die Durchführbarkeit dieses Ansatzes. Drahtkammern stellen einen der wenigen Detektortypen dar, die genaue Messungen mit hoher Zeitauflösung erlauben. Es sind sowohl die meisten zeitaufgelösten Experimente als auch Messungen anormaler Streuung (die die wesentliche Begründung für die Benutzung von Synchrotronstrahlung darstellen) von diesen Geräten abhängig. Es besteht Hoffnung, daß die Europäische Gemeinschaft die Entwicklung solcher Detektoren in naher Zukunft unterstützt.

Thermophile Proteine

Ein Arbeitsschwerpunkt der Gruppe für Biochemie und molekulare Klonierung ist ein Protein, das nicht sequenzspezifisch an doppelsträngige DNA bindet (HU). Dieses Protein ist in eubakteriellen Zellen allgegenwärtig und in großer Menge vorhanden. In vitro Mutagenese (IVM) an diesem Protein wird benutzt, um die strukturelle Basis der erhöhten Stabilität thermophiler Proteine zu erforschen. Die stabilste HU-Mutante kristallisiert ohne Probleme, und es wurden Daten bis zu einer Auflösung von 2.4 Å gesammelt. Im aktuellen Modell sind vier Arginine an der HU-DNA-Wechselwirkung beteiligt. Die Rolle der einzelnen Arginine bei der Entstehung des HU-DNA-Komplexes wird mit IVM untersucht. *E.coli*-HU ist aus zwei nichtidentischen Untereinheiten α und

β aufgebaut. Die entsprechenden Gene *hupA* und *hupB* sind kloniert und über-exprimiert worden. Das Studium von *E.coli*-HU wird in Zusammenarbeit mit J. Rouviere-Yaniv (Pasteur, Paris) durchgeführt.

In der Kristallographiegruppe wurden bei der Verfeinerung von Rubredoxin aus *Desulfovibrio vulgaris* in Zusammenarbeit mit L. Sieker (Seattle) und G. Sheldrick (Göttingen) beachtliche Fortschritte erzielt. An einem einzigen Kristall wurden mit einem Image-Plate-Scanner der Firma MAR Research Datensätze bis zu einer Auflösung von 0.92 Å aufgenommen. Der R(merge)-Faktor betrug 3.8%, die Daten waren zu 98.5% vollständig. Ein vorhergehendes Modell wurde mit Hilfe des Programms SHELX zur Strukturbestimmung von kleinen Molekülen mit den neuen Daten verfeinert. Hierbei wurden für alle Nicht-wasserstoffatome anisotrope und für alle Wasserstoffatome isotrope thermische Parameter angesetzt. Die Verfeinerung lieferte sehr zufriedenstellende Ergebnisse für alle anisotropen Tensoren und erlaubte eine verbesserte Beschreibung einiger nur schlecht definierter Seitenketten mit Hilfe von Mehrfachkonformationen. Am Ende der Verfeinerung ist der kristallographische R-Faktor für alle Reflektionen kleiner als 8%. Für beobachtete Reflexe mit $I > 20 \sigma(I)$ liegt er unter 7%. Die 50% thermischen Ellipsoide für die Atome des Phe30 sind in Abbildung 49 dargestellt. Neben der Fortsetzung der Verfeinerung wurde gezeigt, daß auf der Basis von Daten solch hoher Qualität, die Struktur durch den Einsatz konventioneller direkter Methoden gelöst werden konnte. Es handelt sich hierbei wahrscheinlich um die größte jemals auf diese Weise und mit Hilfe der „Patterson-Search“-Methode gelöste Struktur. Die erfolgreiche Strukturbestimmung mit direkten Methoden ist allerdings sowohl von Daten bis etwa 1.0 Å als auch speziell in diesem Fall vom Vorhandensein des Eisen-Schwefel-Clusters abhängig.

Rubredoxin

Die eigenen EMBL-Forschungsprojekte über Subtilisin-Proteasen und deren Komplexe mit Peptiden wurden fortgesetzt. Andere Projekte beschäftigten sich mit einem Epidermal-Growth-Factor-Rezeptor:

Ligand-Komplex in Zusammenarbeit mit W. Weber (Hamburg), einem Speicherprotein aus Samen in Kollaboration mit B. Schlesier (Gatersleben) und mit den Strukturen zweier Kristallformen von NAD-abhängiger Formate Dehydrogenase bei einer Auflösung von 2.0 Å bzw. 1.8 Å mit V.O. Popov und E.H. Harutyunyan (Moskau).

*Strukturbestimmung
von Proteinen*

Im Berichtsjahr wurden weitere Kollaborationen mit Gruppen begonnen, die sich mit der Struktur von mittelgroßen Biomolekülen beschäftigen:

Oligopeptide mit G. Sheldrick, E. Pohl, A. Heine (Göttingen), Vitamin D₁₂ Coenzyme (Cobalaamine) mit G. Färber und Ch. Kratzky (Graz) und Vitamin D₂ mit I. Leban (Ljubljana). In allen Fällen wurden Daten hoher Auflösung (bis 1 Å oder besser) bei kurzweiliger (ca. 0.7 Å) Strahlung gesammelt. Die mit der

*„Mittelgroße“
Biomoleküle*

Kombination Synchrotronstrahlung und „Image-Plate“ aufgenommenen Daten erlauben nicht nur die Lösung aller Strukturen mittels direkter Methoden, was vorher in einigen Fällen nicht möglich war, sondern auch die Verfeinerung komplexerer Modelle (Berücksichtigung anisotroper Temperaturparameter usw.).

Max-Planck-Gesellschaft

Arbeitsgruppen für strukturelle Molekularbiologie

Leiter: H. Bartunik, E. Mandelkow (Sprecher), A. Yonath

Überblick

Die Max-Planck-Arbeitsgruppen beschäftigen sich mit den Beziehungen zwischen Struktur und Funktion von biologischen Makromolekülen. Thematische Schwerpunkte sind die Enzyme und ihr katalytischer Mechanismus, das Zytoskelett und seine Rolle in Zellbewegung, -teilung und -transport sowie das Ribosom und seine Funktion in der Proteinbiosynthese. Die Proben werden entweder mit biochemischen Methoden isoliert oder mit molekularbiologischen Methoden in Bakterien synthetisiert. Wesentliche Methode der Strukturuntersuchung ist die Röntgenbeugung von Proteinkristallen, Fasern oder Lösungen. Daneben werden weitere biophysikalische Analyseverfahren wie Spektroskopie, Elektronenmikroskopie, Bildverarbeitung u.a. eingesetzt. Schwerpunkte methodischer und instrumenteller Entwicklungen sind neue Kristallisationsverfahren, der Einsatz von elektronischen Detektoren, Laue-Methoden sowie eine neue Meßstrecke für die Proteinkristallographie.

Forschungsschwerpunkte

Es werden Methoden der zeitaufgelösten Kristallstrukturanalyse mit Synchrotronstrahlung entwickelt und auf die Untersuchung von Zwischenzuständen enzymatischer Reaktionen angewendet. Es gelang erstmals, die Kristallstruktur eines katalytischen Zwischenzustands einer produktiven Reaktion von Elastase bei hoher Auflösung zu bestimmen. Die Untersuchung von Struktur-Funktions-Beziehungen der Hefe-Hexokinase wurde durch kombinierte Anwendung von gerichteter Mutagenese und Röntgenstrukturanalyse fortgeführt.

Die Anwendung intensiver Röntgenstrahlung von Speicherringen ermöglicht im Prinzip die Bestimmung der Kristallstruktur von Proteinen in kurzlebigen Zwischenzuständen. Dies setzt voraus, daß die externe Anregung einer Reaktion im Proteinkristall zu hoher und homogener Bevölkung eines Zustands führt. Im Beispiel enzymatischer Reaktionen können solche Bedingungen u.a. mit In-situ-Laseraktivierung photolabiler Vorläuferverbindungen von Metaboliten oder mit Methoden der Kryoenzymologie in Verbindung mit sprunghafter Veränderung von Temperatur oder Druck realisiert werden. Die Messung von Röntgenstruk-

Proteindynamik

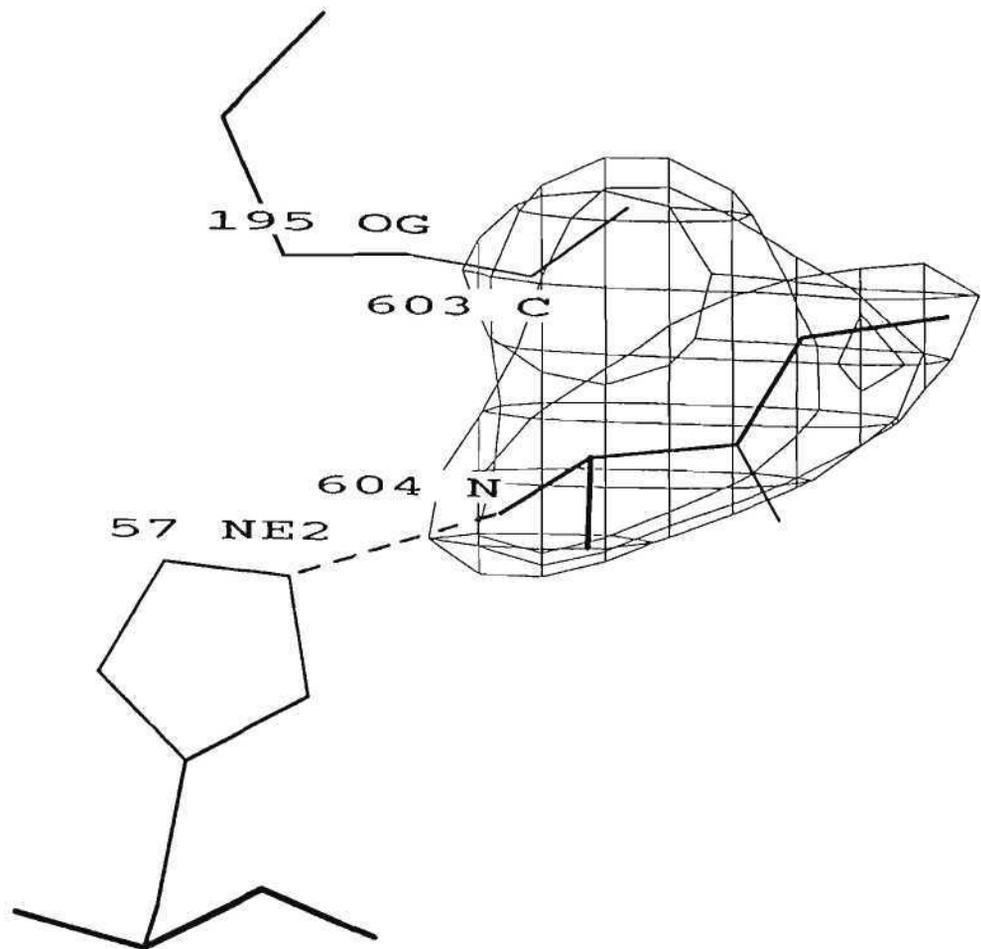


Abbildung 50: Differenzelektronendichte und Strukturmodell des Acylenzyms im Bereich der aktiven Stelle.

turfaktoren kann in weniger als einer Millisekunde erfolgen, wenn die kristalline Ordnung den Einsatz von breitbandigen Laue-Beugungsverfahren gestattet.

Es wurden experimentelle Methoden für die Anregung von Reaktionen mit Laser- und Kryo-Methoden sowie für Laue-Datennahme und -Auswertung entwickelt.

Mit Hilfe einer Kombination von kryoenzymologischen Methoden mit Laue- und monochromatischen Beugungsverfahren konnte erstmals die Kristallstruktur eines Acylenzymintermediats bei der hohen Auflösung von 2.0 Å bestimmt werden. Die Reaktion von Schweinepankreas-Elastase wurde mit einem produktiven Substrat, Boc-Pro-Ala-Ala-OMe untersucht und die Enzymstruktur verfeinert (R=16%). Die Elektronen-Dichteverteilung, die der Struktur in einem Acylenzym-Zwischenzustand nach dem Abtrennen von Ala-OMe entspricht, zeigt eine starke kovalente Bindung zwischen Ser-195-OG des Enzyms und dem Ala-C des Substrates. Diese kovalente Bindung, die aufgrund theoretischer Überlegungen vorhergesagt worden war, konnte damit erstmals durch dreidimensionale Strukturaufklärung bestätigt werden. Abbildung 50 zeigt das Modell des Acylenzyms im Bereich der aktiven Stelle.

Für komplementäre zeitaufgelöste Untersuchungen von Reaktionen in Proteinkristallen mit Hilfe optischer Spektroskopie bei 250 – 750 nm wurde ein Mikrospektrometer mit einem Diodenarray-Detektor entwickelt, das bei Röntgenbeugungsexperimenten am Synchrotron eingesetzt werden kann. Mit Hilfe dieses Spektrometers und seiner Zusatzeinrichtungen konnten erstmals enzymatische Reaktionen in Einkristallen mit optischen Methoden unter Kryo-Bedingungen verfolgt werden. Diese Arbeiten galten katalytischen Reaktionen mitochondrialer Aspartataminotransferase von Hühnerherzen.

Die drei Isoenzyme der Hefe-Hexokinase, Hexokinase PI, Hexokinase PII und Glukokinase, unterscheiden sich in ihrer Spezifität gegenüber Aldohexosen (zum Beispiel Glukose und Mannose sowie gegenüber der Ketohexose Fruktose). Ziel der Arbeiten ist die Erklärung der unterschiedlichen Spezifitäten auf der Grundlage der Kristallstrukturen. Darüber hinaus sollen katalytische Intermediate in ihren dreidimensionalen Strukturen untersucht werden.

Die Aktivitäten umfaßten zum einen die Aufreinigung und Kristallisation aller drei Isoenzyme aus überexprimierenden Hefestämmen. Bei oligonukleotid-vermittelter gerichteter Mutagenese an HK-PI wurden vier konservative Aminosäure-Austausche vorgenommen. Drei Mutagenesen betrafen die Zuckerbindungsstelle. Eine weitere Mutagenese galt Lys-111, das an der Bindung von ATP beteiligt ist. Alle Mutanten konnten hoch angereichert werden.

Für zwei der Mutanten wurden hinreichend große Kristalle für Röntgenstrukturuntersuchungen erhalten. Für die Wildtyp-Hexokinasen P1 und P2 mit und ohne Hexosen sowie für eine Mutante (Pro-152 → Lys) wurden mit monochromatischen bzw. Laue-Verfahren vollständige Röntgenbeugungs-Datensätze bei hoher Auflösung gemessen. Schließlich wurden erste zeitaufgelöste Laue-

Beugungsmessungen an HK-PII nach In-situ-Laseraktivierung von caged-ATP durchgeführt.

Zytoskelett

Die Funktion der Proteinfasern des Zytoskeletts hängt eng zusammen mit ihrer Fähigkeit, sich selbständig auf- oder abzubauen oder sich umzulagern. Solche Prozesse kann man *in vitro*, das heißt im Reagenzglas oder einer Meßzelle, nachvollziehen und zum Beispiel mit Röntgenbeugung oder verschiedenen mikroskopischen und spektroskopischen Methoden beobachten. Ziel ist es, zu verstehen, wie ein Proteinmolekül seine Partner erkennt und sich mit ihnen zur richtigen Struktur verbinden kann, woher die Energie für diesen Prozeß kommt, und wie man sie theoretisch modellieren kann. Im vergangenen Jahr waren die Projekte über die Rolle des Bausteins „Tubulin“ beim Aufbau der Mikrotubuli und die theoretische Beschreibung der Dynamik von besonderem Interesse. Die meisten Zellen enthalten Mikrotubuli, die aus Heterodimeren von α - und β -Tubulin aufgebaut sind. Von jeder Sorte hält die Zelle bis zu sechs Isoformen bereit, die auf verschiedenen Genen kodiert sind. Der Grund für die Vielfalt ist unbekannt; man vermutet aber, daß die Dynamik eine Rolle spielt. Es wurden deshalb Experimente durchgeführt, in denen unterschiedliche Tubulinformen auf ihre Struktur und Dynamik untersucht wurden. Besonders eignet sich dazu das Tubulin, das in bestimmten Erythrozyten oder Thrombozyten vorkommt und dort ein „marginales Band“ bildet, eine Art Gürtel, der die Zelle unterhalb der Membran umspannt und damit für Elastizität beim Passieren von engen Blutgefäßen sorgt. Dieses Tubulin ist sehr viel homogener als das früher untersuchte Tubulin aus Nervenzellen. Die Röntgenversuche zeigten, daß das Erythrozyten-Tubulin sich in seinen Vorformen der Polymerisation deutlich von dem neuronalen Tubulin unterscheidet (zum Beispiel durch Assoziationsformen, deren Struktur sich bei sehr kleinen Beugungswinkeln bemerkbar macht). Zweitens zeigt das Erythrozytentubulin eine extrem verlangsamte Dynamik, das heißt einmal gebildete Mikrotubuli sind sehr langlebig, im Gegensatz zu den Mikrotubuli der Nervenzellen.

Eine Sonderform der Dynamik von Mikrotubuli sind die sogenannten „Oszillationen“, bei denen eine Population von sehr vielen Mikrotubuli synchronisiert wächst oder zerfällt. Die Periodizitäten dieser Reaktion liegen im Bereich von ein bis zwei Minuten. Mit Hilfe von Röntgenbeugung und Elektronenmikroskopie kann man einen Teil der Veränderungen im Aggregationszustand des Proteins messen und daraus ein Modell des Reaktionszyklus entwickeln (Abb. 51). Die Anregung des Oszillators kann mit einem Temperatursprung (der das Protein polymerisationsfähig macht) oder einem UV-Blitz (der die energiereiche Verbindung GTP freisetzt) erfolgen. Bisher gibt es noch keine vollständige theoretische Erklärung für die selbständige Synchronisation des Oszillators, doch wurden inzwischen einige Parameter identifiziert, die einen wesentlichen Einfluß auf die Periode oder Amplitude haben. Einer davon ist

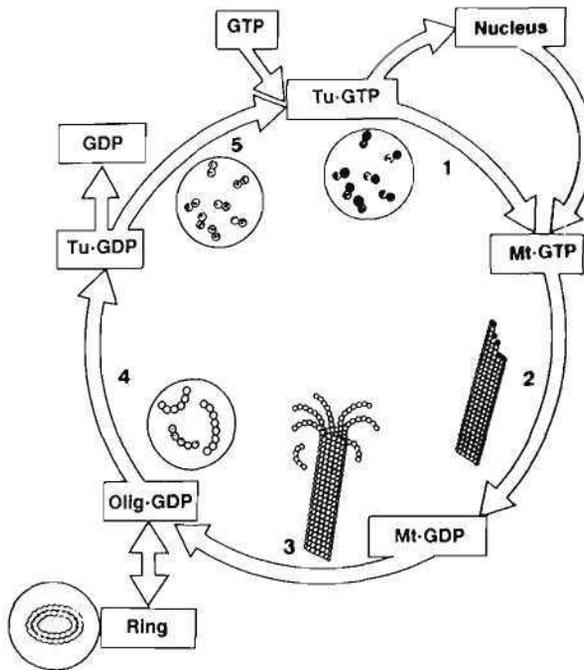


Abbildung 51: Reaktionsmodell von Oszillationen der Mikrotubuli. Es enthält drei Typen von Strukturen: Tubulin-Dimere (Tu), Polymere (Mikrotubuli, Mt) und Oligomere (Olig). Nur die Dimere können Energieträgermoleküle GTP aus der Lösung aufnehmen und werden damit polymerisierbar; dabei wird GTP zu GDP gespalten. Zwischen Wachstum und Zerfall findet eine Konformationsänderung am Ende des Mikrotubulus statt (gerade und gekrümmte Protofilamente).

die Nukleationsstärke, das heißt Oszillationen setzen erst dann ein, wenn die Zahl der neu nukleierten Mikrotubuli oberhalb von einem kritischen Wert liegt.

Die biologische Bedeutung der Dynamik liegt wahrscheinlich darin, daß die Mikrotubuli in einer Zelle darauf programmiert sind, ständig ihre Umgebung zu untersuchen: Stabilität tritt erst dann ein, wenn eine geeignete Zielstruktur erreicht ist (zum Beispiel ein Chromosom). Wird kein Ziel erreicht, zum Beispiel weil die Wachstumsrichtung falsch war, wird der Mikrotubulus wieder abgebaut, so daß die Bausteine anderweitig zur Verfügung stehen.

Die Studien mit dem Ziel, die molekulare Struktur von Ribosomen zu bestimmen, wurden fortgeführt. Ribosomen sind universelle Zellorganellen, an denen die Protein-Biosynthese stattfindet. Diese Nukleoproteinkomplexe besitzen ein Molekulargewicht von 2.3 Millionen Dalton und bestehen aus 56 verschiedenen

Struktur des
Ribosoms

Proteinen und drei RNA-Strängen. Das Ribosom setzt sich aus zwei unabhängigen Untereinheiten mit Molekulargewichten von 1.45 bzw. 0.85 Millionen Dalton zusammen.

Es wurden mit Hilfe von Synchrotronstrahlung unter Tieftemperaturbedingungen von etwa 85 K kristallographische Daten von folgenden Systemen gesammelt: dem vollständigen Ribosom, von großen ribosomalen Untereinheiten des Wildtyps und von Mutanten, von chemisch modifizierten großen und kleinen Ribosomenuntereinheiten (mit spezifisch gebundenen Schwermetall-Clustern) sowie von Komplexen der ribosomalen Partikel mit Komponenten der Proteinbiosynthese wie mRNA, tRNA bzw. kurzen naszierenden Proteinsträngen.

Im Jahr 1991 konnten von den MPG-Arbeitsgruppen erstmals Kristalle untersucht werden, die fast bis zu atomarer Bragg-Auflösung streuen (3 Å, Abb. 52). Diese Kristalle funktionell aktiver, großer ribosomaler Untereinheiten aus dem Bakterium *Haloarcula marismortui* wurden in Gegenwart von 1 mM Cadmiumchlorid zusätzlich zu der hohen Salzkonzentration (1.9 M) gezüchtet. Die Kristalle erreichen eine durchschnittliche Größe von $0.3 \times 0.3 \times 0.08 \text{ mm}^3$ und sind isomorph zu den ohne Cadmiumchlorid gezüchteten Kristallen der Raumgruppe $C222_1$ mit den Zelldimensionen $a=210$, $b=300$ und $c=581 \text{ Å}$. Ihre höhere interne Ordnung drückt sich nicht nur in der hohen Bragg-Auflösung, sondern auch in der geringen Mosaizität von kleiner als 0.3° aus. Außerdem zeichnen sie sich durch vergleichsweise hohe mechanische Beständigkeit aus und überstehen sehr gut die für die Vorbereitung der Datensammlung notwendige Kühlbehandlung.

Zur Lösung des Phasenproblems durch spezifische und quantitative Derivatisierung mit superdichten Schweratom-Clustern wurden weitere Versuche durchgeführt. Ein monofunktionales Reagens, ein Undecagold-Cluster mit organischen Resten, wurde für die quantitative Bindung an eine Sulfhydryl-Gruppe eines isolierten ribosomalen Proteins (BL11) benutzt. Das solcherart modifizierte Protein wurde in die große ribosomale Untereinheit einer *Bacillus Stearothermophilus*-Mutante rekonstituiert, der dieses Protein fehlt. Von den Kristallen dieser derivatisierten ribosomalen Partikel wurden kristallographische Daten gesammelt.

Es wurden elektronenmikroskopische Aufnahmen von geeigneten Serien zweidimensionaler kristalliner Schichten von Ribosomenpartikeln nach Anwendung optischer Beugungsstudien (3.0 – 4.7 nm Auflösung) zur dreidimensionalen Bildrekonstruktion benutzt. Die resultierenden Modelle wurden weiter verfeinert. Sie erlauben Rückschlüsse sowohl auf die Gestalt des gesamten Ribosoms wie auch auf die Lokalisierung der beiden Untereinheiten, auf den mutmaßlichen Ort der Protein-Biosynthese, auf mögliche Bindestellen für mRNA und tRNA sowie auf das Vorhandensein eines Tunnels, der als „Ausgang“ für die wachsende Polypeptidkette dienen könnte. Diese Modelle wurden auch für eine erste Phasenbestimmung bei niedriger Auflösung benutzt. Dargestellt als „Pseudo“-Moleküle, wurden sie unter Benutzung von kristallographischen Daten für Rotations- und

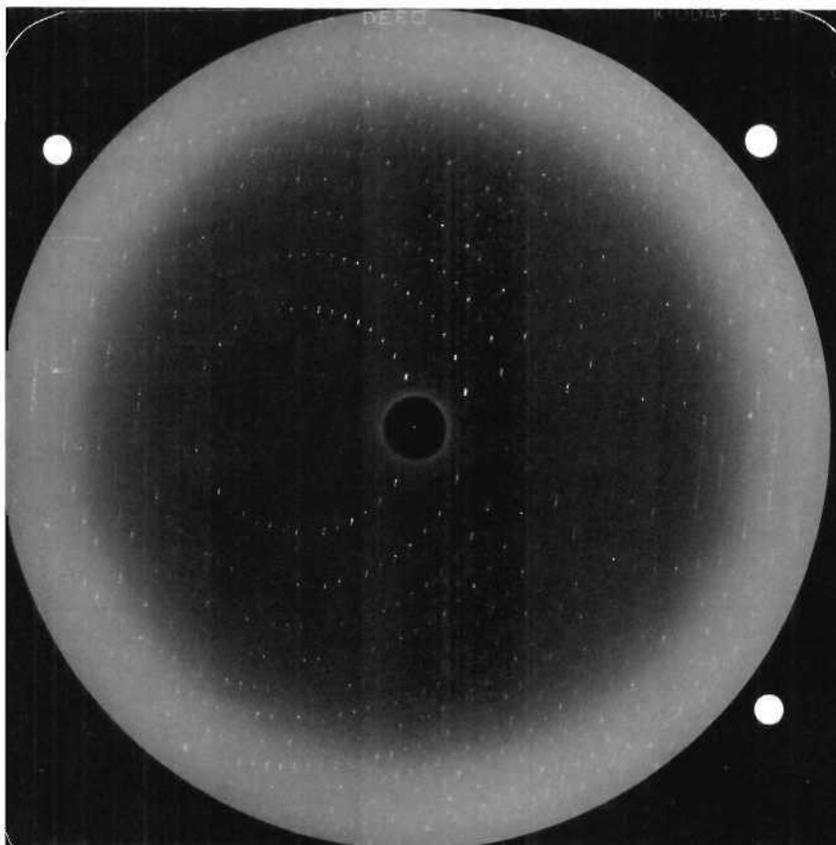


Abbildung 52: 1° -Rotationsaufnahme eines Kristalls der großen ribosomalen Untereinheit (50S) von *Haloarcula marismortui*, der innerhalb von 6 – 12 Tagen durch Dampfdiffusion nach der „hanging drop“-Methode gewachsen ist (Kristall-Film-Abstand 220 mm, Kollimatordurchmesser 0.1 mm, Wellenlänge 0.919 Å).

Translations-Suchen verwendet. Es wurden einige Anordnungen von Packungen mit einem Übereinstimmungsfaktor (R-Faktor) von 45% erhalten. Nach weiterer Verfeinerung („rigid-body“ und „solvent flattening“) konnte der R-Faktor auf 29.8% gesenkt werden.

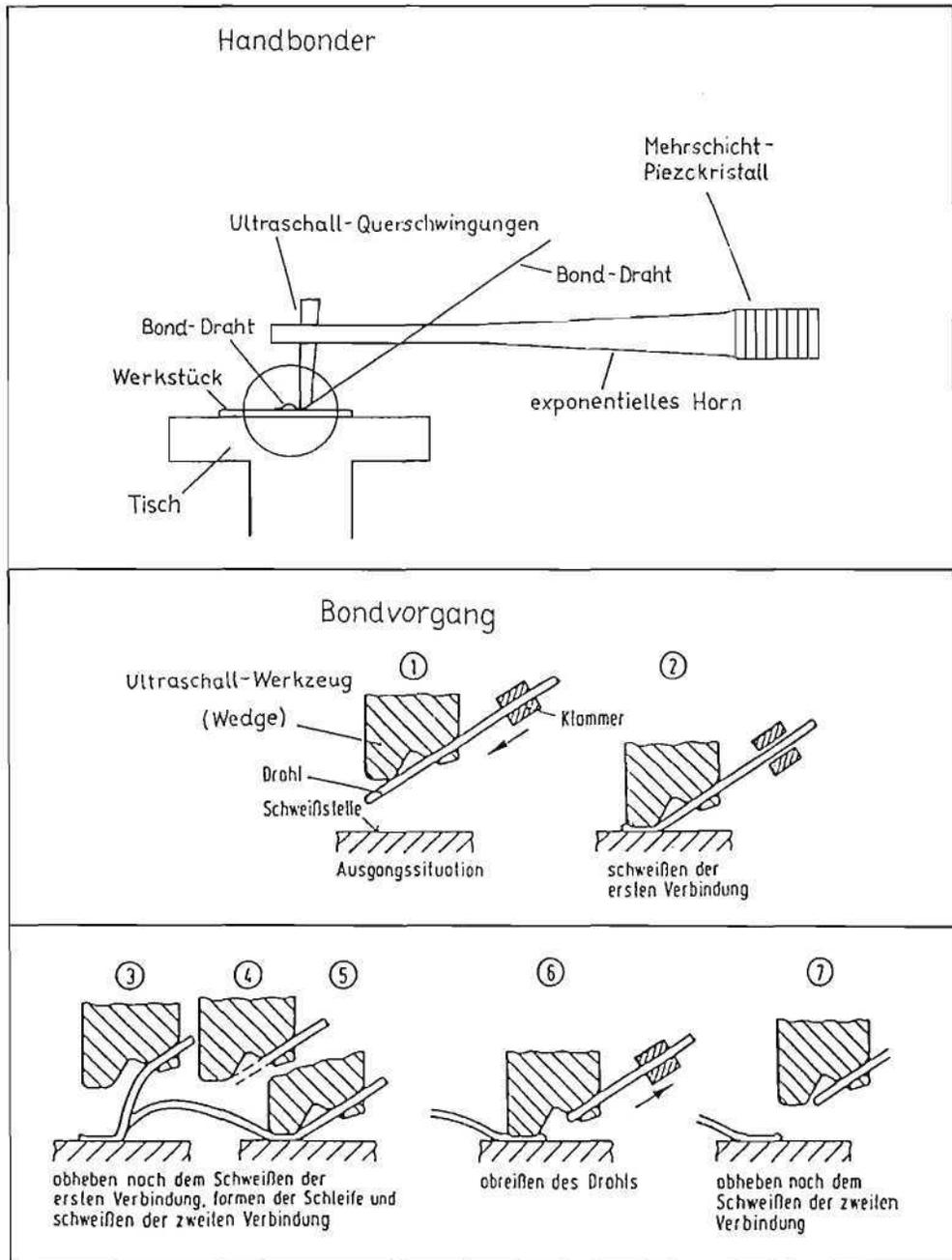


Abbildung 53: Überblick über das „Bonding“, einer Technik zur Herstellung mechanischer und elektrischer Verbindungen im Bereich der Mikroelektronik. Oben ist ein Handbonder gezeigt und unten in sieben Schritten der Bond-Vorgang.

Technische Entwicklungen und Dienste

Digitale Datenerfassung

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

*Service-
Tätigkeiten*

- Aufrechterhaltung des Betriebs des EXP-Online-Netzes
- Installation von weiteren PADAC-Modulen
- Management und Pflege der VMS-Systeme des VAX-Clusters
- Management und Pflege der SUN-Systeme (DAZIX) zur Leiterplattenentwicklung
- Bereitstellung allgemeiner Entwicklungswerkzeuge wie z.B. LOGIC (PROMs/PALs) und XILINX (programmierbare Gate-Arrays)
- Betreuung der Anlagen zur SMD-Bestückung von Leiterplatten

Innerhalb des PADAC-Systems wurden noch eine Reihe von Modulen entwickelt bzw. in beträchtlichen Stückzahlen gefertigt. Insbesondere sind hier zu erwähnen ein sehr schneller hochauflösender Videocontroller (V1280) sowie die zweite Hälfte (40 Stück) der für die schnelle Datenverbindung zwischen den NORD-Rechnern im Kontrollsystem benötigten FPSS-Module.

*PADAC-Systeme
und schnelles
Datennetz (FPSS)*

Das zur Zeit aus elf Arbeitsplätzen bestehende CAD-System zur Leiterplattenerzeugung wurde den DESY-Anforderungen entsprechend weiterentwickelt (Einführung neuer Versionen der System- und Applikationssoftware, Speichererweiterungen, größere Platten usw.).

*CAD-System zur
Leiterplatten-
erzeugung*

Um neuere Software-Produkte im Rahmen des DAZIX-Systems nutzen zu können (Digital Lab, PLD-Master, ASIC-Software, usw.), muß der Übergang von der alten CADNETIX-Software auf die jetzt nur noch weiterentwickelte DAISY-Software erfolgen. Die hierfür benötigten Programme wurden im Rahmen der normalen Software-Wartung auf einer Maschine installiert und werden zur Zeit hinsichtlich ihrer Brauchbarkeit und Verträglichkeit mit den alten Datenformaten getestet.

Das CAD-System zur Leiterplattenerzeugung wird nach wie vor mit einem sehr hohen Auslastungsgrad betrieben.

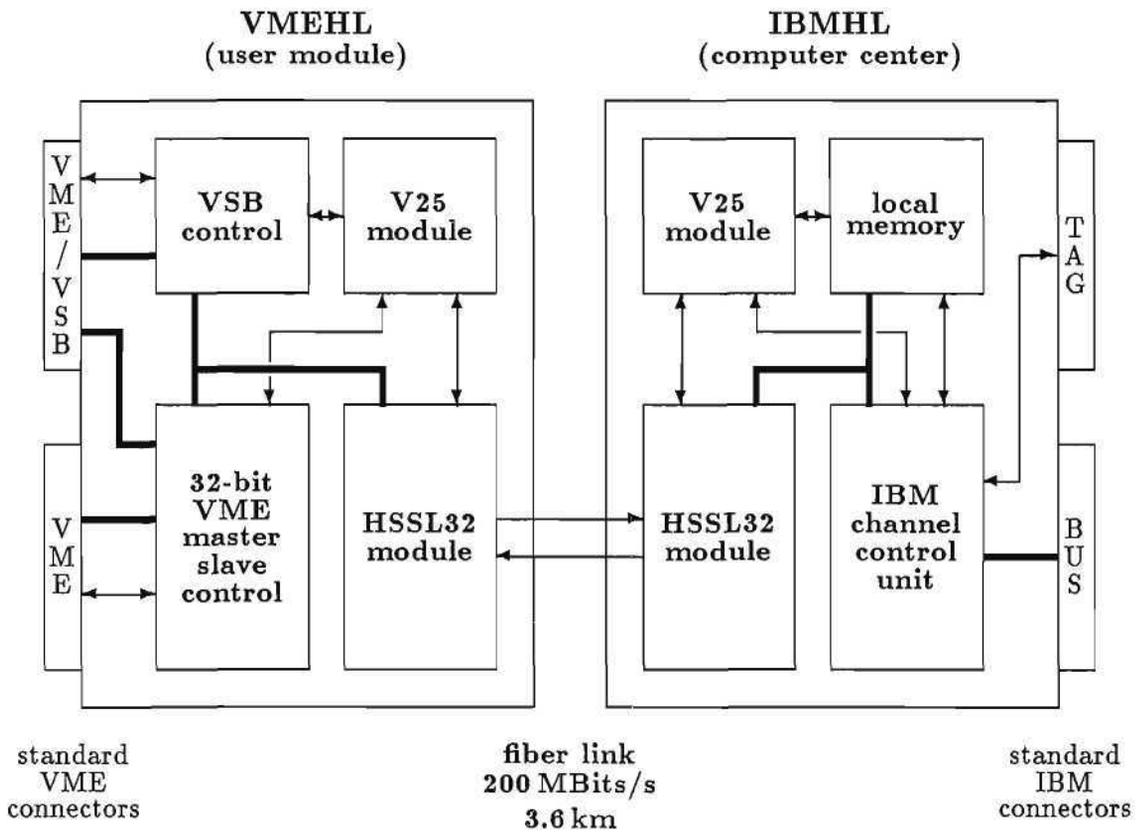


Abbildung 54: Überblick über das Gesamtsystem der Hochgeschwindigkeits-Verbindung zwischen dem IBM-Rechner im zentralen Rechenzentrum und den VME-Crates in den HERA-Experimenten.

Im Rahmen des bei der Gruppe „Digitale Datenerfassung“ betriebenen kleinen Labors für SMD-Technik wurden eine ganze Reihe von Prototypbestückungen durchgeführt und komplizierte Spezialprobleme (ungewöhnliche Materialien, schwierige Reparaturen usw.) erfolgreich bearbeitet.

SMD-Labor

Neben den schon seit einigen Jahren ausgeführten Dienstleistungen in SMD-Technik wurde im Berichtsjahr damit begonnen, Kenntnisse auf dem Gebiet von noch kleineren elektrischen Verbindungen („Bonding“) zu erwerben, um in Zukunft den bei den Experimenten aufkommenden Bedarf in dieser Technologie abdecken zu können.

*„Bonding“-
Verbindungstechnik*

Mit Bonding bezeichnet man die Verbindungstechnik, in der zum Beispiel die Kontaktbeine von integrierten Schaltungsbausteinen mit den im Innern verpackten Halbleitern verbunden werden. Die Verbindungen werden elektrisch und mechanisch durch 20 bis 50 μm starke Gold- oder Aluminiumdrähte hergestellt, die Kontaktierung wird durch eine 30 bis 60 μm breite Schweißstelle mit Ultraschall erzeugt. Das hierzu verwendete Schweißgerät ist der sogenannte Bonder. Sein Kernstück ist ein aus mehreren Schichten aufgebauter Piezokristall, der mit 64 kHz schwingt. Die Ultraschalleistung wird über ein exponentiell geformtes Horn und das aus Wolframkarbid bestehende Werkzeug auf die Schweißstelle übertragen. Abbildung 53 zeigt die prinzipiellen Anordnungen.

Es wurden ein Bonder sowie einige notwendige Zusatzgeräte (Mikroskop, usw.) angeschafft (Typ 5300 der Firma Dynapert). Sobald hinreichende Erfahrung mit dieser Technologie besteht, wird Bonding als allgemeine Dienstleistung angeboten werden.

Die Hochgeschwindigkeits-Verbindungen zwischen dem IBM-Rechner im zentralen Rechenzentrum und den VME-Crates in den HERA-Experimenten wurden in Betrieb genommen und ausgiebig getestet. Abbildung 54 zeigt einen Überblick über das Gesamtsystem. Die Haupteigenschaften des Systems sind:

*Schnelle Online-
Verbindung zum
Rechenzentrum*

- Sehr einfaches Software-Interface für den Benutzer, da das gesamte Übertragungsprotokoll sowie die Fehlerbehandlung von Prozessoren auf den Interfaces durchgeführt werden
- Maximale Blocklänge 64 kbytes
- „scattered transfer“-Möglichkeit auf der VME/VSB-Seite
- Wahlweise Benutzung von VME- oder VSB-Bus
- „streaming mode“ (4.5 Mbytes/s) auf dem IBM-Kanal
- Unterstützung von „attention interrupts“ vom IBM-Programm zum VME-Crate

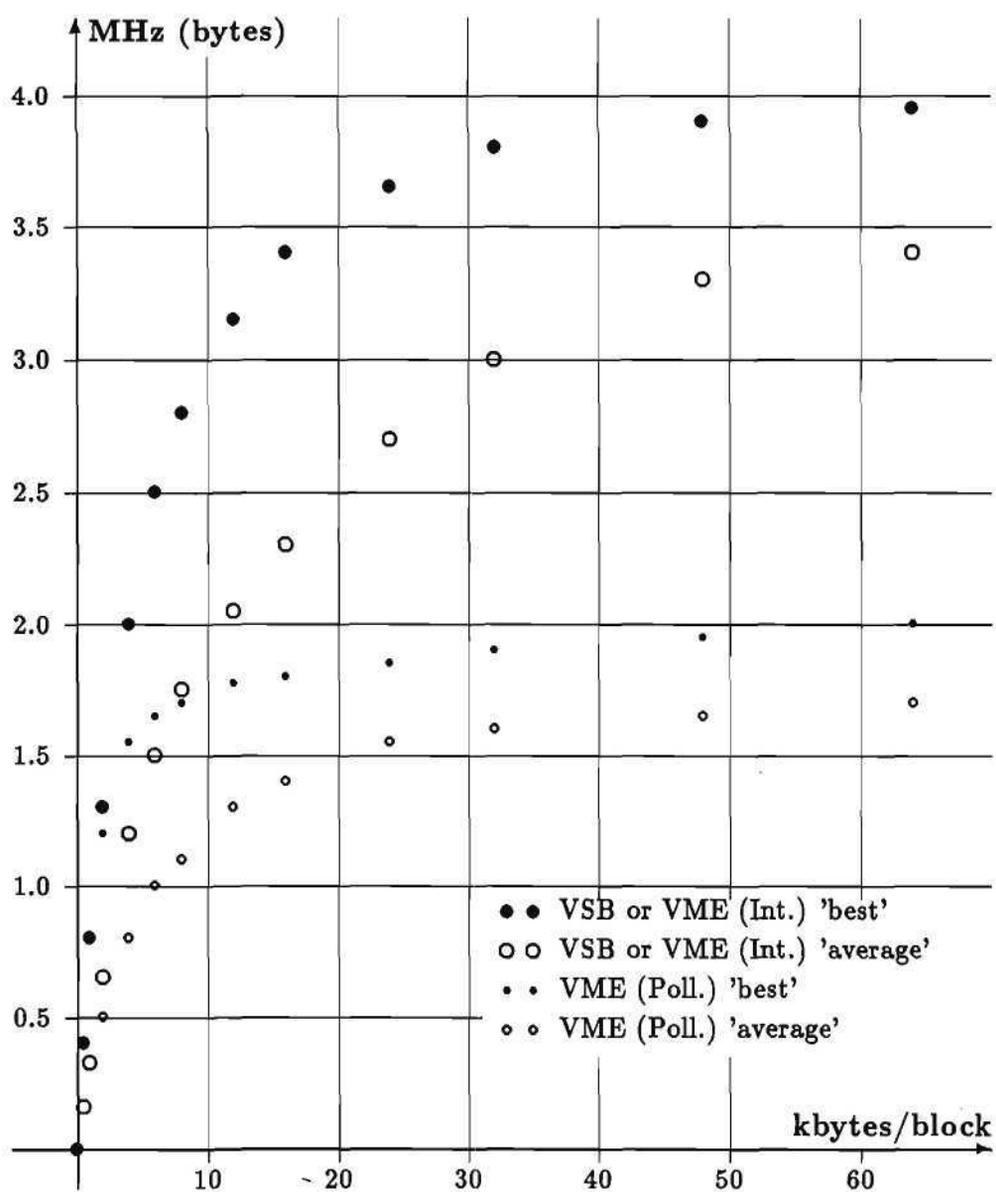


Abbildung 55: Gemessene Datenübertragungsraten der schnellen On-line-Verbindung zwischen dem IBM-Rechner im Rechenzentrum und den HERA-Experimenten.

- Eingebaute Programme zum separaten Test der seriellen Übertragungsleitung und der Übertragung vom/zum IBM-Kanal

Abbildung 55 zeigt die gemessenen Übertragungsraten.

Über die Aktivitäten der Gruppe „Digitale Datenerfassung“ auf den Gebieten der Netzwerke (siehe Seite 211) und des VAX-Clusters (siehe Seite 222) wird in dem Kapitel „Bereich zentrale Datenverarbeitung, Entwicklung und Betrieb“ berichtet.

Zentrales VAX-Cluster und Netzwerkaktivitäten

Bibliothek und Dokumentation

Überblick

Die Gruppe „Bibliothek und Dokumentation“ hat die Aufgabe, die von den DESY-Mitarbeitern benötigte Fachliteratur zu sammeln, zu katalogisieren, bereitzuhalten und darüber zu informieren. Insbesondere ist die weltweit erscheinende Literatur zur Hochenergie-/Teilchenphysik, zur Quantenfeldtheorie und zur Beschleunigertechnik möglichst vollständig zur Verfügung zu stellen und maschinenlesbar zu dokumentieren.

Aufgabe

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

*Hochenergie-
physik-Index*

Zu den weiteren Dienstleistungen der Gruppe „Bibliothek und Dokumentation“ gehören die Übersetzung wissenschaftlicher Veröffentlichungen vom Russischen ins Deutsche oder Englische (1991 waren es drei Arbeiten größeren Umfangs), die Veranlassung des Druckes wissenschaftlicher DESY-Veröffentlichungen (1991 gab es 158 DESY-Berichte, 65 Interne Berichte und 37 Publikationen in Fachzeitschriften), die wöchentliche Information über Neuerscheinungen (Bibliotheksmittelungen) und die Führung eines Konferenzenkalenders.

Dienstleistungen

Als anerkannte Ausbildungsstelle bildet die DESY-Bibliothek Assistenten an Bibliotheken aus und stellt Praktikumsplätze für Studenten des Bibliothekswesens zur Verfügung. Im Berichtszeitraum schlossen zwei Auszubildende ihre Berufsausbildung ab, und zwei haben sie begonnen. Zwei Studenten der Fachhochschule Hamburg absolvierten das sechsmonatige Praxissemester.

Ausbildung

Die Gruppe „Bibliothek und Dokumentation“ ist korporatives Mitglied in der Arbeitsgemeinschaft der Spezialbibliotheken ASpB im Deutschen Bibliotheksverband DBV, im Hamburger Arbeitskreis für Dokumentation HADOK, im Arbeitskreis Bibliotheks- und Informationswesen der Arbeitsgemeinschaft der Großforschungseinrichtungen AGF und in der Deutschen Physikalischen Gesellschaft DPG.

Mitgliedschaften

Bibliothek

Benutzung und Bestand

Im Berichtsjahr benutzten 1 400 Leser regelmäßig die Bibliothek. Sie verursachten durchschnittlich 259 Ausleihvorgänge pro Woche. Im auswärtigen Leihverkehr wurden 801 Bestellungen an andere Bibliotheken, z.B. die der AGF-Institute, gesandt und 244 von anderen bearbeitet.

Die Entwicklung des Bibliotheksbestandes im Berichtszeitraum zeigt Tab. 2.

	Zugang	Löschungen	Bestand (31.12.1991)
Monographien	1 850	75	19 638
Gebundene Zeitschriftenbände	667*	—	18 520
Laufend gehaltene Zeitschriften	25	3	381**
Berichte und Vorabdrucke	6 772	3 857***	52 400

*Hierin sind 68 Bände für EMBL enthalten

**8 Zeitschriftenabonnements für EMBL zzgl. 10 Abonnements für Tages-/Wochenzeitungen

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

Tabelle 2: Entwicklung des Bibliotheksbestandes in 1991.

Kataloge

Das Projekt „Maschinenlesbare Erfassung des Buchbestandes/Rechnergestützte Erstellung der Kataloge“ wurde im Jahr 1991 fortgesetzt. Bis Jahresende waren 87% des Bestandes erfaßt. Mit dem so erstellten Datensatz wird ein KWIC-Titel/Stichwortkatalog erzeugt, der wöchentlich auf den neuesten Stand gebracht wird. Seit Oktober ist der maschinenlesbare Bestand als Online-Katalog auf db2. Die Datenbank wird wöchentlich nach der Katalogisierung der Neuerwerbungen auf den neuesten Stand gebracht.

Bibliothek des IfH Zeuthen

Mit der Bibliothek des Instituts für Hochenergiephysik in Zeuthen bei Berlin wurde eng zusammengearbeitet. Mehrere hundert Bücher, darunter auch viele Neuerscheinungen, wurden der IfH-Bibliothek als Dauerleihgaben überlassen. Mehrmals halfen Mitarbeiter/innen der DESY-Bibliothek, die dort seit der deutschen Vereinigung anfallende Mehrarbeit zu bewältigen. Ab 1992 soll ein gemeinsamer Online-Katalog – mit Erfassung der Zeuthener Altbestände – geführt werden. Die Mitarbeiterinnen der IfH-Bibliothek wurden deshalb intensiv in die rechnergestützte Katalogisierung der DESY-Bibliothek eingewiesen.

Dokumentation und Information

Im Berichtsjahr wurden 16 477 Arbeiten aller Art (Berichte und Vorabdrucke, Zeitschriftenartikel, Konferenzbeiträge, Monographien) dokumentarisch aufbereitet, erfaßt und auf Magnetbändern kumuliert. Tabelle 3 zeigt die von der Dokumentation im Jahr 1991 erfaßten Publikationen. Die Datenbank des Hochenergiephysik-Index enthält jetzt insgesamt ca. 250 700 Publikationen.

Datenbank

	experimentell	instrumentell	theoretisch	Summe
Berichte und Vorabdrucke	724	1414	4634	6772
Veröffentlichungen*	1094	748	7863	9705
Gesamt	1818	2162	12497	16477

* Zeitschriften, Konferenzabhandlungen, Monographien

Tabelle 3: In 1991 dokumentarisch erfaßte Publikationen.

Die bibliographischen Daten der Forschungsberichte des Europäischen Laboratoriums für Teilchenphysik CERN und ihre Indexierung (Schlagwörter) wurden teilweise aus dem Datenbestand der dortigen Bibliothek übernommen.

Die Gruppe „Bibliothek und Dokumentation“ nimmt die Aufgaben einer Informationsvermittlungsstelle wahr: Der Literaturprofildienst wurde 1991 von 284 Teilnehmern in Anspruch genommen. Für 31 Teilnehmer wurden retrospektive Literaturrecherchen nach Titeln, Titelteilen, Autoren, Quellen und Schlagwörtern erstellt. Die Offline-Dienste werden zunehmend weniger genutzt, da seit 1988 in der im Rechenzentrum installierten Datenbank SPIRES online nach Literatur gesucht werden kann (siehe Fachinformationsvermittlung). Dieser Online-Dienst steht seit 1991 auch auswärtigen Nutzern zur Verfügung. Im Rahmen des Magnetbanddienstes wurden die Daten des Hochenergiephysik-Index an vier Universitäts-/Forschungsinstitute geliefert.

Dokumentationsdienste

Der gedruckte Dienst mit jährlich kumulierten Autoren-, Sach- und Berichtsnummern-Registern dient als Fachbibliographie für die Literatur in der Elementarteilchenphysik. In der Literaturdatenbank HEP, die in Zusammenarbeit mit der Bibliothek des Stanford Linear Accelerator Centers SLAC erstellt wird, können im SPIRES-System des DESY-Rechenzentrums Literaturrecherchen online durchgeführt werden. Über das Fachinformationszentrum Karlsruhe besteht Zugriff zu den Literatur- und Faktendatenbanken von STN-International. Online-Publikums-Kataloge (OPACs) anderer Bibliotheken werden regelmäßig genutzt. Ein „Produkt-Datensystem 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.

Fachinformationsvermittlung

Bereich Maschinen

Inhalt

Übersicht	137
Speicherringanlage HERA	139
Überblick	139
Inbetriebnahme des Protonenrings	141
Dritter Probelauf des Elektronenrings	146
Gleichzeitige Speicherung von Elektronen und Protonen in HERA . .	149
Speicherring DORIS III	151
Die Vorbeschleuniger	155
PETRA II, DESY II, DESY III, LINAC I, LINAC II/PIA, LINAC III	155
Neue Beschleunigungstechniken und Überlegungen für zukünftige Beschleuniger	163
Arbeiten der Gruppen des Bereiches Maschinen	167
Strahlenschutz	205

Übersicht

Am Abend des 19. Oktober 1991 konnten in HERA zum ersten Mal Elektronen und Protonen zur Kollision gebracht werden. Die Protonen hatten eine Energie von 480 GeV, die Elektronen von 12 GeV. In beiden Ringen kreiste je ein Teilchenpaket. Damit war nach der ersten Erprobung des Elektronenrings im Jahr 1988 und der technischen Fertigstellung des Protonenrings im Jahr 1990 ein weiterer wesentlicher Meilenstein für die Inbetriebnahme der HERA-Anlage erreicht. Die letzten Voraussetzungen hierfür wurden in der vorausgegangenen Betriebszeit von März bis Oktober 1991 geschaffen, und zwar mit dem Protonentransfer von PETRA nach HERA sowie der Speicherung und Beschleunigung von Protonen in HERA. Im Elektronenring von HERA wurde im Juli mit Hilfe der aus einem mehrjährigen erfolgreichen Entwicklungsprogramm für HERA übernommenen supraleitenden Hochfrequenz-Beschleunigungsstrecken erstmals die Nominalenergie von 30 GeV erreicht. Nach einigen weiteren Wochen Versuchsbetrieb mit kollidierenden Strahlen wurde HERA Anfang Dezember abgeschaltet, um mit dem Einbau der Großdetektoren ZEUS und H1 beginnen zu können.

HERA

DORIS II war am 16. Juli 1990 für den Umbau auf die Version III abgeschaltet worden. Kernstück dieser Version ist der Ersatz des nördlichen geraden Stücks mit der zweiten Elektron-Positron-Wechselwirkungszone durch eine ca. 70 m lange schwach nach außen gekrümmte Bahn zur Unterbringung von sieben neuen Wigglern/Undulatoren. Mit der Inbetriebnahme von DORIS III Anfang Juni 1991 wurde der Umbau trotz erheblicher Probleme infolge der Personalbindung durch die zeitgleichen HERA-Aktivitäten erfolgreich beendet.

DORIS III

Auch in diesem Berichtsjahr konzentrierten sich mit Ausnahme auf DORIS alle Anstrengungen auf den Bau und die Inbetriebnahme von HERA und der erforderlichen Vorbeschleuniger. Für Sanierungs- und Modernisierungsarbeiten an den älteren Beschleunigern und vor allem an einzelnen, zum Teil 30 Jahre alten Infrastrukturanlagen, wie Drehstrom-, Hoch- und Niederspannungsnetze, Gleichspannungsversorgungen, Primärkühlanlagen und Heizungs-, Lüftungs- und Klimaanlageanlagen, wurde nach Einleitung erster Maßnahmen in 1990 in diesem Jahr an einem mehrjährigen Programm zur Erneuerung und Modernisierung weitergearbeitet. Die Problematik wird dabei durch sich ständig verschärfende gesetzliche Bestimmungen für die Handhabung und Verwendung einer Reihe von Materialien wie Asbest und Clophen verstärkt, die in zahlreichen Bauelementen älterer Anlagen vorhanden waren bzw. noch sind und entsorgt und durch neue Elemente ersetzt werden müssen.

*Modernisierung
und Sanierung*

Zukunftsprojekte

Neben dem Bau und der Inbetriebnahme von HERA konnten auch 1991 Überlegungen zu Zukunftsprojekten nur in beschränktem Umfang angestellt werden. In Zusammenarbeit mit zahlreichen Instituten im In- und Ausland und angesichts der andernorts getroffenen Entscheidungen für Protonenanlagen lag der Schwerpunkt bei Vorstudien zu den Problemen supraleitender und normalleitender Linearbeschleuniger mit kollidierenden Elektron-Positron-Strahlen und deren Wechselwirkungszonen.

Speicherringanlage HERA

Überblick

HERA ist ein Elektronen-Protonen-Doppelspeicherring mit einem Umfang von 6336 m. Beide Maschinen sind in einem unterirdischen Ringtunnel installiert. Dieser ist an vier, symmetrisch über den Umfang verteilten Stellen von großen Experimentierhallen unterbrochen, die nach den zugehörigen Himmelsrichtungen benannt sind. In drei Hallen sind Wechselwirkungszone aufgebaut, in denen die hochenergetischen Elektronen und Protonen zur Kollision gebracht werden können. In diesen geraden Stücken werden die sonst in getrennten Strahlrohren zirkulierenden Strahlen zusammengeführt. In der Halle West bleiben die Strahlen getrennt. Dadurch hat man den Platz gewonnen, der für spezielle Maschinenkomponenten benötigt wird. In den Hallen Nord und Süd werden die beiden Hochenergiephysikexperimente H1 und ZEUS aufgebaut. Bei dem geplanten Experimentierbetrieb kollidieren Elektronen mit einer Energie von 30 GeV und Protonen mit einer Energie von 820 GeV. Die für Experimente verfügbare Energie im Schwerpunkt beträgt 314 GeV. HERA ist die erste Speicherringanlage, in der Elektronen und Protonen zur Kollision gebracht werden. Die ausnutzbare Energie liegt in diesem Beschleuniger um mehr als eine Größenordnung über der bei Kollision mit ruhenden Protonen erreichten Energie.

Nachdem im Jahr 1990 auch der Protonen-Speicherring technisch fertiggestellt wurde, konzentrierten sich im Berichtsjahr die Arbeiten im wesentlichen auf die Inbetriebnahme beider Maschinen. Dabei lag der Schwerpunkt bei dem Betrieb des Protonen-Speicherrings, nachdem der Elektronen-Speicherring bereits in den Jahren 1988 und 1989 erfolgreich erprobt werden konnte.

Das gesteckte Ziel, beide Strahlen zur Kollision zu bringen, wurde am Samstag, dem 19. Oktober 1991 um 18.54 Uhr zum ersten Mal erreicht. In der Wechselwirkungszone Nord kollidierten Elektronen mit einer Energie von 12 GeV mit 480-GeV-Protonen. Diese Wechselwirkungen wurden mit dem Luminositätsmonitor des Experiments H1 nachgewiesen. Die gemessene Luminosität lag in der Größenordnung von $10^{26} \text{ cm}^{-2} \text{ s}^{-1}$ und konnte fast eine Stunde registriert werden. Für diese ersten Kollisionen wurde nur jeweils ein Teilchenpaket in die beiden Speicherringe gelenkt. Bis zum Ende der Maschinenerprobung am 1. Dezember konnten dann auch noch die Kollisionen von zehn gegen zehn Teilchenpaketen ohne zusätzliche Schwierigkeiten untersucht werden. In den beiden Wechselwirkungszone Nord und Süd wurden dabei Luminositäten von jeweils einigen $10^{28} \text{ cm}^{-2} \text{ s}^{-1}$ nachgewiesen. Bei der vorgesehenen Elektronenintensität pro Bunch, einer Elektronenenergie von 26.5 GeV und einem an den Protonenstrahl angepassten Elektronen-Strahlquerschnitt im Wechselwirkungspunkt erreichte man Luminositätslebensdauern bis zu zehn Stunden.

Die nachfolgende Chronik soll einen Eindruck von den Anstrengungen in 1991 bis zum Erreichen der ersten Kollisionen in HERA vermitteln:

Januar/Februar Die Vorbereitungen für den Test des Protonen-Speicherrings werden abgeschlossen. Insbesondere gehörten dazu:

- Einbau der speziellen Vakuumkammern in die Wechselwirkungszonen
- Aufbau einer modifizierten Abschirmung in den beiden bereits genutzten Experimentierhallen
- Vermessung und Justierung des gesamten Protonen-Speicherrings
- Aufstellung der in die Experimente hereinragenden Wechselwirkungsquadrupole
- Einbau von Strahldiagnosekomponenten in den Protonen-Speicherring
- Test der Netzgeräte für den Protonen-Speicherring einschließlich einer neuen Generation „power supply controller“

Die beiden fahrbaren HERA-Experimente wurden in ihrer jeweiligen Parkposition außerhalb des HERA-Tunnels aufgebaut. Zusätzliche Abschirmung und ein Ersatzvakuumssystem ermöglichten den gleichzeitigen Test beider Speicherringe und die Fertigstellung der Experimente.

4. März Nach Abschluß der technischen Vorbereitungen wird der HERA-Tunnel geschlossen.

14. März Protonen können aus PETRA ausgelenkt und bis zum Ende des Transportweges gesteuert werden.

25. - 28. März Die fremdgetriggerten Protonenstrahl-Lagemonitore werden mit 7-GeV-Positronen abgeglichen. Dabei können die Teilchen einmal durch den gesamten Protonenring geführt werden.

15. April Zum ersten Mal wird ein ungebunchter Protonenstrahl gespeichert.

26. April Protonen werden vom 52-MHz-Hochfrequenzsystem eingefangen, und ein gebunchter Strahl läuft für einige Minuten um.

Am 1. Mai ging die Inbetriebnahme des Protonen-Speicherrings bei der Injektionsenergie von 40 GeV und einer Strahllebensdauer von einer halben Stunde zu Ende. Für sechs Wochen wurde der Strahlbetrieb unterbrochen, um technische Arbeiten an beiden Speicherringen durchzuführen. In der Zeit vom 15. Juni bis zum 21. Juli wurde der Elektronenring wieder in Betrieb genommen. Dabei konnten die supraleitenden Cavities, das Laserpolarimeter und das Rückkopplungssystem für die drei Schwingungsebenen der Elektronen getestet werden.

19. Juli Mit 30 GeV wird die vorgesehene Elektronenenergie von HERA erreicht. Dabei erzeugen die supraleitenden Resonatoren etwa ein Viertel der für diese Energie benötigten Umfangsspannung.

Vom 22. Juli an wird die Inbetriebnahme des Protonen-Speicherrings fortgesetzt, wobei an die Erfolge des Frühjahres angeknüpft werden konnte. Die Lebensdauer des Protonenstrahls wurde durch geeignete Wahl des Arbeitspunktes auf einige Stunden erhöht. Damit waren die Voraussetzungen geschaffen, Protonen in HERA zu beschleunigen.

12. September Kurz nach Mitternacht wird zum ersten Mal ein Protonenstrahl in HERA beschleunigt. Erstmals werden dabei die Korrekturkreise entsprechend der Feldänderung im supraleitenden Hauptkreis nachgefahren. In dieser Nacht wird eine Protonenenergie von 60 GeV erreicht.

8. Oktober Die vorläufige Endenergie von 480 GeV wird ohne größeren Strahlverlust erreicht. Bei 300 GeV wird statt der Injektionsoptik die Luminositätsoptik mit kleinerem Strahlquerschnitt am Wechselwirkungspunkt eingestellt. Die Strahllebensdauer beträgt einige Tage.

Die Vorbereitungen für den Luminositätsbetrieb begannen am 10. Oktober. Bis zum Ende des Strahlbetriebs wurden unter anderem Polarisationsstudien und Untergrundmessungen an den beiden Experimenten durchgeführt. Eine transversale Ausrichtung des Elektronenspins von 8% wurde mit dem Laserpolarimeter nachgewiesen. Der hadronische Untergrund in den Detektoren konnte durch Kollimieren des Protonenstrahls an einer Stelle im Speicherring entsprechend den theoretischen Vorhersagen reduziert werden.

Inbetriebnahme des Protonenrings

Zu Beginn des Jahres 1991 waren die supraleitenden Magnete des Protonenrings von HERA bereits auf Flüssig-Helium-Temperatur abgekühlt. Kryogenische Tests, Dichtigkeitsprüfungen und Vakuumtests wurden abgeschlossen. Im März 1991 wurde mit der Inbetriebnahme der Stromversorgungs-Netzgeräte begonnen. Die zugehörige Steuerelektronik und die Bedienungsprogramme wurden getestet. Ende März war die Maschine funktionsbereit.

In der Zwischenzeit war es gelungen, Protonen mit einer Energie von 40 GeV aus PETRA zu lenken und durch den Protonen-Injektionskanal bis in den HERA-Tunnel zu führen.

Strahllagemeißsystem

Bevor Protonen in HERA selbst eingeschossen werden konnten, mußten zuerst die zeitlichen Einstellungen der externen Trigger des Strahllage-Meißsystems erfolgen. Dazu wurden Positronen mit einer Energie von 7 GeV aus PETRA in den HERA-Protonenring injiziert. Die supraleitenden Magnete wurden zur Vermeidung großer Feldverzerrungen durch Wirbelströme in den Supraleitern („persistent currents“) in einem speziellen Stromzyklus (Null A \rightarrow 214 A \rightarrow 44 A) erregt. Dadurch wurde der Sextupolanteil unterdrückt. Aufgrund der relativ hohen Injektionsrate der Positronen (≈ 0.25 Hz) gelang es verhältnismäßig leicht, den Positronenstrahl einmal um die Maschine herumzuführen und die zeitliche Abstimmung der Strahllagemonitore mit einer Genauigkeit von besser als 10 ns abzugleichen. Damit war der HERA-Protonenring für den Einschuß von 40-GeV-Protonen bereit.

Protonen von PETRA II

PETRA stellt hochenergetische Protonen etwa alle 5 Minuten zur Verfügung. Die Strahlintensität lag zu dieser Zeit bei $1.3 - 3.3 \times 10^{10}$ Protonen pro Bunch. Ein bis zehn Protonenpakete konnten routinemäßig zur Verfügung gestellt werden. Die normierte Strahlemittanz ($2\text{-}\sigma$ -Wert) betrug etwa 15×10^{-6} radm. Das entspricht etwa den vorgesehenen Werten. Die Bunchlänge war etwa 1.5 m (2σ) und die entsprechende Energieverteilung im Strahl hatte eine Breite von ca. 0.5%.

Erste Phase der Inbetriebnahme mit 40-GeV-Protonen

Die Inbetriebnahme von HERA vollzog sich in mehreren Stufen. In der ersten Stufe im April 1991 wurde ein Speicherbetrieb bei der Injektionsenergie von 40 GeV angestrebt. Die Hauptschwierigkeiten für die Speicherung von Protonen bei niedriger Energie in HERA werden durch nichtlineare Feldverzerrungen aufgrund von supraleitenden Wirbelströmen verursacht. Die Folge wäre eine reduzierte dynamische Akzeptanz.

Aufgrund der guten Vorbereitung gelang es recht schnell, Protonen in HERA einzuschießen und zum Umlauf zu bringen. Das Strahllage-Meißsystem, das von Anfang an zur Verfügung stand, leistete hierbei unverzichtbare Hilfe.

Der zeitgenaue Einschuß der Protonen in HERA bezüglich der Hochfrequenzphase des Protonenrings ist Voraussetzung für die Funktion des Lagemonitorsystems und für die Speicherung der Protonenbunche in „Hochfrequenz-Buckets“. Die Protonen-Bahnlängen von PETRA und HERA weichen wegen des Protonen-Bypasses in PETRA vom Soll-Verhältnis $\frac{4}{11}$ ab. Deswegen passen die beiden Umlauffrequenzen nicht harmonisch zusammen und sind die beiden Hochfrequenzen in PETRA und HERA unterschiedlich. Diese Frequenzdifferenzen zur Zeit des Strahltransfers sind allerdings so abgestimmt, daß sich alle 14 400 HERA-Umläufe eine feste Phasenbeziehung zwischen bestimmten Bun-chen in HERA und PETRA ergibt. Dazu wird die HERA-Hochfrequenz genau auf den Wert $f_{\text{HERA}} = f_{\text{PETRA}} \times \frac{39601}{39600}$ geregelt. Der Strahltransfer ist somit in regelmäßigen Intervallen von 302 ns möglich.

Dieses Strahltransferkonzept, das in ähnlicher Form schon für den Transfer zwischen DESY III und PETRA zur Anwendung kam, wurde zu Beginn der Betriebsphase im April implementiert und erfolgreich getestet und stand in der Folge für den Betrieb zur Verfügung.

Am 14. April 1991 wurden zum erstenmal Protonen mit einer Energie von 40 GeV in HERA gespeichert.

Nach Beseitigung einiger Fehler in der Magnetverschaltung entsprach die Strahloptik innerhalb von 20-30% den theoretischen Werten. Mit der Korrektur des Orbits, Kompensation von Chromatizität und Kopplung sowie der Wahl des Arbeitspunktes in der Nähe der Koppelresonanz konnten im 40-GeV-Speicherbetrieb Strahllebensdauern von bis zu 30 Minuten erzielt werden.

In der zweiten Phase der Inbetriebnahme im August 1991 wurde auf einen speziellen Erregungszyklus zur Unterdrückung der „persistent current“-Sextupole verzichtet. Die nichtlinearen Felder, die sich beim Injektionsfeld innerhalb eines normalen Erregungszyklus (244 A \rightarrow 1000 A oder höher \rightarrow 50 A \rightarrow 244 A) ergeben, sind beträchtlich. Der Sextupolanteil des Dipolfeldes beträgt 0.35%. Die entsprechende Strahlchromatizitätsverschiebung beträgt ca. 300 und entspricht mehr als dem Fünffachen der natürlichen Chromatizität. Ebenfalls beträchtlich sind die Dekapolanteile im Dipolfeld, welche etwa 1‰ bei 25 mm Radius betragen, und die Dodekapolanteile des Quadrupolfeldes mit 2.4‰ @r = 25 mm. Diese Feldfehler werden durch lange, direkt auf das Strahlrohr gewickelte Spulen innerhalb der Magnete kompensiert. Die erforderlichen Korrekturströme wurden auf der Basis von Magnetmessungen und Simulationen der Strahlstabilität eingestellt.

*Zweite Phase der
Inbetriebnahme*

Die Übereinstimmung zwischen den aus Chromatizitätsmessungen am Protonenstrahl und den eingestellten Korrekturströmen berechneten Feldfehlern und den Ergebnissen der systematischen Feldmessungen an den kalten Magneten ist hervorragend; die relativen Abweichungen zwischen aus Chromatizitätsmessungen berechneten und gemessenen Sextupolfeldkomponenten im Dipol betragen nur einige Prozent.

Auch unter den jetzt schwierigeren Bedingungen gelang es, Protonen bei der Injektionsenergie von 40 GeV zu speichern. Ein wesentlicher Parameter für gute Bedingungen sind die transversalen Schwingungszahlen (Betatron-Tunes Q_x , Q_z) im Strahl. Für Arbeitspunkte nahe $Q_x = 31.29$; $Q_z = 32.29$ ließen sich Protonen-Strahllebensdauern von bis zu drei Stunden erzielen. Trotz dieser für den HERA-Betrieb ausreichenden Stabilität des Protonenstrahls stellen nichtlineare Feldfehler eine potentielle Gefahr dar. Außerhalb eines Fensters von $\Delta Q \approx \pm 0.02$ um den optimalen Arbeitspunkt ist die Lebensdauer stark reduziert. In der Nähe der Hauptresonanzen (Drittel- und Viertelresonanzen) beträgt sie nur noch Sekunden oder weniger. Netzgeräteschwankungen spielen keine große Rolle für die Strahlstabilität. Die beobachteten Stromschwankun-

gen sind in der Größenordnung von $\frac{\Delta I}{I} \approx 10^{-6}$ und haben keinen meßbaren Effekt auf die Lebensdauer. Wichtig für eine gute Lebensdauer ist die Kompensation der Kopplung der horizontalen und vertikalen Betatron-Schwingung. Die Stärke der Koppelresonanz von $\kappa = 0.026$ entspricht dem Wert, den man aus den gedrehten Quadrupolkomponenten des Hauptablenkfeldes errechnet. Das heißt, daß mögliche zusätzliche Quellen von Strahlkopplung, wie gedrehte Hauptquadrupole oder ein vertikaler Versatz der Sextupolkorrekturspule, eine geringe Rolle spielen.

Der Erwartungswert der dynamischen Akzeptanz aufgrund von Simulationsrechnungen beträgt $2-3 \times 10^{-6} \pi$ radm. Gemessen wurden maximal $1.5 \times 10^6 \pi$ radm. Allerdings waren die „closed orbit“-Fehler noch in der Größenordnung von 3 mm (rms-Wert), während die Simulation von einem wohlkorrigierten Orbit ausging.

Das Strahlverhalten des HERA-Protonenrings beim Injektionsfeld ist somit wohlverstanden und befindet sich in Übereinstimmung mit den theoretischen Erwartungswerten.

Beschleunigung der Protonen auf 70 GeV

Anfang September 1991 war die Maschine für die Protonen-Beschleunigung bereit. Die unterschiedlichen Zeitkonstanten des Hauptstromkreises mit ca. zehn Minuten einerseits und aller anderen Kreise mit ca. einer Sekunde andererseits stellen ein Problem für die synchrone Erregung der Magnete beim Erhöhen der Protonenenergie dar. Dieses Problem wird mit Hilfe von Referenzmagneten gelöst. Die beiden Referenzdipole (je einer aus beiden Produktionszweigen, Abb. 56) im Hauptkreis waren ursprünglich zur Überwachung der nichtlinearen Feldfehler im Protonenring geplant. Dazu werden ständig die Sextupolfelder mit einer rotierenden Spule sowie zusätzlich das Dipolfeld mit Hall- und NMR-Proben gemessen. Außerdem wird zum Zweck der Synchronisation die Feldänderung in den Referenzdipolen über die in Korrekturwindungen induzierte Spannung detektiert. Ein Spannungsfrequenzwandler liefert eine der Hauptfeldänderung proportionale Taktfrequenz, welche die Stromänderungen aller anderen Magnete kontrolliert. Dieses Verfahren kam im September 1991 erstmals zum Einsatz. Die erforderliche relative Genauigkeit von 10^{-4} in der Ansteuerung der Magnete wird mit dem neuen Verfahren erreicht.

Im September 1991 mußten weitere Komplikationen in Verbindung mit „persistent currents“ gelöst werden: Wird der Erregungszyklus der Magnete bei der Injektionsenergie unterbrochen, sind die zu diesem Zeitpunkt großen „persistent current“-Feldfehler einem gewissen zeitlichen Zerfall unterworfen. Diese Änderung der Feldfehler ist um so größer, je höher die Maximalerregung des Magneten ist. Sie beträgt maximal ca. 10% des Ausgangswertes innerhalb einer halben Stunde. Davon ist insbesondere das Injektionsdipolfeld betroffen. Die Feldänderungen wurden mit Hilfe der in jeder FODO-Zelle vorhandenen Dipolkorrekturspulen kompensiert. Die von den Referenzmagneten gelieferten NMR-Werte des Dipolfeldes waren hierbei von großem Nutzen. Im allgemeinen

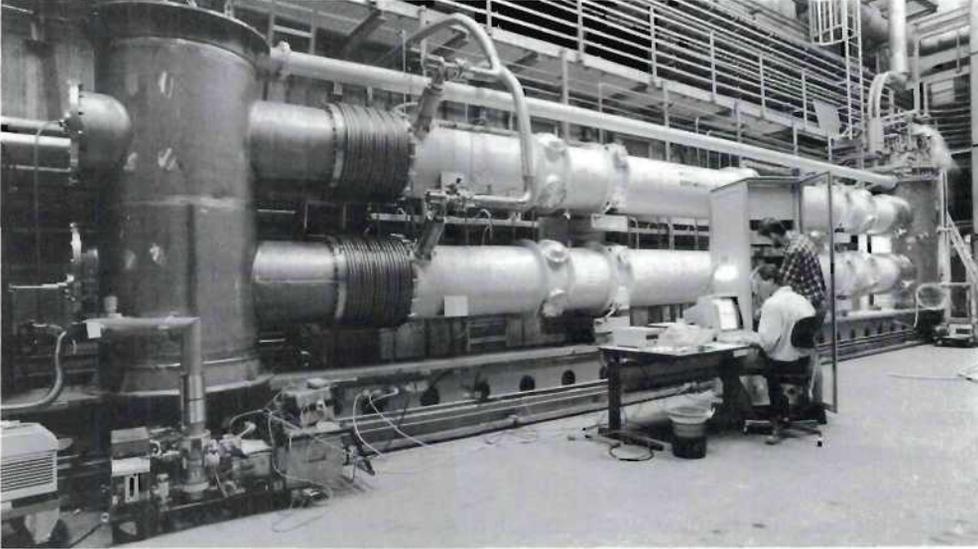


Abbildung 56: Die beiden Referenzdipole (ANSALDO/ZANON und ABB) in der HERA-Halle West. (Foto: P. Waloschek)

ließen sich Injektions-Synchrotronschwingungen, die mit einer effektiven Emittanzvergrößerung einhergehen, vermeiden. Der der maximalen Magneterregung von 3000 A entsprechende Zerfall der „persistent current“-Sextupolkomponente und die entsprechenden Chromatizitätskorrekturen stellten kein großes Problem für den Betrieb bei der Injektionsenergie dar.

Unter den oben genannten Voraussetzungen ließen sich dann am 25. September 1991 zum erstenmal Protonen bis auf eine Energie von 70 GeV beschleunigen.

Am 8. Oktober wurde die für das Jahr 1991 höchste Energie von 480 GeV erreicht. Die Endenergie wurde mit „Stützpunkten“ bei 70 GeV, 150 GeV und 300 GeV, zwischen denen die Magnetströme jeweils linear extrapoliert wurden, angefahren. Insbesondere im ersten Abschnitt traten aufgrund der nichtlinearen Erregungsabhängigkeit der „persistent current“-Chromatizitäten von ± 30 auf, die jedoch weitgehend folgenlos blieben. Die Betatron-Tunes verschieben sich während der Beschleunigungsprozedur um $\Delta Q \approx 0.015$. Dies ist noch innerhalb des stabilen Bereichs. Immerhin ergibt sich zwischen 40 GeV und 480 GeV eine hauptsächlich horizontale Emittanzvergrößerung um etwa einen Faktor zwei. Es wird erwartet, daß dieser Effekt bei besserer Kontrolle von Tunes und Chromatizität reduziert wird. Anfängliche Strahlverluste während der Beschleunigungsprozedur wurden durch Zuhilfenahme einer longitudinalen Phasenschwingungsdämpfung vermieden.

*Beschleunigung
der Protonen
auf 480 GeV*

Der „Stützpunkt“ von 300 GeV wurde dazu benutzt, die Injektionsoptik mit moderaten Amplitudenfunktionen in die Strahloptik für Kollisionen (Luminositätsoptik) zu überführen. Dazu sind zwei weitere „Stützpunkte“ nötig, zwischen denen die Magnetfeldeinstellungen jeweils linear interpoliert werden. Die Luminositätsoptik mit 1000 m Amplitudenfunktion ließ sich problemlos mit gespeichertem Teilchenstrahl anfahren.

Strahltransfer von PETRA nach HERA

Die von PETRA angelieferten Einzelbunchströme von maximal $250 \mu\text{A}$ ($2 \times 3 \times 10^{-10}$ Protonen pro Bunch, was 30% des vorgesehenen Wertes entspricht) können in HERA mühelos akzeptiert werden. Emittanzvergrößerungen ergeben sich nur durch Filamentation bei Injektionsfehlern, die aber im Prinzip vermieden werden können. HERA besitzt wie PETRA ein 52-MHz-HF-System. Die Umfangsspannung von 20-200 kV wird durch zwei Hochfrequenzresonatoren erzeugt. Außerdem sind in HERA vier 208-MHz-Resonatoren eingebaut, die dazu dienen, die Bunche im Luminositätsbetrieb auf 30 cm Länge zu komprimieren. Dieses System ist zum Zeitpunkt der Injektion nicht aktiv, stellt aber eine große Impedanz dar.

Beamloading- Kompensation

Werden statt einem Bunch zehn Bunche in HERA injiziert, dann werden durch Beamloading in den 208-MHz-Hochfrequenzresonatoren bereits beträchtliche Spannungen induziert, die vergleichbar mit der von den 52-MHz-Resonatoren erzeugten Spannung sind. Der Strahl wird dadurch ohne Beamloading-Kompensation instabil. Für die Injektion von zehn Bunchen war die Aktivierung eines schnellen Rückkopplungssystems erforderlich, welches die induzierten Spannungen durch Gegenkopplung kompensiert. Die Erprobung dieses Systems verlief außerordentlich erfolgreich. Somit konnten bis zu zehn Protonenbunche für den ersten Luminositätsbetrieb zur Verfügung gestellt werden.

Zuverlässigkeit des Gesamtsystems

Die zu Anfang der Inbetriebnahme kritische Zuverlässigkeit des Gesamtsystems, das aus dem HERA-Protonenring und seinen Vorbeschleunigern besteht, hat sich im Verlauf des Betriebs in 1991 stetig verbessert. Insbesondere liefen die Komponenten und Systeme in HERA zum Ende der Betriebsphase nahezu störungsfrei. Störanfälligkeiten bei einzelnen Komponenten konnten geklärt und zum größten Teil noch während der Betriebsphase beseitigt werden.

Dritter Probelauf des Elektronenrings

Nach fast zweijähriger Pause, in der im HERA-Tunnel der Protonenring installiert wurde, fand im Juni/Juli 1991 ein weiterer Probelauf des HERA-Elektronenrings statt. Bei dieser insgesamt fünfwöchigen Betriebsphase gab es jeweils zweimal pro Woche geplante Unterbrechungen mit zeitweiligem Zugang

zum Tunnel, um Arbeiten an dem zur gleichen Zeit in Betrieb genommenen Quenchschutzsystem des Protonenrings durchführen zu können.

Der dritte Probelauf begann am 17. Juni mit ersten Injektionsversuchen, bereits einen Tag später konnten problemlos wieder Elektronen gespeichert werden. Die Betriebsphase endete am 21. Juli, wonach zunächst die Inbetriebnahme des Protonenrings fortgesetzt wurde. Am 15. Oktober wurde dann der Strahlbetrieb des Elektronenrings wieder aufgenommen, diesmal mit dem Ziel der Herstellung von Elektron-Proton-Kollisionen. Während dieser Elektron-Proton-Betriebsphase konnten auch einige wichtige, den Elektronenring allein betreffende Erkenntnisse gewonnen werden, die in die folgende Zusammenfassung mit aufgenommen sind.

Bei einer Injektionsenergie von 12 GeV wurde anfangs eine fast verlustfreie (90%) Akkumulation erreicht, die später jedoch nicht mehr reproduziert werden konnte und während der letzten Wochen des Elektron-Proton-Betriebs bei ca. 60% lag. Die gemessene Akzeptanz (bis zu $10 \text{ mrad} \times \text{mm}$) kommt als Ursache für diese Einschränkung der Injektionseffizienz kaum in Frage, so daß dieser Punkt zunächst ungeklärt bleibt.

Zu den wichtigsten Ergebnissen des Probelaufs gehört das Erreichen der vorgesehenen Energie von 30 GeV. Mit den zusätzlich zu den normalleitenden Beschleunigungsstrecken erstmals mit Strahl betriebenen supraleitenden Cavities (12 Vierfach-Beschleunigungsstrecken in sechs Kryostaten), konnte bei 30.3 GeV noch ein Strahl mit zehn Minuten Lebensdauer gespeichert werden. Aus der gleichzeitigen Messung der Synchrotronfrequenz ergab sich rechnerisch eine gesamte HF-Umfangsspannung von 145 MV. Der Gradient in den supraleitenden Cavities war bei diesem Versuch 3 MV/m, begrenzt durch den Absorber für die reflektierte Leistung. Später konnten mit Strahl über 4 MV/m erreicht werden.

Erste Erfahrungen wurden mit dem Multibunch-Timing- und -Trigger-System gewonnen. Dabei konnten durch sukzessiven Transfer einzelner Bunche von PETRA nach HERA Füllungen mit bis zu ca. 100 Bunchen in HERA hergestellt werden, allerdings zunächst mit Einzelbunch-Intensitäten von nur einigen Mikroampere. Die vorgesehene Einzelbunch-Intensität beträgt $270 \mu\text{A}$. Der maximale Gesamtstrom wurde bei einer Füllung von 30 Bunchen mit 5.5 mA erreicht, wobei starke kohärente Anregungen des Strahls beobachtet wurden.

*Multibunch
Timing- und
Trigger-System*

Die Komponenten des für einen höheren mittleren Teilchenstrom erforderlichen Multibunch-Feedback-Systems konnten erstmals mit Strahl getestet werden. Die kohärente Dämpfung bei der Wirkung auf einen Einzelbunch ergab sich in allen drei Schwingungsebenen in Übereinstimmung mit den Erwartungen. Gezielte Studien zum Erreichen hoher Multibunch-Intensitäten konnten jedoch aus Zeitmangel noch nicht durchgeführt werden.

*Multibunch-
Feedback-System*

Strahloptik

Bezüglich der Strahloptik ergab sich bei diesem Probelauf das überraschende, beim Betrieb 1989 nicht beobachtete Resultat einer starken Kopplung der horizontalen und vertikalen Betatron-Schwingungen. Diese ist auf eine gleichmäßig in den Bögen der Maschine verteilte, gedrehte Quadrupolkomponente im Führungsfeld des Strahls zurückzuführen. Der Effekt steht wahrscheinlich im Zusammenhang mit der Installation des Protonenrings, wobei noch Unklarheit besteht, ob er durch mechanische (Fehlauflagen der Sextupole) oder magnetische (Streufeld) Einflüsse verursacht wird. Durch gezieltes Einführen vertikaler Orbitablagen gelang es, einen großen Teil der gedrehten Quadrupolkomponente zu kompensieren und die Emittanzkopplung auf $\epsilon_z/\epsilon_x = 5-10\%$ zu reduzieren. Die durch Wirbelströme und Schleppfehler der Netzgeräte verursachten Q-Wert-Änderungen beim „Energiefahren“ konnten durch den neu in Betrieb gegangenen Tune-Controller vollständig kompensiert werden, wodurch die Zeitdauer der Beschleunigungsprozedur von 12 GeV auf 26.5 GeV auf etwa eine Minute verkürzt werden konnte.

Inbetriebnahme des Laserpolarimeters

Für die Inbetriebnahme des Laserpolarimeters wurde während des Sommer-Probelaufs etwa ein Drittel der zur Verfügung stehenden Strahlzeit bereitgestellt. An diesen Untersuchungen war neben der HERA-Maschinengruppe auch die HERMES-Kollaboration beteiligt. Anhand der gesammelten Erfahrungen wurde diese Meßeinrichtung dann soweit optimiert, daß im November erstmals eine Spin-Polarisation des Elektronenstrahls nachgewiesen werden konnte. Der maximale Polarisationsgrad betrug $(8 \pm 1)\%$ bei einer Strahlenergie von 26.67 GeV. Besonders wichtig war bei diesen Messungen eine gute Korrektur des vertikalen Orbits. Mit dem schon früher benutzten MICADO-Algorithmus konnte eine rms-Orbitabweichung von 0.7-0.8 mm erreicht werden. Die für eine weitere Verbesserung des Polarisationsgrads erforderliche empirische Optimierung mittels spezieller Orbitbeulen war vorbereitet und im Kontrollsystem verfügbar, konnte jedoch aus Zeitgründen nicht mehr systematisch angewandt werden.

Vakuumsystem

Die durch das Vakuumsystem begrenzte Strahllebensdauer betrug über zehn Stunden bei kleinem Strom und etwa drei Stunden bei $I = 1 \text{ mA}$. Der angezeigte Vakuumdruck in den Pumpen lag abhängig vom Strahlstrom bei 10^{-9} - 10^{-8} hPa. In Übereinstimmung mit früheren Beobachtungen war der angezeigte Druck etwa eine Größenordnung niedriger als der mit der Lebensdauer verträgliche Druck am Ort des Strahls. Die über die gesamte Betriebszeit akkumulierte Strahlintensität betrug ca. 300 mA·h, wobei sich eine Verbesserung des Vakuums um etwa einen Faktor zwei ergab.

Gleichzeitige Speicherung von Elektronen und Protonen in HERA

Als Vorbereitung für die gleichzeitige Speicherung von Elektronen und Protonen in HERA wurde zunächst der Einfluß von den im Bereich der Wechselwirkungszonen, in denen die beiden Speicherringe zu einem vereinigt sind, stehenden Magnete (low- β -Triplet und Separations-Dipol für den Elektronenstrahl) auf den bei einer Energie von 480 GeV gespeicherten Protonenstrahl untersucht. Diese Störungen der Protonenoptik wurden durch vorausberechnete Orbit- und Fokussierungskorrekturen lokal kompensiert. Da die erforderlichen Korrekturen proportional zur Energie des Elektronenstrahls sind, mußte das Kontrollsystem das gleichzeitige „Fahren“ von Elektronen- und Protonen-Magneten ermöglichen. Es zeigte sich, daß das Korrekturverfahren problemlos das „Energiefahren“ und die „Massage“ der Elektronen-Magnete erlaubt, ohne daß signifikante Verluste des gespeicherten Protonenstrahls auftreten.

Der Einfluß der Protonen-Magnete in den geraden Stücken auf den Elektronenstrahl wurde ebenfalls studiert. Die gemessenen Orbit- und Arbeitspunkt-Änderungen ($\Delta x, \Delta z < 2 \text{ mm}$, $\Delta Q_{x,z} < 0.02$) konnten problemlos korrigiert werden.

Der Elektron-Proton-Probelauf begann am 15. Oktober mit der Injektion eines Elektronenbunches bei gleichzeitig noch gespeichertem Protonenstrahl ($E_p = 480 \text{ GeV}$). Es schlossen sich Untersuchungen zur Synchronisation der HF-Systeme an (die gegenläufigen Bunche müssen mit einer Genauigkeit von ca. einer Nanosekunde synchron durch den Wechselwirkungspunkt laufen). Um die Strahlen zur Kollision zu bringen, müssen die Orbits auch transversal am Wechselwirkungspunkt mit hoher Genauigkeit (ca. 0.1 mm) zur Deckung gebracht werden. Dies gelang, indem zunächst der Orbit des Protonenbunches in den Elektronen-Monitoren, die 7 m rechts und links vom Wechselwirkungspunkt installiert sind, gemessen und anschließend nach Injektion eines Elektronenbunches dessen Orbit auf exakt dieselben Werte eingestellt wurde. Die Genauigkeit dieser Methode (einige 0.1 mm) reichte aus, um am 19. Oktober nach erfolgter zeitlicher Synchronisation der beiden Bunche ein Signal im H1-Luminositätsmonitor und somit den ersten Nachweis kollidierender Strahlen in HERA zu erbringen. Bei diesem Versuch betrug die Intensität der kollidierenden Bunche $I_e = 50 \mu\text{A}$ und $I_p = 70 \mu\text{A}$ bei Energien von $E_e = 12 \text{ GeV}$ und $E_p = 480 \text{ GeV}$. Aus der γ -Zählrate im Luminositätsdetektor wurde die Luminosität zu $1 \times 10^{26} \text{ cm}^{-2} \text{ s}^{-1}$ bestimmt, in guter Übereinstimmung mit dem aus den Strahlparametern zu erwartenden Wert.

Die Intensität des Protonenbunches und damit auch das Luminositätssignal nahmen unter dem Einfluß der Wechselwirkung rasch ab ($\tau_p < 1 \text{ h}$), ein Effekt, der bei den ungleichen Größenverhältnissen der Strahlen am Wechselwirkungspunkt (Protonen: $\sigma_x^* = 0.4 \text{ mm}$, $\sigma_z^* = 0.13 \text{ mm}$; Elektronen: $\sigma_x^* = 0.13 \text{ mm}$,

$\sigma_z^* = 0.015 \text{ mm}$) nicht unerwartet auftrat: Der Protonenstrahl wird durch die von der Raumladung des Elektronenbunches verursachte Kraft infolge nichtlinearer Resonanzen aufgeweitet. Diese nichtlineare Wechselwirkung spüren insbesondere Protonen mit Betatron-Amplituden außerhalb des Strahlquerschnitts der Elektronen und somit bei den hier vorliegenden Verhältnissen praktisch der gesamte Protonenstrahl.

Eine deutliche Verbesserung der durch Strahl-Strahl-Wechselwirkung begrenzten Protonen-Strahllebensdauer ergab sich, nachdem die Elektronen vor der Wechselwirkung auf 26.5 GeV beschleunigt wurden (diese relativ niedrige Energie für die Elektronen wurde gewählt, um mit überschüssiger HF-Spannung einen Strahlverlust bei eventuellem Ausfall eines Senders der normalleitenden Hochfrequenzsysteme zu vermeiden). Die mit der Energie proportional vergrößerte Elektronen-Emittanz führte zu einer besseren Anpassung der Strahlquerschnitte am Wechselwirkungspunkt. Schließlich konnte durch Änderung der Elektronen-Optik (Vergrößerung der β -Funktionen am Wechselwirkungspunkt) eine weitgehende Übereinstimmung der transversalen Strahldimensionen erreicht werden. Danach betrug die Lebensdauer eines mit einem Elektronenbunch voller Intensität ($270 \mu\text{A}$) kollidierenden Protonenbunches etwa zehn Stunden, ein für den zukünftigen Luminositätsbetrieb von HERA äußerst wichtiges Ergebnis.

Die höchste bei Kollisionsbetrieb erreichte Protonen-Intensität betrug für den Einzelbunch $200 \mu\text{A}$. Damit wurde als Spitzenwert für die Luminosität $8 \times 10^{27} \text{ cm}^{-2} \text{ s}^{-1}$ gemessen, der ca. 10% des für HERA vorgesehenen Wertes ($7.5 \times 10^{28} \text{ cm}^{-2} \text{ s}^{-1}$ pro Bunch) entspricht.

Um das Einstellen zentrisch kollidierender Strahlen zu erleichtern, wurde eine schon früher bei DORIS entwickelte Methode angewandt. Dabei wurde der Elektronenstrahl mit Hilfe des Tune-Controllers kohärent angeregt und die Wirkung auf den Protonenstrahl mittels eines „Lock in“-Verstärkers nachgewiesen. Aus dem resultierenden Phasen- und Amplitudensignal konnte mit Hilfe lokaler Orbitbeulen eine schnelle und genaue relative Justierung der Strahlpositionen am Wechselwirkungspunkt abgeleitet werden.

Multibunch-Betrieb

In der letzten Phase des Elektron-Proton-Betriebs konnten Kollisionen mit je zehn Bunchen in beiden Ringen hergestellt werden. Der Bunchabstand war dabei der Nominalwert von 96 ns. Die Elektronenbunches hatten im Mittel die vorgesehene Intensität ($10 \times 270 \mu\text{A}$), allerdings mit Unterschieden von 10-20% von Bunch zu Bunch. Die maximale Intensität des Protonen-Bunchzugs betrug 1.5 mA (Nennwert 7.5 mA für 10 Bunches). Bei diesem Betriebsmodus wurde eine maximale Luminosität von $7 \times 10^{28} \text{ cm}^{-2} \text{ s}^{-1}$ gemessen, was etwa einem Prozent der bei einer Protonenenergie von 480 GeV zu erwartenden vorgesehenen Luminosität von HERA entspricht. Bezüglich der Strahl-Strahl-Wechselwirkung ergaben sich beim Betrieb mit zehn Bunchen gegenüber den Einzelbunch-Kollisionen keine weiteren störenden Effekte.

Speicherring DORIS III

Der Mitte Juli 1990 begonnene Umbau von DORIS II auf die Version III wurde Anfang Juni 1991 abgeschlossen. Dabei wurde die nördliche gerade Wechselwirkungszone des Rings, in der zuletzt der Crystal Ball-Detektor stand, durch den sogenannten „Bypass“ ersetzt. Es handelt sich um einen etwa 70 m langen schwach nach außen gekrümmten Bogen, in welchem sieben zusätzliche Wiggler bzw. Undulatoren für die erweiterten Experimentierflächen von HASYLAB eingebaut werden können (vergl. Abb. 38 auf Seite 98). Der Umbau des Speicherrings ist das Kernstück eines größeren Vorhabens, das eine erhebliche Erweiterung der Experimentiermöglichkeiten mit Synchrotronstrahlung schafft. Die vollständige Beschreibung ist im HASYLAB-Teil dieses Jahresberichts (Seite 99 ff) zu finden.

Überblick

Für den DORIS III-Ring ist kennzeichnend, daß er nach wie vor sowohl als dedizierte Synchrotronstrahlungsquelle (typischerweise bei 4.5 GeV) wie auch, zusammen mit dem ARGUS-Detektor, mit kollidierenden Elektronen und Positronen für die Hochenergiephysik eingesetzt werden soll (bei Energien um 5.3 GeV).

Durch diesen zweifachen Verwendungszweck sind die wesentlichen maschinenphysikalischen und technischen Parameter von DORIS III festgelegt:

*Parameter von
DORIS III*

- Die Maschine ist unsymmetrisch (Superperiodizität 1 statt 2). Nichtlineare strahloptische Resonanzen können dadurch verstärkt werden und den Bereich zulässiger Arbeitspunkte einschränken. Solche Resonanzen werden durch Magnetfelder angeregt, deren Stärke sich nichtlinear mit dem Abstand von der Sollbahn ändert. Wiggler und Undulatoren haben zum Beispiel derartige Felder.
- Die geänderte Fokussierung ergibt für DORIS III einen neuen Arbeitspunkt: $Q_x/Q_z = 7.19/4.72$ (vorher 7.16/5.24). Beim Kollisionsbetrieb gibt es nicht nur den gewollten Wechselwirkungspunkt für ARGUS; die Strahlen kollidieren auch mitten im „Bypass“, wo die Strahlen nicht separiert sind. Um die Strahl-Strahl-Wechselwirkung bezüglich der strahlverursachten fokussierenden Kräfte an beiden Kollisionspunkten gleichmäßig zu gestalten, wurde dafür gesorgt, daß für die Kollisionsoptik die Amplitudenfunktionen in beiden Punkten im gleichen Verhältnis stehen.
- Der Umfang von DORIS III ist durch den „Bypass“ um 1.2 m größer als bei DORIS II. Die Harmonischenzahl (Umfang/HF-Wellenlänge) ist jetzt nicht mehr durch 4 teilbar. Folglich können für HASYLAB nicht mehr vier äquidistante Bunche gespeichert werden. Der Abstand zwischen zweier vier Bunche ist nun 1.2 m länger als bei den anderen. Dieses ist



Abbildung 57: Cavities (F) in der Südhälfte von DORIS III mit Wellenleitern (G), die um DORIS-Ausrichtssäulen (H) herumgeführt sind. (422449/25)

bei der Synchronisation zwischen DORIS III und den Vorbeschleunigern, insbesondere PIA, zu beachten, unter gleichzeitiger Berücksichtigung der andersartigen Forderungen für PETRA als Vorbeschleuniger für HERA.

- Aus der Nordhälfte mußten die für den Kollisionsbetrieb bei 5.3 GeV erforderlichen Cavities in die Südhälfte verlagert werden (Abb. 57). Die dort verfügbaren neuen Einbauplätze haben für den Betrieb von Cavities ungünstige Eigenschaften: Dispersion $\neq 0$, große Amplitudenfunktionen. Dies kann zumindest grundsätzlich zur Anregung von Synchro-Betatron-Resonanzen und Strahlinstabilitäten beitragen.
- Im „Bypass“ wurden zunächst auf vier von den sieben möglichen Plätzen neue Wiggler installiert, von denen drei Röntgenwiggler sind. Zum Betrieb kann deren Polabstand auf 30 mm verkleinert werden. Das ist aber nur möglich, wenn entsprechend flache Vakuumkammern in den Wigglern installiert sind. Für den Betrieb mit kollidierenden Strahlen müssen die Wiggler aufgefahren und die flachen Wigglerkammern durch normalhohe Kammern ersetzt werden. Dieses ist auf Dauer unbefriedigend. Deshalb werden Wigglerkammern entwickelt, deren Höhe sich in situ und ohne Aufgabe des Vakuums ändern läßt.

*Erste Betriebs-
erfahrungen mit
DORIS III*

Am 7. Juni 1991 konnte mit den ersten Einschußversuchen aus DESY II in DORIS III begonnen werden. Schon am nächsten Tag gelang es, einen Elektronenstrahl bei 3.7 GeV in DORIS III zu speichern. Das ermöglichte den Beginn

der Inbetriebnahme neuer Geräte und Programme sowie der notwendigen Maschinenstudien. Mit einer Unterbrechung von zwei Wochen im September, die dem Einbau des ARGUS-Detektors diente, wurde DORIS III bis zum 2. Dezember 1991 betrieben. Etwas mehr als die Hälfte der verfügbaren Zeit wurde DORIS III für die Experimente betrieben:

- ARGUS-Testbetrieb (eine Woche). In der Wechselwirkungszone war ein 18m weites Strahlrohr und 13mm vom Strahl entfernt ein Silizium-Vertexdetektor installiert. Es wurde ein Elektronenstrahl bei 5.3 GeV gespeichert und der Untergrund am Vertexdetektor gemessen.
- Erster HASYLAB-Betrieb (drei Wochen) bei 4.5 GeV
- ARGUS-Betrieb (drei Wochen) mit kollidierenden Strahlen bei 5.3 GeV
- Zweiter HASYLAB-Betrieb (sieben Wochen) bei 4.5 GeV

Tabelle 4 enthält die Verteilung der Betriebszeit auf die Benutzer, die an ARGUS gelieferte Luminosität und die mittlere gespeicherte Stromstärke. In Tabelle 5 sind die wichtigsten Ursachen für technische Ausfälle aufgeschlüsselt.

Hauptbenutzer	Energie [GeV]	Geplante Zeit [h]	Nutzbare Zeit [h]	Luminosität [pb] ⁻¹	Mittlerer e ⁻ -Strom [mA]
ARGUS (Test)	5.3	168	480	-	-
ARGUS	5.3	504	480	7.2	17
HASYLAB	4.5	1680	1414	-	30
DORIS III	3.7-5.3	1584	1258	-	-
Summe		3936	3152		

Tabelle 4: Zeitplanung und Betriebsergebnisse von DORIS

Kein Betrieb auf Wunsch der Nutzer	144 h $\hat{=}$ 23,5 %
Kein Strahl aus Vorbeschleunigern	144 h $\hat{=}$ 23,5 %
Magnet-Stromversorgung	98 h $\hat{=}$ 16,1 %
HF-Sender	89 h $\hat{=}$ 14,5 %
Vakuum	53 h $\hat{=}$ 8,6 %
Sonstiges z.B. Netzausfall	84 h $\hat{=}$ 13,7 %
Gesamte Ausfallzeit	612 h $\hat{=}$ 100 %

Tabelle 5: Ausfallzeiten von DORIS III und ihre Ursachen.

Die ersten Betriebserfahrungen zeigten, daß in DORIS III ein Strom der Elektronen erreicht werden konnte, der etwa halb so groß war wie der in DORIS II. Für HASYLAB lief DORIS III mit mittleren Strömen von etwa 30 mA. Die Strahllebensdauer schwankte zwischen einer Stunde und vier Stunden und war ähnlich wie bei DORIS II stark von Ioneneinflüssen abhängig. Zusätzlich zu

den schon früher vorhandenen Wiggler W1, W3 und W2 (HARWI) wurden die neuen Wiggler BW4 und BW1 in Betrieb genommen. Diese beiden Wiggler waren im Gegensatz zu den mit normalen Vakuumkammern voll aufgefahrenen Wiggler BW2 und BW3 mit flachen Vakuumkammern ausgerüstet. Sie sind je 4 m lang und erzeugen am Strahl bis zu 1 Tesla starke alternierende Magnetfelder. Dennoch haben sie einen erfreulich geringen Einfluß auf den gespeicherten Strahl. Innerhalb der Meßgenauigkeit von 0.5 mm wurde keine Änderung der Teilchenbahn beobachtet. Der Arbeitspunkt änderte sich horizontal nur um -0.002 und vertikal um +0.03, was leicht zu korrigieren ist. Die horizontale dynamische Apertur wurde um 7% verkleinert, was ebenfalls tolerabel ist.

Leider konnte während des HASYLAB-Betriebs die Synchrotronstrahlung aus den neuen Wiggler nicht genutzt werden. Als Ursache fand man später heraus, daß in einer Vakuumkammer im „Bypass“ ein Hindernis (ein dejustierter HF-Federstreifen) die halbe vertikale Apertur versperrte. Hierdurch war man gezwungen, den gespeicherten Strahl mit ungewöhnlichen Ablagen und Winkeln durch den Bypass zu steuern, was zur Folge hatte, daß die Strahlung aus den neuen Wiggler nicht auf den richtigen Weg gebracht werden konnte.

Wie im Vorjahr standen für die Lageregelung der Strahlen Monitore für den Wiggler HARWI und für den Fächer D (oder alternativ den Fächer E) zur Verfügung. Beide Strahlen wurden gegen langsame vertikale Lageänderungen (bis 0.1 Hz) stabilisiert. Die gegenseitige Beeinflussung der beiden Regelkreise war gering.

Während der Betriebsphase für ARGUS konnten für Elektronen und Positronen jeweils Ströme von 26 mA erreicht werden (DORIS II: 43 mA). Welchen Einfluß das auch während dieses Betriebs noch vorhandene Hindernis auf die maximalen Ströme hatte, ist wegen fehlender Vergleichswerte nicht bekannt.

Die Betriebsphase für ARGUS wurde nach drei Wochen abgebrochen, weil für HERA intensive Elektronenstrahlen verlangt wurden, die nur der LINAC II zusammen mit PIA liefern konnte, die bis dahin DORIS III mit Positronen versorgt hatten. (Ein schnelles Umschalten von LINAC II/PIA von Elektronen- auf Positronenbetrieb und umgekehrt war 1991 noch nicht möglich, wird aber für 1992 vorbereitet.) In den drei Wochen wurde eine integrierte Luminosität von 7.2 pb^{-1} geliefert. Trotz dieser kurzen Betriebszeit und der Apertureschränkung durch das Hindernis wurde eine maximale Luminosität von 600 nb^{-1} pro Tag erreicht, die damit nur um einen Faktor 2.5 geringer ist als der am Ende einer mehrjährigen Betriebszeit bei DORIS II erreichte Wert. Der Untergrund im ARGUS-Detektor mit seinem Strahlrohr von 18 mm Durchmesser war durch hochenergetische Teilchen dominiert. Die dem Detektor benachbarten Vertikalmagnete verhindern als sogenannte schwache Magnete (Biegeradius = 309 m, Ablenkwinkel = 3.5 mrad), daß Synchrotronlicht aus den starken Ablenkmagneten in den Detektor gelangen kann. Somit war der Synchrotronstrahlungsuntergrund erwartungsgemäß klein.

Die Vorbeschleuniger

PETRA II

PETRA II wurde von Januar bis Anfang Mai und von Juni bis Anfang Dezember betrieben, insgesamt etwa 40 Wochen. In den ersten sieben Wochen bis Mitte März wurde der Protonenbetrieb in PETRA II weiterentwickelt. Im Vordergrund stand dabei die Beschleunigung der Protonen von 7.5 GeV auf 40 GeV und deren anschließende Ejektion in den Transportweg zu HERA. Der Betrieb in den übrigen 33 Wochen wurde durch den Teilchenbedarf von HERA bestimmt:

Betriebszeit

1.5	Wochen	Positronen	7	GeV
8.0	Wochen	Elektronen	12	GeV
15.5	Wochen	Protonen	40	GeV
8.0	Wochen	Protonen/Elektronen	40/12	GeV

Nachdem das Problem der durch Strahlungsschäden bedingten mangelhaften Isolation bei den Dipolspulen behoben war, traten bei Magnetstromtests mit Strömen bis zu 3600 A zwei Effekte auf, die beseitigt werden mußten:

Dipolspulen

- Die Dipolspulen erwärmen sich auf maximal 70-80°C. Diese Temperaturen liegen unter der Schalttemperatur der Thermostalter (Pilo-therm), die den Magnetstrom bei Überhitzungsgefahr ausschalten. Dennoch sprachen einige dieser Pilo-therme an und mußten ausgetauscht werden. Danach wurde der Dipolkreis bis zu einer Stunde mit 3 600 A betrieben, ohne daß ein Pilo-therm auslöste. Im Beschleunigerbetrieb ist die Aufenthaltszeit bei Maximalstrom nur wenige Minuten.
- Bei hohen Strömen drückten magnetische Kräfte die Dipolspulen bis zu 3 cm aus den Magneten heraus. Derartige Bewegungen hätten die Spulen sehr bald zerstört. Deshalb wurden zusätzliche Halterungen angebracht, die die Spulen in ihrer Lage fixieren.

Danach gab es während der ganzen Betriebszeit keine weiteren Störungen durch die Dipolspulen.

Bei dem Protonen-Testbetrieb 1991 hatte sich gezeigt, daß die Beschleunigungsfrequenz während des „Energiefahrens“ nur in sehr kleinen Schritten variiert werden darf, um zu starke longitudinale Anregungen des Protonenstrahls zu vermeiden. Die 16-Bit-Auflösung des Taktgenerators für die synchrone Steuerung

Protonenbetrieb

der Magnetkreise war für die Frequenzsteuerung völlig unzureichend. Deshalb mußte ein neuer Taktgenerator gebaut werden, der eine Steuerung der Frequenz mit 18-Bit-Auflösung zuläßt. Nachdem dieser Taktgenerator zur Verfügung stand, konnte die Beschleunigung von Protonen auf 40 GeV in PETRA II erprobt werden. Wegen der Sättigung der Magnete bei hohen Strömen ist der Zusammenhang zwischen Magnetfeld und Strom nicht mehr linear. Deswegen wird die Energie von 40 GeV über Stützpunkte bei 30 GeV und 35 GeV angefahren. Ohne Gegenmaßnahmen wandert der Arbeitspunkt der Maschine aufgrund von Wirbelstromeffekten aus dem stabilen Bereich, so daß der Strahl verloren gehen würde. Um das zu vermeiden, werden während der Beschleunigung die Ströme zweier Quadrupolkreise nach einer empirisch gefundenen Kurve korrigiert. Am 14. Februar wurden dann zum ersten Mal Protonen in PETRA II auf 40 GeV beschleunigt.

Inzwischen ist die Protonen-Beschleunigung zur Routine geworden. Ein Beschleunigungszyklus dauert etwa sechs Minuten. Bei guten Betriebsbedingungen hat man noch einen Strahlverlust von 5-10%. Im Einzelbunch wurden $3-4 \times 10^{10}$ Protonen beschleunigt.

Nach der Beschleunigung der Protonen stand die Ejektion bei 40 GeV auf dem Testprogramm. Voraussetzung für eine erfolgreiche Ejektion ist eine gut korrigierte Umlaufbahn der Protonen, das heißt, daß vertikal die Ablagen möglichst Null sein sollen, während horizontal im Bereich des Ejektionsseptums und der Ejektionskicker bestimmte Ablagen durch Korrekturmagnete eingestellt sein müssen. Die Ejektionskicker sind fahrbare, gepulste Ferritmagnete mit einem Polabstand von 20 mm. Erst zum Zeitpunkt der Ejektion werden die Kicker in die Strahlbahn geschoben, danach fahren sie wieder in die Ruhelage. Durch dieses Verfahren wird vermieden, daß die Kicker mit ihrem kleinen Polabstand die Strahlakzeptanz bei der Injektion einengen. Nachdem die Umlaufbahn richtig eingestellt war, gelang die Ejektion der Protonen zu 100%. Während des Betriebs für HERA zeigte sich, daß diese Einstellungen über viele Wochen nicht geändert werden mußten. Ab April lieferte PETRA II Protonen an HERA. Bei jeder Ejektion kann ein Einzelbunch oder eine Gruppe von $10 \times n$ ($n = 1$ bis 7) Bunchen übertragen werden. Überwiegend genügte für die Maschinenstudien der Betrieb mit Einzelbunchen. Dadurch konnte auch die in den Beschleunigern erzeugte Radioaktivität minimal gehalten werden.

Betriebsstörungen von einem Tag und mehr wurden durch die Protonen-Hochfrequenz, die Ejektionskicker und das Dipolnetzgerät verursacht. Dieses ist nicht ungewöhnlich, da es sich um neue Komponenten handelt. Man darf davon ausgehen, daß in Zukunft die Ausfallzeiten deutlich zurückgehen.

Elektronenbetrieb

In der Wartungsperiode im Mai waren die beiden vorläufigen Kicker für das Multibunch-Feedbacksystem für Elektronen durch zwei wassergekühlte Versionen ersetzt worden. Deswegen wurde nach dem Wiederanlauf im Juni das Feedbacksystem noch einmal überprüft und abgeglichen. Während des Be-

triebs für HERA hat es ausgezeichnet funktioniert. In Multibunch-Füllungen mit 24 Bunchen konnte problemlos 1 mA/Bunch gefüllt werden.

Der Betrieb mit Protonen und der Betrieb mit Elektronen verlangen von PETRA II zwei völlig verschiedene Betriebsarten. Erst im Oktober, als beide HERA-Ringe betriebsbereit waren, konnte eine Antwort auf die Frage gefunden werden, wie lange es dauern würde, um von einer Betriebsart in die andere zu wechseln. Wenn Vorbeschleuniger und Transportwege bereit sind und die Umschaltungen in PETRA II wie gewünscht ablaufen, kann in weniger als zehn Minuten die Betriebsart gewechselt werden.

*Umschaltung
zwischen Protonen-
und Elektronen-
betrieb*

Der Positronenbetrieb wurde speziell für den Abgleich des Lagemonitorsystems im Protonenring von HERA eingerichtet. Bei 7 GeV wurde dabei alle vier Sekunden ein Positronenbunch nach HERA ausgelenkt.

Positronenbetrieb

DESY II und DESY III

In dem Berichtszeitraum wurden beide Synchrotrons hauptsächlich für die Versorgung der angeschlossenen Speicherringe PETRA und DORIS routinemäßig betrieben.

Betriebszeiten

Die Betriebszeit für DESY II betrug in 1991 4 939 Stunden. Größere Störungen bzw. Ausfälle hat es nicht gegeben.

DESY III wurde 4 698 Stunden betrieben, davon entfielen ca. 10% auf Meßschichten an der Maschine selbst.

Wie in den Vorjahren diente das Elektronen-Synchrotron DESY II der Beschleunigung von Elektronen und Positronen auf 7 GeV für PETRA und 3.5- 5.3 GeV für DORIS. Daneben wurden Photonenstrahlen paratisär für experimentelle Testaufbauten in der Halle 2 geliefert.

DESY II

Der Magnetstromzyklus mit 12.5 Hz Wiederholungsfrequenz lief von $E_{\min} = 180 \text{ MeV}$ auf $E_{\max} = 7 000 \text{ MeV}$. Die Elektronen, die aus dem LINAC I bei 200 MeV in das Synchrotron injiziert werden, dienten der Versorgung von DORIS. Von 5×10^9 injizierten Teilchen konnten im Mittel 30- 50% eingefangen und auf Maximalenergie beschleunigt werden. Die Einfangverluste sind bedingt durch den zu großen longitudinalen Phasenraum des Strahls von LINAC I relativ zu der longitudinalen Akzeptanz des Synchrotrons. In der zweiten Jahreshälfte traten Vakuumprobleme in den Beschleunigungsabschnitten 2 und 4 des LINAC I auf. Beide Sektionen mußten außer Betrieb genommen werden. Dadurch sank der Strahlstrom um 20%, er reichte aber weiterhin zur Versorgung von DORIS und der paratisär betriebenen Teststrahlen aus.

Im Wechsel mit Elektronen aus dem LINAC I wurden Positronen mit einer Energie von 450 MeV aus PIA in DESY II gelenkt und gelangten von dort in den DORIS-Ring. Im Mittel wurden 3×10^9 Positronen im Einzelbunch beschleunigt. Für erste Strahltests im Protonenring von HERA und zum Abgleich der Lagemonitore wurden Positronen auch bei 7 GeV benötigt, die über den Protonenweg nach PETRA gelangten und dann nach HERA weitergeleitet wurden.

In den Zeiten, in denen keine Positronen für DORIS benötigt wurden, wurde PIA im Versuchsbetrieb mit Elektronen aus LINAC II gefüllt. Die Teilchenzahl pro Bunch konnte auf über 3×10^{10} akkumuliert werden. In einem Vorversuch an DESY II war gezeigt worden, daß mit stark verstimmtten 500-MHz-Resonatoren derartige Bunche nahezu verlustfrei im Synchrotron akzeptiert und auf ca. 1.5 GeV beschleunigt werden konnten.

Um aber bis auf 7 GeV zu beschleunigen, ist es notwendig, die Resonatoren im abgestimmten Zustand zu betreiben. Nur in diesem Zustand liefern sie mit der zur Verfügung stehenden HF-Leistung eine ausreichend große Beschleunigungsspannung. Bei dieser Art des Betriebs tritt aber wieder ein verhältnismäßig starkes „Beamloading“ bei der Injektion auf. Dieser Umstand zwang dazu, die Teilchenzahl in PIA unter 10^{10} zu halten. Die auf diese Weise in DESY II beschleunigten Elektronenbunche mit ca. 6×10^9 Teilchen wurden über PETRA für den Elektronenring von HERA zur Verfügung gestellt und führten im Vergleich zum LINAC I als Elektronenquelle zu einer dreifach höheren Füllgeschwindigkeit in HERA.

Vorbereitende Arbeiten zur Verbesserung der Beschleunigung mit hohen Elektronenströmen (bis zu 3.5×10^{10} Elektronen/Bunch) wurden 1991 weitergeführt. Hierzu gehört unter anderem die Einführung einer Frequenzmodulation in DESY II. Gegen Jahresende waren die Hardwarekomponenten mit der zugehörigen Software betriebsbereit. Die eigentlichen Strahltests sind für Anfang 1992 geplant.

DESY III

Bereits gegen Ende 1990 war festgestellt worden, daß neue Arbeitspunkte im Gebiet $6.15 \leq Q_x \leq 6.25$ und $4.7 \leq Q_z \leq 4.8$ Vorteile haben. Dieser neue Arbeitsbereich wurde 1991 systematisch untersucht, und es wurden die optischen Eigenschaften bestimmt.

Die Vor- und Nachteile dieser Optik sind hier kurz dargestellt (vergleiche hierzu Abb. 58):

- Da sich die Masse der Teilchen in der Nähe des Sollteilchens (Punkt B $\hat{=}$ „Kopf der Krawatte“), befinden, erleiden sie, wie das Sollteilchen, die stärkere Raumladungs-Q-Verschiebung gegenüber solchen Teilchen, die in der Verteilung am Rande des Strahls liegen und große Betatron- und Synchrotronschwingungen ausführen. Es ist deshalb vorteilhaft, wenn der Schwerpunkt der Verteilung („Kopf der Krawatte“) in

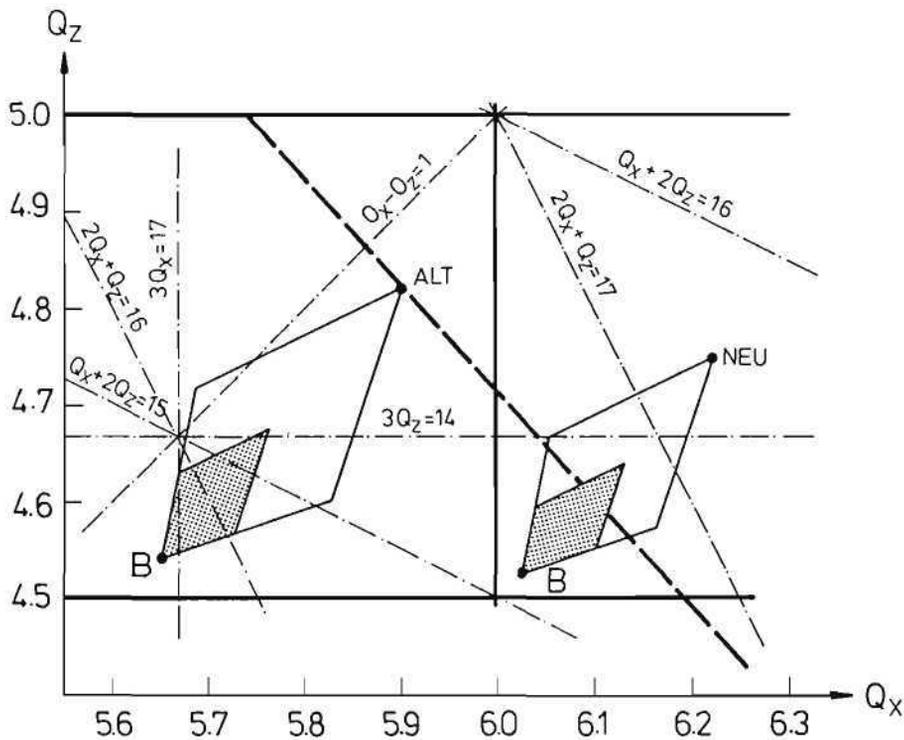


Abbildung 58: Arbeitsdiagramm des DESY III. Teilchen, die sich in der Nähe von sogenannten Stopbändern (hier die Linien $Q_x = 6.0$, $Q_z = 4.5$ und $Q_z = 5.0$) aufhalten, geraten in Resonanz und gehen dadurch verloren. Die strichpunktierten Linien kennzeichnen weitere Resonanzlinien, die bei hinreichend starken nichtlinearen Feldfehlern in den Führungsmagneten, ebenso wie die Stopbänder zu Teilchenverlust führen. Weitere Erläuterungen siehe Text.

einem Gebiet liegt, das frei von starken Resonanzen ist (schraffierter Bereich am Punkt B). Man kann in Kauf nehmen, daß dabei das schwach besetzte Gebiet um den „Aufhängepunkt der Krawatte“ von Resonanzlinien durchsetzt ist. Diese Teilchen gehen durch Resonanzeffekte unter Umständen verloren. Dies kann man tolerieren, da ihr prozentualer Anteil gering ist. Die Lebensdauer des Gesamtstrahls bleibt groß.

- Da bei der Optik von DESY III der Arbeitspunkt im wesentlichen durch die „combined function“-Magnete des alten DESY I bestimmt wird, kann man mit den schwach wirkenden Zusatzquadrupolen den Arbeitspunkt nur längs einer Diagonalen (gestrichelte dicke Linie) in einfacher Weise verschieben. Man möchte aber einen Arbeitspunkt bei etwa $Q_x = 6.20$, $Q_z = 4.8$ erreichen, um viel Platz für die Raumladungs-Q-Verschiebung zu erhalten. Dies geht nur auf Kosten einer starken Ak-

zeptanzreduktion, da die Betafunktionen und die Dispersion sehr groß werden. Man muß hier also empirisch einen Kompromiß finden.

- Der für die Ejektion bei 7.5 GeV eingesetzte Septummagnet hat ein magnetisches Streufeld, das für $Q_x > 6.0$ eine Verschiebung des umlaufenden Strahls weg von der Septumschiene hervorruft und für $Q_x < 6.0$ den Strahl zur Schiene hin verbiegt. Dieser Effekt ist proportional zu $\text{ctg}(\pi * Q)$ und führt zu einer notwendigen größeren Kickeramplitude. Deshalb mußte der Arbeitspunkt zum Ejektionszeitpunkt möglichst weit entfernt von der Zahl 6.0 gewählt werden.

Die verschiedenen Anforderungen führen dazu, daß der durch die Optik bestimmte Arbeitspunkt während der Beschleunigung in bestimmter Weise verändert werden muß.

Durch diese Maßnahmen in Verbindung mit einer sorgfältigen Orbitkorrektur sowie einer optimalen Einstellung der spektralen Verteilung der Energie des LINAC III gelang es, in DESY III mit einem Strahlstrom bis zu 100 mA bei einer Energie von 7.5 GeV etwa 2/3 des vorgesehenen Wertes zu erreichen.

Die Strahlstabilität in DESY III war direkt abhängig von der Stabilität des LINAC III, der seinerseits durch einen Defekt im Hochfrequenzquadrupol beeinträchtigt war. Gegen Ende des Berichtszeitraums wurde noch eine longitudinale Störung (Dipol- und Quadrupolschwankungen) der elf Bunche untereinander beobachtet. Die Ursache konnte aus Zeitmangel 1991 nicht mehr näher untersucht werden.

Die Abbildung 59 zeigt die Entwicklung des Strahlstroms in DESY III seit dem ersten Einschalten des Beschleunigers im Jahr 1989.

LINAC I, LINAC II/ PIA, LINAC III

Auch 1991 wurde das Ziel weiter verfolgt, bereits „von der Quelle her“ so viele Teilchen pro Bunch zur Verfügung zu stellen, daß für die Füllung des HERA-Elektronenrings in PETRA keine weitere Intensitätsakkumulation mehr erfolgen muß. Es wurde an der schnellen Umstellung des Ensembles LINAC II/PIA von Positronenbetrieb auf Elektronenbetrieb weitergearbeitet. LINAC I, der derartige Elektronen-Intensitäten pro Bunch nicht liefern kann, wurde 1991 noch während des ganzen Jahres für den Routinebetrieb verwendet.

Der Protonen-Vorbeschleuniger LINAC III lief 1991 trotz einiger technischer Probleme insbesondere am Hochfrequenzquadrupol und an der H^- -Quelle zufriedenstellend, entsprechend den Erfordernissen von DESY III, PETRA und HERA(p).

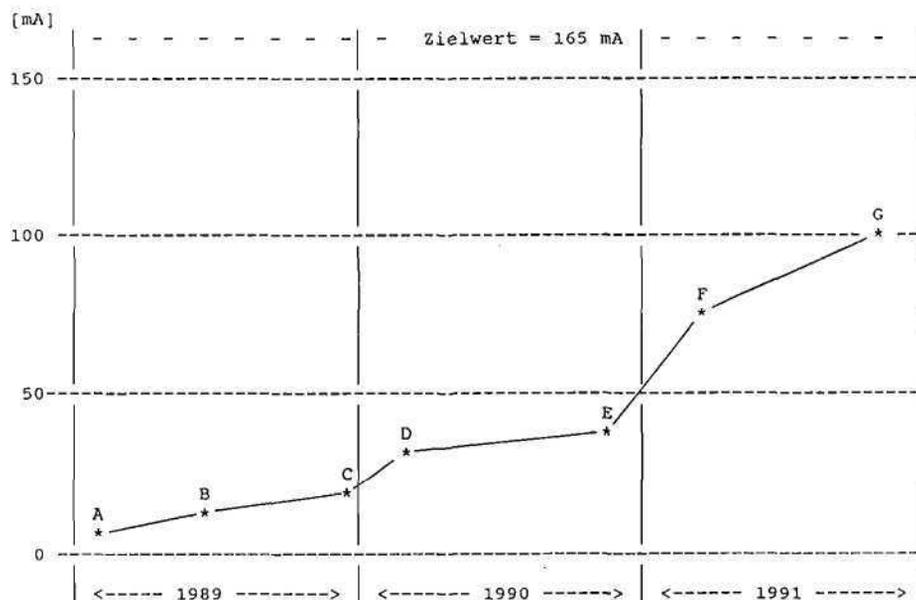


Abbildung 59: Entwicklung des Strahlstroms in DESY III vom Beginn der ersten Tests Anfang 1989 bis zum Ende des Berichtsjahres.

A: 5 mA bei einer Energie von 1 GeV

B: 7 mA mit aktivem „Phase Loop“. Es wird eine Energie von 7.5 GeV erreicht

C: 20 mA nach der Verbesserung des Gleichlaufs zwischen den Magnetströmen und der Hochfrequenz während der Beschleunigung (Tracking)

D: 30 mA nach systematischen Optikstudien und Resonanzkompensation

E: 40 mA nach dem Tausch der F-Vakuumkammern

F: 75 mA nach der Einstellung eines neuen Arbeitspunkts ($Q_x = 6.17$, $Q_z = 4.70$)

G: 100 mA nach Orbitkorrekturen, dynamischer Q-Verschiebung, Optimierung der Akzeptanz, einer Linac-Energie-Anpassung und weiterer Verbesserung des Trackings

Weitere Einzelheiten zu den drei Linearbeschleunigern und PIA sind in dem Abschnitt „Arbeiten der Gruppen/Injektion“ (Seite 171 ff) dieses Berichts beschrieben.

Neue Beschleunigungstechniken und Überlegungen für zukünftige Beschleuniger

Das mehrjährige DESY-Versuchsprogramm zu supraleitenden Beschleunigungsstrecken wurde mit dem Einbau von acht Doppelkryostaten mit je zwei vierzeiligen 500-MHz-Strukturen aus Reinst-Niob in den HERA-Elektronenring abgeschlossen. Damit besteht nun auch bei DESY die Möglichkeit, in weit größerem Maße als bisher Erfahrungen aus dem Routinebetrieb mit supraleitenden Beschleunigungsstrecken zu sammeln. Weitere Informationen hierzu sind in den Abschnitten „Speicherringanlage HERA“ (Seite 139 ff) und „Arbeiten der Gruppen des Beschleunigerbereiches“ (Seite 167 ff) gegeben.

*Supraleitende
Beschleunigungs-
strecken*

Der Nutzen aus dem genannten Versuchsprogramm kommt jedoch nicht nur HERA zugute, sondern ist auch die Basis zu weiteren Überlegungen für zukünftige Beschleuniger, insbesondere Elektron-Positron-Linearcollidern, mit supraleitenden Beschleunigungsstrukturen.

Nach den andernorts getroffenen Vorentscheidungen für große zukünftige Hadronen-Speicherringe und aufgrund des internationalen Konsenses darüber, daß für die Elementarteilchenphysik auch in Zukunft auf Elektron-Positron-Collider nicht verzichtet werden kann (es sei hierzu z.B. auf den „Workshop on Physics and Experiments with Linear Colliders“ in Saariselkä, Finnland, im September 1991 verwiesen), wurden im Berichtsjahr auch bei DESY die Vorüberlegungen zu Elektron-Positron-Linearcollidern mit Schwerpunktenergien von 500 GeV und darüber weitergeführt, allerdings mit Rücksicht auf die aktuellen Erfordernisse von HERA in sehr begrenztem Rahmen. Andererseits ist DESY bei diesen Vorstudien eingebunden in die Zusammenarbeit mit zahlreichen in- und ausländischen Instituten, wie CERN, Cornell, TH Darmstadt, Yerevan Institute of Physics, Fermilab, INFN Frascati und Milano, KfK und Universität Karlsruhe, Saclay, SLAC und die Gesamthochschule Wuppertal.

*Vorstudien zu
Linearcollidern*

Nach langjährigen weltweiten Bemühungen, gänzlich neue und auf bislang nicht ausgenutzten physikalischen Prinzipien beruhende Beschleunigungsverfahren auf ihre praktische Verwendbarkeit für größere Projekte hin zu untersuchen (z.B. hohe Feldgradienten in Plasma, Laserbeschleuniger, Ausnutzung von „Wake-Fields“ gebunchter Strahlen usw.), konzentrieren sich die Überlegungen inzwischen wieder auf den Einsatz vielzelliger linearer Strukturen, die den konventionellen Strukturen zumindest im Prinzip gleichen. So befassen sich Studien und Vorversuche bei SLAC, in Japan und Rußland mit normalleitenden Strukturen aber kleinerer Wellenlänge (2-3 cm) zur Erzielung hoher Gradienten, während sich DESY, innerhalb der bereits erwähnten Kollabora-

tionen, mit supraleitenden Einheiten bei 1.3 GHz und normalleitenden Strukturen bei 3 GHz befaßt. Aus der Sicht der Hochenergiephysik-Experimente bietet die supraleitende Version mit Hochfrequenz-Impulslängen um 2 ns den Vorteil entsprechend langer Bunchzüge mit großem zeitlichen Abstand ($1 \mu\text{s}$) zwischen den Bunchen. Die S-Band-Version unterliegt Einschränkungen mit nur $2 \mu\text{s}$ Bunchzuglänge und geringeren Bunchabständen (10 nsec), sie hat aber den technischen und kostenmäßigen Vorteil, unmittelbar an die reichhaltigen Erfahrungen anschließen zu können, die bei SLAC hierzu gemacht wurden.

Für alle erwähnten Versionen von Elektron-Positron-Linearcollidern stellt die Wechselwirkungszone mit dem Detektor ein ganz besonderes Problem dar. Die notwendigen kleinen Strahlquerschnitte, die geringen Aperturen der fokussierenden Magnete und deren Aufstellungstoleranzen, die Strahlmeßtechnik und die Vernichtung der Strahlen nach Durchlaufen des Wechselwirkungspunktes seien beispielhaft als eher maschinenbezogene Probleme genannt. Hinzu kommen die detektorbezogenen Probleme, die vor allem im Zusammenhang mit dem Untergrund auftreten.

DESY beteiligte sich 1991 im Rahmen der bereits erwähnten Zusammenarbeit mit anderen Instituten an Vorüberlegungen zu den Themen:

- Supraleitende Collider mit 1.3-GHz-HF-Systemen
- Normalleitende S-Band-Collider
- Probleme der Wechselwirkungszone

Für die beiden Collider-Versionen gab es bei DESY im Wesentlichen Vorarbeiten zur Festlegung notwendiger Schwerpunkte für ein mehrjähriges Vorversuchsprogramm zur Erarbeitung der Grundlagen für konkrete Projektvorschläge bis Mitte der neunziger Jahre. Bei der Untersuchung von Problemen der Wechselwirkungszone beteiligte sich DESY an der Vorbereitung des „Final Focus Test Beam“-Experimentes (FFTB) am Elektronenstrahl des SLAC-Linearbeschleunigers, wobei ein Strahlführungssystem erprobt werden soll.

Die „TESLA“-Kollaboration für das Studium supraleitender Collider muß vor allem die Frage beantworten, ob man im Vergleich zu den zum Beispiel bereits bei KEK, CERN und DESY im Routinebetrieb befindlichen supraleitenden HF-Systemen die Beschleunigungsgradienten etwa um das Fünffache erhöhen kann, bei gleichzeitiger Senkung der normierten Kosten um ebenfalls etwa einen Faktor 5.

Im Berichtsjahr gab es bei den beteiligten Instituten ermutigende Zwischenergebnisse bei der Erzielung höherer Gradienten mit Hilfe neuer technischer Verfahren (Temperaturbehandlung von Reinst-Niob, „Aushärten“ von Cavities mit Hilfe hoher HF-Spitzenleistung). DESY richtete im August 1991 den

„5th Workshop on RF-Superconductivity“ aus. Zum Jahresende waren die Vorarbeiten zur Erstellung eines größeren Versuchsprogramms für die Folgejahre weit vorangeschritten.

Für die S-Band-Version wurden in Zusammenarbeit von DESY mit der TU Darmstadt vor allem Fragen der Strukturauslegung zur Vermeidung strahlerregter schädlicher Schwingungsformen beim Durchgang eines Multibunchzuges durch große Strukturlängen behandelt. Daneben ist zu prüfen, ob alternativ zu den üblichen Klystronmodulatoren mit Thyratrons, Verzögerungsleitungen und Hochspannungs-Impulstransformatoren technisch und kostenmäßig günstigere Lösungen gefunden werden können. Es wurde ein Versuchsaufbau mit einem DESY-LINAC II-Klystron und einer in Serie dazu liegenden Hochspannungs-Schaltröhre vorbereitet. Schließlich gab es Überlegungen, auf welchem Weg die Entwicklung von S-Band-Klystrons mit Spitzenleistungen um 150 MW und 3 μ s statt zur Zeit nur 1 μ s Pulsdauer vorangebracht werden könnte. Alle diese Punkte sollen ebenfalls in ein mehrjähriges Versuchsprogramm eingearbeitet werden.

Zum FFTB-Experiment wurden bei DESY Verfahren und Komponenten zur geodätischen Vermessung und zur Drahtmonitortechnik zum Einmessen und Justieren der Komponenten nahe dem Wechselwirkungspunkt entwickelt. Hier liegen die einzuhaltenden Toleranzen im Bereich einiger tausendstel Millimeter. Die DESY-Beiträge basieren dabei auf entsprechenden experimentellen Erfahrungen mit der Strahlführungsjustierung in den HERA-Wechselwirkungszonen.

Die während der Vorjahre bei DESY in Zusammenarbeit mit zahlreichen weiteren Instituten angestellten Überlegungen über eine B-Mesonen-Fabrik fanden 1991 ihren Abschluß in einer umfangreichen zusammenfassenden Studie mit dem Titel „HELENA, a Beauty Factory in Hamburg“.

B-Mesonen-Fabrik

Arbeiten der Gruppen des Bereiches Maschinen

Beschleunigerphysik und -koordination

Übersicht

Die Durchführung zahlreicher Aufgaben an den verschiedenen Beschleunigern durch gleiche Gruppen von Ingenieuren und Technikern erforderte auch im Jahr 1991 eine sorgfältige Planung und Koordination. Einen Schwerpunkt der Aktivitäten bildete die Inbetriebnahme des HERA-Protonenrings mit Strahl und der gemeinsame Betrieb beider HERA-Ringe mit kollidierenden Elektronen- und Protonenstrahlen. Hierzu mußten alle Vorbeschleuniger in Betrieb gehalten werden. Für PETRA II mußte ein regelmäßiges Umschalten von Protonen- auf Elektronenbetrieb und umgekehrt erprobt werden.

Die Fertigstellung von DORIS III wurde aus technischen Gründen etwas verzögert, so daß DORIS III zeitgleich mit HERA anlaufen mußte. Nach Maschinenstudien wurde DORIS III hauptsächlich für HASYLAB betrieben. Nach dem Anlauf von HERA war der Betrieb von DORIS III mit kollidierenden Elektronen- und Positronenstrahlen nicht möglich, da der LINAC II mit PIA Elektronen für HERA lieferte und deshalb zur Produktion von Positronen nicht zur Verfügung stand. Ein schnelles Umschalten des LINAC II/PIA-Komplexes zwischen Elektronen- und Positronenbetrieb wurde in Angriff genommen und sollte künftig das Problem beseitigen.

Im folgenden wird auf bisher noch nicht erwähnte Arbeiten aus dem Bereich Beschleunigerphysik eingegangen.

Im November 1991 wurde erstmals die transversale Polarisierung eines in HERA gespeicherten Elektronenstrahls nachgewiesen. Zur Messung der transversalen Polarisierung wurde in Zusammenarbeit mit Gruppen der HERMES-Kollaboration und ZEUS ein Laserpolarimeter im geraden Stück HERA-West aufgebaut. In Abbildung 60 ist das Polarimeter schematisch dargestellt.

Polarisation in HERA

Die transversale Elektronen-Strahlpolarisation wird durch Comptonstreuung von zirkular polarisierten Photonen an den Elektronen in HERA nachgewiesen. Ein Argon-Ionen-Laser liefert einen kontinuierlichen 10-W-Strahl von 2.4 eV Photonen. Mit einer Pockel-Zelle und optischen $\lambda/4$ -Platten wird das Laserlicht zirkular polarisiert. Die Helizität kann mit der Pockel-Zelle umgeschaltet werden.

Über ein System von Spiegeln und Linsen wird der Laserstrahl in einem Vakuumrohr ca. 190 m weit in den HERA-Tunnel West-Rechts geführt und dort mit dem gespeicherten Elektronen zur Kollision gebracht. 65 m weiter entfernt befindet sich ein Detektor, der aus zwei vertikal getrennten Wolfram-Szintillator-

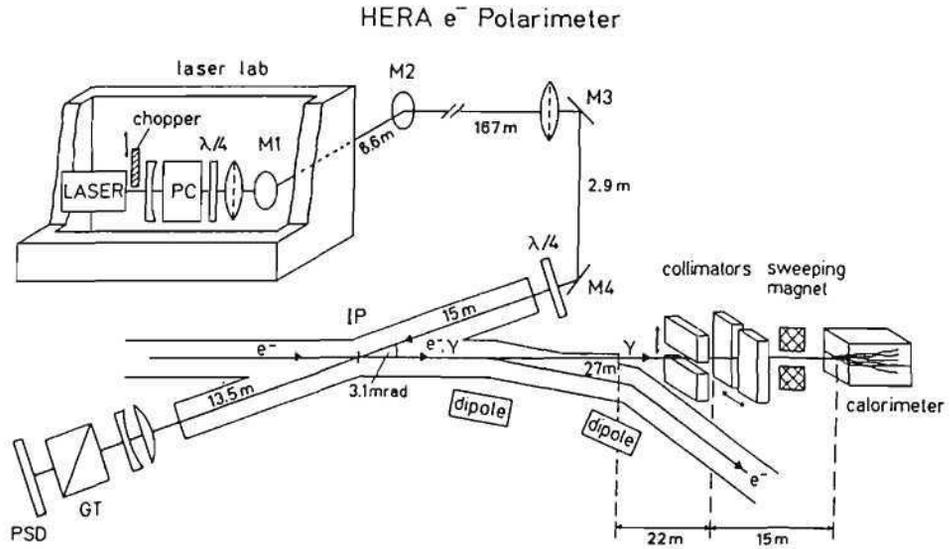


Abbildung 60: Schematische Darstellung des Polarimeters. Die Komponenten entlang des Laserstrahls sind Linsen, eine Pockel-Zelle (PC), $\lambda/4$ -Plättchen, Spiegel (M), der Wechselwirkungspunkt (IP) mit dem Elektronenstrahl, Glan-Thompson-Prismen (GL) und positionsempfindliche Photodioden (PSD).

Kalorimetern besteht. Wenn der Elektronenstrahl polarisiert ist, gibt es eine Oben-Unten-Asymmetrie der rückgestreuten Compton-Photonen. Die gemessene Energiedeposition in den Kalorimetern erhält dadurch ebenfalls eine geringe Oben-Unten-Asymmetrie. Das Vorzeichen der Asymmetrie, die ein Maß für den Polarisationsgrad ist, kann mit der Pockel-Zelle geändert werden.

Im November 1991 standen sechs Schichtzeiten für Messungen mit dem Polarimeter zur Verfügung. Die einwandfreie Funktion des Polarimeters konnte demonstriert werden. Es wurde etwa 8% transversale Polarisation des Elektronenstrahls in HERA gemessen. Die Messungen wurden in einem engen Energieintervall um 26.6 GeV, also mitten zwischen den ganzzahligen Spin-Bahn-Resonanzen, die bei 26.44 und 26.88 GeV liegen, ausgeführt. In Abbildung 61 sind die Messungen dargestellt. Wie erwartet verschwindet die Polarisation bei Annäherung an die Spin-Bahn-Resonanzen. Die Täler in der Verteilung sind auf Synchrotron-Seitenbandresonanzen zurückzuführen.

Wenn man, wie in Abbildung 62 dargestellt, bei fester Energie den Spin-arbeitspunkt durch Ändern der Synchrotronfrequenz auf ein Seitenband setzt, verkleinert sich der Polarisationsgrad. Der Vorgang ist reproduzierbar.

Für die gezeigten Meßwerte sind nur statistische Fehler angegeben. Zum Zeitpunkt der Messungen wurde noch mit systematischen Fehlern bis 50% gerechnet. Weitere Anlysen der Daten haben ergeben, daß die systematischen Fehler

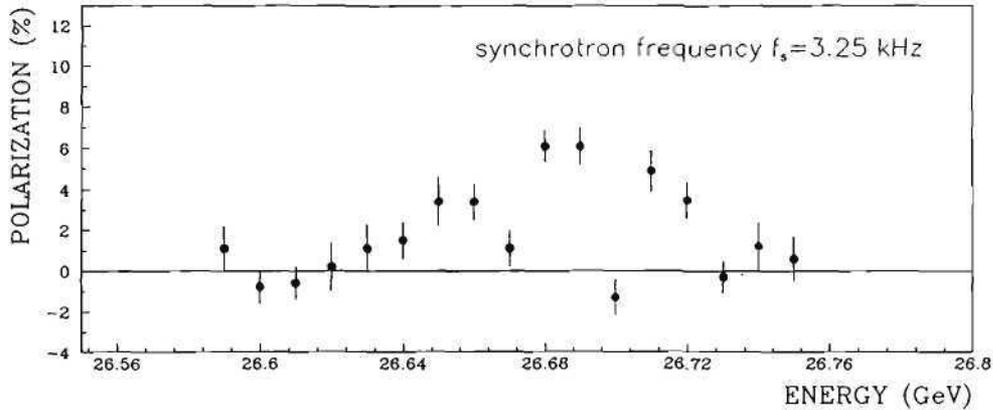


Abbildung 61: Elektronen-Strahlpolarisation als Funktion der Strahlenergie.

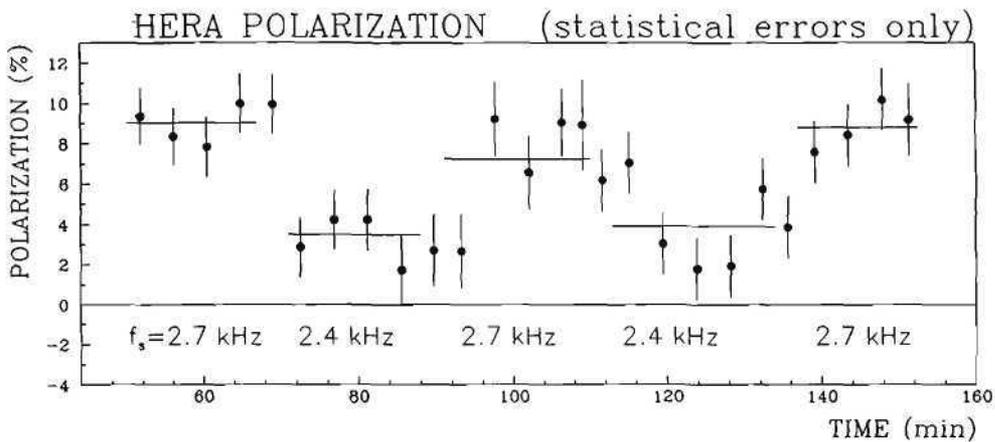


Abbildung 62: Einfluß von Synchrotron-Seitenbandresonanzen auf die Polarisation.

bei ca. 1% liegen. Um statistische Fehler von 1% zu erreichen, müssen je Meßpunkt 10^6 Ereignisse registriert werden. Mit der vom ZEUS-Experiment zur Verfügung gestellten Zähler- und Auswertelektronik können Ereignisraten von 10^5 Hz verarbeitet werden.

Während des HERA-Betriebs im Sommer 1991 wurde erstmalig das Multibunch-Feedbacksystem für den HERA-Elektronenring erprobt. Dabei wurden üblicherweise zunächst Messungen am Einzelbunch durchgeführt. Es zeigte sich, daß die gemessenen Dämpfungszeiten, $400 \mu\text{s}$ transversal, 2 ms longitudinal hervorragend mit den theoretisch vorbestimmten Werten übereinstimmen.

*Instabilitäten/
Feedback*

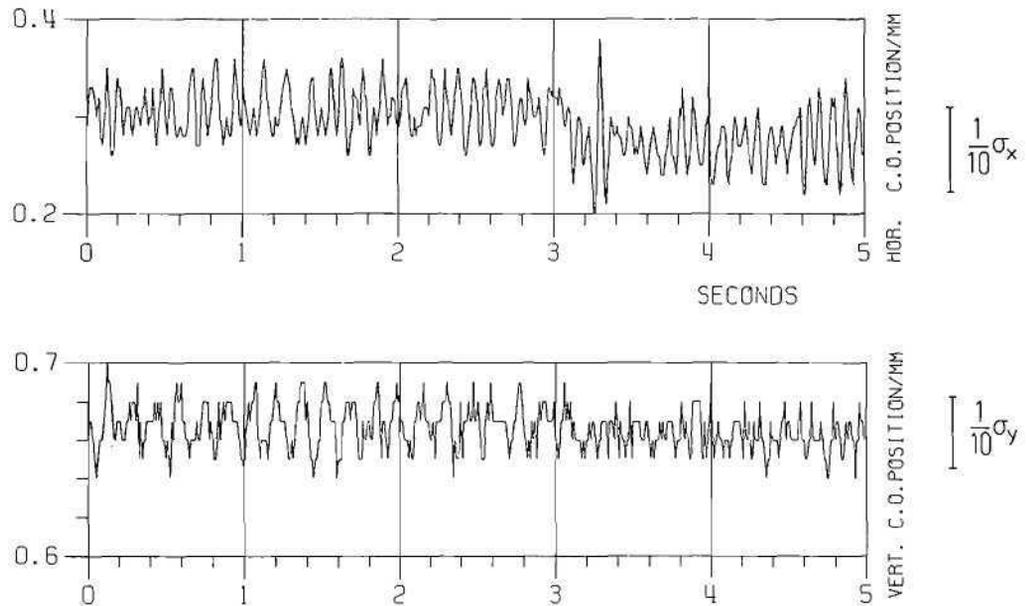


Abbildung 63: Strahllageschwankungen eines Elektronenstrahls bei einer Energie von 26.66 GeV. Zum Vergleich sind mit σ_x und σ_y die Strahlbreite und die Strahlhöhe angegeben.

Neuere Messungen in den longitudinalen Zuwachsraten im HERA-Elektronenring führten zu der wiederholt zurückgestellten Entscheidung, das longitudinale Feedback-System durch ein „near-by-mode“-Feedback zu ergänzen. Hierbei wird ein spezieller Multi-Bunch-Modus, dessen Frequenz 47 kHz unter der Frequenz des Beschleunigungssystems (500 MHz) liegt, über einen der Hauptsender gedämpft. Da es sich hierbei um eine einzige „Modus-Frequenz“ handelt, ist der Aufwand relativ gering, die Dämpfungswirkung jedoch extrem hoch.

Mechanische Quadrupolvibrationen/Orbitbewegung

Wie früher bereits festgestellt wurde, ist aufgrund der mechanischen Bewegung der Quadrupolmagnete beider HERA-Ringe (ca. $1 \mu\text{m}$ Amplitude) mit einer Strahlseparation an den Wechselwirkungspunkten von nur wenigen Zehnteln der jeweiligen Strahldurchmesser zu rechnen. Durch eine kontinuierliche Orbitmessung am Elektronenring mit $10 \mu\text{m}$ Auflösung konnte, wie schon 1989, die entsprechende Orbitbewegung nachgewiesen werden, damals aber nur im Bereich der Injektionsenergie. Diese Messung der Orbitstabilität wurde jetzt auch bei Luminositätsenergie (26.6 GeV) durchgeführt und mit gleicher Präzision auch am Protonenorbit vorgenommen. Abbildung 63 und Abbildung 64 zeigen mit Strahllagemonitoren gemessene Orbitschwankungen eines Elektronenstrahls bei 26.66 GeV und eines Protonenstrahls bei 480 GeV. Es bestätigte sich, daß die kurzperiodische Strahlseparation im Luminositätsbetrieb so gering ist, daß dadurch kein nennenswerter Luminositätsverlust zu befürchten ist.

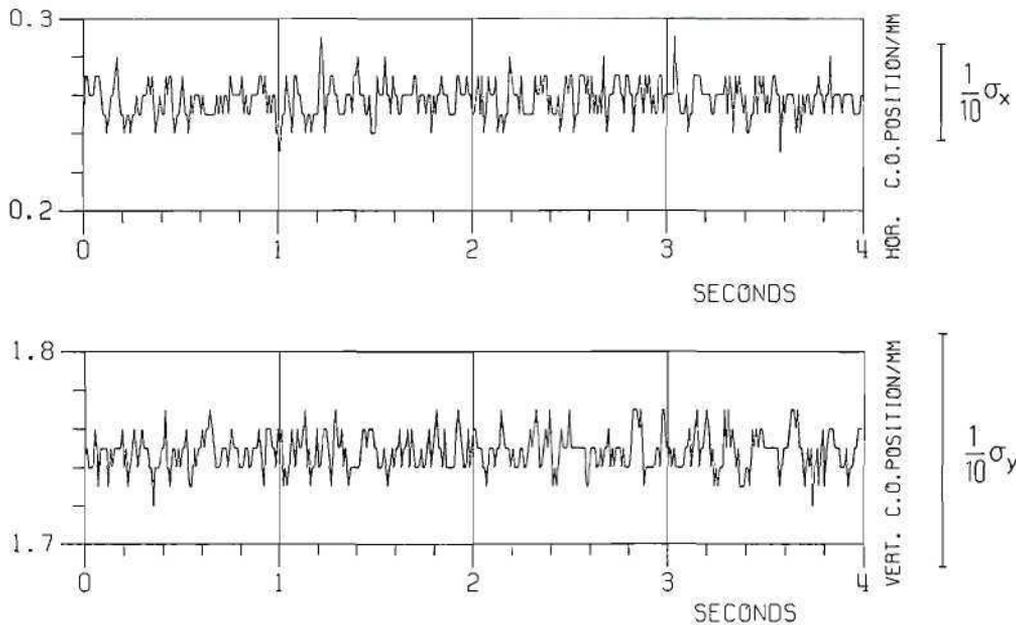


Abbildung 64: Strahllageschwankungen eines Protonenstrahls bei einer Energie von 480 GeV. Zum Vergleich sind mit σ_x und σ_y die Strahlbreite und die Strahlhöhe angegeben.

Ein eventueller Einfluß auf die Lebensdauer des Protonenstrahls ist theoretisch nicht auszuschließen, kann experimentell aber erst durch Studien des Luminositätsbetriebs unter den für HERA vorgesehenen Bedingungen beurteilt werden. Erste Beobachtungen lassen allerdings darauf schließen, daß er jedenfalls nicht dramatisch sein kann.

Die unerwünschten Nebenwirkungen der Wiggler- und Undulatorfelder auf den gespeicherten Strahl wurden bereits in der Planungsphase von DORIS III daraufhin untersucht, ob die Strahlspeicherung und/oder der gleichzeitige Betrieb mit Elektron-Positron-Kollisionen beeinträchtigt werden würden. Erste Meßergebnisse mit gespeichertem Strahl haben bereits Einflüsse im erwarteten Umfang sichtbar werden lassen.

*Einfluß der
DORIS-Wiggler*

Technische Gruppen

Injektion/Ejektion – MIN –

Die Gruppe MIN ist zuständig für den Betrieb und die Weiterentwicklung der Linearbeschleuniger LINAC I, LINAC II und LINAC III, des Positronen-Zwischenspeicherrings PIA und der Strahlführungssysteme zwischen allen Be-

Übersicht

schleunigern und Speicherringen, einschließlich der für die Injektion und Ejektion in den Kreisbeschleunigern nötigen gepulsten Magnete. Für den durchlaufenden Betrieb stellt die Gruppe Personal im Teilschichtdienst.

LINAC I

LINAC I lieferte auch 1991 Elektronen mit einer Energie von 200 MeV für DESY II, DORIS und PETRA. Allerdings traten in zwei Abschnitten Vakuumlecks auf, die nicht sofort behoben werden konnten. Die Sektionen mußten abgeschaltet werden, was zu einer Intensitätsreduktion auf 4×10^9 Teilchen/Bunch führte. Die Vakuumlecks, entstanden durch schlechte Lötungen im Wasserkühlsystem, wurden im Dezember während der Wartung behoben.

LINAC II/ PIA

Im Jahre 1991 sind LINAC II und PIA etwa 2 600 Stunden im Positronen- und 500 Stunden im Elektronenbetrieb gelaufen (Positronen hauptsächlich für ARGUS und Elektronen für HERA). Intensive Elektronenstrahlen für HERA mit ca. 4×10^{10} Teilchen/Bunch können nur von LINAC II geliefert werden. Um zwischen beiden Betriebsarten schnell umschalten zu können, sind umfangreiche Arbeiten durchgeführt worden. So wurden beispielsweise acht Ferritphasenschieber angeschafft, die die für das Umschalten zu langsamen und zu ungenauen mechanischen Phasenschieber ersetzen sollen. Es wurden eine Phaseneinstellgenauigkeit von 0.1 Grad und eine Einstellzeit von 100 ms erreicht. Alle Ferritphasenschieber wurden in einer Station untergebracht, die auf eine Temperatur von $40 \pm 0.1^\circ\text{C}$ konstant gehalten wird. Die gesamte Ansterelektronik wurde entwickelt und ein Prototyp gebaut.

Im Folgenden sind weitere Arbeiten am LINAC II/PIA aufgeführt:

- Bau und Inbetriebnahme einer neuen gemeinsamen Ansteuer- und Spannungsversorgungseinheit für die beiden Thyratrons des Burstpulsers im Injektionssystem des LINAC.
- Die 500-MHz-Ansteuerung des 3-GHz-Systems wurde von der Senderhalle abgekoppelt und dafür ein hochstabiler 500-MHz-Quarzgenerator in Dienst gestellt. Dadurch wird das 3-GHz-System nicht mehr von den Frequenzänderungen in DESY II (Frequenzmodulation) in Mitleidenschaft gezogen, die mit der Beschleunigung von intensiven Elektronenbunchen im Synchrotron demnächst notwendig werden. Die 500-MHz-Ansteuerung für PIA kommt wegen der notwendigen Synchronisation weiterhin aus der Sendehalle.
- Vorbereitung zum Einbau des neuen 125-MHz-Senders mit maximal 15 kW Leistung in PIA, der Ende des Jahres geliefert wurde und 1992 eingebaut wird. Dieser Sender vergrößert die Spannung an der 125-MHz-Cavity von 20 auf 100 kV. Damit wird die Länge der aus PIA ejezierten Bunche um einen Faktor 2 verkleinert und die longitudinale Anpassung an die Buckets in DESY II verbessert.

- Bau eines neuen an die höhere Senderleistung angepaßten Leistungs-PIN-Schalters zur Bedämpfung der 125-MHz-Cavity während der Akkumulationsphase von PIA.
- Bau eines neuen kurzschlußsicheren Pulsmodulators für den neuen PIN-Schalter und der zugehörigen schnellen Überwachungselektronik für die Senderschaltung im Fehlerfall.

LINAC III ist zufriedenstellend für DESY III, PETRA und HERA gelaufen. Es wurden Protonenpulse mit Pulslängen von mindestens $50 \mu\text{s}$, das sind ca. 16 Umläufe in DESY III, mit einer Stromstärke von mindestens 5 mA im Puls und einer kinetischen Energie von 50 MeV geliefert. Die Stromstärke konnte allerdings wegen der Verunreinigung des Hochfrequenzquadrupols (RFQ) und der damit verbundenen schlechten Güte nur mit der größtmöglichen Senderleistung (160 kW) aufrechterhalten werden. Dieser RFQ wurde im Dezember ausgebaut, und der neue, inzwischen gelieferte RFQ, wurde in den LINAC eingebaut.

LINAC III

Mit der Firma Varian konnte ein Einlagerungsvertrag für die großen Leistungstetroden 8973 vereinbart werden. Dadurch hat sich die kritische Lage bei der Vorratshaltung dieser Röhren wegen der unbekanntenen Röhrenlebensdauer und der im Vergleich zur Garantiezeit langen Lieferzeiten deutlich entspannt. Anfang Dezember hatten diese Röhren folgende Betriebszeiten erreicht:

Sender 2: 7 089 Std.
 Sender 3: 8 628 Std.
 Sender 4: 7 668 Std.

Im Jahr 1991 war kein Röhrenwechsel erforderlich. Die Vorverstärkerröhren haben inzwischen Betriebszeiten von 14 000 bis 15 600 h erreicht.

Es sind zahlreiche Arbeiten an der H^- -Quelle am LINAC III durchgeführt worden:

H^- -Quelle

- Beim Wegfall des Triggers durch Netzstörung wird der Quelle ein Eigentrigger zugeführt, so daß die Quelle weiter zündet und nicht abkühlt.
- Eine Abkühlung des Magnetrons hat wiederholt zu Kurzschlüssen zwischen Anode und Kathode geführt, die durch Cäsium-Ansammlungen in den Seitentaschen der Keramikisolation entstehen. Durch Neukonstruktion der Keramikteile wurde diese Fehlerquelle beseitigt.

- Eine neu eingeführte Heizung der Magnetronkathode hält diese auch bei Ausfall sonstiger Komponenten auf Betriebstemperatur. Sie erleichtert das Starten des Magnetstrons und ermöglicht die Umstellung der Zündfrequenz von 6.25 auf 0.25 Hz.
- Verbesserungen an den Extraktorisolatoren: Die Kriechstromlänge der Isolatoren und der Abstand zu den Polschuhen wurden vergrößert.
- Die Kühlung des Ablenkmagneten wurde von Freon auf Wasser umgestellt. Dadurch wurde ein störanfälliges Kühlaggregat eingespart und das Entweichen von FCKW in die Atmosphäre vermieden.

Versuche haben gezeigt, daß das Magnetron sofort wieder einsatzbereit ist, wenn es nur kurzzeitig der Luft ausgesetzt war. Deshalb wurde ein Vakuummodul geschaffen, das die wichtigsten unter Vakuum stehenden Komponenten enthält. Dieses Modul braucht lediglich angeflanscht zu werden. Alle Verbindungen sind steckbar. So eine Einheit wird stets abgepumpt bereitgehalten.

DESY III

Das Reserve-Septum für die Protonenejektion wurde mit einem Abschirmblech nachgerüstet, wodurch die Schienendicke von 5 auf 6 mm erhöht und das Streufeld vernachlässigbar klein gemacht werden konnte. Der Umbau am jetzt eingebauten Septum ist wegen der hohen Radioaktivität nicht möglich. Es wird erwogen, ein weiteres Ersatzseptum zu bauen.

PETRA II

Für eine „on-axis“-Elektronenejektion in PETRA II sind schnelle Kicker konstruiert, gefertigt und in PETRA eingebaut worden.

Die beiden Septa der Elektronenejektion sind bisher gut gelaufen. Für diese Magnete ist weder Ersatz vorhanden noch bestellt. Sie werden niedrig erregt und sind leicht zu reparieren.

Einer der Fahrkicker für die Protonenejektion ist erstmals für die Auslenkung von Positronenbunchen verwendet worden. Später sind dann beide Kicker für die Ejektion von Protonen nach HERA bei verschiedenen Energien und unterschiedlich langen Bunchzügen einwandfrei betrieben worden.

Bei den Septummagneten der Protonenejektion aus PETRA II ließen sich keine Streufelder nachweisen, die den Strahl stören. Die Positionierung schien trotz einiger Fertigungsungenauigkeiten und des kleinen Magnetspaltes ausreichend zu sein. Die Ersatzsituation ist hier kritisch. Die bis zu 3 m langen Magnete werden bis auf 1.5 Tesla erregt und lassen keine lange Lebensdauer erwarten.

Die Feedback-Kicker in PETRA II sind mit einer Wasserkühlung versehen worden und sind seitdem ohne Ausfall im Betrieb.

Ein zylindrischer Absorber aus Eisen (Radius = 300 mm, Länge = 1 400 mm) sowie die zugehörige modifizierte Vakuumkammer des Beam-Dump-Systems wurden gefertigt und im Dezember 1991 in PETRA II eingebaut. Ebenso wurden

in diesem Zusammenhang zwei Engstellen auf dem Strahlweg zwischen Kicker und Absorber entfernt.

Bei der Protonen-Injektion machte sich in der Nähe der Injektionssepta während des Pulsens der Magnete eine Störung auf den Strahl bemerkbar, obwohl das Streufeld im Abstand von 10 mm von der Septumschiene nur 0.9% des Nutzfeldes ist. Es wurde versucht, mit einem gepulsten Magneten das Streufeld zu kompensieren, dessen Feldverlauf dem Septumstreufeld ähnlich ist. Eine Beurteilung dieses Verfahrens steht noch aus, da nicht ausreichend Meßzeit zur Verfügung stand.

HERA

Ein wesentlicher Meilenstein für das Protonen-Dumpsystem war der erfolgreiche Test der gesamten Anlage. Der Protonenstrahl wurde viele Male bei einer Energie zwischen 40 und 480 GeV auf den Absorber geschossen.

Das Protonen-Dumpsystem

Am Absorber wurde ein Verlängerungsarm für die den Schirmmonitor auslesende CCD-Kamera installiert. Dadurch ist die Kamera weiter vom Absorber entfernt und kann nicht mehr von Sekundärteilchen getroffen werden. Durch diese Maßnahme konnte der in den Dump gelenkte Protonenstrahl auf dem Schirmmonitor beobachtet werden. Außerdem wurde die Auslese der 20 Temperatursensoren per SEDAC im Kontrollraum verfügbar gemacht. Ein Temperaturanstieg trat beim Beschuß des Absorbers mit den derzeitigen Energien und Strahlenintensitäten noch nicht auf.

Das im Frühjahr 1990 gemessene Magnetfeld in den Kickern und die daraus abgeleitete Vorhersage für den notwendigen Strom bzw. die notwendige Spannung an den Pulsern stand im Einklang mit der am Schirmmonitor beobachteten Strahlablage am Absorber.

Hochfrequenztechnik – MHF –

Die Gruppe MHF ist zuständig für:

- die Hochfrequenzsysteme von DESY II, DORIS III, PETRA II, HERA und die beiden Testsender mit insgesamt 17 Hochfrequenz-Leistungsendern bei 500 MHz und 1 GHz. Hier sind 26 Hochleistungsklystrons im Leistungsbereich 250 - 800 kW mit einem umfangreichen Kontrollsystem im Einsatz.
- die Hochfrequenzsysteme zur Beschleunigung von Protonen in DESY III, PETRA II und HERA

- die 500-MHz-Beschleunigungsstrecken und die 1-GHz-Feedbacksysteme bestehend aus ca. 126 mehrzelligen Hohlraumresonatoren mit dazugehörigen Hohlleitersystemen zur Leistungsverteilung sowie Sender- und Resonator-Regelsysteme
- die Einrichtung der Datenübertragung von den HF-Anlagen zum zentralen Prozeßrechner sowie zu diversen lokalen Rechnersystemen an den HF-Anlagen für deren Wartung und Testbetrieb
- die Sender und Resonatoren mit Einseitenbandmodulatoren für das longitudinale Feedback-System bei PETRA II und HERA

Die Gruppe MHF ist sowohl für Entwicklungsarbeiten als auch für den Betrieb verantwortlich. Sie stellt außerdem Personal im Teilschichtdienst für den laufenden Beschleunigerbetrieb bereit.

Übersicht

Die Hauptaufgabe der Gruppe MHF im Jahr 1991 waren Restarbeiten an den DORIS-HF-Systemen sowie anstehende Entwicklungsarbeiten in den Labors für die verschiedenen HF-Anlagen. Ein Schwerpunkt der MHF-Aktivitäten war die Inbetriebnahme und der Betrieb der HF-Leistungssender für die verschiedenen Beschleuniger DESY, DORIS, PETRA und HERA nach den vorhandenen Betriebsplänen. Es wurden folgende Klystron-Betriebszeiten für den Test- und Beschleunigerbetrieb ermittelt:

DESY II	=	8 900 Std.
DORIS III	=	13 500 Std.
PETRA II	=	8 000 Std.
HERA	=	31 100 Std.
HERA-West	=	2 400 Std.
1-GHz-Klystron für Feedback	=	1 400 Std.

Hochfrequenz für die Elektronen-Beschleuniger

DORIS III

Für das HF-System bei DORIS III wurden Restarbeiten am Resonator- und Hohlleiter-Kontrollsystem durchgeführt. Dieses neue Kontrollsystem wurde in der Halle Q3 aufgebaut. Hierzu wurde ein neues Regel-Kontrollsystem im Labor entwickelt und für das DORIS-HF-System erfolgreich in Betrieb genommen. Zwei Hochleistungsklystrons sind mit HF-Fensterbrüchen vorzeitig ausgefallen und mußten in der Test- und Aufbauphase von DORIS ausgewechselt werden. Die ausgefallenen Klystrons sollen 1992 bei Thomson-CSF repariert werden. Beim Anlauf von DORIS III konnte das gesamte HF-System ohne Probleme in Betrieb genommen werden.

Die Hochfrequenzanlage für DESY II ist ohne größere Störungen bei Energien von 4.5 - 7.5 GeV betrieben worden. Künftig sollen in DESY II höhere Strahlströme (3×10^{10} Teilchen pro Bunch) beschleunigt werden. Hierfür ist eine Frequenzmodulation der DESY II-Sender erforderlich. Die notwendigen Änderungen an der HF-Kleinsignalaufbereitung wurden in der Montagezeit gegen Jahresende durchgeführt.

DESY II

Die 500-MHz-Sender von PETRA II liefen im Berichtsjahr störungsfrei für den 12-GeV-Beschleunigerbetrieb. An den 60-kV-Klystronmodulatoren wurden Verbesserungs- und Modernisierungsarbeiten durchgeführt. Hier wurden neue Einrichtungen zur Messung der Klystron- und Modulationsströme eingebaut. Diese Betriebsstromdaten werden mittels Lichtleiter vom 60-kV-Potential zur weiteren Kontrolle und Verarbeitung den jeweiligen Senderrechnern zugeführt. Der Sender für das longitudinale Feedbacksystem wurde entsprechend der HERA-Betriebserfahrung umgebaut. Hierzu wurde ein neuer 50-W-1GHz-A-Verstärker vorgesehen. Für die Linearisierung der Phase und Amplitude wurde eine neue ZF-Elektronik eingebaut und im Strahlbetrieb erfolgreich getestet.

PETRA II

Bei dem letzten Testlauf des Elektronenrings von HERA waren 14 Hochleistungsklystrons mit 82 normalleitenden und 11 supraleitenden 500-MHz-Resonatoren mit einer Hochfrequenzleistung von ca. 5.5 MW in Betrieb. Das für HERA gebaute longitudinale Feedbacksystem mit 1-GHz-Klystron und den vier Resonatoren konnte getestet werden. (Aus Zeitgründen kann das longitudinale Feedbacksystem im Multibunch-Betrieb erst 1992 getestet werden.)

HERA

An den HERA-HF-Sendern wurden verschiedene Verbesserungsarbeiten durchgeführt. Im Berichtsjahr wurden unter anderem in HERA-Ost vier neue Hochleistungsklystrons YK1304 in Betrieb genommen. Beim 75-kV-Betrieb wurden Überschläge im Modulations- Anoden- und Body-Bereich festgestellt. Dieses konnte durch den Umbau des HV-Kopfes mit einer neuen Fokussierspule in Zusammenarbeit mit der Firma „Philips Components“ bereinigt werden. Abbildung 65 zeigt ein 800-kW-Klystron.

Supraleitende HF-Beschleunigungsstrecken

Für HERA sind acht Kryostate mit je zwei vierzelligen supraleitenden Resonatoren von der Industrie gefertigt worden. Eine ausführliche Beschreibung des Projekts ist in den Jahresberichten 1989 und 1990 gegeben. Der spezifizierte Wert für die Feldstärke von $E_{acc} = 5 \text{ MV/m}$ konnte bei allen Resonatoren erreicht werden. Die Güte von $Q_0 = 2 \times 10^9$ konnte jedoch nicht in allen Fällen erzielt werden. Hierfür verantwortlich sind erhöhte Verluste durch normalleitende Niob-Hydrid(NbH_x)-Ausscheidungen auf der Oberfläche der Resonatoren. Untersuchungen an Niob-Proben zeigten, daß das neu benutzte Niob-Material besonders anfällig für Kontamination durch Wasserstoff

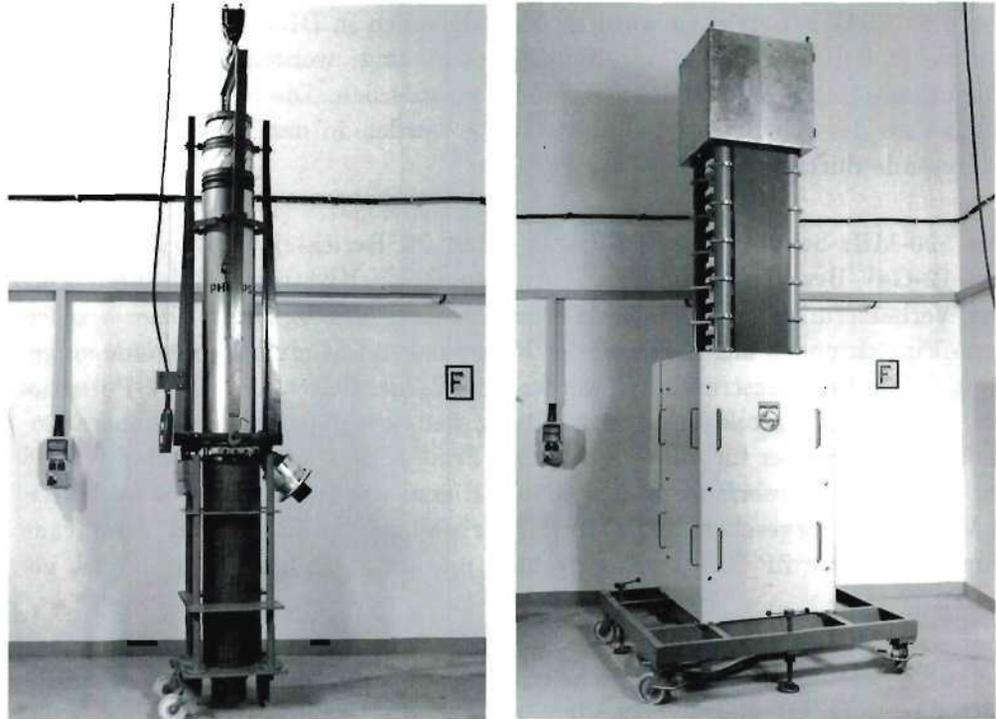


Abbildung 65: Ein 800-kW-Klystron nach der Anlieferung (links) und im Betriebsgestell (rechts).

während der chemischen Politur ist. Die Verminderung des Sauerstoffgehalts des neuen Niobs erzielt eine gewünschte Erhöhung der Wärmeleitfähigkeit im supraleitenden Zustand; jedoch ist der Wasserstoff wegen der verminderten Sauerstoff-Gitterstörungen mobiler und kann leichter verlustbehaftete NbH_x -Ausscheidungen auf der Oberfläche produzieren.

Die beschriebene „Wasserstoff-Krankheit“ des sehr reinen Niobs wurde erstmalig nach Fertigstellung der HERA-Resonatoren beobachtet. Folglich konnten während der Fertigung keine Gegenmaßnahmen getroffen werden. Das Niob kann prinzipiell durch eine Wärmebehandlung von Wasserstoff befreit werden. Allerdings kann dieses Verfahren an den bereits gefertigten Resonatoren nicht mehr angewendet werden. Die notwendige Temperatur von 800°C ist wegen der gelöteten Niob-Stahl-Übergänge nicht praktikabel. Vielmehr konnte gezeigt werden, daß der Grad der Oberflächenbelegung durch NbH_x stark von der Abkühlgeschwindigkeit im Bereich der Phasenumwandlung $\text{Nb} + \text{H}/\text{NbH}_x$ (bei ca. 100 K) abhängt. Abbildung 66 zeigt den Verlauf der Güte Q_0 und des Gradienten E_{acc} für verschiedene Abkühlbedingungen. Man sieht, daß eine schnelle Abkühlung im Bereich von 100 K zu einer weniger dramatischen Re-

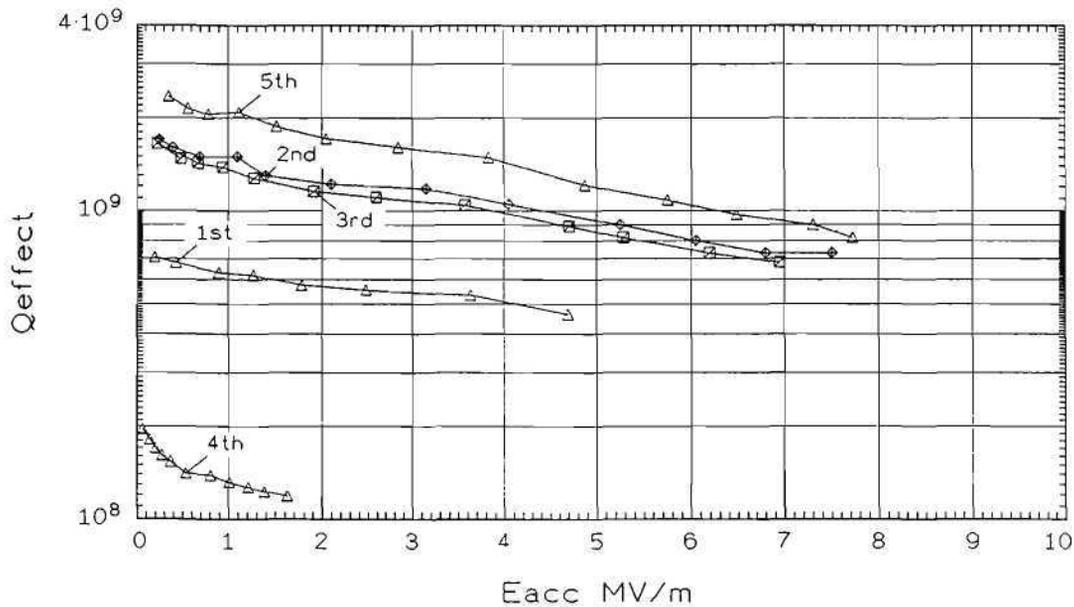


Abbildung 66: Die Abbildung zeigt den Verlauf der gemessenen Güte (Q) der supraleitenden Cavities in Abhängigkeit von der Feldstärke (E_{acc}) bei unterschiedlichen Abkühlbedingungen.

1st: gleichmäßige Abkühlung von 300 K auf 4.2 K in 24 Stunden

2nd (3rd, 4th, 5th): Unterbrechung der Abkühlung bei 180 K (150 K, 100 K, 150 K) in 20 Stunden; danach schnelle Abkühlung auf 4.2 K in ungefähr 1.5 Stunden (1.8, 1.5, 1.3 Stunden)

duktion der Güte führt. Außerdem ist zu erkennen, daß eine Gütereduktion wegen zu langsamer Abkühlung durch ein Aufwärmen auf 200 K und erneutes schnelles Abkühlen repariert werden kann. Entsprechend dieser Erfahrungen werden die Resonatoren in HERA wie folgt abgekühlt:

- Langsames Abkühlen von 300 K auf 150 K (ca. 24 Stunden) zur Vermeidung von mechanischen Spannungen
- Schnelles Abkühlen von 150 K auf 4.2 K (ca. 1.5 Stunden) zur Vermeidung der verlustbehafteten NbH_x -Ausscheidungen

Die Installation und Inbetriebnahme der supraleitenden Hochfrequenz-Cavities in HERA geschah in folgenden Etappen:

Januar: Abnahmetest des Verteilungssystems für flüssiges Helium (acht Verteilerboxen, ein Subcooler, 150 m Transferleitung)

Februar/März: Installation von vier Kryostaten mit insgesamt acht Resonatoren und erste Abkühlung der Resonatoren

Mai: Installation weiterer zwei Kryostate mit vier Resonatoren; insgesamt sechs Kryostate mit 12 Resonatoren

Juni: erster Betrieb der supraleitenden Resonatoren mit Hochfrequenz. Ab Juni wurden die supraleitenden Resonatoren zunächst ohne und später mit Strahl betrieben. Durch Begrenzung der Klystronleistung auf 250 kW war die Gesamtspannung der supraleitenden Resonatoren auf 30 MV beschränkt. Nach Anhebung der Leistung auf 550 kW stieg die Spannung auf 50 MV an. Mit den zunächst verfügbaren 30 MV wurde in HERA eine Elektronen-Strahlenergie von 30.4 GeV erreicht.

HERA wurde 1991 vorwiegend mit einem Bunch pro Strahl betrieben. Entsprechend waren die gespeicherten Ströme auf Werte unter 4 mA begrenzt. Das Verhalten der supraleitenden Cavities bei hohen Strömen konnte daher noch nicht erprobt werden.

Die restlichen zwei Kryostate (vier Resonatoren) waren gegen Jahresende fertiggestellt und sollen in der Wintermontagezeit eingebaut werden. Abbildung 67 zeigt die Installation der ersten vier Kryostate im HERA-Tunnel im Februar 1991.

In der ersten Betriebsphase der supraleitenden Cavities konnten wertvolle Erfahrungen über das Systemverhalten gewonnen werden. Wegen der kurzen Inbetriebnahmephase wurden die meisten Messungen mit entsprechender Vorsicht während des Strahlbetriebs durchgeführt. Trotzdem erwies sich das supraleitende Hochfrequenzsystem als sehr zuverlässig. In zunehmendem Maße konnte der Betrieb von dem regulären Schichtpersonal übernommen werden. Im Jahr 1991 wurden die 12 in HERA installierten supraleitenden Resonatoren während 3 000 Stunden bei 4.2 K betrieben, davon 1 500 Stunden mit Hochfrequenz und Strahl.

Hochfrequenz für die Protonen-Beschleuniger

Beim Betrieb der Hochfrequenzsysteme zur Protonen-Beschleunigung in DESY III, PETRA II und HERA traten keine grundsätzlichen Probleme auf. Verbesserungen wurden in folgenden Bereichen durchgeführt:

- Bei der Heizstromregelung und im Anodenkreis des DESY III-Senders
- Bei der Luft- und Wasserkühlung der 52-MHz-Sender von PETRA II und HERA
- An der digitalen Elektronik der Phasenregelschleifen zur Bedämpfung von Synchrotronschwingungen in PETRA II und HERA

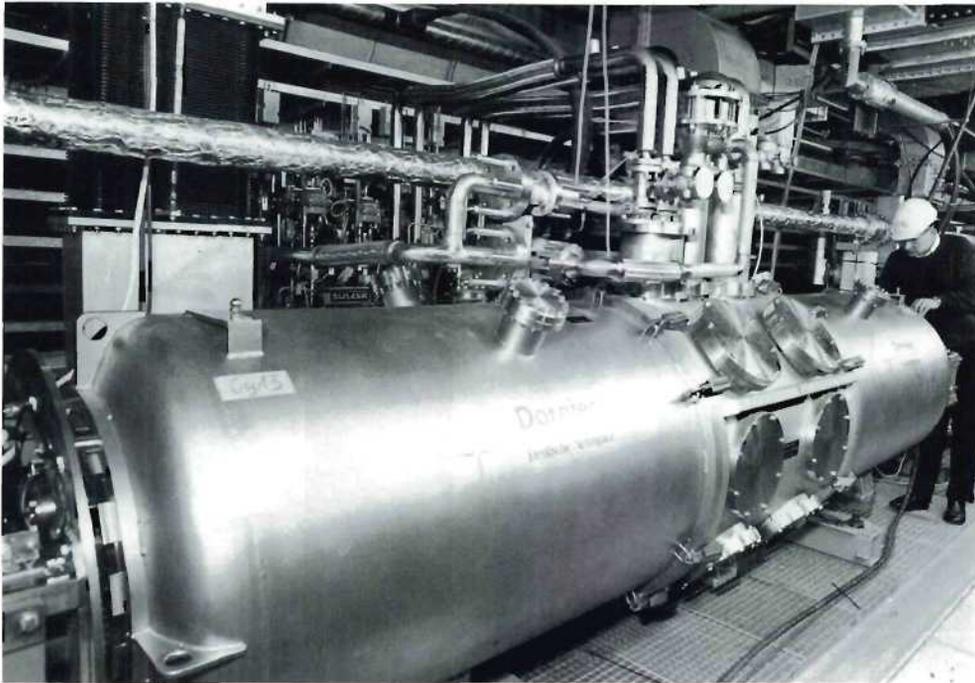


Abbildung 67: Supraleitende Beschleunigungsstrecken im HERA-Tunnel. Das Bild zeigt den Zustand während der ersten Installationsphase Anfang 1991. (42159/21)

Bei HERA wurde die Phasenregelschleife erstmalig in Betrieb genommen. Die beim Hochfahren der Protonenenergie auf 480 GeV beobachteten Teilchenverluste konnten dadurch stark reduziert werden. Neben der eigentlichen Synchrotronschwingung wurden auch Oszillationen der bunchinternen Intensitätsverteilung, die auf einem schnellen Strommonitor darstellbar sind, durch die Phasenregelschleife bedämpft. Die Entwicklung neuer Antennen zur Bedämpfung höherer Schwingungsmoden in den 52-MHz-Resonatoren von HERA wurde erfolgreich abgeschlossen.

Beim Testbetrieb von HERA mit Protonen war zunächst nur das 52-MHz-System (Abb. 68) eingeschaltet, da auch mit ihm allein auf 480 GeV beschleunigt werden kann. Solange sich nur ein einziger Bunch in der Maschine befand, war trotz der unbedämpften hohen Shuntimpedanz der vier 208-MHz-Resonatoren von insgesamt $32\text{ M}\Omega$ kein störender Einfluß von ihnen auf den Strahl zu beobachten. Zur Reduktion dieser vom Strahl gesehenen Impedanz um den Faktor 100 ist über jede der vier 208-MHz-HF-Verstärker eine schnelle HF-Gegenkoppelschleife geschlossen. Die Wirkung dieser Gegenkopplung konnte sehr eindrucksvoll demonstriert werden, da der Versuch zehn Bun-

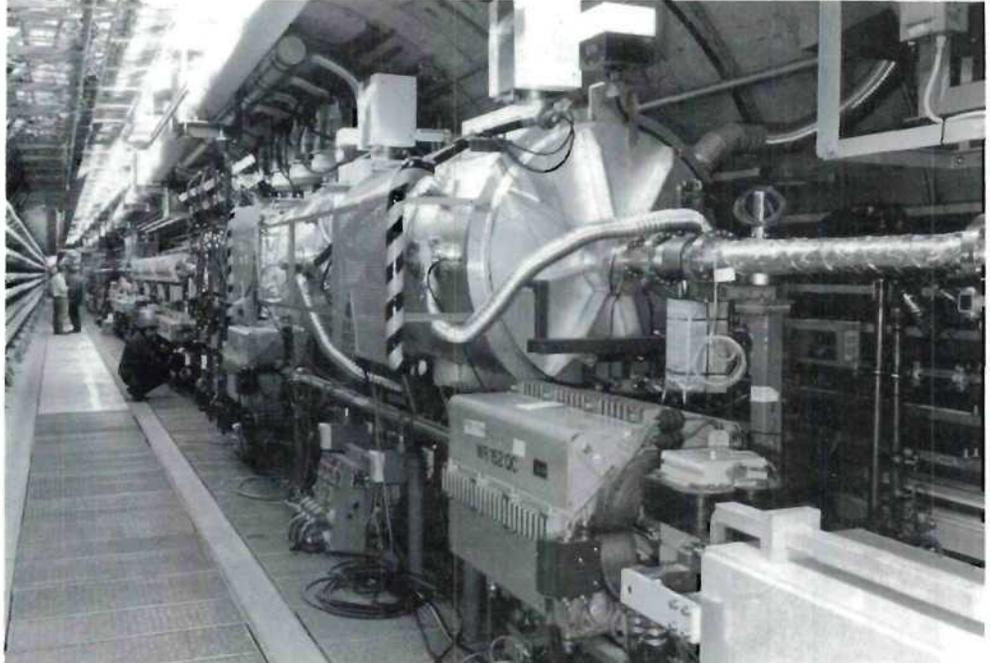


Abbildung 68: Das 52-MHz-Beschleunigersystem in HERA dient der Aufnahme der injizierten, etwa zwei Meter langen Protonenbunche und der Reduktion der Bunchlänge auf etwa einen Meter. (42168/6)

che zu injizieren erst gelang, nachdem die 208-MHz-Senderkette und damit die Gegenkopplung eingeschaltet war.

Gegen Ende des Testbetriebs wurde auch die Übergabe eines Protonenbunches aus dem 52-MHz-Bucket in ein 208-MHz-Bucket sowie die anschließende longitudinale Kompression des Bunches durch Heraufsetzen der 208-MHz-Umfangsspannung von 0 auf 1.6 MV dargestellt.

Kontrollen und Instrumentierung – MKI –

Die Gruppe MKI ist zuständig für:

- die Bedienungs- und Überwachungseinrichtungen 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 die Verbindung der Rechner mit den Bedienungs- und Überwachungseinrichtungen in den Kontrollräumen

- die Maschineninstrumentierung, d.h. die „Hardware“ in Form elektronischer Geräte und Anlagen in den einzelnen Beschleunigern und Speicherringen und in den Strahlführungssystemen zwischen ihnen
- die Signal- und Steuerkabelnetze für die genannten Geräte und Anlagen

Die Gruppe ist am Schichtdienst im zentralen Beschleunigerkontrollraum beteiligt. Im Berichtszeitraum bildete die erstmalige Inbetriebnahme des HERA-Protonenrings und die Inbetriebnahme von DORIS III zusammen mit dem Betrieb der übrigen Beschleuniger den Aktivitätsschwerpunkt der Gruppe MKI. Im folgenden werden die Aktivitäten nach Sachgebieten zusammengefaßt dargestellt. Auf eine detaillierte Darstellung auch von umfangreichen oder originellen Arbeiten wird verzichtet, oder es wird nur punktuell berichtet.

Der gemeinsame Kontrollraum für alle Beschleuniger wurde im Verlauf des HERA-Projektes grundlegend umgebaut. Auch die technischen Räume und Einrichtungen im Kontrollraumumfeld wurden erheblich erweitert. Diese Arbeiten wurden abgeschlossen und der Kontrollraum in seiner endgültigen Konfiguration in Betrieb genommen.

Beschleunigerkontrollraum

Derzeit sind 24 sogenannte Beschleuniger-Bedienungskonsolen in Funktion. Jede Konsole umfaßt dabei fünf rechnergestützte Bildschirme, ein Keyboard sowie zwei sogenannte „tracker balls“. Die Konsolen sind rechnergestützt. Die Rechner sind vernetzt, so daß an jeder Konsole prinzipiell alle Bedienungsprogramme verfügbar sein können. Aus verschiedenen Gründen wurde die Verfügbarkeit in Funktionsbereiche aufgeteilt. Solche Bereiche sind z.B. die Injektoren mit den Beschleunigern LINAC I, LINAC II, LINAC III, DESY II, DESY III oder HERA.

Die Inbetriebnahmen aller Maschinen wurden vom Kontrollraum aus mit weitgehend einheitlichen Bedienungsflächen ausgeführt.

Der Kontrollraum stützt sich auf den sogenannten Prozeßrechnerpool. Die Zahl der Rechner wurde im Vorjahr auf insgesamt 55 Maschinen erhöht. Sie sind durch zwei unabhängige Netze miteinander verbunden. Der Arbeitsschwerpunkt lag hier zum einen auf der Einbindung der vorhandenen Anwendungsprogramme in diese Netzwerkstruktur und zum anderen in der Erstellung der für die neuen Beschleuniger erforderlichen Steuer- und Kontrollprogramme.

Prozeßrechner-Pool

Die nahezu gleichzeitige Inbetriebnahme der verschiedenen zum Teil neuen Beschleuniger führte im Bereich der Programm-Inbetriebnahme zusammen mit den Beschleunigerkomponenten zu Engpässen in der Fehlerbeseitigung der ablaufenden Prozeduren. Erfreulicherweise waren keine prinzipiellen Änderungen

der Struktur oder der Vernetzung als Folge dieser ersten Erprobung des Gesamtsystems notwendig.

Die Programme zur Inbetriebnahme nahezu aller Komponenten der verschiedenen Beschleuniger vom zentralen Kontrollraum aus waren mit wenigen Ausnahmen rechtzeitig verfügbar. Es waren während der Inbetriebnahme diejenigen Programme nicht oder nur begrenzt verfügbar, die die Gesamtfunktion der Maschine, also das Zusammenwirken aller am Prozeß beteiligten Parameter, beeinflussen oder Prozeduren über die Beschleunigergrenzen hinweg steuern und kontrollieren. Im Verlaufe des Berichtszeitraums wurde eine zunehmende Anzahl dieser Programme zusammen mit den Beschleunigern erprobt und in das Kontrollsystem integriert.

Datenübertragungssystem

Die Prozeßrechner sind mit den Beschleunigerkomponenten durch ein seriell Datenübertragungssystem verbunden. Dieses sogenannte SEDAC-System wurde bei DESY entwickelt und für die Anwendung bei HERA qualitativ verbessert und in größeren Stückzahlen eingesetzt. Die einzelne Maschinenkomponente wird durch ein sogenanntes SEDAC-Modul mit dem Datenübertragungssystem und damit mit einem Prozeßrechner verbunden. Bis zu zwölf solcher Module sind in einem Überrahmen zusammengefaßt. Bis zu 32 Überrahmen bilden ein sogenanntes SEDAC-System. Insgesamt sind über 100 solcher Systeme mit über 8 000 Modulen zur Kontrolle der Beschleuniger in Betrieb. Etwa 1/3 dieser Module ist mit Mikroprozessoren ausgestattet. Im Berichtszeitraum wurde das Gesamtsystem in der nahezu endgültigen Form in Betrieb genommen.

Parallel hierzu wurden für die älteren Beschleuniger Modernisierungen der SEDAC-Elektronik vorgenommen und Weiterentwicklungen durchgeführt. Im Laufe dieses Modernisierungsprogramms werden alle älteren Geräte durch neue Entwicklungen ersetzt. Hierdurch wird eine weitgehende Standardisierung über die verschiedenen Beschleunigergrenzen hinweg erreicht.

Instrumentierung

Die Instrumentierung umfaßt die Elektronik und die Geräte die zum Betrieb der Maschinen erforderlich sind. Hierzu gehören die Elektronik zur Steuerung von Komponenten, die Einrichtungen zur Personensicherheit, die technischen Interlocks sowie die Anlagen zur Audio/Video-Kommunikation. Die verschiedenen Umlaufzeiten der Teilchen in den einzelnen Beschleunigern erfordern eine Entkopplung und Synchronisation der Frequenz der Beschleunigungseinrichtungen mit einer Genauigkeit, die im Grenzbereich der Machbarkeit liegt. Letztlich kann die Funktionsfähigkeit dieses Systems nur mit dem Strahl selbst überprüft werden.

Neben der Synchronisation ist die sogenannte Bunchmarkierung, das heißt die zeitliche Definition der umlaufenden Teilchenpakete im Nanosekundenbereich, eine wesentliche Voraussetzung für die Funktion der Maschinen. Die dritte Aufgabe im Sachgebiet der Realzeitinstrumentierung ist die sogenannte Injektions-

und Ejektionstriggerung. Mit Hilfe dieser Einrichtungen werden zeitliche Pulsvorgänge an einzelnen Beschleunigerkomponenten gesteuert, ausgelöst und kontrolliert.

Durch die notwendige zeitliche Verkettung der Vorbeschleuniger mit HERA, z.B. für die Protonen-Beschleuniger mit der Kette LINAC III, DESY III, PETRA II(p), HERA(p) oder der vergleichbaren HERA(e)-Verkettung, ist das Sachgebiet der Synchronisation und Realzeitsteuerung außerordentlich ausgedehnt worden. Im Berichtszeitraum wurden alle Prozeduren prinzipiell überprüft. Mit der Vereinheitlichung dieser Systeme für alle Maschinen wurde begonnen.

Aus den allgemeinen Arbeiten im Sachgebiet Strahldiagnose ist die zusammen mit anderen Gruppen ausgeführte Entwicklung einer neuartigen Einrichtung zur raschen Dämpfung von Strahlschwingungen, das sogenannte Feedbacksystem, zu nennen. Nach der außerordentlich erfolgreichen Inbetriebnahme in PETRA II wurde mit dem Bau eines Systems für HERA begonnen.

Strahldiagnostik

Die Strahldiagnoseeinrichtungen an den Vorbeschleunigern wurden vervollständigt und auf die Belange des künftigen Routinebetriebs ausgerichtet.

Die Messung der transversalen Strahllage ist eine wichtige Größe für den effektiven Betrieb eines Beschleunigers. Nach der erfolgreichen Inbetriebnahme des neuartigen Strahllagesystems im HERA-Elektronenring konnte gezeigt werden, daß mit einem weiterentwickelten System dieser Art die Protonen-Strahllage in PETRA II gemessen werden kann. Dieses gelang, obwohl wegen der langen Protonenbunche die Monitore in PETRA II für Protonen um einen Faktor 100 weniger empfindlich sind als für Elektronen. Mit dem Bau eines neuen Strahllagesystems nach diesem Prinzip für PETRA II wurde begonnen.

Das Steuer- und Signalkabelnetz verbindet die Kontrollsystemelektronik mit den Beschleunigerkomponenten. Die Arbeiten im HERA-Tunnel und in den Unterkontrollstationen wurden dem Stand des Projekts entsprechend abgeschlossen.

*Steuer-
Signalkabelnetz*

Im Kontrollraumbereich waren umfangreiche Verkabelungsarbeiten erforderlich. Für DORIS III wurden neben den Bereinigungsarbeiten im alten Kabelsystem neue Installationen vorgenommen. Die verstärkte Anwendung der Lichtleiter-Kabeltechnik wurde fortgesetzt. Das Netz wurde im Hinblick auf den künftigen Einsatz neuer Technologien in der Signalübertragung ausgebaut.

Die Gruppe ist an einigen Projekten beteiligt, die nicht in die bisher genannten Sachgebiete einzuordnen sind.

Andere Aktivitäten

Dies gilt zum Beispiel für den Aufbau und die Inbetriebnahme des Polarisationsexperimentes in HERA.

Im Rahmen einer internationalen Kollaboration für den sogenannten „Final Focus Test Beam“ (FFTB) am Stanford Linear Accelerator Center (SLAC) wurde eine Positionsmeßeinrichtung entwickelt. Mit Hilfe dieser Einrichtung sollen 35 Quadrupole in dem 150 m langen Teststrahl über eine Meßperiode von mehreren Tagen mit einer relativen Genauigkeit von einem Mikrometer transversal vermessen werden. Ziel des Experiments ist die Fokussierung des 40-GeV-Elektronenstrahls auf einen Durchmesser kleiner als 100 Nanometer. Eine der Voraussetzungen hierzu ist die beschriebene Meßeinrichtung, deren prinzipielle Funktion gezeigt werden konnte. Mit der Entwicklung der Serie und der erforderlichen Elektronik wurde begonnen. Die Ergebnisse des Experiments sind für Projektierung künftiger Beschleuniger von Bedeutung.

Protonenstrahldiagnostik – PKTR –

Quenchsicherheit

Der plötzliche Übergang eines Stromleiters von dem supraleitenden in den normalleitenden Zustand wird Quench genannt. Fließt weiterhin Strom durch den Leiter, so entsteht Wärme, die den Leiter zerstören kann. Das Quenchschutzsystem soll einen Quench möglichst frühzeitig entdecken und den Strom abschalten. Da bei seinem Versagen Magnete zerstört werden können, ist es redundant in mehreren Ebenen aufgebaut.

Dieses System wurde Anfang des Jahres erstmalig in Betrieb genommen und sorgfältig an allen 646 supraleitenden Hauptmagneten von HERA getestet. Dabei wurde entdeckt, daß während des Abschaltens des Stroms Überspannungen an den Magnetketten auftreten. Durch eine zusätzliche Potentialausgleichsleitung konnten die Überspannungen vermieden werden. Vor ihrer vollständigen Installation mußte jedoch der maximale Magnetstrom auf 50% des vorgesehenen Wertes begrenzt werden. Während der HERA-Betriebsphase im Sommer und Herbst des Berichtsjahres konnte das Quenchschutzsystem seine hohe Zuverlässigkeit unter Beweis stellen.

Protonen-Strahldiagnostik

Rechtzeitig zu Beginn des Protonen-Strahlbetriebs war auch die Strahldiagnostik fertiggestellt. Die Strahlstrommessung, die Strahllagemessung und die Profilmessung standen bereit, um den ersten Umlauf und später den ersten gespeicherten Strahl zu verfolgen. Nachdem der Strahl von der Hochfrequenz „eingefangen“ war, konnten auch die Betatron- und Synchrotronschwingungen gemessen werden.

Im Lauf des Jahres wurden die Diagnostikmöglichkeiten stetig verbessert. So wurden Momentaufnahmen des longitudinalen Strahlprofils mit einer Bandbreite von 3.5 GHz vom Kontrollraum aus möglich.

Ebenso gelang eine Messung des chromatischen Abbildungsfehlers (Chromatizität) der Maschine während der Beschleunigung der Protonen.

Für eine genaue Einstellung des zentralen Zusammenstoßes beider Strahlen in den Wechselwirkungspunkten wurde eine neue Meßmöglichkeit entwickelt und aufgebaut, die auch bei einem anfänglich größeren Abstand der Strahlen noch gute Signale liefert.

Alle Geräte zur Strahldiagnostik sind wie bei der Quenchüberwachung rechnergestützt. Dazu wurden verstärkt PC's eingesetzt, da sie leicht verfügbar und einfach programmierbar sind. Die erforderlichen Programme standen jeweils rechtzeitig zur Verfügung.

Elektronik-Entwicklung – PEKT –

Die Weiter- und Neuentwicklungen der Steuerungen und Regelungen für die Protonen-Beschleuniger DESY III, PETRA II(p) und HERA(p) wurde fortgesetzt.

Als ein wesentliches neues Element für DESY III wurde die radiale Regelschleife (Radial-loop) im Juli 1991 in Betrieb genommen. Ein analoges Signal, dessen Amplitude proportional zur transversalen Verschiebung des Strahls von der Strahlrohrmitte ist, wird durch einen ADC digitalisiert (12 Bit Auflösung, ± 5 -V-Bereich) und in einer Tabelle in Schritten von $100 \mu\text{s}$ gespeichert. Nach Mittelung über viele Werte, Skalierung und Multiplizierung mit einer „Fensterfunktion“ werden die Werte über ein Lichtwellenleiterkabel von 300 m Länge an das Dipolstrom-Kontroll-Crate geschickt und zu dem Dipolstrom-Sollwert addiert. Dieser Prozeß wird ständig wiederholt, um die Radiallage-Kontrolle zu verbessern. Abbildung 69 zeigt den Einfluß auf die Lage des Strahls vor und nach der Korrektur. Der Korrekturwert in diesem Beispiel ist 6×10^{-3} vom Wert des Magnetfeldes bei der Injektion.

DESY III

Der Radial-loop erwies sich als sehr nützlich, um die Intensität des beschleunigten Strahls bei Injektionsenergie zu erhöhen, da er dem Strahl mehr Platz in der Maschine gibt und somit die Strahlparameter besser einzustellen sind.

Um die Qualität der analogen Signale zur Kontrolle der Quadrupalmagnete zu verbessern, wurde ein zweites Kontrollsystem installiert, das anstelle des bereits existierenden verwendet werden soll. Das neue System hat DAC's mit 16 Bit Auflösung, die direkt in die Stromversorgungsgeräte der QD1-, QF1-, QD2- und QF2-Magnete eingebaut sind. Die Verbindung zum Haupt-Crate geschieht durch VME-Fiber-Optic-Repeater-Link-Module, die die digitalen DAC-Daten seriell durch Lichtwellenleiterkabel transportieren. Da die optischen Verbindungen bis zu 600 m lang sein dürfen, kann das Haupt-Crate auch im Beschleunigerkontrollraum (BKR) aufgebaut werden. Wegen anderer höherer Maschinenprioritäten konnte dieses System am Strahl nicht mehr 1991 getestet werden, dies ist für Anfang 1992 vorgesehen.

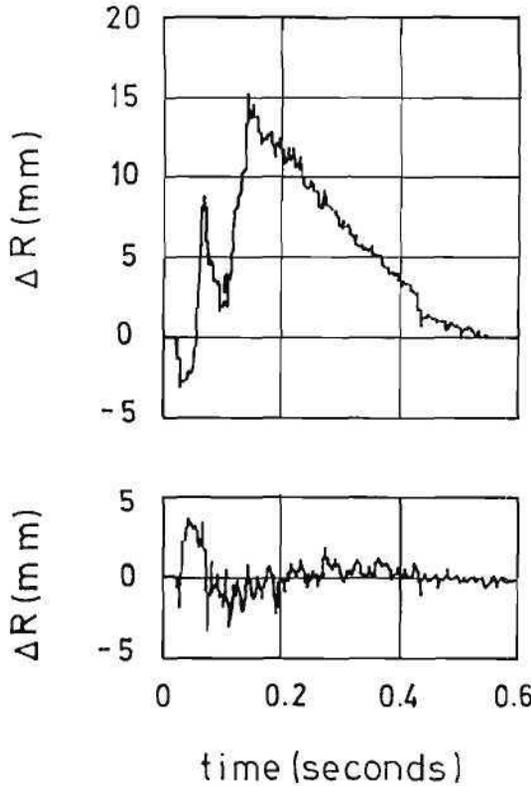


Abbildung 69: Die transversale Abweichung des Protonenstrahls in DESY III von der Strahlrohrmitte (ΔR) ohne radiale Korrektur (oben) und nach einem Schritt der Korrekturtabelle des Radial-loops (unten). Beschleunigungsbeginn ist bei 0.05 s, Beschleunigungsende bei 1.65 s.

In dem DESY III-Kontrollpult im BKR wurde als Zentralrechner für die DESY III-Kontrolle eine „SUN SPARC-Station 2“ installiert. Dies ist eine leistungsfähige Workstation mit 28.5 MIPS und 4.2 MFLOPS Rechenleistung. Zur Verbindung mit dem Kontrollsystem stehen vier RS-232-Ports zur Verfügung, ein S-Bus/VME-Adapter sowie ein Ethernet-Anschluß. Das Operator-Interface ist programmiert als „OPEN LOOK“-Grafik-Benutzer-Interface, das heißt es ist besonders für vernetzte Systeme geeignet und erlaubt daher auch den Austausch von Daten mehrerer Beschleuniger für ein zukünftiges erweitertes Kontrollsystem.

HERA-Protonenring

Das bereits 1990 in PETRA II(p) eingebaute Phasenschieber-System wurde auch in das HF-System des HERA-Protonenrings installiert. Der wesentliche Unterschied besteht darin, daß in PETRA II sieben Füllungen je 10 Bunche verwendet werden und in HERA drei Füllungen je 70 Bunche mit einer zusätzlichen Lücke von 10 Bunchen. Dieses wird als 22 Füllungen je 10 Bunche interpretiert und daher gerechnet als 21 digitale Filter mit Inhalt und 1 Filter ohne Inhalt, um die Lücke zu überbrücken. Dadurch wird die Rechenzeit mit etwa 1 ms beim Phasenschieber des HERA-Protonenrings doppelt so lang wie beim Phasenschieber von PETRA II(p). Dieser HERA-Phasenschieber soll die Schwingungen während der Beschleunigung dämpfen. Während der Injek-

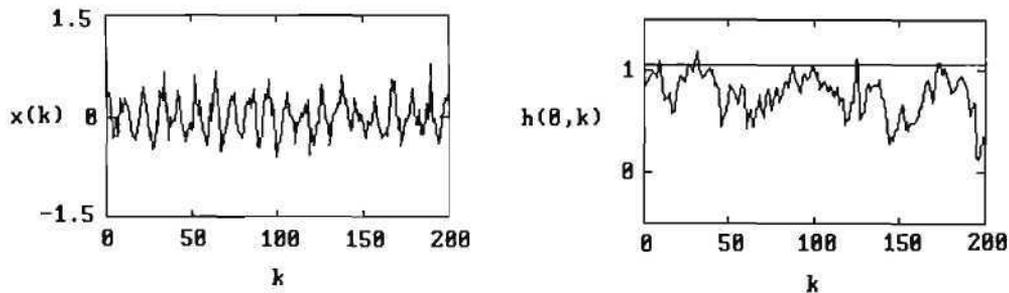


Abbildung 70: Das Strahlsignal $x(k)$ und die Adaption des Filterkoeffizienten $h(0,k)$ (k zählt die Umläufe). Die Adaption von $h(0,k)$ in Richtung auf den optimalen Wert, dargestellt durch die horizontale Linie, findet statt, wird aber durch das Rauschen offensichtlich stark gestört. Der Bunch schwingt trotzdem sehr stabil und der Sicherheitsfaktor zwischen dem Maximum von $x(k)$ und der Linearitätsgrenze bei 1.5 mm beträgt ungefähr 2.

tionszeit soll ein digitaler Integrator mit einem relativ großen Frequenzbereich die auftretenden Schwingungen dämpfen. Dieser Tiefpaß ist mit einem digitalen Hochpaß kombiniert, um jeden Drift durch Gleichstromkomponenten zu verhindern. Tests haben gezeigt, daß ein digitaler Differentiator, der ebenfalls die Phase um die gewünschten 90° dreht, wegen des Rauschens bei tiefen Frequenzen nicht besonders geeignet ist. Das Phasenschiebersystem im HERA-Protonenring wurde 1991 getestet, und es wird Anfang 1992 endgültig in Betrieb gehen.

Der adaptive digitale Phasenschieber, der eine Weiterentwicklung des Phasenschieber-Algorithmus darstellt, wurde genauer untersucht. Dazu wurde der Einfluß des Rauschens auf ein adaptives Strahl-Feedbacksystem, d.h. ein Feedbacksystem, bei dem die Filterkoeffizienten des digitalen Phasenschiebers automatisch an den jeweiligen Q-Wert angepaßt werden, untersucht.

Das wesentliche Ergebnis ist, daß das Verhältnis zwischen der linearen Akzeptanz „L“ des Feedbackpfades und der Breite „s“ des normalverteilt angenommenen Rauschens mindestens 10:1 betragen muß, um zufriedenstellende Stabilitätseigenschaften des adaptiven Feedbacks zu gewährleisten.

Abbildung 11 zeigt das verrauschte Strahlsignal eines Bunches am Monitor und die Adaption auf dieses Signal in einer Simulation von 200 Umläufen. Die für diese Simulation angenommenen Instabilitäts- und Dämpfungsparameter entsprechen den Feedbacksystemen von PETRA II(e) und des HERA-Elektronenrings beim Sollstrom von ca. 60 mA. Für „L“ und „s“ wurden die ebenfalls realistischen Werte von 1.5 bzw. 0.15 mm angesetzt.

Vakuum – MVA –

Die Gruppe MVA ist zuständig für:

- die Vakuumkammern aller Beschleuniger und Speicherringe sowie der Strahlführungen
- die mechanischen und elektromagnetischen Pumpen zur Erzeugung von Vorvakua und Ultrahochvakua in den genannten Vakuumsystemen
- die vakuumtechnische Betreuung von Komponenten anderer DESY-Gruppen wie Hohlraumresonatoren, Septa, Kicker, Strahlmonitore u.a.m.
- die Labors beziehungsweise die Werkstätten für die Neufertigungen und die Reparaturen spezieller Vakuumanfertigungen, die nicht an Fremdfirmen vergeben werden können

Neben allgemeinen Wartungs- und Reparaturarbeiten lag der Schwerpunkt der Tätigkeiten der Gruppe MVA im Berichtsjahr 1991 bei der Fertigung und Montage der Vakuumkomponenten für den DORIS-Bypass und beim Einbau von zusätzlichen Beschleunigungsresonatoren im Bereich der Vertikalablenkung von DORIS. Außerdem wurden alle Vakuumkomponenten einer vollständigen Spin-Rotator-Strecke von HERA (2×90 m) gefertigt und zusammen mit den zugehörigen Magneten zu einer 60 m langen Teilprobestrecke in einer DESY-Halle montiert und erfolgreich getestet. Das Vakuumsystem von H1 wurde mit dem Einbau des Experiments in HERA vervollständigt.

Die Vakuumanlagen der Beschleuniger und Speicherringe erfordern Schichtdienst.

DORIS III

Für die Erweiterung von HASYLAB wurden alle Vakuumkammern für das neue Bypass-Vakuumsystem von DORIS III sowie für den Einbau von Beschleunigungsresonatoren im Bereich der Vertikalablenkung gefertigt und montiert. Die komplizierten Vakuumkammern im Bereich des Bypasses wurden ähnlich wie bei HERA aus der Kupferlegierung CuSn2 hauptsächlich durch Lötungen gefertigt. Damit wurden sowohl die geforderte hohe Maßgenauigkeit für die Auslässe von Synchrotronlicht zu HASYLAB als auch die hohe thermische Belastbarkeit der Vakuumkammern erreicht.

Der erfolgreiche Einsatz dieser Vakuumkammern im Bypass hat zu der Entscheidung geführt, auch das restliche Vakuumsystem von DORIS III mit Vakuumkammern aus derselben Kupferlegierung zu ersetzen. Mit der Konstruktion dieser Kammer wurde im Jahr 1991 begonnen.

Die Konstruktion der ersten höhenverstellbaren Wiggler-Vakuumkammer wurde abgeschlossen und in Form eines verkürzten Prototyps erfolgreich getestet.

Umfangreiche Arbeiten wurden am Vakuumsystem von PETRA II für den Einbau des Protonen-Dumps, des neuen Feedbacksystems, sowie der zusätzlichen Beamshutter und der On-axis-Injektion durchgeführt.

PETRA II

Die Vakuumkammern einer vollständigen Spin-Rotator-Strecke von HERA (2×90 m) wurden gefertigt und teilweise zusammen mit den zugehörigen Magneten in einer DESY-Halle zu einem 60 m langen Testaufbau montiert und erfolgreich getestet.

HERA

Das Vakuumsystem der beiden HERA-Experimente ZEUS und H1 wurde vervollständigt.

In die geraden Strecken der Halle West wurden die restlichen supraleitenden Beschleunigungsresonatoren eingebaut und die Strecke zur Messung der Spin-Polarisation vervollständigt. Das Vakuum dieser Strecke wurde durch Einbau von zusätzlichen Sublimationspumpen um mindestens einen Faktor 10 zur Reduktion des Meßuntergrunds verbessert. Mehrere zusätzliche Beamshutter wurden im Bereich der Beschleunigungsstrecken eingebaut. Damit ist nunmehr der Betrieb dieser Strecken auch bei zeitweisem Zugang möglich.

Protonenvakuumtechnik – PVAK –

Das Strahlrohr- und das Isoliervakuum des HERA-Protonenrings hat eine Gesamtlänge von ca. 18 km, die auf Drücke von unter 10^{-6} mbar beim Isoliervakuum bzw. unter 10^{-9} mbar beim Strahlvakuum gehalten werden müssen.

Die Vakuumkomponenten haben sich als ausgesprochen zuverlässig erwiesen. 1991 mußte der Maschinenbetrieb kein einziges Mal wegen Vakuumproblemen unterbrochen werden.

Von den rund 100 Pumpständen, die ständig in Betrieb waren, fiel im Mittel ein Pumpstand pro Monat aus. Der Austausch erfolgte in Betriebspausen.

In den HERA-Oktanten Süd-Links und Süd-Rechts gibt es zwei Kaltlecks im Isoliervakuum der supraleitenden Magnete, die den Druck in ihrer Nachbarschaft auf 10^{-4} mbar erhöhen (Abb. 12). Durch Anbringen eines zusätzlichen Pumpstandes und Abgrenzen der undichten Abschnitte vom Rest der Oktanten läßt sich der Bereich erhöhten Druckes eingrenzen und die zusätzliche Wärmelast von 100 auf 20 Watt pro Leckstelle reduzieren. Während des Betriebs und nach einigen Temperaturzyklen traten keine weiteren Lecks auf.

Zu Beginn des Jahres wurden drei Abschnitte des Strahlvakuums in den geraden Strecken Ost und Nord in situ bis 170°C über etwa 48 Stunden ausgeheizt. Der Druck an den Ionenzerstäuberpumpen konnte dadurch von einigen 10^{-9} auf unter 10^{-10} mbar reduziert werden.

Die Ausheizung weiterer Vakuumabschnitte im Norden und Süden noch vor Aufnahme des Experimentierbetriebs ist in Vorbereitung.

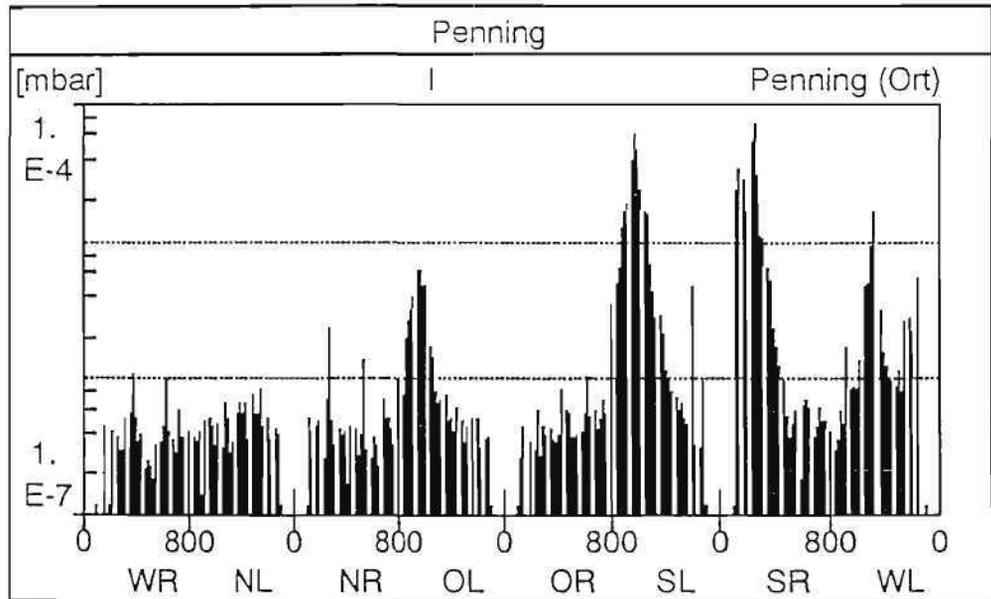


Abbildung 71: Der Druck im Isoliervakuum der supraleitenden Magnete des gesamten HERA-Protonenrings.

Im Quadranten West-Nord konnte die integrale Leckrate des von flüssigem Helium umgebenen Strahlrohres gemessen werden. Das ca. 1500 m lange Strahlrohr war während 47 Tagen von allen Pumpen getrennt. Beim Aufwärmen der Magnetkette wurde mit einem empfindlichen Massenspektrometer nach angesammeltem Helium geschaut. Bei einer Empfindlichkeit von 10^{-11} mbar konnte kein Helium nachgewiesen werden. Daraus ergibt sich eine obere Grenze für die integrale Leckrate des gesamten Abschnitts von 10^{-15} mbar l/sec.

Der mittlere Druck im gesamten Strahlrohr während des Betriebs von HERA mit Protonen lag unter 10^{-9} mbar.

Eine Workstation zur Kontrolle und Bedienung der Systeme wurde im HERA-Kontrollraum installiert. Die Elektronik für die Ansteuerung der Verdampferpumpen in den geraden Strecken wurde fertiggestellt und in Betrieb genommen. Die Ansteuerung der Strahlschieberventile wurde in der Wartungsperiode 1991/1992 installiert.

Kältetechnik – KRYO – und Kältekontrollen – KRYK –

Kältetechnik

Das gesamte HERA-Kältesystem, die zentrale Helium-Kälteanlage, das Helium-Ringverteilungssystem mit Transferleitungen und Magnetversorgungsboxen sowie die Protonenringmagnete waren nahezu das ganze Jahr 1991 auf ihrer Betriebstemperatur von 4.4 Kelvin.

Nachdem im Dezember 1990 erstmalig der gesamte HERA-Protonenring abgekühlt war, konnte ab Januar 1991 der stationäre Kältebetrieb des Systems ohne Komplikationen bis Weihnachten 1991 fortgeführt werden. In der geplanten Betriebsunterbrechung im Mai wurden zwei Referenzdipolmagnete in der HERA-Halle West installiert und an das Kälteversorgungssystem angeschlossen. Ebenso wurden im Laufe des Jahres sechs Kryostate mit 12 vierzelligen supraleitenden Beschleunigungsstrecken für den HERA-Elektronenring in das Helium-Kälteversorgungssystem mit aufgenommen.

Parallel zu diesen Aktivitäten wurden die beiden Experimente H1 und ZEUS nach Bedarf mit kaltem Helium versorgt, ebenso wie die restlichen Teststände in der Magnetmeßhalle.

Die Betriebszeit der für den HERA-Ring benutzten Kälteanlagen betrug 1991 7750 Stunden. Das bedeutet eine 100%ige Kälteversorgung innerhalb der geplanten Betriebszeit der Magnete.

Der reibungslose Kältebetrieb konnte wie vorgesehen mit nur zwei der insgesamt drei Einzelanlagen durchgeführt werden, da die Wärmelasten im Protonenring sehr genau den Erwartungen entsprachen. Sie wurden für den gesamten Ring bei einem Kryobetrieb zu 5.1 kW im 4.4-Kelvin-Kreislauf (Magnete + Boxen + Transferleitung) und 28.5 kW im 40/80-Kelvin-Kälteschildkreislauf gemessen.

Eine genaue Analyse der gemessenen Magnettemperaturen ergab eine Temperaturmeßgenauigkeit von ± 8 mK. Damit ließ sich die Rückkühlung des Heliums, die in den Dipolen stattfinden soll und sich an aufeinanderfolgenden Meßpunkten mit regelmäßigen Temperatursprüngen von ca. ± 15 mK zeigte, gut nachweisen.

Zu Beginn des Beschleunigungsbetriebs konnten die in den supraleitenden Magneten gespeicherten permanenten Wirbelströme durch ein kurzzeitiges Anheben der Magnettemperaturen gelöscht werden. Dieser Vorgang wurde problemlos innerhalb von zwei bis drei Tagen durchgeführt.

Das Aufwärmen und Abkühlen des Magnetings mit Hilfe des rechnergesteuerten Kontrollsystems sind inzwischen routinemäßige Operationen geworden.

Das Kontrollsystem wurde zu einem leistungsstarken Rechnerverbundsystem ausgebaut. Mit dem Anschluß weiterer Verbraucher wurden das Angebot und die Darstellung von Informationen im Kryokontrollraum beträchtlich erweitert. So wurde z.B. die Kontrolle der supraleitenden Cavities des Elektronenrings vollständig in die allgemeinen Kältekontrollen integriert.

Kältekontrollen

Im Beschleunigerkontrollraum wurde eine Konsole installiert, mit deren Hilfe der Zugriff auf alle Daten des Kältekontrollsystems möglich ist.

Die HERA-Kälteanlage war im Oktober 1991 Treffpunkt der von DESY und dem ICEC (International Cryogenic Engineering Committee) organisierten, internationalen TTIC-Konferenz (Technology Transfer in Cryogenics).

Energieversorgung – MKK –

Übersicht

Das Arbeitsgebiet der Gruppe MKK umfaßt:

- das Hochspannungsnetz mit vier hauseigenen 10-kV-Drehstrom-Mittelspannungsnetzen mit 20 10-kV-Schaltstationen. Diese Netze werden über drei eigene Transformatoren mit einer Übertragungskapazität von zusammen bis zu 149 MVA unmittelbar aus dem 110-kV-Netz der Hamburgischen Electricitäts-Werke gespeist.
- die allgemeine Stromversorgung von ganz DESY mit den Niederspannungs-Drehstromnetzen für 230 V, 400 V und 690 V, die über eigene Transformatoren aus den oben genannten 10-kV-Netzen gespeist werden
- die Stromversorgung für Magnete aller Beschleuniger, Speicherringe und Experimente bei DESY. Das sind ca. 490 Hochstromkreise und ca. 1 350 Korrekturmagnete mit hochgenauer Stromregelung und die 80-kV-Hochspannungs-Gleichstromversorgung für die Hochfrequenzsender.
- die Wasserkühlung für ca. 2 400 Magnete und die Hochfrequenzsender und -beschleunigerstrecken sowie für zahlreiche Klimaanlageanlagen mit den dazugehörigen Primärsystemen (Kühltürme, Kaltwassererzeugung, Tiefbrunnen, Versickerungssysteme und Schluckbrunnen, Enteisung und sonstige Aufbereitung), dazu Einrichtungen für die Wärmerückgewinnung
- die Lüftung- und Klimaanlageanlagen für die Beschleunigertunnel und die unterirdischen Hallen und Nebenräume, Rechnerräume und Kontrollräume unter Einschluß von Anlagen außerhalb des Beschleunigerbereichs (insgesamt ca. 130 Anlagen), dazu die Heizungssysteme für ganz DESY. Für den durchlaufenden Betrieb stellt die Gruppe Personal im Teilschichtdienst.

Im Jahr 1991 wurde das im Vorjahr begonnene Programm zur Erneuerung und Modernisierung weitergeführt. Die Inbetriebnahme und der Betrieb von HERA haben die bei der Gruppe MKK vorhandene Arbeitskapazität sehr beansprucht. Ein wichtiges Ziel war es, die dem Beschleunigerbetrieb dienenden Geräte zuverlässiger und besser bedienbar zu machen.

Allgemeine Stromversorgung

Als Ersatz für 14 ältere 10-kV-Schaltstationen wurde eine zentrale 20-zellige Schaltanlage zwischen den DESY-Hallen I und II aufgestellt und in Betrieb genommen. Der schon 1990 begonnene Tausch von ölarmen 10-kV-Leistungsschaltern gegen Vakuumschalter wurde fortgesetzt. Wegen der wenigen Abschaltzeiten konnte das Programm 1991 noch nicht abgeschlossen werden.

Neben zahlreichen kleineren Installationsarbeiten wurden Reparaturen an der Straßenbeleuchtung durchgeführt. Unvorhersehbare Arbeiten wurden durch

Brände in einer 10-kV-Schalterzelle in der DORIS-Hauptstation und einem DORIS-Stromrichtergerät sowie durch die Unterspülung einer 110-kV-Einspeisung verursacht.

Die Maßnahmen zur Verringerung der Grundwasserförderung haben sich weiter bewährt. Allerdings ist der 1989 gestellte Antrag auf eine Erweiterung der Wasser-Förder- und Versickerungsmöglichkeiten nach wie vor offen. Inzwischen wurden für die Rückkühlung des PETRA-Nordhalbrings sechs Kühltürme aufgestellt und verrohrt. Nur die elektrische Inbetriebnahme steht noch aus. Im Kaltwassersystem und im Kühlturbereich von DESY wurden größere Reparaturarbeiten an den Rohrleitungen notwendig.

Wasserversorgung

Die Temperaturverteilung im DESY-Ring hat über die temperaturbedingte Verformung des Ringträgers spürbaren Einfluß auf die Einschußbedingungen von DESY III nach PETRA II. Die im Keller des Zentralgebäudes untergebrachte Klimaanlage wurde überprüft, die schwersten Mängel wurden in der Wintermontagezeit 1991/92 abgestellt. Nun müßten die Betriebsbedingungen neu definiert und dann eine gründliche Sanierung der Anlage vorgenommen werden. Auch für die PETRA-Hallen Nord-Rechts und Süd-Rechts sollen die Lüftungsanlagen den heutigen Betriebsbedingungen angepaßt werden. Dazu wurde die Erneuerung der Anlagen und die Beschaffung von Kaltwassersätzen ausgeschrieben.

*Heizung, Klima,
Lüftung*

Das Ziel, sich nach und nach von unzuverlässig gewordenen und/oder mit Gefahrstoffen behafteten Geräten zu trennen, wurde weiterverfolgt. Es wurden neue Hochspannungswiderstände auf Glasseidebasis für die Senderstromversorgung bestellt. Wassergekühlte Kabel mit Asbestummantelung wurden ersetzt. Es wurde beschlossen, zusätzlich zu den schon entsorgten Hochspannungsglättungskondensatoren auch die mit Clophen getränkten Kondensatoren der Blindleistungs-Kompensationsanlagen so bald wie möglich zu ersetzen.

Entsorgung

Die letzten noch für DESY II genutzten Quecksilber-Dampfstromrichter wurden entsorgt, und eine größere Zahl von aus der Gründerzeit von DESY stammenden Stromrichtergeräten und Transformatoren wurde zur Verschrottung freigegeben. Für 73 der insgesamt 217 mit Öl gefüllten Transformatoren und Drosselspulen von DESY wurde die Überprüfung des PCB-Gehalts veranlaßt.

Für die Versorgung der DESY II-Korrekturdipole wurde ein Zusatzgerät (10 A, 20 V) mit linear bipolar aussteuerbarem Stellglied entwickelt. Es soll an DESY II für die horizontalen Korrekturen eingesetzt werden. In die Korrekturwicklungen, die auf das Eisenjoch des Hauptmagneten aufgebracht sind, werden vom Hauptfeld Spannungen induziert. Die resultierenden Ströme müssen von den Korrekturgeräten mit eingepprägten Strömen kompensiert werden, um gegenseitige Kopplungen zu vermeiden.

Entwicklungen

Für die Sextupolmagnete des HERA-Protonenrings wurde ein bipolares Gerät (100 A, 300 V) entwickelt und der Nachbau von zehn Geräten bestellt.

Vorbeschleuniger, Strahlführungen

Es wurden die als Ersatz für den Quecksilberdampfstromrichter der DESY II-Gleichstromquelle benötigten Geräte beschafft. Mit den Umbauarbeiten wurde in der Wintermontagezeit 1991/92 begonnen.

Eine der modernen, für PETRA II beschafften Senderstromversorgungen (75 kV, 20 A), soll auf Dauer die erneuerungsbedürftige DESY II-Senderstromversorgung ersetzen. Vorbereitende Arbeiten hierfür wurden begonnen.

Für Multipolkorrekturen an DESY III wurden sechs Stromversorgungen (60 A, 130 V) bestellt.

Die Quadrupolstromversorgung der Strahlführungswege von DESY nach PETRA II wurde durch acht neue Geräte (360 A, 60 V) und 16 Geräte (270 A, 130 V) ersetzt. Diese Geräte, wie auch die Multipolgeräte von DESY III, werden nach dem bei HERA bewährten Prinzip mit pulsweitenmodulierten Transistorstellgliedern geregelt. Mehrere Geräte werden von einem nicht geregelten Gleichstrom-Muttergerät gespeist.

Die dynamische Kompensation der Steuerblindleistung von DESY III hat sich inzwischen sehr bewährt. Andere Verbraucher werden über das Netz durch den DESY III-Puls kaum noch beeinträchtigt.

DORIS III

Die umfangreichen Arbeiten für den DORIS III-Umbau wurden abgeschlossen. Die Geräte und Anlagen zur Strom- und Wasserversorgung wurden in Betrieb genommen.

PETRA II

Die mit der PETRA-Hauptstromversorgung verbundenen Schwierigkeiten sind überwunden. Die Thyristoren wurden ausgetauscht. Weitere Schienenrangierungen wurden notwendig, um das am LINAC II noch spürbare Magnetfeld des Stromschienenpakets zu verringern.

Im 40-GeV-Betrieb wird eine vorzeitige Abnutzung der Dipol-Wicklungsisolierung durch die thermisch verursachten Wicklungsbewegungen befürchtet. Deshalb wurde rechnerisch untersucht, wie Temperaturänderungen an den Magnetwicklungen durch Anpassen der Wasserdurchflußmenge verringert werden können. Die Änderung der Durchflußmenge könnte z.B. durch Änderung der Motordrehzahl über Frequenzumrichter bewirkt werden. Nach den Modellberechnungen lassen sich bei einem einzelnen Hochlauf- oder Massengezyklus die Schwankungen der mittleren Magnettemperatur von 5°C auf 1.5°C senken, wenn die Pumpendrehzahl zwischen 600 und 2900 U/min. variiert wird und die Regelzeitkonstante des Antriebs zwei Sekunden beträgt. Der nach einem

halbstündigen Injektionszyklus entstehende Temperaturhub würde von 12°C auf 3°C verringert. Dafür würden Temperatur- und Druckschwankungen im Leitungssystem auftreten.

Zur Kontrolle von Temperatur und Feuchtigkeit wurden im PETRA-Ring jeweils vor und hinter den Hallen Sensoren eingebaut und mit Umsetzern an den Schaltschränken für die Entfeuchtungsanlagen verbunden. An den Schränken vor Ort und im Beschleunigerkontrollraum können die aktuellen Werte auch im Betrieb abgelesen werden.

Bei HERA waren 1991 die zahlreichen Stromgeräte in Betrieb oder wieder in Betrieb zu nehmen und zu halten. Dabei führte die nun vorhandene Übung und Erfahrung der inzwischen mit dem System gut vertrauten Mitarbeiter zu überraschend kurzen Inbetriebnahmezeiten.

*HERA-
Stromversorgung*

Probleme waren noch bei den Stromversorgungen des Protonenrings zu lösen. Die Geräte versorgen supraleitende Magnete hoher Induktivität. Die Lastzeitkonstanten der vielen hundert Stromkreise variieren wegen der unterschiedlichen Induktivitäten bzw. Kabellängen zwischen 70 ms und 10 s. Weiter gibt es für den Stromnulldurchgang und das Umpolen hohe Genauigkeitsanforderungen. Die Regelparameter wurden eingehend untersucht. Mit sieben unterschiedlichen Reglereinstellungen wurden die Anforderungen für alle Stromkreise erfüllt.

Die Regelung der Stromversorgung für den supraleitenden Dipolmagnetkreis des HERA-Protonenrings gestaltete sich wegen der hohen Induktivität des Kreises (21 H) und der deshalb großen Regelzeitkonstanten von ca. 500 Sekunden schwierig. Außerdem kam es bei Schnellabschaltungen des Kreises zu hohen Spannungsspitzen. Deswegen mußte der Strom zunächst auf 3 000 A, was einer Protonenstrahlenergie von 480 GeV entspricht, begrenzt werden. Zur Überwindung der Schwierigkeiten wurde eine Ausgleichsringleitung installiert. Beim Schnellabschalten werden die Mitten der Dumpwiderstände durch Schalter mit der Ausgleichsleitung verbunden. Hierdurch werden beim Schnellabschalten gefährliche Spannungsspitzen vermieden. Die neue Schaltung ist in Abbildung 13 dargestellt.

Die Fertigung der für den Elektronenring von HERA bestellten drei Senderstromversorgungen hat gute Fortschritte gemacht. Ende November fanden die Werksabnahmen der Hochspannungskomponenten statt. Die für das Betriebsverhalten, die Regelung und die Steuerung wichtigen Einzelheiten wurden mit den Auftragnehmern festgelegt.

Die HERA-Experimente H1 und ZEUS wurden von der Gruppe MKK intensiv unterstützt. Die Magnetstromversorgungen der Detektormagnete wurden in Betrieb genommen. Für den Umgang mit brennbaren Gasen in den Spurenkammern waren Sicherheitsfragen zu klären. Falls ein Gasleck auftritt, müssen einige elektrische Anlagen durch „Not-Aus“ abgeschaltet werden. Die hierfür

*HERA-
Experimente*

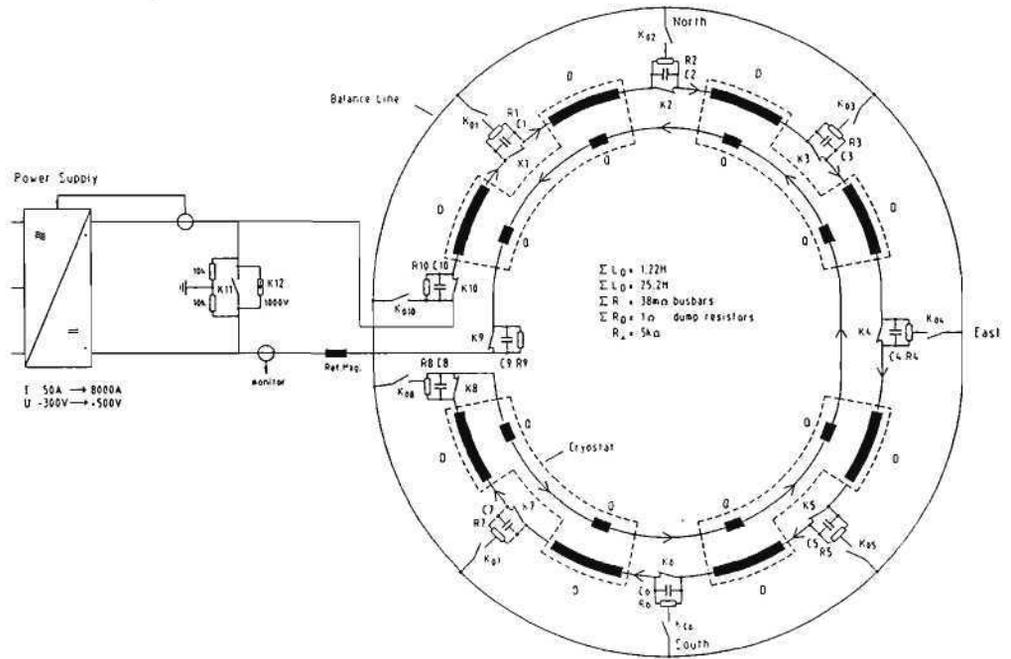


Abbildung 72: Die Schaltung des supraleitenden HERA-Hauptstromkreises mit Potentialausgleichsleitung.

an den Elektroinstallationen notwendigen Änderungen wurden gemeinsam mit anderen Gruppen festgelegt und verwirklicht. Die Gasabsaugeinrichtungen für beide Detektoren wurden fertiggestellt.

HERA-Kühlung und -Lüftung

Das Kühlsystem wurde weiter vervollständigt. In den wenigen Abschaltperioden für Wasser wurden die Klappenantriebe im Ring eingestellt und überprüft. Auch die Fernbedienungs- und Überwachungsmöglichkeiten sind nun so weit verdrahtet, daß die Steuerung vom Beschleunigerkontrollraum aus getestet werden kann. Die Komponenten der Wasserkühlung in den Hallen sollen durch speicherprogrammierbare Steuerungen (SPS) verknüpft und vom Kontrollraum aus überwacht werden. In Halle Nord wurde eine aus vier SPS-Gruppen bestehende Steuerung aufgebaut und zusammen mit der Gruppe MKI der Datenaustausch mit dem Beschleunigerkontrollraum über eine serielle Schnittstelle getestet. Das für die anderen Hallen benötigte SPS-Material wurde beschafft.

Die Kaltwasserversorgung wurde weiter ausgebaut. Bei den Kaltwassererzeugern traten Schwierigkeiten auf. Kunststoffbeschichtungen, die Stahlteile vor entionisiertem Wasser schützen sollen, hatten sich abgelöst. Zum zweiten Mal mußten alle zehn Kühlmaschinen repariert werden.

Die die Experimentierhallen belüftenden Teilklimaanlagen wurden mit zusätzlichen Lufterhitzern ausgestattet. Die in den Übergangszeiten zur Energieersparnis vorgesehene Kühlung mit Außenluft hat zu viel Feuchtigkeit in die Hallen gebracht. Nun werden die Anlagen im Umluftverfahren mit 10% Zusatz von Außenluft betrieben und mit Kaltwasser gekühlt.

Für den HERA-Ring wurden Meßstellen festgelegt, an denen im Ring Temperatur und Feuchtigkeit gemessen werden sollen. Die Montage und Verdrahtung der dazu notwendigen Sensoren hat begonnen.

Aufbau von Beschleunigern und Experimenten – MEA –

Zum Aufgabengebiet der Gruppe MEA gehören:

Übersicht

- der Aufbau der Experimente, der Beschleuniger und der Strahlführungswege
- die magnetische Vermessung der Detektormagnete und der normalleitenden Magnete für die Beschleuniger und Strahlführungswege
- die geodätische Vermessung der Beschleuniger, der Strahlführungswege und der Detektoren sowie die Kontrolle und Pflege des geodätischen DESY-Vermessungsnetzes
- die Planung und der Aufbau von Abschirmungen und Sicherheitseinrichtungen (Interlock, Feuerschutz, Gasalarmsysteme) für die Experimente und Beschleuniger
- die Terminplanung aller Aufbau-, Änderungs- und Wartungsarbeiten an den genannten Einrichtungen

Unterstützt durch verschiedene DESY-Gruppen sowie durch Zeitarbeitskräfte und externe Ingenieurbüros wurden folgende Arbeiten geleistet:

Im geraden Stück von HERA-West wurden sechs Kryostate mit supraleitenden HF-Resonatoren eingebaut. Für das Laserpolarimeter wurden die Laserstrahlungselemente (Optik und Spiegel) inklusive Laserschutzrohr, der Detektor für die rückgestreuten Laserphotonen mit Bleiabschirmung und spezielle Vakuunkammern mit Ein- und Auslaßfenstern für das Laserlicht montiert.

HERA

In der Halle West wurden zwei supraleitende Referenzdipolmagnete inklusive Unterbau und Kälteboxen aufgebaut. In den geraden Stücken Nord, Süd und Ost wurde bei der Montage des gemeinsamen Vakuumsystems für beide HERA-Ringe mitgeholfen. Im warmen Teil des Protonenrings wurden Strahllagemonitore montiert.

Die Wechselwirkungszonen im Norden und Süden wurden für das Einfahren der Detektoren H1 und ZEUS vorbereitet.

Der Terminablauf für den späteren Einbau des Spin-Rotators im geraden Stück Ost wurde geplant. Einige spezielle Korrekturmagnete und Magnetstützen für den Rotator wurden konstruiert und gebaut.

DORIS III

Im Februar 1991 wurden die Umbauarbeiten im DORIS-Bypass mit der Montage der Vakuumkammern abgeschlossen.

PETRA II/DESY

An PETRA II und DESY II/III wurden im Berichtszeitraum die erforderlichen Wartungsarbeiten durchgeführt.

HERA-Detektoren H1 und ZEUS

An den beiden HERA-Detektoren H1 und ZEUS waren zahlreiche Komponenten zu montieren. Für beide Detektoren wurden die Kompensationssolenoiden magnetisch vermessen.

Bei H1 waren zu installieren:

- Rückwärtskalorimeter (BEMC)
- Eiseninstrumentierung
- Vorwärtstoroid und Myonkammern

Für das Einfahren des H1-Detektors in die Strahlposition wurde ein Terminplan erstellt.

Bei ZEUS waren folgende Komponenten zu installieren:

- Vorwärts-, Rückwärts- und Hauptkalorimeter (FCAL, RCAC, BCAL)
- Zentrale Driftkammer (CTD)
- Vorwärtsspurendetektor (FDET)
- Verkabelung für die Kalorimeter und den Hadron-Elektron-Separator (HES)
- Vier von sechs Stationen des Leading-Proton-Spektrometers (sog. Römertöpfe) inklusive Verkabelung
- Verkabelung des Luminositätsmonitors

In den HERA-Hallen Nord und Süd wurde die endgültige Abschirmung aus Schwerbeton- und Eisenblöcken aufgebaut. Die QC-Quadrupolmagnete auf der jeweils rechten Seite wurden mit 40 cm dicken Eisenkragen umgeben. Um diese Abschirmungen aufbauen zu können, mußten Hilfskräne konstruiert und installiert werden.

Abschirmung

Die Schlitzte zwischen den permanenten Abschirmungen und den HERA-Detektoren müssen mit Schwerbeton abgedeckt werden. Bei ZEUS wurde diese Betonabschirmung an den Außenjochen befestigt. Beim Auffahren der Joche fährt die Abschirmung mit. Bei H1 war dieses nicht möglich. Hier wurden zwei 10 m hohe 90 t schwere Türme aus Abschirmbeton mit einer Grundfläche von 2 m × 1.2 m gebaut. Diese Türme lassen sich hydraulisch verfahren wenn die Jochhälften des Detektors aufgefahren werden sollen.

DORIS III wurde vermessen und justiert. Für HASYLAB wurden die Strahlachsen angegeben.

*Geodätische
Vermessung*

Beide HERA-Ringe wurden im Frühjahr vermessen und justiert. Im Dezember wurde der Elektronenring erneut vermessen.

Die HERA-Magnete in Detektornähe sind auf 6 m langen Brücken aus Eisenträgern aufgebaut. Die Brücken ruhen zum Teil auf 5 m hohen A-förmigen Stützen. Um mögliche Bewegungen der Magnete auf den Brücken ständig beobachten zu können, wurden vier Drahtmeßvorrichtungen in den Wechselwirkungszonen Nord und Süd aufgebaut: Zwischen dem ersten Magneten auf der Brücke und einem Referenzpunkt 50 m weit im Tunnel wird ein Draht gespannt und dessen Bewegung am QB-Magneten mit Hilfe einer Kamera beobachtet.

Beim Aufbau der Detektoren H1 und ZEUS wurden Referenzpunkte eingemessen und Vermessungshilfe beim Einbau diverser Komponenten bereitgestellt. Der Einbau eines Schlauchwaagen-Meßsystems für die Kontrolle von Höhenbewegungen der Detektoren und benachbarter HERA-Magnete wurde vorbereitet.

Das Festpunktfeld auf dem DESY-Gelände wurde erneut vermessen und ergänzt. Die Daten wurden elektronisch erfaßt, was für die geplante Erstellung eines digitalen Geländeplans erforderlich ist.

In beiden Detektoren werden mit brennbaren Gasen gefüllte Spurenkammern benutzt. Für deren Betrieb wurden Pumpsysteme mit Durchfluß-Mengenkontrolle, Gasdetektoranlagen und Gaswarneinrichtungen aufgebaut. Die Umgebung der Kammern sowie die Gasmisch- und Gaslagerräume werden ständig von Gasdetektoren überwacht.

Sicherheit

Die Brandschutzeinrichtungen für die Detektoren wurden vervollständigt. In der Halle Süd wurden für ZEUS die Brandmelde- und die Halonlöschanlage fertiggestellt. Eine Leichtschäum-Löschanlage sowie eine Sprühanlage wurden installiert. Beim H1-Detektor wurde ein Rauchmeldesystem auf Ansaugbasis installiert.

Beschleunigerplanung – MPL –

Die Gruppe MPL ist zuständig für die Planung der Aufstellung von Beschleunigerstrukturen in den Tunneln und Experimentierhallen, die Konstruktion von Magneten und von Einrichtungen zur Magnetaufstellung, die Koordination von Beschleunigeraufstellungen und Gebäudeausführungen.

Im Berichtszeitraum konzentrierten sich die Arbeiten der Gruppe MPL auf die Magnetinstallation und die Betreuung von bereits laufenden und neu hinzugekommenen Magnetaufbauvorhaben sowie an der Planung und der Konstruktion für das Polarimeter des HERA-Elektronenrings.

HERA

Im geraden Stück West-Rechts des HERA-Tunnels befindet sich das Laserpolarimeter zur Messung der Elektronen-Strahlpolarisation. Für dieses Polarimeter wurden einige spezielle Vakuumkammern mit Ein- und Auslaßfenstern für das Laserlicht benötigt. Die Konstruktion dieser inzwischen gefertigten und installierten Kammern wurde abgeschlossen.

Des weiteren wurden für das Polarimeter folgende Komponenten mit Unterbauten konstruiert, beschafft und teilweise beim Einbau betreut:

- Vakuumrohre, die den Laserstrahl umgeben und vom Laserraum in die Halle West bis 150 m in den Tunnel in Richtung West-Rechts reichen.
- Vakuumtaugliche, verstellbare Spiegel- und Linsenhalterungen
- Eine Laserstrahl-Analysestation
- Ein verstellbarer Detektortisch mit Bleiabschirmung
- Eine Arbeitsplattform

In den Experimentierzonen Nord und Süd befinden sich einige Maschinenquadrupolmagnete auf Brücken aus Stahlprofilen. Die Magnetbrücken, die zum Teil auf ca 5 m hohen A-förmigen Stützen ruhen, ragen in die Detektoren hinein. Die Brücken und Stützen wurden mit Getrieben und Schrittmotoren ausgerüstet, die es erlauben eine Fernjustierung (Höhe, Lage) durchzuführen. Grundlage hierfür ist das von den Gruppen MEA und MKI installierte Drahtmeßsystem, mit dem z.B. durch Bodensetzbewegungen verursachte Höhen- und Lageänderungen der Brücken registriert werden können.

Spinrotator

Obwohl für den Einbau des Spinrotators im geraden Stück Ost noch kein verbindlicher Termin festgelegt werden konnte, wurden vorbereitende Arbeiten, die der Installation vorangehen müssen, durchgeführt. So wurden die Einbaustrecken in den HERA-Oktanten Ost-Links und Ost-Rechts sorgfältig nach möglichen Materialdurchdringungen untersucht. Es wurde mit Modellen erprobt, wie die schweren Rotatorstützen eingebaut werden können.

Für die Einbaustrecken des Rotators wurden Übersichtszeichnungen (1:10) mit allen bereits installierten und noch zu installierenden Komponenten erstellt. Ein Montageablaufplan für den Rotatoreinbau wurde erarbeitet.

Im Zuge der Untersuchungen ergaben sich einige Änderungen an Magnetstützen und Versorgungseinrichtungen. Diverse Magnetstützen wurden konstruiert und beschafft.

Bei einigen vertikalen Korrekturspulen vom HERA-Typ wurde der Polabstand vergrößert, so daß sie über das erweiterte Kammerprofil im Rotator passen.

In einer DESY-Halle wurde die rechte Hälfte des Spinrotators inklusive des Vakuumsystems aufgebaut und erprobt. Am Antriebssystem für die höhenverstellbaren Rotatorstützen wurden Verbesserungen ausgeführt. Ein Überwachungssystem für den Simultanlauf der verstellbaren Stützen wurde entwickelt und erprobt.

Die Übersichtszeichnungen von DORIS III wurden ergänzt und auf den neuesten Stand gebracht.

DORIS III

Für die Ablenkmagnete von PETRA II wurden zusätzliche Spulenhalterungen konstruiert und von der Gruppe MEA und den Betriebshandwerkern angebracht, um die Spulen gegen die magnetischen Kräfte besser abzustützen.

PETRA II

Im geraden Stück Nord-Ost wurden die beiden Ablenkmagnetpaare, bestehend aus den sogenannten 17%- und 82%-Dipolmagneten, entfernt und durch normale PETRA-Dipolmagnete ersetzt. Hierdurch mußten die Quadrupol- und Korrekturmagnete im geraden Stück Nord-Ost um 34 mm parallelverschoben werden, was Änderungen an diversen Justierelementen notwendig machte.

Strahlenschutz

Für den Strahlenschutz war das Jahr 1991 gekennzeichnet durch den verstärkten Betrieb der Protonen-Beschleuniger DESY III und PETRA II. Durch erfolgreiche Verbesserungen in der Betriebsweise dieser Vorbeschleuniger gelangte deren Strahlenintensität in die Nähe des geplanten Endwertes. Es zeigte sich, daß die ursprüngliche Abschirmung auch für den Protonenbetrieb im Allgemeinen ausreicht; die an einigen Stellen vor Aufnahme der Protonen-Beschleunigung vorgenommenen Verstärkungen der Abschirmung haben sich somit bewährt. In den dicht am Synchrotron gelegenen Laborräumen lag die Jahresdosis unter 10 mSv, nachdem im vorigen Jahr die Abschirmung dort an zwei Stellen nachgebessert wurde; die meisten dieser Räume sind als Kontrollbereich gekennzeichnet. In nahezu allen der PETRA-Hallen war die Jahresdosis kleiner als 2 mSv, sie bleiben deshalb auch weiterhin frei zugänglich. Eine Ausnahme bilden wegen der Strahlverluste bei der Injektion diejenigen Hallen, die der Einschußstelle in PETRA II am nächsten liegen. So betrug in der als Kontrollbereich bezeichneten Halle Ost die Jahresdosis in der Nähe der Abschirmung 50 mSv. In dieser Halle wird deshalb die Abschirmmauer bis zur nächsten Betriebsperiode verdoppelt. An der Geländegrenze konnte keine Dosis oberhalb des natürlichen Untergrundes festgestellt werden.

Überwachung

Die Personendosen von ca. 1 200 überwachten DESY-Angehörigen und Gästen lagen alle unter 2.5 mSv/Jahr, bei 1 100 von ihnen ergab keine der 12 Monatsdosen einen meßbaren Wert.

Die Restaktivität entlang der Vakuumrohre nach dem Abschalten der Beschleuniger ist geringer als erwartet. Einige Stunden nach Beendigung des Betriebes betrug die Dosisleistung im Arbeitsabstand (30 - 40 cm) am DESY III etwa 20 μ Sv/h bis maximal 60 μ Sv/h.

Bei PETRA II werden auch während des Betriebs die Dosen an den Magnetspulen kontinuierlich gemessen, um Strahlenschäden zu erkennen.

Die angegebenen Ortsdosen in den Hallen sind im wesentlichen Neutronendosen. Ihre Messung ist deswegen schwierig, weil es sich zum Teil um Neutronen mit Energien bis zu 150 MeV handelt und weil das Neutronenfeld stark gepulst ist; kommerzielle Geräte stehen nicht zur Verfügung. Das Meßverfahren wurde in den letzten zwei Jahren entwickelt. Es beruht darauf, daß zunächst das gesamte Neutronenspektrum von thermischer Energie bis zu 200 MeV (9 Größenordnungen) gemessen wird. Verwendet werden dazu Polyäthylen-Moderatoren verschiedener Größen (Durchmesser: 2 bis 50 cm), in deren Zentrum sich ein Detektor für thermische Neutronen befindet; dazu kommen Kernspurdetektoren, die die Spaltung von Thorium oder Wismuth durch Neutronen messen. Aus den Meßdaten ergibt sich das Spektrum mittels einer mathematischen Entfaltungs-

Ortsdosimetrie

methode. Mit diesem relativ aufwendigen Verfahren wurden an zehn Orten hinter Abschirmungen von DESY III und PETRA II das Neutronenspektrum und damit die Äquivalentdosis bestimmt. Es zeigt sich, daß das Spektrum annähernd unabhängig von Dicke und Art der Betonabschirmung ist. Mit dieser Information können dann einfachere Dosismeßgeräte, die nur einen Teil des Neutronenspektrums „sehen“, kalibriert und in größerer Stückzahl im Gelände eingesetzt werden.

Theoretische Arbeiten

In den letzten Jahren wurde das am CERN entwickelte Monte-Carlo-Programm „FLUKA“ zur Berechnung der hadronischen Kaskade, die beim Auftreffen eines hochenergetischen Protons auf ein Stück Materie entsteht, erweitert, so daß auch die in der Kaskade produzierten niederenergetischen Neutronen rechnerisch verfolgt und ihre Dosis hinter einer Abschirmung berechnet werden kann. Dieses Programm wurde nochmals erweitert, um auch die Photonendosis hinter einer Betonabschirmung zu berechnen. Folgende Prozesse, die zur Produktion von Photonen beitragen, wurden berücksichtigt: Einfang von thermischen Neutronen, Aussendung von Photonen durch angeregte Kerne nach der Emission von niederenergetischen Neutronen, inelastische Streuung von Neutronen und andere neutroneninduzierte Kernprozesse, sowie Photonen aus der elektromagnetischen Kaskade, die von dem Zerfall von π^0 -Mesonen herrührt. Zur Berechnung der weiteren Prozesse dieser Photonen wird das bekannte Monte-Carlo-Programm EGS benutzt. Die Arbeit wird demnächst abgeschlossen.

Bereich Zentrale Datenverarbeitung, Entwicklung und Betrieb

Inhalt

Übersicht	209
Zentrale Datenverarbeitung	211
Technische Entwicklungen und Dienste	231

Übersicht

Der Bedarf an Rechenleistung, verursacht durch die Komplexität der wissenschaftlichen Fragestellungen, ist so gestiegen daß er durch „klassische“ Großrechner (Mainframes) praktisch nicht mehr erbracht werden kann. Mainframes sind „Alleskönner“ mit sehr sicheren Betriebssystemen, die gleichzeitig sehr viele Prozesse bedienen können. Sie sind höchstkomplizierte Systeme, bedürfen intensivster Pflege, und sie sind sehr teuer.

Datenverarbeitung

Große Rechenleistung wird aber häufig für wenige spezifische Anwendungen benötigt (Simulation von Ereignissen in Experimenten und von Teilchen in Beschleunigern, numerische Lösung von Gleichungen, Finite Elemente-Rechnungen, Rekonstruktion von Ereignissen, 3D-Graphik usw.). Einmal entwickelt, können solche Anwendungen auf speziellen, preiswerten, aber sehr leistungsfähigen Rechnern installiert und benutzt werden. Mainframes sind damit allerdings nicht entbehrlich. Sie werden weiterhin für die Entwicklung von Programmen, für sehr komplexe Anwendungen und für den unspezifischen Bedarf vieler Benutzer benötigt. Ihr relativer Anteil an der Gesamtrechenleistung wird aber kleiner.

Wenn auf mehreren Rechnern gearbeitet wird bzw. verschiedene Geräte (Datenspeicher, Terminals, Drucker usw.) benutzt werden müssen, gibt es verstärkt Bedarf nach Datenkommunikation. Es werden leistungsfähige Datennetze benötigt, die den Datenverkehr zwischen allen Geräten ermöglichen.

Dieser Trend – breitbandige Netze, in denen leistungsfähige Rechner für spezifische Anwendungen angeschlossen sind, und relativ rückläufige Rechenleistung auf den Mainframes – herrscht auch bei DESY vor.

Damit wird zwar die Datenverarbeitung „farbiger“, weil vielfältiger, aber nicht einfacher. An die Benutzer, die die Vielfalt nutzen wollen, werden höhere Ansprüche gestellt. Sie müssen entsprechend unterstützt werden. Zu diesem Zweck wurde die „User Support Group“ geschaffen. Sie soll Probleme „filtern“, bevor Spezialisten eingeschaltet werden, allgemeinen Bedarf erfassen, nach Möglichkeit befriedigen und ganz besonders auch Dokumentation bereitstellen.

In den technischen Diensten ist bei einem leichten Rückgang der Belastung durch die Maschinen-Gruppen ein Anstieg durch HASYLAB sichtbar. Der weiter steigenden Nachfrage nach mechanischen CAD-Arbeitsplätzen wurde mit der Anschaffung von zehn neuartigen Arbeitsplätzen nachgekommen. Das neue und alte System können nebeneinander betrieben und Daten ausgetauscht werden.

Technische Dienste

- Bauangelegenheiten* Neben dem Abschluß des Bauvorhabens DORIS III wurde die 10-kV-Station fertiggestellt. Mit einigen kleineren Erweiterungsbauten, wie ein Anbau an das Gebäude des technischen Notdienstes, ein Bereitstellungslager für zu entsorgende Schadstoffe und ein weiteres Holzhaus zur Unterbringung von Gästen, wurde begonnen. Auch mit einigen größeren Maßnahmen zur Instandhaltung wurde begonnen.
- Ausbildung* Bei DESY befinden sich zur Zeit 64 junge Menschen in der Berufsausbildung. Die im Vergleich zum Vorjahr höhere Zahl der Auszubildenden kommt durch zehn junge Leute aus den neuen Bundesländern zustande, denen DESY zusätzlich zum „normalen“ Kontingent einen Ausbildungsplatz anbieten konnte.

Zentrale Datenverarbeitung

Datennetze bei DESY

Bis vor wenigen Jahren gab es bei DESY im wesentlichen nur den zentralen Großrechner mit direkt angeschlossener Peripherie. Heute kann die geforderte Rechenleistung nur durch zusätzlichen Einsatz von RISC-CPU's (RISC: Reduced Instruction Set Computer) erbracht werden. Der Großrechner hat verstärkt die Aufgabe eines Fileservers übernommen, für die er dank seiner hohen I/O-Leistung nach wie vor prädestiniert ist.

Voraussetzung für diese Aufgabenverteilung sind leistungsfähige Datennetze. Sie verknüpfen Benutzer an Workstations und Terminals mit Datenquellen, Fileservern, Computerservern und Druckern. Dies gilt sowohl für die „Local Area Networks“ (LANs) auf dem DESY-Gelände als auch für die „Wide Area Networks“ (WANs), die die bei DESY arbeitenden Wissenschaftler mit ihren Heimatinstitutionen verbinden.

Datennetze bei DESY

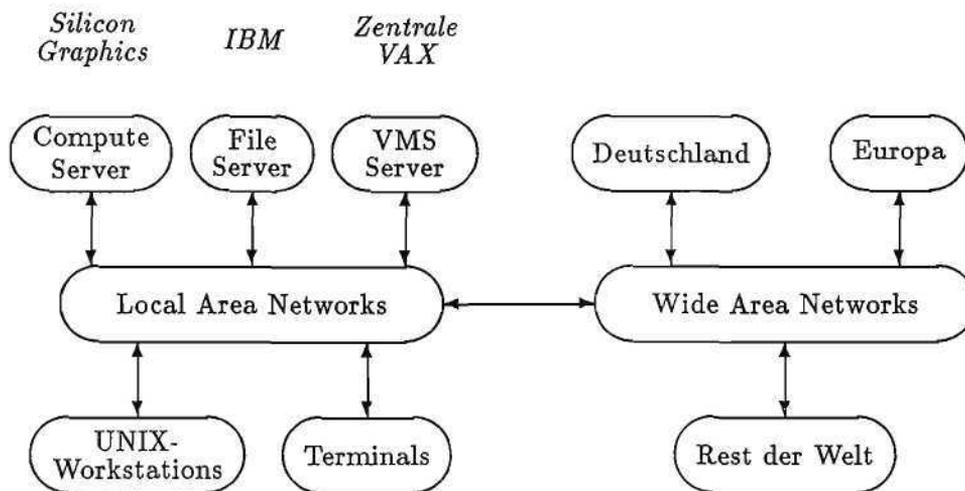


Abbildung 73: Übersicht der Datennetze.

Die unterschiedlichen Netzwerkaktivitäten bei DESY werden vom DESY Networking Committee (DNC) koordiniert. Es setzt sich zusammen aus

DESY Networking Committee

- den Betreibern der unterschiedlichen physikalischen Netze wie Ethernet, Tokenring, FDDI, ULTRANet sowie Telefon/ISDN

- den Betreuern der unterschiedlichen Netzprotokolle wie TCP/IP, DECnet und SNA
- den Segmentbeauftragten der Experimente als Vertreter der Benutzer

Im Laufe des Berichtsjahres hat, nicht zuletzt durch den Zuwachs an UNIX-Workstations, die Uniformität der Netze weiter zugenommen. Der DESY-Standard ist Ethernet mit TCP/IP als Netzprotokoll.

Netztopologie LAN

Die lokalen Datennetze als verbindende Elemente zwischen Benutzern an Terminals und Arbeitsplatzrechnern mit zentral installierten Ressourcen sind in der Vergangenheit entsprechend den Bedürfnissen der Nutzer gewachsen. Notwendige Services über Netze sind:

- interaktiver Terminalverkehr (Alphanumerik und Grafik)
- Electronic-Mail
- File Transfer
- Drucken
- Überwachung von Geräten am Experiment
- verteilte Rechenanwendungen (Distributed Computing)

Tabelle 6 zeigt eine Übersicht der bei DESY verwendeten lokalen Netze und deren spezifische Eigenschaften bezüglich der Anschlußmöglichkeit (Konnektivität) handelsüblicher Endgeräte und der Abbildbarkeit der oben genannten Services (Funktionalität) auf das jeweilige Medium. Keine Konnektivität bedeutet in diesem Fall, daß entweder nur selbstentwickelte (DESYNET) oder ausschließlich Geräte eines Herstellers anschließbar sind. Die ideale Netzwerk-

<i>Netz</i>	<i>Standard</i>	<i>Konnektivität</i>	<i>Funktionalität</i>
DESYNET	nein	keine	eingeschränkt
MICOM	ja	gut	eingeschränkt
IBM Terminalnetz	nein	eingeschränkt	eingeschränkt
IBM Tokenring	ja	eingeschränkt	gut
Apollo Domain	nein	keine	gut
Ethernet	ja	gut	gut

Tabelle 6: Lokale Netze bei DESY.

technologie ist natürlich eine, die von allen Herstellern der Rechner- und Terminalindustrie sowie den Erstellern der Anwendungssoftware unterstützt wird. Daher ist bei DESY überall dort, wo nicht andere Gesichtspunkte dagegensprechen, Ethernet als Standard-Netzwerk installiert. Außerdem sind transparente

Übergänge zu anderen Netzen bereitzustellen. Abbildung 74 zeigt die auf dem DESY-Gelände existierende Netzwerktopologie mit den unterschiedlichen Technologien.

Mehr als 90% der ca. 700 bei DESY betriebenen Rechner und fensterorientierten Terminals (X-Terminals) sind über Ethernet vernetzt. Mit der Einführung einer großen Anzahl von auf UNIX basierenden Systemen hat sich der Netzwerkverkehr im Verlauf des Jahres vervielfacht und steigt weiter. Das Ethernet als das DESY-Standardnetz war Ende des Jahres in mehr als 20 Gebäuden auf dem DESY-Gelände installiert, wobei alle Gebäudesegmente über zentrale Vermittlungseinrichtungen (Router und Brücken) miteinander verknüpft sind. Mehr als 500 im Internet-Nameserver registrierte Rechner und direkt angeschlossene X-Terminals produzierten gegen Ende des Jahres ein monatliches, segmentüberschreitendes Verkehrsaufkommen von 200 Gigabyte.

Ethernet

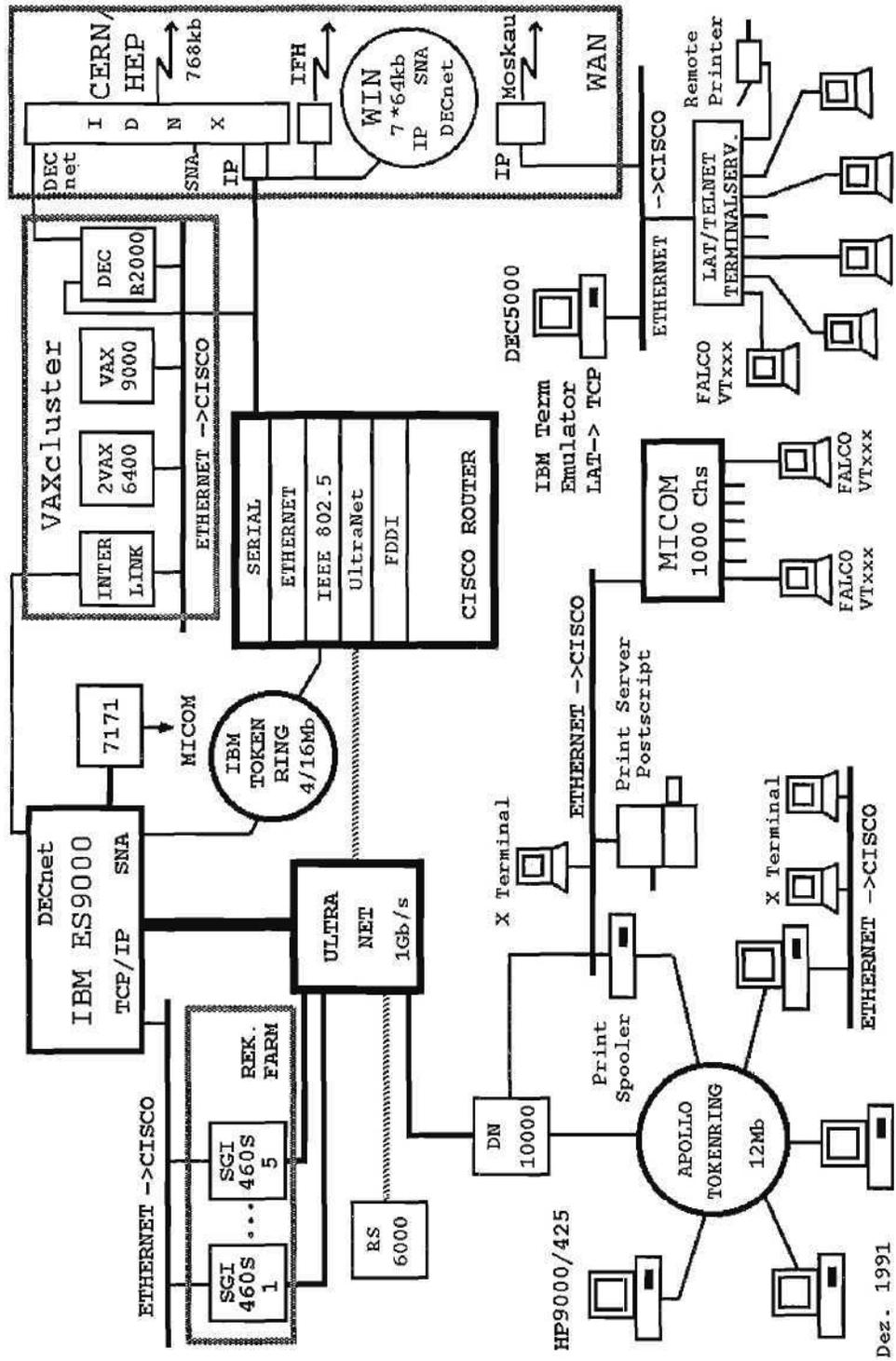
Spontan geforderte Spitzenleistungen von mehr als 2000 Datenpaketen (je 1500 Byte) pro Sekunde an verschiedenen Stellen des Netzes sind über ein einziges zentrales Segment (Backbone) nicht abzudecken. Vielmehr sind Vermittlungseinrichtungen mit im Vergleich zur Ethernet-Bandbreite zwei Größenordnungen höherer Leistung erforderlich, die bei DESY in Form von zwei modularen CISCO-Routern im Rechenzentrum mit insgesamt 30 Anschlüssen installiert sind. Untereinander sind die Router über FDDI („Fiber Distributed Data Interface“, 100 Megabit/s) mit der zehnfachen Bandbreite des Ethernets verbunden; anzuschließende Gebäude oder Gebäudeteile werden bisher sternförmig über Koaxialkabel (Radius 500 Meter) oder Glasfaser (Radius 4 Kilometer) an das Rechenzentrum herangeführt.

CISCO-Router

Ultrahernet dient bei DESY der Versorgung TCP/IP-vernetzter Rechner mit einer zukunftsorientierten Datennetz-Hochleistungs-Infrastruktur. Die hohe Verarbeitungsleistung moderner, zumeist auf RISC-Architektur basierender Rechenmaschinen kann nur dann effizient genutzt werden, wenn die darauf installierte Anwendung mit hoher Geschwindigkeit auf zentral gelagerte Datensätze zugreifen kann. Ultrahernet als Backbone liefert eine zehnmal höhere Bandbreite als FDDI und eine 100 mal höhere Bandbreite als Ethernet. Der Übergang vom Ultrahernet auf die konventionellen Netze wird zukünftig durch ein Interface im CISCO-Router möglich sein. Rechner, die an Ethernet, FDDI oder IEEE-Tokenring angeschlossen sind, werden somit auch mit den an Ultrahernet primär angeschlossenen Maschinen (z.B. IBM-Zentralrechner, Silicon Graphics) vernetzt.

Ultrahernet

Außerdem lagert Ultrahernet die sonst rechnerresidenten Netzwerkprotokolle aus den Maschinen aus und in die im Netzknoten installierten Protokollprozessoren ein. Dadurch wird bei der Datenübertragung teure Rechenleistung (z.B. IBM-Mainframe) eingespart.



Dez. 1991

Abbildung 74: LAN-Topologie bei DESY.

Im Rahmen des Bedarfs der HERA-Experimente für die Ereignis-Rekonstruktion wurde die Ultraneet-Installation im Berichtsjahr um zwei IBM-Blockmultiplex-Kanalanschlüsse und fünf Silicon-Graphics-Adapter erweitert.

Der Betrieb des alten, selbst entwickelten Datennetzes für hochauflösende grafische Terminals wurde eingestellt. Die Anwendungen wurden auf der Basis moderner Standards fortgesetzt (Ethernet, TCP/IP, X-Motif).

DESYNET

Das MICOM-Netz dient dem Zugang von einfachen Text- und Grafikterminals zu verschiedenen Rechnern sowie verteilten Druckeranschlüssen (ca. 1000 Kanäle, V24). In Zukunft werden auch Dienstleistungen schrittweise auf Standards umgestellt.

*MICOM
Terminal-Netz*

Der APOLLO-DOMAIN Tokenring (12 Mbit/s) verbindet 50 UNIX-Arbeitsstationen (20 mehr als im Jahr 1990), deren lokale Filesysteme durch dieses Netz zu einem global sichtbaren Filesystem (33 Gbyte) integriert werden. Kommunikationsdienstleistungen wie Filetransfer (FTP) oder Telnet sind innerhalb dieses Netzes überflüssig, da alle Daten jedem Benutzer ortsunabhängig wie lokal erscheinen.

*APOLLO-
DOMAIN
Tokenring*

Zur Zeit sind an den Zentralrechner IBM ES/9000 über das 3270-Netz mehr als 600 Sichtgeräte angeschlossen. Das sind 160 grafikfähige Sichtgeräte (farbig), 390 alphanumerische Sichtgeräte (davon werden 115 in der Verwaltung eingesetzt), 7 Plotter (inclusive 5 QMS), 10 alphanumerische Drucker, 2 Drucker für Farbgrafik, ca. 50 PCs (davon 3 Macintosh) und 2 Scanner.

3270-Peripherie

Die Zahl der angeschlossenen alphanumerischen Sichtgeräte ist weiter zurückgegangen, weil immer mehr grafikfähige Sichtgeräte verlangt werden. Als Übertragungsmedien werden Kupferleitungen verwendet, und zwar 93-Ohm-Koaxleitungen, Telefonkabel sowie Kabel des ACO-Verkabelungssystems. Das Protokoll ist SNA.

Der Tokenring (IEEE 802.5) verbindet die Gebäude 2b, 1, 30a, 30b, 62, HERA-Halle-Süd und HERA-Halle-Nord. Als Übertragungsmedien dienen LWL-Fasern sowie Kabel des ACO-Verkabelungssystems. Über ihn wurden am Ende des Jahres ca. 40 PCs und fünf Remote-Steuereinheiten des Typs IBM-3174R und kompatible mit insgesamt ca. 75 3270-Sichtgeräten betrieben. Als Gateways zur IBM dienen drei Steuereinheiten 3174 für SNA und eine Steuereinheit 3172 für TCP/IP. Die Verbindung zu anderen Netzen wird durch die CISCO-Box hergestellt.

*Tokenring
(IEEE 802.5)*

Wide Area Networks

Wide Area Networks (WANs) haben eine Brückenfunktion. Idealerweise sollten sie die LANs bei DESY mit den LANs in anderen Instituten so verbinden, daß sie wie ein großes LAN erscheinen und ortsunabhängiges Arbeiten der Benutzer ermöglichen. Leider liegt die Bandbreite der WANs gegenüber der der LANs um drei Größenordnungen niedriger, da sie allein von den Leitungskosten bestimmt wird. Deshalb können über WANs keineswegs die gesamten Datenmengen befördert werden, wie sie in einem laufenden Experiment anfallen, sondern nur „electronic mail“, „software updates“ und einzelne „Events“.

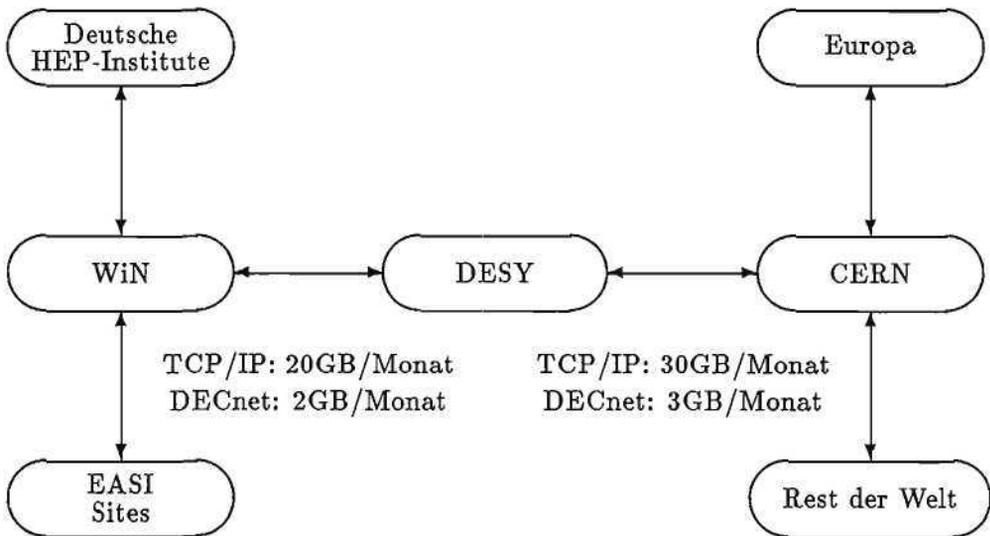


Abbildung 75: Wide Area Networks.

Um DESY zu erreichen, benutzen die Physik-Institute in Deutschland das Wissenschaftsnetz (WiN) des Vereins „Deutsches Forschungsnetz“ (DFN). Dies ist ein X.25-Netz mit einer Bitrate von 64 kbit/s pro Anschluß; zur Bewältigung der Verkehrslast betreibt DESY drei Anschlüsse.

Da es bislang leider keine internationalen Netze in Europa gibt, die den Anforderungen der Hochenergiephysik (HEP) genügen, betreibt DESY eine Standleitung von 768 kbit/s zum CERN, die von den deutschen HEP-Instituten mitbenutzt wird. Vom CERN führen wiederum Leitungen in die anderen europäischen Länder, in die USA und von dort weiter nach Japan. Die DESY-CERN-Leitung wird gemeinsam mit vier weiteren deutschen Teilnehmern der „European Academic Supercomputer Initiative“ (EASInet) der Firma IBM betrieben. Diese vier Institute sind ihrerseits über vier weitere WiN-Anschlüsse mit DESY verbunden.

In den folgenden Gremien ist DESY aktiv vertreten:

- DHEPnet: Koordination der deutschen HEP-Netzwerkbelange
- HTC/HRC: Koordination der europäischen HEPnets
- HHR: Planungsgruppe für das Hamburger Hochleistungs-Rechnernetz auf FDDI-Basis

Nationale und internationale Koordination

Während sich das TCP/IP-Verkehrsvolumen etwa alle sechs Monate verdoppelt, sind die Zahlen für DECnet und EARN konstant. Der Anteil von OSI-Protokollen (OSI: Open System Interconnect) ist bislang insignifikant und nimmt weiter ab. Seitdem auch IBM TCP/IP als strategisches Produkt akzeptiert hat, läßt sich im Weitverkehrsbereich der pflegeaufwendige SNA-Verkehr durch TCP/IP substituieren. Damit werden bereits über 90% des Verkehrs mit dem herstellerunabhängigen Standard TCP/IP durchgeführt.

Netzwerk-Protokolle

Die rasch wachsende Zahl von Rechnern am Netz, respektive verteilten Anwendungen über das Netz, erfordern neben der Leistungsfähigkeit ein hohes Maß an Verfügbarkeit. Ausgehend von der am CERN entwickelten automatischen Analysesoftware CAW (Communications Analysis Workstation), die mit Hilfe eines auf VMS basierenden Arbeitsplatzrechners eine regelmäßige Zustandsüberprüfung des gesamten Netzes vornimmt, wurde ein allgemein verfügbares Netzwerk-Überwachungswerkzeug bereitgestellt, dessen grafische Informationen auf der Basis des X-Protokolls beruhen und demzufolge auf vielen Arbeitsplatzrechnern und X-Terminals darstellbar sind. Ein damit verbundenes Alarmsystem generiert Meldungen.

CAW

Zentraler IBM-Rechner

Im Mai 1991 wurde der zentrale IBM-Rechner zum 6-Prozessor-Modell IBM-9021-720 hochgerüstet, bei gleichzeitiger Erweiterung des Hauptspeichers und des Ergänzungsspeichers auf je 512 MByte und Erhöhung der Zahl der parallelen Kanäle (4.5 MByte/s) auf 96.

Zentraler IBM-Rechner

Zuvor wurde der Übergang vom Betriebssystem MVS/XA auf MVS/ESA 3.1.3 vollzogen. Die neue Version ging nach monatelanger Vorarbeit am 4.5.1991 in Betrieb. Dank der PR/SM-Einrichtung, die eine logische Partitionierung des Rechners erlaubt, konnten die Tests des neuen Systems mit minimalen Störungen des laufenden Betriebes erfolgen. Der Übergang war für die Benutzer unmerklich und aus folgenden Gründen nötig geworden:

- Überalterung des vorigen Systems und damit verbundener abnehmender Qualität der Unterstützung bei der Fehlersuche

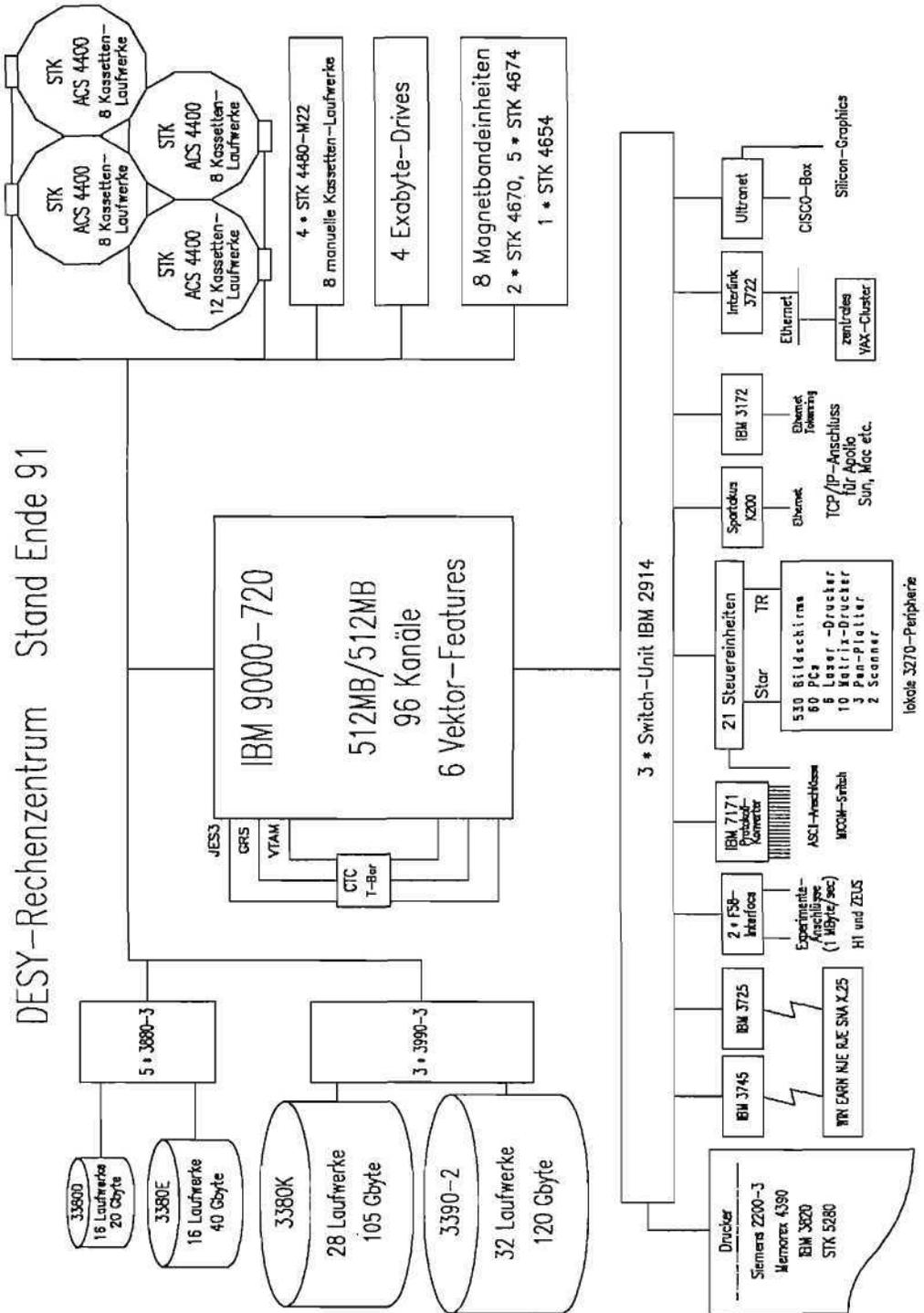


Abbildung 76: Die Ausstattung des Rechenzentrums zum Ende des Betriebsjahres.

- um den großen Hauptspeicher der IBM-9021-720 voll nutzen zu können
- um die Magnetplatten vom Typ 3390 anschließen zu können (siehe weiter unten)

Die Konfiguration des Rechenzentrums am Ende des Berichtsjahres zeigt Abbildung 76. Die Abbildungen 77 und 78 zeigen die genutzten CPU-Stunden, die Zahl der jährlichen Batch-Jobs und interaktiven Sitzungen, den CPU-Anteil der interaktiven Sitzungen und die Verteilung der verschiedenen CPU-Nutzungsarten auf Benutzergruppen.

*Betrieb des
Rechenzentrums*

Ende Oktober 1991 wurden zwei Doppelstränge der neuesten Plattengeneration von IBM (Modell 3390-2) mit einer Kapazität von 120 GByte installiert. Diese Platten zeichnen sich durch eine höhere interne Geschwindigkeit aus (4.2 GByte/s gegenüber 3.0 GByte/s bei dem Modell 3380), was bei schneller sequentieller Verarbeitung eine Rolle spielt. Diese höhere Transferrate wird zum Teil durch eine höhere Rotationsgeschwindigkeit erreicht, was die mittlere Zugriffszeit verkürzt und somit eine höhere Kanalausnutzung erlaubt. Im Zusammenspiel mit den Cache-Steuereinheiten 3990-3 und dem FAST-WRITE-Feature können somit die Performance-Einbußen bzw. Bottleneck-Situationen, die durch die große Datenmenge unter einem Zugriffsmechanismus (1.88 GByte) und die gestiegenen Ein-Ausgabe-Anforderungen der verdoppelten CPU entstehen, aufgefangen werden.

Plattenperipherie

Nachdem auch die Backup-Dateien von dem Massenspeicher IBM-3850 auf Magnet-Kassetten überspielt waren, konnte der seit August 1982 betriebene Massenspeicher endgültig stillgelegt werden.

Quasipermanente Dateien, d.h. Dateien, die eine bestimmte Anzahl von Tagen „leben“ und dann ohne Warnung „verschwinden“, waren eine weitere vielbenutzte Option auf dem Massenspeicher. Die Systemprogrammierung hat den Benutzern durch das Konzept der „\$WORK-Datasets“, realisiert auf normalen Magnetplatten, eine adäquate Möglichkeit geschaffen.

Gegen Ende des Berichtsjahres wurde ein viertes Kassettensilo mit weiteren zwölf an das automatische Kassettensystem angeschlossenen Kassettenlaufwerken und vier zusätzlichen externen Laufwerken installiert. Nach den bisherigen Annahmen über einkommende und zu exportierende Datenströme sollte damit ein vorläufiger Abschluß des Ausbaus der Kassettenperipherie erreicht sein.

Bandperipherie

Die Zahl der alten Magnetbandeinheiten wurde auf acht reduziert. Es wurde begonnen, große Teile der archivierten konventionellen Magnetbänder in Kisten auszulagern, um Platz für ein Kassettenarchiv zu schaffen.

Es wurde ein Staging-Konzept für Kassetten entwickelt und mit dem Design und der Programmierung begonnen.

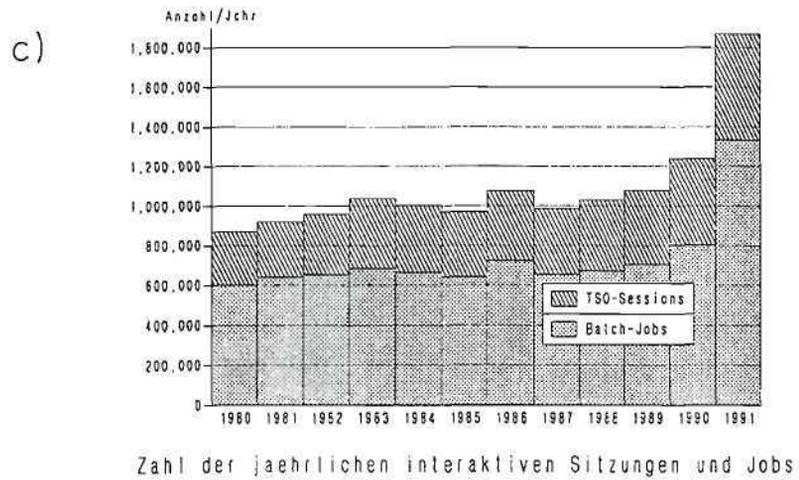
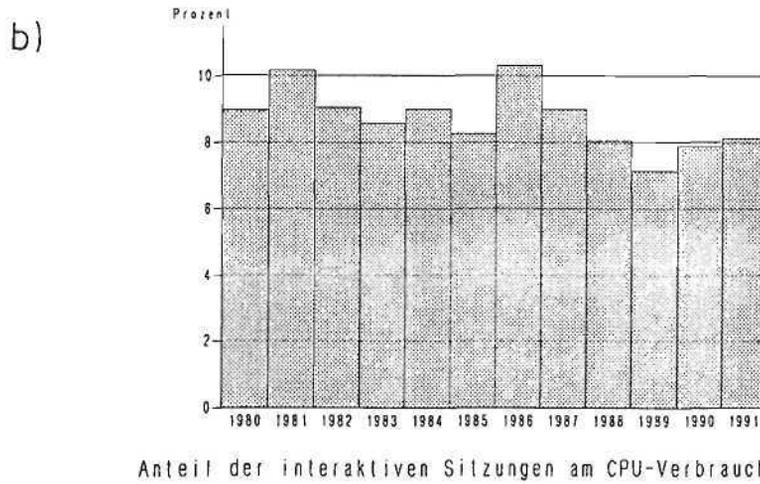
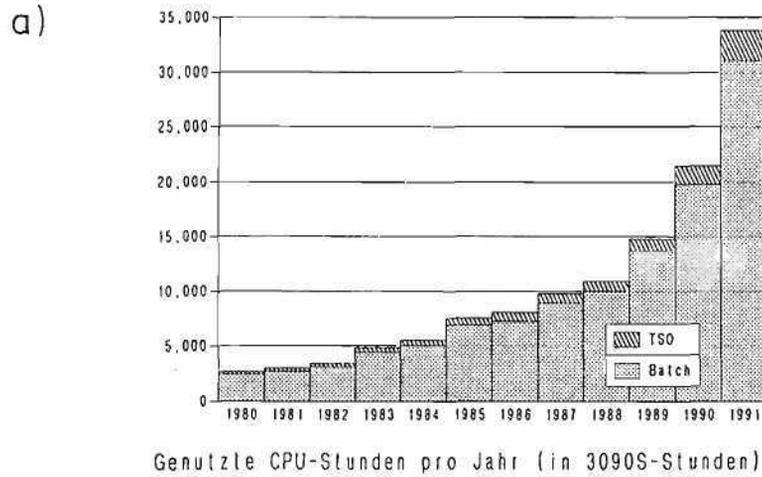
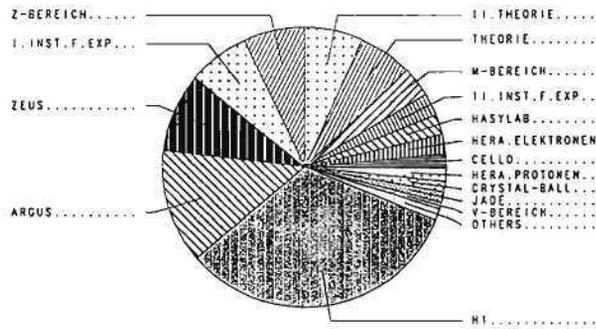


Abbildung 77: *Benutzungsstatistik:*

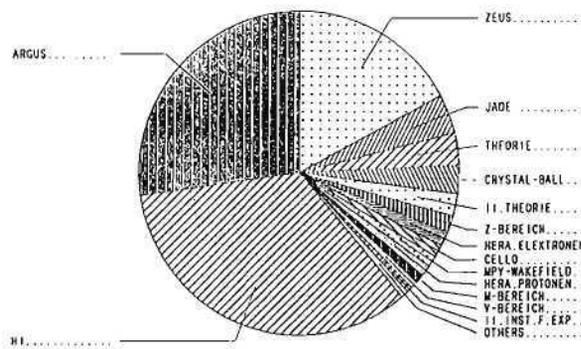
a) *Zuwachs der verfügbaren CPU-Zeit im letzten Jahrzehnt*

b) *CPU-Anteil der interaktiven Sitzungen für den gleichen Zeitraum*

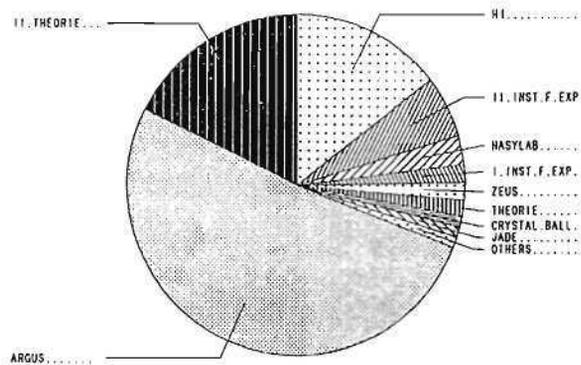
c) *Anzahl der im Rechenzentrum registrierten Jobs und interaktiven Sitzungen*



Verteilung der interaktiv genutzten CPU-Zeit 1991



Verteilung der Prioritäts-Batch-Zeit 1991



Verteilung der Nichtprioritäts-Batch-Zeit 1991

Abbildung 78: Die Aufteilung der unterschiedlichen Rechenzeit-Kategorien auf die Benutzergruppen.

Vier Exabyte-Helical-Scan-Geräte wurden testweise installiert, um Transportvolumen zu minimieren und um kleine Institute, die über kein anderes Massenmedium verfügen, zu bedienen. Leider sind diese Geräte langsam (500 kByte/s), und die vier Geräte blockieren zwei Kanäle des zentralen Rechners.

Druckerperipherie

Im Kundenbereich des Rechenzentrums wurden zwei über 10 Jahre alte Zeilendrucker durch einen modernen geräuscharmen mit doppelter Hammerbank (STK 5280) ersetzt. Dieser kann in der jetzigen Ausbaustufe 2800 Zeilen/Minute drucken und ist auf 6000 Zeilen/Minute aufrüstbar.

Das zentrale Druckaufkommen, hauptsächlich geleistet durch den Siemens-Laserdrucker 2200-3, ist seit den Zeiten der Experimente am PETRA-Speicherring auf unter 25% zurückgegangen. Das hat seine Ursache einmal in der größeren Zahl von dezentralen Druckern und zum anderen in der besseren Versorgung der Benutzer mit Bildschirmgeräten, die in vielen Fällen das Drucken nicht notwendig werden lassen.

Zentrales VAX-Cluster

Zentrale VAX

Das zentrale VAX-Cluster wurde Anfang 1990 im Rechenzentrum installiert. Der Grund für den Aufbau einer zweiten zentralen Rechenmaschine waren steigende Anforderungen großer Benutzergruppen, unter VMS, dem Betriebssystem der VAX, arbeiten zu können. VMS ist ein weltweit einheitliches, weitverbreitetes und benutzerfreundliches System, das es insbesondere auch den immer zahlreicher werdenden auswärtigen HERA-Kollaborationsmitgliedern gestattet, in der aus ihren Heimatinstituten gewohnten Weise bei DESY auf VAX-Rechnern zu arbeiten. Wissenschaftler der HASYLAB-Gruppen bei DESY benutzen nahezu ausschließlich VAX-Rechner.

Ausbau

Die beiden vorhandenen Rechner vom Typ VAX-6400 zeigten nach einem Jahr Betrieb Anfang 1991 mit ca. 700 Benutzern bereits Überlastungserscheinungen. Da sich im Verlauf des Jahres 1991 weiterhin etwa 40 neue Benutzer pro Monat registrieren ließen, wurde das VAX-Cluster um folgende Komponenten ausgebaut:

- ein Rechner vom Typ VAX-9210 mit 50 Mips Rechenleistung und 128 MByte Hauptspeicher
- ein HSC70-Disk-Tape Controller
- ca. 10 GByte Plattenspeicher

Tagsüber arbeiten gleichzeitig etwa 100 bis 130 Benutzer mit ca. 150 bis zu 180 Prozessen.

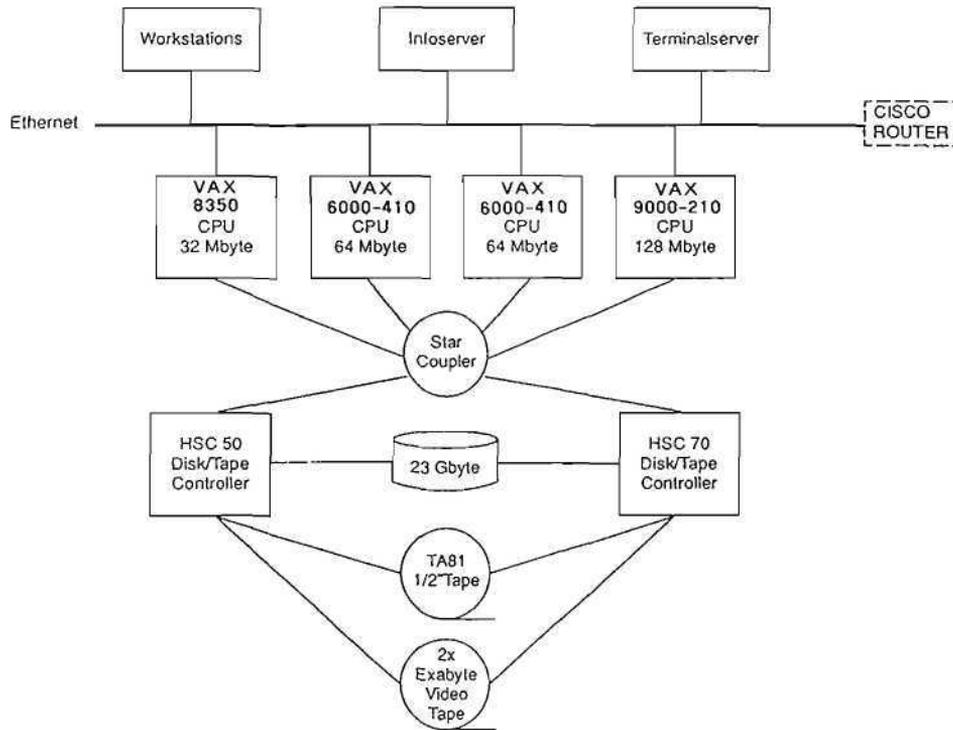


Abbildung 79: Konfiguration des zentralen VAX-Clusters.

Ende 1991 waren ca. 1200 Benutzer registriert, die zu folgenden Gruppen gehören:

Auslastung

- 173 Benutzer vom HASYLAB
- 246 Benutzer von H1
- 414 Benutzer von ZEUS
- 383 Benutzer anderer Gruppen

Untersuchungen zeigten, daß ca. 80% der jeweils registrierten Benutzer im jeweils zurückliegenden Monat ihren Account auch benutzt haben.

Im Berichtsjahr wurde im DESY-Rechenzentrum ein DEC-Infoserver installiert. Hierbei handelt es sich um einen am Ethernet-LAN angeschlossenen speziellen Rechner mit zur Zeit sieben Compact-Disk-Lesegeräten. DEC liefert alle zwei Monate einen Satz CDs mit den neuesten Versionen aller Software-Produkte und der dazugehörigen Dokumentation. Alle bei DESY betriebenen VAX-Rechner haben damit direkten Zugriff auf alle Software-Produkte. Von X-Terminals und Workstations kann die gesamte VMS-Dokumentation benutzt werden.

Zentrale Software-Verwaltung für VAX-Rechner: DEC-Infoserver

Zentrales Terminalserver- Management

Außerdem wurde der Aufbau eines zentralen Terminalserver-Managements mit folgendem Ziel begonnen:

- Registrierung möglichst aller Terminalserver auf dem DESY-Gelände, um Informationen über die vorhandenen Server an einer Stelle zu halten (Ethernet-Adresse, Ort, Betreuer, ...)
- Zentrale Konfiguration und Pflege jener Server, die nicht von einzelnen Gruppen eingesetzt werden
- Unterstützung aller Server, z.B. durch regelmäßiges Auslesen und Abspeichern der Konfiguration

Zur Zeit sind 55 Server verschiedener Hersteller und Typen registriert. Von diesen werden 35 zentral konfiguriert und betreut.

Rekonstruktions-Farm

Die Rohdaten der beiden HERA-Experimente ZEUS und H1 werden über den Online-Link auf Magnetband-Kassetten in automatisierten Silos gespeichert und parallel dazu rekonstruiert. Es wird eine komplette Ereignis-Rekonstruktion in Echtzeit (Online) angestrebt. Bei einer Ereignisrate von je 5 Hz würden die Experimente mehr als die doppelte Rechenleistung des IBM-Zentralrechners benötigen. Angesichts des Preis/Leistungsverhältnisses bezüglich reiner Rechenleistung ist die Nutzung der IBM für diese dedizierte Anwendung nicht sinnvoll. Andererseits sind Hochleistungsrechner auf RISC-Basis (Hardware) und UNIX (Betriebssystem) für einen Bruchteil des Mainframe-Preises erhältlich. Vorbereitende Untersuchungen in Arbeitsgruppen hatten ergeben, daß die Rekonstruktionsprogramme auf solchen Rechnern installiert werden können. Auch sei auf entsprechende Arbeiten am CERN (SHIFT/OPAL) hingewiesen, die im hohen Maß parallel zu unseren Perspektiven zu sehen sind und von denen wesentliche Teile bei DESY bereits praktisch untersucht werden.

Konfiguration

Diese Überlegungen führten im Herbst 1991 zur Installation von mehreren Multiprozessormaschinen der Firma „Silicon Graphics“. Aufgrund des von den Experimenten ermittelten Rechenzeitbedarfs ergab sich für beide Experimente zusammen die Zahl von 30 Prozessoren, die auf fünf Maschinen mit jeweils sechs Prozessoren aufgeteilt wurden. Jede Maschine ist wegen des Umfangs der Rekonstruktionsprogramme mit 256 Megabyte Hauptspeicher ausgerüstet.

Aufgrund der Ereignis-Rate von 5 Hz, entsprechend 500 kByte/s, und des später notwendigen Reprocessings der bereits rekonstruierten Daten sind die Rechner

über ein Hochgeschwindigkeitsnetz (Ultranet) verbunden, das den Datenaustausch zwischen ihnen und dem IBM-Mainframe mit einer kontinuierlichen Rate von 4 MByte/s erlaubt.

In sehr kurzer Zeit erfolgte die Portierung einer Reihe von komplexen Anwendungen auf die Silicon-Graphics-Maschinen. Den Schwerpunkt bildeten dabei die Rekonstruktionsprogramme, die damit verbundenen Datenstrukturverwaltungen und die notwendige Software für Hochleistungsnetze. Obwohl auf anderen Herstellerplattformen entwickelt, waren alle Anwendungen innerhalb kürzester Zeit lauffähig und wurden mit Hilfe spezifischer Werkzeuge optimiert. Zwischenzeitlich existierende Probleme mit der Ultranet-Implementierung auf der Mainframe-Seite konnten in enger Zusammenarbeit mit dem Hersteller ausgeräumt werden, so daß dem Rekonstruktionsbetrieb heute eine stabile und effiziente Hochleistungsnetz-Infrastruktur zugrunde liegt.

Erfahrung

Allgemeine Peripherie

Die Gruppe „Rechnerperipherie“ (R2) stellt den Benutzern im Rahmen der allgemeinen Peripherie Rechenleistung und grafische Möglichkeiten zur Verfügung, d.h. leistungsfähige Workstations und hochauflösende Bildschirm-Arbeitsplätze (IBM-Großrechner, Workstations, X-Terminals) inklusive der Grundsoftware und einer Auswahl von Anwendungssoftware, sowie Geräte zur Ausgabe von Text, Grafik und „Screen Copies“ auf Papier und Transparentfolien.

Dabei wird auf die Verwendung von Standards und „de facto“-Standards besonderer Wert gelegt (Tabelle 7), um Portabilität und eine einheitliche Benutzungsoberfläche zu gewährleisten. Außerdem eröffnet sie die günstige Beschaffung von Komponenten wegen der starken Konkurrenz auf dem Markt.

Gebiet	Standard	Begründung
Betriebssystem	UNIX (mehrere Dialekte)	Vielfalt der Hardware-Plattformen
Kommunikation	TCP/IP + höhere Protokolle	Standard in UNIX
Grafik-Darstellung	X-Window	systemübergreifende Fenstertechnik
Grafik-Grundsoftware	GKS, PHIGS	Portabilität der Anwendungen
Grafik-Kodierung	POSTSCRIPT	Portabilität, Hardware-Vielfalt

Tabelle 7: Standards im R2-Grafik-System.

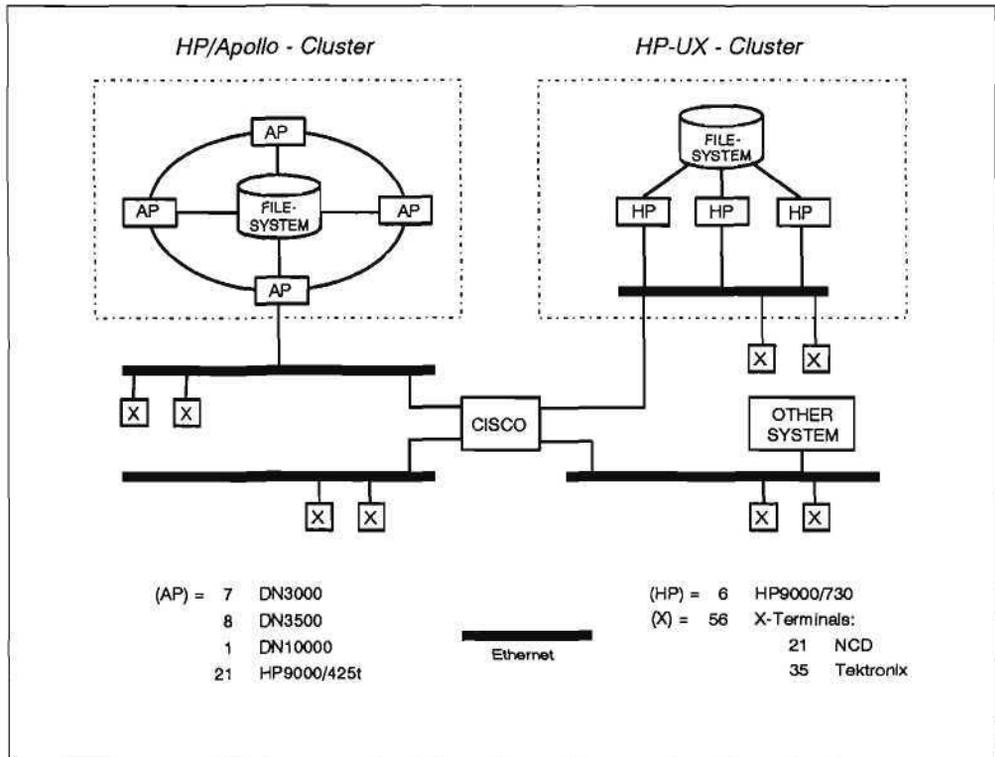


Abbildung 80: Das R2-Grafik-System.

Grafik

Abbildung 80 zeigt das System von UNIX-Arbeitsstationen und X-Terminals, auf dem am Ende des Berichtsjahres ca. 200 Benutzer eingetragen waren. Der zentrale IBM-Großrechner (zur Benutzung siehe die Statistik in Tabelle 8) ist in der Abbildung als ein „OTHER SYSTEM“ zu verstehen. Tabelle 9 zeigt die unterstützte Software auf Host/Terminal-Kombinationen.

Das System zur „Hardcopy“-Ausgabe auf grafischen Druckern ist in Abbildung 81 dargestellt. Es werden die UNIX-Standard-Programme lp und lpr,

DORIS/PETRA		HERA		„Restmenge“	
21 (25) %	ARGUS	29 (18) %	H1	15 (14) %	I./II. Inst.
1 (3) %	C-BALL	11 (9) %	ZEUS	3 (6) %	HASYLAB
1 (3) %	JADE	2 (2) %	HERA-p-Ring	3 (6) %	M-Bereich
3 (2) %	CELLO	1 (2) %	HERA-e-Ring	5 (3) %	Theorie
				5 (7) %	Sonstige
26 (33) %	total	43 (31) %	total	31 (36) %	total

Tabelle 8: Rechenzeitverbrauch verschiedener Benutzergruppen für grafische Anwendungen auf der zentralen IBM (Vorjahr in Klammern).

Terminal	IBM-Terminal	X-Terminal X-Workstation	Mac II	Atari („Billig-Term.“)	Falco („Billig-Term.“)
Host					
IBM/MVS-XA	GKS, TeX-Preview (via GDDM ^a)	GKS (via SGI ^b) TeX-Preview (via TCP/IP)	GKS, GDDM, TeX-Preview (via GDDM-Emulation)	GKS (via SGI)	GKS (via Tektronix-Grafik)
UNIX-Systeme		GKS, TeX + sonst. Grafik	(Test bei H1)		

^a GDDM ist die IBM-Grafik-Grundsoftware

^b SGI = „Small Graphics Interface“ ist eine R2-Entwicklung

Tabelle 9: Von R2 unterstützte Grafik-Software auf verschiedenen Host/Terminal-Kombinationen.

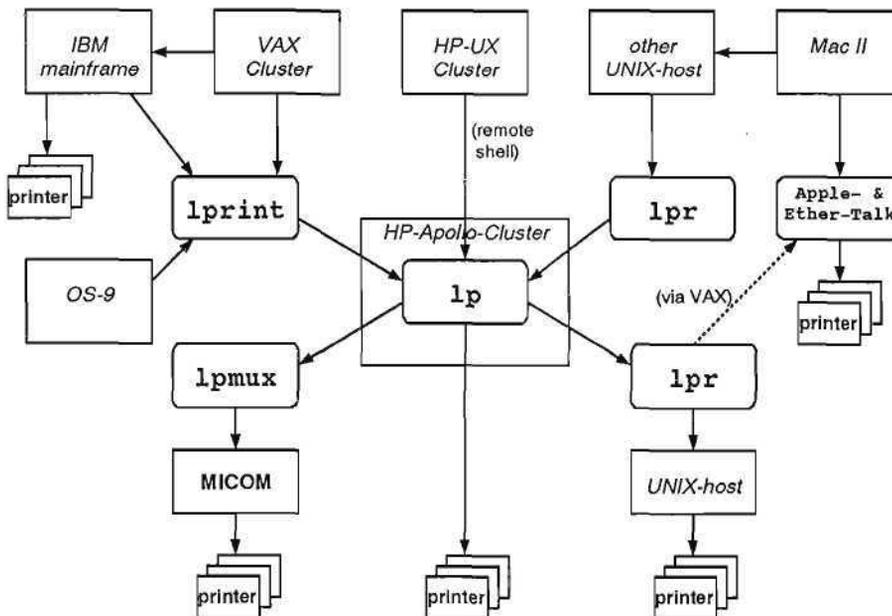


Abbildung 81: Der R2-Print-Service.

sowie die R2-Produkte `lpmux` (zum V.24-Anschluß über den Vermittlungs-Rechner MICOM) und `lprint` (TCP/IP-basierte Software) benutzt. Es wurden verschiedene Möglichkeiten zum Anschluß der Geräte über Ethernet untersucht; der Network-Adapter von Tektronix, der als `lpr`-Knoten arbeitet, wird bereits erfolgreich eingesetzt. Tabelle 10 zeigt, welche Drucker von welchen Hosts erreicht werden können.

Printer Host	verteilt (MICOM, Ethernet)	lokal an UNIX- Systemen	verteilt (Ether- und Apple-Talk)	lokal an zentraler IBM	lokal an zentraler VAX
UNIX-Systeme	ja	ja	ja	(nein) ^a	(nein)
zentrale IBM	ja	ja	ja	ja	(nein)
zentrale VAX	ja	ja	ja	ja	ja
Mac II	ja	ja	ja	nein	(nein)

^a (nein) = nicht realisiert, aber möglich

Tabelle 10: Von R2 unterstützte „Hardcopy“-Ausgabe von verschiedenen Hosts.

Benutzerunterstützung

Bis Mitte 1990 wurden die Benutzer direkt von den jeweiligen Experten auf der IBM bzw. den Grafik- und Netzwerkspezialisten beraten. Mit der zunehmenden Zahl der Benutzer der beiden neuen HERA-Experimente sowie den neu installierten Rechnersystemen (zentrale VAX, UNIX-Workstations, ...) reichten die bisherigen Beratungsstrukturen nicht mehr aus. Um den erhöhten Anforderungen an Benutzerberatung bei DESY Rechnung zu tragen, wurde die „User Support Group“ (USG) ins Leben gerufen.

Help Desk

Mit einer Kernmannschaft von drei Personen wurde ab Ende Mai 1990 ein Help-Desk an zentraler Stelle im Rechenzentrum eingerichtet, der für anfallende Fragen als direkter Ansprechpartner dient. Bei über das übliche Maß hinausgehenden Fragen werden die Benutzer an die zuständigen Experten weitervermittelt.

User Consulting Office

Seit Anfang 1991 ist aus dem Help-Desk ein eigenständiges Büro im Rechenzentrum geworden, in dem jeden Tag Benutzer beraten werden, Computer Manuals vorrätig gehalten werden und andere Literatur einsehbar ist. Zur bereitgestellten Literatur gehören u.a. die Manuals zu Programmen aus der CERN-Library, die zentral durch die USG bestellt werden, sowie IBM/MVS und VAX/VMS Manuals. Die Beratung in diesem „User Consulting Office“ (UCO) wird im Wechsel von drei Mitarbeitern wahrgenommen. Der angebotene Service wird

mittlerweile von vielen Benutzern in Anspruch genommen und hat damit wesentlich zur Entlastung der anderen Kollegen im Rechenzentrum beigetragen. Die meisten Fragen beziehen sich weiterhin auf die Benutzung der IBM. Es ist jedoch ein zunehmender Anteil an Netzwerkfragen (Benutzung von „ftp“, „telnet“ usw.) sowie Fragen zu Textverarbeitung und Grafik zu verzeichnen. Ferner soll das UCO als Ansprechpartner für alle Wünsche dienen, die die zentralen Rechner bei DESY betreffen.

Die User Support Group besteht darüberhinaus aus weiteren Kollegen der Gruppen R1 (Rechenzentrum) und R2 (Rechnerperipherie) sowie neu eingestellten Mitarbeitern. Mit dieser Mannschaft werden die aktuellen Probleme der Benutzer besprochen und Vorschläge zur Verbesserung des Services ausgearbeitet und umgesetzt.

Zu den ersten Veröffentlichungen der USG gehörte eine Beschreibung der vorhandenen Drucker bei DESY, und wie man sie von den unterschiedlichen Systemen aus anspricht sowie eine Hilfestellung, wie man große Programme in der „Extended Area“ auf der IBM laufen läßt. Die Dokumentation der USG ist im UCO oder in den Selbstbedienungsregalen im Rechenzentrum erhältlich.

*Dokumentation,
Einführungen*

Mitte des Jahres wurde der „DESY Computing Newsletter“ aus der Taufe gehoben, um kurzfristige Informationen über die Benutzung der Rechner bei DESY bekannt zu machen, über vorhandene Software und Hardware sowie Neuerungen (neue Compiler, neue Programme, neue Services, ...) zu berichten und um den allgemeinen Informationsfluß im Bereich Computing zu verbessern.

*Computing
Newsletter*

Für ein interaktives Help ist in enger Zusammenarbeit mit dem CERN das gesamte Help-System auf der IBM auf ein „schlagwortgetriebenes“ System umgestellt worden. Die mehr als 400 Einträge sind dabei auf ihre Aktualität überprüft und mit insgesamt 14 000 Schlagworten versehen worden. Die neuen Help-Dateien liegen jetzt in einem Format vor, in dem sie gleichzeitig mit den Helps am CERN durchsucht werden können. Durch die Einbindung in das „World Wide Web“ (WWW) und „XFIND“ vom CERN ist es möglich geworden, auf zentrale Information auch von anderen Rechnern bei DESY zuzugreifen.

Interaktives Help

Ein wesentlicher Teil der von den Experimentatoren und den Theoretikern eingesetzten Software basiert auf Programmen und Subroutinen aus der CERN-Bibliothek. Um die regelmäßige Installation dieser Software-Bibliotheken zu gewährleisten, wurden neue Absprachen mit CERN getroffen und die Zusammenarbeit mit der GSI in Darmstadt verbessert, der einzigen anderen deutschen Einrichtung in diesem Forschungsgebiet, bei der MVS installiert ist. Seitdem werden von zentraler Stelle im Rechenzentrum die neuen MVS-Versionen für

*CERN-
Bibliotheken*

die IBM erzeugt und die Versionen für alle UNIX-Systeme bereitgestellt und auf den zentralen UNIX-Rechnern installiert.

Disketten-Service

Um dem verstärkten Wunsch der in- und ausländischen Gastwissenschaftler nach Datei-Transfer von mitgebrachten Disketten zur IBM nachzukommen, wurde Ende April 1991 ein PC im UCO installiert. Seit Oktober besteht die Möglichkeit, Dateien mit „ftp“ an alle bei DESY vorhandenen Rechner von Diskette zu überspielen.

UNIX-Schulungskurse

Der steigenden Notwendigkeit zur Benutzung von UNIX-Systemen bei DESY wurde mit UNIX-Schulungskursen bei kommerziellen Anbietern Rechnung getragen. Es ist geplant, solche Kurse im kommenden Jahr bei DESY selber auszurichten und einer größeren Gruppe zugänglich zu machen.

Zusammenarbeit

Der Kontakt zu den Aktivitäten anderer Labors und Institute in der Hochenergiephysik (HEP) wurde verbessert. Dazu nehmen Mitarbeiter der USG und anderer Rechenzentrumsgruppen an regelmäßigen Treffen von internationalen Gremien teil, wie HEPLIB (gemeinsame Software für HEP), HEPVMx (gemeinsame System- und Applikationsentwicklungen für IBM/VM-Systeme und deren Ankopplung an UNIX-Workstations), HEPiX (gemeinsame Arbeitsumgebung auf UNIX-Systemen) und HTC-Mail (Vereinheitlichung auf dem Gebiet der Electronic-Mail für HEP). Außerdem wird ein Austausch von Ideen zwischen den verschiedenen Labors durch gegenseitige Besuche und Vorträge erreicht.

Technische Entwicklungen und Dienste

Tiefemperaturtechnik und Gaselager

Die Gruppe „Tiefemperaturtechnik und Gaselager“ (B2) betreibt das Gaselager und gibt den Benutzern technische Unterstützung bei Gassystemen.

Der Umsatz des Gaselagers hat sich bei einzelnen Gasen in bezug auf Mengen und Wert weiter vergrößert. Der beginnende HERA-Betrieb und die Fortschritte bei der Vorbereitung der HERA- und Synchrotronstrahlungs-Experimente sind die Ursache dafür. Hervorzuheben ist für 1991 ein weiteres Anwachsen des Bedarfs an Mischgasen. Er ist um 50%, von 560 auf 833 Flaschen, angestiegen. Tabelle 11 zeigt die Daten für 1991 sowie zum Vergleich die Daten für 1990.

Gaselager

Für das Experiment H1 wurden zwei Gaskreislaufanlagen gebaut, erprobt und im sechsten Geschöß der HERA-Halle Nord installiert. Die Anlagen versorgen die Myon-Kammersysteme von H1. Für das ZEUS-Experiment wurden unter Aufsicht der Gruppe B2 von Fremdfirmen in einer außerordentlich komplizierten Rohrführung ca. 6 000 m V2A-Rohre verlegt, um die oberirdischen Räume mit dem Experiment in der Halle zu verbinden.

Unterstützung der Experimente

Für die elektronische Vor- und Rücklaufüberwachung von Gassystemen der beiden HERA-Experimente wurden insgesamt 400 zweifache elektronische Durchflußmesser in Zusammenarbeit mit verschiedenen deutschen und einer englischen Firma beschafft und in 24 Elektronik-Einschüben montiert.

Für beide HERA-Experimente wurden nach den von B2 ausgearbeiteten Spezifikationen 27 komplette Hochdruck(HD)-Gasstationen beschafft, montiert und in Betrieb genommen. Als Ersatz für HD-Bündel, die bei den TÜV-Prüfungen nicht mehr zugelassen werden, wurden sechs Druckvergaser für Flüssig-Argon und Flüssig-Stickstoff beschafft. Sie haben eine Kapazität von 430 Liter Flüssig-Gas (ca. 360 nm³). Man kann sie mit einem maximalen Betriebsdruck von 1.5 MPa betreiben.

Technische Dienste

Arbeiten für HERA sowie für die zweite Generation von Injektions- und Ejektionskickern und -Septa der Vorbeschleuniger bildeten mit 58% in der Konstruktion, 66% in der mechanischen und 73% in der Elektronikwerkstatt 1991

Überblick

Gasart	Umsatzmengen	Umsatzwert (DM)
Äthan 2.5	20 kg	440
Äthan 3.5	221 kg	37 570
Argon 4.6	4 579 nm ³	27 474
Ar-Flüssig 6.0	101 580 ltr	248 871
Ar/H ₂ (93/7)	1 100 nm ³	7 865
Azethylen 2.6	565 kg	5 808
He 4.6 Tubtr.	79 859 nm ³	714 738
He 4.6 Tubtr.	4 897 nm ³	38 196
He 5.6 Tubtr.	988 nm ³	59 288
He-Flüssig	3 809 ltr	34 662
Isobutan 2.5	1 857 kg	46 425
Kohlensäure 2.5	7 921 kg	17 268
Methylal	32 ltr	1 514
Propan 2.5	254 kg	229
Propan 3.5	360 kg	12 060
Sauerstoff 4.5	1 353 nm ³	3 653
Stickstoff 4.8	3 775 nm ³	16 988
N ₂ -Flüssig	8 170 200 ltr	2 859 570
Wasserstoff 5.0	32 nm ³	384
Xenon 4.0	935 ltr	7 480
Mischgase *	833 Fla.	(125 000)
* = Eigenproduktion		Gesamt: 4 265 483

Tabelle 11: Umsatzübersicht des Gaselagers für 1991.

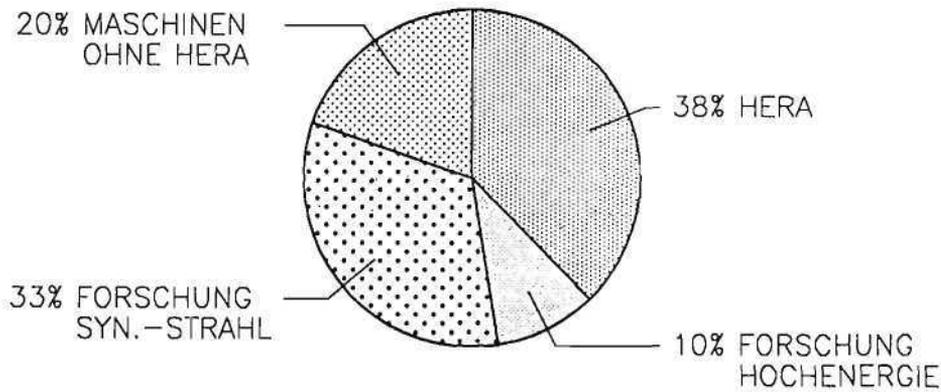
den Aufgabenschwerpunkt (Abb. 82). Im Forschungsbereich war neben der Fertigstellung der Strahlrohre für ZEUS und H1 die Konstruktion und Fertigung von Komponenten für die Synchrotronstrahlwege sowie der DORIS III-Vakuumkammern ein weiterer Schwerpunkt. Durch die Vergrößerung der Fläche für Synchrotronstrahlungs-Experimente wurde die Verlegung des Hauptknotenverteilers mit 3000 Anschlüssen für Telefon und Daten erforderlich, die von der Gruppe Fernmeldetechnik bei laufendem Betrieb der Speicherringe durchgeführt wurde. Die Gesamtbelastung der technischen Dienste zeigt Abbildung 83.

Konstruktion

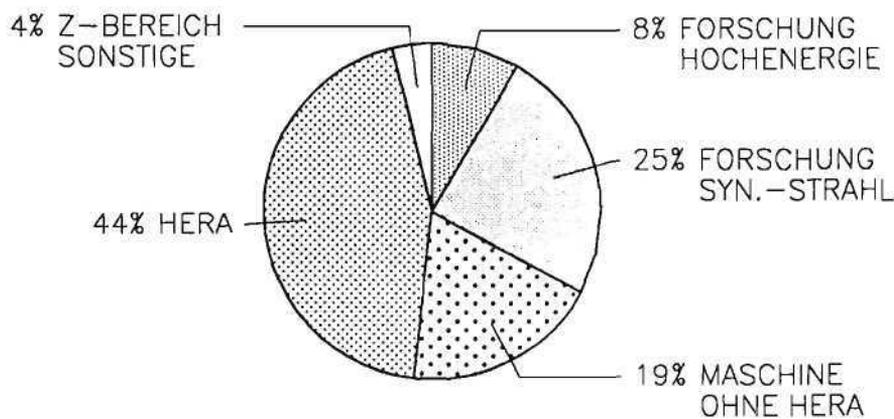
Der größte Teil der Konstruktionskapazität wurde, wie in den vergangenen Jahren, vom Maschinenbereich beansprucht. Mit 38% der Gesamtkapazität (1990: 46%) bildeten Konstruktionen für HERA den Schwerpunkt, gefolgt vom Forschungsbereich Synchrotronstrahlung mit 33% (Abb. 82).

Hervorzuheben sind für HASYLAB die Komponenten eines Dreiachsen-Diffraktometers für hochenergetische Röntgenstrahlung sowie einer Biege-
mechanik für Spiegel für monochromatische Röntgenstrahlung mit einem Biege-

KONSTRUKTION SARBEITEN-1991



MECHANISCHE FERTIGUNG(W4)-1991



ELEKTRONIK-FERTIGUNG(W5)-1991

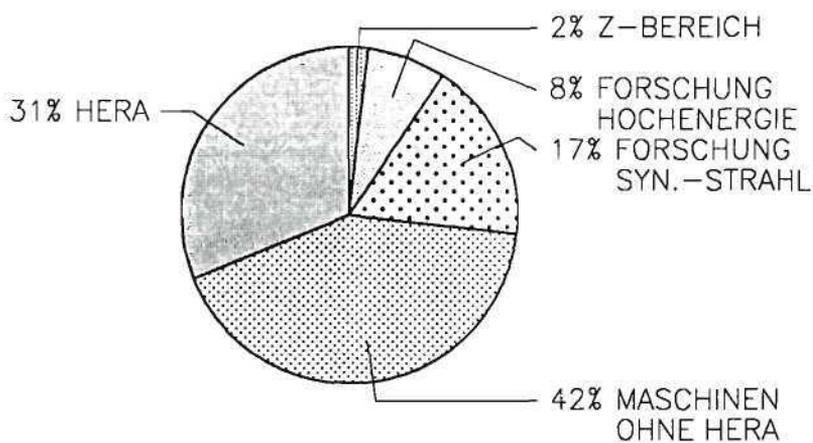


Abbildung 82: Verteilung der Arbeiten der Konstruktion auf die einzelnen Bereiche.

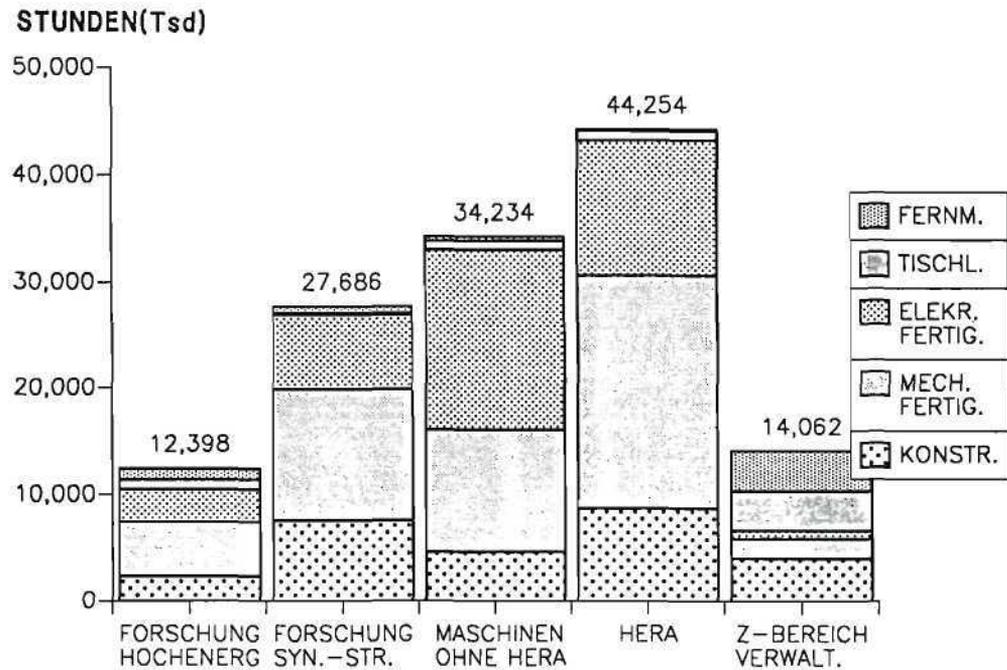


Abbildung 83: Gesamtbelastung der technischen Dienste 1991.

dius von 1 bis 2 km und eine Vakuumkammer mit variabler Gap-Höhe für den Einsatz in Wigglermagneten am Speicherring DORIS III. Ein Prototyp dieser Kammer hat im Test unter Vakuumbedingungen 10 000 Hub-Bewegungen erfolgreich bestanden.

Es wurden auch kleine Studien für neue Projekte wie „B-Fabrik“ und Linearbeschleuniger gemacht.

CAD

Der steigende Bedarf an CAD-Arbeitsplätzen sowie die Notwendigkeit, das bisherige Betriebssystem für den Netzbetrieb zu öffnen, führten zu Änderungen der Rechnerkonfigurationen. Mit zehn neuen leistungsstarken UNIX-Workstations verfügt das System nunmehr über insgesamt 38 CAD-Arbeitsplätze. Die Notwendigkeit von 3D-Darstellungen sowie der Bedarf an Struktur- und Festigkeitsanalysen mit Hilfe von modernen FEM-Werkzeugen (FEM: Finite Elemente Methode) führte zu intensiven Software-Tests. Erste praktische Anwendungen zeigen die Abbildungen 84 und 85.

Mechanische Fertigung

Mit 7.2 Mio. DM lag das Auftragsvolumen für in- und externe Fertigung 1/3 unter dem des Vorjahres (1990: 11 Mio. DM). Bei der internen Auftragsabwicklung hat sich der Anteil der Aufträge der Bereiche „Maschine“ und „For-

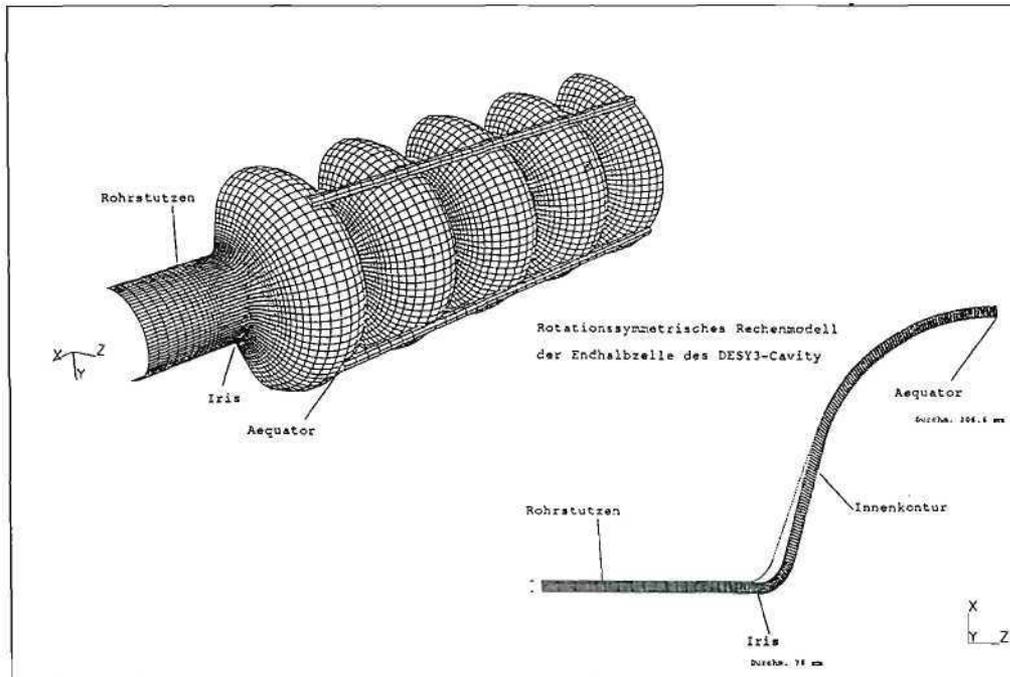


Abbildung 84: *Finite-Elemente-Modell des Prototyps eines supraleitenden, neunzelligen Hohlraumresonators aus Niob für zukünftige Linearbeschleuniger zum Nachweis der Gestaltfestigkeit, der Spannungen und Verformungen unter der Einwirkung einer axial (in Richtung der x-Achse) wirkenden Zwangsverschiebung (Tuning).*

schung“ gegenüber 1990 nicht geändert. Die Fertigung von Komponenten für Synchrotronstrahlungs-Experimente erhöhte sich auf 23% der internen Fertigungskapazität (Abb. 82).

Für den HERA-Protonenring wurden u.a. gefertigt:

- Vakuumkammern aus Edelstahl mit festen oder beweglichen Absorbern
- diverse Kollimatoren Typ C1-C6 und Maschinen-Kollimatoren, deren bewegliche Wolframbacken mit einer Planparallelität besser als 0.1 mm gefertigt wurden (Abb. 86)
- Restgasionisations-Monitore und Kohlefaden-Monitore
- Vakuumrohre und Spiegelkammern mit Fahrtisch, Spiegelsteuerungen, Linsenhalterung und Laserfenster für das Polarimeter

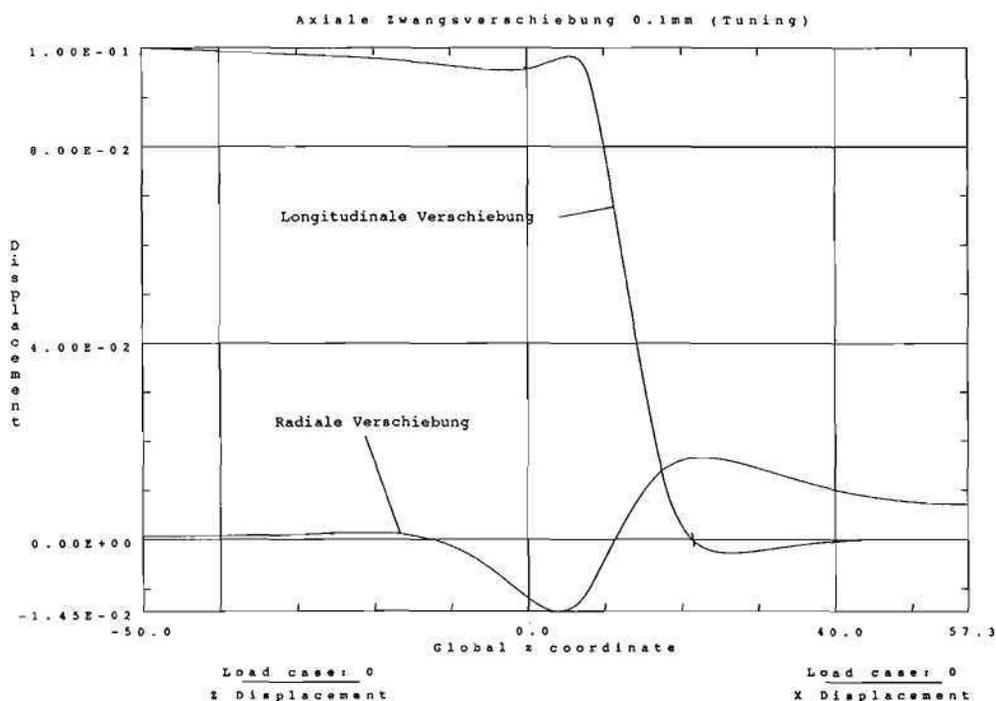


Abbildung 85: Das Verformungsdiagramm der Innenkontur des Hohlraumresonators im Bereich von Beginn des Rohrstützens bis zum Äquator der ersten Zelle. Diese Verformung ist maßgeblich für das Tuning des Cavities.

- Vakuumkammern, neue Stützungen und Prototyp einer mechanischen Sicherheitseinrichtung für Rotatorstrecken
- Feedback-Kickermagnete, Ejektions- und Injektions-Septa
- verbesserte Baugruppen für Magnetron und Coldbox an der H^- -Quelle des LINAC III sowie für den RFQ-Magneten

Für den Forschungsbereich Synchrotronstrahlung wurden folgende Arbeiten durchgeführt:

- Fertigung diverser enger und weiter Wigglerkammern aus Edelstahl
- Fertigung von zehn Auslaufkammern aus Kupfer für Synchrotronstrahlen
- Fertigung von 20 Vakuumkammern aus Kupfer für Ablenk- und Quadrupol-Magnete

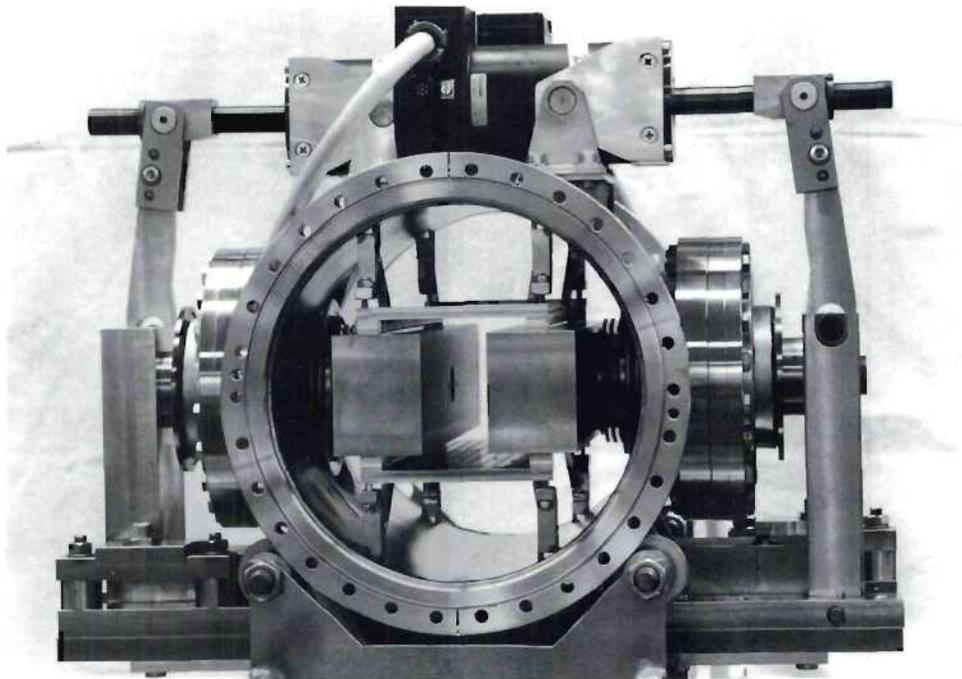


Abbildung 86: Verstellbarer Präzisions-Kollimator zur Abschirmung der Experimente (42312/27).

- Ausrüstung der Strahlwege mit Vakuumrohren, Verzögerungsstrecke, Spiegelkammern mit gekühlter Spiegelaufhängung, Kollimatoren, Blenden und Kipp-Absorber sowie mit Kohlenstoff-Folienfenster

Über die Arbeitsvorbereitung wurden zusammen mit externen Firmen Beamshutter-Schnellschlußklappen, Leuchtschirm-Monitore und Photoemissions-Monitore gefertigt. Hinzu kam eine erfolgreiche Zusammenarbeit mit dem Zentralinstitut für wissenschaftlichen Gerätebau (ZWG, Berlin), das sechs Spaltblenden in Ost-Berlin fertigte.

Für die Experimente der Hochenergiephysik wurden gefertigt:

- Strahlrohre inklusive Einfahrvorrichtungen für ZEUS und H1
- Montagevorrichtung und Heißgeschirr für das Rückwärtskalorimeter (BEMC) von H1
- Kippsicherungen für das Rückwärtskalorimeter (RCAL) und das Vorwärtskalorimeter (FCAL) von ZEUS
- Strahlabschirmblöcke und Veto-Wand für ZEUS



Abbildung 87: Von der „Mechanischen Fertigung“ hergestellter Kugel-Rezipient (42309/28A)

- ein zusätzlicher 5t-Ausleger auf dem Hallenkran für ZEUS
- Szintillatoren und Wellenlängenschieber (WLS) für ZEUS
- ein doppelwandiges Teststrahlrohr mit 0.2 mm Wandstärke für die Silizium-Vertex-Kammer von ARGUS

Erwähnt werden soll die gute Zusammenarbeit mit anderen Instituten, zum Beispiel die Fertigung eines Kugel-Rezipienten für das Institut für Physikalische Chemie der Universität Hamburg (Abb. 87) und die umfassende Hilfe und die Vermittlung von technischem Know-how für das IfH Zeuthen.

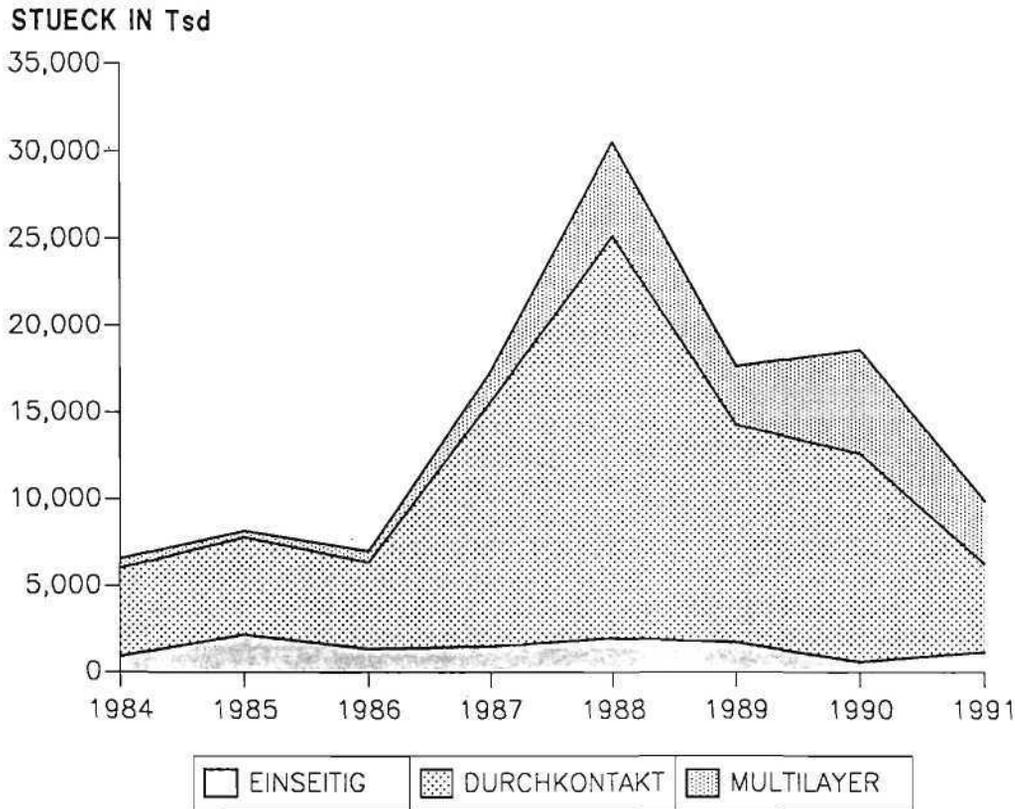


Abbildung 88: Entwicklung der Leiterplatten-Fertigung.

Aufgabenschwerpunkt der Gruppe „Elektronik-Fertigung“ war die Komponenten-Fertigung für die Speicherringe. Größter Einzelbereich war wiederum HERA mit 31% (1990: 52%) (Abb. 82). Es wurden 737 Aufträge im Gesamtwert von 5.2 Mio. DM abgewickelt. Die Arbeitsvorbereitung konnte 778 Bedarfsanmeldungen mit einem Bestellvolumen von 2.2 Mio. DM ausstellen und 242 Aufträge für Gravierarbeiten bzw. Bedrucken von Frontplatten vergeben. Für 0.5 Mio. DM wurden 97 Bestückungs-, Verdrahtungs- und Kabelkonfektionsaufträge (1990: 0.4 Mio. DM) und in 50 Fällen Layouts für „Gedruckte Schaltungen“ vergeben. Durch 550 Aufträge wurden etwa 10 000 Leiterplatten von auswärtigen Firmen nach DESY-Unterlagen angefertigt (1990: 18 566 Stück) (Abb. 88). In der genannten Zahl sind 3 619 Multilayer-Platinen enthalten. Für diese Leiterplatten-Fertigung wurden im vergangenen Jahr 1.14 Mio. DM aufgewendet.

Elektronik-Fertigung

In der Tischlerei wurden 250 Aufträge bearbeitet. Hiervon wurden 10% im Wert von 51 000 DM extern vergeben. Schwerpunkt war im Bereich „Maschinen“ das Einrichten des neuen Anbaus an das DORIS-Laborgebäude, für den Bereich

Tischlerei

„Forschung“ das Entwerfen und Anfertigen von notwendigen Transportvorrichtungen sowie das Anfertigen von Holzmodellen für ZEUS und H1. Für die DESY-Abteilung „Öffentlichkeitsarbeit“ wurde ein neuartiges Pinwand-System konzipiert und erstellt.

Fernmeldetechnik

Es wurden in der Vermittlungszentrale die ersten digitalen Nebenstellen eingerichtet und die Vorbereitung für die ISDN-Anwendung weiterverfolgt. Außerdem wurde das IfH Zeuthen bei der Planung einer neuen Vermittlungszentrale und der Erstellung der Ausschreibungs-Unterlagen unterstützt. Es wurden 665 000 Amtsgespräche aufgebaut (1990: 518 000). Ein Schwerpunkt des Kabeltrupps war das Umsetzen des Hauptknotenverteilers in dem Anbau an das DORIS-Laborgebäude mit 3 000 Anschlüssen (700 Telefone, 1 000 Datenleitungen, Rauchmelder-Linien, Sicherheits- und Alarmanlagen usw.). Mit Hilfe externer Firmen wurde die Verteilung geplant und erfolgreich durchgeführt. Für die verschiedenen Datennetze wurden rund 1 000 Anschlüsse hergestellt und dabei 34 km Datenkabel verlegt.

Ausbildung in gewerblich-technischen Berufen

Die Tabelle 12 gibt einen Überblick über die Anzahl der Auszubildenden im gewerblich-technischen Bereich.

Beruf	Stand 31.12.90	ausgelernt Jan./Juni 91	Neuzugänge	Stand 31.12.91
Kommunikations-Elektroniker	12	4	-	8
Industrie-Elektroniker	7	2	8	13
Energie-Elektroniker	6	2	2	6
Industrie-Mechaniker: Geräte- und Feinwerktechnik	13	2	5	16
Industrie-Mechaniker: Betriebstechnik	2	-	1	3
Anlagen-Mechaniker: Versorgungstechnik	2	-	1	3
Tischler	3	1	3	5
Technisches Zeichnen	9	4	5	10
Gesamt	54	15	25	64

Tabelle 12: Anzahl der Auszubildenden im gewerblich-technischen Bereich.



Abbildung 89: Blick in die Ausbildungswerkstatt „Mechanik“ (42320/2).

Alle Auszubildenden, die sich in diesem Jahr der Abschlußprüfung vor der Handels- bzw. Handwerkskammer gestellt haben, haben diese erfolgreich bestanden.

Ein Teil von ihnen hat sich für die Weiterbildung an einer Fachhochschule entschieden. Der andere Teil will das Erlernte in der Praxis umsetzen und sich beruflich festigen. Fast allen Ausgebildeten wurden von DESY nach bestandener Prüfung Arbeitsverträge für die Dauer von 3 bis 12 Monaten angeboten.

Eine besondere Herausforderung war in diesem Jahr die Aktion: „Hilfestellung bei der Ausbildung für junge Leute aus den neuen Bundesländern geben“. Es mußten nicht nur Ausbildungsplätze zusätzlich geschaffen werden, sondern auch Wohnmöglichkeiten. Unter Einbeziehung der Jugendvertretung wurde ein Konzept erarbeitet, das den Anforderungen gerecht wurde. Am Arbeitsamt Schwerin wurde von den Lehrherren eine Informationsveranstaltung über die bei DESY zu erlernenden Berufe durchgeführt. Insgesamt konnte zehn Bewerbern für unterschiedliche Berufe ein Ausbildungsplatz angeboten werden. Die Ausbildungsverträge wurden im Anschluß an einen Besuch der jungen Leute mit ihren Eltern bei DESY abgeschlossen. Für die Unterkunft ist eine Containeranlage ausgebaut worden, in der sechs männliche Auszubildende leben. Vier junge Damen wohnen im DESY-Gästehaus.

Sicherheitswesen

Die Gruppe „Sicherheit“ ist für die allgemeine Sicherheit, den Arbeitsschutz und die Behandlung von Gefahren und Schadstoffen zuständig. Sie berät und schult in Sicherheitsfragen, betreibt sicherheitstechnische Anlagen, hält den Kontakt mit den entsprechenden amtlichen Stellen, kontrolliert die Einhaltung der gesetzlichen Bestimmungen u.a. bei Betriebsbegehungen oder veranlaßt technische Prüfungen durch Sachverständige.

Der Gruppe angegliedert ist der technische Notdienst, der immer besetzt ist, regelmäßige Kontrollgänge durchführt, auf Alarme reagiert und in Notfällen und ungewöhnlichen Situationen hinzugezogen werden kann.

Mit der Inbetriebnahme von HERA und den HERA-Experimenten hat sich der Aufgabenbereich der Gruppe „Sicherheit“ stark erweitert.

HERA

Im einzelnen wurden im HERA-Bereich umfangreiche sicherheitstechnische Beratungen und Inspektionen durchgeführt. Die Brand- und Warnmeldeanlagen sowie andere Sicherheitsinstallationen wurden insbesondere in den Hallenbereichen stark erweitert. Eine Leichtschaum-Löschanlage für das ZEUS-Experiment wurde funktionsfähig übernommen.

Ein Brandschutzgutachten für die Halle HERA-Süd mit Schwerpunkt Lüftungsanlagen wurde in Auftrag gegeben, die Arbeit der Gutachter unterstützt und nach Fertigstellung eine Auswertung des Gutachtens in Angriff genommen.

Eine Vorwahlsteuerung für die automatischen Brandschaltungen der HERA-Lüfteranlagen wurde in Zusammenarbeit mit der DESY-Gruppe „Kraft, Wasser und Klima“ (MKK) konzipiert und fertigungsreife Schaltpläne dazu erarbeitet.

Einzelmaßnahmen

Gemeinsam mit amtlich anerkannten Sachverständigen des Amtes für Arbeitsschutz wurden 229 Druckbehälter überprüft. Am umfangreichen Hebezeugpark (212 Krane) auf dem DESY-Gelände wurden die vorgeschriebenen Prüfungen durchgeführt. Desgleichen ist die vorgeschriebene sicherheitstechnische Überprüfung der 52 kraftbetätigten Tore in Zusammenarbeit mit einer Fremdfirma durchgeführt worden.

Sicherheitsrat

Der Sicherheitsrat tagte im Berichtszeitraum sechsmal. Neben der Beratung spezieller sicherheitstechnischer Fragen mit den Schwerpunkten auf dem Gebiet der Sicherheit der HERA-Experimente wurde die Überarbeitung der DESY-Sicherheitsvorschriften beschlossen und in Angriff genommen.

Arbeitsschutzausschuß

Der Arbeitsschutzausschuß tagte fünfmal. Über die Sicherheitsbeauftragten, die aus den einzelnen Gruppen in den Ausschuß entsandt werden, besteht eine gute Zusammenarbeit in Sicherheitsfragen. Zahlreiche Anregungen zum Sicherheitswesen kamen auf diesem Wege von der Basis.

Im Jahr 1991 wurden insgesamt 43 Unfälle, davon sieben Verkehrsunfälle, an die Landesunfallkasse der Freien und Hansestadt Hamburg gemeldet.

Unfälle

Die Schulung der Mitarbeiter im Brandschutz und in der Ersten Hilfe wurde systematisch weitergeführt. Außerdem wurden Schichtgänger in der Benutzung von schweren Atemschutzgeräten unterwiesen. Bei acht Übungen wurden ca. 80 Personen in der Handhabung der bei DESY üblichen Feuerlöcher unterwiesen. Bei Sicherheitsbelehrungen wurden 318 Mitarbeiter auf die spezifischen Gefahren auf dem DESY-Gelände hingewiesen. Für 181 Mitarbeiter konnte ein Erste-Hilfe-Kursus vom Malteser Hilfsdienst durchgeführt werden. Anlässlich von Kollaborationstreffen der HERA-Experimente H1 und ZEUS wurden Sicherheitsbelehrungen durchgeführt.

Schulung

Im Berichtszeitraum wurden durch die Hamburger Feuerwehr – Branddirektion West – Fachberatungen in der Brandvorsorge für HERA durchgeführt. Informationsbesuche der Wachen Stellingen und Osdorf fanden statt.

Der Technische Notdienst legte bei Einsatz- und Kontrollfahrten im vergangenen Jahr 30 000 km zurück. Wegen des Umfangs der zu überwachenden Anlagen und der Größe des Geländes ist die zentrale Störungsmeldeanlage von großer Wichtigkeit. Die Mitarbeiter des Technischen Notdienstes sind in der Lage, die ca. 200 verschiedenen Störmelder und 1 980 Rauchmelder, die im Kontrollraum auflaufen, örtlich zu erkennen und entsprechende Maßnahmen zu ergreifen. Über eine zentrale Datenerfassung werden alle Meldungen erfasst, gespeichert und mit den erforderlichen Maßnahmen ausgedruckt. Dieses System wird ständig erweitert.

Technischer Notdienst

Bei beiden HERA-Experimenten ZEUS und H1 wurden täglich Sicherheitsüberwachungen durchgeführt.

Die Dienste des Technischen Notdienstes wurden in Anspruch genommen zu Einsätzen bei/mit:

Erster Hilfe	29
Rettungswagen	16
Notarztwagen	1
Feuer	9
Autounfällen	5
Brand- und Sicherheitswachen	395
Feuerlöschübungen	3
Notruf 2500	69
Technischer Hilfe	555
sonstiger Hilfe	1 113
Einsätzen bei HERA	1 252
Aufzugalarme	178

Es gab 1991

Gasalarne	52
allgemeine Alarne (TAL)	323
Rauchmeldealarne	172
schriftliche Meldungen	350

Gefahrstoffe

Für die Entsorgung von Gefahrstoffen wurde 1991 ein Ingenieur für Umwelttechnik eingestellt. Er sorgt für die Einhaltung der Vorschriften, berät und veranlaßt die Entsorgung. Ein Bereitstellungslager für die Entsorgung von Gefahrstoffen wurde konzipiert und steht vor der Fertigstellung.

Arbeitsmedizin

Der Betriebsarzt (13 Wochenstunden ab 1.4.91) und die Betriebskrankenschwester (20 Wochenstunden) waren nach §3 des Arbeitssicherheitsgesetzes für 1407 DESY-Mitarbeiter tätig:

- Teilnahme an 16 Betriebsbegehungen
- 212 arbeitsmedizinische Vorsorgeuntersuchungen
- 750 Beratungen, Impfungen und Behandlungen in Notfällen, Untersuchungen und Beratungen auch für Gastwissenschaftler und Arbeitnehmer von Fremdfirmen in besonderen Fällen
- zunehmende Audiometrie-Tätigkeit nach Neufassung der UVV „Lärm“
- Ausbau des Vorsorgeprogrammes
- ärztliche Gutachtertätigkeit
- zahlreiche Kontakte zu externen Ärzten

Bauangelegenheiten und Transporte

DORIS III

Das Bauvorhaben DORIS III war im April 1991 soweit fortgeschritten, daß für die neuen Gebäude Richtfest gefeiert werden konnte. Nach Abschluß der Umbauarbeiten im Bereich des Ringtunnels konnte im Juni der Speicherring DORIS III seinen Betrieb wieder aufnehmen. Im August wurde die Experimentierfläche HASYLAB IV bezogen, und im Dezember wurden die ersten Interlockgebiete im HASYLAB V aufgebaut. Parallel dazu wurden die Büroräume bezogen.

Um der räumlichen Enge in der Sicherheits-Abteilung entgegenzuwirken, wurde mit einem Anbau an das Gebäude des Technischen Notdienstes begonnen. Es wurden 85 m² zusätzlich geschaffen.

Neubauten

Der „Säuregarten“, das alte Lager für Schadstoffe, entsprach nicht mehr den amtlichen Richtlinien. An seiner Stelle wurde ein Bereitstellungslager für zu entsorgende Gefahrstoffe errichtet.

Die äußerst angespannte Lage auf dem Hamburger Wohnungsmarkt erschwert die Unterbringung von Gästen. Der wegen der Vergrößerung der Experimentiermöglichkeiten bei HASYLAB und der Fertigstellung der HERA-Experimente stark gestiegenen Nachfrage nach Übernachtungsmöglichkeiten soll in einem weiteren Holzhaus mit 20 Gästezimmern begegnet werden. Mit dem Bau dieses Hauses in der Nähe der Halle PETRA-Südwest wurde begonnen.

Mit dem Gebäude für die Senderstromversorgung neben der Halle PETRA-Nord-Rechts wurde begonnen und die 10-kV-Station wurde fertiggestellt.

Neben den vielen kontinuierlich anfallenden kleinen Arbeiten sind einige größere hervorzuheben:

Umbauten und Instandhaltung

- Asphaltbelag der Fahrbahn zwischen dem Verwaltungsgebäude und der Kraftstation
- Sanierung der Außenfläche des Schornsteins der Heizzentrale
- Außenanstrich der Heliumtanks neben der Kältetechnikhalle
- Beginn der Sanierung der Fenster an der Westfront des Laborgebäudes
- Abschottung sehr vieler Brandbekämpfungsabschnitte mit der Inbetriebnahme von HERA

Zu den Aufgaben der Bauabteilung gehören weiter die Pflege der Rauchabzugsanlagen, der Siele, der Ölabscheider, der Kran-, Tor-, Aufzugsanlagen sowie der Regen- und Schmutzwasser-Pumpwerke. Diese Aufgaben werden über Wartungsverträge mit externen Firmen abgedeckt.

Von der Transportgruppe werden Spezialtransporte durchgeführt oder durch Fremdfirmen veranlaßt und überwacht. Außerdem kümmert sich die Gruppe um die Schnee- und Eisbeseitigung und die Pflege der Betriebsfahrzeuge.

Transport und Gelände

Die Betriebsschlosserei hat verschiedene Schlosser-, Bohr-, Stemm- und Anstricharbeiten für alle DESY-Gruppen, Restmontagen für den Elektronenring und Protonenring von HERA sowie Montagen für den DORIS-Bypass durchgeführt.

Betriebschlosserei

Technologietransfer

Arbeitnehmererfindungen

Im Berichtsjahr wurden zwei Arbeitnehmererfindungen gemeldet und in Anspruch genommen:

- Eine Vorrichtung zur fernbeobachtbaren und ferngesteuerten Lecksuche und Leckdichtung gestattet es, an nicht zugänglichen Stellen – z.B. an der zentralen Vakuumkammer eines großen Detektors – Vakuumlecks zu orten und eventuell sogar zu dichten.
- Eine Hochstrom-Elektronen-Kanone für Linearbeschleuniger und Klystrons erlaubt es, die Kathode sehr viel schneller und einfacher als bisher zu wechseln.

Lizenzen, Know-how-Transfer

Mit einer mittelständischen Firma konnte ein Lizenzvertrag über den Know-how-Transfer zum Bau von flexiblen Verbindungen zwischen Vakuumkammern mit Hochfrequenzbrücke für große Vakuumsysteme abgeschlossen werden.

Sonstiges

DESY koordinierte den Hamburger Arbeitskreis „Patente - Arbeitnehmererfinderrecht“ und arbeitete mit im Stiftungsrat des Technologie-Beratungszentrums Hamburg und im Beirat des Technologiezentrums Buxtehude.

**Veröffentlichungen
und
Vorträge**

DESY-Kolloquien

W.J.M. Levelt (Nijmegen/NL)

Speaking: How to get from Intentions to Articulations.
17.1.1991

S. Refsdal (Hamburg/D)

Astrophysical Applications of the Gravitational Lens Effect.
31.1.1991

M. Koshiha (Tokyo/J)

From Cosmic Rays to Stellar Neutrinos.

G. Wolf (Hamburg/D)

Visualizing Elementary Particles with Emulsions, Bubble Chambers and Electronic Devices.

E. Raubold (Darmstadt/D)

Computer Science and Physics.

S.C.C. Ting (Cambridge/USA)

Properties of the Z^0 Resonance.

20.6.1991, Festkolloquium für Prof. E. Lohrmann

F. Böhm (Pasadena/USA)

Searches for Heavy Neutrinos.

17.10.1991

U. Platt (Heidelberg/D)

The Ozon Question - Troposphaeric and Stratosphaeric Ozon.

31.10.1991

W. Paul (Bonn/D)

Experiments with Stored Neutrons - Measurements of the Lifetime and the Weight of the Neutron.

14.11.1991

W. Krätschmer (Heidelberg/D)

C_{60} and other Fullerenes: New Forms of Carbon.

12.12.1991

Vorträge

P. SÖDING

(F-Bereichs-Direktor bis Juni 1991)

HERA at the Start

Les Rencontres de Physique, La Thuile/F

Elektron-Proton-Kollisionen bei hohen Energien:

Das HERA-Projekt bei DESY

FU Berlin/D (1991)

V. SOERGEL

Woraus besteht Materie? - Die Erforschung des Mikrokosmos in internationaler Zusammenarbeit bei DESY.

Vortrag auf der „Alster Tafel“, Hamburg/D (1991)

Teilchenbeschleuniger - technisch-industrielle Folgen der Grundlagenforschung.

Symposium „Utopie Wissenschaft“, Univ. Hannover/D (1991)

A. WAGNER

(F-Bereichs-Direktor ab Juli 1991)

Test des Standard Modells bei LEP

Kolloquiumsvorträge, Univ. Bochum/D

Univ. Frankfurt a. M./D

Physics at LEP (QCD).

Les Houches Lectures, Les Houches/F (1991)

Physics Research at DESY.

Balkan School of Physics, Istanbul/TR (1991)

Testing the String Effect with OPAL at LEP.

Zeuthen/D (1991)

F-Bereich**H1****Veröffentlichungen**

J. ANTOS et al.

Manufacture of Readout Boards for a Liquid Argon Calorimeter.

Nucl. Instrum. Methods A302 (1992) 277

H. BAERWOLFF, U.L. GENSCHE, J. HAACK, U. HARDER, H. HENSCH, M. KLEIN, P. KOSTKA, H. LIPPOLD, J. MEISSNER, M. WINDE

Stripline Transmission of Drift Chamber Signals.

Zeuthen PHE 91-07, zur Veröffentlichung in Sci. Instrum. Bull.

J. FORMANEK

On the Problem of Large Radiative Corrections in Deep Inelastic Scattering.

Czech. J. Phys. 41 (1991) 513

International Collaboration in Subnuclear Physics - H1 Program at DESY, Hamburg. (In Cz.)

Pokroky Mat., Fyz. o Astron. 36 (1991) No. 5 277

H. GRÄSSLER, M. HOHLMANN, G. KEMMERLING, S. MASSON, W. PILGRAM, W. STRUCZINSKI, G.A. BECK, J.B. DAINTON, E. GABUTHULER, D. GILLESPIE, P. MASON, S.J. MAXFIELD, J.M. MORTON, D.G. NUNN, G.D. PATEL, D.P.C. SANKEY, L.A. WOMERSLEY

Precision Reconstruction of Charged Tracks with Simultaneous Electron Identification in a Gaseous Detector Using Transition Radiation.

Nucl. Instrum. Methods A310 (1991) 535

R. WUNSTORF, M. BENKERT, E. FRETWURST, G. LINDSTRÖM, R. DARVAS, N. CROITORU

Radiation Damage of Silicon Detectors by Monoenergetic Neutrons between 1 and 14 MeV and 1.8 MeV Electrons.

Nuclear Physics B, Proc. Suppl. A23 (1991) 324

Veröffentlichte Vorträge

B. ANDRIEU, V. BOUARY, S. ORENSTEIN, J. ZACEK, Y. SIROIS

Leptoquarks in H1 at HERA. Proc. of the HERA Workshop, Hamburg/D (1991)

S. BARANOV

Lepton Pair and Compton Generators.

Trident - A Generator for Lepton Pairs.

Proc. of the HERA Workshop, Hamburg/D (1991)

On the Lepto- and Hadroproduction of $J/\psi + C^+C^-$.

Proc. of the HERA Workshop, Hamburg/D (1991)

H.-J. BEHREND, W. ZIMMERMANN

A Hardwired Trigger Processor using „Logic Cell Arrays“.

Proc. of the IXth Int. Conf. on Computing in High

Energy Phys., Tsukuba/Jp (1991)

W. BUCHMÜLLER, C. GREUB, G. INGELMAN, F. KOLE, J. RATHSMAN

Heavy Neutrinos and Right-Handed Currents in Electron-Proton Scattering.

Proc. of the Workshop on Physics at HERA, Hamburg/D (1991) Vol.2 und Uppsala TSL-ISV-92-0060

T. CARLI, P. DINGUS, Y. SIROIS

Excited States of Composite Electrons in H1.

Proc. of the HERA Workshop, Hamburg/D (1991)

K. DJIDI

DSP Read-out of ADCs for the H1 Calorimeter.

Proc. of the IIInd Conf. on Adv. Technol. and Particle Physics, Como/I (1990) (Nucl. Phys. B, Proc. Suppl. 23A (1991) 186)

S. EGLI

Rare Charm Decays at HERA.

Proc. of the IIIrd Topical Seminar on Heavy Flavours, San Miniato/I (1991)

J. FELTESSE

HERA - the New Frontier.

Lectures, SLAC Summer Institute, Stanford/USA (1991) und DAPNIA/SPP 92-01

J. GAYLER

Simulation of H1 Calorimeter Test Data with GHEISHA and FLUCA, MC91.

Proc. of the Workshop on Det. and Event Simul. in High Energy Phys., NIKHEF Amsterdam/NL (1991)

P. HABERL, F. SCHREMPP, H.-U. MARTYN, B. SCHREMPP

Z' Bosons at HERA - A Model Independent Analysis.

Proc. of the HERA Workshop, Hamburg/D (1991)

P. HABERL, F. SCHREMPP, H.-U. MARTYN

Contact Interactions and New Heavy Bosons at HERA - A Model Independent Analysis.

Proc. of the HERA Workshop, Hamburg/D (1991)

C. KIESLING

Tau Decays - An Experimental Review.

Proc. of the Workshop on Tau Lepton Phys., Orsay/F (1990) und DESY 91-067

H. JUNG

J/ψ -Production Mechanisms and Determination of the Gluon Density at HERA.

Proc. of the HERA Workshop, Hamburg/D (1991)

A. LEBEDEV

Corrections to Weizsaecker-Williams Approximations for Low Q^2 Inelastic ep-Scattering.

Proc. of the HERA Workshop, Hamburg/D (1991)

A. LEBEDEV, J. VAZDIK

Colour Coherence in Deep Inelastic Compton Scattering.

Proc. of the HERA Workshop, Hamburg/D (1991)

S. LEVONIAN

Total Photoabsorption Cross Section Measurements at HERA.

Proc. of the HERA Workshop, Hamburg/D (1991)

H1 Status Report.

PRC-Meeting, DESY Hamburg/D (1991)

H.-U. MARTYN, B. SCHREMPP, J. BLUEMLEIN, G. DEGRASSI, A. LEIKE, T. RIEMANN

New Neutral Vector Bosons at HERA.

Proc. of the HERA Workshop, Hamburg/D (1991)

H. OBERLACK

Experience with Existing Large Calorimeters.

Energy Calibration for the H1 Liquid Argon Calorimeter.

Realization of the H1 Liquid Argon Calorimeter. Proc. of the 11th Int. Conf. on Calorimetry in High Energy Physics, Capri/I (1991)

A. DE ROECK, M. KLEIN
Structure Functions and Low Q^2 Physics at HERA.
Proc. of the Int. Conf. on Hadron Structure, Stara Lesna/CSFR (1991) (Phys. and Appl. 16 (1991) 23) und IGH PHE 91-014

M. WIELERS
Comparison of Event Generators for γ -Gluon Fusion and Resolved Photon Processes.
Proc. of the HERA Workshop, Hamburg/D (1991)

Vorträge

W. BARTEL
The Physics Program at HERA.
Cherenkov Memorial Meeting, Moskau/GUS (1991)

Experimental Tests of the Standard Model for Elementary Particles.
100th Anniv. of the Eötvös Soc., Budapest/H (1991)

W. BARTEL, S. EGLI, R. EICHLER, D. FEEKEN, R. GERHARDS, L. GOERLICH, C. GRAB, T. GREENSHAW, C. JACOBSSON, T. JANSEN, L. JOENSSON, K. JOHANNSEN, H. JUNG, J. MARTYNIAK, J. MEYER, B. NAROSKA, M. NYBERG, O. OVERBECK, F. OULD-SAADA, J. RIEDLBERGER, M. RIETZ, N. SAHLMANN, C. SCHMIDT, R. SELL, P. TRUÖL, J. TURNAU, M. WIELERS
Prospects for Charm Physics with the H1-Detector at HERA.
Int. Symp. on Heavy Flavour Physics, Orsay/F (1991)

E. BINDER
Messung der Strukturfunktion mit H1.
DPG-Tagung, Aachen/D (1991)

J. BÜRGER
Tracking at 96 ns Bunch Crossing Time: The Drift Chambers of the H1 Experiment at HERA.
Fermilab, Batavia/USA (1991)

J. BÜRGER, M. KLEIN et al.
An Expression of Interest to Improve the Charged Track Detection in H1 Close to the $e p$ Interaction Vertex.
DESY PRC 91-01, Hamburg/D (1991)

G. COZZIKA
H1 Status Report.
EWR DESY Hamburg/D (1991)

F. DESCAMPS
Embedded DSP and RISC Processors for H1 Calorimeters Acquisition.

Ist Conf. on Electronics for Future Colliders,
New York/USA (1991)

S. EGLI, C. GRAB, F. OULD-SAADA, H. SIMMA, D. WYLER
Physics with D-Mesons.
HERA-Physics Workshop, DESY Hamburg/D (1991)

R.J. ELLISON
Low-x Deep Inelastic Scattering at HERA.
Meeting on HERA Physics, Imp. Coll. London/UK (1991)

D. FEEKEN
Nachweis von b-Quark Ereignissen im H1-Detektor bei HERA.
DPG-Tagung, Aachen/D (1991)

F. FERRAROTTO
Status of H1 Experiment.
Nat. Meeting of INFN, Tirrenia, Pisa/I (1991)

G. FLÜGGE
Electron-Proton Stöße am Speicherring HERA.
Graz/A (1991)

E. FRETWURST
Strahlenschädigung von Si-Detektoren durch Neutronen, Protonen und Elektronen.
MPI München/D (1991)

R. GRÄSSLER
Kalibration eines Segments des elektromagnetischen Flüssig-Argon-Kalorimeters für den H1-Detektor.
DPG-Tagung, Aachen/D (1991)

HERA aus Aachener Sicht - Ein H1-Status-Bericht.
Physikzentrum der DPG, Bad Honnef/D (1991)

P. HARTZ
Kalibration des FB1E-Kalorimeters des H1-Detektors.
DPG-Tagung, Aachen/D (1991)

R. HERMA
W-Produktion bei HERA.
DPG-Tagung, Aachen/D (1991)

M. HOHLMANN
Tests des H1-Vorwärts-Spur-Detektors mit Hilfe von kosmischen Strahlen.
DPG-Tagung, Aachen/D (1991)

M. IBBOTSON
H1 Forward Muon Chambers for the Forward Detector.
Meeting on LHC, St. Genis/F (1991)

T. JANSEN
Topologischer Trigger für J/ψ -Ereignisse im H1-Detektor bei HERA.
DPG-Tagung, Aachen/D (1991)

H. JUNG
Gluonendichte-Bestimmung des Protons bei HERA.
Kolloquiumsvortrag, Aachen/D (1991)

C. KIESLING

Physik bei HERA.
Univ. Bonn/D (1991)

Hochenergiephysik in der nächsten Dekade.
Kolloquiumsvortrag, Univ. Freiburg/D (1991)

M. KLEIN

Von Rutherford zu HERA.
Vorlesungen, TU Dresden/D (1991)

An Expression of Interest to Improve the Charged Track
Detection in H1 Close to the $e p$ Interaction Vertex.
PRC DESY/Hamburg (1991)

D. KRÜCKER

Links-Rechts-Symmetrie bei HERA.
DPG-Tagung, Aachen/D (1991)

M. KUHLEN

Szintillierende Fasern und Flugzeitmessung (TOF).
DPG-Tagung, Aachen/D (1991)

J. KURZHÖFER

Einfluß lokaler Variationen der mechanischen Parameter
auf die Kalibrierung eines elektromagnetischen Kalorime-
ters.
DPG-Tagung, Aachen/D (1991)

G. LINDSTRÖM

Technologie und Strahlungsresistenz von Siliziumdetekto-
ren für Anwendungen in der Hochenergiephysik.
Univ. Dortmund/D (1991)

New Measurements on Neutron Damage up to $10^{14} n/cm^2$
and Low Energy Electron Damage in Silicon Detectors.

Technology for the Fabrication of Silicon Detectors for the
H1 Plug Calorimeter.
Int. Workshop on Radiation Damage in Silicon, Oak
Ridge/USA (1991)

Results on Radiation Hardness of Silicon Detectors up to
Neutron Fluences of $10^{16} n/cm^2$.
Vth Pisa Meeting on Advanced Detectors, Pisa/I (1991)

Radiation Hardness of Silicon Detectors.

Application of Si-Detectors in Calorimeters and Presamp-
lers - Reliability of Monte Carlo Calculations.
Int. Conf. on Rad. Hardness and Large Scale Appl. of
Silicon Det., Florenz/I (1991)

E. MALINOVSKI

Cherenkov Counters for Luminosity Monitor of H1 Detec-
tor at HERA.
Ist Cherenkov Memorial Int. Symp., Moskau/GUS (1991)

H. OBERLACK

Physics Potential at HERA.

Experience with Large Existing Calorimeters and New De-
velopments.

School for Exp. High Energy Phys., Sochi/GUS (1991)

U. OBROCK

Monte Carlo Untersuchungen zu den Kalibrationsmessun-
gen an den BBE- und CBE-Modulen des H1-Detektors.
DPG-Tagung, Aachen/D (1991)

O. OVERBECK

Untersuchungen zur Messung der Gluonenstrukturfunk-
tion des Protons am H1-Detektor.
DPG-Tagung, Aachen/D (1991)

S. PETERS

Parametrisierung elektromagnetischer Schauer.
DPG-Tagung, Aachen/D (1991)

Parametrization of Electromagnetic Showers.

Workshop on Det. and Event Simul. in High Energy
Phys., NIKHEF Amsterdam/NL (1991)

J. RIEDLBERGER

The Drift Chamber r - ϕ Track Finder of H1 at HERA.
Fachtagung der Österr. Phys. Ges., Schloß Seggau/A
(1991)

A. DE ROECK

Low Q^2 Physics at HERA.
Conf. on Hadron Structure 91, Stara Lesna/CSFR (1991)

M. RUDOWICZ

Superfast and Fast Calorimeter Simulation for H1.
Workshop on Det. and Event Simul. in High Energy
Phys., NIKHEF Amsterdam/NL (1991)

E. SCHUHMANN

Höhenstrahlung im H1 Kalorimeter bei HERA.
Herbstschule Maria Laach/D (1991)

R. SELL

$J/\psi \rightarrow \mu^+ \mu^-$ Nachweis bei H1.
DPG-Tagung, Aachen/D (1991)

J. STAECK

Kalibration von Segmenten des H1-Flüssig-Argon-Kalori-
meters mittels Pionenstrahlen.
DPG-Tagung, Aachen/D (1991)

M. STEENBOCK

Das e/π -Verhältnis im instr. Eisen des H1-Detektors.
DPG-Tagung, Aachen/D (1991)

E. THEUER

Monte Carlo Untersuchungen zur W-Produktion und eines
der hadronischen Untergrundprozesse bei HERA.
DPG-Tagung, Aachen/D (1991)

J.-P. WELLISCH

Studie zur H1-Kalorimeter-Kompensation mit Software-
methoden und Vergleich mit Monte Carlo Simulationsda-

ten.

DPG-Tagung, Aachen/D (1991)

M. WIELERS

Einfluß der Fragmentationsmodelle auf den H1-Trigger.
DPG-Tagung, Aachen/D (1991)

T. WOLFF

A First Level Track Trigger for the H1 Experiment at
HERA.
Frühjahrstagung der Schweiz. Phys. Ges., Zürich/CH
(1991)

R. WUNSTORF

Radiation Hardness of Silicon Detectors under Operational
Conditions.
Int. Workshop on Large Scale Appl. of Semicond. Det. in
High Energy Phys., State Univ. Minsk/GUS (1991)**Dissertationen**

I. FEDDER

Untersuchungen an Silizium-instrumentierten Test-Kalori-
metern für elektromagnetische und hadronische Schauer.
Univ. Hamburg/D (1991)

J.-F. LAPORTE

Diffusion profondément inélastique à HERA et calibration
absolue de la mesure en énergie d'un electron dans le ca-
lorimetre à argon liquide d l'expérience H1.
Univ. Paris-Sud/F

S.A. MURRAY

Excited Electron Production at HERA.
Univ. Manchester/UK (1991)

E. SCHENUIT

Xenon-Ethan Gase in Driftkammern - Untersuchungen
zum Bau einer hochauflösenden Jetkammer.
Univ. Hamburg/D (1991)
DESY FH1T 91-01

J. TUTAS

Myonen im H1-Detektor.
Univ. Aachen/D (1991)
PITHA 91/10

C. ZEITNITZ

Entwicklung und Test eines mit Siliziumdetektoren instru-
mentierten Presamplers für den H1-Detektor.
Univ. Hamburg/D (1991)**Diplomarbeiten**

M. BENKERT

Untersuchungen zur Strahlenschädigung von Silizium-

Halbleiter-Detektoren durch hochenergetische Neutronen.
Univ. Hamburg/D (1991)

H.B. DREIS

Bau einer automatischen Gaschromatographie-Meßstation
für den H1-Detektor.
RWTH Aachen/D (1991)

M. ELLERS

Untersuchungen zum Teilchennachweis im Randbereich ein-
es elektromagnetischen Flüssig-Argon-Kalorimeters.
Univ. Dortmund/D (1991)

D. FEEKEN

Die Myonsignatur von $b\bar{b}$ -Ereignissen im H1-Detektor bei
HERA.
Univ. Hamburg/D (1991)

D. GUZIK

Monte-Carlo-Untersuchungen zum Einfluß von Schicht-
dickenvariationen auf das Signal eines Flüssig-Argon-
Sampling Kalorimeters.
Univ. Dortmund/D (1991)

H. HAUF

Frontend-Elektronik für Silizium-Detektoren - Simulation
und experimentelle Untersuchungen.
Univ. Hamburg/D (1991)

C. HILTON

Investigations Concerning the Forward Muon Drift Cham-
bers of the H1 Detector at HERA.
Univ. Manchester/UK (1991)

T. HUNOLD

Eichung und Inbetriebnahme eines Eisen-Szintillator-
Kalorimeters für Strahluntergrundmessungen am H1-
Experiment während des HERA-Testbetriebs.
Univ. Hamburg/D (1991)

F. JUST

Test eines Moduls des H1-Eisenjochs in der H1-Detektor-
Konfiguration.
Univ. Wuppertal/D (1991)

R. KASCHOWITZ

Simulationsrechnungen zur Suche nach Standard Higgs
Bosonen bei HERA.
RWTH Aachen/D (1991)

D. KRÜCKER

Links-rechts-symmetrische Modelle bei HERA.
RWTH Aachen/D (1991)
PITHA 91/14

U.-P. KRÜGER

Testmessungen der Streamerkammern im H1 Detektor mit
kosmischen Myonen und deren Vergleich mit Simulations-
rechnungen.
Univ. Hamburg/D (1991)

J. KURZHÖFER

Untersuchungen zum Einfluß von geometrischen Parametern und Materialeigenschaften auf die Auflösung der elektromagnetischen Kalorimeter FB2E und BBE des H1-Detektors.

Univ. Dortmund (1991)

L. LARSSON

Simulation neuronaler Netzwerke und Test des z-Kammer-Triggers am H1-Detektor.

Univ. Hamburg/D (1991)

C. LEVERENZ

Aufbau und Test eines Szintillationszählersystems zur Bestimmung des Strahluntergrundes am H1-Experiment sowie erste Strahlstudien an HERA.

Univ. Hamburg/D (1991)

F. LINSEL

Untersuchungen zum Einfluß von Druckschwankungen des Kammergases auf den Betrieb der zentralen Spurenkammer des H1-Detektors.

Univ. Hamburg/D (1991)

T. MERZ

Monte-Carlo-Studien zur hadronischen Kalibration des H1-Kalorimeters mit HERA-Ereignissen.

Univ. Hamburg/D (1991)

DESY F21-91-01

U. OBROCK

Monte-Carlo-Untersuchungen zu den Testmessungen an den DB1E- und BBE-Moduln des H1-Detektors.

Univ. Dortmund/D (1991)

O. OVERBECK

Untersuchungen zur Bestimmung der Gluonstrukturfunktion des Protons.

RWTH Aachen/D (1991)

T. RAUTENSTRAUCH

Kalibrationsstudien am Full-Size-Prototyp der CJC1-Driftkammer mit kosmischer Höhenstrahlung.

Univ. Hamburg/D (1991)

H. SAND

Test und Inbetriebnahme der zentralen Spurenkammer von H1.

Univ. Hamburg/D (1991)

DESY FH1T 91-02

H.-C. SCHLEYER

Monte-Carlo-Simulationen von elektromagnetischen Schauern in mit Si-Detektoren bestückten Samplingkalorimetern mit dem EGS-Programm.

Univ. Hamburg/D (1991)

T. SCHULZ

Untersuchungen zur Strahlenschädigung von Silizium-

Oberflächensperrschichtdetektoren.

Univ. Hamburg/D (1991)

R. SELL

Ein topologischer Trigger für $J/\psi \rightarrow \mu^+ \mu^-$ im H1 Detektor bei HERA.

Univ. Hamburg/D (1991)

J. STAECK

Kalibration von Schauern für den HERA H1-Detektor mittels Pion-Teilchenstrahlen.

RWTH Aachen/D (1991)

R. STEENBOCK

MC Studien über kalorimetrische Eigenschaften der H1-Streamerrohr-Instrumentierung.

Univ. Hamburg/D (1991)

E. THEUER

Monte-Carlo-Untersuchungen der W-Boson Produktion und konkurrierender Prozesse bei HERA.

Univ. Aachen/D (1991)

M. WIELERS

Erzeugung schwerer Quarks in e-p-Kollisionen. Ein Vergleich verschiedener Ereignisgeneratoren.

RWTH Aachen/D (1991)

PITHA 92/1

Interner Bericht

C. ZEITNITZ

A Silicon Instrumented Presampler in the CERN Test 1989/1990.

DESY H1-03/91-169

ZEUS

Veröffentlichungen

H. ABRAMOWICZ et al.

Intercalibration of the ZEUS High Resolution and Backing Calorimeters.

DESY 91-081

A. ANDRESEN et al.

Construction and Beam Test of the ZEUS Forward and Rear Calorimeter.

Nucl. Instrum. Methods A309 (1991) 101 und
DESY 91-026

B. BICKEN, U. HOLM, T. MARCKMANN, K. WICK, M. ROHDE

Recovery and Permanent Radiation Damage of Plastic

Scintillators at Different Dose Rates.

IEEE Trans. Nucl. Sci. NS38 (1991) 188

D. BLOEMKER, U. HOLM, R. KLANNER, B. KREBS

Plastic Scintillators in Magnetic Fields.

Nucl. Instrum. Methods A311 (1992) 505 und
DESY 91-083

J. MAINUSCH, F. CORRIVEAU, R. KLANNER, G. LEVMAN

Influence of Magnetic Fields on the Response of a Uranium Scintillator Sampling Calorimeter.

Nucl. Instrum. Methods A312 (1992) 451 und
DESY 91-027

N. PAVEL

Hadron Production in Deep Inelastic Lepton Nucleus Scattering.

Nucl. Phys. A532 (1991) 465

N. PAVEL, EMC COLLABORATION., J. ASHMAN et al.
Comparison of Forward Hadrons Produced in Muon Interactions on Nuclear Targets and Deuterium.

Z. Phys. C52 (1991) 1

Forward Produced Hadrons in μp and μd Scattering and Investigation of the Charge Structure of the Nucleon.

Z. Phys. C52 (1991) 361

N. PAVEL, NMC COLLABORATION,
D. ALLASIA et al.

Measurement of the Neutron and Proton F_2 Structure Function Ratio.

Phys. Lett. B249 (1990) 366

Inelastic J/Ψ -Production in Deep Inelastic Scattering from Hydrogen and Deuterium and the Gluon Distribution of Free Nucleons.

Phys. Lett. B258 (1991) 493

The Gottfried Sum from the Ratio of F_2^p/F_2^n .

Phys. Rev. Lett. 66 (1991) 2712

N. PAVEL, NMC COLLABORATION,
P. AMAUDRUZ et al.

Precision Measurement of the Structure Function Ratios $F_2^{H^0}/F_2^D$, F_2^C/F_2^D and $F_2^{C^*}/F_2^D$.

Z. Phys. C51 (1991) 367

J. DEL PESO, E. ROS

Fast Simulation of Electromagnetic Showers in the ZEUS Calorimeter.

DESY 91-005

K. WICK, D. PAUL, P. SCHRÖDER, V. STIEBER, B. BICKEN

Recovery and Dose Rate Dependence of Radiation Damage in Scintillators, Wavelength Shifters and Light Guides.

Nucl. Instrum. Methods B61 (1991) 472

D. ZER ZION, A. SEIDMAN, U. KÖTZ

Degradation of CMOS-Integrated Electronics under Ioni-

zing Irradiation.

Nucl. Phys. B, Proc. Suppl. 23A (1991) 319

Veröffentlichte Vorträge

T. HAAS

The Offline Analysis Software of the ZEUS Experiment for HERA.

Proc. of the IXth Int. Conf. on Computing in High Energy Physics, Tsukuba/J (1991)

J. KRÜGER

Calibration of the ZEUS Uranium Scintillator Calorimeter.

Proc. of the Vth Meeting on Adv. Det., Pisa/I (1991)

D. NOTZ

Computing at HERA.

Proc. of the IXth Int. Conf. on Computing in High Energy Physics, Tsukuba/Jp (1991)

T. TSURUGAI

Calibration and Stability of the ZEUS Uranium Scintillator Calorimeter.

Construction and Beam Test of the ZEUS Calorimeter.
Proc. of the Int. Conf. on Calorimeters in High Energy Phys., Capri/I (1991)

Vorträge

A. ANDRESEN

Rekonstruktion von Position und Winkel hadronischer Schauer mit dem ZEUS-Kalorimeter.

DPG-Tagung, Aachen/D (1991)

K. BARTH

Uniformitätsmessung am Hadron-Elektron-Separator.

DPG-Tagung, Aachen/D (1991)

B. BICKEN, A. DANNEMANN, U. HOLM, T. NEUMANN, K. WICK

Der Einfluß von Temperaturbehandlung auf die Strahlenschädigung von Plastikszintillatoren.

DPG-Tagung, Aachen/D (1991)

S. BRÜHL, F. CORRIVEAU

Kalorimetrie im magnetischen Feld.

DPG-Tagung, Aachen/D (1991)

C. COLDEWEY

Strahlenschädigung und deren Ausheilung an Feldeffekttransistoren.

DPG-Tagung, Aachen/D (1991)

M. ERNST

Testmessungen zur Elektron-Hadron-Trennung im ZEUS

Hadron-Elektron-Separator.
DPG-Tagung, Aachen/D (1991)

A. FÜRTJES
Kalorimetrie in der GeV-Region
Herbstschule Maria Laach/D (1991)

G. GLOTH
Überprüfung der longitudinalen Homogenität des ZEUS-Kalorimeters mit γ -Quellen.
DPG-Tagung, Aachen/D (1991)

H. GRESSMANN, R. KAISER, M. LOMPERSKI
Vorbereitungen zu Elektronenpolarisationsmessungen bei HERA.
DPG-Tagung, Aachen/D (1991)

U. HOLM
Influence of Temperature Treatment on Radiation Stability of Plastic Scintillator and Wave-Length Shifter.
IEEE 1991 Nuclear Science Symposium, Santa Fe/USA (1991)

G. JAHNEN
Digitale Signalanalyse beim Hadron-Elektron-Separator (HES) des ZEUS-Experimentes.
DPG-Tagung, Aachen/D (1991)

J. KATH
Serienmessung an Siliziumdetektorkarten.
DPG-Tagung, Aachen/D (1991)

B. KREBS
Calibration of the ZEUS Calorimeter with Pointlike Sources.
School on Experimental High Energy Physics, Lazarevskoye/Rußland (1991)

W. KRÖGER
Einfluß von passivem Material auf die Energieauflösung eines kompensierenden Kalorimeters für Jets.

Rekonstruktion von Position und Winkel hadronischer Schauer mit dem ZEUS Kalorimeter.
DPG-Tagung, Aachen/D (1991)

M. LÖWE
Ein W-SI Kalorimeter mit Ortsauflösung.
DPG-Tagung, Aachen/D (1991)

K. MOLTHAGEN
Untersuchung der ZEUS-Kalorimetermodule mit kosmischen Myonen.
DPG-Tagung, Aachen/D (1991)

A. MONTAG
Calibration of Silicon Detectors for the ZEUS Hadron-Electron-Separator.

Tagging b-Decays at HERA Using the ZEUS Hadron-Electron-Separator.
DPG-Tagung, Aachen/D (1991)

K. MUCHUROWSKI
Measurement of the Muon Track Position in the ZEUS Backing Calorimeter.
DPG-Tagung, Aachen/D (1991)

T. NEUMANN
Der Einfluß von Temperaturbehandlung auf die Strahlenschädigung von Plastiksintillatoren.
DPG-Tagung, Aachen/D (1991)

S. NICKEL, J. DEL PESO, E. ROS
Fast Monte Carlo for the ZEUS Calorimeter.
DPG-Tagung, Aachen/D (1991)

N. PAVEL
Hadron Production in Lepton Nucleus Scattering – Review and Aspects for the PEGASYS Experiment.
PEGASYS Workshop, SLAC Stanford/USA (1991)

Hadron Production in Deep Inelastic Lepton e/μ -Scattering
Kolloquiumsvortrag, Inst. Nucl. Phys. Saclay/F (1991)

Hadron Production in Lepton Nucleus Scattering – Review of Theoretical and Experimental Aspects.
Int. Workshop on Physics with 10 GeV Electrons and beyond, Dourdan/F (1990)

K. WICK
Precise Measurement of Birks kB Parameter in Plastic Scintillators.
IEEE 1991 Nuclear Science Symposium, Santa Fe/USA (1991)

G. WOLF
Status of HERA and the Experiments.
KEK Tsukuba/Jp (1991)

Electron-Proton Physics at HERA and LHC.
Encuentro: La frontera de la alta energia en la fisica de particulas elementales: el LHC, Santander/E (1991)

A. ZARNECKI
Results of the ZEUS Backing Calorimeter Tests.
DPG-Tagung, Aachen/D (1991)

Diplomarbeiten

A. ANDRESEN
Algorithmen zur Rekonstruktion der Achse hadronischer Schauer.
Univ. Hamburg/D (1991)

K.-H. BARTH
Messungen zur Homogenität des ZEUS Hadron-Elektron-Separators.
Univ. Hamburg/D (1991)

S. BÖTTCHER
Untersuchung analoger CMOS Pufferspeicher mit einem

rechnergesteuerten Meßplatz.

Univ. Hamburg/D (1991)

S. BRÜHL

Magnetfeldabhängigkeit der Signale eines Uran-Szintillator-Kalorimeters.

Univ. Hamburg/D (1991)

C. COLDEWEY

Untersuchungen von Strahlenschäden an Feldeffekttransistoren und an CMOS-Speicherbausteinen.

Univ. Hamburg/D (1991)

M. ERNST

Identifikation von Elektronen im ZEUS-Kalorimeter und Hadron-Elektron Separator.

Univ. Hamburg/D (1991)

G. GLOTH

Uniformitätsmessungen am ZEUS-Kalorimeter mit Hilfe von radioaktiven Präparaten und ihre Analyse.

Univ. Hamburg/D (1991)

H. GRESSMANN

Ein Kalorimeter zur Messung der Elektronenpolarisation in HERA.

Univ. Hamburg/D (1991)

J.-U. KATH

Serienmessungen von Siliziumdetektorkarten für den Hadron-Elektron-Separator.

Univ. Hamburg/D (1991)

N. KAWULSKI

Vergleich zwischen experimentellen Daten und Simulation im ZEUS-Kalorimeter.

Univ. Hamburg/D (1991)

H. KRÖGER

Strahlenschäden durch Neutronen an Siliziumdioden.

Univ. Hamburg/D (1991)

M. LÖWE

Ein Silizium-Wolfram-Kalorimeter mit Ortsauflösung.

Univ. Hamburg/D (1991)

F. MEYER

Prüfung der mechanischen und optischen Eigenschaften des ZEUS-Kalorimeters.

Univ. Hamburg/D (1991)

K. MOLTHAGEN

Spurrekonstruktion für die Myonen-Kalibration der ZEUS-Kalorimetermodule

Univ. Hamburg/D (1991)

S. NICKEL

Entwicklung eines schnellen Algorithmus zur Kalorimeter-simulation hadronischer Schauer für den Detektor.

Univ. Hamburg/D (1991)

K. VAN RADEN

Das Zeitverhalten der Signale des ZEUS-Kalorimeters.

Univ. Hamburg/D (1991)

R. RITTER

Bau und Test eines Sampling-Cerenkov-Kalorimeters.

Univ. Hamburg/D (1991)

N. TEWS

Untersuchung von Wellenlängenschiebermaterial zur Erstellung eines Backreflektors für FHAC 21.

Univ. Hamburg/D (1991)

R. WEIDEMANN

Untersuchung des Antwortverhaltens des ZEUS-Kalorimeters für Elektronen.

Univ. Hamburg/D (1991)

CELLO

Veröffentlichungen

CELLO-KOLLABORATION, H. J. BEHREND et. al.

Limits on Electron Compositeness from Bhabha Scattering.

Z. Phys. C51 (1991) 143 und DESY 89-176

Global Properties of Pion Production in the Reaction $\gamma\gamma \rightarrow 3\pi^+3\pi^-$.

Phys. Lett. B245 (1990) 298 und DESY 90-039

ρ^0 Production in the Reaction $\gamma\gamma \rightarrow 3\pi^+\pi^-$ and Search for $\gamma\gamma \rightarrow \rho^0\rho^0(1700)$.

Z. Phys. C49 (1991) 43 und DESY 90-066

JADE

Veröffentlichungen

JADE-KOLLABORATION, R. PUST et al.

Measurement and Analysis of the Reaction $\gamma\gamma \rightarrow 3\pi^+3\pi^-$.

Z. Phys. C51 (1991) 531 und DESY 91-003

ARGUS

Veröffentlichungen

ARGUS-KOLLABORATION, H. ALBRECHT et al.

Search for $b \rightarrow s$ gluon in B Meson Decays.

Phys. Lett. B254 (1991) 288

Reconstruction of Semileptonic $b \rightarrow u$ Decays.
Phys. Lett. B255 (1991) 297

Observation of the Decay $D_s^- \rightarrow \phi e^- \bar{\nu}$ and
 $D^- \rightarrow K^{*0} e^- \bar{\nu}$.
Phys. Lett. B255 (1991) 634

Observation of the Decay $\tau \rightarrow \rho \pi \nu_\tau$.
Phys. Lett. B260 (1991) 259

Search for $b \rightarrow s X^+ X^-$ in Exclusive Decays of B Mesons.
Phys. Lett. B262 (1991) 148

Study of pp and $\Lambda\Lambda$ Production in e^+e^- -Annihilation at
10 GeV Center of Mass Energy.
Z. Phys. C49 (1991) 349

Observation of Spin-Parity 2^+ Dominance in the Reaction
 $\gamma\gamma \rightarrow \rho^0 \rho^0$ near Threshold.
Z. Phys. C50 (1991) 1

A Spin-Parity Analysis of $\gamma\gamma \rightarrow \rho^+ \rho^-$.
Phys. Lett. B267 (1991) 535 und DESY 91-019

Inclusive Production of D^0 , D^+ and $D^*(2010)^+$ Mesons
in B Decays and Nonresonant e^+e^- -Annihilation at 10.6
GeV.
Z. Phys. C52 (1991) 353 und DESY 91-023

Observation of Λ_c^+ Semileptonic Decay.
Phys. Lett. B269 (1991) 234 und DESY 91-055

A Measurement of $\tau(B^+)/\tau(B^0)$ from the Lepton and Di-
lepton Rates in $\Upsilon(4S)$ Decays.
DESY 91-056

The Measurement of D_s^+ and D^+ Meson Decays into
 $K^{*+} \bar{K}^{*0}$.
DESY 91-066, zur Veröffentlich. in Z. Phys. C

First Evidence of χ_c Production in B Meson Decays.
DESY 91-077, zur Veröffentlich. in Phys. Lett. B

Measurement of Exclusive One-Prong and Inclusive Three-
Prong Branching Ratios of the τ Lepton.
DESY 91-084, zur Veröffentlich. in Z. Phys. C

A Measurement of Asymmetry in the Decay $\Lambda_c^+ \rightarrow \Lambda \pi^+$.
DESY 91-091, zur Veröffentlich. in Phys. Lett. B

Measurement of R and Determination of the Charged-
Particle Multiplicity in e^+e^- -Annihilation at \sqrt{s} around
10 GeV.
DESY 91-092, zur Veröffentlich. in Z. Phys. C

A Measurement of the Inclusive Semileptonic Decay Frac-
tion of Charmed Hadrons.
DESY 91-112, zur Veröffentlich. in Phys. Lett. B

Production of D_s^+ Mesons in B Decays and Determination
of f_{D_s} .
DESY 91-121, zur Veröffentlich. in Z. Phys. C

Measurement of the Decay $B^- \rightarrow D^{*0} \ell^- \bar{\nu}$.
DESY 91-122, zur Veröffentlich. in Phys. Lett. B

H. SCHRÖDER
ARGUS beobachtet Übergänge im Spektrum der Quarks.
AGF-Jahresheft (1991) 32

$B\bar{B}$ Mixing.
DESY 91-139

M. WALTER
Fusion DESY - IfH Zeuthen.
Wissenschaft und Fortschritt 8 (1991) 295

Ein Großforschungszentrum der Elementarteilchenphysik:
DESY. Teil I und II.
Wissenschaft und Fortschritt 8 (1991) 296
Wissenschaft und Fortschritt 10 (1991) 417

Veröffentlichte Vorträge

H. ALBRECHT
Heavy Quark Physics from ARGUS.
Proc. of the Int. Lepton-Photon Sympos. and Europhys.
Conf. on High Energy Phys., Genf/CH (1991)

D. I. BRITTON
Charm Physics from the ARGUS Collaboration.
Proc. of the XXVth Rencontre de Moriond, Les Arcs/F
(1991)

Recent Results from ARGUS.
Proc. of the SLAC Summer Institute on Particle Physics,
Stanford/USA (1991)

Recent B Physics Results from ARGUS.
Proc. of the APS Meeting of the Div. of Part. and Fields,
Vancouver/CND (1991)

C.E.K. CHARLESWORTH
Tau and Charm Decay Results from ARGUS.
Proc. of the APS Meeting of the Div. of Part. and Fields,
Vancouver/CND (1991)

M. DANILOV
Double Charm Decays of B Mesons.
Proc. of the XXVth Rencontre de Moriond, Les Arcs/F
(1991)

Heavy Flavour Physics.
Proc. of the Int. Lepton-Photon Sympos. and Europhys.
Conf. on High Energy Phys., Genf/CH (1991)

A. GOLUTVIN
Experimental Status of B Decays.
Proc. of the IVth Int. Sympos. on Heavy Flavour Physics,
Orsay/F (1991)

A. HÖLSCHER
New ARGUS Results on τ /charm Physics.
IIIrd Topical Seminar on Heavy Flavours, San Miniato/I
(1991)

H. KAPITZA

New Results from B Physics.

Proc. of the XIth Int. Conf. on Physics in Collision,
Colmar/F (1991)

G. KERNEL

Two-Photon Physics with ARGUS.

Proc. of the IVth Int. Conf. on Hadron Spectroscopy
(HADRON91), College Park/USA (1991)

H. KOLANOSKI

Scalar and Tensor Meson Production in Two-Photon Col-
lisions.

The a_1 Resonance in τ Decays.

Proc. of the IVth Int. Conf. on Hadron Spectroscopy
(HADRON91), College Park/USA (1991)

P. KRIEGER

Recent Charm Results from ARGUS.

Proc. of the IVth Int. Sympos. on Heavy Flavour Physics,
Orsay/F (1991)

P. KRIŽAN

Recent Two-Photon Physics Results from ARGUS.

Proc. of the Int. Lepton-Photon Sympos. and Europhys.
Conf. on High Energy Physics, Genf/CH (1991)

D. B. MACFARLANE

Heavy Flavour Spectroscopy.

Proc. of the HADRON '91 Conf., Washington/USA (1991)

R. MANKEL

Recent Results on B and τ Physics from ARGUS.

Proc. of the Int. Sympos. on Puzzles at the Electroweak
Scale, Warschau/PI (1991)

T. OEST

Study of the Decay $B^+ \rightarrow \rho^0 \text{lepton}^+ \text{neutrino}$.

Proc. of the IVth Int. Sympos. on Heavy Flavour Physics,
Orsay/F (1991)

M. PAULINI

D_s^+ Production in Hadronic B Decays.

Proc. of the IVth Int. Sympos. on Heavy Flavour Physics,
Orsay/F (1991)

Rare B Decays.

Proc. of the Int. Lepton-Photon Sympos. and Europhys.
Conf. on High Energy Phys., Genf/CH (1991)

H. SCHRÖDER

New Results on Beauty Physics from ARGUS.

Proc. of Les Rencontres de Physique de la Vallée d'Aoste,
La Thuile/I (1991)

K. R. SCHUBERT

High Precision versus High Energy in e^+e^- -Collisions.

Proc. of the Ringberg Workshop on e^+e^- -Collisions, MPI
Muenchen/D (1991)

CP Violation Experiments at a B-Meson Factory.

Proc. of the EPS Conf., Amsterdam/NL (1991)

Experiments with B-Mesons: Keys to CP Violation.

Workshop on b-Physics, Edinburgh/UK (1991)

S. SEIDEL

The ARGUS Micro-Vertex Drift Chamber.

Proc. of the APS Meeting of the Div. of Part. and Fields,
Vancouver/CND (1991)

B. SPAAN

Recent Results on τ Decays.

Proc. of the XIth Int. Conf. on Physics in Collision,
Colmar/F (1991)

J. SPENGLER

European Beauty Factories.

IIIrd Topical Seminar on Heavy Flavours, San Miniato/I
(1991)

R. WALDI

Recent Results from ARGUS on Quark and Gluon Frag-
mentation.

Proc. of the Int. Lepton-Photon Sympos. and Europhys.
Conf. on High Energy Phys., Genf/CH (1991)

A. WALTHER

Recent Results on τ Decays from ARGUS.

Proc. of the IVth Int. Sympos. on Heavy Flavour Phys.,
Orsay/F (1991)

D. WEGENER

New Results on τ -Physics.

Proc. of the Int. Lepton-Photon Sympos. and Europhys.
Conf. on High Energy Phys., Genf/CH (1991)

Fragmentation of Quarks and Gluons.

Proc. of the Int. Symp. on Multiparticle Dynamics,
Wuhan/China (1991)

S. WESELER

ARGUS Results on Decays of Heavy Quarks and Leptons.

Proc. of the Conf. on Intersections between Part. and
Nucl. Phys., Tucson/USA (1991) (AIP Conf. Proc. 243)

Vorträge

H. ALBRECHT

The DESY B Factory Project.

Results on B Physics from ARGUS.

Symposium on Future Directions in B Physics, Ohio State
Univ. Columbus/USA (1991)

$b \rightarrow u$ Transitions and the Decay $B \rightarrow \rho l \nu$.

Kolloquiumsvortrag, Cornell Univ. Ithaca/USA (1991)

The Proposed Central Track Chamber for the DESY B
Factory Project.

Workshop on Phys. and Detector Issues for a High-Lumin. Asymm. B Factory at SLAC, Stanford/USA (1991)

R. D. APPUHN

Messung des Verzweigungsverhältnisses $\tau^- \rightarrow \nu_\tau e^- \bar{\nu}_e$, $\nu_\tau \mu^- \bar{\nu}_\mu$ und $\nu_\tau \pi^- / K^-$.
DPG-Tagung, Aachen/D (1991)

R. BOTNAR

Inklusive K^0 -Produktion in Charm-Jets bei 10 GeV.
DPG-Tagung, Aachen/D (1991)

Inklusive K^0 -Produktion in $c\bar{c}$ -Ereignissen der e^+e^- -Vernichtung bei 10 GeV.
Univ. Karlsruhe/D (1991)

D. I. BRITTON

Recent Results from ARGUS.
Annual Gen. Meeting of the Can. Assoc. of Physicists, Winnipeg/CND (1991)

H. I. CRONSTRÖM

Inclusive Production of Kaons in B Meson Decays.
Univ. Lund/S (1991)

M. DANILOV

Recent ARGUS Results.
LBL Berkeley/USA (1991)
Kolloquiumsvortrag, SLAC Stanford/USA (1991)
ITEP Moskau/Rußland (1991)

A. DROUTSKOY

Decays of B Mesons with Double Charm in the Final State.
ITEP Moskau/Rußland (1991)

H. EHRLICHMANN

Progress on Photocathodes for fast RICA-Detectors.
ECFA B Factory Meeting, Genf/CH (1991)

W. FUNK

Impulsspektren inklusiv erzeugter geladener Pionen, Kaonen und Protonen in B-Zerfällen.
Kolloquiumsvortrag, Univ. Heidelberg/D (1991)

H. KOLANOSKI

Das τ -Lepton und sein Neutrino - neuere Ergebnisse vom ARGUS-Experiment.
Univ. Bonn/D (1991)
IfH Zeuthen/D (1991)
Univ. Heidelberg/D (1991)
Univ. Freiburg/D (1991)

Recent Results on τ Decays from ARGUS.

Cornell Univ. Ithaca/USA (1991)
Fermilab Batavia/USA (1991)
Univ. Chicago/USA (1991)

A. LINDNER

Vektormesonproduktion in e^+e^- -Reaktionen im Schwerpunktsenergiebereich der Υ -Resonanzen.
DPG-Tagung, Aachen/D (1991)

D. B. MACFARLANE

In Pursuit of Beauty: A Detective Story.
Kolloquiumsvorträge, Univ. Montreal/CND (1991)
Univ. Alberta/CND (1991)
Univ. Toronto/CND (1991)

Small Radius Experience at ARGUS.

Wilson Lab., Cornell Univ. Ithaca/USA (1991)

Beauty Physics in the Factory Era.

CP Violation at High-Luminosity e^+e^- B-Factories.

Annual Gen. Meeting of the Can. Assoc. of Physicists, Winnipeg/CND (1991)

Experimental Summary.

Sympos. on Future Directions in B Physics, Ohio State Univ. Columbus/USA (1991)

Have $b \rightarrow u$ Transitions Been Seen?

Aspen Winter Conf. on Elem. Part. Phys., Aspen/USA (1991)

Tour of Current $\Upsilon(4S)$ Experiments.

TRIUMF-IPP B Factory Workshop, Vancouver/CND (1991)

R. MANKEL

B-Zerfälle und $B\bar{B}$ -Mixing.
DPG-Tagung, Aachen/D (1991)

A. NIPPE

Semileptonische Zerfälle der B Mesonen.
Univ. Aachen/D (1991)

P. PAKHLOV

Semileptonic B Decays.
ITEP Moskau/Rußland (1991)

M. PAULINI

Untersuchung hadronischer Zerfälle der B Mesonen in D_s^+ Mesonen.
DPG-Tagung, Aachen/D (1991)

Some B Physics Results from ARGUS.

DESY Hamburg/D (1991)
IfH Zeuthen/D (1991)

K. REMPP

Untersuchung inklusiver Λ -Produktion in Charm-Jets bei 10 GeV.
DPG-Tagung, Aachen/D (1991)

Λ -Produktion in $c\bar{c}$ -Ereignissen der e^+e^- -Vernichtung bei 10 GeV.

Univ. Karlsruhe/D (1991)

D. RESSING

Entwurf und Simulation eines Vertex-Triggers für das Experiment ARGUS.
DPG-Tagung, Aachen/D (1991)

W. SCHMIDT-PARZEFALL

Physik mit B-Mesonen.

IfH Zeuthen/D (1991)

Kolloquiumsvortrag, Univ. Wuppertal/D (1991)

Kolloquiumsvortrag, Univ. Essen/D (1991)

Neutrino Conf. L'Aquila/I (1991)

Humboldt Univ. Berlin/D (1991)

H. SCHRÖDER

B Physics.

ECFA - B Meeting, Hamburg/D (1991)

B Physics from ARGUS and CLEO.

SSC-Workshop, Dallas/USA (1991)

K. R. SCHUBERT

Recent Results on τ , c and b Decays.

ICTP, Trieste/I (1991)

B-Mesonen: Schlüssel zum Verständnis der CP-Verletzung.

Kolloquiumsvortrag, München/D (1991)

H. D. SCHULZ

Study of a B Factory in the PETRA Tunnel at DESY.

Workshop on Phys. and Detector Issues for a High-Lumin.

Asymm. B Factory at SLAC, Stanford/USA (1991)

HELENA, a B Factory at DESY.

ECFA Meeting on a B-Meson Factory in Europe, Paris/F (1991)

A Universal Detector for HELENA.

ECFA B Factory Meeting, Genf/CH (1991)

J. SPENGLER

Calorimetry for a B-Factory Detector.

Background in a B-Factory Detector from Lost Beam Particles.

ECFA Meeting on a B-Meson Factory in Europe, Paris/F (1991)

B-Physics at DESY.

Workshop on b-Physics, Edinburgh/UK (1991)

J. TAMMINGA

Analyse des Zerfalls $D^0 \rightarrow \bar{K}^0 \pi^+ \pi^-$.

Univ. Karlsruhe/D (1991)

D. TÖPFER

Suche nach neutrinolosen Zerfällen des τ -Leptons.

DPG-Tagung, Aachen/D (1991)

M. WALTER

Summary of Conditions for Data Taking in a B-Factory Experiment.

ECFA B-Factory Meeting, Genf/CH (1991)

Bestimmung der Tauneutrino-Helizität und der Michel Parameter aus τ -Zerfällen.

Univ. Dortmund/D (1991)

D. WEGENER

B- und τ -Physik: Physik mit Teilchen der 3. Generation.

Kolloquiumsvortrag, Univ. Bielefeld/D (1991)

S. WERNER

Messung der Ξ_c -Produktion in der e^+e^- -Vernichtung bei $\sqrt{s} = 10.5$ GeV.

DPG-Tagung, Aachen/D (1991)

Neue Ergebnisse von ARGUS.

Univ. Heidelberg/D (1991)

Bestimmung der partiellen Zerfallsbreiten der $\Upsilon(1S)$ -, $\Upsilon(2S)$ - und $\Upsilon(4S)$ -Resonanzen in Elektronen sowie der totalen Zerfallsbreite des $\Upsilon(4S)$.

Kolloquiumsvortrag, Univ. Heidelberg/D (1991)

Dissertationen

H. I. CRONSTRÖM

Kaons in Flavor Tagged B Meson Decays.

Univ. of Lund/S (1991)

W. FUNK

Impulsspektren inklusiv erzeugter geladener Pionen, Kaonen und Protonen in B Meson-Zerfällen.

Univ. Heidelberg/D (1991)

IHEP-HD/91-1

I. GORELOV

Measurements of the Charm Baryons Productions in e^+e^- Annihilation at 10.5 GeV C.M. Energy.

ITEP Moskau/Rußland (1991)

G. HERRERA CORRAL

Bose-Einstein Correlations in e^+e^- -Annihilations in the Energy Region of the Υ -Resonance.

Univ. Dortmund/D (1991)

R. KUTSCHKE

Observation of a New Charmed-Strange Meson.

Univ. Toronto/CND (1991)

A. KRÜGER

Untersuchungen zu Verzweigungsverhältnissen des τ -Leptons mit dem Detektor ARGUS.

Univ. Hamburg/D (1991)

M. SCHÄFER

Messung der Stärke von $B^0\bar{B}^0$ Oszillationen mit dem Detektor ARGUS.

Univ. Hamburg/D (1991)

G. SCHWEDA

Untersuchungen zum Zerfall $\tau^- \rightarrow \pi^- \pi^0 \nu_\tau$ des τ -Leptons.

Univ. Dortmund/D (1991)

A. WALTHER

Untersuchung des Zerfalls $\tau^- \rightarrow \pi^- \pi^- \pi^+ \nu_\tau$ und Bestim-

mung der Helizität des Tauneutrinos.
Univ. Dortmund/D (1991)

T. ŽIVKO
Measurement of the Two Photon Radiative Width of η_c .
Univ. Ljubljana/SLO (1991)

Diplomarbeiten

I. BELYAEV
The Search for $D^0 \rightarrow K^+ \pi^-$.
MPTI Moskau/Rußland (1991)

R. BOTNAR
Inklusive Produktion von K^0 -Mesonen in $c\bar{c}$ -Ereignissen.
Univ. Karlsruhe/D (1991)
IEKP-KA/91-10

B. BRANDL
Untersuchung der Zwei-Photon-Reaktion $\gamma\gamma \rightarrow \pi^+ \pi^-$ mit dem Detektor ARGUS.
Univ. Erlangen/D (1991)

F. HEINTZ
Produktion und Zerfall des Baryons mit Charm und Strangeness Ξ_c in der e^+e^- -Vernichtung bei $\sqrt{s} = 10.5$ GeV.
Univ. Heidelberg/D (1991)
IHEP-HD/91-2

H. KUIPERS
Messung der D^{*-} -Polarisation in inklusiven Zerfällen von B-Mesonen.
Univ. Hamburg/D (1991)

O. MAI
Bestimmung des semileptonischen Verzweigungsverhältnisses von B^0 -Mesonen.
Univ. Hamburg/D (1991)

I. MANDIĆ
Upper Limit for Radiative $\Upsilon(4S)$ Decay.
Univ. Ljubljana/SLO (1991)

K. REMPP
Produktion von Λ -Hyperonen in Charm-Ereignissen der Elektronen-Positronen-Vernichtung bei 10 GeV.
Univ. Karlsruhe/D (1991)
IEKP-KA/91-5

P. SAULL
Search for $B^- \rightarrow \rho^0 \ell \bar{\nu}$ at ARGUS.
McGill Univ. Montreal/CND (1991)

J. TAMMINGA
Analyse des Zerfalls $D^0 \rightarrow \bar{K}^0 \pi^+ \pi^-$.
Univ. Karlsruhe/D (1991)
IEKP-KA/91-14

D. TÖPFER
Suche nach neutrinolosen Zerfällen des τ -Leptons mit dem

ARGUS-Detektor.
Univ. Dortmund/D (1991)

R. WANKE
Messung exklusiver semileptonischer Zerfälle des D^0 -Mesons.
Univ. Hamburg/D (1991)

Habilitation

A. GOLUTVIN
Physics of τ Decays.
ITEP Moskau/Rußland (1991)

Crystal Ball-Kollaboration

Veröffentlichungen

CRYSTAL BALL-KOLLABORATION,
D. ANTREASYAN et al.
Measurement of the Branching Ratios for the Decays $\tau \rightarrow$
hadron $\pi^0 \nu$ and $\tau \rightarrow$ hadron $\pi^0 \pi^0 \nu$.
Phys. Lett. B259 (1991) 216

CRYSTAL BALL-KOLLABORATION,
A. BIZZETI et al.
Measurement of the Direct Photon Spectrum from $\Upsilon(1S)$
Decays.
Phys. Lett. B267 (1991) 286

CRYSTAL BALL-KOLLABORATION,
K.H. KARCH et al.
Analysis of the $\eta \pi^0 \pi^0$ Final State in Photon-Photon Col-
lisions.
zur Veröffentl. in Z. Phys. C

CRYSTAL BALL-KOLLABORATION,
M. KOBEL et al.
Measurement of the Decay of the $\Upsilon(1S)$ and $\Upsilon(2S)$ Reso-
nances to Muon Pairs.
zur Veröffentl. in Z. Phys. C

CRYSTAL BALL-KOLLABORATION,
T. LESIAK et al.
Search for Radiative B-Meson Decays.
zur Veröffentl. in Z. Phys. C

Veröffentlichte Vorträge

J.K. BIENLEIN
Resonance Formation in $\gamma\gamma$ -Collisions – as Observed with
the Crystal Ball Detector.

Proc. of the XIVth Int. Meeting on Elem. Part. Phys.,
Warsaw/PI (1991) und DESY F31-91-04

Proc. of the IVth Int. Conf. on Hadron Spectroscopy
(HADRON91), College Park/USA (1991) und
DESY F31-91-05

K.H. KARCH

Recent Crystal Ball Results on Resonance Formation in
Photon-Photon Collisions.

Proc. of the XXVIth Rencontre de Moriond, Les Arcs/F
(1991) und DESY 91-022

Resonance Formation in $\gamma\gamma$ -Collisions.

Proc. of the Int. Lepton-Photon Sympos. and Europhys.
Conf. on High Energy Phys., Genf/CH (1991) und
DESY 91-094

K. KÖNIGSMANN

New Hadronic States.

Proc. of the XIth Int. Conf. on Physics in Collision,
Colmar/F (1991) (1991)

Meson Spectroscopy.

Proc. of the Workshop on Meson Production, Interaction
and Decay, Krakow/PI (1991)

Open Problems in Charmonium Spectroscopy.

Proc. of the SuperLEAR Workshop, Zürich/Ch (1991)

G. NOWAK

Rare B- and D-Meson Decays from Crystal Ball.

Proc. of the IIIrd Topical Seminar on Heavy Flavours, San
Miniato/I (1991)

H. MARSISKE

Recent Crystal Ball Results in Tau Physics.

Proc. of the IVth Int. Sympos. on Heavy Flavour Physics,
Orsay/F (1991)

Vorträge

J.K. BIENLEIN

Resonance Formation in $\gamma\gamma$ -Collisions – as Observed with
the Crystal Ball Detector.

Cornell Univ., Ithaca/USA (1991)

CEBAF, Newport News/USA (1991)

Carnegie-Mellon Univ., Pittsburgh/USA (1991)

Lab. of High Energy Phys., Krakow/PI (1991)

13 lat wspolpracy z DESY.

Biuletyn informacyjny IFJ Krakow/PI (1991)

K. KÖNIGSMANN

Search for New Hadronic States.

INFN Frascati/I (1991)

Spektroskopie leichter Mesonen.

Univ. Bochum/D (1991)

Univ. Freiburg/D (1991)

Spektroskopie leichter und schwerer Mesonen.

Herbstschule Maria Laach/D (1991)

T. LESIAK

Search for the Process $b \rightarrow s\gamma$ using the Inclusive Photon
Spectrum from B-Meson Decays.

Lab. of High Energy Phys., Krakow/PI (1991)

Dissertationen

K.H. KARCH

Beobachtung einer neuen $\eta\pi^0\pi^0$ -Resonanz bei 1900
MeV/c² in Zwei-Photon-Reaktionen.

Univ. Hamburg/D (1991)

DESY F31-91-01

M. KOBEL

Measurement of the Decay of the $\Upsilon(1S)$ and $\Upsilon(2S)$ Re-
sonances to Muon Pairs and Determination of the Strong
Coupling Constant.

Univ. Erlangen/D (1991)

DESY F31-91-03

T. LESIAK

A Search for the Process $b \rightarrow s + \gamma$.

INP Krakow/PI (1991)

DESY F31-91-06

HASYLAB

Veröffentlichungen, veröffentlichte Vorträge

R. AHLFÄNGER, H. BERTAGNOLLI, T. ERTEL,

U. KOLB, D. PETER, R. NASS, H. SCHMIDT

First Evidence of the Preformation of an Inorganic Net-
Work in Sol-Gel Processing of Lead Zirconate Titanate,
Obtained by EXAFS Spectroscopy.

Ber. Bunsenges. Phys. Chem. 95 (1991) 1286

J. ALS-NIELSEN

Diffraction, Refraction and Absorption of X-Rays and
Neutrons – A Comparative Exposition.

Report Risø Nat. Lab., Roskilde

X-Ray Reflectivity Studies of Liquid Surfaces.

In: Handbook on Synchrotron Radiation, Vol. 3 (1991)
471, G.S. Brown and D.E. Moncton (eds.), Elsevier Science
Publ., Amsterdam/NL

A. APPEL, U. BONSE

Michelson Interferometer for X-Rays and Thermal Neu-
trons.

Phys. Rev. Lett. 67 (1991) 1673

H. ARNOLD

X-Ray Diffraction at Elevated Temperatures Using Intense X-Ray Sources.

Zur Veröffentlichung in: X-Ray Powder Diffraction at High Temperatures, D.D.L. Chung (ed.), Verlag Chemie, Weinheim/D

A Furnace for X-Ray Powder Diffraction with Synchrotron Radiation.

Materials Science Forum 79-82 (1991) 445

U. ARP, G. MATERLIK, M. MEYER, M. RICHTER, B. SONNTAG

Strength and Width of the „White Lines“ in the K-Absorption Spectra of Atomic 3d Metals and the L-Absorption Spectra of Atomic Rare Earths.

In: X-Ray Absorption Fine Structure, S.S. Hasnain (ed.), Ellis Horwood Ltd., London/UK (1991) 44

U. ASAF, I.T. STEINBERGER, J. MEYER, R. REININGER

Electron Scattering in Dense CO₂ Gas: Photoionization Spectra of CH₃I Perturbed by CO₂.

J. Chem. Phys. 95 (1991) 4070

G.I. ASBACH, H.G. KILIAN

Investigation of Equilibrium Crystallization Processes of n-Alkane Multicomponent Systems.

Polymer 32 (1991) 3006

S. ÅSBRINK, L. GERWARD, J. STAUN OLSEN, S. STEENSTRUP

High Pressure Studies up to 50 GPa of CuO.

Zur Veröffentlichung in High Pressure Research

E. AUDOUARD, P. LAPORTE, J.L. SUBTIL, R. REININGER

¹P₁ Level Decay in High Pressure Krypton.

J. Chem. Phys. 95 (1991) 3283

E.G. BAYER, P. KIZLER, J.R. SCHNEIDER

Rotating Crystal Pulse Selector for the Separation of Single Synchrotron Radiation Flashes in the X-Ray Regime.

Zur Veröffentlichung in Nucl. Instrum. Methods A

U. BECKER

Many-Electron Effects Studied by Synchrotron Radiation Excitation.

In: Today and Tomorrow in Photoionization, M.Ya. Amusia and J.B. West (eds.), Science and Engineering Research Council, Daresbury Lab., Daresbury/UK (1991) 135

U. BECKER, O. HEMMERS, B. LANGER, A. MENZEL, R. WEHLITZ, W.B. PEATMAN

Evidence for Atomic Processes in Molecular Valence Double Ionization.

Zur Veröffentlichung in Phys. Rev. A, Rapid Commun.

U. BECKER, R. WEHLITZ

Low Energy Auger Electrons – A Probe of Electron Cor-

relations in Atoms and Molecules.

Zur Veröffentlichung in Physica Scripta

P. BEHRENS, S. ASSMANN, J. FELSCHE, S. VETTER, G. SCHULZ-EKLOFF, N.I. JAEGER, W. NIEMANN

Metal-Atom Substituted Microporous Materials – X-Ray Absorption Spectroscopic Studies.

In: X-Ray Absorption Fine Structure, S.S. Hasnain (ed.), Ellis Horwood Ltd., London/UK (1991) 552

P. BEHRENS, J. FELSCHE, S. VETTER, G. SCHULZ-EKLOFF, N.I. JAEGER, W. NIEMANN

A XANES and EXAFS Investigation of Titanium Silicate.

J. Chem. Soc. Chem. Commun. (1991) 678

P. BEHRENS

Bonding in Silver-Oxygen Compounds from Ag L₃ XANES Spectroscopy.

Solid State Commun. 81 (1991) 235

F. BELL, T. TSCHENTSCHER, J.R. SCHNEIDER, A.J. ROLLASON

The Electron Momentum Density of Copper Studied by (γ, eγ) Spectroscopy.

J. Phys. C3 (1991) 5587

The Triple Differential Cross Section for Deep Inelastic Photon Scattering: A (γ, eγ) Experiment.

J. Phys. B24 (1991) L533

Electron Momentum Densities by (γ, eγ)-Spectroscopy.

Zur Veröffentlichung in Z. Naturforschung A

U. BENEDICT, S. DABOS-SEIGNON, J.P. DANCAUSSE, M. GENSINI, E. GERING, S. HEATHMAN, H. LUO, J. STAUN OLSEN, L. GERWARD, R.G. HAIRE

Actinide Compounds under Pressure.

Zur Veröffentlichung in Proc. 19th Rare Earth Research Conf., Lexington/USA, J. Less-Common Metals

H. BERTAGNOLLI, T.S. ERTEL, M. HOFFMANN, R. FRAHM

EXAFS Studies of Aqueous Solutions of Rubidium Bromide.

Ber. Bunsenges. Phys. Chemie 95 (1991) 704

E. BILL, B.F. MATZANKE, H. WINKLER, A.X. TRAUTWEIN

Spectroscopic Evidence for Polynuclear Aggregates Formed by the Antineoplastic Drug Daunomycin with Fe(III).

J. Inorg. Biochem. 43 (1991) 638

J. BOHR

Surface Structures, Magnetic Structures, and Small Inclusions, as Studied by X-Ray Diffraction.

Report Risøe Nat. Lab., Roskilde, Risøe-R-585 (1991)

- Epitaxial Clusters in Single Crystal Hosts.
Z. Phys. D20 (1991) 215
- M. BRATRICH, B. HEISE, R. KRAUS,
G. VOLSWINKLER, W. WILKE G. BODOR, A. KALLO
Untersuchung der Überstruktur von (Ethylen-hexen)-
Copolymeren (TIPELIN) mittels Elektronenmikroskopie
und Kleinwinkelstreuung mit Synchrotronstrahlung.
Zur Veröffentlich. in Gummi und Plaste
- W. BREFELD, P. GÜRTLER
Synchrotron Radiation Sources.
Int. Ber. HASYLAB 89-01
In: Handbook on Synchrotron Radiation, Vol. 4 (1991)
269, S. Ebashi, M. Koch and E. Rubenstein (eds.), North
Holland, Amsterdam/NL
- A Bypass for Synchrotron Radiation Experiments at the
Storage Ring PETRA II.
Proc. IEEE Conference Record of Particle Accelerator
Conf., San Francisco/USA (1991)
- A.R.B. DE CASTRO, R. REININGER
Performance of a SX-700 Monochromator Exposed to
Wiggler Radiation: Coupled Ray Tracing and Finite-
Element Approach.
Nucl. Instrum. Methods A307 (1991) 135
- M. CHERGUI, N. SCHWENTNER
Rydberg-Valence Perturbations in Matrix-Isolated NO.
Zur Veröffentlich. in J. Chem. Phys.
- M. CHTAIB, J. GHIJSEN, J.J. PIREAUX,
R. CAUDANO, R.L. JOHNSON, E. ORTI,
J.L. BREDAS
Photoemission Study of the
Copper/Poly(ethyleneterephthalate) Interface.
Phys. Rev. B44 (1991) 10815
- A.I. CHUMAKOV, G.V. SMIRNOV,
M.V. ZELEPUKHIN, U. VAN BÜRCK, E. GERDAU,
R. RÜFFER, H.D. RÜTER
Nuclear Diffraction of Synchrotron Radiation in Laue Geo-
metry: Quantum Beat Shift.
Europhys. Lett. 17 (1991) 269
- B.S. CLAUSEN, G. STEFFENSEN, J. HYLDTOFT,
W. NIEMANN, H. TOPSØE
Structural and Chemical Properties of Cu-Based Methanol
Catalysts.
Zur Veröffentlich. in: X-Ray Absorption Fine Structure, S.S.
Hasnain (ed.), Ellis Horwood Ltd., London/UK (1991) 462
- B.S. CLAUSEN, G. STEFFENSEN, B. FABIUS,
J. VILLADSEN, R. FEIDENHANS'L, H. TOPSØE
In Situ Cell for Combined XRD and On-line Catalysis
Tests: Studies of Cu-based Water Gas Shift and Methanol
Catalysts.
J. Catalysis 132 (1991) 524
- Y. COHEN, S. BUCHNER, H.G. ZACHMANN,
D. DAVIDOV
Phase Transitions in Solutions of Rigid Polymers Studies
by Synchrotron Radiation.
Zur Veröffentlich. in Polymer
- T. CONARD, J. GHIJSEN, P.A. THIRY,
R. CAUDANO, J. VOHS, R.L. JOHNSON
Copper/Oxide Interface Formation: A Vibrational and
Electronic Investigation by Electron Spectroscopies.
Zur Veröffentlich. in Surf. Sci.
- R.N.J. CONRADT, B. HEISE, H.G. KILIAN
Crystallization in Stretched and Unstretched Rubber.
Zur Veröffentlich. in Progr. Colloid Polym. Sci.
- I.T. COSTELLO, E.T. KENNEDY, B.F. SONNTAG,
C.W. CLARK
3p-Photoabsorption of Free and Bound Cr, Cr⁺, Mn and
Mn⁺.
Phys. Rev. A43 (1991) 1441
- P. DANIELS, H. GIES, U. LÖCHNER, H. FUESS
Röntgen-Pulver-Untersuchungen an Kalium-substituier-
ten Cordieriten mit Synchrotronstrahlung.
Z. Kristallogr. Suppl. Issue No. 3 (1991) 47
- M.A. DENECKE, T. LEMKE, W. GUNSSER,
I. KOSACKI, W. NIEMANN
Temperature Dependent EXAFS Measurements on Super-
ionic Conducting Pb_{0.8}Cd_{0.4}Fe₂.
In: X-Ray Absorption Fine Structure, S.S. Hasnain (ed.),
Ellis Horwood Ltd., London/UK (1991) 417
- M. DEUTSCH, P. KIZLER
Multiple Electron Excitations in the Xenon X-Ray Ab-
sorption Near Edge Structure.
Zur Veröffentlich. in Phys. Rev. A
- M. DEUTSCH, N. MASKIL, W. DRUBE
Multielectronic Excitations Near the K Edge of Argon.
Zur Veröffentlich. in Phys. Rev. A
- W.-R. DIX, K. ENGELKE, W. GRAEFF, C. HAMM,
J. HEUER, B. KAEMPF, W. KUPPER,
M. LOHMANN, B. REIME, R. REUMANN
Coronary Angiography Using Synchrotron Radiation -
Studies in Human Subjects with the System NIKOS II.
Proc. 5th Int. Symp. on Radiation Physics,
Dubrovnik/YUG
Zur Veröffentlich. in Nucl. Instrum. Methods A und
DESY SR 91-01
- D. DORNISCH, W. MORITZ, H. SCHULZ,
R. FEIDENHANS'L, M. NIELSEN, F. GREY,
R.L. JOHNSON
Au/Si(111): Analysis of the $\sqrt{3} \times \sqrt{3}$ and 6×6 Struc-
tures by In-Plane X-Ray Diffraction.
Phys. Rev. B44 (1991) 11 221

- H. DOSCH, T. HÖFER, J. PEISL, R.L. JOHNSON
Synchrotron X-Ray Scattering from the Al(110) Surface at the Onset of Surface Melting.
Europhys. Lett. 15 (1991) 527
- H. DOSCH, L. MAILÄNDER, H. REICHERT, J. PEISL, R.L. JOHNSON
Long-Range Order Near the Cu₃Au(001) Surface by Evanescent X-Ray Scattering.
Phys. Rev. B 43 (1991) 13 172
- S.E. DOYLE, A.R. GERSON, K.J. ROBERTS, J.N. SHERWOOD, T. WROBLEWSKI
Probing the Structure of Solids in a Liquid Environment: A Recent In-Situ Experiment Using High Energy Wavelength Scanning X-Ray Diffraction.
J. Crystal Growth 112 (1991) 302
- W. DRUBE, A. LESSMANN, G. MATERLIK
Reduced Lifetime Broadening in X-Ray Absorption by Measuring Narrow Auger Final States.
Zur Veröffentlichung in *Phys. Rev. Lett.*
- S. DRÜEKE, K. WIEGHARDT, B. NUBER, J. WEISS, A. SAWARYN, H. WINKLER, A.X. TRAUTWEIN
A New Tetranuclear Oxohydroxoiron (III) Cluster: The Crystal Structure, Magnetic Properties and EXAFS of [L₄Fe₄(μ - O)₂(μ - OH)₄]L₄ • 3H₂O; (L=1,4,7 - Triazacyclononane).
Zur Veröffentlichung in *Inorganic Chemistry*
- K. EICHHORN, A. KIRFEL, J. GROCHOWSKI, P. SERDA
Accurate Structure Analysis with Synchrotron Radiation. An Application to Borazone, Cubic BN.
Acta Cryst. B47 (1991) 843
- B. EIGENMANN, M. WÜST, B. SCHOLTES, E. MACHERAUCH
The Near Surface Residual Stress State of Machines Ceramic Materials.
In: *Residual Stresses - Measurement, Calculation, Evaluation*, V. Hauk, H. Hougardy, E. Macherauch (eds.), DGM Informationsges. mbH, Oberursel/D (1991) 233
- B. EIGENMANN, B. SCHOLTES, E. MACHERAUCH
An Improved Technique for X-Ray Residual Stress Determination on Ceramics with Steep Subsurface Stress Gradients.
Zur Veröffentlichung in *Proc. Int. Conf. on Residual Stresses ICRS 3, Tokushima/J*
- F. ELF, G. WILL, S. WEISGERBER
A Two-Dimensional CCD-Based Detector for X-Ray Radiation.
Materials Science Forum 79-82 (1991) 371
- A. EMMERLING, R. GERLACH, R. GOSWIN, J. GROSS, G. REICHENAUER, J. FRICKE
Structural Modifications of Highly Porous Silica Aerogels upon Densification.
J. Appl. Cryst. 24 (1991) 781
- J. EHRICH, R. PIFFER, W. METZ
Dynamical Properties of HAuCl₄-GIC and AuCl₃-GIC.
Zur Veröffentlichung in *Proc. 6th Int. Symp. on Intercalation Compounds, Orleans/F* (1991)
- T. ERTEL, S. HÜCKMANN, H. BERTAGNOLLI, G. BRINGMANN, C. EWERS, G. ERKER, I. HART, C. SARTER
Zirconium Complexes of „Axially Prostereogenic“ Benzocoumarin-Type Lactones: EXAFS Determination of the Metal Environment.
Zur Veröffentlichung in: *X-Ray Absorption Fine Structure*, S.S. Hasnain (ed.), Ellis Horwood, Ltd., London/UK
- V. ETELÄNIEMI, E.G. MICHEL, G. MATERLIK
Adsorption Sites of Rb and Br on the Si(100)2x1 Surface.
Surf. Sci. 251/252 (1991) 483
- Z.X. FAN, C.G. SEGUEL, C. AGUILERA, W. HAASE
Translational and Orientational Order Parameters of the 3,5-bis-(p-5-hexenyl-1-oxyphenyl)-isoxazole by X-Ray Diffraction.
Zur Veröffentlichung in *Liquid Crystals*
- Z.X. FAN, W. HAASE
The New Fan-Shaped Scattering Model and its Application by Determination of the Translational Order Parameter in Liquid Crystalline Smectic A Phase Using X-Ray Diffraction Method.
20. Freiburger Arbeitstagung Flüssigkristalle, Freiburg/D, Tagungsband (1991) 1
- R. FEIDENHANS'L
Overflader og deres Krystallografi.
(Surfaces and Their Crystallography).
Kvant 2 (1991) 9
- R. FEIDENHANS'L, F. GREY, R.L. JOHNSON, M. NIELSEN
Determination of the Cu(110)-c(6x2)-O Structure by X-Ray Diffraction.
Phys. Rev. B 44 (1991) 1875
- E. FELDBACH, W. LAASCH, D. VARDING, G. ZIMMERER
Excitons in BeO.
Zur Veröffentlichung in *Phys. Stat. Sol. (b)*
- E. FELDBACH, G. ZIMMERER
Excitonic Spectra of BeO. (In Russian)
Extended Abstract, *Soviet VUV Conf.* (1991) 98
- B. FINKE, L. SCHWARZ, P. GÜRTLER, M. KRAAS
Optical Properties of Potassium Rare Earth Orthophosphates (RE=La,Ce,Tb).
Zur Veröffentlichung in *Mat. Chem. Phys.*

- R. FRAHM
Quick XAFS: Potentials and Practical Applications in Materials Science.
In: X-Ray-Absorption Fine Structure, S.S. Hasnain (ed.), Ellis Horwood Ltd., London/UK (1991) 731
- R. FRAHM, T.W. BARBEE JR., W. WARBURTON
In Situ Structural Studies of Thin-Film Growth by Quick-Scanning X-Ray-Absorption Spectroscopy.
Phys. Rev. B44 (1991) R2822
- R. FRAHM, J. WONG, J.B. HOLT, E.M. LARSON, B. RUPP, P.A. WAIDE
Real Time Probe of Reaction Centers in Solid Combustion by QEXAFS on the Sub-Second Time Scale.
Zur Veröffentlich. in Phys. Rev. Lett.
- P. FRATZL
Volume-Fraction Dependence of the Scaling Function for Phase-Separating Systems.
J. Appl. Cryst. 24 (1991) 593
- J. FREUND
On the Determination of Interatomic Potential Anharmonicities from EXAFS Measurements.
Phys. Lett. A157 (1991) 256
- J. FREUND, G. WORTMANN, W. PAULUS, W. KRONE
Polarization Dependent X-Ray Absorption Study of Cu_xNbS_2 ($x = 0.00, 0.16$) and Cu_xNbSe_2 ($x = 0.00, 0.38$).
Zur Veröffentlich. in J. Less-Common Metals
- M. GENSINI, E. GERING, U. BENEDICT, L. GERWARD, J. STAUN OLSEN, F. HULLIGER
High-Pressure X-Ray Diffraction Study of ThOS and UOSe by Synchrotron Radiation.
J. Less-Common Metals 171 (1991) L9
- T. GERBER, B. HIMMEL, U. BUTTLER, H. BÜRGER, U. BRÄUTIGAM
Small-Angle X-Ray Scattering of $\text{SiO}_2 - \text{TiO}_2$ Gels Using Conventional and Synchrotron Radiation.
Proc. Sixth Int. Workshop on Glasses and Ceramics from Gels, Sevilla/E (1991) BP 31
- L. GERWARD
Energy Dispersive XRPD at High Pressure.
Materials Science Forum 79-82 (1991) 409
- L. GERWARD, J. STAUN OLSEN, U. BENEDICT, S. DABOS-SEIGNON, H. LUO
Crystals Structures of UP_2 , UAs_2 , UAsS and UAsSe in the Pressure Range up to 60 GPa.
Zur Veröffentlich. in High Temp.-High Pressures
- L. GERWARD, J. STAUN OLSEN, U. BENEDICT, H. LUO
A High-Pressure X-Ray Diffraction Study of $\text{UAs}_{0.6}\text{Se}_{0.4}$.
Materials Science Forum 79-82 (1991) 643
- X. GONZE, R. SPORKEN, J.P. VIGNERON, R. CAUDANO, J. GHIJSEN, R.L. JOHNSON, L. LEY, H.W. RICHTER
Electronic Structure of Antimony from Density-Functional Calculations and Angle-Resolved Photoemission.
Phys. Rev. B44 (1991) 11 023
- L. GRÅBAEK, J. BOHR, H.H. ANDERSEN, A. JOHANSEN, E. JOHNSON, L. SARHOLT-KRISTENSEN, I.K. ROBINSON
Melting, Growth and Faceting of Lead Precipitates in Aluminium.
KU-HCOE-FL-R-91-03
- W. GRAEFF, W.-R. DIX
NIKOS - Non-Invasive Angiography at HASYLAB.
In: Handbook on Synchrotron Radiation, Vol. 4 (1991) 407, S. Ebashi, M. Koch and E. Rubenstein (eds.), North Holland, Amsterdam/NL
- W. GRAEFF, K. ENGELKE
Microradiography and Microtomography.
In: Handbook on Synchrotron Radiation, Vol. 4 (1991) 361, S. Ebashi, M. Koch and E. Rubenstein (eds.), North Holland, Amsterdam/NL und
Interner Bericht HASYLAB 90-04
- W. GRAEFF, J. KUB, K. WIETESKA
Ferrielastic Domain Structure Study in $\text{Ca}_3\text{Mn}_2\text{Ge}_3\text{O}_{12}$ Garnet.
Phys. Stat. Sol. (a) 126 (1991) 477
- W. GRAEFF, K. WIETESKA
Synchrotron Radiation White Beam Topography With an Oscillating Monochromator.
Zur Veröffentlich. in J. of X-Ray Sci. & Technology und DESY SR 91-03
- J. GROCHOWSKI, P. SERDA
Application of the Azimuthal Scan Method for Bijvoet Pairs Measurement.
Proc. Ist Nat. Symp. Synchrotron Radiation Users, Krakow/PL (1991) 24
Synchrotron Radiation Enhanced Anomalous Scattering of Nitrogen.
Proc. Ist Nat. Symp. Synchrotron Radiation Users, Krakow/PL (1991) 2
- Novel Diffraction Techniques Using Synchrotron Radiation.
Proc. XXXIIIrd Pol. Crystallogr. Meeting, Wroclaw/PL (1991) 4
- M. GROTE, R. RÖHLSBERGER, M. DIMER, E. GERDAU, R. HELLMICH, R. HOLLATZ, J. JÄSCHKE, E. LÜKEN, J. METGE, R. RÜFFER, H.D. RÜTER, W. STURHAHN, E. WITTHOFF, M. HARSdorFF, W. PFÜTZNER, M. CHAMBERS,

J.-P. HANNON

Nuclear Resonant Filtering of Synchrotron Radiation by Grazing-Incidence Antireflection Films.

Europhys. Lett. 14 (1991) 707

W. HAASE, Z.X. FAN, H.J. MÜLLER

Flüssigkristalle: Eigenschaften und Untersuchungsmethoden.

In: Festband 20 Jahre wissenschaftlich-technische Zusammenarbeit Deutschland-Brasilien (1991) 199

S. HABEKOST, A. NØRLUND CHRISTENSEN, B. LEBECH, T. WROBLEWSKI, K.P.J. O'REILLY
Superconducting Cuprates and Related Oxides. IV. Temperature - Unit Cell Parameter Relationships of $\text{HoBa}_2\text{Cu}_3\text{O}_{7-\delta}$.

Acta Chem. Scand. 45 (1991) 965

M. HAGELSTEIN, S. CUNIS, P. RABE, R. FRAHM, W. NIEMANN, R. PIFFER

Time Resolved XAS Study of Zeolite CuY During Hydrogen Treatment.

In: X-Ray Absorption Fine Structure, S.S. Hasnain (ed.), Ellis Horwood Ltd., London/UK (1991) 546

G. HARVEY, C. BAERLOCHER, T. WROBLEWSKI
Structure Solution and Rietveld Refinement of Beryllophosphate-H Zeolite.

Zur Veröffentlich. in Z. Krist.

F. HILBRIG, H. GÖBEL, H. KNÖZINGER, H. SCHMELZ, B. LENGELER

Interaction of Arsenious Oxide with Denox-Catalysts.

J. Catalysis 129 (1991) 168

An X-Ray Absorption Spectroscopy Study of the Titania and Alumina Supported Tungsten Oxide System.

J. Phys. Chem. 95 (1991) 6973

F. HILBRIG, H. GÖBEL, H. SCHMELZ, B. LENGELER

The Structure of Titania Supported Tungsten Oxide.

Dechema Monographien 122 (1991) 221

E. HINZE, J. KREMLER, O. SHIMOMURA, T. KIKEGAWA, J. LAUTERJUNG

Stability of Pentlandite Under High Pressures and Temperatures.

Terra Abstracts 3 (1991) 70

C. HÖFFNER, G. WILL, F. ELF

PC-Profile Analysis of Peak Clusters in Energy and Angle Dispersive Powder Diffractometry.

Materials Science Forum 79-82 (1991) 91

W.B. HOLZAPFEL

Equations of States and Scaling Rules for Molecular Solids under Strong Compression.

Zur Veröffentlich. in: Molecular Solids under Pressure, R.

Pucci and G. Piccitto (eds.), North Holland, Amsterdam/NL (1991) 61

Equations of State for Strong Compression.

High Press. Res. 7 (1991) 290

K. HÜMMER, W. SCHWEGLE, E. WECKERT

A Feasibility Study of Experimental Triplet-Phase Determination in Small Proteins.

Acta Cryst. A47 (1991) 60

K. HÜMMER

Some Theoretical Aspects of Multi-Beam X-Ray Diffraction.

2. Int. Seminar on Structure and Physical Properties of Crystals, Moscow/SU(1991)

Zur Veröffentlich. in Bulletin of the Catalan Societies of Physics, Chemistry, Mathematics and Technology

H. HÜPEN, G. WILL, C. HÖFFNER, F. ELF

X-Ray Diffraction of CuS_2 under High Pressure.

Materials Science Forum 79-82 (1991) 697

J. IHRINGER, J.K. MAICHLE, W. PRANDL, A.W. HEWAT, T. WROBLEWSKI

Crystal Structure of the Ceramic Superconductor

$\text{BaPb}_{0.75}\text{Bi}_{0.25}\text{O}_3$.

Z. Phys. B82 (1991) 171

J. IHRINGER, A. KÜSTER

Cryostat for Synchrotron Powder Diffraction with Sample Rotation and Controlled Gas Atmosphere within the Sample Chamber.

Zur Veröffentlich. in J. Appl. Cryst.

J. IHRINGER

New Instrumentation in Powder Diffraction.

Materials Science Forum 79-82 (1991) 307

D. JACQUEMAIN, F. LEVEILLER, S.P. WEINBACH, M. LAHAV, L. LEISEROWITZ, K. KJAER,

J. ALS-NIELSEN

Crystal Structures of Self-Aggregates of Insoluble Aliphatic Amphiphilic Molecules at the Air-Water Interface. An X-Ray Synchrotron Study.

J. Am. Chem. Soc. 113 (1991) 7684

R.L. JOHNSON

X-Ray Diffraction at Surfaces.

In: Festkörperprobleme / Advances in Solid State Physics, Vol. 31, U. Rössler (ed.), Vieweg, Braunschweig/D (1991) 115

S. JOKSCH, G. MAROT, A. FREUND, M. KRISCH

Liquid Nitrogen Cooling of Monochromator Crystals Exposed to Intense Synchrotron Radiation.

Nucl. Instrum. Methods A306 (1991) 386

M. JOPPIEN, R. MÜLLER, J. WÖRMER, T. MÖLLER

Observation of Cluster-Specific Excitations („Cluster Ex-

- citons") in Xe_N Clusters.
Zur Veröffentlich. in Phys. Rev. Lett.
- R.M. KENN, C. BÖHM, A.M. BIBO,
I.R. PETERSON, H. MÖHWALD, K. KJAER,
J. ALS-NIELSEN
Mesophases and Crystalline Phases in Fatty Acid Monolayers.
J. Phys. Chem. 95 (1991) 2092
- J.H. KINNEY, R.A. SAROYAN, W.N. MASSEY,
MONTE C. NICHOLS, U. BONSE, R. NUSSHARDT
X-Ray Tomographic Microscopy for Nondestructive Characterization of Materials.
Zur Veröffentlich. in Review of Progress in Quantitative Non-destructive Evaluation, Vol. 10A, D.O. Thompson and D.E. Chimenti (eds.), New York/USA
- A. KIRFEL, A. PETCOV, K. EICHHORN
Anisotropy of Anomalous Dispersion in X-Ray Diffraction.
Acta Cryst. A47 (1991) 180
- P. KIZLER
Freestyle EXAFS Fit Algorithm for Systems with Large Disorder.
In: X-Ray Absorption Fine Structure, S.S. Hasnain (ed.), Ellis Horwood Ltd., London/UK (1991) 78
- Three-Body-Correlations in the Metallic Glass $Ni_{81}B_{19}$ Probed by X-Ray Absorption Near Edge Structure Spectroscopy.
Phys. Rev. Lett. 67 (1991) 3555
- X-Ray Absorption Near Edge Structure (XANES) Spectroscopy Investigations of Amorphous Alloys.
5th Int. Conf. on the Structure of Non-Cryst. Materials, Akiu (Sendai)/J
Zur Veröffentlich. in J. of Non-Crystalline Solids
- K. KJAER, J. ALS-NIELSEN, R.M. KENN,
C. BÖHM, P. TIPPERMANN-KRAYER,
I.R. PETERSON, A.M. BIBO, C.A. HELM,
H. MÖHWALD, F. LEVEILLER, D. JACQUEMAIN,
S. WEINBACH, L. LEISEROWITZ, M. DEUTSCH
X-Ray Scattering Studies of Fatty Acid Films on Water and on $CdCl_2$ Solutions.
Makromol. Chem. Macromol. Symp. 46 (1991) 89
- A. KODRE, M. HRIBAR, I. ARCON,
D. CLAVIC-CINDRO, M. STUHEC, R. FRAHM,
W. DRUBE
Search for Multiple K L Photoionization in Solid Transition Elements by X-Ray Absorption Spectroscopy.
Zur Veröffentlich. in Phys. Rev. B
- M. KÖNNECKE, G. MIEHE, H. FÜESS
Static Disorder of Dodecasil 3C. A Single Crystal Study with Synchrotron Radiation.
Zur Veröffentlich. in Z. Krist.
- J.B. KORTRIGHT, S. JOKSCH, E. ZIEGLER
Stability of Tungsten/Carbon and Tungsten/Silicon Multilayer X-Ray Mirrors under Thermal Annealing and X-Radiation Exposure.
J. Appl. Phys. 69 (1991) 168
- M. KRAAS, P. GÜRTLER
Rare-Gas-Exciplex-Hydrides in Rare-Gas Matrices: Luminescence Spectra and Radiative Lifetimes.
Chem. Phys. Lett. 183 (1991) 265
- Xenon Hydrides and Deuterides in Argon Matrices.
Zur Veröffentlich. in Chem. Phys. Lett.
- Rare Gas Hydrides in Rare Gas Matrices.
Zur Veröffentlich. in Material Chemistry and Physics
- A. KÜSTER, J. IHRINGER, W. LIMPER,
T. WROBLEWSKI, W. PRANDL
Symmetry of the Ferroelectric Phases of the Pyrochlore $Cd_2Nb_2O_7$. A Study Using Very High Resolution Powder Diffractometer at a Synchrotron Radiation Source.
Materials Science Forum 79-82 (1991) 791
- C. LANDESBERGER, H. METZGER, J. PEISL,
S. RUGEL, G. WALLNER
Real Structure of Near Surface Regions in Austenite Single Crystals After Implantation with 30 keV N^+ Ions Studied by Synchrotron Radiation Under Grazing Incidence Conditions.
Surf. Coat. Technol. 45 (1991) 221
- C.U.S. LARSSON, A.S. FLODSTRÖM
 H_2O Adsorption on Ge(100): An Angle-Resolved Photoelectron Spectroscopy Study.
Phys. Rev. B43 (1991) 9281
- C.W. LEHMANN, P. LUGER
Crystal Structure Redetermination of the D,L-Glyceraldehyde Dimer: A Comparison of Synchrotron and Conventional X-Ray Diffraction Data.
Z. Krist. 195 (1991) 49
- B. LENGELER
Applications of X-Ray Absorption and Reflection in Materials Science.
In: X-Ray Absorption Fine Structure, S.S. Hasnain (ed.), Ellis Horwood Ltd., London/UK (1991) 285
- X-Ray Absorption and Reflection in Materials Science.
Materials Science Forum 79-82 (1991) 947
- B. LENGELER, U. DEDEK, C. STORB, W. WEBER,
M. SCHUSTER
Silicon Pin Photodiodes as Detectors with High Dynamical Range for Hard X-Rays.
Materials Science Forum 79-82 (1991) 389
- M. LENGEN, M. JOPPIEN, R. MÜLLER,
J. WÖRMER, T. MÖLLER
Situ-Specific Excitation and Decay Processes in $XeAr_N$

Clusters.

Zur Veröffentlich. in Phys. Rev. Lett.

F. LEVEILLER, D. JACQUEMAIN, M. LAHAV,
L. LEISEROWITZ, M. DEUTSCH, K. KJAER,
J. ALS-NIELSEN

Crystallinity of the Double Layer of Cadmium Arachidate
Films at the Water Surface.

Science 252 (1991) 1532

W. LIMPER, J. IHRINGER, K. KNORR, W. PRANDL
Particle Size Determination from Multi-Wavelength Powder
Diffraction at a Synchrotron Radiation Source.

Zur Veröffentlich. in Nucl. Instrum. Methods

W. LIMPER, W. PRANDL, T. WROBLEWSKI
Sign Determination from Powder Diffraction Data of
 $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$.

Materials Science Forum 79-82 (1991) 221

K. LOCHTE, M. FRÖBA, W. METZ

XAS Studies on Graphite Intercalation Compounds of
 BiCl_3 .

Zur Veröffentlich. in Proc. 6th Int. Symp. on Intercalation
Compounds, Orleans/F

U. LÖCHNER, P.U. PENNARTZ, G. MIEHE,
H. FUESS

Synchrotron Powder Diffractometry at
HASYLAB/DORIS.

Zur Veröffentlich. in Z. Krist.

T. MAGER, H. BERTAGNOLLI, D. DEGENHARDT,
R. FRAHM

The Liquid-Phase Structure of the Tetrabromomethane-
Toluene Complex. A Differential Anomalous X-Ray Scatter-
ing Study.

Mol. Phys. 73 (1991) 587

L. MAILÄNDER, H. DOSCH, J. PEISL,
R.L. JOHNSON

Phase Transitions Near Surfaces Studied by Grazing Inci-
dence Diffraction of X-Rays.

MRS Symp. Proc. 208 (1991) 87

G. MANTE, R. CLAESSEN, A. HUSS, R. MANZKE,
M. SKIBOWSKI, T. WOLF, M. KNUPFER, J. FINK
Occupied Electronic Structure and Fermi Surface of
 $\text{YBa}_2\text{Cu}_3\text{O}_{6.8}$.

Phys. Rev. B44 (1991) 9500

R. MANZKE, G. MANTE, S. HARM, R. CLAESSEN,
T. BUSLAPS, J. FINK

Electronic Structure of $\text{Bi}_2\text{Sr}_2\text{CaCu}_2\text{O}_8$ Single Crystals at
the Fermi Level.

In: Dyn. of Magnetic Fluctuations in HTSCs, G. Reiter,
P. Horsch, G. Psaltakis (eds.), Plenum Press, Ser. B: Phys.
Vol. 246 (1991) 169

R. MELZER, X. HU, P.U. PENNARTZ,
U. LÖCHNER, W. DEPMEIER

The Spontaneous Strain in an Aluminate Sodalite System
Determined by Synchrotron and Sealed Tube X-Ray Ra-
diation.

Cryst. Res. Technol. 26 (1991) 1077

H. MENKE, W. KÖHNLEIN, S. JOKSCH,
A. HALPERN

Strand Breaks in Plasmid DNA, Natural and Brominated,
by Low-Energy X-Rays.

Int. J. Radiat. Biol. 59 (1991) 85

E.G. MICHEL, V. ETELÄNIEMI, G. MATERLIK
The Adsorption Geometry of Cs on Si(110).

Zur Veröffentlich. in Appl. Surf. Sci.

G. MIEHE, T. VOGT, H. FUESS, U. MÜLLER

A Study of the Disorder in the SiO_2 Host Lattice of Do-
decasil 1H Using Synchrotron Radiation.

Zur Veröffentlich. in Acta Cryst. B

T. MÖLLER

Electronic Excitations in Rare Gas Clusters: The Evolu-
tion of Energy Levels from the Atom to the Solid.

Interner Bericht HASYLAB 91-01

Zur Veröffentlich. in: Progress and Application of Synchro-
tron Radiation to Molecules and Clusters, A. Ding (ed.),
Cambridge Univ. Press

T. MÖLLER, M.C. CASTEX

Electronic Properties of Rare Gas Dimers and Trimers.

In: Spectral Line Shapes, Vol. 6, Frommhold and J.W.
Keto (eds.), AIP Conf. Proceedings 216 (1991) 304

A. MÜLLER-FAHRNOW, U. EGNER, T.A. JONES,
H. RÜDEL, F. SPENER, W. SAENGER

Three-Dimensional Structure of Fatty Acid Binding Pro-
tein from Bovine Heart.

Eur. J. Biochem. 199 (1991) 271

W. NIEMANN, B.S. CLAUSEN, L.B. HANSEN,
P. STOLTZE, J.K. NØRSKOV

EXAFS and MD Simulation Study of the RDF for Small
Cu Particles.

In: X-Ray Absorption Fine Structure, S.S. Hasnain (ed.),
Ellis Horwood Ltd., London/UK (1991) 81

H. NIEMANN, A. TORKLER, M.A. DENECKE,
W. GUNSSER, W. NIEMANN

EXAFS and XANES Studies of the TmCrAl Garnet Cry-
stallization Process.

J. Solid State Chemistry 93 (1991) 154

G.U. NIENHAUS, H. HARTMANN, F. PARAK

A Data Collection System for Protein Crystallography
with Area Sensitive Proportional Counters.

Rev. Sci. Instrum. 62 (1991) 1063

- A.M. NIKOLAENKO, M.V. KOVALCHUK,
A.S. SEMILETOV, YU.N. SHILIN, E. MICHEL,
G. MATERLIK
Photoelectron Yield Excited by an X-Ray Standing Wave
with Synchrotron Radiation: Energy-Dispersive Measure-
ments with a Magnetic Analyzer.
Nucl. Instrum. Methods A308 (1991) 278
- A. NØRLUND CHRISTENSEN, R.G. HAZELL
A Comparison of Three Sets of Diffraction Data for
 $Al_2Y_4O_9$: X-Ray Synchrotron Powder Data, X-Ray Single
Crystal Data from AgK_{α} Radiation, and Neutron Single
Crystal Data from 1.01 Å Neutrons.
Acta Chem. Scand. 45 (1991) 226
- P. NORBY, A. NØRLUND CHRISTENSEN,
H. FJELLVÅG, M. NIELSEN
The Crystal Structure of Cr_3O_{21} Determined from Powder
Diffraction Data: Thermal Transformation and Magnetic
Properties of a Chromium-Chromate-Tetrachromate.
J. Sol. State Chem. 94 (1991) 281
- R. NUSSHARDT, U. BONSE, F. BUSCH,
J.H. KINNEY, R.A. SAROYAN, M.C. NICHOLS
Microtomography – A Tool for Nondestructive Investiga-
tion of Materials.
Synchrotron Radiation News 4 (1991) 21
- J. OLDE, K.-M. BEHRENS, H.-P. BARNSCHIEDT,
R. MANZKE, M. SKIBOWSKI, J. HENK,
W. SCHATTKKE
Electronic Structure of the GaSb(001) Surface.
Phys. Rev. B44 (1991) 6312
- B.A. ORLOWSKI, E. JANIK, C. JANOWITZ,
R. MANZKE
Bulk Band Structure of CdTe Along the ΓL Direction.
Acta Phys. Pol. A79 (1991) 303
- J. PARTANEN, T. TUOMI, K. KATAYAMA
Comparison of Defect Images and Density between Syn-
chrotron Section Topography and Infrared Light Scatter-
ing Microscopy in Heat Treated Czochralski Silicon Cry-
stals.
Zur Veröffentlich. in J. Electrochem. Soc.
- J. PARTANEN, T. TUOMI, D.Y. YANG, H.-G. LEE,
O.H. KIM, S. HAHN
Effects of Various Pre-Intrinsic and Phosphorous Gette-
ring Treatments Upon Quality of Czochralski Silicon Wafer
Surface During a Simulated 4 Megabit Dynamic Random
Access Memory Process.
Zur Veröffentlich. in J. Electrochem. Soc.
- E. PAUL, B. HEISE, W. SCHRODI, H.G. KILIAN
Deformation of Semicrystalline and Molten Polyethylene,
the Role of Entanglements.
Prog. Colloid Polym. Sci. 85 (1991) 12
- P.U. PENNARTZ
Pulverdiffraktometrie mit hoher Zeitauflösung.
drei-ECK-Verlag, Hamburg/D
- D. PETER, A. HELMERICH, H. BERTAGNOLLI,
R. FRAHM
EXAFS Study of Solvophobic Interaction of Krypton in
Solutions of Polar Solvents.
In: X-Ray Absorption Fine Structure, S.S. Hasnain (ed.),
Ellis Horwood Ltd., London/UK (1991) 693
- J. PFLÜGER, G. HEINTZE, W. BARON, D. FERNOW,
K. KUNTZE
Insertion Devices for DORIS III.
Zur Veröffentlich. in Proc. Int. Conf. on Magnet Technol.
MT12, Leningrad/SU (1991)
- T. PIEPER, H.G. KILIAN
Packing of Chain Segments: A Method for Describing X-
Ray of Crystalline, Liquid Crystalline and Non-Crystalline
Polymers.
Zur Veröffentlich. in Adv. Polymer Sci.
- R. PIFFER, H. FÖRSTER
Fourier Transform Far-Infrared Studies on Copper Ion-
Exchanged Zeolites Y.
Zur Veröffentlich. in SPIE – The Int. Soc. for Opt. Engin.
- R. PIFFER, M. HAGELSTEIN, S. CUNIS, P. RABE,
H. FÖRSTER, W. NIEMANN
Studies on the State of Copper and the Formation of its
Oxidic and Metallic Phases in Zeolite CuNaY.
Stud. Surf. Sci. Catal. 69 (1991) 259
- R. POLLAK, G.I. ASBACH, H.G. KILIAN
The Colloid-Structure of Semicrystalline Low-Density Po-
lyethylene.
Colloid Polym. Sci. 269 (1991) 433
- G. QUEISSER, W.B. HOLZAPFEL
Equation of State Data for Silicon-Germanium Alloys un-
der Pressure up to 42 GPa.
Appl. Phys. A53 (1991) 114
- W. REIMERS, H.A. CROSTACK, M. WROBEL,
ECKOLD
Investigations of Large Grained Samples – Examples.
Zur Veröffentlich. in Proc. Nato Advanced Research Work-
shop, ARW-900814, Jesus College, Oxford/UK
- Analysis of Stress States in Individual Grains by Means of
Diffraction Techniques.
Zur Veröffentlich. in Proc. Int. Conf. on Residual Stresses
ICRS 3, Tokushima/J (1991)
- M. RESHOTKO, U. ASAF, G. ASCARELLI,
R. REININGER, G. REISFELD, I.T. STEINBERGER
Impurity Photoconduction, Excitons, and Effective Masses
in Liquid Xenon.
Phys. Rev. B43 (1991) 14174

- J. RÖHLER, A. LARISCH, R. SCHÄFER
Evidence for Charge Redistribution below T_c in $Ba_2Cu_3O_{7-\delta}$.
Zur Veröffentlich. in *Physica C*
- D.R. RUEDA, F. ANIA, E. LOPEZ-CABARCOS, F.J. BALTA-CALLEJA, H.G. ZACHMANN, R.K. BAYER
Real Time X-Ray Scattering Study During Heating of Oriented Injection Molded Polyethylene.
Polym. Adv. Technol. 2 (1991) 57
- R. RÜFFER, E. GERDAU, M. GROTE, R. HOLLATZ, R. RÖHLSBERGER, H.D. RÜTER, W. STURHAHN
Nuclear Bragg Diffraction Using Synchrotron Radiation. A New Method for Hyperfine Spectroscopy.
Nucl. Instrum. Methods A303 (1991) 495
Reprint from *Hyperfine Interactions* 61 (1990) 1279
- H.H. RÜTER, H.V. SEGGERN, R. REININGER, V. SAILE
Creation Efficiency of Photostimulable Centers in BaFBr : Eu²⁺ in the VUV and XUV Spectral Range.
Zur Veröffentlich. in *Proc. of Third Int. Meeting on Luminescence, Trassenheide/D* (1991) (Mat. Chem. Phys.)
- H. RUPPERSBERG
Formalism for the Evaluation of Pseudo-Macro Stress Fields $\sigma_{33}(z)$ from Ω - and Ψ -Mode Diffraction Experiments Performed with Synchrotron Radiation.
PICXAM, Honolulu/USA
Zur Veröffentlich. in *Adv. X-Ray Anal.* 35
- C. SCHAMPER, W. MORITZ, H. SCHULZ, R. FEIDENHANS'L, M. NIELSEN, F. GREY, R.L. JOHNSON
Static Lattice Distortions and the Structure of Au/Si(111)-(5x1): An X-Ray Diffraction Study.
Phys. Rev. B43 (1991) 12 130
- C. SCHAMPER, D. DORNISCH, W. MORITZ, H. SCHULZ, R. FEIDENHANS'L, M. NIELSEN, F. GREY, R.L. JOHNSON
Au Adsorption on Si(111) Studied by Grazing Incidence X-Ray Diffraction.
Proc. of IIInd Int. Conf. on Surface X-Ray and Neutron Scattering, Bad Honnef/D, Springer Verlag
- C. SCHAMPER, H.L. MEYERHEIM, W. MORITZ, H. SCHULZ
Analytical Calculation of the Resolution Correction Function for X-Ray Surface Structure Analysis at High Exit Angles.
Proc. of IIInd Int. Conf. on Surface X-Ray and Neutron Scattering, Bad Honnef/D, Springer Verlag
- U. SCHEUER, B. LENGELER
Lattice Distortion of Solute Atoms in Metals Studied by X-Ray Absorption Fine Structure.
Phys. Rev. B44 (1991) 9883
- J.R. SCHMITZ, H. SCHULTE-SCHREPPING, W. SCHÜLKE
The Compton Spectrometer at the HARWI-Beamline (HASYLAB/DORIS in Hamburg).
Portgal. Phys. 19 (1988) 313 (erst '91 erschienen)
- J. SCHNEIDER, R. BOUCHARD, H.A. GRAF, H. NAGASAWA
Experimental Tests of the Statistical Dynamical Theory.
Zur Veröffentlich. in *Acta Cryst. A*
- J.R. SCHNEIDER, F. BELL
Probing Ground-State Electron Wavefunctions of Solids via Compton Scattering.
Zur Veröffentlich. in *Europhysics News*
- W. SCHÜLKE
Inelastic Scattering by Electronic Excitations.
In: *Handbook on Synchrotron Radiation, Vol. 3* (1991) 565, G.S. Brown and D.E. Moncton (eds.), Elsevier Science Publ., Amsterdam/NL
- Inelastic Scattering of Synchrotron Radiation.
Portgal. Phys. 19 (1988) 119 (erst '91 erschienen)
- Experimental Methods to Obtain Nondiagonal Terms of the Density Matrix.
Portgal. Phys. 19 (1988) 421 (erst '91 erschienen)
- W. SCHÜLKE, A. BERTHOLD, H. SCHULTE-SCHREPPING, K.J. GABRIEL, V. THOMMES-GEISER, H.-J. GÜNTHERODT
Band Structure Induced Changes of the Dielectric Response upon Potassium Intercalation in Graphite Studied by Inelastic X-Ray Scattering.
Solid State Commun. 79 (1991) 661
- W. SCHÜLKE, K.J. GABRIEL, A. BERTHOLD, H. SCHULTE-SCHREPPING
Interlayer States of LiC₆ Investigated by Inelastic X-Ray Scattering Spectroscopy (IXSS) Using Li-Core Excitation.
Solid State Commun. 79 (1991) 657
- W. SCHÜLKE, A. KAPROLAT
Nondiagonal Response of Si by Inelastic-X-Ray-Scattering Experiments at Bragg Position: Evidence for Bulk Plasmon Bands.
Phys. Rev. Lett. 67 (1991) 879
- G. SCHÜTZ
Systematics of Spin-Dependent XANES.
In: *X-Ray Absorption Fine Structure*, S.S. Hasnain (ed.), Ellis Horwood Ltd., London/UK (1991) 87
- Magnetic Photoabsorption with Circularly Polarized X-Rays.
Proc. of the Daresbury Study Weekend (1990), *Sci. Eng. Res. Coun.*, Daresbury Lab., Warrington/UK

- In: Synchrotron Radiation: Selected Experiments in Condensed Matter Physics, Monte Verità, Birkhäuser Verlag Basel
- G. SCHÜTZ, P. FISCHER
Circularly Polarized X-Rays Probing Nuclear Magnetic Moments and Magnetism of Solids.
Zur Veröffentlich. in Z. Phys. A
- G. SCHÜTZ, H. EBERT, P. FISCHER, S. RÜEGG, W.B. ZEPER
Spin Polarization of Pt in Pt/Co Multilayers Studies by X-Ray Absorption.
Zur Veröffentlich. in Proc. Spring Meeting of the Mat. Res. Soc., Anaheim/USA
- O. SCHULTE, A. NIKOLAENKO, W. HOLZAPFEL
Pressure-Volume Relations for Zn, Cd, Ga, In and Tl at Room-Temperature to 30 GPa and above.
High Press. Res. 6 (1991) 169
- A.V. SEMENYUK, D.I. SVERGUN
GNOM - a Program Package for Small-Angle Scattering Data Processing.
J. Appl. Cryst. 24 (1991) 537
- A.V. SEMENYUK, D.I. SVERGUN, L.YU. MOGILEVSKY, V.V. BEREZKIN, B.V. MCHEDLISCHWILI, A.B. VASILEV
Small-Angle X-Ray Scattering Investigation of the Pore Structure of Nuclear Filters.
J. Appl. Cryst. 24 (1991) 809
- C. SHI, T. KLOIBER, G. ZIMMERER
Temperature Effect of the Luminescence Band at 300 nm from BaF₂ Crystals.
J. Lumin. 48 & 49 (1991) 597
- D.A. SHIRLEY, L.J. MEDHURST, P.A. HEIMANN, U. BECKER
High-Resolution Zero-Volt Spectroscopy of Core Levels.
In: Today and Tomorrow in Photoionization, M.Ya. Amusia and J.B. West (eds.), Sci. Eng. Res. Coun., Daresbury/UK (1991) 129
- J. SKONIECZNY, F. LODDERS, H. ENGELHARD, A. GOLDMANN, R.L. JOHNSON, J. GHIJSEN
Cross Section Effects in Photoemission from CuBr.
Z. Phys. B85 (1991) 211
- B. SONNTAG
XUV Spectroscopy of Excited Atoms and Ions.
Proc. UK/USSR Seminar in Today and Tomorrow in Photoionisation, Leningrad/SU, M.Ya. Amusia and J.B. West (eds.), Daresbury Lab. DL/SCI/ R29 (1991) 83
- V.G. STANKEVICH, N.YU. SVECHNIKOV, K.V. KAZNACHEEV, G. ZIMMERER, R. KINK, E.N. FELDBACH
Luminescence of High-T_c-Superconductors Made on the Basis of Yttrium.
Nucl. Instrum. Methods A308 (1991) 193
- V.G. STANKEVICH, N.YU. SVECHNIKOV, K.V. KAZNACHEEV, R.A. KINK, I.L. KUUSMANN, E.KH. FELDBACH, G. ZIMMERER, T. KLOIBER, A.A. ZHOKHOV, G.A. EMEL'CHENKO, M.A. KALYAGIN, V.YA. KOSYEV
Luminescence of High-Temperature Yttrium-Based Superconductors.
J. Lumin. 48 & 49 (1991) 845
- J. STAUN OLSEN
Instrumentation for High-Pressure X-Ray Diffraction Research at HASYLAB.
Zur Veröffentlich. in Rev. Sci. Instrum.
- J. STAUN OLSEN, S. STEENSTRUP, L. GERWARD, B. SUNDQVIST
High Pressure Studies up to 50 GPa of Bi-Based High-T_c Superconductors.
Physica Scripta 44 (1991) 211
- I.T. STEINBERGER, U. ASAF, G. ASCARELLI, R. REININGER, G. REISFELD, M. RESHOTKO
Extrinsic Photoconduction and Rydberg States Due to a Methyl Iodide Impurity in Xenon.
Phys. Rev. A42 (1991) 3135
- J.D. STEPHENSON
WSR-Section Topography of „Inert“ Gas Diffusion/Precipitation in Dislocation-Free (110) Si Crystals.
Zur Veröffentlich. in Phys. Stat. Sol. (a)
- Quasi-Realtime Characterization of Ni-Turbine Blades by White Synchrotron X-Radiation Section Topography.
Zur Veröffentlich. in Phys. Stat. Sol. (a)
- R. STÖTZEL, U. WERNER, M. SARHAR, W. JITSCHIN
Unexpectedly Small Intrashell L₁ - L₃ Vacancy Transition Rate in ⁶²Sm.
Zur Veröffentlich. in Phys. Rev. A45
- Fluorescence, Coster-Kronig and Auger Yields of the ⁶²Sm Subshells Measured with the Synchrotron Photoionization Method.
Zur Veröffentlich. in J. Phys. B25
- C. STORB, U. DEDEK, W. WEBER, B. LENGELER, M. SCHUSTER
Photodiodes as Detectors with High Dynamical Range for X-Ray Reflectivity Measurements.
Nucl. Instrum. Methods A306 (1991) 544
- J. STÜMPPEL, P. BECKER, S. JOKSCH, R. FRAHM, G. MATERLIK
Measurement of the Energy of X-Ray Absorption Edges.
Phys. Stat. Sol. (a) 124 (1991) 565

- J. STÜMPEL, P. BECKER, S. JOKSCH, R. FRAHM
Absolute Measurement of the Energy of X-Ray Absorption Edges for Cu, Ni, Zn and Yb.
In: X-Ray Absorption Fine Structure, S.S. Hasnain (ed.), Ellis Horwood Ltd., London/UK (1991) 662
- H.B. STUHRMANN, G. GOERIGK, B. MUNK
Anomalous X-Ray Scattering.
In: Handbook on Synchrotron Radiation, Vol. 4 (1991) 555, S. Ebashi, M. Koch and E. Rubenstein (eds.), North Holland, Amsterdam/NL
- W. STURHAHN, E. GERDAU, R. HOLLATZ, R. RÜFFER, H.D. RÜTER, W. TOLKSDORF
Nuclear Bragg Diffraction of Synchrotron Radiation at the 8.41 keV Resonance of Thulium.
Europhys. Lett. 14 (1991) 821
- K. STURM, W. SCHÜLKE, J.R. SCHMITZ
Plasmon-Fano-Resonances Inside the Particle-Hole Excitation Spectrum of Simple Metals and Semiconductors.
Phys. Rev. Lett. 68 (1992) 228
- P. SUORTTI, D. CHAPMAN, J.R. SCHNEIDER, T. TSCHENTSCHER
Bent Crystal Monochromator for 150 keV Synchrotron Radiation.
Zur Veröffentlichung in J. Appl. Cryst.
- D.I. SVERGUN
Mathematical Methods in Small-Angle Scattering.
J. Appl. Cryst. 24 (1991) 485
- D.I. SVERGUN, H.B. STUHRMANN
New Developments in Direct Shape Determination from Small-Angle Scattering I. Theory and Model Calculations.
Acta Cryst. A47 (1991) 736
- T. TUOMI, J. PARTANEN, K. SIMOMAA
Direct X-Ray Sensitive Charge-Coupled Device (CCD) as a Detector in the Study of Synchrotron Section Topographs.
Nucl. Instrum. Methods B61 (1991) 569
- D. VAKNIN, K. KJAER, J. ALS-NIELSEN, M. LÖSCHE
Structural Properties of Phosphatidylcholine in a Monolayer at the Air/Water Interface.
Biophys. J. 59 (1991) 1325
- J. VOSS, H. DADRAS, C. KUNZ, A. MOEWES, G. ROY, H. SIEVERS, I. STORJOHANN, H. WONGEL
A Scanning Soft X-Ray Microscope with an Ellipsoidal Focussing Mirror.
Zur Veröffentlichung in J. of X-Ray Science & Technology und DESY SR 91-02
- J. VOSS, C. KUNZ, A. MOEWES, I. STORJOHANN
Grazing Incidence Optics for Soft X-Ray Microscopy.
Zur Veröffentlichung in Rev. Sci. Instrum.
- P. WANG, A. EMMERLING, W. TAPPERT, O. SPORMANN, J. FRICKE
High-Temperature and Low-Temperature Supercritical Drying of Aerogels - Structural Investigations with SAXS.
J. Appl. Cryst. 24 (1991) 777
- E. WECKERT, K. HÜMMER, I. ADDAE-MENSAH, H. ACHENBACH
The Absolute Configuration of Chiromodine.
Zur Veröffentlichung in Photochemistry
- E. WECKERT
Practical Applications of Three-Beam Diffraction Experiments.
IInd Int. Seminar on Structure and Physical Properties of Crystals, Moscow/GUS, zur Veröffentlichung in Bull. Catalan Soc. Phys., Chem., Math. and Technol.
- R. WEHLITZ, F. HEISER, O. HEMMERS, B. LANGER, A. MENZEL, U. BECKER
Electron-Energy and -Angular Distribution in the Double Photoionization of Helium.
Zur Veröffentlichung in Phys. Rev. Lett.
- E.-M. WEIS, W. WILKE
Structure and Mechanical Behaviour of Short Glass Fibre-Reinforced Ethylene-Tetrafluorethylene-Copolymers.
I. Influence of the Filler on Mechanical Behaviour and Structure.
II. Description of the Mechanical Behaviour Using Rheological Models.
Zur Veröffentlichung in J. Mat. Sci.
- G. WIESINGER, M. FORSTHUBER, F. LEHNER, G. HILSCHER, A. FISCHER, L. SCHLAPBACH, G. WORTMANN
On Unstable Magnetic Ordering in Ce-3d Compounds and Their Hydrides.
J. Less-Common Metals 172-174 (1991) 451
- G. WILL
The Two-Step-Method and its Application in Crystallographic Problems.
Materials Science Forum 79-82 (1991) 207
- J. WÖRMER, T. MÖLLER
On the Nature of Bulk and Surface Excitations in Argon Clusters.
Z. Phys. D20 (1991) 39
- J. WÖRMER, M. JOPPIEN, T. MÖLLER
Mass Determination of Free van der Waals Clusters from Absorption and Scattering Measurements.
Chem. Phys. Lett. 182 (1991) 632

J. WÖRMER, M. JOPPIEN, G. ZIMMERER,
T. MÖLLER

Formation and Confinement of Wannier Excitons in Free Argon Clusters.
Phys. Rev. Lett. 67 (1991) 2053

R. WOLF, H.-G. BIRKEN, C. KUNZ

Optical Constants of Polyimide Films in the Soft X-Ray Region from Reflection and Transmission Measurements.
Zur Veröffentlich. in Applied Optics

G. WORTMANN, P. SLADÉCZEK, G. STADERMANN,
I. FELNER, G. KAINDL

Pr L_{I-III} Near-Edge Study of 4f-Hybridization in Orthorhombic and Tetragonal $PrBa_2Cu_3O_{7-x}$.
In: X-Ray Absorption Fine Structure, S.S. Hasnain (ed.), Ellis Horwood Ltd., London/UK (1991) 386

T. WROBLEWSKI

Depth Profiling in Thin Films by Grazing Incidence Diffraction Using Synchrotron Radiation.
Materials Science Forum 79-82 (1991) 469

P. YANNOULIS, K.-H. FRANK, E.-E. KOCH

Electronic Structure and Orientation of Anthracene on Ag(111).
Surf. Sci. 241 (1991) 325

P. ZAUMSEIL, U. WINTER, S. JOKSCH

Defect Generation in CZ-Silicon Used for the Design of Synchrotron Monochromator Crystals.
IVth Int. Autumn Meeting on Gettering and Defect Engineering in the Semiconductor Technology (GADEST 91).
Zur Veröffentlich. in Sci. Tech. Publ.

G. ZIMMERER

Status Report on Luminescence Investigations with Synchrotron Radiation at HASYLAB.
Nucl. Instrum. Methods A308 (1991) 178

SR-Application to Luminescence of Molecules, Solids, and Clusters.

Proc. Nat. Conf. of China on Spectroscopy with SR, Hefei/TJ (1991)

Vorträge, zum Teil veröffentlicht

IVth Int. Symp. on Correlations and Polarizations in Electronic and Atomic Collisions and ($e,2e$) Reactions, Adelaide/AUS (1991)

F. BELL, T. TSCHENTSCHER, J.R. SCHNEIDER,
A.J. ROLLASON

Deep Inelastic Photon Scattering: The ($\gamma, e\gamma'$) Reaction.

VIIth Conversation in Biomolecular Stereodynamics, Albany/USA (1991)

D. KOSTREWA, J. GRANZIN, C. KOCH,

H.-W. CHOE, S. RAGHUNATHAN, W. WOLF,
J. LABAHN, R. KAHMANN, W. SAENGER
Three-Dimensional Structure of the DNA-Binding Protein FIS.

Ist Europ. Workshop on X-Ray Detectors for Synchrotron Radiation Sources, Aussois/F (1991)

J. DEGENHARDT, S. MOURIKIS, J.R. SCHMITZ,
H. SCHULTE-SCHREPPING, F. WOHLERT,
W. SCHÜLKE, A. HAMACHER, D. PROTIC, G. RIEPE
The Ge 200-Strip Detector of the HARWI Compton Spectrometer at HASYLAB.

R. GEHRKE

Performance Requirements of X-Ray Detectors for Scattering Experiments in Materials Science.

W. GRAEFF

X-Ray Imaging.

K. SIMOMAA, T. TUOMI, J. PARTANEN

CCD Camera for Direct X-Ray Topography Imaging.

Workshop on Fundamentals of X-Ray Absorption, Aussois/F (1991)

J. BOHR

Magnetic and Dichroic Effects in Resonant X-Ray Scattering.

G. SCHÜTZ

Observation of Magnetic Dichroism at High Energies ($\geq 2keV$).

XXIst Europ. Research Conf. on the Dynamics of Solids, Autrans/F (1991)

H. DOSCH

Surface Sensitive X-Ray and Neutron Scattering.

Drei-Königs-Treffen, Oberflächenmagnetismus, Bad Honnef/D (1991)

G. SCHÜTZ

Spinabhängige Absorption in Pt/Co Vielschichten.

IIInd Int. Conf. on Surface X-Ray and Neutron Scattering, Bad Honnef/D (1991)

D. BAHR, B. BURANDT, M. TOLAN, W. PRESS
Depth Resolved Diffuse Scattering from Buried $CoSi_2$ Layers in Silicon.

R. FEIDENHANS'L

Surface X-Ray Crystallography and STM-Images.

C.A. HELM, P. TIPPMANN-KRAYER, R.M. KENN,
H. MÖHWALD, K. KJAER, J. ALS-NIELSEN

The Phases of Phosphatidyl Ethanolamine Monolayers Studies by Synchrotron X-Ray Scattering.

R.M. KENN, C. BÖHM, H. MÖHWALD, K. KJAER,
J. ALS-NIELSEN
X-Ray Diffraction Studies of Amphiphilic Monolayers at
the Air-Water Interface.

K. KJAER, J. ALS-NIELSEN, R.M. KENN,
C. BÖHM, P. TIPPMANN-KRAYER, C.A. HELM,
H. MÖHWALD, F. LEVEILLER, D. JACQUEMAIN,
M. LAHAV, L. LEISEROWITZ, M. DEUTSCH
X-Ray Scattering Studies of Organic Monolayers on Elec-
trolytic Solutions.

U. PIETSCH
Depth Selective Real Structure Analysis of Semiconductor
Superlattices Using Grazing-Incidence X-Ray Diffraction.

H. RHAN, U. PIETSCH, S. RUGEL, H. METZGER,
J. PEISL
GaInAs/InP Superlattices Studies by Depth Resolved X-
Ray Grazing Incidence Diffraction (GID).

S. RUGEL, H. METZGER, J. PEISL, I. ROBINSON
Ion-Implanted Si After Thermal Annealing Investigated by
Grazing Incidence Diffraction (GID).

**Int. Workshop on High Performance Monochro-
mators and Optics for Synchrotron Radiation in
the Soft X-Ray Region, BESSY, Berlin/D (1991)**

A.R.B. DE CASTRO, R. REININGER
Joint Ray-Tracing and Finite-Element Study of Resolution
Losses in a High-Flux SX-700 Monochromator.

S. JOKSCH
Soft X-Ray Crystal Monochromators for Insertion Devices.

J. VOSS, C. KUNZ, A. MOEWES, I. STORJOHANN
Microfocus Systems with Reflecting Optics.

**Statusseminar Forschung mit Synchrotronstrah-
lung, Berlin/D (1991)**

U. ARP, F. FEDERMANN, E. KÄLLNE,
G. MATERLIK, B. SONNTAG, S. SÖRENSEN
X-Ray Absorption of Atomic 3d Transition Metals.

P. BEHRENS, S. ASSMANN, J. FELSCHE
Bonding in Silver-Oxygen Compounds from Ag L Edge
XANES.

F. BELL, T. TSCHENTSCHER, J.R. SCHNEIDER,
A.J. ROLLASON
Elektronen-Impulsschichten durch koinzidente Compton-
streuung.

U. VAN BÜRCK
Mößbauerexperimente mit Synchrotronstrahlung.

B.S. CLAUSEN, L. GRÅBAEK, G. STEFFENSEN,
H. TOPSØE
A New Combined in Situ XRD/EXAFS Setup Used to
Study Cu Catalysts.

H.A. CROSTACK, M. WROBEL
Deformationsverhalten einzelner Kristallite in polykristal-
liner Matrix.

Z.X. FAN, W. HAASE
Correlation Length and Angular Layer Fluctuations of Li-
quid Crystals by X-Ray Investigation.

K.-U. GAWLIK, C. JANOWITZ, R. MANZKE,
M. SKIBOWSKI
Vergleich der elektronischen Struktur von CdTe(110) und
Cd_{0.7}Mn_{0.3}Te(110).

M. HAGELSTEIN, S. CUNIS, R. FRAHM, R. PIFFER,
W. NIEMANN, P. RABE
Reaktionskinetik untersucht mit DEXAFS.

S. HARM, G. MANTE, T. SCHMALZ, R. MANZKE,
M. SKIBOWSKI
Photoemission am Isolator-Metall-Übergang von
Bi₂Sr₂Ca_{1-x}Y_xCu₂O_{8-δ}.

E. HINZE, J. KREMMLER
Pulverdiffraktometer mit Hexaederpresse für Beugungsex-
perimente bei hohen Drücken (10 GPa) und Temperaturen
(1800 K).

J. IHRINGER
Mehrfach-Analysator für Pulverdiffraktometer.

S. JOKSCH
Characterization of Thin, Doped Silicon Single Crystals
by X-Ray Diffraction.

L. KIPP, C. SELLMER, R. MANZKE, M. SKIBOWSKI
Präparation und elektronische Struktur von Ge-Oberflä-
chen.

D. KOSTREWA, J. GRANZIN, W. SAENGER
Die Kristallstruktur des DNA bindenden Proteins FIS
(anomale Dispersion).

W. LIMPER, S. HAGEDORN
Phase and Sign Determination from Multiple Wavelength
Powder Diffraction Data Using Anomalous Scattering
Techniques and Synchrotron Radiation.

W. LIMPER, S. SCHMIDT, T. WROBLEWSKI
Variations of Peak Shape and Peak Position at a Powder
Diffractometer Due to Vertical Displacement of a Toroidal
Premirror.

A. MÜLLER, W. WOLF, W. HINRICHTS,
W. SÄNGER
High-Resolution X-Ray Structure of Calcium-free Prote-
inase K.

M. PAHLER, C. LORENZ, E.V. RAVEN, J. RÜDER,
B. SONNTAG, S. BAIER, B.R. MÜLLER,
M. SCHULZE, S. STAIGER, P. ZIMMERMANN,
N.M. KABACHNIK

Angle Dependent Photoelectron Spectroscopy of Laser-aligned Atoms.

F. THIEL, R. SZARGAN, K.-H. HALLMEIER,
L. BEYER, M. FRÖBA

EXAFS Investigation of Binuclear and Thermochromic Copper Complex Compounds.

XVIIth Int. Conf. on the Physics of Electronic and Atomic Collisions, XVII ICPEAC, Brisbane/AUS (1991)

U. BECKER, O. HEMMERS, B. LANGER, A. MENZEL,
R. WEHLITZ

Evidence for Sequential Processes in Molecular Valence Double Ionization.

U. BECKER, J. EIBEN, F. HEISER, O. HEMMERS,
R. WEHLITZ

Molecular Orientation and Intrinsic Auger Anisotropy Following K-Shell Photoionization of CO.

M. KUPSCH, F. CEMIC, R. NALEZINSKI,
R. WECKWERTH, M. WEIMANN, U. BECKER

Electron-Emission Asymmetries Following Fast Dissociation of Core-Excited HBr.

R. WEHLITZ, O. HEMMERS, B. LANGER,
A. MENZEL, U. BECKER

Two-Electron Emission in the Valence Photoionization of Rare Gases.

XXXIIIrd IUPAC-Congress, Budapest/H (1991)

W. WILKE

The Change of the Superstructure of Semicrystalline Polymers During Deformation: Results from Small Angle Scattering with Synchrotron Radiation.

IVth Int. Conf. on Synchrotron Radiation Instrumentation, Chester/UK (1991)

Zur Veröffentlich. in *Rev. Sci. Instrum.* 63 (1992)

A.R.B. DE CASTRO, R. REININGER

Optimization of Undulators for a SX-700 Instrument: Finite-Elements Coupled to Raytracing.

W. DRUBE, A. LESSMANN, G. MATERLIK

X-Ray Standing Waves and X-Ray Photoemission Measurements in the Energy Range 2.7 - 7 keV.

A.K. FREUND, G. MAROT, H. KAWATA,
S. JOKSCH, E. ZIEGLER, L.E. BERMAN,
J.B. HASTINGS

Performance of Very Thin Silicon Single Crystal Foils under High X-Ray Power Density.

Performance of Beryllium Crystals Exposed to High X-Ray Power Density.

R. GEHRKE

An Ultra Small Angle Scattering Instrument for the DORIS-III Bypass.

M. HAGELSTEIN, S. CUNIS, P. RABE, R. PIFFER,
R. FRAHM

The Energy Calibration of X-Ray Absorption Spectra Using Multiple Beam Diffraction.

S. JOKSCH, W. GRAEFF, J.B. HASTINGS,
D.P. SIDONS

Performance of an X-Ray Optical Time Delay Line with Synchrotron Radiation.

G. MAROT, A.K. FREUND, M. ROSSAT, H. KAWATA,
S. JOKSCH, E. ZIEGLER, L.E. BERMAN,
D. CHAPMAN, J.B. HASTINGS, M. IAROCCI

Cryogenic Cooling of X-Ray Monochromators.

J. PFLÜGER

Insertion Devices for DORIS III.

J.R. SCHNEIDER, F. BELL, T. TSCHENTSCHER,
A.J. ROLLASON

($\gamma, e\gamma$)-Spectroscopy - A New Technique to Determine Electron Momentum Densities of Solids.

J. STAUN OLSEN

Instrumentation for High-Pressure X-Ray Diffraction Research at HASYLAB.

T. TUOMI, J. PARTANEN, K. SIMOMAA

Charge-Coupled Device as a Detector in Topography.

J. VOSS, C. KUNZ, A. MOEWES, I. STORJOHANN

Grazing Incidence Optics for Soft X-Ray Microscopy.

T. WROBLEWSKI, W. TERNES

A Mosaic Crystal Backscattering Monochromator for High Resolution Powder Diffraction.

P. ZAUMSEIL, U. WINTER, S. JOKSCH,
A.K. FREUND

X-Ray Reflection Properties of Annealed Silicon Single Crystals.

E. ZIEGLER, G. MAROT, A.K. FREUND,
S. JOKSCH, H. KAWATA, L.E. BERMAN,
M. IAROCCI

Multilayer Optics for Intense Synchrotron X-Ray Beams: Recent Results on their Performance.

Joint Meeting of German, French and Dutch Residual Stress Groups, Enschede/NL (1991)

M. WROBEL, W. REIMERS, H.A. CROSTACK

Deformation of Single Grains in Polycrystals.

DPG Frühjahrstagung, Atomphysik, Molekülphysik, Freiburg/D (1991), Verhandl. DPG (VI) 26

U. ARP, G. MATERLIK, M. MEYER, M. RICHTER,
B. SONNTAG
Stärke und Breite der „weißen Linien“ in den K-Absorptionsspektren atomarer 3d-Metalle und in den L-Absorptionsspektren atomarer seltener Erden.

M. FRITSCH, P. GÜRTLER, M. KRAAS
VUV-Spektroskopie von Edelgas-Oxiden in Edelgasmatrix.

F. HEISER, J. EIBEN, U. BECKER
Winkelaufgelöste Fragmentspektroskopie an N₂ und CO.

O. HEMMERS, B. LANGER, A. MENZEL,
R. WEHLITZ, U. BECKER
Photoelektronen-Spektrometrie an CO zwischen 20 und 1000 eV.

M. JOPPIEN, J. WÖRMER, T. MÖLLER
Beobachtung und Interpretation von clusterspezifischen Anregungen in Xe Clustern.

M. KRAAS, P. GÜRTLER
Lumineszenz der Edelgashydride in Edelgasmatrix.

W. LAASCH, M. SCHWOERER-BÖHNING,
T. TOCHTROP, D. VARDING, G. ZIMMERER
Matrixisolationsspektroskopie an Edelgasatomen in der Argonmatrix: Kr und Xe im Vergleich.

T. MÖLLER
Elektronische Anregungen in Clustern: Die Entwicklung von Energieniveaus vom Atom zum Festkörper.

R. MÜLLER, J. WÖRMER, T. MÖLLER
Massenanalyse neutraler Van-der-Waals Cluster mit einem Time-of-Flight Massenspektrometer.

M. PAHLER, E.V. RAVEN, J. RÜDER,
B. SONNTAG, S. BAIER, M. MARTINS,
B.R. MÜLLER, M. SCHULZE, M. WEDOWSKI,
P. ZIMMERMANN
Optisches Pumpen zur Präparation von Atomen für Photoionisationsexperimente.

M. PAHLER, U. ARP, E.V. RAVEN, J. RÜDER,
B. SONNTAG, S. BAIER, B.R. MÜLLER,
M. SCHULZE, P. ZIMMERMANN
Winkelabhängige Photoelektronen-Spektroskopie an laser-ausgerichteten Atomen.

R. STÖTZEL, U. WERNER, M. SARHAR,
W. JITSCHIN
Unerwartet kleiner Coster-Kronig Faktor f_{13} von ⁶²Samarium.

D. VARDING, T. KLOIBER, W. LAASCH,
G. ZIMMERER
Neue Ergebnisse zur Lumineszenz freier Exzitonen in festem Krypton und Xenon.

R. WEHLITZ, O. HEMMERS, B. LANGER,
A. MENZEL, U. BECKER
Winkelverteilungs-Asymmetrien von Shake-off Elektronen in Schwellnähe.

Meeting of the Contact Group for Surface Science of the NFSR, and General Meeting of the Belgian Physical Society, Gent/B (1991)

M. CHTAIB, J. GHIJSEN, J.J. PIREAUX,
R. CAUDANO, R.L. JOHNSON, E. ORTI,
J.L. BREDAS
Photoemission Study of the Metal/PET Interface.

Int. Workshop on Electronic and Magnetic Properties of Graphite Intercalation Compounds, Satellite Conf. of ISIC 6, Grenoble/F (1991)

A. BERTHOLD, W. SCHÜLKE
Band Structural Changes Upon Potassium Intercalation in Graphite Studied by Inelastic X-Ray Scattering.

G. WORTMANN, M. TIEDTKE-MUHLER, W. KRONE,
M. MUHLER, R. SCHLÖGL
Mößbauer, X-Ray Absorption-, and Photoelectron spectroscopy on Halogen-Intercalated Graphite.

XLVIIIth Int. Meeting of Physical Chemistry: Synchrotron Radiation and Dynamic Phenomena, Grenoble/F (1991)

R. FRAHM, J. WONG, J.B. HOLT, E.M. LARSON,
B. RUPP, P.A. WAIDE
Solid Combustion Reactions Characterized by X-Ray Absorption Spectroscopy on the Subsecond Time Scale.

M. HAGELSTEIN, S. CUNIS, P. RABE, R. PIFFER,
R. FRAHM
Time Resolved X-Ray Absorption Spectroscopy Studies of the Oxidation State and the Structural Environment of Copper in Zeolite CuNaY During Hydrogen Treatment.

M. JOPPIEN, F. GROTELÜSCHEN, M. LENGEN,
R. MÜLLER, J. WÖRMER, T. MÖLLER
Electronic Excitations in Rare Gas Clusters: Decay and Relaxation Processes Probed with Fluorescence Spectroscopic Methods.

R. RÜFFER
Nuclear Bragg Diffraction – A New Source for Hyperfine Spectroscopy, Solid State Physics and γ -Optics.

J. WONG, E.M. LARSON, J.B. HOLT, P.A. WAIDE,
B. RUPP, R. FRAHM, G. NUTT
Time-Resolved Diffraction Studies of Fast Solid Combustion Reactions at High Temperature.

Fachtagung Eigenspannungen, Hannover/D (1991)

H. RUPPERSBERG, I. DETEMPLE
Untersuchung von Eigenspannungsfeldern mit energiedi-

spersiver Röntgenbeugung.

Nat. Conf. of China on SR Application to Spectroscopy, Hefei/TJ (1991)

G. ZIMMERER

SR-Application to Luminescence of Molecules, Solids and Clusters.

Pacific Int. Conf. on X-Ray Analytical Methods, Honolulu/USA (1991)

B. LENGELER

X-Ray Reflection, A New Tool for Investigating Layered Structures and Interfaces.

Int. Conf. on Mat. and Mech. of Supercond. and High-Temp. Supercond. (M²S-HTSC III), Kanazawa/J (1991), zur Veröffentlich. in Physica C

J. FINK, N. NÜCKER, M. ALEXANDER, R. ROMBERG, M. KNUPFER, M. MERKEL, P. ADELMANN, R. CLAESSEN, G. MANTE, T. BUSLAPS, S. HARM, R. MANZKE, M. SKIBOWSKI
High-Energy Spectroscopy Studies of High-T_c Superconductors

R. MANZKE, G. MANTE, R. CLAESSEN, M. SKIBOWSKI, J. FINK

Surface Effects in the Electronic Structure of High-T_c Superconductors.

Sagamore Xth Conf. on Charge, Spin and Momentum Densities, Konstanz/D (1991)

A. BERTHOLD, W. SCHÜLKE

The Dynamic Structure Factor of LiC₆ and KC₈: Inelastic Synchrotron X-Ray Scattering Results.

K.J. GABRIEL, A. BERTHOLD, W. SCHÜLKE

Interlayer States of LiC₆ Investigated by Li-Core Excitation IXSS.

A. KAPROLAT, W. SCHÜLKE

Nondiagonal Response of Electrons by Coherent X-Ray Scattering.

H. NAGASAWA

The Momentum-Transfer Dependent Dynamic Structure of K-Electrons in Li-Metal: Interpretation in Terms of Final State Electron Densities.

J.R. SCHMITZ, H. SCHULTE-SCHREPPING, A. BERTHOLD, S. MOURIKIS, W. SCHÜLKE

Performance of the Compton Spectrometer at HARWI/HASYLAB.

W. SCHÜLKE

Direct Experimental Determination of First Order Density Matrices.

W. SCHÜLKE, A. SPIERTZ, A. KAPROLAT

A New Synchrotron Radiation Experiment for Compton Scattering from Standing Waves.

T. TSCHENTSCHER, J.R. SCHNEIDER, F. BELL, A.J. ROLLASON

Determination of Electron Momentum Densities in a ($\gamma, e\gamma$) Experiment with High Energy Synchrotron Radiation.

Int. Workshop on Auger Spectroscopy and Electronic Structure (IWASES-II), Lund/S (1991)

U. BECKER, R. WEHLITZ

Low Energy Auger Electrons – A Probe of Electron Correlation in Atoms and Molecules.

J. RÜDER, E.V. RAVEN, M. MEYER, M. PAHLER, B. SONNTAG

Experimental and Theoretical Studies of the Decay Cascades of Photoexcited Rare Gases.

DACH-Jahrestagung, Luzern/CH (1991)

M.P. HENTSCHEL

Zerstörungsfreie Prüfung neuer Werkstoffe.

IIIrd Interregion Colloquium on Ceramics C.I.E.C.3, Lyon/F (1991)

B. EIGENMANN, B. SCHOLTES, E. MACHERAUCH
Residual Stresses in the Near Surface Region of Machines Ceramics.

DPG Frühjahrstagung, Polymerphysik, Mainz/D (1991), Verhandl. DPG (VI) 26

B. HUANG, B. REHM, B. HEISE, W. HEITZ, H.G. KILIAN

Struktur von Hauptketten, Homo- und Copolyesterphasen, Thermodynamik des Zustandsdiagramms.

S. THIEL, H.G. ZACHMANN

Kristallisation von partiell flüssigkristallinen Copolyestern.

C. WUTZ, M. BARK, C. SCHULZE, H.G. ZACHMANN
Gleichzeitige Messung der RKWS, der RWWS und der Lichtstreuung mit Hilfe der Synchrotronstrahlung.

IIIrd Int. Workshop on Non-Crystalline Solids, Matalascanas/E (1991)

A.D. VILSESOV, V.P. VOLODIN, I.V. KENUNEN, N. STRIBECK, H.G. ZACHMANN

Local Deformation Inhomogeneity in Dynamic Mechanical Behaviour of Block Copolymers.

H.G. ZACHMANN, S. THIEL

Studies of Structure and Glass Transition in Liquid Crystalline Copolyesters by Means of Synchrotron Radiation and Related Methods.

Symposium on Properties of Selectively Excited Atoms and Molecules Using Synchrotron Radiation, Melbourne/AUS (1991)

U. BECKER

Simultaneous and Sequential Processes in Atomic and Molecular Photoionisation.

Ist Int. Workshop on Double Ionization in Atoms and Molecules, Metz/F (1991)

U. BECKER

Angular Distributions in Double Photoionization Studies.

I. Gemeinsame Tagung der AgKr und der VFK, München/D (1991)

Zur Veröffentl. in *Z. Krist.* 196

P. BEHRENS, S. ASSMANN, G. ENGELHARDT, J. FELSCHE, W. NIEMANN

Gallosilicat-Sodalithe: Synthese und strukturelle Eigenschaften.

P. BEHRENS

Röntgenabsorptionsspektroskopie an Gallium-Spinellen.

D. DORNISCH, W. MORITZ, H. SCHULZ, R. FEIDENHANS'L, M. NIELSEN, F. GREY, R.L. JOHNSON

Au/Si(111): 2D-Röntgen-Strukturanalyse der $(\sqrt{3} \times \sqrt{3})R30^\circ$ - und der (6×6) -Überstruktur.

K. EICHHORN, A. KIRFEL, J. GROCHOWSKI, P. SERDA

Accurate Structure Analysis with Synchrotron Radiation. An Application to Borazone, Cubic BN.

H.A. GRAF, J.R. SCHNEIDER

Experimentelle Überprüfung der statistischen dynamischen Beugungstheorie.

M. HAGELSTEIN, S. CUNIS, R. FRAHM, W. NIEMANN, P. RABE

Die Energiekalibrierung von Röntgenabsorptionsspektren mit Hilfe von Mehrstrahlinterferenzen.

E. HINZE, J. KREMMLER, J. LAUTERJUNG

Viel-Stempel-Hochdruckapparatur für Pulverdiffraktometrie mit Synchrotronstrahlung.

K. HÜMMER, E. WECKERT, W. SCHWEGLE

Zur Messung von Triplettphasen von Makromolekülstrukturen am Beispiel Myoglobin.

A. KIRFEL

Teilstrukturanalyse bei anisotroper anomaler Dispersion. Ein Test an LiHSeO_3 .

A. KÜSTER, J. IHRINGER, H. RITTER, W. LIMPER, T. WROBLEWSKI, W. PRANDL

Röntgenographische Untersuchung der Phasenübergänge des ferroelektrischen $\text{Cd}_2\text{Nb}_2\text{O}_7$.

G. KUMPAT, G. ULRICH, E. ROSSMANITH

Messung schwacher Reflexe mit Synchrotronstrahlung: Ermittlung antisymmetrischer Temperaturbewegung.

R. MELZER, J. STROBEL, W. DEPMEIER

Defektinduzierte Phaseninstabilität bei intermediärem $\text{Sr}_3[\text{Al}_{12}\text{O}_{24}](\text{CrO}_4)_2$.

W. MORGENROTH, A. KIRFEL, K. FISCHER

DIFAAD: Ein FORTRAN-Programm zur Modellierung anisotroper anomaler Dispersion (AAD) in der Röntgenbeugung.

M. SEIDEL, H. SOWA, K. REITHMAYER,

H. SCHULZ, R.-R. KRÜGER, W. ABRIEL

Strukturverfeinerung mit Synchrotronstrahlung an einem Weinschenkite-Mikrokristall $\text{Y}_{1-x}(\text{Gd}, \text{Dy}, \text{Er})_x\text{PO}_4(\text{H}_2\text{O})_2$ und ein Vergleich mit anderen Verbindungen mit Gipsstruktur.

R. ROSSMANN, C. SCHAMPER, D. DORNISCH,

V. JAHNS, H.L. MEYERHEIM, W. MORITZ,

H. SCHULZ, J. WEVER, D. WOLF

Oberflächendiffraktometrie an $\text{Ge}(001)-(2 \times 1)$ bis $L=3$.

C. SCHAMPER, W. MORITZ, H. SCHULZ,

R. FEIDENHANS'L, M. NIELSEN, F. GREY,

R.L. JOHNSON

Au/Si(111) - (5×1) : Adsorbatstruktur und Substratverzerrungen.

E. WECKERT, K. HÜMMER, G. CASCARANO,

C. GIACOVAZZO

Strukturbestimmung mittels gemessener Triplett-Phasenbeziehungen.

T. WROBLEWSKI

Ein Mosaikkristallmonochromator für höchstauflösende Pulverdiffraktometrie.

Xth Int. Conf. on Solid Compounds of Transition Elements, Münster/D (1991)

J. FREUND, G. WORTMANN, W. KRONE, W. PAULUS

Polarization Dependent X-Ray Absorption Study of Cu_xNbS_2 and Cu_xNbSe_2 .

T. SCHEDEL, G. WORTMANN, W. ASSMUS,

K. BÖMKEN

Study of the Ce 4f-Hybridization in CeNi by Polarization Dependent X-Ray Absorption Spectroscopy.

LV. Physikertagung und Frühjahrstagung der DPG (Dünne Schichten, Dynamik und Statistische Physik, Metallphysik, Oberflächenphysik), Münster/D (1991), Verhandl. DPG (VI) 26

K. BEHRENS, R. BLOCH, J. OLDE,

A. SCHRECKENBACH, R. MANZKE, M. SKIBOWSKI

Optimierung der Molekularstrahlepitaxie von $\text{GaAs}(001)$ -Oberflächen mittels RHEED-Oszillationen.

- H.-G. BIRKEN, C. KUNZ
Charakterisierung statistisch rauher Oberflächen durch elastische Lichtstreuung im XUV-Spektralbereich.
- R. BOUCHARD, H.A. GRAF, J.R. SCHNEIDER, W. ZULEHNER
Bestimmung der Größe von SiO₂-Ausscheidungen in getemperten Cz Si Einkristallen mit Hilfe der statistischen dynamischen Beugungstheorie.
- B. BURANDT, M. KOMOREK, D. BAHR, F. PAUL, W. PRESS, D. DEGENHARDT, S. HAUSSÜHL
Temperaturabhängigkeit des NH₄Br (1/2 1/2 1) Überstrukturoberflächenreflexes.
- M. CHERGUI, N. SCHWENTNER
Fano-Profilen in den Multiphononkontinua von Rydbergzuständen: NO in Edelgaskristallen.
- D. DORNISCH, W. MORITZ, H. SCHULZ, R. FEIDENHANS'L, M. NIELSEN, F. GREY, R.L. JOHNSON
Au/Si(111): 2D-Röntgen-Strukturanalyse der ($\sqrt{3} \times \sqrt{3}$)R30°- und der (6 × 6)-Überstruktur.
- H. DOSCH, L. MAILÄNDER, J. PEISL
Erster experimenteller Test von Oberflächen-Skalenrelationen.
- H. DOSCH, R.L. JOHNSON, J. PEISL, H. REICHERT
Zeitaufgelöste Röntgenstreuexperimente unter streifendem Ein- und Ausfall an Cu₃Au(001).
- H. DOSCH, T. HÖFER, R.L. JOHNSON, J. PEISL
Oberflächensensitive Röntgenstreu-Studie zum Oberflächenschmelzen von Al(110).
- W. DRUBE, A. LESSMANN, G. MATERLIK
Resonante Röntgenphotoemission am Pd ²p_{3/2} Rumpfniveau.
- E. ETELÄNIEMI, E.G. MICHEL, G. MATERLIK
Adsorption Sites of Rb and Cs on Si(111)7x7: An X-Ray Standing Wave Study.
- P. FISCHER, G. SCHÜTZ, M. KNÜLLE, S. STÄHLER, G. WIESINGER
Experimentelle Suche nach Quadrupolbeiträgen in CMXD-Spektren.
- K.-U. GAWLIK, C. JANOWITZ, R. MANZKE, M. SKIBOWSKI
Vergleich der elektronischen Struktur von CdTe(110) und Cd_{0.7}Mn_{0.3}Te(110).
- K. HÄMÄLÄINEN, S. MANNINEN, J.R. SCHNEIDER, P. SUORTTI, T. TSCHENTSCHER
Compton Streuexperimente mit hochenergetischer Synchrotronstrahlung an polykristallinen Goldfolien.
- F. HÄNISCH, M. PEYERL, R. SEEMANN, R.L. JOHNSON
Herstellung von dünnen supraleitenden Filmen aus Bi₂Sr₂CaCu₂O_{8-x}.
- T. HARASIMOWICZ, T. GOG, G. MATERLIK
Bestimmung der Position von Ti diffundiert in LiNbO₃ mit stehenden Wellenfeldern.
- J. HUNECKE, G. SCHÜTZ, M. KNÜLLE, P. FISCHER, S. STÄHLER
Magnetische Resonanzstreuung zirkular polarisierter Synchrotronstrahlung.
- R.L. JOHNSON
Oberflächenröntgenbeugung - eine leistungsfähige Methode mit Synchrotronstrahlung.
- L. KIPP, R. MANZKE, M. SKIBOWSKI
Untersuchung der elektronischen Struktur von Ge(001)2x1 mit verschiedenen winkelaufgelösten Photoemissionstechniken: EDC, CFS und CIS.
- G. KÖNIG, M. TOLAN, L. BRÜGEMANN, F. BRINKOP, W. PRESS, J.P. KOTTHAUS
Einfluß eines Oberflächengitters auf die Intensitätsverteilung in der Nähe des GaAs 400 Bragg-Reflexes.
- G. KÖNIG, M. TOLAN, L. BRÜGEMANN, C. BLESSING, F. BRINKOP, W. PRESS, J. KOTTHAUS
Röntgen- und VUV-Reflexionsmessungen an geätzten GaAs-Oberflächengittern.
- C. KUNZ, A. MOEWES, I. STORJOHANN, M. WULF, J. VOSS
Photoelektronenspektroskopie mit dem VUV-Rastermikroskop am HASYLAB.
- A. LESSMANN, W. DRUBE, G. MATERLIK
Untersuchung der Interface-Bildung am System Sb/Ge(100) mit Hilfe stehender Wellenfelder.
- G. MANTE, R. MANZKE, M. SKIBOWSKI, H.P. BARNSCHIEDT, K. TOBIASSEN
Heliumgekühlter UHV-kompatibler Kryostat mit Probenmanipulation.
- G. MANTE, R. CLAESSEN, A. HUSS, R. MANZKE, M. SKIBOWSKI, M. KNUPFER, T. WOLF, J. FINK
Besetzte elektronische Struktur von YBa₂Cu₃O_{7-δ} an der Fermieenergie.
- H.B. NEUMANN, J.R. SCHNEIDER
Auflösungsfunktion eines Drei-Kristall-Diffraktometers für hochenergetische Synchrotronstrahlung.
- C. SCHAMPER, W. MORITZ, H. SCHULZ, R. FEIDENHANS'L, M. NIELSEN, F. GREY, R.L. JOHNSON
Röntgen-Strukturanalyse von Au/Si(111)-(5x1): Adsorbatstruktur und Substratverzerrungen.

J.R. SCHNEIDER, W. ZULEHNER
Huang diffuse Streuung von getemperten Cz Silizium Kristallen.

A. SCHRECKENBACH, J. OLDE, A. NEMCSICS,
R. MANZKE, M. SKIBOWSKI
Präparation und elektronische Struktur von InAs(001)-
Oberflächen.

R. SEEMANN, M. PEYERL, R.L. JOHNSON
Photoemissionsuntersuchungen an metallbedeckten
 $\text{Bi}_2\text{Sr}_2\text{CaCu}_2\text{O}_{8-x}$.

S. STÄHLER, G. SCHÜTZ, H. EBERT
Untersuchung von p-artigen Spindichten in
3d-Ferro(i)magneten.

N. TRARES, S. HARM, R. MANZKE, M. SKIBOWSKI
Simulation der Elektronenbahnen in einem Elektronen-
Analysator für winkelaufgelöste Photoelektronenspektro-
kopie.

T. TSCHENTSCHER, J.R. SCHNEIDER, F. BELL,
A.J. ROLLASON
(γ , $e\gamma$)-Koinzidenzexperimente mit hochenergetischer Syn-
chrotronstrahlung zur Bestimmung der Elektronenimpuls-
verteilung in Festkörpern.

A. ZOUNEK, H. SPALT, G. MATERLIK
Bestimmung der Phononeigenvektoren in Si und GaAs aus
der Streuung von Röntgeninterferenzfeldern.

Int. Conf. on Polymer-Solid Interfaces, Namur/B
(1991)

M. CHTAIB, J. GHIJSEN, J.J. PIREAUX,
R.L. JOHNSON
Photoemission Study of the Metal/(polyethylene tereph-
thalate) Interface.

Int. Conf. on the Applications of the Mößbauer
Effect, Nanjing/TJ (1991)

A.I. CHUMAKOV, G.V. SMIRNOV,
M.V. ZELEPUKHIN, U. VAN BÜRCK, E. GERDAU,
R. RÜFFER, H.D. RÜTER
Nuclear Resonant Diffraction of SR in Laue Geometry.

Nuclear Resonance Scattering of Synchrotron Radiation
by Two Non-Equivalent Crystal Sublattices in $^{57}\text{Fe}_3\text{BO}_6$.

R. RÖHLSBERGER, E. GERDAU, O. LEUPOLD,
E. LÜKEN, J. METGE, H.D. RÜTER, W. STURHAHN,
E. WITTHOFF, R. RÜFFER
Nuclear Resonant Filtering of Synchrotron Radiation by
GIAR-Films.

R. RÜFFER, J. METGE, H.D. RÜTER,
W. STURHAHN, E. GERDAU
Nuclear Bragg Diffraction of SR from the a-Sites of YIG.

W. STURHAHN, E. GERDAU, R. HOLLATZ,
R. RÜFFER, H.-D. RÜTER
Nuclear Bragg Diffraction of Synchrotron Radiation at the
8.41 Resonance of Thulium.

Gordon Research Conf. on X-Ray Physics, Colby
Sawyer College, New London/USA (1991)

U. VAN BÜRCK
Recent Synchrotron Radiation Mößbauer Experiments.

H. DOSCH
Phase Transitions and Evanescent Scattering in Semi-
infinite Matter.

G. MATERLIK
Photon Stimulated Desorption Using X-Ray Standing
Waves.

W. SCHÜLKE
Inelastic Standing Wave Scattering.

Spring Meeting of the Danish Physical Society,
Nyborg/DK (1991)

L. GRÅBAEK, B.S. CLAUSEN, G. STEFFENSEN,
J. VILLADSEN, H. TOPSØE, R. FEIDENHANS'L
In Situ X-Ray Diffraction Studies of Catalysts.

J.R. SCHNEIDER
Diffraction Experiments with Synchrotron Radiation at
Energies above 100 keV.

J. STAUN OLSEN
High Pressure Experiments.

Workshop on Structural and Spectroscopic Ap-
plications with Synchrotron Radiation, Oeiras/P
(1991)

R. GEHRKE
Structural Applications of Synchrotron Radiation in Bio-
chemistry, Chemistry, and Material Science.

T. WROBLEWSKI
Powder Diffraction with Synchrotron Radiation, Static
and Real-Time Studies.

Vth Ultrastructure Processing Conference,
Orlando/USA (1991)

J. FRICKE, A. EMMERLING
The Nanostructure of Aerogels - Preparations, Investiga-
tions, Modifications and Utilizations.

Int. Symposium on the Physics and Chemistry of
Finite Systems, Richmond/USA (1991)

M. JOPPIEN, J. WÖRMER, R. MÜLLER, T. MÖLLER
Observation of Cluster Specific Excitations in Rare Gas
Clusters.

- R. MÜLLER, M. JOPPIEN, T. MÖLLER
Relaxation and Decay Processes in Electronically Excited Xe_N Clusters Probed with Time and Energy Resolved Fluorescence Spectroscopy.
- Int. Conf. on Nondestructive Testing and Evaluation of Composite Structures, Riga/Lettland (1991)**
M.P. HENTSCHEL
Investigation of Composite Structures by X-Ray Scattering.
- XXIVth Danish Crystallography Meeting, Risøe/DK (1991)**
L. GRÅBAEK, B.S. CLAUSEN, G. STEFFENSEN, J. VILLADSEN, H. TOPSØE, R. FEIDENHANS'L
In Situ X-Ray Diffraction Studies of Catalysts.
- IIIrd Int. Conf. on the Formation of Semiconductor Interfaces ICFSI-3, Rome/I (1991)**
R.L. JOHNSON, F. GREY, M. NIELSEN, R. FEIDENHANS'L, J. ZEGENHAGEN
Surface Structure Determination by X-Ray Diffraction.
A. LESSMANN, W. DRUBE, G. MATERLIK
Study of the Electronic and Geometric Structure of Antimony on Ge(100).
- IInd Europ. Conf. on Sol-Gel Technology, EUROGEL '91, Saarbrücken/D (1991)**
R. AHLFÄNGER, H. BERTAGNOLLI, T. KOLB, U. ERTEL, R. NASS, H. SCHMIDT
Structural Studies of Formation of Lead Zirconium Titanate Via Sol-Gel Processing.
T. GERBER, B. HIMMEL, U. BUTTLER, H. BÜRGER, U. BRÄUTIGAM
Characterization of the Sol-Gel Process by Diffraction Methods Using Conventional and Synchrotron Radiation.
- XIIth Europ. Conf. on Surface Science (ECOSS 12), Stockholm/S (1991)**
Zur Veröffentlich. in *Surf. Sci.*
R. FEIDENHANS'L
Surface X-Ray Crystallography.
L. KIPP, R. MANZKE, M. SKIBOWSKI
The Surface Band Gaps of Ge(001) 2x1.
G. MANTE, T. SCHMALZ, R. MANZKE, M. SKIBOWSKI, M. ALEXANDER, J. FINK
Photoemission Study of the Metal to Insulator Transition of $Bi_2Sr_2Ca_{1-x}Y_xCu_2O_{8-\delta}$.
R. MANZKE, G. MANTE, R. CLAESSEN, M. SKIBOWSKI, J. FINK
An Intrinsic Surface State on $YBa_2Cu_3O_{7-\delta}$.
- E.G. MICHEL, V. ETELÄNIEMI, G. MATERLIK
Adsorption Sites of Br on Si(211) Investigated with XSW Fields.
- EUG. VI, Strasbourg/F (1991)**
E. HINZE, J. KREMMLER, O. SHIMOMURA, T. KIKEGAWA, J. LAUTERJUNG
Stability of Pentlandite Under High Pressures and Temperatures.
- E-MRS-Meeting, Strasbourg, France/F (1991)**
M.P. HENTSCHEL, A. LANGE, W. HARBICH
New X-Ray Topographic Composite Characterization.
U. PIETSCH, W. SEIFERT, J.-O. FORNELL, H. RHAN, H. METZGER, J. PEISL
Investigation of a Semiconductor Superlattices by Use of Grazing Incidence X-Ray Diffraction.
S. RUGEL, H. METZGER, G. WALLNER, J. PEISL
Grazing Incidence X-Ray Diffraction on Silicon After Ion Implantation and Thermal Annealing.
- IIIrd Int. Meeting on Luminescence, Trassenheide/D (1991)**
B. FINKE, L. SCHWARZ, P. GÜRTLER, M. KRAAS
Measurements of Transient Luminescence of Terbium and Cer Ions in an Orthophosphate Matrix.
P. GÜRTLER
Luminescence Investigations with Synchrotron Radiation at HASYLAB.
M. KRAAS, P. GÜRTLER
Rare Gas Hydrides in Rare Gas Matrices.
W. LAASCH, D. VARDING, G. ZIMMERER
Luminescence of Rare Gas Atoms in Neon Matrix Excited by Synchrotron Radiation.
Luminescence of Free Excitons in Xenon and Krypton.
- ECM-13, Trieste/I (1991)**
P.U. PENNARTZ, H. FUESS
Polymorphism of Na_2SO_4 Time Resolved Studies with Synchrotron Powder Diffraction.
- Int. Meeting on Synchrotron Radiation in Crystallography, Trieste/I (1991)**
P. BEHRENS, S. ASSMANN, J. FELSCHE
Bonding and Crystal Chemistry of Ag^+ Compounds: Ag L Edge X-Ray Absorption Spectroscopy.
J.R. SCHNEIDER
Sources and Instrument Requirements for High-Energy X-Ray Diffraction.
- XIII. Arbeitstagung Strukturuntersuchungen an**

nichtkristallinen und partiellkristallinen Stoffen,
Vietgest/D (1991)

A. EMMERLING, J. FRICKE

Strukturuntersuchungen an Aerogelen mit SAXS.

U. LEMBKE

Möglichkeiten der Anomalen Röntgen-Kleinwinkelstreuung bei der Untersuchung von Strukturbildungsprozessen in Gläsern.

W. PENG, T. PIEPER, H.G. KILIAN

MC-Simulationsrechnungen an smektischen Phasen von LC-Polymeren.

T. PIEPER, H.G. KILIAN

Ein Strukturmodell der makromolekularen Nahordnung in Polymeren.

B. REHM, B. HEISE, H.G. KILIAN

Struktur und Thermodynamik flüssigkristalliner Hauptkettenpolyester.

K. UNSELD, B. HEISE, H.G. KILIAN

Bestimmung der Grenzschicht in n-Alkanen anhand von Synchrotronstrahlungsmessungen.

IIIrd Int. Symposium on Aerogels, Würzburg/D (1991)

A. EMMERLING, J. FRICKE

Small Angle Scattering and the Structure of Aerogels.

I. Symposium Sonderforschungsbereich 347,
Würzburg/D (1991)

H. BERTAGNOLLI

EXAFS-Spectroscopy - Investigation of the Structure of Metal Complexes. Experimental Developments and Improvements of the Data Evaluation.

T.S. ERTEL, D. PETER, S. HÜCKMANN, U. KOLB,

R. CRÜSEMANN, H. BERTAGNOLLI

EXAFS-Spectroscopy - Investigation of the Structure of Metal Complexes. Results.

Int. Symposium on Molecular Structure and Life
- Molecular Recognition of Nucleic Acids,
Yokohama/J (1991)

D. KOSTREWA, J. GRANZIN, W. SAENGER

Structure and Functional Role of the DNA-Binding Protein FIS.

S. ASSMANN, P. BEHRENS, G. ENGELHARDT,

J. FELSCHE, W. NIEMANN

Silber-Hydro-Sodalithe.

III. Deutscher Workshop über Zeolith-Chemie, Berlin/D (1991)

U. BECKER

Simultane und sequentielle Prozesse bei Anregung und Zerfall von Resonanz- und Satellitenzuständen.

TU München/D (1991)

H. BERTAGNOLLI

Untersuchung von Schlüsselreaktionen bei der Herstellung von Bleizirkontitanat nach dem Sol-Gel-Prozess.

Kolloquium im Schwerpunktprogramm der DFG „Keramische Hochleistungswerkstoffe“ Bonn/D (1991)

EXAFS-Spektroskopie, Anomale Röntgen- und Neutronenbeugung - drei komplementäre Methoden zur Bestimmung lokaler Strukturen in amorphen Systemen.

Ges. Dtsch. Chem., Kaiserslautern/D (1991)

Röntgenstrukturuntersuchungen an Flüssigkeiten.

II. Bunsenkolloquium Synchrotronstrahlung und Chemie, Berlin/D (1991)

H.-G. BIRKEN, D.-R. SCHMITT

Characterization of Supersmooth Surfaces by Optical Methods, Stylus Profilometry, and Soft X-Ray Scattering.

VIIth Int. Precision Engineering Seminar, Braunschweig/D (1991)

U. BONSE

Hochauflösende Tomographie mit Synchrotronstrahlung.

Kolloquiumsvortrag, Univ. Marburg/D (1991)

B.S. CLAUSEN

EXAFS-Struktur af små partikler og amorf stoffer.

XXIVth Danish Crystallography Meeting, Risø/DK (1991)

W. DEPMEIER

Aluminatsodalith - Mögliche Kandidaten für Orientierungsgläser?

Univ. Mainz/D (1991)

Phase Transitions and Modulated Structures in Aluminate Sodalites.

Conf. Plenièrè, Vème Rencontre Marocaine sur la Chimie de l'Etat Solide - REMCES V (1991)

H. DOSCH

Neueste Streuexperimente zur Thermodynamik am Festkörper-Rand.

HASYLAB Nutzertreffen, Hamburg/D (1991)

Surface Melting of Al: Recent Scattering Experiments.

ANL Argonne/USA (1991)

B. EIGENMANN

Spannungsmessung an Keramiken.

Festkolloquium anlässlich des 25-jährigen Bestehens des Inst. f. Werkstoffkunde I, Univ.-TH Karlsruhe/D (1991)

R. FEIDENHANS'L

X-Ray Scattering.

Danish Physical Soc.: Winter School in Modern Physics, Risø/DK (1991)

- Surface X-Ray Diffraction at the ESRF.
Nordsync Information Meeting on the ESRF, Lund/S
(1991)
- R. FRAHM
Zeitaufgelöste Röntgenabsorptionsspektroskopie an Festkörpern und Oberflächen.
HASYLAB Nutzertreffen, Hamburg/D (1991)
- QEXAFS and DEXAFS: Time Dependent X-Ray Absorption Studies of Solids and Surfaces.
ESRF Grenoble/F (1991)
- Zeitaufgelöste Röntgenabsorptionsspektroskopie: Neue Methoden und ihre Anwendungen in Chemie und Physik.
Kolloquiumsvortrag, Univ. Hannover/D (1991)
- Schnelle Röntgenabsorption (Quick XAFS) – Möglichkeiten und praktische Anwendungen für die Werkstoffwissenschaft.
Keramisches Seminar, Bergakademie Freiberg/D (1991)
- H. FUESS
Bestkörperchemie und Synchrotronstrahlung.
Univ. Osnabrück/D (1991)
- Synchrotronstrahlung. Mehr Licht und mehr Sicht in der Festkörperforschung.
Inst. f. Werkstoffforschung, Dresden/D (1991)
- Materialwissenschaftliche Festkörperforschung mit Beugungs- (Synchrotron, Neutronen) und Abbildungsmethoden.
GDCh-Kolloquiumsvortrag, Univ. Konstanz/D (1991)
- E. GERDAU
Resonante Kernbeugung: Auf dem Weg von einem exotischen Experiment zu einer Standardmethode.
HASYLAB Nutzertreffen, Hamburg/D (1991)
- J. GHIJSEN
Photoemission Study of the Copper/Poly(ethylene terephthalate) Interface.
Meeting of Contact Group for Synchrotron Radiation of NFSR, Mons/B (1991)
- J. GROCHOWSKI
Synchrotron Crystallography.
Polish Chemical Society, Krakow/PL (1991)
- F.U. HILLEBRECHT
Spinaufgelöste Photoemission mit weicher Röntgenstrahlung am FLIPPER I.
HASYLAB Nutzertreffen, Hamburg/D (1991)
- J. IHRINGER
Symmetrieangepaßte Strukturverfeinerung.
TU Berlin/D (1991)
- Neue Methoden in der Pulverdiffraktometrie.
Univ. Tübingen/D (1991)
- New Methods in Powder Diffraction.
Univ. Marseille/F (1991)
- R.L. JOHNSON
Röntgenbeugung an Oberflächen.
Univ. Düsseldorf/D (1991)
Univ. Hannover/D (1991)
Kolloquiumsvortrag, Univ. Hamburg/D (1991)
Öffentliche Vorlesung, Univ. Hamburg/D (1991)
Univ. Göttingen/D (1991)
- S. JOKSCH
Recent Crystal Cooling Experiments at HASYLAB.
High Heat Load X-Ray Informal Workshop, NSLS, BNL Upton/USA (1991)
- X-Ray Diffraction in the Nanosecond Timescale.
Cornell Univ. Ithaca/USA (1991)
NSLS, BNL Upton/USA (1991)
- J.M. JUNG
Production et Relaxation de paires electron-trou en milieu moléculaire dense excité par des photons.
CNR Strasbourg/F (1991)
CHU-Radiobiologie, Sherbrooke/CND (1991)
- Photoionisation dans les liquides non polaires.
CHU-Radiobiologie, Sherbrooke/CND (1991)
- A. KIRFEL
Röntgenkristallographie mit Synchrotronstrahlung.
Univ. Würzburg/D (1991)
- Anisotropie der anomalen Dispersion.
Univ. Hannover/D (1991)
Univ. Hamburg/D (1991)
- P. KIZLER
XANES-Berechnungen und Anwendungen zur Untersuchung amorpher Legierungen.
Werkstoffwissenschaftliches Seminar, TU Dresden/D (1991)
- K. KJAER.
Experimental Studies of Amphiphilic Monolayers.
Workshop on Structure of Self-Assembled Amphiphilic Molecules, H.C. Ørsted Inst., Copenhagen/DK (1991)
- W. Limper
Die Bestimmung von Vorzeichen und Phasenwinkeln aus Pulverbeugungsdaten mit Hilfe der anomalen Dispersion.
Univ. Tübingen/D (1991)
- R. MANZKE
Surface Electronic Structure of High T_c Superconductors.
XVth Int. Sem. on Surface Physics, Przesieka/PL (1991)
- Einflüsse der Oberfläche auf die elektronische Struktur von Hochtemperatursupraleitern.
Univ. Frankfurt (M)/D (1991)

Elektronische Struktur und Oberflächeneffekte von Hoch T_c Supraleitern.
Kolloquiumsvortrag, Univ. Hamburg/D (1991)

G. MATERLIK
Studies of Surface Structure Using Synchrotron Radiation.
Kolloquiumsvortrag, Univ. Aarhus/DK (1991)

Applications of Synchrotron Radiation in Condensed Matter Research.
Workshop on Indust. Appl. of Synchrotron Radiation, MPI Mainz/D (1991)

Applications of Synchrotron Radiation in the X-Ray Region.
Dutch Meeting on Synchrotron Radiation Applications, Eindhoven/NL (1991)

The HASYLAB DORIS III Project.
Argonne Nat. Lab., Chicago/USA (1991)
LNLS, Campinas/BR (1991)

Activities and User Policy at HASYLAB.
LNLS Users Meeting, Campinas/BR (1991)

R. MELZER, W. DEPMEIER
Pseudosymmetry in Sodalites.
Jahrestg. der Schweiz. Ges. für Krist., Chur/CH (1991)

T. MÖLLER
Elektronische Anregungen in Edelgasclustern: Die Entwicklung von Energieniveaus vom Atom zum Festkörper.
Univ. Hamburg/D (1991)

Zerfalldynamik elektronisch angeregter Edelgascluster.
Kolloquiumsvortrag, DFG-Schwerpunktprogramm „Physik anorganischer Cluster“, Hirschegg/A (1991)

M. PAHLER
Winkelabhängige Photoelektronenspektroskopie an laser- ausgerichteten Atomen.
BESSY Nutzertreffen (E.E. Koch Preisträger), Berlin/D (1991)

P.U. PENNARTZ
Time Resolved Powder Diffraction with Synchrotron Radiation.
ESRF-Powder Diffraction Workshop, Grenoble/F (1991)

J. PFLÜGER
Wiggler und Undulatoren für Speicherringe der 3. Generation am Beispiel DORIS III.
Workshop über Anwendungen der Synchrotronstrahlung, KfK Karlsruhe/D (1991)

E.V. RAVEN
Elektron-Elektron-Koinzidenzmessungen an VUV-angeregten atomaren Edelgasen.
Univ. Bonn/D (1991)

J. RÖHLER
X-Ray Spectroscopy on High-T_c Superconductors.
ESRF, Grenoble/F (1991)

R. RÜFFER
Nuclear Bragg Diffraction Using Synchrotron Radiation - A New Source for Hyperfine Spectroscopy, Solid State Physics, and γ -Optics.
MPI für Festkörperforschung, Stuttgart/D (1991)

H.D. RÜTER
Nuclear Bragg Diffraction Using Synchrotron Radiation.
Int Nucl. Diffr. Workshop, ESRF Grenoble/F (1991)

J.R. SCHNEIDER
Strukturforschung mit hochenergetischer Synchrotronstrahlung.
Kolloquiumsvorträge, Univ. Karlsruhe/D (1991)
Univ. Hamburg/D (1991)

New Possibilities in Diffraction: High Energy Photons from Synchrotron Radiation.
Inst. Laue-Langevin, Grenoble/F (1991)

A Beam Line on the PETRA Ring?
EMBL Synchrotron and Detector Meeting, Hamburg/D (1991)

W. SCHÜLKE
Elektronenkorrelation in inhomogenen Systemen: Experimente mit unelastischer Röntgenstreuung.
LMU München/D (1991)

Unelastische Streuung aus stehenden Wellenfeldern.
HASYLAB Nutzertreffen, Hamburg/D (1991)

Investigation of Electronic Excitations in Solids by Inelastic X-Ray Scattering.
Univ. Ioannina/GR (1991)

Fanoresonanzen in der dielektrischen Antwort.

Kollektive elektronische Anregungen in periodischen Festkörpern: Neue IXSS-Untersuchungen mit Synchrotronstrahlung.
Univ. Dortmund/D (1991)

G. SCHÜTZ
Studien zum Magnetismus mit zirkular polarisierter Röntgenstrahlung.
Univ. Kassel/D (1991)
Univ. Konstanz/D (1991)
Univ. Braunschweig/D (1991)
Univ. Duisburg/D (1991)
Univ. Heidelberg/D (1991)
TU Berlin/D (1991)
Univ. Bayreuth/D (1991)

Study of Magnetism with Circularly Polarized X-Rays.
Lecture on Magnetism (A3)' Higher European Research Course for Users of Large Exp. Systems (HERCULES), Grenoble/F (1991)

- Magnetic Pt Moments in Pt/Co Multilayers Studied by X-Ray Absorption.
IBM Almaden Research Center, San Jose/USA (1991)
- Absorption and Bragg Scattering of Circularly Polarized „Hard“ X-Rays in Ferro(i)Magnetic Materials.
Workshop on Appl. of Circul. Pol. Photons at the ALS with a Bend Magnet Source, LBL Berkeley/USA (1991)
- Was über Spins Du lernen kannst mit dem Spin des Röntgenquants.
Symposium zum 80. Geburtstag von Prof. Heinz Maier-Leibnitz, TU München/D (1991)
- B. SONNTAG
XUV Electron Spectroscopy on Aligned Li Atoms.
City Univ. Dublin/UK (1991)
- Excitation and Decay of Inner-Shell Resonances of Free Atoms.
Workshop on Emission and Absorption of Radiation by Structured Particles, Harvard-Smithsonian Center for Astrophysics, Boston/USA (1991)
- D.I. SVERGUN
Methods of X-Ray and Neutron Small-Angle Scattering Data Analysis.
Risøe, Roskilde/DK (1991)
- Novel Approaches in Small-Angle Scattering Data Treatment and Interpretation.
Inst. f. Biophys. und Röntgenstrukturforsch., Graz/A (1991)
- Small-Angle Scattering from Biopolymers in Solution: Methods of Data Treatment and Interpretation.
Univ. Ancona/I (1991)
- Methods of Data Treatment and Interpretation of Solution Small-Angle Scattering.
Univ. Bologna/I (1991)
- Mathematical Methods in Small-Angle Scattering Data Treatment.
Univ. Venice/I (1991)
- New Developments in Data Analysis of the Small-Angle Scattering from Solutions.
SERC, Daresbury/UK (1991)
- Direct Determination of the Shape and Quaternary Structure of Biopolymers Using X-Ray Solution Scattering.
MPG, Hamburg/D (1991)
- H. TOPSØE
Fundamental Research in Catalysis and Surface Science: Some Examples of Recent Projects at Haldor Topsøe Research Laboratories.
Lyon/F (1991)
- T. TUOMI
X-Ray Topography Using Synchrotron Radiation.
XLII. Berg- und Hüttenmännischer Tag, Kolloquium 11, Herstellung von Verbindungsleitern (1991)
- M. WENDSCHUH-JOSTIES
Über die Bestimmung intrakristalliner Verteilungen ordnungszahlreicher Elemente in geothermobarometrisch relevanten Mineralen.
Gemeinschaftstagung der Deutschen und der Österreichischen Mineralogischen Gesellschaften, Salzburg/A (1991)
- E. WITTHOFF
Resonant Multilayers for Nuclear Resonant Filtering of Synchrotron Radiation.
BNL Brookhaven/USA (1991)
APS, Argonne/USA (1991)
- G. WORTMANN
Mößbauer and X-Ray Absorption Spectroscopy on the High-T_c Superconductors.
TU Warschau/PL (1991)
- Synthetic Metals: Properties and Applications.
Inst. of Precision Mechanics, Warschau/ PL (1991)
- Synthetische Metalle.
Kolloquiumsvortrag, TU Braunschweig/D (1991)
- Structural, Electronic, and Magnetic Properties of the High-T_c Superconductors Studied by Mößbauer- and X-Ray Absorption Spectroscopy.
XXXIInd Mößbauer Spectroscopy Meeting, Royal Society of Chemistry, London/UK (1991)
- Synthetische Metalle: Mößbauer- und Röntgenabsorptionsspektroskopie an dotierten Polymeren, Graphiteinlagerungsverbindungen und organischen Supraleitern.
Kolloquium des Sfb-337, FU Berlin/D (1991)
- R. WULF
Experimentelle Unterscheidung ordnungszahlreicher Elemente in Sulfosalzen.
Gemeinschaftstagung der Deutschen und der Österreichischen Mineralogischen Gesellschaften (1991)
- H.G. ZACHMANN
Recent Studies of Crystallization in Polymers by Means of Synchrotron Radiation on Complementary Methods.
EPS Conf. on Solidification Processes in Polymers, Stockholm/S (1991)
- Investigations of Phase Transitions in Polymers as Revealed by Means of X-Ray Scattering Employing Synchrotron Radiation.
Meeting of the Real Sociedad Espanola de Fisica, Valladolid/E (1991)
- Untersuchungen von Molekülbeweglichkeiten, Strukturen und Phasenumwandlungen in steifkettigen Polymeren.
IV. Berliner Polymeren-Tagung, Berlin/D (1991)
- G. ZIMMERER
Lumineszenzspektroskopie mit Synchrotronstrahlung: ein

exotisches Hobby?

Kolloquiumsvortrag, Univ. Kiel/D (1991)

Time-Resolved Spectroscopy with SR.

Univ. of Sci. and Technol. of China, Hefei/TJ (1991)

Synchrotron Radiation in Hamburg.

Inst. of High Energy Physics, Beijing/TJ (1991)

Luminescence Spectroscopy with SR: Recent Results.

Istituto di Struttura della Materia, Frascati/I (1991)

A. ZOUNEK

Kohärente Streuung von Röntgenstrahlung an Phononen.

TH Darmstadt/D

(1991)

Interne Berichte

T. KRACHT

SPECTRA – A Program Package for the Analysis and Presentation of Data.

DESY F-41 HASYLAB 91-02

A. RUBENS, B. DE CASTRO

Interfacing Shadow to the Finite Element Analysis Programm TPS10.

DESY HASYLAB 91-01

Habilitationen

H. DOSCH

Evanescence Scattering and Phase Transitions in Semi-infinite Matter.

Univ. München/D (1991)

T. MÖLLER

Electronic Excitations in Rare Gas Clusters: The Evolution of Energy Levels from the Atom to the Solid.

Univ. Hamburg/D (1991)

Dissertationen

M. BARK

Aufbau eines zweidimensionalen Drahtzählers und Untersuchungen der Kristallisation und der Orientierung von Polymeren mit Hilfe der Röntgenklein- und Röntgenweitwinkelstreuung.

Univ. Hamburg/D (1991)

H.-G. BIRKEN

Streuung elektromagnetischer Wellen an statistisch rauhen Oberflächen im Bereich weicher Röntgenstrahlung – Experiment und Theorie.

Univ. Hamburg/D (1991)

Interner Bericht DESY HASYLAB 91-02

S. BUCHNER

Untersuchungen von Strukturen und Phasenumwandlungen in steifkettigen und flüssigkristallinen Polymeren.

Univ. Hamburg/D (1991)

T. BUSLAPS

Elektronische Struktur und Phasentransformationen der Tantal-dichalkogenide.

Univ. Kiel/D (1991)

R. CLAESSEN

Elektronische Struktur und Phasenübergänge in quasi-zweidimensionalen Metallen: Übergangsmetall-dichalkogenide und Hochtemperatursupraleiter.

Univ. Kiel/D (1991)

O. DAU

Das Vier-Spiegel-Röntgeninterferometer: Funktion und Zusammenwirken seiner partialen Interferometer.

Univ. Dortmund/D (1991)

M. HAGELSTEIN

Zeitaufgelöste Röntgenabsorptionsspektroskopie zur Bestimmung der Oxidationsstufe und zur Untersuchung der strukturellen Umgebung von Kupfer im CuNaY-Zeolith während heterogener Reaktionen.

Univ. Kiel/D (1991)

DESY HASYLAB 91-04

P. HOFER

Antiglas-Fehlordnung in Bismutaten.

Univ. Frankfurt/D (1991)

C. JANOWITZ

Elektronische Struktur der (110)- und (111)-Flächen von GaAs und CdTe.

Univ. Kiel/D (1991)

J.M. JUNG

Photoproduction, thermalisation et recombinaison de paires de charges dans les liquides moléculaires.

Univ. Louis Pasteur, Strasbourg/F (1991)

A. KAPROLAT

Nichtdiagonale Response in Silizium: Inelastische Röntgenstreuexperimente aus stehenden Wellenfeldern mit Synchrotronstrahlung und deren Interpretation.

Univ. Dortmund/D (1991)

H.-G. KERKHOFF

Untersuchung von Kontinuumsresonanzen in der atomaren und molekularen Photoionisation mittels winkelaufgelöster Photoelektronenspektroskopie.

TU Berlin/D (1991)

D. KOSTREWA

Röntgenkristallstrukturen des Ribonuclease T1 H_2VO_4 -

Komplexes und des Faktors für Inversions-Stimulation.
FU Berlin/D (1991)

A. KÜSTER

Phasenübergänge in ferroelektrischem $\text{Cd}_2\text{Nb}_2\text{O}_7$ und verwandten Substanzen.

Univ. Tübingen/D (1992)

Y. LI

Konkurrenz zwischen Kristallisation und Mischen/Entmischen in Polymermischungen.

Univ. Darmstadt/D (1991)

J. OLDE

Photoemissionsuntersuchungen der elektronischen Struktur von mit Molekularstrahlepitaxie und durch Ionenbeschuß und Tempern präparierten III/V-Halbleiteroberflächen.

Univ. Kiel/D (1991)

R. PAHL

Hochauflösende Kleinwinkelstreuung mit Synchrotronstrahlung.

Univ. Dortmund/D (1991)

M. PAHLER

Winkelabhängige Photoelektronenspektroskopie an laser-orientierten Atomen.

Univ. Hamburg/D (1991)

DESY HASYLAB 91-03

P.U. PENNARTZ

Pulverdiffraktometrie mit hoher Zeitauflösung.

Methodische Untersuchungen mit Synchrotronstrahlung.

TU Darmstadt/D (1991)

H.-H. RÜTER

Erzeugung photostimulierbarer Zentren im VUV und XUV Spektralbereich.

Univ. Hamburg/D (1991)

DESY HASYLAB 91-05

J.R. SCHMITZ

Messung des dynamischen Strukturfaktors von Silizium: Bandstruktur- und Lokalfeldeffekte.

Univ. Dortmund/D (1991)

H. SCHULTE-SCHREPPING

Messung des dynamischen Strukturfaktors an Al mit unelastischer Röntgenstreuung: Korrelations- und Bandstruktureffekte.

Univ. Dortmund/D (1991)

W. WEBER

Untersuchung der Oberflächenrauigkeit dünner Schichten durch Messung der diffusen Streuung und der Reflektivität von harten Röntgenstrahlen.

RWTH Aachen/D (1991)

R. WEHLITZ

Winkelaufgelöste Elektronenspektrometrie von Mehrelek-

tronenprozessen bei der Photoionisation.

TU Berlin/D (1991)

R. WIENKE

Spinabhängige Absorptionsspektroskopie an 5d-Verunreinigungen in Eisen.

TU München/D (1991)

A. ZOUNEK

Experimentelle Untersuchung von Phononeigenvektoren mit Röntgeninterferenzfeldern.

TH Darmstadt/D (1991)

Diplomarbeiten

E. ANDRESEN

Untersuchungen von Mischungen aus Polyethylenaphthalin-2,6dicarboxylat (PEN) und Polyethylenaphthalin-2,6dicarboxylat-p-hydroxybenzoesäure (PEN/PHB[60/40]) mit dynamisch-mechanischer Analyse und anderen Methoden.

Univ. Hamburg/D (1991)

K.-M. BEHRENS

Optimierung der Molekularstrahlepitaxie von GaAs(001)-Oberflächen und Photoelektronenspektroskopie.

Univ. Kiel/D (1991)

H. DADRAS

Geometrische Abbildungseigenschaften des Ellipsoidringspiegels als Objektiv in der Raster-Röntgenmikroskopie im weichen Röntgengebiet und Bau eines Autokollimationsmeßgerätes.

Univ. Hamburg/D (1991)

J. DEGENHARDT

Einsatz eines Ge-Streifendetektors am HARWI-Compton-spektrometer.

Univ. Dortmund/D (1991)

P. EGNER

Strukturuntersuchungen an flüssigkristallinen Seitenkettenpolymeren.

Univ. Ulm/D (1991)

M. FRITSCH

Spektroskopische Untersuchungen an Edelgasoxiden in Edelgasmatrizen.

Univ. Hamburg/D (1991)

K.-J. GABRIEL

IXSS-Untersuchungen zur Lithium-K-Kante in Lithium-interkaliertem Graphit.

Univ. Dortmund/D (1991)

V. VON GARNIER

Winkelverteilungs-Asymmetrien und Zweielektronen-Sa-

telliten bei der 4d Photoionisation von Cadmium.
TU Berlin/D (1991)

K.U. GAWLIK

Vergleich der elektronischen Struktur von CdTe(110) und $\text{Cd}_{0.7}\text{Mn}_{0.3}\text{Te}(110)$ sowie die Untersuchung der CdTe(100)Oberfläche mit winkelaufgelöster Photoemission.

Univ. Kiel/D (1991)

S. GNEITING

Röntgenkleinwinkelstreuung an Polymeren.

Univ. Ulm/D (1991)

W. HAAS

Elektronenmikroskopische

Untersuchungen von großen, heterogenen Deformationen an gefüllten Polymer-Netzwerken.

Univ. Ulm/D (1991)

F. HEISER

Augerzerfall nach Xe 4d Ionisation - Intrinsische Anisotropie und „post collision Interaction“.

TU Berlin/D (1991)

R. HELLMICH

Konversionselektronen-Mößbauerspektroskopie an den Isotopen ^{57}Fe und ^{169}Tm .

Univ. Hamburg/D (1991)

U. HERGENHAHN

Anwendung des Spectator-Modells zur Bestimmung der Winkelverteilung resonanter Auger-Übergänge in Argon, Krypton und Xenon.

TU Berlin/D (1991)

J. JÄSCHKE

Zeitauflösung und Ansprechwahrscheinlichkeit eines Szintillationsdetektors mit schneller Koinzidenz.

Univ. Hamburg/D (1991)

D. KLUGMANN

Aufbau und Betrieb einer Apparatur zur Untersuchung ferromagnetischer Absorber in hochfrequenten Magnetfeldern mit der Methode der Mößbauer-Spektroskopie.

Univ. Hamburg/D (1991)

A. KOEBBEL

Interferometrische Bestimmung integraler Teilchendichten am Natriumdampf.

Univ. Hamburg/D (1991)

R. KRAUS

Untersuchung der Schallemission bei der Deformation von gefüllten Thermoplasten.

Univ. Ulm/D (1991)

D. MEYER

EXAFS-Untersuchungen an amorphen metallischen Legierungen.

TU Dresden/D (1991)

M. MÖHLE

Unelastische Röntgenstreuung an Li-Mg-Legierungen.

Univ. Dortmund/D (1991)

H.-B. NEUMANN

Auflösungsvermögen eines dispersionsfreien Dreikristall-Diffraktometers für hochenergetische Synchrotronstrahlung.

Univ. Hamburg/D (1991)

DESY HASYLAB 91-06

E. PAUL

Uniaxiale Kompression von teilkristallinen Polymeren.

Univ. Ulm/D (1991)

J.O. PETERS-WAITKUS

Erprobung und Inbetriebnahme eines Proportionalzählrohres für CEMS-Messungen an Yttrium-Eisen-Granat.

Univ. Hamburg/D (1991)

M. ROTHENBACH

Impulsaufgelöste Photoemissionsmessungen an EuTe-Einkristallen.

Univ. Kiel/D (1991)

S. SCHERLE

Spinabhängige Röntgenabsorptionsspektroskopie an den L_2 - und L_3 -Kanten von Holmium.

TU München/D (1991)

S. SCHMITT

Texturen in uniaxial gepreßtem Polyäthylen.

Univ. Ulm/D (1991)

A. SCHRECKENBACH

Untersuchungen an MBE- und IBA-präparierten

InAs(001)-Oberflächen mit Photoelektronenspektroskopie.

Univ. Kiel/D (1991)

N. TRARES

Theoretische Überlegungen zum Aufbau eines Experiments für die Bestimmung elektronischer Strukturen von Festkörpern.

Univ. Kiel/D (1991)

A. URBANCZYK

Verbesserung und Wiederaufbau des Reflektometermeßplatzes.

Univ. Hamburg/D (1991)

E. WITTHOFF

Herstellung und Charakterisierung von kernresonanten Multilayers.

Univ. Hamburg/D (1991)

M. WULF

Elektronenspektroskopie mit dem VUV-Rastermikroskop - Aufbau und erste Messungen.

Univ. Hamburg/D (1991)

EMBL

Veröffentlichungen

- A. ARNER, G. RAPP, J.S. WRAY
Time-Resolved X-Ray Diffraction Measurements on a Living Contracting Mammalian Smooth Muscle.
Biophys. J. 59 (1991) 10a
- M.A. BAGNI, C.C. ASHLEY, G. CECCHI, Y. MAÉDA, P.J. GRIFFITHS
Radial Crossbridge Forces at Different Lattice Spacing in Intact Single Muscle Fibres.
Biophys. J. 59 (1991) 576a
- C. BETZEL, G. LANGE, G.P. PAL, K.S. WILSON, A. MAELICKE, W. SAENGER
The Refined Crystal Structure of A-Cobratoxin from *Naja Naja Siamensis* at 2.4 Å Resolution.
J. Biol. Chem. 266 (1991) 21530
- A. BIGI, L. DOVIGO, M.H.J. KOCH, M. MOROCUTTI, A. RIPAMONTI, N. ROVERI
Collagen Structural Organization in Uncalcified and Calcified Human Anterior Longitudinal Ligament.
Connective Tissue Res. 25 (1991) 171
- A. BIGI, A. RIPAMONTI, G. COJAZZI, G. PIZZUTO, N. ROVERI, M.H.J. KOCH
Structural Analysis of Turkey Tendon Collagen upon Removal of the Inorganic Phase.
Int. Journ. Macromol. 13 (1991) 110
- G. CECCHI, P.J. GRIFFITHS, M.A. BAGNI, C.C. ASHLEY, Y. MAÉDA
Time-Resolved X-Ray Diffraction and Stiffness in Tetanized Length-Clamped Single Muscle Fibres.
Biophys. J. 59 (1991) 1273
- Z. DAUTER, C. BETZEL, N. GENOV, N. PIPON, K.S. WILSON
The Complex between the Subtilisin from a Mesophilic Bacterium and the Leech Inhibitor Eglin-C.
Acta Crystallogr. B47 (1991) 707
- N.A. DENCHER, J. HEBERLE, C. BARK, M.H.J. KOCH, G. RAPP, D. OESTERHELT, K. BARTELS, G. BUELDT
Proton Translocation and Conformational Changes During the Bacteriorhodopsin Photocycle: Time-Resolved Studies with Membrane-Bound Optical Probes and X-Ray Diffraction.
Photochem. Photobiol. 54 (1991) 881
- S. FUJITA, K. MAÉDA, Y. MAÉDA
Complete Coding Sequences of cDNAs of Four Variants of Rabbit Skeletal Muscle Troponin-T.
Biophys. J. 59 (1991) 581a
J. Musc. Res. Cell Motility 12 (1991) 560
- L. GARONE, J.L. THEIBERT, A. MIEGEL, Y. MAÉDA, C. MURPHY, J.H. COLLINS
Lobster Troponin C : Amino Acid Sequences of Three Isoforms.
Arch. Biochem. Biophys. 291 (1991) 89
- P.J. GRIFFITHS, C.C. ASHLEY, G. CECCHI, Y. MAÉDA, M.A. BAGNI
Equatorial X-Ray Diffraction Intensities from Single Intact Muscle Fibres During Shortening.
Biophys. J. 59 (1991) 576a
- D.W. HEINZ, J.P. PREISTLE, J. RAHUEL, K.S. WILSON, M.G. GRÜTTER
The Refined Crystal Structures of Subtilisin Novo in Complex with Wild-Type and Two Mutant Eglins. Comparison with other Serine Proteinase Inhibitor Complexes.
J. Mol. Biol. 217 (1991) 353
- H.R. KALBITZER, K. MAÉDA, A. RÖSCH, Y. MAÉDA, M. GEYER, W. BENEICKE, K.P. NEIDIG, A. WITTINGHOFER
C-Terminal Structure and Mobility of Rabbit Skeletal Muscle Light Meromyosin as Studied by One- and Two-Dimensional ¹H NMR Spectroscopy and X-Ray Small-Angle Scattering.
Biochem. 30 (1991) 8083
- M.H.J. KOCH
Physical Approaches to Conformation and Assembly of Biological Macromolecules in Cellular Regulation by Protein Phosphorylation.
NATO ASI Series H 56 (1991) 17, L.M.G. Heilmeyer, Jr. (ed.), Springer Verlag, Berlin/D
- M.H.J. KOCH
X-Ray Scattering from Non-Crystalline Systems.
In: *Handbook on Synchrotron Radiation*, Vol. 4 (1991) 241, S. Ebashi, M. Koch and E. Rubenstein (eds.), North Holland, Amsterdam/NL
- M.H.J. KOCH, N.A. DENCHER, D. OESTERHELT, H.-J. PLÖHN, G. RAPP, G. BÜLDT
Time-Resolved X-Ray Diffraction Study of Structural Changes Associated with the Photocycle of Bacteriorhodopsin.
EMBO J. 10 (1991) 521
- P. LAGGNER, M. KRIECHBAUM, G. RAPP
Structural Intermediates in Phospholipid Phase Transitions.
J. Appl. Cryst. 24 (1991) 836
- P. LAGGNER, M. KRIECHBAUM, G. RAPP, J. HENDRIX
Structural Pathways and Short-Lived Intermediates in

Phospholipid Phase Transitions. Millisecond Synchrotron X-Ray Diffraction Studies.
Progr. Colloid. Polym. Sci. 81 (1991) 268

S. LORENZ, C. BETZEL, E. RADERSCHALL,
 Z. DAUTER, K.S. WILSON, V. ERDMANN
 Crystallisation and Preliminary Diffraction Studies of 5S rRNA from the Thermophilic Bacterium *Thermus Flavus*.
J. Mol. Biol. 219 (1991) 399

J. LOWY, D. POPP, A.A. STEWART
 X-Ray Studies of Order-Disorder Transitions in the Myosin Heads of Skinned Rabbit Psoas Muscles.
Biophys. J. 60 (1991) 812

K. MAÉDA, H.R. KALBITZER, A. RÖSCH, Y. MAÉDA,
 W. BENEICKE, A. WITTINGHOFER
 Rabbit Skeletal Muscle Myosin: Unfolded Carboxyl Terminus and its Role in Molecular Assembly.
FEBS Lett. 281 (1991) 23

J.-F. MENETRET, W. HOFMANN, R. SCHRÖDER,
 G. RAPP, R.S. GOODY
 Time-Resolved Cryo-Electron Microscopic Study of the Dissociation of Actomyosin Induced by Photolysis of Photolabile Nucleotides.
J. Mol. Biol. 219 (1991) 139

H.-F. NOLTING, C. HERMES, H. STRASDEIT,
 A.-K. DUHME, R. KNEER, M.H. ZENK
 EXAFS Studies on the Coordination of Cadmium in Phytochelatin and Glutathione Complexes.
Proc. of the Vth Int. Conf. on Bioinorganic Chemistry, Oxford/UK (1991), J. Inorg. Biochem. 43 (1991) 492

H.-F. NOLTING, C. HERMES, C. SUDFELDT, H. WITZEL,
 B. KREBS, G. HENKEL
 X-Ray Absorption Spectroscopy on the Metal Binding Sites of D-Xylose Isomerase.
In: X-Ray Absorption Fine Structure, S.S. Hasnain (ed.), Ellis Horwood Ltd., London/UK (1991) 159

S. PFEFFER, W. HÖHNE, S. BRANNER, K.S. WILSON,
 C. BETZEL
 X-Ray Structure of the Antibiotic Bacitracin A.
FEBS Lett. 285 (1991) 115

K.J.V. POOLE, Y. MAÉDA, G. RAPP, R.S. GOODY
 Dynamic X-Ray Diffraction on Measurements Following Photolytic Relaxation and Activation of Skinned Rabbit Psoas Fibres.
Adv. in Biophys. 27 (1991) 63

K.J.V. POOLE, G. RAPP
 X-Ray Diffraction Measurements on the Effect of Rapid Length Changes on Rigor Cross-Bridges in Skinned Rabbit Psoas Fibres.
Biophys. J. 59 (1991) 575a

D. POPP, Y. MAÉDA, A.A.E. STEWART,
 K.C. HOLMES
 X-Ray Diffraction Studies on Muscle Regulation.
Adv. in Biophys. 27 (1991) 89

S. PRIGGEMEYER, P. EGGERS-BORKENSTEIN,
 A. ROMPEL, B. KREBS, G. HENKEL, H. WITZEL,
 M. KÖRNER, H.-F. NOLTING, C. HERMES
 XAS Investigations on the Fe(III)-Zn(II) Center of Purple Acid Phosphatase from Red Kidney Beans.
In: X-Ray Absorption Fine Structure, S.S. Hasnain (ed.), Ellis Horwood Ltd., London/UK (1991) 131

The Active Site of Purple Acid Phosphatase from Red Kidney Beans as Determined by X-Ray Absorption Spectroscopy.

Proc. of the Vth Int. Conf. on Bioinorganic Chemistry, Oxford/UK (1991), J. Inorg. Biochem. 43 (1991) 543

G. RAPP, R.S. GOODY
 Light as a Trigger for Time-Resolved Structural Experiments on Muscle, Lipids, P21 and Bacteriorhodopsin.
J. Appl. Cryst. (1991) 857

G. RAPP, K. GÜTH, Y. MAÉDA, K.J.V. POOLE,
 R.S. GOODY
 Time-Resolved X-Ray Diffraction Studies on Stretch-Activated Insect Flight Muscle.
J. Mus. Res. Cell Mot. 12 (1991) 208

G. RAPP, M. SCHRUMPF, J.S. WRAY
 Kinetics of the Structural Change in the Myosin Filaments of Relaxed Psoas Fibres after a Millisecond Temperature-Jump.
Biophys. J. 59 (1991) 35a

RÖSCH, H.R. KALBITZER, K. MAÉDA, Y. MAÉDA,
 W. BENEICKE, K. LEONARD, A. WITTINGHOFER
 Rabbit Skeletal Muscle Myosin: Unfolded Carboxyl Terminus and its Role in Molecular Assembly.
Biophys. J. 59 (1991) 411a

A.V. SEMENYUK, D.I. SVERGUN
 GNOM : A Program Package for Small-Angle Scattering Data Processing.
J. Appl. Cryst. 24 (1991) 537

A.V. SEMENYUK, D.I. SVERGUN,
 L. YU. MOGILEVSKY, V.V. BEREZKIN,
 B.V. MCHEDLISCHWILI, A.B. VASILEV
 Small-Angle X-Ray Scattering Investigation of the Pore Structure of Nuclear Filters.
J. Appl. Cryst. 24 (1991) 809

H. STRASDEIT, A.-K. DUHME, R. KNEER,
 M.H. ZENK, C. HERMES, H.-F. NOLTING
 Evidence for Discrete Cd(SCys)₄ Units in Cadmium Phytochelatin Complexes from EXAFS Spectroscopy.
J. Chem. Soc., Chem. Commun. 16 (1991) 1129

D.I. SVERGUN

Mathematical Methods in Small-Angle Scattering.
J. Appl. Cryst. 24 (1991) 485

D.I. SVERGUN, H.B. STUHRMANN

New Developments in Direct Shape Determination from Small-Angle Scattering. 1: Theory and Model Calculations.

Acta Crystallogr. A47 (1991) 736

L.M. VAN DER HEIJDT, G.A. VELDINK,
J.F.G. Vliegenthart, M.C. FEITERS,
S. NAVARATNAM, H.-F. NOLTING, C. HERMES

EXAFS of Soybean Lipoxygenase-1: Influence of Lipid Hydroperoxide Activation and Lyophilization on the Structure of the Soybean Lipoxygenase Non-Heme Iron Active Site.

In: X-Ray Absorption Fine Structure, S.S. Hasnain (ed.), Ellis Horwood Ltd., London/UK (1991) 125

C.E. VORGIAS, A.J. KINGSWELL, Z. DAUTER,
K.S. WILSON

Cloning, Overexpression, Purification and Crystallisation of Ribosomal Protein L9 from Bacillus Stearotherophilus.

FEBS Lett. 286 (1991) 204

C. WEIGT, A. WEGNER, M.H.J. KOCH

Rate and Mechanism of the Assembly of Tropomyosin with Actin Filaments.

Biochemistry 30 (1991) 10700

M.J. WOOD, P. YAU, B.S. IMAI, M.W. GOLDBERG,
S.J. LAMBERT, A.G. FROWLER, J.P. BALDWIN,
J.E. GODFREY, E.N. MOUDRIANAKIS,

M.H.J. KOCH, K. IBEL, R.P. MAY, E.M. BRADBURY
Neutron and X-Ray Scatter Studies of the Histone Octamer and Amino and Carboxyl Domain Trimmed Octamers.

J. Biol. Chem. 266 (1991) 5696

Max-Planck-Gesellschaft

Veröffentlichungen

H.D. BARTUNIK

Crystal Structure Analysis of Biological Macromolecules by Synchrotron Radiation Diffraction.

In: Handbook on Synchrotron Radiation, Vol.4 (1991) 147, H. Ebashi, M.H.J. Koch and E. Rubenstein (eds.), North Holland, Amsterdam/NL

H.D. BARTUNIK, H.H. BARTSCH, HUANG QICHEN
Accuracy in Laue X-Ray Diffraction Analysis of Protein Structures.

Zur Veröffentlichung in Acta Cryst. A48 (1991)

H.D. BARTUNIK, L.J. BARTUNIK

Rapid Time Resolved Diffraction Studies of Protein Structures using Synchrotron Radiation.

In: Synchrotron Radiation and Dynamic Phenomena. American Inst. Phys.

Z. BERKOVITCH-YELLIN, H.A.S. HANSEN,
W.S. BENNETT, R. SHARON, K. VON BOEHLEN,
N. VOLKMANN, J. PIEFKE, A. YONATH,
H.G. WITTMANN

Crystals of 70S Ribosomes from Thermophilic Bacteria are suitable for X-ray Analysis at Low Resolution.

J. Crystal Growth 110 (1991) 208

K. VON BOEHLEN, I. MAKOWSKI, H.A.S. HANSEN,
H. BARTELS, Z. BERKOVITCH-YELLIN,
A. ZAYTZEV-BASHAN, S. MEYER, C. PAULKE,
F. FRANCESCHI, A. YONATH

Single Crystals of Large Ribosomal Particles from Halobacterium Marismortui Diffract to 3 Å.

J. Mol. Biol. 222 (1991) 11

M. EISENSTEIN, R. SHARON, Z. BERKOVITCH-YELLIN,
H.-S. GEWITZ, S. WEINSTEIN, E. PEBAY-PEYROULA,
M. ROTH, A. YONATH

The Interplay between X-ray Crystallography, Neutron Diffraction, Image Reconstruction, Organo-Metallic Chemistry and Biochemistry in Structural Studies of Ribosomes.

Biochemie 73 (1991) 879

H. GEERTS, R. NUYDENS, R. NUYENS, F. CORNELISSEN,
M. DE BRABANDER, P. PAUWELS, P.A.J. JANSSEN,
Y.-H. SONG, E.-M. MANDELKOW

Sabeluzole, a Memory Enhancing Drug, Increases Fast Axonal Transport.

Zur Veröffentlichung in J. Neuropath. and Exp. Neurol.

J.M. GUSS, H.D. BARTUNIK, H.C. FREEMAN

Accuracy and Precision in Protein Crystal Structure Analysis: Restrainted Least-Squares Refinement of the Crystal Structure of Poplar Plastocyanin at 1.33 Å Resolution.

Zur Veröffentlichung in J. Mol. Biol.

S. HEINS, Y.-H. SONG, H. WILLE, E. MANDELKOW,
E.-M. MANDELKOW

Effect of MAP2, MAP2c, and Tau on Kinesin-Dependent Microtubule Motility.

J. Cell Sci. S14 (1991) 121

L. JACOB, V. BEECKEN, L.J. BARTUNIK,

M. ROSE, H.D. BARTUNIK

Purification and Crystallization of Yeast Hexokinase Isoenzymes.

J. Chromatography 587 (1991) 85

L. JACOB, V. BEECKEN, M. ROSE, K.D. ENTIAN,
L.J. BARTUNIK, H.D. BARTUNIK

Purification of Yeast Glucokinase by Immobilized Metal

Affinity Chromatography.

Biol. Chem. Hoppe-Seyler 372 (1991) 683

E. MANDELKOW, E.-M. MANDELKOW

Tubulin.

Zur Veröffentl. in: Cytoskeletal and Structural Proteins, Th. Kreis and R. Vale, (eds.), Sambrook and Tooze

Microtubule Dynamics and Oscillations.

Zur Veröffentl. in Cell Mot. and Cytoskel.

E.-M. MANDELKOW, E. MANDELKOW, R.A. MILLIGAN

Microtubule Dynamics and Microtubule Caps.

J. Cell Biol. 114 (1991) 977

G.F.X. SCHERTLER, H.D. BARTUNIK, H. MICHEL, D. OESTERHELT

An Orthorhombic Crystal Form of Bacteriorhodopsin Diffracting X-Ray to 3.5 Å Resolution.

Zur Veröffentl. in J. Mol. Biol.

Y.-H. SONG, S. HEINS, E. MANDELKOW, E.-M. MANDELKOW

Aluminum Fluoride, Microtubule Stability, and Kinesin Rigor.

J. Cell Sci. S14 (1991) 147

H. WILLE, E.-M. MANDELKOW, J. DINGUS, R. VALLEE, L. BINDER, E. MANDELKOW

Domain Structure and Antiparallel Dimers of Microtubule-Associated Protein 2 (MAP2).

Zur Veröffentl. in J. Struct. Biol.

Vorträge, zum Teil veröffentlicht

V. ANTFANG, H.D. BARTUNIK

Einsatz von Transputern in der Bildverarbeitung von Röntgenaufnahmen für zeitaufgelöste Kristallstrukturanalyse.

Proc. of TAT-91, Aachen/D (1991) 92

Real-Time Area Detector Data Processing.

Proc. Europ. Workshop on X-Ray Detectors for Synchrotron Radiation Sources, Aussois/F (1991)

H.D. BARTUNIK

Die Laue-Methode: Aus der Laborecke ins Rampenlicht der Kristallstrukturanalyse.

Hauptvortrag auf der Deutschen Kristallographentagung, München/D (1991)

Rapid Time-Resolved Diffraction Studies of Protein Structures Using Synchrotron Radiation.

Invited lecture at 48th Int. Meeting of Phys. Chem. on Synchrotron Radiation and Dynamic Phenomena, Grenoble/F (1991)

H.D. BARTUNIK, H.H. BARTSCH, HUANG QICHEN, S. RUPP

Accuracy in Laue X-Ray Diffraction Analyses of Protein Structures.

Proc. XIIIth Europ. Crystall. Meeting, M-4.2.5., Ljubljana/YU (1991)

L.J. BARTUNIK, L.R. JACOB, V. BEECKEN, M. RAPPOLT, H.D. BARTUNIK

Solvent Exchange for Cryo-Crystallography and Enzyme Kinetics.

Proc. Conf. Crystal Growth of Biol. Macromolecules, Freiburg/D (1991)

Theorie

Veröffentlichungen

H. ABRAMOVICZ, A. LEVY, E. M. LEVIN, U. MAOR
A Parametrization of $\sigma_T(\gamma^*p)$ above the Resonance Region for $Q^2 \geq 0$.

Phys. Lett. B259 (1991) 1441

A. ALI

B-Decays – Introduction

Zur Veröffentl. in: B Decays, S. Stone (Hrsg.), World Scientific, Singapore

A. ALI, V.M. BRAUN, G. HILLER

Asymptotic Solutions of the Evolution Equation for the Polarized Nucleon Structure Function $g_2(x, Q^2)$.

Phys. Lett. B266 (1991) 117

A. ALI, G. DEGRASSI

Constraints on Dynamical Symmetry Breaking Mechanism from Electroweak Data.

M.A.B. Bég Memorial Vol., World Scientific, Singapore (1991)

A. ALI, P. HOODBHOY (Hrsg.)

M.A.B. Bég Memorial Volume.

World Scientific, Singapore (1991)

A. ALI, T. MANNEL

Exclusive Rare B-Decays in the Heavy Quark Limit.

Phys. Lett. B264 (1991) 447

A. ALI, T. MANNEL, T. MOROZUMI

Forward-Backward Asymmetry of Dilepton Angular Distribution in the Decay $b \rightarrow s \ell^+ \ell^-$.

Phys. Lett. B273 (1991) 505

H. ANLAUF, H.-D. DAHMEN, P. MANAKOS, T. MANNEL, T. OHL

On the Determination of the Photon Structure Function of the Proton at HERA.

DESY 91-018

- Higher Order Radiative Corrections to the QED Compton Events at HERA.
Z. Phys. C52 (1991) 655
- A Monte Carlo Event Generator for Higher Order Electromagnetic Corrections to Deep Inelastic Scattering at HERA.
DESY 91-100, zur Veröffentlichung in Comp. Phys. Commun.
- R. AURICH, E.B. BOGOMOLNY, F. STEINER
Periodic Orbits on the Regular Hyperbolic Octagon.
Physica D48 (1991) 91
- R. AURICH, C. MATTHIES, M. SIEBER, F. STEINER
A New Rule for Quantizing Chaos.
DESY 91-142, zur Veröffentlichung in Phys. Rev. Lett.
- R. AURICH, F. STEINER
Asymptotic Distribution of the Pseudo-Orbits and the Generalized Euler Constant γ_Δ for a Family of Strongly Chaotic Systems.
DESY 91-156, zur Veröffentlichung in Phys. Rev. A
- Exact Theory for the Quantum Eigenstates of a Strongly Chaotic System.
Physica D48 (1991) 445
- Staircase Functions, Spectral Rigidity and a Rule for Quantizing Chaos.
Phys. Rev. A45 (1992) 583
- From Classical Periodic Orbits to the Quantization of Chaos.
DESY 91-044, zur Veröffentlichung in Proc. Roy. Soc. London
- H.A. BAER, M. DREES, R.M. GODBOLE, J.F. GUNION, X.R. TATA
Phenomenology of Light Top Squarks at the Fermilab Tevatron.
Phys. Rev. D44 (1991) 725 und FSU-HEP-910308
- J. BARTELS
High Energy Behaviour in a Non-Abelian Gauge Theory. III: Multiple Discontinuities and Particle \rightarrow Multiregion Vertices.
DESY 91-074
- A. BARTELS, A. DE ROECK, M. LOEWE
Measurement of Hot Spots inside the Proton at HERA and LEP/LHC.
DESY 91-154
- R. BEN-AV, H.G. EVERTZ, M. MARCU, S. SOLOMON
Critical Acceleration of Finite Temperature SU(2) Gauge Simulations.
Phys. Rev. D44 (1991) 2953
- S. BETHKE, A. RICKER, P.M. ZERWAS
Four-Jet Decays of the Z: Prospects of Testing the Triple Gluon Coupling.
Z. Phys. C49 (1991) 59
- J. BOLTE, F. STEINER
The On-Shell Limit of Bosonic Off-Shell String Scattering Amplitudes.
Nucl. Phys. B361 (1991) 451
- Flux Quantization and Quantum Mechanics on Riemann Surfaces in an External Magnetic Field.
J. Phys. A24 (1991) 3817
- S. BORNHOLDT, D. GRAUDENZ
General Asymmetric Neural Networks and Structure Design by Genetic Algorithms.
DESY 91-046, zur Veröffentlichung in Neural Networks
- D. BUCHHOLZ, M. PORRMANN, U. STEIN
Dirac versus Wigner. Towards a Universal Particle Concept in Local Quantum Field Theory.
Phys. Lett. B267 (1991) 277
- D. BUCHHOLZ, R. WANZENBERG
The Realm of the Vacuum.
DESY 91-025, zur Veröffentlichung in Commun. Math. Phys.
- D. BUCHHOLZ, J. YNGVASON
Generalized Nuclearity Conditions and the Split Property in Quantum Field Theory.
DESY 91-087, zur Veröffentlichung in Lett. Math. Phys.
- W. BUCHMÜLLER, C. GREUB
Heavy Majorana Neutrinos in Electron-Positron and Electron-Proton Collisions.
Nucl. Phys. B363 (1991) 345
- W. BUCHMÜLLER, C. GREUB, H.-G. KOHRS
Effects of Heavy Majorana Neutrinos and Neutral Vector Bosons on Electroweak Observables.
DESY 91-102, zur Veröffentlichung in Nucl. Phys. B
- W. BUCHMÜLLER, C. GREUB, P. MINKOWSKI
Neutrino Masses, Neutral Vector Bosons and the Scale of B-L Breaking.
Phys. Lett. B267 (1991) 395
- A. CAPELLA, A. KRZYWICKI, E. M. LEVIN
Pion Interferometry and Intermittency in Heavy Ion Collisions.
Phys. Rev. D44 (1991) 704
- S. Y. CHOI, F. SCHREMPF
Constraints on Anomalous $WW\gamma$ and $WW\gamma\gamma$ Couplings at a 500 GeV Linear e^+e^- Collider.
Phys. Lett. B272 (1991) 149
- H. DILGER
The Lattice Baryon Spectrum in First Order Strong Coupling Approximation.
Z. Phys. C52 (1991) 79
- A. DJOUADI, J. KALINOWSKI, P. M. ZERWAS
Higgs Radiation off Top Quarks in High-Energy e^+e^- Colliders.
DESY 91-104, zur Veröffentlichung in Z. Phys. C

- Measuring the Htt Coupling in e^+e^- Collisions.
 Warsaw Preprint TUM-T31-25-91,
 zur Veröffentlich. in Mod. Phys. Lett.
- A. DJOUADI, A. LEIKE, T. RIEMANN, D. SCHAILE,
 C. VERZEGNASSI
 Signals of New Gauge Bosons at Future e^+e^- Colliders.
 DESY 91-140, zur Veröffentlich. in Nucl. Phys. B
- A. DJOUADI, M. SPIRA, J.J. VAN DER BIJ, P.M. ZER-
 WAS
 QCD Corrections to $\gamma\gamma$ Decays of Higgs Particles in the
 Intermediate Mass Range.
 Phys. Lett. B257 (1991) 187
- A. DJOUADI, M. SPIRA, P.M. ZERWAS
 Production of Higgs Bosons in Proton Colliders: QCD
 Corrections.
 Phys. Lett. B264 (1991) 440
- QCD Corrections to the $HZ\gamma$ Coupling.
 DESY 91-105, zur Veröffentlich. in Phys. Lett. B
- A. DJOUADI, P.M. ZERWAS, J. ZUNFT
 Search for Light Pseudoscalar Higgs Bosons in Z Decays.
 Phys. Lett. B259 (1991) 175
- M. DREES, R. M. GODBOLE
 Minijets and Large Hadronic Backgrounds at e^+e^- Super-
 colliders.
 Phys. Rev. Lett. 67 (1991) 1189
- M. DREES, K. HAGIWARA, A. YAMADA
 Process Independent Radiative Corrections in the Minimal
 Supersymmetric Standard Model.
 KEK-TH-291, zur Veröffentlich. in Phys. Rev. D
- M. DREES, C.S. KIM
 Associate $J/\psi + \gamma$ Production: A Clean Probe of Gluon
 Densities.
 DESY 91-085, zur Veröffentlich. in Z. Phys. C
- Associate Production of a Heavy Quark and a Gauge Bo-
 son at ep Colliders.
 Z. Phys. C52 (1991) 503
- M. DREES, M.M. NOJIRI
 Radiative Symmetry Breaking in Minimal $N=1$ Supergra-
 vity with Large Yukawa Couplings.
 KEK-TH-290, zur Veröffentlich. in Nucl. Phys. B.
- One-Loop Corrections to the Higgs Sector in Minimal Su-
 pergravity Models.
 KEK-TH-305, zur Veröffentlich. in Phys. Rev. D
- M. DREES, D. P. ROY
 Effect of QCD Corrections on the Charged Higgs Signature
 in Top Quark Decay.
 Phys. Lett. B269 (1991) 155
- H. G. EVERTZ, M. HASENBUSCH, M. MARCU, K.
 PINN, S. SOLOMON
 Stochastic Cluster Algorithms for Discrete Gaussian (SOS)
 Models.
 Phys. Lett. B254 (1991) 185
- High Precision Measurement of the SOS Surface Thickness
 in the Rough Phase.
 J. de Physique I1 (1991) 1669
- C. GROSCHE
 Kaluza-Klein Monopole System in Parabolic Coordinates
 by Functional Integration.
 J. Phys. A24 (1991) 1771
- The $SU(u,v)$ -Group Path Integration.
 J. Math. Phys. 32 (1991) 1984
- Path Integration on Hyperbolic Spaces.
 DESY 91-129, IMPERIAL/TP/90-91/35,
 zur Veröffentlich. in J. Phys. A
- Selberg Super-Trace Formula for Super Riemann Surfaces:
 Elliptic and Parabolic Conjugacy Classes, and the Selberg
 Super Zeta Function.
 DESY 91-130, IMPERIAL/TP/90-91/37,
 zur Veröffentlich. in Commun. Math. Phys.
- Coulomb Potentials by Path-Integration.
 Fortschr. Phys. 40 (1992)
- K. HAGIWARA, I. WATANABE, P.M. ZERWAS
 Higgs Boson Production in $e^- \gamma$ Collisions.
 DESY 91-107
- T. HELBIG
 Gravitational Effects of Light Scalar Particles.
 Astrophys. J. 382 (1991)
- T. HELBIG, H. SPIESBERGER
 Testing Anomalous $WW\gamma$ Couplings in Radiative Charged
 Current ep Scattering.
 DESY 91-096, zur Veröffentlich. in Nucl. Phys. B
- T. KALKREUTER
 Ground-State Projection Multigrid for Propagators in
 4-Dimensional $SU(2)$ Gauge Fields.
 DESY 91-099, zur Veröffentlich. in Phys. Lett. B
- B.A. KNIEHL
 Radiative Corrections for Associated ZH Production at
 Future e^+e^- Colliders.
 DESY 91-128
- B. A. KNIEHL, A. SIRLIN
 Dispersion Relations for Vacuum-Polarization Functions in
 Electroweak Physics.
 DESY 91-103, MAD/PH/670,
 zur Veröffentlich. in Nucl. Phys. B
- M. W. KRASNY, E. M. LEVIN, M. G. RYSKIN
 Semilocal Evolution of Singlet Structure Function for
 GLAP and GLR Equation.
 DESY 91-073

- M. W. KRASNY, W. PŁACZEK, H. SPIESBERGER
 Determination of the Longitudinal Structure Function at HERA from Radiative Events.
 DESY 91-117, DPhPE 91-11,
 zur Veröffentlich. in Z. Phys. C
- E. KRAUS
 How Abelian BRS-Symmetry Emerges in Noninvariant Surroundings.
 Nucl. Phys. B349 (1991) 563
- A New Characterization of BRS-Invariant Theories with a Simple Non-Abelian Gauge Group.
 Nucl. Phys. B354 (1991) 218
- The β -Functions of a General Non-Symmetric Model Involving Vector Fields.
 Nucl. Phys. B354 (1991) 245
- E. KRAUS, K. SIBOLD
 Conformal Transformation Properties of the Energy-Momentum Tensor in Four Dimensions.
 MPI-Ph/91-49, zur Veröffentlich. in Nucl. Phys. B
- The General Transformation Law of the Gravitational Field via Noether's Procedure.
 MPI-Ph/91-89
- J. KRIPFGANZ, H.-J. MÖHRING, H. SPIESBERGER
 Higher Order Leading Logarithmic QED Corrections to Deep Inelastic $e p$ Scattering at Very High Energies.
 Z. Phys. C49 (1991) 501
- A. KWIATKOWSKI, H. SPIESBERGER,
 H.-J. MÖHRING
 Characteristics of Radiative Events in Deep Inelastic $e p$ Scattering at HERA.
 Z. Phys. C50 (1991) 165
- E. M. LEVIN, E.G. DRUKAREV
 Calculation of the Renormalization of the Axial Coupling Constant in Nuclear Matter by the QCD Sum Rules Method.
 Nucl. Phys. A532 (1991) 645
- Sum Rules of QCD and Nuclear Matter.
 Prog. Part. Nucl. Phys. 27 (1991) 77
- E. M. LEVIN, M. G. RYSKIN, YU. M. SHABELSKY
 Heavy Quark Yields at High Energies.
 Phys. Lett. B260 (1991) 229
- E.M. LEVIN, M.G. RYSKIN, YU.M. SHABELSKY, A.G. SHUVAEV
 Heavy Quark Production in Parton Model and QCD.
 DESY 91- 063
- Heavy Quark Production in $p\bar{p}$ Interaction at Collider Energies.
 DESY 91- 054
- L. LIN, I. MONTVAY, G. MÜNSTER, H. WITTIG
 A $U(1)_L \otimes U(1)_R$ Symmetric Yukawa-Model in the Phase with Spontaneously Broken Symmetry.
 Nucl. Phys. B355 (1991) 511
- L. LIN, I. MONTVAY, H. WITTIG
 Phase structure of a $U(1)_L \otimes U(1)_R$ Symmetric Yukawa Model.
 Phys. Lett. B267 (1991) 407
- L. LIN, H. WITTIG
 An $SU(2)_L \otimes SU(2)_R$ Symmetric Yukawa Model in the Symmetric Phase.
 DESY 91-020, zur Veröffentlich. in Z. Phys. C
- E. LORENZ, G. MAGERAS, M. SPEH
 Test of a Hadron Calorimeter Module with Photodiode Readout between 1 and 10 GeV.
 MPI-PhE/91-02
- M. LÜSCHER
 Signatures of Unstable Particles in Finite Volume.
 Nucl. Phys. B364 (1991) 237
- M. LÜSCHER, P. WEISZ, U. WOLFF
 A Numerical Method to Compute the Running Coupling in Asymptotically Free Theories.
 Nucl. Phys. B359 (1991) 221
- G. MACK, V. SCHOMERUS
 Quasi Hopf Quantum Symmetry in Quantum Theory.
 DESY 91-037, zur Veröffentlich. in Nucl. Phys. B
- Quasi Quantum Group Symmetry and Local Braid Relations in the Conformal Ising Model.
 Phys. Lett. B267 (1991) 207
- Quantum Symmetry in Quantum Theory.
 DESY 91-144, zur Veröffentlich. in: New Symmetry Principles in Quantum Field Theory, J. Fröhlich et al. (Hrsg.), Plenum Press New York
- C. MATTHIES, F. STEINER
 Selberg's ζ Function and the Quantization of Chaos.
 Phys. Rev. A44 (1991) R7877
- R. S. NARAYANAN
 Statistical Models Based on Conditional Probability Distributions.
 DESY 91-127
- T. OHL
 A Language for Scanning High Energy Physics Events.
 zur Veröffentlich. in Comp. Phys. Commun.
- K.-H. REHREN
 Field Operators for Anyons and Plektons.
 DESY 91-043, zur Veröffentlich. in Commun. Math. Phys.
- Quantum Symmetry Associated with Braid Group Statistics II.
 DESY 91-136, zur Veröffentlich. in: Quantum Groups II,

H. Doebner et al. (Hrsg.) (Springer: Lecture Notes in Physics)

A. RINGWALD, F. SCHREMPF, C. WETTERICH
Phenomenology of Geometrical Flavour Interactions at TeV Energies.
Nucl. Phys. B365 (1991) 3

D. SCHAILE, P.M. ZERWAS
Measuring the Weak Isospin of b Quarks.
DESY 91-106

M. SIEBER
Applications of Periodic-Orbit Theory.
CHAOS 2 (1992) und DESY 91-150

The Hyperbola Billiard: A Model for the Semiclassical Quantization of Chaotic Systems.
DESY 91-030

M. SIEBER, F. STEINER
Quantization of Chaos.
Phys. Rev. Lett. 67 (1991) 1941

T. SJOESTRAND, P. M. ZERWAS
On the Interplay between Top Decay and Top Fragmentation.
CERN-TH. 6313/91

H. SPIESBERGER
Radiative Corrections to Charged Current Deep Inelastic Scattering at HERA.
Nucl. Phys. B349 (1991) 109

F. STEINER
On the Relation between the Phonon Spectrum and the Specific Heat.
Phys. Lett. A152 (1991) 323

N. TETRADIS
Thermal Equilibrium during the Electroweak Phase Transition.
DESY 91-151

H. VELTMAN
On the Possibility of Resonances in Longitudinally Polarized Vector Boson Scattering.
Acta Phys. Pol. 22 (1991) 669

D. WALLISER
Successful Inflation in Scalar-Tensor Theories of Gravity.
DESY 91-063, zur Veröffentlich. in Nucl. Phys. B

C. WETTERICH
The Average Action for Scalar Fields near Phase Transitions.
DESY 91-088

Veröffentlichte Vorträge

A. ALI
Rare Decays of B-Mesons.
Proc. of the 1st A.D. Sakharov Conf. on Physics, Moscow/Rußland (1991) und DESY 91-080

J. BARTELS
Structure Functions at Small-x and the Regge Limit in QCD.
Proc. of the XVIIth Workshop on QCD at 200 TeV, Erice/I (1991)

Deep Inelastic Structure Functions at Very Small x.
Proc. of the EPS Conf. on Hadronic Structure and Electroweak Int., Amsterdam/NL (1991) (Nucl. Phys. A)

R. BEN-AV, H. G. EVERTZ, M. MARCU, S. SOLOMON
Towards Cluster Algorithms for SU(2) Gauge Theories.
Proc. of the Int. Conf. on Lattice Field Theory, Tallahassee/USA (1990) (Nucl. Phys. B, Proc. Suppl. 20)

F. BOUDJEMA, F.M. RENARD (conv.) et al.,
Alternative Models.
Proc. of the Workshop on e^+e^- Coll. at 500 GeV: The Physics Potential, DESY Hamburg/D (1991)

S. Y. CHOI, F. SCHREMPF
Probing $WW\gamma$ and $WW\gamma\gamma$ Couplings with High Energy Photons.
Proc. of the Workshop on e^+e^- Coll. at 500 GeV: The Physics Potential, DESY Hamburg/D (1991) und DESY 91-155

A. DJOUADI
Bounds on the Top Mass from Z Decays into b Quarks.
Proc. of the XXVIth Rencontre de Moriond: Electroweak Int. and Grand Unified Theories, Les Arcs/F (1991) und DESY 91-061

A. DJOUADI, A. LEIKE, T. RIEMANN, D. SCHAILE, C. VERZEGNASSI
Signals of New Gauge Bosons.
Proc. of the Workshop on Linear Colliders, Saariselkä/SF (1991) und DESY 91-109

A. DJOUADI, D. SCHAILE, C. VERZEGNASSI (conv.) et al.
Extended Gauge Models.
Proc. of the Workshop on e^+e^- Coll. at 500 GeV: The Physics Potential, DESY Hamburg/D (1991)

M. DREES
A Practical Introduction to Electroweak Radiative Corrections.
Proc. of the IIth Workshop on High Energy Physics Phenomena, Calcutta/India (1991) und DESY 91-045

H.G. EVERTZ, M. HASENBUSCH, M. MARCU, K. PINN, S. SOLOMON,

- Surface Simulations without Critical Slowing Down.
Proc. of the Int. Conf. on Lattice Field Theory,
Tallahassee/USA (1990) (Nucl. Phys. B, Proc. Suppl.
20)
- Cluster Algorithms for Surfaces.
Proc. of the HLRZ Workshop on Fermion Algorithms,
Jülich/D (1991) (Int. J. Mod. Phys. B3 (1991))
- T. KALKREUTER, G. MACK, M. SPEH
Blockspin and Multigrid for Staggered Fermions in Non-
Abelian Gauge Fields.
Proc. of the HLRZ Workshop on Fermion Algorithms,
Jülich/D (1991) (Int. J. Mod. Phys. B3 (1991)) und
DESY 91-70
- B.A. KNIEHL
Renormalization Scales in Electroweak Physics.
Proc. of the Workshop on Photon Radiation from Quarks,
LAPP, Annecy/F (1991)
- E.M. LEVIN
Nucleon Structure Function at Small x .
Proc. of the Int. Lepton-Photon Sympos. and Europhys.
Conf. on High Energy Phys., Genf/CH (1991)
- G. MACK, V. SCHOMERUS
Quantum Symmetry in Quantum Theory.
Proc. of the 11th Int. Wigner Sympos., Goslar/D 1991
- I. MONTVAY
Higgs- and Yukawa-Theories on the Lattice.
Proc. of the Lattice '91 Conf., Tsukuba/J (1991)
(Nucl. Phys. B, Proc. Suppl.)
- K.-H. REHREN
Braid Group Statistics.
Proc. of the DPG-Frühjahrsschule on Geometry and
Theor. Phys., Bad Honnef/D (1990)
- Markov Traces as Characters for Local Algebras.
Proc. of the IVth Meeting on Theor. Phys., Recent Adv.
in Field Theory, Annecy/F (1990)
(Nucl. Phys. B, Proc. Suppl. 18B)
- Charges in Quantum Field Theory.
Proc. of the Xth IAMP Congress on Math. Physics,
Leipzig/D (1991) und DESY 91-135
- M. SIEBER
Applications of Periodic-Orbit Theory.
Proc. of the NATO Adv. Res. Workshop on Quantum
Chaos - Theory and Experiment, Copenhagen/DK (1991)
- H. SPIESBERGER
Monte Carlo Simulation of Deep Inelastic Electron Proton
Scattering including Electroweak Radiative Effects.
Proc. of the MC91 Conf.: Detector and Event Simulation
in High Energy Physics, Amsterdam/NL (1991)
- H. VELTMAN, J. J. VAN DER BIJ
Third Threshold in the Weak Interactions?
Proc. of the Conf. on Gauge Theories - Past and Future,
Ann Arbor/USA (1991) und DESY 91-118
- P.M. ZERWAS
Top Physics at e^+e^- Linear Colliders.
Proc. of the Workshop on Linear Colliders, Saariselkä/SF
(1991) und DESY 91-108
- P. M. ZERWAS (conv.) et al.
New Leptons at HERA.
Proc. of the HERA Workshop, DESY Hamburg (1991)
- Higgs Bosons.
Proc. of the Workshop on e^+e^- Coll. at 500 GeV:
The Physics Potential, DESY Hamburg/D (1991)

Vorträge

- A. ALI
Theory of Rare B-Decays.
PSI Villigen/CH (1991)
- CP-Violation - An Overview.
Discussion Meeting, ICTP, Trieste/I (1991)
- Heavy Quark Physics at HERA.
XIVth Int. Warsaw Meeting on Elem. Particle Physics,
Warsaw/PL (1991)
- Precision Tests of Electroweak Interactions.
Summer School on High Energy Physics & Cosmology,
ICTP Trieste/I (1991)
- Theory of Rare B-Decays.
Conf. on Recent Devel. in the Phenom. of Part. Phys.,
ICTP Trieste/I (1991)
- Progress in Theoretical Studies of Rare B-Decays.
- An Overview of B-Physics.
ECFA Working Group Meeting on Physics at a European
B-Meson Factory, CERN Geneva/CH (1991)
- Rare Decays of B-Mesons.
Workshop on b-Physics, Edinburgh/UK (1991)
- J. BOLTE
Selberg's Trace Formula and String Scattering Amplitudes.
Symposium on Hyperbolic Spaces and Math. Physics,
Bielefeld/D (1991)
- D. BUCHHOLZ
The Structure of Particle Like Systems.
I: Particle Weights.
II: A New Approach to Collision Theory.
Univ. Göttingen/D (1991)
CEA Saclay/F (1991)

Über ein neues Teilchenkonzept in der Quantenfeldtheorie.

FU Berlin/D (1991)

Univ. Bielefeld/D (1991)

The Realm of the Vacuum.

Univ. di Roma/I (1991)

W. BUCHMÜLLER

e^+e^- -Physics at 500 GeV.

DESY Hamburg/D (1991)

Electroproduction of Majorana Neutrinos.

IfH Zeuthen/D (1991)

The Effect of Dilatons on the Electroweak Phase Transition.

NORDITA Copenhagen/DK (1991)

Axionen and Dilatonen: Pseudo-Goldstone Bosonen neuer Symmetrien.

Univ. Karlsruhe/D (1991)

Majorana Neutrinos at Low and High Energies.

DESY Hamburg/D (1991)

Gibt es schwere Neutrinos?

Univ. Bayreuth/D (1991)

H. JOOS

On the Symmetry of Lattice Fermions.

IIInd Int. Wigner Sympos., Goslar/D 1991

T. KALKREUTER

Computation of Gauge Covariant Propagators by Projective Multigrid.

Univ. New York/USA (1991)

SCRI, FSU, Tallahassee/USA (1991)

T. KALKREUTER, M. SPEH

Report from the ICTP-Winter College on Multigrid Techniques, Trieste 1991.

Univ. Hamburg/D (1991)

B.A. KНИЕHL

Radiative Corrections to Higgs Decays.

Workshop on Linear Colliders, Saariselkä/SF (1991)

Radiative Corrections to Standard-Higgs Decays.

Univ. Aachen/D (1991)

Radiative Corrections to Higgs Production and Decay.

DESY Hamburg/D (1991)

E. KRAUS

Conformal Transformation Properties of the Energy-Momentum Tensor in Four Dimensions.

MPI München/D (1991)

Conformal Symmetry Breaking and the Energy-Momentum Tensor in Four Dimensions.

Xth IAMP Congress on Math. Phys., Leipzig/D (1991)

E.M. LEVIN

Orsay Lectures on Low x Deep Inelastic Scattering,

LPTHE Orsay/F (1991)

M. LÜSCHER

Resonances in the Femto-Universe, or How to Calculate the ρ Mass.

Univ. Graz/A (1991)

MPI München/D (1991)

Particles and Scattering Processes in the Femto-Universe.

UK Summer Inst. for Theor. Phys., Cambridge/UK (1991)

G. MACK

Multigrid for Fermions.

HLRZ Jülich/D (1991)

Quantum Symmetry in Quantum Theory.

Trieste/I (1991)

TelAviv/IL (1991)

4 lectures, Cargese/F (1991)

Quantensymmetrie in der Quantenfeldtheorie.

Univ. Hamburg/D (1991)

Quasi Quantum Group Symmetry in Quantum Theory.

Univ. Hamburg/D (1991)

Blockspins for Staggered Fermions.

Jerusalem/IL (1991)

I. MONTVAY

Nonperturbative Higgs-Yukawa models.

Tagung der Phys. Ges. Griechenlands, Thessaloniki/GR (1991)

Simulation of Staggered Fermions by Polymer Algorithms.

HLRZ Jülich/D (1991)

Yukawa-Models on the Lattice.

MPI München/D (1991)

K.-H. REHREN

Braid Group Statistics and Quantum Symmetry.

MSRI Berkeley/USA (1991)

Anyonen und Plektonen: Quantenfelder mit neuartigen Eigenschaften.

FU Berlin/D (1991)

Charges in (Low-Dimensional) Quantum Field Theory.

Xth IAMP Congress on Math. Phys., Leipzig/D (1991)

Field Operators for Braid Group Statistics.

Braided Categories and Invariants for Links and 3-Manifolds.

Univ. II Roma/I (1991)

V. SCHOMERUS

Conformal Quantum Field Theory and the Jones Algebra.

Univ. II Roma/I (1991)

- Quantum Symmetry in Low Dimensional Quantum Field Theory.
FU Berlin/D (1991)
- Quantum Symmetry in Quantum Field Theory.
Xth IAMP Congress on Math. Phys., Leipzig/D (1991)
- F. SCHREMPP
Summary of the DESY Theory Workshop 1990.
EWR DESY, Hamburg/D (1991)
- Strong Electroweak Multi-Particle Production in the TeV Regime?
Workshop of the Greek Soc. for the Study of High Energy Phys., Thessaloniki/GR (1991)
- Contact Interactions at HERA.
New Particles and Contact Interactions at HERA.
Workshop on Physics at HERA, DESY Hamburg/D (1991)
- Probing VVV and VVVV Couplings with Photon Beams.
Meeting of the EE500 Working Groups, DESY Hamburg/D (1991)
- Probing $WW\gamma$ and $WW\gamma\gamma$ Couplings with Photon Beams.
Workshop on Linear Colliders, Saariselkä/SF (1991)
- M. SPEH
Introduction to Methods of Neural Computation.
I: Feed-forward Networks and Self-Organization.
II: Feed-back Networks and Optimization Problems.
Univ. Hamburg/D (1991)
- F. STEINER
Examples of Exact Semi-Classical Expansions.
School and Workshop on Exact Semi-Classical Asymptotics, Nice/F (1991)
- Zur Quantisierung des Chaos.
Kolloquiumsvortrag, DFG, Bleibach/D (1991)
- Quantum Chaos and Number Theory.
NATO Adv. Res. Workshop on Quantum Chaos - Theory and Experiment, Copenhagen/DK (1991)
- The Selberg Trace Formula and its Applications in Physics.
Symposium on Hyperbolic Spaces and Math. Physics, Bielefeld/D (1991)
- Dynamical Zeta Functions and the Quantization of Chaos.
Xth IAMP Congress on Math. Phys., Leipzig/D (1991)
- On the Quantization of Chaos.
TU Berlin/D (1991)
- Chaos in der klassischen Mechanik und Quantenmechanik.
Univ. Karlsruhe/D (1991)
- Zetafunktionen und die Quantisierung des Chaos.
Herbsttagung der Math. Ges., Hamburg/D (1991)
- Was ist Quantenchaos?
Fachhochschule Lübeck/D (1991)
- On the Quantization of Chaos.
- On Gutzwiller's Periodic-Orbit Theory.
Univ. Leipzig/D (1991)
- H. VELTMAN
The Equivalence Theorem.
Ringberg Workshop on e^+e^- -Collisions, MPI Muenchen/D (1991)
- Resonances in Vector Boson Scattering.
Univ. Montreal/CND (1991)
- C. WETTERICH
Multiparticle Production at TeV Energies?
Copenhagen/D (1991)
- Kosmologie mit skalaren Feldern.
Hannover/D (1991)
- Baryonzahlverletzung und elektroschwache Vielteilchenproduktion.
Karlsruhe/D (1991)
Wuppertal/D (1991)
Heidelberg/D (1991)
- The Cosmological Constant Problem.
San Feliu de Guixols/E (1991)
- Average Action for Scalar Fields.
München/D (1991)
Hiroshima/J (1991)
Kyoto/J (1991)
Sendai/J (1991)
- P.M. ZERWAS
Higgs Search.
Univ. Dortmund/D (1991)
- Higgs Particles in e^+e^- Linear Colliders.
Meeting of the EE500 Working Groups, MPI Muenchen/D (1991)
- Top Physics.
Ringberg Workshop on e^+e^- -Collisions, MPI Muenchen/D (1991)
- Physics at e^+e^- Linear Colliders.
Univ. Bonn/D (1991)
- Higgs Particles in pp and e^+e^- Colliders.
Univ. Durham/UK (1991)
- Top Physics at e^+e^- Linear Colliders.
Workshop on Linear Colliders, Saariselkä/SF (1991)
- Top and Higgs at e^+e^- Linear Colliders.
Gentner Symposium, Eilat/IL (1991)
- Basic Tests of QCD.
Topical Conf. on e^+e^- Phys., KEK Tsukuba/J (1991)

Dissertationen

R. AURICH

Studium eines chaotischen Quantenbillards: das Hadamard-Gutzwiller-Modell.
Univ. Hamburg/D (1991)

M. SIEBER

The Hyperbola Billiard: A Model for the Semiclassical Quantization of Chaotic Systems.
Univ. Hamburg/D (1991)
DESY 91-030

Diplomarbeiten

K. JOHANNSEN

Teilchenaspekte im Schroermodell.
Univ. Hamburg/D (1991)

C. MATTHIES

Quantenchaos im Sinai-Billard 2. Art.
Univ. Hamburg/D (1991)

C. ROMANI

Über die Verteilung der Längen der periodischen Bahnen der chaotischen Bewegung im Fundamentalgebiet von $SL(2, \mathbb{Z})$.
Univ. Hamburg/D (1991)

R. SABLONY

CP-Verletzung im B-Meson-System.
Univ. Hamburg/D (1991)

D. SCHLEICHER

Bestimmung des Energiespektrums in einem chaotischen System mit Hilfe der Selbergschen Spurformel.
Univ. Hamburg/D (1991)

Technische Entwicklungen und Dienste

Vortrag

G. HOCHWELLER

HSSL (High Speed VME - IBM Transmission System).
SLAC Stanford/USA (1991)

Interne Berichte

G. HOCHWELLER, G. DELFS, R. SCHRÖDER

HSSL (High Speed VME - IBM Transmission System):

Part 1: VMEHL - The VME Interface Module.

Part 2: IBMHL - IBM Channel Control Unit.

Techn. Bericht 11/91 (laufend aktual. Benutzeranw.)

A. TESKE

SMT - Einführung in die Oberflächenmontage.
DESY F58-91-01

Bibliothek und Dokumentation

Vorträge

H. PREISSNER, D. SCHMIDT

Was bietet und wie nutze ich die DESY-Bibliothek.
Innerbetr. Fortb., DESY Hamburg (1991)

D. SCHMIDT

Ausbildung in der DESY-Bibliothek.
AGF-Arbeitskr. Bibl. und Inf.wesen, Lauenburg/D (1991)

Hausarbeit zur Diplomprüfung

D. DEMSKI

Bibliothek und Dokumentation am Deutschen Elektronen-Synchrotron.
Fachhochsch. Hannover/D (1991)

Interne Berichte

The HIGH ENERGY PHYSICS INDEX Keywords 1991.
DESY L-91-01

M. KAHL

DESY und die Schmöcker.
DESY Intern (1991)

M-Bereich

Veröffentlichungen

D.P. BARBER, K. HEINEMANN, G. RIPKEN
A Canonical Eight-Dimensional Formalism for Linear Colliders.
DESY 91-047

H. BRÜCK, R. MEINKE, P. SCHMÜSER
Methods for Magnetic Measurement of the Superconducting HERA Magnets.
Kerntechnik 56 (1991) 248

F. BODRY, J.P. KOUTCHOUK, A. PIWINSKI, G. VON HOLTEY
LEP Optics Measurements.
CERN-LEP-Performance Note 53, Inn (1991)

M. ENERT, D. HEINS, J. KLUTE, R.D. KOHAUPT, K.H. MATTHIESEN, J. MEINEN, H. MUSFELDT, S. PATZOLD, K.H. RICHTER, J. RUMMLER, H.P. SCHOLZ, M. SCHWEIGER, M. SOMMERFLED, J. THIESS
Transverse and Longitudinal Multi-Bunch Feedback Systems for PETRA.
DESY 91-036

R.D. KOHAUPT
The Theory of Multi-Bunch Feedback Systems.
DESY 91-071

R. LOSER, D. MEIER, K.H. MÜNCH, W. SCHWARZ
Das Funktionsprinzip des Mekometers ME 5000.
Allg. Vermess.-Nachr. 98 (1991) 324

A. PIWINSKI
Simulations of Crab Crossing in Storage Rings.
SLAC-Pub 5430 (1991)

J. ROSSBACH
Positron Recycling in High Energy Linear Colliders.
Nucl. Instrum. Methods A309 (1991) 25

P. SCHMÜSER
Superconducting Magnets for Particle Accelerators.
Rep. Prog. Phys. 54 (1991) 683

W. SCHWARZ
Ein strenges Verfahren zur Berechnung der Transformationsparameter bei der räumlichen Koordinatenumformung.
Vermessungswesen und Raumordnung 53 (1991) 372

T. WEILAND et al.
Status Report of a 500 GeV S-Band Linear Collider.
DESY 91-153

S.L. WIPF
Review of Stability in High Temperature Superconductors

with Emphasis on Flux Jumping.
Cryogenics 31 (1991) 936 und DESY HERA 91-04

A Spherical Rotary Piston Machine as an Artificial Heart.
ASAIO Trans. 37 (1991)

Veröffentlichte Vorträge

Proc. of the 1991 IEEE Particle Accel. Conf., San Francisco/USA, (1991) und DESY HERA 91-10

I. BORCHARDT, D. BRAUER, S. CHERMENIN, D. DEGELE, K. ESCHERICH, H.J. FIEBIG, H. GRABE, H. HOLZ, D. HUBERT, R. KUS, M. LEENEN, H. MAYWALD, O. PETERS, B. PETERSEN, K. PIECZORA, U. RIEMER, Z. SANOK, P. SCHMÜSER, S. SCHOLLMIEIER, W. SCHWARZ, G. TÖDTEN, D. TRINES, S. WOLFF

Installation of the Superconducting Magnets in the HERA Tunnel.

S. HERB
Betatron Tune Measurement and Control in the PETRA Proton Ring.

Betatron Tune Measurement System for the HERA Proton Storage Ring.

G. HORLITZ, M. CLAUSEN, H. LIERL, R. LANGE, H. HERZOG
The Cryogenic Operation of the Superconducting Magnet System in the HERA Proton Storage Ring: Cool Down, Steady State Operation, Quench Recovery Processes.

P. SCHMÜSER
Field Quality Issues in Superconducting Magnets.

W. SCHÜTTE
Mechanical Design of the Beam Current Transformers for the HERA Proton Ring.

B.H. WIJK
The Status of HERA.

F. WILLEKE, F. ZIMMERMANN
The Impact of Persistent Current Field Errors on the Stability of the Proton Beam in the HERA Proton Ring.

Proc. of the XIIth Int. Conf. on Magnet Technol., Leningrad/Rußland (1991) (IEEE Trans. Magn. (1991) MT-12) und DESY HERA 91-11

P. ALBERS, H. BRÜCK, D. GALL, M. HALEMEYER, J. KRZYSINSKY, R. LANGE, P. LÜTHKE, R. MEINKE, H. PREISSNER, P. SCHMÜSER
A New Method to Measure the Magnetization and its Time Dependence in Superconducting Cables.

E. APOSTOLESCU, R. BANDELMANN, H. BOETTCHER, I. BORCHARDT, G. DEPPE, K. ESCHERICH, H. KAISER, M. LEENEN, O. PETERS, H. POGGENSEE, S.L. WIPF, S. WOLFF

Summary of Experience with Industrial Superconducting Main Magnet Production for HERA.

S. BATES, D. WILLIS, K. SINRAM

Bonding Agent Shear Tests on Steel Laminations Including Irradiated Test Pieces with Radiation Doses of between 10^7 and 10^9 rad.

W. BECKHUSEN, T. DOBERS, Y. HOLLER, O. KAUL, K. SINRAM, W. THIESSEN

Field Measurements of the Compensating Solenoids in the HERA e-p Storage Ring.

H.D. BRÜCK, D. GALL, J. KRZYWINSKI, R. MEINKE, H. PREISSNER, M. HALEMEYER, P. SCHMÜSER, C. STOLZENBURG, R. STIENING, D. AVEST, L.J.M. VAN DE KLUNDERT

Observation of a Periodic Pattern in the Persistent Current Fields of the Superconducting HERA Dipole Magnets.

J. PFLÜGER et al.

Insertion Devices for DORIS III.

S. WOLFF

Review of Accelerator Magnet Design in the World.

M. BARTSCH, M. DEHLER, M. DOHLUS, F. EBELING, P. HAHNE, R. KLATT, F. KRAWCZYK, M. MARX, M. ZHANG, T. PROEPER, D. SCHMITT, P. SCHUETT, B. STEFFEN, T. WEILAND, S. G. WIPF, H. WOLTER

Solution of Maxwell's Equations.
Proc. of the IXth Summer School on Comput. Techn. in Phys., Skalsky Dvůr/CSFR (1991) (Num. Tech. and Parallelism in Phys.)

W. BOTHE

Active Filter for the DESY III Dipole Circuit.
Poster, SLAC Conf. Stanford/USA (1991)

M. CLAUSEN, H. HERZOG, G. HORLITZ, U. KNOPF, R. LANGE, H. LIERL

Cryogenic Test and Operation of the Superconducting Magnet System in the HERA Proton Storage Ring.
Proc. of the Cryog. Eng. Conf. and Int. Cryog. Materials Conf. CEC/ICMC 91, Huntsville/USA (1991) (Adv. Cryog. Eng.) und DESY-HERA-91-17

G. HORLITZ

Cryogenics - An Important Tool for High Energy Physics at DESY.
Symposium on Technol. Transfer in Cryogenics, DESY Hamburg/D (1991), DESY-HERA 91-23

H. KAISER

The HERA Superconducting Dipole and its Extrapolation

to Smaller Rings.

Proc. of the SuperLEAR Workshop, Zürich/CH (1991)

H. MAIS

Non-Integrable Hamiltonians Used for Modelling of Proton Storage Rings.

Proc. of the IXth Summer School on Comput. Techn. in Phys., Skalsky Dvůr/CSFR (1991)

J. ROSSBACH

Status of HERA Commissioning.

Proc. of the APS Meeting of the Div. of Part. and Fields, Vancouver/CND (1991) und DESY M-91-10

HERA Errors and Related Experiences during Commissioning.

Proc. of the Vth ICFA Beam Dynamics Workshop, Corpus Christi/USA und DESY HERA 91-21

W. SCHWARZ

Applied Geodesy for Particle Accelerators.

I. Int. Sympos. für Anw. der Geodäsie im Ing.-wesen, Stuttgart/D (1991)

B.H. WIJK

The Status of HERA.

Proc. of the Int. Lepton-Photon Sympos. and Europhys. Conf. on High-Energy-Phys., Geneva/CH (1991)

Vorträge

R. BRINKMANN

Final Focus System with Large Momentum Bandwidth.

Study of Damping Ring Lattices.

SLAC Stanford/USA (1991)

Status of HERA.

ECFA-Meeting, CERN Geneva/CH (1991)

Beschleunigerphysikalische Aspekte zukünftiger e^+e^- -Collider.

Herbstschule Maria Laach/D (1991)

Status der DESY/THD Linear Collider Studien.

RWTH Aachen/D (1991)

H.D. BRÜCK

Results of the HERA Magnetic Measurements.

Int. Magn. Meas. Workshop IMMW-7, Darmstadt/D (1991)

M. LEENEN

e p Colliders.

XIIIth Int. Workshop on Weak Interaction and Neutrino Physics, Gran Sasso/I (1991)

Status of HERA

IIInd KEK Topical Conf. on e^+e^- -Collision Physics,

Tsukuba/J (1991)

H. LIERL

Cryogenics Performance of HERA.
 IXXXth HERA Machine Committee, DESY Hamburg/D
 (1991)

H. MAIS

Acceleration and Storage of Polarized Particles - Experimental Results and Theoretical Problems.
 APS Spring Meeting, Washington/USA (1991)

Stochastic Processes and Applications in Accelerator Physics.

KFA Jülich/D (1991)
 Müden/D (1991)

A. PIWINSKI

Intra-Beam Scattering.
 CERN Accel. School, Noordwijkerhout/NL (1991)

J. ROSSBACH

Injection and Damping Scheme for the DESY/Darmstadt Linear Collider Study.
 IHEP Serpukhov, Protvino/Rußland (1991)

P. SCHMÜSER

Supraleiter-Effekte in den HERA Magneten.
 MPI München/D (1991)

HERA.

DPG-Frühjahrstagung, Aachen/D (1991)

Leptonen und Quarks.
 Neumünster/D (1991)

W. SCHWARZ

Geodätische Präzisionsvermessungen beim Teilchenbeschleuniger HERA.
 Kolloquiumsvortrag, Univ. Stuttgart/D (1991)

D. TRINES

The Vacuum System of the HERA Proton Ring.
 CERN LHC Workshop, Genf/CH (1991)
 BNL Upton/USA (1991)
 Chinese Acad. Sci., Beijing/China (1991)
 Nat. Synchr. Rad. Lab., Hefei/China (1991)

G.A. VOSS

Can a 500 GeV CMS Linear Collider be Built?
 Ringberg-Workshop, Tegernsee/D (1991)

Electron Positron Linear Colliders.

Workshop on Linear Colliders, Saariselkä/SF (1991)

B.H. WIJK

The Design of a 500 GeV e^+e^- -Linear Collider.
 Workshop on e^+e^- -Physics beyond LEP Energies,
 München/D (1991)

From Atoms to Quarks.

Norwegian Acad. Tech. Sci., Trondheim/N (1991)

e^+e^- -Colliders beyond LEP Energies:

Physics Potential and Accelerator Design.
 Kolloquiumsvortrag, LAL Orsay/F (1991)

The Status of HERA.

ECFA-Meeting, CERN Genf/CH (1991)

A 500 GeV e^+e^- -Collider: The Accelerator and the Physics Potential.

Norwegian Phys. Soc. Meeting, Trondheim/N (1991)

S.L. WIPF

Review of Stability in HTCSC.

Accelerator Magnets for Very High Fields.

Wisconsin Univ. Madison/USA (1991)
 Wright-Patterson Air Force Base, Dayton/USA (1991)

Dissertation

J. FEIKES

Restabilisierung instabiler Strahlschwingungen in Elektronenspeicherringen.
 Univ. Hamburg/D (1991)
 DESY M-91-12

Diplomarbeiten

C. FOX

Dämpfung höherer Moden in den 52-MHz-Resonatoren des HERA-Speicherringes.
 Univ. Hamburg/D (1991)
 DESY HERA 91-18

A. FRETER

Messung von zeitlich veränderlichen Sextupolfeldern in supraleitenden Dipolmagneten.
 Univ. Hamburg/D (1991)

O. HENSLER

Entwicklung einer Ventilsteuerung für den HERA Protonenring unter Verwendung des Mikrocontrollers NEC V 25 (μ PD 70320).
 Hamburg/D (1991)

H. HOEBER

Einfluß des Rauschens in Rückkopplungssystemen an Elektronenspeicherringen.
 Univ. Hamburg/D (1991)

R. STEINKRAUS

Adaptive Regelalgorithmen zur digitalen Regelung der Hochfrequenz in Protonenbeschleunigern.
 Hamburg/D (1991)

F. ZIMMERMANN

Dynamische Apertur und chaotische Teilchenbewegung im

HERA-Protonenring.
Univ. Hamburg/D (1991)
DESY HERA 91-03

HERA-Berichte

M. BÖHNERT et al.
The Insulating Vacuum Systems of the HERA Proton Storage Ring.
DESY HERA 91-22

M. BÖHNERT, C. FALLAND, D. HOPPE, D. HUBERT
M. KLINKMÜLLER, A. LADAGE, K. REHLICH, R.
SPERBER, D. TRINES, J. WOJTKIEWICZ
The Pump Stations for the Insulating Vacuum Systems of
the HERA Proton Storage Ring.
DESY HERA 91-12

H. BRÜCK, D. GALL, J. KRZYWINSKI, R. MEINKE,
H. PREISSNER, A. FRETER, M. HALEMEYER, P.
SCHMÜSER, R. STIENING, D. AVEST, L.J.M. VAN DE
KLUNDERT
Observation of a Periodic Pattern in the Persistent Current
Fields of the Superconducting HERA Dipole Magnets.
DESY HERA 91-01

M.F. CAI, P.D. DUVAL, K.H. MESS, H.G. WU
The Role of Microprocessors in Cryogenic Control at
DESY.
DESY HERA 91-15

M. CLAUSEN, K. REHLICH
X-Window for Process Control in a Mixed Hardware Environment.
DESY HERA 91-20

P.D. DUVAL, K.H. MESS, H.G. WU
Software Interface to the HERA Proton Beam Position
Monitors.
DESY HERA 91-16

A. GAMP
Servo Control of RF Cavities under Beam Loading.
DESY HERA 91-09

R. MEINKE, P. SCHMÜSER, Y. ZHAO
Methods of Harmonics Measurements in the Superconducting
HERA Magnets and Analysis of Systematic Errors.
DESY HERA 91-13

R. NIESSEN
Überspannungsschutz durch Potentialausgleichsleitung an
supraleitenden Magneten.
DESY HERA 91-05

J. PETERSEN, F. WILLEKE
HERA-p Chromaticity at Injection.
DESY HERA 91-14

J. RÜMMLER
Positron and Proton Ejection out of PETRA with two Movable
Kickers.
DESY HERA 91-06

F. SCHMIDT, F. WILLEKE, F. ZIMMERMANN
Comparison of Methods to Prove Long Term Stability in
Proton Storage Rings.
DESY HERA 91-07

D. TRINES et al.
The Pumpstations for the Insulating Vacuum Systems of
the HERA p-Ring.
DESY HERA 91-12

S.L. WIPF
Ultimate Flux-Pinning Force in High Field Superconductors.
DESY HERA 91-19

F. ZABINSKA-RAKOCZY
Expert System for Harmonics Measurements.
DESY HERA 91-02

F. ZIMMERMANN, F. WILLEKE
Long Term Stability and Dynamic Aperture of the HERA
Proton Ring.
DESY HERA 91-08

Interne Berichte

S. DEUTSCHER
Simulation of Aberration Effects of Stiff High Energy Electron
Beams Passing a Magnetic Quadrupole.
DESY M-91-09

K. FLÖTTMANN, J. ROSSBACH
A High Intensity Positron Source for Linear Colliders.
DESY M-91-11

Y. HOLLER, H. WÜMPELMANN
Modifizierung der Magnete für DORIS III.
DESY M-91-03

B. HOLZER
Auslegung der Wechselwirkungszone einer asymmetrischen
B-Mesonen-Fabrik.
DESY M-91-07

W.B. KÖRBER
Chemische Reaktionsabläufe an Niob-Oberflächen.
DESY M-91-07

H. KUMPFERT (Ed.)
Jahresbericht 1990.
DESY M-91-01

H. MAIS, C. MARI
Introduction to Beam-Beam Effects.
DESY M-91-04

H. MAIS, G. RIPKEN
 Nonintegrable Hamiltonians used for Modelling of Proton
 Storage Rings.
 DESY M-91-05

Positron Recycling in High Energy Linear Colliders.
 DESY M-91-02

T. WEILAND, R. WANZENBERG
 Wake Fields and Impedances.
 DESY M-91-06

Strahlenschutz

Vortrag

K. TESCH
 Shielding of HERA Experiments.
 CERN Genf/CH (1991)

Interne Berichte

K. TESCH, H. DINTER
 Determination of Neutron Spectra Behind Lateral Shielding of High Energy Proton Accelerators.
 DESY D3-70

Ergebnisse von Strahlenschutzmessungen am Deutschen Elektronen Synchrotron DESY im Jahre 1991.
 DESY D3-71

Z-Bereich

Datenverarbeitung

Vorträge

M. BEHRENS
 FORTRAN for PC's - a (partial) survey.
 SHARE Europe, Spring Meeting 1990

J.H. PETERS
 Overview of Physics Software at DESY.
 Int. Users Meeting on the Support and Environments of
 HEP Computing, SSCL Dallas/USA (1991)

Unix at DESY.
 HEPiX Meeting, Fermilab Batavia/USA (1991)
 Computing bei DESY, Hard- und Software Anforderungen.
 GSI Darmstadt/D (1991)
 GKSS Geesthacht/D (1991)

Interne Berichte

M. BEHRENS
 IBM/MVS Extended Architecture.
 DESY-USG/90/02

G. KESSLER
 Electronic Gasflowmeters for High Energy Physics.
 DESY-B2/91/01

J.H. PETERS
 Printing at DESY.
 DESY-USG/90/01

USER SUPPORT GROUP
 DESY Computing Newsletter No. 1 (1991)
 DESY Computing Newsletter No. 2 (1991)



Herausgeber:
Deutsches Elektronen-Synchrotron DESY
Notkestraße 85, D - 2000 Hamburg 52
Telefon (040) 8 99 80, Telex 2 15 14

Drucklegung:
November 1991

Herstellung und Gestaltung:
-PR-Öffentlichkeitsarbeit
-L-Bibliothek

Satz und Layout:
(NEWLIB/L^AT_EX)
-R02-Datenverarbeitung
-PR-Öffentlichkeitsarbeit
-L-Bibliothek

Druck und Verarbeitung:
Becker, Hamburg

Titelbild:
Am 19. Oktober wurden erstmals Elektron-Proton-Kollisionen bei HERA beobachtet. Das Bild zeigt die Zählrate des H1-Luminositätsmonitors, bei dem der Bremsstrahlungsprozeß aus Elektron-Proton-Stößen nachgewiesen wird. Aufgetragen sind die Zählraten der Photonen und der gestreuten Elektronen.

I S S N 0179-9282

HERA

