

Wissenschaftlicher Jahresbericht

1999

Deutsches Elektronen-Synchrotron

DESY

Inhalt

Vorspann	5
Bereich Forschung	31
DESY Zeuthen	141
Bereich Beschleuniger	173
Bereich Technische Infrastruktur	233
Veröffentlichungen und Vorträge	271



Vorspann

Inhalt

Vorwort	7
Organigramm	12
Organe der Stiftung und weitere Gremien	13
Internationale Zusammenarbeit bei den Experimenten	19



Vorwort

Das Deutsche Elektronen-Synchrotron DESY mit seinen Standorten Hamburg und Zeuthen ist eines der 16 Helmholtz-Zentren. Die Aufgaben DESYs sind in der Satzung klar vorgegeben: „Der Zweck der Stiftung DESY ist die Förderung der naturwissenschaftlichen Grundlagenforschung vor allem durch den Bau und Betrieb von Teilchenbeschleunigern und deren wissenschaftliche Nutzung, insbesondere die Forschung mit Teilchen und Synchrotronstrahlung, sowie Forschungs- und Entwicklungsarbeiten, die damit in Zusammenhang stehen.“

Im vorliegenden Wissenschaftlichen Jahresbericht für das Jahr 1999 wird die Forschung und Entwicklung bei DESY auf den Gebieten der Elementarteilchenphysik mit dem Elektron-Proton-Speicherring HERA, der Nutzung der Synchrotronstrahlung von DORIS und der Beschleunigerphysik (HERA und das TESLA-Projekt) dargestellt. Dabei wird deutlich, dass sich bei DESY durch die gemeinsame Nutzung der Beschleuniger ein breites Forschungsspektrum entwickelt hat, das von der Teilchenphysik über die Festkörper- und Oberflächenphysik, Geowissenschaften, Chemie und Materialforschung bis hin zur Molekularbiologie reicht. Die Breite des Programms ist einmalig in Europa. An ihm beteiligten sich 1999 3400 Wissenschaftler von rund 280 verschiedenen Institutionen aus 35 Ländern. Davon arbeiten 1200 auf dem Gebiet der Teilchenphysik.

Etwa 1300 Forscher von mehr als 85 deutschen Universitäten und Forschungseinrichtungen nutzen die DESY-Großgeräte HERA und DORIS. Die große Zahl der Nutzer aus dem In- und Ausland unterstreicht, dass DESY ausgezeichnete und international attraktive Forschungsmöglichkeiten bereitstellt.

Im Jahr 1999 erhielt DESY Hamburg von seinen Zuwendungsgebern, der Bundesrepublik Deutschland (90%) und der Freien und Hansestadt Hamburg (10%), Mittel in Höhe von 261 Millionen DM

für Betrieb und Investitionen. Zum Etat von DESY Zeuthen trägt neben der Bundesrepublik Deutschland das Land Brandenburg 10% bei. Insgesamt standen hier Mittel in Höhe von 26 Millionen DM zur Verfügung.

Das Jahr 1999 war überschattet vom plötzlichen Tod von Professor Bjørn H. Wiik, dem Vorsitzenden des DESY-Direktoriums. Er starb am 26. Februar an den Folgen eines häuslichen Unfalls. Über 800 Wissenschaftler, Freunde und Kollegen trafen sich am 7. Juli 1999 zu einem Gedenkkolloquium.

Bjørn H. Wiik hat die Forschung und Entwicklung von DESY entscheidend geprägt: Er war einer der Entdecker des Gluons, das 1979 bei DESY erstmals direkt nachgewiesen werden konnte. Er initiierte den Bau des Elektron-Proton-Speicherrings HERA, um die innere Struktur des Protons mit größtmöglicher Auflösung zu entschlüsseln und trug als Projektleiter für den Protonen-Speicherring wesentlich zum erfolgreichen Bau von HERA bei.

In den letzten Jahren widmete sich Bjørn H. Wiik zunehmend dem TESLA-Projekt, einem e^+e^- -Linearcollider mit integriertem Röntgenlaser. Er war überzeugt, dass große Geräte der Wissenschaft von Anfang an in internationaler Zusammenarbeit realisiert werden müssen. Die ehrgeizigen technologischen Ziele der TESLA-Kollaboration konnten dadurch unter seiner Leitung erreicht werden. Er sah den wissenschaftlichen Nutzen der Symbiose zwischen Teilchenphysik, Beschleunigerentwicklung und Nutzung der Synchrotronstrahlung. Und er war, sicher nicht zuletzt, ein herausragender Wissenschaftspolitiker, dessen Visionen weltweit Aufmerksamkeit fanden. DESY hat mit ihm einen begnadeten Wissenschaftler und unvergesslichen Menschen verloren.

Beschleunigerbetrieb und -entwicklung

Die Forschung bei DESY mit den zwei Schwerpunkten „Untersuchung der elementaren Bausteine der Materie und ihrer Wechselwirkung“ und „Untersuchungen mit Synchrotronstrahlung eines breiten Energiebereichs“ basiert auf den großen Beschleunigeranlagen, vor allem HERA und DORIS. Diese Anlagen werden stetig verbessert und ausgebaut, um auch in den kommenden Jahren im internationalen Vergleich erstklassige Forschungsmöglichkeiten zu bieten.

Der Elektron/Positron-Proton-Speicherring HERA lief länger und besser als in allen vorausgegangenen Betriebsjahren. In der ersten Jahreshälfte wurde HERA mit Elektronen betrieben. Die mit dem ZEUS-Detektor gemessene integrierte Luminosität, ein Maß für die Menge der aufgezeichneten Daten, betrug 17.3 pb^{-1} . Nach Umstellung von HERA auf den Betrieb mit Positronen wurde die integrierte Luminosität um weitere 28.2 pb^{-1} erhöht. Mit insgesamt 45 pb^{-1} wurde das Jahresziel von 35 pb^{-1} deutlich übertroffen. Durch neue Verfahren zur Optimierung der Polarisation konnte routinemäßig ein Polarisationsgrad der Elektronen von etwa 60% erreicht werden.

Um auch in den kommenden Jahren bei HERA erstklassige Forschung zu ermöglichen, wird in enger Zusammenarbeit der Beschleunigerabteilung und der Experimente ein Umbau von HERA zur Luminositätserhöhung vorbereitet, der im Herbst 2000 beginnen soll. Dazu wird der Protonenstrahl in den Experimenten H1 und ZEUS stärker fokussiert, wofür der Beschleuniger auf einer Länge von hundertfünfzig Metern auf jeder Seite der beiden Experimente umgebaut werden muß. Gleichzeitig werden bei den Experimenten H1 und ZEUS Spinrotatoren eingebaut, wie sie schon länger bei HERMES erfolgreich eingesetzt sind. Damit können die Experimente Untersuchungen mit polarisierten Elektronen/Positronen durchführen.

Auch bei DORIS III, der Synchrotron-Lichtquelle, wurden 1999 ausgezeichnete Betriebsbedingungen geschaffen. Kennzeichnend ist die gute Lebensdauer des Strahls, die von 15 Stunden bei 130 mA bis 23 Stunden bei 90 mA reichte. Die Verfügbarkeit lag bei einem Rekordwert von 93%. Eine neue Strahllagen-Regelung hat

zu einer deutlichen Verbesserung der Orbit-Stabilität geführt, weitere Verbesserungen sind in Vorbereitung.

Die Beschleunigerarbeiten im Rahmen des TESLA-Projekts werden weiter unten erwähnt.

Untersuchung der elementaren Bausteine der Materie und ihrer Wechselwirkung

Die Experimente H1 und ZEUS haben 1999 zunächst Elektron-Proton Streuprozesse untersucht, was durch die 1998 erfolgte Verbesserung des Vakuumsystems mit hoher Luminosität möglich wurde. In der Mitte des Jahres wurde der Betrieb von HERA wieder auf Positronen umgestellt. Beide Experimente haben in zahlreichen Veröffentlichungen mit verbesserter Genauigkeit die Eigenschaften der elektroschwachen und starken Wechselwirkungen untersucht. Die gemessenen Wirkungsquerschnitte zeigten eindrucksvoll, wie die bei niedrigen Energien völlig unterschiedlich stark wirkenden elektromagnetischen und schwachen Kräfte bei hohen Energien gleich stark werden, ganz wie vom Standard-Modell vorhergesagt. Die Messung der Energieabhängigkeit der Wirkungsquerschnitte ermöglichte außerdem, die Gültigkeit der Theorie der starken Wechselwirkung, der Quantenchromodynamik (QCD), zu verifizieren.

Mehrere andere Arbeiten befassten sich mit der Untersuchung verschiedener Aspekte der QCD, wie die Messungen der hadronischen Endzustände, der Produktion schwerer Quarks und der diffraktiven Streuung. Parallel zur Datenanalyse und dem Betrieb des Experiments bereiteten beide Kollaborationen neue Detektorkomponenten vor, die im Jahr 2000 zum Einsatz kommen sollen.

Das HERMES-Experiment untersucht im Detail die Spin-Struktur des Nukleons. Die Kollaboration hat 1999 mit hoher Effektivität Daten mit dem longitudinal polarisierten Deuterium-Target genommen. Gleichzeitig wurden die in den Vorjahren aufgezeichneten Daten mit einem Wasserstoff-Target analysiert und veröffentlicht. Besondere Aufmerksamkeit erzeugte eine erste Messung des Gluon-Beitrags zum Spin des Nukleons.

Das HERA-B Experiment hat die Untersuchung von Bottom- und Charm-Quarks zum Ziel, vor allem die Messung der CP-Asymmetrie in den Zerfällen von B-Mesonen. Im Jahr 1999 konnten, unterstützt durch einen dreitägigen Zugang zum Experiment pro Monat, nahezu alle Detektorkomponenten eingebaut und in Betrieb genommen werden (Abb. 1). Die Kollaboration bereitet sich nun auf die Datennahme im Jahr 2000 vor.

Die theoretischen Untersuchungen zur Teilchenphysik lagen schwerpunktmäßig auf den Gebieten Quantenchromodynamik, Flavor-Physik der schweren Quarks und Neutrinos, dem Higgs-Mechanismus und der Supersymmetrie. Hinzu kamen Arbeiten zu Gittereichtheorien und zu Fragen der Gravitation und Stringtheorien. Viele Arbeiten entstanden in engem Zusammenhang mit den HERA-Experimenten und den Untersu-

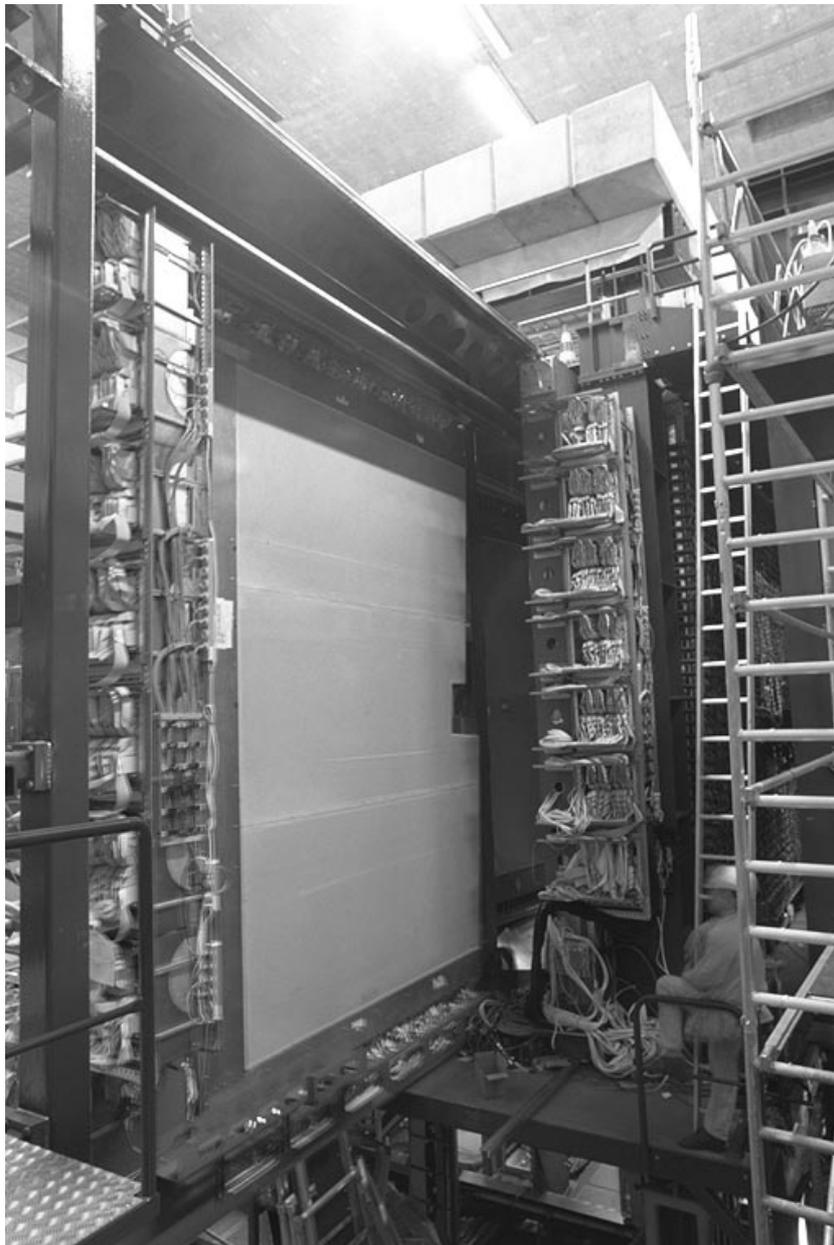


Abbildung 1: Einbau der äußeren Spurkammer TC1-x in das HERA-B Experiment.

chungen zum wissenschaftlichen Potential des Linear-colliders.

John B. Dainton, Universität Liverpool und Sprecher des H1-Experiments, wurde mit dem Max-Born-Preis der Deutschen Physikalischen Gesellschaft und des Britischen Institute of Physics ausgezeichnet.

Untersuchungen mit Synchrotronstrahlung – HASYLAB

Im Hamburger Synchrotronstrahlungslabor HASYLAB wird vor allem die Strahlung von DORIS und, in geringerem Umfang, von PETRA in vielfältiger Weise für Grundlagen- und anwendungsbezogene Forschung genutzt. Die wissenschaftlichen Ergebnisse sind im HASYLAB-Jahresbericht 1999 zusammengefasst.

Eine Außenstelle des Europäischen Labors für Molekularbiologie (EMBL) sowie drei Arbeitsgruppen für strukturelle Molekularbiologie der Max-Planck-Gesellschaft führen Untersuchungen zur Bestimmung biologischer Strukturen durch.

In Anbetracht der stark gestiegenen biologischen Nutzung der Synchrotronstrahlung und in Vorbereitung des biologischen Forschungsprogramms mit einem Röntgenlaser hat DESY 1999 beschlossen, eine eigene biologische Arbeitsgruppe aufzubauen, in enger Zusammenarbeit mit den bereits existierenden Gruppen und der Universität Hamburg.

DESY Zeuthen

Das Teilinstitut von DESY in Zeuthen (Brandenburg) bearbeitet mit seiner modernen und gut ausgebauten Infrastruktur und zahlreichen Nachwuchs- und Gastwissenschaftlern ein breites Forschungsspektrum. Neben einer aktiven Beteiligung an den HERA-Experimenten und am TESLA-Projekt in Hamburg hat sich in Zeuthen ein unabhängiges wissenschaftliches Profil entwickelt: Theoretische Untersuchungen zur Teilchenphysik, Teilnahme an Aufbau, Betrieb und Analyse des Neutrino-Detektors AMANDA am Südpol sowie Anwendung und Weiterentwicklung von Höchstleistungsrechnern

zur Bearbeitung theoretischer Fragen in Zusammenarbeit mit italienischen Kollegen des INFN. Diese Rechner werden im Rahmen des „John von Neumann-Institut für Computing (NIC)“ Wissenschaftlern nach Begutachtung durch ein Expertenkomitee zur Verfügung gestellt.

Des Weiteren wurde 1999 beschlossen, in Zeuthen einen Teststand zur Weiterentwicklung eines Photoinjektors für TESLA aufzubauen. Diese Arbeiten werden zusammen mit BESSY und dem Max-Born-Institut durchgeführt, die in Berlin-Adlershof angesiedelt sind.

Das TESLA-Projekt

Das Konzept für TESLA, einen supraleitenden 500 GeV Elektron-Positron-Linearcollider, wurde 1997 zusammen mit einer umfangreichen Darstellung des wissenschaftlichen Potentials veröffentlicht. Auch 1999 wurden die Arbeiten auf allen Gebieten des Beschleunigers und der Forschung in internationaler Zusammenarbeit fortgesetzt.

Beim Beschleuniger stand dabei die detaillierte Untersuchung aller Sub-Systeme im Vordergrund, besonders im Hinblick auf die bei TESLA erreichbare maximale Luminosität.

Die Entwicklung der supraleitenden Resonatoren mit hohen Beschleunigungsgradienten machte weiter Fortschritte. Besonders interessant und vielversprechend erscheint eine neue Oberflächenbehandlung, die Elektropolitur, mit der in einzelligen Resonatoren Gradienten von 40 MV/m erzeugt werden konnten.

Die TESLA Test Facility (TTF) wurde über viele Monate mit zwei Kryomodulen betrieben. In jedem befinden sich acht neunzellige supraleitende Resonatoren. Dabei konnte in einem Modul ein mittlerer Gradient der Spannung von 23 MV/m erreicht werden. Im Jahr 1999 wurde bei TTF ein 14 m langer Undulator eingebaut, mit dem das Grundprinzip des SASE (selbstverstärkte spontane Emission) FEL (Freie-Elektronen-Laser) erstmals bei unter 100 nm Wellenlänge nachgewiesen werden soll. Die gesamte Anlage, einschließlich aller Diagnostik- und Nachweisgeräte, wurde im Herbst 1999 in Betrieb genommen. Erstes Lasen konnte am 22. Februar 2000 beobachtet werden!

Die Untersuchungen des wissenschaftlichen Potentials von TESLA auf den Gebieten Teilchenphysik und Nutzung des Röntgen-Lasers wurden in einer Reihe von internationalen Workshops wesentlich erweitert und vertieft.

Alle Arbeiten zum Beschleuniger, zum Laser und zur Forschung werden bis Frühjahr 2001 in einem „Technical Design Report“ (TDR) zusammengeführt, der gleichzeitig eine Kostenschätzung enthalten wird.

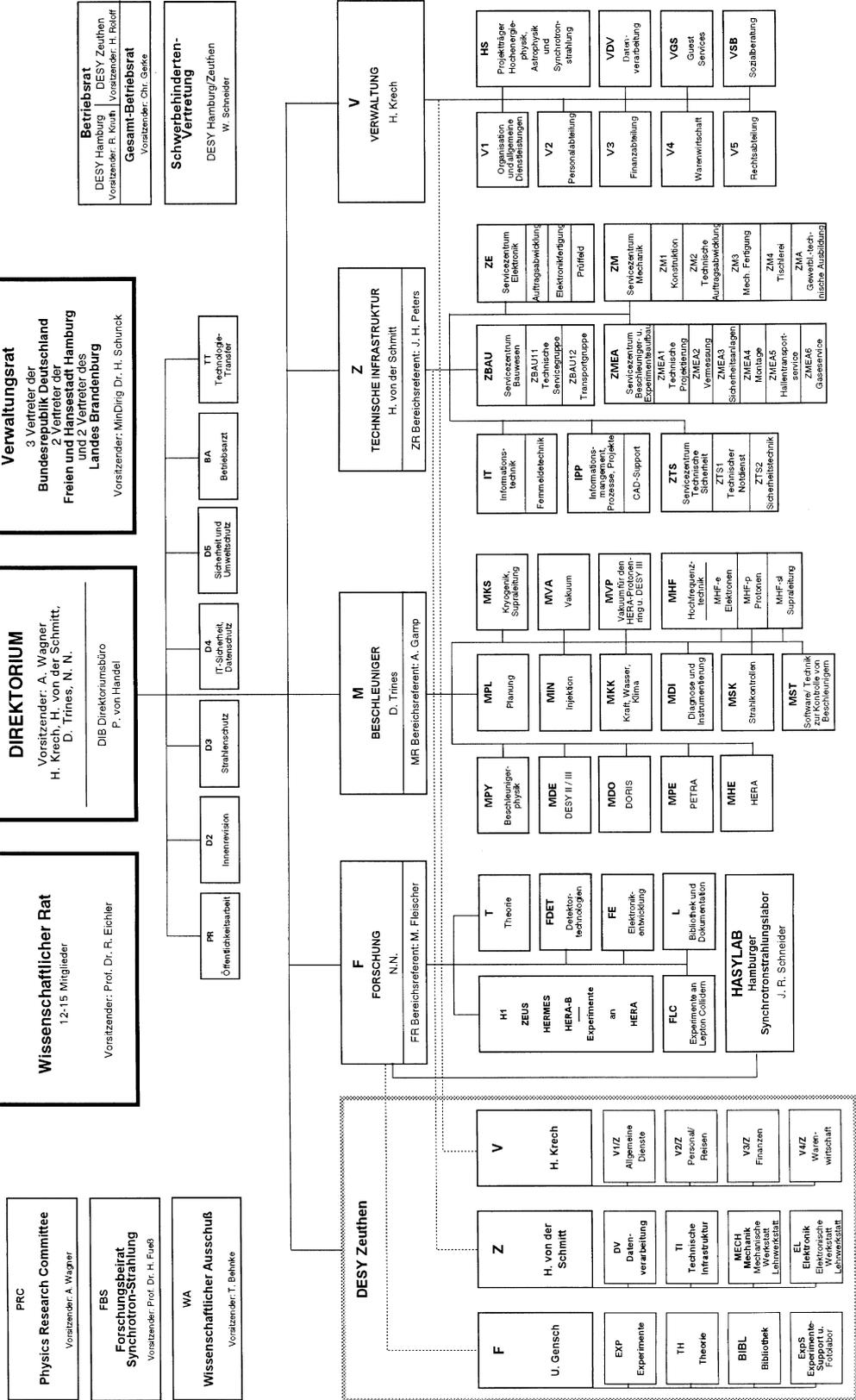
In der verabredeten Strategie der im Forschungsbereich „Struktur der Materie“ beteiligten Zentren der Helmholtz-Gemeinschaft ist eine Zusammenarbeit bei der Entwicklung und der Verwirklichung von TESLA vorgesehen, zeitlich vor einer entsprechenden Zusammenarbeit bei der Europäischen Spallationsquelle. Teile der Entwicklungsarbeiten für TESLA werden im Rahmen von Projekten des Strategie- und Vernetzungsfonds der HGF zusätzlich gefördert.

DEUTSCHES ELEKTRONEN-SYNCHROTRON DESY

(Stiftung privaten Rechts)

NOTKESTRASSE 85 • 22607 HAMBURG
 TEL. 04103 745-1 FAX 04103 93 52 93
 PLANTANENALLEE 6 • 15738 ZEUTHEN
 TEL. 0337 62771-0 • FAX 0337 62771-413

Organigramm für das Geschäftsjahr
 1999
 Stand: 4. August 1999



Organe der Stiftung und weitere Gremien

Verwaltungsrat

Vertreter der Bundesrepublik Deutschland:

MDg Dr. **H. C. Eschelbacher** – (Vorsitzender bis April 1999)

MDg Dr. **H. Schunck** – (Vorsitzender seit April 1999)

MR Dr. **H.-F. Wagner**

(Bundesministerium für Bildung und Forschung)

RD **H. J. Hardt**

(Bundesministerium der Finanzen)

Vertreter der Freien und Hansestadt Hamburg:

Staatsrätin Prof. Dr. **M. Dürkop**

(Behörde für Wissenschaft und Forschung)

U. Meyer-Rix (bis Juni 1999)

ORR **C. Scherf** (seit Juli 1999)

(Finanzbehörde)

Vertreter des Landes Brandenburg:

MDg Dr. **H.-U. Schmidt** – (Stellvertr. Vorsitzender)

(Ministerium für Wissenschaft, Forschung und Kultur)

U. Mattusch

(Ministerium der Finanzen)

Direktorium

Prof. Dr. **R. Klanner** (Bereich Forschung – Teilchenphysik)
(seit Dezember 1999)

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

Dr. **H. von der Schmitt** (Bereich Technische Infrastruktur)

Prof. Dr. **J. Schneider** (Bereich Forschung – Synchrotronstrahlung)
(seit Januar 2000)

Dr. **D. Trines** (Bereich Beschleuniger)

Prof. **Dr. A. Wagner** (Vorsitzender)
(seit Juli 1999)

Prof. **Dr. B. H. Wiik** (Vorsitzender)
(verstorben am 26. Februar 1999)

Wissenschaftlicher Rat (WR)

Prof. Dr. **P. Brix**

Max-Planck-Institut für Kernphysik, Heidelberg
(Ehrenmitglied)

Prof. Dr. **R. Eichler**

Institut für Teilchenphysik, ETH Zürich
(Vorsitzender ab Juni 1999)

Prof. Dr. **H.-J. Freund**

Fritz-Haber-Institut der Max-Planck-Gesellschaft, Berlin

Prof. Dr. **H. Fritzsche**

Sektion Physik, Ludwig-Maximilians-Universität München

Prof. Dr. **A. Goldmann**

Fachbereich Physik, Universität Kassel

Prof. Dr. **S. Großmann**

Fachbereich Physik, Universität Marburg

Prof. Dr. **E. Jaeschke**

BESSY GmbH, Berlin

Prof. Dr. **W. Jentschke**

II. Institut für Experimentalphysik, Universität Hamburg
(Ehrenmitglied)

Prof. Dr. **R. Klanner**

II. Institut für Experimentalphysik, Universität Hamburg
(bis Dezember 1999)

Prof. Dr. **C. Kunz**

European Synchrotron Radiation Facility ESRF, Grenoble (F)

Dr. **J. May**

European Organization for Particle Physics CERN, Genf (CH)

Prof. Dr. **V. Metag**

Gesellschaft für Schwerionenforschung GSI, Darmstadt

Dr. **D. Möhl**

European Organization for Particle Physics CERN, Genf (CH)

Prof. Dr. **J. Stachel**

Physikalisches Institut, Universität Heidelberg

Prof. Dr. **D. Wegener**

Institut für Physik, Universität Dortmund
(Vorsitzender bis Mai 1999)

Erweiterter Wissenschaftlicher Rat (EWR)

Prof. Dr. **M. Blume**

Brookhaven National Laboratory, Upton NY (USA)

Prof. Dr. **J. Feltesse**

CEA/Saclay, Gif-sur-Yvette (F)

Prof. Dr. **L. Foà** (Vorsitzender von ECFA)

Scuola Normale Superiore, Pisa (I) (ex officio)

Prof. Dr. **B. Foster**

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

Prof. Dr. **K. J. F. Gaemers**

Institute for Theoretical Physics, University of Amsterdam (NL)

Prof. Dr. **E. Iarocci**

Istituto Nazionale di Fisica Nucleare INFN, Rome (I)

Prof. Dr. **J. F. Martin**

Department of Physics, University of Toronto (CAN)

Prof. Dr. **L. Okun**

ITEP, Moscow (RUS)

(bis Juni 1999)

Prof. Dr. **F. J. Sciulli**

Columbia University, Nevis Laboratories, Irvington on Hudson NY (USA)

Academician **A. N. Skrinsky**

Institute of Nuclear Physics, Novosibirsk (RUS)

Prof. Dr. **A. K. Wroblewski**

Institute of Physics, Warsaw University (PL)

Die Mitglieder des **Wissenschaftlichen Rates**

Physics Research Committee (PRC)

Prof. Dr. **M. Albrow**

Fermi National Accelerator Laboratory, Batavia (USA)

Dr. **J. Arvieux**

Institut de Physique Nucléaire d'Orsay, Université Paris-Sud (F)

Prof. Dr. **J.-J. Aubert**

Centre de Physique des Particules de Marseille (F)

Prof. Dr. **S. Bertolucci**

Laboratori di Frascati dell'INFN (I)

Prof. Dr. **S. Bethke**

RWTH Aachen III

(bis Juni 1999)

Prof. Dr. **W. Buchmüller** (DESY)

(bis Juni 1999)

Prof. Dr. **A. J. Buras**

Physik-Department, Technische Universität München

Prof. Dr. **R. Cashmore**

European Organization for Particle Physics CERN, Genf (CH)

(seit August 1999)

Prof. Dr. **D. Froidevaux**

European Organization for Particle Physics CERN, Genf (CH)

Dr. **U. Gensch** (DESY)

Prof. Dr. **E. Hughes**

Caltech, Pasadena CA (USA)

Prof. Dr. **K. Jakobs**

Inst. f. Physik, Experimentelle Teilchenphysik, Johannes Gutenberg-Universität Mainz

Prof. Dr. **R. Klanner**

II. Institut für Experimentalphysik, Universität Hamburg

Dr. **C. Kleinwort** (DESY, ex officio)

Prof. Dr. **E. Reya**

Universität Dortmund

(seit August 1999)

Dr. **L. Rolandi**

European Organization for Particle Physics CERN, Genf (CH)

Prof. Dr. **B. Spaan**

Technische Universität Dresden

(seit August 1999)

Dr. **H. von der Schmitt** (DESY)

Dr. **D. Trines** (DESY)

Prof. Dr. **A. Wagner** (DESY, Vorsitzender)

Prof. Dr. **N. Wermes**

Physikalisches Institut, Universität Bonn

Dr. **C. Youngman** (DESY)

Wissenschaftlicher Ausschuss (WA)

Dr. **R. Bacher** (DESY)

Dr. **K. Balewski** (DESY)

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

Dr. **T. Behnke** (DESY)

(Vorsitzender seit Mai 1999)

Dr. **W. Bialowons** (DESY)

(Vorsitzender bis April 1999)

Dr. **R. Brinkmann** (DESY)

Prof. Dr. **W. Buchmüller** (DESY)

Dr. **J. Crittenden** (Univ. Bonn)

(seit Mai 1999)

J. Dicke (DESY)

Dr. **J. Ebert** (Univ. Wuppertal)

(seit Mai 1999)

Dr. **K. Ehret** (Univ. Dortmund)

(seit Mai 1999)

Dr. **E. Elsen** (DESY)

(Stellvertr. Vorsitzender)

R. Fischer (DESY)

(seit Juni 1999)

P. Folkerts (DESY)

Dr. **E. Fretwurst** (Univ. Hamburg)

(bis April 1999)

Dr. **G. Goerigk** (KFA Jülich)

Dr. **G. Grindhammer** (MPI München)

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

Dr. **U. Holm** (Univ. Hamburg)

B. Holzer (DESY)

Prof. Dr. **F. Jegerlehner** (DESY)

Dr. **J.-P. Jensen** (DESY)

Dr. **N. Koch** (Univ. Erlangen-Nürnberg)

Dr. **R. Kose** (DESY)

(bis Juli 1999)

Dr. **U. Kötz** (DESY)

Prof. Dr. **M. Lüscher** (DESY)

Prof. Dr. **G. Materlik** (DESY)

Dr. **I. Meier** (DESY)

Dr. **W. Meyer-Klaucke** (EMBL)

Dr. **K. Mönig** (DESY)

Dr. **T. Naumann** (DESY)

Dr. **T. Oest** (Univ. Hamburg)

(seit Mai 1999)

H. Quehl (DESY)

J. Scheins (RWTH Aachen)

Dr. **S. Schlenstedt** (DESY)

Dr. **M. Schmitz** (DESY)

(seit August 1999)

Prof. Dr. **J. Schneider** (DESY)

Dr. **H. Schulte-Schrepping** (DESY)

Dr. **A. Schwarz** (DESY)

H. Sindt (DESY)

Dr. **J. Spengler** (Univ. und MPI Heidelberg)

Dr. **U. Uwer** (Humboldt-Univ. Berlin)

E. Weiß (DESY)

Dr. **F. Willeke** (DESY)

Dr. **M. Wilmanns** (EMBL)

Dr. **G. Wolf** (DESY)

Prof. Dr. **P.M. Zerwas** (DESY)

Forschungsbeirat Synchrotronstrahlung (FBS)

Prof. Dr. **E. Burkel**
Institut für Festkörperforschung, Forschungszentrum Jülich

Dr. **B. S. Clausen**
Research Laboratory, Haldor Topsøe, Lyngby (DK)

Dr. **W. Drube**
DESY

Prof. Dr. **H. Fuess**
Fachbereich Materialwissenschaften, Technische Universität Darmstadt
(Vorsitzender)

Dr. **R. Gehrke**
DESY

Prof. Dr. **B. Krebs**
Anorganisch-Chemisches Institut, Universität Münster

Prof. Dr. **D. Menzel**
Physik-Department, Technische Universität München

Dr. **T. Möller**
DESY

Prof. Dr. **J. R. Schneider**
DESY

Prof. Dr. **M. Stamm**
MPI für Polymerenforschung, Mainz

Prof. Dr. **A. Wagner**
DESY

Internationale Zusammenarbeit bei den Experimenten

An der Speicherringanlage HERA

H1

I. Physikalisches Institut, RWTH Aachen
 III. Physikalisches Institut, RWTH Aachen
 School of Physics and Space Research, University of Birmingham (GB)
 Inter-University Institute for High Energies ULB-VUB, Brüssel (B)
 Rutherford Appleton Laboratory, Chilton, Didcot (GB)
 Institute for Nuclear Physics, Cracow (PL)
 Institut für Physik, Universität Dortmund
 Joint Institute for Nuclear Research (JINR), Dubna (RUS)
 DSM-DAPNIA, Centre d'Etudes de Saclay, Gif-sur-Yvette (F)
 Deutsches Elektronen-Synchrotron DESY, Hamburg
 II. Institut für Experimentalphysik, Universität Hamburg
 Institut für Kernphysik, Max-Planck-Gesellschaft, Heidelberg
 Physikalisches Institut, Universität Heidelberg
 Institut für Hochenergiephysik, Universität Heidelberg
 Institut für Reine und Angewandte Kernphysik, Universität Kiel
 Institute of Experimental Physics, Slovak Academy of Sciences, Košice (SQ)
 School of Physics and Chemistry, University of Lancaster (GB)
 Department of Physics, University of Liverpool (GB)
 Queen Mary and Westfield College, London (GB)
 Physics Department, University of Lund (S)
 Department of Physics and Astronomy, University of Manchester (GB)
 CPPM, Université d'Aix-Marseille II, IN2P3-CNRS, Marseille (F)
 Institute for Theoretical and Experimental Physics (ITEP), Moscow (RUS)
 Lebedev Physical Institute, Moscow (RUS)
 Institut für Physik, Max-Planck-Gesellschaft, München
 LAL, Université de Paris-Sud, IN2P3-CNRS, Orsay (F)
 LPNHE, Ecole Polytechnique, IN2P3-CNRS, Palaiseau (F)

LPNHE, Université Paris VI et VII, IN2P3-CNRS, Paris (F)
Institute of Physics, Czech Academy of Sciences, Prague (CZ)
Nuclear Center, Charles University, Prague (CZ)
INFN Roma I, Rome (I)
Dipartimento di Fisica, Università Roma 3, Rome (I)
Paul-Scherrer-Institut, Villigen (CH)
Universitaire Instelling Antwerpen, Wilrijk (B)
Fachbereich Physik, Bergische Universität-GH Wuppertal
Yerevan Physics Institute, Yerevan (ARM)
Deutsches Elektronen-Synchrotron DESY, Zeuthen
Institut für Teilchenphysik, ETH Zürich (CH)
Physik Institut, Universität Zürich (CH)

ZEUS

II. Faculty of Sciences, Turin University and INFN, Alessandria (I)
National Institute for Nuclear and High Energy Physics (NIKHEF),
Amsterdam (NL)
University of Amsterdam (NL)
Argonne National Laboratory (ANL), Argonne IL (USA)
Andrew University, Berrien Springs MI (USA)
University and INFN, Bologna (I)
Physikalisches Institut, Universität Bonn
H.H. Wills Physics Laboratory, University of Bristol (GB)
Rutherford Appleton Lab., Chilton, Didcot (GB)
Physics Department, Ohio State University, Columbus OH (USA)
Physics Department, Calabria University and INFN, Cosenza (I)
Faculty of Physics and Nuclear Techniques, Academy of Mining
and Metallurgy, Cracow (PL)
Institute of Nuclear Physics, Cracow (PL)
Department of Physics, Jagellonian University, Cracow (PL)
University and INFN, Florence (I)
Laboratori Nazionali di Frascati, INFN, Frascati (I)
Fakultät für Physik, Universität Freiburg
Department of Physics and Astronomy, University of Glasgow (GB)
Deutsches Elektronen-Synchrotron DESY, Hamburg
I. Institut für Experimentalphysik, Universität Hamburg
II. Institut für Experimentalphysik, Universität Hamburg
Physics and Astronomy Department, University of Iowa, Iowa City IA (USA)
Nevis Laboratories, Columbia University, Irvington on Hudson NY (USA)

Institut für Kernphysik, Forschungszentrum Jülich
 Department of Physics, Chonnam National University, Kwangju (ROK)
 High Energy Nuclear Physics Group, Imperial College, London (GB)
 Physics and Astronomy Department, University College, London (GB)
 Department of Physics, University of Wisconsin, Madison WI (USA)
 Departamento de Física Teórica, Universidad Autónoma Madrid (E)
 Department of Physics, McGill University, Montreal (CAN)
 Moscow Engineering and Physics Institute, Moscow (RUS)
 Institute of Nuclear Physics, Moscow State University, Moscow (RUS)
 Department of High Energy Physics, Yale University, New Haven (USA)
 Department of Physics, York University, North York (CAN)
 Department of Physics, University of Oxford (GB)
 Dipartimento di Fisica, University and INFN, Padova (I)
 Department of Particle Physics, Weizmann Institute, Rehovot (IL)
 Dipartimento di Fisica, Università „La Sapienza“ and INFN, Rome (I)
 Polytechnic University, Sagamihara (J)
 University of California, Santa Cruz CA (USA)
 Korea University, Seoul (ROK)
 Institut für Physik, Universität-GH Siegen
 Kyungpook National University, Taegu (ROK)
 School of Physics, University of Tel Aviv (IL)
 Department of Physics, Tokyo Metropolitan University, Tokyo (J)
 Department of Physics, University of Tokyo (J)
 Dipartimento di Fisica Sperimentale and INFN, University of Turin (I)
 Department of Physics, University of Toronto (CAN)
 Institute for Particle and Nuclear Study, KEK, Tsukuba (J)
 Department of Physics, Pennsylvania State University, University Park PA (USA)
 Institut of Experimental Physics, University of Warsaw (PL)
 Institute for Nuclear Studies, Warsaw (PL)
 Faculty of General Education, Meiji Gakuin University, Yokohama (J)
 Deutsches Elektronen-Synchrotron DESY, Zeuthen

HERMES

Department of Physics and Astronomy, Vrije Universeit, Amsterdam (NL)
 National Institute for Nuclear and High Energy Physics (NIKHEF),
 Amsterdam (NL)
 Physics Department, University of Michigan, Ann Arbor MI (USA)
 Physics Division, Argonne National Laboratory, Argonne IL (USA)

Dipartimento di Fisica dell'Università and INFN, Bari (I)
Nuclear Physics Laboratory, University of Colorado, Boulder CO (USA)
Department of Physics, Simon Fraser University, Burnaby (CAN)
Laboratory for Nuclear Science, MIT, Cambridge MA (USA)
Joint Institute for Nuclear Research (JINR), Dubna (RUS)
Department of Physics, University of Alberta, Edmonton (CAN)
Physikalisches Institut, Universität Erlangen-Nürnberg
Dipartimento di Fisica dell'Università and INFN, Ferrara (I)
Laboratori Nazionali di Frascati, INFN, Frascati (I)
Fakultät für Physik, Universität Freiburg
Department of Subatomic and Radiation Physics, University of Gent (B)
Deutsches Elektronen-Synchrotron DESY, Hamburg
Max-Planck-Institut für Kernphysik, Heidelberg
Department of Physics, New Mexico State University, Las Cruces NM (USA)
Physics Department, University of Liverpool (GB)
Department of Physics, University of Wisconsin, Madison WI (USA)
P.N. Lebedev Physical Institute, Moscow (RUS)
Sektion Physik, Universität München
W.K. Kellogg Radiation Laboratory, California Institute of Technology,
Pasadena CA (USA)
Petersburg Nuclear Physics Institute (PNPI), Russian Academy of Sciences,
St. Petersburg (RUS)
Department of Physics and Astronomy, University of Pennsylvania,
Philadelphia PA (USA)
Institut für Theoretische Physik, Universität Regensburg
Sezione Sanità, INFN, Rome (I)
Physics Laboratory, Istituto Superiore di Sanità, Rome (I)
Department of Physics, Tokyo Institute of Technology, Tokyo (J)
Department of Physics, University of Illinois, Urbana IL (USA)
TRIUMF, Vancouver (CAN)
Yerevan Physics Institute, Yerevan (ARM)
Deutsches Elektronen-Synchrotron DESY, Zeuthen

HERA-B

National Institute for Nuclear and High Energy Physics (NIKHEF),
Amsterdam (NL)
Department of Physics, University of Texas, Austin TX (USA)
Facultat de Física, University of Barcelona (E)

Institute for High Energy Physics, Beijing (VRC)
 Department of Physics, Tsinghua University, Beijing (VRC)
 Institut für Experimentelle Teilchenphysik, Humboldt Universität, Berlin
 Dipartimento di Fisica, Università di Bologna and INFN, Bologna (I)
 Physics Department, University of Cincinnati OH (USA)
 LIP, Departamento de Física, University of Coimbra (P)
 Wayne State University, Detroit MI (USA)
 Institut für Physik, Universität Dortmund
 Joint Institute for Nuclear Research (JINR), Dubna (RUS)
 Department of Physics and Astronomy, Northwestern University,
 Evanston IL (USA)
 Deutsches Elektronen-Synchrotron DESY, Hamburg
 II. Institut für Experimentalphysik, Universität Hamburg
 Max-Planck-Institut für Kernphysik, Heidelberg
 Physikalisches Institut, Universität Heidelberg
 Physics Department, University of Houston TX (USA)
 Institute for Nuclear Research, Ukrainian Academy of Science, Kiev (UA)
 Niels Bohr Institute, Copenhagen (DK)
 LIP, Departamento de Física, University of Lisbon (P)
 Inst. J. Stefan and Department of Physics, University of Ljubljana (SLO)
 University of Lund (S)
 University of California, Los Angeles CA (USA)
 Institut für Informatik, Universität Mannheim
 Institute for Theoretical and Experimental Physics (ITEP), Moscow (RUS)
 Department of Physics, Moscow Physical Engineering Institute (MEPHI),
 Moscow (RUS)
 Max-Planck-Institut für Physik, München
 Department of Physics, University of Oslo (N)
 Fachbereich Physik, Universität Rostock
 Institut für Physik, Universität-GH Siegen
 High Energy Physics Division, Nuclear Physics Institute (PNPI),
 St. Petersburg (RUS)
 Department of Physics, Brookhaven National Laboratory, Upton NY (USA)
 Subatomic Physics Department, University of Utrecht (NL)
 Deutsches Elektronen-Synchrotron DESY, Zeuthen
 Physik Institut, Universität Zürich (CH)

Im HASYLAB

II. Physikalisches Institut, Rheinisch-Westfälische Technische Hochschule Aachen
Orthopaedic Research Laboratory, Aarhus University Hospital, Aarhus (DK)
Agric University Norway, Aas (N)
Institute for Atomic and Molecular Physics, FOM, Amsterdam (NL)
Istituto de Scienze Fisiche Fac. Med., Università degli Studi di Ancona (I)
Department of Chemistry, University of Antwerpen (Wilrijk) (B)
Institut für Experimentalphysik II, Lehrstuhl für Experimentalphysik IV,
Institut für Festkörperchemie, Universität Augsburg
Lehrstuhl für Kristallographie, Universität Bayreuth
Synchrotron Radiation Laboratory, Beijing (VRC)
Institut für Atom- und Festkörperphysik, Institut für Experimentalphysik,
Institut für Kristallographie, Institut für Physikalische und Theoretische Chemie,
Freie Universität Berlin
Fritz-Haber-Institut, Max-Planck-Gesellschaft, Berlin
Abteilung Synchrotronstrahlung, Hahn-Meitner-Institut, Berlin
AG Röntgenbeugung, Fachbereich Physik, Institut für Anorganische und
Allgemeine Chemie, Humboldt Universität zu Berlin
Max-Born-Institut, Berlin
Paul-Drude-Institut, Berlin
Institut für Atomare und Analytische Physik, I.-N. Stranski Institut,
Technische Universität Berlin
Fakultät für Chemie, Universität Bielefeld
Institut für Experimentalphysik, Institut für Festkörperphysik, Institut für Mineralogie,
Lehrstuhl für Technische Chemie, Ruhr-Universität Bochum
Institut für Anorganische Chemie, Mineralogisch-Petrologisches Institut, Universität Bonn
Fachbereich Physik, Institut für Festkörperphysik, Universität Bremen
Department of Earth Sciences, University of Bristol (GB)
KFKI Research Institute for Particle & Nuclear Physics, Budapest (H)
Department of Nuclear Chemistry, Eötvös University, Budapest (H)
Institute for Physical Chemistry, Technical University Budapest (H)
Firma Dynamite Nobel GmbH, Buebach
Laboratorio Nacional de Luz Sincrotron, Campinas (BR)
Physics Department, SIUC, University of Illinois, Carbondale (USA)
Department of Chemistry, University of Chicago (USA)
ISIS Facility, Chilton (GB)
Institut für Metallkunde und Metallphysik, Physikalisches Institut,
Technische Universität Clausthal, Clausthal-Zellerfeld

CISMI, Niels Bohr Institute, Oersted Laboratorie, University of Copenhagen (DK)
Micro Research Center, Cork (IRL)
Department of Solid State Physics, Faculty of Physics & Nuclear Technology,
Institute of Nuclear Physics, Academy of Mining and Metallurgy, Cracow (PL)
Deutsches Kunststoff Institut, Fachbereich Materialwissenschaften, FB 21/Strukturforschung,
Institut für Physikalische Chemie, Technische Universität Darmstadt
IRI, Technical University Delft (NL)
LRRS, Université de Bourgogne, Dijon (F)
Institut für Maschinenbau, Lehrstuhl für Anorganische Chemie,
Lehrstuhl für Experimentelle Physik I, Lehrstuhl für Qualitätswesen, Universität Dortmund
Forschungszentrum Rossendorf, Dresden
Fraunhofer Institut für Zerstörungsfreie Prüfverfahren, Dresden
Institut für Festkörper- und Werkstoffforschung IFW, Dresden
Institut für Kristallographie und Festkörperphysik, Institut für Werkstoffwissenschaften,
Technische Universität Dresden
School of Electronic Engineering, Dublin City University, Dublin (IRL)
Joint Institute for Nuclear Research, Dubna (RUS)
Institut für Angewandte Physik, Institut für Physikalische Chemie und Elektrochemie,
Heinrich-Heine-Universität Düsseldorf
Department of Polymer Chemistry and Technology, University of Eindhoven (NL)
Department of Inorganic Chemistry and Catalysis, Physics of Surfaces & Interfaces,
Laboratory of Chemical Reactor Engineering, University of Technology Eindhoven (NL)
University of Twente, Enschede (NL)
Experimental Physics, Ural State Technical University, Ekaterinburg (RUS)
Lehrstuhl für Kristallographie, Universität Erlangen-Nürnberg
Dipartimento di Chimica, Istituto di Mineralogia, Università di Ferrara (I)
Institut für Physikalische Chemie, Technische Universität Bergakademie Freiberg
Kristallographisches Institut, Universität Freiburg
Institut für Extraterrestische Physik, Max-Planck-Gesellschaft, Garching
Institut für Kristallographie und Angewandte Mineralogie,
Ludwig-Maximilians-Universität München, Garching
Physik Department E13, E15, E17, E19, E20, E21 und E22,
Lehrstuhl für Technische Chemie II, Technische Universität München, Garching
EC Institute for Ref. Materials and Measurements, Geel (B)
GKSS-Forschungszentrum GmbH, Geesthacht
Laboratory of Protein Biochemistry/-engineering, University of Ghent (NL)
Institut für Geowissenschaften und Lithosphärenforschung, Justus-Liebig-Universität Gießen
MPI für Kolloid- und Grenzflächenforschung, Max-Planck-Gesellschaft, Golm/Potsdam
I. Physikalisches Institut, Mineralogisch-Kristallographisches Institut, Universität Göttingen

Institut für Festkörperphysik, Universität Graz (A)
Fachbereich Chemie, Institut für Chemie und Biochemie,
Ernst-Moritz-Arndt-Universität, Greifswald
DRFMC SI3M, CEA Grenoble (F)
University of Guelph (CAN)
Department of Polymer Engineering, University of Minho, Guimaraes (P)
Fachbereich Physik, Institut für Physikalische Chemie, Martin-Luther-Universität Halle
AG für Strukturelle Molekularbiologie, Max-Planck-Gesellschaft, Hamburg
Deutsches Elektronen-Synchrotron DESY, Hamburg
European Molecular Biology Laboratory (EMBL), Außenstelle Hamburg
Firma MAR Research, Hamburg
Arbeitsbereich Umweltschutz, Polymer Composites, Technische Universität Hamburg-Harburg
II. Institut für Experimentalphysik, Mineralogisch-Petrographisches Institut,
Institut für Angewandte Physik, Institut für Anorganische und Angewandte Chemie,
Institut für Physikalische Chemie, Institut für Technische und Makromolekulare Chemie,
Universitäts-Krankenhaus Eppendorf, Universität Hamburg
Institut für Anorganische Chemie, Institut für Fertigungstechnik, Institut für Mineralogie,
Institut für Festkörperphysik, Institut für Halbleitertechnologie, Universität Hannover
National Synchrotron Radiation Laboratory, Hefei, Anhui (VRC)
MPI für medizinische Forschung, Max-Planck-Gesellschaft, Heidelberg
Optoelectronics Laboratory, Helsinki University of Technology, Helsinki (FIN)
Department of Physics, University of Helsinki (FIN)
SPring-8 Project, Hyogo, Japan
Roentgen-Analytic-Service, Itzehoe
Otto-Schott-Institut für Glaschemie, Friedrich-Schiller-Universität Jena
Institute of Earth Sciences, Hebrew University of Jerusalem (IL)
Institut für Festkörperforschung, Institut für Streumethoden, Forschungszentrum Jülich
Institut für Nukleare Entsorgungstechnik, Institut für Technische Chemie,
Forschungszentrum Karlsruhe
Institut für Keramik im Maschinenbau, Institut für Physikalische Chemie,
Institut für Technische Chemie, Institut für Werkstoffkunde I, Physikalisches Institut,
Polymer-Institut, Universität Karlsruhe
Verkin Institute for Low Temperature Physics, Kharkov (UA)
GEOMAR Forschungszentrum für Marine Geowissenschaften,
Institut für Anorganische Chemie, Institut für Experimentelle und Angewandte Physik,
Institut für Mineralogie, Christian-Albrechts-Universität Kiel
Institute for Superhard Materials, Academy of Sciences of the Ukraine, Kiev (UA)
National University of Ireland, Kildare (IRL)

II. Physikalisches Institut, Institut für Physikalische Chemie, Universität Köln
 Fakultät für Chemie, Universität Konstanz
 Fakultät für Chemie und Mineralogie, Fakultät für Physik und Geowissenschaften,
 Institut für Experimentalphysik I, Universität Leipzig
 Katholieke Universiteit Leuven, Leuven-Heverlee (B)
 Department of Physics, IFM, University of Linköping (S)
 Institut für Halbleiterphysik, Universität Linz (A)
 Institute Jozef Stefan, University of Ljubljana (SLO)
 Department of Chemistry, University of Western Ontario, London (CAN)
 Los Alamos National Laboratory, Los Alamos (USA)
 Institut für Physik, Medizinische Universität Lübeck
 Physics Department, Lviv State Franko University, Lviv (UA)
 Research Laboratory, Haldor Topsøe AS, Lyngby (DK)
 Physics Department, Technical University of Denmark, Lyngby (DK)
 Instituto de Ciencia y Tecnología de Polímero, Instituto de Estructura de la Materia,
 Consejo Superior de Investigaciones Científicas, Madrid (E)
 Departamento de Física de la Materia Condensada, Universidad Autónoma Madrid (E)
 Institut für Biochemie, Institut für Geowissenschaften, Institut für Molekulare Biophysik,
 Institut für Physikalische Chemie, Johannes-Gutenberg-Universität Mainz
 Abteilung Geochemie, MPI für Chemie, MPI für Polymerenforschung,
 Max-Planck-Gesellschaft, Mainz
 Institut für Physikalische Chemie, Phillips-Universität Marburg
 CRMC2-CNRS, Campus de Luminy, Département de Physique,
 Université d'Aix-Marseille (F)
 MPI für Biochemie, Max-Planck-Gesellschaft, Martinsried
 Chemistry Department, St. Patrick's College, Maynooth (IRL)
 Institute of Geochemistry and Analytical Chemistry, Moscow (RUS)
 Lebedev Physical Institute, Russian Academy of Science, Moscow (RUS)
 Physics Faculty, Moscow State University, Moscow (RUS)
 Synchrotron Radiation Source, Moscow (RUS)
 Allgemeine und Angewandte Geologie, Institut für Anorganische Chemie,
 Institut für Kristallographie, Sektion Physik, Ludwig-Maximilians-Universität München
 Institut für Anorganische Chemie, Technische Universität München
 MPI für Physik, Max-Planck-Gesellschaft, München
 Anorganisch-Chemisches Institut, Institut für Kernphysik,
 Westfälische Wilhelms-Universität Münster
 Laboratoire L.I.S.E., Université de Notre Dame de la Paix, Namur (B)
 Department of Chemical Engineering, University of Delaware, Newark (USA)

FB 9, TC 2, Fachbereich Chemie, Carl von Ossietzky Universität Oldenburg
LURE, Université de Paris-Sud, Orsay (F)
Fachbereich Physik, Universität Osnabrück
Institute of Atomic Energy, Otwock-Swierk (PL)
Laboratory of Molecular Biophysics, Laboratory of Physiology, University of Oxford (GB)
Fachbereich Physik, Gesamthochschule Paderborn
LM3-MetX, Université Paris Sud (F)
Catalyse en Chimie Organique, Université de Poitiers (F)
Geoforschungszentrum Potsdam
Hochdrucklabor, Institut für Physik, Universität Potsdam
Physics Department, Princeton University, Princeton (USA)
Institut für Angewandte Physik, Universität Regensburg
Department of Materials and Interfaces, Department of Structural Chemistry,
Weizmann Institute of Sciences, Rehovot (IL)
Materials Research Department, Physics Department, Risø National Laboratory, Roskilde (DK)
Fachbereich Physik, Universität Rostock
Zürich Research Laboratory, IBM Corporation, Rüschlikon (CH)
Institut für Anorganische und Analytische Chemie, Strukturforchung,
Universität des Saarlandes, Saarbrücken
Departamento de Fisica Aplicada I, Universidad de San Sebastian (E)
IFQSC, University of Sao Paulo (BR)
Osram GmbH, Schwabmünchen
Department of Semiconductor Science, Dongguk University, Seoul (ROK)
Fachbereich Physik, Universität Siegen
Department of Biophysics, Department of Physical Chemistry, University of Sofia (BG)
Department of Chemistry, Royal Institute of Technology, Stockholm (S)
Structural Chemistry, Stockholm (S)
MPI für Festkörperforschung, MPI für Metallforschung, Max-Planck-Gesellschaft, Stuttgart
Staatliche Materialprüfungsanstalt MPA, Stuttgart
Institut für Physikalische Chemie, Universität Stuttgart
Institute of Physics, University of Tartu (EW)
Dipartimento di Scienza, Università degli Studi di Torino (I)
Institute of Physics, N. Copernicus University, Torun (PL)
Institut für Anorganische Chemie, Institut für Kristallographie, Universität Tübingen
Abteilung für Festkörperphysik, Abteilung für Experimentelle Physik,
Abteilung Oberflächenchemie und Katalyse, Universität Ulm
National Synchrotron Light Source, Brookhaven National Laboratory, Upton (USA)

Debye Institute, Department of Inorganic Chemistry, University of Utrecht (NL)
Dipartimento di Chimica Fisica, Università degli Studi di Venezia (I)
LIMHP, Centre Paris-Nord, Villetaneuse (F)
Allgemeine Energieforschung, Swiss Light Source Project, Paul Scherrer Institut, Villigen (CH)
Institute of Physics, University of Warsaw (PL)
High Pressure Research Center, Institute of Fundamental and Technical Research, Institute of Physics, Polish Academy of Sciences, Warsaw (PL)
Institut für Angewandte und Technische Physik, Institut für Physikalische Chemie, Technische Universität Wien (A)
Atominstitut Wien, Universität Wien (A)
Institut für Materialwissenschaften, Universität Wuppertal
Abteilung für experimentelle Zahnmedizin, Lehrstuhl für Experimentalphysik IV, Mineralogisches Institut, Physikalisches Institut, Universität Würzburg
Institut für Biomedizinische Technik, Institut für Kristallographie & Petrographie, Laboratorium für Festkörperphysik, Laboratorium für Technische Chemie, ETH Zürich (CH)

Bei der TESLA Test Facility

Rheinisch-Westfälische Technische Hochschule, Aachen
Argonne National Laboratory (ANL), Argonne IL (USA)
Fermi National Accelerator Laboratory (FNAL), Batavia (USA)
Institute for High Energy Physics (IHEP), Academia Sinica, Beijing (VRC)
Tsinghua University, Beijing (VRC)
BESSY Berlin
Hahn-Meitner Institut Berlin
Max-Born-Institut, Berlin
Technische Universität Berlin
Institute of Nuclear Physics, Cracow (PL)
University of Mining and Metallurgy, Cracow (PL)
Technische Universität Darmstadt
Technische Universität Dresden
Joint Institute for Nuclear Research (JINR), Dubna (RUS)
Laboratori Nazionali di Frascati, INFN, Frascati (I)
Universität Frankfurt
GKSS-Forschungszentrum Geesthacht
CEA/DSM DAPNIA, CE-Saclay, Gif-sur-Yvette (F)
Deutsches Elektronen-Synchrotron DESY, Hamburg

Universität Hamburg
Institute of Physics, Helsinki (SF)
Cornell University, Ithaca NJ (USA)
Forschungszentrum Karlsruhe
Istituto Nazionale di Fisica Nucleare (INFN), Legnaro (I)
University of California Los Angeles CA (USA)
Istituto Nazionale di Fisica Nucleare (INFN), Milan (I)
Moscow Engineering and Physics Institute, Moscow (Rus)
Budker Institute for Nuclear Physics (BINP), Novosibirsk (RUS)
Laboratoire de l'Accélérateur Linéaire (LAL), IN2P3, Orsay (F)
Institut de Physique Nucléaire (IPN), Orsay (F)
Soltan Institute for Nuclear Studies, Otwock-Swierk (PL)
Institute for High Energy Physics (IHEP), Protvino (RUS)
Istituto Nazionale di Fisica Nucleare (INFN), Rome (I)
University Rome II (I)
Universität Rostock
Institute for Nuclear Research (INR), Russian Academy of Sciences, Troitsk (RUS)
Institute of Physics, Warsaw (PL)
Institute of Experimental Physics, Warsaw (PL)
Polish Academy of Science, Warsaw (PL)
Polish Atomic Energy Agency, Warsaw (PL)
Bergische Universität-GH Wuppertal
Yerevan Physics Institute, Yerevan (ARM)
Deutsches Elektronen-Synchrotron DESY, Zeuthen

Bereich Forschung (F)

Inhalt

Übersicht	33
H1-Experiment	39
ZEUS-Experiment	53
HERMES-Experiment	67
HERA-B-Experiment	77
Forschung an Lepton Collidern	91
Theoretische Physik	97
Hamburger Synchrotronstrahlungslabor HASYLAB	103
Europäisches Laboratorium für Molekularbiologie EMBL Außenstelle Hamburg	113
Max-Planck-Gesellschaft Arbeitsgruppen für Strukturelle Molekularbiologie	121
Elektronik-Entwicklung	127
Bibliothek und Dokumentation	133
Presse- und Öffentlichkeitsarbeit	137

Übersicht F-Bereich

Experimentierbetrieb bei HERA

Im Berichtsjahr 1999 wurde HERA von Januar bis Dezember bei 27.5 GeV Elektronen/Positronen- und 920 GeV Protonen-Energie betrieben. Bis Juni wurden von jedem der beiden Experimente H1 und ZEUS Elektron-Proton-Daten entsprechend einer integrierten Luminosität von etwa 15 pb^{-1} und nach einer siebenwöchigen Unterbrechung Positron-Proton-Daten von etwa 20 pb^{-1} genommen. Die hohe Luminosität bei meist guten Strahlbedingungen machte 1999 zu dem bisher erfolgreichsten Betriebsjahr von HERA. Regelmäßige Unterbrechungen des Luminositätsbetriebs erlaubten dem HERA-B-Experiment, beinahe alle Detektorkomponenten zu installieren und in Betrieb zu nehmen. Ein Schwerpunkt des HERA-Betriebs lag in der Optimierung des gleichzeitigen Betriebs aller vier Experimente. Es mussten viele Kompatibilitätsprobleme gelöst werden, bis gegen Ende des Jahres ein effizienter, gemeinsamer Betrieb gelang.

Anfang 2000 wurde das HERA-Programm bis zum Beginn der Betriebsunterbrechung 2000 festgelegt: Betrieb mit Positronen bis Ende April 2000 und ab dann bis 4. September Betrieb mit Elektronen. Anschließend beginnt der Umbau von HERA und der Experimente mit dem Ziel, die Luminosität um einen Faktor vier bis fünf zu erhöhen und polarisierte Elektronen in drei Wechselwirkungszonen zur Verfügung zu stellen.

Elektronen-Polarisation

Der Betrieb von HERA im Jahr 1999 zeichnete sich auch durch stabile und hohe Polarisation der Elektronen/Positronen aus, die für das HERMES-Experiment von entscheidender Bedeutung ist. Zum besseren Verständnis der systematischen Fehler wurde etwa einmal

pro Monat die Richtung der Polarisation am HERMES-Wechselwirkungspunkt umgekehrt. Der Wert der Polarisation wird mit Hilfe von zwei Compton-Polarimetern mit einer systematischen Genauigkeit von etwa 4% gemessen. Im Berichtsjahr wurden sehr große Fortschritte, besonders im Verständnis des longitudinalen Polarimeters, erzielt.

Nach der Betriebspause 2000 werden auch den Experimenten H1 und ZEUS longitudinal polarisierte Elektronen zur Verfügung stehen. Für eine präzise Messung der elektroschwachen Kopplungen und der empfindlichen Suche nach rechtshändigen geladenen Strömen muss eine Meßgenauigkeit von etwa 1% erreicht werden. Die Gruppe POL2000, die aus Mitarbeitern von HERA und allen an der Polarisation interessierten Experimenten besteht, hat einen entsprechenden Experimentierorschlag ausgearbeitet, der inzwischen vom Direktorium genehmigt wurde. Mit den vorbereitenden Arbeiten wurde begonnen.

Die Experimente H1 und ZEUS

Beide Experimente fanden gute Strahlbedingungen vor und nahmen zuverlässig und effizient Daten. Probleme mit den H1-Spurkammern, die Ende 1999 auftraten, konnten inzwischen behoben werden. Die gesamte integrierte Luminosität mit Elektronen konnte verdreifacht werden und beträgt nun etwa 18 pb^{-1} , die für Positronen erreicht inzwischen etwa 66 pb^{-1} .

Mit der präzisen Messung der Wirkungsquerschnitte für neutrale und geladene Ströme bei Impulsübertragsquadraten zwischen 150 und 50 000 GeV^2 konnten die genauen Vorhersagen des Standard-Modells der Teilchenphysik auch in dem Bereich überprüft werden, in dem schwache und elektromagnetische Kräfte gleich stark sind. Die gute Übereinstimmung mit den Daten ist

ein großer Erfolg für die elektroschwache Theorie und die perturbative Quantenchromodynamik (QCD). Aus den Daten lässt sich eine obere Grenze für die Größe der Quarks und Elektronen von $1.7 \cdot 10^{-16}$ cm, also einem Tausendstel des Proton-Radius, angeben, und neue Wechselwirkungen mit Energieskalen zwischen 2 und 5 TeV können ausgeschlossen werden. Der 1997 gefundene mögliche Überschuss von Ereignissen bei hohen Impulsüberträgen hat sich nicht verstärkt – für eine endgültige Klärung ist die höhere Luminosität nach dem Umbau im Jahre 2000 notwendig.

Bei kleinen Q^2 -Werten und Partonimpulsanteilen x_{Bj} bis hinab zu $2 \cdot 10^{-6}$, dem Grenzbereich der Gültigkeit perturbativer QCD, wurde die Proton-Strukturfunktion F_2 genau vermessen und mit verschiedenen Modellen verglichen. Weitere Untersuchungen zur QCD wurden durch die Messung der Wirkungsquerschnitte für Jet-Erzeugung, für die Erzeugung von Vektormesonen aus leichten sowie aus schweren Quarks und aus der Bestimmung des Energieflusses und der Impulsverteilung verschiedener Teilchen durchgeführt.

Beide Kollaborationen haben im Jahr 1999 intensiv an den Vorbereitungen für die Luminositätssteigerung gearbeitet, vor allem an Verbesserungen der Luminositätsmessung und der Spurdetektoren, an Präzisions-Vertexdetektoren sowie an Erweiterungen der Trigger.

Das HERMES-Experiment

Das HERMES-Experiment nahm im Berichtsjahr 2.3 Millionen Ereignisse der tiefunelastischen Streuung polarisierter Elektronen an einem longitudinal polarisierten Deuterium-Target auf. Zusammen mit den Daten von einem polarisierten Proton-Target, die bereits 1996/97 genommen wurden, erlaubt dies die präzise Vermessung der Spinstruktur des Nukleons. Außerdem wurden Daten mit unpolarisiertem Deuterium, Stickstoff, Krypton sowie, als Vorbereitung für das Physikprogramm nach 2000, Testdaten mit einem transversal polarisierten Wasserstoff-Target genommen. Ende 1999 konnte durch eine lateral kleinere Targetzelle die Targetdichte um 50% erhöht werden. Seit Anfang 2000 werden mit diesem Target erfolgreich Daten genommen. Die HERMES-Kollaboration hat im Berichtsjahr ein Physikprogramm für die Jahre 2001 bis 2006 vorgestellt, das vom PRC sehr positiv begutachtet und vom Direktorium genehmigt wurde.

Zu den wichtigsten physikalischen Ergebnissen zählen ein erster Hinweis auf den Gluonen-Beitrag zum Nukleon-Spin und die experimentell erstmals gefundene azimutale Spin-Asymmetrie positiver Pionen bezüglich der Lepton-Streuebene.

Das HERA-B Experiment

Ziel des HERA-B Experiments ist die Untersuchung von Teilchen, die Charm- und Bottom-Quarks enthalten. Zentrales Ziel ist die Messung der CP-Asymmetrie bei B-Zerfällen. Weitere Fragestellungen sind Oszillationen zwischen B_s -Mesonen und ihren Antiteilchen, seltene Zerfälle schwerer Quarks sowie das Studium der QCD mit Hilfe der hadronischen Erzeugung schwerer Quarks. Wegen des großen physikalischen Interesses an der CP-Asymmetrie werden an extra dazu gebauten Elektron-Proton-Speicherringen am SLAC (USA) und bei KEK (Japan) komplementäre Messungen durchgeführt.

Bei Wechselwirkungsraten von 40 MHz sind die Anforderungen an das Experiment außergewöhnlich und bisher unerreicht. Bezogen auf diese Wechselwirkungsrate muss für den Zerfallskanal, in dem die CP-Asymmetrie gemessen werden soll, ein Unterdrückungsfaktor von 10^{12} erreicht werden. Im Jahr 1999 hat das HERA-B-Experiment auf praktisch allen kritischen Gebieten entscheidende Durchbrüche erreicht: Langzeitbetrieb des Targets, weitgehende Fertigstellung und Inbetriebnahme der inneren und äußeren Spurkammern, Erprobung des Datennahmesystems, verschiedene Tests des Triggers und der Datenanalyse. Auch wenn noch weiterhin große Fortschritte im Einlaufen des Detektors und Triggers erzielt werden müssen, erscheint es möglich, dass bereits mit den Daten, die noch vor der HERA-Betriebsunterbrechung 2000 genommen werden, wichtige physikalische Ergebnisse erzielt werden können.

Forschung an Lepton Collidern

Im Rahmen der seit Frühjahr 1998 durchgeführten ECFA-DESY-Studie werden die physikalischen Fragestellungen, die mit TESLA beantwortet werden können, untersucht und erste Ideen für einen

TESLA-Detektor ausgearbeitet. Die von den Maschinenphysikern aufgezeigte Erhöhung der Luminosität erlaubt eine eindrucksvolle Erweiterung des TESLA-Physikprogramms. An der Studie nehmen zahlreiche Wissenschaftler aus vielen europäischen und außereuropäischen Ländern teil.

Aus den Untersuchungen ergibt sich, dass auch nach der Entdeckung der Higgs-Bosonen an einem Hadron-Collider ein Linearcollider wie TESLA notwendig sein wird, um durch präzise Messungen der Higgs-Eigenschaften die Frage nach dem Ursprung der Teilchenmassen zu beantworten. Dies gilt auch für die Frage nach der Vereinheitlichung der starken mit der elektroschwachen Kraft, wo zum Beispiel das von vielen Physikern als sehr attraktiv angesehene Konzept der Supersymmetrie mit ausreichender Präzision untersucht werden kann.

Die Detektorstudien haben zu einem wesentlich verbesserten Verständnis des Untergrundes von niederenergetischen Photonen und Elektron-Positron-Paaren von Strahl-Strahl-Wechselwirkungen und der Granularität und Messgenauigkeit des Detektors geführt, die für die Beantwortung der physikalischen Fragestellungen notwendig sind. Für die einzelnen Detektorkomponenten, wie Abschirmmasken, Vertexdetektor, Zentraldetektor, Magnetspule, Kalorimeter, Myon-Detektoren und Triggersystem, liegen inzwischen Konzepte vor. Mit kleineren Vorversuchen für einzelne Detektorkomponenten, wie zum Beispiel einer Time Projection Chamber (TPC), wurde in Hamburg begonnen.

In kleineren Studien werden physikalische Fragestellungen für die Optionen TESLA in Kombination mit HERA (Elektron-Proton-Wechselwirkungen) und TESLA mit Kollisionen an Kernen (Wechselwirkungen polarisierter Elektronen mit polarisierten bzw. unpolarisierten Kernen) untersucht.

Theorie der Elementarteilchen

In enger Zusammenarbeit mit Mitarbeitern des II. Instituts für Theoretische Physik der Universität Hamburg und zahlreichen Gästen hat sich die DESY-Theoriegruppe auf folgende Themen konzentriert: Quantenchromodynamik, Flavor-Physik der schweren

Quarks und Neutrinos, Higgs-Mechanismus, Gravitation, Kosmologie, Stringtheorie, Gittereichtheorie und mathematische Physik.

Auf dem Gebiet der QCD wurden Fortschritte im Verständnis der für die HERA-Physik wichtigen Gebiete der Proton-Strukturfunktion und der diffraktiven Streuung erzielt. Auch die theoretischen und phänomenologischen Untersuchungen zu QCD-Instantonen wurden soweit fortgeführt, dass mit experimentellen Suchen bei H1 und ZEUS begonnen werden konnte.

In Hinblick auf Experimente am TESLA-Elektron-Positron-Collider wurden die präzise Massenbestimmung der Top-Quarks bei Paarerzeugung nahe der Schwelle, der Higgs-Mechanismus zur Erzeugung von Teilchenmassen und supersymmetrische Erweiterungen des Standard-Modells untersucht. Außerdem konnte für den Fall, dass der Higgs-Mechanismus in der Natur nicht realisiert sein sollte, gezeigt werden, dass W-Bosonen bei Energien von etwa 1 TeV stark wechselwirken. Dies kann an TeV-Elektron-Positron-Collidern getestet werden. Für Charginos, die supersymmetrischen Partner der W-Bosonen und der geladenen Higgs-Bosonen, wurde nachgewiesen, dass durch Messungen mit polarisierten Elektronen und Positronen die Fundamentalparameter des Chargino-Sektors experimentell vollständig rekonstruiert werden können.

Das starke Interesse an den experimentellen Hinweisen auf endliche Neutrino-Massen und Mischungen und am experimentellen Programm zum Nachweis der CP-Verletzung bei B-Mesonen hat zu einer Reihe theoretischer Untersuchungen auf dem Gebiet der Flavor-Physik geführt. Der Zusammenhang zwischen der Mischung im Lepton- und im Quark-Sektor wurde im Rahmen vereinheitlichter Theorien untersucht. Für supersymmetrische Theorien wurde unter anderem eine Wahrscheinlichkeit für den radiativen Zerfall des Myons in ein Elektron vorhergesagt, der in den nächsten Jahren experimentell überprüft werden kann. Ein weiterer Schwerpunkt der Theoriegruppe sind methodische Untersuchungen zu Quantenfeldtheorien in gekrümmten Räumen und das Studium von Stringtheorien.

Die Gittereichtheorie bietet einen Zugang zur Lösung von vielen Problemen, die im Rahmen der Störungstheorie nicht behandelt werden können. Schwerpunkte waren Untersuchungen zu chiralen Symmetrien in Eichfeldtheorien und Aspekte möglicher Theorien jenseits

des Standard-Modells. Außerdem wurden neue Algorithmen für die numerische Simulation fermionischer Quantenfeldtheorien entwickelt.

Experimente mit Synchrotronstrahlung

Für die Forschung mit Synchrotronstrahlung bei DESY wurden im Jahr 1999 am Speicherring DORIS 5500 Betriebsstunden dediziert und bei PETRA etwa 1800 Stunden zur parasitären Nutzung bereitgestellt. Mehr als 2100 Wissenschaftler und Ingenieure kamen für eine oder mehrere Messzeiten zu HASYLAB, davon führten über 500 Wissenschaftler Arbeiten zu biologischen Fragestellungen an den Instrumenten der EMBL Außenstation durch. Die Ergebnisse sind im HASYLAB Jahresbericht zusammengefasst, der über Internet zugänglich ist. In den vergangenen Jahren wurde es Wissenschaftlern aus dem europäischen Ausland mit Hilfe der Europäischen Kommission ermöglicht, Experimente bei HASYLAB durchzuführen. HASYLAB hat auch für die nächste Förderperiode entsprechende Mittel erhalten.

Im Berichtsjahr wurden wichtige Entscheidungen zu den mittel- und langfristigen Perspektiven der Forschung mit Synchrotronstrahlung bei DESY getroffen. Das langfristige Ziel besteht in Bau und Betrieb einer Röntgenlaser-Anlage als Teil des TESLA-Projektes. Der in Bau befindliche Freie-Elektronen-Laser (FEL) für den Spektralbereich des Vakuum-Ultravioletten (VUV) und weichen Röntgenlichtes ist zum einen als integrierter Systemtest für TESLA zu sehen, zum anderen eröffnet er neue, bislang einmalige Möglichkeiten zum Studium von Atomen, Molekülen, Clustern und von kondensierter Materie auf der Zeitskala von 400 Femtosekunden. Für diese Arbeiten ist eine enge Kooperation mit Laserexperten notwendig, und deshalb kommt der Entscheidung der Universität Hamburg, wonach das Laserinstitut aus der Innenstadt auf den DESY-Campus umzieht, besondere Bedeutung zu. Ein zusammen mit der GKSS eingereichtes HGF Strategiefonds-Projekt zur Realisierung der „Seeding Option“ am VUV FEL wurde bewilligt. Mit Hilfe dieser zusätzlichen Einrichtung wird die erzeugte Laserstrahlung auch auf der Zeitachse kohärent. Innerhalb des fünften Rahmenprogramms der Europäischen

Kommission wurde ein Projekt zum Aufbau der Infrastruktur für „pump&probe“ Experimente am VUV FEL genehmigt.

1999 wurden die Voraussetzungen für den Aufbau einer neuen Arbeitsgruppe für Strukturbiologie geschaffen. In diesem Zusammenhang ist auch die Entscheidung zu sehen, dass DESY während des Baus von TESLA und der Inbetriebnahme der Anlage Synchrotronstrahlung von Speicherringen zur Verfügung stellen wird. Es wurde eine Arbeitsgruppe eingerichtet, die Möglichkeiten zur Verbesserung der Emittanz des DORIS-Speicherrings untersucht unter der Randbedingung, dass zumindest die jetzigen Wiggler-Strahlführungen erhalten bleiben. Eine zweite Arbeitsgruppe studiert weitere Möglichkeiten für die Forschung mit Synchrotronstrahlung am PETRA-Speicherring.

TESLA Test Facility

Zur TESLA Test Facility (TTF) hat die FDET Gruppe maßgeblich beigetragen. Schwerpunkte waren der Betrieb der TTF, die Entwicklung und Erprobung neuer Methoden zur Strahldiagnose, die vor allem für den FEL (Freie-Elektronen-Laser) wesentlich sind, und die Mitarbeit am Entwicklungsprogramm zur Erhöhung der Beschleunigungsgradienten in supraleitenden Niob-Resonatoren. Mehr Information findet man im Abschnitt M-Bereich dieses Jahresberichts.

Technische Entwicklungsgruppen

Die Technischen Entwicklungsgruppen unterstützen die Experimente bei HASYLAB und der Teilchenphysik auf den Gebieten digitale und analoge Signalverarbeitung, Opto- und Mikroelektronik, spezielle Programmentwicklungen, Reparaturservice für Elektronik und Rechner, Wartung von Detektorkomponenten, Bestückung- und Bond-Dienstleistungen, und die Betreuung der Videokonferenz-Anlagen. Außerdem werden eigenständige Entwicklungsarbeiten durchgeführt. Beispiele sind ein verteiltes Transienten-Rekorder-System für Beschleuniger und ein Multizellen-Silizium-Driftkammerdetektor-System für die Holographie mit Röntgenstrahlen bei HASYLAB.

Bibliothek und Dokumentation

Die Gruppe sammelt die von den DESY-Mitarbeitern benötigte Fachliteratur und verwaltet den Druck der am DESY erstellten wissenschaftlichen Veröffentlichungen (1999 sind dies 201 DESY-Berichte, 6 Diplom- und 40 Doktorarbeiten, 3 Konferenzabhandlungen und 133 Manuskripte in Fachzeitschriften). In enger Zusammenarbeit mit der Bibliothek des SLAC wird die gesamte Literatur der Hochenergiephysik dokumentarisch bearbeitet, in der Datenbank HEP aktualisiert und im WWW zugänglich gemacht. Die Zentralbibliothek in Hamburg und die Bibliothek in Zeuthen informieren ihre Benutzer elektronisch über das WWW und darüber hinaus in gedruckten Bibliotheksmitteilungen über Neuanschaffungen und Titel und Kurzfassungen von Publikationen in ausgewählten Zeitschriften.

Presse und Öffentlichkeitsarbeit

Die Gruppe Presse und Öffentlichkeitsarbeit (PR) ist der zentrale Ansprechpartner für Informationen über die Arbeit bei DESY. Sie stellt der Öffentlichkeit ein aktuelles und vielfältiges Spektrum an Informationsangeboten zur Verfügung. Dazu gehören der direkte Kontakt zu den Medien, die Herausgabe von Informationsschriften, ein Besichtigungsprogramm (11 000 Besucher im Jahr 1999) und die Präsentation bei Messen und Ausstellungen. Besonderen Wert legt DESY auch auf ein breitgefächertes Informationsangebot für Schüler und Lehrer. Beispiele sind das Projekt physik.begreifen@desy.de und die mit Begeisterung von Schülern aufgenommene Seminarreihe „Faszination Physik“. Nur dank der ak-

tiven Teilnahme aller DESY-Bereiche kann die relativ kleine PR-Gruppe dieses weit gefächerte Programm durchführen.

Ein besonderer Arbeitsschwerpunkt der PR-Gruppe ist die Vorbereitung der Ausstellung „Licht der Zukunft“, die im Rahmen der Weltausstellung EXPO-2000 vom 1. Juni bis 31. Oktober täglich am DESY-Gelände stattfinden wird.

Konferenzen und Workshops

Wie in jedem Jahr fanden in Hamburg und Zeuthen eine Reihe von Festveranstaltungen, Tagungen und Workshops statt.

Besonders hervorzuheben sind

– das Gedenkkolloquium am 7. Juli für Bjørn H. Wiik

und die folgenden Tagungen:

- DIS-99, International Workshop on Deep Inelastic Scattering and QCD, 19–23 April 1999, Zeuthen;
- Workshop on Polarized Protons at High Energies, 17–20 May 1999, Hamburg;
- Workshop on Physics with HERA as eA Collider, 25–26 May 1999, Hamburg;
- 21st International Conference on Free Electron Lasers and 6th FEL Application Workshop, 23–28 Aug 1999, Hamburg;
- ν -EWS from the Universe, 29 Sep–1 Oct 1999, Hamburg.

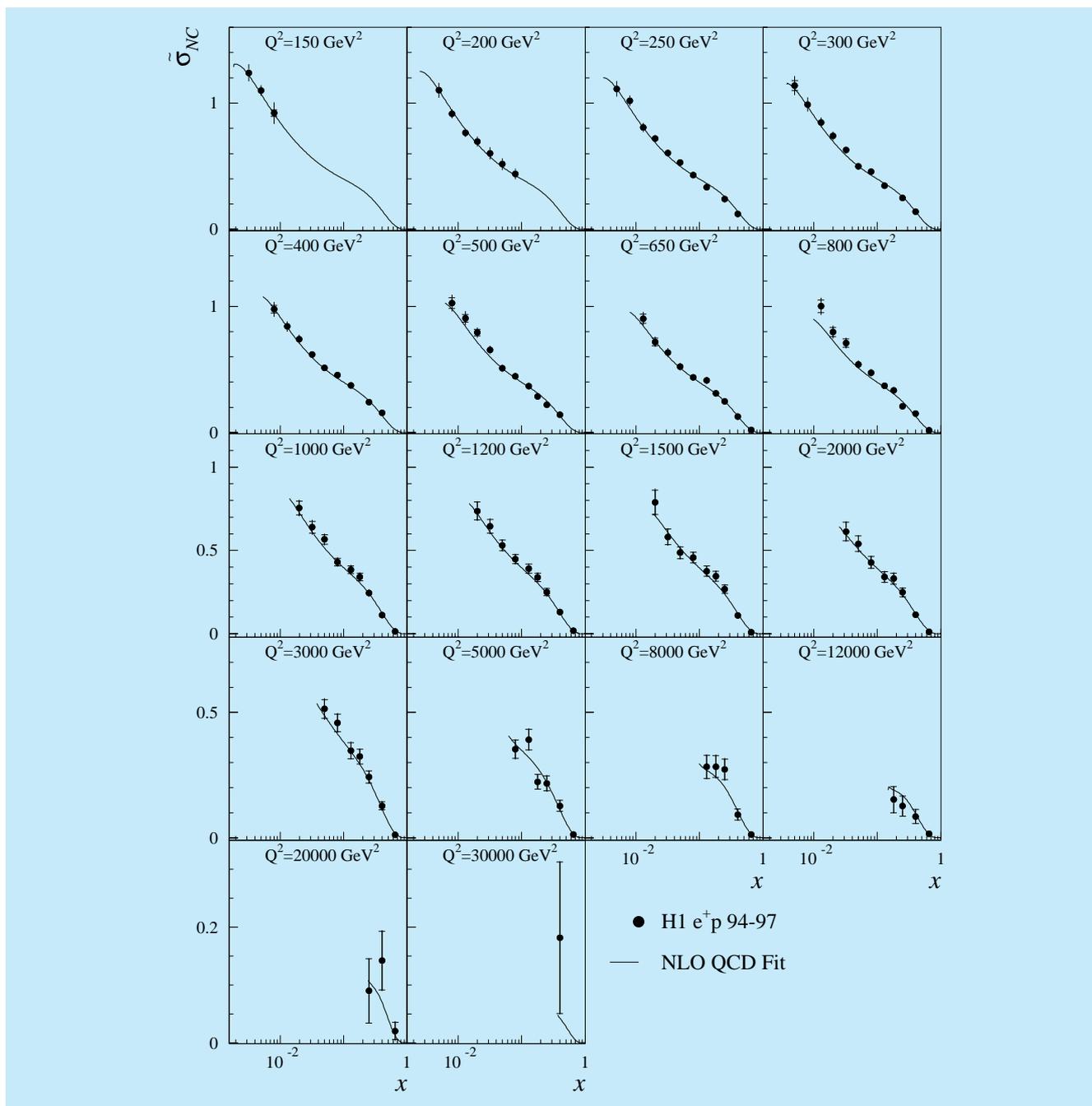


Abbildung 2: Reduzierter Wirkungsquerschnitt für den inklusiven NC-Streuprozess ($e^+p \rightarrow e^+X$) als Funktion des Impulsanteils x des gestreuten Quarks für verschiedene Werte Q^2 der Virtualität des ausgetauschten Bosons, verglichen mit einem auf QCD und der elektroschwachen Theorie beruhenden Fit. Der Anstieg des Wirkungsquerschnitts zu kleinen Werten von x wird durch eine stark ansteigende Dichte der Partonen (Quarks und Gluonen) im Proton interpretiert.

H1-Experiment

Beteiligte Institute: RWTH Aachen, Univ. Antwerpen, Univ. of Birmingham, Inter-Univ. ULB-VUB Brussels, Rutherford Appleton Lab. Chilton, Inst. of Nucl. Phys. Cracow, JINR Dubna, Univ. Dortmund, CEN Saclay, DESY und Univ. Hamburg, Univ. und MPI Kernphys. Heidelberg, Univ. Kiel, Slovak Acad. Sci. Košice, Univ. of Lancaster, Univ. of Liverpool, QMWC London, Univ. of Lund, Univ. of Manchester, Univ. d'Aix-Marseille II, ITEP und Lebedev Inst. Moscow, MPI Phys. München, Univ. de Paris-Sud Orsay, Ec. Polytech. Palaiseau, Univ. Paris VI und VII, Czech Acad. Sci. und Charles Univ. Prag, INFN und Univ. 3 Rom, Paul Scherrer Inst. Villigen, Univ.-GH Wuppertal, Phys. Inst. Yerevan, DESY Zeuthen, ETH und Univ. Zürich.

Sprecher: J. Dainton, Univ. of Liverpool und DESY (bis August 1999); E. Elsen, DESY (ab August 1999)

Das Berichtsjahr war geprägt durch eine sehr lange Periode der Datennahme. Der Luminositätsbetrieb von HERA begann schon im Januar 1999 und endete nach einigen kürzeren Unterbrechungen im Dezember 1999. Das H1-Experiment konnte im e^-p -Betrieb eine für die Physikanalyse nutzbare Luminosität von 14 pb^{-1} und im e^+p -Betrieb von 21 pb^{-1} akkumulieren. Der Detektor arbeitete während der langen Zeit sehr zufriedenstellend mit Ausnahme der Spurdetektoren, die durch zwei Drahtbrüche im zentralen Detektor und durch den Ausfall der Kühlung des Vorwärtsdetektors im letzten Drittel der Luminositätsperiode reduzierte Effizienzen aufwiesen. Im Berichtsjahr wurde intensiv an den Vorbereitungen des für das Jahr 2000 vorgesehenen größeren Detektorumbaus gearbeitet, der es erlauben wird, im Zuge des Programms zur Erhöhung der Luminosität von HERA die Messgenauigkeiten erheblich zu verbessern.

Im Berichtsjahr hat die H1-Kollaboration acht wissenschaftliche Arbeiten publiziert, die überwiegend auf der großen, in den Jahren 1994–1997 im e^+p -Betrieb akkumulierten Luminosität basieren. In diesem Bericht kann nicht auf alle Arbeiten eingegangen werden.

Es wurde eine umfangreiche Publikation zur tief-unelastischen inklusiven Positron-Proton-Streuung für hohe Werte Q^2 des Quadrates des Viererimpul-

ses des bei der Streuung ausgetauschten Eichbosons erarbeitet. Die Analyse umfasst sowohl die Prozesse des Neutralen Stromes (NC) ($e^+p \rightarrow e^+X$) als auch die des geladenen Stromes (CC) ($e^+p \rightarrow \bar{\nu}_e X$). Die Daten erlauben sowohl Tests des Standard-Modells in Bezug auf die Eigenschaften der elektroschwachen Wechselwirkung in einem Bereich, wo die elektromagnetische und die schwache Wechselwirkung vergleichbar stark werden, als auch die Untersuchung der inneren Struktur des Protons. Die Variation der Wirkungsquerschnitte für beide Prozesse über den großen erfassten Bereich der SkalenvARIABLEN Q^2 und x kann im Rahmen der Quantenchromodynamik (QCD) und der elektroschwachen Theorie sehr gut beschrieben werden (siehe Abb. 2 für den NC-Prozess). Die gute Übereinstimmung der Messungen mit dem Standard-Modell erlaubte es, Grenzen auf die Produktionsraten exotischer Teilchen wie Leptoquarks zu setzen.

Mehrere Arbeiten befassen sich mit Untersuchungen des hadronischen Endzustandes der tiefunelastischen Positron-Proton-Streuung. Messungen des Energieflusses und der Eigenschaften der produzierten Jets erlaubten detaillierte Vergleiche mit Vorhersagen der QCD.

Studien zur QCD wurden auch in exklusiven und semi-inkluisiven Prozessen durchgeführt. So erlaubte die Untersuchung der Produktion von vorwärts

gestreuten neutralen Pionen Tests der Parton-Dynamik im Bereich sehr kleiner Anteile des Partons am Gesamtimpuls des Protons. Die Produktion schwerer Quarks ist im Rahmen von Untersuchungen zur QCD besonders interessant, da bereits die hohen Massen von charm- oder bottom-Quarks eine hohe Energieskala setzen. Es wurde in diesem Zusammenhang sowohl die exklusive Produktion von J/ψ -Mesonen studiert, als auch der inklusive Wirkungsquerschnitt für bottom-Produktion bestimmt.

Datennahme und Detektor

Datennahme

Das Berichtsjahr war geprägt durch eine sehr lange Periode des HERA-Luminositätsbetriebes. Nach einer kurzen Betriebspause 1998/99, die zu kleineren Reparaturen und Optimierungen am H1-Detektor genutzt wurde, lief der e^-p -Luminositätsbetrieb schon im Januar 1999 wieder an. Bis zum Ende des e^-p -Betriebes im April 1999 konnte eine nutzbare Luminosität von 14 pb^{-1} im H1-Detektor aufgenommen werden, dies ist um einen Faktor drei höher als im e^-p -Betrieb 1998. Im Vergleich zu den sehr schwierigen Datennahmebedingungen von 1998 war in diesem Jahr der Strahluntergrund geringer, so dass auch die empfindlichen Spurdetektoren mit hoher Effizienz betrieben werden konnten.

Nach einer kurzen Unterbrechung im Mai/Juni konnte Anfang Juli der Luminositätsbetrieb, nun mit Positronen, wieder aufgenommen werden. Es zeigte sich, daß im e^+p -Betrieb, wie schon in früheren Jahren erfahren, gegenüber dem e^-p -Betrieb verbesserte Untergrundbedingungen herrschten. Die gute Datennahme-Effizienz ergab in Verbindung mit der langen Messzeit bis Mitte Dezember eine nutzbare Luminosität von 21 pb^{-1} . Dies erhöhte die totale bisher von H1 im e^+p -Betrieb akkumulierte Luminosität um mehr als 50% auf $\sim 60 \text{ pb}^{-1}$.

Spurdetektoren

Das insgesamt sehr positive Bild der Datennahme wurde durch im Berichtsjahr auftretende Probleme mit

den inneren Spurkammern getrübt. Nachdem während der Betriebsunterbrechung im Mai/Juni ein in der zentralen Jetkammer (CJC) gerissener Draht erfolgreich entfernt werden konnte, war dieser Detektor wieder voll effizient. Leider traten dann im September und Oktober erneut zwei Drahtbrüche auf, was zu einer Verschlechterung der CJC-Effizienz auf 87% führte. In der Weihnachtspause 1999/2000 konnten die beiden gerissenen Drähte erfolgreich aus der CJC entfernt werden. Im Oktober trat auch im Bereich der Vorwärtsspurkammern ein Problem auf. Die Kühlung dieses Detektor-teils konnte aufgrund eines Wasserlecks nicht aufrecht erhalten werden. Die Konsequenz war, dass zur Reduzierung der Wärmeentwicklung die Verstärker der radialen Spurkammern ausgeschaltet werden mussten und sich somit die Anzahl der verfügbaren Messpunkte entlang einer Spur verringerte. Trotz dieser Einschränkung lassen sich Spuren in Vorwärtsrichtung mit etwas reduzierter Effizienz rekonstruieren.

VLQ-Detektor

Das zum Nachweis von sehr kleinen Elektronstreuungswinkeln ($\Theta_e \geq 15 \text{ mrad}$) eingebaute doppelarmige VLQ-(Very-Low- Q^2 -)Spektrometer wurde im Berichtsjahr in Betrieb genommen. Das VLQ-Spektrometer ist aus Wolfram-Szintillator-Kalorimetern und Halbleiter-Spurdetektoren aufgebaut. Es gelang, die Energieschwelle der Kalorimeter für den inklusiven Elektronen-Trigger zur Bestimmung der Proton-Strukturfunktion F_2 aus der Reaktion $ep \rightarrow eX$ auf 8 GeV zu reduzieren. Ein Koinzidenztrigger aus den Signalen beider Spektrometerarme erlaubt die Messung von Photon und Elektron aus dem QED-Compton Prozess $ep \rightarrow e'\gamma p$.

Zur Zeit wird an der Auswertung der mit dem VLQ aufgenommenen Daten gearbeitet. Die Energie-Eichung der Kalorimeter erfolgte mit Hilfe des „kinematischen Peaks“ der gestreuten Elektronen (Abb. 3a) sowie der Energiesumme $E_{e'} + E_\gamma$ aus dem QED-Compton-Prozess, die die Elektronenstrahl-Energie ergeben muss (Abb. 3b). Die Positionseichung von Kalorimetern und Halbleiter-Spurdetektoren wurde mit Ereignissen aus dem QED-Compton Prozess erreicht. Wie aus der Residuenverteilung zum Beispiel der Vertikalkoordinaten

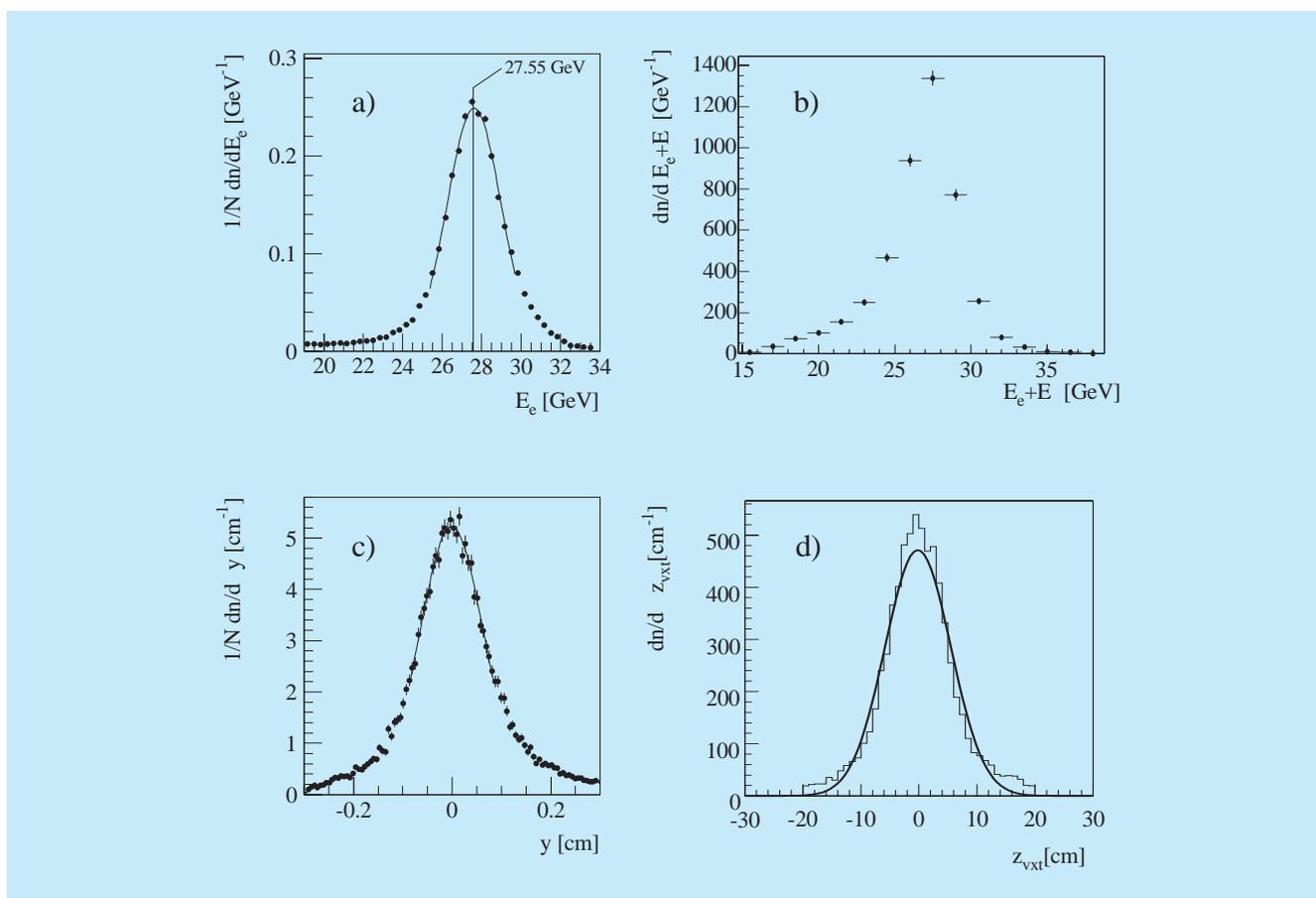


Abbildung 3: Erste Analyse-Resultate zur Kalibration der Energiemessung (a) (b) und der Ortsauflösung (c) (d) des VLQ-Spektrometers:

- (a) die Energie der gestreuten Positronen $E_{e'}$ aus der Reaktion $ep \rightarrow e' X$;
- (b) die Summe der Energien $E_{e'} + E_{\gamma}$ aus der Reaktion $ep \rightarrow e' \gamma p$;
- (c) die Differenz der y -Koordinaten gemessen mit dem Kalorimeter bzw. Spurdetektor;
- (d) die Differenz der z -Position des Ereignisvertex gemessen mit dem VLQ bzw. dem zentralen Spurdetektor.

von Kalorimetern und Spurdetektoren (Abb. 3c) hervorgeht, liegt die Ortsauflösung der Kalorimeter bei etwa 0.5 mm. Die Ortsauflösung der Spurdetektoren beträgt etwa 15 μm . Sie ermöglicht bei Elektronen-Streuwinkeln um 20 mrad die Bestimmung der z -Koordinate des primären ep -Reaktionsvertex entlang dem Strahl mit einer Präzision von etwa 6 cm (Abb. 3d). Die Daten des VLQ-Spektrometers werden es erlauben, die Strukturfunktion des Protons bei Q^2 - und x -Werten bis hinunter zu $Q^2 \sim 0.04 \text{ GeV}^2$ bzw. $x \sim 10^{-6}$ zu bestimmen.

Vorwärts-Proton-Spektrometer

Zur Untersuchung von Reaktionen mit einem energiereichen Proton in Vorwärtsrichtung wird dieses bei H1 im Vorwärts-Proton-Spektrometer (FPS) nachgewiesen. Im Berichtsjahr wurden zum ersten Mal während einer längeren Periode Daten mit dem horizontalen FPS-Detektorpaar bei 63 m und 80 m aufgezeichnet. Hier werden diffraktive Reaktionen erfasst, bei denen das Strahl-Proton weniger als 5% seiner Energie

verloren hat. Der Betrieb der beiden Stationen wurde durch hohen Untergrund erschwert. Dieser wurde einerseits durch Teilchen verursacht, welche die eigentlichen Strahlpakete verlassen haben und auf quasistabilen Bahnen weit außerhalb der Sollbahn umlaufen. Andererseits erhöhten Strahlaufweitungen durch den Betrieb der HERA-B-Targetdrähte den Untergrund und führten zu häufigen Unterbrechungen der Datennahme.

Die Physikanalyse der neuen FPS-Daten konzentriert sich zuerst auf Prozesse, die eine hohe Rate haben, wie die elastische Photoproduktion von ρ -Mesonen ($\gamma p \rightarrow \rho p$). In Koinzidenz zu einem im FPS nachgewiesenen Proton beobachtet man im zentralen H1-Detektor ρ -Mesonen, welche durch den Zerfall in zwei geladene Pionen nachgewiesen werden. Die elastische Photoproduktion von ρ -Mesonen erlaubt es, die Polarisation der ρ -Mesonen zu studieren und verschiedene Helizitäts-Amplituden der Reaktion zu bestimmen. Dies ermöglicht es, zu untersuchen, wie der Spin der Photons auf das ρ -Meson übertragen wird. Ferner ist die elastische Photoproduktion von ρ -Mesonen dazu geeignet, die Energieeichung des Vorwärts-Proton-Spektrometers zu überprüfen, da die Energie des gestreuten Protons aus den Messgrößen im Zentraldetektor rekonstruiert werden kann.

Detektorausbau für HERA2000

Für das Jahr 2000 ist ein Umbau der strahlführenden Magnete im Bereich der Wechselwirkungszonen von HERA geplant mit dem Ziel, eine Erhöhung der Luminosität für Elektron- (oder Positron-)Proton Kollisionen um einen Faktor fünf zu erreichen. Dies erfordert den Einbau zweier langer, dünner, supraleitender Magnete innerhalb des H1-Experiments. Die Planungen für die Montage und Justierung dieser Magnete sind im Jahre 1999 weitgehend abgeschlossen worden, und die Herstellung der einzelnen Komponenten hat begonnen.

Die geänderte Strahlführung erfordert ein neues zentrales Vakuumrohr, das zur Minimierung von Vielfachstreuung auf einer Länge von 1 m aus einer Beryllium-Aluminiumlegierung (Dicke 1.1% einer Strahlungslänge) hergestellt wird und einen elliptischen Querschnitt haben wird. Die vom Elektronen-Strahl in der Maschinenebene emittierte Synchrotronstrahlung darf

das Strahlrohr nicht im Bereich der Spurdetektoren treffen und wird außerhalb des Experiments absorbiert. Die in das Experiment zurückgestreute Synchrotronstrahlung wird von einer aufwendigen Anordnung von Kollimatoren absorbiert.

In der Vertikalen kann mit den Spurdetektoren sehr viel dichter an den Strahl herangegangen werden, was die Messgenauigkeit für die Zerfälle von Hadronen mit charm und bottom verbessert. Die Grenze wird hier von der Größe des Protonen-Strahls bei der Injektion und von der Stabilität des Vakuumrohres selbst gesetzt und hat zu der Wahl eines Strahlrohrquerschnittes von $123 \text{ mm} \times 60 \text{ mm}$ geführt. Der Kollisionspunkt ist dabei gegenüber dem Mittelpunkt des Strahlrohres im Elektronen-Betrieb um 21.5 mm und im Positronen-Betrieb um 29.5 mm horizontal in Richtung des HERA-Ringzentrums verschoben, um zu vermeiden, dass das Strahlrohr von Synchrotronstrahlung getroffen wird. Das elliptische, exzentrische Strahlrohr hat Konsequenzen für die innersten Detektorkomponenten von H1.

Der zentrale H1-Vertexdetektor wird unter Wiederverwendung der Siliziumdetektoren an die elliptische Geometrie angepasst. Allerdings sind bei den integrierten CMOS-Schaltkreisen für die Signalverstärkung, Zwischenspeicherung und serielle Auslese 1998/99 während des HERA-Betriebs mit Elektronen Strahlenschäden aufgetreten. Es ist daher die Umstellung auf eine strahlenbeständigere Elektronik vorgesehen, in einer Technologie, wie sie für die LHC-Experimente am CERN (Genf) entwickelt worden ist.

Zusätzlich zum vorhandenen, aber zu modifizierenden, rückwärtigen wird ein vorwärtiger Siliziumdetektor gebaut. Beide werden aus jeweils fünf Doppellagen für die zweidimensionale Koordinatenbestimmung geladener Teilchen bestehen. Die Produktion der Siliziumdetektoren läuft mit sehr guter Qualität, und die Herstellung der mechanischen Kohlefaserkonstruktion hat begonnen. Alle drei Siliziumdetektoren zusammen werden 235 520 Auslesekanäle umfassen.

Für die neue zentrale Vieldraht-Proportionalkammer wurde ein Prototyp gebaut und erfolgreich getestet. Der Bau der fünfteiligen Kammer hat begonnen. Sie dient in der ersten Triggerstufe zur Bestimmung der Koordinate des Wechselwirkungspunktes entlang der Strahlachse. Es müssen die Signale von 9600 Elektroden alle 96 ns,

dem zeitlichen Abstand der ep-Kollisionen, an die Entscheidungselektronik übertragen werden. Dazu wurde eine elektro-optische Übertragungskette mit einer Datenrate von 832 Mbit/s entwickelt und erfolgreich getestet.

Die höhere Ereignisrate durch die erhöhte Luminosität erfordert die Erweiterung des Triggersystems von H1. Insbesondere soll die Erzeugung schwerer Quarks bereits nach wenigen hundert Mikrosekunden erkannt werden. Dazu wird ein Teil der Signale der zentralen Spurkammer (CJC) mit einem dreistufigen System schneller Logikbausteine und Prozessoren verarbeitet und verknüpft. Es soll die Spuren geladener Teilchen finden, die Spurparameter bestimmen und die invariante Masse für Spurkombinationen berechnen, wodurch Ereignisse mit schweren Quarks ausgewählt werden können.

Für den Vorwärts-Spurdetektor werden fünf neue planare Driftkammern (parallele Drähte senkrecht zur Strahlrichtung) mit jeweils acht Drahtlagen gebaut. Dieser Kammertyp hat sich im Vergleich zu den radialen Driftkammern als robuster im Betrieb bei HERA erwiesen. Die neuen Kammern ergänzen die vorhandenen neun planaren Kammern mit zwei zusätzlichen Projektionen und ermöglichen eine verbesserte Identifikation der Spuren geladener Teilchen, insbesondere in Verbindung mit dem neuen vorwärtigen Siliziumdetektor.

Die bestehende rückwärtige Driftkammer hat einen Innendurchmesser von 120 mm und passt damit nicht mehr auf das neue elliptische Strahlrohr. Als Ersatz wurde der Bau einer sechslagigen Vieldrahtproportionalnalkammer begonnen, die den Durchgangspunkt gestreuter Elektronen bestimmen soll. Für die Auslese der 5200 Drähte ist die integrierte Elektronik, wie sie für die Siliziumdetektoren von H1 entwickelt worden ist, vorgesehen.

Für die Messung der Luminosität ist ein neues Kalorimeter mit strahlenbeständigen Glasfasern und Absorberplatten aus Wolfram gebaut worden. Das in den Fasern von relativistischen Elektronen und Positronen erzeugte Čerenkovlicht wird mit Photoelektronen-Vervielfachern nachgewiesen. Der Detektor hat den Vorteil, unempfindlich für Synchrotronstrahlung zu sein. Das Kalorimeter ist bereits in einem Teststrahl am CERN (Genf) kalibriert worden, wobei die erwartete Energieauflösung von $21\%/\sqrt{E}$ erreicht wurde. Die

Elektronik zur schnellen und genauen Bestimmung der Luminosität ist in Produktion.

Das FPS erhält neue Detektoren aus verbesserten szintillierenden Fasern, die auch strahlungsresistenter sind als die alten. Bei diesem Umbau wird auch die geometrische Anordnung der Fasern geändert, um eine größere Ansprechwahrscheinlichkeit zu erreichen.

Physikalische Ergebnisse

Im Folgenden werden einige der im Berichtsjahr veröffentlichten Analysen etwas näher erläutert.

Tiefunelastische ep-Streuung

Im Berichtsjahr wurde eine umfangreiche Veröffentlichung zur tiefunelastischen e^+p -Streuung bei hohen Impulsüberträgen ($Q^2 > 150 \text{ GeV}^2$) erarbeitet, die alle bis Ende 1997 erfassten Daten, entsprechend einer Luminosität von 37 pb^{-1} , berücksichtigt.

Einige Teilaspekte der Resultate wurden bereits im Jahresbericht 1998 beschrieben. In tiefunelastischer Streuung wechselwirkt das Positron mit einem Konstituenten (Quark) des Protons unter Austausch eines Eichbosons der elektroschwachen Wechselwirkung.

Streuwirkungsquerschnitte wurden sowohl für neutrale Ströme (NC, Photon und Z-Boson Austausch) als auch für geladene Ströme (CC, W-Boson Austausch) gemessen. Die kinematischen Messgrößen sind dabei die Virtualität Q^2 des ausgetauschten Eichbosons und der relative Impulsanteil x des Quarks am Gesamtimpuls der Protons. Der Photon-Austausch dominiert die NC-Prozesse, nur bei hohen Werten von Q^2 trägt auch der Z^0 -Austausch signifikant bei.

Abbildung 2 zeigt den um kinematische Vorfaktoren reduzierten NC-Wirkungsquerschnitt als Funktion von x für verschiedene Werte von Q^2 , dabei ist $1/\sqrt{Q^2}$ ein Maß für die Auflösung, mit der die Struktur des Protons untersucht wird. Das höchste erreichte Q^2 entspricht einer Auflösung von 10^{-16} cm , das heißt einem Tausendstel des Proton-Radius. Wie schon in den frühen HERA-Resultaten bei kleinen Werten von Q^2 gesehen, steigt auch in den jetzt zugänglichen Bereichen von ho-

hen Q^2 der Wirkungsquerschnitt zu kleinen Werten von x stark an. Dieses wird durch eine zu kleinen x stark ansteigende Parton-Dichte erklärt.

Im Rahmen der Theorie der Quantenchromodynamik (QCD) wird versucht, den Aufbau des Protons aus Quarks und Gluonen quantitativ zu verstehen. Obwohl es bisher nicht möglich ist, die x -Verteilung bei festem Q^2 theoretisch zu berechnen, wird dennoch die Variation mit Q^2 durch die QCD vorhergesagt. Die in Abbildung 2 eingezeichneten Kurven zeigen, dass der Verlauf des Wirkungsquerschnitts über den gesamten Bereich von x und Q^2 sehr gut im Rahmen der QCD und der elektroschwachen Theorie verstanden werden kann.

Im Gegensatz zu NC-Prozessen, in denen das Photon oder Z-Boson an alle Quarks koppelt, werden in der

CC-Streuung nur bestimmte Quark-Sorten selektiert. Im Falle der e^+p -Streuung kann das ausgetauschte W^+ -Boson nur an negativ geladene Quarks, das heißt an d-Quarks oder an See-Quarks (\bar{u} , \bar{c} , s) koppeln. Abbildung 4 zeigt den reduzierten CC-Wirkungsquerschnitt als Funktion von x für verschiedene Werte von Q^2 . Die gute Übereinstimmung mit der in der Abbildung dargestellten QCD-Anpassung zeigt, dass sich auch die Kopplung des W-Bosons an die Quarks wie im Standard-Modell erwartet verhält. Bei hohen Werten von x dominiert der Beitrag der d-Quarks. Zusätzlich zur Sensitivität auf die Quark-Sorte ist die CC-Wechselwirkung auch auf die Helizität (Ausrichtung des Quark-Spins) sensitiv. Für Positronen führt die Streuung an Quarks zum Gesamtspin 1 des Positron-Quark-Systems, während die Streuung an Antiquarks zum Gesamtspin 0 führt. Ein Gesamtspin 0 führt zu einer flachen Verteilung in der Inelastizität y , während ein Gesamtspin von 1 zu einer $(1 - y)^2$ -Verteilung

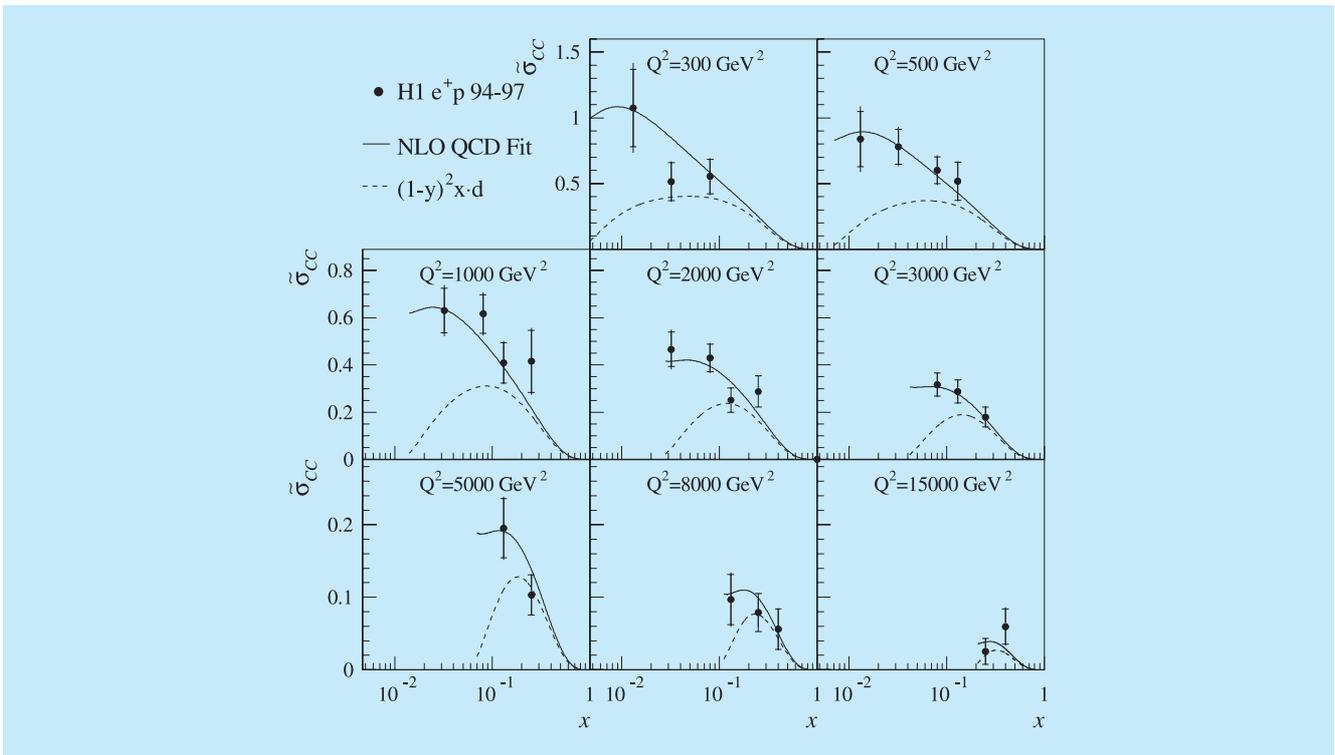


Abbildung 4: Reduzierter Wirkungsquerschnitt für den inklusiven CC-Streuprozess ($e^+ p \rightarrow \bar{\nu}_e X$) als Funktion des Impulsanteils x des gestreuten Quarks für verschiedene Werte Q^2 der Virtualität des ausgetauschten Bosons, verglichen mit einem auf QCD und der elektroschwachen Theorie beruhenden Fit. Die Wirkungsquerschnitte bei hohen x sind ein Maß für die Dichte der d-Quarks im Proton.

führt. Abbildung 5 zeigt die Verteilung der Ereignisse als Funktion von y für verschiedene Werte von x . Für kleine x ($x = 0.08$) misst man eine flache Verteilung, überlagert mit einer $(1 - y)^2$ -Komponente. Dies ist der Bereich, wo neben dem d-Quark auch Antiquarks aus dem See signifikant zum Streuprozess beitragen. Für hohe x ($x = 0.25$) ist der flache Anteil verschwunden, das heißt man streut nur noch am d-Quark. Die hier sichtbare Sensitivität auf die Quark-Struktur des Protons zeigt, dass es mit den nach 2000 erreichbaren hohen Luminositäten für e^+ - und e^- -Streuung möglich sein wird, einzelne Quark- und Antiquark-Verteilungen quantitativ zu bestimmen.

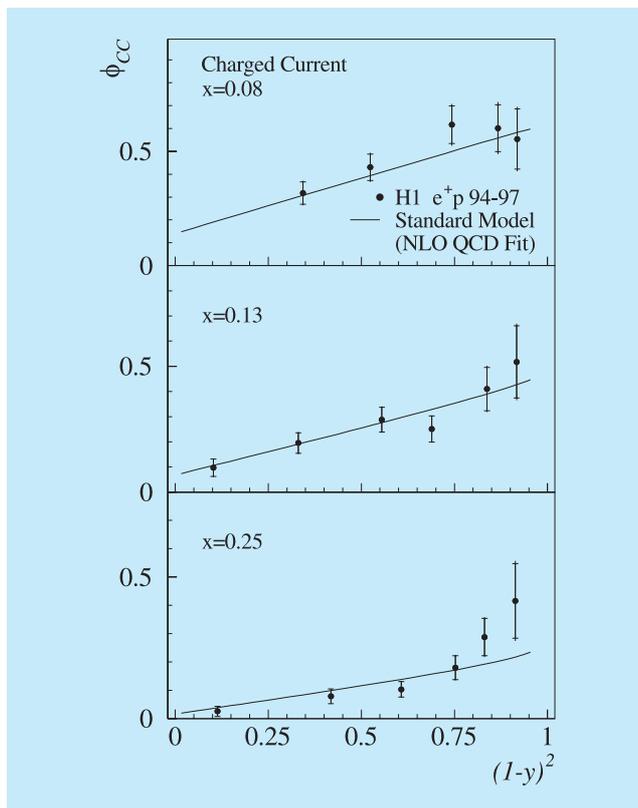


Abbildung 5: Verteilung der Ereignisse des inklusiven CC-Streuprozesses ($e^+p \rightarrow \bar{\nu}_e X$) als Funktion des Inelastizitätsparameters y für drei Werte des Impulsanteils x des gestreuten Quarks, verglichen mit einem auf QCD und der elektroschwachen Theorie beruhenden Fit. Die Daten bestätigen die im Standard-Modell erwarteten Abhängigkeiten der CC-Streuung von der Art (Quark oder Antiquark) und der Helizität des wechselwirkenden Quarks.

Die Untersuchung tiefunelastischer Streuung bei höchsten Q^2 eröffnet auch die Möglichkeit, in einem bisher unerforschten Energiebereich nach Physik jenseits des Standard-Modells zu suchen. Sollte es in der Natur sogenannte Leptoquarks (LQ) geben, wäre die ep-Streuung bei HERA eine ideale Möglichkeit, diese zu produzieren, da im Anfangszustand ein Lepton (das Positron) und ein Quark (aus dem Proton) bei hoher Energie wechselwirken. Diese beiden Teilchen könnten zu einem Leptoquark definierter Masse fusionieren. Die Leptoquarks werden wieder in ein Quark und Lepton zerfallen. Für den Fall, dass die Zerfallsprodukte des Leptoquarks wieder Teilchen der ersten Generation (ν_e, e, u, d) sind, unterscheidet sich die Topologie einzelner Ereignisse nicht von der der tiefunelastischen NC- und CC-Ereignisse. Man erwartet jedoch Abweichungen in den Verteilungen der Ereignisse in Bezug auf die kinematischen Variablen x und y . Das Interesse an der Suche nach Leptoquarks erhöhte sich stark, als sich in den von der H1- und der ZEUS-Kollaboration bis Ende 1996 aufgenommenen Teildatensätzen (14 pb^{-1} für H1) Abweichungen von den Vorhersagen des Standard-Modells in diesen Verteilungen abzeichneten.

Die H1-Kollaboration hat nun in den gesamten zur Verfügung stehenden Daten sowohl im NC- als auch im CC-Kanal nach Leptoquarks der ersten Generation gesucht. Aus der Tatsache, dass dabei keine statistisch signifikante Abweichung von der Standard-Modell-Erwartung mehr beobachtet werden konnte, wurden Grenzen auf die Produktion von Leptoquarks abgeleitet. Die Grenzen hängen von der Masse des Leptoquarks M_{LQ} , seinem Verzweungsverhältnis β für den Zerfall $LQ \rightarrow e q$ und der Lepton-Quark Kopplung λ ab. Für zwei verschiedene λ -Werte ist in Abbildung 6 die mit einer Wahrscheinlichkeit von 95% ausschließbare Region in der β - M_{LQ} Ebene für den Fall der e^+d - und e^+u -Kopplung dargestellt. Die von der H1-Kollaboration ermittelten Ausschließungsbereiche gehen weiter als die am Tevatron (Batavia, USA) gemessenen. Es zeigt sich auch, dass für sehr kleine Werte von β Leptoquarks im HERA-Energiebereich nicht ausgeschlossen sind.

Die H1-Kollaboration hat die Suche auch auf solche Leptoquarks ausgedehnt, die Übergänge zur zweiten und dritten Fermion-Generation erlauben. Die Prozesse $e^+q \rightarrow LQ \rightarrow \mu q$ und $e^+q \rightarrow LQ \rightarrow \tau q$ führen zu Ereignissen ähnlich den NC-Ereignissen, aber statt des

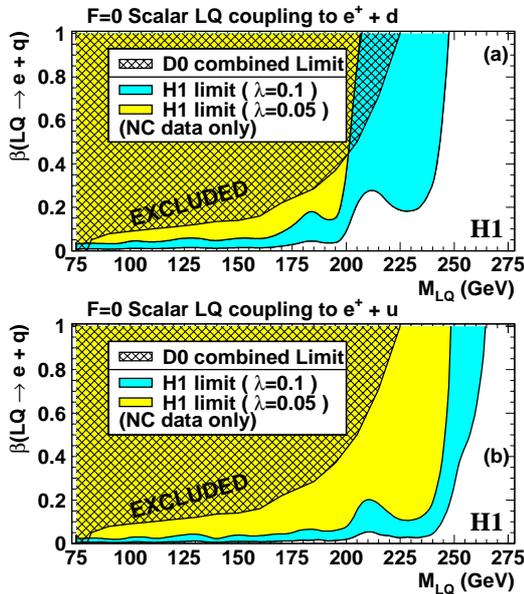


Abbildung 6: Massenabhängige Ausschließungsgrenzen (95% CL) auf das Verzweigungsverhältnis $\beta(LQ \rightarrow eq)$ für skalare Leptoquarks, produziert in e^+d - oder e^+u -Fusion für zwei Werte des LQ-Kopplungsparameters λ . Der Wertebereich oberhalb der Kurven ist ausgeschlossen. Verglichen mit den am Tevatron (D0) erhaltenen Grenzen schließen die H1-Resultate einen größeren Parameterbereich in M_{LQ} und β aus, besonders für kleine Werte von β .

gestreuten Positrons wird ein Myon oder Tauon im Endzustand beobachtet. Es konnten im gesamten Datensatz keine Ereignisse gefunden werden, die mit den erwarteten Charakteristika der Produktion und des Zerfalls von Leptoquarks kompatibel waren. Insbesondere sind die im Jahresbericht 1998 (Seite 50) erwähnten anomalen Myon-Ereignisse nicht mit der Kinematik einer Leptoquark-Produktion verträglich.

Hadronischer Endzustand in tiefunelastischer Streuung

In mehreren Veröffentlichungen wurden Eigenschaften des in tiefunelastischer NC-Streuung erzeugten

hadronischen Endzustands untersucht mit dem Ziel, das Verständnis der Prozesse der starken Wechselwirkung zu erweitern. Der hadronische Endzustand wird durch die Wechselwirkung des ausgetauschten Eichbosons (dominant ein virtuelles Photon γ^*) mit dem Proton erzeugt. Es wurden sowohl globale Charakteristika des hadronischen Endzustands untersucht, wie der Fluss transversaler Energie oder Ereignisvariable, die die Jet-Charakteristik der Ereignisse quantifizieren, als auch spezielle Endzustände, wie zum Beispiel die inklusive Produktion von π^0 -Mesonen.

Die hohe, bei HERA erreichbare γp -Schwerpunktsenergie erlaubt es, über weite kinematische Bereiche die experimentellen Resultate mit den Vorhersagen perturbativer QCD zu konfrontieren. Insbesondere ist es auch möglich, den Bereich sehr kleiner relativer Parton-Impulse x , in dem die Parton-Dichten stark ansteigen, mit genügend guter Auflösung zu untersuchen.

Transversaler Energiefluss

Es wurde der Fluss von Energie transversal zur Photon-Proton-Richtung im hadronischen Schwerpunktsystem als Funktion der Skalensvariablen x , Q^2 und der Pseudorapidität η^* gemessen. Die Variable η^* ist direkt mit dem Polarwinkel Θ korreliert, wobei hier positive Werte von η^* Teilchenproduktion in Photon-Richtung und negative solche in Proton-Richtung charakterisieren. Messungen des Energieflusses als Funktion von η^* erlauben es, die Hadron-Formation vom Photon-Fragmentationsbereich über den zentralen Bereich bis hin zum Proton-Fragmentationsbereich zu studieren.

Abbildung 7 zeigt für einen festen Wert der Photon-Proton Schwerpunktsenergie die Verteilung der mittleren transversalen Energie E_T als Funktion von η^* für verschiedene Werte der Photon-Virtualität Q^2 . Es zeigt sich hier, dass das Maximum des E_T -Flusses mit Q^2 ansteigt und sich dabei zu zentraleren Werten von η^* verschiebt.

Dies ist ein erster experimenteller Hinweis, dass auch im zentralen Bereich ($-0.5 < \eta^* < 0.5$), das heißt außerhalb der Fragmentationsregion des Photons ($2 < \eta^* < 3$), die mittlere transversale Energie mit der Photon-Virtualität Q^2 ansteigt. Bei der tiefunelastischen

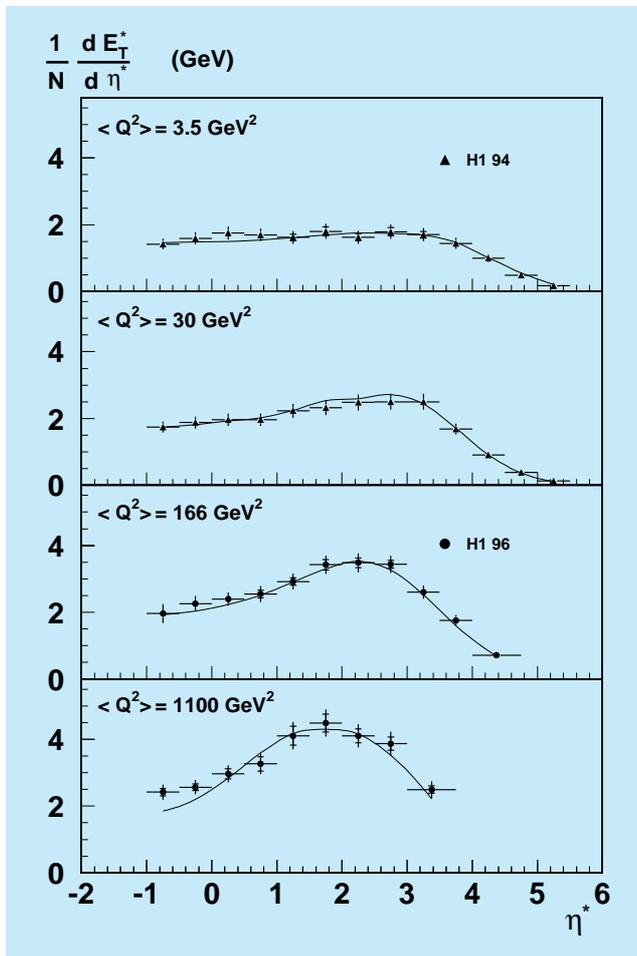


Abbildung 7: Der mittlere transversale Energiefluss in tiefunelastischen Streueignissen bei fester Photon-Proton-Schwerpunktsenergie als Funktion der Pseudorapidität η^* für verschiedene Bereiche der Photon-Virtualität Q^2 , verglichen mit dem auf QCD basierenden Modell LEPTO. Mit wachsendem Q^2 wird ein Anstieg von E_T beobachtet, wobei sich das Maximum vom Photon-Fragmentationsbereich ($2 < \eta^* < 3$) zu kleineren η^* -Werten (zentraler Bereich) verschiebt.

ep-Streuung wird also eine charakteristische Abhängigkeit von der Photon-Virtualität Q^2 beobachtet, die sich von der Unabhängigkeit vom „Projektil“, wie sie für den E_T -Fluss im zentralen Bereich bei Hadron-Hadron-Streuung bekannt ist, unterscheidet. Die Messung des E_T -Flusses wird gut von auf QCD basierenden Modellen beschrieben. Als Beispiel ist die Vorhersage des LEPTO-Modells in Abbildung 7 gezeigt.

Jet-Charakteristika

In tiefunelastischer Streuung wurden über einen weiten Bereich der Photon-Virtualität ($7 < Q < 100 \text{ GeV}$) Größen studiert, die die Jet-Struktur des hadronischen Endzustands quantitativ beschreiben. Dazu gehören unter anderem die Variablen „Thrust“, „Jet broadening“, Jetmasse und Zwei-Jet-Rate. In den Verteilungen dieser Variablen werden harte Streuprozesse sichtbar, die sich durch QCD-Störungsrechnungen beschreiben lassen. Allerdings werden diese QCD-Vorhersagen durch die Hadronisation der Partonen in die beobachtbaren Teilchen überlagert. In Abbildung 8 sind die Mittelwerte einiger dieser Ereignisvariablen als Funktion von Q , was hier der zur Hadronisation zur Verfügung stehenden Energie entspricht, dargestellt und mit der rein perturbativen sowie der um nichtperturbative Hadronisations-Effekte erweiterten QCD-Vorhersage verglichen. Hierbei wurde ein theoretischer Ansatz versucht, die Hadronisations-Effekte durch Potenzkorrekturen in $1/Q$ mit einem nichtperturbativen universellen Parameter $\bar{\alpha}_0$ zu beschreiben. In der Anpassung der Vorhersagen an die Daten sind die starke Kopplungskonstante α_s und $\bar{\alpha}_0$ die einzigen freien Parameter. Abbildung 9 zeigt die resultierenden Werte dieser Parameter für die Anpassungen an die verschiedenen Ereignisvariablen.

Es ist erstaunlich, dass die a priori sehr komplizierten Hadronisations-Effekte durch einen für die verschiedenen Variablen gemeinsamen Wert des Parameters $\bar{\alpha}_0$ von ~ 0.5 im Rahmen einer $\pm 20\%$ Streuung beschrieben werden können. Allerdings streuen die bei den verschiedenen Ereignisvariablen erhaltenen Werte für α_s und $\bar{\alpha}_0$ mehr als aufgrund der experimentellen Unsicherheiten erwartet. Der hier untersuchte theoretische Ansatz, die Hadronisation durch Potenzkorrekturen zu berechnen, ist sicher ein vielversprechender erster Schritt und könnte möglicherweise durch Berücksichtigung höherer Ordnungen in α_s verbessert werden.

Inklusive π^0 -Produktion

Die zentrale Rapiditätsregion ist besonders sensitiv auf QCD-Effekte in der Formation des hadronischen Endzustands. Bei sehr kleinen Werten von x gibt es noch

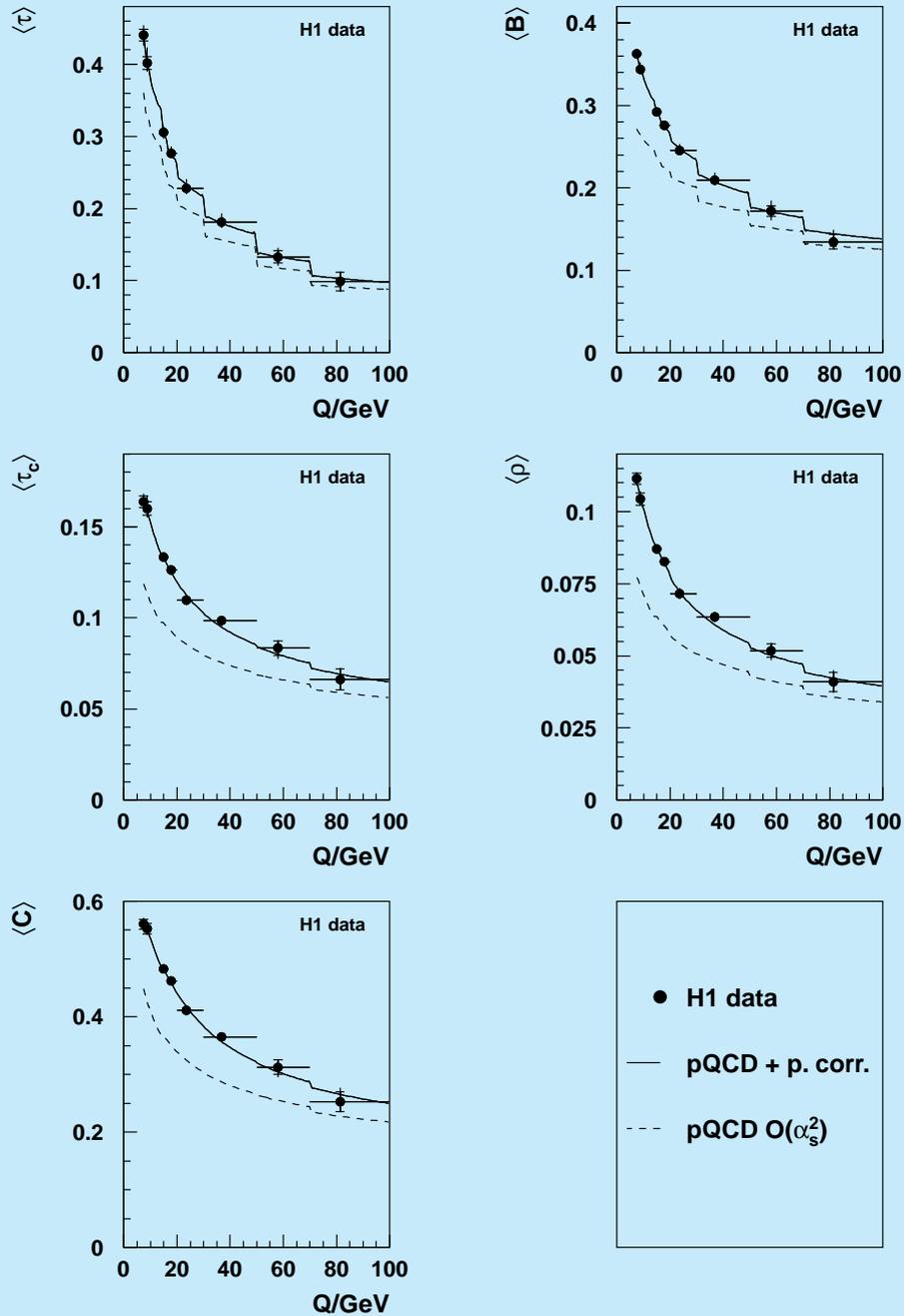


Abbildung 8: Mittelwerte einiger Variablen zur Charakterisierung der Jet-Struktur des hadronischen Endzustands in tiefinelastischer Streuung als Funktion der Photon-Virtualität Q . Die Messungen liegen für alle Variablen oberhalb der Erwartungen einer rein perturbativen QCD-Rechnung (gestrichelte Kurven). Die zusätzliche Berücksichtigung nichtperturbativer Hadronisations-Effekte durch Potenzkorrekturen in $1/Q$ beschreibt die Messungen sehr gut (durchgezogene Kurven).

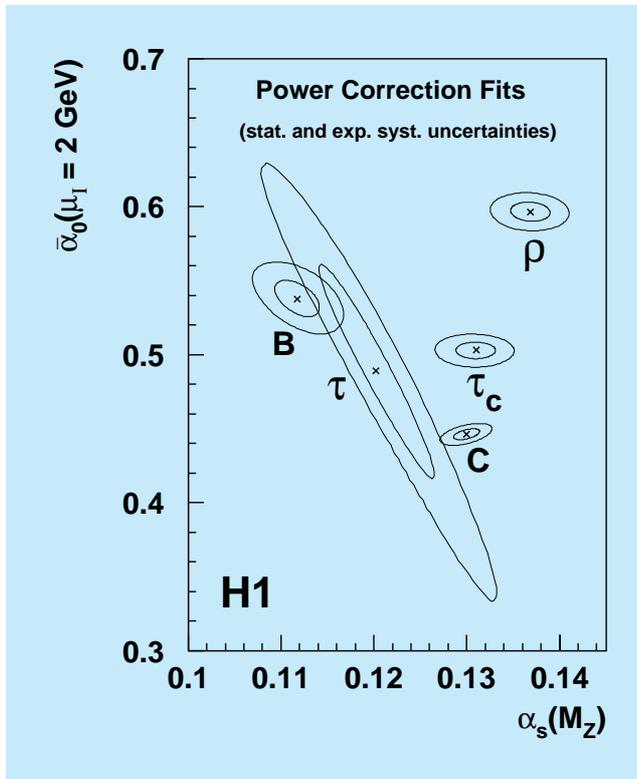


Abbildung 9: *Fitresultate für die starke Kopplungskonstante α_s und den Parameter $\bar{\alpha}_0$, der die Hadronisations-Effekte durch Potenzkorrekturen in $1/Q$ beschreibt. Die Werte resultieren aus Anpassungen an verschiedene, die Jet-Struktur tiefinelastischer Streueignisse beschreibende Ereignisvariablen. Die Kurven beziehen sich auf die 1σ und 2σ Konfidenzgrenzen unter Berücksichtigung der experimentellen Unsicherheiten.*

keine eindeutige perturbative QCD-Vorhersage. Verschiedene Approximationen (DGLAP, BFKL), die gerechnet wurden, machen unterschiedliche Vorhersagen für den Teilchenfluss in dieser Region. Insofern ist das Interesse an experimentellen Daten hier besonders groß.

Im Laborsystem entspricht die zentrale Rapiditäts-Region dem Bereich kleiner Polarwinkel relativ zur Proton-Richtung. Die H1-Kollaboration hat in diesem Bereich die inklusive Produktion von π^0 -Mesonen als Funktion der Skalenvariablen x und Q^2 , des Transversalimpulses und der Rapidität des π^0 untersucht. Gegenüber früheren Messungen war es möglich, in Bereiche höherer Transversalimpulse vorzustoßen. Dies er-

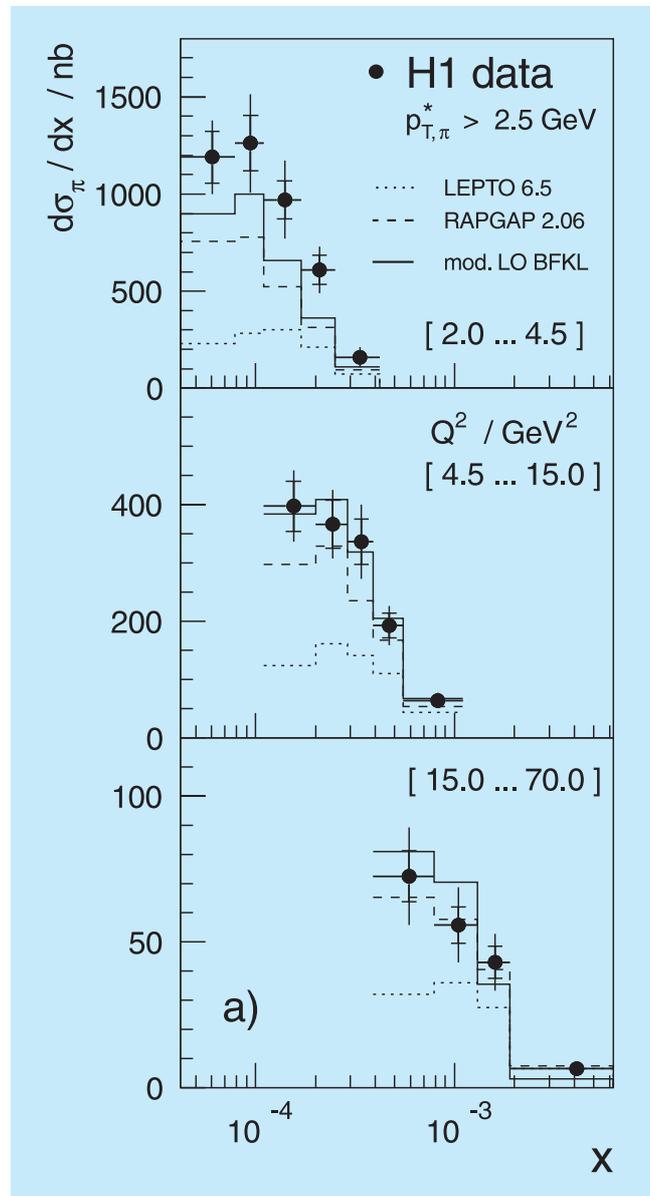


Abbildung 10: *Inklusiver π^0 -Produktionswirkungsquerschnitt als Funktion der Skalenvariablen x für drei Bereiche der Photon-Virtualität Q^2 . Die Daten sind verglichen mit drei Modellen, die verschiedenen QCD-Approximationen entsprechen.*

laubt sensitivere Vergleiche mit QCD-Vorhersagen zur Emission harter Partonen. Abbildung 10 zeigt den inklusiven π^0 -Wirkungsquerschnitt als Funktion der Skalenvariablen x für drei Bereiche der Photon-Virtualität Q^2 . Zu beobachten ist ein sehr starker Anstieg der π^0 -

Produktion zu kleinen Werten von x in allen Bereichen von Q^2 . Es zeigt sich auch, dass besonders im niedrigsten Q^2 -Bereich die Daten sehr schlecht von den auf der DGLAP-Approximation beruhenden QCD-Vorhersagen beschrieben werden und besser mit einer BFKL-Entwicklung übereinstimmen. Da jedoch beide QCD-Rechnungen nur in führender Ordnung vorliegen, ist diese Präferenz vermutlich nicht die endgültige Antwort.

Erzeugung schwerer Quarks

Im Berichtsjahr wurden zwei Publikationen veröffentlicht, die sich auf die Produktion schwerer Quarks in ep-Wechselwirkungen beziehen. Es wurden die Erzeugung des J/ψ -Mesons, einem gebundenen Zustand aus charm-anticharm-Quarks, und die inklusive Erzeugung von bottom-Quarks untersucht.

Die Produktion schwerer Quarks ist im Rahmen von Untersuchungen zur QCD besonders interessant, da die hohe Masse von charm- oder bottom-Quarks eine hohe Energieskala setzt, was störungstheoretische Berechnungen ermöglicht.

Erzeugung von J/ψ -Mesonen

Die Erzeugung von J/ψ -Mesonen ist bei HERA ausführlich in Photoproduktion, das heißt $Q^2 \simeq 0$, untersucht worden. Im Berichtsjahr wurde eine umfassende Studie zur J/ψ -Produktion mit virtuellen Photonen ($Q^2 > 2 \text{ GeV}^2$) vorgelegt. Es wurden zwei Mechanismen unterschieden: der zahlenmäßig dominierende Prozess ist die elastische Erzeugung von J/ψ , bei der das gestreute Proton im Allgemeinen nicht beobachtet wird, das heißt es werden nur die Zerfalls-Leptonen des J/ψ im Detektor nachgewiesen. Der andere Mechanismus ist ein unelastischer, in dem das J/ψ zusammen mit weiteren Hadronen beobachtet wird.

Das J/ψ ist ein Vektormeson, wie auch die leichten ρ -, ω - und ϕ -Mesonen, und kann ebenso wie diese direkt an das vom Positron emittierte Photon koppeln und anschließend über einen diffraktiven Prozess am Proton gestreut werden. Diffraktive Streuung wurde bei niedrigen Energien sowohl in Hadron-Hadron Wechselwirkungen als auch in Photon-Hadron Streuung durch nicht-störungstheoretische Modelle beschrieben. Auch bei HERA liefern diese für die leichten Vektormesonen

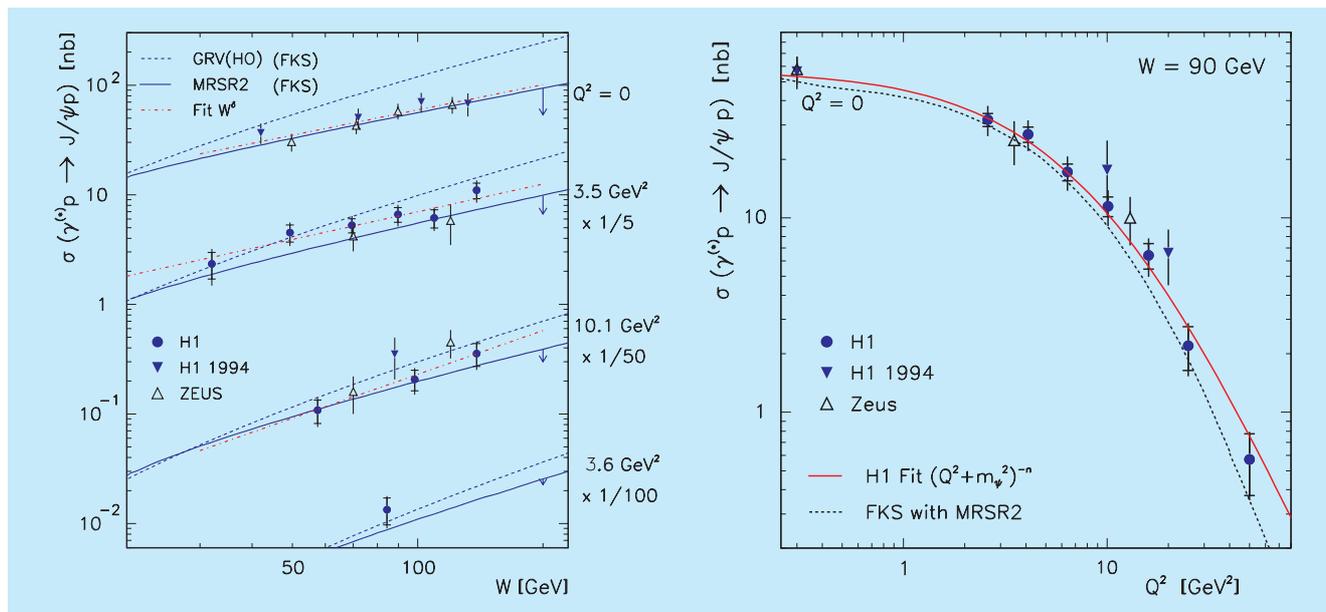


Abbildung 11: Der Wirkungsquerschnitt für elastische J/ψ -Produktion als Funktion der γp -Schwerpunktsenergie W (links) und der Photon-Virtualität Q^2 (rechts). Die eingezeichneten Kurven stellen einen Fit bzw. auf QCD basierende Modellvorhersagen dar.

zufriedenstellende Ergebnisse. Das J/ψ -Meson zeigt jedoch ein abweichendes Verhalten. Sein Wirkungsquerschnitt steigt deutlich schneller mit der Schwerpunktsenergie an als der der leichten Vektormesonen. Dies wurde als Anzeichen für einen harten Streuprozess gewertet, was theoretische Beschreibungen im Rahmen von QCD nahelegte. Hier wird der Erzeugungsprozess durch Austausch eines farbneutralen Systems von Gluonen beschrieben. Da die effektive Gluon-Dichte im Proton mit der Energie ansteigt, wächst der Wirkungsquerschnitt entsprechend. Dieser starke Anstieg ist in Abbildung 11 zu sehen. Er wird zufriedenstellend beschrieben von Modellen, die auf störungstheoretischer QCD beruhen.

Die unelastische Erzeugung von J/ψ ist ebenfalls gemessen und mit Vorhersagen, die im Rahmen der QCD gemacht werden, verglichen worden. Die Beschreibung der Daten durch diese theoretischen Ansätze ist nicht besonders erfolgreich. Dieser Prozess wurde oft als Testfall für die Behandlung der Farbe in QCD angesehen. Möglicherweise lässt sich mit Rechnungen in der nächsthöheren Ordnung eine bessere Beschreibung der Daten erreichen. Daran wird zur Zeit von Theoretikern gearbeitet.

Produktion von bottom-Quarks

Schwere Quarks werden bei HERA in „Photon-Gluon-Fusion“ erzeugt: ein Photon, emittiert vom einlaufenden Positron, und ein Gluon, emittiert vom Proton, verschmelzen und bilden dabei ein $c\bar{c}$ - oder ein $b\bar{b}$ -Paar. Wegen der sehr viel höheren Masse von bottom-Quarks relativ zu charm-Quarks ($m_b \sim 4.7 \text{ GeV}$, $m_c \sim 1.4 \text{ GeV}$) erwartet man, dass erstere sehr viel seltener erzeugt werden. Die höhere Masse der bottom-Quarks als inhärente Skala gibt andererseits Grund zur Annahme, dass theoretische Berechnungen der Erzeugungswirkungsquerschnitte, die im Rahmen der QCD durchgeführt werden, zuverlässiger sind.

Die H1-Kollaboration konnte 1999 die erste Messung der $b\bar{b}$ -Erzeugung bei HERA publizieren. Es wurde eine

klassische Methode benutzt: Das bottom-Quark zerfällt semileptonisch, was zu einem beobachteten Myon (10% der Fälle) und einem Teilchenjet führt. Wegen der hohen Masse des bottom-Quarks hat dieses Myon einen relativ hohen Transversalimpuls bezüglich der bottom-Flugrichtung. Dies erlaubt, bottom-Ereignisse von dem sehr viel häufigeren Untergrund von charm-Quarks und leichten Quarks abzutrennen. Leichte Quarks tragen zum Untergrund bei, da sie nach Hadronisation eine Myon-Signatur vortäuschen können, zum Beispiel durch den Zerfall geladener π -Mesonen. Durch Selektion von zwei Jets mit einer Energie von mehr als 6 GeV und eines Myons von mindestens 2 GeV konnte der Anteil von bottom-Quarks im Datensatz angereichert werden. Der gemessene Wert für den Wirkungsquerschnitt $\sigma(\gamma p \rightarrow b\bar{b}X)$ liegt knapp zwei Standardabweichungen über der theoretischen Erwartung (Abb. 12), die in nächstführender Ordnung berechnet ist.

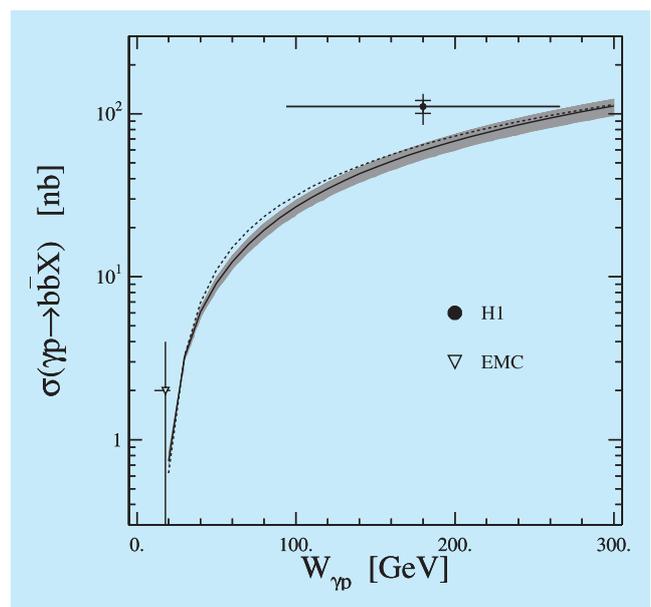


Abbildung 12: Der Wirkungsquerschnitt für inklusive Produktion von bottom-Quarks als Funktion der γp -Schwerpunktsenergie W . Die eingezeichneten Kurven basieren auf QCD-Vorhersagen mit verschiedenen Parametrisierungen der Proton-Strukturfunktion.

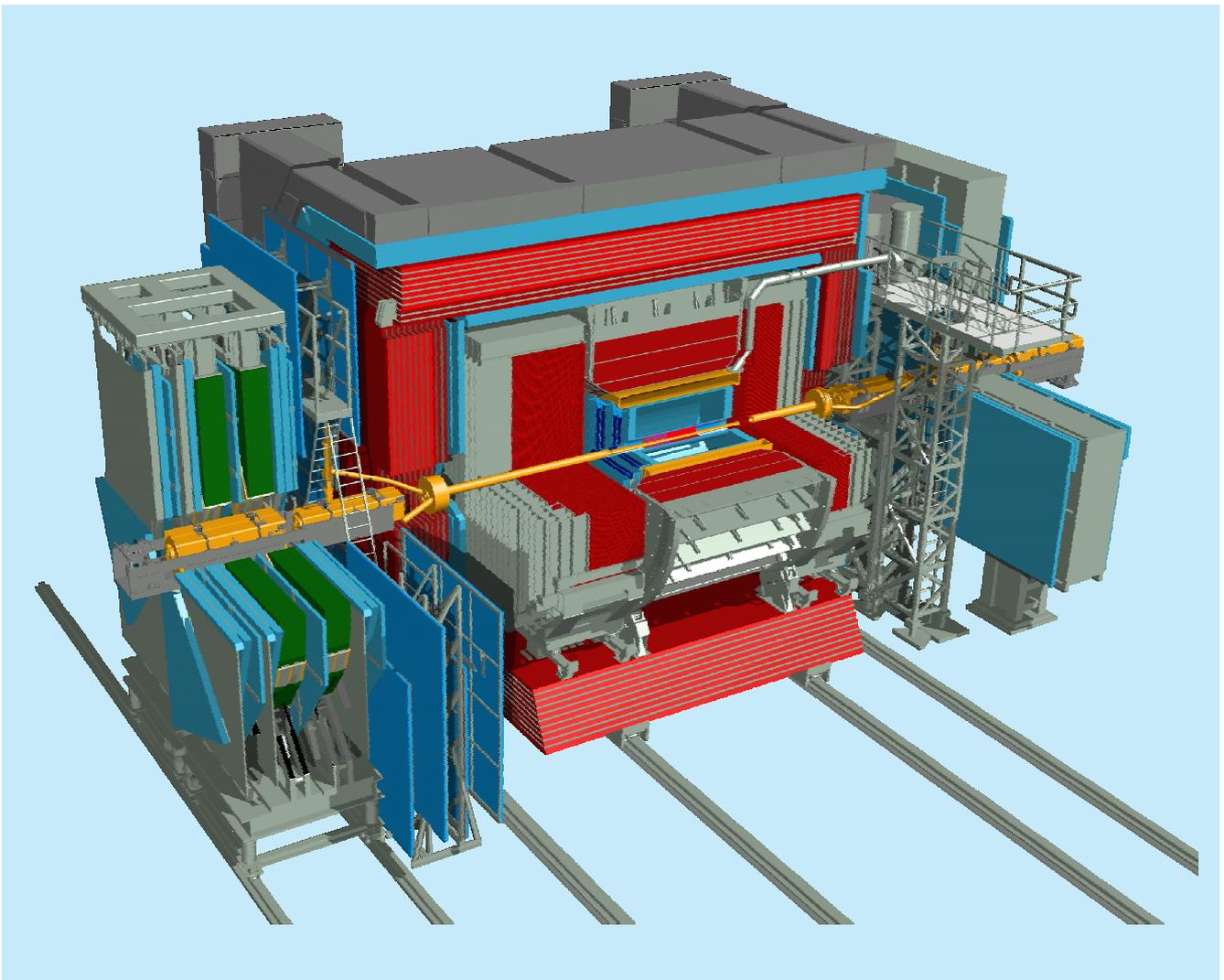


Abbildung 13: *Dreidimensionale Ansicht des ZEUS-Detektors mit dem Mikro-Vertex-Detektor und den supraleitenden HERA-Magneten.*

ZEUS-Experiment

Beteiligte Institute: Univ. und INFN Torino Alessandria, NIKHEF und Univ. Amsterdam, ANL Argonne, Andrews Univ. Berrien Springs, Univ. und INFN Bologna, Univ. Bonn, Univ. Bristol, RAL Chilton, Ohio State Univ. Columbus, Univ. della Calabrie und INFN Cosenza, Acad. of Mining and Metallurgy, Inst. of Nucl. Physics und Jagellonian Univ. Cracow, Univ. und INFN Firenze, INFN Frascati, Univ. Freiburg, Univ. Glasgow, DESY und Univ. Hamburg, Univ. of Iowa Iowa City, Columbia Univ. Irvington, FZJ Jülich, Chonnam Nat. Univ. Kwangju, Imperial Coll. und Univ. Coll. London, Univ. of Wisconsin Madison, Univ. Autonoma Madrid, McGill Univ. Montreal, Engin. Phys. Inst. und State Univ. Moscow, Yale Univ. New Haven, York Univ. North York, Oxford Univ., Univ. und INFN Padova, Weizmann Inst. Rehovot, Univ. La Sapienza und INFN Roma, Polytech. Univ. Sagamihara, Univ. of California Santa Cruz, Korea Univ. Seoul, Univ.-GH Siegen, Kyungpook Nat. Univ. Taegu, Tel Aviv Univ., Metropolitan Univ. und Univ. Tokyo, Univ. und INFN Torino, Univ. Toronto, Inst. of Part. and Nucl. Stud. KEK Tsukuba, Pennsylvania State Univ. University Park, Inst. of Nucl. Stud. und Univ. Warsaw, Meiji Gakuin Univ. Yokohama, DESY Zeuthen.

Sprecher: B. Foster, Univ. of Bristol

Die Datennahme des ZEUS-Detektors wurde vom Herbst 1998 bis Dezember 1999 nur durch zwei kurze Wartungsperioden von etwa eineinhalb Monaten Dauer und anschließenden Maschinenstudien unterbrochen.

Bis Ende April 1999 wurden Elektron-Proton-Kollisionen entsprechend einer integrierten Luminosität von 17 pb^{-1} aufgezeichnet. In der folgenden Wartungsperiode wurde der HERA-Elektronenring auf Positronen umgestellt. Bis zum Ende des Luminositätsbetriebs im Dezember 1999 betrug die integrierte Luminosität mit Positron-Proton-Kollisionen 18 pb^{-1} . Die Strahl-Energien betragen 920 GeV (Protonen) und 27.5 GeV (Elektronen bzw. Positronen). Insgesamt stehen somit Datenmengen mit integrierten Luminositäten von 66 pb^{-1} mit e^+p Kollisionen und 18 pb^{-1} mit e^-p Kollisionen für die Physik-Analyse zur Verfügung.

Die beiden Wartungsperioden wurden für routinemäßige Wartungsarbeiten verwendet. Es gab keine größeren Reparaturen oder Umbauten des Detektors.

Im Laufe des Jahres 1999 wurde weiter intensiv an den neuen Detektorkomponenten gearbeitet, dem Mikro-Vertex-Detektor (MVD), dem „Straw Tube Tracker“ (STT) und einem neuen Luminositäts-Monitorsystem, die nach der HERA Luminositäts-erhöhung zum Einsatz kommen werden (Abb. 13). ZEUS hat in diesem Jahr 12 Veröffentlichungen verfasst. Einige der Physik-Resultate werden kurz vorgestellt.

Datennahme

Die Datennahme des ZEUS-Detektors ab Herbst 1998 erfolgte einschließlich der in der Wartungsperiode 1998 verbesserten oder neu eingebauten Detektorkomponenten: dem Vorwärts-Hadron-Elektron-Separator (FHES), dem Pre-Sample-Detektor vor dem zentralen Teil des Kalorimeters (BPRES), dem Vorwärts-Plug-Kalorimeter, einem Positionsdetektor vor dem Vorwärts-Neutron-Kalorimeter und einem Silizium-Spurdetektor vor dem Strahlrohr-Kalorimeter, außerdem mit der vervollständigten Elektronik zur Spurrekonstruktion im Eisenjoch („Backing Calorimeter“).

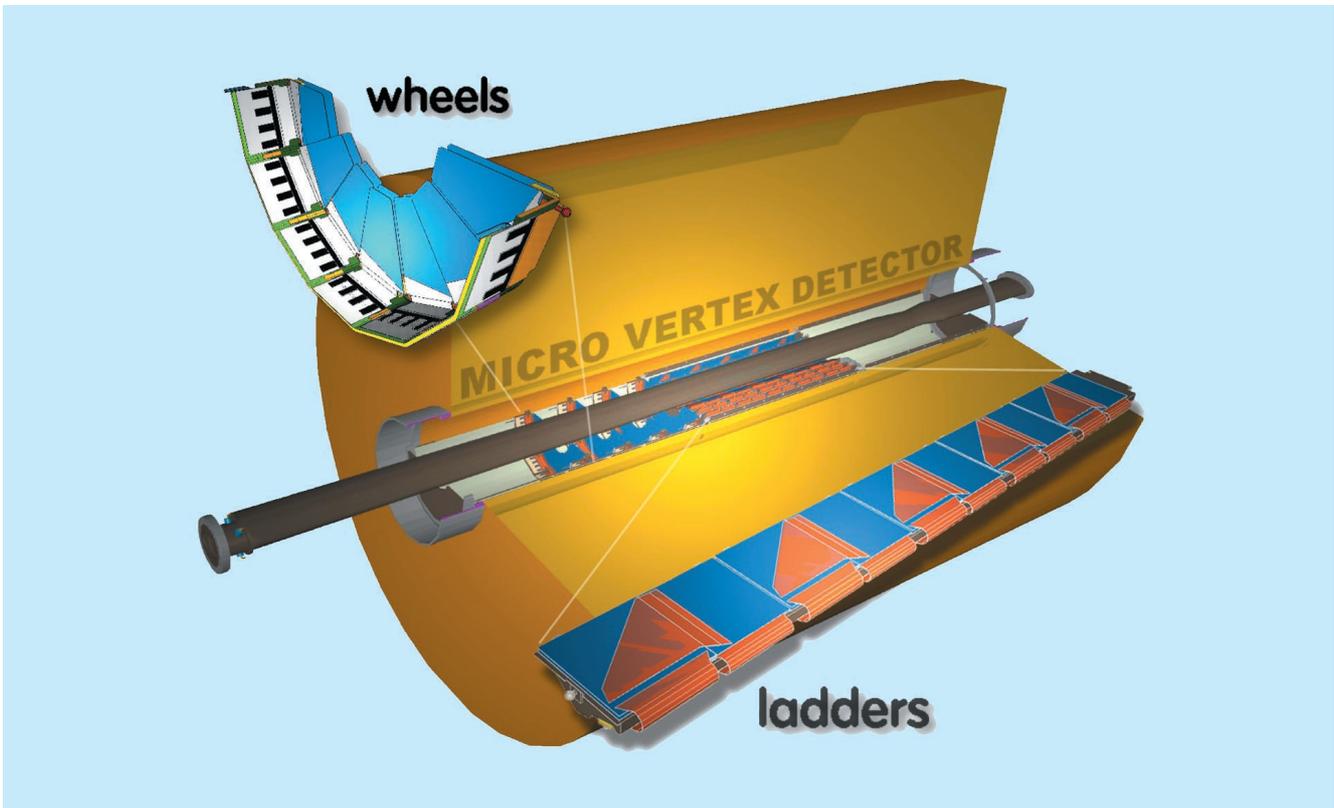


Abbildung 14: Ansicht des Mikro-Vertex-Detektors und des zentralen Strahlrohrs innerhalb des zentralen Spurdetektors. Die um das Strahlrohr angeordneten Komponenten des MVD, also die Leitern („ladders“) im Barrel-Detektor und die Halbringe („wheels“) des Vorwärtsdetektors sind noch einmal vergrößert dargestellt.

Die Triggerraten und Untergrundbedingungen bereiteten auch bei hohen Strahlströmen und der Design-Luminosität von HERA keine Schwierigkeiten. Die Totzeit des Datennahmesystems betrug in der Regel etwa 1%. Das zentrale Datennahmesystem wurde durch ein neues Überwachungssystem „Slow Control“, Erweiterung des Rechnernetzwerkes und ein neues Programm zur Qualitätskontrolle der aufgenommenen Daten weiter verbessert. Nach einem Probebetrieb konnte die Schichtbesetzung auf zwei Personen reduziert werden.

Im Offline-Bereich wurde der sogenannte „ZEUS Event Store“ eingeführt. Es handelt sich dabei um eine objektorientierte Datenbank, welche über 200 Variablen enthält, die für jedes Ereignis bei der Rekonstruktion berechnet werden.

Neue Detektorkomponenten

Mehrere neue Detektorkomponenten sind zur Zeit für die im Jahr 2000 geplante Luminositätserhöhung von HERA im Bau.

Mikro-Vertex-Detektor (MVD)

ZEUS wird in der Wartungsperiode im Jahr 2000 zur HERA Luminositätserhöhung einen neuen Mikro-Vertex-Detektor mit hochauflösenden Silizium-Streifendiolen einbauen. Abbildung 14 zeigt eine dreidimensionale Ansicht des MVD mit dem neuen zentralen Strahlrohr innerhalb des zentralen Spurdetektors.

Im Berichtsjahr wurden Entwurf und Konstruktion abgeschlossen, Prototypen hergestellt und getestet und mit der Produktion aller wesentlichen Komponenten begonnen.

Für die Detektormechanik sind die meisten Teile bereits angefertigt worden. So existieren schon viele der Haltestrukturen für die aktiven Detektormodule aus Kohlefaserwerkstoffen, das heißt die Leitern („ladders“ in Abb. 14) für den Barrel-Detektor und die Halbringe („wheels“ in Abb. 14) für den Vorwärts-Detektor. Der Kohlefaser-Zylinder mit den Flanschen zur Aufnahme und Positionierung der Leitern und Halbringe ist fertig. Die Versorgungsleitungen und Kabel werden anschließend in dem Zylinder verlegt. Dann werden die mit Detektormodulen bestückten Leitern und Halbringe eingebaut.

Jede der 30 Leitern im Barrel trägt zehn Detektormodule. Diese Module bestehen aus zwei $6 \times 6 \text{ cm}^2$ großen Streifenzählern und der Frontend-Elektronik. Die acht Halbringe für den Vorwärtsdetektor tragen jeweils sieben Vorwärtsmodule, die aus einem 7.5 cm langen trapezförmigen Streifenzähler und der gleichen Frontend-Elektronik bestehen. Die Detektormodule werden seit Mitte 1999 am DESY in Hamburg und in Zeuthen gefertigt. Die Produktion soll bis Mitte 2000 abgeschlossen sein.

Für ein Barrel-Modul werden je zwei Zähler 2 mm überlappend mit Abstandsstücken hochpräzise verklebt. Die Auslesestreifen der beiden Dioden werden mit Fanout-Kabeln untereinander sowie mit dem Hybriden für die Frontend-Elektronik verbunden. Die flexiblen Verbindungskabel bestehen aus einer Upilex Folie mit vergoldeten Kupfer-Leiterbahnen. Sie werden präzise auf die Dioden und die Hybride geklebt. Die Kontakte werden mit einem Dünndrahtbonder gebondet. Die Modulfertigung findet in einem eigens dafür eingerichteten Reinraum statt.

Die Frontend-Ausleseelektronik ist in SMD-Technik auf einem Keramik-Substrat aufgebaut. Jeder Hybrid ist für die Auslese der 512 Kanäle eines Moduls zuständig. Dazu werden je vier ASICs des Typs HELIX-128 3.0 eingesetzt. Alle benötigten Chips sind geliefert und erfolgreich getestet worden. Die Produktion der Hybride hat begonnen.

Zur Qualitätssicherung der Modul-Produktion wird nach jedem Produktionsschritt die Strom-Spannungs-

Charakteristik der Dioden gemessen. Dioden mit zu großen Strömen werden aussortiert. Vor und nach dem Zusammenbau zu Modulen wird das Verhalten der Dunkelströme der Dioden mehrere Tage lang in einem Langzeittest beobachtet.

Um auch einzelne Auslesestreifen und -kanäle testen zu können, wurde ein Lasersystem entwickelt und gebaut. Jedes fertige Detektormodul wird unter dem auf $20 \mu\text{m}$ fokussierten Strahl eines Halbleiterlasers verfahren. Die durch das gepulste Laserlicht induzierten Signale werden ausgelesen. Damit lassen sich Fehler in einzelnen Kanälen, wie etwa schlechte Verbindungen oder Kurzschlüsse, diagnostizieren. Die detaillierte Information steht für die spätere Datennahme und Kalibrierung zur Verfügung.

Die Infrastruktur, wie Kabel und „Patch-Panel“, Stromversorgungen, Kühlung und Verrohrung, wird vorbereitet. Von den zur Auslese der Frontend-Elektronik benötigten Modulen, wie den ADC-VME-Karten, „Clock&Control“-Einheiten, Analog-Link usw., existieren getestete Prototypen. Für das Detektor-Alignmentsystem mit Laserstrahlen, deren Position relativ zu Detektorkomponenten durch teildurchlässige Photodioden gemessen wird, wurden erfolgreich Tests aufgebaut.

Das System zur Datenauslese und -formatierung und das System zur Überwachung und Steuerung der Detektorparameter befinden sich in der Entwicklung. Es ist vorgesehen, die MVD-Daten einem Spurtrigger zur Verfügung zu stellen, der auch die Informationen von der zentralen und den vorwärtsgerichteten Kammern verarbeitet.

Es wurde mit der Entwicklung der zur Datenauswertung benötigten Software begonnen. Hauptschwerpunkte sind die Mustererkennung für die Spurrekonstruktion, der Spurfit und die Simulation des Detektors im ZEUS Monte Carlo-Programm.

Die Eigenschaften der Streifendetektoren wurden durch Messungen mit einem ortsauflösenden Testteleskop im DESY-Teststrahl untersucht. Die über die Detektoren gewonnenen Erkenntnisse fließen direkt ein in die Entwicklung von Algorithmen zur Ortsbestimmung von Koordinaten und in die Simulation der Detektorsignale.

Für das Jahr 2000 ist die Installation des Detektors in ZEUS vorgesehen. Vor dem Einbau ist ein mehrmonati-

ger Testaufbau des Gesamtsystems zur Inbetriebnahme des Detektors geplant.

Straw Tube Tracker (STT)

Der Vorwärtsspurdetektor von ZEUS besteht aus drei planaren Driftkammern und vier Übergangsstrahlungsdetektoren (TRDs). Für die HERA-Luminositätserhöhung werden die TRDs durch den sogenannten „Straw Tube Tracker“ (STT) ersetzt, der wie die TRDs aus vier Detektoren besteht. Jeder Detektor ist aus sechs Modulen zusammengesetzt, die jeweils einen Winkelbereich von 60° überdecken und quer zur Strahlrichtung angeordnet sind. Ein Teilchen durchquert insgesamt 24 Ebenen, die in vier verschiedenen Winkeln angeordnet sind.

Eine „Straw Tube“ (Strohalm) besteht aus einem sehr dünnen Rohr aus Kaptonfolie (7.5 mm Durchmesser, $120\ \mu\text{m}$ Wanddicke) mit einem in der Mitte gespannten Draht, an den eine Hochspannung angelegt wird. Der STT enthält insgesamt etwa 11 000 Straw Tubes, die 20 bis 102 cm lang sind. Die Vorteile dieser Detektor-technologie, die für die LHC-Experimente entwickelt wurde, sind robustes Verhalten bei hohem Untergrund, eine gute Ortsauflösung von etwa $140\ \mu\text{m}$ und eine geringe Hit-Multiplizität.

Nachdem ein Prototyp des Detektors gebaut und erfolgreich im Teststrahl untersucht wurde, ist der STT zur Zeit im Bau. Die beteiligten Institute sind MEPHI in Moskau, die Universitäten Bonn, Freiburg, Hamburg, Siegen, Tel Aviv, Toronto, York, Pennsylvania State, das Argonne National Laboratory sowie DESY. Die Produktion der Röhren in Moskau und das Verkleben zu Sektoren sind inzwischen abgeschlossen. Das Drahtspannen, der Zusammenbau und die Endkontrolle erfolgen zur Zeit in York, Freiburg, Moskau und bei DESY.

Abbildung 15 zeigt einen Teil eines STT-Sektors mit drei Lagen „Straw Tubes“. Die Hochspannungs- und Gasversorgung sind im Vordergrund.

Die bisherige Ausleseelektronik der TRDs mit etwa 2000 Kanälen soll für den STT weiter verwendet werden, was ein „Multiplexing“ der etwa 11 000 Kanäle erfordert. Die Frontend-Elektronik besteht deshalb aus zwei Boards. Das „Multiplex-Board“ befindet sich unmittelbar an den „Straws“, das Treiber-Board am Rand

des Detektors. Eine Prototypversion der Elektronik wurde am ANL getestet und anschließend bei Messungen am DESY-Teststrahl erfolgreich verwendet.

An den Programmen zur Rekonstruktion der Hits, zur Spurerkennung und zur Monte Carlo-Simulation wird gearbeitet.

Luminositätsmonitor

Zur Messung der HERA-Luminosität wird der Bethe-Heitler-Prozess $e p \rightarrow e p \gamma$ verwendet. Die erzeugten Photonen werden mit einem elektromagnetischen Kalorimeter nachgewiesen, das sich im HERA-Tunnel in 107 m Abstand von der ZEUS-Wechselwirkungszone befindet. Bisher wurde eine Genauigkeit der Luminositätsmessung von etwa 1.5% erreicht. Eine ebenso große Präzision wird auch nach der Luminositätserhöhung verlangt.

Die Luminositätsmessung wird nach der HERA-Luminositätserhöhung aus mehreren Gründen wesentlich erschwert. Die stärkere Ablenkung des Elektronenstrahls in der Wechselwirkungszone führt zu einer Erhöhung der charakteristischen Energie der Synchrotronstrahlung und zu einer Erhöhung der Anzahl der Synchrotronstrahlungs-Photonen um einen Faktor sieben. Dank der höheren Luminosität wird sich auch die Anzahl von Bremsstrahlungs-Photonen (Bethe-Heitler-Prozess) um das Fünffache erhöhen. Die größere Photonen-Rate erhöht auch die Wahrscheinlichkeit, dass bei einer Kollision der Elektronen- und Protonenstrahlen mehrere Photonen abgestrahlt und gleichzeitig im Photon-Kalorimeter nachgewiesen werden und so zu einer Verfälschung der Luminositätsmessung führen. Ohne eine Abschirmung von mehreren Strahlungslängen Dicke würde das jetzige Photon-Kalorimeter innerhalb kurzer Zeit durch Strahlenschäden beschädigt werden. Eine dickere Abschirmung würde aber die Energieauflösung des Kalorimeters verschlechtern und eine präzise Luminositätsmessung unmöglich machen.

Der neue Luminositätsmonitor muss auch unter den erschwerten Bedingungen eine präzise Messung der Luminosität ermöglichen. Außerdem ist es sinnvoll, zwei voneinander unabhängige Messmethoden mit unterschiedlichen systematischen Fehlern zu verwenden.



Abbildung 15: Teil eines STT-Sektors mit drei Lagen „Straw Tubes“. Die Hochspannungs- und Gasversorgung sind im Vordergrund.

Das bisherige Photon-Kalorimeter wird durch ein neues Kalorimeter (Szintillator-Blei-Sandwich) mit strahlenfestem Szintillator ersetzt. Zur Reduzierung des Synchrotronstrahlungs-Untergrunds befindet sich unmittelbar vor dem Kalorimeter ein sogenannter aktiver Filter aus Kohlenstoff mit vier Strahlungslängen Dicke. Der Filter ist in zwei Teile unterteilt, hinter denen sich jeweils ein Aerogel-Cherenkov-Detektor befindet. Die niederenergetischen Photonen der Synchrotronstrahlung werden in den Cherenkov-Detektoren nicht nachgewiesen. Der Energieverlust von Bethe-Heitler-Photonen im Filter wird dagegen gemessen und zur Korrektur der Energiemessung verwendet.

Monte Carlo-Studien und Teststrahlungsmessungen haben gezeigt, dass die Energieauflösung des Photon-Kalorimeters mit dem aktiven Filter entscheidend verbessert werden kann. Die Cherenkov-Detektoren können außerdem dazu verwendet werden, den Beitrag von Mehrfach-Photonen zu reduzieren.

Eine zweite unabhängige Luminositätsmessung wird mit einem Elektron-Positron Paarspektrometer durchgeführt. Als Konversionstarget der Bethe-Heitler-Photonen dient das Austrittsfenster in 92 m Abstand vom Wechselwirkungspunkt. Die erzeugten Elektron- und Positronpaare werden durch einen Dipolmagneten abgelenkt und mit zwei kleinen Kalorimetern,

die unmittelbar vor dem Photon-Kalorimeter angeordnet sind, gemessen. Als Detektoren werden die beiden Module des jetzigen Strahlrohr-Kalorimeters verwendet, die für die HERA-Luminositäts-erhöhung ausgebaut werden müssen. Der Vorteil dieser Messmethode besteht in einer entsprechend geringeren Anzahl von Photonen im Spektrometerdetektor aufgrund der geringen Konversionswahrscheinlichkeit, das heißt es gibt keine Mehrfach-Photonen, Synchrotronstrahlungs-Untergrund und Strahlungsschäden.

Zur Bestimmung der Akzeptanz und der Eichung des Photon-Kalorimeters und des Spektrometers wird ein kleines elektromagnetisches Kalorimeter verwendet, der sogenannte „6m-Tagger“, mit dem in Koinzidenz mit dem Photon das gestreute Elektron gemessen werden kann.

Vorbereitung auf die Luminositäts-erhöhung von HERA

Die Luminositäts-erhöhung von HERA erfordert den Einbau von supraleitenden Strahlführungsmagneten in den ZEUS-Detektor. Abbildung 13 zeigt eine dreidimensionale Darstellung des Detektors mit den neuen HERA-Magneten. Dies erfordert eine Reihe von Modifikationen, unter anderem ein neues zentrales Strahlrohr, Lagerung der Magnete, Einbau der Helium-Kryoversorgung, Verbesserung der magnetischen Abschirmung des Kalorimeters (F/RCAL), Entfernen des Vorwärts-Plug-Kalorimeters und des Strahlrohr-Kalorimeters sowie Änderungen der Infrastruktur. Außerdem muss der gesamte ZEUS-Detektor um 10 mm in Richtung Süden, HERA-Ring außen, verfahren werden. Die jeweiligen Konstruktionen sind inzwischen weitgehend abgeschlossen.

Physikalische Ergebnisse

Im Folgenden werden einige der von ZEUS im Jahre 1999 veröffentlichten Physikresultate diskutiert.

γ^*p -Streuung im Übergangsbereich zwischen hohen und niedrigen Q^2

Über die Messung der totalen und diffraktiven Photon-Proton-Wirkungsquerschnitte wurden bei HERA neue Erkenntnisse über die Parton-Dynamik von Gluonen und Quarks in der Elektron-Proton-Streuung gewonnen. Es wird ein steiler Anstieg des totalen γ^*p -Wirkungsquerschnitts mit der γ^*p -Schwerpunktsenergie W beobachtet. Der Anstieg wurde zunächst bei Werten von Q^2 oberhalb einiger GeV^2 gemessen, dabei ist Q^2 die Photon-„Virtualität“, die das räumliche Auflösungsvermögen des Photons bestimmt. Dieses Verhalten des Wirkungsquerschnitts ist in der Theorie der starken Wechselwirkung, der störungstheoretischen QCD, beschreibbar.

Das ZEUS-Experiment hat mit Hilfe des BPC, eines nahe am Strahl eingebauten Kalorimeters, den γ^*p -Wirkungsquerschnitt bei sehr niedrigen Werten von Q^2 zwischen 0.11 GeV^2 und 6.5 GeV^2 gemessen. Mit Hilfe eines neuen Spurteleskops vor dem Kalorimeter wurde der kinematische Bereich bis hinunter zu $Q^2 = 0.045 \text{ GeV}^2$ erschlossen und die Auflösung wurde verbessert. Zusammen mit bereits veröffentlichten Daten konnte die Abhängigkeit des Wirkungsquerschnitts von W und Q^2 in einem großen Bereich bestimmt werden.

Abbildung 16 (links) zeigt, dass der steile Anstieg des Wirkungsquerschnitts mit W , der bei hohen Werten von Q^2 sichtbar ist, bei niedrigeren Werten von Q^2 deutlich gedämpft wird. Wie Abbildung 16 (rechts) zeigt, wird bei größeren Werten von Q^2 ein Abfall des Wirkungsquerschnitts $\sim 1/Q^2$ beobachtet, was dem Verhalten einer punktförmigen Wechselwirkung des Photons mit den Quarks im Proton entspricht. Dagegen flacht bei kleinen Werten von Q^2 diese Abhängigkeit des Wirkungsquerschnitts von Q^2 deutlich ab. Der Vergleich der beiden Abbildungen zeigt, dass in diesem Bereich auch die Dämpfung des Anstiegs des Wirkungsquerschnitts mit W einsetzt und dieses Abflachen mit dem Übergang von der punktförmigen Wechselwirkung bei größeren Q^2 -Werten zu einer ausgedehnten Wechselwirkung bei niedrigen Werten von Q^2 verbunden ist.

Diese Ergebnisse über die Wechselwirkung von Photonen mit Materie können zum Verständnis des Übergangs von der tiefunelastischen punktförmigen Streu-

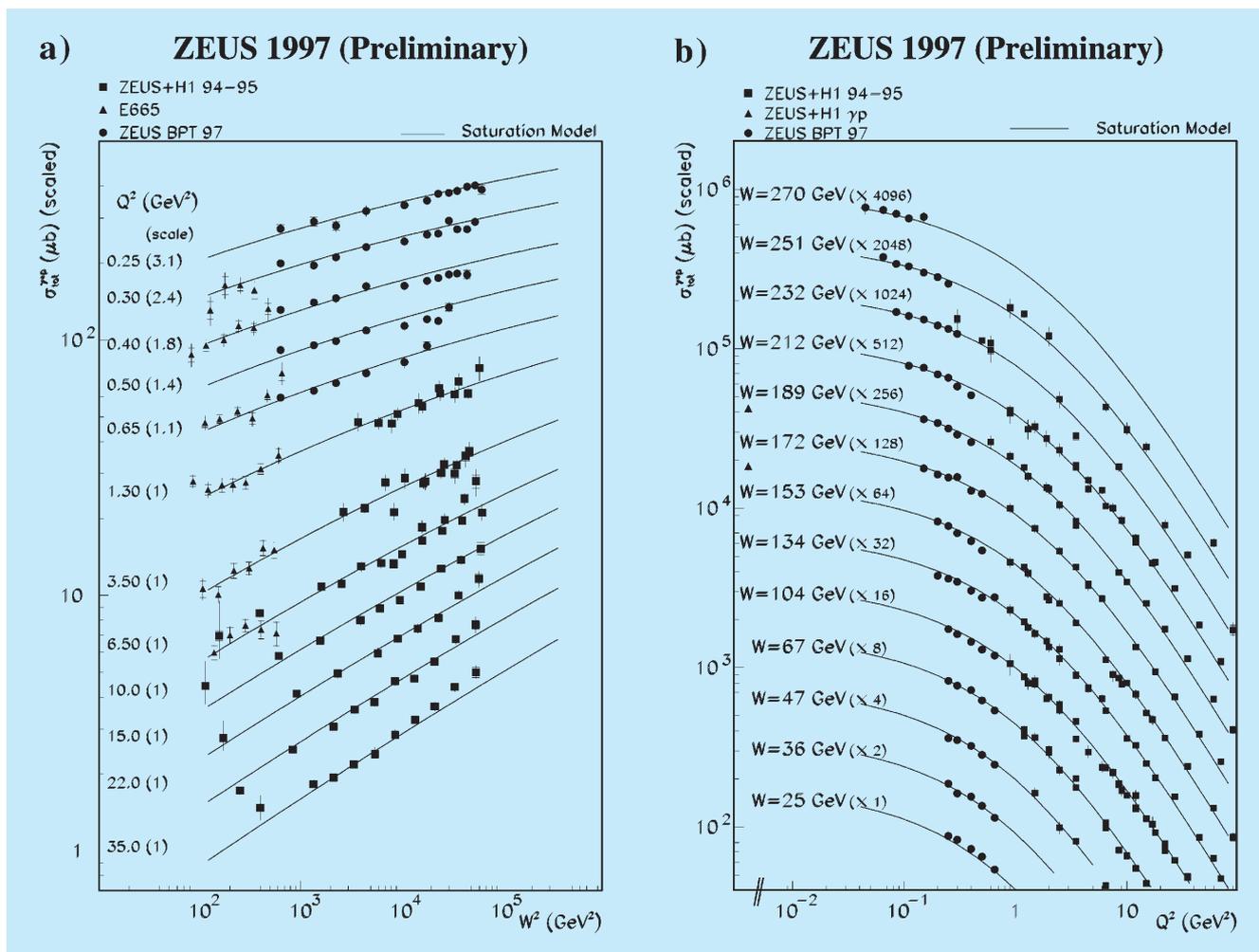


Abbildung 16: Links: $\gamma^* p$ -Wirkungsquerschnitt als Funktion von W^2 bei festen Werten von Q^2 ; rechts: $\gamma^* p$ -Wirkungsquerschnitt als Funktion von Q^2 bei festen Werten von W ; die Linien zeigen die Anpassung durch ein Sättigungsmodell von Golec-Biernat und Wüsthoff.

ung des Photons an Partonen, die von der störungstheoretischen QCD beschrieben wird, zum Bereich der Hadron-Physik und des „Confinements“ Wesentliches beitragen.

Man kann die $\gamma^* p$ -Wechselwirkung als einen Zweistufen-Prozess betrachten. Nach der Heisenbergschen Unschärferelation kann sich das einlaufende virtuelle Photon kurzzeitig in ein Quark-Antiquark-Paar $q\bar{q}$ verwandeln. Im Schwerpunktsystem des Protons hat das Photon eine sehr hohe Energie, in der Größenordnung von mehreren tausend Proton-Massen, und durch die relativistische Dilatation kann der $q\bar{q}$ -Zustand lange vor

der eigentlichen Wechselwirkung mit dem Proton entstanden sein. Das $q\bar{q}$ -Paar hat also Zeit, sich durch mehrere QCD-Abstrahlungen mit einer Wolke aus weiteren Quarks und Gluonen zu umgeben. Auch das einlaufende Proton führt eine Wolke aus Quarks und Gluonen mit sich. Die Partonen aus der Strahlungswolke des Photons können mit denjenigen aus der Proton-Wolke wechselwirken, die dieselbe transversale Ausdehnung haben.

Der Wirkungsquerschnitt hängt dabei von der Anzahl der Partonen in den beiden Wolken ab. Die Zahl der Partonen hängt wiederum von W und Q^2 ab. Bei wach-

sender Energie haben die Wolken mehr Zeit für die Abstrahlung weiterer Partonen. Die transversale Größe r des $q\bar{q}$ -Paares hängt von Q^2 ab, $r^2 \sim 1/Q^2$. Bei großen Werten von Q^2 , wo die Wechselwirkung fast punktförmig ist, ist auch die transversale Ausdehnung des $q\bar{q}$ -Paares klein. In diesem Fall wird die Abstrahlung der Gluonen und Quarks durch die störungstheoretische QCD beschrieben. Die Feldgleichungen der QCD sagen eine raschen Zunahme der Anzahl der Partonen mit Q^2 und W voraus, und dies führt zum steilen Anstieg des Wirkungsquerschnitts. Wenn die Partondichte so weit angewachsen ist, dass mehrere Gluonen aus der Photon-Wolke gleichzeitig entsprechende Partner in der Proton-Wolke finden, setzen Sättigungseffekte ein. Die paarweise oder, allgemeiner gesagt, kohärente Wechselwirkung der Partonen der beiden Wolken führt zur Dämpfung des Anstiegs des Wirkungsquerschnittes mit W .

Die Vorhersage eines einfachen Modells, das aus diesem physikalischen Bild entwickelt wurde und das die Sättigungseffekte parametrisiert, ist in Abbildung 16 gezeigt. Die Daten für den totalen Wirkungsquerschnitt und ebenso der diffraktive Wirkungsquerschnitt werden durch dieses Modell ebenfalls gut beschrieben.

Helizitätserhaltung bei der Erzeugung von ρ^0 -Mesonen

Die QCD ist als Störungstheorie der starken Wechselwirkung nur dann anwendbar, wenn die von der Energieskala abhängige Kopplungskonstante klein genug ist, das heißt bei Skalen $\gg 1 \text{ GeV}^2$. Im „Confinement“-Bereich kann die QCD zur Zeit keine Aussagen machen, stattdessen benutzt man Modelle, um die Wechselwirkung zu beschreiben.

Wenn das Photon, wie oben beschrieben, in ein Quark-Antiquark-Paar fluktuiert, kann es ein Vektormeson, zum Beispiel ein ρ^0 -Meson, bilden. Die Wechselwirkung des Photons mit dem Proton verhält sich dann wie eine Streuung von zwei Hadronen. Etwa 10% dieser Streuungen geschehen elastisch. Im Endzustand zerfällt das gestreute Meson nach 10^{-23} sec in ein positiv und ein negativ geladenes Pion, die im Detektor nachgewiesen werden.

Man kann elastisch gestreute Photonen über die Zerfallsprodukte des ρ^0 -Mesons auch in Ereignissen fin-

den, wo das Photon einen größeren Impulsübertrag Q^2 trägt. Wie erwähnt bestimmt die „Virtualität“ des Photons die Konfiguration des Quark-Antiquark-Zustands während der Streuung, wobei die transversale Ausdehnung des Paares umgekehrt proportional zu Q ist. So kann die starke Wechselwirkung als Funktion der Ausdehnung des Quark-Antiquark-Zustandes studiert werden.

Man weiß, dass bei solch „peripheren“ Streuungen die Helizität erhalten bleibt und nennt das „Helizitätserhaltung im s-Streukanal“ (SCHC). Aus der Winkelverteilung der beiden Zerfalls-Partonen lassen sich Rückschlüsse auf die Helizität des ρ^0 -Mesons ziehen und die Hypothese der Helizitätserhaltung lässt sich so überprüfen.

Das ZEUS-Experiment hat die Helizitätsamplituden für den Prozess der Elektroproduktion von ρ^0 -Mesonen gemessen. Man findet, dass sich mit einer Wahrscheinlichkeit von etwas weniger als 10% die Helizität während des Streuvorgangs ändert, und es zeigt sich damit eine Verletzung der SCHC. Die SCHC-Verletzung zeigt Abbildung 17, wo die 15 gemessenen Parameter der Spin-Dichtematrix zusammen mit der Vorhersage der SCHC (gestrichelte Linie) gezeigt sind.

Es gibt verschiedene Ansätze, die dynamische Ursache der Helizitätsverletzung zu erklären. Die störungstheoretischen Modelle lehnen sich an die QCD an und gelten daher erst bei größeren Q^2 . Sie beschreiben die „periphere“ Streuung durch den Austausch zweier kohärenter Gluonen. Die durchgezogene Linie in Abbildung 17 zeigt die Vorhersage eines solchen Modells. Tatsächlich werden viele Aspekte der ZEUS-Daten durch die QCD-Modelle recht gut beschrieben.

Zwei-Jet-Ereignisse und „Resolved Photon“-Komponente bei größeren Q^2

Auch in der Photoproduktion, also der Streuung reeller Photonen an Protonen bei $Q^2 \sim 0$, gibt es Prozesse, die in der QCD störungstheoretisch berechnet werden können. Das fast reelle Photon fluktuiert in ein Quark-Antiquark-Paar. In einzelnen Ereignissen kann genug Transversalenergie auftreten, um einen „harten“ Sub-Prozess zwischen den Partonen des Photons und

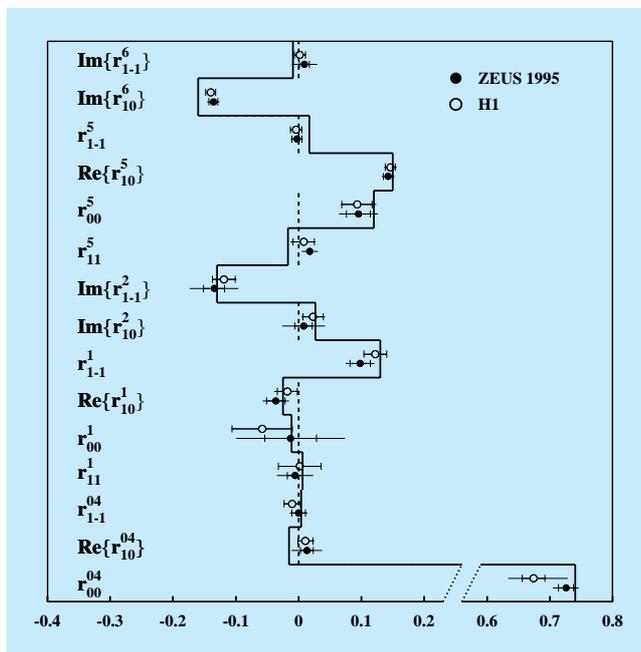


Abbildung 17: Ergebnisse für die 15 Parameter der ρ^0 -Spin-Dichtematrix, die aus den gemessenen Winkelverteilungen der Pionen aus ρ^0 -Zerfällen gewonnen wurden. Die Symbole zeigen die HERA-Resultate. Die gestrichelte Linie ist die Vorhersage der SCHC, die durchgezogene Linie zeigt die Vorhersage des QCD-Modells von Ivanov und Kirschner.

des Protons zu ermöglichen. Solche Ereignisse werden selektiert, indem man die auslaufenden Partonen als Hadron-Jets mit großer Transversalenergie im Detektor nachweist.

Dabei kann das Quark-Antiquark-Paar direkt in den harten Subprozess eingehen, man spricht von einem „Direct Photon“-Ereignis. Dagegen handelt es sich um ein „Resolved Photon“-Ereignis, wenn nur ein Teil der Energie des Photons am harten Subprozess teilnimmt, und demnach weitere Partonen des Photons weiterfliegen.

Das ZEUS-Experiment hat nun gemessen, wie sich der Anteil der „Resolved Photon“-Prozesse am Wirkungsquerschnitt als Funktion der Photon-Virtualität Q^2 verhält. Man geht daher der Frage nach, bei welchem Impulsübertrag das Photon nur noch „punktförmig“ an der Wechselwirkung teilnimmt bzw. nur noch

die direkte Kopplung des Photons an ein Quark des Protons zu dem Prozess beiträgt.

In Ereignissen mit zwei Hadron-Jets misst die Größe x_γ^{OBS} den Energieanteil der beiden Jets an der Energie des Photons. Für ein „Resolved Photon“-Ereignis verlangt man $x_\gamma^{\text{OBS}} < 0.75$. Man misst dann das Verhältnis der Anzahl von Zwei-Jet-Ereignissen mit $x_\gamma^{\text{OBS}} < 0.75$ zu denen mit $x_\gamma^{\text{OBS}} > 0.75$ als Funktion von Q^2 .

In Abbildung 18 ist das Verhältnis der Wirkungsquerschnitte als Funktion von Q^2 gezeigt, wobei für die Transversalenergie der Jets mindestens 5.5 GeV (a) bzw. mindestens 6.5 GeV (b) gefordert wurden. Der „Resolved Photon“-Anteil nimmt mit Q^2 stark ab. Im Vergleich mit QCD-Rechnungen (mit JetViP bezeichnete Linien) bleibt das Verhältnis jedoch auch noch bei $Q^2 = 4.5 \text{ GeV}^2$ groß. In dem Monte Carlo-Modell (mit HERWIG bezeichnet) bleibt das Verhältnis durch Partonschauer-Effekte größer als null, jedoch kann keines der Modelle alle Datenpunkte befriedigend beschreiben.

Man kann dieses Ergebnis so interpretieren, dass die „Resolved Photon“-Komponente auch bei größeren Q^2 nicht verschwindet.

Wirkungsquerschnitt für Jets in Vorwärtsrichtung

Im Bild der Elektron-Proton-Wechselwirkung als tief-unelastische Streuung (DIS) tauscht das Elektron direkt mit einem Quark im Proton ein Photon mit dem Impulsübertrag Q aus und schlägt so einen Quark-Jet mit transversaler Energie $E_{T,\text{jet}}$ aus dem Proton heraus. Dem steht komplementär das bereits erwähnte Bild gegenüber, in dem das Wechselwirkungs-Photon zwischen Elektron und Proton sich zunächst in ein Quark-Antiquark-Paar aufspaltet, bevor dieses hadronische System dann mit dem Proton wechselwirkt. Welches dieser Bilder die Phänomene der Elektron-Proton-Streuung erfolgreich beschreibt, hängt vom kinematischen Bereich der Wechselwirkung ab und davon, welche Energieskala den betrachteten Prozess bestimmt.

Die ZEUS-Kollaboration hat den Wirkungsquerschnitt für die Erzeugung von Teilchenjets in Vorwärtsrichtung, also in Richtung des einlaufenden Protons und

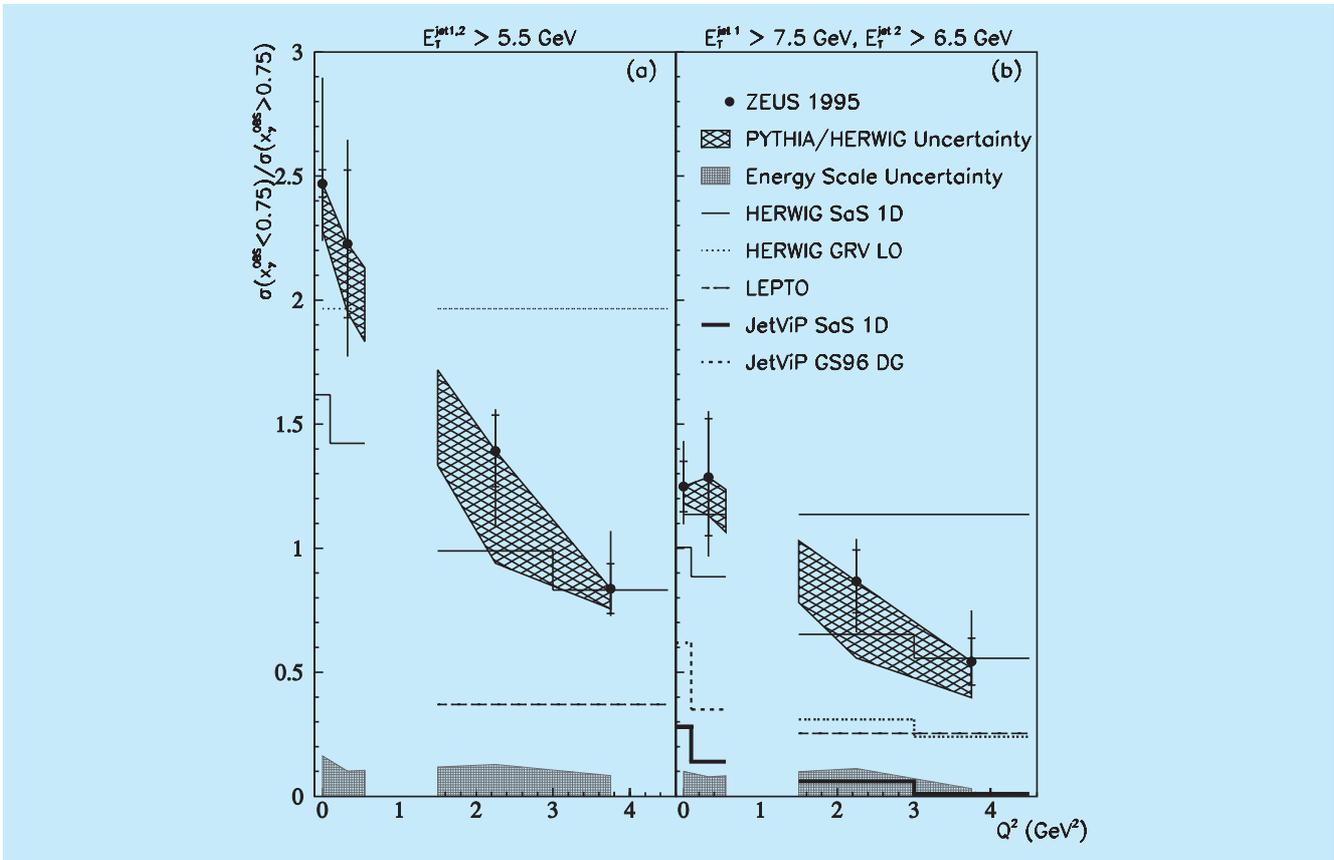


Abbildung 18: Das Verhältnis der Wirkungsquerschnitte für die Erzeugung zweier Hadron-Jets, $\sigma(x_\gamma^{OBS} < 0.75)/\sigma(x_\gamma^{OBS} > 0.75)$, als Funktion von Q^2 , für (a) niedrige und (b) höhere Jet-Transversalenergie-Schwellen. Die Linien zeigen die Vorhersagen verschiedener Modellrechnungen.

des auslaufenden Proton-Rests, gemessen. Für diese Ereignisse sind sowohl der Impulsübertrag Q als auch die Jet-Energie $E_{T,jet}$ bestimmend, also zwei voneinander unabhängige Energieskalen. Beide Skalen variieren bei HERA über einen weiten Bereich. Der Jet-Wirkungsquerschnitt wurde als Funktion des Verhältnisses $E_{T,jet}^2/Q^2$ zwischen 10^{-2} und 10^2 gemessen. Das Ergebnis zeigt Abbildung 19. Da nur Ereignisse ausgewählt wurden, in denen beide Energieskalen „groß“ sind, $Q^2 > 10 \text{ GeV}^2$ und $E_{T,jet}^2 > 25 \text{ GeV}^2$, sollten störungstheoretische QCD-Rechnungen des Wirkungsquerschnitts anwendbar sein. Während alle betrachteten Modelle mit den Messungen im Bereich kleiner $E_{T,jet}^2/Q^2$ übereinstimmen, gibt es nur zwei Rechnungen bzw. Modelle, die über den gesamten Bereich den Wirkungsquerschnitt vorhersagen können. Diese

beiden Ansätze sind ebenfalls in Abbildung 19 gezeigt. In der ersten Rechnung wurde exakt bis zu einer bestimmten Ordnung in der starken Kopplungskonstanten gerechnet (Next-to-Leading-Order-Programm JetViP, gepunktete Linie). Im anderen Modell wurde nur die führende Ordnung exakt gerechnet und die Beiträge höherer Ordnung durch phänomenologische Beschreibungen berücksichtigt (RAPGAP, durchgezogene Linie). Beide Modelle benutzen den Ansatz des sich in ein Quark-Antiquark aufspaltenden Photons, der also die „Resolved Photon“-Komponente berücksichtigt. Es zeigt sich, dass dieser Beitrag für $E_{T,jet}^2/Q^2 > 1$ bei kleinen Bjorken- x auch bei hohen Q^2 wichtig ist.

Dies Ergebnis ist insofern zunächst überraschend, als man für tiefunelastische Streuung bei $Q^2 > 10 \text{ GeV}^2$

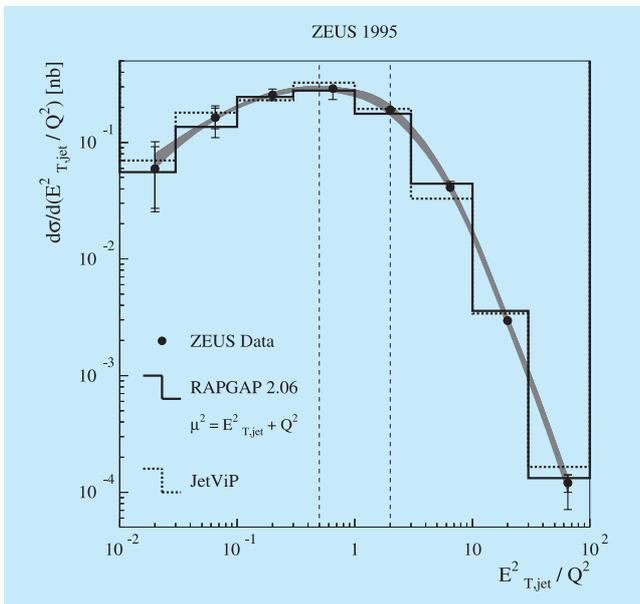


Abbildung 19: Wirkungsquerschnitt für die Produktion von Jets in Vorwärtsrichtung als Funktion von E^2_{Tjet}/Q^2 . Gezeigt sind auch die Vorhersagen einer phänomenologischen Beschreibung (durchgezogene Linie) und einer Next-to-Leading-Order QCD-Rechnung (gepunktete Linie).

bisher annahm, das Photon als punktförmiges Teilchen behandeln zu können. Wenn aber die transversale Energie des Quark-Jets größer wird als der Impulsübertrag des Photons, gilt dieses Bild in seiner einfachen Form offenbar nicht mehr. Die Beiträge der hadronischen „Resolved Photon“-Komponente sind offenbar auch bei großer „Virtualität“ Q^2 des Photons wichtig und tragen wesentlich zum Wirkungsquerschnitt bei.

Das Bild von der tiefinelastischen Streuung zwischen Elektron und Proton muss also entsprechend modifiziert werden.

Messung der Wirkungsquerschnitte für neutrale und geladene Ströme bei hohen Q^2

Die Messungen der Wirkungsquerschnitte für neutrale und geladene Ströme bei hohen Q^2 überprüfen die präzisen Vorhersagen des Standard-Modells der schwachen und elektromagnetischen Wechselwirkung. Von 1998 bis April 1999 wurde HERA mit Elektronen anstatt mit Positronen betrieben. So können nun e^+p - und

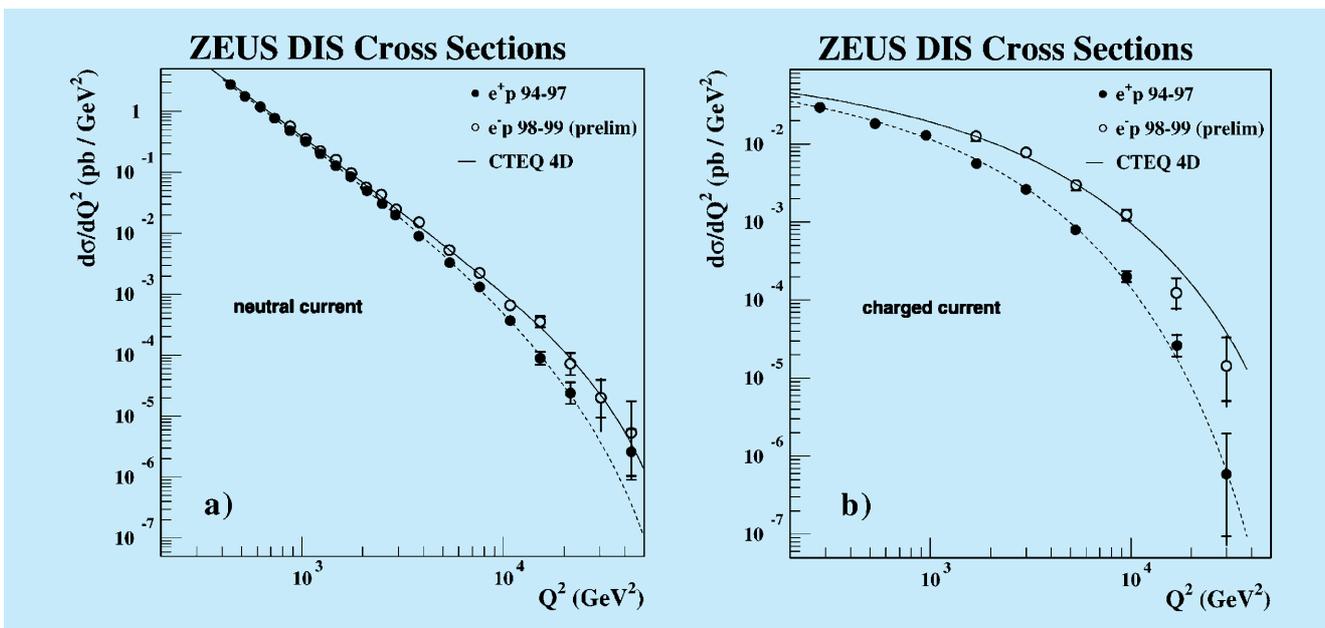


Abbildung 20: Vergleich der differentiellen Wirkungsquerschnitte für neutrale Ströme (links) und für geladene Ströme (rechts) in e^+p und e^-p Wechselwirkungen. Die Vorhersagen des Standard-Modells sind als Linien dargestellt.

e^-p -Wirkungsquerschnitte analysiert und verglichen werden.

Die schwache Wechselwirkung wird durch den Austausch der schweren Vektorbosonen W^\pm und Z^0 vermittelt. Photon und Z^0 sind beide elektrisch neutral und tragen zu denselben Endzuständen bei. Die Wechselwirkungen, die sie vermitteln, werden als neutrale Ströme (NC für „neutral current“) bezeichnet. Die Interferenz zwischen Photon- und Z^0 -Austausch trägt zur e^+p - und e^-p -Streuung mit unterschiedlichem Vorzeichen bei, da die elektrische Ladung von Elektron und Positron unterschiedlich, die schwache Ladung aber gleich ist. Abbildung 20 zeigt links den NC-Wirkungsquerschnitt, gemessen als Funktion von Q^2 . Für Q^2 -Werte zwischen 400 und 50 000 GeV^2 fällt der Wirkungsquerschnitt um sechs Größenordnungen ab, hauptsächlich bedingt durch den Photon-Propagator, $d\sigma/dQ^2 \propto 1/Q^4$. Für Q^2 -Werte $> 3000 \text{ GeV}^2$ zeigt sich ein klarer Unterschied zwischen den beiden Ladungszuständen. Der Wirkungsquerschnitt für e^-p -Streuung ist größer als der für e^+p -Streuung, was direkt auf die Existenz des schwachen neutralen Stromes hindeutet.

Die W-Bosonen sind elektrisch geladen und koppeln an den geladenen Strom (CC für „charged current“). Das Neutrino bzw. das Antineutrino im Endzustand kann im Detektor nicht direkt nachgewiesen werden, sondern manifestiert sich durch den im Ereignis fehlenden Transversalimpuls. Die Wirkungsquerschnitte für die Reaktionen $e^+p \rightarrow \bar{\nu} + X$ und $e^-p \rightarrow \nu + X$ (Abb. 20 rechts) sind verschieden, da das W^- hauptsächlich an das u-Quark koppelt während das W^+ bevorzugt an das d-Quark koppelt und zusätzlich die Ankopplung des W^+ durch die Händigkeit des Antineutrinos stark unterdrückt ist. Bei Werten von Q^2 um 10 000 GeV^2 übersteigt der e^-p - den e^+p -Wirkungsquerschnitt um fast eine Größenordnung.

Im Vergleich der differentiellen Wirkungsquerschnitte für geladene und neutrale Ströme in e^+p - und e^-p -Wechselwirkungen sieht man, dass bei niedrigen Q^2 der Photon-Austausch, das heißt der elektromagnetische Strom, dominiert. Mit steigendem Q^2 wachsen die relativen Beiträge der schwachen Ströme. Bei hohen Q^2 sind die Wirkungsquerschnitte für neutrale und geladene Ströme etwa gleich, was die Vereinigung der schwachen und elektromagnetischen Kräfte demonstriert.

Während die geladenen Vektorbosonen W^\pm bei CERN und Fermilab direkt in ihren Zerfällen beobachtet werden, kann erst bei HERA der Einfluss der Masse des W-Austauschteilchens, also der Propagator-Masse, auf den Wirkungsquerschnitt der schwachen Wechselwirkung direkt beobachtet werden. Der Q^2 -Abfall des CC-Wirkungsquerschnitts hängt primär von der Masse M_{W_p} des W-Austauschteilchens ab, $d\sigma/dQ^2 \propto (M_{W_p}^2/(M_{W_p}^2 + Q^2))^2$. Wenn man die im Myon-Zerfall präzise gemessene Kopplungskonstante benutzt, kann man aus der Form des Wirkungsquerschnitts die Propagator-Masse bestimmen:

$$M_{W_p} = 81.4_{-2.6}^{+2.7}(\text{stat}) \pm 2.0(\text{sys})_{-3.0}^{+3.3}(\text{pdf}) \text{ GeV}.$$

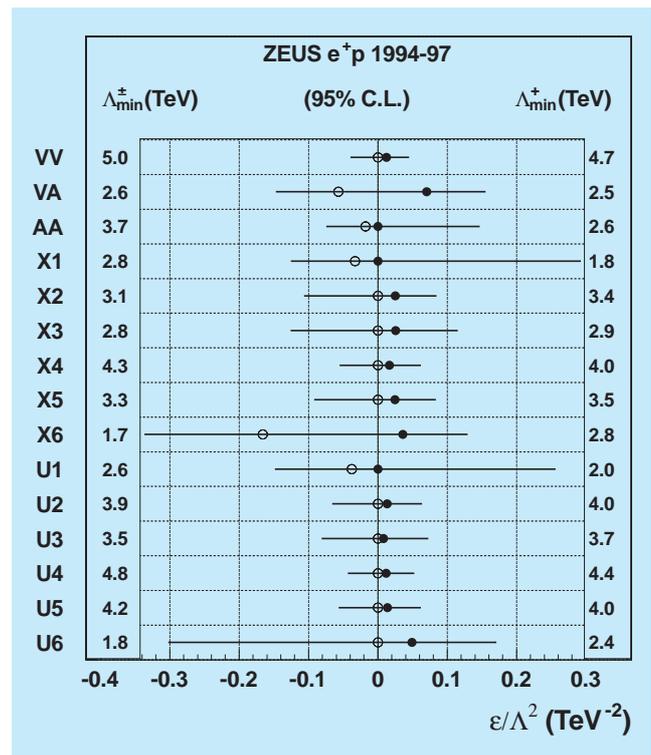


Abbildung 21: In der rechten bzw. linken Spalte sind die Massenskalen Λ gezeigt, bis zu denen Kontakt-Wechselwirkungen in e^+p -Streuung mit $\epsilon = +1$ bzw. $\epsilon = -1$ für die unterschiedlichen Typen von Wechselwirkungen (Helizität, Quark-Flavor-Kopplungen) ausgeschlossen werden können. Die Punkte stellen die wahrscheinlichsten Werte für ϵ/Λ^2 dar, die alle mit dem Standard-Modell-Wert von $\epsilon/\Lambda^2 = 0$ kompatibel sind.

Dieser Wert ist in guter Übereinstimmung mit dem Wert der Masse des W-Bosons aus der direkten Beobachtung der W-Zerfälle, $M_W = 80.41 \pm 0.10 \text{ GeV}$. Bei HERA wurde die W-Masse im raumartigen W-Austausch bestimmt. Diese Messung ist daher komplementär zu den Messungen in der zeitartigen W-Produktion in der $p\bar{p}$ oder e^+e^- -Annihilation. Damit zeigt dieses wichtige Ergebnis die Konsistenz des Standard-Modells.

Suche nach Abweichungen vom Standard-Modell

Abbildung 20 zeigt die gute Übereinstimmung der Vorhersagen des Standard-Modells mit den bei HERA gemessenen Wirkungsquerschnitten. Dies erlaubt es, eine Reihe von Phänomenen auszuschließen, die nicht im Standard-Modell vorhanden sind. HERA-Daten sind besonders geeignet, nach der Existenz von Leptoquarks zu suchen, da sie in der Elektron-Quark-Streuung direkt resonant erzeugt würden. Man würde dann eine Anhäufung in der Verteilung der invarianten Masse des Endzustands beobachten. Die ZEUS-Kollaboration hat

in e^+ - und e^- -Daten in NC- und CC-Signaturen solche Elektron-Quark-Resonanzen gesucht. Aus der Tatsache, dass solche Signale nicht beobachtet wurden, kann man Leptoquarks bei einer Kopplungsstärke $\lambda = 0.3$ mit Massen zwischen 150 und 280 GeV ausschließen.

ZEUS-Daten sind auch sensitiv auf neue Physik bei Energieskalen jenseits der HERA-Schwerpunktsenergie. Man fasst die Auswirkungen von solchen hypothetischen Prozessen als effektive Theorie der Kontakt-Wechselwirkungen („Contact Interactions“) zusammen. Die Form des Wirkungsquerschnitts bei hohen Q^2 würde dadurch modifiziert. Die ZEUS-Kollaboration hat nach verschiedenen Arten von Kontakt-Wechselwirkungen gesucht. Da in den differentiellen Wirkungsquerschnitten bisher keine signifikanten Abweichungen von den Vorhersagen des Standard-Modells gefunden wurden, konnte eine Vielzahl von Ausschlussgrenzen von effektiven Massenparametern Λ gesetzt werden. Diese sind in Abbildung 21 dargestellt. Die Ergebnisse sind von vergleichbarer Aussagekraft und zum Teil komplementär zu jenen, die an anderen Beschleuniger-Experimenten gefunden worden sind.

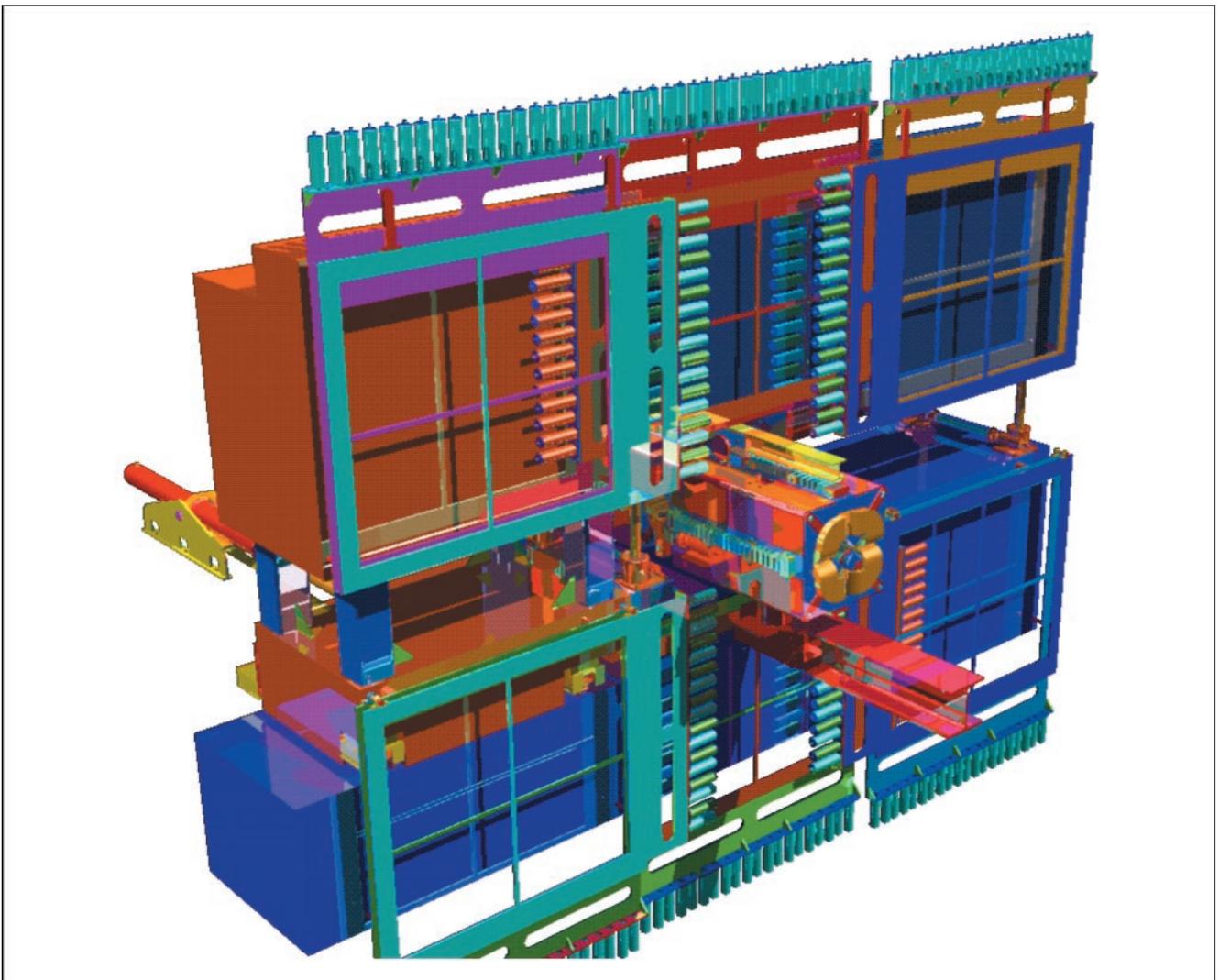


Abbildung 22: Blick auf die HERMES Eisen/Szintillator-Wand zur Identifikation von hoch-energetischen Myonen. Im Zentrum erkennt man einen der beiden HERA-Quadrupole, in die die Driftkammern des FQS-Detektors installiert sind. Zur Vereinfachung der Darstellung sind nur die Rahmen und nicht die einzelnen Szintillator-Paddel gezeigt.

HERMES-Experiment

Beteiligte Institute: NIKHEF/Vrije Universiteit Amsterdam, Univ. of Michigan Ann Arbor, ANL Argonne, INFN Bari, Univ. of Colorado Boulder, MIT Cambridge, JINR Dubna, Univ. of Alberta Edmonton, Univ. Erlangen-Nürnberg, INFN Ferrara, INFN Frascati, Univ. Freiburg, Univ. of Gent, DESY Hamburg, MPI Kernphys. Heidelberg, New Mexico State Univ. Las Cruces, Univ. Liverpool, Univ. of Wisconsin Madison, P.N. Lebedev Inst. Moscow, Univ. München, Caltech Pasadena, INFN Rome, St. Petersburg Nucl. Phys. Inst., Tokyo Tech. Univ., Univ. of Illinois Urbana-Champaign, Simon Fraser Univ. und TRIUMF Vancouver, Yerevan Phys. Inst., DESY Zeuthen.

Sprecher: E. Kinney, Univ. of Colorado (bis Juni 1999); E. Steffens, Univ. Erlangen-Nürnberg (ab Juli 1999)

Im Jahr 1999 wurde der Betrieb mit dem longitudinal polarisierten Deuterium-Target fortgesetzt und etwa 2.3 Millionen Daten mit dem im HERMES Bereich longitudinal polarisierten Elektronen-Strahl (bzw. Positronen-Strahl nach der Umstellung im Sommer) aufgezeichnet. Ein Deuteriumkern enthält neben einem Proton auch ein Neutron und somit erlauben die Deuterium-Daten, zusammen mit dem entsprechenden Datensatz aus den Jahren 1996/97 an longitudinal polarisiertem Wasserstoff, einen experimentellen Zugang zur Untersuchung der longitudinalen Spin-Struktur des Nukleons.

Daneben wurden auch Daten bei höherer Dichte mit den unpolarisierten Targetgasen Deuterium, Stickstoff und Krypton genommen mit dem Ziel, kernabhängige Effekte in den Streuprozessen aufzudecken. Die Datennahme mit Krypton erfolgte in einer dreitägigen, speziell für HERMES ausgelegten Messperiode bei sehr hoher Targetdichte und damit verbundenen niedrigen Strahllebensdauern von etwa fünf Stunden und erbrachte fast eine Million Ereignisse.

Im Anschluss an den siebenwöchigen Shutdown im Frühjahr wurde ein erster Test mit dem transversal polarisierten Wasserstoff-Target durchgeführt. Mit diesem Target sollen zu einem späteren Zeitpunkt weitere Aspekte der Spin-Struktur des Nukleons, wie die transversalen Spinverteilungen der Quarks im Nukleon, untersucht werden. Bei den Testmessungen zeigte sich, dass auch bei einem auf

etwa 50% reduzierten Haltefeld noch ein guter Arbeitspunkt zwischen den depolarisierenden Resonanzen existiert und dass das Target in diesem Modus bei ausreichender Target-Polarisation betrieben werden kann.

Die vielfältigen Versuche, über eine Verkleinerung der lateralen Abmessungen der Targetzelle den „Stauereffekt“ zu erhöhen und damit die Luminosität des Experiments zu steigern, waren Ende 1999 von Erfolg gekrönt. Eine solche verkleinerte Zelle lieferte bei gleicher Polarisation eine um 50% erhöhte Dichte. Damit kann die zum Ende der 2000er Datennahme genommene Datenmenge signifikant gesteigert werden.

Die 1998 installierten Detektor-Erweiterungen, wie der Zweifach-RICH und die Myon-Wand (Abb. 22), wurden routinemäßig betrieben und in die Datennahme integriert. Damit konnte der Impulsbereich der identifizierbaren Teilchen erheblich erweitert werden und umfasst nun neben dem gestreuten Elektron (bzw. Positron) auch Myonen, geladene Pionen, Kaonen und Protonen im gesamten kinematischen Bereich des Experiments.

Auch 1999 lag der Schwerpunkt der Analyse auf den Daten der Jahre 1996 und 1997 mit dem polarisierten Wasserstoff-Target. Eine Reihe von Ergebnissen konnte im Berichtsjahr als Publikationen eingereicht werden. Hier ist besonders die Doppel-Spin-Asymmetrie in der Produktion von Hadron-Paaren

mit hohem Transversalimpuls zu nennen, welche sensitiv auf Photon-Gluon-Fusion ist und als erste Messung des Gluon-Beitrags zum Spin des Nukleons interpretiert werden kann. Von großem Interesse ist auch die experimentell erstmalig gefundene azimutale Einzel-Spin-Asymmetrie für positive Pionen bezüglich der Lepton-Streuebene. Sie gibt erste Hinweise auf die Möglichkeiten, die bisher unbekannte transversale Spin-Komponente des Nukleons experimentell zu untersuchen. Solche Messungen sind für den Betrieb nach dem langen Shutdown mit einem transversal polarisierten Target geplant.

Die Auswertung von Daten an unpolarisierten Targetgasen hoher Dichte führte ebenfalls zu unerwarteten Resultaten im Zusammenhang mit der Frage, ob elementare Reaktionen am Nukleon davon abhängen, ob das Nukleon frei oder in einem Kern der Masse A eingebaut ist. So zeigt das Verhältnis R des longitudinalen zum transversalen Absorptionsquerschnitt des virtuellen Photons bei kleinem x und Q^2 einen starken Unterschied für Stickstoff im Vergleich zu Deuterium.

Datennahme 1999

HERA wurde im Berichtsjahr ohne lange Betriebspausen betrieben. Neben kurzen Unterbrechungen zum Jahreswechsel wurde in einem siebenwöchigen Shutdown im Frühjahr von Elektronen auf Positronen umgestellt. Gute Daten mit hoher Polarisation (Abb. 23) wurden in den Perioden Februar bis April (Elektronen) und August bis Dezember (Positronen) gewonnen, die insgesamt etwa 2.3 Millionen rekonstruierte

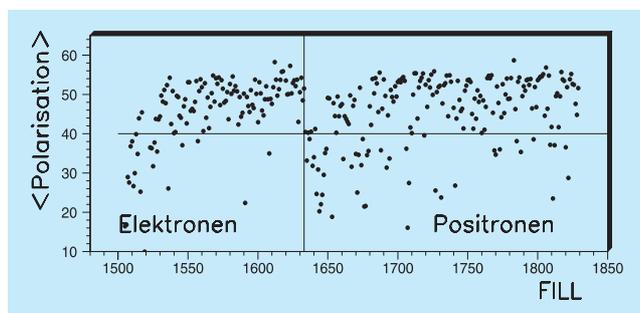


Abbildung 23: Die mittlere Strahlpolarisation pro Füllung im Jahr 1999.

Ereignisse der tiefunelastischen Streuung (DIS) ergaben. Der Targetbetrieb mit Deuterium wurde fortgesetzt. Targetstudien parallel zum Messbetrieb führten zu einer zusätzlichen Reduktion des von der Molekülpolarisation herrührenden systematischen Fehlers verglichen mit Wasserstoff. Im Anschluss an die Betriebspause im Frühjahr wurden Kammer und Magnet des transversalen Targets eingebaut und zum ersten Mal mit Strahl getestet. Wegen der starken Synchrotronstrahlung mit transversalem Feld muss das Haltefeld gegenüber dem longitudinalen Target um einen Faktor 2 auf etwa 155 mT reduziert werden. Die Tests haben ergeben, dass das Wasserstoff-Target ohne signifikante Depolarisation durch den Strahl betrieben werden kann, aber der geringe Entkopplungsgrad führt zu deutlichen Verlusten durch Spin-Austausch und Wandstöße, so dass mit einer Polarisation für Wasserstoff von nur etwa 0.7 gerechnet werden kann. Weitere Tests bezogen sich auf die Targetzelle, ein dünnwandiges elliptisches Rohr, in dem das aufgestaute Targetgas vom Elektronen-Strahl durchsetzt wird. Es wurde untersucht, ob sich der Querschnitt der Zelle gegenüber der ursprünglichen Auslegung verkleinern und damit der Stauereffekt erhöhen lässt. Beim zweiten Versuch Anfang Dezember wurde eine „mittelgroße“ Zelle im Strahl getestet. Bei unveränderter Polarisation und Untergrund ergab sich eine um 50% erhöhte Dichte. Eine weitere Verbesserung im 10–20%-Bereich zeichnet sich aufgrund der Ergebnisse des in der Weihnachtspause neu installierten Dissoziators ab. Zusammen mit der signifikanten Steigerung der injizierten Positronen-Ströme ist für den Messbetrieb 2000 mit um einen Faktor 2–3 höheren Ereignisraten zu rechnen. Neben polarisiertem Deuterium wurden auch unpolarisierte Targetgase verwendet. Besonders hohe Ereignisraten wurden Anfang Oktober in einem dreitägigen, dedizierten HERMES-Betrieb mit Krypton erreicht, wobei die Strahl-Lebensdauer auf etwa fünf Stunden reduziert wurde. Mit zehn Positronen-Füllungen wurden fast eine Million Krypton-Ereignisse aufgenommen, deren Messung im Parallelbetrieb eine etwa 20 mal längere Zeit erfordert hätte.

Wie in den letzten beiden Jahren wurde auch 1999 die Strahl-Polarisation simultan mit den beiden Polarimetern verfolgt. Da nach dem großen Umbau 2000/2001 auch H1 und ZEUS mit polarisierten Leptonen messen werden, wird eine enge Kooperation aller drei Experimente im Rahmen der POL2000-Initiative angestrebt.

In diesem Zusammenhang wurden bereits am transversalen Polarimeter (TPOL) Tests mit der modernisierten Ausleseelektronik durchgeführt.

Durch zahlreiche Studien mit dem longitudinalen Polarimeter (LPOL), welches direkt die longitudinale Polarisation zwischen den HERMES-Spinrotatoren nachweist, konnte der Grund für die Diskrepanz zwischen gemessenem und erwartetem Eichfaktor geklärt werden. Damit ist das ursprüngliche Ziel zweier unabhängiger Polarimeter erreicht.

Das HERMES-Spektrometer lief auch 1999 mit großer Zuverlässigkeit und hoher Effizienz (ungefähr 95%). Bis zum Shutdown im Frühjahr lag für die neuen Detektorkomponenten RICH und Myon-Wand der Schwerpunkt darauf, die noch offenen Probleme in Teilchen-Rekonstruktion, Kalibrierung und Auswertesoftware zu lösen. Nach dem Shutdown wurde dann die zweite Phase des „Charm-Upgrades“ mit dem Einbau der Weitwinkel-Hodoskope abgeschlossen. Dabei handelt es sich um zwei Szintillatorflächen jeweils in der oberen und unteren Spektrometerhälfte vor und hinter dem Spektrometer-Magneten. Diese Anordnung gibt zwei zusätzliche Raumpunkte zur Myon-Identifikation in einer vergrößerten Akzeptanz ($140 \text{ mrad} < \Theta_y < 270 \text{ mrad}$).

Physikalische Ergebnisse

Im Berichtsjahr konnte wie im Vorjahr eine Reihe von Analysen der Daten am polarisierten Wasserstoff der Jahre 1996/97 und an ^3He aus dem ersten Betriebsjahr 1995 vorläufig abgeschlossen und veröffentlicht werden. Weiterhin waren die an unpolarisierten Targets genommenen Daten Gegenstand zahlreicher Analysen. Im Folgenden wird eine Auswahl dieser Ergebnisse vorgestellt.

Messungen an polarisierten Targets

Während man sich direkt nach der Entdeckung der Quarks im einfachen Quark-Parton-Modell vorstellte, dass sich der Spin des Nukleons allein aus dem Spin der drei Valenz-Quarks zusammensetzt, wusste man spätestens nach den Messungen des EMC-Experiments am

CERN, dass zusätzliche Beiträge berücksichtigt werden müssen. In Frage kommen hierzu Beiträge der See-Quarks, der Gluonen und der Bahndrehimpulse der Quarks und Gluonen. Inklusive Messungen der Spin-Experimente am CERN, SLAC und DESY bestimmten bisher mit hoher Genauigkeit nur den integralen Beitrag der Quarks zum Nukleonen-Spin. Die Beiträge von Gluonen und Bahndrehimpulsen müssen noch mit ausreichender Genauigkeit nachgewiesen werden. Vorrangiges Ziel des HERMES-Experiments ist es, die unterschiedlichen Beiträge zum Nukleonen-Spin mit hoher Präzision separat zu extrahieren.

Polarisierte Quark-Verteilungen

Was die Quarks betrifft, sind besonders die Beiträge der einzelnen Quark-Sorten („quark flavours“) zum Nukleonen-Spin von Interesse. Neben der Analyse inklusiver Daten hat die HERMES-Kollaboration deshalb die Auswertung semiinklusive Messungen fortgesetzt und Doppel-Spin-Asymmetrien

$$A_{\parallel} = \frac{\sigma_{\leftarrow\leftarrow} - \sigma_{\rightarrow\rightarrow}}{\sigma_{\leftarrow\leftarrow} + \sigma_{\rightarrow\rightarrow}}$$

für die Erzeugung positiv und negativ geladener Hadronen bestimmt. Um die polarisierten Parton-Verteilungen von up-, down- und See-Quarks zu extrahieren und damit deren Beitrag zum Spin des Nukleons zu bestimmen, wurden polarisierte Daten an Wasserstoff – einem Protonen-Target mit hoher up-Quark-Dichte – und an ^3He – einem Neutronen-Target mit erhöhter down-Quark-Dichte – im kinematischen Bereich $0.023 < x < 0.6$ und $1 < Q^2 < 10 \text{ GeV}^2$ verwendet. Die Variable x ist die sogenannte Bjorkensche Skalenvariable, die den Impulsanteil des gestreuten Partons im Nukleon darstellt, und Q^2 die invariante Masse des virtuellen Photons.

Das Ergebnis der Analyse zeigt Abbildung 24. Während die Polarisation der up-Quarks positiv und die der down-Quarks negativ ist, zeigen die See-Quarks keine signifikante Polarisation. Dabei wurde angenommen, dass die Polarisation der einzelnen See-Quarksorten gleich ist („flavour symmetric sea“). Im SMC-Experiment am CERN wurden ähnliche Resultate erzielt, jedoch bei einer anderen Annahme über das Verhältnis

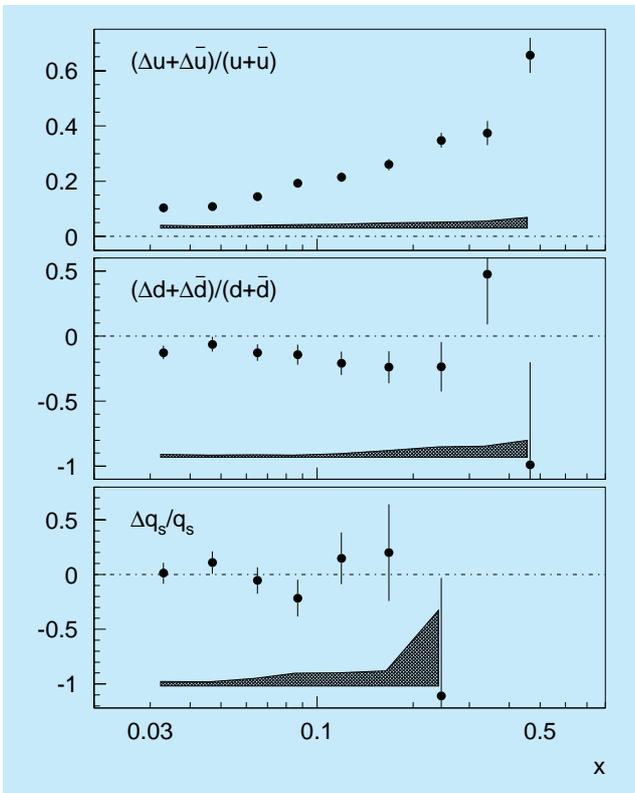


Abbildung 24: Die polarisierten Quark-Verteilungen für up-, down- und See-Quarks im Nukleon als Funktion des Parton-Impulsanteils x aus den Daten 1995–1997. Die schraffierte Fläche zeigt den Beitrag des systematischen Fehlers zum Gesamtfehler. Die Fehlerbalken zeigen allein den statistischen Fehler.

der See-Quark-Polarisationen. Eine Entscheidung über die Polarisation der strange See-Quarks, eine der offenen Fragen der Spin-Physik, kann nur eine direkte Messung herbeiführen, für die beim HERMES-Experiment durch die Inbetriebnahme des RICH („Ring Imaging Cherenkov Counter“) im Jahr 1998 die Voraussetzungen geschaffen worden sind. Die integralen Beiträge der einzelnen Quark-Sorten zum Spin des Nukleons sind im Rahmen ihrer Fehler mit den theoretischen Vorhersagen im Einklang.

Polarisation der Gluonen

Große Anstrengungen werden gegenwärtig unternommen, die Polarisation der Gluonen und damit deren

Beitrag zum Spin des Nukleons zu messen. Alle existierenden und teilweise sehr präzisen inklusiven und semiinklusive Daten der tiefunelastischen Streuung haben einen Beitrag der Quarks zum Spin der Nukleonen von nur 20–40% ergeben. Der Rest könnte durch einen positiven Beitrag der Gluonen erklärt werden. Mit Hilfe von Prozessen, die über Photon-Gluon-Fusion (PGF) ablaufen, bei der das virtuelle Photon mit einem Quark, das von einem Gluon im Nukleon abgestrahlt wird, wechselwirkt, ist ein direkter Zugang zur Gluon-Polarisation möglich. Ein solcher Prozess ist die Erzeugung von Hadron-Paaren mit entgegengesetzter Ladung und hohen Transversalimpulsen. Diese experimentelle Signatur wurde beim HERMES-Experiment untersucht und erlaubt erstmals eine positive Aussage über die Gluon-Polarisation. Aus den polarisierten Wasserstoffdaten der Jahre 1996 und 1997 wurde die Doppel-Spin-Asymmetrie derartiger Paare in Abhängigkeit von den transversalen Impulsen der beiden Hadronen, $p_T^{h_1}$ und $p_T^{h_2}$, bestimmt. Für Hadron-Paare ($h_1 h_2$) mit $p_T^{h_1} > 1.5$ GeV und $p_T^{h_2} > 1.0$ GeV beträgt die gemessene Asymmetrie

$$A_{\parallel} = -0.28 \pm 0.12 \text{ (stat)} \pm 0.02 \text{ (syst)} .$$

Um diese Asymmetrie interpretieren zu können, müssen Beiträge von tiefunelastischer Streuung, Vektormeson-Dominanz-Prozessen und den beiden direkten QCD-Prozessen, Photon-Gluon-Fusion und QCD-Comptonstreuung, berücksichtigt werden. Die relativen Beiträge zum Wirkungsquerschnitt wurden mit Hilfe des PYTHIA Monte Carlo-Programms abgeschätzt. Innerhalb dieses Modells ergibt sich nur für den PGF-Prozess bei einer positiven Gluon-Polarisation $\Delta G/G$ ein negativer Wert für die Asymmetrie A_{\parallel} . Dagegen resultiert aus der QCD-Comptonstreuung eine positive Asymmetrie, und die Asymmetrie der anderen Subprozesse ist Null. Die so extrahierte Gluon-Polarisation

$$\Delta G/G = 0.41 \pm 0.18 \text{ (stat)} \pm 0.03 \text{ (syst)}$$

ist in Abbildung 25 mit verschiedenen phänomenologischen QCD-Voraussagen in erster Ordnung der Konstanten der starken Wechselwirkung verglichen. Das quantitative Resultat hängt kritisch vom genauen Verständnis der einzelnen Subprozesse ab. Jedoch ist die Schlussfolgerung einer positiven Gluon-Polarisation davon nicht betroffen.

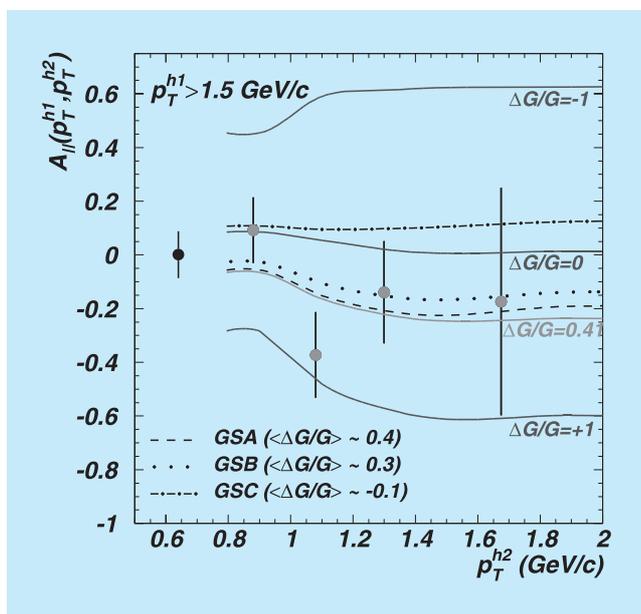


Abbildung 25: Die longitudinale Asymmetrie $A_{||}$ (Punkte mit statistischen Fehlern) für Hadron-Paare mit hohem Transversalimpuls $p_T^{h_i}$, verglichen mit PYTHIA Monte Carlo-Voraussagen für $\Delta G/G$ und phenomenologischen QCD-Fits führender Ordnung.

Einfach-Spin-Asymmetrien

Ein nächster Schritt im Verständnis polarisierter tief-unelastischer Streuung ist die Untersuchung transversal polarisierter Nukleonen. Transversale Spin-Asymmetrien in hadronischen Reaktionen können mit „time-reversal-odd“ Verteilungsfunktionen (Sivers Mechanismus) oder „time-reversal-odd“ Fragmentationsfunktionen (Collins Mechanismus) erklärt werden. Das SMC-Experiment hat kürzlich die erste Messung von semiinklusive Hadron-Produktion in tiefunelastischer Streuung an einem transversal polarisierten Target vorgestellt. Die Hadron-Produktion wurde in Bezug auf den Collins-Winkel analysiert, und für positive Hadronen wurde eine von Null verschiedene Asymmetrie $A_N = (11 \pm 6)\%$ gefunden. Die Asymmetrie für negative Hadronen ist $A_N = (-2 \pm 6)\%$.

Die HERMES-Kollaboration hat im Berichtsjahr ein Ergebnis zu einer ähnlichen Variablen zur Veröffentlichung eingereicht. Es wurde die Asymmetrie für Hadron-Produktion an einem longitudinal polarisierten Target gemessen. Für diesen Fall erwartet man

eine Asymmetrie in Abhängigkeit vom Azimutalwinkel zwischen der Ebene, die vom produzierten Pion (\vec{P}_h) und dem virtuellen Photon aufgespannt wird, und der Ebene, die vom einfallenden (\vec{k}) und gestreuten Lepton (\vec{k}') aufgespannt wird und damit das virtuelle Photon (Impuls q) enthält (Abb. 26).

Abbildung 27 zeigt die Einfach-Spin-Asymmetrie als Funktion des Azimutalwinkels ϕ für positive und negative Pionen. Eine Anpassung mit einer Sinusfunktion gibt eine positive Asymmetrie von $A_N = (2.0 \pm 0.4)\%$ für positiv und $A_N = (-0.1 \pm 0.5)\%$ für negativ geladene Pionen.

Die Tatsache, dass eine signifikante Asymmetrie bereits mit einem longitudinal polarisierten Target gemessen werden konnte, ist sehr ermutigend für zukünftige Messungen von transversalen Spin-Effekten im Nukleon mit einem transversal polarisierten Target, wie sie von der HERMES-Kollaboration nach dem Shutdown geplant sind.

Doppel-Spin-Asymmetrien in Vektormeson-Produktion

Zu einem überraschenden Ergebnis führte die Beobachtung von Doppel-Spin-Asymmetrien in J/ψ und exklusiver ϕ und ρ Vektormeson-Produktion anhand

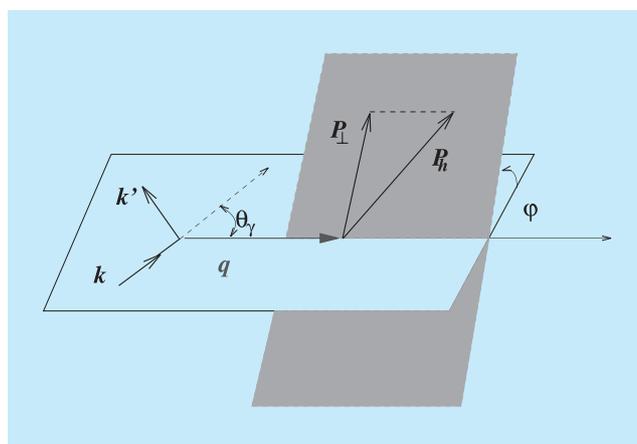


Abbildung 26: Kinematische Ebenen für Hadron-Produktion in semiinklusive tiefunelastischer Streuung.

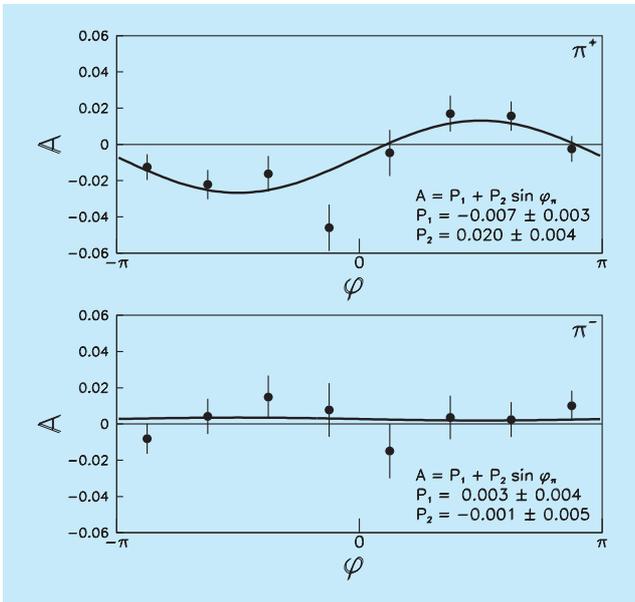


Abbildung 27: Die Einfach-Spin-Asymmetrie in Pion-Produktion an einem longitudinal polarisierten Target in Abhängigkeit vom Azimutalwinkel φ .

der HERMES-Daten der Jahre 1996 und 1997. Bisher sind keine Daten über Doppel-Spin-Asymmetrien in Vektormeson-Produktion in polarisierter Lepton-Nukleon Streuung verfügbar gewesen. Für die Analyse wurde der Asymmetrie-Formalismus aus der tief-unelastischen Lepton-Nukleon-Streuung adaptiert.

Wegen der größeren verfügbaren Statistik konzentrierte sich die Asymmetrie-Analyse auf das ρ -Meson. Eine signifikante positive Asymmetrie in exklusiver ρ -Produktion wurde beobachtet:

$$A_1^\rho = 0.30 \pm 0.11(\text{stat}) \pm 0.02(\text{syst/exp}) \pm 0.05(\text{syst}/A_2^\rho).$$

Der experimentelle systematische Fehler wird durch die Unsicherheit der Messungen von Strahl- und Target-Polarisation bestimmt. Eine weitere systematische Unsicherheit ist durch den Beitrag der bislang unbekannt transversalen Asymmetrie A_2^ρ verursacht. Die Spin-Asymmetrie des ρ -Mesons wurde in jeweils drei Intervallen verschiedener kinematischer Variablen untersucht. Abbildung 28 zeigt die Asymmetrie in Abhängigkeit von Q^2 . Eine signifikante Abhängigkeit der Asymmetrie von einer dieser Variablen konnte nicht beobachtet werden.

Das theoretische Verständnis von Spin-Asymmetrien in Prozessen exklusiver Vektormeson-Produktion ist begrenzt. In Modellen basierend auf Regge-Theorie werden keine messbaren Spin-Effekte für ein longitudinal polarisiertes Target erwartet. In QCD-Modellen der exklusiven Vektormeson-Produktion, basierend auf Quark- und Gluon-Austausch, wird der diffraktive Prozess mit der internen (Spin-)Struktur des Nukleons in Verbindung gebracht. Nicht nur in Vektormeson-Produktion, sondern auch in anderen exklusiven Prozessen wie tiefunelastischer Comptonstreuung oder Produktion von pseudoskalaren Mesonen ist die Analyse von Spineffekten geeignet, zwischen Modellen der gegenwärtig diskutierten „off-forward“ Parton-Verteilungen zu unterscheiden.

Die Schwerpunktsenergie des HERMES-Experiments liegt in Regge-Theorie gestützten Modellen im Übergangsbereich vom Reggeon- zum Pomeron-Austausch bzw. in perturbativen QCD-Modellen im Übergangsbereich vom Quark- zum Gluon-Austausch. Um zwischen den verschiedenen Erzeugungsmechanismen definitiv

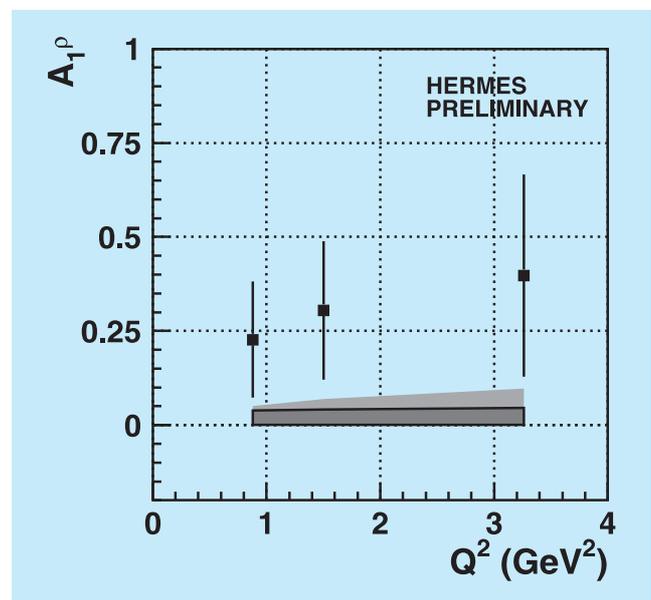


Abbildung 28: Die Doppel-Spin-Asymmetrie für ρ -Mesonen in Abhängigkeit von der kinematischen Variablen Q^2 . Die dunkel schraffierte Fläche zeigt den Beitrag des experimentellen systematischen Fehlers und die hell schraffierte den zusätzlichen Beitrag aufgrund der Unkenntnis von A_2^ρ .

unterscheiden zu können, sind weitere Daten zu Spin-Asymmetrien in Vektormeson-Produktion notwendig, die einen großen kinematischen Bereich und insbesondere, wie bei HERMES, diesen Übergangsbereich überstreichen.

Messungen an unpolarisierten Targets

Massenabhängigkeit von R in tiefunelastischer Streuung

Die Änderung der inklusiven Strukturfunktion $F_2(x)$ mit der Targetmasse A ist bei großen x -Bjorken als EMC-Effekt und bei kleinen x als Shadowing bekannt. Bisher wurde aber keine Massen-Abhängigkeit des Verhältnisses R des longitudinalen zum transversalen tiefunelastischen Wirkungsquerschnitt (σ_L/σ_T) beobachtet. Allerdings waren alle bisherigen Messungen von R auf kinematische Bereiche mit relativ großem x und $Q^2 > 1 \text{ GeV}^2$ begrenzt. In Abbildung 29 wird ersichtlich, dass die neuen HERMES-Daten an

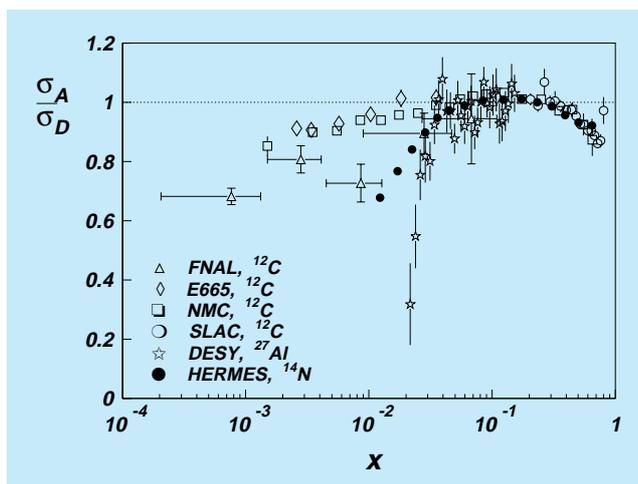


Abbildung 29: Das Verhältnis des inklusiven tiefunelastischen Streuwirkungsquerschnitts an Kernen A zu Deuterium D in Abhängigkeit von x . Die vollen Punkte zeigen die HERMES-Daten für ^{14}N , die anderen Punkte zeigen die Daten von NMC, SLAC und E665 an ^{12}C und von DESY an ^{27}Al . Das horizontale Fehlerband zeigt den systematischen Fehler für die HERMES-Daten.

^{14}N und Deuterium D signifikante Unterschiede zu den ^{12}C -Daten von E665 und NMC bei kleinem x (< 0.06) aufweisen, aber auch, dass sie in guter Übereinstimmung mit ^{12}C -Daten vom SLAC bei großem x sind.

Die HERMES-Daten zeigen auch als Funktion von Q^2 bei konstantem x in überlappenden (x, Q^2) -Bereiche eine Abweichung von den NMC/E665-Messungen. Diese Abweichung wird mit steigendem Q^2 sogar noch größer. Der Unterschied zwischen den NMC- und E665-Daten auf der einen Seite und den HERMES-Daten auf der anderen Seite kann durch die sehr unterschiedlichen Strahlenergien der drei Experimente verstanden werden. Dies führt zu sehr unterschiedlichen Werten des Photon-Polarisationsfaktors ϵ , der für NMC und E665 nahe 1 liegt und für HERMES zwischen 0.1 und 1.0 variiert. Der Einfluss der unterschiedlichen ϵ -Werte ist am besten an dem Verhältnis der tiefunelastischen Wirkungsquerschnitte zu sehen:

$$\frac{\sigma_A}{\sigma_D} = \frac{F_2^A(1 + \epsilon R_A)(1 + R_D)}{F_2^D(1 + R_A)(1 + \epsilon R_D)}.$$

Für $\epsilon \rightarrow 1$ ist σ_A/σ_D gleich dem Verhältnis der Strukturfunktionen F_2^A/F_2^D , was erklärt, warum ein Unterschied zwischen R_A und R_D bei NMC und E665 nicht gemessen werden konnte. Für Daten mit $\epsilon < 1$ ist es möglich, einen Wert für R_A/R_D durch Fitten der ϵ -Abhängigkeit von σ_A/σ_D für einzelne (x, Q^2) -Bereiche zu extrahieren. Abbildung 30 zeigt die so erhaltenen Werte für R_A/R_D ; die gezeigten Fehlerbalken sind durch den systematischen Fehler in den Unsicherheiten der Strahlungskorrekturen dominiert. Für niedrige Werte in Q^2 und x wurde eine starke Massenabhängigkeit von R beobachtet, die von ^3He zu ^{14}N zunimmt. Bei höheren Werten von Q^2 und x sind die Daten von NMC an ^4He und ^{12}C , die mit der gleichen Methode wie die HERMES-Daten analysiert wurden, in Übereinstimmung mit früheren Messungen. Dieses völlig neue Resultat hat bereits großes theoretisches Interesse stimuliert, was hoffentlich bald zur einer befriedigenden Erklärung dieses Effekts führt.

Fragmentationsfunktionen

Die große Akzeptanz des HERMES-Spektrometers macht es möglich, gleichzeitig mit dem gestreuten Elektron bzw. Positron auch Hadronen nachzuweisen. Mit

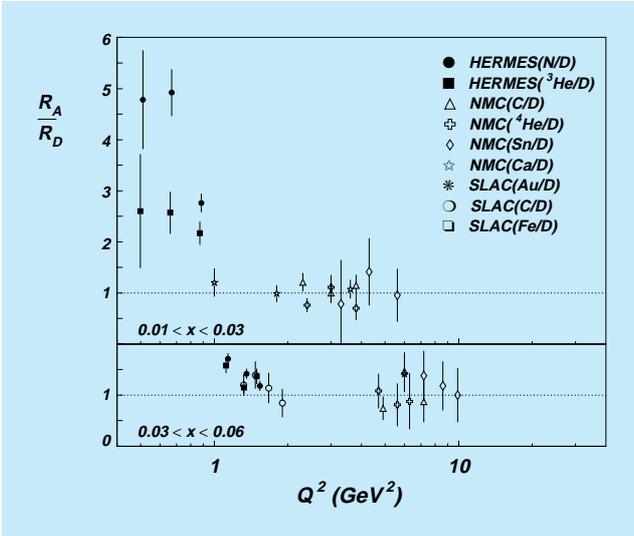


Abbildung 30: Das Verhältnis R_A/R_D (mit $R = \sigma_L/\sigma_T$) für Kern A und Deuterium als Funktion von Q^2 für zwei verschiedene Bereiche in x .

Hilfe des polarisierten Targets werden dadurch, wie bereits beschrieben, die einzelnen Beiträge der unterschiedlichen Quark-Sorten zum Nukleonen-Spin bestimmt. Mit unpolarisierten Targets kann dagegen der Prozess studiert werden, bei dem ein Quark, während es den Kern verlässt, in ein Hadron fragmentiert, ein elementarer Prozess der QCD. Der Fragmentationsprozess ist langreichweitig im Vergleich zur tiefunelastischen Streuung und ist damit in Störungstheorie nicht berechenbar. Jedoch kann die Fragmentation mit Modellen beschrieben werden, zum Beispiel kann die Q^2 -Abhängigkeit der Fragmentationsfunktion D_q^h mit den DGLAP-Gleichungen vorausgesagt werden. Die Fragmentationsfunktion D_q^h gibt die Wahrscheinlichkeit, dass ein Quark der Sorte q zu einem Hadron des Typs h fragmentiert. Die relativ niedrige Strahlenergie von HERMES erlaubt es, die Q^2 -Abhängigkeit der Fragmentationsfunktion bei niedrigen Q^2 zu studieren. Weiterhin sind die Welt Daten für Hadron-Produktion bisher von e^+e^- - und $\bar{p}p$ -Experimenten dominiert, bei denen nur mittlere Fragmentationsfunktionen wie $D_u^{\pi^+} + D_d^{\pi^+}$ gemessen wurden. Da bisher nur wenige Daten aus der ep oder μp -Streuung existieren, aus denen die einzelnen D_q^h extrahiert werden können, kann das HERMES-Experiment dazu einen signifikanten Beitrag leisten.

Die HERMES-Kollaboration untersuchte die Produktion von geladenen und neutralen Pionen durch den 27 GeV Positronen-Strahl am Wasserstoff-Target. Geladene Pionen wurden mit dem Schwellen-Gas-Cherenkov-Zähler identifiziert. Neutrale Pionen wurden mit dem Bleiglas-Kalorimeter über den Zerfall $\pi^0 \rightarrow 2\gamma$ nachgewiesen. Die Daten werden als Verhältnis des semiinklusive Wirkungsquerschnitts zum inklusiven tiefunelastischen Streuquerschnitt dargestellt:

$$\frac{1}{\sigma_{DIS}} \frac{d\sigma^\pi}{dz} \equiv \frac{d\sigma(ep \rightarrow e'\pi X)}{dx dQ^2 dz} \bigg/ \frac{d\sigma(ep \rightarrow e'X)}{dx dQ^2} = \frac{\sum_f e_f^2 q_f(x, Q^2) D_f^\pi(z, Q^2)}{\sum_f e_f^2 q_f(x, Q^2)},$$

und stellen im wesentlichen die Multiplizitätsverteilungen der erzeugten Pionen dar. Dabei steht z für das Verhältnis aus Hadron-Energie E_h und Photon-Energie ν , und q_f für die unpolarisierten Quark-Verteilungen im Nukleon. Abbildung 31 zeigt die HERMES-Daten

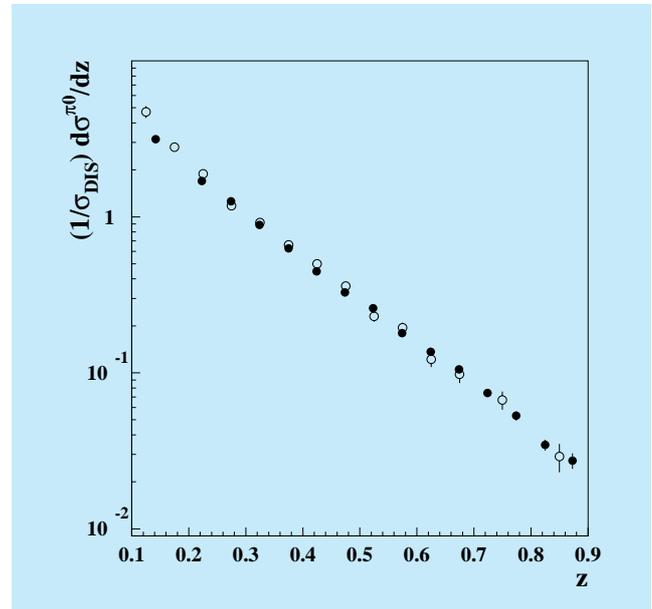


Abbildung 31: Vergleich der HERMES-Daten (volle Punkte) und der EMC-Daten (offene Punkte) zur π^0 -Produktion. Die Daten wurden in NLO-QCD zum gleichen Q^2 (25 GeV^2) entwickelt. Die Fehlerbalken sind rein statistisch, der systematische Fehler für HERMES ist $\sim 9\%$ und für EMC $< 14\%$.

(volle Punkte) für π^0 -Produktion im Vergleich zu den EMC-Daten (offene Punkte). Die HERMES-Daten wurden zum gleichen Q^2 (25 GeV^2) wie die EMC-Daten mit einer „next-to-leading order“ (NLO) QCD-Evolution entwickelt. Die Übereinstimmung ist exzellent und legt nahe, dass die QCD-Modelle bis herunter zu HERMES-Energien verwendbar sind. Während dieses Resultat in sich selbst interessant ist, ist es auch wesentlich für die Interpretation der polarisierten Daten, weil es zeigt, dass QCD und die Parton-Modelle für die HERMES-Kinematik gültig sind.

Zusätzlich bestätigt die von HERMES auch gemessene, aber hier nicht gezeigte Übereinstimmung zwischen π^0 -Produktions-Wirkungsquerschnitt ($\frac{d\sigma^{\pi^0}}{dz}/\sigma_{\text{DIS}}$) und dem mittleren π^+ und π^- Produktions-Wirkungsquerschnitt ($\frac{d\sigma^{\pi^+}}{dz} + \frac{d\sigma^{\pi^-}}{dz}$)/ $2\sigma_{\text{DIS}}$ die Erwartung von Isospin-Symmetrie im Fragmentationsprozess.

Die Polarisation des $\Lambda/\bar{\Lambda}$ -Hyperons

Wegen der Paritätsverletzung im schwachen Zerfall des Λ -Hyperons kann die Winkelverteilung der Zerfallsprodukte verwendet werden, um die Polarisation des Λ -Hyperons zu bestimmen. Diese Methode wurde von der HERMES-Kollaboration genutzt, um zwei interessante Größen zu extrahieren.

Die erste ist die Messung des Polarisations-Transfers in tiefunelastischer Streuung von longitudinal polarisierten Elektronen auf das an unpolarisierten Targets erzeugte Λ -Hyperon. Dafür wurde eine Λ -Polarisation von $P_\Lambda = 0.03 \pm 0.06$ (stat) ± 0.03 (syst) gemessen. Leider ist diese Messung noch nicht genau genug, um zwischen unterschiedlichen Vorhersagen zu unterscheiden. Das naive Quark-Modell, das eine Polarisation der strange-Quarks von 100% annimmt, sagt eine Polarisation von $P_\Lambda = 0.018$ voraus, wohingegen ein Modell

von Jaffe mit $SU(3)_f$ -Symmetrie, das auf den gemessenen Resultaten der Ellis-Jaffe-Summenregel beruht, $P_\Lambda = -0.057$ voraussagt.

Die zweite, für die ein viel genaueres Ergebnis erzielt wurde, ist die transversale Polarisation des Λ -Hyperons in quasi-reeller Photoproduktion an unpolarisierten Targets ($\gamma^*p \rightarrow \Lambda X$). Die Polarisation wurde bezüglich der Ebene senkrecht zur Λ -Produktionsebene gemessen. Abbildung 32 zeigt die Polarisation als Funktion des transversalen Impulses des $\Lambda/\bar{\Lambda}$ -Hyperons. Für das Λ -Hyperon wird eine positive Polarisation beobachtet, die die Tendenz aufweist, mit wachsendem transversalen Impuls anzusteigen. Das $\bar{\Lambda}$ -Hyperon dagegen zeigt eine negative Polarisation. Es gibt bisher keine klare Interpretation dieses Effekts, obwohl ähnliche Polarisationen bereits in Hadron-Kollisionsexperimenten gemessen wurden.

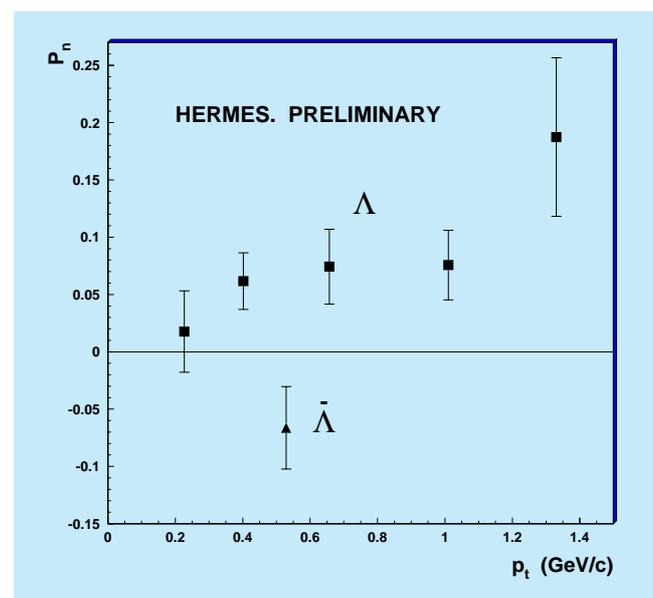


Abbildung 32: Die transversale Polarisation des $\Lambda/\bar{\Lambda}$ -Hyperons in Abhängigkeit vom transversalen Impuls des Hyperons.

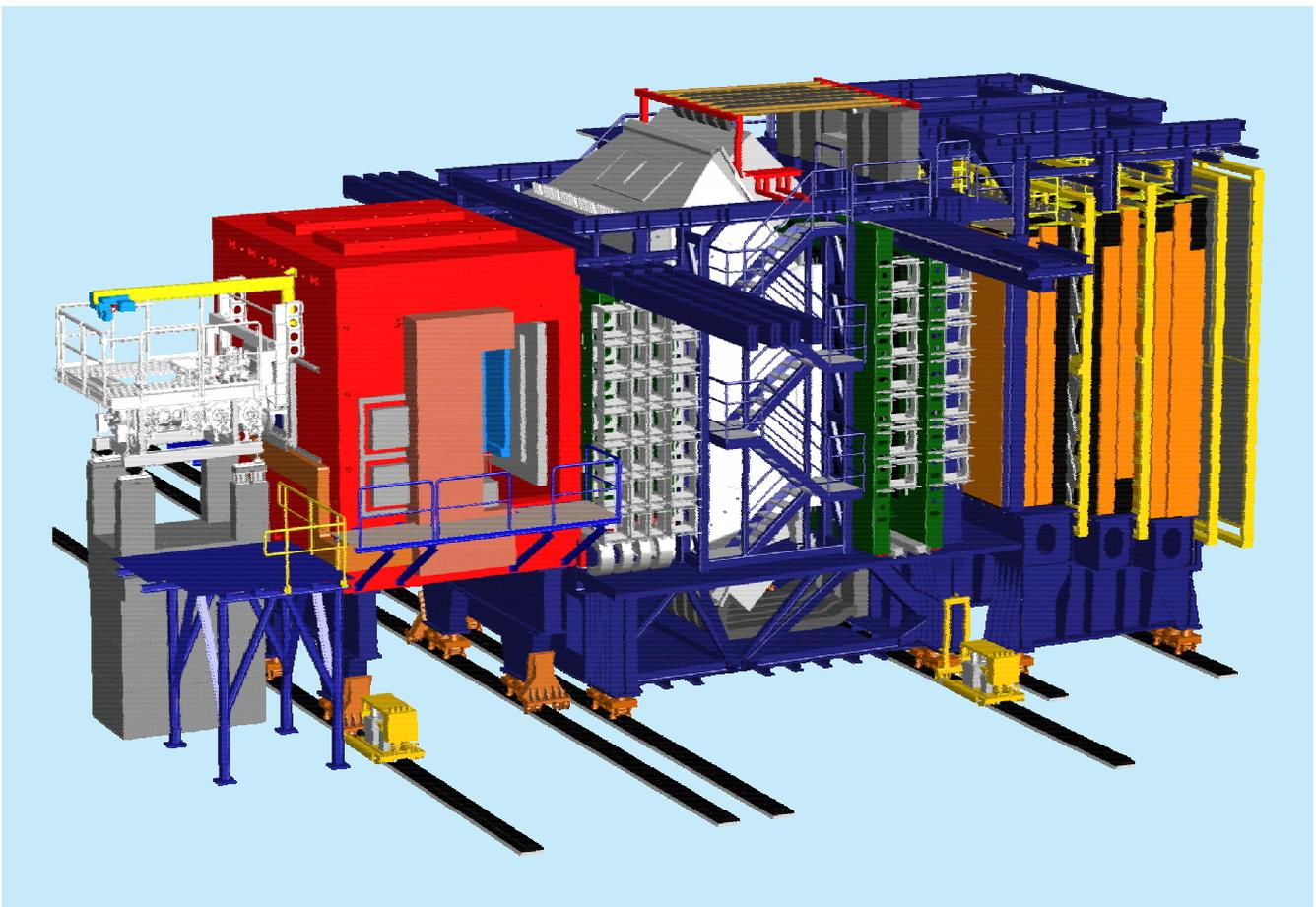


Abbildung 33: Der Detektor HERA-B. Von links nach rechts erkennt man, der Richtung der Protonen folgend, zunächst den konischen Vakuumtank für Target und Vertexdetektor. Darauf folgt der Magnet, dessen Eisenjoch fast würfelförmig ist. Innerhalb des Jochs und rechts davon befinden sich Spurkammern. Hinter dem Treppenaufgang befindet sich der RICH-Detektor, gefolgt von weiteren Spurkammern, dem elektromagnetischen Kalorimeter und den Myon-Kammern einschließlich Eisenabsorber.

HERA-B Experiment

Beteiligte Institute: NIKHEF Amsterdam, Univ. Texas Austin, Univ. Barcelona, IHEP und Tsinghua Univ. Beijing, Humboldt Univ. Berlin, Univ. und INFN Bologna, Univ. Cincinnati, LIP und Univ. Coimbra, Wayne State Univ. Detroit, Univ. Dortmund, JINR Dubna, Northwestern Univ. Evanston, DESY und Univ. Hamburg, MPI Kernphys. und Univ. Heidelberg, Univ. of Houston, INR Kiev, Niels Bohr Inst. Copenhagen, Univ. Ljubljana, UC Los Angeles, LIP und Univ. Lissabon, Univ. Mannheim, ITEP und MEPHI Moscow, MPI Phys. München, Univ. Oslo, Univ. Rostock, Univ. Siegen, PNPI St. Petersburg, Univ. Utrecht, DESY Zeuthen, Univ. Zürich.

Sprecher: A. Schwarz, DESY

Ziel des Experiments HERA-B ist die Untersuchung von Aspekten der Physik von Bottom- und Charm-Quarks. Die wichtigste Aufgabe ist die Messung der CP-Asymmetrie in den Zerfällen von B-Mesonen. Dies stellt einen fundamentalen Beitrag zum Verständnis des Standard-Modells der Hochenergiephysik dar und erlaubt es, nach möglichen Grenzen dieses Modells zu suchen. Weitere Untersuchungsgegenstände sind:

- Oszillationen zwischen B_s -Mesonen und ihren Antiteilchen \bar{B}_s ,
- seltene leptonische Zerfälle,
- Spektroskopie und Zerfälle von Bottom-Mesonen und -Baryonen,
- Produktion von schweren Quarks im Rahmen der Quantenchromodynamik.

Zu diesem Zweck werden Hadronen mit schweren Quarks durch Wechselwirkungen von Protonen des HERA-Protonenstrahls mit Drahttargets, die in die Randbereiche des Strahls eingeführt werden, erzeugt und in einem Vorwärtsspektrometer mit großer Akzeptanz nachgewiesen. Um die Bottom-Hadronen in einer für die signifikante Messung der Effekte der CP-Verletzung ausreichenden Menge zu produzieren, müssen pro Passieren eines Protonpakets (dies geschieht alle 96 nsec, also etwa 10 Millionen mal pro Sekunde) mehrere (etwa 4 bis 5)

Wechselwirkungen mit den Targetdrähten erreicht werden. Unter den vielen Wechselwirkungen sind nur sehr wenige, etwa eine unter einer Million, in denen Hadronen mit einem Bottom-Quark erzeugt werden. Die Rate an erzeugten Bottom-Hadronen beträgt daher etwa 40 pro Sekunde.

Die Anforderungen an das Vorwärtsspektrometer sind daher außerordentlich: alle Detektoren, speziell die Detektoren zur Spurrekonstruktion, müssen eine sehr hohe Strahlungsbelastung aushalten und auch bei Belegungsdichten bis zu 30% eine Spurrekonstruktion ermöglichen. Das Trigger- und Datennahmesystem muss eine extrem hohe Selektivität und Effizienz bieten, um die wenigen interessanten Ereignisse mit Bottom-Hadronen aus der enormen Zahl an Untergrund-Reaktionen herauszufiltern. Die Verhältnisse, denen sich das HERA-B Experiment gegenüber sieht, entsprechen weitgehend denen, die die großen Experimente am Large Hadron Collider (LHC) am CERN in einigen Jahren zu bewältigen haben werden.

Im Jahr 1999 durchlief das HERA-B Experiment eine entscheidende Phase. Auf allen kritischen Gebieten, wie Spurdetektoren im inneren und äußeren Bereich, Datennahmearchitektur, Triggerarchitektur, Datenrekonstruktion und -analyse, wurden entscheidende Durchbrüche erzielt. Durch eine Abfolge von monatlichen, zeitlich auf drei Tage begrenzten Zugängen zur HERA-Wechselwirkungszone konnte

das HERA-B Experiment sukzessive komplettiert werden. In den auf die Zugänge folgenden kurzen Datennahmeperioden wurden die jeweils installierten Detektorkomponenten in Betrieb genommen. Zum jetzigen Zeitpunkt ist das Experiment bis auf einige wenige Kammern des inneren Spurdetektorbereichs komplett installiert.

Die HERA-B Kollaboration bereitet sich nun auf die Datennahme vor mit dem Ziel, im Jahre 2000 genügend Daten für eine signifikante Messung der Verletzung der CP-Symmetrie in Zerfällen von Bottom-Hadronen zu akkumulieren.

Der Detektor HERA-B

Der Detektor HERA-B ist schematisch in Abbildung 33 dargestellt. Er setzt sich aus vier verschiedenen mechanischen Grundeinheiten zusammen:

Vertexplattform: hier befindet sich der Vakuumtank für Vertexdetektor und Target.

Magnetplattform: zwischen den Polschuhen des Dipolmagneten sind die inneren Spurkammern (Granularität von 0.3 mm) und die äußeren Spurkammern (Granularität von 5 bzw. 10 mm) eingebaut.

Mittelplattform: hier sind das Hauptspurkammer-system sowie die Komponenten für die Teilchen-Identifizierung „Ring Imaging Čerenkov“ Zähler (RICH), Übergangsstrahlungsdetektor (TRD) und elektromagnetisches Kalorimeter (ECAL) untergebracht.

Myon-Plattform: die Myon-Kammern hängen hinter bzw. zwischen Eisenabsorbern. Auch hier werden in der Nähe des Strahlrohres Detektoren mit kleiner Granularität (Myon-Pixelkammern) eingesetzt.

Das HERA-B Target

Das Target besteht aus acht dünnen Drahtbändern, die um den HERA-Protonenstrahl angeordnet sind. Die ein-

zelnen Targets haben eine typische Abmessung von 500 μm entlang der Strahlachse und 50 μm in radialer Richtung. Zur Zeit sind Drähte aus unterschiedlichen Materialien eingebaut. Damit können Abhängigkeiten der Wechselwirkungsrate vom Targetmaterial untersucht werden. Der gesamte Aufbau befindet sich innerhalb des HERA-B Vertextanks, wenige Zentimeter vor der ersten Lage des Vertexdetektors.

Die Targets werden mit einer Präzisionsmechanik radial in den Randbereich des Protonenstrahls gefahren. Dabei regelt die Targetsteuerung etwa zehnmal pro Sekunde die Targetposition mit einer Schrittweite von 0.1 μm , um die vorgegebene Wechselwirkungsrate konstant zu halten.

Seit mehreren Jahren wird das HERA-B Target kontinuierlich betrieben. Die Datennahme der anderen HERA-Experimente darf nicht beeinträchtigt werden. Dies ist bei stabilen HERA-Betriebsbedingungen auch gewährleistet. Nur eine Komponente des Experiments ZEUS, das „LPS“, hatte im Jahr 1999 Untergrundprobleme, die durch den Betrieb des HERA-B Targets verstärkt wurden. In einer gemeinsamen Anstrengung der HERA-Maschinengruppe und der HERA-Experimente wurden die Untergrundbedingungen und Betriebsparameter intensiv untersucht. Gegen Ende der Runperiode 1999 konnten die LPS-Betriebsbedingungen und damit die Interferenzen mit dem HERA-B Targetbetrieb durch eine Optimierung der HERA-Betriebsparameter und der Neupositionierung des LPS deutlich verbessert werden.

Die kontinuierliche Verbesserung der HERA-Betriebsparameter im Laufe der letzten Jahre hat zur Folge, dass nur noch sehr wenige Protonen den Strahlkern verlassen. Ihre Anzahl ist für den Betrieb des HERA-B Targets nicht ausreichend, deshalb muss das Target die benötigten Protonen aus dem Randbereich des Strahls herausstreuen. Dies führt zu einer sehr großen Empfindlichkeit gegenüber Strahlschwankungen. Bei einer Verschiebung von 10 μm zwischen Target und Strahl ändert sich die Rate um einen Faktor zwei. Um eine stabile Wechselwirkungsrate zu erreichen, wurden in HERA Maßnahmen zur Aufweitung der Strahlränder durchgeführt. Die Herausforderung hierbei besteht darin, den Randbereich mit Protonen zu bevölkern, ohne dabei den für die $e p$ Luminosität wichtigen Strahlkern aufzuweiten.

Die Protonen kreisen in HERA in einzelnen Teilchenpaketen. Vor allem auf der Außenseite des Strahls werden zusätzlich Protonen mit einer Rate von mehreren Megahertz beobachtet, die zwischen den Paketen eintreffen und wegen des unbekanntem Wechselwirkungszeitpunktes ein Problem für Trigger und Rekonstruktion darstellen. Bis jetzt gibt es noch kein genaues Verständnis für die Produktion dieses Effekts. Gegen Ende des Jahres 1999 wurde regelmäßig versucht, mit Hilfe eines transversalen Kickermagneten diese Protonen aus der Maschine zu beseitigen. Dies hat erste vielversprechende Ergebnisse geliefert, bedarf aber weiterer Untersuchungen.

Die gleichzeitig stattfindenden Wechselwirkungen müssen möglichst gleichmäßig über mehrere Drähte verteilt werden, damit eine räumliche Trennung und somit eine effektive Rekonstruktion möglich ist. Die Targetsteuerung benutzt hierfür ein Ratensignal, das aus der durch δ -Elektronen entstandenen Ladung im Targetdraht erzeugt wird, die proportional zur Wechselwirkungsrate ist. Mit Hilfe des Vertex-Detektor-Systems kann dann die Verteilung der Wechselwirkungsorte auf den Targets gemessen werden (Abb. 34).

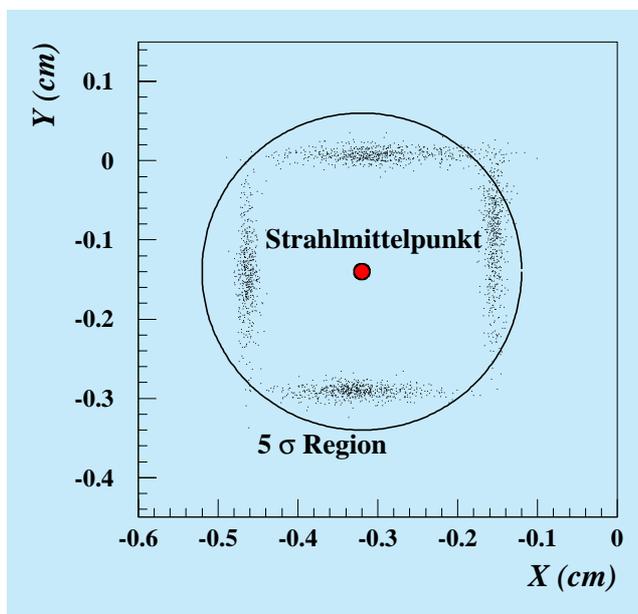


Abbildung 34: Verteilung rekonstruierter Wechselwirkungspunkte in der Ebene senkrecht zum Strahl. Die vier Bänder entsprechen den Targetdrähten; hier waren nur vier Drähte an den Strahl herangeführt.

Das HERA-B Target ist für die Datennahmeperiode im Jahr 2000 voll einsatzbereit. Die wesentlichen Anstrengungen liegen in einer weiteren Verbesserung der Ratenqualität, insbesondere in dem Bestreben, einen standardmäßigen Betrieb bei 40 MHz und damit eine möglichst hohe Effizienz der HERA-B Datennahme zu erreichen. Dies bedarf weiterhin der Unterstützung und engen Zusammenarbeit mit der HERA-Maschinengruppe.

Silizium-Vertex-Detektor

Das Vertex-Detektor-System (VDS) besteht aus doppelseitigen Siliziumstreifenzählern, die mittels Manipulatoren bis auf einen radialen Abstand von 1 cm an die Strahlachse herangefahren werden können. Ihre Aufgabe ist es, Spuren möglichst genau und möglichst dicht an ihrem Entstehungspunkt (Vertex) zu vermessen.

Das VDS lief auch in seinem vierten Jahr zusammen mit all seinen Hilfssystemen, wie Detektorkühlung, gekoppelten Vakuumsystemen usw., störungsfrei. Die zur Kontrolle und Auslese des VDS nötigen Kabel und Lichtwellenleiter wurden vollständig verlegt. Die Infrastruktur, die zum Beladen des Tanks mit Modulen benötigt wird, wurde verfeinert, so dass sicheres und schnelles Be- und Entladen von Modulen möglich ist.

Die Messperiode 1999 wurde zur Inbetriebnahme des VDS genutzt. 56 der 64 Zähler sind eingebaut. Die Prozedur zum Bewegen der Detektoren wurde vereinfacht und automatisiert. Die Kontrolle der Ausleseketten wurde in die standardisierte Datennahmekette von HERA-B eingebunden. Das routinemäßige Alignment des Systems mit Hilfe rekonstruierter Spuren zeigt, dass das System über lange Zeiträume hinweg stabil bleibt. Die Mittelwerte der Verteilungen der Residuen liegen bei unter $5 \mu\text{m}$, die Standardabweichungen typischerweise bei $30 \mu\text{m}$. Zu beachten ist, dass bei der Spurselektion im Moment kein Impulsschnitt vorgenommen werden kann.

Die Effizienzen der Detektorebenen wurden mit Hilfe von Spuren bestimmt, die ohne den jeweils untersuchten Detektor rekonstruiert wurden. Typischerweise wurden Effizienzen von knapp 99% erreicht.

Die Programme zur unabhängigen Spurrekonstruktion innerhalb des VDS wurden wesentlich erweitert und

verbessert. Innerhalb der geometrischen Akzeptanz wurden in Monte Carlo-Studien Rekonstruktionseffizienzen von über 95% für Spuren mit einem Impuls über einem GeV erreicht. Die Anzahl der in den Daten gefundenen Spuren stimmt mit den Monte Carlo-Erwartungen innerhalb von 20% überein. Solche Untersuchungen sind aber auf Grund der in den Daten noch fehlenden Impulsinformation nicht sehr präzise. Es wurden weiterhin verbesserte Programme zur Bestimmung von Vertices entwickelt. Die bisher ohne Impulsinformation erreichten Auflösungen von Primärvertices liegen bei $70\ \mu\text{m}$ transversal und $700\ \mu\text{m}$ longitudinal. Abbildung 34 zeigt die Verteilung rekonstruierter Wechselwirkungspunkte.

Zusammenfassend kann gesagt werden, dass die Inbetriebnahme des Vertex-Detektor-Systems 1999 weitgehend abgeschlossen werden konnte und dass das System den Erwartungen entspricht. Zum Anfang des Jahres 2000 wird das VDS vollständig mit Detektoren bestückt werden.

Innere Spurkammern

Im Berichtsjahr wurde mit der Installation und der Inbetriebnahme des inneren Spurkammersystems begonnen. Es dient zum Nachweis von Spuren dicht am Strahlrohr, einem Bereich, wo wegen hoher Belegungsdichten eine besonders feine Granularität des Detektors gefordert ist.

HERA-B verwendet als erstes Experiment im inneren Spurkammersystem Mikrostreifen-Gasdetektoren (MSGC) mit integrierter Vorverstärkerfolie (GEM). Bezüglich der Strahlenbelastung sind die Detektoranforderungen vergleichbar denen der LHC-Experimente. Nach den im Jahr 1998 gewonnenen Erfahrungen mit MSGC-GEM-Detektoren wurde gegen Ende 1998 mit der Serienproduktion der Detektoren begonnen. Bei ersten Tests der Serienkammern zeigten sich jedoch Alterungsphänomene in Form von Ablagerungen auf den Zähltrahtstreifen, die bei Detektoren der Vorserie nicht beobachtet worden waren. Dies führte zu einer Verzögerung der Produktion gegenüber den Planungen, da erneut systematische Untersuchungen durchgeführt wurden, sowohl im Labor mit Röntgenstrahlen als auch bei einem weiteren Strahltest mit Protonen am Paul-Scherrer Institut in Villigen (Schweiz).

Durch diese Messungen konnte bestätigt werden, dass die auftretenden Alterungsphänomene nur bei Serienkammern zu beobachten sind. Bei Kammern der Vorserie trat unter gleichen Bedingungen keine Alterung auf. Eine Untersuchung der Zusammensetzung der Ablagerungen legt die Vermutung nahe, dass die Ursache in Reaktionen des DME (Quencheranteil im Zählgas) mit einem der zum Kammerbau verwendeten Materialien liegt. Dieses Problem konnte durch einen Wechsel des Zählgases von Ar-DME zu Ar-CO₂ gelöst werden. Bei Verwendung von CO₂ im Zählgas können die mit DME beobachteten Ablagerungen vermieden werden.

Aus früheren Untersuchungen mit Mikrostreifen-Gasdetektoren ohne Vorverstärkerfolie war allerdings bekannt, daß Ar-CO₂ gegenüber Ar-DME eine geringere Sicherheit gegenüber Funkenentladungen bietet. Deshalb wurde speziell die Betriebssicherheit bei der Verwendung von Ar-CO₂ untersucht. Nachdem in Untersuchungen geeignete Betriebsparameter gefunden wurden und in Langzeittests keine Gasalterung beobachtet wurde, konnte die Serienproduktion im April wieder aufgenommen werden. Bis Ende des Jahres konnten mehr als die Hälfte aller Detektoren installiert werden.

Parallel zur Installation der Detektoren wurde die Strahlzeit seit dem Sommer 1999 zur Integration des inneren Spurkammersystems in das allgemeine HERA-B Datennahme- und Kontrollsystem genutzt. Auch das Gassystem konnte schrittweise vervollständigt und in Betrieb genommen werden.

Erstmals konnten dabei Betriebserfahrungen mit einem großen MSGC-GEM System unter HERA-B Bedingungen gesammelt werden. Die gesamte Betriebszeit lässt noch keine Aussagen über das Langzeitverhalten der Detektoren zu, jedoch konnten die Hochspannungsfestigkeit und die Sicherheit vor Funkenüberschlägen und damit einhergehenden Zerstörungen der Detektoren bei den geplanten Betriebsparametern gezeigt werden.

Da ein Teil der Detektoren des inneren Spurkammersystems Triggersignale für den „First Level Trigger“ liefern soll, ist auf dem Auslesechip neben dem Analogteil noch eine Triggerlogik eingebaut. Dabei traten Probleme durch Übersprechen auf, die auch nach einer Verbesserung des Auslesechips noch nicht vollständig beseitigt sind. Es wurde daraufhin beschlossen, auf den Beitrag des inneren Spurkammersystems zum „First

Level Trigger“ für die Strahlzeit 2000 zu verzichten. Die Ausleseelektronik der Triggerlagen kann dann in der langen Betriebsunterbrechung zur Luminositätserhöhung umgerüstet werden.

Im Jahr 1999 konnten somit nach anfänglichen Schwierigkeiten die ersten großen Schritte zur Vervollständigung des inneren Spurkammersystems gemacht werden. Im kommenden Jahr wird die Installation des Gesamtsystems abgeschlossen und es können erstmals mit dem Gesamtsystem Daten genommen werden.

Äußere Spurkammern

Das äußere Spurkammersystem von HERA-B dient dem Nachweis geladener Teilchen ab etwa 20 cm Entfernung vom Protonenstrahl bis hin zur äußeren Akzeptanzgrenze des Experiments. Es umfasst insgesamt 13 Messstationen, sogenannte Superlagen, die zwischen Vertexkammer und Kalorimeter an verschiedenen Positionen senkrecht zum Strahl angeordnet sind. Jede Superlage besteht aus zwei mechanischen Segmenten, die über und unter dem Protonen-Strahlrohr einander überlappen. Jedes Segment hat ein gasdichtes Gehäuse, in dem sich eine variable Zahl ebener Driftkammerlagen befindet. Alle Lagen sind aus etwa 30 cm breiten und 1–4.5 m langen Modulen zusammengesetzt. Ein massiver äußerer Rahmen gibt der Gasbox stabilen Halt.

Nach Abschluss des umfangreichen Messprogramms zur Untersuchung der Strahlungsfestigkeit der Module und der daraus resultierenden Design-Änderungen konnte die 1997 unterbrochene Modulproduktion Ende 1998 wieder aufgenommen werden. Auf 24 Montagevorrichtungen in fünf Instituten (DESY Hamburg und Zeuthen, JINR Dubna, IHEP und Tsinghua-Universität Beijing) entstanden bis Oktober 1999 alle 978 für den äußeren Spurdetektor benötigten Honeycomb-Driftkammermodule. Ein Drittel der Module wurde mit starker Unterstützung durch Fachkräfte aus Russland auf den acht Arbeitsplätzen in Hamburg gebaut.

Die Organisation der weltweit verteilten Modulproduktion und ihre Abstimmung auf die parallel laufende Installation des äußeren Spurdetektors in HERA-B stellte eine logistische Herausforderung beachtlichen Ausmaßes dar. Alle Modulmaterialien, wie zum Beispiel

die bei NIKHEF Amsterdam gefalteten und anschließend industriell metallbeschichteten Folien oder die am IJS Ljubljana gefertigten HV-Platinen, wurden zentral in Hamburg gesammelt und dann an alle Produktionsstätten versandt. Im Gegenzug trafen in einem genau abgestimmten Rhythmus die Module aus Beijing, Dubna und Zeuthen per Flugzeug oder LKW in Hamburg ein.

Vor der Freigabe zur Installation wurde jedes produzierte Modul einer ausführlichen Qualitätsprüfung unterzogen. Jeder einzelne der insgesamt 112 674 Signaldrähte musste im Test mit kosmischer Strahlung oder einer radioaktiven Quelle seine Funktionstüchtigkeit unter Beweis stellen. Die Ausfallrate durch Kurzschlüsse und andere Defekte liegt bei 1.2 %.

Die parallel zur Modulproduktion laufende Montage der Mechanik des äußeren Spurkammersystems nahm 1999 die DESY-Infrastruktur stark in Anspruch: In allen ehemaligen PETRA-Experimentierhallen wurden Teile gelagert oder Gasboxen und Kabelrahmen vormontiert. Die Endmontage der Detektorsegmente erfolgte in der eigens dafür hergerichteten Halle 5, unweit der HERA-Halle West, in der HERA-B betrieben wird. Hier wurden in einem 8 m hohen Staubschutzzelt die einseitig offenen Gasboxen an den Kabelrahmen fixiert, die Module in den Gasboxen installiert und selbige dann gasdicht geschlossen. Abbildung 35 zeigt eine Hälfte der größten Superlage TC2, die sich in HERA-B unmittelbar vor dem Kalorimeter befindet, kurz vor dem Schließen der Gasbox.

Dieses 4 m breite und 6 m hohe Detektorsegment wiegt etwa 3 t, wozu die Kabel von den an der Gasbox aufgesteckten Verstärkern zu den TDCs in den am Rahmen montierten Crates wesentlich beitragen. Die Inbetriebnahme dieser Elektronik bildete den Abschluss der Kammermontage.

Die Installation der äußeren Spurkammern in HERA-B erfolgte während der sechswöchigen HERA-Betriebspause im Mai/Juni sowie in einer Serie von monatlichen, jeweils drei Tage langen Kurzunterbrechungen von Juli bis Dezember. Dank guter Vorbereitung der Infrastruktur (Aufhängungen, Kabel, Gasleitungen) im Mai/Juni und minutiöser Planung gelang es, bis zu fünf Kammerhälften pro Zugangsperiode zu installieren. An dieser Stelle ist die gute Kooperation mit dem DESY-Hallendienst hervorzuheben.

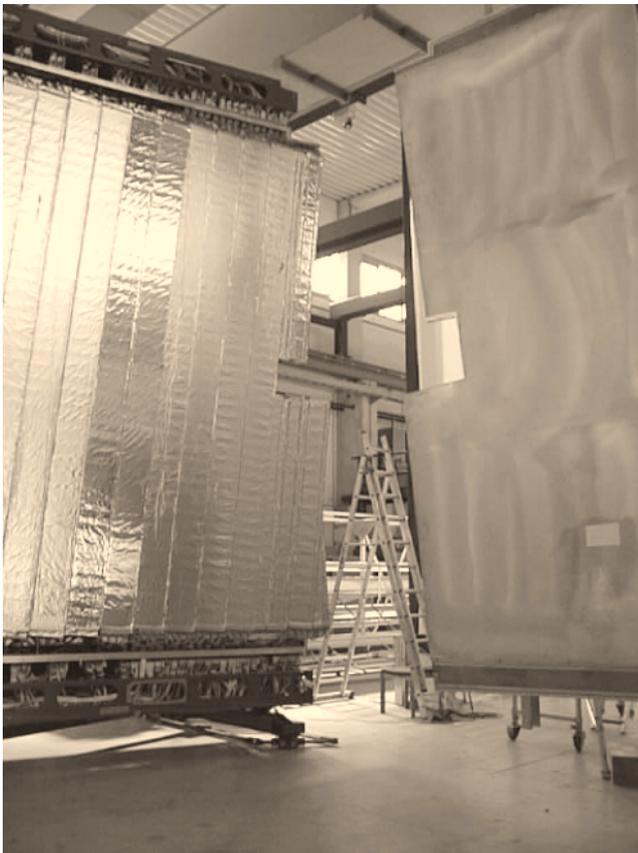


Abbildung 35: Die letzte und größte Superlage des äußeren Spurkammersystems. Die modulare Struktur der äußersten Driftkammerlage ist deutlich zu erkennen.

Wichtige Systeme, die den Betrieb des äußeren Spurkammersystems überhaupt erst ermöglichen, sind die Ausleseelektronik sowie das Hochspannungs- und das Gassystem. Mit seinen 833 auszulesenden TDC-Einheiten ist der äußere Spurdetektor die größte Einzelkomponente im Datennahmesystem von HERA-B. Da er sich über das gesamte Experiment erstreckt und damit auf natürliche Weise alle Subdetektoren miteinander verbindet, lieferte das im Laufe des Jahres rasch wachsende System wichtige Impulse für die Entwicklung der gemeinsamen Datennahme.

Neben den Daten zur präzisen Spurrekonstruktion liefert der äußere Spurdetektor auch die Signale für die erste Triggerstufe von HERA-B. Nach anfänglichen Problemen konnte auch dieser Auslezweig erfolgreich in Betrieb genommen werden.

Das Hochspannungssystem des äußeren Spurdetektors versorgt 7200 Drahtgruppen aus 160 primären Quellen. Jede frisch installierte Kammer wurde in den ersten Tagen langsam auf ihre Betriebsspannung hochgefahren („trainiert“). Abgesehen von der zuerst eingebauten Kammer, deren Module noch nicht mechanisch versteift waren, ließ sich der gesamte Detektor problemlos in Betrieb nehmen. Die defekte Kammer wurde während der Weihnachtsunterbrechung 1999/2000 repariert. Damit präsentiert sich der äußere Spurdetektor zu Beginn der Datennahme 2000 von der Hochspannungsfestigkeit her in einem guten Zustand.

Während des Betriebs werden die Kammern des äußeren Spurdetektors von einem speziellen Zählgas, einer Argon/CF₄/CO₂-Mischung, durchspült. Das im Laufe des Berichtsjahres aufgebaute Gassystem sorgt dafür, dass das Detektorvolumen von etwa 20 m³ einmal pro Stunde ausgetauscht wird. Spezielle Reinigungseinheiten und die Zufuhr einiger Prozent Frischgas sorgen in diesem Kreislaufsystem für eine konstant gute Gasqualität. Die extrem störenden Sauerstoff- und Wasseranteile werden damit unter 0.1% gehalten. Zur Entwicklung des Reinigungssystems fanden im Laufe des Jahres ausgiebige Tests an einer im HASYLAB aufgebauten Röntgenquelle statt.

Der 1998 begonnene Test von Prototypkammern im HERA-B Gebiet wurde bis zum Mai 1999 fortgesetzt. Als letzte Testkammer kam im März noch ein Prototyp mit der vollen Länge von 4.5 m zum Einsatz, der erstmals von einem Kreislauf-Gassystem versorgt wurde. Das robuste Verhalten aller dieser Kammern führte Mitte 1999 zu der Entscheidung, die bis dahin verfolgte Entwicklung eines auf „Straw Tubes“ basierenden Alternativkonzepts für den äußeren Spurdetektor bis zum Ende der Datennahme im Jahr 2000 ruhen zu lassen. Alle Testkammern wurden im Mai/Juni ausgebaut, um Platz für die Installation des endgültigen Detektors zu schaffen. Dessen schrittweise Inbetriebnahme war der Schwerpunkt bei der Datennahme in der zweiten Jahreshälfte.

Erste Analysen der Daten dienten dazu, die installierte Hardware zu überprüfen. Spezielle Datennahme-Serien wurden dazu benutzt, den optimalen Arbeitspunkt des Detektors (Hochspannung und Elektronikschwellen) festzulegen und das Verhalten bei verschiedenen Targetraten bis zu 80 MHz, dem doppelten Designwert, zu studieren. Viele wertvolle Informationen erhält man

bereits ohne Spurrekonstruktion einfach aus den in verschiedenen Bereichen des Detektors gemessenen Trefferdichten.

Die schon länger existierende und mit Monte Carlo-Daten entwickelte Software zur Spurrekonstruktion wurde an die Bedürfnisse des real existierenden Detektors mit allen seinen kleinen Unzulänglichkeiten, wie tote Regionen, Drähte mit hohem Untergrund usw., angepasst. Die Entwicklung der Programme zur Eichung und zur Justierung des Detektors dauert noch an.

Ring Imaging Čerenkov Zähler

Der „Ring Imaging Čerenkov“ Zähler (RICH) dient zur Unterscheidung von Pionen, Kaonen und Protonen durch die Messung des Winkels von Čerenkov-Photonen. Er war schon im Vorjahr komplett installiert worden und wurde Anfang Januar 1999 das erste Mal mit dem vorgesehenen Radiatorgas C_4F_{10} gefüllt.

Die anschließenden Testmessungen zeigten, dass der HERA-B RICH die beiden wichtigsten Designkriterien, Zahl der nachgewiesenen Čerenkov-Photonen und

Winkelauflösung, voll erfüllt: Für $\beta = 1$ Teilchen wurden 34 Photonen pro Ring gemessen, der Fehler in der Winkelbestimmung betrug weniger als 0.7 mrad.

Im Laufe des Jahres wurde in den Zugangsperioden die Verfügbarkeit der Auslesekanäle verbessert, so dass es zur Zeit bei den knapp 27 000 Kanälen nur 0.3% unbenutzbare gibt. Auch wurde ein neuer 1500-Liter-Lagertank mit genauer Füllstandsanzeige für das verflüssigte Radiatorgas installiert.

Der HERA-B RICH, der eigentlich für die Identifikation der Teilchen schon gefundener geladener Spuren konzipiert ist, wurde in der Anfangsphase mangels vorhandener Spurrkammern auch zur Spurfindung eingesetzt. Zu diesem Zweck wurde eine Methode zur Suche nach Čerenkov-Ringen entwickelt, die keine Information von anderen Detektorkomponenten benötigt. Da der Ring nur die Richtung des Teilchens festlegt, werden weitere Raumpunkte, wie zum Beispiel Vertexspursegment und Cluster im Kalorimeter, zur Impulsbestimmung benötigt. Abbildung 36 zeigt die Korrelation zwischen Čerenkov-Winkel θ_C und Teilchenimpuls p für Spuren, die ein Vertexsegment, RICH-Ring und ECAL-Cluster aufweisen. Die Teilchensorten Elektron, Pion, Kaon und Proton sind bei dieser Darstellung als klare Bänder erkennbar.

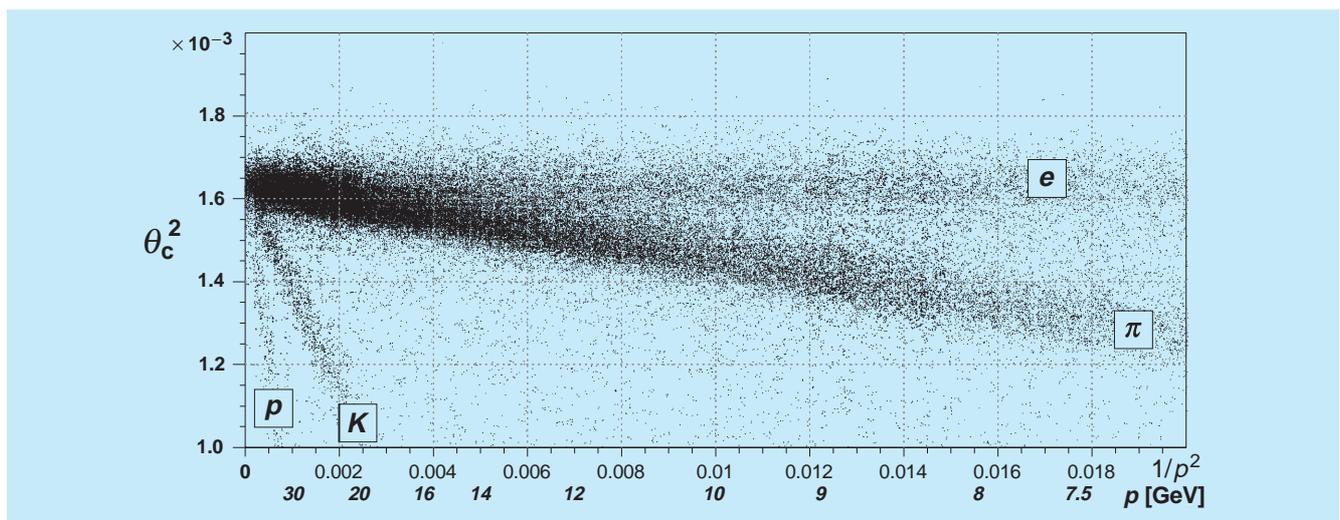


Abbildung 36: *Quadrat des Čerenkov-Winkels als Funktion des reziproken Impulsquadrates, gemessen mit Hilfe des Silizium-Vertex-Detektors, des RICH und des Kalorimeters. Da Winkel und Impuls der Relation $1/p^2 \sim \theta_C^2$ genügen, sind die Teilchensorten Elektron, Pion, Kaon und Proton bei dieser Darstellung als klare Bänder identifizierbar.*

Zusammen mit Information von anderen Detektorkomponenten konnten auch einige Signale für Teilchenzerfälle beobachtet werden, zum Beispiel $K_S^0 \rightarrow \pi^+\pi^-$ (Abb. 39) und $K^{0*} \rightarrow \pi^-K^+$. Der Untergrund im Kanal $J/\psi \rightarrow e^+e^-$ konnte mit Hilfe der Information vom RICH erheblich reduziert werden (Abb. 40).

Die Myon-Kammern

Im Berichtszeitraum wurde die Installation der Myon-Kammern (Abb. 37) beendet. Alle Lagen mit den Tube-, Pad- und Pixel-Kammern, hergestellt im ITEP Moskau, wurden mit der Ausleseelektronik, produziert in der Wayne State University in Detroit, ausgestattet und auf



Abbildung 37: Installation der Myon-Kammern.

ihren Rahmen in der endgültigen Position montiert. Der Myon-Detektor hat seinen Betrieb aufgenommen.

Nach der Zugangsperiode im Mai/Juni folgte eine lange Periode der Datennahme, während der eine große Zahl von Detektortests und Physikstudien durchgeführt wurde. Alterungsprozesse in den Kammern wurden mit verschiedenen Gasen studiert. Zwei Rekonstruktions-Algorithmen für Myonen wurden getestet: der eine sucht ohne Information von anderen Detektorkomponenten nach Spuren in den Myon-Kammern, der andere basiert auf Spuren, die zuvor in den äußeren und inneren Spurkammern gefunden worden sind.

Ende November wurden zum ersten Mal Daten mit dem teilweise eingebauten Myon-Pretrigger aufgenommen. Der Pretrigger lief bemerkenswert zuverlässig und erste Analyseergebnisse lassen eine gute Funktionalität erwarten.

First Level Trigger

Die erste Auslösestufe („First Level Trigger“ – FLT) rekonstruiert Spuren geladener Teilchen mit Hilfe ausgewählter Spurkammern des Detektors. Die Einbeziehung des elektromagnetischen Detektors und der Myon-Kammern im sogenannten „Pretrigger“ erlaubt bereits eine erste Teilchen-Identifikation. Ferner werden durch die Spurrekonstruktion des FLT der Impuls und die Ladung der Teilchen bestimmt. Die Daten werden ausgelesen, wenn die invariante Masse eines Myonen- oder Elektron-Positron-Paares konsistent mit einem J/ψ ist.

Im Berichtsjahr war das Augenmerk der verschiedenen am FLT beteiligten Gruppen darauf gerichtet, die Produktion der Elektronik-Baugruppen durchzuführen und die Inbetriebnahme des Gesamtsystems soweit voranzutreiben, dass eine Datennahme von HERA-B Anfang 2000 möglich ist. Die letzten Änderungen im Entwurf des FLT wurden erst Anfang 1999 durchgeführt. Dennoch gelang es, die gesamte Hardware, mit Ausnahme eines kleinen Teils der Pretrigger-Systeme, vor Ende des Jahres fertigzustellen.

Die Datenübertragung zwischen dem Myon-Pretrigger-System und der Spurerkennung des FLT wurde auf Zuverlässigkeit getestet. In allen Fällen waren die gemessenen Fehlerraten akzeptabel bis sehr gut. Zusätzlich

wurden weitere technische Parameter, wie zum Beispiel Latenzzeiten, gemessen und mit den Spezifikationen verglichen.

Zusammen mit dem Pretrigger des elektromagnetischen Kalorimeters, das zu 65% mit Pretrigger-Elektronik bestückt war, wurde für das Experiment das erste Mal ein Physiktrigger in Betrieb genommen. Dieser Trigger wurde unter anderem auch für die Datennahme genutzt, in der J/ψ Mesonen nachgewiesen wurden (Abb. 40).

Datennahmesystem

Das HERA-B Datennahmesystem hat die Aufgabe, die etwa 600 000 Signale, die im Detektor HERA-B alle 96 ns erzeugt werden, während der Triggerentscheidungen zu puffern, zwischen den Puffern der verschiedenen Triggerstufen zu transportieren und schließlich auf Massenspeichern zu sichern. Die dazu benötigte Elektronik und deren Programmierung ist das Datennahmesystem (DAQ).

In Abbildung 38 ist eine Übersicht der logischen Einheiten des Systems gegeben. In dieser Darstellung sind nur das „Schnelle Kontrollsystem“, das die Triggersignale verteilt, und der Hauptdatennahmeweg dargestellt. Es gibt acht verschiedene Subsysteme mit zwischen 6000 und 176 000 Auslesekanälen pro Subsystem. Alle Komponenten des Systems wurden 1999 bei der Datennahme betrieben.

Die „First Level Trigger“-Rate war dieses Jahr mit maximal 12 kHz (Endausbaustufe 50 kHz) erstmalig in der Nähe der Designwerte. Der limitierende Faktor war die Notwendigkeit, alle Daten des elektromagnetischen Kalorimeters mit jedem Level 1 Trigger auszulesen. Dies wird in der Endausbaustufe des FLT nicht mehr notwendig sein.

Zusammenfassend kann gesagt werden, dass etwa 90% des Gesamtsystems verwendet worden sind. Der Datendurchsatz hatte bereits die endgültige Größe. Die größte Extrapolation zum Gesamtsystem ist bei der FLT-Rate notwendig. Im Jahr 2000 werden diese Extrapolation und eine Verbesserung der Datennahme-Effizienz im Vordergrund stehen.

Trigger- und Rekonstruktionsfarm

Der Trigger Level4 dient zur Rekonstruktion aller Ereignisse während der Datennahme („Online-Rekonstruktion“, identisch mit dem Offline-Rekonstruktionsprogramm). Er ist auf einer „Farm“ von 200 Personal Computern (PC) realisiert. Hier wird die endgültige Ereigniseselektion durchgeführt. Gleichzeitig wer-

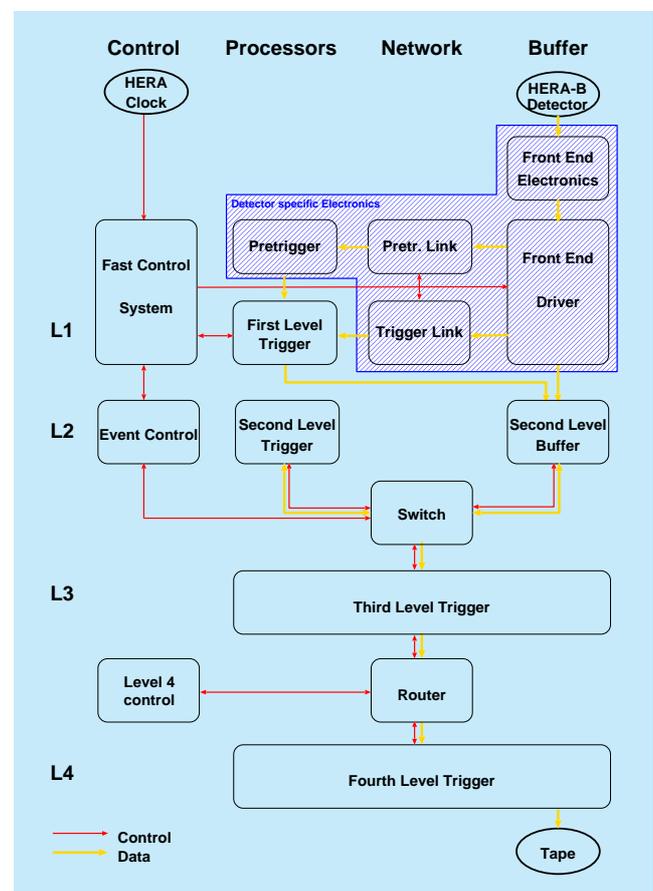


Abbildung 38: HERA-B DAQ-Architektur: Links das Kontrollsystem (gezeigt ist nur das sogenannte schnelle Kontrollsystem, das den Datenfluss kontrolliert und die Trigger-Entscheidungen weitergibt), in der Mitte die jeweiligen Prozessoren und Netzwerke, und rechts der Weg der Daten von der Ausleseelektronik über einen Zwischenspeicher („Second Level Buffer“) zu den weiteren Triggerstufen und schließlich zur endgültigen Archivierung auf Band. Der schattierte Teil umfasst alle Einheiten, die spezifisch für jedes Subsystem sind.

den die Qualität der Daten und die Funktionsfähigkeit des Detektors überwacht. Daten für Kalibration und Alignment des Detektors werden bereitgestellt. Wenn die Datennahme ruht, können vorher gemessene Daten reprozessiert werden.

Die Installation der kompletten Farm von Personal Computern war bis Ende 1999 abgeschlossen. Die PCs werden mit dem Betriebssystem LINUX betrieben. Software für die Verteilung der Ereignisse vom DAQ-System zu den Farmknoten und von den Farmknoten zur Archivierung ist fertiggestellt und getestet. Software zum Reprozessieren der Ereignisdaten wurde entwickelt, getestet und in Betrieb genommen.

HERA-B hat von Ende 1998 bis jetzt etwa 7 Tera-byte an Daten aufgezeichnet und auf Band gespeichert. Die Farm hat sich als Teil des DAQ- und Triggersystems bewährt. Die Designwerte für die Datenraten zur Farm (50 Hz, 5 MB/sec) und von der Farm zum Archiv (20 Hz, 2 MB/sec) wurden deutlich übertroffen.

Das HERA-B Rahmenprogramm ARTE läuft standardmäßig auf der Farm. Für einige Runs wurde eine vollständige Ereignisrekonstruktion online auf 40 Prozessoren durchgeführt und die Ergebnisse wurden archiviert. Auf Basis der Ereignisrekonstruktion werden auf jedem PC Histogramme zur Überwachung der Datenqualität und zu Kalibrierungs- und Alignmentszwecken gefüllt. Ein zentrales Programm sammelt die Histogramme von den einzelnen PCs und stellt sie zur Auswertung zur Verfügung. Arbeiten an Online-Kalibrierung und Alignment, bei der die auf der Farm eingesammelten Daten ausgewertet und die Datenbanken entsprechend geändert werden, haben begonnen.

Software

Die Daten des Jahres 1999 wurden dazu benutzt, die gesamte Auswertekette der Software für HERA-B zu testen. Dabei standen die Rekonstruktions-Software der verschiedenen Detektorkomponenten und ihr Zusammenspiel im Vordergrund. All diese Programme waren vorher intensiv mit simulierten Daten getestet worden.

Der Übergang von Monte Carlo-Daten zu tatsächlich gemessenen Daten wirft mehrere Probleme auf:

- Die Ansprechwahrscheinlichkeiten einzelner Detektorkanäle können nur ungenau simuliert werden, solange keine Messungen darüber vorliegen. Insbesondere der Ausfall ganzer Bereiche ist nur schwer zu simulieren. Inzwischen existieren Listen, die die gemessenen Nachweiswahrscheinlichkeiten und die vorhandenen toten Bereiche katalogisieren. Diese Listen werden für die Monte Carlo-Simulation der Ereignisse verwendet. Entsprechendes gilt für Untergrund wie elektronisches Rauschen usw. Auch hier ist das Monte Carlo den gemessenen Daten angepasst worden.
- Ein Problem, das speziell den Berichtszeitraum betraf, bestand darin, dass sich der Detektor in kurzen Zeitabständen veränderte, indem immer mehr Detektorkanäle eingebaut wurden. Schon beim Simulieren von Monte Carlo-Ereignissen musste eine Prozedur gefunden werden, die es gestattet, die gleichen generierten Ereignisse für verschiedene Ausbaustufen des Detektors zu verwenden. In der Rekonstruktion wurden anfangs Prozeduren benutzt, die es erlauben, auch ohne die damals nicht vorhandenen Messungen im äußeren und inneren Spurkammersystem Spuren zu erkennen (einschließlich der Messung des Impulses). Zu diesem Zweck wurden Prozeduren entwickelt, die im Vertexdetektor, im RICH, im ECAL und in den Myon-Kammern Spuren zu erkennen vermögen, ohne Information von den jeweils anderen Detektorkomponenten zu benötigen. Gegen Ende des Jahres konnten dann die endgültigen, seit langem existierenden Rekonstruktionsprogramme angewendet werden, die davon ausgehen, dass Spurerkennung im Vertexdetektor oder im äußeren/inneren Spurdetektor stattfindet, was zu einer erheblich höheren Nachweiswahrscheinlichkeit führt. Die so rekonstruierten Spuren werden dann mit der Information von RICH, TRD, ECAL und Myon-System kombiniert.
- Alignments- und Kalibrationsprozeduren lassen sich nur mit gemessenen Daten sinnvoll testen. Die notwendigen Konstanten für Kalibration und Alignment sind inzwischen mit einer Genauigkeit bekannt, die es erlaubt, die endgültige Rekonstruktion durchzuführen. Die Genauigkeit dieser Konstanten wird durch die fast abgeschlossene Vervollständigung des Detektors und durch erhöhte Statistik ständig verbessert. Ein HERA-B spezifisches Problem ist, dass schon auf der Online-Farm die

endgültige Rekonstruktion durchgeführt wird und dass dazu die Alignments- und Kalibrationskonstanten bekannt sein müssen. Diese Konstanten müssen also quasi online bestimmt werden. Die Prozeduren dazu sind die gleichen wie für entsprechende Offline-Prozeduren. Die technischen Voraussetzungen, um diese Konstanten, die auf 200 verschiedenen Farmknoten berechnet werden, zu sammeln, auf eine Datenbank zu schreiben und dann wiederum den 200 Farmknoten zur Verfügung zu stellen, sind gelöst.

Das gesamte Rekonstruktionspaket für HERA-B ist online (Level 4) und offline erfolgreich getestet worden. Der Zeitverbrauch auf der Farm ist momentan noch

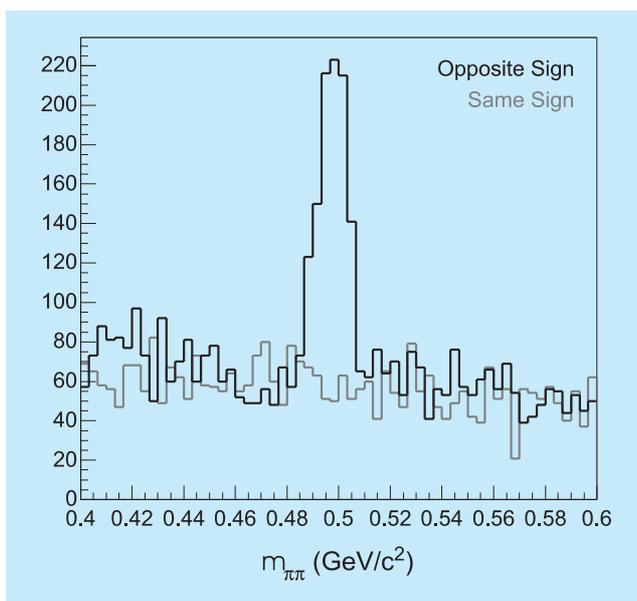


Abbildung 39: Der Zerfall $K_S^0 \rightarrow \pi^+\pi^-$. Gezeigt wird die invariante Masse von $\pi^+\pi^-$ -Kombinationen („Opposite Sign“) und $\pi^+\pi^+/\pi^-\pi^-$ -Kombinationen („Same Sign“). Von den Pionen wurde verlangt, dass sie nicht auf einen der Targetdrähte zeigen und also nicht von der primären Wechselwirkung des Protons mit dem Target kommen können. Andererseits müssen die Pionen aus einem gemeinsamen Vertex kommen, dem potenziellen Zerfallsvertex des K_S^0 . Während bei gleichen Ladungen nur Zufallskombinationen auftreten, die keine Struktur im Massenspektrum ergeben, zeigt sich im Fall von $\pi^+\pi^-$ -Kombinationen ein deutliches Signal bei der Masse des K_S^0 .

um einen Faktor zwei zu hoch. Verbesserungen sind zu erwarten durch weitere Optimierung des Programms, vor allem aber durch einer Reduzierung der Zahl toter Kanäle und durch höhere Messgenauigkeit. Auch die Nachweiswahrscheinlichkeit für Spuren und die Wahrscheinlichkeit, falsche Spuren zu rekonstruieren, die „Ghost-Rate“, hängt stark von der Messeffizienz und -Genauigkeit ab, die beide laufend verbessert werden. Das Rekonstruktionsprogramm verhält sich wie durch Monte-Carlo Simulation erwartet und erlaubt es, sowohl detaillierte Studien der Detektor-Funktionalität als auch physikalische Analysen durchzuführen.

Resultate und Ausblick

Im Verlauf des Jahres 1999 wurden die Möglichkeiten, physikalische Analysen mit HERA-B durchzuführen,

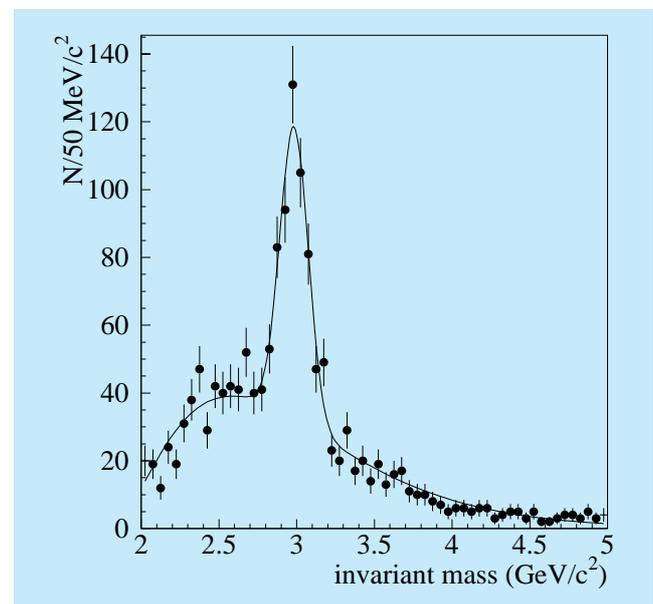


Abbildung 40: Der Zerfall $J/\psi \rightarrow e^+e^-$. Gezeigt wird die invariante Masse von e^+e^- -Kombinationen. Deutlich ist ein Signal bei der Masse des J/ψ zu sehen (bei 3.1 GeV), das auf einem Untergrund von Zufallskombinationen liegt. Dieser Untergrund steigt eigentlich unterhalb von 2.5 GeV extrem stark an. Durch den Trigger werden diese uninteressanten Ereignisse jedoch gleich am Anfang der Datennahmekette zurückgewiesen.

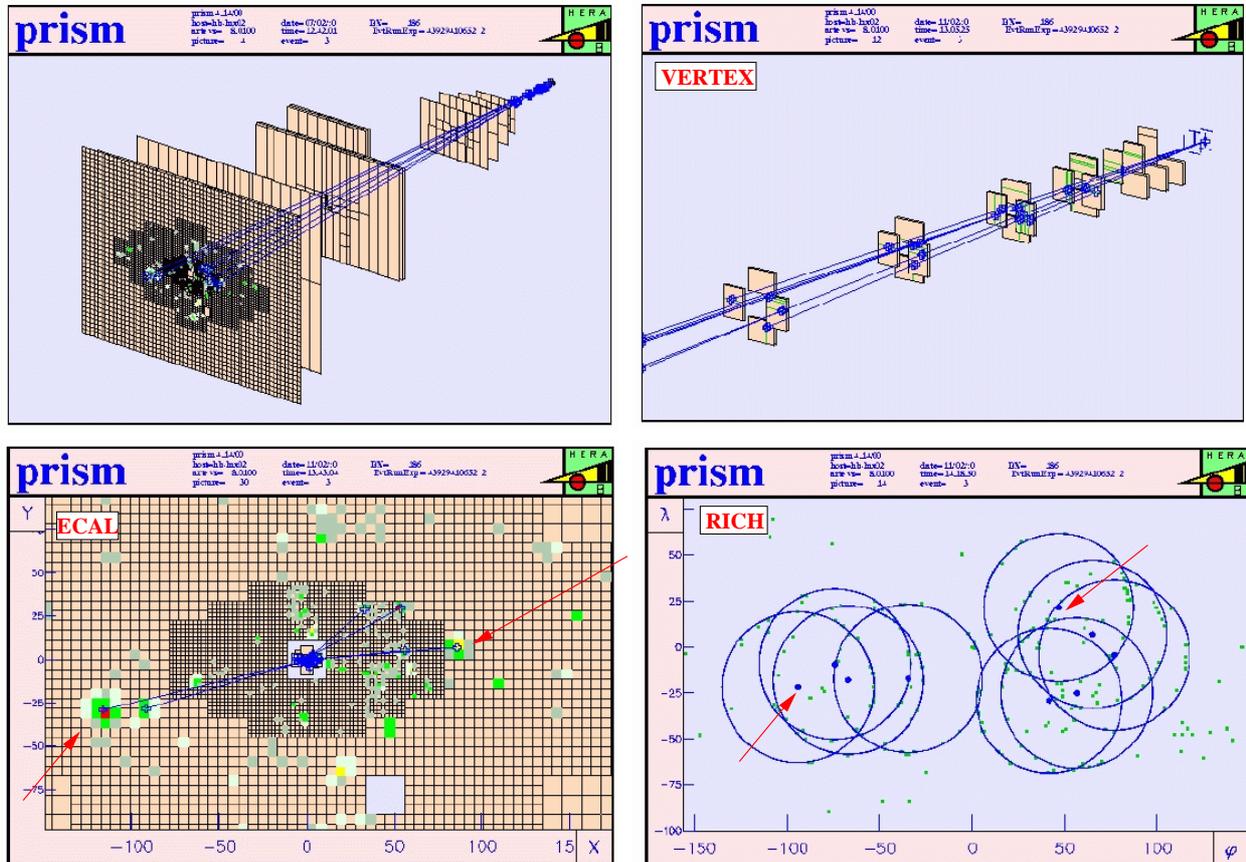


Abbildung 41: HERA-B: Ein einzelnes Ereignis des Zerfalls $J/\psi \rightarrow e^+e^-$, wobei die Information der verschiedenen Detektorkomponenten separat dargestellt ist. Gezeigt werden die im Vertexdetektor rekonstruierten Spuren, die Blöcke des elektromagnetischen Kalorimeters welche angesprochen haben, sowie die im RICH rekonstruierten Ringe. Die Elektron- bzw. Positron-Spuren sind jeweils gekennzeichnet.

ständig verbessert. Abbildung 39 zeigt ein klares K^0 -Signal in der $\pi^+\pi^-$ Massenverteilung für Spurkombinationen mit einem rekonstruierten Zerfallsvertex. Bei Kombinationen, bei denen beide Spuren vom Targetdraht kommen, ist kein Signal zu beobachten. Für die Analyse sind der Vertexdetektor, RICH und ECAL benutzt worden, jedoch noch nicht die inneren und äußeren Spurkammern.

Ein wesentliches Ziel des Experiments ist es, J/ψ -Mesonen zu rekonstruieren. Die momentan verfügbare Statistik erlaubt es noch nicht, zwischen „promp-

ten“ J/ψ -Mesonen, die in der primären Wechselwirkung entstehen, und solchen aus den Zerfällen von B-Mesonen zu unterscheiden. Das Signal für J/ψ -Mesonen in der invarianten e^+e^- -Massenverteilung hat sich im Lauf des Jahres kontinuierlich verbessert. Ein Beispiel dafür aus einer kurzen Datennahmepériode im Oktober/November 1999 wird in Abbildung 40 gezeigt.

Die Analyse basiert im Wesentlichen auf dem Vertexdetektor und dem elektromagnetischen Kalorimeter. Auch hier sind die inneren und äußeren Spurkammern

nicht berücksichtigt. Um Untergrund zu unterdrücken wird sowohl ein gut gemessener Ring im Čerenkov-Zähler als auch ein nachgewiesenes Bremsstrahlungs-Photon im ECAL verlangt. In Abbildung 41 ist die Detektorinformation für ein Ereignis mit einem Zerfall $J/\psi \rightarrow e^+e^-$ dargestellt.

Anfang des Jahres 2000 werden die letzten verbleibenden Zähler eingebaut. In der Messzeit bis September werden folgende Untersuchungen durchgeführt werden:

- Inklusive Wirkungsquerschnitte verschiedener Teilchenarten (γ , π^+ , π^- , π^0 , η , K , K^* , ϕ usw.) und die Abhängigkeit des Wirkungsquerschnitts vom Atomgewicht des Targets,
- Produktion „prompter“ J/ψ -Mesonen, im Unterschied zu J/ψ -Mesonen aus B-Zerfällen,
- Zerfälle $B \rightarrow J/\psi X$ und Messung des Wirkungsquerschnitts von Bottom-Hadronen,
- Zerfälle $B^0 \rightarrow J/\psi K_S^0$ und Suche nach CP-Verletzung.

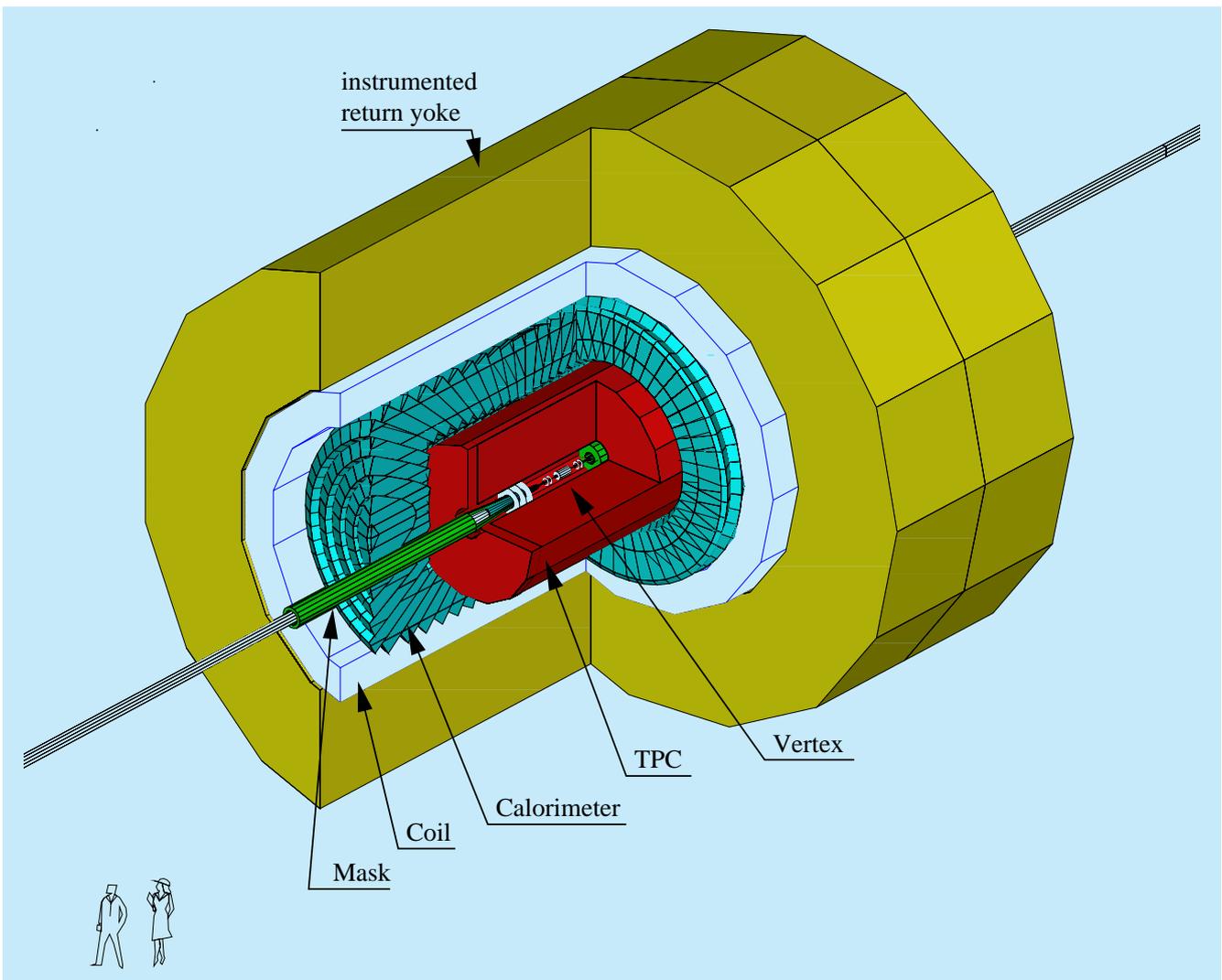


Abbildung 42: Perspektivische Ansicht des TESLA Detektors. Nicht gezeigt ist das Myon-System, das den Detektor komplett umschließt.

Forschung an Lepton Collidern

Im Jahre 1999 sind am DESY die Arbeiten für die Vorbereitung des Linearbeschleuniger-Projektes TESLA weiter vorangetrieben worden. Daran beteiligt sind Mitglieder und Gäste der Gruppe FLC sowie im Rahmen der ECFA/DESY Studie etwa 66 Institute aus 17 Ländern. Seit dem Frühjahr 1998 veranstalten ECFA und DESY eine gemeinsame Studie, in der die teilchenphysikalischen Fragestellungen, die mit TESLA angegangen werden sollen, untersucht werden und nach Lösungen für einen Detektor an einer solchen Maschine gesucht wird. An dieser Studie nehmen zahlreiche Wissenschaftler aus vielen europäischen und außereuropäischen Ländern teil.

Ein Höhepunkt des Jahres war die internationale LCWS99 Konferenz, die in Sitges, Spanien, im Mai abgehalten wurde und einen Überblick über den Stand der Entwicklungen der verschiedenen Linearcollider Projekte in der Welt gab. In einer Serie von Treffen wurden physikalische und technische Fragestellungen bearbeitet.

Seit der Veröffentlichung des „Conceptual Design Report“ im Jahre 1997 hat es erhebliche Entwicklungen bei der Konzeption der Maschine gegeben. Die erwartete Luminosität ist deutlich höher als bisher angenommen. Eines der Hauptziele der ECFA/DESY Studie ist es, zu untersuchen, welche Möglichkeiten diese hohe Luminosität eröffnet. Ein weiterer Schwerpunkt der Studie ist es, ein realistisches Detektormodell für TESLA (Abb. 42) zu erstellen, das den hohen Anforderungen an die Messgenauigkeit entspricht.

DESY hat im Berichtszeitraum im Bereich der Physik und der Detektorentwicklungen für einen zukünftigen Linearcollider intensiv an der Studie mitgearbeitet. Physikerinnen und Physiker beider DESY Labore und der am DESY existierenden Experimente nehmen aktiv an den Arbeiten teil.

Physik am Linearbeschleuniger TESLA

Das Standard-Modell der Teilchenphysik ist eine außerordentlich erfolgreiche Theorie, die die Elementarteilchen und ihre Wechselwirkungen beschreibt. Viele Experimente haben in den letzten Jahren die Gültigkeit und die Grenzen dieser Theorie erforscht. Trotz aller Bemühungen fehlt aber nach wie vor ein ganz zentraler Teil der Theorie. Das Standard-Modell sagt ein weiteres Teilchen, das Higgs-Boson, voraus, dessen Existenz notwendig ist, um die beobachteten Massen der verschiedenen Teilchen zu erklären. Dieses Teilchen ist bisher experimentell nicht nachgewiesen worden. Darüber hinaus gibt es eine ganze Reihe von Argumenten, weshalb das Standard-Modell in seiner heutigen Form nicht die „endgültige“ Theorie der Elementarteilchen sein kann.

An einem Linearbeschleuniger wie TESLA werden alle bekannten Teilchen, wie zum Beispiel Eichbosonen und top-Quarks, in großer Zahl produziert. Die zumindest theoretisch weitgehend untergrundfreien Bedingungen an einer solchen Maschine ermöglichen viele verschiedene Untersuchungen an diesen Teilchen, mit denen neue und verbesserte Einsichten in das Standard-Modell gewonnen werden können. LEP und andere Beschleuniger haben in den letzten Jahren demonstriert, wie mächtig Präzisionsmessungen bekannter Prozesse und Teilchen sein können, wenn es darum geht, die Grenzen bekannter Theorien zu erkunden. Der Linearbeschleuniger wird in der Lage sein, diese Studien in einen neuen Bereich auszudehnen, und damit das Standard-Modell genauer als bisher möglich zu überprüfen. Vieles deutet darauf hin, dass in dem Energiebereich bis etwa 1 TeV, der mit TESLA zugänglich sein wird, viele offene Fragen des Standard-Modells beantwortet werden können, oder dass Abweichungen auftreten, die richtungweisend für ein tieferes Verständnis der elementaren Materie sein werden.

In diesem Jahrzehnt werden mit dem Tevatron II und dem LHC zwei Maschinen fertiggestellt werden, die erste Schritte in diese neuen Energiebereiche unternehmen werden. In vieler Hinsicht wird dies aber nicht ausreichen. Das grundlegende Verständnis der Physik hängt nicht nur von der Entdeckung neuer Teilchen ab, sondern ebenso davon, ihre Eigenschaften präzise zu bestimmen. Ein Elektron-Positron-Linearbeschleuniger, der aufgrund der sehr hohen Brillianz und des gut definierten Ausgangszustandes prädestiniert für Präzisionsmessungen ist, ist die logische Ergänzung der geplanten Maschinen.

Ein Schlüssel zum tieferen Verständnis des Standard-Modells ist das Higgs-Boson. Aus den bis heute bekannten Daten kann man ableiten, dass das Higgs-Boson eine Masse haben sollte, die in dem Bereich liegt, der von LEP II, dem Tevatron, oder spätestens dem LHC abgedeckt werden kann. Die Entdeckung kann aber nur der erste Schritt sein. Um seinen Platz in der Theorie der Elementarteilchen zu definieren, ist eine detaillierte Untersuchung der Eigenschaften dieses Teilchens notwendig. Die Masse, die Breite, und die verschiedenen Zerfälle des Higgs-Bosons müssen mit möglichst guter Genauigkeit vermessen werden. Nur so kann die Natur des Higgs-Bosons bestimmt werden, nur so kann entschieden werden, ob es ein oder mehrere Higgs-Bosonen gibt, und wie sie sich in die Theorie einordnen. Viele dieser Untersuchungen sind nur mit großen Schwierigkeiten oder gar nicht an Hadron-Maschinen durchzuführen. Ein Linearbeschleuniger wird hier sehr viel leisten können und helfen, die Theorie besser zu verstehen.

Trotz aller Erfolge des Standard-Modells sind aber viele Physiker davon überzeugt, dass dieses Modell nicht die endgültige Theorie sein kann. Dazu existieren zu viele Probleme in den verschiedensten Bereichen. Viele dieser Schwierigkeiten lassen sich in erweiterten Theorien lösen. Ein besonders attraktives Konzept ist das der Supersymmetrie. Allerdings fehlt bisher jegliche experimentelle Evidenz dafür, dass Supersymmetrie in der Natur verwirklicht ist. Es gibt aber viele Argumente dafür, dass Supersymmetrie – oder eine ähnliche Theorie – in der Natur realisiert ist. Supersymmetrie sagt ein reichhaltiges Spektrum an neuen Teilchen voraus. Unterschiede zwischen verschiedenen supersymmetrischen Theorien spiegeln sich in den Spektren dieser Teilchen wider. Sollte es Supersymmetrie geben, so ist es sehr

wichtig, möglichst viele dieser Teilchen möglichst genau zu vermessen. Nur so kann eine Entscheidung getroffen werden, welche der möglichen Theorien in der Natur realisiert ist. Die Fähigkeit eines Linearbeschleunigers, die Energie der Kollision stufenlos zu variieren und damit kontrolliert Teilchen verschiedener Masse zu erzeugen, kann sich als ein ganz entscheidendes Element herausstellen, Supersymmetrie experimentell zu untersuchen.

Natürlich kann es sein, dass keine der Vorstellungen, die wir heute haben, in der Natur verwirklicht ist. Vielleicht gibt es kein Higgs-Boson, vielleicht ist Supersymmetrie nur ein Traum, und vielleicht gibt es keine neuen Teilchen bei den Energien, die von der nächsten Generation der Beschleuniger untersucht werden. In diesem Fall werden Präzisionsmessungen der bekannten Prozesse bei möglichst hohen Energien die einzige Möglichkeit sein, unsere Erkenntnisse über die fundamentalen Kräfte und Teilchen zu erweitern und zu entscheiden, welches der verschiedenen theoretischen Modelle stimmt.

Ein Elektron-Positron-Linearbeschleuniger ist das ideale Werkzeug, um all diese verschiedenen Fragen anzugehen, und – hoffentlich – zu beantworten. Zusammen mit den schon im Bau befindlichen Maschinen wird der Linearbeschleuniger uns einen entscheidenden Schritt im Verständnis der mikroskopischen Natur weiterbringen.

Physikalische Studien

Im Rahmen des ECFA/DESY Workshops werden viele Studien durchgeführt, um das Potential von TESLA zu untersuchen. In Hamburg werden die Arbeiten in enger Zusammenarbeit mit Gruppen der theoretischen Physik und auswärtigen Arbeitsgruppen, speziell Gruppen von der Universität Hamburg, durchgeführt. Hier sollen nur einige wenige ausgewählte Ergebnisse erwähnt werden.

In Abbildung 43 sind Ergebnisse von Studien zusammengefasst, in denen bei verschiedenen Beschleunigern die Kopplungen zwischen W und Z Bosonen untersucht wurden. Die genaue Kenntnis dieser Kopplungen erlaubt es, weitreichende Rückschlüsse über den Gültigkeitsbereich des Standard-Modells zu ziehen, und bietet damit ein Fenster für neue Physik, das sogar bis zu

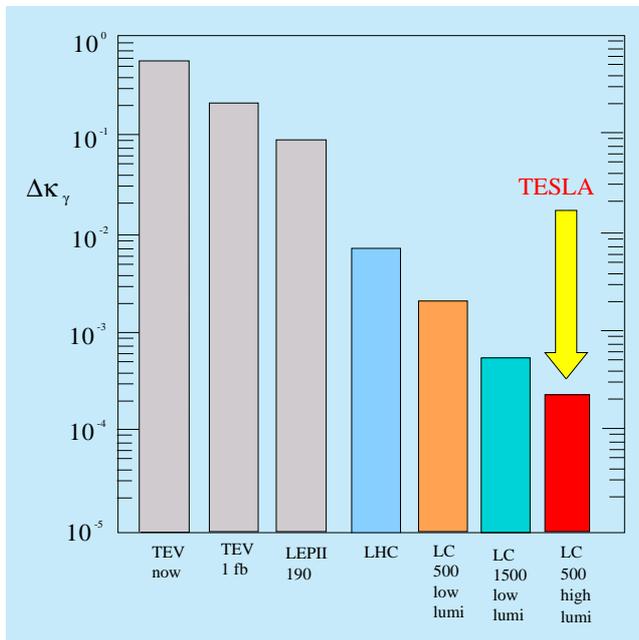


Abbildung 43: Vergleich der Genauigkeit, mit der W-Z Kopplungen an verschiedenen Beschleunigern gemessen werden können.

Energien oberhalb der Schwerpunktsenergie des Beschleunigers reicht. Aus der Abbildung ist der Vorteil eines Elektron-Positron-Linearbeschleunigers gegenüber anderen Maschinen klar ersichtlich.

An TESLA werden die bekannten Elementarteilchen allesamt in großer Zahl erzeugt. Damit können Präzisionsmessungen, zum Beispiel der Eigenschaften der W-Bosonen oder des top-Quark, durchgeführt werden, die in dieser Form an keiner anderen Maschine möglich sind. Dies wird unser Wissen über die Gültigkeit des Standard-Modells vertiefen.

Wie im vorigen Abschnitt ausgeführt, ist die Untersuchung des Higgs-Mechanismus eine der wesentlichen Messungen, die an TESLA durchgeführt werden soll. An TESLA ist es möglich, viele verschiedene Zerfallsmodi des Higgs-Bosons zu untersuchen. Dies ist in Abbildung 44 gezeigt, in der die Genauigkeit, mit der die Verzweigungsverhältnisse in verschiedene Endzustände bei TESLA gemessen werden können, gezeigt ist. Da die Zerfallswahrscheinlichkeit des Higgs-Bosons als proportional zur Masse der Zer-

fallsteilchen vorausgesagt wird, erlaubt diese Messung die detaillierte Prüfung der Vorhersagen.

Exotische Theorien sagen manchmal ganz besondere Signaturen beispielsweise für Zerfälle voraus und stellen damit eine sehr gute Möglichkeit dar, zu überprüfen, ob der vorgeschlagene Detektor den Anforderungen genügt. Ein Beispiel für eine solche Theorie ist die sogenannte GMSB-Theorie, die eine Alternative zum Higgs-Mechanismus des Standard-Modells vorschlägt. Eine der herausragenden Voraussagen dieses Modells ist, dass es hochenergetische Photonen geben muss, die nicht zum Ursprung der Reaktion, dem Wechselwirkungspunkt, zurückzeigen. Die Rekonstruktion dieser Photonen ist detailliert untersucht worden. In Abbildung 45 ist ein Ereignis im simulierten Detektor gezeigt, in dem zwei solcher Photonen aufgetreten und gefunden worden sind. Aus den Studien geht hervor, dass TESLA mit dem vorgeschlagenen Detektor auch solche exotischeren Theorien sehr gut überprüfen kann.

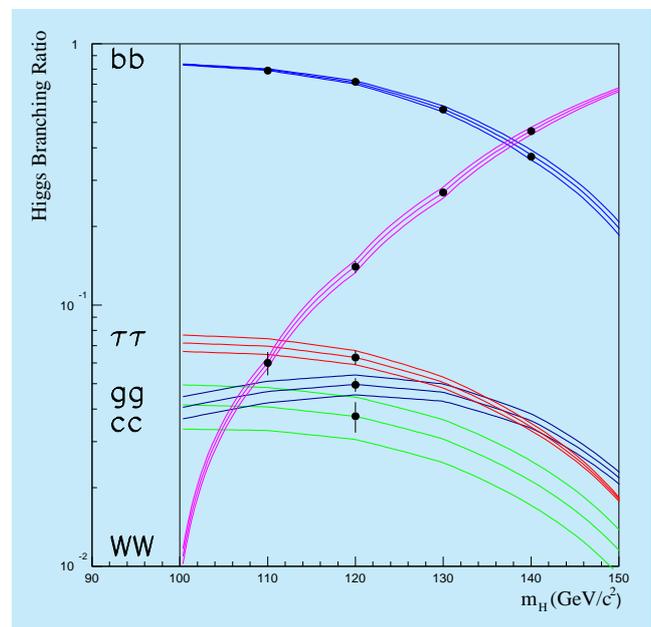


Abbildung 44: Verzweigungsverhältnisse des Higgs-Teilchens als Funktion seiner Masse. Die Kurven stellen Ergebnisse theoretischer Voraussagen dar, die Bänder geben die theoretischen Unsicherheiten wieder. Punkte mit Fehlerbalken sind Ergebnisse der simulierten Analyse am geplanten Detektor für TESLA.

Durch verhältnismäßig geringe Modifikationen kann TESLA bei einer Energie von etwa 91 GeV betrieben werden. Das erlaubt es, TESLA als eine „ Z^0 -Fabrik“ zu betreiben, in der innerhalb weniger Monate 10^9 Z^0 -Zerfälle aufgezeichnet werden können. Dies ist etwa hundertmal mehr als im gesamten Betrieb von LEP an einem der vier LEP-Experimente aufgezeichnet worden ist. Damit kann TESLA die Präzisionsmessungen von LEP nochmal deutlich verbessern und wesentliche Informationen über die Parameter des Standard-Modells liefern. Besonders interessant ist die Verbesserung der Genauigkeit, mit der die Kopplungsparameter der schwachen Wechselwirkung \mathcal{A}_e bzw. \mathcal{A}_b gemessen werden können. Hieraus kann der schwache Mischungswinkel $\sin^2 \theta_W^{\text{eff}}$ mit einer Präzision von ± 0.000013 bestimmt werden, eine Größenordnung besser als bisher möglich. Diese Messungen liefern darüber hinaus interessante Informationen über die Konsistenz des Standard-Modells. Wenn ein Higgs-Teilchen existiert, und zum Zeitpunkt, wenn dies Experiment durchgeführt wird, gefunden worden ist, erlauben diese Messungen präzise Überprüfungen der Konsistenz des Standard-Modells.

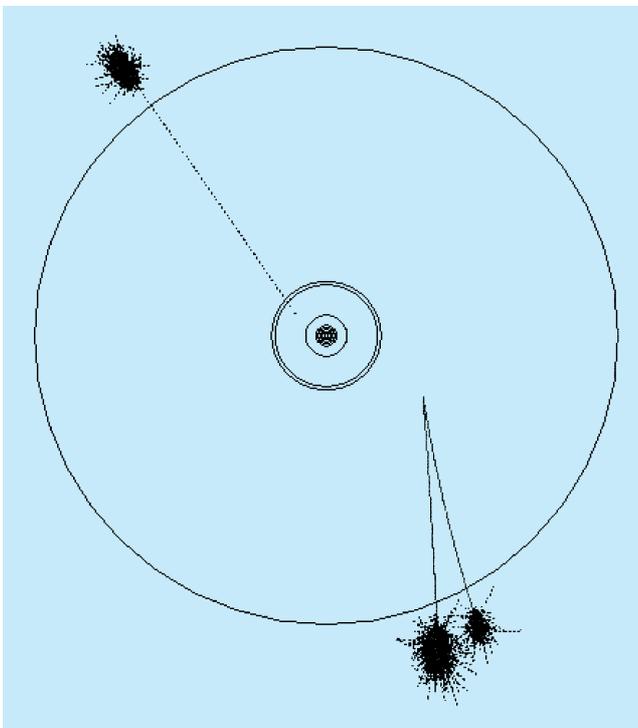


Abbildung 45: *Simuliertes Ereignis mit zwei Photonen, die nicht zum Wechselwirkungspunkt zurückzeigen.*

Physik an einem Linearbeschleuniger ist Präzisionsphysik. Die bisherigen Studien, die im Rahmen der ECFA/DESY Studie durchgeführt wurden, haben gezeigt, dass ein Linearbeschleuniger durch seine Fähigkeit, Messungen mit hoher Präzision zu ermöglichen, erheblich dazu beitragen wird, den Energiebereich bis hin zu etwa 1 TeV zu verstehen.

Detektorstudien

Einer der Aufträge, die der ECFA/DESY Studie auf den Weg gegeben wurden, ist es, einen Detektor für TESLA zu konzipieren. Dieser Detektor muss in der Lage sein, in der Umgebung, die durch die Maschinenparameter definiert ist, zu operieren und Messungen mit sehr hoher Präzision zu ermöglichen.

Im folgenden Abschnitt wird auf einige Themen, die in den letzten Monaten am DESY bearbeitet worden sind, näher eingegangen.

Zum ersten Mal wird bei TESLA Untergrund eine signifikante Rolle spielen, der durch die gegenseitige Wechselwirkung der beiden Strahlen hervorgerufen wird. Dieser Untergrund erzeugt eine sehr große Anzahl relativ niederenergetischer Photonen und Elektron-Positron Paare, die ein erhebliches Problem darstellen können. Durch geeignete Optimierung des Detektors in unmittelbarer Nähe des Strahlrohres konnte eine Konfiguration gefunden werden, die einerseits die Zahl der Untergrundteilchen, die in den Hauptteil des Detektors eindringen, auf ein erträgliches Maß reduziert, die aber andererseits eine Instrumentierung bis sehr dicht an das Strahlrohr heran ermöglicht. Dieser letzte Punkt ist speziell wichtig, weil dadurch der Bau eines Detektors mit sehr großer Akzeptanz möglich ist.

Die physikalischen Fragestellungen, die mit dem Detektor angegangen werden sollen, erfordern, dass geladene und neutrale Teilchen sehr genau vermessen werden können. Die gesamte Energie, die in einer Reaktion frei wird, muss exakt rekonstruiert werden können. Das bedeutet, dass der Detektor eine sehr feine Granularität haben muss, so dass einzelne Teilchen individuell rekonstruiert und verfolgt werden können.

Das Detektorkonzept sieht vor, dass ein System von Detektoren zur Vermessung geladener Spuren durch ein

Kalorimeter mit extrem guter Ortsauflösung ergänzt wird. Sowohl das Kalorimeter als auch die Spurkammersysteme befinden sich in einem solenoiden magnetischen Feld, das eine Stärke von 3–4 T haben wird.

Der Zentraldetektor ist eine große gasgefüllte TPC („Time Projection Chamber“), ergänzt von einem Vertexdetektor (VTX), der unmittelbar in der Umgebung der Wechselwirkungszone Messungen mit hoher Genauigkeit durchführen kann, sowie einem System von Silizium-Detektoren (SIT), die zwischen dem Vertexdetektor und der TPC angeordnet sind. Als ein Beispiel ist in Abbildung 46 die Impulsauflösung gezeigt, die im Detektor erreicht wird. Ebenfalls gezeigt ist die Zielvorgabe, die im Wesentlichen durch die benötigte Massenauflösung in der Rekonstruktion von Z-Bosonen gegeben ist. Deutlich ist, dass erst die Kombination verschiedener Detektorelemente, wie in der Zeichnung angedeutet, eine ausreichende Präzision ermöglicht.

Bereits im Abschnitt über die physikalischen Studien wurden in Abbildung 44 die Verzweungsverhältnisse für die verschiedenen Zerfallsarten des Higgs-Bosons gezeigt. Die Rekonstruktion der Zerfallsprodukte hängt wesentlich von der hervorragenden Auflösung des Vertexdetektors ab, der es erlaubt, Teilchen mit Lebensdauern unter 1 ps gut nachzuweisen.

Verschiedene Entwürfe eines Kalorimeters sind im Rahmen der Studie diskutiert worden. Allen ist gemeinsam, dass der größte Teil des Gerätes innerhalb der Spule angeordnet ist, um eine möglichst gute Energieauflösung zu erreichen. Für den elektromagnetischen Teil ist ein Kalorimeter aus Wolfram Absorbern mit Silizium-Detektor Auslese vorgesehen. Diese Technologie bietet ein Optimum an Segmentierung sowohl transversal als auch longitudinal zur Teilchenrichtung. Gleichzeitig kann die Auslese so kompakt gehalten werden, dass kaum Löcher in der Akzeptanz des Kalorimeters entstehen. Das Kalorimeter soll etwa 30 Strahlungslängen im elektromagnetischen Teil haben, oder in etwa eine hadronische Wechselwirkungslänge.

Hinter dem elektromagnetischen Kalorimeter, aber noch innerhalb der Spule, ist ein hadronisches Kalorimeter vorgesehen. Hier ist geplant, die deponierte Energie mit Szintillationszählern zu messen, die mit Hilfe von klaren Fasern ausgelesen werden.

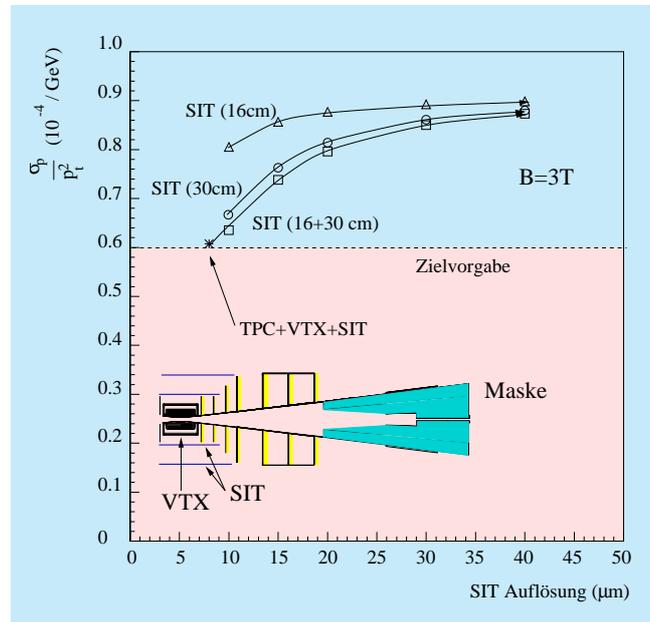


Abbildung 46: Impulsauflösung für verschiedene Zentraldetektorsysteme (siehe Legende) als Funktion der Auflösung des SIT Detektors.

Außerhalb der Spule befindet sich im Wesentlichen das Eisen, welches den magnetischen Fluss der Spule zurückführt. Es ist mit einem einfachen System von Kammern instrumentiert und dient als Kalorimeter und als Myon-Nachweissystem.

Ein wesentlicher Vorteil eines Elektron-Positron-Beschleunigers, verglichen mit einem Hadron-Beschleuniger, ist es, dass die Ereignisse relativ sauber sind und dass es kaum Ereignisse gibt, die nicht interessant sind. Dies wird im Entwurf des Trigger-Systems für den Detektor berücksichtigt. Überspitzt formuliert, soll auf einen Trigger im klassischen Sinne verzichtet werden und jedes Ereignis zunächst aufgezeichnet werden. Die Entscheidung, welche der Ereignisse letztendlich in der Physik-Analyse verwendet werden, wird erst in einer Rechnerfarm getroffen, in der bereits die vollständige Rekonstruktion der Ereignisse zur Verfügung steht.

Dieses Konzept hat eine Reihe bestechender Vorteile. Es erlaubt es, das Experiment totzeitfrei zu betreiben. Damit kann die gesamte Luminosität, die von der Maschine geliefert wird, ausgenutzt werden. Es erlaubt einen außerordentlich flexiblen Betrieb, in dem schnell auf unerwartete Ereignisse reagiert werden kann, ohne

dass größere Modifikationen der Hardware notwendig sind. Ein solches System ist auch relativ einfach skalierbar, sollte die Luminosität der Maschine größer sein als ursprünglich angenommen.

Abschätzungen haben ergeben, dass ein solches System zwar eine Herausforderung für die heutige Technologie darstellt, aber durchaus realisierbar ist. Sowohl erwartete Datenmenge als auch Rechneranforderungen sind ähnlich dem, was heute von bereits genehmigten Experimenten wie HERA-B oder am LHC geplant ist.

Am DESY und an anderen an der Studie beteiligten Instituten haben erste Untersuchungen begonnen, um die

technische Machbarkeit verschiedener Detektorkomponenten zu untersuchen. In Hamburg wird im Moment eine Test-TPC gebaut und betrieben, mit der eine neuartige Auslesetechnologie überprüft wird, die es ermöglichen soll, eine TPC im Dauerbetrieb zu betreiben. Bisher war es notwendig, solche Detektoren regelmäßig „auszutakten“, um eine Akkumulation zu großer Ladungsmengen im Detektorvolumen zu verhindern. Diese Studien sollen helfen, herauszufinden, wo noch weitere Forschungs- und Entwicklungsarbeiten notwendig sind, um einen realistischen Detektor vorschlagen zu können, der den hohen Anforderungen genügt.

Theoretische Physik

Sprecher: W. Buchmüller

Theoretische Untersuchungen zur Teilchenphysik haben sich auf folgende Schwerpunkte konzentriert: Quantenchromodynamik, Flavor-Physik der schweren Quarks und Neutrinos, Higgs-Mechanismus und Supersymmetrie. Darüber hinaus wurden Probleme der Gittereichtheorien gelöst. Ferner sind mathematisch-physikalische Fragestellungen der Gravitation und Stringtheorien verfolgt worden. Diese Aufgabenstellungen wurden von der DESY Theorie-Gruppe sowie dem II. Institut für Theoretische Physik der Universität Hamburg behandelt.

Quantenchromodynamik (QCD)

Die HERA Experimente zur tiefunelastischen Elektron-Proton-Streuung werfen eine große Zahl von komplexen theoretischen Problemstellungen in der QCD auf. Zu ihnen gehören Instanton-Effekte, diffraktive Streuprozesse und die exklusive Teilchenproduktion, deren Untersuchungen im vergangenen Jahr systematisch fortentwickelt wurden. Ferner konnte die quantitative Beschreibung der Paarerzeugung von top-Quarks an der Schwelle in e^+e^- -Kollisionen wesentlich verbessert werden.

Instanton-Effekte

Instantonen stellen einen grundlegenden Aspekt der QCD dar. Als nicht-störungstheoretische Fluktuationen der Eichfelder, mit typischer Ausdehnung von etwa 0.5 fm, spielen sie eine wichtige Rolle im Übergangsbereich zwischen der partonischen und der hadronischen Beschreibung der starken Wechselwirkung. Trotz der zahlreichen theoretischen Hinweise auf die Bedeutung von Instantonen für ein Verständnis der Hadron-Phänomenologie war bisher deren direkter experimen-

teller Nachweis nicht möglich. Es stellt sich jedoch heraus, dass sich eine Manifestation von Instantonen bei kleinen Abständen für die experimentelle Suche ausnutzen lässt: Instantonen induzieren partonische Vielteilchenprozesse, die im Rahmen der üblichen QCD-Störungstheorie verboten sind. Für die Entdeckung solcher Prozesse bietet sich in der tiefunelastischen Streuung bei HERA eine einzigartige Möglichkeit. Von besonderer Bedeutung ist hierbei, dass in diesem kinematischen Bereich sowohl die Rate als auch eine charakteristische Ereignis-Signatur theoretisch vorhergesagt werden kann [DESY 99-136]. Die Rate liegt im messbaren Bereich. Die wichtigsten Signaturen sind ein „Feuerball“-artiger Endzustand mit einer sehr hohen Zahl von Teilchen, einschließlich K-Mesonen und Λ -Hyperonen, sowie einer hohen Transversalenergie.

Die systematische Untersuchung des Entdeckungspotentials für solche Ereignisse bei HERA wurde sowohl in theoretischer als auch in phänomenologischer Richtung intensiv fortgeführt [DESY 98-200, 201, 99-062, 067, 136, 180]. Wichtige quantitative Information über den Gültigkeitsbereich der theoretischen Voraussetzungen konnte aus einer neuen Gitter-Simulation gewonnen werden [DESY 98-201]. Zusammen mit Experimentalphysikern wurden Suchstrategien entwickelt und Modellabhängigkeiten der Hadronisierung des Endzustands untersucht [DESY 99-067]. Eine erheblich verbesserte Version des Simulationsprogramms QCDINS für Instanton-Ereignisse wurde erstellt und ausführlich dokumentiert [DESY 99-180].

Diffraktive Streuung und exklusive Prozesse

Die tiefunelastische Elektron-Proton-Streuung bei HERA ermöglicht die Untersuchung der Struktur des

Protons bei kleinen Werten des Bjorkenschen Skalenparameters x , das heißt unterhalb von 10^{-2} . Die HERA-Experimente haben gefunden, dass in diesem kinematischen Bereich die Parton-Dichten stark anwachsen. Damit kann eine Reihe interessanter nicht-perturbativer Phänomene der QCD im Detail studiert werden. Hierzu gehören diffraktive Streuprozesse, bei denen das Proton fast unbehelligt im Strahlrohr verschwindet. Die gemessenen Strukturfunktionen können quantitativ beschrieben werden durch Streuung an Quarks und Gluonen im Proton, deren Dichten durch diffraktive Parton-Verteilungen gegeben sind, in Übereinstimmung mit einem Faktorisierungstheorem der QCD. Das physikalische Bild im Ruhesystem des Protons ist die Streuung von Farb-Dipolen an den Farbfeldern im Proton. Damit ist ein vergleichbares Verständnis diffraktiver und inklusiver Streuprozesse erreicht [DESY 99-076, 080]. Ein qualitatives Verständnis diffraktiver Prozesse, und allgemein hadronischer Endzustände, ist möglich durch Berücksichtigung „weicher Farbwechselwirkungen“ in Monte Carlo-Programmen zur Berechnung von Streuprozessen [DESY 99-009, DESY-PROC-1999-02]. Von Bedeutung für die QCD sind neben den Strukturfunktionen auch exklusive Prozesse. Von besonderem Interesse ist der virtuelle Compton-Prozess, der durch verallgemeinerte Parton-Verteilungen beschrieben wird, die den Impulsübertrag an das gestreute Proton berücksichtigen [DESY 98-172, 99-025]. Dieser Prozess liefert ebenfalls wichtige Information über die Spinstruktur des Protons [DESY 98-198]. Auch die Upsilon-Photoproduktion bei HERA ist abhängig von den verallgemeinerten Parton-Verteilungen [DESY 98-156].

top-Quark

Die Paarerzeugung von top-Quarks in der Nähe der Schwelle in e^+e^- -Kollisionen, welche für eine präzise Bestimmung der Masse der top-Quarks von großer Bedeutung ist, wurde unter Berücksichtigung der QCD-Korrekturen theoretisch weiter analysiert. In diesem Zusammenhang wurde eine neue Definition der top-Quark Masse vorgeschlagen, die es erlaubt, eine verbesserte Konvergenz der Störungstheorie zu erzielen. Mit dieser Methode wurde eine theoretische Genauigkeit von 200 MeV für die top-Quark Masse abgeschätzt [DESY 99-047]. Der Beitrag des Axialvektor-Stroms zum Wirkungsquerschnitt für die Paarerzeugung von top-Quarks

wurde berechnet [DESY 99-031]. Mit Hilfe dieses Effektes lässt sich die Lebensdauer des top-Quarks präzise messen.

Flavor-Physik

Bedeutende experimentelle Programme zum Nachweis der CP-Verletzung im B-Sektor sowie die Beobachtung von Neutrino-Oszillationen haben theoretischen Analysen von Quark-Mischungen und Untersuchungen von Strukturen des Neutrino-Sektors starke neue Impulse gegeben, die die theoretische Flavor-Physik im letzten Jahr wesentlich gefördert haben. Von hohem physikalischem Interesse ist auch die Verbindung der Neutrino-Physik mit der Kosmologie.

B-Mesonen

Die Messung der CP-Asymmetrien in B-Meson Zerfällen steht im Mittelpunkt des HERA-B Experiments bei DESY sowie der vor kurzem angelaufenen Experimente bei SLAC (USA) und KEK (Japan) (sogenannten B-Mesonfabriken) und bei Fermilab (USA). Die Unitarität des Standard-Modells führt zu strikten Konsistenzbedingungen für die Cabibbo-Kobayashi-Maskawa (CKM) Matrixelemente, welche als Dreiecke im Quarkflavor-Parameter Raum dargestellt werden können. Die Winkel des Unitaritätsdreiecks, α , β , γ , sind für die Präzisionsmessung der Quarkflavor-Übergänge sowie der CP-Asymmetrien in B-Meson Zerfällen von zentraler Bedeutung. Gibt es neue Physik jenseits des Standard-Modells, so erwartet man eine Verschiebung der Spitze des Dreiecks oder sogar neue topologische Konfigurationen. Das theoretische Profil des wichtigsten Unitaritätsdreiecks wurde innerhalb des Standard-Modells und in supersymmetrischen Theorien mit Berücksichtigung der QCD-Korrekturen untersucht [DESY 99-042, 083]. Die supersymmetrischen Effekte könnten sich durch genaue Messungen der Winkel α und γ bemerkbar machen. Auf der Suche nach neuer Physik sind auch die seltenen Zerfälle des bottom-Quarks, $b \rightarrow sy$ und $b \rightarrow sl^+l^-$, potentiell von großer Bedeutung. Ein Anfang in dieser Richtung ist durch die Experimente CLEO, ALEPH und CDF gemacht worden. Die exklusiven seltenen B-Zerfälle sind experimentell leichter zugänglich, sind

aber mit theoretischen Unsicherheiten behaftet. Es wurden theoretisch verbesserte Berechnungen der Formfaktoren für die Zerfälle $B \rightarrow (K, K^*)\ell^+\ell^-$ ausgearbeitet. Mit Hilfe dieser Formfaktoren wurden das Dilepton-Massenspektrum in diesen Zerfällen und die Vorwärts-Rückwärts-(FB-)Asymmetrie in $B \rightarrow K^*\ell^+\ell^-$ berechnet. Als besonders interessant hat sich die Bestimmung der Nullstelle der FB-Asymmetrie erwiesen, die weitgehend von Formfaktoren unabhängig ist, und daher für einen Präzisionstest des Standard-Modells in Flavorübergängen sehr gut geeignet ist. Eine Verschiebung der Nullstelle der Asymmetrie weg vom Standard-Modellwert würde einen Hinweis auf neue Physik liefern. Das Massenspektrum und die FB-Asymmetrie sowie die Nullstelle wurden im Standard-Modell und in supersymmetrischen Theorien untersucht [DESY 99-146].

Neutrino-Physik und Kosmologie

Die Neutrino-Physik steht aufgrund der Resultate des SuperKamiokande-Experiments gegenwärtig auch im Zentrum des theoretischen Interesses. Hierzu gehören die Phänomenologie der atmosphärischen Neutrino-Oszillationen und das Verständnis der Neutrino-Massenmatrix [DESY 98-164]. Theoretisch favorisiert wird eine große Mischung zwischen Myon- und Tau-Neutrino. Im Rahmen vereinheitlichter Theorien stellt sich damit die Frage nach dem Zusammenhang mit Flavor-verändernden hadronischen Prozessen [DESY 99-169]. Im Rahmen supersymmetrischer Theorien wird eine relativ große Wahrscheinlichkeit für den radiativen Zerfall eines Myons in ein Elektron vorhergesagt (größer als 10^{-14}), was in den nächsten Jahren experimentell überprüft werden kann [DESY 99-021].

Die kosmologische Baryon-Asymmetrie kann quantitativ erklärt werden durch den Zerfall schwerer Majorana-Neutrinos im frühen Universum. Die beobachtete Asymmetrie ergibt sich aus Eigenschaften der Neutrino-Massenmatrix. Die gegenwärtigen experimentellen Hinweise aus dem SuperKamiokande Experiment stimmen sehr gut mit dieser Hypothese überein [DESY 99-044]. In supersymmetrischen Theorien ergeben sich wichtige Einschränkungen an die Temperatur, bei der die Baryon-Asymmetrie erzeugt wird, durch die ebenfalls stattfindende Erzeugung von Gravitinos [DESY 98-186].

Higgs-Mechanismus und Supersymmetrie

Der Higgs-Mechanismus zur Erzeugung von Teilchenmassen und die supersymmetrische Erweiterung des Standard-Modells bilden zentrale Problembereiche der Hochenergiephysik, die mit Hilfe der nächsten Generation von Protonen- und e^+e^- -Linearcollidern gelöst werden können.

In supersymmetrischen Theorien ist der Higgs-Sektor wesentlich komplexer als im Standard-Modell. In der minimalen supersymmetrischen Theorie wird ein Quintett von neutralen und geladenen Higgs-Teilchen vorhergesagt. Für die Masse des leichtesten neutralen Teilchens ist eine obere Schranke von 140 GeV abgeleitet worden. Die Bestimmung dieser Masse aus den Fundamentalparametern der Theorie ist bis zur Zwei-Schleifen Ordnung analytisch ausgeführt worden [DESY 98-194, 99-012, 120]. Dies erlaubt Hochpräzisionstests des Mechanismus für die elektroschwache Symmetriebrechung im GigaZ Mode von TESLA, in welchem der Collider mit sehr hoher Luminosität auf der Z-Resonanz läuft [DESY 99-117]. Ein kompliziertes Problem ist die Suche nach geladenen Higgs-Teilchen an Hadron-Beschleunigern, falls sie in Zerfällen von top-Quarks wegen zu hoher Masse nicht erzeugt werden können. Die Wirkungsquerschnitte für die Produktion einzelner sowie von Paaren dieser Teilchen und die assoziierte Produktion von Higgs- und W-Bosonen am LHC sind zu diesem Zwecke berechnet worden [DESY 99-132, 112, 121].

Ein ähnliches Bild bietet die Analyse von neutralen Higgs-Paaren. Die Suche nach solchen Ereignissen wird am LHC sehr schwierig sein für Parameterbereiche außerhalb der Higgs-Kaskadenzerfälle [DESY 99-033]. Hingegen können große Parameterbereiche an einem e^+e^- -Collider hoher Luminosität überdeckt werden, so dass trilineare Selbstkopplungen der neutralen Higgs-Teilchen in supersymmetrischen Theorien experimentell studiert werden können [DESY 99-001, 171]. Damit kann eine solche Anlage wesentliche Elemente zur Rekonstruktion des Selbstwechselwirkungs-Potentials der Felder bereitstellen, auf dem der Higgs-Mechanismus gründet.

Falls, trotz starker indirekter Hinweise, der Higgs-Mechanismus nicht in der Natur realisiert ist, müssen

die schwachen W-Bosonen bei Energien von etwa 1 TeV stark wechselwirken. Die Streuamplituden können in diesem Bereich theoretisch vorhergesagt werden. Diese Vorhersagen, die auf der spontanen Brechung von chiralen Symmetrien in neuen stark-wechselwirkenden Sektoren basieren, können an TeV e^+e^- -Linearcollidern präzise getestet werden [DESY 99-111].

Supersymmetrie

Charginos, die supersymmetrischen Partner von W-Bosonen und geladenen Higgs-Bosonen, können in Proton-Collidern [DESY 99-055, 046] und e^+e^- -Collidern [DESY 98-136, 175] paarweise erzeugt werden. Die Ausnutzung polarisierter Elektron/Positron-Strahlen erlaubt die vollständige Rekonstruktion der Fundamentalparameter des Chargino-Sektors: Massenparameter, Mischungswinkel und Kopplungen. Dies sind wesentliche Elemente für die experimentelle Untersuchung der Supersymmetriebrechung, deren Mechanismus bisher noch nicht theoretisch geklärt werden konnte.

Gittereichtheorien

Die Formulierung von Feldtheorien auf dem Gitter bietet Zugang zur Lösung vieler physikalischer Probleme in nicht-störungstheoretischen Bereichen. Ein zentraler Bereich ist dabei die Struktur von abelschen und nicht-abelschen Eichfeldtheorien, insbesondere die chiralen Symmetrien, deren Verständnis zur Beschreibung der Hadronen in der QCD essentiell ist. Eine Fülle weiterer Problemstellungen öffnet sich, wenn Aspekte möglicher Theorien jenseits des Standard-Modells analysiert werden.

Chirale Gittereichtheorien

Chirale Eichtheorien gelten zu Recht als relativ schwieriger Fall unter den phänomenologisch relevanten Feldtheorien. Schon in der Störungstheorie führen chirale Anomalien zu einer Verletzung der Eichinvarianz, es sei

denn, man hätte ein sogenanntes anomaliefreies Multiplett von Weyl-Fermionen gewählt. Bis vor kurzem galt es als ausgemacht, dass sich solche Theorien nicht regularisieren lassen, ohne die Eichsymmetrie zu brechen. Ihre mathematische Konsistenz konnte deswegen nur zu allen Ordnungen der Störungstheorie bewiesen werden. Darüber hinaus weiß man, dass in manchen Fällen außerhalb dieses Rahmens mit zusätzlichen Komplikationen, den „globalen Anomalien“, zu rechnen ist. Eine überraschende Entdeckung im letzten Jahr war, dass sich die chirale Symmetrie in der Gittereichtheorie erhalten lässt, ohne andere fundamentale Prinzipien aufgeben zu müssen. Die weitere Entwicklung führte dann zu einer Formulierung von chiralen Eichtheorien auf dem Gitter mit exakter Eichinvarianz. Für alle abelschen Eichgruppen hat man eine komplette Konstruktion [DESY 98-180] und damit den Beweis, dass sich diese Theorien außerhalb der Störungstheorie konsistent formulieren lassen. Die Formulierung lässt sich ohne weiteres auf nicht-abelsche Eichtheorien verallgemeinern, aber die Frage der exakten Kürzung der lokalen Anomalie auf dem Gitter ist in diesem Fall zur Zeit noch nicht vollständig geklärt. Immerhin konnte die Frage auf ein Problem der lokalen Kohomologie von klassischen Gittereichfeldern zurückgeführt werden, und es scheint sehr wahrscheinlich, dass dieses gelöst werden kann [DESY 99-040, CERN-TH/99-290]. Die oben erwähnten globalen Anomalien können im Prinzip in allen chiralen Eichtheorien auftreten. Ein besonders einfacher und oft studierter Fall sind die Theorien mit Eichgruppe $SU(2)$ und beliebigen Multiplikts von linkshändigen Fermionen. Die Kürzung der lokalen Anomalie ist in diesen Theorien automatisch, auch auf dem Gitter, weil die Darstellungen der $SU(2)$ alle reell oder pseudo-reell sind. Die Gitterformulierung erlaubt dann eine Diskussion der globalen Anomalien in einem mathematisch wohldefinierten Rahmen. Es stellt sich dabei heraus, dass die früher auf der Basis von semi-klassischen Argumenten hergeleiteten Anomalien auch auf dem Gitter vorhanden sind [DESY 99-137].

Supersymmetrie auf dem Gitter

Die nicht-störungstheoretischen Eigenschaften supersymmetrischer Quanten-Eichfeldtheorien sind für das Verständnis der Supersymmetrie-Brechung von entscheidender Bedeutung. Der Grundstein solcher Theo-

rien ist die supersymmetrische Yang-Mills-(SYM-) Theorie. In einer Kollaboration mit dem Institut für Theoretische Physik I der Universität Münster wurden die SYM-Theorien für die Eichgruppen $SU(2)$ und $SU(3)$ untersucht [DESY 99-135, 138]. Für die numerische Simulation am John von Neumann-Institut für Computing (NIC) in Jülich wurde der multi-bosonische Algorithmus im zwei-Schritt Verfahren eingesetzt. Dieser Algorithmus arbeitet sehr effektiv auch bei sehr kleinen Fermion-Massen (in diesem Fall Gaugino-Massen). In der SYM-Theorie mit Eichgruppe $SU(2)$ wurde zuerst die spontane Brechung der diskreten chiralen Symmetrie untersucht [DESY 98-165]. Die Existenz zweier Grundzustände bei Gaugino-Masse gleich null wurde bestätigt. Das Confinement von elementaren Farbladungen wurde beobachtet und die Stringspannung bestimmt. Das Massenspektrum der leichtesten gebundenen Zustände wurde analysiert [DESY 99-029]. Die erwartete Struktur der supersymmetrischen Multipletts wurde nicht gefunden. Das lässt die Frage einer Anomalie in der Supersymmetrie offen.

Fermion-Algorithmen

Für die numerische Simulation fermionischer Quantenfeldtheorien wurde ein neuer Algorithmus entwickelt [DESY 99-036, 127, 170]. Es handelt sich dabei um den multi-bosonischen Algorithmus im zwei-Schritt-Verfahren, in dem der Einfluss der Fermionen auf die Bosonen mit Hilfe zusätzlicher Bosonfelder beschrieben wird. Im ersten Schritt wird die Determinante, die die fermionischen Effekte zusammenfasst, nur in einer relativ groben Näherung dargestellt. Im zweiten „Korrekturschritt“ wird die Abweichung stochastisch korrigiert. Außer für die supersymmetrische Yang-Mills-Theorie, wo der Algorithmus zuerst eingesetzt wurde, wurde in der GRAL-Kollaboration mit der Universität Wuppertal auch für die QCD ein Simulationsprogramm entwickelt. In Zusammenarbeit mit Gruppen an der Universität Swansea und der Universität Glasgow wurde der Algorithmus in QCD mit $SU(2)$ -Farbe und Quarks in der adjungierten Darstellung bei nicht-verschwindender Quark-Dichte verwendet. In diesem Fall ist die Überlegenheit des neuen Algorithmus gegenüber herkömmlichen Fermion-Algorithmen besonders

deutlich, weil auch die Änderung des Vorzeichens der Fermion-Determinante richtig wiedergegeben wird.

Gravitation und Stringtheorien

Von zentraler physikalischer Bedeutung ist die Verbindung der Gravitation mit der Teilchenphysik. Neben methodischen Untersuchungen zu Quantenfeldtheorien in gekrümmten Räumen steht die Frage einer string-theoretischen Lösung im Mittelpunkt intensiver Untersuchungen.

In der Arbeitsgruppe „Mathematische Physik und Quantenfeldtheorie“ wurde die Renormierung von Quantenfeldtheorien in äußeren Gravitationsfeldern untersucht [DESY 99-032]. Mit Methoden der mikrolokalen Analysis konnte gezeigt werden, dass die Ultraviolettprobleme in der Störungstheorie wie im Minkowski-Raum behandelt werden können. Wesentlich war die Weiterentwicklung [DESY 99-168] einer auf Bogoliubov, Epstein und Glaser zurückgehenden Version der Renormierung, die es gestattet, das Infrarotproblem in der störungstheoretischen Konstruktion der Observablen-Algebren vollständig zu vermeiden. Die Ausdehnung dieser Methode auf nichtabelsche Eichtheorien war ein Schwerpunkt der Aktivitäten [DESY THESIS-1999-032].

Einen weiteren Arbeitsschwerpunkt bildete die Stringtheorie und insbesondere die darin auftretenden solitonischen Objekte. Diese sogenannten D-Branen und deren dynamische Eigenschaften spielen eine zentrale Rolle für das Verständnis nichtstörungstheoretischer Aspekte von Stringtheorien. Durch Vergleiche mit neuen Konstruktionen der Quantisierungstheorie konnte gezeigt werden, dass die Dynamik von D-Branen im Rahmen der Nichtkommutativen Geometrie analysiert werden sollte [DESY 99-013, 039]. Die entwickelten Methoden erlaubten dabei zum ersten Mal auch exakte Aussagen über entsprechende Eigenschaften von D-Branen in gekrümmten Hintergründen [DESY 99-104]. Erweiterungen und Anwendungen auf die Analyse von D-Branen in Calabi-Yau Kompaktifizierungen sind in Vorbereitung.

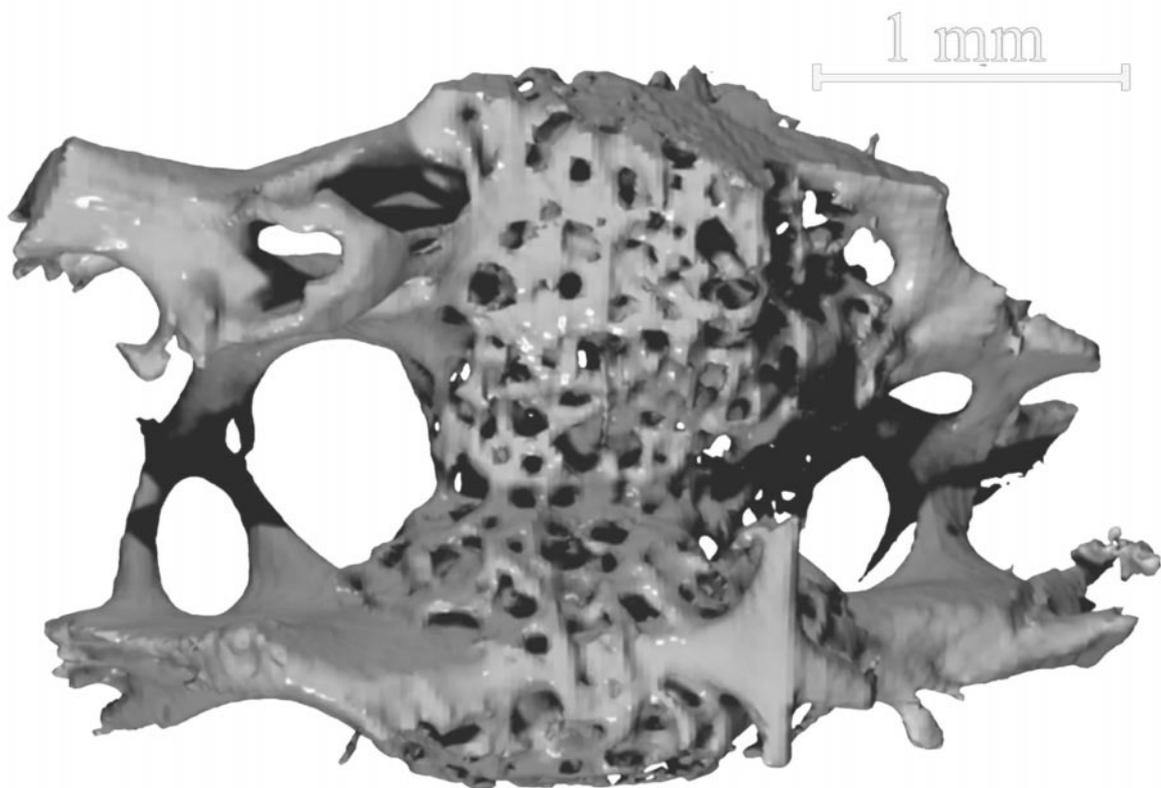


Abbildung 47: Röntgen-Mikrotomographie eines Mikrokallus in der Beckenkammbiopsie eines an renaler Osteopathie erkrankten Patienten.

Hamburger Synchrotronstrahlungslabor HASYLAB

Leiter: J.R. Schneider, DESY

Im Hamburger Synchrotronstrahlungslabor HASYLAB wird die von Positronen bzw. Elektronen in den Speicherringen DORIS III und PETRA II emittierte Synchrotronstrahlung in vielfältiger Weise in Grundlagen- und anwendungsbezogener Forschung auf den Gebieten der Physik, Biologie, Chemie und Kristallographie, in den Material- und Geowissenschaften sowie der Medizin (Abb. 47) eingesetzt. Dabei wird das Spektrum der elektromagnetischen Strahlung vom sichtbaren Licht bis zum harten Röntgengebiet genutzt und ein Energiebereich von etwa 1 eV bis hin zu 300 keV überstrichen.

Eine Außenstelle des Europäischen Labors für Molekularbiologie EMBL sowie drei Arbeitsgruppen für Strukturelle Molekularbiologie der Max-Planck-Gesellschaft führen an neun Messplätzen Untersuchungen zur Bestimmung biologischer Strukturen durch. Über die enge Zusammenarbeit mit dem II. Institut für Experimentalphysik der Universität Hamburg beteiligt sich HASYLAB an der Ausbildung von Studenten der Physik.

DORIS III wird mit Positronen bei einer Energie von 4.5 GeV und einem Anfangsstrom von 150 mA im 5-Bunch-Modus betrieben. Die Gesamtverfügbarkeit lag 1999 bei 93% (Abb. 48). Typische Strahllebensdauern waren etwa 12 Stunden am Beginn und 22 Stunden am Ende einer zehnstündigen Betriebsperiode. DORIS war vom 25. Januar bis 20. Dezember 1999 in Betrieb. Die 5900 Stunden, die für die Nutzer eingeplant waren, gliederten sich in sieben Blöcke von vier bis fünf Wochen, getrennt durch jeweils eine Woche für Wartung. Um DORIS auch während der Nutzungszeit optimieren zu können, wurde in jedem Block am zweiten, dritten und vierten Donnerstag eine achtstündige Maschinenschicht eingeschoben.

Für spezielle zeitaufgelöste Experimente gab es Schichten mit reduzierter Bunchzahl für etwa 20% der Be-

triebszeit. Am Speicherring PETRA konnten 1999 etwa 1800 Stunden parasitäre Strahlzeit genutzt werden.

Neue Netzgeräte für die Korrekturmagnete wurden 1999 in DORIS installiert und die Strahllageregelung wurde in das neue PC-Kontrollsystem integriert. Dadurch konnte die Stabilität der geregelten Strahlen deutlich verbessert werden. Weitere Verbesserungen wurden durch eine kombinierte Berücksichtigung von Strahllage-Monitoren in verschiedenen Strahlrohren erreicht. Um die horizontalen Strahllage-Schwankungen durch die Bewegung der Quadrupole zu reduzieren, sollen die betreffenden Vakuumkammern in den DORIS-Bögen durch neue Kammern ersetzt werden, die von den Quadrupolen entkoppelt sind. Dies wird im Herbst-Shutdown 2000 erfolgen.

Die wachsende Zahl von Synchrotronstrahlungsnutzern ist darauf angewiesen, Synchrotronstrahlung von DORIS und PETRA langfristig nutzen zu können. Deshalb wird DESY diese Ringe auch während des Baus und der Inbetriebnahme von TESLA – dem geplanten Linearbeschleuniger für die Teilchenphysik mit integrierten Freie-Elektronen-Lasern (FEL) für den Röntgenbereich – betreiben. Eine Arbeitsgruppe wurde ins Leben gerufen mit der Aufgabe, die Emittanz von DORIS mindestens um eine Größenordnung zu verbessern und dabei aber die Position der zehn Wiggler-Strahlführungen unverändert zu lassen. Die Ergebnisse dieser Arbeitsgruppe werden mit der Nutzerschaft diskutiert werden. Wichtige Aspekte in diesem Zusammenhang sind die Frage der Kosten, die Anzahl der benötigten Strahlführungen und die Länge des Shutdowns, in dem dieser Umbau stattfinden soll.

Nach Abschluss des jetzigen Messprogramms an HERA könnte der Speicherring PETRA zu einer dedizierten Synchrotronstrahlungsquelle werden. Deshalb wurde eine zweite Arbeitsgruppe bei DESY eingesetzt, die das Potential von PETRA als Synchrotronstrahlungsquelle bei 6 GeV untersuchen soll. Mit ei-

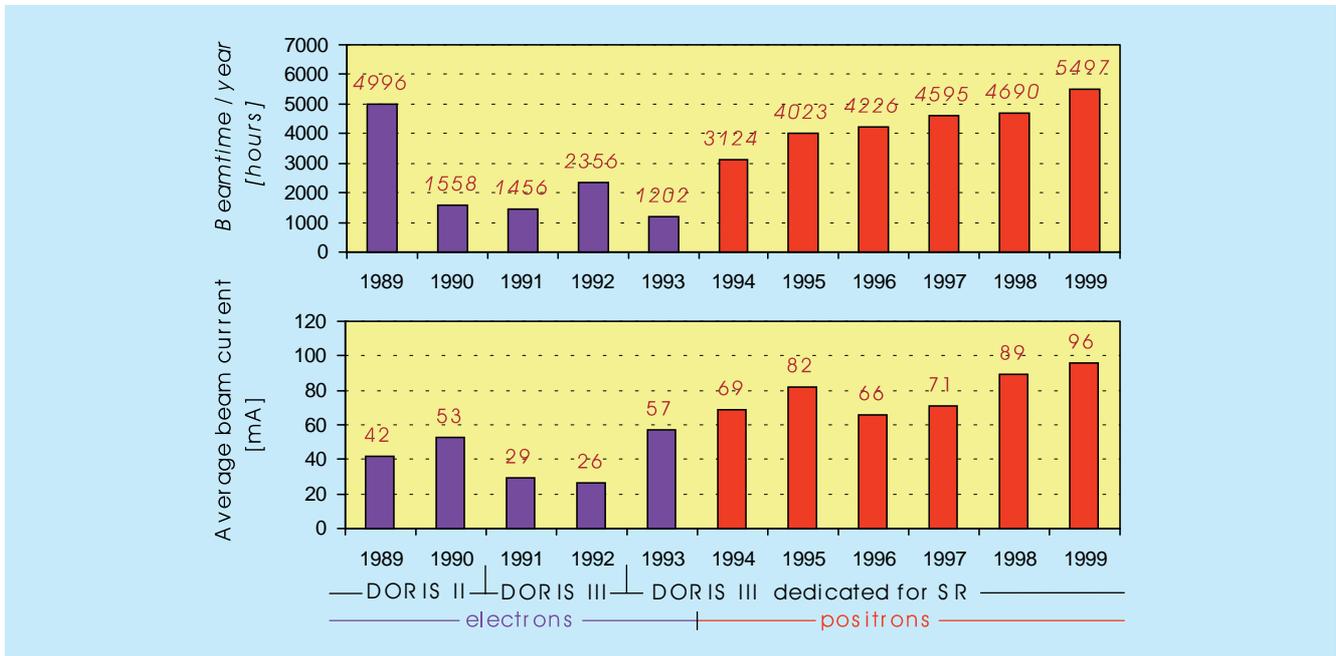


Abbildung 48: Strahlzeit in Stunden und mittlerer Strahlstrom in DORIS über die Jahre 1989 bis 1999.

ner optimierten Magnetanordnung des 2.3 km langen Ringes könnte man Strahleigenschaften erreichen, die denen der jetzigen Maschinen der dritten Generation überlegen wären.

1999 wurde mit dem Einfahren des neuen Linearbeschleunigers mit supraleitenden Kavitäten und des Freie-Elektronen-Lasers für den VUV- und weichen Röntgenbereich begonnen. Alle Komponenten einschließlich der Undulatoren mit den Vakuumkammern und der Strahldiagnose wurden installiert. Im August konnte das erste spontane Spektrum beobachtet werden. Eines der Ziele wurde bereits erreicht. Eines der LINAC-Kryomodulen mit insgesamt acht 9-zelligen supraleitenden Niob-Kavitäten konnte im normalen Betrieb einen Gradienten von 22.6 MeV pro Meter erreichen. Für das TESLA Linearbeschleuniger-Projekt wird ein Gradient von 22 MeV pro Meter benötigt. Im Augenblick konzentrieren sich die Arbeiten darauf, die Stabilität der LINAC-Komponenten zu verbessern und das Anwachsen der Emittanz des Elektronen-Bunches während des Transports durch den LINAC zu minimieren. Das Ziel ist, in einem „proof of principle“ Experiment Verstärkung des SASE-FELs bei einer Wellenlänge von etwa 100 nm zu erreichen.

Der Tunnel für die zweite Ausbauphase des VUV-FELs wurde im Rohbau fertiggestellt und der Aufbau der Experimentierhalle geht zügig voran. In beiden Bauten soll die EXPO 2000 Ausstellung vom 1. Juni bis zum 31. Oktober stattfinden.

Wichtige Fortschritte wurden bei der Ausarbeitung des Technischen Design Reports für TESLA gemacht, der die technische Planung und den wissenschaftlichen Hintergrund sowohl der Teilchenphysik als auch der Forschung mit Synchrotronstrahlung beinhaltet sowie den Zeitplan und Kostenabschätzungen.

Um die Aktivitäten der an einer neuen Generation von Synchrotronstrahlungsquellen interessierten Institutionen zu koordinieren, wurde ein internationales Netzwerk gegründet, das alle Laboratorien verbindet, die an der Entwicklung und der Nutzung eines Röntgen Freie-Elektronen-Lasers im 1 Ångström-Bereich mitarbeiten wollen. Im politischen Bereich wurde vom Ministerium für Bildung und Forschung (BMBF) die Entscheidung getroffen, den deutschen Wissenschaftsrat zu bitten, das TESLA-Projekt zu evaluieren. Dies soll in den Jahren 2001 und 2002 geschehen.

Folgende internationale Tagungen und Workshops fanden 1999 bei DESY-HASYLAB statt:

- EU Workshop: „Research with Synchrotron Radiation at HASYLAB“, 28. Januar 1999
- EU Workshop: „Scientific Applications and Experimental Developments for the VUV FEL at DESY“, 11.–12. März 1999
- EMBO Workshop: „Potential Future Applications in Structural Biology of an X-Ray Free Electron Laser at DESY“, 4.–8. Juli 1999
- „21st International Free Electron Laser Conference“ und „6th FEL Applications Workshop“, 23.–28. August 1999.

Ein IHP-RTD Antrag zur Entwicklung eines Pump-Probe Experiments mit subpicosekunden Zeitaufösung als Kombination aus einem Hochleistungslaser und dem VUV-FEL am DESY wird innerhalb des fünften Rahmenprogramms der Europäischen Kommission gefördert.

Aus dem Strategiefond der Hermann Helmholtz-Gemeinschaft Deutscher Forschungszentren konnten Gelder für den Bau einer „Seeding-Option“ für den FEL eingeworben werden.

Wie in den vergangenen Jahren hat die Bereitstellung von Reisegeldern im Rahmen der BMBF-Verbundforschung für Messaufenthalte bei HASYLAB für Wissenschaftler, denen keine anderen Mittel zur Finanzierung der Messreisen zur Verfügung standen, sehr zu einer effektiven Nutzung der verfügbaren Messzeit beigetragen. Das Förderprogramm der Europäischen Union zur Erleichterung des Zugangs zu Forschungseinrichtungen konnte für weitere drei Jahre verlängert werden und ermöglicht eine weitere Öffnung von HASYLAB für die internationale Nutzerschaft.

Der HASYLAB Jahresbericht 1999 wurde wieder als CD-ROM und im Internet veröffentlicht. Nur eine begrenzte Anzahl von gedruckten Exemplaren ist hergestellt worden. Er enthält 690 Beiträge von Experimenten am HASYLAB, inklusive der Strukturbiologie. Etwa 1600 Wissenschaftler von 262 Instituten waren an der Vorbereitung und Durchführung von Experimenten am HASYLAB 1999 beteiligt. Im Bereich der Strukturbiologie nutzten 500 Wissenschaftler von 100 Instituten,

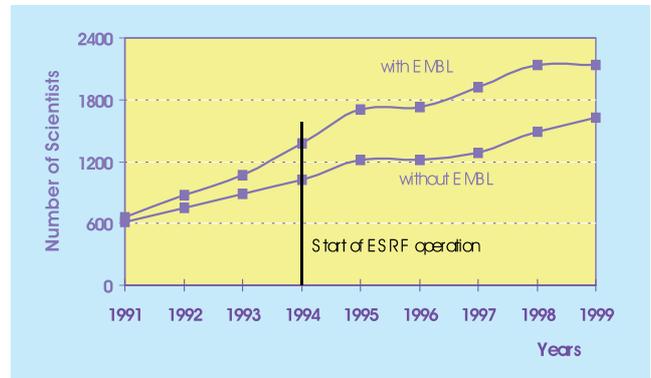


Abbildung 49: Anzahl der Wissenschaftler, die Experimente am HASYLAB durchgeführt haben, über die letzten neun Jahre (Nutzer, die pro Jahr mehr als ein Experiment nutzen, sind nur einmal gezählt).

im Wesentlichen aus Europa, die Einrichtungen und Messplätze von EMBL am DESY (Abb. 49).

Linearer Dichroismus in den 2p-Photoelektronen-Spektren orientierter Cr Atome

In den letzten Jahren ist es einer Kollaboration von HASYLAB, der Universität Hamburg und der Arbeitsgruppe von P. Zimmermann von der Technischen Universität Berlin gelungen, die Untersuchungen des Dichroismus in den Photoelektronen-Spektren freier Atome auf fest gebundene innere Schalen auszuweiten. Derartige Untersuchungen des Dichroismus spielen bei der Charakterisierung der magnetischen Eigenschaften von dünnen Filmen und von Vielschichtsystemen eine herausragende Rolle, da sie element- und ortsspezifische Aussagen ermöglichen. Chrom ist von besonderem Interesse, da es vom antiferromagnetischen Zustand des Festkörpers in den ferromagnetischen Zustand dünner Schichten übergeht. Der Vergleich der Spektren der freien Atome mit den entsprechenden Spektren dünner Filme erlaubt es, das Wechselspiel intraatomarer und interatomarer Wechselwirkungen sehr genau zu studieren. Abbildung 50 zeigt die experimentelle Anordnung. Die in einem Atomstrahllofen präparierten Atome werden durch Pumpen des $Cr\ 3d^54s^7S_3 \rightarrow 3d^54p^7P_2$ Übergangs mit der zirkular polarisierten

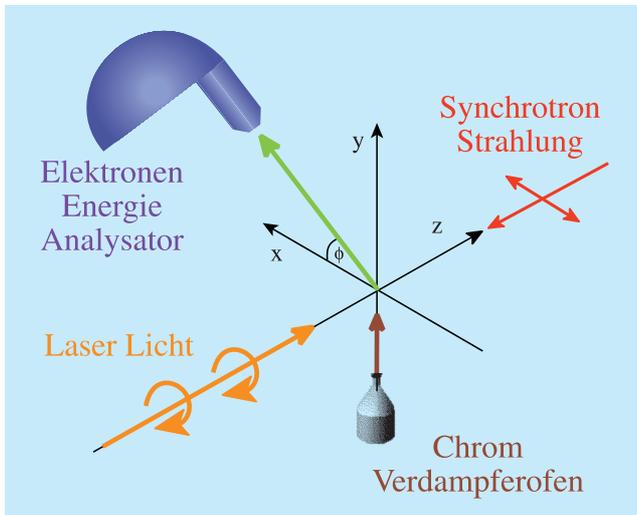


Abbildung 50: Experimentelle Anordnung zur Bestimmung des LMDAD in den Photoelektronen-Spektren laserorientierter Chrom Atome.

Strahlung eines Farbstofflasers orientiert. Linear polarisierte Undulatorstrahlung des HASYLAB-Messplatzes BW3 ionisiert die 2p-Elektronen, deren kinetische Energie mit einem Scienta SES-200 Elektronenenergie-Analysator bestimmt wird. Zur Bestimmung des Linearen Magnetischen Dichroismus (LMDAD) wurden die Photoelektronen-Spektren zueinander entgegengesetzt orientierter Atome gemessen und voneinander abgezogen. Das so erhaltene Spektrum ist durch die Punkte in Abbildung 51 wiedergegeben. Die um 12 eV getrennten, einige eV breiten Hauptstrukturen können in erster Näherung den $2p_{1/2,3/2}^5 3d^5 4s^7 S$ Zuständen des Cr^+ Ions zugeordnet werden. In diesen ionischen Endzuständen bleibt die im Grundzustand vorliegende parallele Orientierung der Spins der 3d und 4s Valenzelektronen im ionischen Endzustand erhalten. Übergänge in Zustände des Cr^+ Ions, bei denen die Spins der Valenzübergänge umgekoppelt werden, prägen das Spektrum für Bindungsenergien oberhalb von 580 eV entscheidend mit.

Die Arbeitsgruppe von U. Hillebrecht der Universität Düsseldorf konnte in entsprechenden Untersuchungen am gleichen HASYLAB-Messplatz die 2p-Photoelektronen-Spektren einer dünnen Chrom-Oberflächenschicht auf einen Eisen-Einkristall bestimmen. In diesem Fall wurden die Chrom Atome durch das Anlegen eines Magnetfeldes orientiert. Die durch-

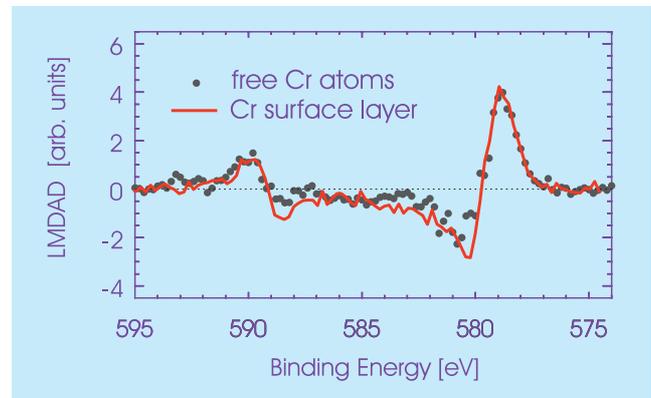


Abbildung 51: LMDAD (Linearer magnetischer Dichroismus), also die Differenz der Photoelektronen-Spektren für entgegengesetzt orientierte Atome für die Chrom $2p^5 3d^5 4s$ -Zustände, gemessen an freien Atomen und an einer Chrom-Oberflächenschicht ($h\nu = 705$ eV).

gezogene Kurve in Abbildung 51 zeigt den LMDAD der Chrom-Oberflächenschicht, das heißt die Differenz zweier Photoelektronen-Spektren für entgegengesetzte Magnetisierung des Eisenkristalls. Die sehr gute Übereinstimmung des atomaren LMDAD mit dem entsprechenden Spektrum einer monoatomaren Chrom-Schicht belegt den entscheidenden Einfluss der atomaren Wechselwirkung.

Röntgen-Mikrotomographie

Synchrotronstrahlung (SR) zeichnet sich unter anderem durch hohe Leuchtdichte und Kollimation aus. Ihr Einsatz im Rahmen der Tomographie ermöglicht eine räumliche Auflösung im Bereich von einem Mikrometer (Mikrotomographie) und um hundert- bis tausendfach geringere Belichtungszeiten als mit Strahlung aus der klassischen Röntgenröhre.

Ausgestattet mit leistungsfähigen digitalen Flächendetektoren auf der Basis von CCD-Chips hat sich die Mikrotomographie interessante Anwendungsgebiete in den Materialwissenschaften, in der Kristallographie, Geologie, Biologie und der Medizin erschlossen. Neben dem Bildkontrast durch Röntgenabsorption kann durch Kombination mit einem Röntgen-Interferometer auch die phasenschiebende Wirkung der Substanzen als

Röntgenphasenkontrast genutzt werden. Dies ist nützlich zur Untersuchung speziell solcher medizinischer und biologischer Proben, die wegen ihrer Zusammensetzung aus überwiegend leichten Elementen im Absorptionsbild allenfalls schwachen, im Phasenbild aber noch sehr deutlichen Strukturkontrast zeigen.

Das Grundprinzip der auf Radon (1917) zurückgehenden und erstmals von Hounsfield 1973 verwirklichten Methode der Tomographie soll kurz erläutert werden: Wird ein ausgedehnter Körper mit einer inneren Struktur von einer ausgedehnten Röntgenquelle sehr guter Parallelität durchleuchtet, so erhält man eine Parallelprojektion und somit ein Bild der Dichteverteilung des Körpers quer zum Strahl. Dabei wird über die Dichteveränderung parallel zum Röntgenstrahl gemittelt, so dass diese Information verloren geht. Wird nun aber der Körper schrittweise gedreht und jeweils eine solche Dichteverteilung aufgenommen, erhält man aus der Gesamtheit der Dichteverteilungen im Prinzip die Strukturinformation des Objektes und zwar um so vollständiger, je feiner die Rasterung des Detektors und je größer die Zahl der unterschiedlichen Projektionswinkel ist.

Die Rückgewinnung der Struktur aus den Dichteverteilungen geschieht durch einen Rekonstruktion genannten Algorithmus, der auf modernen Rechnern in kurzer Zeit durchgeführt werden kann.

Ein dreidimensionales Objekt lässt sich untersuchen, indem der Körper schrittweise durch den Röntgenstrahl gefahren, jeweils eine dünne Schicht durchleuchtet wird und diese Schichten im Rechner übereinander gelegt werden. Das Ergebnis der tomographischen Untersuchung ist dann ein dreidimensionaler Datensatz, welcher für jedes Volumenelement („voxel“) der Probe die lokale Absorption pro voxel angibt, wobei die Kantenlänge des voxel durch die erzielte räumliche Auflösung bestimmt ist. Mit geeigneten Verfahren der Bildverarbeitung können durch die Daten Schnitte in beliebigen Richtungen gelegt werden. Die Probe kann dadurch zerstörungsfrei an jeder Stelle untersucht und gegebenenfalls auch später einer erneuten Analyse ohne abermaliges Messen unterworfen werden.

Die Apparatur zur Mikrotomographie am HASYLAB ist von der Arbeitsgruppe U. Bonse der Universität Dortmund in Zusammenarbeit mit HASYLAB aufgebaut worden, ein Prinzipbild ist in Abbildung 52 gezeigt. Der monochromatisierte Röntgenstrahl durchdringt die Probe, die sich auf einem Manipulator befindet, und wird auf einem Fluoreszenzschirm in sichtbares Licht umgewandelt. Dieses sichtbare Bild wird mit einer Linsensystem auf eine CCD-Kamera abgebildet, die die Information digitalisiert und in einem Rechner abspeichert. Durch Variation der Röntgenwellenlänge kann das Verfahren an die Probe angepasst werden. Für bio-

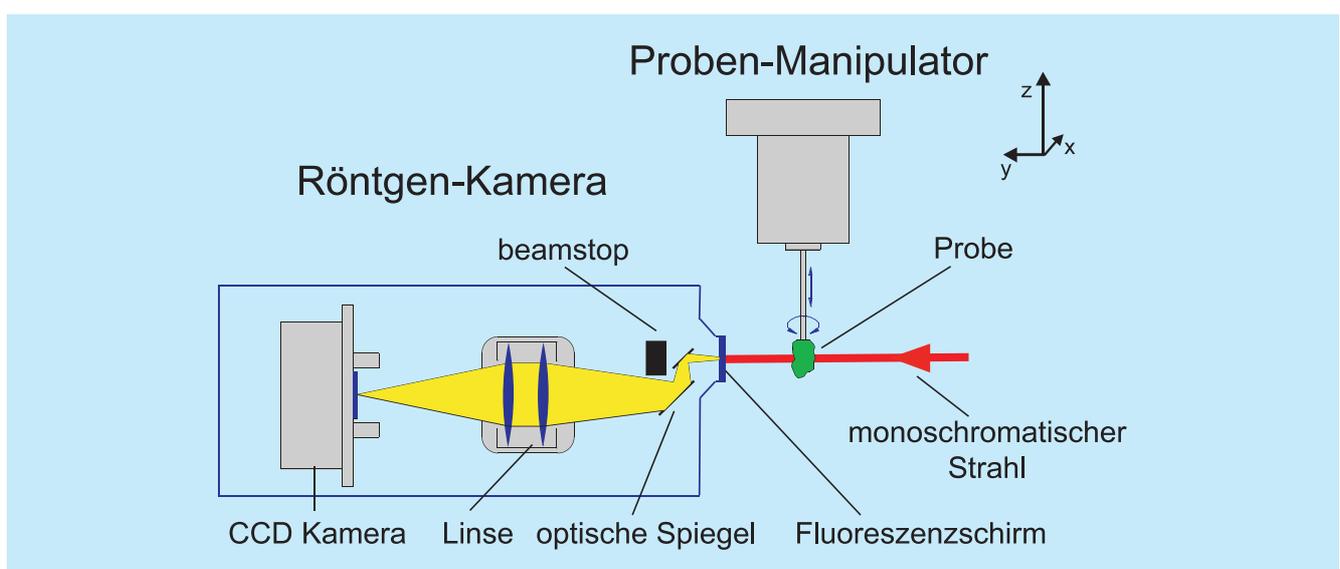


Abbildung 52: *Prinzipskizze des experimentellen Aufbaus zur Röntgen-Mikrotomographie.*

logische Proben wird weiche Strahlung mit größerer Wellenlänge gewählt, die auch in leichter Materie noch einen hinreichend hohen Kontrast erzeugt, für die Materialforschung nimmt man harte Strahlung mit kurzer Wellenlänge, da sie auch noch dicke Proben von schwerem Material durchdringt.

Abbildung 47 zeigt ein Beispiel aus dem medizinischen Bereich. Abgebildet ist ein Mikrokallus in der Beckenkambibiopsie eines an renaler Osteopathie erkrankten Patienten bei einer Wellenlänge von etwa 70 pm. Vermutlich entsteht die netzartige Struktur bei der neuerlichen Stabilisierung einer biomechanisch insuffizienten Knochenstruktur durch Brückenbildung zwischen unterbrochenen Trabekeln.

Das Potential dieser Methode in der Materialforschung zeigt Abbildung 53 am Beispiel einer röntgenmikrotomographischen Aufnahme eines Transistors. Links ist eine normale optische Photographie zu sehen und rechts die tomographische Aufnahme. Der Kontrast wurde hier so eingestellt, dass nur die schweren Metalle zu sehen sind, die leichteren Teile wie das Plastikgehäuse aber nicht. Man kann jetzt sehr schön sehen, wie die Anschlüsse innerhalb des Plastikgehäuses geführt sind. Allerdings ist das Herzstück des Transistors, der Siliziumchip, nicht zu sehen, da Silizium ebenfalls ein leichtes Element ist. Die Anschlussdrähte enden im Leeren.

Abbildung 54 entstand in einer Zusammenarbeit mit T. Lippmann und J. Heerens von der Abteilung für

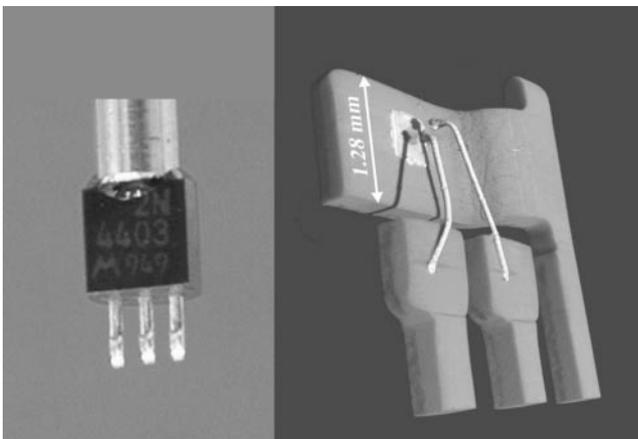


Abbildung 53: Photographie und röntgen-mikrotomographische Aufnahme eines Transistors.

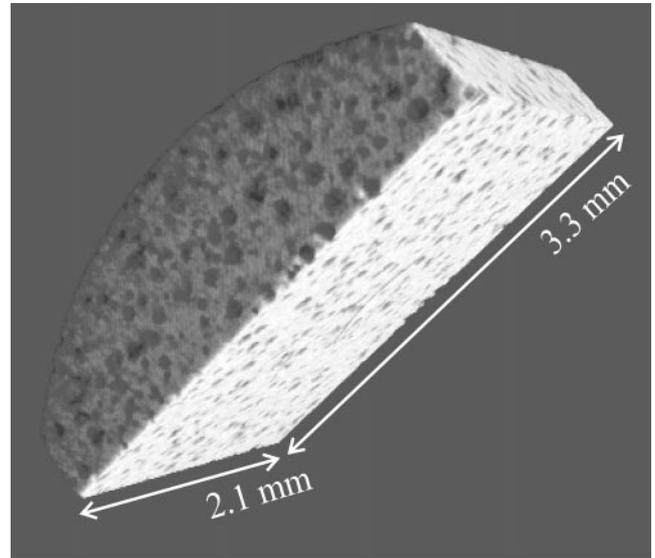


Abbildung 54: Verteilung von Kohlenstoff-Einschlüssen in einem Gusseisen-Stück, dargestellt durch eine mikrotomographische Aufnahme mit harter Röntgenstrahlung.

Werkstoffmechanik der GKSS. Hier konnte die Verteilung von Kohlenstoff-Einschlüssen in Gusseisen-Proben mit Hilfe der Röntgen-Mikrotomographie untersucht werden. Gezeigt ist ein Stück Gusseisen, in dem man die Größe und Verteilung von Kohlenstoff-Einschlüssen als dunkle Flecken sehen kann. Durch zyklisches Verformen mit nachfolgender mikrotomographischer Untersuchung kann das Zusammenfließen der Einschlüsse zu immer größeren Strukturen verfolgt werden, das zu einer Schwächung des Materials führt.

Dreidimensionale elektronische Impulsdichte von Festkörpern

Die Untersuchung der Bandstruktur von kristallinen Festkörpern wird seit vielen Jahren mit Hilfe von Photoelektronen-Spektroskopie, unelastischer Röntgenstreuung, Elektronenenergieverlust-Spektroskopie und einer Vielzahl weiterer Methoden betrieben. Dabei werden in der Regel nur die Energie-Eigenwerte der Bandstruktur bestimmt. Die direkt von den dazu gehörenden Wellenfunktionen abgeleiteten Größen, wie zum Beispiel die Elektronendichten im Orts- oder Impulsraum, werden dagegen seltener untersucht.

Eine Methode zur Bestimmung der Elektronen-Impulsdichte ist die Compton-Streuung: auf Grund der Geschwindigkeitsverteilung der Valenz-Elektronen erfährt bei tiefunelastischer Röntgenstreuung die Streustrahlung eine Art Dopplerverbreiterung, die dem sogenannten Compton-Profil proportional ist. Dieses Profil entspricht der Impulsdichte, integriert über zwei der drei kartesischen Komponenten des Elektronen-Impulses. Die Integration resultiert aus der Unkenntnis der Impulsverteilung der Rückstoß-Elektronen.

Aus einer koinzidenten Messung des Impulses des gestreuten Röntgenquants und des dazugehörigen Rückstoß-Elektrons kann man unter Kenntnis des primären Photonen-Impulses eindeutig den Impuls des Valenz-Elektrons vor der Streuung rekonstruieren. In diesem Fall findet die im klassischen Compton-Experiment unvermeidbare Integration nicht statt, die Energieverteilung der Streustrahlung ist der Impulsverteilung der Elektronen direkt proportional und der Informationsgehalt der Messung ist signifikant höher. Diese koinzidente Compton-Spektroskopie, kurz $(\gamma, e\gamma)$ -Reaktion genannt, ist seit vielen Jahren bekannt. Es wurde aber auch früh registriert, dass insbesondere elastische Vielfachstreuung der Rückstoß-Elektronen in der Probe die Information über ihren Impuls verfälschen kann. Es sind daher Proben erforderlich, die erheblich dünner als die mittlere freie Weglänge für elastische Streuung der Rückstoß-Elektronen sind. Diese ist für Rückstoßenergien von etwa 70 keV in Probenmaterial niedriger Kernladungszahl von der Größenordnung 100 nm. Solch hohe Rückstoßenergien erreicht man bei Verwendung von Photonen im Energiebereich um 180 keV, die allerdings nur sehr schwach inelastisch gestreut werden, das heißt nur etwa ein Photon aus einer Million.

Zur Rekonstruktion des Elektronen-Impulses müssen die Impulsrichtungen auf einige Milliradian genau festgelegt werden und es kommen Detektoren mit kleinem Akzeptanzwinkel zum Einsatz. Auch bei Verwendung zweidimensionaler, ortsempfindlicher Detektoren führt diese Bedingung zu einer starken Verminderung der koinzidenten Zählraten. Bei einem monochromatisierten Photonenfluss von etwa 10^{12} Photonen/s an der Probe kann man nur mit Koinzidenzraten von wenigen Hz rechnen. Dies zeigt, dass $(\gamma, e\gamma)$ -Experimente nur mit sehr intensiver Synchrotronstrahlung hoher Ener-

gie durchgeführt werden können, wie sie zum Beispiel der PETRA Speicherring liefert.

Abbildung 55 zeigt den experimentellen Aufbau am PETRA-Undulatorstrahl. Ortsempfindliche Detektoren werden sowohl im Elektronen- wie im Photonenweig eingesetzt. Die hier beschriebenen Messungen wurden in einer Zusammenarbeit mit F. Bell von der Universität München durchgeführt. Als Probe dienten 20 nm dünne, freitragende Graphitfilme, die entweder durch Verdampfen (V-Probe) oder durch Laser-Ablation (A-Probe) hergestellt wurden. Elektronenmikroskopische Beugungsaufnahmen zeigten eine isotrope Verteilung der Graphitkristalle für die A-Probe, während sich die V-Probe durch eine starke Textur auszeichnete: in der Filmebene ist die Orientierung der Basalebenen des Graphits statistisch verteilt, ihre c-Achse steht jedoch weitgehend senkrecht zur Filmebene. Da die Impulsdichte von Graphit stark anisotrop ist, erwartet man Unterschiede in den Impulsdichten beider Proben für Impulsrichtungen senkrecht (P_{\perp}) bzw. parallel (P_{\parallel}) zur Filmebene.

Im Folgenden werden die experimentellen Ergebnisse mit denen unterschiedlicher Bandstrukturrechnungen für Graphit verglichen. Dabei handelt es sich um eine „Linear Muffin-Tin Orbital“-Rechnung (LMTO), eine Pseudopotential-Rechnung (PP) und eine „Augmented Plane-Wave“-Rechnung (APW). Alle drei Rechnungen basieren auf der Dichte-Funktional-Theorie. Abbildung 56 zeigt die absoluten Impulsdichten als Funktionen von P_{\parallel} ($P_{\perp} = 0$) bzw. P_{\perp} ($P_{\parallel} = 0$) für die V-Probe ((a) und (c)) und die A-Probe ((b) und (d)), jeweils verglichen mit den entsprechenden theoretischen Kurven. Während die APW- und LMTO-Rechnungen die Daten gut beschreiben, weicht die PP-Rechnung

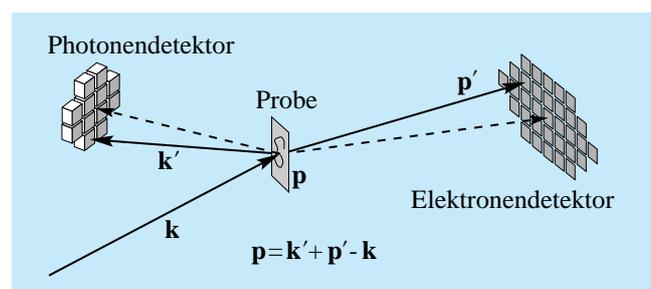


Abbildung 55: Schema des experimentellen Aufbaus.

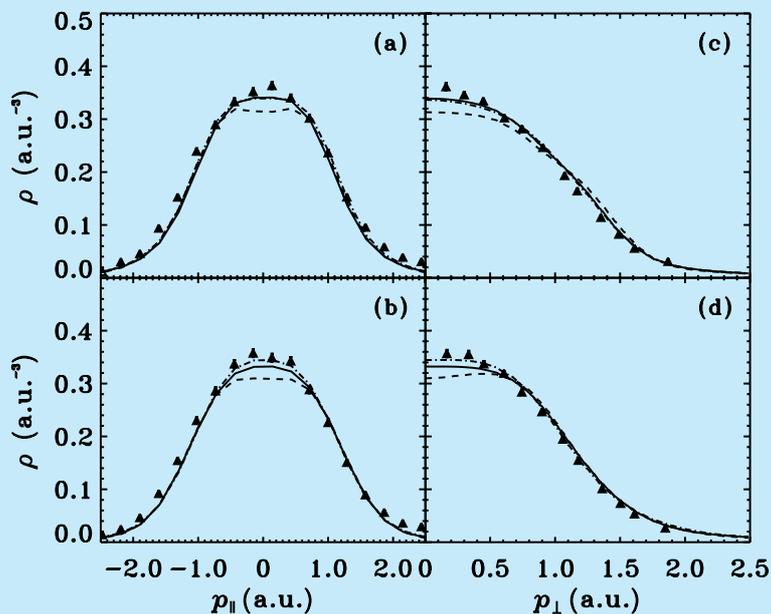


Abbildung 56: Vergleich experimenteller Impulsdichten für zwei verschiedene Graphitfolien mit Ergebnissen aus Bandstruktur-Rechnungen. V-Probe – (a) und (c), A-Probe – (b) und (d). LMTO (durchgezogen), PP (gestrichelt), APW (punkt-gestrichelt).

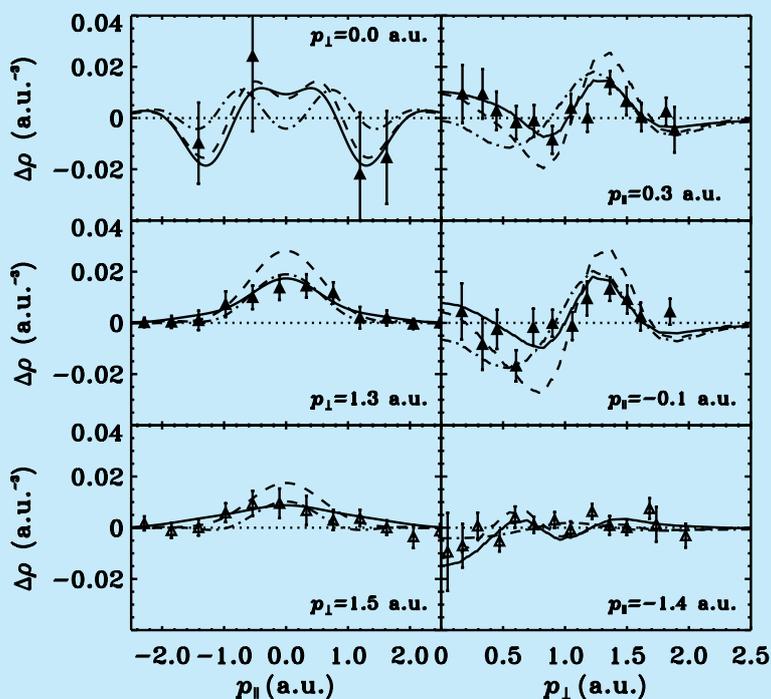


Abbildung 57: Differenzen der Impulsdichten der beiden Graphit-Folien und Vergleich mit Rechnungen.

signifikant vom Experiment ab. Dies zeigt sich noch deutlicher in den Differenzen der Impulsdichte für beide Proben.

Abbildung 57 zeigt die Differenz der Impulsdichten von V- und A-Probe für verschiedene Kombinationen von P_{\perp} und P_{\parallel} . Auch hier gibt die PP-Rechnung das Experiment nur schlecht wieder, die LMTO-Rechnung ist

im Vorteil gegenüber APW. Der quantitative Vergleich zwischen Experiment und Theorie zeigt, dass die an einem Speicherring wie PETRA möglichen Ereignisraten in Kombination mit der gegenüber konventioneller Compton-Streuung wesentlich verbesserten, dreidimensionalen Impulsauflösung ausreichen, um zwischen verschiedenen, modernen Bandstrukturechnungen entscheiden zu können.

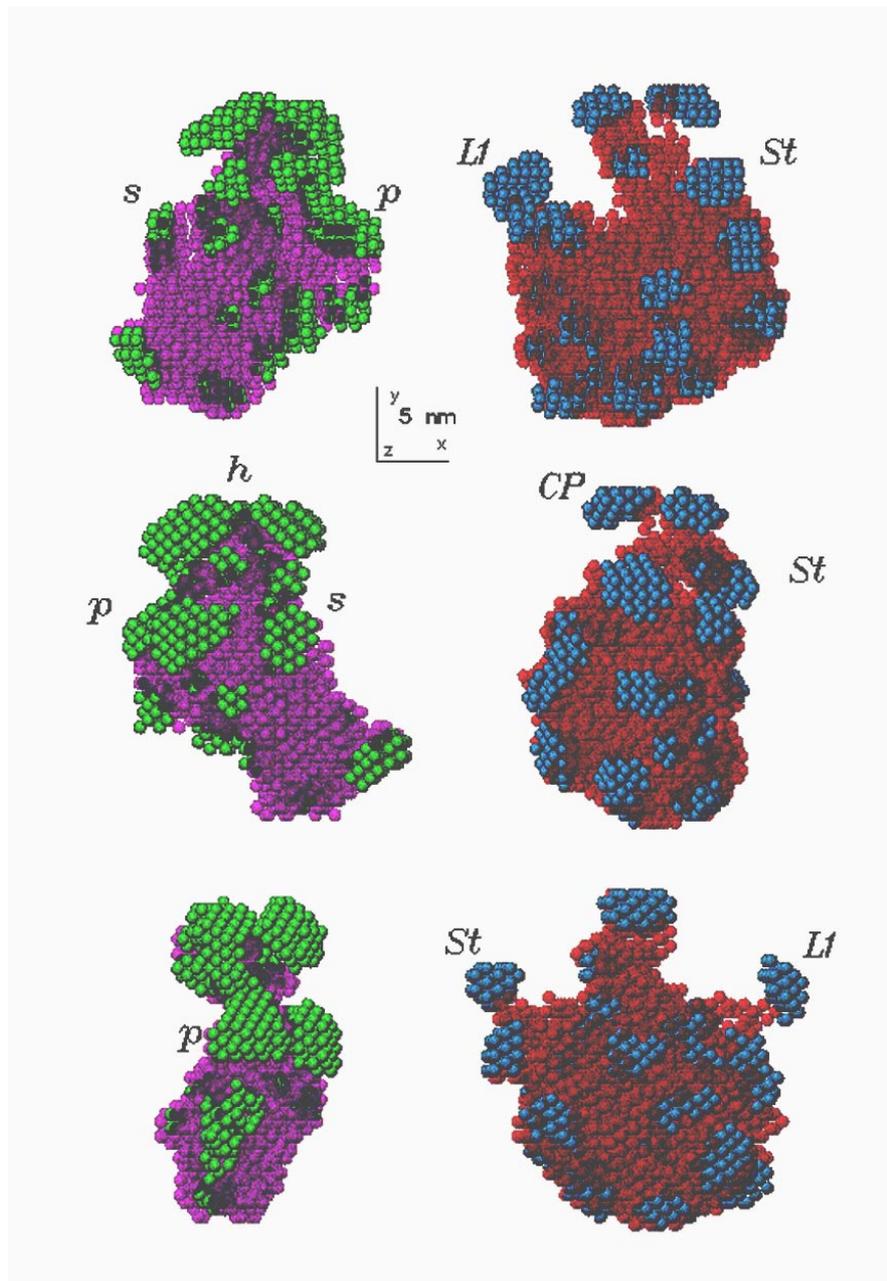


Abbildung 58: Modell der Protein- und RNS-Verteilung in den 30S (links) und 50S (rechts) Untereinheiten des 70S Ribosoms, basierend auf der simultanen Interpretation von 42 unabhängigen Röntgen- und Neutronen-Kontrastvariationskurven. Die blauen und grünen Kugeln stellen die Proteinanteile dar, die magenta und roten Kugeln die RNS-Anteile. Die Modelle in der unteren und mittleren Reihe sind um 120° und 240° um die Y-Achse gedreht worden.

Europäisches Laboratorium für Molekularbiologie EMBL –Außenstelle Hamburg–

Leitung: M. Wilmanns

Gruppenleiter: C. Hermes, M. Koch, W. Meyer-Klaucke, V. Lamzin, P. Tucker

Im Laufe des Jahres 1999 wurden von der EMBL-Außenstation wieder insgesamt sechs Messstationen für die Bereiche Kristallographie an biologischen Makromolekülen, Kleinwinkelstreuung und Röntgenabsorptions-Spektroskopie an nicht-kristallinen biologischen Systemen zur Verfügung gestellt. Insgesamt wurden von der Außenstelle Hamburg 311 Projekte von Forschungsgruppen aus 21 Ländern betreut. Eine große Zahl dieser Projekte konnte mit Mitteln aus dem TMR/LSF-Programm der EU unterstützt werden. Diese Unterstützung kann auch zukünftig mit Mitteln aus dem VI. Rahmenprogramm der EU fortgeführt werden.

Im Sommer 1999 wurde mit dem Umbau der Messstation X13 zu einer kristallographisch orientierten Messstation (unter anderem mit Unterstützung des IMB Jena und BMBF-Verbundmitteln an die Universität Hamburg) begonnen, nachdem die Aktivitäten im Bereich Kleinwinkelstreuung an Lipiden und Muskeln bei EMBL beendet worden waren.

Ein hervorragendes wissenschaftliches Programm ist für die EMBL-Außenstation mit ihren intensiven Aufgaben in der Nutzerbetreuung von essentieller Bedeutung.

Im Laufe des Berichtsjahres wurde bei EMBL ein neues Labor für eukaryontische Expression für Baculovirus infizierte Insektenzellen erfolgreich etabliert. Außerdem wurde eine neue, kleine Bibliothek mit Zugang zu elektronisch erhältlichen Zeitschriften eingerichtet.

Im Laufe des Jahres 1999 wurden von EMBL Hamburg drei Workshops angeboten mit dem Ziel, fortgeschrittenes Training für die Benutzung der Messstationen an der EMBL-Außenstation und die damit verbundenen technischen und wissenschaftlichen Fragestellungen anzubieten. Im Sommer 1999

wurde mit Unterstützung von EMBO ein Internationaler Workshop für die potentiellen Nutzungen des von DESY an TESLA geplanten Röntgenlasers im Bereich der Biologie organisiert.

Die meisten Vorträge dieses Workshops sind in einem Buch zusammengefasst, das vom EMBL-Sekretariat bezogen werden kann.

Forschungsschwerpunkte

Im Jahre 1999 wurde eine Vielzahl an Projekten durchgeführt, ein Großteil davon in Kooperation mit anderen Labors aus ganz Europa.

Im Folgenden sind die wissenschaftlichen Aktivitäten der Forschungsgruppen aus den Bereichen Instrumentierung, Proteinkristallographie, Kleinwinkelstreuung und Röntgenabsorptionsspektroskopie kurz zusammengefasst.

Für alle weiteren Projekte und Einzelheiten wird auf den HASYLAB-Jahresbericht und auf den EMBL-Forschungsbericht verwiesen.

Instrumentierung

Im Jahr 1999 wurde eine Reihe von signifikanten Verbesserungen und Änderungen an den von der EMBL-Außenstelle betriebenen Messstationen durchgeführt. In besonderem Maße traf dies auf die von der Proteinkristallographie genutzten Strahlführungen zu. Wie in den vorhergehenden Jahren lag hierbei das Augenmerk auf einer Verbesserung der Gesamteffizienz der Messplätze durch Erhöhung der Photonenzahl auf der Probe, schnellere Detektorsysteme und eine erhöhte Benutzerfreundlichkeit. Die bedeutsamste Änderung fand

am Wiggler-Messplatz BW7A statt, an dem ein sagittal fokussierender Monochromator aufgebaut wurde, von dem einige wesentliche Konstruktionsmerkmale im Folgenden beschrieben werden.

Der neuartige Monochromator ist in Abbildung 59 dargestellt. Das System basiert auf einem ebenen, wassergekühlten ersten Kristall und einem besonders geformtem zweiten Kristall, welcher der Fokussierung dient. Die Kristalle sind in einer pseudo „channel-cut“ Konfiguration angeordnet, die eine konstante Höhe des monochromatisierten Strahls gewährleistet („fixed exit“) und außerdem sehr schnelle Änderungen der Strahlenergie ermöglicht. Entscheidend ist die direkte Wasserkühlung des ersten Kristalls mittels 0.5 mm breiter Kühlkanäle, die bis 0.6 mm an die reflektierende Oberfläche heranreichen. Auf diese Weise sind die extremen thermischen Belastungen im Wigglerstrahl ohne erkennbare Verschlechterung der Reflexionseigenschaften zu bewälti-

gen. Wie in Abbildung 59 zu sehen ist, besitzt der zweite Kristall die Form von zwei an der Basis verbundenen gleichschenkligen Dreiecken, deren Rückseite durch eine Reihe von Stegen verstärkt wird. Diese besondere Form und die Anordnung der Stege auf der nicht reflektierenden Seite des Kristalls bewirken, dass sich dieser bei der Fokussierung rein zylindrisch verformt, ohne unerwünschte Biegungen in andere Richtungen zuzulassen („anticlastic bending“), die das Reflexionsvermögen stark beeinträchtigen würden. Nach eingehenden Tests zu Beginn des Jahres wurde der Monochromator nach der Sommerpause an die Nutzerschaft übergeben. Durch den jetzt weitaus höheren Photonenfluss sowie die Installation eines MAR CCD Detektors entspricht die Strahlführung BW7A nun anspruchsvollen internationalen Standards.

Auch am Messplatz X11 wurde die MAR 345 „Image plate“ durch einen MAR CCD Detektor ersetzt und die

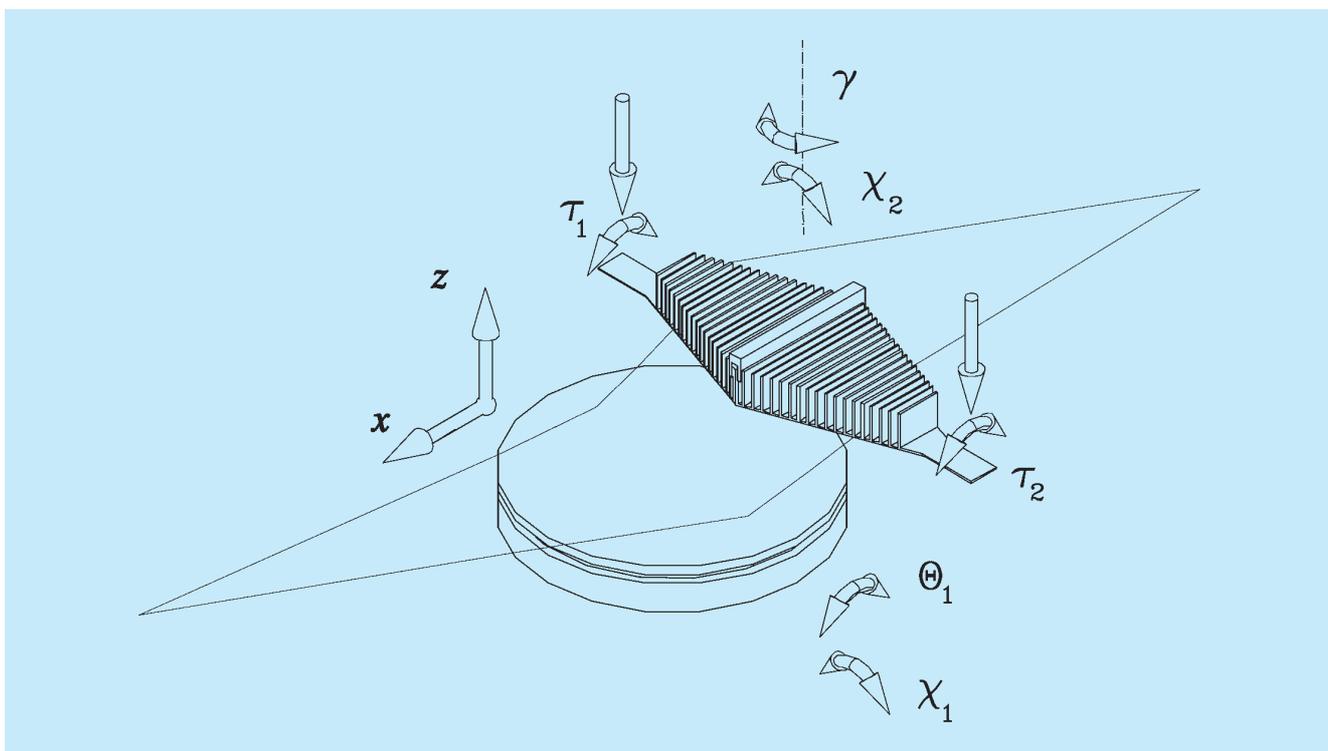


Abbildung 59: Schematische Darstellung des fokussierenden Doppel-Monochromators am EMBL Messplatz BW7A. Der „weiße“ Röntgenstrahl fällt von links auf den ersten wassergekühlten Kristall. Anschließend wird er vom zweiten diamantförmigen Kristall horizontal fokussiert. Die verfügbaren Freiheitsgrade, die für eine optimale Justierung benötigt werden, sind durch Pfeile angedeutet.

so frei gewordene „Image plate“ an den MAD Messplatz X31 transferiert. An beiden Stellen konnte der Datendurchsatz dadurch erheblich gesteigert werden. Der Umbau von X13, dem ehemaligen Messplatz für Kleinwinkelstreuung, in einen Messplatz für Proteinkristallographie wurde begonnen. Die Kleinwinkelapparatur wurde durch eine bei EMBL entwickelte Röntgenkamera ersetzt, und der Si(220) Monochromator für die horizontale Fokussierung ist bereits in sein Vakuumgefäß eingebaut und wird Anfang 2000 getestet werden. Außerdem wurden der Rhodium-beschichtete Röntgenspiegel (vertikale Fokussierung) sowie ein modernes Schrittmotorsystem bestellt. Beide Komponenten sollten bis Mitte nächsten Jahres geliefert sein, so dass die weitere Umgestaltung der Strahlführung in einer längeren Betriebspause durchgeführt werden kann.

Proteintitration im kristallinen Zustand

Proteine haben komplexe Strukturen, deren Stabilität abhängig ist von einem Gleichgewicht vielfacher Interaktionen vergleichbarer Stärke, die wiederum in Relation zur äußeren Umgebung stehen. Die Anwesenheit von Lösungsmitteln in Proteinkristallen erlaubt, die physiko-chemischen Eigenschaften eines Proteins zu verändern. Dies ermöglicht es, Prozesse zu studieren, bei denen Protonen-Transfer eine zentrale Rolle spielt, oder bei denen Ligandbindungsaffinitäten durch den pH-Wert oder die Ionenstärke der Lösung reguliert werden.

Röntgendiffraktion kann benutzt werden, um subtile Änderungen zu identifizieren, die durch geringe Verschiebungen von physiko-chemischen Parametern verursacht werden. Im Fall eines pH-kontrollierten Prozesses kann die Lokalisierung von Wasserstoff-Atomen eine direkte Bestimmung der Protonierung von Resten erlauben, die essentiell für die Stabilität oder Funktion eines Makromoleküls sind.

Mit dieser Idee wurden pH-Effekte in einer Proteinstruktur mit Hilfe der Röntgenstrukturanalyse entdeckt, die zu Rückschlüssen auf die Rolle eines Protonengleichgewichts in biologischen Prozessen führen können.

Der Effekt des pH-Werts wurde anhand der kristallinen Struktur der RNase A als Modellsystem unter-

sucht. Dieses Enzym katalysiert eine pH-abhängige Reaktion mit einem Mechanismus, der einen „2-Protonen-Shift“ involviert. Obwohl RNase A bereits in vielerlei Hinsicht untersucht wurde, wurde der von diesem Enzym katalysierte 2-Schritt Reaktionsmechanismus kürzlich neu interpretiert. RNase A-Kristalle wurden in einer stufenweisen Prozedur in gepufferte Lösungen überführt, wobei der pH-Wert in Schritten von 0.2 pH-Einheiten angeglichen wurde. Die Diffraktionsexperimente wurden an der Messstation X11 am DORIS-Speicherring durchgeführt. Datensätze bei atomarer Auflösung (1.1 Å) wurden von Kristallen bei sechs verschiedenen pH-Werten im Bereich von 5.2 bis 8.8 durchgeführt und die korrespondierenden Strukturen verfeinert. Die geänderten pH-Werte induzierten die größten strukturellen Änderungen im Bereich des aktiven Zentrums. Vorhergehende kristallographische Untersuchungen zeigten bereits, dass das Histidin-12 in der Proteinmatrix verankert ist. Die neuen Daten zeigen ebenfalls, dass die Konformation der His-12 Seitenkette nicht durch Änderungen der pH-Werte beeinflusst wird. Die Mobilität dieser Seitenkette ist in allen sechs Modellen relativ gering, wie den atomaren Temperaturfaktoren entnommen werden kann. Ein Vergleich der sechs Elektronendichtekarten bei den verschiedenen pH-Werten erlaubt die direkte Beobachtung des Deprotonierungsprozesses von His-12.

Abbildung 60 zeigt die Präsenz eines Wasserstoffes am proximalen Stickstoff $N_{\delta 1}$. Im Gegensatz dazu ist der Wasserstoff an $N_{\epsilon 2}$ bei azidischem pH präsent, nicht aber bei höheren pH-Werten. Diese Daten unterstützen den vorgeschlagenen Mechanismus, der einen Austausch eines Protons zwischen dem $N_{\epsilon 2}$ von His-12 und dem Substrat annimmt. Nach unserer Kenntnis ist das die erste Demonstration für eine Restedeprotonierung in einer kristallinen Umgebung. Generell wird angenommen, dass Röntgendiffraktion auf die Entschlüsselung von statischen Prozessen beschränkt ist. Die vorgestellte Sequenz von Strukturen bei verschiedenen pH-Werten erlaubt Aufschlüsse über einen dynamischen Prozess. Die strukturellen Änderungen sind klein, aber signifikant, bezogen auf die Genauigkeit der verfeinerten Strukturen (Koordinatenfehler ist etwa 0.02 Å). Diese Studie verdeutlicht die Vorteile von kristallographischen Analysen bei atomarer Auflösung, um strukturelle Änderungen zu entdecken, die Entschlüsselungen von biologischen Funktionen erlauben.

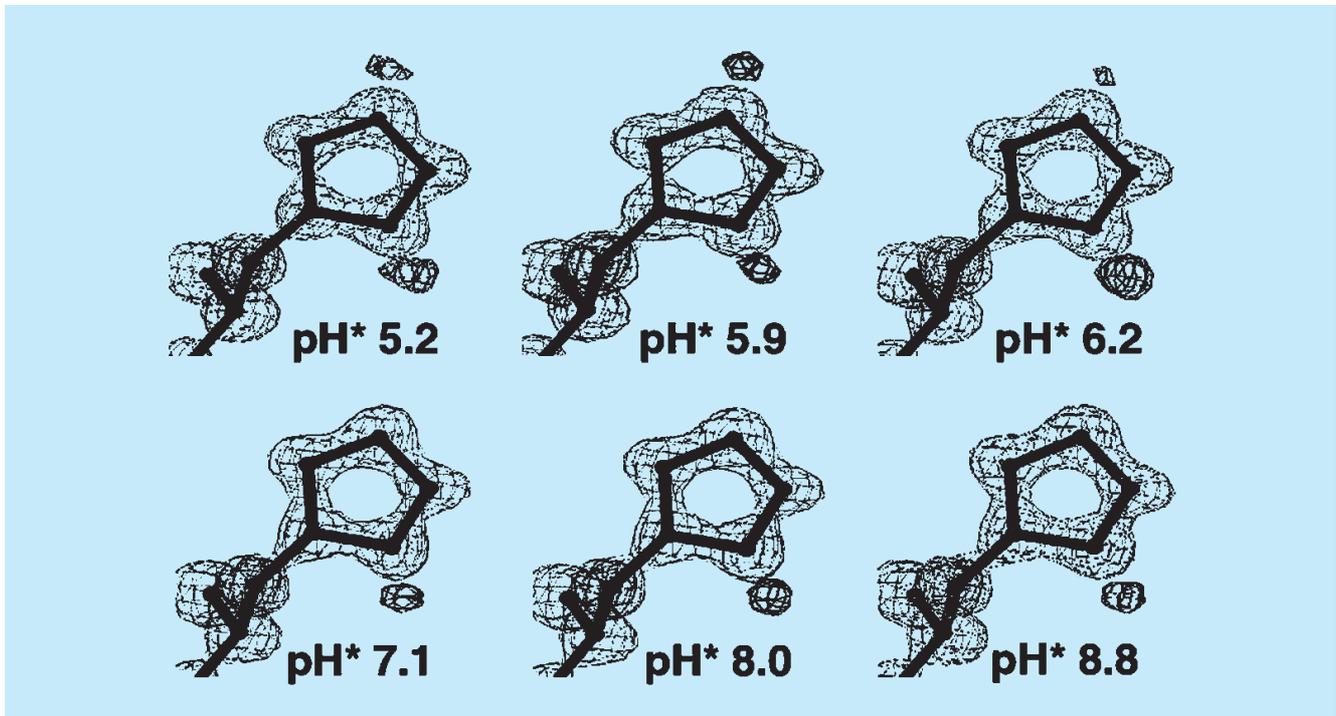


Abbildung 60: Reihe von Aufnahmen, die die Deprotonierung des Imidazolrings des $N_{\epsilon 2}$ Atoms von His-12 zeigen: die Differenzelektronendichtekarte ist bei 1.6σ konturiert.

Virale Replikationsproteine

Ziel der Untersuchungen ist es, den Prozess der DNS-Replikation am Beispiel von zwei Klassen von doppelsträngigen DNS-Viren auf molekularer Ebene zu verstehen. Von Interesse sind repräsentative Modelle für den komplizierten DNS-Replikationsprozess der Eukaryonten sowie strukturelle Information über Targets/Oberflächen für das Design von antiviralen Wirkstoffen.

In der erste Klasse der Adenoviren findet die DNS-Replikation durch den sogenannten „Strand Displacement“-Mechanismus statt, in dem ein Protein und nicht RNS als „Primer“ eingesetzt wird. Diese Virusfamilie kodiert für drei Proteine, die wichtig für die Replikation der viralen DNS sind: die Polymerase (pol), das präterminale Protein (pTP), das einzelsträngige DNS-bindende Protein (DBP), sowie eine Protease, die für die Umwandlung von pTP in TP notwendig ist. Der Ad-5 pol-pTP Komplex wurde amplifiziert und gereinigt, und erste Kristallisationsansätze wurden durchgeführt. Geplant ist, auch das pTP der

Ad-4 zu kristallisieren. Die Expression von pol allein in Insektenzellen war sehr gering, da es toxisch für die Zellen und instabil gegen eine oder mehrere zelluläre Proteasen ist. Deshalb wurden Insektenzellen mit zwei rekombinierten Bakuloviren infiziert, die pTP bzw. pol produzieren. Hierdurch wurde eine größere Proteinproduktion des 1:1 pTP-pol Komplexes erlangt, und es konnte gezeigt werden, dass pol durch die Komplexbildung stabilisiert wird. Das pol Protein befindet sich nun in Kristallisationsansätzen. Ebenfalls wird daran gearbeitet, pol und pTP unter der Kontrolle von pol- und p10-Promotoren im selben rekombinanten Bakulovirus gemeinsam zu exprimieren (Koexpression).

Der Herpes Simplex Virus-1 (HSV-1) kodiert sieben Proteine, die für die Replikation der viralen DNS während der lytischen Phase notwendig sind. Das Interesse gilt der Struktur des einzelsträngigen DNS-bindenden Proteins (SSB) des Herpes Simplex Virus-1 (ICP8), welches für ein SSB Protein ungewöhnlich groß ist (128 kDa). Schon früher wurde das vollständige Protein in Insektenzellen exprimiert und ein Protokoll für die Protein-Reinigung etabliert. Das Protein wurde als

dünne Plättchen innerhalb eines engen pH-Bereichs und in Anwesenheit von Magnesium oder Kalzium kristallisiert. Die derzeitigen Kristalle diffraktieren jedoch nur bis zu einer Auflösung von 7 Å. Proteolytische Experimente mit und ohne DNS und massenspektrometrische Analysen zeigen, dass die 300 N-terminalen Reste nicht in die DNS-Protein-Interaktionen involviert sind. Sequenzanalysen und biochemische Studien deuten darauf hin, dass der C-Terminus das Lokalisationssignal für den Zellkern (NLS) beinhaltet und nicht strukturiert ist. Es konnte gezeigt werden, dass diese C-terminale Region der Hauptgrund der kooperativen Bindung ist. Kristalle der C-terminalen Mutante sind größer, und es konnten Diffraktionsdaten bis 2.8 Å Auflösung gesammelt werden. Das schwache Streuvermögen der Kristalle erfordert die Nutzung von Synchrotronstrahlen, um die Phase entweder durch klassische Schweratomderivate oder durch Seleno-Methionine enthaltende Proteine zu bestimmen.

Evolution von Proteinen in der Histidinbiosynthese

Nicht erst seit Forschungen durch Darwin im 19. Jahrhundert ist das Verstehen von Evolution über einen Zeitraum von mehreren Millionen Jahren eines der packendsten Gebiete in der Biologie. Nachdem experimentelle Aussagen über die Evolution von lebenden Organismen bis in die jüngste Vergangenheit vor allem mit paläontologischen Methoden erzielt wurden, wurde diese Forschung in den letzten Jahren durch die Kenntnis einer Vielzahl von DNS- bzw. Proteinsequenzen revolutioniert, so dass genaue phylogenetische Stammbäume der drei Königreiche der Lebewesen, der Archaeabakterien, der Eubakterien und der Eukaryonten, aufgestellt werden konnten. Diese Methoden werden zur Zeit durch die vollständige Sequenzierung der Genome verschiedener Organismen mit einer riesigen Quantität von Sequenzdaten untermauert, die vorhandene Vorstellungen von biologischen Datenmengen völlig sprengt. Die meisten kodierten Gene dieser Sequenzen sind in definierte, molekulare Raumstrukturen gefaltet. Diese Strukturen können mit Hilfe der Röntgenstrukturanalyse und Synchrotronstrahlung bestimmt werden. Seit einigen Jahren stellt sich heraus, dass die Kenntnis dieser Strukturen für die Evolutionsforschung von größter Bedeutung ist, da das Ausmaß der Konservierung von erkennbaren gemeinsamen

strukturellen Eigenschaften größer ist als die Konservierung von nachweisbaren Sequenzähnlichkeiten.

Wegen ihrer Überschaubarkeit sind metabolische Biosynthesewege für evolutionäre Studien besonders geeignet. Das Interesse gilt den Biosynthesewegen von zwei aromatischen Aminosäuren, Histidin und Tryptophan. Beide Aminosäuren gehören zu den insgesamt zwanzig Aminosäuren, aus denen die Polypeptidketten von Proteinen aufgebaut sind, und müssen vom Menschen, nicht aber von Bakterien, mit der Nahrung aufgenommen werden. Schon vor Jahren fiel eine Häufung von sogenannten TIM-Barrelstrukturen in der Tryptophan-Biosynthese auf. Mit Hilfe dieser Strukturen wurden TIM-Barrelstrukturen für zumindest zwei Genprodukte aus der Histidinbiosynthese vorhergesagt. Die Strukturen dieser beiden Genprodukte, HisA und HisF, aus dem hyperthermophilen Organismus *Thermotoga maritima* wurden nun aufgeklärt (Abb. 61). Tatsächlich sind beide Proteine als TIM-Barrels gefaltet, was frühere Vorhersagen bestätigt.

Darüber hinaus zeigen beide Strukturen, HisA und HisF, eine zweifache Wiederholung von Faltungsmustern in den beiden Strukturen. Diese Wiederholungen werden an charakteristischen Mustern der Schlaufen auf beiden Seiten der Barrel, identischen Resten in mehreren Positionen und praktisch identischen Phosphatbindungsstellen, deutlich. Tatsächlich können charakteristische Merkmale in allen vier Hälften (zwei von HisA, zwei von HisF) wieder gefunden werden, wenn sie übereinander gelegt werden. Somit liefern diese beiden Strukturen starke Indizien, dass beide Proteine, HisA und HisF, durch eine Genduplikation eines Halb-Barrels zu einem vollständigen primitiven Barrel, das dann weiter diversifiziert wurde, entstanden sind. Die Ergebnisse zeigen, dass die Strukturbiologie nicht nur eine Methode mit großer Zukunft ist, sondern auch Erkenntnisse in die lange Geschichte der Evolution vermittelt.

Nichtkristalline Systeme

Röntgenstreuung an nichtkristallinen Proben wird in vielen Gebieten der Grundlagen- und angewandten Forschung in den Biowissenschaften eingesetzt. Messungen an Lösungen von Biomakromolekülen ermöglichen

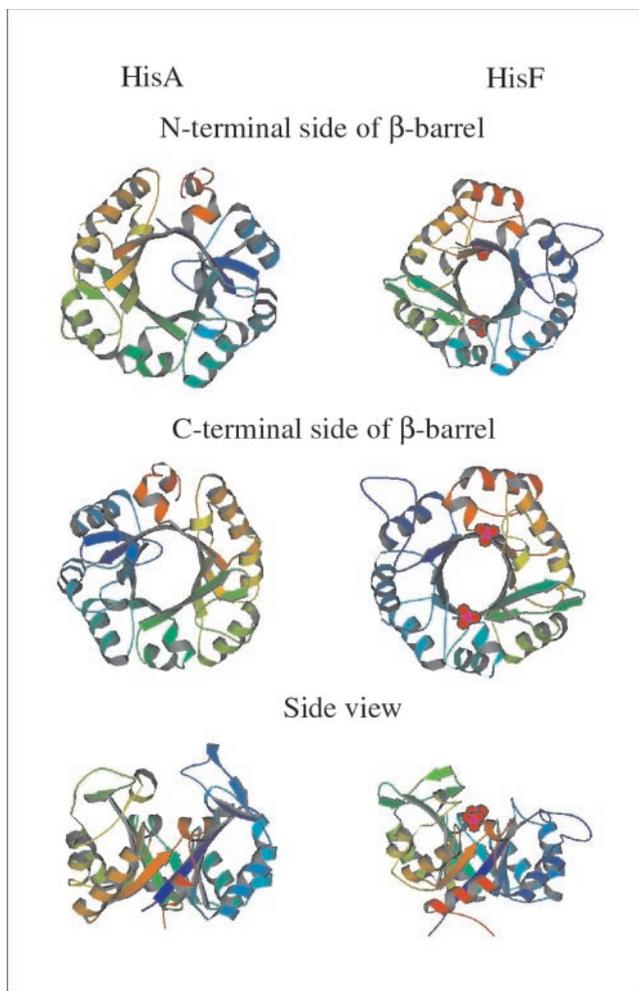


Abbildung 61: *Ribbon-Darstellungen der beiden Barrel-Strukturen von HisA und HisF aus drei unterschiedlichen Perspektiven.*

es, die Form der Moleküle oder ihrer Komplexe im nativen Zustand in Lösung zu bestimmen und eventuelle Unterschiede zu Kristallstrukturen oder elektronenmikroskopischen Modellen festzustellen. Das Interesse an diesen Anwendungen wächst, und im November fand eine von der EU finanzierte Tagung über Formbestimmung von Biomakromolekülen in Lösung statt, an der 50 Wissenschaftler aus der ganzen Welt teilnahmen.

In den eher angewandten Bereichen bieten Studien am thermischen Verhalten von potenziellen Arzneistoffträgern, von bioabbaubaren Polymeren und biokompatiblen Materialien eine Fülle an interessanten Projekten.

Die Entwicklung von ASICs („Application Specific Integrated Circuit“) für die Parallelauslese von Detektoren mit Verzögerungsleitungen und ihre Anwendung wurde im Rahmen des von der EU finanzierten PASERO Projekts in Zusammenarbeit mit EMBL (Grenoble), Smart Silicon Systems (Lausanne), dem Institut für Biophysik und Röntgenstrukturforschung der Österreichischen Akademie der Wissenschaften (Graz) und der Firma HECUS M. Braun Graz X-Ray Systems (Graz) weitergeführt.

Von den Ergebnissen der Anwendung von Synchrotronstrahlung an biologischen Systemen oder synthetischen Polymeren, die in Zusammenarbeit mit auswärtigen Gruppen erzielt wurden, werden hier nur zwei Beispiele kurz erwähnt.

Das erste ist ein neues Modell der Protein-rRNS-Verteilung im 70S Ribosom von *Escherichia coli*, das in Zusammenarbeit mit dem Max-Planck-Institut für Molekulare Genetik (Berlin) entwickelt wurde. 42 Röntgen- und Neutronenstreuungen von *E. coli* Ribosomen mit allen möglichen Kombinationen von deuterierten und protonierten Protein- und RNS-Anteilen in den Untereinheiten wurden simultan, mittels einer neuen Methode, analysiert. Das kryoelektronenmikroskopische Modell von Frank et al. wurde in 7890 Kugeln mit 0.5 nm Radius aufgeteilt. Jede Kugel wurde während der Verfeinerung entweder dem Lösungsmittel, dem Protein- oder dem RNS-Anteil zugeschrieben. Unabhängige Simulationen mit unterschiedlichen Startkonfigurationen gaben sehr ähnliche Resultate. Das endgültige Modell ist in Abbildung 58 abgebildet. Es zeigt die Regionen, wo es mit 95%iger Wahrscheinlichkeit Protein oder RNS gibt. 17 Proteine, deren Kristallstruktur bekannt ist, können in Übereinstimmung mit den Ergebnissen anderer Methoden positioniert werden. Dieses Modell sollte auch bei der weiteren Interpretation der Kristallstrukturen des 70S-Ribosoms und seiner 50S und 30S Untereinheiten, die in diesem Jahr erschienen sind, nützlich sein.

Das zweite, eine Studie der Teilchengrößenabhängigkeit der thermischen Eigenschaften von Lipid-Nanopartikeln der Universität Jena, ist ein Beispiel dafür, dass manchmal angewandte Projekte auch zu grundlegenden Erkenntnissen führen.

Diese Nanopartikel werden als potenzielle Arzneimittelträger erforscht. Die Ergebnisse der Röntgenmes-

sungen zeigen, dass die getrennten DSC („Differential Scanning Calorimetry“) Signale während der Aufheizung einer Suspension von Trimyristin-Nanopartikeln auf das Schmelzen von Teilchen, die sich in der Größe nur um eine Einheitszelle unterscheiden, zurückzuführen sind. Die große Ausdehnung der Gitterkonstanten bei kleineren Teilchengrößen zeigt auch, dass die klassische Oberflächenthermodynamik bei Teilchen, die nur einige Einheitszellen groß sind, nicht mehr anwendbar ist.

Röntgenabsorptionsspektroskopie

Die Röntgenabsorptionsspektroskopie ermöglicht die Bestimmung der Metallkoordination in Metalloproteinen. Die Methode ist sensitiv auf Änderungen in der ersten Koordinationssphäre durch Bindung von Substraten oder Inhibitoren. Des Weiteren erlaubt sie die Ermittlung des Oxidationszustandes des Metallatoms. Für die Anwendungen auf biologische Systeme betreibt EMBL Hamburg einen eigenen Messplatz.

Ein Schwerpunkt der Arbeit lag in der Optimierung dieses Spektrometers. Alle Verbesserungen zielen auf die Erhöhung der Strahlungsintensität und -stabilität auf der Probe, bzw. die Automatisierung und Vereinfachung des Nutzer-Interfaces. Dazu wurde ein neues Si(111) Kristallpaar eingesetzt, wobei der thermische Kontakt zwischen dem ersten Kristall und dem Kühlblock durch eine dünne Lage GaIn-Eutektikums optimiert wurde. Dies führt zu einer sehr guten Energiestabilität des Spektrometers, die jetzt hauptsächlich durch Strahlschwankungen des DORIS-Speicherrings beschränkt wird.

Des Weiteren konnte ein neuer Regelkreis für die Stabilisierung des Monochromator Detunings den Nutzern zur Verfügung gestellt werden. Dieser verringert die Intensitätsschwankungen auf der Probe deutlich.

Diese Verbesserungen resultierten in einer Erhöhung der Strahlintensität auf der Probe von bis zu 70%.

Von der Vielzahl der im Berichtsjahr durchgeführten Projekte wird hier ein internes Projekt skizziert.

Das Metalloenzym CO-Dehydrogenase aus *Oligotropha carboxidovorans* ist ein molybdänhaltiges Eisen-Schwefel-Flavoprotein, welches die Oxidation von CO zu CO₂ katalysiert. Es ist das Schlüsselenzym in der anäroben Nutzung von CO durch Bakterien in CO-Atmosphären. Um den katalytischen Mechanismus zu verstehen, wurden mit der Röntgenabsorptionsspektroskopie mehrere Zustände des Enzyms jeweils als gefrorene Lösung analysiert. Aus diesen Messungen resultiert eine radiale Abstandsverteilung der Nachbaratome des Mo-Zentralatoms. Dies erlaubt es, die Struktur des aktiven Zentrums zu verfeinern. Um die Funktionsweise des Enzyms zu verstehen, ist es sehr hilfreich, mehrere Zwischenzustände im katalytischen Zyklus zu modellieren. Hieraus ergibt sich am Ende ein Gesamtbild der Funktionsweise.

Skizziert man die Resultate im vorliegenden Fall, so fällt auf, dass das Mo-Atom stets an mindestens zwei Schwefelatome gebunden ist. Oxidierter und reduzierter Zustand unterscheiden sich insbesondere in der Anzahl an Sauerstoffliganden bei kurzen Abständen. Folgerichtig ist dies einer der Schlüssel zum Verständnis der Prozesse. Die Messungen zeigten jedoch noch eine andere wichtige Tatsache. Aus der Position der Absorptionskante wird der Oxidationszustand des Mo-Atoms bestimmt. Eine zu geringe Differenz wurde zwischen oxidiertem und reduzierten Zustand ermittelt. Hieraus folgt, dass nicht alle Mo-Zentren in die katalytische Aktivität eingebunden sind. Aufgrund dieser Informationen war es möglich, gezielt nach molekularbiologischen Bedingungen zu suchen, die eine Erhöhung der Aktivität erlauben. Letztendlich gelang es, die Aktivität zu verfünffachen. Mit diesen Proben wird im Jahre 2000 die Funktion aufgeklärt werden.

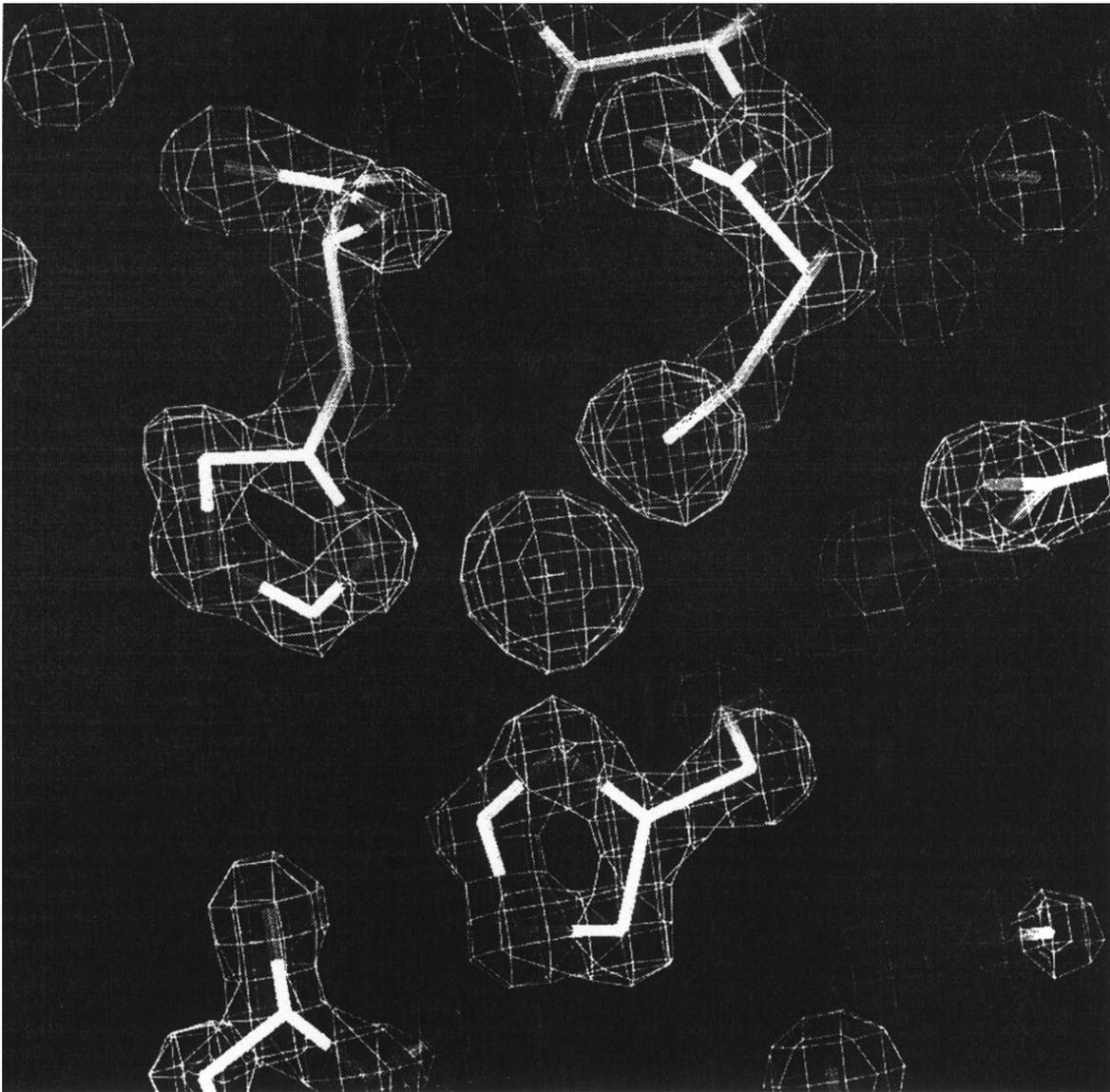


Abbildung 62: *Plastocyanin von Populus nigra* (Dimitrov et al., 1999): Ausschnitt aus der Elektronendichteverteilung, die unmittelbar aus experimentellen Strukturfaktoren mit MAD-Phasen bei 1.3 Å Auflösung berechnet wurde. Zum Vergleich wurde ein Modell überlagert, das einer konventionellen Verfeinerung nicht-resonanter Daten bei extrem hoher Auflösung (0.85 Å) entstammt.

Max-Planck-Gesellschaft

Arbeitsgruppen für Strukturelle Molekularbiologie

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

Die Max-Planck-Arbeitsgruppen beschäftigen sich mit den Beziehungen zwischen der Struktur und der Funktion von biologischen Makromolekülen. Thematische Schwerpunkte sind

- die Enzyme und ihr katalytischer Mechanismus,
- das Zytoskelett und seine Rolle in Zellbewegung und Alzheimer-Krankheit,
- das Ribosom und seine Funktion in der Proteinbiosynthese.

Die Proben werden mit biochemischen Methoden isoliert oder mit molekularbiologischen Methoden in Bakterien synthetisiert. Die wesentliche Methode der Strukturuntersuchung ist die Röntgenbeugung von Proteinkristallen, Fasern oder Lösungen; daneben werden weitere biophysikalische Analyseverfahren wie Spektroskopie, Elektronenmikroskopie, Bildverarbeitung und andere eingesetzt.

Schwerpunkte methodischer und instrumenteller Entwicklungen sind neue Kristallisationsverfahren, Einsatz von elektronischen Detektoren, Laue-Methoden und eine Messstrecke für die Proteinkristallographie.

Forschungsschwerpunkte

Proteindynamik

Die MPG-Arbeitsgruppe für Proteindynamik untersucht Struktur-Funktionsbeziehungen von Proteinen. Sie setzt dabei Methoden der Proteinkristallographie bei ultrahoher Auflösung, der Kryokristallographie sowie der Nanosekunden-zeitaufgelösten Röntgenbeugung

ein. Ein weiterer Schwerpunkt ist die Entwicklung von Methoden anomaler Phasenlösung und ihre Anwendung auf de-novo-Bestimmungen von Proteinstrukturen. Die Gruppe betreibt eine Messstation an der Wiggler-Strahlführung BW6 an DORIS.

Ein Schwerpunkt der wissenschaftlichen Arbeiten lag bei der Aufklärung der Struktur-Funktionsbeziehungen von Haemproteinen, insbesondere der Bindung von Kohlenmonoxid an Myoglobin. Die Affinität für die Bindung dieses Liganden ist beim Myoglobin um mehrere Größenordnungen geringer als bei freien Porphyrinverbindungen; dies ist von erheblicher physiologischer Bedeutung. In Lehrbüchern wurde die geringere Bindungsaffinität durch eine gewinkelte Geometrie der Bindung des CO an das Eisenatom der Haemgruppe erklärt; die Verzerrung im Vergleich zur Linearität dieser Bindung in Porphyrinverbindungen wurde dem Einfluss der Proteinumgebung zugeschrieben. Diese Interpretation gründete sich auf frühere Kristallstrukturanalysen.

Der Arbeitsgruppe gelang es erstmals, diese und eine Reihe anderer Strukturen des Myoglobin bei ultrahoher Auflösung (1.15 Å) zu bestimmen; von besonderer Bedeutung war dabei, dass dies bei Zimmertemperatur möglich war. Wie sich zeigte, ist die Fe-CO-Bindung nahezu linear und der in Porphyrinverbindungen sehr ähnlich. Der sterische Mechanismus der Hemmung der CO-Bindung an das Protein konnte aufgeklärt und damit eine der ältesten Problemstellungen in der Biophysik gelöst werden. Darüber hinaus zeigte es sich, dass dynamische Aspekte eine zentrale Rolle spielen. Konzentrierte Bewegungen ausgedehnter Teile des Proteins sowie der Haemgruppe sind erforderlich, um dem CO-Liganden den Zugang zur aktiven Bindungsstelle zu ermöglichen.

In einer Reihe weiterer Experimente, bei denen Schockgefrieretechniken eingesetzt wurden, wurden diese Bewegungen in der Proteinmatrix und die Wechselwirkung mit dem Liganden in intermediären Zuständen

untersucht. Zur Aufklärung der Zeitfolge, in der die Zwischenzustände bevölkert werden, wurden Verfahren zeitaufgelöster Beugung in Verbindung mit Laseranregung auf einer Zeitskala von Nanosekunden genutzt; diese Arbeiten sind noch nicht abgeschlossen.

Ein anderer Schwerpunkt lag bei der weiteren Entwicklung theoretischer und experimenteller Methoden der Phasenbestimmung mit Hilfe multipler anomaler Dispersion (MAD). In Verbindung mit Kryotechniken ist es in der Regel möglich, eine neue Proteinstruktur auf der Grundlage von resonanten Beugungsmessungen an einem einzigen Kristall zu lösen, und dies oft innerhalb weniger Tage. Bei hinreichend hoher Auflösung können anomale Phasen sehr präzise bestimmt werden. Abbildung 62 zeigt als Beispiel das Ergebnis einer Anwendung auf Plastocyanin, einem Protein, das an Pho-

tosyntheseprozessen beteiligt ist, bei 1.3 Å Auflösung. Die Elektronendichteverteilung, die in diesem Fall unmittelbar aus den experimentell bestimmten Beträgen und Phasen der Strukturfaktoren berechnet wurde, weist bereits ohne Verfeinerung einen sehr hohen Kontrast und hohe Qualität auf. Auf diese Weise ist es im Prinzip möglich, Proteinstrukturen gänzlich ohne einschränkende Annahmen („Restrains“) bezüglich der geometrischen und energetischen Parameter aufzuklären.

MAD-Verfahren haben bereits jetzt enorme Bedeutung sowohl für die Grundlagenforschung als auch für die industrielle Forschung und Entwicklung. Diese Bedeutung wird weiter zunehmen, insbesondere auch in der (strukturellen) Genomik. Am BW6 konnte im vergangenen Jahr eine Reihe von Strukturen hoher und überaus aktueller biologischer Relevanz gelöst werden. Abbildung 63 zeigt ein Beispiel, die Cytochrom-c-Nitritreduktase (Einsle et al., 1999); dieses bakterielle Enzym wandelt Nitrit in Ammoniak um. Ein weiteres Beispiel stellt die Struktur der membranbindenden Domäne des menschlichen Koagulationsfaktors V dar (Macedo-Ribeiro et al., 1999).

Alle Röntgenbeugungsmessungen wurden an der Strahlführung BW6 an DORIS durchgeführt, die von MPG und GBF gemeinsam betrieben wird.

Zytoskelett

Die MPG-Gruppe „Zytoskelett“ befasst sich mit der Strukturbestimmung von Proteinen des Zytoskeletts mit Hilfe der Synchrotronstrahlung sowie der Untersuchung des Struktur-Funktions-Zusammenhangs von Tubulin, Mikrotubuli-assoziierten Proteinen und Motorproteinen aus Nervenzellen. Weitere Untersuchungen betreffen die Dynamik zellulärer Bewegungs-, Polymerisations- und Transportprozesse sowie die Rolle des Mikrotubuli-assoziierten Proteins Tau in der Alzheimer-Krankheit.

Mikrotubuli sind hohlzylindrische Proteinfasern, die in vielen eukaryontischen Zellen nachgewiesen wurden. Sie sind Teil des sogenannten Zytoskeletts, das die Zellform und die räumliche Organisation subzellulärer Strukturen bestimmt. Mikrotubuli wirken aber auch an

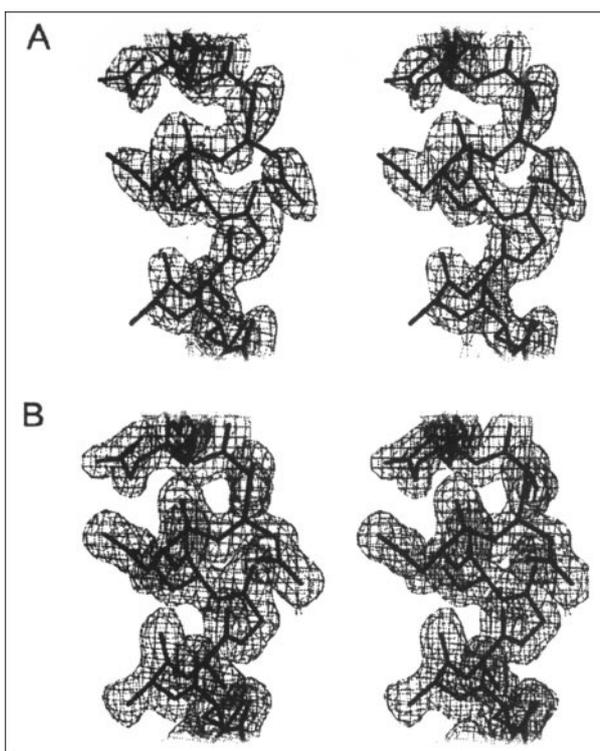


Abbildung 63: Cytochrom-c-Nitritreduktase von *S. deleyianum* (Einsle et al., 1999): (A) zeigt einen Ausschnitt aus der Dichteverteilung unmittelbar nach MAD-Phasierung, (B) nach der anschließenden Verfeinerung bei 1.9 Å Auflösung. Das Modell zeigt die homodimere Struktur, die insgesamt 15 Haemgruppen enthält.

vielen Transportprozessen mit, teils direkt aufgrund ihrer eigenen Dynamik, teils indirekt als Transportschienen für Motorproteine wie Kinesin und Dynein. Mikrotubuli bestehen aus einem globulären Protein, dem Tubulin, das unter physiologischen Bedingungen spontan zu Mikrotubuli polymerisiert. Ihre Eigenschaften werden durch eine Reihe von Mikrotubuli-assoziierten Proteinen (MAPs) beeinflusst, die an der Oberfläche der Mikrotubuli binden.

Die genaue Funktion der MAPs ist noch nicht bekannt. MAP2 und Tau, zwei Proteine, die den größten Teil der MAPs im Gehirn darstellen, sind an der Stabilisierung der Mikrotubuli beteiligt und regeln deren mechanische Eigenschaften, die Organisation der Mikrotubuli in größere Verbände und die Wechselwirkung der Mikrotubuli mit Motorproteinen und anderen Mikrotubuli-assoziierten Proteinen.

Eine anomale Aggregation des Tau-Proteins in der Alzheimer-Krankheit führt unter anderem auch zum Zusammenbruch der Mikrotubuli und zum Absterben der Neuronen. Um den Einfluss von MAPs auf die Bündelung der Mikrotubuli zu untersuchen, wurden

Mikrotubuli in Lösung durch Zentrifugation verdichtet und die dadurch erzielte Packung der Mikrotubuli mit Hilfe der Kleinwinkelstreuung von Synchrotronstrahlung analysiert. In Abwesenheit von MAPs können Mikrotubuli bereits durch moderate Zentrifugation zu dichten Bündeln gepackt werden. MAP2 beeinflusst die Bündelung der Mikrotubuli empfindlich. Mit zunehmender Konzentration von MAP2 muss eine immer längere und intensivere Zentrifugation aufgebracht werden, um den Widerstand der MAPs gegen eine dichte Packung zu überwinden. Diese Ergebnisse zeigen, dass die MAP-Proteine unter anderem die Rolle von „Raumfüllern“ haben, die dafür sorgen, dass in den Nervenzellen der Platz um die Mikrotubuli herum offen bleibt, um Transportvorgänge zu ermöglichen.

Das Motorprotein Kinesin gewinnt Energie aus der Hydrolyse von ATP zu ADP und setzt diese in gerichtete Bewegung entlang der Mikrotubuli um. Die Kopf- oder Motordomäne der schweren Kette des Kinesin ist sowohl für die Wechselwirkung mit Mikrotubuli als auch für die ATPase-Aktivität verantwortlich. In der Arbeitsgruppe „Zytoskelett“ wurden Kinesine aus verschiedenen Organismen und insbesondere Konstrukte mit der

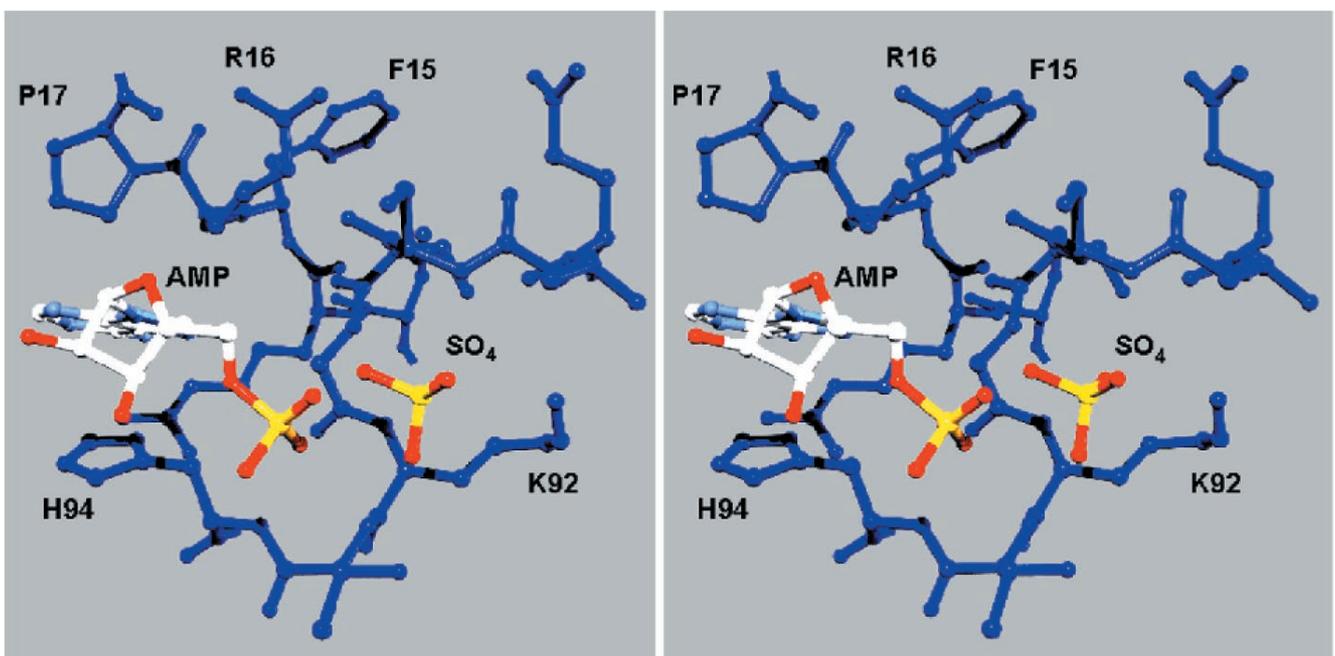


Abbildung 64: Stereobild der Nukleotidbindungstasche des Motorproteins Kinesin.

Motordomäne und verschiedenen langen Bereichen der sich anschließenden Stab-Domäne kloniert, in Bakterien exprimiert und in reiner Form dargestellt. Vor einiger Zeit ist es gelungen, die Röntgenstruktur eines monomeren und eines dimeren Konstruktes aus Rattenkinesin zu bestimmen. Beide Strukturen zeigen die Motordomäne in dem Zustand nach der Hydrolyse des ATP zu ADP. Um den Zustand vor der Hydrolyse oder einen Zwischenzustand zu bestimmen, wurde Kinesin in verschiedenen Pufferbedingungen mit diversen Nukleotid-Analogen kristallisiert. Die Analyse der Kristallstrukturen zeigte, dass das Motorprotein in allen bisher erhaltenen Kristallen dieselbe Konformation einnimmt (Abb. 64). Daraus wird geschlossen, dass die Konformationsveränderung für die Krafterzeugung erst dann erfolgt, wenn das Motorprotein an seiner Zielstruktur, den Mikrotubuli, andockt.

Struktur der Ribosomen

Ribosomen sind die universellen Zellorganellen, an denen der elementare Prozess der Proteinbiosynthese, das heißt die Übersetzung des genetischen Codes, stattfindet.

Die prokaryotischen Ribosomen bestehen aus zwei Untereinheiten unterschiedlicher Größe, die entsprechend ihren Sedimentationskoeffizienten 50S bzw. 30S genannt werden. Die große 50S Untereinheit hat ein Molekulargewicht von 1.45 Millionen Dalton und enthält neben 38 Proteinen zwei RNA-Ketten (5S und 23S) mit insgesamt 3000 Nukleotiden. Die kleine 30S Untereinheit dagegen besitzt ein Molekulargewicht von 0.85 Millionen Dalton und besteht aus 20–21 Proteinen und einer RNA-Kette (16S) mit etwa 1500 Nukleotiden.

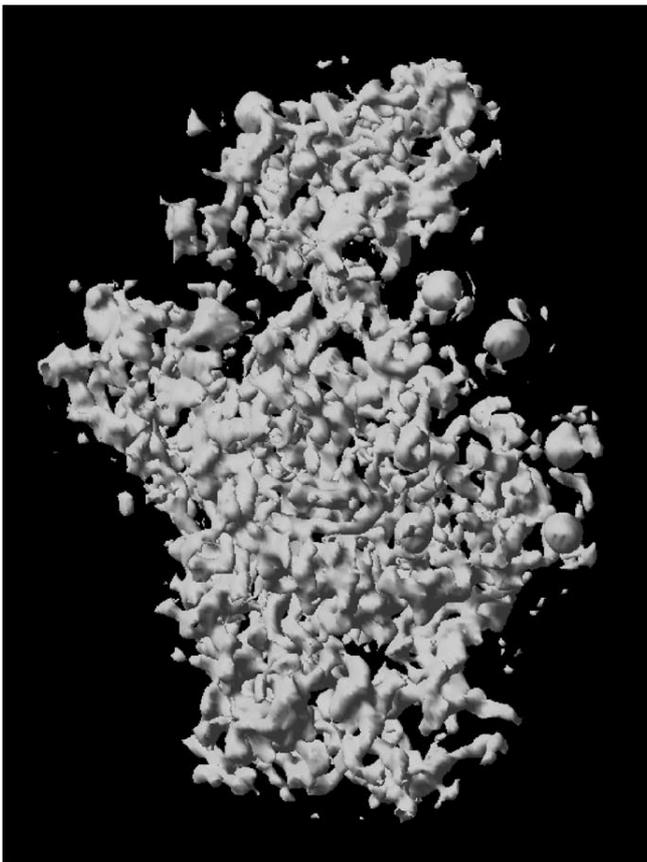


Abbildung 65: Struktur der 30S Untereinheit des Ribosoms aus *Thermus thermophilus*; links: Elektronendichte (Auflösung $\sim 4.5 \text{ \AA}$), rechts: Strukturmodell mit einem Teil der 16S RNA und mit allen ribosomalen Proteinen, soweit deren Struktur bekannt ist.

Im Zentrum der derzeitigen Untersuchungen stehen die kleine Untereinheit von *Thermus thermophilus* (T30S) und die große Untereinheit von *Haloarcula marismortui* (H50S), zweier Bakterienarten, die unter extremen Lebensbedingungen vorkommen.

Die H50S-Kristalle wachsen als dünne Plättchen mit Dimensionen von etwa $300 \times 300 \times 8 \mu\text{m}$. Obwohl diese Kristalle bis zu einer Auflösung von 2.7 \AA streuen, ist die Bestimmung der Kristallstruktur problematisch. Die Kristalle weisen ein sehr geringes Maß an Isomorphie auf und sind trotz ihrer geringen Dicke häufig in Schichten gewachsen, was die Datenqualität wesentlich beeinträchtigt. Die bisherigen Ergebnisse zeigen, dass in Richtung der C-Achse kaum Kristallkontakte vorhanden sind, was sowohl die geringe Dicke der Kristalle als auch den geringen Isomorphiegrad und ihr Diffraktionsverhalten zu erklären vermag.

Die 30S Partikel sind aufgrund ihrer Funktion bei der Proteinbiosynthese in sich flexibel. Dies hat anfänglich dazu geführt, dass die T30S Kristalle eine Auflösung von $10\text{--}12 \text{ \AA}$ nicht übertroffen haben. Elektronenmikroskopische Untersuchungen der 30S Untereinheiten haben ebenfalls gezeigt, dass die Population der 30S Partikel sehr inhomogen ist. Die Derivatisierung mit einem Wolfram-Komplex hat offensichtlich zu einer Stabilisierung der 30S Partikel im Kristallgitter geführt, denn damit konnte eine dramatische Verbesserung der

Auflösung erzielt werden, so dass Daten bis zu einer Auflösung von etwa 3 \AA gesammelt werden konnten.

Bislang konnte eine Elektronendichte mit einer Auflösung von etwa 4.5 \AA konstruiert werden (Abb. 65 links). Die Elektronendichte ist in grober Übereinstimmung mit elektronenmikroskopischen Daten, aber naturgemäß sehr viel detaillierter. So konnten inzwischen der größere Teil der 16S RNA sowie alle ribosomalen Proteine, deren Struktur bekannt ist, in die Elektronendichte modelliert werden (Abb. 65 rechts).

Die Zuordnung zwischen der Sequenz der RNA und dem Modell, das aus den kristallographischen Daten gewonnen wurde, ist nicht eindeutig. Zwar kann man sich auf eine immense Bibliothek biochemischer Daten berufen, aber die Daten sind häufig nicht genau genug, um auf molekularer Ebene eine präzise Zuordnung zu gewährleisten. Daher wurde versucht, ganz spezifische Stellen der 30S Untereinheit mit Schweratomen zu markieren. Dies kann entweder durch die direkte Derivatisierung ribosomaler Komponenten geschehen, oder durch die Markierung von funktionellen Trägern, die eine hohe Affinität besitzen. Mögliche Kandidaten für diese Prozedur sind Antibiotika, komplementäre DNA-Stränge (cDNA), tRNA oder andere Faktoren, die unmittelbar in die Proteinbiosynthese involviert sind. Auf diese Art und Weise konnten verschiedene RNA-Ketten, die Positionen des 3'-Endes der RNA sowie zweier Cysteine, die zu den ribosomalen Proteinen S11 und S13 gehören, bestimmt werden.

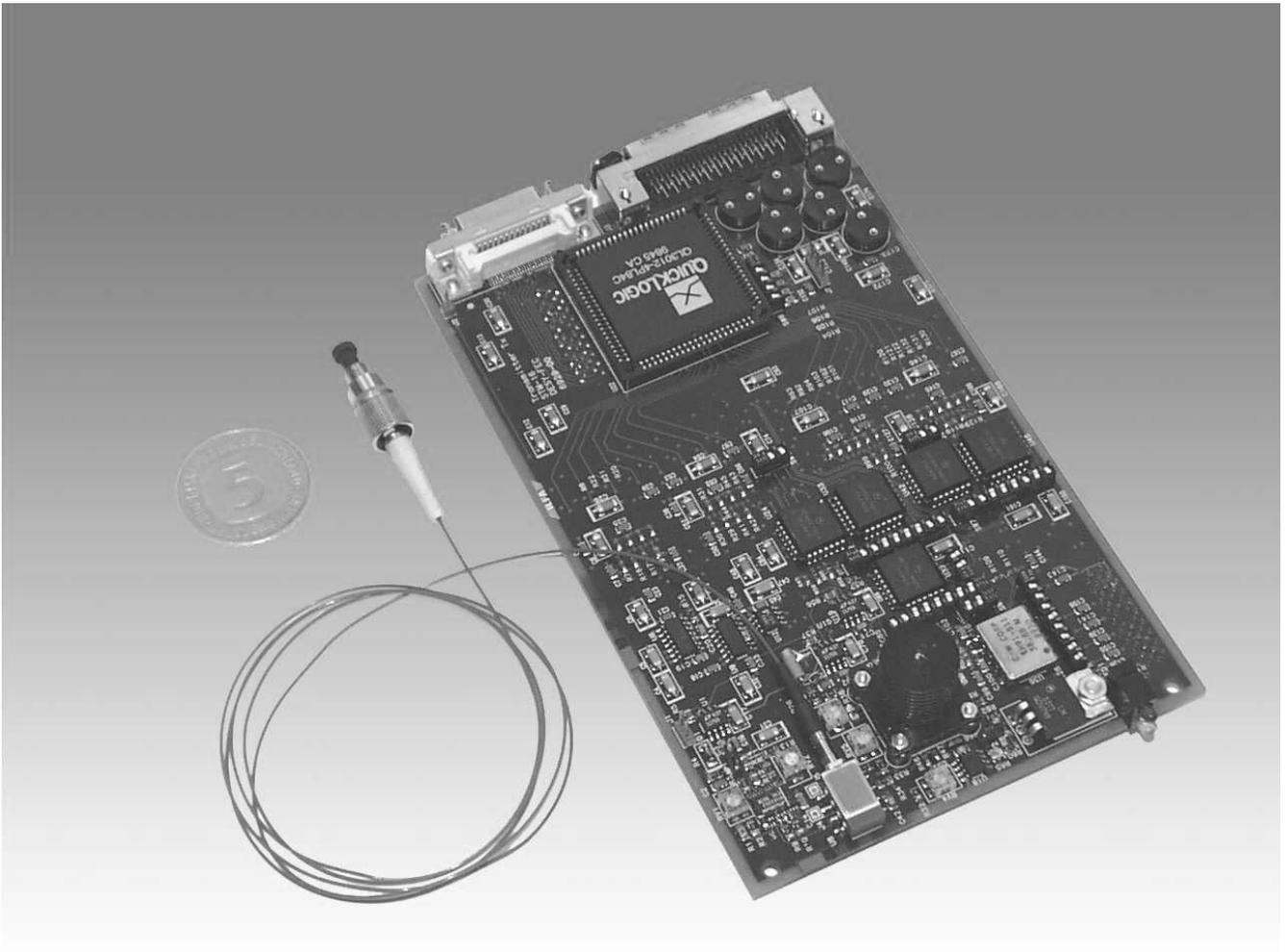


Abbildung 66: 2.488 Gbit/s-Transmitter zur Messdatenübertragung im Si-Driftdetektor-System.

Elektronik-Entwicklung

Zur Abteilung „Elektronik-Entwicklung“ (FE) gehören die Service-Gruppe (FEPOS) sowie die Gruppen für digitale Datenverarbeitung (FEA), analoge Signalverarbeitung (FEB), Opto- und Mikroelektronik (FEC) und für spezielle Softwareentwicklungen (FEE).

Service-Tätigkeiten

Die Service-Gruppe (FEPOS) führte mehr als 840 Reparaturen an elektronischen Geräten für die verschiedenen DESY-Gruppen durch; der Anteil an Reparaturen an EDV-Komponenten ist dabei deutlich gestiegen und lag im Berichtsjahr bei 63%.

Neben der Verwaltung des Elektronik-Pools und der Organisation des Geräte-Verleihs wurde von FEPOS die Aufgabe wahrgenommen, im Rahmen der Altgeräteverwaltung für eine sinnvolle Weiterverwendung nicht mehr benötigter Elektronik zu sorgen.

Von zwei Mitarbeitern wurden Tätigkeiten für den Z-Bereich ausgeführt und zunehmend Aufgaben im Zusammenhang mit WindowsNT übernommen; der Schwerpunkt lag vor allem in der Einführung von WindowsNT in der Verwaltung und in der Administration in Zusammenarbeit mit der NT-Projektgruppe.

Die Betreuung der Audio- und Video-Anlagen in den Hörsälen und Seminarräumen lag in den Händen von FEPOS und FEA, und es wurde eine Reihe von Erweiterungen und Modernisierungen durchgeführt.

Weiterhin wurden teilweise sehr umfangreiche Tätigkeiten durchgeführt auf den Gebieten Terminalserver, ISDN, technische Betreuung der Videokonferenzanlage (FEA), Wartung von ZEUS und HERA (FEB), Rufbereitschaft für HERA (FEB), sowie Bestückungs- und Bonddienstleistungen für H1 und TTF (FEC).

Die Anforderungen an das von der Gruppe FEA betreute EDA-System „Mentor Graphics“ sind im Berichtsjahr im normalen Umfang gestiegen und konnten ohne größere Investitionen in die Server-Hardware befriedigt werden. Zur Zeit gibt es etwa 20 Benutzer aus verschiedenen Gruppen, die das Mentor-System benutzen.

Die existierenden Server sind damit voll ausgelastet, der Anschluss weiterer X-Terminal-Arbeitsplätze (Standard-PCs unter WindowsNT mit X-Terminal-Software) würde eine Erweiterung der Server-Installation erforderlich machen.

Der unter anderem aus Sicherheitsgründen notwendige Übergang auf das jetzt aktuelle Betriebssystem SOLARIS 2.7 wurde auf allen Servern durchgeführt.

Auf dem Gebiet der Ausbildung wurden ein Auszubildender (FEPOS), mehrere Praktikanten aus verschiedenen Gruppen sowie die DESY-Auszubildenden auf dem Gebiet der Elektronik (FEA) betreut.

Projekte

HERA-B „Fast Control“ System

Die Arbeiten für das HERA-B „Fast Control“ System (FCS) beanspruchten auch in diesem Jahr einen Teil der Kapazität der Gruppe FEA. Das FCS ist ein zentraler Teil des Datenerfassungs-Systems des HERA-B Experiments. Es dient unter anderem zur hochgenauen (Jitter und Skew < 500 ps) Verteilung des von der Maschine gelieferten Bunch Crossing Signals an etwa 250 Crates am Detektor, zur Verarbeitung und Weiterverteilung der vom First Level Trigger erzeugten Information, sowie zur Behandlung der „Slow Control“ Anweisungen wie Starten und Stoppen der Datennahme, Erzeugung von Statistik-Informationen und

Funktionsüberwachung der Datennahme-Module. Neben der Durchführung verschiedener Modifikationen wegen geänderter Anforderungen wurde eine Reihe von zusätzlichen Funktionen implementiert, um eine bessere Überwachung der Datenübertragung und die Suche nach eventuellen Fehlern in anderen Modulen zu erleichtern. Die Produktion und Auslieferung sämtlicher für das Experiment angeforderter Module (etwa 250 „Tochter-Module“ und 250 „SHARC-Module“) wurde im Berichtsjahr abgeschlossen.

Detektorkarte für den Strahlenschutz

Es wurde ein Konzept für die Strahlenschutzgruppe (D3) erarbeitet, wie die veraltete und zunehmend schwerer zu wartende Strahlenschutzanlage erneuert werden kann. Die in diesem Zusammenhang im Vorjahr in Zusammenarbeit mit den Gruppen Strahlenschutz und FEE von der Gruppe FEB entwickelte Frontendkarte zum Einbau in die Strahlenschutz-Detektoren erwies sich als so empfindlich, dass sie zur Überwachung des Testbeschleunigers in Zeuthen eingesetzt werden kann. Ein System aus vier Kammern mit Elektronik wird für den Einsatz in Zeuthen vorbereitet. Dies ermöglicht auch den Langzeittest eines Systems, welches das existierende Strahlenüberwachungssystem bei DESY ersetzen kann.

Transientenrekorder

Bei HERA und TTF stellt sich oft die Aufgabe, die Ursache für Fehlerzustände eindeutig zu erkennen. Dazu dient die Erfassung schneller Vorgänge, analog oder digital, synchron zu einem Taktsignal, das einheitlich für die ganze Maschine ist. Da die Signalquellen oft nur an weit verstreuten Stellen auftreten und der hochohmige Transport dieser Signale nicht ohne große Qualitätsverluste möglich ist, wurde von den Gruppen FEB und FEA ein Transientenrekordersystem entwickelt, bei dem die Signalkonversion vor Ort durchgeführt wird und Signale nur digital übertragen werden. Die Konversion erfolgt synchron zu einem externen Takt oder mit einer einstellbaren Taktrate (maximal 100 kHz) mit 12 Bit Auflösung für analoge Werte. Die Werte, Zählraten oder logischen Zustände werden in einen 8 k tiefen

Speicher geschrieben. Die geforderten Geräte wurden gefertigt, getestet und an verschiedenen Stellen, zum Beispiel von MHF-p, in Betrieb genommen. Es stehen neben einer Anzahl von „Tastköpfen“ auch mehrere Typen von Datensammel- und Triggereinheiten zu Verfügung. Zur Zeit wird die Entwicklung eines Tastkopfes weiter getrieben, der transiente Signale an den Klystron-Netzgeräten von HERA auch während einer Abschaltung messen kann. Die dabei auftretenden Spannungen von etwa 30 kV stellen ein besonderes Problem dar, namentlich für die Versorgung des Tastkopfes. Eine Lösung mit einem Transformator musste aus Platzgründen, wegen des hohen Gewichts und der Kosten verworfen werden. Erste Versuche mit einer kapazitiven Stromversorgung zeigen erfreuliche Ergebnisse; die elektrischen Rückwirkungen sind akzeptabel.

Monochromator-Stabilisierung

Für HASYLAB wurden von der Gruppe FEB in Zusammenarbeit mit HASYLAB digitale Stabilisierungen der Röntgenstrahl-Monochromatoren entwickelt, gefertigt und in Betrieb genommen. Die erzielbare Regelgenauigkeit hängt hauptsächlich von der Trägheit der Regelstrecke und der Qualität der Strahlintensitätssignale ab, wie im Jahresbericht 1999 von HASYLAB geschildert wurde. Die Stabilisierungen (DMOSTAB) sind an DORIS (HASYLAB und EMBL) sowie am ESRF im Einsatz. Da es auch Anfragen von anderen Labors gab, laufen zur Zeit Lizenzverhandlungen mit einer Elektronikfirma im Hamburger Raum.

Temperaturüberwachung für HERA

Im Rahmen der Luminositätserhöhung werden zur Überwachung der Synchrotronstrahlungs-Absorber in HERA von mehreren Gruppen Temperatursonden benötigt, an deren Entwicklung die Gruppe FEB arbeitet. Aufgabe der Elektronik ist es, rechtzeitig Übertemperaturen zu entdecken und gegebenenfalls den Beschleuniger HERA-e abzuschalten. Strahlenresistenz, erhöhter Temperaturbereich, Wartbarkeit, sichere Datenübertragung, einfache Montage und Ausfallsicherheit sind daher von großer Bedeutung. Als Sensor wurden vom Anwender Widerstandssensoren (Pt100) vorgegeben. Kommerzielle Temperatúrauslesen scheiden

aus Sicherheitsgründen und wegen mangelnder Strahlungsresistenz aus. Wegen des geringen Rauschabstandes, der geforderten Genauigkeit von wenigen Grad bei Betriebstemperaturen von bis zu 500 °C und des Strahlungspegels ist ein Verstärker mit eingebautem Digitalisierer nahe am Sensor unter dem Abschirmbeton gewählt worden.

Abbildung 67 zeigt einen Prototyp des Digitalisierers, der auf einer DIN-Schiene im Elektronikkanal montiert werden kann.

Die digitalen Signale laufen auf einer eigenständigen digitalen Elektronik auf, die die aktuellen Werte im 100 ms Takt (Vielfaches von 20 ms) mit ladbaren Maskenwerten vergleicht. Jede Temperatur kann jederzeit abgefragt und der Zustand des Maskenvergleichs beobachtet werden. Wird eine Schwelle über- oder unterschritten, so öffnet ein Relaiskontakt. Die Schwellen werden vom Kontrollsystem via Intranet in die Hardware geschrieben bzw. daraus ausgelesen. Der lokale Rechner übernimmt auch die Kommunikation mit den Archivrechnern bei HERA. Eine Speichertiefe von vielen Minuten lässt sich leicht verwirklichen. Bei Bedarf kann die gemessene Temperaturverteilung benutzt werden, um die vermutete Lage des Strahlenfächers zu errechnen.



Abbildung 67: Prototyp des Digitalisierers (HERA Temperaturüberwachung).

Zur Zeit befindet sich die erste Lieferung der Eingangswandler im Prüffeld. Die digitale Elektronik und das Rechnersystem werden vorbereitet für den Einbau in den Beschleuniger ab September 2000.

Silizium-Driftdetektorsystem

FEC beteiligt sich seit Mitte 1998 an einem Forschungsvorhaben zur Entwicklung eines Silizium-Driftdetektor-Systems für röntgenholographische und EXAFS-Experimente. Im vergangenen Jahr wurden zusammen mit Mitarbeitern des HASYLAB und des Halbleiterlabors des MPI entsprechende Feldversuche mit einem 7-zelligen Prototypensystem abgeschlossen (siehe HASYLAB-Jahresbericht), deren Resultate in die Entwicklung eines 120-zelligen Detektorsystems münden. Im Rahmen dieser Messungen konnte die Eignung analoger Systemgrößen (Koppelkapazität zum Detektor, Zeitkonstanten der ladungsempfindlichen Vorverstärker- und Filterstufe) verifiziert werden, die nunmehr im Chipdesign Anwendung finden.

Das aufgeführte Blockschaltbild (Abb. 68) zeigt die erforderliche Systemumgebung, deren modularer Aufbau auch einen Ausbau auf mehr als 1000 Kanäle sicherstellt. FEC bearbeitet alle hier gezeigten Baugruppen und Module mit Ausnahme der Detektorarrays.

In Zusammenarbeit mit Mitarbeitern von ZM31 (Technische Infrastruktur DESY) wurde eine erste Serie empfindlicher Graphit-Gehäuseteile mit einer Fertigungstoleranz von unter 50 µm gefertigt. Analytische Feldberechnungen und numerische Feldsimulationen, die in Zusammenarbeit mit MPY durchgeführt wurden, haben gezeigt, dass sich die elektrischen Verbindungen zwischen Detektor und Chip mittels flexibler Anschlussfolie und AlN-Dünnschichtkeramik mit etwa 15 µm breiten Leiterbahnen bei minimalen Abständen von etwa 30 µm hinreichend parasitätsarm realisieren lassen: Die Koppelkapazität zwischen benachbarten Leitungen beträgt maximal etwa 60 fF, die Streukapazität einer Signalleitung gegen Masse erreicht 1.4 pF. Induktive Einflüsse können aufgrund der endlichen Spektralkomponenten bis etwa 3 MHz vernachlässigt werden. Numerische Berechnungen zum thermischen Modulverhalten, die einer Moduloptimierung dienen, wurden experimentell verifiziert. Die Herstellung modulinterner Komponenten,

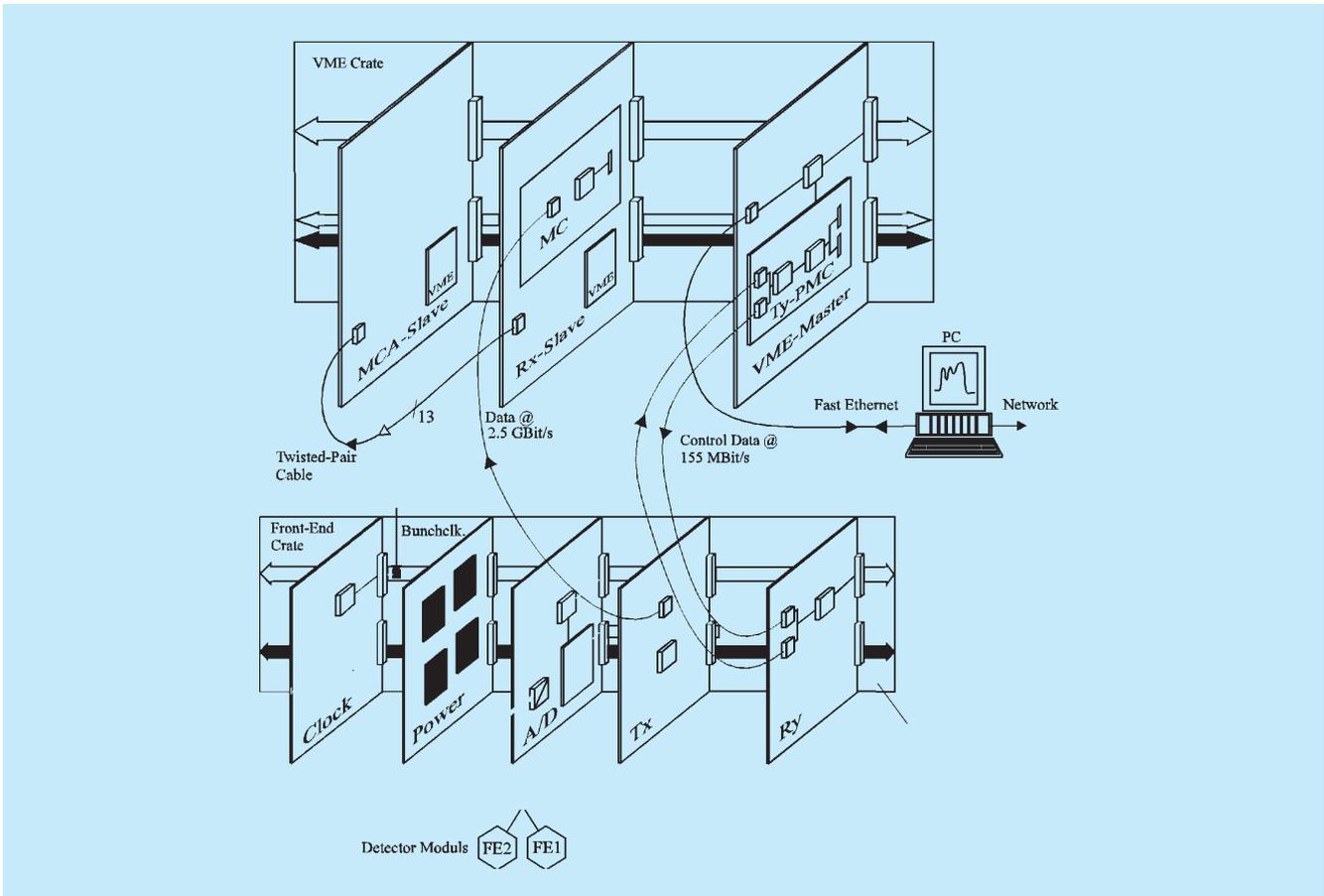


Abbildung 68: Vereinfachtes Blockschaltbild des Si-Driftdetektor-Systems.

wie Detektorarray, elektrische Verbindungskomponenten und Strahlungsschild, sowie die Fertigstellung eines ASIC-Prototyps ist für das kommende Jahr geplant.

Die nachgeschaltete Elektronik besteht aus einem AD-Wandlermodul, einem optischen Übertragungssystem sowie einem Multikanalanalysator und verarbeitet die Daten von insgesamt 120 Detektorkanälen. Das AD-Wandlermodul besteht aus 20 hybrid integrierten 12-Bit-Wandlern mit jeweils einem seriellen Ausgang. Der Wandler arbeitet bei einer Abtastrate von etwa 6 MHz. Im vergangenen Jahr wurden Hybridprototypen erfolgreich getestet. Ein Prototyp der Mutterkarte im Europakartenformat wird in 2000 erwartet. Das Übertragungssystem stellt die Messdatenverbindung zwischen AD-Wandlermodul und dem VME-Multikanalanalysator sicher. Über eine Monomodefaser werden die Daten di-

gital mit einer standardisierten Rate von 2.488 Gbit/s übertragen. Abbildung 66 zeigt die Photographie der Senderschaltung im Europakartenformat. Die Empfängerkarte weist gleiches Format auf und wird als Tochterkarte auf einem VME-Modul betrieben. Die empfangenen und aufbereiteten Daten verlassen die VME-Mutter entweder über eine elektrische Frontplatten-Verbindung zum Multikanalanalysator oder sie werden in einem modulinternen RAM abgelegt und asynchron über den VME-Bus ausgelesen. Im Labor wurden Bitfehlerraten von etwa 10^{-13} erreicht.

Die Systemsteuerung übernimmt ein kommerzielles VME-Mastermodul mit LINUX-betriebem Signalprozessor. Den ablaufsteuernden, bidirektionalen Kontrolldatenverkehr zwischen den detektornahen AD-Wandler- und Transmitter-Modulen und den VME-

Modulen obliegt einem weiteren digitalen optischen Übertragungssystem mit einer Baudrate von 155.52 Mbit/s. Abbildung 69 zeigt die zugrunde liegende Transceiver-Schaltung, die VME-seitig als PMC-Modul ausgelegt wurde. Der Zugriff auf die Steuerdaten erfolgt über den lokalen PCI-Bus des kommerziellen VME-Mastermoduls. Der Multikanalanalysator (MCA, entwickelt in Zusammenarbeit mit FEA) dient der Online-Signalverarbeitung des Eingangsdatenstromes von etwa 233 MByte/s. Im Histogramm-Modus werden Daten von 120 Driftzellen mit einer Auflösung von 4096 Klassen bei einer maximalen Zählertiefe von 33 Bit histogrammiert. Im Rohdatenmodus beträgt die Speichertiefe pro Zelle etwa 11 000 Ereignisse.

Mit den gezeigten Prototypen sowie dem ebenfalls fertiggestellten MCA-Prototyp sind für das kommende Jahr Systemtests geplant. Mit der Entwicklung geeigneter Steuer- und Auswertesoftware wurde bereits begonnen.

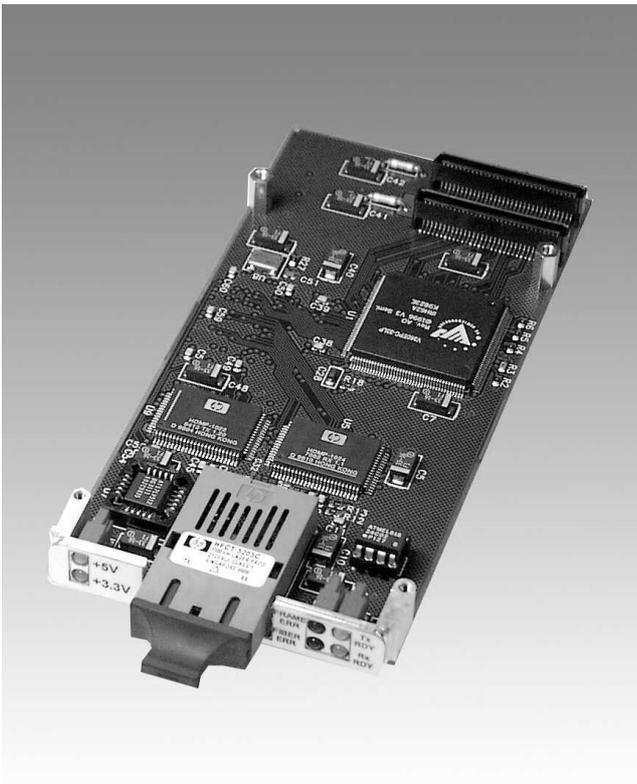


Abbildung 69: 155.52 Mbit/s-Transceiver zur Kontrolldatenübertragung im Si-Driftdetektor-System.

Diverse Einzelentwicklungen

In Zusammenarbeit mit HASYLAB wurden von der Gruppe FEA verschiedene Versionen von Multikanalanalysatoren (VME, IP) entwickelt. Sie erlauben alle die Aufnahme von Spektren bei gleichzeitiger Möglichkeit der Auslese und sind an die verschiedenen, bei HASYLAB existierenden ADC/TDC-Geräte angepaßt.

Für MPY wurden mehrere Timing- bzw. Triggermodule entwickelt, die im Rahmen der Messungen von Multibunch-Schwingungen zum Einsatz kommen.

Software-Aktivitäten

Für die meisten der oben erwähnten Entwicklungen wurden von der Gruppe FEE teilweise recht umfangreiche Testprogramme erstellt.

Zur Erleichterung der Tests von VME-Modulen wurde ein Testsystem entwickelt, das über eine interaktiv zu bedienende Benutzeroberfläche verfügt. Es erlaubt die Erzeugung von VME-Zyklen in allen Standard-VME Daten- und Adressformaten, die Darstellung und den Vergleich von eingelesenen Werten und die Generierung von Programmschleifen, ohne dass durch den Benutzer ein spezielles Programm geschrieben werden muß.

Mitarbeiter von FEE waren auch in diesem Jahr wesentlich beteiligt bei der Pflege des VMS-Systems und im Rahmen des WindowsNT-Projekts. Über Einzelheiten dieser Projekte wird an anderer Stelle berichtet.

Verschiedenes

Im Berichtsjahr wurden wiederum zwei Mitarbeiter von FEA abgestellt für Tätigkeiten bei H1, ein weiterer Mitarbeiter war nahezu vollständig für ZEUS (Micro-Vertex-Detektor, MCX) bzw. D3 (Strahlenschutz-Überwachungsanlage) tätig.

Neben der eigentlichen Entwicklungstätigkeit wurden von FEA umfangreiche Layoutarbeiten (etwa 25 Einzelprojekte) für verschiedene Gruppen, wie FEB, HASYLAB oder HERA-B, geleistet.

Bibliothek und Dokumentation

Die Gruppe „Bibliothek und Dokumentation“ sammelt die von den DESY-Mitarbeitern benötigte Fachliteratur, insbesondere zur Teilchenphysik, Quantenfeldtheorie und Beschleunigertechnik. Neuerscheinungen werden schnellstmöglich beschafft, katalogisiert und zur Benutzung bereitgestellt.

Die Zentralbibliothek in Hamburg und die Bibliothek von DESY Zeuthen informieren ihre Benutzer elektronisch im World Wide Web (WWW) des Internet. Die Zentralbibliothek informiert darüber hinaus über die Neuerwerbungen der Bibliotheken von DESY Hamburg in den gedruckten „Bibliotheksmitteilungen“.

Sie verwaltet auch den Druck wissenschaftlicher DESY-Veröffentlichungen (1999 waren es 201 DESY-Berichte, 6 Diplomarbeiten und 40 Dissertationen, 3 Konferenzabhandlungen, 12 der Internen Berichte und 133 Publikationen in Fachzeitschriften) und führt gemeinsam mit der SLAC-Bibliothek einen Konferenzenkalender.

Die ordnungsgemäße Übertragung der elektronisch lesbaren Versionen der DESY-Berichte in die e-print-Archive des Los Alamos National Laboratory LANL wird überwacht.

Die gesamte Literatur zur Hochenergiephysik wird in enger Zusammenarbeit zwischen den Bibliotheken des Stanford Linear Accelerator Center SLAC und DESY dokumentarisch bearbeitet, und die Literaturdatenbank HEP, die Dokumente ab Mitte der siebziger Jahre enthält, mit täglicher Aktualisierung erstellt und im WWW zugänglich gemacht.

Als anerkannte Ausbildungsstelle bildet die DESY-Zentralbibliothek Fachangestellte für Medien- und Informationsdienste mit Fachrichtung Bibliothek aus und stellt Praktikumsplätze für Studenten des Bibliothekswesens zur Verfügung. Im Jahr

1999 befand sich eine Auszubildende im zweiten Lehrjahr, zwei Auszubildende haben die Ausbildung aufgenommen. Eine Studentin der Fachhochschule Stuttgart absolvierte ein sechswöchiges Informationspraktikum, eine der Fachhochschule Hamburg ein dreimonatiges Hauptpraktikum für den Studiengang Wissenschaftliche Bibliotheken. Ein Diplom-Physiker absolviert in der DESY-Dokumentation den berufspraktischen Teil der zweijährigen Ausbildung zum Wissenschaftlichen Dokumentar. Die theoretische Ausbildung am Institut für Information und Dokumentation in Postdam hat er im Dezember 1999 abgeschlossen.

Die Gruppe „Bibliothek und Dokumentation“ ist korporatives Mitglied in der Arbeitsgemeinschaft der Spezialbibliotheken (ASpB) im Deutschen Bibliotheksverband (DBV), im Arbeitskreis Bibliotheks- und Informationswesen der Hermann von Helmholtz-Gemeinschaft Deutscher Forschungszentren (HGF) und in der Deutschen Physikalischen Gesellschaft (DPG).

Bibliotheken

DESY hat neben der Zentralbibliothek eine Institutsbibliothek bei DESY Zeuthen, eine Bibliothek im Hamburger Synchrotronstrahlungs-Labor HASYLAB und eine Abteilungsbibliothek der Arbeitsgruppe MKS. Ungefähr 26 500 Bücher wurden Ende 1999 über den gemeinsamen OPAC (Online Public Access Catalogue) nachgewiesen.

Die Institutsbibliothek im HASYLAB enthält im wesentlichen Literatur zur Festkörperphysik. Der Bestand umfaßt etwa 1100 Bücher (ohne Zeitschriftenbände). Erwerbung und Katalogisierung werden von der Zentralbibliothek durchgeführt. Für die Benutzung gelten laborinterne Regelungen.

	Zugang	Löschungen	Bestand (31.12.1999)
Monographien	992	99	27 366
Gebundene Zeitschriftenbände	1009*	—	25 654
Laufend gehaltene Zeitschriften	19	58**	398***
Zeitschriften (Verwaltung)	1	—	31****
elektronische Zeitschriften	10	29	577

*Hierin sind 76 Bände für EMBL enthalten

** davon sind 26 Abonnements für EMBL

*** zzgl. 21 Abonnements von Tages-/Wochenzeitungen

**** davon 12 Abonnements von Zeitungen

Tabelle 1: *Entwicklung des Bibliotheksbestands in 1999.*

Die Bücherei der Abteilung MKS enthielt Ende 1999 etwa 190 Monographien und Lehrbücher zur Tieftemperatur-/Kältetechnik und zur Vakuumtechnik. Die Benutzung ist auch dort intern geregelt.

Alle Aufgaben der früheren Verwaltungsbücherei werden von der Zentralbibliothek wahrgenommen.

Zentralbibliothek

Im Berichtsjahr benutzten etwa 1800 Leser regelmäßig die Zentralbibliothek. Sie verursachten durchschnittlich 120 Ausleihvorgänge pro Woche. Im nehmenden Leihverkehr wurden 532, im gebenden 273 Literaturbestellungen positiv bearbeitet. Die Entwicklung des Bibliotheksbestands im Berichtszeitraum zeigt Tabelle 1.

Forschungsberichte und Vorabdrucke mit Themen zur Elementarteilchenphysik werden seit 1993 aus verschiedenen Volltextdatenbanken übernommen und auf einem UNIX-Server des Rechenzentrums gespeichert. Von diesen „Electronic Preprints“ werden keine gedruckten Exemplare in die Berichtssammlung aufgenommen.

Für die von Verlagen angebotenen elektronischen Versionen von Zeitschriften erstellt die Bibliothek bequeme Zugriffsmöglichkeiten auf ihren WWW-Seiten.

Der HGF-Arbeitskreis Bibliotheks- und Informationswesen führte auch 1999 für die HGF-Einrichtungen Verhandlungen mit Verlagen, Agenturen und Informationsdienstleistern über Konsortialverträge für den gemeinsamen Zugang zu den elektronischen Versionen der abonnierten Zeitschriften und zu Literatur- und Faktendatenbanken. Mit der Verlagsgruppe Elsevier wurde der Vertrag im Sommer 1999 unterzeichnet. Er sichert den HGF-Bibliotheken und den Mitarbeitern der HGF-Forschungszentren bis Ende 2001 den Zugang zu 417 elektronischen Zeitschriften. Der im Vorjahr geschlossene Vertrag mit Academic Press wurde zum Jahresende 1999 gekündigt, weil kein Konsens über die Konditionen für den Zugang zu den elektronischen Zeitschriften dieses Verlags ab Januar 2000 erreicht wurde. Insgesamt konnte 1999 auf die Inhaltsverzeichnisse, Kurzfassungen und Volltexte der Veröffentlichungen in 577 elektronischen Zeitschriften zugegriffen werden.

Im Herbst 1999 wurde das Release 12.1 der integrierten Bibliothekssoftware ALEPH-500 installiert. Neben dem Arbeiten mit dem System in Katalogisierung und Ausleihe können, sobald die erforderlichen Daten eingegeben sein werden, auch die Module für die Erwerbung und die Zeitschriftenverwaltung eingesetzt werden. Dies soll im Laufe des Jahres 2000 erfolgen. Die notwendigen Schulungen wurden Anfang Dezember durchgeführt.

Bibliothek von DESY Zeuthen

Diese Bibliothek wird von 190 Lesern regelmäßig genutzt. Sie konnten sich Ende des Berichtsjahres aus 8196 Monographien, 7424 Zeitschriftenbänden und etwa 3500 Forschungsberichten der letzten drei Jahre informieren. 92 Zeitschriftentitel sind abonniert. 1999 wurden 170 Literaturstellen im nehmenden Leihverkehr besorgt, 80 davon von der Zentralbibliothek in Hamburg.

Dokumentation

Die Gruppe „Dokumentation“ stellt die von den DESY-Mitarbeitern und den bei DESY tätigen Gästen benötigte Literatur- und Fakteninformation in elektronischer Form zur Verfügung. Sie pflegt das integrierte Bibliothekssystem ALEPH und die Web-Seiten der Zentralbibliothek. Ihre Hauptaufgabe ist aber die schnelle Bereitstellung von Informationen über neu erschienene Forschungsberichte, Publikationen in Fachzeitschriften, Lehrbücher, Monographien und Konferenzabhandlungen.

Literaturdatenbank HEP

Die Literaturdatenbank HEP wird gemeinsam mit der SLAC-Bibliothek, der weitere Fachbibliotheken weltweit zuarbeiten, erstellt.

Im Jahr 1999 hat die Gruppe „Dokumentation“ für die Datenbank HEP 5843 Publikationen in Fachzeitschriften und Konferenzabhandlungen und 12 025 Forschungsberichte und Vorabdrucke klassifiziert und indexiert. 848 Publikationen wurden mit Schlagwörtern vollständig neu in die Datenbank aufgenommen, von weiteren 10 248 Publikationen und 1143 Forschungsberichten wurden, um sie in der Datenbank schnell nachzuweisen, zunächst nur die bibliographischen Angaben erfasst. Für 8276 bereits dokumentierte Berichte wurden nach ihrer Veröffentlichung Publikationsvermerke hinzugefügt.

Die Datenbank ist im WWW weltweit recherchierbar und bietet Links zu elektronisch angebotenen Kurzfassungen und Volltexten. Die Schlagwörter, die eine besonders effiziente Literatursuche ermöglichen, werden ergänzt, sobald die Veröffentlichungen dokumentarisch bearbeitet worden sind.

Bei der Katalogisierung von Artikeln in elektronisch verfügbaren Zeitschriften werden zunehmend online erhältliche bibliographische Daten der Verlage ausgewertet. Viele Zeitschriftenartikel sind deshalb schon vor Erscheinen der gedruckten Version in der HEP-Datenbank nachgewiesen.

Die Zusammenarbeit in der Literaturdokumentation mit den Bibliotheken des SLAC und des Europäischen Laboratoriums für Teilchenphysik CERN in Genf wurde im Berichtsjahr weiter vertieft. Anfang März fanden Gespräche mit Mitarbeitern dieser Bibliotheken am CERN statt. Die Bibliothek des CERN und die DESY-Dokumentation prüfen gemeinsam die Möglichkeit des Einsatzes einer Indexierungssoftware zur automatischen Beschlagwortung von elektronisch lesbaren wissenschaftlichen Publikationen in der Hochenergie-/Elementarteilchenphysik.

Informationsangebot

Der Zugriff auf die Literaturdatenbank HEP ist über das WWW möglich. Über die Web-Seite der DESY-Bibliothek erhält man auch Zugang zum gemeinsamen elektronischen Online-Katalog aller Bibliotheken am DESY, zu den Neuzugangslisten der Bücher und Berichte, zum Zeitschriftenverzeichnis der Zentralbibliothek, zu den Inhaltsverzeichnissen und Volltexten der abonnierten elektronischen Zeitschriften und zur Konferenzen-Datenbank.

Die Zentralbibliothek vermittelte auch 1999 den Zugang zu den Datenbanken des Fachinformationszentrums Energie, Physik, Mathematik in Karlsruhe und zum Fachinformationszentrum Technik in Frankfurt. Hauptnutzer des FIZ Karlsruhe waren Mitarbeiter am HASYLAB, des FIZ Frankfurt die Gruppe Konstruktion.

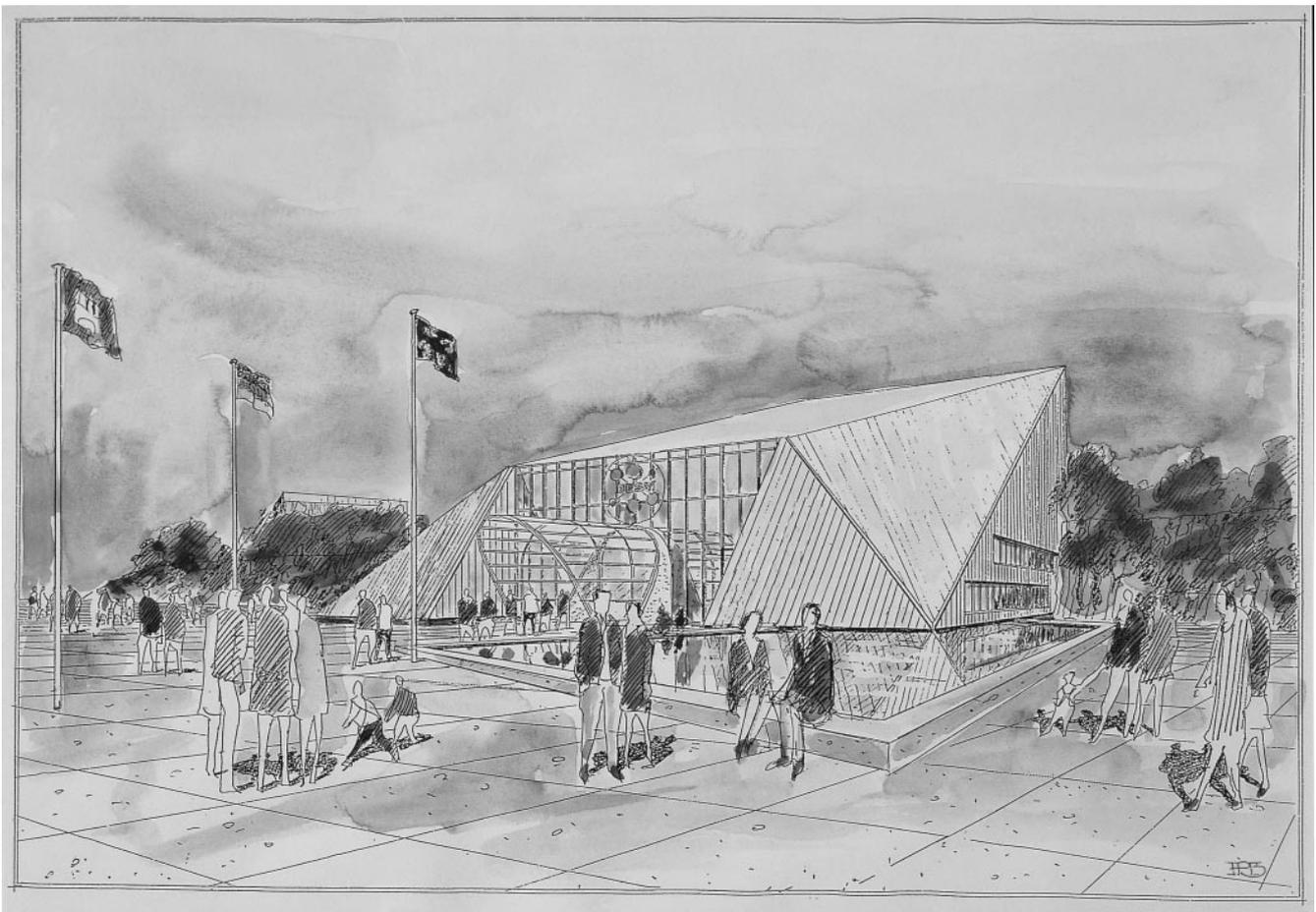


Abbildung 70: Im Jahr 2000 wird in dieser Halle (das Bild zeigt eine Architektenzeichnung) auf einer Fläche von 1200 m^2 die DESY-Ausstellung „Licht der Zukunft – Light for the New Millennium“ gezeigt, zu der 50- bis 80-tausend Besucherinnen und Besucher erwartet werden. Bei diesem „futuristisch“ anmutenden Gebäude handelt es sich um die neue HASYLAB-Experimentierhalle, in der ab 2003 die Forschungen an dem Freie-Elektronen-Laser (TFE-FEL) beginnen werden. Der Bau der Halle wurde vorgezogen, so dass sie vom 1. Juni bis zum 31. Oktober 2000 als Ausstellungsgebäude benutzt werden kann. Der neue Laser wurde von einer Bundesjury als Weltweites Projekt der EXPO 2000 ausgewählt und kann während der DESY-EXPO besichtigt werden.

Presse- und Öffentlichkeitsarbeit

Der Dialog mit der Öffentlichkeit ist eine Herausforderung, die von DESY gern und mit großem Einsatz angenommen wird. Die Abteilung „Presse- und Öffentlichkeitsarbeit“ (PR) erfüllt hier die Funktion einer „Schnittstelle“ und sorgt für den nötigen Informationsfluss, wobei sie stets mit der vollen Unterstützung aller DESY-Bereiche und -Gruppen rechnen kann. Dies betrifft insbesondere die Vorbereitungen für die DESY-EXPO „Licht der Zukunft“.

Konkret bedeutet das für die PR-Arbeit, ständig ein aktuelles und vielfältiges Spektrum an Informationsangeboten und Kommunikationsmaßnahmen zu pflegen. Dazu gehört der weit gefächerte Kontakt zu den Medien, die Herausgabe von Informationsschriften für einen breiten Leser- und Interessentenkreis sowie des Wissenschaftlichen Jahresberichts, die regelmäßige Durchführung von Besichtigungen (1999 kamen über 11 000 Besucherinnen und Besucher in 418 Einzelgruppen zu DESY, davon 219 Schülergruppen und 69 Studentengruppen) und die Präsentation des Instituts auf Messen und Ausstellungen. Dazu gehört auch, ständig für allgemeine, von außen an DESY herangetragene Anfragen ansprechbar zu sein sowie die bei DESY arbeitenden Menschen über Neues aus den verschiedenen Bereichen des Zentrums zu informieren.

Es werden hier nicht nur die Schwerpunkte der unter der Regie der PR-Abteilung durchgeführten Aktivitäten vorgestellt, sondern auch Maßnahmen, die im Berichtsjahr von anderen DESY-Gruppen realisiert wurden.

Die volle PR-Konzentration war im Berichtsjahr auf die Vorbereitung der DESY-EXPO „Licht der Zukunft – Light for the New Millennium“ gerichtet, die parallel zur Weltausstellung EXPO 2000 in der Zeit vom 1. Juni bis zum 31. Oktober täglich in Hamburg bei DESY gezeigt werden wird. Hier galt es, den ehrgeizigen Anspruch umzusetzen, eine 1200 m² große, multimedial

gestaltete Erlebnis-Wissenschaftsausstellung zu schaffen, die das Interesse eines breiten Publikums weckt. Sie wird zweisprachig angelegt (deutsch/englisch) und ist in den fünf Monaten täglich geöffnet. Es werden 50- bis 80-tausend Besucherinnen und Besucher erwartet, davon etwa die Hälfte Schüler. Unter dem Titel „Licht der Zukunft – Ein 300 Meter langes supraleitendes Röntgenlaser-Mikroskop beim Forschungszentrum DESY“ ist dieses Projekt 1998 von einer Bundesjury als eines der Hamburger Weltweiten Projekte der EXPO 2000 ausgewählt worden. DESY hatte sich entschlossen, hier nicht nur den neuen Tunnel mit den ersten Aufbauten des Freie-Elektronen-Lasers (FEL) zu zeigen, sondern die Gelegenheit zu nutzen, einer breiten Öffentlichkeit Hintergründe und Ziele seiner aktuellen Forschung sowie das Zukunftsprojekt TESLA vorzustellen. Aus diesem Grund wurde der Bau der FEL-Experimentierhalle vorgezogen. Sie liegt logistisch so günstig, dass der Zugang zu der Ausstellung und dem neuen FEL-Tunnel direkt über einen vorhandenen öffentlichen Parkplatz erfolgen kann.

Für die Zeit der Ausstellung wird die Experimentierhalle durch temporäre Ausbauten in einen inneren und einen äußeren konzentrischen Raumbereich verwandelt, der sich über drei Stockwerke erstreckt. Durch diese besondere architektonische Gestaltung ergeben sich in der bis unter das Dach offenen Halle Themenräume, die die Besucher in Ruhe durchwandern können. Die Inhalte der Ausstellung gliedern sich in folgende drei Hauptthemen:

- der neue 300 m lange Röntgenlaser – das „Licht der Zukunft“,
- die aktuelle DESY-Forschung mit HERA und HASYLAB,
- das Zukunftsprojekt TESLA, wobei der Röntgenlaser mit etwa 50% des Darstellungsvolumens den Schwerpunkt bildet.

Alle drei Themen werden in den Informationsniveaus „Neugier“, „Einblick“ und „Wissen“ kommuniziert, so dass ein breites Publikum jeder Altersstufe erreicht wird – vom interessierten Laien ohne physikalische Vorkenntnisse über Lehrer und Schüler bis zum Physikstudenten. Unterschiedliche Ausstellungsmedien sollen die „Neugier“ an den dargebotenen Themen wecken und den „Einblick“ hinter die Forschungskulissen ermöglichen. Dies sind insbesondere

- die Ausstellungswände mit prägnanten Text- und eindrucksvollen Bilddarstellungen, in die auch Vitrinen mit kleinen Anschauungs-Exponaten eingearbeitet sind, zum Beispiel alte Röntgenröhren, ein Teil des Kalorimeters zur Energiemessung von Elektronen und Photonen, das bis 1994 in einem HERA-Detektor im Einsatz war, oder ein gewachsener Silizium-Kristall mit Waver-Platte,
- Original-Exponate und Prototypen aus den Forschungsanlagen von DESY, die für die DESY-EXPO speziell aufbereitet sind und viele Fenster zum Hineinschauen bieten, zum Beispiel eine Strahlführung aus der HASLYAB-Experimentierhalle mit Gitter- und Probenkammern, eine 2 m lange zylindrische Driftkammer mit etwa 32 000 vergoldeten Drähten, die elf Jahre in einem DORIS-Detektor im Einsatz war, druckfeste Glaskugeln mit Photomultipliern, die zu dem Neutrino-Teleskop AMANDA gehören und am Südpol bis zu 2500 m tief ins Eis gelassen werden, die ersten Original-Komponenten in dem neuen FEL-Tunnel – ein 12 m langes Beschleunigungsmodul sowie drei Undulator-Gestelle,
- Hands-on-Experimente zu bei DESY eingesetzten Techniken, wie Reinraum-Staubzählung, Vakuum oder Elektronen-Beschleunigung, und zu Erscheinungen im Alltag, zum Beispiel verschiedene Lichtprojektionen, die Wirkung unterschiedlicher Lichtquellen, der Einsatz von Radiowellen, Infrarotstrahlung oder ultraviolettem Licht,
- eindrucksvolle audio-visuelle Projektionen von nicht direkt beobachtbaren Vorgängen, zum Beispiel der Beschleunigung eines Elektronenstrahls in einem TESLA-Modul oder der Kollision von hochenergetischen Elektronen und Positronen in einem Detektor.

Die „Wissensinseln“ bieten den Besucherinnen und Besuchern die Möglichkeit, das Gesehene und Erlebte entsprechend den individuellen Bedürfnissen zu vertiefen. Dazu gibt es in den unterschiedlichen Themenbereichen der Ausstellung passende interaktive Themen-Terminals oder „Stehbücher“ zum Nachlesen, Zentralstationen, an denen die gesamte Ausstellung virtuell besucht und vertiefende Fragen beantwortet werden, die Bibliothek mit einer Auswahl populärwissenschaftlicher Bücher, CDs und Video-Bildschirmen und – natürlich – Internet-Stationen.

Beim Betreten der Ausstellungshalle werden die Besucher durch den bis zu 10 m hohen inneren konzentrischen Raumbereich „eingefangen“ und auf das Kommende neugierig gemacht mit Darstellungen zu den Themen

- „Licht der Zukunft“: Röntgenquellen, Mikroskope, Laser, Röntgenlaser-Mikroskope,
- „Forschen für die Zukunft“: Menschen und Forschung bei DESY,
- „Das Zukunftsprojekt TESLA“: Design, Technik und Werdegang,
- „TESLA als Präzisionswerkzeug zur Formulierung unseres Weltbildes“: hochenergetische Elektron-Positron-Kollisionen für die Teilchenphysik.

In dem äußeren Raumkomplex werden Einblicke in die aktuellen DESY-Forschungen gegeben:

- Entstehen und Funktionsweise des HERA-Beschleunigers und der HERA-Detektoren,
- die HERA-Ergebnisse im Zusammenhang mit dem Standard-Modell der Teilchenphysik,
- das Forschungsangebot im HASYLAB,
- das AMANDA-Projekt des DESY-Standorts Zeuthen.

Die zweite Ebene der Ausstellungshalle bietet einen Rundgang an, der mit einem Anschauungslehrpfad zu den Begriffen „Licht“, „Strahlung“, „Röntgen“, „Laser“ bis hin zum „Freie-Elektronen-Laser“ beginnt, dann durch eine Original-Interlocktür in den als

HASYLAB-Experimentierbereich gestalteten Raumbereich führt, in dem Methoden und Anwendungsbeispiele aus der Forschung mit Synchrotronstrahlung gezeigt werden. Hier finden sich zum Beispiel Titel wie

- „Muskeln bewegen alles, aber wie bewegt sich der Muskel?“,
- „Sorgt für Bodenhaftung und verschleißt Motoren – Der alltägliche Kontakt mit der Reibung“,
- „Die Form bewahren – wie Hautcremes haltbar bleiben“,
- „Güterverkehr in der Zelle – Molekulare Motoren fahren mit chemischer Energie“,
- „Nicht vergessen! – Den Ursachen der Alzheimer-Krankheit auf der Spur“.

Den Abschluss dieses Rundgangs bildet ein von der Phänomenta, einem Science Center in Flensburg, gestalteter Erlebnisraum „Sensoren und Sinne des Menschen“.

In der dritten Ebene liegt das Lighthouse Café, kombiniert mit Internet-Plätzen, dessen Terrasse auf den Wall des neuen FEL-Tunnels führt. Von dort gelangen die Besucher zum Eingang des Röntgenlaser-Tunnels. Er ist in den ersten 50 Metern schon mit Originalkomponenten ausgestattet und bietet auf dem Rest der Strecke Platz für Hands-on-Exponate, Bildwände und Modelle.

Im Berichtsjahr galt es, die Umsetzung dieses Ausstellungskonzepts in Gang zu setzen und voranzutreiben.

DESY ist es ein besonderes Anliegen, junge Menschen in die Lage zu versetzen, sich über das TESLA-Projekt zu informieren. Aus diesem Grund hat DESY einen Schulbuch-Verlag mit der Entwicklung von Unterrichtsmaterial zum TESLA-Projekt beauftragt. Es handelt sich um eine dokumentierte Folienmappe zu den Themen „TESLA-Teilchenphysik“ und „TESLA-Röntgenlaser“, die außer einer Serie von Overhead-Folien auch Schülerseiten mit Aufgaben und Hintergrundinformationen für Lehrer enthält. Das Material wird bundesweit allen 4200 Gymnasien, Gesamtschulen und Schulen mit gymnasialer Oberstufe kostenlos zur Verfügung gestellt, und jeder Physiklehrer hat die Gelegenheit, es gegen einen Kostenbeitrag als Broschüre zu bestellen. Im Hinblick auf die DESY-EXPO wurde im Berichtsjahr mit der Produktion des Teils

„TESLA-Röntgenlaser“ begonnen, der im Frühjahr 2000 an die Schulen geschickt werden soll, so dass Lehrerinnen und Lehrer in die Lage versetzt werden, ihre Klasse auf eine Exkursion zur DESY-EXPO vorzubereiten. Er enthält die Basisinformation zu DESY und jeweils acht Unterrichtseinheiten für drei Niveaustufen, die für Physik-Grundkurse und -Leistungskurse geeignet sind. Der Teil „TESLA-Teilchenphysik“ soll Anfang 2001 als Ergänzungslieferung zur Verfügung gestellt werden.

Dirk Rathje, Physik-Diplomand bei DESY und Wissenschaftsjournalist, wurde im November des Berichtsjahres im Rahmen der Verleihung des renommierten Georg von Holtzbrinck-Preises für Wissenschaftsjournalismus mit einer „lobenden Erwähnung“ für seine verständliche und unterhaltsame Web-Reise in die Welt der Quarks ausgezeichnet. Sie ist unter dem Titel „Kworkquark – Teilchenphysik für alle!“ im Internet zu finden: www.desy.de/Kworkquark/.

Besonderen Wert legt DESY auf ein breit gefächertes Informationsangebot für Schüler und Lehrer. Deshalb nahm DESY 1999 nicht nur an der 90. Hauptversammlung des Deutschen Vereins zur Förderung des mathematischen und naturwissenschaftlichen Unterrichts (MNU) in Saarbrücken teil, sondern auch an der 46. MNU-Regionaltagung in Bremerhaven. In beiden Fällen stand die Werbung für eine Exkursion zur DESY-EXPO im Mittelpunkt sowie die kostenlose Abgabe verschiedener für den Unterricht geeigneter Medien zu DESY-Themen. Es handelt sich um eine Diskette mit dem interaktiven Programm „Kworkquark – Teilchenphysik für alle“ (seit 1999), Overhead-Folien, Dias, Kopiervorlagen für eine Unterrichtseinheit zum Thema „Standard-Modell“ von Pedro Waloschek und den Video-Film „Billy Beam auf den Spuren der Teilchen“. Insgesamt wurden seit der Einrichtung dieses Dienstes im Jahr 1996 bis Ende des Berichtsjahres Medien an 595 Lehrerinnen und Lehrer verschickt. Der Videofilm wird seit 1994 außerdem über die Landesbildstellen bundesweit im Verleih angeboten. Bis Ende 1999 betrug die Zahl der Vorführungen 1917 mit insgesamt 23 435 Zuschauern.

Unter dem Titel „Zielgruppe Lehrer/Schüler“ richtete die PR-Abteilung einen zweitägigen Workshop für die Hermann von Helmholtz-Gemeinschaft Deutscher Forschungszentren (HGF) aus, der im April 1999 auf Initiative der HGF-Pressereferenten bei DESY stattfand. Mit

arbeiterinnen und Mitarbeiter der Helmholtz-Zentren diskutierten mit Vertretern aus den schulischen und hochschuldidaktischen Bereichen ein besonders „öffentlichkeitsrelevantes“ Ziel: Wie und womit kann eine stabile Brücke geschlagen werden vom Zentrum der aktuellen Forschung zum Lernort Schule? Als Beobachterin war eine Wissenschaftsjournalistin eingeladen, die auch den Workshop-Bericht verfasste.

Wie in jedem Jahr war DESY mit einem Stand auf der zehntägigen Verbrauchermesse „Du und Deine Welt“ in Hamburg vertreten. Außerdem präsentierte sich DESY mit der Vorstellung des industriellen HASYLAB-Angebots im Rahmen der „HiTech“-Veranstaltung in der Handelskammer Hamburg, und parallel zu einem Physik-Kongress wurde eine Ausstellung über DESY und das TESLA-Projekt in Bialystok, Polen, gezeigt.

PR-Maßnahmen anderer DESY-Gruppen

DESY Zeuthen veranstaltete im Berichtsjahr einen sehr erfolgreichen Tag der offenen Tür, zu dem knapp 1400 Besucherinnen und Besucher kamen. Außerdem war DESY Zeuthen im Rahmen des Brandenburger Tages der Wissenschaft und Forschung und beim Marie Curie-Tag des Gymnasiums Ludwigsfelde vertreten. Ein besonderes Ereignis war die Vorstellung des AMANDA-Projekts auf einem Stand des Wissenschaftsmarkts, den

die Stadt Stuttgart anlässlich der Sonnenfinsternis am 11. August 1999 veranstaltete.

Das Projekt „physik.begreifen@desy.de“ wird mit pädagogischer Unterstützung der Hamburger Schulbehörde bei DESY durchgeführt und bietet zweimal in der Woche Schülerinnen und Schülern der 9./10. Jahrgangsstufe bei DESY die Möglichkeit, zum Thema „Vakuum“ einen Tag lang selbst zu experimentieren, einfache wissenschaftliche Zusammenhänge zu erarbeiten und dabei in DESYs Forschungsalltag „hineinzuschnuppern“. Im Berichtsjahr konnten 1450 Jugendliche an diesem Programm teilnehmen. Zusätzlich bekamen zehn Schülergruppen, die DESY im Rahmen einer Studienfahrt besichtigten, die Gelegenheit, einen Nachmittag selbst zu experimentieren. Eine Ausweitung des Programms ist in Planung. Das Projekt „physik.begreifen@desy.de“ wurde im Berichtsjahr vom Stifterverband für die Deutsche Wissenschaft mit einem Förderpreis für das Jahr 2000 ausgezeichnet.

An besonders interessierte Schülerinnen und Schüler wendet sich die 1998 gegründete Seminarreihe „Faszination Physik“ – ein Treffpunkt und Diskussionsforum für junge Leute zu Themen der modernen Physik. Die Themen werden zusammen mit den Jugendlichen ausgesucht und unter Begleitung eines Physiklehrers dargeboten und diskutiert. Im Berichtsjahr behandelten die Seminare, die jeden Samstag nachmittag stattfinden, zum Beispiel die Frage „Durchbohrt – von einem Schwarzen Mini-Loch“ oder „Zeitreisen in die Zukunft“.

DESY Zeuthen

Inhalt

Übersicht	143
Forschungsthemen DESY Zeuthen	145
Zentrale Dienste DESY Zeuthen	165

Übersicht DESY Zeuthen

Die verschiedenen Zweige des Forschungsprogramms von DESY Zeuthen wurden auch im Berichtszeitraum 1999 weiter verfolgt und ausgebaut. Es gibt durch die Projektgruppen H1, HERMES und ZEUS und Mitarbeiter der Theoriegruppe eine starke und erfolgreiche Beteiligung an der HERA-Physik. Im April war DESY Zeuthen Gastgeber des Internationalen Workshops über tiefunelastische Streuung, DIS'99. Mit etwa 300 Teilnehmern und einem interessanten Programm war dieser Workshop ein großer Erfolg.

Das Schwergewicht der experimentell-technischen Arbeiten lag 1999 auf der Vervollständigung des HERA-B Experiments. Die Zeuthener HERA-B Gruppe leistete mit großer Unterstützung durch die Fachgruppen des technischen Bereichs wichtige Beiträge zum äußeren Spurkammerdetektor und nahm die L4-Rechnerfarm in Betrieb.

Die Neutrino-Astrophysik (Abb. 72) und die Entwicklung und der Einsatz von Parallelrechnern sind zu festen Bestandteilen des Zeuthener Programms geworden. Das Jahr 1999 war für die gemeinsam mit Mitarbeitern des INFN durchgeführte Entwicklung des Parallelrechners APE1000 von besonderer Bedeutung: die ersten vollständig bestückten Prozessorboards wurden getestet und erfolgreich in Betrieb genommen, so dass mit der Implementierung physikalischer Anwendungen begonnen werden konnte. Die Arbeiten für das Zukunftsprojekt TESLA erhalten im Labor ein immer größeres Gewicht. Im September des Jahres wurde ein neues Projekt gestartet und mit den Vorbereitungen für die Errichtung des Photoinjektor-Teststandes begonnen.

Wie in den zurückliegenden Jahren gab es vielfältige Aktivitäten zur Außendarstellung des Labors und

zur Popularisierung der Teilchenphysik. Höhepunkt war dabei der „Tag der Offenen Tür“ bei DESY Zeuthen, zu dem diesmal nahezu 1400 interessierte Besucher aus Zeuthen, dem umliegenden Landkreis und aus Berlin kamen (Abb. 71).

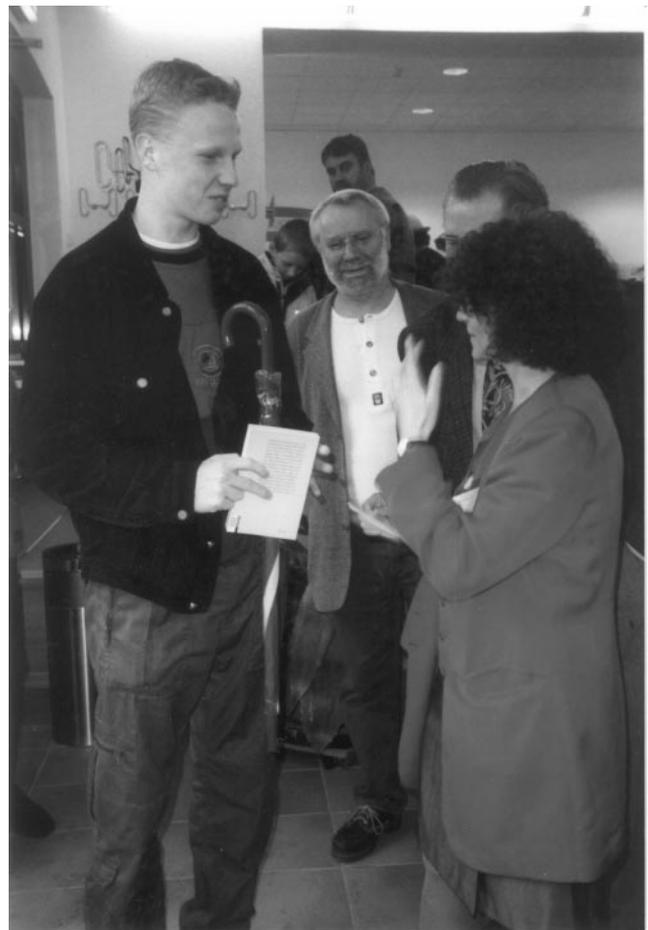


Abbildung 71: „Tag der Offenen Tür“ am 8.5.1999: der 1000. Besucher wird begrüßt.

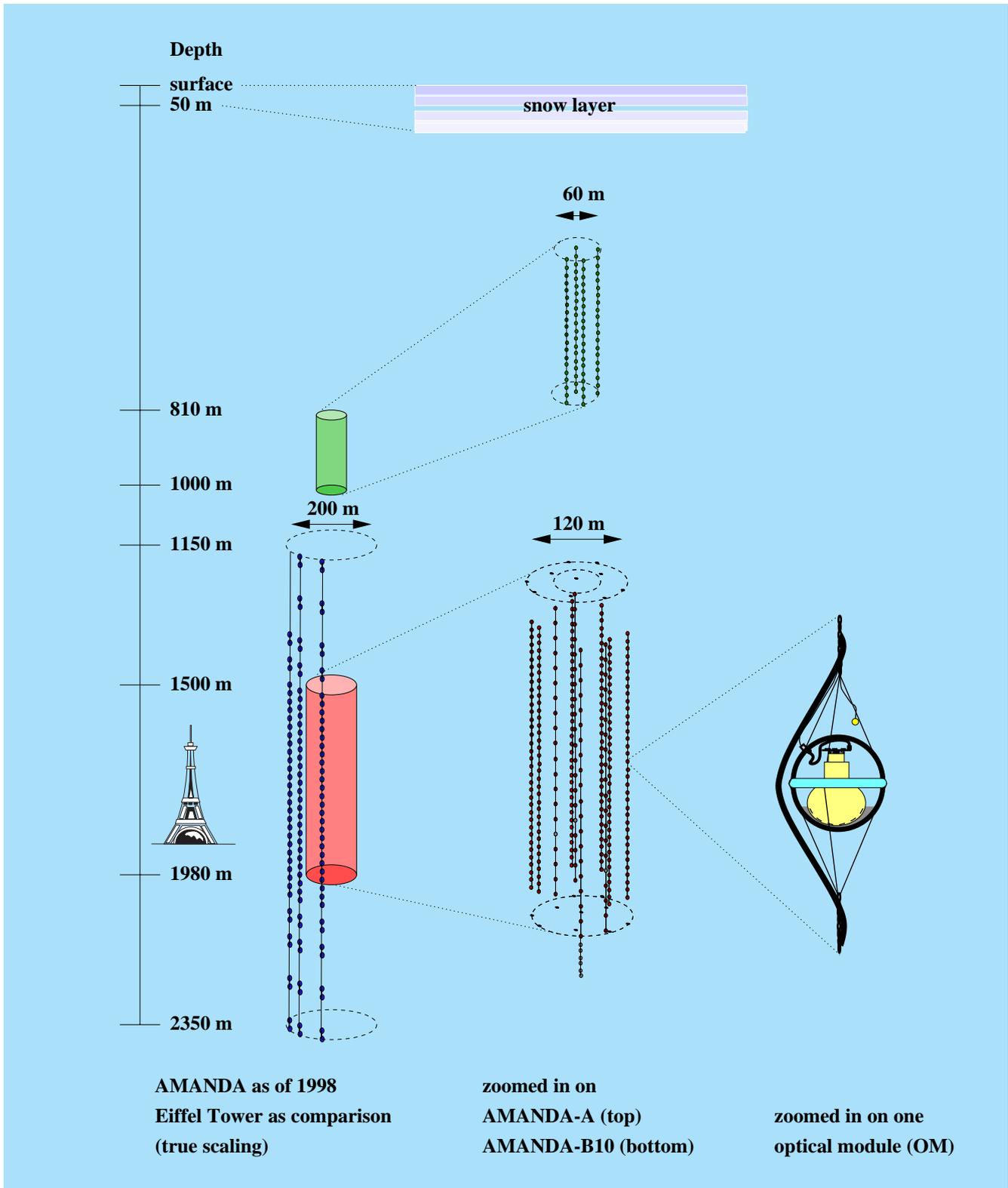


Abbildung 72: Schematische Ansicht des AMANDA-Detektors.

Forschungsthemen DESY Zeuthen

Experimente bei HERA

Das H1-Experiment

Physikanalyse, Messung des tiefunelastischen ep Streuquerschnitts

Auf dem Lepton-Photon-Symposium in Stanford stellte die H1 Kollaboration eine Präzisionsmessung des inklusiven Elektron-Proton-Streuquerschnitts bei HERA im Bereich von Impulsüberträgen Q^2 zwischen 1 und 150 GeV^2 vor. Mit der erreichten Genauigkeit von 2–3% stellt dieses Ergebnis eine deutliche Verbesserung der bisherigen Messungen des inklusiven Elektron-Proton Streuquerschnitts dar. Diese Daten sind Grundlage für weitere wichtige Resultate, wie der Ausdehnung des Messbereichs zu großen Werten von Bjorken x , der Bestimmung der Gluon-Impulsdichte bei kleinen x Werten (Abb. 73) und einer verbesserten Messung der longitudinalen Strukturfunktion $F_L(x, Q^2)$. Der von Zeuthen entwickelte „Backward Silicon Tracker“ (BST) liefert Daten zur Elektronen-Identifikation, Vertex-Rekonstruktion und Polarwinkelmessung, die für die physikalische Analyse sehr wichtig sind. Die Zeuthener H1-Gruppe hat neben Bau und Betrieb des BST auch wichtige Beiträge zur Analyse und physikalischen Interpretation der Daten geliefert.

Die Silizium-Spurdetektoren BST und FST

Seit dem Jahr 1998 enthält der BST acht Detektorebenen mit je 16 radial segmentierten Sensoren: Die Gesamtzahl der Auslesekanäle beträgt 81 920. Ein wichtiger Meilenstein in der Datennahme mit dem BST war der sogenannte „Minimum Bias Run“ im Dezember des Jahres, mit dem zur Komplettierung der Daten bei kleinen Q^2 etwa 3.5 pb^{-1} Luminosität bei 920 GeV

Proton-Energie aufgezeichnet wurden. Die Effektivität der Detektoren war größer als 90%.

Einer der 16 im ϕ -Winkel segmentierten Sektoren ist seit 1998 mit acht Prototypen eines zweiten Sensortyps bestückt, um Ladung und Impuls der durchgehenden Teilchen zu messen. Diese einseitigen, AC gekoppelten Sensoren wurden im CIS Erfurt hergestellt und haben ein Signal-Rausch-Verhältnis von etwa 24. Die Software für die 3D-Rekonstruktion von Spuren unter Verwendung der Hits in den r und ϕ Sensoren wurde entwickelt.

Eine weitere Komponente des BST sind die Silizium-Pad-Sensoren, mit deren Hilfe ein Trigger zur Selektion von unter kleinen Winkeln gestreuten Elektronen realisiert werden soll. Frühere Messungen hatten ergeben, dass der dafür verwendete Verstärkerchip modifiziert werden muss, um „Common Mode“-Störungen zu unterdrücken. Daher wurde in diesem Jahr die Struktur eines neuen Pad-Readout-Chips entwickelt. Das ASIC Design wurde von der Firma IDEAS (Oslo) durchgeführt. Gefertigt wurde der Chip von AMS (Österreich). Der neue Auslesechip enthält 32 Kanäle mit jeweils einem ladungsempfindlichen Vorverstärker, Impulsformer, Analogausgang, Diskriminator und Ausgangslogik. Die Kanäle können paarweise zur „Common Mode“-Unterdrückung zusammenschaltet und alle Ausgänge einzeln oder wahlweise logisch verknüpft ausgelesen werden.

Im Zusammenhang mit der Installation von supraleitenden Quadrupolen nahe der Wechselwirkungsregion, die der Erhöhung der Luminosität ab dem Jahr 2001 dienen, muss der BST von acht auf fünf Ebenen verkürzt werden und dem neuen Strahlrohr, das einen elliptischen Querschnitt besitzen wird, angepasst werden. Damit wurde eine weitgehende Überarbeitung des mechanischen und elektrischen Konzepts des BST erforderlich. So wurde die Konstruktion der Kohlefaserträgerstruktur überarbeitet und ein neues Repeaterboard entworfen.

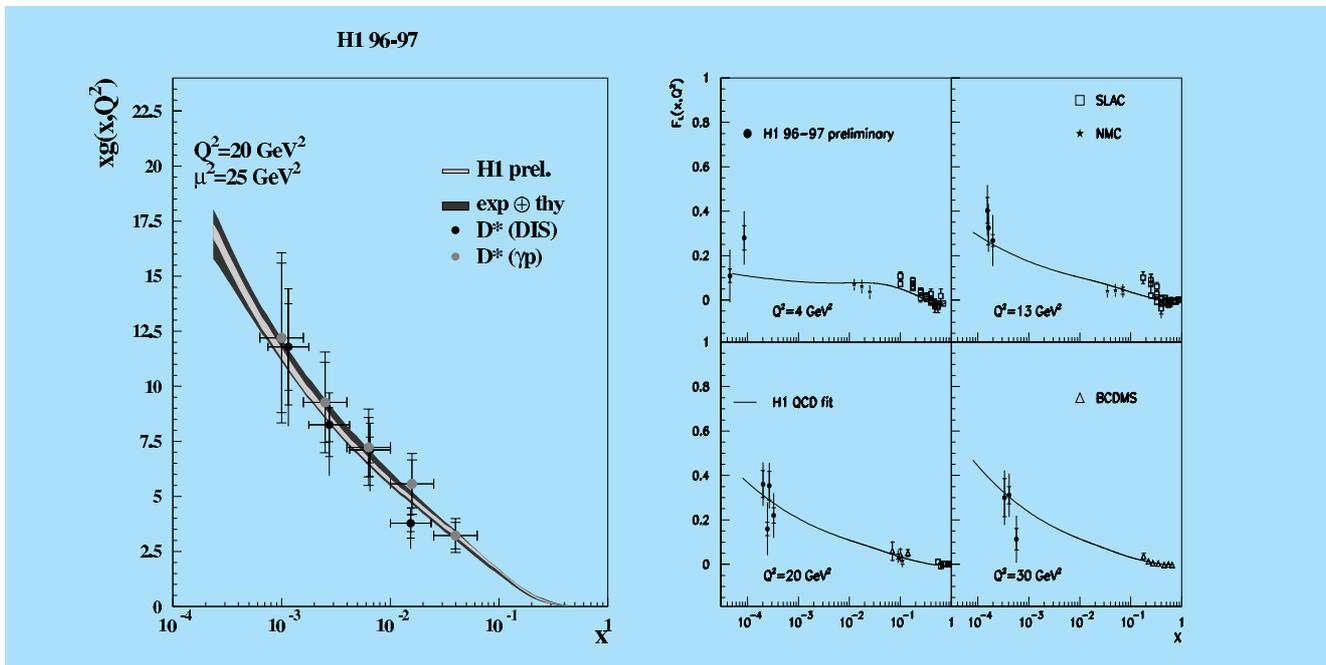


Abbildung 73: Bestimmung der Gluon-Impulsdichte xg (links) und der longitudinalen Strukturfunktion F_L (rechts) in einer Messung des inklusiven tiefunelastischen Streuquerschnitts der H1-Kollaboration.

Anfang 1999 wurde von PRC und Direktorium der Vorschlag zum Bau eines „Forward Silicon Tracker“ (FST) genehmigt. Dieser Detektor wird Daten liefern, die die Spurerkennung und -rekonstruktion bei kleinen Winkeln ($8^\circ < \Theta < 16^\circ$) verbessern wird. Das physikalische Programm dieses Detektors umfasst die Suche nach neuen Teilchen, die Präzisionsmessung des inklusiven Streuquerschnitts bei hohen y und Q^2 und die Untersuchung der Charm-Produktion bei mittleren x -Werten.

Der FST wird wie der BST fünf Sensorebenen haben (Abb. 74). Bei der Realisierung gibt es technische Besonderheiten, da die elektrischen Signale nach vorn, das heißt zwischen dem zentralen und dem vorderen Spurdetektor entlang, herausgeführt werden müssen. Dazu wurde der Prototyp eines Adapterrings entworfen und getestet.

Vorwärts-Proton-Spektrometer

Das Vorwärts-Proton-Spektrometer (FPS) von H1 dient zum Nachweis von Protonen, die unter kleinem Win-

kel relativ zum auslaufenden Protonen-Strahl den Zentraldetektor von H1 verlassen. Das FPS nahm 1999 kontinuierlich Daten mit allen vier Stationen und konnte dabei im Berichtsjahr die bisher größte Anzahl von Ereignissen seit Inbetriebnahme aufzeichnen ($\sim 7.5 \text{ pb}^{-1} / \sim 10.2 \text{ pb}^{-1}$ mit den horizontal / vertikal angeordneten Detektoren). Zur Zeit werden mit diesen Daten systematische Untersuchungen durchgeführt, die physikalische Analyse ist auf Themen wie Messung des Streuquerschnitts der Erzeugung von ρ -Mesonen, Messung der Spindichtematrix und Bestimmung von F_2^{Diff} bei hohen x -Werten gerichtet.

1999 wurde mit den Arbeiten für einen Baugruppenaustausch begonnen. Es ist beabsichtigt, Faserdetektoren und die optoelektronischen Baugruppen auszutauschen, um die Langzeitverfügbarkeit des Detektors zu gewährleisten. Die Verfügbarkeit von Fasern mit höherer Lichtausbeute gestattet Veränderungen bei der Anordnung der Fasern im Detektor („Staggering“), die dazu führen, dass die räumliche Auflösung nicht mehr von der Effektivität abhängt. Bisherige methodische Untersuchungen lassen eine Verbesserung von Effektivität und räumlicher Auflösung bei der Spurrekonstruktion er-

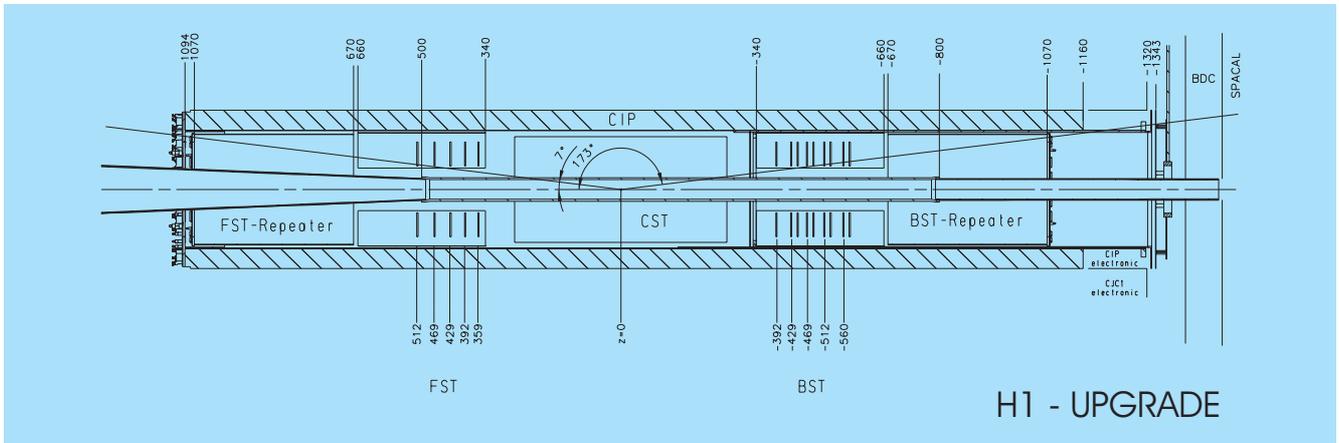


Abbildung 74: *r-z* Ansicht der Siliziumdetektoren BST und FST.

warten. Es ist zunächst geplant, Ende Dezember 1999 einen Prototyp-Detektor zu montieren, um Erfahrungen im Betrieb zu sammeln.

Die Funktionstüchtigkeit der COZ-Driftkammer, die eine Messung der z -Koordinate ermöglicht, wurde auch 1999 durch intensive Betreuung gewährleistet.

Nahezu 107 Monte Carlo-Ereignisse wurden auf der PC-Farm der Gruppe simuliert und rekonstruiert. Diese Farm von zehn Dual Pentium 450 MHz PCs bildete auch die Grundlage für die Analyse der Strukturfunktions-Daten. Der Betrieb dieser Farm erfolgte in Zusammenarbeit mit der DV Gruppe.

Die Hardware-Entwicklungen zum BST und FST erfolgten in Zusammenarbeit mit Kollegen aus Prag, die Erarbeitung der QCD-Analyse der Strukturfunktionen wurde gemeinsam mit Theoretikern aus Zeuthen und Leiden durchgeführt.

Das Experiment HERA-B

Die zentrale physikalische Aufgabenstellung des HERA-B Experiments ist es, Effekte der CP-Verletzung in Teilchensystemen, die Bottom-Quarks enthalten, zu messen. Die Bottom-Mesonen werden in Wechselwirkungen der Protonen des HERA-Protonen-Strahls mit in den Strahl eingeführten Drahttargets erzeugt. Der HERA-B Detektor ist als Vorwärtsspektrometer konzipiert. Der hohe Teilchenfluss stellt extreme Anforderungen an Güte und Performance der verschiedenen

Detektoren und das Trigger- und Datennahmesystem des Experiments. Im Verlauf des Jahres 1999 wurden wesentliche Teile des Experiments fertiggestellt, so dass zum Jahresende 1999 der Detektor weitgehend komplett sein wird (siehe auch Seite 77 ff.)

Die an HERA-B beteiligte Zeuthener Gruppe hat, in enger Zusammenarbeit mit einer Gruppe an der Humboldt-Universität zu Berlin, Aufgaben in vier Bereichen des Experiments übernommen:

- Entwicklung und Bau des äußeren Spurkammerdetektors (OTR) in Kollaboration mit DESY Hamburg, VIK Dubna, NIKHEF Amsterdam, Tsinghua Universität und IHEP Beijing,
- Koordinierung des „Slow Control“-Systems für den HERA-B Detektor,
- Aufbau einer Prozessorfarm (L4) zur schnellen Rekonstruktion und Filterung von Ereignissen im Echtzeitbetrieb,
- Entwicklung von Offline-Software für Rekonstruktion, Simulation und Analyse,
- Ausarbeitung eines Konzepts für die Physikanalyse.

Einen entscheidenden Anteil an der Realisierung der technischen Vorhaben hatten im Berichtsjahr die Infrastruktur-Gruppen DV, E, M und TI. Wichtige Beiträge kamen auch von russischen und chinesischen Gastwissenschaftlern und Technikern.

Äußerer Spurkammerdetektor

Im Berichtsjahr wurden in Zeuthen 186 Driftkammermodule mit insgesamt 28 000 Kanälen für den „Outer Tracker“ (OTR) gebaut. Dies entspricht etwa einem Viertel des gesamten Outer Trackers. Der Anteil an defekten Kanälen betrug nur 0.4%. Es wurden fünf Montagelinien eingerichtet, an denen von Anfang Januar bis Ende August in zwei Schichten produziert wurde. Am Bau und Test der Module waren 25 Techniker und Studenten beteiligt. Alle Module konnten termingerecht nach Hamburg geliefert werden.

Konstruktion: Von der Zeuthener Konstruktion sind auch in diesem Jahr umfangreiche Aufgaben für HERA-B bearbeitet worden, nämlich

- Entwurf der inneren und äußeren Rahmen der OTR-Superlagen im Magneten (MC1, MC3 – MC8),
- Entwurf der Aufhängung der äußeren Rahmen im Magneten,
- Koordination der Konstruktionsaufgaben für die Detektorkomponenten, die im Magneten installiert werden,
- Betreuung und Mitarbeit beim Zusammenbau der inneren und äußeren Rahmen der Magnetkammern,
- Entwurf zusätzlicher Vorrichtungen für die Erhöhung der Fertigungskapazität von Driftkammermodulen und der Verbesserung der Genauigkeit,
- Übernahme von Koordinationsaufgaben bei der Massenproduktion in Zeuthen.

Elektronik: Im Berichtsjahr wurden die Fertigung, das Testen und der Einbau der insgesamt 11 000 ASD8-Verstärkerkarten abgeschlossen. Darüber hinaus wurden Spannungsverteilerkarten, Testpulserkarten und Durchführungsboards gefertigt und installiert. Für das Monitorsystem der Gasversorgung wurden Analogverstärker modifiziert. Für die Signalübertragung zum Triggersystem wurden TTL-zu-LVDS-Wandler entwickelt und gefertigt. Mit dem Einbau der Kammermodule ist während des Berichtsjahres die gesamte Ausleselektronik eingebaut, in Betrieb genommen und in das HERA-B Datennahmesystem integriert worden.

Das im Labor gemessene Rauschverhalten der Verstärker konnte für die installierten Superlagen reproduziert werden.

Slow Control System

Die Zeuthener Arbeitsgruppe hat die Entwicklung von Elektronik und Software zur Kontrolle und Überwachung der äußeren Spurkammern übernommen. In Zusammenarbeit mit dem IHEP und der Tsinghua-Universität in Beijing wurden CAN-Bus steuerbare Spannungsverteiler- und Temperaturmesskarten entwickelt und installiert. Die entsprechende Auslese- und Kontrollsoftware wurde in das Slow Control System von HERA-B integriert. Ein Interlocksystem für die Hochspannung der Spurkammern wurde entwickelt und realisiert. In Zusammenarbeit mit dem ITEP Moskau wurde die zentrale „Slow Control“-Software für alle HERA-B Subdetektoren in Betrieb genommen.

Für das äußere Spurkammersystem ist in den vorhergehenden Jahren die Strahlenbelastbarkeit getestet worden. Diese Untersuchungen waren wichtig bei der Wahl des Kammermaterials und des Driftgases. In Zeuthen werden weiterhin Untersuchungen mit Röntgenstrahlung durchgeführt, mit denen Betriebsparameter wie Gasfluss, Bestrahlungsdichte und Wassergehalt für die Kammern des OTR optimiert werden sollen.

Prozessorfarm

Bei HERA-B wird als letzte Stufe des vierstufigen Trigger- und Datennahmesystems eine Prozessorfarm (L4-Farm) eingesetzt. Ihre Hauptaufgaben sind die Ereignisrekonstruktion, die Klassifikation und Selektion sowie die Bereitstellung der Daten, die für die Überwachung der Datenqualität und für die Kalibrierung der Detektorkomponenten benötigt werden. Die L4-Farm basiert auf kommerziell verfügbaren Standardkomponenten: die Farmknoten sind PCs, die unter dem Betriebssystem LINUX laufen und über Fast Ethernet vernetzt sind. Die Datenübertragung basiert auf dem Internetprotokoll TCP/IP. Die Installation und Inbetriebnahme der Farm mit 200 Prozessoren (Dual-Prozessor PCs) wurde 1999 abgeschlossen.

Die Software für die Verteilung der Ereignisse vom Datennahmesystem zu den Farmknoten und zur Archivierung ist betriebsbereit. Die Software zum Reprozessieren von Ereignisdaten wurde entwickelt und in Betrieb genommen. Während der diesjährigen Bestrahlungsperiode wurde eine Datenmenge von etwa 7 TB auf Band gespeichert, wobei die L4-Farm sich als letzter Teil des Datennahme- und Triggersystems bewährt hat. Die Designwerte für die Datenraten zur Farm (50 Hz, 5 MB/sec) und von der Farm zum Archiv (20 Hz, 2 MB/sec) wurden erreicht.

Das bei HERA-B eingesetzte Programm ARTE zur Verwaltung der Datenstrukturen läuft standardmäßig auf den Farmknoten und es gibt erste Erfahrungen mit der aktuellen Rekonstruktions-Software. Zur Überwachung der Datenqualität, der Kalibrierung und des Alignments werden auf jedem Knoten Histogramme gefüllt und stehen für weitere Analysen zur Verfügung.

Software

Der Programmcode für die Simulation des HERA-B-Detektors wird in Zeuthen verwaltet und weiterentwickelt. Die Aktivitäten waren im Berichtsjahr besonders auf Verbesserungen bei der Digitalisierung, dem Benutzerzugriff und der einheitlichen Behandlung der Subdetektoren gerichtet. Für die verschiedenen Detektorversionen, mit denen 1999 Daten genommen wurden, wurden die Geometriedaten bereitgestellt.

Mit Inbetriebnahme der ersten Superlagen des äußeren Spurkammersystems im Detektor wurde eine Überprüfung der Spurrekonstruktion anhand von Daten möglich. Dabei gelang die Rekonstruktion von Teilchenspuren auch mit dem noch unvollständigen Detektor und ohne optimierte Kalibrierungs- und Alignment-Korrekturen. Die Funktionsfähigkeit wesentlicher Programmteile (Mustererkennung in den PC-Kammern, Spurpropagation durch das inhomogene Magnetfeld und durch den RICH, Spurfit) wurde nachgewiesen (Abb. 75). Mit den im Tracker gefundenen Spuren war auch die Synchronisation mit anderen Detektorkomponenten (VDS, RICH, ECAL, Myon-System) möglich. Mit den rekonstruierten Spuren konnten die für das Alignment eingesetzten Algorithmen an Daten getestet werden.

Parallel dazu wurden die Arbeiten zur Integration der verschiedenen Rekonstruktions-Algorithmen in ein einheitliches Rekonstruktions-Programm fortgesetzt. Es existiert nun ein Programmpaket, das alle wesentlichen Rekonstruktionsmodule – Spurfindung in Vertexdetektor und Hauptspurkammersystem, Kalorimetercluster, globaler Fit, Elektron-, Myon- und Hadron-Identifizierung – vernetzt. Gleichzeitig wurden Werkzeuge zur Steuerung von Ereignisgeneration, Detektorsimulation und Rekonstruktion entwickelt, mit denen sich Monte Carlo-Massenproduktion effizient verteilt an mehreren Standorten durchführen lässt.

Analyse

Im Berichtsjahr konnte die erste Fassung eines C++ basierten Analysepakets fertiggestellt werden, das einen sehr kompakten und strukturierten Analyse-Code erlaubt und innerhalb der „ROOT“-Benutzerumgebung eine schnelle interaktive Analyse ermöglicht.

Das HERMES Experiment

Experimentierbetrieb

Während der Datennahme gewährleisteten Mitarbeiter der Gruppe den Betrieb und die Funktionalität von Detektorkomponenten (Driftkammern, Photon-Detektoren des RICH Detektors und Tuning-Szintillatoren). Darüber hinaus wurde auch Verantwortung für das Gesamtexperiment übernommen, so erfolgte die Koordination des Experimentier-Betriebes für etwa drei Monate durch Zeuthener Physiker.

Programmentwicklung

In Zeuthen wurden wesentliche Bestandteile der Analyse-Software für den RICH-Detektor entwickelt und für den Routinebetrieb im Experiment vorbereitet. In einer detaillierten Studie konnte nachgewiesen werden, dass der zunächst vorgesehene Austausch des Spiegelsystems keine merkliche Verbesserung für

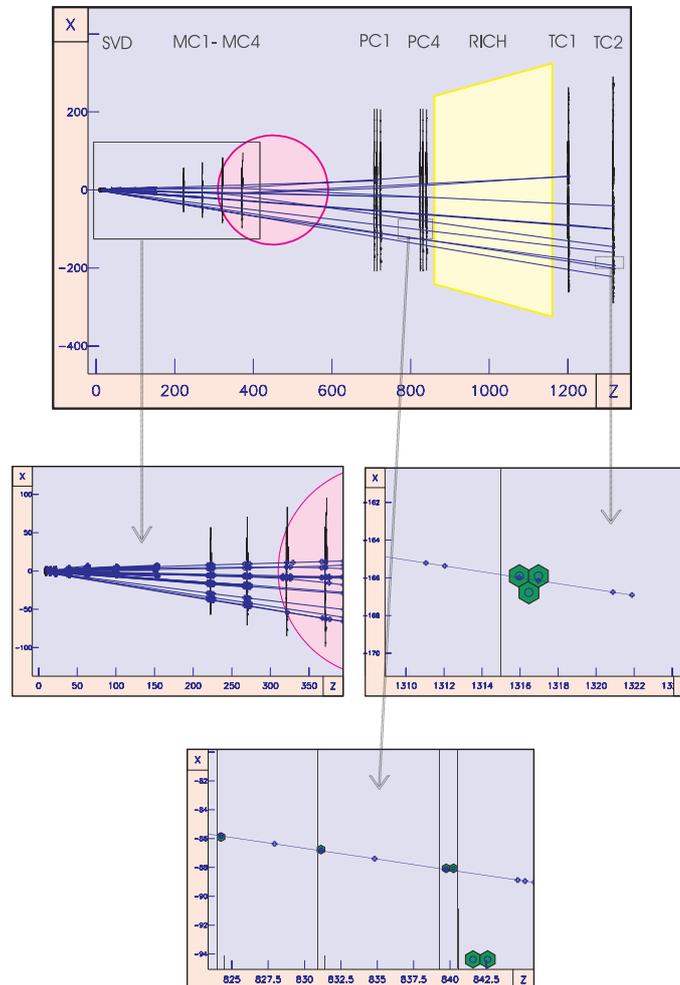


Abbildung 75: Spurrekonstruktion im Outer Tracker. Das obere Bild zeigt die Gesamtansicht vom Wechselwirkungspunkt bis zur letzten Spurkammerebene TC2. Die anderen Ansichten sind vergrößerte Ausschnitte: im Silizium-Vertexdetektor und in den Kammern MC1–MC4 (mitte links), Spuren in den hexagonalen Zellen von TC2 und PC4 (mitte rechts und unten).

die Rekonstruktion der physikalischen Daten erbringen würde. Im Ergebnis konnten damit beträchtliche Aufwendungen eingespart werden. Die Anwendung eines im Rahmen einer Diplomarbeit erarbeiteten Verfahrens zum Alignment des Spiegelsystems ermöglichte eine signifikante Verbesserung der Einzelphoton-Auflösung, die jetzt weniger als 10% von den Simulationen für einen idealen Spiegel abweicht. Die Qualität der Spiegel-Fokussierung wird in Abbildung 76 demonstriert.

Physikalanalyse

Es wurde eine vollständige Analyse der polarisierten Proton-Strukturfunktion g_1 in einem neuen kinematischen Bereich ($x_{\min} \sim 0.004$) durchgeführt. Die für diese Studie notwendigen umfangreichen systematischen Untersuchungen führten zu neuen Erkenntnissen über das Alignment der Detektorhälften und über die Größe verschiedener systematischer Effekte.

Bei der Analyse von Pion-Paaren mit hohem Transversalimpuls gelang eine direkte Messung des Vorzeichens der Polarisation der Gluonen ($\Delta G/G > 0$) im longitudinal polarisierten Nukleon.

Bei der Untersuchung der Erzeugung von ρ -Mesonen wurde erstmals die Doppel-Spin-Asymmetrie der ρ -Mesonen gemessen (siehe Seite 70).

An der Ausarbeitung des Physikprogramms des HERMES-Experiments für die Jahre 2001–2006 waren Physiker der Gruppe aktiv beteiligt. Ein zentraler Punkt des Programms ist die Durchführung von Messungen mit einem transversal polarisierten Target, welche die Bestimmung der bisher unbekanntenen Transversalitäts-Verteilung des up-Quarks ermöglichen werden.

Im April 1999 wurde in Zeuthen ein Internationaler Workshop „Physik mit transversal polarisierten Targets“ durchgeführt.

Das ZEUS-Experiment

Die Mitglieder der Zeuthener Gruppe im ZEUS-Experiment haben im Jahr 1999 an verschiedenen physikalischen und an methodischen Fragen gearbeitet. Zur Entwicklung und Produktion des Mikro-Vertex-Detektors (MVD), einer zentralen ZEUS-Komponente nach der Luminositätssteigerung, wurden wichtige Beiträge geleistet.

Ein Mitglied der Gruppe ist seit dem Sommer 1998 „Physics Chairman“ des ZEUS-Experiments.

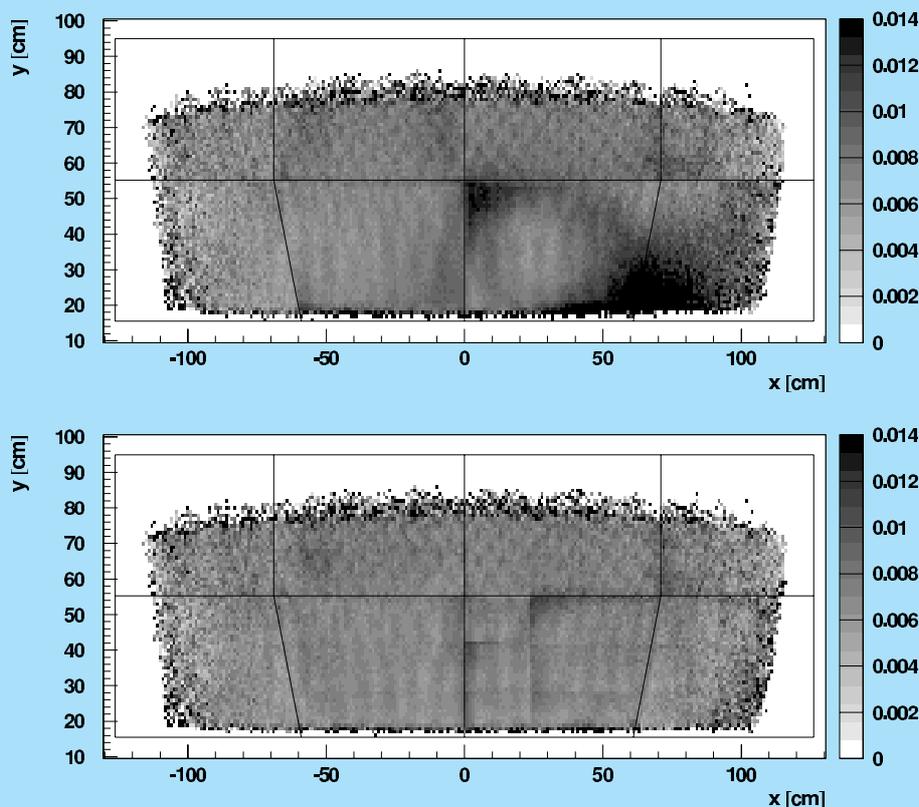


Abbildung 76: Die Genauigkeit der Spiegel-Fokussierung vor (oben) und nach der Software-Korrektur (unten). Die dunklen Stellen im oberen Bild zeigen, wo eine Abbildung durch den Spiegel verzerrt wird.

Physikanalyse

Informationen zu Daten-Qualität und Luminosität der Datennahme wurden gesammelt und aktuell im World Wide Web präsentiert.

In Zeuthen wurde aktiv an der Suche nach supersymmetrischen Teilchen in den ZEUS-Daten mitgearbeitet. Hierzu wurden Ereignisse mit verschiedenen Topologien von Jets und Leptonen im Endzustand analysiert und die Ergebnisse im Rahmen von SUGRA („Supergravity“-)Modellen diskutiert.

Detektorbau und methodische Untersuchungen

Es wurde an Methoden zur Rekonstruktion des Energieverlustes von Teilchen im inaktiven Material mit dem Presampler-Detektor gearbeitet, der von der Zeuthener Gruppe betreut wird. Neue Korrekturfunktionen, die auf Daten der tiefunelastischen Streuung beruhen, wurden für diesen Detektor und einen kleinen Szintillator-Streifen-Detektor vor dem Rückwärts-Kalorimeter ausgearbeitet. Es wurden Korrekturen für verschiedene Detektorbereiche gefunden, die die Auflösung verbessern. Verbesserte Kriterien für die Auswahl des tiefunelastisch gestreuten Elektrons wurden vorgeschlagen und getestet.

Eine andere methodische Studie befasste sich mit dem Ansprechverhalten des zentralen Kalorimeters gegenüber Elektronen. Hierbei wurde eine Reihe wichtiger Resultate erzielt: die Genauigkeit der Energieskala konnte weiter verbessert werden, die Position des Kalorimeters wurde sehr präzise vermessen und das Verhalten der Elektronen in den Zwischenräumen der Kalorimeter-Zellen konnte besser verstanden werden.

Der Aufbau der Produktionsstätte in Zeuthen für die Herstellung der ZEUS-Mikro-Vertex-Module wurde fortgesetzt. Diese Aktivitäten wurden sehr stark durch Mitarbeiter aus den technischen Gruppen unterstützt. Es erfolgte zusätzlich zu den organisatorischen Arbeiten die Entwicklung der Programmsteuerung der Schrittmotoren des Dioden-Klebetisches sowie der dazugehörigen Auslese des Mikrometer-Messstabes.

Parallel hierzu wurde ein Testmessplatz aufgebaut. Die im Herbst 1998 durchgeführten Untersuchungen an Teststrukturen zur Überprüfung relevanter Prozessparameter in der Dioden-Produktion werden weitergeführt und sollen erweitert werden. Diese Messungen sind für das Verständnis des Langzeitverhaltens von Bedeutung.

Weiterhin besteht Verantwortlichkeit für die Qualitätskontrollen. Aufgaben, die in der alleinigen Verantwortung der ZEUS-Gruppe in Zeuthen liegen, sind das Präzisionsschneiden der Auslese-Folien sowie das Verkleben dieser Folien mit den Silizium-Dioden.

Die Platten, in denen die Halbmodule fixiert sind, wurden in Zeuthen entworfen und produziert. Es wurde eine Datenbank entwickelt, die es den am Projekt Beteiligten ermöglichen wird, sich über wesentliche Merkmale der Siliziumdetektoren bezüglich ihrer Qualität und logistischen Information zu informieren. Die Verwaltung aller für die Dioden gemessenen Kennlinien sowie die Extraktion und Übernahme der für die Datenbank wichtigen Größen ist abgeschlossen.

Neben den Tätigkeiten, die direkt im Zusammenhang mit der Produktion der ZEUS-MVD-Halbmodule stehen, wurden in Zusammenarbeit mit der Universität Hamburg Untersuchungen zur Strahlenfestigkeit der Silizium-Dioden durchgeführt.

Das L3-Experiment am CERN

L3 ist eins der vier Experimente am Speicherring LEP bei CERN. 50 Institute aus europäischen Ländern, China, Indien und den USA beteiligen sich daran. Der L3-Detektor ist seit 1989 in Betrieb. Er wurde mehrmals durch neue oder verbesserte Detektorkomponenten ergänzt.

In den Jahren 1998 und 1999 wurden für das Projekt L3COSMIC großflächige Szintillatoren zur Messung von Myonen aus der kosmischen Strahlung installiert.

Im Jahr 1999 wurden mehrere Rekorde aufgestellt, so gelang es, die Strahlenergie bei LEP schrittweise auf bisher unerreichte 102 GeV zu erhöhen. Die integrierte Luminosität betrug 250 pb^{-1} , das entspricht etwa 25 000 e^+e^- -Annihilationen pro Experiment und

ist die bisher höchste bei LEP erreichte Luminosität. Die Datennahme beim L3-Experiment war sehr effizient, so dass etwa 91% der Ereignisse für die Auswertung aufgezeichnet werden konnten.

Physikanalysen der Zeuthener Arbeitsgruppe

Beherrschende Themen waren die Suche nach Higgs-Bosonen, nach SUSY-Teilchen und nach neuen Austauscheteilchen bei der Fermion-Paar-Produktion.

Die Suche nach Higgs-Bosonen erfolgte mit drei unterschiedlichen Annahmen über die Struktur des Higgs-Sektors:

- Ein Higgs-Dublett mit einem neutralen Higgs-Boson (Standard-Modell),
- zwei Higgs-Dubletts in der minimalen supersymmetrischen Erweiterung des Standard-Modells (MSSM) mit zwei leichten neutralen Higgs-Bosonen,
- allgemeine Zwei-Dublett-Modelle mit auch paarweiser Erzeugung von geladenen Higgs-Bosonen.

Die Suche erfolgte in allen Endzuständen, die bei der gegebenen Schwerpunktsenergie möglich sind. Für keines der Higgs-Modelle wurden Signale gefunden, die eindeutig die Existenz dieser Teilchen beweisen. Abbildung 77 zeigt die Massenverteilung aller Ereignisse, die aus den Daten des Jahres 1999 als Standard-Modell Higgs-Kandidaten selektiert wurden. Dazu werden die effektiven Zwei-Fermion-Massen aus den Endzuständen $Z + ff$ kombiniert entsprechend der Reaktion $e^+e^- \rightarrow ZH \rightarrow 4f$. Aus dem Fehlen eindeutiger Nachweise für Higgs-Bosonen konnten untere Grenzen für ihre Massen ermittelt werden: Die Higgs-Masse im Standard-Modell ist $m_H > 101 \text{ GeV}$, im MSSM $m_H > 81 \text{ GeV}$ und $m_A > 82 \text{ GeV}$ und im allgemeinen Zwei-Dublett-Modell $m_H > 65.5 \text{ GeV}$.

Bei der Selektion von potentiellen Higgs-Ereignissen findet man vor allem Ereignisse der Art $e^+e^- \rightarrow ZZ$, die der Higgs-Strahlung sehr ähnlich sind. Sie sind von

Interesse bei der Suche nach anomalen γZZ - und ZZZ -Kopplungen, deren Existenz im Standard-Modell nicht erlaubt ist. Die Messungen zeigen, dass die Zahl der vom Standard-Modell vorhergesagten ZZ -Ereignisse sehr gut mit dem Messwert übereinstimmt.

Die direkte Suche nach den supersymmetrischen Partnern der Fermionen der dritten Generation, dem skalaren Top (stop), dem skalaren Bottom (sbottom) sowie dem skalaren Tau (stau), in den Daten bei hohen Energien war bisher negativ. Neue untere Massengrenzen für das stop, sbottom und erstmals auch für das stau im MSSM bei maximalem Wirkungsquerschnitt sind $M_{\text{stop}} > 92 \text{ GeV}$, $M_{\text{sbottom}} > 90 \text{ GeV}$ und $M_{\text{stau}} > 74 \text{ GeV}$. Die Suche nach skalaren Quarks wurde auch auf die erste und zweite Generation erweitert. Darüber hinaus wurden indirekte Grenzen für Gluino-Massen (das Gluino ist der SUSY-Partner des Gluons) abgeleitet. Die von der Suche nach Charginos, Neutralinos und skalaren Leptonen ermittelte Grenze für die allgemeine Gaugino-Masse M_2 kann in eine Grenze für die Gluino-Masse transformiert werden. Unter der Annahme, dass der SUSY Parameter $\tan \beta = 4$ ist, ergibt sich der Wert $M_{\tilde{g}} > 210\text{--}250 \text{ GeV}$. Damit ver-

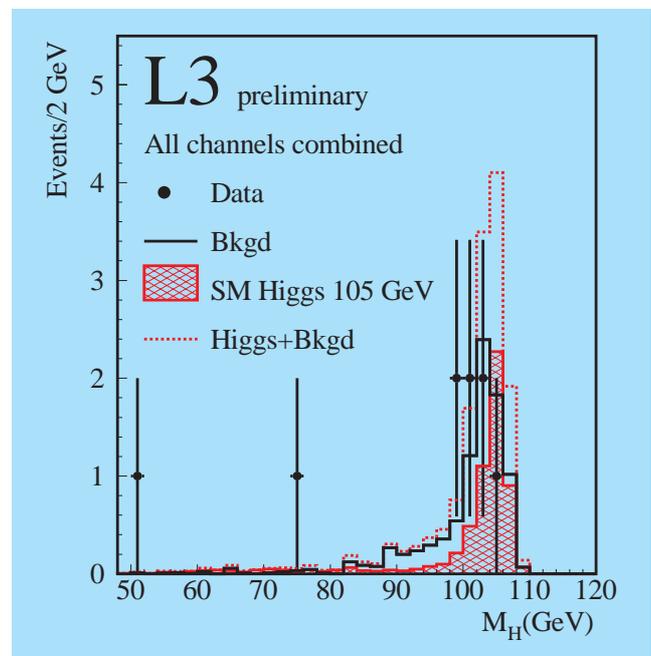


Abbildung 77: Verteilung der effektiven Zwei-Fermionen-Masse. Dabei wurde über die Endzustände $Z + ff$ summiert.

fügt das L3-Experiment über das bisher vollständigste Ergebnis der Suche nach supersymmetrischen, stark wechselwirkenden Teilchen.

Neue Prozesse, die virtuell an der Fermion-Paar-Produktion beteiligt sein könnten, beschreibt man allgemein durch Vier-Fermion-Kontaktwechselwirkungen. Die Analysen ergeben, dass neue Wechselwirkungen – je nach Modell – erst oberhalb einer Energieskala von 2–14 TeV auftreten könnten. Diese Energieskala kann durch spezielle Teilchen, zum Beispiel weitere neutrale Eichbosonen, Leptoquarks oder R-Paritäts-verletzende skalare Teilchen, interpretiert werden. Für deren Massen bzw. Kopplungen können untere bzw. obere Grenzen ermittelt werden. Aufgrund der hohen Luminosität waren 1999 erstmals Messungen der Wirkungsquerschnitte der Fermion-Paar-Produktion mit Genauigkeiten im Prozentbereich möglich. Um den Vergleich der Messergebnisse mit den Vorhersagen des Standard-Modells sowie die Interpretation durch neue Modelle mit adäquater Genauigkeit durchführen zu können, mussten die Analyse-Programme in Zusammenarbeit mit den Theoretikern verbessert werden. Dies ist auch im Hinblick auf das Physikprogramm eines künftigen e^+e^- -Linearbeschleunigers von großer Bedeutung.

L3COSMIC

Das L3COSMIC-Projekt hat das Ziel, unter Nutzung des Myon-Spektrometers des L3-Experiments das Spektrum atmosphärischer Myonen im Energiebereich von einigen GeV bis 1 TeV zu messen.

An dem Experiment sind Gruppen von IHEP Beijing, ETH Zürich, NIKHEF Amsterdam, Universität Nijmegen, Humboldt-Universität zu Berlin, CIEMAT Madrid, University of Michigan und DESY Zeuthen beteiligt. In der Winterpause 1998/99 von LEP wurde die komplette Phase 2 des Experiments installiert, das heißt es ist der gesamte obere Teil des L3-Magneten mit Szintillationszählern abgedeckt und es werden alle acht Oktanten des Myon-Spektrometers ausgelesen. Bei einer Triggerrate von etwa 450 Hz und einer Totzeit der gesamten Auslese von weniger als zwei Prozent wurden im Berichtsjahr etwa $5 \cdot 10^9$ Trigger (~ 5.5 TByte) registriert und auf Band gespeichert. Die Analyserechnungen wurden auf einer PC-Farm mit zur Zeit 40 Prozessoren im CERN

durchgeführt. Die Zeuthener Gruppe konzentrierte sich auf folgende Themen:

- Erweiterung der Ausleseelektronik für alle 34 Module des Szintillatorsystems,
- Einbindung des Szintillatorsystems in das DAQ-System und Betreuung während der Datennahme und Weiterentwicklung der Offline-Software (Effektivitäten, Zeitkalibrierung des Szintillatorsystems),
- Entwicklung von Software zur Datenanalyse und Mitarbeit an der Datenanalyse zur Bestimmung des Spektrums der Myonen.

Erste Ergebnisse werden in einigen Monaten verfügbar sein.

Fast Tracker and Trigger – FTT

Die Gruppe FTT hat in den vergangenen Jahren verschiedene methodische Arbeiten zum Einsatz von Szintillationsfaser-Detektoren durchgeführt. Die wesentlichen Aktivitäten im Berichtszeitraum waren:

Arbeiten zur Strahlenhärte von Faserdetektoren

Im November 1998 wurde ein Faserdetektor-Prototyp in einem intensiven π -Meson Strahl des PSI in Villigen (Schweiz) mit einer Gesamtdosis von 10–40 kGy bestrahlt. Es wurde kein signifikanter Strahlenschaden beobachtet, in Übereinstimmung mit Messungen an einzelnen Faserproben, die zuvor im Hahn-Meitner-Institut in Berlin durchgeführt wurden.

Studien zum Einsatz von Avalanche-Photodioden

Ziel dieser methodischen Untersuchungen ist es, Lösungen für das Auslesen von Spurdetektoren aus szintillierenden Fasern zu finden, die Vorteile gegenüber der Standardlösung mit Photovervielfachern aufweisen. Es wurden kommerzielle Seriengeräte und Prototypen von

Avalanche-Photodioden und MRS-Dioden (Metal Resistive Semiconductors) im Labor und am Teststrahl in einem weiten Temperaturbereich bei unterschiedlichen Betriebsmodi (Geigermodus und Lawinenmodus) untersucht. Die besten Ergebnisse wurden mit einem Prototyp von Hamamatsu (95% Effektivität im blauen Spektralbereich bei Raumtemperatur) erhalten. Die Arbeiten fanden in Kooperation mit Dubna, der Humboldt-Universität zu Berlin und der Fachhochschule Köln statt.

Die Gruppe FTT war in der Vergangenheit maßgeblich an der Entwicklung und Installation der FPS- und L3COSMIC-Detektoren (siehe S. 146 und S. 154) beteiligt. Mitglieder der Gruppe haben im Berichtszeitraum aktiv am Detektorbetrieb und an der Datenanalyse teilgenommen.

Neutrino-Astrophysik

Die Zeuthener Neutrino-Astrophysik Gruppe beteiligt sich an zwei Projekten, die den Bau eines Teleskops für hochenergetische Neutrinos aus kosmischen Beschleunigungsprozessen zum Ziel haben. Der Schwerpunkt der Aktivitäten liegt auf dem AMANDA-Projekt am Südpol. Daneben trägt die Gruppe zum Betrieb des NT-200-Teleskops im sibirischen Baikalsee bei und beteiligt sich an der Datenanalyse.

Das Prinzip dieser Teleskope besteht darin, die sekundären Teilchen, die bei einer Neutrino-Reaktion entstehen, über das von ihnen im Wasser bzw. Eis emittierte Cherenkov-Licht nachzuweisen. Das Licht wird durch Photovervielfacher registriert, die in druckfesten Glaskugeln montiert und in großer Tiefe angeordnet werden. Aus den Ankunftszeiten und den Amplituden des Lichts wird die Bahn des in der Neutrino-Reaktion erzeugten und den Detektor durchquerenden Sekundärteilchens berechnet. Das Experiment benutzt die Erde als Filter. Damit wird auch die Bestimmung der Teilchen-Signatur möglich: aufwärtslaufende, den Detektor von unten nach oben durchquerende Teilchen sind Neutrino-induzierte Myonen.

Anfang Oktober fand in Zeuthen ein Arbeitstreffen von Vertretern des BMBF und Wissenschaftlern zur Zukunft der Astroteilchenphysik statt, an dessen Vorbereitung

und Durchführung sich die Zeuthener Neutrino-Gruppe beteiligte.

Das Südpol-Projekt AMANDA

Seit 1994 beteiligt sich DESY Zeuthen an AMANDA („Antarctic Myon and Neutrino Detector Array“). AMANDA nutzt den knapp 3 km dicken Eispanzer über dem geografischen Südpol als Detektormedium. Logistische Grundlage des Experiments ist die US-amerikanische Amundsen-Scott-Station.

AMANDA ist eine Kollaboration von amerikanischen, schwedischen und belgischen Universitäten sowie der Universität Mainz, der Gesamthochschule Wuppertal (seit 1999) und DESY.

Der Detektor (Abb. 72) besitzt eine Zylindergeometrie. Zehn Strings mit 302 optischen Modulen sind in einer Tiefe von 1.5 km bis 2 km angeordnet (AMANDA-B10), drei weitere instrumentierte Strings beginnen in einer Tiefe von 1.2 km und reichen bis 2.3 km Tiefe. In der Saison 1999/2000 wird mit dem Deployment weiterer Strings der AMANDA II-Detektor fertiggestellt werden.

Im Jahr 1999 konzentrierte sich die Analyse auf die Daten, die 1997 mit dem aus zehn Strings bestehenden Prototyp-Detektor B10 gewonnen wurden. Im Folgenden werden vor allem die in Zeuthen erzielten Ergebnisse beschrieben.

Atmosphärische Neutrinos

Das „Experimentum Crucis“ für ein Neutrino-Teleskop ist die klare Separation von aufwärtslaufenden Myonen aus Wechselwirkungen atmosphärischer Neutrinos. Die Neutrinos entstehen in Wechselwirkungen der Teilchen der kosmischen Primärstrahlung in der Erdatmosphäre. Die Erzeugungsspektren dieser Neutrinos (Winkel, Energie) sind bekannt. Die Messung der Myonen gestattet somit die Eichung des Detektors. Aus den 109 Ereignissen, die der B10-Detektor 1997 über 170 Tage registriert hat, sind inzwischen Neutrino-Kandidaten herausgefiltert worden. Abbildung 78 zeigt die um den Nordpol zentrierte Himmelskarte aller 116

Neutrino-Kandidaten. Die Winkelverteilung ist kompatibel mit der Erwartung für atmosphärische Neutrinos. Da der B10-Detektor relativ „dünn“ war (Höhe 400 m, Durchmesser aber nur 120 m), ist die Rekonstruktion nahe dem Horizont problematisch. Die Akzeptanzkriterien schneiden daher Neutrino-Ereignisse oberhalb 70° weitestgehend weg.

Suche nach Elektron-Neutrino Schauern

Es wurden Ereignisse mit der Signatur isolierter, aufwärts gerichteter Schauer innerhalb des Detektors selektiert. Solche Schauer werden unter anderem bei der Reaktion von Elektron-Neutrinos erzeugt. Da alle Kandidaten für aufwärtsgerichtete Schauer eine relativ niedrige Multiplizität (Anzahl der getroffenen Photomultiplier) hatten, ließ sich eine obere Grenze von $10^{-16} \text{cm}^{-2} \text{s}^{-1} \text{sr}^{-1}$ für den diffusen Fluss von hochenergetischen Elektron-Neutrinos mit Energien zwischen 1 und 100 TeV angeben. Dieser Wert ist vergleichbar mit der im Baikal-Experiment gewonnenen oberen Grenze. Beide Werte unterbieten die bisherigen besten experimentellen Obergrenzen, liegen aber noch fast eine Größenordnung über den Grenzen, die sich mit Hilfe von Modellrechnungen aus Satellitenbeob-

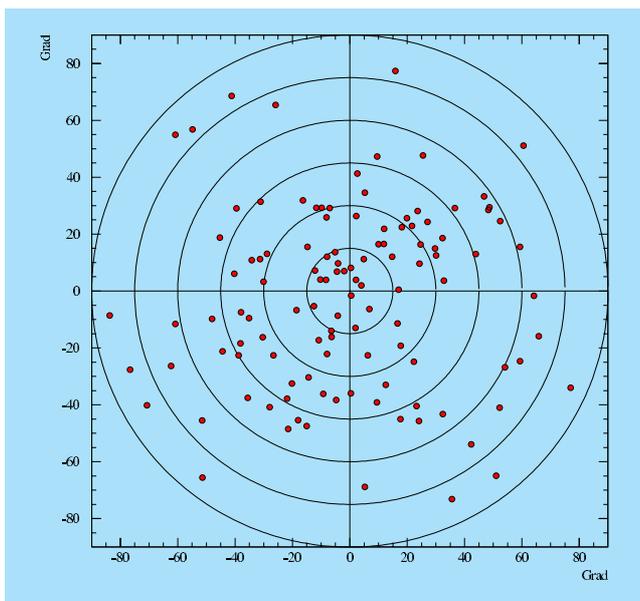


Abbildung 78: Himmelskarte der selektierten Neutrinokandidaten.

achtungen des diffusen Photon-Hintergrundes ableiten lassen.

Magnetische Monopole

Monopole, die sich in Wasser oder Eis mit einer Relativgeschwindigkeit $\beta = v/c > 0.7$ bewegen, senden Cherenkov-Licht aus, aufgrund ihrer magnetischen Ladung etwa 8300 mal soviel wie Myonen. Das BAIKAL- wie das AMANDA-Experiment haben nach solchen sehr hellen Spuren gesucht und in beiden Fällen aus der Nichtbeobachtung obere Grenzen für den Monopol-Fluss abgeleitet. Der AMANDA-Wert von $10^{-16} \text{cm}^{-2} \text{s}^{-1} \text{sr}^{-1}$ für $\beta \approx 1$ stellt die gegenwärtige beste Grenze dar (Abb. 79).

Supernova-Suche

Erhöhungen der Photomultiplier-Rauschraten über einige Sekunden könnten durch viele niederenergeti-

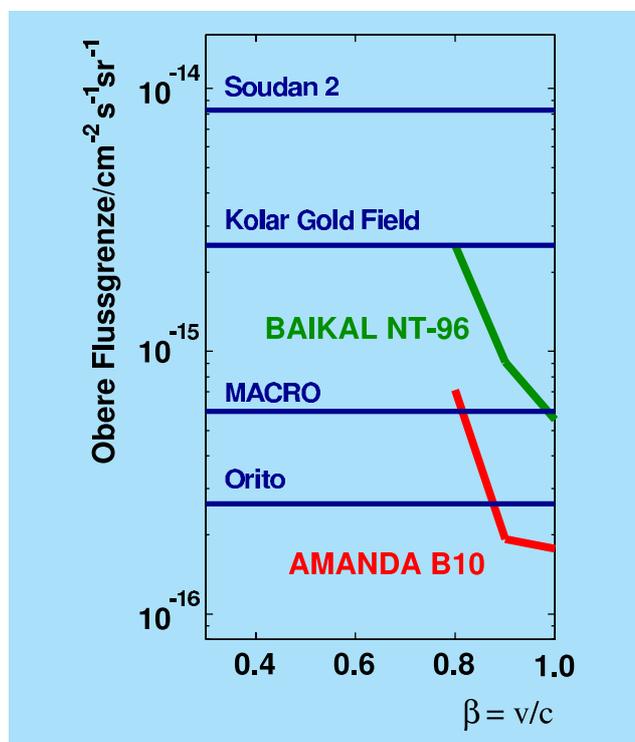


Abbildung 79: Grenzwerte für Monopole.

sche Neutrino-Reaktionen infolge einer Supernova-Explosion hervorgerufen werden. Der AMANDA-Detektor kann wegen des Fehlens optischer Störsignale im Eis auch kleine Änderungen der Raten registrieren. Obwohl keines dieser MeV-Einzelereignisse den Gesamtdetektor mit seiner Energieschwelle von 50 GeV triggern würde, bliebe eine kurzzeitige Veränderung der Rauschraten nicht unbemerkt. Mit seiner gegenwärtigen Sensitivität ist der AMANDA-Detektor für Supernovae-Explosionen in Entfernungen bis zu 8.8 Kiloparsec empfindlich. Mit den vorliegenden Daten kann in Übereinstimmung mit anderen Teleskopen eine Supernova-Explosion innerhalb der letzten zweieinhalb Jahre ausgeschlossen werden.

Variationen der Triggerrate mit der Temperatur

Die Rate der durch Luftschauer oberhalb des Detektors erzeugten und bis in die Tiefe herabdringenden Myonen hängt von der über die gesamte Dicke der Atmosphäre integrierten Temperatur ab. Der erhaltene Wert des Korrelationsparameters $\alpha = 0.86 \pm 0.05$ zwischen Temperaturänderung $\Delta T/T$ und Triggerrate $\Delta R/R$ bestätigt Messungen an anderen Orten der Welt und zeigt, dass die Funktion des 1997er Detektors bis auf Prozentgenauigkeit verstanden ist.

In der Pol-Saison 1999/2000 soll der gegenwärtige 13-String-Detektor mit sechs weiteren Strings zu AMANDA-II komplettiert werden. AMANDA-II soll mit einer effektiven Fläche von etwa 30 000 m² Daten nehmen, ehe in einigen Jahren möglicherweise ein Ausbau auf einen Quadratkilometer (IceCube) beginnen kann. Die Zeuthener Gruppe liefert dazu folgende Beiträge:

- Eine spannungsgesteuerte HV-Versorgung, die direkt am Photovervielfacher angebracht ist.
- Das Elektronik-Board für den digital gesteuerten Analogen Optischen Modul (dAOM), bei dem das Anodensignal analog, elektrisch und optisch über eine Leuchtdiode, an die Oberfläche übertragen wird, Spannung, Verstärkung und Vorstrom für die

Lichtdiode aber digital über einen Mikroprozessor im optischen Modul geregelt werden können. Auch die dazugehörige Steuerung von der Oberfläche wurde in DESY gebaut.

- Die Datennahme-Elektronik für den Digitalen Optischen Modul (DOM). Hierbei wird zusätzlich zu den Steuerfunktionen des dAOM die Wellenform unter Eis mit einer Zeitauflösung von 3 ns digitalisiert. Die zugehörige Untereis-Elektronik wurde im LBNL in Berkeley (USA) gebaut.
- Erweiterung des Standard-Datennahmesystems um 250 neue Kanäle.
- Konstruktion eines neuen optischen Empfängers (Optical Receiver Board, ORB).
- Magnetische Abschirmungen aus Mu-Metall und Tragekomponenten für die Strings.

Das Baikal-Experiment

Aktuelle Ergebnisse des Baikal-Experiments sind eine neue obere Grenze für den hochenergetischen diffusen Neutrino-Fluss, eine erste Messung des Energiespektrums atmosphärischer Myonen und der Testbetrieb des Detektors in Koinzidenz mit einem Oberflächendetektor. Darüber hinaus wurden mehrere hydrologische Arbeiten publiziert bzw. zur Publikation eingereicht. Der Neutrino-Detektor ist in zwei internationale Projekte zur Tiefenventilation des Sees und zu Sedimentationsanalysen eingebunden. Gegenwärtig nimmt das Baikal-Experiment mit einer für Unterwasser-Experimente sehr niedrigen Energieschwelle von 6–8 GeV Daten und registriert etwa jeden dritten Tag ein atmosphärisches Neutrino.

DESY Zeuthen unterstützt auch weiterhin die Instandhaltung und den Betrieb des NT-200 Detektors mit Sach- und Personalmitteln und beteiligt sich an der Datenanalyse.

Theoretische Elementarteilchenphysik

Forschungs-Schwerpunkte der Gruppe „Theoretische Physik“ liegen auf den Gebieten

- Präzisions-Vorhersagen von elektroschwachen Prozessen,
- ausgewählte Fragen zu Erweiterungen des Standard-Modells (SM),
- störungstheoretische und nichtstörungstheoretische Untersuchungen zur Struktur der Hadronen,
- nichtstörungstheoretische Quantenfeldtheorie.

Elektroschwache Wechselwirkung

Mehrere Projekte befassten sich mit der Physik der elektroschwachen Wechselwirkung und möglichen Erweiterungen des Standard-Modells. Zur Fermion-Paarproduktion bei LEP- und TESLA-Energien wurden Berechnungen zu QED-Korrekturen mit realistischen experimentellen Schnitten fertiggestellt und das darauf beruhende Fortran-Programmpaket ZFITTER überarbeitet und ausführlich beschrieben [DESY 99-015, 99-070]. Die Resultate wurden auf LEP 2- und Linearcollider-Workshops vorgestellt [DESY 99-037, hep-ph/9909401].

Sehr interessante Möglichkeiten für Präzisionsuntersuchungen auf der Z-Boson-Resonanz könnten mit der Giga-Z-Option des TESLA-Projekts entstehen. Eine Studie zum Potential der Giga-Z-Option für die Suche nach Verletzungen der Lepton-Zahl-Erhaltung, wie sie zum Beispiel von verschiedenen GUT-Theorien („Grand Unified Theory“) vorhergesagt wird, wurde begonnen. Wenn es tatsächlich gelingen sollte, etwa 10^8 Z-Bosonen zu erzeugen, könnte dieser Prozess von großem Interesse sein.

Untersuchungen zu supersymmetrischen Effekten der CP-Verletzung in der Top-Quark Paar-Produktion wurden für den TESLA Linearcollider durchgeführt [DESY 98-195]. Eine weitere Untersuchung zur Produktion schwerer MSSM Higgs-Bosonen und ihre Unterscheidung bezüglich ihrer CP-Parität im Photon-Linearcollider soll in Kürze erscheinen.

Quantenchromodynamik

Auf dem Gebiet der störungstheoretischen Quantenchromodynamik (QCD) wurden Fragestellungen

aus der tiefunelastischen Streuung und der e^+e^- -Annihilation untersucht. Die Ergebnisse mehrjähriger Untersuchungen zu den Skalenverletzungen bei kleinem x wurden zusammenfassend dargestellt [DESY 99-143]. Eine ausführliche Untersuchung befasste sich mit der strukturellen Verallgemeinerung quantenfeldtheoretischer Größen (anomale Dimensionen) und Berechnungsmethoden (Lichtkegelentwicklung) vom Fall der Vorwärtsstreuung auf den allgemeinen Fall der Nicht-Vorwärtsstreuung. Diese Verallgemeinerung ist von Bedeutung für die Beschreibung einer Vielzahl anderer raumartiger physikalischer Prozesse. Zugleich können zentrale Relationen, wie zum Beispiel spezielle Summenregeln, von einer allgemeineren Warte aus verstanden werden [DESY 99-020, hep-ph/9906280].

Auf dem Gebiet der Korrekturen höherer Ordnung wurden strukturelle Analysen der finiten multiplen harmonischen Summen und ihrer mathematischen Eigenschaften fortgeführt [hep-ph/9906491]. Diese sind für eine Beschleunigung von Algorithmen zur Berechnung verschiedener 2- und 3-Schleifen-Observablen von großer technischer Bedeutung.

Ein weiterer Arbeitsschwerpunkt lag in der Untersuchung Schema-invarianter Größen auf dem 2-Schleifen-Niveau hinsichtlich ihres Crossing-Verhaltens für s- bzw. t-Kanal-Prozesse, die sogenannte Drell-Yan-Levy Relation. In dieser Untersuchung konnten wichtige Zusammenhänge zwischen differentiellen Streuquerschnitten in der e^+e^- -Annihilation und der tiefunelastischen Streuung im Fall der masselosen QCD gezeigt werden [hep-ph/9812450, hep-ph/9905513]. Es wurden des Weiteren die Targetmassen-Korrekturen im polarisierten Fall [DESY 99-103] numerisch für experimentelle Anwendungen aufbereitet [hep-ph/9905524].

Ein für die Zukunft der Präzisionsphysik wichtiges neues Verfahren zur Berechnung der hadronischen Vakuum-Polarisation wurde entwickelt [DESY 98-206, 99-007]. Die Idee besteht darin, statt der üblichen Größe $R(s)$ die sogenannte Adlerfunktion im euklidischen Gebiet zum Vergleich zwischen experimentellen Daten und den Voraussagen der störungstheoretischen QCD heranzuziehen. Auf diese Weise ist es möglich, die theoretischen Fehler um einen Faktor drei zu reduzieren. Dies ist unter anderem wichtig für die Bestimmung der oberen Schranke der Higgs-Masse aus den LEP/SLC Daten, aber auch für die Perspektiven in der Präzisions-

physik an einem Linearcollider mit hoher Luminosität (TESLA).

Zum Zerfall $Z \rightarrow b\bar{b}$ wurde eine Klasse nicht-faktorisierender 2-Schleifen-Korrekturen berechnet [DESY 99-008, hep-ph/9901402]. Ein Durchbruch ist bei der analytischen Berechnung des Doppel-Box Diagramms bei Impulsen auf der Massen-Schale gelungen [DESY 99-100]. Dies ist ein wichtiger Schritt hin zu einer vollständigen 2-Schleifen-Berechnung des Bhabha-Prozesses, welcher für das Luminositäts-Monitoring bei e^+e^- -Maschinen eine entscheidende Rolle spielt.

Strahlungs-Korrekturen

Bei LEP2 und in erhöhtem Maße bei einem zukünftigen Linearcollider sind Strahlungs-Korrekturen zu den führenden SM-Prozessen von großer Bedeutung für die Interpretation der experimentellen Daten. Anstrengungen in dieser Richtung wurden unternommen, indem zunächst die harte Bremsstrahlung zu dem Prozess mit endlichen Fermionmassen berechnet und in einem Monte Carlo-Programm implementiert wurde [DESY 99-052]. Dabei können sich bei den radiativen Ereignissen erhebliche Massen-Korrekturen ergeben. Zur effizienteren Berechnung von 1-Schleifen-Korrekturen wurde ein verbesserter Algorithmus zur Reduktion von Feynman-Integralen auf Standardform ausgearbeitet [DESY 99-086].

Probleme bei der Interpretation der elektroschwachen Präzisionsdaten im Rahmen erweiterter Theorien wurden untersucht [DESY 99-128]. In Modellen mit $\rho_{\text{tree}} \equiv M_W^2/(M_Z^2 \cos^2 \Theta_W) \neq 1$, zum Beispiel in allen nicht SUSY GUTs, verliert man die SM-Vorhersage der Top-Quark-Masse und solche Modelle erscheinen deshalb als unnatürlich. Insbesondere wurden links-rechts-symmetrische Modelle im Detail untersucht [hep-ph/9904216, hep-ph/9906356, hep-ph/9910279].

In manchen Rechnungen in Eichtheorien, zum Beispiel im Rahmen des Standard-Modells, treten im üblichen Formalismus Probleme mit der Aufrechterhaltung der Eichinvarianz auf. Es wurde deshalb ein neuer Zugang entwickelt, welcher sich ausschließlich auf eichinvariante Greensche Funktionen stützt. Für den bosonischen Sektor des Standard-Modells wurde das erzeugende Funktional dieser Greenschen Funktionen in

der Einschleifen-Näherung berechnet [DESY 98-202]. Als Anwendung dieses eichinvarianten Zugangs wurde anschließend die elektroschwache chirale Lagrange-Funktion untersucht. Dabei wurde die Anzahl der unabhängigen Niedrigenergie-Konstanten in der effektiven Lagrange-Funktion bestimmt sowie deren Werte für das Standard-Modell mit einem schweren Higgs-Boson berechnet [DESY 99-088].

Feldtheorie auf dem Gitter

Die Theoriegruppe befasste sich weiterhin mit nicht-perturbativer QCD. Insbesondere die Monte Carlo-Simulation der QCD auf Raumzeitgittern wurde in mehreren Arbeiten weiterentwickelt und angewandt. Die systematischen Untersuchungen der Diskretisierungsfehler in der $O(a)$ -verbesserten Gitter-Quantenchromodynamik wurden abgeschlossen. Sie demonstrieren die praktische Anwendbarkeit der am DESY entwickelten Methode. Weiterhin wurde eine neue Technik entwickelt, um Meson-Massen und Meson-Matrixelemente präzise zu berechnen [DESY 99-023]. Sie basiert auf dem Schrödinger-Funktional für große Zeitausdehnungen, für die das Funktional durch die niedrig liegenden hadronischen Zustände dominiert wird. Zusammen mit der im Vorjahr entwickelten Renormierung der Quark-Massen wurde die Methode anschließend angewandt, um die Masse des Strange-Quarks in der „quenched“ Approximation zu berechnen [DESY 99-075]. Das Resultat ist sehr präzise. Im Laufe dieser Arbeiten wurde auch der Algorithmus zur Lösung der Dirac-Gleichung im Schrödinger-Funktional verbessert [DESY 99-155].

Im Hinblick auf spätere Anwendungen in der B-Physik wurde eine Methode vorgeschlagen, um die Strom-Normierung in der „Heavy Quark Effective Theory“ mit Hilfe von Monte Carlo-Rechnungen zu kontrollieren [DESY 99-145]. Das Phänomen des „String breaking“ wurde im SU(2) Higgs-Modell weiter untersucht [DESY 99-134, DESY-THESIS 1999-031].

Die Behandlung chiraler Eichtheorien auf dem Gitter wurde für den Fall der Eichgruppe U(1) untersucht [DESY 99-130, 99-140]. Eine mehrjährige Untersuchung des „Deconfinement“ Phasenübergangs in der Ein-Flavor-QCD, möglich mit Hilfe von Lüschers Multiboson-Algorithmus, wurde abgeschlossen.

Nichtstörungstheoretische Feldtheorie

Die Untersuchungen von Instantonen auf toroidalem Hintergrund wurden weitergeführt. Für neue Instanton-Lösungen konnte das „Constituent Monopole Picture“ untermauert werden, nach dem die für QCD-Confinement wichtigen Monopole auch als „Building Blocks“ von Instantonen in Erscheinung treten.

Eine eichinvariante Hamilton-Reduktion wurde als bisher erste und einzige Integrationsmethode für die Lösung von nicht nilpotent geeichten WZNW-Theorien entwickelt, mit der die früher ad-hoc gefundene allgemeine Lösung des $SL(2, \mathbb{R})/U(1)$ -Modells eines Schwarzen Loches reproduziert wurde. Mittels kanonischer Quantisierung wurde die Struktur von Quanten-Parafermionen berechnet, die durch quantenmechanisch wohldefinierte Deformationen ausgezeichnet sind.

In einem weiteren Projekt wurde der Propagator des geladenen Teilchens der skalaren QED nichtstörungstheoretisch für zwei und vier Dimensionen in der quasiklassischen Näherung zum Weltlinien-Pfadintegral berechnet. Es ergeben sich im Infrarotgebiet Funktionen von nur einer SkalenvARIABLEN. In entsprechender Näherung werden Vertexfunktion und Compton-Amplitude berechnet.

Internationale Zusammenarbeit

Die Theoriegruppe ist an vier „Training, Mobility and Research“-Projekten der Europäischen Gemeinschaft beteiligt:

- „Quantum Chromodynamics and the Deep Structure of Elementary Particles“: Die zentrale Aufgabe des Netzwerkes ist die systematische theoretische Untersuchung der Proton-Struktur und es führt 24 europäische Universitäten und Forschungsinstitute aus zehn Ländern zusammen. Das Netzwerk hat neun Stellen für Nachwuchs-Wissenschaftler für je drei Jahre erhalten. Die zweite Fachtagung des Netzwerkes fand im September 1999 in Firenze/I statt.
- „EURODAPHNE: High Precision Elementary Particle Physics at the ϕ Factory DAΦNE“. Zweck des Projekts ist die Untersuchung fundamentaler

Symmetrien sowie elektroschwacher und starker Prozesse, wie sie bei der europäischen ϕ -Factory DAΦNE untersucht werden können. Beteiligt sind 20 Institute/Universitäten, welche in neun Knoten organisiert sind. Das Netzwerk hat neun Stellen für Nachwuchs-Wissenschaftler jeweils für drei Jahre erhalten. Eine Stelle teilen sich DESY Zeuthen und die Universität Karlsruhe. Das Kollaborationsmeeting fand in Frascati/I statt.

- „Hadron Phenomenology from Lattice QCD“. Dieses Netzwerk hat die Weiterentwicklung der Gittereichtheorien und deren Anwendung in der Phänomenologie der Hadronen zum Ziel. Es wurde erst im Herbst 1999 genehmigt und enthält neben DESY Zeuthen neun weitere Knoten in vier europäischen Ländern.
- „Particle Physics Phenomenology at High Energy Colliders“. Das Netzwerk wurde erst kürzlich genehmigt und koordiniert die Zusammenarbeit von Theoretikern aus rund 30 Universitäten und anderen Forschungseinrichtungen Europas. Die Möglichkeiten der Beschleuniger LEP, Tevatron, LHC und TESLA zur Untersuchung des Standard-Modells und seiner Erweiterungen, insbesondere supersymmetrischer Erweiterungen, werden untersucht.

Die Zusammenarbeit mit Wissenschaftlern aus Russland und Bulgarien wurde durch den Landau-Heisenberg-Fonds, den Skrinky-Fonds, die Alexander-von-Humboldt Stiftung und das INTAS-Programm gefördert.

Zusammenarbeit mit Universitäten

Im Sommersemester 1999 wurde eine Fachvorlesung zur Theorie des Standard-Modells an der Technischen Universität Dresden gehalten.

Die Arbeitsgruppe ist am Graduiertenkolleg „Das Standard-Modell der Teilchenphysik, Struktur, Präzisionstests, Erweiterungen“ (FU Berlin, HU Berlin, DESY Zeuthen, TU Dresden) beteiligt.

Organisation von Fachtagungen

Im August 1999 fand in Buckow, Land Brandenburg, das 33. Internationale Symposium Ahrenshoop zur

Theorie der Elementarteilchen mit 65 Teilnehmern statt. Es war wieder von DESY Zeuthen, der Humboldt-Universität Berlin, und den Universitäten Hannover und München organisiert worden. Gegenstand der Diskussionen waren problemübergreifende Fragen der Theorie der Elementarteilchen.

APE Projekt / Parallelrechnerentwicklung

Für numerische Simulationen von Gittereichtheorien werden sehr hohe Rechenleistungen benötigt, die sich sehr effizient durch Spezialrechner mit SIMD („Single Instruction Multiple Data“)-Architektur erzielen lassen. Ein sehr erfolgreicher Rechner dieser Art (APE100) wurde von italienischen Physikern am INFN (Istituto Nazionale di Fisica Nucleare) entwickelt und seit 1994 bei DESY eingesetzt.

Seit 1996 arbeitet DESY zusammen mit dem INFN an der Entwicklung der neuen Rechnergeneration APEmille. Dieser Rechner ist für eine Spitzenleistung von bis zu 1 TFlop (10^{12} Floatingpoint-Operationen pro Sekunde) ausgelegt und weist verschiedene architektonische Verbesserungen gegenüber APE100 auf, zum Beispiel ein flexibleres Kommunikationsnetzwerk, 64-Bit Arithmetik und lokale Adressierung.

Nach umfangreichen Simulationen zur Verifizierung und zum Test des Prozessor-Designs im Jahr 1998 konnten zu Jahresbeginn 1999 die ersten Chips des Kontrollprozessors und im Mai die ersten Rechen-Prozessoren in Betrieb genommen werden. Bereits nach einer äußerst kurzen Phase von reinen Hardware-Tests konnten umfangreichere Tests mit einfachen Anwendungsprogrammen begonnen werden. Der erfolgreiche Zusammenbau eines ersten größeren Systems mit 16 Boards und 128 Prozessoren (64 GFlops) erfolgte Ende Juli in Rom. Der Aufbau eines Systems mit 256 Prozessoren ist für Dezember vorgesehen.

Während sich DESY zunächst vor allem vor Ort an den Hardware-Tests und der Entwicklung von Test-Software beteiligte, wurden im Oktober in Zeuthen erste Anwendungstests mit einem vollständigen Prozessor Board und der zugehörigen Software-Umgebung begonnen. Zudem wurde in Zeuthen die Hardware (Flink) und die „low level“ Software für die schnelle Vernet-

zung der Host-PCs von APEmille entwickelt und getestet. Mit Aufbau und Tests von größeren APEmille-Systemen bis zu 100 GFlops wird am Jahresende begonnen. Abschließendes Debugging und Optimieren der Compiler-Kette erfolgt in enger Zusammenarbeit mit den Anwendern.

Um auch in Zukunft den Bedarf an Rechenleistung für anspruchsvolle europäische Forschungsprojekte im Bereich der numerischen Simulation von QCD decken zu können, ist die Entwicklung eines Nachfolgerechners von APEmille beabsichtigt. Im Verlauf des Berichtsjahres wurden erste Realisierungskonzepte für die Architektur einer neuen Rechnergeneration untersucht, und es wurde mit technologischen Vorstudien für leistungsfähige Kommunikationslinks begonnen. Einzelheiten des Architektur- und Prozessor-Designs sowie der erforderlichen Softwareumgebung sollen im kommenden Jahr ausgearbeitet und durch „Benchmarks“ mit Kernen von QCD-Programmen ausgewertet werden.

Arbeiten zum TESLA Linearcollider und FEL

DESY Zeuthen ist an den konzeptionellen Arbeiten für einen 500 GeV Elektron-Positron Linearcollider mit integriertem Röntgenlaser aktiv beteiligt. In den zurückliegenden Jahren wurden dabei zwei Linien verfolgt: zum einen die Entwicklung von Diagnostikelementen für die TESLA Test Facility (TTF) und den Freie-Elektronen-Laser (FEL) und zum anderen Studien zur Physik, zu Untergrundproblemen und zur Detektorentwicklung, mit dem Ziel, Beiträge zum „Technical Design Report“ für den Linearcollider TESLA zu erstellen. Im Berichtszeitraum wurde „Grünes Licht“ für ein neues Projekt gegeben, der Errichtung eines Photoinjektor-Teststands. Ziel dieses Projektes ist es, ein gezieltes R&D-Programm für die Erzeugung von Elektronen-Strahlen für TESLA und den FEL durchzuführen, um die erforderlichen Strahlparameter (Elektronenpakete hoher Dichte, geringer Emittanz, entsprechende Zeitstruktur) erreichen zu können.

Arbeiten für die TESLA Test Facility

Im Jahr 1999 wurden die Entwicklungsarbeiten für die Strahlage-Monitore (Cavity- und Wellenleitermo-

nitore) für den Freie-Elektronen-Laser (FEL) an der TESLA Test Facility (TTF) weitgehend abgeschlossen. Die Monitore wurden eingebaut, ihre Eigenschaften vermessen und ihr Verhalten unter Strahlbelastung studiert. Zusätzlich wurden weitere Cavity-Monitore in die TTF mit zugehöriger Elektronik eingebaut und vorhandene Elektronik überarbeitet.

Der Schwerpunkt der Arbeiten, unter sehr starker Beteiligung der technischen Gruppen, war auf die Entwicklung der benötigten Elektronik gerichtet. Hierzu mussten, da es sich um eine bislang in Zeuthen nicht eingesetzte Technologie handelte, einige Voraussetzungen geschaffen werden, wie die Einführung der Mikrowellen-Technologie sowie die Bereitstellung der benötigten Infrastruktur und der Bau von mechanischen Baugruppen wie Containern zur Aufnahme der 12 GHz Mess- und Steuerelektronik und Klemmvorrichtungen für ASM-Stecker. Notwendige Software-Werkzeuge für Schaltungsentwürfe, für die Optimierung von Mikrowellenstrukturen und deren Umsetzung in fertige Leiterplatten wurden installiert und eingesetzt. Prototypen von HF- und NF-Komponenten wurden erfolgreich getestet. Die Entwicklungsarbeiten auf diesem neuen technologischen Feld waren schwieriger als erwartet und dies führte zu Verzögerungen bei der Fertigstellung der Elektronik. Im Spätherbst wurde dann mit der Serienproduktion begonnen. Parallel zur Elektronik-Entwicklung wurden Kalibrierungsmethoden geschaffen und ihre Anwendbarkeit anhand von Labor- und Strahltests überprüft. Die erzielten Resultate lassen erwarten, dass mit einer raschen Kalibrierung der Wellenleitermonitore zu rechnen ist.

Für die Cavity-Monitore in den Diagnostik-Stationen zwischen den Undulatormodulen liegt die Elektronik vor (12 GHz-Empfänger für Strahl- und Bunchladungsmessungen). Gegenwärtig erfolgen Funktionstests und die Einbindung in das DAQ-System.

Das gemeinsam mit Mitarbeitern von DESY Hamburg entwickelte VME-ADC-Modul, mit 8 Kanälen, 14-bit Auflösung, maximaler Abtastrate von 10 MHz und einer Speichertiefe von 128 Kiloworte pro Kanal (Abb. 80), wurde im Sommer erfolgreich getestet. Die erste Serie von 16 ADCs wurde gefertigt und für die erwähnten Monitore an der TTF-FEL eingesetzt.

Für den Beam-Trajectory-Monitor zur Beobachtung der Lage des Elektronen-Strahls im letzten Undulatormo-

dul wurden umfangreiche Konstruktionsarbeiten abgeschlossen und nahezu alle Komponenten in der mechanischen Werkstatt in Zeuthen gefertigt. Ein einfaches und technologisch neues Verfahren von Pressverbindungen für den Messzylinder wurde nach einer Reihe von Tests beim Bau dieses Monitors genutzt.

Für die zweite Ausbaustufe von TTF-FEL werden drei weitere sogenannte „Micromover“ zur genauen Positionierung der Undulatormodule benötigt. Hierzu wird im Hinblick auf einfache Handhabbarkeit und Kostenreduzierung ein neues Antriebskonzept mit Steuerung entwickelt. Ziel ist es, diese Verstelleinheiten im ersten Halbjahr 2000 bereitzustellen.

Ein Teil der Arbeiten zur Entwicklung und Fertigung der Strahl- und Bunchladungsmessungen wurde in Zusammenarbeit mit der Technischen Universität Berlin durchgeführt.

Arbeiten im Rahmen der „ECFA/DESY Study on Physics and Detectors for an e^+e^- -Linear Collider“

DESY bereitet zur Zeit einen „Technical Design Report“ für den Linearcollider TESLA vor. Neben einer genauen Beschreibung des Beschleunigers soll dieser Bericht auch eine ausführliche physikalische Motivation des Projekts sowie den Vorschlag für einen möglichen Detektor enthalten. Die Physik- und Detektorkapitel werden dabei von einer internationalen Kollaboration im Rahmen eines ECFA/DESY Workshops bearbeitet. An diesem Workshop beteiligen sich Zeuthener Physiker mit einer Reihe von Aufgaben.

Zu den physikalischen Studien gehören:

- Analysen zum SM Higgs-Boson und zur Top-Quark Erzeugung im Energiebereich von 300 bis 500 GeV,
- die Untersuchung des Prozesses $e^+e^- \rightarrow W^+W^-$ bei 500 GeV,
- Studien der Zwei-Fermion-Produktion bei hohen Energien und Interpretation im Rahmen neuer Physik,
- Studie von stop- und sbottom-Produktion im Rahmen supersymmetrischer Modelle,

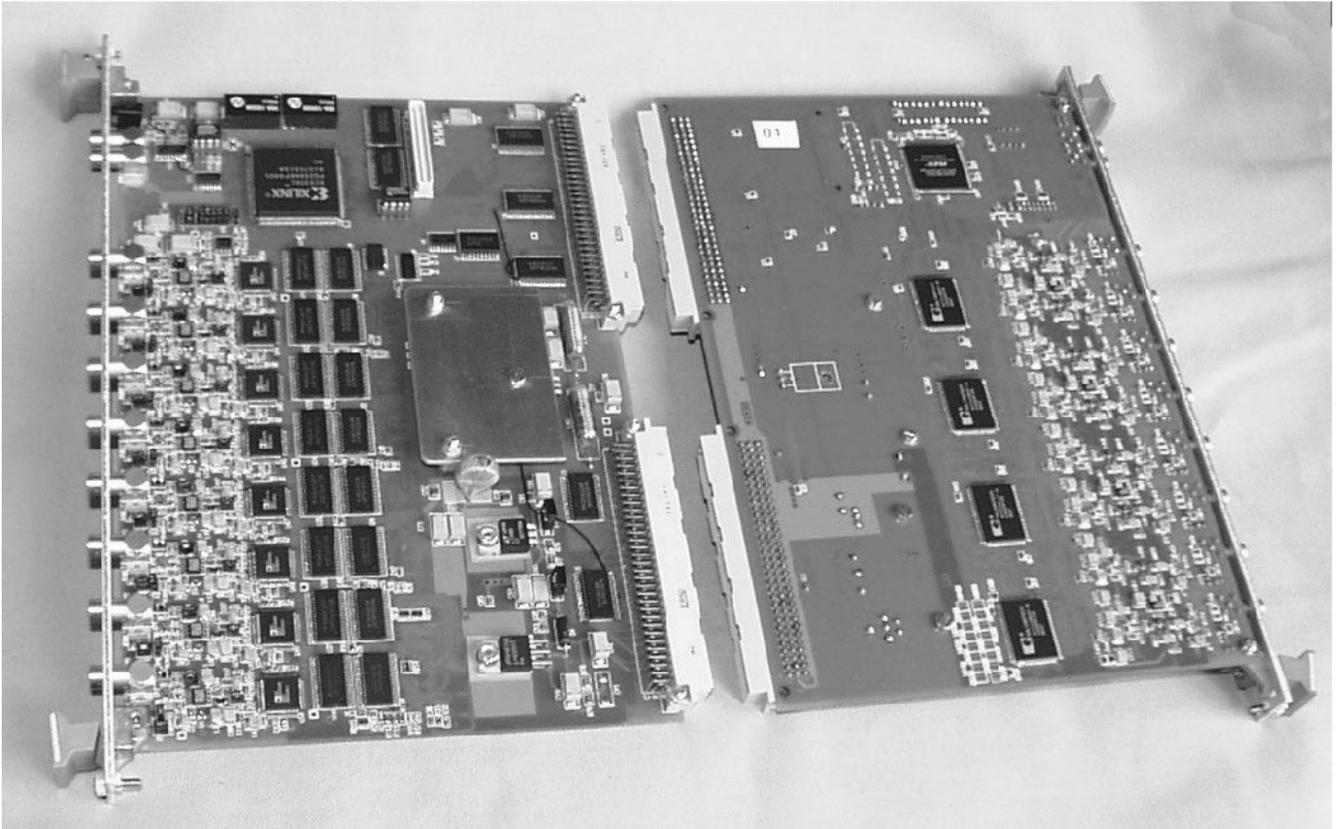


Abbildung 80: VME-ADC-Modul.

- Messung der Top-Yukawa-Kopplung bei 500 und 800 GeV, basierend auf der Option hoher Luminosität von TESLA,
- Studien zur elektroschwachen Physik mit der „Z-Fabrik“ Option des Linearcolliders,
- Messung des Verzweungsverhältnisses $BR(\text{Higgs} \rightarrow \gamma\gamma)$ in e^+e^- -Kollisionen,
- Koordinierung der Arbeitsgruppe „Electroweak Interactions“ innerhalb der ECFA/DESY Workshop-Serie und in der Weltstudie.

Diese Untersuchungen wurden zum Teil in enger Zusammenarbeit mit der Universität Moskau, Institut für Kernphysik, durchgeführt. Das von der Moskauer Gruppe entwickelte Simulationsprogramm „CompHEP“ gestattet die Analyse komplizierter Prozesse mit Vorgabe der Polarisation im Anfangszustand von e^+e^- , γe oder $\gamma\gamma$ -Wechselwirkungen. Damit bietet

sich die Möglichkeit, das physikalische Potential eines zukünftigen Linearcolliders weiter auszuloten.

Im Rahmen von Simulationsarbeiten ist Zeuthen mit folgenden Aufgaben betraut:

- Software-Entwicklungen zu den Detektorsimulationsprogrammen BRAHMS und SIMDET,
- Pflege der Detektor-Software und Web-Seite,
- Entwicklung eines Detektor-Graphik Programms.

Darüber hinaus sind Zeuthener Mitarbeiter an folgenden Detektorstudien beteiligt:

- Untersuchungen zur Optimierung der Spurrekonstruktion geladener Teilchen unter besonderer Berücksichtigung des Vorwärtsbereichs,

- Untersuchungen zur Messung der Beam-Strahlung und der Energieunschärfe des Strahls mit Hilfe von Bhabha-Streuung,
- Abschätzungen zum relativen Myon-Untergrund und Möglichkeiten seiner Unterdrückung.

Photoinjektor-Teststand

Der Aufbau des Teststandes erfolgt in Zusammenarbeit mit BESSY, dem Max-Born-Institut Berlin und der TU Darmstadt. Dieses Projekt wird mit Mitteln aus dem Vernetzungsfonds unterstützt. Im Herbst 1999 wurde mit den Vorbereitungen, wie Ausarbeitung der Bauunterlagen, Aufstellung des Sicherheitsberichtes, Organisation der Zusammenarbeit und Aufbau der Projektgruppe, begonnen.

Experimente Support

Die Gruppe bietet ein breites Spektrum von Dienstleistungen an, unter anderem

- Betreuung der Kopierer und der Projektoren,
- Kopieren, Binden und Bereitstellen von Dokumentationen,
- Erfassung der Dosimeter der Mitarbeiter,
- Schreib- und Datenbankarbeiten
- Grafikarbeiten, Posteranfertigung
- Betreuung der zahlreichen ausländischen Gäste.

Mitarbeiter der Gruppe unterstützen die Projektgruppen auch durch Übernahme einfacher Montagearbeiten und Betreuung von Produktionsruns großer Applikationsprogramme. Der Bildbearbeitung kommt bei den Aktivitäten der Gruppe ein immer größerer Stellenwert zu, da die sich bietenden Möglichkeiten immer stärker

sowohl bei der Erstellung wissenschaftlicher Publikationen als auch bei der Anfertigung von Präsentationen und Postern für die Öffentlichkeitsarbeit genutzt werden.

Im Berichtsjahr war die Gruppe maßgeblich an der Organisation des 7. Internationalen Workshops „Deep Inelastic Scattering 99“ beteiligt. Die Gruppe unterstützte auch die Organisatoren des Arbeitstreffens Astroteilchenphysik des BMBF.

Für die Öffentlichkeitsarbeit bei DESY Zeuthen wurden verschiedene Ausstellungsexponate in Zusammenarbeit mit den Werkstätten erstellt. Wichtigster Termin im Berichtszeitraum war sicher der „Tag der Offenen Tür“, der im Mai 1999 stattfand. Hierfür wurden zahlreiche Poster und Informationsbroschüren erstellt. Neben Druck und Versand von Einladungen an Schulen, Gäste und Presse konzentrierte sich die Arbeit auf die Vorbereitung von verschiedenen Informations- und Demonstrationsständen sowie die Durchführung der Veranstaltung, zu der mehr als 1300 Besucher kamen.

Im August 1999 beteiligte sich DESY Zeuthen mit einer Ausstellung am Wissenschaftsjahrmarkt der Stadt Stuttgart (Sonnenfinsternis). Die in Zusammenarbeit mit der FH Brandenburg erstellte Videoanimation über das Neutrino-Teleskop AMANDA wurde hierbei erstmals öffentlich vorgestellt. Weitere Präsentationen umfassten den Brandenburger „Tag der Wissenschaft und Forschung“ in Cottbus und den „Marie-Curie-Tag“ des Gymnasiums in Ludwigsfelde im November 1999.

Für zwei große Ausstellungenbeteiligungen im Jahr 2000, die DESY-EXPO in Hamburg und die Berliner Wissenschaftsausstellung „Sieben Hügel“ wurden Vorarbeiten geleistet, ebenfalls erste Arbeiten zum „Jahr der Physik“.

Eine Hauptaufgabe ist die Organisation von Vorträgen und Laborbesichtigungen. Hiervon machen vor allem Schulklassen regen Gebrauch. Im Berichtsjahr wurden auch Besichtigungsfahrten von Studenten und Schülern zu DESY Hamburg organisiert.

Zentrale Dienste DESY Zeuthen

Die zum Bereich „Zentrale Dienste“ (Z-Bereich) gehörenden Gruppen „Datenverarbeitung“, „Mechanik“, „Elektronik“, und „Technische Infrastruktur“ erbringen im Wesentlichen die für eine reibungslose Durchführung der Forschungsaufgaben notwendigen Service-Leistungen. Die Gruppen „Mechanik“ und „Elektronik“ unterstützen die experimentellen Gruppen des F-Bereichs beim Aufbau und Betrieb neuer Detektoren bzw. deren Komponenten. Entwicklungen, wie zum Beispiel Beiträge zum Projekt „APE1000“, an dem die Gruppen „Elektronik“ und „Datenverarbeitung“ beteiligt sind, unterstreichen das Forschungspotential dieser Gruppen. Nachdem die Baumaßnahmen der vergangenen Jahre zurückgegangen sind, konzentriert sich die Arbeit der Gruppe „Technische Infrastruktur“ auf werterhaltende Maßnahmen und auf die Aufrechterhaltung des laufenden Betriebs bei DESY Zeuthen.

Gruppe Datenverarbeitung

Die Aufgaben der zentralen Datenverarbeitung bestehen in der zielgerichteten Bereitstellung von Diensten und Rechenkapazität, die dazu beitragen, die Forschungsgruppen bei ihren wissenschaftlichen Tätigkeiten optimal zu unterstützen. Um diese Dienste und Ressourcen bedarfsgerecht anbieten zu können, wird eine kontinuierliche, enge Zusammenarbeit mit diesen Gruppen angestrebt.

IT-Infrastruktur

Die für die einzelnen Forschungsgruppen und CAD-Anwendungen erforderliche Rechenkapazität wird aus Kosten- und Effektivitätsgründen vornehmlich über

PC-Farmen und dedizierte Workgroup-Server bereitgestellt. Gegenwärtig werden im Netzwerk etwa acht Fileserver, ein Tape-Roboter (Kapazität: 30 Tbyte, 85% belegt), zwei zentrale Compute-Server (Multiprozessor-Systeme), 25 Workgroup-Server, fünf PC-Farmen mit insgesamt 43 PCs sowie rund 210 LINUX/WindowsNT-basierte Desktop-PCs betrieben. Die Benutzer- und Datenfilessysteme werden per AFS und NFS von den File-Servern verteilt. Zur Verbesserung der Verfügbarkeit werden die Benutzerverzeichnisse zum großen Teil über ausfallsichere Hardware-RAID-Systeme (Gesamtkapazität: 170 GByte) zur Verfügung gestellt.

Die Nutzung der Rechenkapazitäten der Compute-Server, PC-Farmen sowie bestimmter Workgroup-Server erfolgt vornehmlich über das Batch-System CODINE. Seit kurzem wird hierfür eine Version mit AFS-Unterstützung betrieben. Das Backup von Fileverzeichnissen erfolgt automatisiert unter Nutzung von Legato Networker und dem Tape-Roboter.

Als strategische Betriebssysteme werden Solaris 2, LINUX, Windows NT sowie HP-UX zentral unterstützt. Mit Stand Ende 1999 basiert das Datennetz zu 80% auf FDDI- und Ethernet/FastEthernet/Gigabit-Ethernet Netzwerkstrukturen. Die Internet-Anbindung erfolgt über den 48 Mbit/s BWIN-Anschluss von DESY Hamburg. Für den Zugang werden zwei 2 Mbit/s Standleitungen DESY Zeuthen – DESY Hamburg (betrieben mit Lastausgleich) genutzt.

Die IT-Sicherheit in ihrer Gesamtheit stellte einen Schwerpunkt der Aktivitäten der Datenverarbeitung dar. Im Berichtszeitraum 1999 wurde eine deutlich gestiegene Zahl erfolgloser Einbruchsversuche in die Rechnersysteme verzeichnet. Hier machten sich die bereits erarbeiteten und implementierten Konzepte zur umfassenden Verbesserung der IT-Sicherheit positiv bemerkbar. Die bisher unternommenen Anstrengungen verfolgten unter anderem Zielstellungen wie die Einschränkung der Möglichkeit des Abhörens des Netz-

verkehrs durch Ausbau der verteilten Netzwerkstrukturen, den Einsatz von IP-Filterung (FireWall-Funktion), die Installation von IP-Wrappern, das Ersetzen unsicherer Dienste, die Automatisierung der System- und Patchinstallation (vor allem der vom CERT empfohlenen Sicherheitspatches) sowie die Überwachung der Rechner und ihrer Konfigurationen.

Administration UNIX/WindowsNT

Im Berichtszeitraum wurden die Konzepte für die automatische Installation, Konfiguration und Überwachung von Rechnersystemen weiter verbessert und erfolgreich implementiert. Der Ausbau des AFS Fileservices und Samba Services sowie die Installierung einer neuen Version des Batchsystems CODINE mit AFS-Unterstützung waren Schwerpunkte der Arbeiten des Berichtsjahres. Von großer Bedeutung war auch die Einführung der Kerberos-Authentisierung als generelle Voraussetzung für die Einrichtung von AFS-basierten Benutzerverzeichnissen. Neben diesen Aktivitäten wurde ein vollständig überarbeiteter und stabil laufender Font- und Printservice in Betrieb genommen. Im WindowsNT-Bereich wurden alle PCs mit dem 1998 eingeführten zentralen Applikationsservice NetInstall für WindowsNT ausgestattet sowie neue Applikationen zur Installation bereitgestellt. Mit Hilfe des Produktes NetInstall ist es nun möglich, Applikationen, die in Hamburg oder Zeuthen zentral vorkonfiguriert und zur Verfügung gestellt werden, problemlos auf jeden NT-Rechner an beiden Standorten zu installieren. Für eine ausfallsichere Bereitstellung von Home-Verzeichnissen und Applikationen wurde ein Hardware-RAID-System in Betrieb genommen. Ein weiterer Schwerpunkt war die Unterstützung der Verwaltung bei der Einführung von SAP/R3. Alle entsprechenden PCs wurden neu mit dem Betriebssystem WindowsNT sowie den erforderlichen Applikationen ausgestattet.

PC-Farmen

Die auf der Basis von LINUX PC-Farmen bereitgestellte Rechenkapazität wurde bedarfsbezogen kontinuierlich erweitert. So wurden für die Gruppen ZEUS und Theorie Anfang des Jahres weitere Systeme in Betrieb

genommen, die Gruppe L3 konnte im August von der IBM SP2 auf eine eigene PC-Farm wechseln. Bei der Neubeschaffung setzten sich Dual-Prozessorsysteme durch, deren Betrieb sich als sehr stabil erweist. Auf Grund des hohen Bedarfs an Plattenplatz wurde für die PC-Farmen ein dedizierter Fileserver installiert. Derzeit werden fünf Farmen, bestehend aus 43 PCs, betrieben. Diese sind über eine FastEthernet Infrastruktur miteinander verbunden und über GigabitEthernet an den LAN-Backbone angeschlossen.

Zu Beginn des Jahres 1999 konnten auch zwei Workgroup-Server für allgemeines Login in Betrieb genommen werden. In Zusammenarbeit mit DESY Hamburg und SuSE wurde die automatische Installation erweitert. Sie ermöglicht jetzt eine wesentlich flexiblere System-Installation. Auch wurde die Post-Installation weiterentwickelt. Softwareseitig stand weiterhin der LINUX-Upgrade auf die neue, glibc-basierte Version im Vordergrund. Dieser Übergang war dringend erforderlich, um die Jahr-2000-Sicherheit zu gewährleisten, aber auch, weil die alte Software zum Teil nicht mehr unterstützt wird und neue Software-Versionen nur für das neue LINUX-System zur Verfügung gestellt werden (zum Beispiel CERNLIB, AFS). Seit Beginn des Jahres wird seitens DV LINUX auf Desktop-PCs unterstützt. Dabei ist der LINUX-PC vollständig in das einheitliche Administrationsmodell und in die Infrastruktur von LINUX/UNIX integriert, insbesondere auch in das Sicherheitskonzept. Durch die sukzessive Einbeziehung aller LINUX-Desktops in die zentrale Administration können künftig die Sicherheitsrisiken infolge fehlerhaft administrierter Systeme weitgehend ausgeschlossen werden.

Zentrum für Paralleles Rechnen

Zu Förderung der supercomputergestützten Forschung in Deutschland wurde im Frühjahr 1999 das John von Neumann-Institut für Computing (NIC) gemeinschaftlich vom Forschungszentrum Jülich und dem Deutschen Elektronen-Synchrotron DESY gegründet. Das Zentrum für Paralleles Rechnen (ZPR) am DESY Zeuthen ist im Rahmen des NIC verantwortlich für die Planung, die Installation und den Einsatz der APE Supercomputer. Die seit 1994 in Zeuthen installierten APE-Rechner stellen eine sehr effektive und kostengünstige Lösung

für Rechnungen auf dem Gebiet der Gitterfeldtheorie dar, wodurch ein numerischer Zugang zu den grundlegenden Eigenschaften der Elementarteilchen und ihrer Wechselwirkungen erreicht wird.

Darüber hinaus wurde 1999 ein Eigenwertsolver für die Berechnung elektromagnetischer Felder in supraleitenden Hohlraumresonatoren auf APE100 erfolgreich portiert, wodurch die Voraussetzungen für die routinemäßige Nutzung der Parallelrechner auch auf diesem Gebiet geschaffen wurden.

In Zeuthen sind drei APE-Rechner der Serie APE100 mit insgesamt 768 Prozessoren und einer Spitzenleistung von 45 Gflop/s installiert. Auf diesen Rechner-Systemen werden fünf Großprojekte aus der theoretischen Teilchenphysik bearbeitet. Im Jahr 1999 konnte wie in den Vorjahren eine Auslastung der Rechner von mehr als 91% erreicht werden. Damit wurde den Nutzern im Berichtszeitraum eine Rechenleistung von 1.31×10^6 Tflop zur Verfügung gestellt.

Gruppe Mechanik

Die Gruppe Mechanik besteht aus der Konstruktion (Ingenieure, Technische ZeichnerInnen), der Zentralen Mechanischen Werkstatt (ZMW) und der Zentralen Mechanischen Lehrwerkstatt (ZMWL). Ihre Aufgabe ist es, die experimentellen Gruppen bei der Realisierung ihrer Vorhaben zu unterstützen. Dies erfolgt durch

- Erarbeitung konzeptioneller Entwürfe,
- Konstruktion und Fertigung von Einzelteilen und Baugruppen,
- Bau komplexer Geräte und deren Installation am Beschleuniger,
- Durchführung technologischer Versuche,
- Dokumentationen.

Hauptwerkzeug für die Konstruktion ist das CAD-Programm IDEAS, mit dessen Hilfe es möglich ist, auch komplexe Aufgabenstellungen zu bearbeiten und entstandene Daten mit externen Gruppen auszutauschen und weiterzubearbeiten. 1999 wurde schwerpunktmäßig an folgenden Themen gearbeitet:

H1

Die veränderte Strahlrohrgeometrie führte am Jahresbeginn 1999 zu dem Entschluss, den Backward Silicon Tracker (BST) zu verkürzen und die BST-Technologie zu nutzen, um im Vorwärtsbereich des H1-Experiments einen Forward Silicon Tracker (FST) einzubauen. Aufgrund der gegebenen Platzverhältnisse ist es erforderlich, den FST von der +z-Seite her zu versorgen und auszulesen. Es wurde ein Entwurf erarbeitet und ein Modell gebaut, das diesen Kontaktierungsvorgang simuliert. Ein zweites Modell mit geänderter Einbauschchnittstelle und einem robusten Steckverbindertyp ist in Arbeit. Die Entwürfe für FST-, BST- und Repeatermechanik wurden parallel bearbeitet und mit den Partnern in Hamburg, Zürich und Prag abgestimmt.

Im Kurz-Shutdown (Mai/Juni) wurde der BST2 nach Zeuthen geholt und mit einer zusätzlichen Kühlung für den Repeater versehen und wieder im H1-Detektor eingebaut. Für das Forward Proton Spektrometer (FPS) von H1 wurde eine vertikale Station mit vier neu angefertigten Faserdetektoren bestückt. Damit verbunden wurden die bisherigen Photomultiplier durch moderne neue Typen ersetzt.

ZEUS

Der Barrel-Micro-Vertex-Detector (BMVD) wird aus Silizium-Microstrip-Detektoren von $64 \times 64 \text{ mm}^2$ Größe aufgebaut, die je 512 Auslestestreifen tragen. Jeweils zwei dieser Detektoren werden zu Halbmodulen verklebt, wobei die Streifen einmal parallel und einmal senkrecht zum Beam ausgerichtet sind. Die elektrische Verbindung der Detektoren untereinander und zum Hybridschaltkreis erfolgt durch Bonden über UPILEX-Folien mit einem Pitch von $120 \mu\text{m}$. In Zeuthen wurden technologische Versuche zum präzisen Aufkleben der UPILEX-Folien auf die Halbmodule durchgeführt und die dazu notwendigen Vorrichtungen entwickelt und in Betrieb genommen. Im eigens für die Arbeiten am BMVD eingerichteten Reinraum wurden neben dem Folienklebearbeitsplatz eine Vorrichtung zum Verkleben der Detektoren zu Halbmodulen und ein Arbeitsplatz zum exakten Zuschneiden der UPILEX-Folien eingerichtet.

HERA-B

Die Konstruktion der Magnetkammern MC5 und MC6 wurde fertiggestellt. MC5 wurde in der ZMW gefertigt, für die Kammern MC6 und MC8 erfolgte die Fertigungsbetreuung. Die Massenproduktion der Drahtkammermodule TC und PC des Outer Trackers fand unter Mitwirkung der ZMW statt (Herstellung, Aufbau und Umrüsten der Produktions-Templates). Es wurden 187 Module mit insgesamt 28 000 Auslesekanälen gefertigt.

TESLA/TTF

Die Konstruktion der Cavity-Monitore im kalten Bereich wurde überarbeitet und vier modifizierte Strahlage-Monitore gefertigt. Für die 12 GHz-Monitore im FEL-Undulator wurden diverse mechanische Baugruppen wie Gehäuse und Filter konstruiert und gefertigt. Für TTF wurde ein Beam Trajectory Monitor (BTM) konstruiert und in der ZMW gefertigt (Abb. 81). Hierfür wurden, gemeinsam mit DESY Hamburg, umfangreiche Tests im Ultrahochvakuum durchgeführt, um eine einfache Herstellungstechnologie zu entwickeln.

Mechanische Lehrwerkstatt

Im Januar 1999 absolvierten drei Lehrlinge ihre Abschlussprüfung. Zwei von ihnen wurden durch die IHK-Potsdam mit dem Titel „Bester Lehrling des Landes Brandenburg“ ausgezeichnet. Zum zweiten Mal erhielten damit Lehrlinge der Mechanischen Lehrwerkstatt diese Auszeichnung. Das zeigt eindrucksvoll das hohe qualitative Niveau der Ausbildung bei DESY Zeuthen.

Gruppe Elektronik

Im Jahr 1999 hat die Gruppe Elektronik, entsprechend ihrer Aufgabenstellung, viele Beiträge für die bei DESY Zeuthen angesiedelten Experimentalgruppen geleistet. Das beginnt beim Entwurf, beim Aufbau und beim Betrieb der elektronischen Instrumentierung der einzelnen Experimente und setzt sich fort in methodischen Arbeiten mit dem Schwerpunkt auf Technologien zur schnel-



Abbildung 81: *Beam Trajectory Monitor in DESY Zeuthen bei der Probemontage.*

len Datenübertragung für das Projekt APE1000. Zur Gruppe Elektronik gehört auch die Zentrale Elektronik-Werkstatt (ZEW), in der die einzelnen Baugruppen gefertigt wurden. Im einzelnen wurden folgende größere Themen bearbeitet:

H1

Zwei Elektronik-Module, „Clock Distribution Unit“ (CDU) und „Clock Booster“ wurden überarbeitet. Der „Backward Silicon Tracker“ (BST) wurde während eines Shutdowns repariert. Für den BST-Umbau und den geplanten „Forward Silicon Tracker“ (FST) sind diverse Entwurfsarbeiten geleistet worden:

- Gesamtkonzept,
- Clock Distribution,
- Contact Ring Design,

- Status Link,
- Hybrid Entwurf.

Die Spezifikation für einen überarbeiteten ASIC zur PAD-Detektor-Auslese ist fertiggestellt.

HERA-B

Outer Tracker

Seit 1998 wurden insgesamt 11 000 ASD8-Verstärkerboards (Frontend-Elektronik) produziert und getestet. Diese Boards verstärken und diskriminieren die Driftkammersignale. Zusätzlich wurden 220 „Slow Control“ Boards, 20 Testpuls-Boards sowie verschiedene Durchführungs-Boards (etwa 20 Typen) und 50 Hochspannungs-Boards in Betrieb genommen. Um den durch TTL-Triggersignale verursachten Störpegel zu mindern, wurde ein spezielles TTL→LVDS Adapter-Board entwickelt und erprobt.

Level3/4 PC-Farm

Weitere 120 PCI2SHL (PCibus to SharcLink) Interfaces sind aufgebaut, getestet und installiert worden.

Diese Boards verbinden den auf SHARC DSPs basierenden Switch mit der SLT/TLT Farm. Die Datenübertragungsrate ist mit 40 Mbyte/s viermal so hoch wie die des Fast Ethernet.

AMANDA

Ein neuer digital gesteuerter Analoges Optisches Modul (dAOM) wurde für die Expedition 99/00 entwickelt. Ein Prototyp wurde gebaut und erfolgreich getestet (Abb. 82). Die Elektronik für 40 Module wurde in der ZEW gefertigt. Davon werden aller Voraussicht nach in dieser Saison 32 Module ins Eis gebracht, der Rest dient als Reserve.

Schwerpunkt der Aktivitäten war die Entwicklung eines Konzepts zur Stromversorgung und sicheren Datenübertragung sowohl der digitalen Steuerinformation als auch des Analogsignals vom PMT über ein einziges Leitungspaar von etwa 2.5 km Länge. Zur Steuerung und Datennahme der angeschlossenen dAOMs wurde ein DAQ-Board (40 Kanäle) nebst passender Steuersoftware entwickelt und erprobt.

In Abstimmung mit dem LBNL Berkeley (USA) wurde für den dort entworfenen Digitalen Optischen Modul

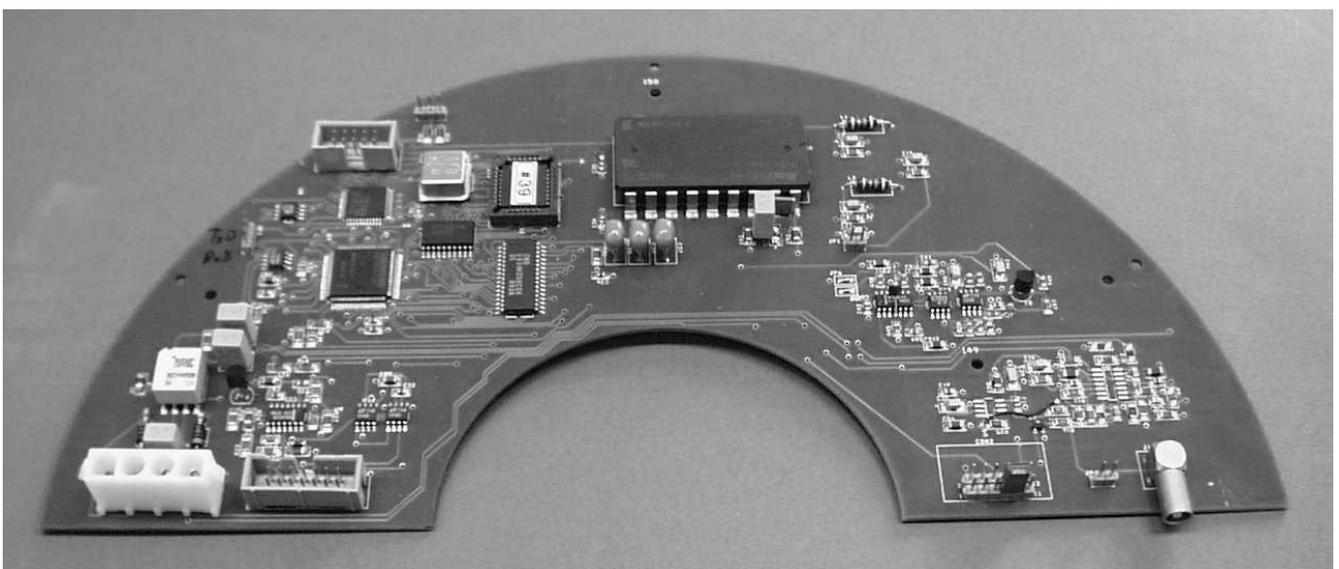


Abbildung 82: Leiterplatte für den digital gesteuerten Analogen Optischen Modul (dAOM).

(DOM) ein Datennahme-System (DAQ) konzipiert, bestehend aus einem CPCI-Interface, einem Controller Board und einem Front-End Elektronik-Board. Insgesamt werden bis Jahresende 14 CPCI Boards für 56 DAQ-Kanäle (DOM-Module) aufgebaut, getestet und an AMANDA übergeben.

TESLA/TTF

Für die Auslese der FEL-Strahllagemonitore (Beam Position Monitor – BPM) werden mehrere UHF-Baugruppen benötigt, die im Bereich von 12 GHz arbeiten. Letztere sind mit Hilfe des Mikrowellen-CAD-Systems LINMIC+/N entwickelt und simuliert worden.

Prototyp-Leiterplatten sind in der Elektronik-Werkstatt auf dem Fräsplotter gefertigt und nachfolgend bestückt worden. Messungen an den fertigen Baugruppen zeigten gute Übereinstimmung mit den Zielparametern. Drei komplette Baugruppen, die das 12 GHz Monitor-Ausgangssignal auf 1 GHz heruntermischen (Abb. 83), konnten ihre Eignung im praktischen Einsatz unter Beweis stellen, so dass eine Serienproduktion aufgenommen werden kann.

Gemeinsam mit dem DESY Hamburg ist ein VME-ADC-Modul (8 Kanäle, 14 Bit, 10 MHz Abtastrate, 128K Speicher pro Kanal) entwickelt worden. Eine Prototyp-Serie von 16 Stück wurde gefertigt. Die Erfahrungen mit dieser Neuentwicklung sind so gut, dass

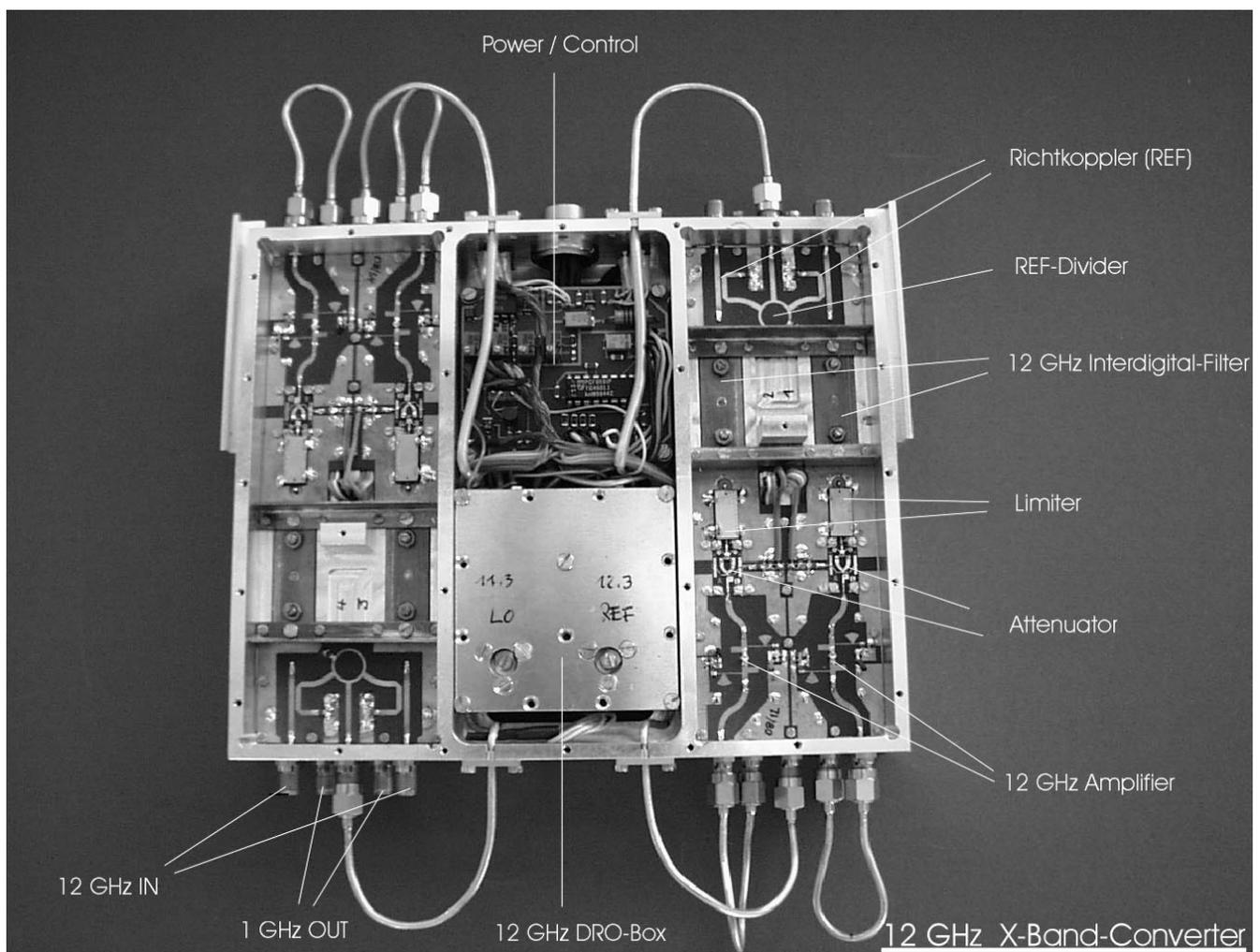


Abbildung 83: Baugruppe zum Verarbeiten von 12 GHz Signalen.

in Zukunft mit einem massiven Einsatz dieses VME-Moduls in der TESLA-Kollaboration zu rechnen ist.

APE1000

Ein erstes APE1000 Rechner-Rack, bestehend aus zwei Crates, wurde installiert und in Betrieb genommen. Bei voller Bestückung mit 32 Prozessorboards entspricht das einer Rechenleistung von 128 GFlop. Mit einem Prozessorboard wurden umfangreiche Hardware-Tests durchgeführt. Wegen der Skalierbarkeit der Maschine können bereits auch umfangreiche Software-Tests durchgeführt werden. Das eigens für die asynchrone Kommunikation entwickelte PCI-Businterface (FLink), basierend auf der Channel Link-Technologie, ist in Betrieb genommen worden. Umfangreiche Test-Software führte zur Beseitigung einiger Fehler in der Firmware (FPGA). Langzeittests, bei denen Datenmengen von mehr als 20 TByte fehlerfrei übertragen wurden, haben die Eignung des Interfaces bewiesen. Zur Zeit wird eine Datentransferrate von 528 Mbit/s erreicht. Nach erfolgter Überarbeitung des Entwurfs soll die Datenrate mindestens 1 Gbit/s betragen.

Gruppe Technische Infrastruktur

Als wichtiges Aufgabengebiet der Gruppe Technische Infrastruktur (TI) ist die Aufrechterhaltung des laufenden Betriebs zu nennen. Dazu gehören unter ande-

rem Energieversorgung, Heizung, Zu- und Abwasser, Klimatisierung und Telefon. Kleinere Reparaturen und Hausmeisterdienste werden von dieser Gruppe ebenfalls durchgeführt. Auch die in Zeuthen tätigen Gruppen des F-Bereichs nehmen die Hilfe von TI häufig in Anspruch, sei es bei der Ausstattung von Experimentier- und Laborräumen oder bei der Einrichtung von Messplätzen.

Während in der Vergangenheit die umfangreichen Bauvorhaben das Hauptaufgabengebiet der Gruppe Technische Infrastruktur bildeten, waren in diesem Jahr die kleineren Sanierungsmaßnahmen zur Erhaltung der Bausubstanz und Ausbaumaßnahmen ein weiteres Tätigkeitsfeld. Dazu gehörten unter anderem

- Umbau und Erweiterung der Klimaanlage im Seminar- und Hörsaalbereich,
- Fassadensanierung am Rechnergebäude,
- Ausbau eines Teils des Bodens im Rechnergebäude zu Büros,
- Austausch der Telefonanlage einschließlich der digitalen Nebenstellenapparate.

Nachdem das Direktorium im September 1999 den Aufbau des Teststandes für den Photoinjektor für TESLA/FEL in DESY Zeuthen beschlossen hatte, wurde die Gruppe mit der Vorbereitung und der Planung der umfangreichen Baumaßnahmen beauftragt. Das schließt auch die Planung der gesamten technischen Infrastruktur für das Vorhaben ein.

Bereich Beschleuniger (M)

Inhalt

Übersicht	175
Speicherringanlage HERA	177
Speicherring DORIS III	183
Die Vorbeschleuniger	185
Arbeiten der Gruppen des Bereichs Beschleuniger	189
Strahlenschutz	211
Voruntersuchungen zum TESLA Linearcollider-Projekt	215
Entwicklung eines Freie-Elektronen-Lasers für sehr kurze Wellenlängen	225
Studie eines Elektronen-Speicherringes für koronare Angiographie	231

Übersicht M-Bereich

HERA

In der ersten Hälfte des Jahres 1999 wurde der Luminositätsbetrieb mit Elektron-Proton-Kollisionen durchgeführt. Danach wurde auf Positron-Proton-Kollisionen umgestellt. Die mit dem ZEUS Luminositätsdetektor gemessene integrierte Elektron-Proton Luminosität betrug 17.3 pb^{-1} , der entsprechende Wert für Positron-Proton Kollisionen betrug 28.2 pb^{-1} . Damit wurde das Jahresziel von 35 pb^{-1} deutlich übertroffen. Die Untergrundverhältnisse waren bei allen Experimenten sehr gut.

Eine Ausnahme bildeten Effekte, die aufgrund von zu knappen Aperturverhältnissen der LPS-Detektoren von ZEUS hervorgerufen wurden und die nach Bereitstellung einer ausreichenden Strahlapertur vermieden wurden. Die erhöhten Dunkelströme der H1-Driftkammer traten mit gespeichertem Positronen-Strahl nicht mehr auf, ein Umstand, der zur Zeit nicht verstanden ist.

Die in den Vorjahren bereitgestellten Optimierungsverfahren des Polarisationsbetriebs wurden weiter entwickelt und verbessert. Das Resultat ist, dass routinemäßig ein Polarisationsgrad von um 60% erreicht wurde. Die Betriebseffizienz konnte von 42% in den Vorjahren auf 50% gesteigert werden.

DORIS III

Ähnlich wie in den vergangenen Jahren wurden auch 1999 ausgezeichnete Strahllebensdauern beim Betrieb von DORIS III als Synchrotronlichtquelle erreicht. Gegen Ende des diesjährigen Betriebes wurden folgende Werte erzielt: 15 Stunden bei 130 mA, 18 Stunden bei 110 mA und 23 Stunden bei 90 mA. Die Verfügbarkeit der Maschine hat sich mit fast 93% sogar noch geringfügig verbessert.

Eine neue Strahlage-Regelung, die seit Juni läuft, hat sich ausgezeichnet bewährt. Die neue Software und der Einsatz neuer Korrekturnetzgeräte haben zu einer deutlichen Verbesserung der Orbit-Stabilität in den geregelten Abschnitten von DORIS beigetragen.

Vorbeschleuniger

Die Vorbeschleuniger für Elektronen und Positronen, LINAC II-PIA-DESY II, liefen auch 1999 mit der von den Vorjahren gewohnten Zuverlässigkeit. Die klassische Magnetron-Quelle für H^- -Ionen lief im Betriebsjahr ohne Störungen sehr zuverlässig. Der über das Jahr gemittelte Strom der aus DESY III extrahierten Protonen lag bei 200 mA.

Der PETRA II-Betrieb als Elektronen- und Positronen-Vorbeschleuniger für HERA verlief weitgehend störungsfrei. Auch der Betrieb mit Protonen zeichnete sich durch hohe Stabilität aus. Während der Monate August bis November wurden an HERA im Mittel über 100 mA geliefert, ein bisher noch nicht erreichtes Ergebnis.

Im Jahr 1999 stand PETRA in noch nie dagewesenem Umfang als Synchrotronstrahlungsquelle zur Verfügung. Es gab Wochen, in denen die Maschine zu 50% der Zeit als Synchrotronstrahlungsquelle lief. Im Mittel waren es 24%.

Linearcollider-Studien

Ein erster vollständiger Entwurf für TESLA, einen supraleitenden 500 GeV Elektron-Positron-Linearcollider, wurde im Frühjahr 1997 fertiggestellt und in einem umfangreichen Bericht dokumentiert. Im Berichtsjahr wurden die Arbeiten zur weiteren Optimierung

des Linearcollider-Designs vorangetrieben. Im Vordergrund stand dabei die detaillierte Untersuchung aller Sub-Systeme, insbesondere im Hinblick auf die bei TESLA erreichbare maximale Luminosität.

Die TESLA Test Facility (TTF) wurde über viele Monate mit zwei Kryomodulen betrieben. In jedem Kryomodul befinden sich acht neunzellige supraleitende Resonatoren. Im ersten Modul konnte ein mittlerer Spannungsgradient von etwa 23 MV/m erreicht werden.

Freie-Elektronen-Laser

Das Grundprinzip eines SASE (selbst-verstärkte spontane Emission) FEL wurde im DESY Jahresbericht

1995 beschrieben. Bei TTF wurde ein 14 m langer Undulator, in dem der FEL-Prozess ablaufen kann, mit einer mechanischen Genauigkeit von etwa 20 μm eingebaut und mit einem Elektronenstrahl von über 200 MeV Energie in Betrieb genommen. Die für den weiteren Ausbau erforderliche Tunnelverlängerung wurde im Rohbau fertiggestellt.

ARI

Mit dem Ziel, eine möglichst kompakte und preiswerte Lösung zu finden, wurde eine detaillierte Studie für einen Elektronen-Speicherring für koronare Angiographie, ARI, erstellt. Die Qualität der Resultate sollte diejenigen bei DORIS in jeder Hinsicht übertreffen.

Speicherringanlage HERA

HERA Betrieb 1999

07.01. – 14.01.	Maschinenanlauf
15.01. – 26.04.	Elektron-Proton-Luminositätsbetrieb
26.04. – 02.05.	Beschleunigerentwicklung
03.05. – 14.06.	Betriebsunterbrechung
14.06. – 21.06.	Maschinenanlauf mit Umstellung auf Positronen
21.06. – 05.07.	Beschleunigerentwicklung
08.07. – 13.12.	Positron-Proton-Luminositätsbetrieb
13.12. – 19.12.	Beschleunigerentwicklung

Der HERA-Betrieb 1999 wurde bereits am 7. Januar aufgenommen. Nach einer kurzen Anlaufperiode begann der Luminositätsbetrieb mit Elektron-Proton Kollisionen Mitte Januar 1999. Eine Reihe von technischen Problemen führte jedoch zu einem schleppenden Betrieb, der erst nach der Behebung von mehreren Windungsschlüssen und Verpolungen einiger Magnetkreise in einen Routinebetrieb überging.

Ab Mitte Februar verlief der Luminositätsbetrieb ungestört. Der Elektron-Proton-Betrieb wurde mit Beschleunigerstudien in der letzten Aprilwoche beendet. Die sich anschließende sechswöchige Betriebspause wurde in erster Linie vom HERA-B Experiment für Installationsarbeiten genutzt.

Mitte Juni wurde der HERA-Betrieb mit der Umstellung auf Positronen-Betrieb und Beschleunigerstudien wieder aufgenommen. Eine Besonderheit der zweiten HERA-Betriebsperiode 1999 war die Durchführung von sogenannten „Mini-Shutdowns“, dreitägigen Betriebsunterbrechungen jeweils zum Anfang eines Monats.

Der Positron-Proton Luminositätsbetrieb begann Anfang Juli und endete Mitte Dezember. In diesem Zeit-

Maschinenanlauf	14 Tage	4%
Maschinenentwicklung	33 Tage	9%
Wartung	21 Tage	6%
Betriebspause	61 Tage	17%
Luminositätsbetrieb	236 Tage	64%

Tabelle 2: HERA Betriebsstatistik 1999.

raum wurde der Betrieb sechsmal durch die dreitägigen „Mini-Shutdowns“ unterbrochen.

Der HERA-Betrieb 1999 endete mit einer sechstägigen Maschinenentwicklungszeit.

Elektron-Proton Luminositätsbetrieb

In der ersten Hälfte des Jahres wurde der Luminositätsbetrieb mit Elektron-Proton-Kollisionen durchgeführt. Die Betriebsparameter zeigt Tabelle 3. Insgesamt wurde 149 Mal Luminosität herbeigeführt, die sich zu einer integrierten Luminosität von 17.3 pb^{-1} (gemessen mit dem ZEUS-Luminositätsdetektor) aufsummierte (Abb. 84).

Die Untergrundprobleme vom Vorjahr waren nach der Reparatur von mehreren Magnet-Defekten mit Erd- und Windungsschlüssen im Januar und Februar weitgehend beseitigt. Allerdings waren die Dunkelströme der H1-Driftkammer mit gespeichertem Elektronen-Strahl im Vergleich zum Positronen-Betrieb immer noch überhöht.

Die spezifische Luminosität war etwas höher als aufgrund der nominellen Strahlgrößen erwartet wurde. Dies konnte auf den Fokussierungseffekt der Protonen auf den Elektronen-Strahl zurückgeführt werden.

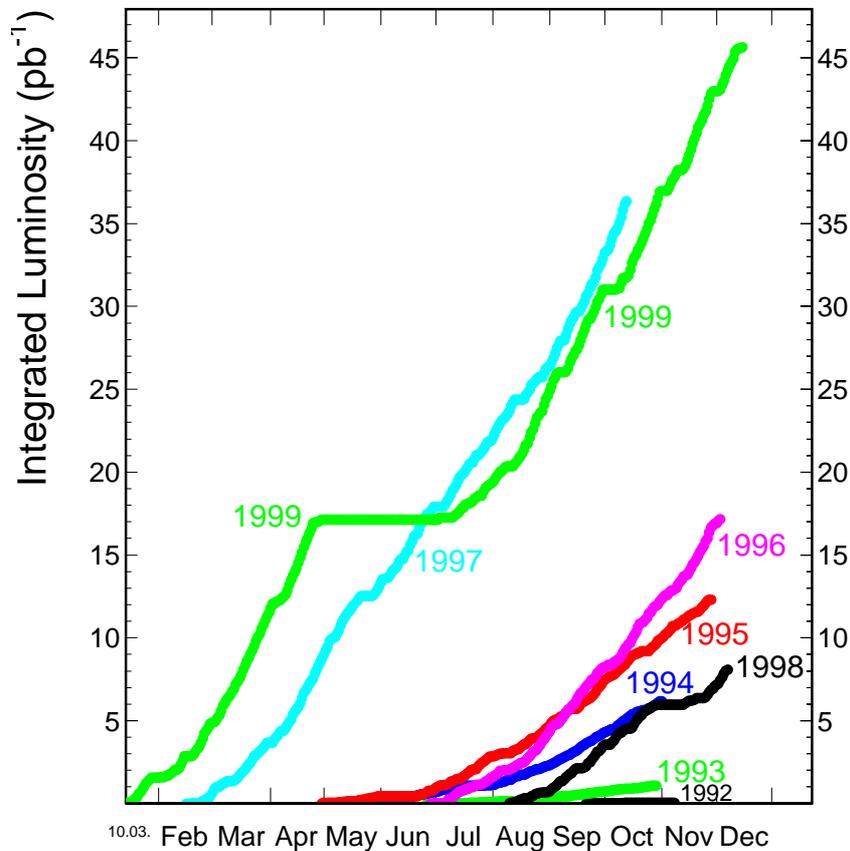


Abbildung 84: Entwicklung der integrierten HERA-Luminosität in den Jahren 1992–1999.

Die absolute Luminosität war begrenzt durch die Intensität des Elektronen-Strahls, der nur sehr langsam auf Strahlströme um 35 mA gesteigert werden konnte.

Die Strahllebensdauer war nicht allein durch Streuung am desorbierten Restgas bestimmt, sondern durch zusätzliche Effekte. Damit war die Strahllebensdauer am Anfang auf etwa fünf Stunden begrenzt. Dies hatte relativ kurze Elektronen-Speicherzeiten zur Folge. Aus diesem Grund wurden pro Protonen-Füllung in der Regel zwei Elektronen-Füllungen herbeigeführt. Die Untergrundverhältnisse im zweiten Elektronenlauf waren tolerabel bis gut. Die spezifische Luminosität war etwa um 10–20% durch Aufweitung der Protonen-Emittanz reduziert.

Bemerkenswert war die ausgezeichnete Betriebs-Effizienz, das ist das Verhältnis der Luminositätszeit zu der zur Verfügung stehenden Zeit, von über 60% in den Monaten März und April 1999.

Positron-Proton Luminositätsbetrieb

In der zweiten Hälfte des Jahres wurde der Luminositätsbetrieb mit Positron-Proton-Kollisionen durchgeführt. Die Betriebsparameter zeigt Tabelle 4. Insgesamt wurde 168 Mal Luminosität herbeigeführt, die sich zu einer integrierten Luminosität von 28.2 pb^{-1} (gemessen mit dem ZEUS Luminositätsdetektor) aufsummierte (Abb. 84).

Die erhöhten Dunkelströme der H1-Driftkammer traten mit gespeichertem Positronen-Strahl nicht mehr auf, ein Umstand, der zur Zeit nicht verstanden ist.

Die spezifische Luminosität war etwas niedriger aufgrund des Defokussierungs-Effektes des Positronen-Strahls durch die Protonen und des damit verbundenen um etwa 20% größeren Strahlquerschnitts am Wechselwirkungspunkt. Dies führte zu einem Einbruch der Lebensdauer des Positronen-Strahls bis hin zum tota-

		Elektronen	Protonen	
Strahlenergie	[GeV]	27.5	920	
Strahlstrom	[mA]	25–35	70–90	
$\beta_{x,y}^*$	[m]	1.0, 0.7	7.0, 0.5	
Spezifische Luminosität	$[10^{29}\text{cm}^{-2}\text{sec}^{-1}\text{mA}^{-2}]$			6.4–7.5
Spitzen-Luminosität	$[10^{31}\text{cm}^{-2}\text{sec}^{-1}]$			0.6–1.2
Effizienz	[%]			50
Integrierte Luminosität	$[\text{pb}^{-1}]$			17.3

Tabelle 3: HERA Elektron-Proton Parameter.

		Positronen	Protonen	
Strahlenergie	[GeV]	27.5	920	
Strahlstrom	[mA]	35–45	80–100	
$\beta_{x,y}^*$	[m]	1.0, 0.6	7.0, 0.5	
Spezifische Luminosität	$[10^{29}\text{cm}^{-2}\text{sec}^{-1}\text{mA}^{-2}]$			6.0–7.0
Spitzen-Luminosität	$[10^{31}\text{cm}^{-2}\text{sec}^{-1}]$			1.0–1.5
Effizienz	[%]			49
Integrierte Luminosität	$[\text{pb}^{-1}]$			28.2

Tabelle 4: HERA Positron-Proton Parameter.

len Strahlverlust insbesondere zu dem Zeitpunkt, in dem Kollisionen herbeigeführt wurden. Dieses Problem konnte durch Verkleinerung der vertikalen β -Funktion der Positronen am Wechselwirkungspunkt von 70 cm auf 60 cm vermieden werden. Damit erreichte auch die spezifische Luminosität Werte um $7 \times 10^{29} \text{ cm}^{-2} \text{ sec}^{-1} \text{ mA}^{-2}$.

Die absolute Luminosität war durch die Intensität des Positronen-Strahls begrenzt, die im Laufe der Betriebsperiode allmählich auf 44 mA Anfangsstrom gesteigert werden konnte. Die Lebensdauer des Positronen-Strahls war, wie erwartet, durch Bremsstrahlungsprozesse am Restgas bestimmt und betrug bei Maximalströmen von 40 mA noch 7 Stunden. Aufgrund der guten Lebensdauer des Positronen-Strahls erstreckten sich die Luminositätsläufe über bis zu 12 Stunden. Aus diesem Grund wurde pro Protonen-Füllung jeweils nur eine Positronen-Füllung hergestellt.

Die Untergrundverhältnisse waren bei allen Experimenten sehr gut. Eine Ausnahme bildeten Effekte, die aufgrund von zu knappen Aperturverhältnissen der LPS-

Detektoren von ZEUS hervorgerufen wurden und die nach Bereitstellung einer ausreichenden Strahlapertur vermieden wurden.

Die Luminositäts-Betriebseffizienz war auch in der zweiten Jahreshälfte gut bis ausgezeichnet, sieht man von dem von technischen Problemen gekennzeichneten Monat Juli ab.

Polarisationsbetrieb

Im Betrieb mit spin-polarisierten Elektronen- und Positronen-Strahlen gab es 1999 keine grundsätzlichen Neuerungen. Allerdings wurden die in den Vorjahren bereitgestellten Optimierungsverfahren weiter entwickelt und verbessert. Das Resultat ist, dass routinemäßig ein Polarisationsgrad von um 60% erreicht wurde. Die Bedienung der Werkzeuge wurde soweit verbessert, dass die regelmäßige Nachoptimierung der Polarisation die Anwesenheit von Experten nicht mehr erforderte. Die Reoptimierung der Polarisation nach Änderung der

Polarisationsrichtung (durch Vorzeichenänderung der horizontalen Felder im Minirotator) erwies sich als eine problemlose Routineoperation.

Betriebseffizienz

Der Maßnahmenkatalog zur Erhöhung der Betriebseffizienz, der in der großen Betriebspause 1997/1998 durchgeführt wurde, bestehend neben vielen kleinen Verbesserungen aus dem Aufbau einer achten Hochfrequenzstrecke des e-Rings und der Aufstockung der Senderleistung um 1.5 MW auf 12 MW, Verbesserungen am Kopplersystem der supraleitenden Hochfrequenzresonatoren, Erneuerung der Spulen der Proton low- β Quadrupolmagnete vom Typ QS sowie Aufbau eines neuen 8000 A Stromversorgungsgerätes für den Protonen-Hauptkreis, hat sich 1999 mit einer deutlich verbesserten Effizienz ausgezahlt. So konnte die Effizienz nach der Stagnation 1997 mit 42% auf fast 50% gesteigert werden. Für Elektron- und Proton-Injektion wurden 7% bzw. 10% der Zeit benötigt. Der Rest verteilt sich auf Ausfallzeiten (28%) und Wartezeiten (5%). In den klimatisch günstigen Monaten März, April und September war die Effizienz sogar größer als 60%.

Betrieb mit Elektronen

Um den Einfang von Staubteilchen aus den Ionenzerstäuberpumpen im Strahl zu vermeiden, wurde das Vakuumsystem des e-Rings in der Betriebspause 1997/1998 auf NEG-Pumpen umgestellt.

Im Frühjahr 1999 hatte sich das Vakuumsystem von der Belüftung infolge der Umstellung auf NEG-Pumpen weitgehend erholt. Die Verbesserung der Druckerhöhung mit steigendem Elektronen-Strom hatte mit Werten von 2×10^{-10} mbar/mA eine gewisse Sättigung erreicht. Die Elektronen-Ströme konnten bis auf 35 mA gesteigert werden, wobei Lebensdauern von bis zu fünf Stunden erreicht werden konnten. Allerdings musste festgestellt werden, dass die Lebensdauer des Elektronen-Stroms bei kleiner Intensität mit dem Anfangsstrom korreliert. Dies wurde auch früher mit Elektronen beobachtet und durch den Einfang von ionisierten Staubteilchen im Elektronen-Strahl erklärt. Zwar

tritt der Effekt jetzt nur bei deutlich höheren Strahlströmen auf, womit ein deutlicher Fortschritt erzielt wurde, jedoch hat sich herausgestellt, dass das Elektronen-Lebensdauer-Problem auch nach dem Umbau auf NEG-Pumpen nicht vollständig gelöst ist. Das heißt, dass die Lebensdauer des Elektronen-Strahls nicht wie bei Positronen von der Streuung am desorbierten Restgas bestimmt zu sein scheint, sondern durch Streuprozesse an anderen Targets, deren Natur zur Zeit nicht bekannt ist.

Gegen Ende der Betriebszeit mit Elektronen wurde nach diesen Targets mit verbesserten Strahlverlustmonitoren gesucht. Der starke Synchrotronstrahlungs-Untergrund in diesen Monitoren wurde durch ein Kupferfilter zwischen den in Koinzidenz geschalteten Nachweis-Dioden unterdrückt. Die Monitore im Oktanten NR wurden mit den verbesserten Monitoren ausgerüstet. Allerdings wurden in diesem Beschleunigerbereich keine Targets gefunden. Inzwischen wurde die gesamte Maschine mit den verbesserten Monitoren ausgerüstet, um die Suche nach Targets voranzutreiben. Nach der Umstellung auf Positronen-Betrieb im Sommer 1999 war es dann jedoch zunächst nicht mehr möglich, diesem Problem weiter nachzugehen.

Maschinenentwicklung

Die Maschinenentwicklung im Jahr 1999 konzentrierte sich auf

- Fragen im Zusammenhang mit der Luminositätserhöhung,
- Fragestellungen im Zusammenhang mit strahlinduziertem Untergrund für die Experimente,
- Betriebsbedingungen für HERA-B,
- Verbesserung von Instrumentation und Diagnostik.

Insbesondere wurden 1999 neue Optiken für den HERA-Elektronen-Strahl getestet. Eine Optik mit 72° Betatron-Phasenvorschub pro FODO-Zelle wurde eingestellt und für den Kollisionsbetrieb optimiert. Die erforderliche kleine Emittanz wurde durch eine Verschiebung der Umlauffrequenz um 4×10^{-7} erzielt. Es

zeigte sich, dass diese Strahloptik, wie theoretisch erwartet, eine vergleichbare Akzeptanz wie die zur Zeit verwendete 60° Optik besitzt. Damit ist eine wichtige Voraussetzung für eine erfolgreiche Luminositätserhöhung in HERA erfüllt. In diesem Zustand wurde Luminosität erfolgreich herbeigeführt. Allerdings blieb die gemessene Luminosität hinter der Erwartung zurück. Dies muss noch weiter untersucht werden.

Bei HERA werden Protonen beobachtet, die einen so großen Energiefehler besitzen, dass sie ohne festen Phasenbezug zum Hochfrequenzsystem umlaufen. Ein solch großer Energiefehler kann sich über den Verlauf von vielen Stunden durch eine Kombination von Hochfrequenzrauschen, Intrabeamschattering (interne Coulomb-Protonenstreuung im Bunch) und zeitabhängige Dipolfehler aufbauen. Dies führt zu teilweise erheblichen Untergrundproblemen. Die Anhäufung von solchen Protonen konnte durch transversale Anregung nahe der vertikalen Betatron-Frequenz, die auf ein zeitliches Fenster in der Abortlücke des Bunchzuges beschränkt ist und somit nur ungebunchte Strahlteilchen erfasst, hinreichend unterdrückt werden.

Ein Nebeneffekt von Strahlkollisionen ist der Strahl-Strahl-Effekt, die Wirkung eines Strahls auf die Teilchen des Gegenstrahls. Dieser Effekt wurde für den HERA-Protonen-Strahl untersucht. Resultat ist, dass bis zu Elektronen-Intensitäten, die dem zweifachen des Designwerts (7×10^{10}) entsprechen, keine Wirkung auf die Protonen-Emittanz beobachtet werden konnte. Die Wirkung auf die Bevölkerung des Randbereichs der transversalen Strahlverteilung ist gering. Dies wurde auch für den Elektronen- bzw. Positronen-Strahl unter-

sucht. Der Randbereich der transversalen Strahlverteilung wurde mit „Scrapern“ abgetastet. Dabei wurden unter den gegenwärtigen Bedingungen keine Aufweitung unter Kollision festgestellt.

Luminositätserhöhung

Die Systeme für die HERA-Luminositätserhöhung wurden 1999 von der Designphase in die Produktionsphase überführt. Insbesondere ist die Fertigung der normalleitenden Magnete weit fortgeschritten. Die Prototypen der Magnete vom Typ GM und GN, denen ein völlig neuartiges Design zugrunde liegt, wurden gebaut und erfolgreich getestet. Bei den mehr konventionellen Magnettypen QI, QJ, QA, QB ist die Fertigung abgeschlossen bzw. weit fortgeschritten. Alle Magnete erfüllen die Spezifikation.

Auch an der Produktion der supraleitenden Magnete wird seit Juli in Brookhaven (USA) gearbeitet. Die Spulen des ersten Magnettyps GO sind in der Zwischenzeit gefertigt, Kalttests der Spulen bei 4.5 K haben begonnen. Der Einbau der Spulen in die Kryostate ist vorbereitet. Mit der Spulenproduktion des zweiten Magnettyps GG wurde zum Ende des Berichtszeitraums ebenfalls begonnen. Prototypen wurden für die komplizierten Vakuum- und Absorbersysteme auf der rechten Seite des Wechselwirkungspunkts gebaut. Alle extern zu fertigenden Komponenten sind mittlerweile ausgeschrieben, in den meisten Fällen wurden die Aufträge erteilt. Weitere Ausführungen hierüber finden sich bei den Berichten der Gruppen (Seite 189 ff).

Speicherring DORIS III

DORIS III Betrieb 1999

01.01. – 24.01.	Winter-Wartungsperiode
25.01. – 31.01.	Technische Inbetriebnahme
01.02. – 02.05.	Synchrotronstrahlungsbetrieb
03.05. – 06.06.	Maschinenentwicklung
07.06. – 19.12.	Synchrotronstrahlungsbetrieb
20.12. – 31.12.	Betriebsunterbrechung

In der Winter-Wartungsperiode 1998/99 waren in DORIS keine größeren Arbeiten vorgesehen. Zeitbestimmend für die Dauer der Betriebsunterbrechung waren Arbeiten an diversen Strahlführungen, die unter der Regie von HASYLAB durchgeführt wurden. Der Wiederanlauf von DORIS begann am 25. Januar und der offizielle Nutzerbetrieb für HASYLAB startete bereits am 1. Februar. Wie im Jahr zuvor wurde mit HASYLAB ein 5:1 Wochenrhythmus vereinbart, das heißt fünf Wochen Synchrotronstrahlungsbetrieb gefolgt von einer Service-Woche.

Für die Zeit vom 3. Mai bis zum 7. Juni war eine fünfwöchige Unterbrechung des Strahlbetriebs geplant, in der unter anderem alle Korrektornetzgeräte ausgebaut und durch neue, bei DESY entwickelte, ersetzt wurden. Die Strahlage-Regelungen, die bislang auf einem Rechner des alten Kontrollsystems ausgeführt worden waren, wurden in das neue PC-basierte Kontrollsystem integriert. Wegen der größeren Auflösung der neuen Netzgeräte war mit einer verbesserten Strahlage-Stabilität zu rechnen.

Um das Vakuumsystem nicht zu überfordern, wurde der Maximalstrom mit fünf Bunchen auf 150 mA begrenzt. Wegen der durchgehend hohen Zuverlässigkeit von DORIS III wurde ein mittlerer gespeicherter Strom von über 100 mA erreicht. Der von HASYLAB genutzte integrierte Strahlstrom betrug 527 Ah, was eine Steigerung von etwa 25% gegenüber dem Vorjahr bedeutet.

Strahllebensdauer

Der diesjährige Betrieb startete mit den ausgezeichneten Strahllebensdauern, die Ende 1998 erreicht wurden (13 Stunden bei 130 mA, 22 Stunden bei 90 mA). Es zeigte sich in den ersten Wochen, dass dies ungefähr die maximalen Werte sind, die mit der gegenwärtigen Kammer-Pumpen-Konfiguration zu erreichen sind. Mitte Februar trat ein Vakuumleck an einem Injektionskicker auf. In der Service-Woche vom 15. bis zum 22. Juni wurde der Kicker repariert, was die Belüftung eines Viertels des DORIS III-Vakuumsystems erforderlich machte.

Bei Beginn der anschließenden Run-Periode waren die vorherigen Lebensdauern wieder erreicht. Voraussetzung dafür war eine ordnungsgemäße Belüftung mit trockenem Stickstoff.

Noch dreimal in diesem Jahr mussten Teilbelüftungen vorgenommen werden, um nötige Reparaturen an den Feedback-Cavities bzw. an einer Wiggler-Auslasskammer ausführen zu können. Der Zeitraum für die Erholung der Lebensdauern im Anschluss an die Belüftungen war für HASYLAB akzeptabel. Gegen Ende des diesjährigen Betriebes wurden folgende Werte erzielt: 15 Stunden bei 130 mA, 18 Stunden bei 110 mA und 23 Stunden bei 90 mA.

Gespeicherte Ströme

Im 5-Bunch-Betrieb wurden maximal 150 mA gespeichert, wobei an diversen Stellen der Vakuumkammer der Temperaturanstieg gemessen wurde, um sicherzustellen, dass keine kritischen Werte auftreten. Bei einem Strahlstrom von 150 mA erzeugt jeder Dipol (Länge 3.2 m) etwa 18 kW an Strahlungsleistung. Während der geplanten sechs Wochen Strahlzeit mit zwei Bunchen wurde der Strom auf 85 mA reduziert.

Strahllage-Stabilität

Die neue PC-basierte Strahllage-Regelung, die seit Juni läuft, hat sich ausgezeichnet bewährt. Die neue Software und der Einsatz der neuen Korrekturnetzgeräte haben zu einer deutlichen Verbesserung der Orbit-Stabilität in den geregelten Abschnitten von DORIS III beigetragen.

Weiterhin unverändert sind allerdings die horizontalen Orbit-Veränderungen in den Bögen des DORIS-Ringes, die von einer horizontalen Verschiebung diverser Quadrupole hervorgerufen werden. Das asymmetrische Erhitzen der Vakuumkammern durch das Synchrotronlicht ändert deren Krümmungsradius, was eine horizontale Verschiebung der mechanisch mit diesen Kammern verkoppelten Quadrupole zur Folge hat. Um dieses Problem zu lösen, werden in der geplanten Betriebsunterbrechung im Sommer 2000 alle Triplett-Kammern sowie alle Kicker ausgetauscht.

Wegen der Flexibilität der neuen Strahllage-Regelungssoftware konnte sowohl im Bypass als auch im Bogen Nord-Links (NL) die Strahllage-Stabilität weiter verbessert werden. Im Bypass werden neuerdings die Strahllage-Informationen sowohl vom Wiggler BW4 als auch vom Wiggler BW6 zu einer gemeinsamen Regelung zusammengefasst. Dadurch konnten Strahllage-Schwankungen in den Bypass-Beamlines besser ausgeglichen werden. Im Bogen NL wurde eine neue Regelung etabliert, die sich an den vertikalen Strahllagen der Fächer B und D bzw. E orientiert. Das hat zu einer Verringerung der vertikalen Strahllage-Schwankung im Fächer B um den Faktor vier geführt.

Betriebsergebnis 1999

Das Betriebsergebnis ergibt sich aus dem Verhältnis von 5919 Stunden geplanter Strahlzeit für HASYLAB und 9497 Stunden, in denen tatsächlich Synchrotronlicht geliefert werden konnte, was einer Betriebseffizienz von 92.2% entspricht.

Die Vorbeschleuniger

LINAC II und LINAC III

In den beiden vergangenen Jahren sind fünf der insgesamt zwölf Beschleunigerabschnitte vom S-Band-Typ ersetzt worden. Alle arbeiten sehr zuverlässig, so dass zur Zeit der Ersatz der übrigen sieben Abschnitte vorbereitet wird. Gemeinsam mit den Gruppen MVA und MHF werden vier Abschnitte für die kommende Betriebsunterbrechung im Sommer 2000 gefertigt, bezüglich ihrer Hochfrequenzeigenschaften vermessen und schließlich konditioniert. Die letzten drei Abschnitte sollen 2002 ausgetauscht werden.

Der im Vorjahr vorangetriebene Umbau des LINAC III Injektionssystems ist inzwischen abgeschlossen. Der wechselweise Betrieb von zwei verschiedenen H^- -Quellen ist vorgesehen: Die klassische cäsium-behaftete Magnetron-Quelle ist zur Zeit die Standardquelle des LINAC III, an der cäsium-freien Hochfrequenz-Quelle sind letzte Entwicklungen noch nicht abgeschlossen. Hier liegt der Schwerpunkt der Arbeiten bei der Erhöhung der Extraktionseffizienz. Beide Quellen sind mit einer eigenen LEBT („Low Energy Beam Transportline“) und einem eigenen RFQ („Radio Frequency Quadrupole“) ausgestattet. Das wechselseitige Zuschalten der jeweiligen Quelle erfolgt über eine im Vorjahr neu aufgebaute MEFT („Medium Energy Beam Transferline“).

Die klassische Magnetron-Quelle lief im Betriebsjahr 1999 ohne Störungen sehr zuverlässig.

DESY II

Im Berichtszeitraum lief DESY II mit gewohnter Zuverlässigkeit. Die Anpassung des Kontrollsystems an den Standard der anderen Beschleuniger hat zu einer übersichtlichen und schnelleren Kontrolle der einzelnen

Komponenten geführt. Die Dauer der Umschaltung von DORIS- auf PETRA-Betrieb ist auf etwa 30 s reduziert worden.

Im Positronen-Betrieb wurden etwa 1.2×10^{10} Teilchen pro Bunch an PETRA bei 7 GeV und etwa 8×10^9 Teilchen pro Bunch an DORIS bei 4.5 GeV geliefert. Die Gesamtausfallrate lag bei etwa 2.5%.

DESY III

Durch einen Transformatorausfall im Januar 1999 hat sich die Betriebszeit im Berichtszeitraum auf etwa 98% reduziert. Trotzdem hat sich im Jahresdurchschnitt ein mittlerer Strom von etwa 200 mA bei dem Maximalimpuls von 7.5 GeV/c eingestellt.

Die Umstellung des Kontrollsystems auf PC-Basis ist im Fluss, ein großer Teil ist bereits auf PC-Kontrollen umgestellt worden. Eine wesentliche Änderung an dem Wechselmechanismus der Strippingfolien hat zu einer deutlichen Senkung des Risikos einer Folienbeschädigung geführt.

PETRA II

Das Betriebsjahr 1999 war mit etwas über 300 Tagen, entsprechend etwa 7200 Betriebsstunden, sehr lang. Das Jahr lässt sich grob wie folgt einteilen: Nach einer kurzen Unterbrechung während des Jahreswechsels 1998/99 lief die Maschine bis Anfang Mai. Nach einer Unterbrechung von einem Monat folgte die zweite Betriebsperiode bis zum 20. Dezember. Die Verteilung der Zeit auf die einzelnen Betriebsmodi zeigt Abbildung 85. Die Ausfallzeit war trotz der langen Betriebszeit mit etwa 6% sehr gering. Es gab im Wesentlichen nur zwei

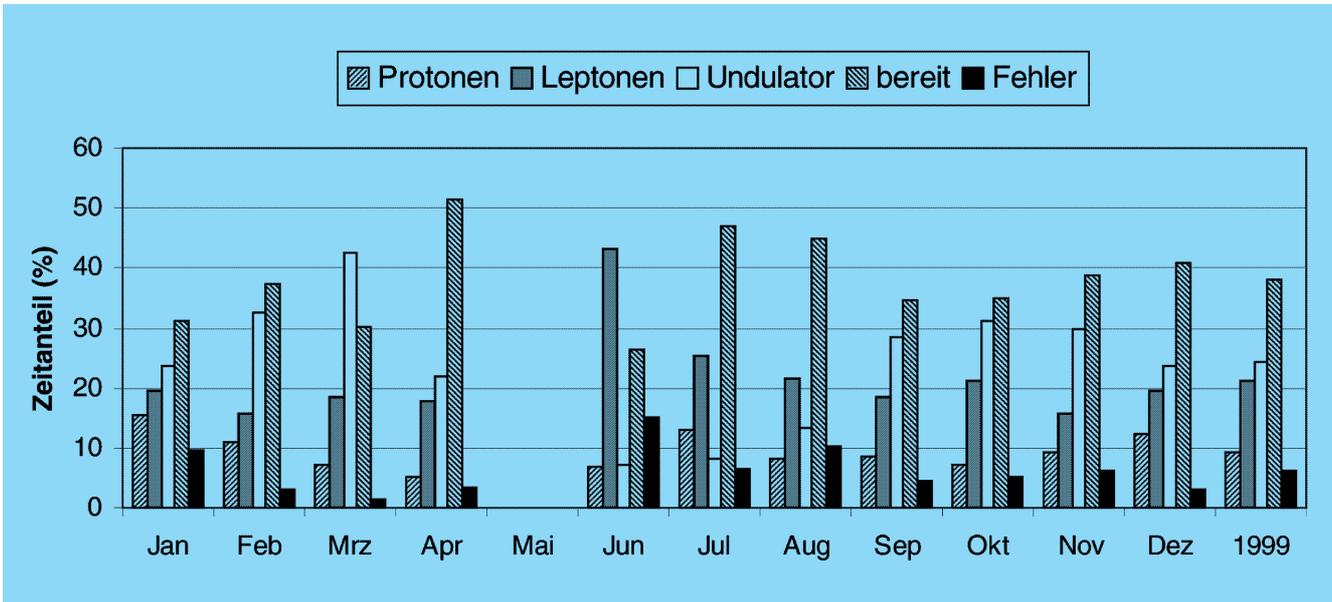


Abbildung 85: Aufteilung der PETRA-Betriebszeit 1999 auf die einzelnen Betriebsmodi: Vorbeschleunigerbetrieb: Leptonen und Protonen; Synchrotronstrahlungsbetrieb: Undulator; Maschine im Wartezustand: bereit.

größere Ausfälle. Zum einen brach ein Keramikfenster einer Abstimmungseinheit der Protonen-Hochfrequenz und zum anderen gab es Probleme mit den Kickern der Protonen-Ejektion. Die Ursache des Fensterbruches konnte ermittelt werden. Die Konstruktion der Abstimmereinheit wurde daraufhin leicht geändert und in der nachfolgenden Zeit gab es keine Schwierigkeiten mehr. Die Probleme mit der Protonen-Ejektion, die durch Verschleiß in der Fahrmechanik der Kicker verursacht wurde, konnten durch den Einbau neuer Kicker mit veränderter Fahrmechanik während der Unterbrechung im Mai beseitigt werden. Seitdem funktioniert die Mechanik der Fahrkicker einwandfrei. Der Betrieb im einzelnen sah wie folgt aus:

Vorbeschleunigung von Elektronen und Positronen

Am Betriebsverlauf wurde gegenüber 1998 nichts geändert. In der ersten Betriebsphase von Januar bis Mai wurden Elektronen für HERA zur Verfügung gestellt, und während des übrigen Jahres Positronen. Der

Elektronen-Betrieb für HERA verlief weitgehend störungsfrei.

Vorbeschleunigung von Protonen

Die wesentliche Änderung gegenüber dem Vorjahr bestand im Einbau eines dritten Kickers für die Protonen-Injektion im Mai. Damit war es erstmalig möglich, systematisch die Injektion zu verbessern. Daraufhin wurde ein Computer-Programm zur automatischen Einstellung der Injektion entwickelt und getestet. Wegen der positiven Ergebnisse der Tests soll dieses Programm demnächst routinemäßig eingesetzt werden.

Aufgrund der verbesserten Injektion war es auch möglich, bei vergleichbaren Bedingungen wie in den beiden zurückliegenden Jahren den Spitzenwert des Protonen-Stroms bei Injektionsenergie (7.5 GeV) zu erhöhen. Mit etwa 134 mA liegt er oberhalb des Entwurfswertes von 125 mA. Auch der Spitzenwert des Protonen-Stroms bei Ejektion (40 GeV) wurde gesteigert und er beträgt nun 118.5 mA, das heißt etwa 95% des Entwurfswertes. Der Betrieb zeichnete sich durch hohe Stabilität

aus. Während der Monate August bis November wurden an HERA im Mittel über 100 mA geliefert, ein bisher noch nicht erreichtes Ergebnis.

Betrieb als Synchrotronstrahlungsquelle

Bedingt durch den stabilen HERA-Betrieb im Jahr 1999 stand die Maschine in noch nie dagewesenem Umfang als Synchrotronstrahlungsquelle zur Verfügung, in manchen Wochen zu 50%. Wie aus Abbildung 85 ersichtlich, betrug die Messzeit im Mittel 24% der Zeit, und dieser Anteil hätte auch noch höher sein können, wenn die Zahl der Nutzer größer gewesen wäre. Die Maschine lief entweder mit Elektronen oder Positronen, abhängig davon, welche Teilchenart HERA benötigte. Die Maschinenparameter wurden den

Wünschen der Benutzer angepasst, das heißt die Maschine lief mit sehr wenigen (4) oder sehr vielen (80) Bunchen und die Energie variierte zwischen 11.3 und 12 GeV.

Ein Problem im Jahr 1999 war die Reinheit der Füllung für zeitauflösende Messungen. Aufgrund der Schwankungen des Dipolfeldes im Synchrotron DESY II werden nicht nur die gewünschten Buckets mit Teilchen gefüllt, sondern auch noch die benachbarten Buckets, wodurch die sogenannten Nebenbunche entstehen. Die Intensität dieser Nebenbunche soll auf Wunsch der Nutzer bestimmte Grenzen nicht überschreiten. Um Nebenbunche, die etwa 20 ns oder später hinter dem Hauptbunch folgen, zu beseitigen, wurde versucht, diese mit einem Kicker zu vernichten. Die Testergebnisse waren sehr positiv, so dass daran gedacht ist, dieses Verfahren im Jahr 2000 routinemäßig zum Beseitigen von Nebenbunchen einzusetzen.

Arbeiten der Gruppen des Bereichs Beschleuniger

Beschleunigerphysik und Beschleunigerkoordination

Die Gruppe „Beschleunigerphysik“ (MPY) und die Koordinationsgruppen befassen sich vorwiegend mit der Entwicklung, Inbetriebnahme und Verbesserung aller bei DESY befindlichen Beschleuniger und Speicherringe. Viele Arbeiten dieser Gruppen sind bereits im Abschnitt Beschleuniger erwähnt worden. Einige Arbeiten sollen hier erläutert werden.

Fortführung der Studien zur Elektronenkühlung in PETRA

Eine Option für die längerfristige Zukunft von HERA besteht in der Kollision von unpolarisierten oder polarisierten Hadronen-Strahlen mit Elektronen bzw. Positronen. Um eine möglichst hohe Luminosität bei derartigen Kollisionen zu erreichen, ist die Kühlung der Hadronen-Strahlen von Interesse. In diesem Zusammenhang wird unter anderem auch die Elektronenkühlung von Hadronen in PETRA II seit einiger Zeit untersucht. Für eine effektive Kühlung ist ein „kalter“ intensiver gebunchter Elektronen-Strahl notwendig, das heißt ein Elektronen-Strahl mit kleiner Emittanz und hoher Ladung pro Bunch. Die bisherigen Untersuchungen konzentrierten sich auf die Beschleunigung eines solchen Strahls auf eine Energie von 5–10 MeV.

Es konnte gezeigt werden, dass ein Linac, in dem der Elektronen-Strahl mit Hilfe eines kontinuierlichen Solenoidfeldes fokussiert wird, damit die großen Raumladungskräfte aufgrund der hohen Ladungsdichte des Strahls die Emittanz nicht zu stark aufweiten, einen Elektronen-Strahl der gewünschten Qualität liefert.

Im Berichtszeitraum wurde untersucht, ob die Fokussierung auch mit Hilfe mehrerer kurzer Solenoide er-

reicht werden kann, da diese Lösung technisch leichter realisierbar ist als mit einem kontinuierlichen Solenoid. Diese Untersuchungen sind aber noch nicht abgeschlossen.

Die notwendige Verringerung der Energiebreite und die Verlängerung der Bunchlänge des Elektronen-Strahls auf die Länge des Hadronen-Strahls erfolgt in dem sogenannten Debuncher. Ein solcher Debuncher wurde in Form eines schwach-fokussierenden Speicherrings mit einem Umfang von etwa 12 m gefunden. Untersuchungen bezüglich Raumladungs- und nichtlinearer Effekte in diesem kleinen Ring sind noch erforderlich.

Die eigentliche Kühlung erfolgt dann in einer Kühlstrecke von etwa 40 m Länge. Um der Defokussierung des Elektronen-Strahls in der Kühlerstrecke entgegenzuwirken, ist ebenfalls eine Fokussierung mit Hilfe eines Solenoids notwendig. Darüber hinaus ist eine mehrfache Verwendung eines Elektronen-Bunches zur Kühlung wünschenswert, um die Repetitionsrate der Elektronenkanone (10 MHz) zu verringern. Dazu müssen die Elektronen-Bunche in einem sogenannten Rezipulator, der die Kühlstrecke enthält, für etwa 1000 Umläufe gespeichert werden. Die Auslegung eines solchen Rings wurde 1999 gefunden und es wurde festgestellt, dass die Anforderungen an die lineare Strahldynamik erfüllt werden können. Ähnlich wie im Falle des Debuncher stehen Untersuchungen bezüglich Raumladungskräften und nichtlinearer Effekte noch aus.

Spin-Polarisation

Polarisierte Positronen und Elektronen

Es wurden typische Polarisationsgrade von 50–60% bei Protonen-Strömen zwischen 80 und 100 mA erreicht. Das Vorzeichen der longitudinalen Polarisation

wurde regelmäßig im Rhythmus weniger Wochen umgekehrt, indem die vertikale Geometrie der Spinrotatoren und die horizontalen Rotatorfelder umgedreht wurden.

Durch Anwendung eines definierten, reproduzierbaren Satzes von Orbit-Korrekturen konnte nach jedem Umkehrprozess wieder ein hoher Polarisationsgrad erreicht werden, wodurch die Totzeit bei HERMES minimiert wurde. Es wurde ein spezielles Verfahren für die Benutzung der „harmonischen Beulen“ entwickelt, um kleinen Drifts des periodischen Orbits zu begegnen.

Im Rahmen der Vorbereitungen für die Luminositätserhöhung wurden linearisierte Berechnungen unter Einbeziehung einer vollständigen Beschreibung der überlappenden Felder von Solenoid, Dipolen und Quadrupolen in der Umgebung der Wechselwirkungszone Nord durchgeführt. Die Resultate deuten darauf hin, dass der verschlechterte „Spin match“ einen signifikanten Verlust an Polarisation, verglichen mit dem Wert ohne H1-Solenoid, zur Folge haben wird. Aus diesem Grund ist eine spezielle Form des „Spin match“ erforderlich und es werden geeignete Methoden des „Spin matching“ untersucht. Es wird an Berechnungsmodellen höherer Ordnung gearbeitet, um den Einfluss von Synchrotron-Seitenbändern einzubeziehen.

Da die Randfelder der Solenoide von H1 und ZEUS nur näherungsweise bekannt sind, werden praktische Verfahren zur online-Optimierung der „skew“ Quadrupolströme untersucht. Der Effekt dieser Optimierung auf die Polarisation muss untersucht werden.

Es wurde eine Fokker-Planck-Gleichung für den Spin entwickelt, die es erlaubt, numerische Studien durchzuführen und konzeptionelle Einsicht in die Spindynamik der Nicht-Gleichgewichtsprozesse zu erlangen. Erste Studien des Effekts der Strahl-Strahl-Wechselwirkung auf die Polarisation lassen vermuten, dass bei voller Design-Intensität des Protonen-Strahls die Polarisation der Elektronen/Positronen stark beeinträchtigt werden könnte. Deshalb wurde eine detaillierte theoretische und numerische Studie zur Strahl-Strahl-Depolarisation in Zusammenarbeit mit A. Valishev vom BINP in Novosibirsk (Russland) initiiert.

Polarisierte Protonen

Die Machbarkeitsstudien zur Polarisation von Protonen bei hoher Energie in HERA wurden fortgesetzt. Es wurde klar, dass selbst mit optimierten Kombinationen von „Sibirischen Schlangen“ unter der Prämisse der Praktikabilität ein gekühlter Strahl wünschenswert wäre.

Erste Studien zum Effekt von Magnet- und Aufstellungsfehlern zeigten, dass neue Methoden zur Kompensation des gestörten periodischen Orbits erforderlich sein werden. Außerdem wird über die Möglichkeit polarisierter Deuteronen nachgedacht.

Im Mai 1999 fand ein Workshop mit dem Titel „Polarised Protons at High Energies – Accelerator Challenges and Physics Opportunities“ mit über 100 Teilnehmern statt.

Seit die korrekte Berechnung des „Spin Tunes“ für Teilchen, die Synchro-Betatron-Oszillationen ausführen, möglich ist (siehe Jahresbericht 1998, Seite 198), konnte beobachtet werden, dass der „Spin Tune“ bei Annäherung an eine Spin-Orbit Resonanz diese plötzlich überspringt, das heißt er ist dort eine diskontinuierliche Funktion der Parameter. Außerdem kann die Änderung der Polarisation, verursacht durch eine Veränderung der Systemparameter, bei der eine Spin-Orbit Resonanz gekreuzt wird, mit Hilfe einer Formel, analog zur Froissart-Stora-Formel, beschrieben werden. Die Froissart-Stora Formel wird seit langem erfolgreich zur Beschreibung der Änderung der Polarisation im Niederenergiebereich, das heißt im Grenzfall isolierter Resonanzen, verwendet. Die Verallgemeinerung der Froissart-Stora-Formel auf den Fall dicht liegender Resonanzen, das heißt im Hochenergieregime, ist erstmalig am DESY gelungen! Durch Optimierung der „Orbit Tunes“ konnte die Spin-Akzeptanz, das heißt der Bereich im Orbit-Phasenraum, in dem ein polarisierter Strahl unter Beschleunigung nicht signifikant depolarisiert, deutlich gesteigert werden.

Die Erwartung, dass die Projektion eines Spinvektors auf sein lokales „invariantes Spinfeld“ eine adiabatische Invariante unter langsamer Veränderung der Systemparameter ist, wurde am DESY mit Hilfe der Methode der Mittelung theoretisch belegt.

Ein „Orbit Tune“ kann als Frequenzparameter, der einen Eigenmode charakterisiert, angesehen werden, wenn

man die Lösung der Orbit-Bewegungsgleichungen in Floquet-Form darstellt. Analog dazu konnte am DESY gezeigt werden, dass der „Spin Tune“ eine zusätzliche Frequenz darstellt, die die Lösungen der Spin-Bewegungsgleichungen längs eines integrablen Orbits beschreibt, wenn man sie in verallgemeinerter Floquet-Form darstellt. Dies stellt eine Vereinheitlichung des Floquet'schen Konzepts für Spin und Orbit dar.

Es wurde jetzt am DESY gezeigt, dass die empirisch bekannte Tatsache, dass in „flachen“ Beschleunigern ohne Aufstellungsfehler nur ungerade Spin-Orbit Resonanzen höherer Ordnung auftreten, eine Konsequenz der Symmetrie-Eigenschaften der Felder, speziell der Mittelebenensymmetrie, ist.

Rechenprogramme zur Lösung der Maxwell'schen Gleichungen

DESY setzt die Zusammenarbeit mit den Technischen Universitäten Darmstadt und Rostock fort, das Programmpaket MAFIA zur Lösung der Maxwell'schen Gleichungen neu und weiter zu entwickeln.

Im Berichtsjahr wurde an besseren Diskretisierungsmethoden und algebraischen Algorithmen gearbeitet, die es erlauben, eine größere Klasse von Problemstellungen zu untersuchen. Das Statikprogramm umfasst nun auch thermische Anwendungen und die Elektro-Quasistatik. Außerdem wird weiter daran gearbeitet, Computer-Kapazitäten besser zu nutzen und auszulasten. So können dank flexiblerer Datenstrukturen wesentlich komplexere Modelle von resonanten Strukturen in Beschleunigern berücksichtigt werden. Bei DESY Zeuthen wird die parallele Berechnung großer Eigenwertprobleme unter Ausnutzung der Architektur von APE-Parallelrechnern untersucht.

Für das Projekt der Luminositätserhöhung von HERA wurden zahlreiche Berechnungen von Impedanzen und Wake-Feldern gemacht, die durch neue oder geänderte Komponenten, wie zum Beispiel Strahlrohre in den Wechselwirkungsbereichen und Kollimatoren, bedingt sind. Auch für die Entwicklung der Komponenten anderer Systeme (TTF, TESLA, H1, ZEUS, HERMES und HERA-B) waren die MAFIA-Programme ein wertvolles Hilfsmittel.

Das Programm TraFiC4, das bei DESY entwickelt wurde und in Zusammenarbeit mit der TU Rostock erweitert werden soll, berechnet Raumladungsfelder und kohärente Strahlungsfelder von Ladungspaketen auf gekrümmten Bahnen und deren Wirkung auf die Strahldynamik. Derartige Effekte müssen zum Beispiel in den Bunch-Kompressoren der TESLA Test Facility (TTF) für den FEL-Betrieb berücksichtigt werden. Der Energieverlust in den Ablenkmagneten des Kompressors aufgrund von kohärenter Synchrotronstrahlung variiert sowohl longitudinal als auch transversal innerhalb des Bunches und erzeugt eine Emittanz-Vergrößerung. Solche Effekte werden von TraFiC4 durch numerische Integration der physikalischen Grundgleichungen erfasst. Eines der Resultate solcher Simulationen ist, dass die transversale Emittanz empfindlich von den Strahlparametern am Anfang des Kompressors abhängt.

Arbeiten der technischen Gruppen

Über viele Arbeiten der technischen Gruppen wurde bereits in den Abschnitten über die Beschleuniger (Seite 177 ff, 183 ff und 185 ff) berichtet. Weitere Arbeiten der Gruppen werden hier beschrieben. Die Aktivitäten im Rahmen der Linearcollider-Studien finden an entsprechender Stelle Erwähnung (Seite 215).

Es sei hier darauf hingewiesen, dass sich alle Gruppen am Schichtbetrieb der Beschleuniger oder an Rufbereitschaft beteiligen.

Injektion/Ejektion – MIN –

Die Gruppe MIN-Injektion ist für den Betrieb und die Weiterentwicklung der Injektionsbeschleuniger LINAC II, LINAC III und PIA verantwortlich, ferner für die Strahltransportwege zu den Vorbeschleunigern DESY II und DESY III, für alle Injektions- und Ejektionselemente in allen Beschleunigern und Speicherringen, und für die sogenannten „Beam-Dumps“ in allen Speicherringen und Synchrotrons. In zunehmendem Maß übernimmt MIN weiterhin Aufgaben in Zusammenhang mit dem Betrieb des TESLA Test Facility Linac.

Elektronen/Positronen LINAC II

Die am LINAC II verwendeten Modulatoren sind über 30 Jahre alt, so dass zunehmend mit Ausfällen und längeren Reparaturzeiten zu rechnen ist. Aus diesem Grund wurde im vorletzten Jahr ein Modulator versuchsweise umgerüstet und kann seitdem mit einem neuen Lade-netzgerät und neuer SPS-Steuerung betrieben werden. Nach den Erfahrungen im Langzeitbetrieb kann nun ein sukzessiver Umbau aller Modulatoren durchgeführt werden, der aus betriebstechnischen Gründen über die kommenden drei Jahre verteilt durchgeführt werden soll.

Auch wenn im Berichtszeitraum kein Wechsel der Kanoneneinheit notwendig war, so ist doch der vereinfachte Wechsel in Vorbereitung. Hierzu wurde eine austauschbare Einheit mit Anodenflansch und Vakuumventil für einen schnellen Kanonenwechsel berechnet, konstruiert und gefertigt. Weiterhin werden zur Zeit alle Strahlführungselemente zwischen der Kanone und dem ersten Beschleunigerabschnitt mit in neuer CF Vakuum-Dichttechnik realisierten Anschlüssen gefertigt. Nach dem Test auf einem separaten Teststand sollen alle Komponenten (Kanone, Plattensystem und Prebuncher) in der Betriebsunterbrechung im Sommer 2000 im LINAC II eingebaut werden.

LINAC III

Im Zusammenhang mit den Modifikationen im Bereich der H^- -Quellen wurden im Vorjahr ein neues Plattensystem in der Strahlführung, ein RFQ für 35 keV Eintrittsenergie und ein „Rebuncher“-Resonator neu installiert und in Betrieb genommen. Ein neu aufgebauter 10 kW-Sender einschließlich Amplituden- und Phasenregelung ist ebenfalls Teil des Systems. In vielen Betriebsstunden konnten gute Erfahrungen gesammelt werden.

Die Senderansteuerung ist in Teilen erneuert worden. Im Zusammenhang mit der im Vorjahr erneuerten PC-Steuerung wurden weitere Verbesserungen vorgenommen. Für eine verbesserte Strahldiagnose werden zur Zeit neue Diagnoseboxen mit Harfen gefertigt, die im Sommer 2000 einbaubereit sein werden.

Kicker

Für die Protonen-Ejektion von PETRA II nach HERA wurden im Sommer 1998 die vorhandenen sogenannten Fahrkicker durch eine neue Generation von Kickermagneten ersetzt, die sich seitdem im Betrieb sehr gut bewährt haben. Im Bereich der Injektion von Protonen in PETRA II hinein wurde ein zusätzlicher dritter Kickermagnet installiert. Auch er konnte ohne Ausfälle betrieben werden.

Zur Zeit wird sowohl ein Kickermagnet für den HERA Elektronen-Dump entwickelt als auch ein sogenannter Feedback-Kicker, der an der TESLA Test Facility im Rahmen von Studien für den TESLA Linearcollider erprobt werden soll.

In zunehmendem Maße werden Röhren durch Halbleiterpulser ersetzt. Dies spiegelt sich in der noch laufenden Entwicklung neuer Pulser für Kickermagnete bei DESY II, PETRA II und HERA wider.

Hochfrequenztechnik – MHF –

Die Gruppe MHF ist verantwortlich für den Betrieb und die Entwicklung aller Hochfrequenzanlagen in den Kreisbeschleunigern bei DESY. Die Arbeiten teilen sich drei Untergruppen. Die erste, MHF-e, ist zuständig für die sehr umfangreichen, normalleitenden 500 MHz-Beschleunigungsanlagen und 1000 MHz-Rückkopplungssysteme für Elektronen oder Positronen in DESY II, DORIS III, PETRA II und HERA, die zweite, MHF-s, für das supraleitende 500 MHz-System im HERA-Elektronenring und für die supraleitenden 1.3 GHz-Resonatoren der TTF. Die Hochfrequenzsysteme für die Protonen-Beschleunigung in DESY III, PETRA II und HERA sowie die 1.3 GHz-Klystrons der TTF werden von der dritten Untergruppe, MHF-p, betreut.

Normalleitende Beschleunigungsstrecken für Elektronen/Positronen – MHF-e –

MHF-e betreibt die 500/1000 MHz-HF-Systeme aller Elektronen-Ringbeschleuniger. Diese HF-Systeme

Strahlbetrieb	1999 e ⁺ /e ⁻	1998 e ⁻
Dauer des Lumi-Betriebes in Monaten ⁽¹⁾	8	4
Anzahl der Lumi-Runs	317	137
Integrierte Luminosität	45 pb ⁻¹	9 pb ⁻¹
Mittlere Anzahl der Lumi-Runs pro Monat	39	34
Mittlere Dauer eines Lumi-Runs	8.4 h	5.4 h
Mittlere Zeit zwischen zwei Lumi-Runs ⁽²⁾	10.4 h	16.1 h
Mittlerer Anfangsstrom eines Lumi-Runs	30.6 mA	25 mA
Mittlerer Strom während der Lumi-Runs	18 mA	14 mA
Über den gesamten Betriebszeitraum gemittelter Strom ⁽³⁾	11 mA	6 mA
HF-Betrieb		
Mittlere Leistung pro HF-System zu Beginn eines Lumi-Runs	750 kW	710 kW
Gesamtzahl der Strahlverluste ⁽⁴⁾ durch Störungen der HF-Systeme	139	26
Gesamtzahl der Strahlverluste bezogen auf die integrierte Luminosität	3.1 pb	2.9 pb

⁽¹⁾ Anzahl der Wochen mit Lumi-Betrieb $\times 7 / 30.5$

⁽²⁾ $30.5 \times 24 \text{ h/Monat} / 39 \text{ Runs}$ – mittlere Run-Dauer

⁽³⁾ inklusive Ströme außerhalb der Lumi-Runs

⁽⁴⁾ Definition von Strahlverlust: $\Delta I_B > 10\%$

Tabelle 5: Strahl- und HF-Betrieb der HERA-e Maschine.

bestehen aus 16 Senderanlagen mit insgesamt 28 Dauerstrich-Klystrons. Davon sind 20 800 kW-Klystrons, vier 600 kW-Klystrons, zwei 300 kW-Klystrons und zwei 250 kW-Klystrons. Die DC-Anschlussleistung der 16 Senderanlagen beträgt 34 MW. Die HF-Leistung wird über etwa 3.2 km Hohlleiter auf etwa 120 normalleitende und 16 supraleitende Cavities verteilt.

Gegenüber dem Vorjahr, welches durch Elektronenbetrieb mit relativ schlechtem Strahlvakuum, kurze Runs und niedrige Strahlströme gekennzeichnet war, konnte die relative Betriebssicherheit beim HERA-e HF-Betrieb wieder etwas gesteigert werden. Die Anzahl der HF-bedingten Strahlverluste, bezogen auf die integrierte Luminosität, ist zwar nahezu konstant bei etwa 3 pb geblieben, die Betriebsbedingungen für die HF-Systeme waren aber deutlich härter als im Vorjahr, wie Tabelle 5 zeigt:

- Die mittlere Run-Dauer verlängerte sich um 55%,
- der mittlere Anfangsstrom der Luminositäts-Runs vergrößerte sich um 22%,

- die mittlere Senderleistung bei Run-Beginn vergrößerte sich um 6%.

Zur Auswertung wurden die Ursachen von Störungen der HF-Systeme in fünf Kategorien aufgeteilt:

- HV: Sender-Gleichrichteranlage, Klystronschutz,
- Sender: Senderanlage inklusive Klystrons, Zirkulator, Modulator, Luft- und Wasserkühlung,
- Cavity: Hohlleitersystem mit Absorbern und Cavities inklusive Vakuum-Überwachung, Kühlung und Frequenzabstimmung,
- Sonstiges: Fehlbedienung, Phasing, SLC-Kryogenik, Netzwechsler usw.
- Unbekannt: Verursacher konnte nicht eindeutig ermittelt werden.

Der größte Anteil aller Störungen entfällt mit 40% auf die Rubrik „Cavity“, dann folgen HV-Probleme mit 24% und Sender mit 17%.

Etwa 2/3 der Cavity-Störungen fallen in den Bereich „Cavity-Vakuum“. Nahezu alle waren in einem eng begrenzten Leistungsbereich von etwa 70 kW/Cavity aufgetreten, der für „Multipacting“ bekannt ist. Allerdings war der Vakuum-Druck bei diesen Ereignissen überraschenderweise nie über einige 10^{-7} mbar hinausgegangen. Bedingt durch elektronische Effekte wurde dieser an sich harmlose Druckanstieg fehlinterpretiert, was zum Abschalten führte. Erste Maßnahmen zur Verhinderung derartiger Störungen wurden in den letzten Betriebswochen bereits getroffen.

Außer den direkt mit dem Beschleunigerbetrieb in Zusammenhang stehenden Tätigkeiten wurden von MHF-e noch weitere Projekte durchgeführt:

- HF-Leck-Interlock: Ein von MHF-e entwickeltes HF-Leck-Interlock-System für 500 MHz wurde an allen Speicherringen installiert und in Betrieb genommen. Im Bereich aller 500 MHz-HF-Komponenten wurden insgesamt 300 Leck-Sensoren mit einer Ansprechempfindlichkeit von $< 500 \text{ mW/m}^2$ installiert. Die Positionierung der Sensoren wurde so gewählt, dass jedes Leck mit einer Leckleistung $> 100 \text{ W}$ automatisch zur Senderabschaltung führt. Zur Lecküberwachung der beiden 1 GHz-HF-Systeme bei HERA und DORIS III werden gegenwärtig entsprechende Sensoren entwickelt. Die Installation ist für den kommenden Shutdown geplant.
- Neuer HV-Raum für 1 GHz-Feedback-System bei DORIS: Im vergangenen Jahr musste die letzte noch in Betrieb befindliche clophen-gefüllte Senderstromversorgung bei DORIS III außer Betrieb genommen und durch eine neue Anlage ersetzt werden. In diesem Zusammenhang wurde in der Senderhalle DORIS-NR ein neuer HV-Raum errichtet und für das 1 GHz-Feedback-System in Betrieb genommen.
- Modernisierung des Cavity-Teststandes in Halle 2a: Zur Rationalisierung anstehender Abnahmetests von neu produzierten 500-MHz-Cavities wurde der Cavity-Teststand mit moderner Sensorik und einer SPS ausgestattet. Konditionierprozesse und Abnahmemessungen können jetzt voll- bzw. halbautomatisch durchgeführt werden.
- Erfolgreiche Abnahmetests von neuen 5-zelligen 500 MHz-Cavities der Firma ACCEL: Der Prototyp und das erste Serien-Cavity bestanden erfolg-

reich die Abnahmetests. Weitere 19 Cavities werden im Laufe des Jahres 2000 folgen. Mindestens zwei dieser neuen Cavities werden im kommenden Shutdown bei HERA installiert.

- Erfolgreiche Inbetriebnahme neuer 500 MHz-800 kW-Klystrons der Firmen CPI und EEV: Nach der überraschenden Produktionseinstellung des langjährigen Klystron-Lieferanten PHILIPS und der Auslieferung des letzten Klystrons im Januar 1998 konnten die ersten Klystrons der neuen Lieferanten erfolgreich in Betrieb genommen werden. Derzeit sind zwei CPI-Klystrons am HF-System HERA-WL und ein EEV-Klystron am Sender HERA-SR in Betrieb.

Supraleitende Beschleunigungsstrecken – MHF-sl –

Neben den normalleitenden Beschleunigungsstrecken aus Kupfer werden auch supraleitende Resonatoren im HERA-Elektronenring betrieben. Hierbei handelt es sich um 16 Resonatoren, die aus jeweils vier Zellen bestehen. Sie sind aus dem Metall Niob gefertigt, welches bei 9.2 K supraleitend wird. Die Betriebstemperatur der supraleitenden Resonatoren ist 4.2 K, die Temperatur des flüssigen Heliums bei Normaldruck. Eine detaillierte Beschreibung der supraleitenden Beschleunigungsstrecke ist in den früheren Jahresberichten gegeben worden.

Um Zerstörungen im Einkoppler durch einen möglichen starken elektrischen Überschlag zu vermeiden, muss beim Auftreten von „Multipacting“ (siehe DESY Jahresbericht 1996, Seite 188) die Klystronleistung abgeschaltet werden. Als Folge hiervon geht meistens der gespeicherte Strahl wegen der dann zu geringen Umlaufspannung verloren.

Simulationsrechnungen und Versuche an Testaufbauten haben gezeigt, dass „Multipacting“ durch Anlegen einer Gleichspannung zwischen dem koaxialen Innen- und Außenleiter unterdrückt werden kann.

Während der Wartungsperiode 1998 wurden erstmals die 16 Einkoppler so umgerüstet, dass eine Gleichspannung von 3.5 kV angelegt werden kann. Danach traten im Betriebsjahr 1998 keine Abschaltungen mehr durch Kopplerprobleme auf. Während der Betriebszeit 1999

musste eine durchgeschlagene Isolierfolie an einem Einkoppler ausgetauscht werden. Abgesehen von dieser kleinen Reparatur, die während einer regulären Wartungsperiode durchgeführt werden konnte, traten keine Probleme an den Einkopplern mehr auf. Dies ist besonders bemerkenswert, da im Betriebsjahr 1999 im Vergleich zum Vorjahr der Speicherring HERA mit höheren Strömen und somit auch mit höheren Cavity-Leistungen betrieben wurde.

Langfristig soll die Kühlung der Einkoppler von kaltem Helium-Gas auf Luft umgestellt werden, so dass die kritische Hochspannungsisolierung der bislang benutzten kalten Helium-Gas-Transferleitung entfallen kann.

Hauptaufgabe der Gruppe MHF-sl war weiterhin die Entwicklung supraleitender Resonatoren für TESLA. Die Entwicklungsschwerpunkte waren

- Design und Prototypbau der „Superstruktur“, die vier 7-zellige supraleitende Resonatoren zu einer Hochfrequenzeinheit verbindet,
- Fertigung und Messungen von weiteren 9-zelligen supraleitenden Niob-Resonatoren,
- Weiterentwicklung der Einkoppler für TESLA-Resonatoren,
- Aufbau und Betrieb einer Apparatur zum Bedampfen von Al_2O_3 -Keramikfenstern mit TiN. Durch eine etwa 100 Å dicke Schicht wird das Auftreten von Überschlügen weitgehend unterbunden.
- Vorversuch zum Einsatz von NEG („Non Evaporable Getter“)-Schichten im Vakuumbereich von HF-Einkopplern. Durch eine etwa 10 µm dicke NEG-Schicht wird eine wirksame Pumpleistung in situ installiert. Weiterhin wird durch die NEG-Schicht die Multiplikation freier Ladungsträger unterbunden. Diese Arbeiten werden in Zusammenarbeit mit CERN durchgeführt.

Anlagen zur Beschleunigung von Protonen – MHF-p –

Im Berichtszeitraum arbeiteten die Hochfrequenzsysteme zur Beschleunigung von Protonen in den Ringbeschleunigern weitgehend problemlos. Das größte Problem stellte das gelegentliche Ausloggen der

Tuner-Regelung der 208 MHz-Hochfrequenzsysteme bei HERA dar, das bei der Strahlinjektion oder der Strahlbeschleunigung hauptsächlich bei hohen Strahlintensitäten zu beobachten war. Verursacht wurde es durch eine zu ungenaue Phaseneinstellung der 208 MHz Systeme relativ zu den 52 MHz-Systemen und relativ zum Strahl. Durch eine genaue Phaseneinstellung und durch eine neu eingebaute automatische Phasenkorrektur während der Strahlbeschleunigung konnte das Problem behoben und für einen reibungslosen Betrieb gesorgt werden.

Während der HERA Betriebsunterbrechung im Mai konnten neu entworfene HF-Module in das HERA-p Hochfrequenzsystem integriert werden. Diese erlauben es, Referenzsignale hoher Qualität und Einkoppelpunkte für die Korrektursignale für eine zukünftige zusätzliche Regelung bereitzustellen. Diese Einheiten funktionierten auf Anhieb zuverlässig. Im November wurde die Detektion der komplexen 52 MHz-Fourierkomponente der longitudinalen Bunchsignale fertiggestellt. Später sollen damit die Beam-Loading-Transienten vorausberechnet werden. Mit dieser Einheit gelang es zum ersten Mal, Multibunch-Schwingungen von Protonen-Bunchen in HERA nachzuweisen, die zum Beispiel während der Strahlbeschleunigung auftreten. Mit Hilfe dieser Messapparatur ist es auch möglich, die Synchrotronfrequenz während der Strahlbeschleunigung aufzuzeichnen. Abbildung 86 zeigt Multibunch-Schwingungen in HERA-p, die mit dieser Messeinrichtung aufgenommen wurden.

Die größte Umbaumaßnahme stellte der Einbau einer kapazitiven Frequenzabstimmung am 52 MHz-System B bei PETRA II anstelle der vorhandenen Ferritabstimmung dar. Dieses neue Konzept hatte sich bereits bei System A im letzten Jahr bewährt. Durch den größeren Abstimmbereich des neuen Systems kann auf die zusätzlichen Abstimmplatten in den Resonatoren verzichtet werden, an denen in der Vergangenheit manchmal Vakuumlecks aufgetreten waren.

Bei DESY III wurde der Bau eines Ersatzresonators vorangetrieben, um ihn im nächsten langen Shutdown in DESY III einbauen und testen zu können.

Die Gruppe MHF-p ist auch für die Hochfrequenzversorgung der TESLA Test Facility (TTF) und für die Entwicklung von Hochfrequenzkomponenten für

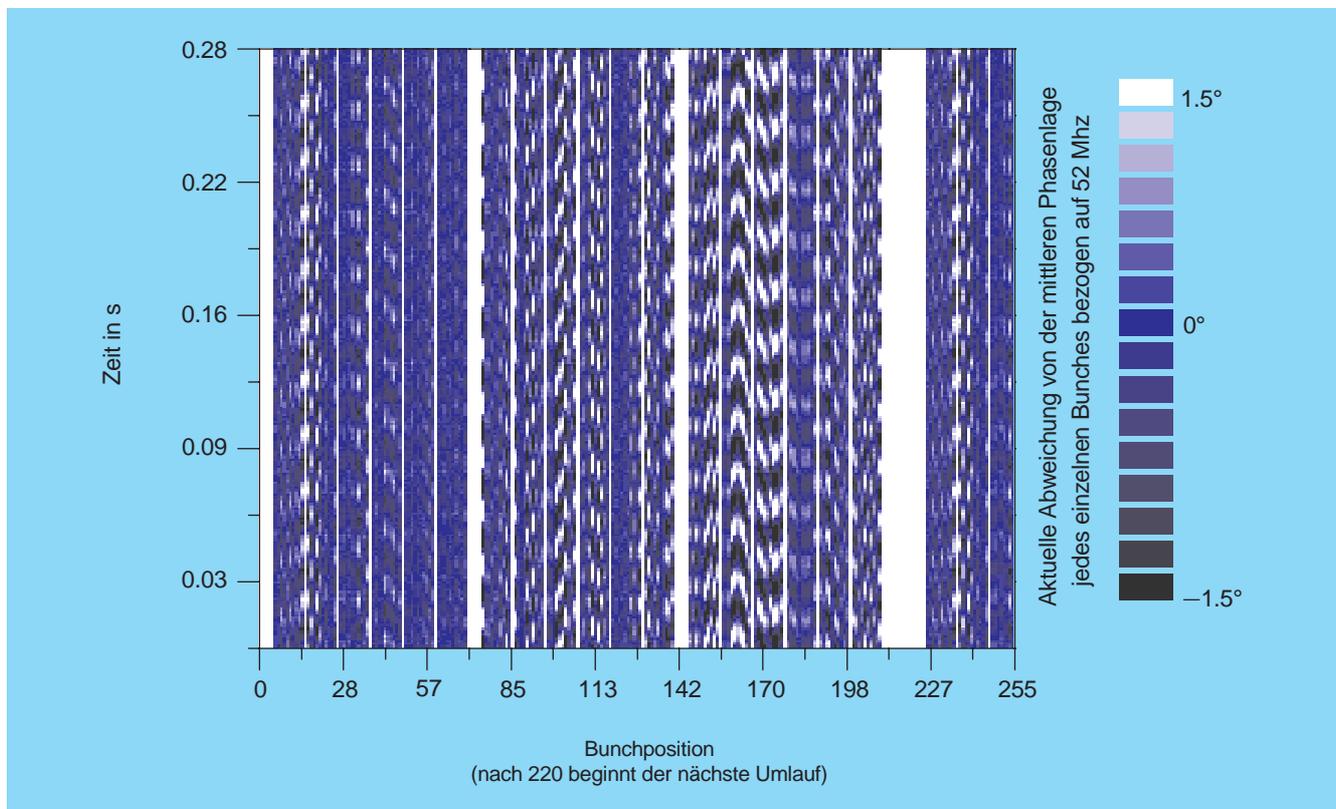


Abbildung 86: *Multibunch-Schwingungen von Protonen in HERA. Die Beobachtungszeit von 0,28 s entspricht etwa elf Schwingungsperioden der Bunche um ihre jeweilige Sollphase. Je nach der aktuellen Differenz zur Sollphase wurde in der Darstellung eine andere Färbung gewählt. So lassen sich bei Bunchposition 160 deutlich Bunche erkennen, die miteinander schwingen. Die Bunche um die Position 205 schwingen, verglichen dazu, gegeneinander.*

TESLA verantwortlich. Dazu gehören die Kleinsignal-Hochfrequenzkomponenten, die Hochspannungsmotoren, die Klystrons, die Hochfrequenzverteilung für TTF und die mit diesen Systemen verbundenen Entwicklungsarbeiten für TESLA. In Zusammenarbeit mit der Gruppe MKK wurde begonnen, eine neu entwickelte Regelung in einen Modulator zu installieren mit dem Ziel, die von den Modulatoren verursachten Netzstörungen zu minimieren und die Ausgangsleistung der Modulatoren bei Netzschwankungen besser zu regeln. Aufträge zur Fertigung von drei weiteren Modulatoren und deren Untersystemen wurden an Industriefirmen erteilt. Ein wichtiger Entwicklungsschritt war der erfolgreiche Test eines Prototyps des neu entwickelten 10 MW-Multibeamklystrons bei 10 MW Pulsleistung, der Folgefrequenz 30 Hz und der Pulsdauer 500 μ s beim Hersteller. Er steht nun bereit, um bei

DESY in einem Modulator, der eine Pulsdauer von 1,3 ms bei der Folgefrequenz von 10 Hz ermöglicht, getestet zu werden. Studien zur Massenproduktion von Klystrons und Modulatoren für TESLA wurden ausgeschrieben.

Die Hochfrequenzregelung der TTF, die für die Regelung der Vektorsumme von 24 supraleitenden Resonatoren ausgelegt ist und die zur Zeit die 16 Resonatoren ansteuert, hat sich im mehrere Monate dauernden Strahlbetrieb als sehr zuverlässig erwiesen. Der Betrieb der Hochfrequenzregelung wurde durch vereinfachte Benutzeroberflächen und Reduktion der notwendigen Eingabeparameter für Feedback, Feedforward und Strahlkompensation sehr erleichtert. Die Diagnostik zur Kalibrierung der Resonatorfelder mittels strahlinduzierter Transienten wurde verbessert und kann nun routinemä-

big zum Einstellen der individuellen Resonatorphase eingesetzt werden, sofern das Produkt aus Anzahl und Ladung der Strahlpulse mindestens 100 nC beträgt.

Software und Technik zur Kontrolle von Beschleunigern – MST –

Die Gruppe MST entstand Mitte 1999 durch die Aufteilung der ehemaligen Gruppe MKI (Kontrolle und Instrumentierung) in die drei unabhängigen Gruppen MST, MDI und MSK.

Die Aufgaben der Gruppe MST sind

- Entwicklung und Betreuung von Software zur Kontrolle von Beschleunigern,
- Betreuung und Administration der Rechnernetzwerke im Bereich der Beschleunigerkontrolle,
- Betreuung der notwendigen Rechnerhardware,
- Entwicklung bzw. Betreuung spezieller Interface- und Servicemodule sowie der Betrieb des Beschleunigerkontrollraums,
- Entwicklung und Betreuung prozessorgesteuerter Elektronik,
- Betreuung und Weiterentwicklung des Personeninterlocks und der damit verbundenen Serviceeinrichtungen sowie Betreuung und Weiterentwicklung der HERA-Zugangskontrolle.

Die Arbeiten im Bereich der Software-Entwicklung konzentrierten sich hauptsächlich auf die Beschleuniger HERA und DORIS III sowie auf die Vorbeschleuniger. Bei HERA wurde das 1998 eingeführte, auf PCs basierende Kontrollsystem konsequent weiterentwickelt. Der Entwicklungsschwerpunkt lag einerseits in der Entwicklung von Programmen, die eine optimierte Bedienung und eine verbesserte Fehlersuche erlauben; Beispiele hierfür sind ein ereignisgesteuertes Archiv von Maschinenparametern, verbesserte Möglichkeiten, archivierte Daten zu visualisieren oder das zentrale Alarmierungssystem. Andererseits wurde daran gearbeitet, auch noch die letzten Teile des Beschleuniger-Kontrollsystems, die nicht unter PC-Kontrolle sind, umzustellen. Dies betrifft vor allem den

komplizierten Vorgang des Transfers der Teilchenstrahlen zwischen PETRA II und HERA. Bei DORIS III wurde die Lageregelung der Synchrotronstrahlen auf PC-Kontrolle umgestellt. Eine Kompensation der Einflüsse des PETRA-Betriebs auf den DORIS-Betrieb und die Einführung einer vertikalen Synchrotronstrahlregelung verbesserte die Experimentierbedingungen an den HASYLAB-Messplätzen und erhöhte deren Attraktivität. In Zusammenarbeit mit der Gruppe MPY entstand ein neuer Optikserver. Das zugehörige Bedienungsprogramm, das auch bei PETRA II und HERA Verwendung findet, wurde überarbeitet. Im Bereich der Vorbeschleuniger LINAC II, DESY II und DESY III wurde die Umstellung auf PC-Kontrolle weitgehend abgeschlossen. Die Umstellung geschah parallel zum Beschleunigerbetrieb, ohne dass dieser davon beeinträchtigt gewesen wäre. Zur Zeit erfolgt im Wesentlichen nur noch die Kontrolle der H⁻-Quelle sowie die Magnetsteuerung bei DESY III in der althergebrachten Form.

Es ist das Ziel der Gruppe MST, auch im Bereich der TTF mitzuwirken. Es wurde kurzfristig eine Elektronen-Strahllagemessung im Bereich des TTF-Undulators realisiert. In diesem Zusammenhang stehen Entwicklungsarbeiten, auch Funktionen und Strukturen des bei TTF eingesetzten Kontrollsystem-Standards in das bei HERA eingesetzte Kontrollsystemprotokoll TINE („Trifold Integrated Networking Environment“) einzuarbeiten.

Die Arbeiten an der Software-Entwicklung und -Umstellung waren begleitet von Umbauarbeiten der Bedienungskonsolen im Beschleunigerkontrollraum und Wartung und Ersatz der benötigten Rechner, Rechnerperipherie sowie Netzwerk- und Feldbuskomponenten. Es wurde zum Beispiel ein neues Interface-Modul entwickelt, das die Verbindung zwischen einem PC und dem DESY Feldbus-Standard SEDAC darstellt, sowie die notwendige Interfacesoftware bereitgestellt. Parallel hierzu begannen Vorbereitungsarbeiten, um in Zukunft auch CAN- und Profibus als Standard-Feldbus neben SEDAC im Kontrollsystem zu unterstützen.

Prozessorgesteuerte Elektronik kommt im Bereich der Beschleunigerkontrollen in großer Stückzahl zum Einsatz. So mussten im Berichtsjahr über 3000 Controller gewartet und gegebenenfalls repariert werden. Neben diesen zeitaufwendigen Servicearbeiten fand eine Reihe von Weiter- und Neuentwicklungen statt. Der

Schwerpunkt lag hierbei bei der Ausrüstung der 60 neuen DORIS III Korrekturnetzgeräte mit neuen Netzgerätekontrollern. Auch durch die Umstellung der Vorbeschleunigerkontrollen war eine Änderung der Programme der entsprechenden Netzgerätekontroller notwendig geworden. Außerdem begannen die Vorbereitungsarbeiten im Zusammenhang mit der für das Jahr 2000 geplanten Luminositätssteigerung bei HERA. Es werden weit über 200 neue Controller benötigt.

In Zusammenarbeit mit der Gruppe MKK begann die Entwicklung einer neuen 18-Bit-Istwertfassung, die in Zukunft in die Elektronik der Hauptnetzgeräte integriert werden kann. Es werden dann zwischen dem Netzgerät und dem Controller nur noch digitale Informationen galvanisch getrennt übertragen, wodurch die Möglichkeit von Störungen verringert und die Genauigkeit der Messung erhöht werden wird.

Ein weiterer Aufgabenbereich der Gruppe MST ist die Ausrüstung, Betreuung und Weiterentwicklung des gesetzlich vorgeschriebenen Personen-Interlocks aller Beschleuniger bei DESY. Der Schwerpunkt der Arbeiten lag einerseits bei der Verbesserung der akustischen und optischen Warneinrichtungen. Eine wichtige Teilaufgabe war hierbei die Entwicklung einer Überwachung der Durchsagentexte in Abhängigkeit vom Maschinenzustand. Andererseits wurden die Entwicklungsaufgaben für ein neues Türeninterlock mit zwangsgesteuerten Relais und integriertem Rechner-Interface fortgesetzt, die bereits im Vorjahr begonnen worden waren.

Diagnose und Instrumentierung

– MDI –

Die Gruppe MDI ist zuständig für die Erfassung und Untersuchung der Strahleigenschaften in nahezu allen Beschleunigern und Speicherringen bei DESY. Dazu gehören neben der Analyse von Strahlage, Strahlstrom, Strahlprofil und Strahlpolarisation auch die Messung der Strahlverluste und das Kollimieren der Strahlen, was für den Schutz der Experimente und der supraleitenden Magnete bei HERA von außerordentlicher Wichtigkeit ist. Das Bereitstellen präziser Messungen des mittleren Strahlstroms und des Stroms in den einzelnen Teilchenpaketen liefert eine schnelle und zuverlässige Diagnose

über die zeitliche Entwicklung des störenden „Coasting Beam“ in HERA.

Die Zusammenarbeit mit anderen Instituten auf dem Gebiet der Strahlinstrumentierung wurde intensiviert. So sind acht „Wire-Scanner“ vom LEP-Typ (CERN) erfolgreich bei TTF installiert und in Betrieb genommen worden. Diese können, neben einer präzisen Emittanzmessung, auch die Strahlposition relativ zu einem externen Referenzsystem mit einer Genauigkeit von etwa 10 μm bestimmen und damit die Strahlpositionsmonitore kalibrieren.

Zusammen mit Mitarbeitern vom CERN wurde bei HERA erfolgreich ein Messaufbau zur Bestimmung der Strahl-Chromatizität getestet. In Zusammenarbeit mit IHEP (Moskau) wurde eine gleichzeitige Auslese der Schirmmonitore in den Protonen-Transportwegen sowie eine verbesserte Auslese des Synchrotronstrahlungs-Monitors in HERA-e fertiggestellt.

Eine Zusammenarbeit mit dem Hahn-Meitner-Institut in Berlin zur Entwicklung eines neuartigen Strahlverlustmonitor-Systems für TTF/TESLA wurde sehr erfolgreich gestartet. Die kontinuierliche Neu- und Weiterentwicklung vieler Messsysteme ging erfolgreich voran. So konnte zum Beispiel innerhalb kürzester Zeit eine provisorische Auslese der Strahlage-Monitore in den TTF-Undulatoren in Betrieb genommen werden. Mit deren Hilfe konnten einige Schwierigkeiten im Strahltransport durch die Undulatoren gelöst werden. Die endgültige Auslese-Elektronik sowie ein neues Strahlage-Monitor-System in DESY III stehen kurz vor der Vollendung.

Für das Luminositätssteigerungs-Projekt bei HERA hat MDI einige Aufgaben übernommen. Dazu zählen, neben der Installation neuer Kollimatoren, Strahlage- und Strahlverlustmonitore, auch die Entwicklung neuer Synchrotronstrahlungs-Monitore (zusammen mit IHEP und CERN) und die Entwicklung eines Positioniersystems von supraleitenden Quadrupolen in den Experimenten. Der ständige Ausbau, die Wartung und die Dokumentation der Lichtleiter-, Koaxial- und Steuerkabelnetze in allen Beschleunigeranlagen wurden von MDI in Zusammenarbeit mit einigen externen Firmen zuverlässig weitergeführt.

Strahlkontrollen – MSK –

Die Aufgaben der Gruppe MSK umfassen diverse Kontroll- und Instrumentierungs-Aktivitäten, die insbesondere strahldynamische Belange beinhalten:

- Transfersteuerung und Synchronisation bei der Teilchen-Injektion,
- Markersysteme und Triggererzeugung,
- HF-Ansteuerung der Vorbeschleuniger und HERA,
- Strahl-Feedback an allen Beschleunigern,
- Bunchmessung zur longitudinalen Strahl diagnose,
- Messung longitudinaler Strahlschwingungen zur Phasen Anpassung beim Transfer,
- Messung der Q-Werte (Arbeitspunkte) durch Analyse transversaler Strahlschwingungen,
- Magnetstrom-Steuerung für DESY II und DESY III,
- Frequenz-Steuerung der Protonen-Kreisbeschleuniger.

Die Schwerpunkte der Arbeit lagen im Berichtsjahr bei folgenden Aktivitäten:

- Inbetriebnahme einer neuen Transfersteuerung für Elektronen bei HERA im Zuge der Umstellung auf VME-Bus basierende Hardware für Transfer- und Frequenzsteuerung.
- Inbetriebnahme eines Protonen-Feedback zur Dämpfung transversaler Multibunch-Instabilitäten in PETRA; es wurden Dämpfungszeiten von etwa 100 μ sec für beide Schwingungsebenen erzielt.
- Zur Erweiterung und Verbesserung der Feedback-Systeme wurden Signalprozessoren DSP durch programmierbare Logik PLD ersetzt.
- Bereitstellung einer resonanten transversalen Anregung der Protonen in der Dump-Lücke zur Beseitigung des CB („Coasting Beam“) in HERA.
- Zur Messung des CB wurde ein Schottky-Signal-Detektor entwickelt, der die spektrale Verteilung des CB in der Umgebung des gebunchten Strahles darstellen soll.
- Durchführung von Arbeiten an einer Prototyp-Hardware für ein schnelles TTF-Feedback.

Quenchüberwachung – MQP –

Die Projektgruppe MQP besteht aus Mitgliedern der M-Bereichsgruppen MST, MDI und MKS sowie der F-Bereichsgruppe FEB. Die Aufgabe der Gruppe besteht darin, das Quenchüberwachungssystem des HERA-Protonen-Rings weiter zu entwickeln und zu betreuen. Von einem Quench spricht man, wenn ein supraleitender Magnet, zum Beispiel durch einen Energieeintrag bei einem Strahlverlust, schlagartig in den normalleitenden Zustand übergeht. Das Quenchüberwachungssystem sorgt unter anderem dafür, dass der Strom in der betroffenen Magnetspule von Schutzdioden übernommen wird, bis der Strom abgeschaltet ist. Auf diese Weise wird die Zerstörung der Spule verhindert.

Schon im Jahr 1998 war die HERA-Protonen-Strahlenergie von 820 GeV auf 920 GeV erhöht worden. Auch im Jahr 1999 wurde HERA bei der höheren Strahlenergie betrieben, ohne dass es zu einer größeren Anzahl strahlinduzierter Quenche gekommen wäre. In jedem Fall wurden alle Schnellabschaltungen der supraleitenden Magnete, zum Beispiel bei einem Quench, sicher beherrscht. Das Quenchüberwachungssystem erwies sich während der gesamten Zeit als unauffällig und weitgehend störungsfrei. Dieses gute Resultat wurde, wie auch schon in den vergangenen Jahren, durch konsequente Beseitigung erkannter Fehler und durch regelmäßige, vorbeugende Wartung erreicht.

Vakuum – MVA –

Mit Ausnahme der Vakuumsysteme des Protonen-Rings von HERA und DESY III werden alle anderen Maschinen-Vakuumsysteme von MVA entworfen, weiterentwickelt und betrieben. Neben den allgemeinen Arbeiten und den Reparaturarbeiten lagen die Schwerpunkte der Tätigkeiten 1999 in der Inbetriebnahme und Abnahme des umgebauten Vakuumsystems mit NEG-Pumpen und neuen PC-Kontrollen, bei der Fertigung des noch einzubauenden 400 m langen Vakuumsystems der Spinrotatoren für die Experimente ZEUS und H1, bei der Konstruktion und Fertigung der Vakuumkomponenten für die Luminositäts Erhöhung von HERA, bei Konstruktionsarbeiten zur mechanischen

Entkoppelung der Vakuumkammern von den Magneten in DORIS III, bei der Modernisierung der Vakuumkontrollen in PETRA II sowie bei der Entwicklung von Komponenten und Fertigungsprozessen für das TESLA-Projekt.

HERA

Der problemlose und störungsfreie Betrieb des neuen Vakuumsystems mit NEG-Pumpen konnte auch im Jahr 1999 fortgesetzt werden. Insgesamt hat das Vakuumsystem einen großen Teil seiner durch „Strahlwaschen“ während der vergangenen Betriebsjahre erreichten „Sauberkeit“ beibehalten. Entsprechend sind die Pumpen mit geringeren Gasmengen belastet worden als erwartet. Die daraus resultierenden Regenerierungsintervalle der Pumpen wurden auf einen Zeitraum von mehr als einem Betriebsjahr ausgedehnt.

Nach einer Belüftung des Vakuumsystems reicht schon eine Strahlstromdosis von 1 Ah anstatt der üblichen 30 Ah, um Elektronen oder Positronen bei einem Druck von einigen 10^{-9} mbar in HERA zu speichern und eine Strahllebensdauer von über fünf Stunden zu erreichen. Der Betrieb des HERA-Vakuumsystems wurde wesentlich erleichtert durch die neuen Vakuumkontrollen auf PC-Basis. Damit ist es nunmehr möglich, das System über PCs von verschiedenen Orten zu kontrollieren.

Eine der Hauptaufgaben von MVA im Jahr 1999 war die Neuentwicklung des Vakuumsystems der HERA-Wechselwirkungszonen für das im kommenden Jahr anstehende Luminositätssteigerungs-Projekt. Die Konstruktion des etwa 300 m langen Systems (pro Wechselwirkungszone, gemeinsames und exklusives Elektronen-System) wurde in enger Zusammenarbeit mit der Konstruktion durchgeführt.

Die Hauptprobleme bei diesem Projekt bestehen in der sicheren Handhabung von etwa 25 kW Strahlungsleistung, die in den supraleitenden Magneten der Detektoren erzeugt werden, sowie in der Gefahr eines höheren bremsstrahlungs-induzierten Untergrunds in den Detektoren. Dementsprechend ist das innere Vakuumsystem der Wechselwirkungszonen mit mehreren Absorbieren und Kollimatoren sowie einer hohen installierten Pumpleistung zur Erzielung eines verbesserten Restgasdruckes recht kompliziert aufgebaut. Die Vakuum-

kammern sind oft mit kleinen Toleranzen dem MagnetInnenraum angepasst. An vielen Stellen sind parallel laufende NEG-Pumpen angebracht. Es war erforderlich, gleichzeitig mit der Konstruktion dieser Komponenten die entsprechenden Fertigungsverfahren im Bereich der Umform-, Beschichtungs- und Füge-technik zu entwickeln und zu testen.

Darüber hinaus wurde ein neuer Typ von verteilten NEG-Pumpen entwickelt und erfolgreich getestet. Diese Pumpen sind nunmehr in der Lage, das erforderliche hohe Saugvermögen bei niedrigen Aktivierungs- und Regenerierungstemperaturen zu liefern. Letztere Bedingung war notwendig, um inakzeptable Durchbiegungen der eng tolerierten, langen Vakuumkammern in den Magneten während der Aktivierung der Pumpen zu vermeiden.

Die Fertigung und die Abnahme der Vakuum-Komponenten für das 400 m lange Vakuumsystem der zwei Spinrotatoren von Zeus und H1 wurden Ende 1999 abgeschlossen. Alle Vakuumkammern sind mit der entsprechenden Bleiabschirmung versehen und in den dazugehörigen Magneten eingebaut. Sie stehen bereit zum Einbau in HERA während des nächsten Shutdown im Jahre 2000.

PETRA II

Im Zuge der Modernisierung des PETRA II-Vakuumsystems sind im Wesentlichen die Vakuumkontrollen umgebaut, erneuert und den allgemeinen Standards angepasst worden. Außerdem war es erforderlich, die durch Strahlung beschädigte Verkabelung der Ionenzerstäuberpumpen neu zu installieren sowie die dazugehörigen veralteten Hochspannungsgeräte und Vakuummessgeräte für die Überwachung und Sicherheit des Betriebs mit denen des HERA-Typs zu ersetzen. Damit ist nunmehr ein zuverlässiger und störungsfreier Betrieb des PETRA II-Vakuumsystems für die nächsten Jahre gewährleistet.

DORIS III

Durch die einseitige Belastung der DORIS III-Vakuumkammern mit Synchrotronstrahlung entstehen radiale Temperaturgradienten, die zu stromabhängigen

Durchbiegungen der Vakuumkammern und Bewegungen der Magnete führen. Die damit verbundenen Orbitstörungen des Strahles bewirken unerwünschte Bewegungen des vom Strahl ausgesandten Synchrotronlichts in den Experimenten. Zur Vermeidung dieser Nachteile wurden bereits die Vakuumkammern im Bereich des Bypass und der Injektionsstrecke neu konstruiert und erfolgreich ausgetauscht. Eine weitere Stabilisierung des Synchrotronlichtes wird bei einer mechanischen Entkopplung von Magneten und Vakuumkammern in den restlichen Bögen von DORIS III erwartet. Der Entwurf dieser Vakuumkammern ist damit abgeschlossen und mit ihrer Konstruktion wurde begonnen.

LINAC II

Um einen ausreichenden Vorrat an Ersatzkanonen für den LINAC II zu gewährleisten, ist im Jahre 1999 ein Programm zur Reparatur von alten Kanonen sowie zur Herstellung von karborierten Ersatzkathoden gestartet worden. Insgesamt wurden im Laufe des Jahres vier Kanonen repariert und mehrere Kathodenheizer karboriert. Damit ist der Betrieb des Injektors für die nächste Zeit gesichert.

Der Teststand zum Konditionieren der reparierten Elektronen-Kanonen und die Umgebung des Einbauortes der Kanone im LINAC II wurden entsprechend modifiziert, um den Umtausch von Kanonen ohne Belüftung zu erlauben. So wird es in Zukunft möglich sein, die Wiederanlaufzeit des LINAC II nach einem Kanonenwechsel von bisher einer Woche auf einige Stunden zu reduzieren.

Im Zuge der Erneuerung der Beschleunigungsstrukturen des LINAC II sind im Jahre 1999 vier weitere Strukturen gefertigt und getestet worden. Insgesamt wurden bisher zehn neue S-Band-Strukturen bei MVA gefertigt. Für die Modernisierung des LINAC II werden insgesamt – inklusive Reserve – 14 Strukturen benötigt.

TTF-FEL-Projekt

Im Jahr 1999 hat die Vakuum-Gruppe MVA nach Abschluss der Entwicklungsarbeiten für den S-Band-Linac auch mit der Bearbeitung von Aufgaben im Rahmen des TTF-FEL-Projekts begonnen. Nach Abschluss

der Konstruktion eines normalleitenden L-Band Resonators zur Beschleunigung der Elektronen des FEL-Photoinjektors wurden zwei dieser Resonatoren gebaut und erfolgreich getestet. Für das Feedback der Elektronen im FEL wurde die Vakuumkammer eines 30 MHz-Kickers konstruiert und die dazugehörigen Fertigungstechniken entwickelt und erprobt. Die Vakuumkammer des Kickers besteht aus einem Keramikrohr, versehen mit den entsprechenden metallischen Abschlüssen. Das Keramikrohr ist innen beschichtet mit einer dünnen Schicht aus nichtrostendem Stahl, die einerseits das von außen eindringende 30 MHz-Feld des Kickers nur unwesentlich abschwächt und andererseits eine Aufladung der Keramik-Innenfläche vermeidet sowie die Leitung von Spiegelströmen erlaubt. Sowohl die Lötprobleme zur Herstellung der Keramik/Metall-Übergänge, als auch die Beschichtung der Innenoberfläche mit Hilfe einer Glimm- oder Gasentladung wurden entwickelt und erfolgreich in einer Prototypkammer angewandt. Darüber hinaus hat MVA mit zusätzlichen Entwicklungsaufgaben für die Fertigung der supraleitenden Strukturen des TESLA-Projekts begonnen. In diesem Zusammenhang werden Untersuchungen zum Glanzwalzen, Glanzziehen, Elektropolieren von Niob sowie EB-, Kaltpressschweißen und Niob-Plattieren durchgeführt.

Protonen-Vakuum – MVP –

Die Gruppe MVP ist für die Vakuumsysteme des Protonenrings von HERA einschließlich der Isoliervakuumsysteme für die Helium-Transferleitung und die supraleitenden Magnete des Protonenrings von DESY III und die Vakuumsysteme der TESLA Test Facility im Rahmen des Linearbeschleuniger-Projekts verantwortlich. Diese werden von der Gruppe entworfen, gebaut, weiterentwickelt und betrieben. Im Berichtsjahr bereitete der Betrieb dieser Systeme keinerlei Probleme.

Neben den allgemeinen Wartungs- und Reparaturarbeiten konzentrierten sich die Aufgaben der Gruppe vor allem auf die Vorbereitungen für den Umbau des HERA-Vakuumsystems in den beiden Wechselwirkungszonen Nord und Süd im Rahmen der Luminositätserhöhung, auf die Weiterentwicklung und den Ausbau der Vakuumsysteme für die TESLA Test Facility (TTF) sowie auf die Vorbereitungen für den Aufbau von

60 weiteren, fernbedienbaren Vakuum-Pumpständen. Weiterhin ist die Gruppe maßgeblich an der Entwicklung und dem Betrieb des TTF-Kontrollsystems beteiligt.

HERA und DESY III

In der Wartungsperiode 1999 wurden bei HERA im Bereich des HERA-B Experiments die für den endgültigen Aufbau notwendigen Modifikationen am Vakuumsystem des Vertex tanks durchgeführt. Die Elektronik für die Pumpstände des Sekundär-Vakuumsystems, das die Vertexdetektoren enthält, wurde an eine Position mit geringerer Strahlungsbelastung verlegt. Für den in der Wartungsperiode 2000 geplanten Umbau der Wechselwirkungszonen Nord und Süd zur Luminositätserhöhung bei HERA müssen rund 320 m des Protonen-Vakuumsystems modifiziert werden. Hierfür wurde im Berichtszeitraum zunächst das Konzept vervollständigt. Soweit möglich werden existierende Vakuumkammern wiederverwendet bzw. an die neue Geometrie angepasst. Die Konstruktion der neuen Komponenten wurde nahezu abgeschlossen und mit deren Fertigung wurde begonnen.

Für die Vakuumkammern werden verschiedene ellipsenförmige Querschnitte benötigt, die mit Hilfe von entsprechenden Umformwerkzeugen aus runden Rohren in der gruppeneigenen Werkstatt hergestellt wurden. Aufgrund der sehr kompakten Anordnung der Magnete können an vielen Stellen keine Standardlösungen für die Pumpenanordnungen eingesetzt werden. Daher wurden sehr platzsparende und aufwendig zu fertigende Pumpköpfe konstruiert. Die Fertigung der Einzelteile ist nahezu abgeschlossen, die Schweißarbeiten werden gruppenintern durchgeführt.

Die konzeptionelle Auslegung des Isoliervakuumsystems für die neuen supraleitenden Magnete GG und GO, die sich innerhalb der beiden Detektoren H1 und ZEUS befinden, konnte ebenfalls abgeschlossen werden. Das Vakuumkontrollsystem von HERA und das TTF-Kontrollsystem werden von einem Rechnercluster von über 80 UNIX-Systemen betrieben, das im Berichtszeitraum auf eine Jahr-2000-fähige Version umgestellt wurde. Dabei war es für HERA auch notwendig, die Hardware-Anbindung auf einen moderneren Rechner umzurüsten.

Bei DESY III wurden die für die Erneuerung des CERN-Protonenresonators im Shutdown 2000 notwendigen Vakuumkomponenten gefertigt und aufgebaut.

Neue Linearbeschleuniger

Im Rahmen der Entwicklungsarbeiten für den neuen Linearbeschleuniger wurden 1999 große Teile des Vakuumsystems des supraleitenden Linearbeschleunigers der TESLA Test Facility umgebaut. Hierzu gehörten der Einbau diverser Monitore im Injektorbereich, der Aufbau der Kollimator- und Undulatorstrecke sowie der Umbau des Experimentierbereichs einschließlich dem Aufbau der Photonen-Diagnose.

Hierfür wurden zunächst alle neuen Vakuumkomponenten im Reinraum mit ähnlichen Prozeduren wie die supraleitenden Kavitäten gereinigt, um Staub und andere Partikel zu entfernen. Monitore wurden ebenfalls unter Reinraumbedingungen zusammengebaut. Die Installation der Vakuumkammern in den Beschleuniger erfolgte mit kleinen mobilen Reinräumen. Beim Betrieb des TTF-Beschleunigers bereitete das Vakuumsystem keinerlei Probleme.

Weiterhin wurden die Vakuumsysteme für den zweiten Vertikalkryostaten sowie für zwei weitere Einsätze in der Preparation der Kavitäten angefertigt, aufgebaut und in Betrieb genommen. Die Teststrahlführung für die FEL-HF-Elektronenkanone wurde im Beschleunigertunnel so versetzt, dass ein Betrieb dieser Kanone parallel zu Umbauarbeiten am Beschleuniger gefahrlos möglich ist. Die Planungen für den Bau von 60 weiteren, fernbedienbaren Pumpständen wurden durchgeführt und mit dem Bau der elektronischen Komponenten wurde begonnen.

Für das TTF-Kontrollsystem wurden im Berichtszeitraum neue Analog-Digital-Wandler (ADC) in Zusammenarbeit mit DESY Zeuthen entwickelt und installiert. Diese neuen VME-Karten erlauben es, Messwerte mit 10 MHz bei 14 bit Auflösung umzusetzen.

Zur Automatisierung der Abläufe in TTF wurde ein Softwaresystem entwickelt, das ein grafisches Design von Zustandsmaschinen erlaubt. Aus den damit erzeugten Diagrammen werden durch Knopfdruck lauffähige C++ Programme erzeugt. Erste Testserver konnten mit

dieser neuen Software erzeugt und in TTF getestet werden.

Aufgrund der vielen neu eingebauten bzw. umgebauten Komponenten, besonders im Bereich des Undulators und des Kollimators, war es notwendig, viele Parameter neu zu konfigurieren. Weiterhin mussten aber auch neue Geräte-Server für das Kontrollsystem geschrieben werden, und es konnten durch die Einbindung des TINE-Protokolls von HERA einige neue Strahlmonitore integriert werden. Darüber hinaus wurde das komplette TTF-Timingsystem, das für einen synchronen Ablauf der Hochfrequenz, der Strahlerzeugung und der Datennahme sorgt, auf 9 MHz umgestellt.

Neben der Weiterentwicklung der Hard- und Software des Beam-Interlock-Systems des TTF-Beschleunigers wurden auch Komponenten zum Schutz des Undulators vor Strahlverlusten („Very Fast Protection System“) sowie eine Elektronik zum Schutz der Detektoren in der Photonen-Diagnose entwickelt, aufgebaut und in Betrieb genommen.

Kryogenik und Supraleitung – MKS –

HERA Kältebetrieb

Das HERA-Kältesystem zur Versorgung der supraleitenden Protonenring-Magnete, der Experimente und der supraleitenden Kavitäten mit Helium lief durchgängig. Um die supraleitenden Magnete bei der erhöhten Protonen-Energie von 920 GeV mit gleicher Quenchsicherheit zu betreiben, wurde der Protonen-Ring bei einer abgesenkten Temperatur von 4.0 K betrieben. Die Verfügbarkeit der geforderten Kälteleistung betrug in diesem Jahr 99.16%, gemittelt über eine Betriebszeit von 52 Wochen. Dabei trug die Kälteanlage selbst im Mittel nur mit 0.01% Ausfallzeit bei (1.4 Minuten/Woche, 1 Ausfall), das Verteilungssystem mit 0.05% (5.4 Minuten/Woche, 3 Ausfälle), 9 HERA-Quenche mit 0.17% (17.4 Minuten/Woche), die Stromversorgung mit 0.29% (29.4 Minuten/Woche, 7 Ausfälle) und die Kryokontrollen mit 0.35% (34.8 Minuten/Woche, 5 Ausfälle).

Neben dem Kältebetrieb der Ringmagnete wurden die supraleitenden Kavitäten des Elektronenringes, das

HERMES-Experiment und die Magnete der Experimente H1 und ZEUS bei 4.4 K gekühlt. Zusätzlich wurden für HASYLAB und den Laborbetrieb insgesamt 35 m³ Flüssig-Helium in Kannen abgegeben.

Im Bereich der Anlagenwartung und -erhaltung wurden in Abstimmung mit dem Heliumkompressoren-Hersteller hochpräzise Positionsmonitore (Abb. 87) zur Messung und Überwachung der Gleitlager installiert und in Betrieb genommen.

Für die kryogenische Versorgung der im Rahmen des Luminositätserhöhungs-Programms von HERA neu zu installierenden supraleitenden Quadrupole GO und GG im Bereich der Wechselwirkungszonen von H1 und ZEUS wurden die benötigten Vorkühlerboxen und Transferleitungen spezifiziert und ausgeschrieben bzw. bestellt. Darüber hinaus wurden Vorbereitungen getroffen, die insgesamt sechs von BNL (USA) gebauten supraleitenden Magnete GO und GG nach ihrer Ankunft bei DESY und vor ihrem Einbau in HERA in der Magnetstalle kalt zu testen. Dazu wurden kryogenische Komponenten von MKS konstruiert und gebaut, so dass die vorhandenen HERA-Magnetteststände mit nur geringen Änderungen für die Kälteversorgung der neuen Magnete benutzt werden können.

Die in Gebäude 47a vorhandene 300 Watt Kälteanlage (CTA), die seinerzeit zum Test der supraleitenden HERA Beschleunigungsstrecken benutzt wurde, ist mit einem neuen Kontrollsystem ausgestattet und als Helium-Verflüssiger für Kannenabfüllungen wieder in Betrieb genommen worden.

HERA Kältekontrollen

Für die bereits im letzten Jahr vorbereitete Umstellung des Kontrollsystems der HERA-Kälteanlage wurden die nächsten Schritte vollzogen:

- Zeitanpassung beim bestehenden Kontrollsystem: In der Wartungsperiode im Mai wurde das alte Kontrollsystem (D/3) vom DESY Computernetz getrennt. Um einen begrenzten Datenaustausch zu gewährleisten, wurde eine „Ethernet Bridge“ eingebaut. Diese filtert alle Pakete, welche Zeitinformationen enthalten können, heraus. So vorbereitet wurden die Rechner in diesem abgetrennten Netz in eine

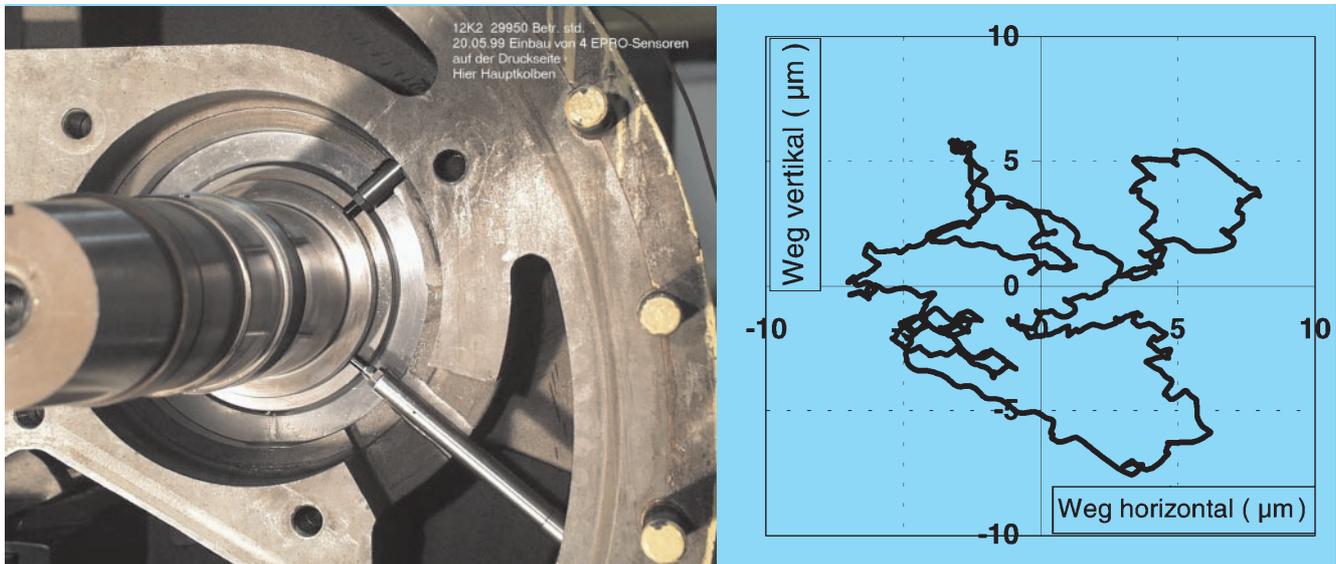


Abbildung 87: Links: Anordnung der Positionsmonitore am Hauptkolben des Verdichters Typ VMY 536. Rechts: Orbit des Hauptkolbens (eine Umdrehung) relativ zum Mittelwert des Orbits.

um vier Jahre zurückliegende Zeit versetzt. Diese Lösung erlaubt den Betrieb der Rechner bis in das Jahr 2000 hinein, obwohl die dort installierte Software nicht für das Jahr 2000 geeignet ist. Diese Rechner sollen im Sommer 2000 durch das neue Kontrollsystem ersetzt werden.

- Neues Kontrollsystem für die Kälteanlagen: Nach einer intensiven Vorbereitung im vorangegangenen Jahr wurde im März das neue Kontrollsystem ausgeschrieben. Die Firma ORSI mit ihrem Produkt „Cube“ hat als günstigster Bieter den Zuschlag erhalten. „Cube“ kann sowohl als DCS-System („Distributed Control System“) als auch als SCADA-System („Supervisory Control and Data Acquisition“) eingesetzt werden. Das System wird in der Kryogenik bei HERA, der Magnetesthalle, CTA und TTF Anwendung finden. Im Vordergrund stehen bei der Umstellung die hohe Betriebszuverlässigkeit der jeweiligen Anlage, die Funktionalität innerhalb der einzelnen Applikationen und die Integrationsmöglichkeiten in andere DESY-Kontrollsysteme. Der Auftrag an ORSI umfasst neben der System-Software und -Hardware auch die Umstellung der vorhandenen Software (Kontrollen, Ablaufsteuerungen, Batch, Graphiken, Alarmierung, Trends) der genannten Anlagen und Bereiche. Nur so kann

das ehrgeizige Ziel erreicht werden, die Umstellung in der Wartungsperiode im Sommer 2000 durchzuführen. Um frühzeitig mit den Tests des neuen Systems beginnen zu können, ist eine Teillieferung (Magnetesthalle) für Dezember 1999 vorgesehen.

- Umstellung auf neue Rechnerplattformen: Im Zusammenhang mit der Umstellung von dem bestehenden D/3 Kontrollsystem auf das neue System (Cube) werden auch die VMS-Workstations durch neue Systeme ersetzt. Für den Office-Bereich werden zunehmend NT-Workstations eingesetzt, welche auch für das neue Kontrollsystem benötigt werden. Über X-Emulationen kann auch auf UNIX-Applikationen zugegriffen werden. Die VMS-Applikationen (wie zum Beispiel die Archivierung) werden auf das UNIX-Cluster portiert, um eine ausfallsichere Archivierung von Prozessdaten auch in Zukunft gewährleisten zu können. Mehrere Gigabyte Daten wurden von VMS nach UNIX konvertiert.
- Umstellung auf das Jahr 2000: Um den Betrieb der Rechner auch im Jahr 2000 zu gewährleisten, wurde bei einer Vielzahl von Rechnern neue Software installiert. Die Umstellung umfasst von Netzwerkkomponenten über Frontend-Rechner bis zu den UNIX- und VMS-Clustern insgesamt etwa 50 Systeme.

Magnetmessungen

Bei den supraleitenden Referenzmagneten von HERA wurden detaillierte Magnetfeldmessungen durchgeführt mit dem Ziel, das Signal-zu-Rausch Verhältnis bei den dort eingesetzten NMR-Proben zu optimieren. Weiterhin wurde die Jahr-2000-Sicherheit der Messgeräte und der Computer überprüft bzw. hergestellt.

Für den für Mai 2000 geplanten Umbau der Wechselwirkungszonen von HERA im Rahmen der Luminositätserhöhung werden etwa 50 normalleitende Quadrupolmagnete und sechs supraleitende Magnete be-

nötigt. Der Bau der supraleitenden Magnete bei BNL (USA) wurde von DESY aus betreut. Für ihre Messungen wurden Vorbereitungen getroffen. Die ersten von etwa 50 normalleitenden Quadrupolen für die Luminositätserhöhung bei HERA wurden magnetisch vermessen. Dafür wurde ein neuer Messstand mit neuer Elektronik aufgebaut. Mit einer Drehschleife können die Multipole der Magnete vermessen werden. Außerdem kann ein gespannter Draht mittels präziser Verfahrtschleife horizontal und vertikal verfahren werden. Dabei wird die induzierte Spannung aufgezeichnet, aus deren Verlauf man die magnetische Mitte, den Verdrehwinkel und den integralen Gradienten von Quadrupolmagneten bestimmen kann.



Abbildung 88: Modul 3 zur Vorbereitung des integralen Lecktests.

Beschleunigerentwicklung (TESLA und TTF)

Im Laufe des Jahres wurde das dritte Kryo-Modul (Abb. 88) für den Einbau in den Testbeschleuniger fertig gestellt und gegen das erste Modul ausgetauscht. Von den im ersten Modul befindlichen Kavitäten waren fünf durch einen Fertigungsfehler auf Beschleunigungswerte von 12–13 MV/m begrenzt. Drei der acht Kavitäten wurden mit neuen Flanschen ausgerüstet und zusammen mit den aus der ersten Resonator-Produktion stammenden Kavitäten neu behandelt. Sie zeigten maximale Beschleunigungsfelder zwischen 25.5 und 28 MV/m und werden für den Einsatz in Modul 1 vorbereitet. Das dritte Modul, dessen Resonatoren mit der neuen Flansch-Technologie und auf Fehlstellen untersuchtem Material ausgestattet sind, erzeugt im Strahlbetrieb eine mittlere Spannung von 23 MV/m.

Nach etwa fünfjährigem Dauerbetrieb wurde Ende 1998 die Chemie- und Präparationsanlage einer Generalüberholung unterzogen. Ab Februar 1999 zeigte sich eine Verbesserung der Einsatzfeldstärke der Feldemission und hiermit verbundene höhere maximale Beschleunigungsfelder. Seit Beginn des Jahres 1999 wurden 99 chemische Behandlungen durchgeführt. 48 Kavitäten wurden für vertikale Tests präpariert und montiert. Im Mittel erreichten diese Kavitäten Beschleunigungsfelder von 24.2 MV/m. Die Einsatzschwelle für Feldemission lag im Mittel bei 20 V/m (Abb. 89).

Seit Anfang des Berichtsjahres befindet sich eine Qualitätssicherung im Aufbau. Sie beruht auf der Filtration

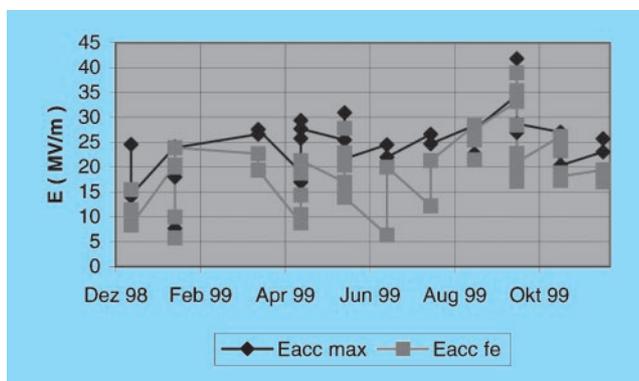


Abbildung 89: Entwicklung der Feldgradienten in den TESLA-Resonatoren im Jahr 1999: Maximales Beschleunigungsfeld und Einsetzen der Feldemission.

des Ablaufwassers der Hochdruckspüle, der Entnahme von Feldemissionsproben zur Überwachung von Partikelkontamination im Prozess und der Neuentwicklung eines Online-Verfahrens zur Bestimmung der Säurequalität über Spektralanalyse.

Die im Reinraum verwendete Hochdruckspüle muss auf eine neue Prozess-Software umgestellt werden. Hier wurde ein neues Konzept entwickelt. Basierend auf einer SPS Steuerung wird die Prozess-Visualisierung jetzt mit Visual Basic realisiert. Um dieses auch entsprechend testen zu können, wurde ein Simulationssystem erstellt, mit dem alle Betriebszustände realitätsnah nachempfunden werden konnten. Die ursprünglich von CERN gelieferte Kontroll-Hardware und -Software wird bei nächster Gelegenheit ausgetauscht.

Die Helium-Kälteversorgung des TTF-Linearbeschleunigers (mit zwei TTF-Kryomodulen) und des TTF-Kältelabors wurde gewährleistet. Dabei wurde der Kältebetrieb des TTF-Linearbeschleunigers in zwei Betriebsperioden für insgesamt 7 1/2 Monate durchgehend aufrechterhalten.

Für die erweiterte Helium-Kälteversorgung des TTF/FEL-Linearbeschleunigers mit einem Anschluss an die HERA-Helium-Kälteanlage wurden eine HERA-FEL-Transferleitung und eine FEL-Vorkühler- und Verteilerbox bei Industriefirmen gefertigt, installiert und mit einem Probelauf erfolgreich getestet. Die zur Anbindung an die HERA-Kälteanlage benötigte Warmgasverrohrung wurde ebenfalls von Fremdfirmen bis zu den Übergabepunkten an der bestehenden TTF-Helium-Kälteanlage fertiggestellt.

Die Verlängerung der bestehenden TTF-Transferleitung zur FEL-Vorkühler- und Verteilerbox wurde spezifiziert und in Auftrag gegeben. Weiterhin wurde der Auftrag zum Bau eines zweiten Helium-Kompressorsystems erteilt, das zur Entkopplung der Kälteversorgung des TTF-Linearbeschleunigers und des TTF-Kältelabors und zur Kapazitätserweiterung benötigt wird.

Für den weiteren Ausbau des TTF/FEL-Linearbeschleunigers werden spezielle kryogenische Komponenten benötigt, die unter anderem den Übergang zu einem überarbeiteten Kryomodul-Design ermöglichen. Zu diesen Komponenten gehören eine 24 m lange Bunchkompressor-Bypass-Transferleitung

mit neun Prozessrohren, eine Neuauslegung der Modul-Verbindungsstücke und eine dem neuen Moduldesign angepasste Endbox. Für diese Komponenten wurden Konstruktionsentwürfe erarbeitet.

Ein Entwurf für die Anbindung des beim Forschungszentrum Karlsruhe in Fertigung befindlichen supraleitenden Energiespeichers (SMES) an das erweiterte Helium-Verteilungssystem wurde fertiggestellt. In Zusammenarbeit mit dem National High Magnetic Field Laboratory der Florida State University wurde ein in den TTF-Linearbeschleuniger integriertes Experiment zur Messung des zweiphasigen Heliums betreut.

Der Aufbau eines zusätzlichen Teststandes für ein- und mehrzellige Cavities unter Verwendung der 300 W-Anlage wurde in Angriff genommen. In Vorbereitung des „Technical Design Report“ für den TESLA-Linearbeschleuniger wurden Prozessberechnungen durchgeführt, die unter anderem den zweiphasigen Heliumfluss und Ausnahmestände während des kryogenischen Betriebs untersuchen. Ein erstes Konzept für den Aufbau einer Testanlage für TESLA-Kryomodule wurde entworfen. Die Arbeiten an Konzepten für die Kryoversorgung von TESLA wurden fortgesetzt.

Zur Analyse der an den supraleitenden Kavitäten für TTF gemessenen Daten wird die chronologische Abfolge der Arbeiten und die Verfügbarkeit der wichtigsten Anlagen zur Präparation und zum Test der Resonatoren in einer Datenbank festgehalten. Zusätzlich werden die wichtigsten Daten der visuellen und mechanischen Eingangskontrolle der Kavitäten, die Prozedur und Ergebnisse ihrer chemischen Behandlungen und Messungen bei Zimmertemperatur und 2 K in dieser Datenbank gespeichert. Es musste eine Vielzahl von SQL-Prozeduren entwickelt werden, um die anfallende Datenmenge zu filtern und für die Datenbank aufzubereiten. Um den Zugriff auf diese Daten zu erleichtern, wurde ein umfangreiches graphisches Benutzer-Interface zur Datenbank erstellt, das die wichtigsten Ergebnisse in Form von Tabellen und Graphen zur Verfügung stellt. Das Benutzer-Interface wurde mit dem ORACLE Developer Server ins WEB migriert, so dass die Datenbank dynamisch ins Internet eingebunden ist.

DORIS III

Im Rahmen der Jahr-2000-Umstellung wurde das Magnetinterlock von DORIS III überarbeitet. Dabei wurden das Betriebssystem der PCs auf WindowsNT umgestellt, die Hardware der Vernetzung ausgetauscht und umfangreiche Änderungen an der Visualisierungssoftware durchgeführt.

Energieversorgung – MKK –

Die Gruppe MKK betreibt die Energieversorgung bei DESY. Die Stromversorgung beginnt bei den drei 110kV/10kV-Großtransformatoren, die die 10kV-Schaltstationen für die Energieverteilung speisen, die bis zu den Niederspannungsanlagen für die Gebäude geht. Ein großes Aufgabengebiet ist die Magnet- und Senderstromversorgung. Die gesamte Wasserkühlung, Kaltwasser- und Druckluftherzeugung sowie die Beheizung und Belüftung der Gebäude, Experimente und Tunnel gehören ebenfalls zu den Aufgaben der Gruppe.

Einige wesentliche Aktivitäten der Gruppe sollen im Folgenden dargestellt werden:

Stromversorgung

Die 10 kV-Station und die Niederspannungsanlagen des neuen Laborgebäudes 3 mussten instandgesetzt werden, nachdem DESY das Gebäude von der Biologischen Anstalt Helgoland übernommen hatte. Die Mittelspannungsanlagen wurden überholt, um die Betriebssicherheit zu erhöhen. Die Schaltanlagen für die DORIS-Wasserkühlung wurden neu projektiert und als Vorhaben angemeldet sowie ausgeschrieben. Die elektrische Versorgung für die Erweiterung der Halle III wurde projektiert und beschafft. Die Erweiterungen für die zusätzlichen Klystron-Modulatoren sind in Planung. Nach der Öffnung des Strommarktes hat DESY mit den anderen Mitgliedern der Helmholtz-Gemeinschaft die Belieferung von Strom europaweit ausgeschrieben.

Magnetstromversorgung

Das neue Netzgerät für den HERA-Protonenring lief zuverlässig, nachdem die Auslöseschwellen hochgesetzt

wurden und das Steuerprogramm überarbeitet wurde. Die für die Luminositätserhöhung neu benötigten Netzgeräte wurden geplant und ausgeschrieben. Die Choppernetzgeräte wurden hierfür weiter entwickelt. Die Regel-Elektronik wurde überarbeitet und für die Ansteuerung von IGBT-Transistoren angepasst. Die neuen Choppernetzgeräte sind deutlich einfacher und wartungsfreundlicher aufgebaut. Sie wurden erfolgreich getestet.

Es wurde ein 800 A-Polwender neu konstruiert. Die Steuerung erfolgt mit einem programmierbaren Steuerbaustein und die Polwendung wird mit zwei magnetisch verlinkten Schützen gemacht. Die Vorteile sind kurze Umpolzeiten und ein flexiblerer und kompakterer Aufbau.

Die Netzgeräte aller Beschleuniger wurden in eine ORACLE-Datenbank aufgenommen. Die Datenbank umfasst die gesamte Versorgung von der Hochspannungseinspeisung über die Schaltanlagen, Netzgeräte und Kabel bis zu den Magneten und deren Standorten. Das neu eingeführte elektronische MKK-Logbuch im BKR hat Zugriff auf diese Datenbank. Damit können Störungen direkt und zentral den Anlagen zugeordnet werden.

Senderstromversorgung

Die beiden neuen Feedback-Senderstromversorgungen für DORIS III und HERA wurden in Betrieb genommen. Damit sind alle Senderstromversorgungen jetzt PCB-frei.

Die RC-Filterkondensatoren für den Wellenwiderstandsabschluss der Hochspannungs-Gleichstromkabel wurden neu konstruiert, so dass über den Durchführungen nur noch die halbe Spannung ansteht. Das Kondensatorgehäuse wurde mit Potentialsteuerringen ausgestattet, um die Koronaeffekte weiter zu unterdrücken. An der bisherigen Konstruktion traten deutlich sichtbare Spuren von Sprühentladungen an den Isolierstrecken auf.

Ladegeräte für Klystronmodulatoren

Die Ladegeräte für die Speicherkondensatoren verursachen durch den langsamen Pulsbetrieb Rückwirkungen

auf das Stromversorgungsnetz, die sich auch bei dem HERA-Dipolnetzgerät bemerkbar machten, weil die Synchronisierspannungen für die Dipolnetzgeräte beeinflusst wurden. Die Störungen des Dipolstroms lagen im ppm-Bereich.

Zur Lösung des Problems werden zwei Wege verfolgt:

- Entwicklung eines Schaltnetztes, das konstante Leistung aus dem Versorgungsnetz entnimmt,
- Einsatz eines thyristorgesteuerten Netzgerätes in Verbindung mit einer digitalen Regelung.

Die erste Lösung ist wesentlich teurer als die zweite. Um die Lösungen vergleichen zu können, wurde ein Prototyp in Auftrag gegeben und parallel dazu wird eine digitale Regelung für die vorhandenen thyristorgesteuerten Ladegeräte entwickelt. Als weitere Option ist eine Kombination der beiden Lösungen möglich.

Überwachung und Kontrollen

Der MKK-Alarmhandler wurde weiter ausgebaut. Für die einzelnen Nutzergruppen wurden dedizierte Alarmhandler eingerichtet. Die Vernetzung der Klimaanlage wurde stark ausgebaut. Die Neuanlagen werden grundsätzlich an die Kontrollen angeschlossen und in den Alarmhandler integriert. Die PCs wurden alle auf WindowsNT umgestellt. Die Daten des CAD-Programms T2000 wurden auf AutoCAD übertragen, da T2000 ab dem Jahr 2000 nicht mehr unterstützt werden soll.

Wasserkühlung, Heizungs- und Klimaanlage

Die Erneuerung der DORIS III-Wasserkühlung wurde als Vorhaben angemeldet. Die Planungen sind abgeschlossen und die Beschaffung läuft. Die Instandsetzung soll im Shutdown 2000 erfolgen. Die Erweiterung der Wasserkühlung für die zweite Stufe des Testlinacs TTF-FEL wurde projektiert und beschafft.

Die Verhandlungen mit den HEW über eine Fernwärmeversorgung von DESY wurden erfolgreich abgeschlossen. Im Herbst wurde der Fernwärmeanschluss

zwischen der Notkestrasse und dem Kesselhaus hergestellt. Gleichzeitig wurde die marode Heizungsleitung zum Laborgebäude 3 erneuert.

Die Kaltwassererzeugung für die Klimaanlage des Rechenzentrums wurde erneuert und auf ein umweltfreundliches Kältemittel umgestellt. Die Vernetzung und die Ausrüstung der Klimaanlage mit der Leittechnik wurden stark ausgebaut. Die Anlagen wurden in den Alarmhandler aufgenommen.

Die Klimaanlage für die Expo-Halle wurde projektiert und ausgeschrieben.

Kollaborationen

Vom Physikinstitut in Yerevan (YerPhI) wurden fünf Stromversorgungen gebaut und geliefert. Sie sind für die Luminositätserhöhung von HERA vorgesehen. Die Geräte werden zur Zeit in Betrieb genommen.

Das Institut für Hochspannungstechnik an der TU Darmstadt entwickelt einen streufeldfreien Rohrleiter für die Stromversorgung des TESLA-Tunnels. Die Konstruktion und die Berechnungen wurden durchgeführt und ein Prototyp ist im Aufbau.

Beschleunigerplanung – MPL –

Die Gruppe MPL ist zuständig für die Planung und Aufstellung von Beschleunigerstrukturen in Tunneln und Experimentierhallen und die Koordination von Beschleunigeraufstellungen. Zudem arbeitet die Gruppe an der Entwicklung nahtloser supraleitender Resonatoren aus Niob.

Für die geplante HERA-Luminositätserhöhung wurden die Entwürfe der Magnetträger im Bereich der Experimente H1 und ZEUS auf thermische Formstabilität im Betrieb untersucht und samt Stellelementen fertig konstruiert. Für vier weitere Magnettypen wurden Unterbauten konstruiert. Die Zeichnungen und Koordinatenlisten der Magnetstruktur wurden entsprechend den zwischenzeitlich erfolgten Optikänderungen aktualisiert.

Für DORIS III wurden für drei Quadrupoltypen Unterbauten konstruiert. Für TTF wurden neue Unterbauten für das Kryomodul in der Halle III und im Tunnel entworfen.

Entwicklung von nahtlosen supraleitenden Niob-Resonatoren

Aus durch Drücken aus Blech erzeugten Niob 100-Rohren wurden bei DESY zwei TESLA-Monozellen, 1K2 und 1K3, durch Innenhochdruckumformung (IHU) gefertigt. 1K2 wurde bereits bei DESY und dem Jefferson Laboratory (Newport News, USA) behandelt und getestet und erreichte etwa 27 MV/m bei relativ hoher Güte von 2.5×10^{10} . Eine weitere Monozelle wurde aus tiefgezogenem Niob 270-Rohr der Firma W. Butting ebenfalls durch IHU gefertigt und erreichte 22.3 MV/m bei der Güte von 1×10^{10} .

Auf der apparativen Seite wurde eine neue 1300 bar IHU-Matrize für TESLA-Monozellen gebaut und in Betrieb genommen, mit der auch der sehr steife Iris-Bereich kalibriert werden kann. Eine mit zwölf Führungsleisten ausgestattete neuartige IHU-Matrize wurde konstruiert und befindet sich im Bau. Sie soll die besonders bei dünnwandigen Rohren beobachteten Form-Anomalien sowie das dadurch bedingte Platzen des Werkstücks während der Umformung verhindern.

Die Rechnersteuerung des Umformvorgangs wurde verfeinert, um unter anderem die neuartige IHU mit gepulstem Druck optimal und vollautomatisch anwenden zu können.

Zwei neue Varianten der Rohrherstellung wurden in Angriff genommen. Die erste ist, ein dickwandiges Kupfer-Rohr mit Niob 300 innen zu sprengplattieren und dann auf etwa 4 mm Gesamtdicke durch Drückwalzen abzustrecken. Die zweite Variante beinhaltet, aus gemahlenem Niob-Pulver mit relativ hohem Gasgehalt ein Rohr unter Gasverlust zu sintern und dann durch Abstrecken weiter zu verdichten.

Ziel beider Varianten ist es, den Rohrpreis zu senken und die IHU-Tauglichkeit zu verbessern durch dominierenden Einfluss des problemlos umformbaren Kupfers bzw. des feinen untexturierten Korns beim Sinterrohr. Von beiden Werkstoffen liegen bereits Proben vor und werden untersucht.

Weitere Untersuchungen an Resonatoren

Es wurde der Frage nachgegangen, wie der jetzige TESLA-Resonator für einen Hochfrequenzspannungsgradienten von 40 MV/m tauglich zu machen ist. Die Optimierung mittels Rechnersimulation ergab, dass ein Resonator mit nur 2 mm Wandstärke am Äquator mittels einer es umspannenden, demontierbaren und helium-transparenten 6 mm dicken Titanschale so versteift wird, dass auch bei 40 MV/m die Lorentzkraft-Verstimmung auf akzeptable 200 Hz begrenzt bleibt. Die Minderung der Titan-Kosten relativ zum gegenwärtigen TESLA-Resonator kann etwa die Kosten der Schale decken, so dass der Gesamtpreis unverändert bleibt.

Dem Ziel, mit TESLA bei unveränderter Länge die Endenergie von 800 GeV zu erreichen, dient neben der schon erwähnten Feldstärke-Erhöhung im Resonator auch eine Erhöhung des Füllfaktors der Beschleunigungsstrecken.

Zu diesem Zweck wurde ein neues Feinabstimmerkonzept vorgestellt, wobei der Feinabstimmer in den Helium-Tank integriert wird und so keine Beschleunigerlänge verbraucht, und zu einer Konstruktion geführt. Versuche damit sind im Jahr 2000 vorgesehen. Der Füllfaktor im Resonatormodul erhöht sich dadurch bei der jetzigen TESLA-Struktur von 0.75 auf 0.81.

Die „Superstruktur“ hat einen solchen Feinabstimmer als notwendige Voraussetzung. Für den jetzigen Feinabstimmer am Ende des Resonators wäre bei nur einer halben Hochfrequenzwellenlänge zwischen Resonatoren kein Platz.

Verschiedene Werkstoffe wurden bezüglich ihrer Eignung als Flanschmaterial erprobt. NbZr1 erscheint optimal und wird zum Beispiel an 1K2-Flanschen erprobt. Es ist für Resonatoren trotz guter Umformbarkeit nicht geeignet, weil das Restwiderstandsverhältnis mit 13 zu klein ist.

Werkstoffuntersuchungen

Das Metallographielabor wurde an anderem Ort mit dem Chemielabor zusammengelegt. Eine Vorrichtung zur Messung der Wärmeleitfähigkeit bei Flüssig-Helium-Temperatur ist im Aufbau.

Mit Partnern an anderen Instituten und in der Industrie sind die Möglichkeiten für die Defektsuche in Niob-Halbzeugen fortgeführt und weiter ausgebaut worden, wie zum Beispiel mittels SQUID-Gradiometer bei der Firma FIT.

Es wurden in Zusammenarbeit mit den DESY Gruppen ZMS, MHF-sl und MVA sowie Firmen und anderen Instituten Werkstoffuntersuchungen an Bedampfungs-, Sputter- und Schweiß-, Sinter- und Sprengplattierungsproben durchgeführt – auch für andere Projekte als TESLA.

Gefüge- und andere Werkstoffuntersuchungen wurden an bei verschiedenen Temperaturen geglühten Niob-Proben durchgeführt, auch in Abhängigkeit vom Umformgrad vor der Glühung.

Die Fertigung samt Glühbehandlung der für die TTF- und IHU-Projekte erforderlichen Niob-Halbzeuge wurden betreut und deren Erprobung bei DESY durchgeführt bzw. verantwortlich betreut.

Strahlenschutz

Die Hauptaufgabe der Strahlenschutzgruppe ist die Umsetzung von Strahlenschutzverordnung (StrlSchV) und Röntgenverordnung (RöV) zur Sicherheit der Mitarbeiter. Dazu sind eine Reihe von Maßnahmen (unter anderem Abschirmung der Beschleuniger, Interlocksysteme, Kontrolle radioaktiver Stoffe) getroffen worden, die von der Strahlenschutzgruppe angeordnet und regelmäßig überprüft werden. Es werden Personen- und Ortsdosen gemessen, um die Wirksamkeit dieser Maßnahmen zu überwachen. Die Messwerte dürfen die in den Verordnungen festgelegten Grenzwerte nicht überschreiten, sie müssen außerdem, den jeweiligen Umständen entsprechend, so niedrig wie möglich gehalten werden. Die Strahlenschutzgruppe kontrolliert deshalb die Tätigkeiten in den verschiedenen Arbeitsgruppen und in den bei DESY tätigen Kollaborationen hinsichtlich der Strahlenschutzvorschriften. Sie wirkt ferner darauf hin, dass jeder Mitarbeiter seine eigene Verantwortung beim Umgang mit ionisierender Strahlung erkennt und akzeptiert.

Ortsdosimetrie

Auf dem gesamten DESY-Gelände (das sind Kontroll- und Überwachungsbereiche, Bereiche, die keine Strahlenschutzbereiche sind sowie Geländegrenzen) werden Ortsdosen gemessen, die von Photonen oder Neutronen herrühren können. Dazu werden zwei Messsysteme mit verschiedenen Eigenschaften verwendet. Das eine System besteht aus Festkörperdosimetern, die an sehr vielen Messpunkten angebracht sind, und die die Dosis in einem Zeitraum von einem Monat aufsummieren. Die Dosimeter werden im Labor der Strahlenschutzgruppe ausgewertet. Dieses System ist zur Überwachung des Geländes geeignet. Resultate erhält man erst nach Ablauf der Messperiode. Um eine sofortige Eingriffsmöglichkeit im Falle zu hoher Dosisleistungen zu haben,

existiert ein zweites System, bestehend aus aktiven Detektoren, das in der Lage ist, bei Überschreitung eines bestimmten Wertes der Dosisleistung in den Beschleunigerbetrieb einzugreifen. Diese Detektoren sind vorwiegend an Stellen positioniert, an denen eine erhöhte Dosisleistung möglich erscheint. Das Gelände wird derzeit an 224 Stellen mit integrierenden Dosimetern und an 85 Positionen mit aktiven Geräten überwacht. Alle Messwerte werden für das jeweils zurückliegende Jahr in einem Internen Bericht veröffentlicht. Gegenüber den Werten von 1998 haben sich die gemessenen Ortsdosen im Berichtszeitraum nur unwesentlich verändert. Sie sind nach wie vor sehr niedrig; Kontrollbereiche mussten nur an wenigen Stellen ausgewiesen werden.

Personendosimetrie

Die Messung der Personendosen erfolgt für Photonen seit 1999 mit Festkörperdosimetern. Diese Methode zeichnet sich gegenüber der bisherigen, die auf der Schwärzung von Filmen beruhte, durch höhere Zuverlässigkeit und Genauigkeit aus. Ihre Einführung durch die amtliche Messstelle der Behörde für Arbeit, Gesundheit und Soziales bedeutete für die Strahlenschutzgruppe eine grundlegende Umstrukturierung ihrer Datenorganisation. Personendosen, die von Neutronen herrühren, werden nach wie vor mit Kernspur-Filmen registriert, die am CERN ausgewertet werden. Beide Dosimeter werden von den DESY-Mitarbeitern zwei Monate lang getragen. Derzeit werden regelmäßig 921 Personen überwacht. Dazu kommen noch etwa 430 Gäste, die nur kurzzeitig bei DESY arbeiten.

Insgesamt werden in zwei Monaten etwa 1100 Dosimeter verteilt und deren Auswerte-Ergebnisse in einer Datenbank archiviert. Im Zeitraum November 1998 bis Oktober 1999 betrug die höchste Personendosis 0.5 mSv pro zwei Monate. Insgesamt wurden auf 25 Dosimetern (von etwa 6400) Dosen registriert, die über

der amtlichen Schwelle von 0.2 mSv lagen. Die maximal zugelassene Dosis für beruflich strahlenexponierte Personen beträgt 50 mSv pro Arbeitsjahr. Damit liegen auch die Personendosen bei DESY weit unterhalb der zugelassenen Grenzen.

Arbeiten für den Linearcollider TESLA

Zur Beurteilung der Umweltverträglichkeit des Linearcollider-Projekts wurde in den Jahren 1997 und 1998 von der Strahlenschutzgruppe eine Reihe von Studien angefertigt, die das Ziel hatten, mit den bis dahin vorliegenden Daten den radiologischen Einfluss auf die Umwelt abzuschätzen. Es konnte gezeigt werden, dass das Projekt vom Standpunkt des Strahlenschutzes aus realisierbar ist und dass es Möglichkeiten gibt, Streustrahlung und radioaktive Emissionen so klein zu halten, dass alle gesetzlichen Grenzwerte weit unterschritten werden.

Zur Verwendung dieser Daten bei einer behördlichen Prüfung wurden zwei Gutachten in Auftrag gegeben mit dem Ziel, die Arbeiten unabhängig von ihren Autoren zu bewerten. Die beiden Gutachter waren der Technische Überwachungsverein Nord (TÜV) in Hamburg und das Öko-Institut in Darmstadt. Die beiden Gutachten wurden Anfang 1999 fertiggestellt. Beide kommen unabhängig voneinander zu dem Schluss, dass dem Projekt keine radiologischen Probleme entgegen stehen.

Die geplanten Kryohallen waren Gegenstand weiterer Untersuchungen. Es wurde gezeigt, dass bei geeigneter Abschirmung der Schacht der Hallen für Arbeiten und Installationen auch während des Beschleunigerbetriebs zugänglich ist, und dass außerhalb der Hallen nicht mit der Entstehung eines Strahlenschutzbereiches zu rechnen ist.

Das bisher verfolgte Konzept, Kollimatoren unabgeschirmt im Tunnel zu betreiben, wird dagegen hinsichtlich der Zugangsmöglichkeit nach Abschalten des Beschleunigers auf Schwierigkeiten stoßen. Rechnungen haben gezeigt, dass die induzierte Radioaktivität und die daraus resultierende Dosisleistung so hoch sind, dass die Einrichtung eines Sperrbereichs notwendig ist.

In einer weiteren Arbeit wurde untersucht, inwieweit bei Strahlverlusten im Kühlmittel Helium das Isotop

Tritium produziert wird. Dabei wurde mit konservativen Annahmen berechnet, dass nach einer Betriebszeit von 20 Jahren (die Halbwertszeit von ^3H beträgt etwa 12 Jahre) im Kühlmittel eine Aktivitätskonzentration von 70 Bq/g erreicht wird. Das liegt noch unter der Konzentration von 100 Bq/g, ab der die Strahlenschutzverordnung eine Umgangsgenehmigung verlangt.

Kollaboration mit dem INP Krakau

Die Kollaboration mit dem Institute of Nuclear Physics in Krakau/Polen wurde fortgesetzt. Eine Arbeit, die aus Messungen von Teilchenfluenzen und -dosen im HERA-Tunnel und aus interpretierenden Rechnungen besteht, wurde abgeschlossen.

Zur Konzeption von Abschirmmaßnahmen an hochenergetischen Elektronen-Beschleunigern werden Daten benötigt, die bis jetzt nicht für genügend viele Parameter und mit ausreichender Genauigkeit verfügbar sind. Mit Hilfe des Monte Carlo-Programms FLUKA wurden Daten dieser Art systematisch berechnet. Dabei wurden für die sekundären Pionen, Neutronen und Protonen die Winkelverteilung ihrer Emission und ihre Absorptionskoeffizienten in Beton berechnet. Diese Untersuchungen wurden für Strahlenergien zwischen 1 und 250 GeV und für die wichtigsten Targetmaterialien und -abmessungen durchgeführt. Die Rechnungen sind fertiggestellt; an der Auswertung wird noch gearbeitet.

Weitere Arbeiten

Im Jahr 1998 sind in Zusammenarbeit mit dem Institut für Kernphysik am Forschungszentrum Jülich Arbeiten durchgeführt worden, die es ermöglichten, den Beitrag von Myonen aus der durch Photonen erzeugten Paarbildung zur Dosis an der Erdoberfläche beim Betrieb des Linearcolliders TESLA zu berechnen. Diese Arbeiten sind 1999 abgeschlossen worden, und der wissenschaftliche Teil wurde publiziert. Mittlerweile sind Bemühungen im Gange, diesen Mechanismus der Myon-Paarbildung durch Photonen in das Programm FLUKA zu implementieren.

Am CERN wurde eine Untersuchung durchgeführt, inwieweit bei einer geplanten Erhöhung der Strahlenergie des Beschleunigers LEP die Synchrotronstrah-

lung zur Erzeugung induzierter Radioaktivität im Inventar des Beschleunigerraums führen könnte. Ein mit dem Programm FLUKA vertrauter Mitarbeiter der Strahlenschutzgruppe hat an der Studie teilgenommen.

Bei DESY Zeuthen ist der Bau einer Testeinrichtung für einen Hochfrequenz-Photoinjektor geplant, der für TESLA von großer Bedeutung ist. Dieses Projekt erfordert eine Errichtungs- und eine Betriebsgenehmigung nach der Strahlenschutzverordnung.

Zur Erstellung des dazu notwendigen Sicherheitsberichtes hat die Strahlenschutzgruppe beigetragen. Sie hat die Abschirmung dimensioniert und die beim Betrieb der Anlage eventuell entstehende Radioaktivität in Luft und Boden berechnet.

Es werden Überlegungen angestellt, einen Elektronen-Speicherring zu errichten, der ausschließlich der Angiographie zu Verfügung stehen soll (Arbeitsname: Speicherring ARI). Für dieses Projekt wurden die Abschirmmaßnahmen konzipiert.

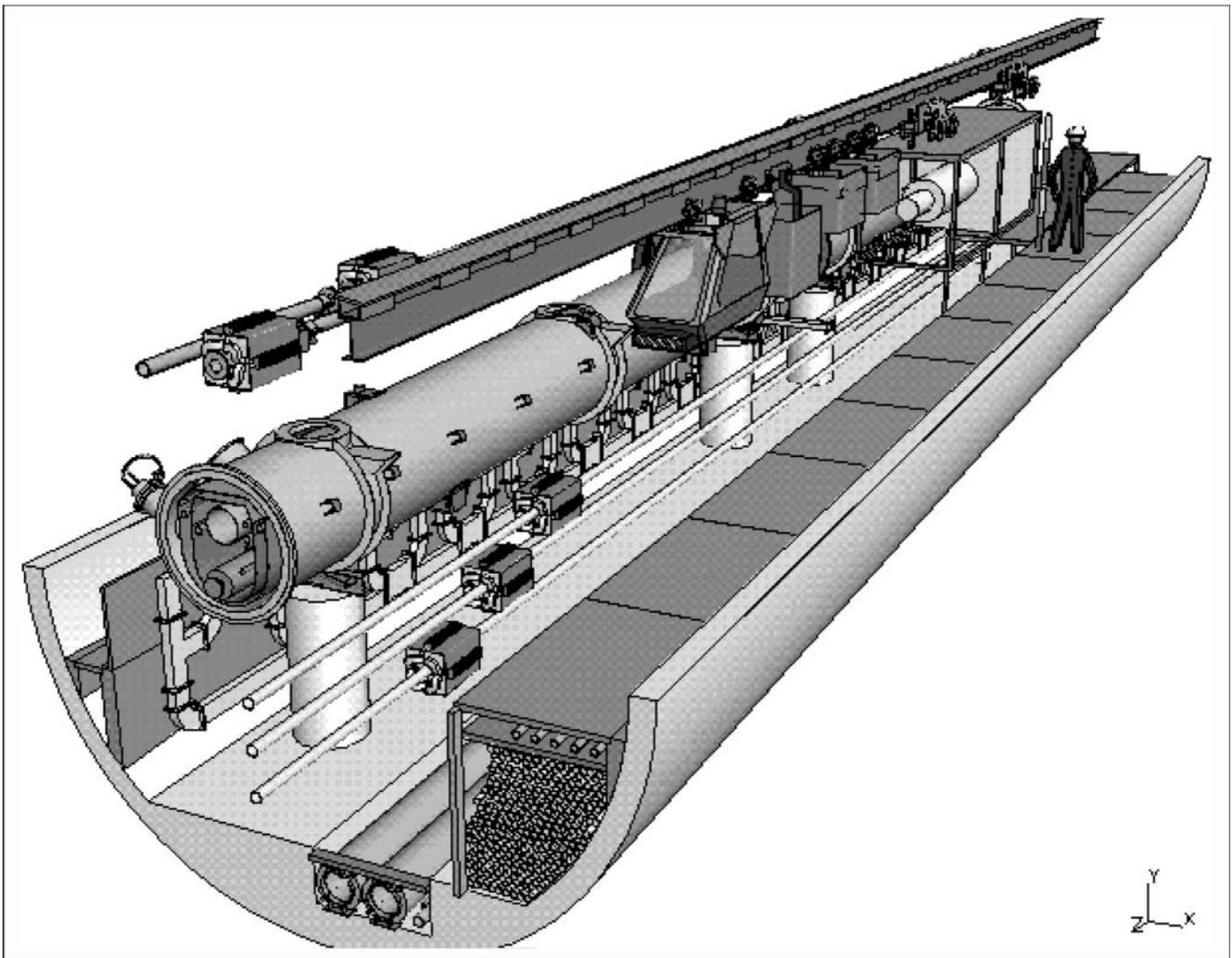


Abbildung 90: Anordnung des Linearbeschleunigers in einem Tunnel mit 5 m Durchmesser.

Voruntersuchungen zum TESLA Linearcollider-Projekt

Seit mehreren Jahren werden weltweit an verschiedenen Teilchenforschungs-Instituten Planungen für den Bau eines linearen Elektron-Positron-Colliders im Energiebereich von 500–1000 GeV vorangetrieben. Eine solche Maschine wäre komplementär zu dem im Bau befindlichen Proton-Collider LHC beim CERN und wird von einer breiten Mehrheit der Teilchenphysiker als das als nächstes zu realisierende Großprojekt der Hochenergiephysik favorisiert.

Im Rahmen der bei DESY koordinierten internationalen TESLA-Kollaboration, in der mehr als 30 Institute aus acht Ländern mitarbeiten, wird für den Linearcollider ein technisches Konzept verfolgt, welches eine außerordentlich hohe Leistungsfähigkeit der Anlage, gemessen an der Luminosität (der Kollisionsrate am Wechselwirkungspunkt) verspricht und deshalb gute Chancen hat, sich gegenüber konkurrierenden, auf konventioneller Technologie basierenden Konzepten durchzusetzen.

Bei TESLA werden supraleitende Beschleunigungsstrecken verwendet, mit denen aufgrund sehr kleiner Hochfrequenzverluste in der Wand der Resonatoren sehr hohe Strahlleistungen erzeugt werden können. Gleichzeitig ist die erzielbare Qualität des Strahls (kleine Emittanz und Energiebreite) optimal, um einen extrem kleinen Strahlquerschnitt am Kollisionspunkt zu erreichen. Da die Luminosität, etwas vereinfacht, als Quotient von Strahlleistung und -querschnitt gegeben ist, wirken sich diese Vorteile des TESLA-Konzepts quasi „doppelt“ aus.

Die hohe Strahlqualität in TESLA ist ebenfalls optimal geeignet, um den supraleitenden Linearbeschleuniger als Treiber für eine Free Electron Röntgen-Laser Anlage mit extrem hoher Brillanz im Wellenlängenbereich bis herunter zu einem Angström zu verwenden.

Die Integration einer solchen Anlage, die von Wissenschaftlern aus vielen verschiedenen Fachgebieten genutzt werden kann (von der Biologie bis zur Festkörperphysik), ist ein wesentlicher Bestandteil des TESLA-Konzepts.

Die technischen Herausforderungen bei TESLA liegen im Erreichen eines hohen Beschleunigungsfeldes in supraleitenden Resonatoren und in einer Reduktion der Kosten für diese anspruchsvolle Technologie. Um die technische Machbarkeit zu demonstrieren und eine zuverlässige Basis für die Berechnung der Kosten für die zukünftige TESLA-Anlage zu bekommen, wurde die „TESLA Test Facility“ (TTF) aufgebaut, in der während des Berichtszeitraums weitere wichtige Meilensteine erreicht werden konnten.

Fortschritt der Design-Arbeiten

Ein erster vollständiger Entwurf der TESLA-Anlage wurde im Frühjahr 1997 fertiggestellt und in einem umfangreichen Bericht dokumentiert. Im Berichtsjahr wurden die Arbeiten zur weiteren Optimierung des Linearcollider-Designs vorangetrieben (Abb. 90). Im Vordergrund stand dabei die detaillierte Untersuchung aller Subsysteme, insbesondere im Hinblick auf die bei TESLA erreichbare maximale Luminosität. Im Linearbeschleuniger kann die Beschleunigungs-Effizienz durch eine verbesserte Anordnung der Resonatoren, sogenannte Superstrukturen, weiter verbessert werden. Dabei werden die Resonatoren in Gruppen zusammengefasst, was nicht nur die „Packungsdichte“, den Anteil aktiver Strukturen in der Gesamtlänge, erhöht, sondern auch durch Reduktion der Anzahl von HF-Eingangskopplern zur Kostenersparnis beiträgt. Bei gleicher Gesamtlänge des Beschleunigers lässt sich die angestrebte Kollisionsenergie von 500 GeV mit einem

kleineren Gradienten erreichen (22 statt 25 MV/m). Außerdem führt diese Maßnahme zu einer Verringerung der HF-Verluste in den Resonatoren, so dass die erforderliche Leistung der kryogenischen Anlage reduziert wird. Bei gleicher Gesamt-Anschlussleistung trägt dies zu einer möglichen Erhöhung der Strahlleistung und damit der Luminosität bei. Der Einfluss strahlinduzierter Felder („Higher Order Modes“) wurde mit Computer-Simulationen untersucht; er bleibt auch in dieser geänderten Anordnung beherrschbar. Weitere Untersuchungen zur Strahldynamik betrafen die von sehr kurzen Teilchenpaketen (einige Zehntel Millimeter für den Collider, einige hundertstel Millimeter für den FEL) erzeugten Störfelder („Wake Fields“). Durch aufwendige numerische Rechnungen konnte gezeigt werden, dass der Hochfrequenzanteil (im Tera-Hertz Bereich) der Wake Fields und damit auch der Leistungsverlust in den supraleitenden Resonator-Wänden deutlich kleiner ist als in einer ersten Abschätzung angenommen.

Die Strahloptik und die Betriebsenergie für die Dämpfungsringe wurden optimiert mit dem Ziel, das Problem sehr starker Raumladungsfelder bei der angestrebten kleinen Strahlemittanz zu verringern. Zur weiteren detaillierten Untersuchung des Einflusses von Raumladung auf die Strahldynamik wurde ein Simulationsprogramm entwickelt. Weitere Arbeiten betrafen die für den Linearcollider benötigten Strahlquellen. Für die Elektronen-Quelle wurde ein neues Konzept entwickelt, welches die Erzeugung eines „flachen“ Strahls, bei dem die vertikale Emittanz klein ist verglichen mit der horizontalen, erlaubt, wie er für den Collider benötigt wird. Diese neuartige Quelle basiert auf dem gleichen Konzept wie die für den FEL vorgesehene HF-Kanone mit Photokathode, verwendet aber zusätzlich noch einen strahloptischen „Trick“, um den runden Strahlquerschnitt in einen flachen zu transformieren. Es besteht die Möglichkeit, dass mit dieser Quelle der Elektronen-Dämpfungsring eingespart werden könnte, falls sich die ersten, sehr viel versprechenden Simulationsergebnisse durch weitere theoretische und auch experimentelle Studien bestätigen lassen.

Die TESLA-Positronenquelle basiert auf der Erzeugung von Elektron-Positron Paaren durch Bestrahlung eines Targets mit hochenergetischen Photonen. Der Photonen-Strahl wird dabei vom 250 GeV Elektronen-Strahl in einem Wiggler-Magneten generiert. Im bisherigen Konzept wurde dazu der „verbrauchte“ Strahl,

also hinter dem e^+e^- -Wechselwirkungspunkt, verwendet. Die große Energiebreite und Emittanz des Strahls nach der Wechselwirkung erfordern eine Kollimierung im Strahlführungssystem vor dem Wiggler. Genauere Untersuchungen ergaben, dass die mit der Kollimierung verbundenen Strahlungsprobleme (Aktivierung, Komponenten im Tunnel, Abschirm-Maßnahmen) schwer beherrschbar sind. Der Wiggler für die Photonen-Erzeugung wurde daher in das Strahlführungssystem für den einlaufenden Elektronen-Strahl verlegt, so dass sich die Positronen-Quelle jetzt strahlaufwärts vom Wechselwirkungspunkt befindet. Die genannten Probleme lassen sich damit weitgehend beseitigen, allerdings wird durch den Wiggler die Energie des einlaufenden Elektronen-Strahls verringert, so dass man eine Reduktion der Kollisionsenergie von etwa einem Prozent in Kauf nehmen muss.

Für einen effizienten Experimentierbetrieb mit geringem Untergrund im Detektor muss der Strahl frei von Halo-Teilchen bei großen transversalen Amplituden sein. Um den bei TESLA ohnehin schon geringen Halo-Anteil weiter zu verringern, ist ein Kollimatorsystem vorgesehen. Die Auslegung dieses Systems wurde optimiert und durch eine Energie-Kollimierung, basierend auf einer nichtlinear-dispersiven Strahloptik, ergänzt. Die für eine hohe Luminosität erforderlichen extrem kleinen Strahldimensionen von wenigen Nanometern am Kollisionspunkt erfordern eine präzise Steuerung der Strahllagen. Dies geschieht bei TESLA mit Hilfe eines schnellen Orbit-Rückkopplungssystems, welches kleinste Abweichungen von der Sollbahn entdeckt und innerhalb eines Bruchteils der Strahlpuls-Länge ausregelt. Die Auslegung dieses Systems wurde vervollständigt und durch Simulationsrechnungen detailliert untersucht. Dabei wurde auch die für bestimmte Experimente interessante Option von Elektron-Elektron Kollisionen mit einbezogen.

Untersuchungen zu einer $\gamma\gamma$ und γe Wechselwirkungszone bei TESLA

Durch Rückstreuung von Laser-Photonen an hochenergetischen Elektronen oder Positronen können $\gamma\gamma$ und γe mit Energien und Luminositäten, die den bei der Kollisions-

sion von e^+e^- oder $e\mu$ erreichbaren Werten vergleichbar sind, zur Kollision gebracht werden. Diese Option ist in den „Conceptual Design Reports“ verschiedener Linearcollider-Projekte enthalten. Der nächste Schritt sind die „Technical Design Reports“. Ein Photon-Collider bei TESLA zeichnet sich hinsichtlich vieler Parameter und geringerer technischer Probleme gegenüber anderen Linearcollider-Projekten aus. Das physikalische Interesse der $\gamma\gamma$ - und γe -Physik liegt in ihrer Komplementarität zur e^+e^- - oder $e\mu$ -Physik.

Eine der Herausforderungen dieses Projekts ist der erforderliche Hochleistungslaser. Eine mögliche Lösung ist ein dioden-gepumpter, aus mehreren Halbleiterlasern bestehender Hochleistungslaser. Wegen des bei TESLA, verglichen mit anderen Linearbeschleunigerprojekten, um bis zu hundertfach größeren Zeitabstandes zwischen den Elektronen-Pulsen kann die Pumpleistung für den Laser hier entsprechend niedriger sein. Eine alternative Lösung besteht aus einem Zug von niederenergetischen Laserpulsen, die in einem externen passiven optischen Resonator verstärkt werden. Bei jeder der vielfachen Reflexionen der Laserpulse in dem optischen Resonator findet eine Kollision mit einem Elektronenbunch, der den Resonator durchquert, statt. Diese Technik, die noch vieler Studien bedarf, könnte die benötigte Laserleistung um bis zu drei Größenordnungen reduzieren. Da das Problem der Beamstrahlung in $\gamma\gamma$ Kollisionen nicht existiert, kann insbesondere die horizontale Emittanz des Elektronen-Strahls sehr viel kleiner sein als bei e^+e^- -Kollisionen.

Die Erzeugung eines polarisierten Elektronenstrahls mit sehr kleiner Emittanz ist von großem Interesse. Hierzu ist zunächst die Optimierung der Dämpfungsringe erforderlich. Mit Hilfe neuer Methoden wie Laserkühlung der Elektronen-Strahlen könnte eine beträchtliche Erhöhung der $\gamma\gamma$ -Luminosität erreicht werden. Das Hauptproblem wäre in diesem Fall die große Laserleistung, die wieder in einem optischen Resonator aufgebaut werden könnte.

Zur Zeit wird in verschiedenen Arbeitsgruppen, der DESY-ECFA-Studie in Europa und in weltweiten Studien zur Physik und den Detektoren für Linearbeschleuniger an Konzepten für Photon-Collider gearbeitet. Kürzlich wurde eine internationale Kollaboration begonnen. Der „International Workshop on High Energy Photon Colliders“ wird vom 14.–17. Juni 2000 bei DESY in Hamburg stattfinden.

DESY als möglicher Standort für TESLA

Als koordinierendes Labor in der TESLA-Kollaboration hat DESY die Aufgabe übernommen, die Möglichkeit einer Errichtung der Anlage in der Nähe des DESY-Geländes detailliert zu prüfen. Dazu gehören sowohl die Klärung bautechnischer Fragen als auch die Vorbereitung auf das genehmigungsrechtliche Verfahren. Der insgesamt 32,8 km lange Linearbeschleuniger kann entlang einer Trasse in nordnordwestlicher Richtung, ausgehend vom DESY-Gelände, angeordnet werden (Abb. 91). Dabei wird die Richtung genau tangential an den Abschnitt West des HERA-Rings angenommen, um eine mögliche spätere Option von Elektron-Proton Kollisionen mit zu berücksichtigen. Auf halber Strecke, südlich des Dorfes Ellerhoop, befindet sich das Experiment (optional ist eine zweite Wechselwirkungszone vorgesehen) für die Teilchenphysik sowie die Röntgenlaser-Anlage. Der Beschleuniger befindet sich in einem unterirdischen Tunnel, sehr ähnlich dem existierenden HERA-Tunnel. In insgesamt sieben oberirdischen und durch Schächte mit dem Tunnel verbundenen Versorgungsstationen entlang der Trasse sind die Helium-Kälteanlagen und die Leistungsversorgung für das Hochfrequenzsystem untergebracht. In einem Staatsvertrag zwischen den Bundesländern Hamburg und Schleswig-Holstein wurde ein Planfeststellungsverfahren als Genehmigungsverfahren für den Bau von TESLA festgelegt. Die Planfeststellungsbehörde ist das Oberbergamt in Clausthal-Zellerfeld. Bei einem Scoping-Termin wurde unter der Leitung des Oberbergamts der Untersuchungsrahmen für die Umweltverträglichkeitsstudie (UVS) definiert. Eine Reihe von für die UVS erforderlichen Fachgutachten wurde im Berichtszeitraum durchgeführt.

TESLA Test Facility

Linac Betrieb

Abbildung 92 zeigt einen Blick in den Tunnel der TESLA Test Facility.

Im Dezember 1998 wurde der bei FNAL (Batavia/USA) gebaute RF-Photoinjektor installiert. Dieser In-

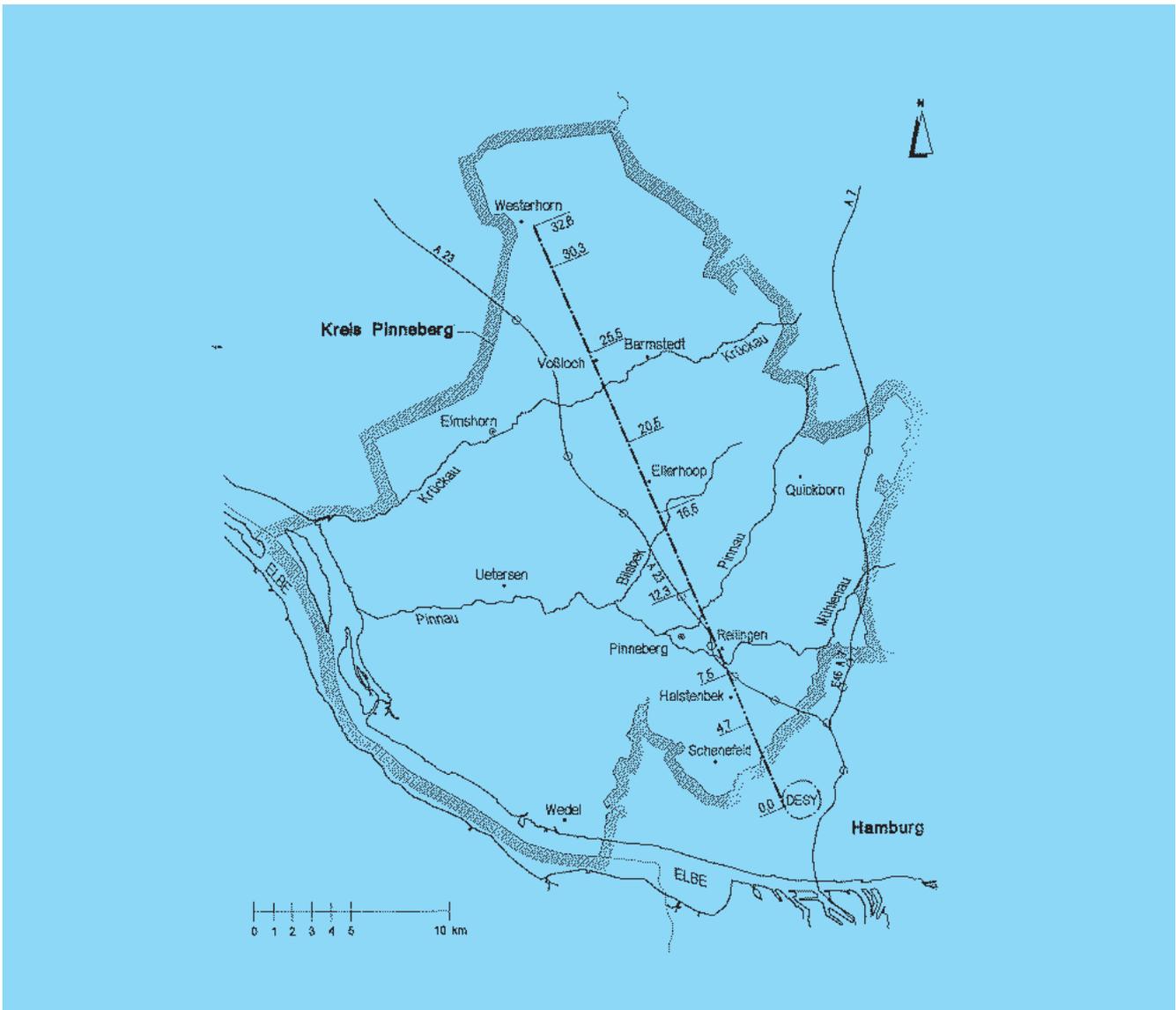


Abbildung 91: Die TESLA Trasse nordnordwestlich des DESY-Geländes.

jektort erlaubt Betriebsbedingungen identisch mit denen am geplanten 500 GeV TESLA-Beschleuniger.

Die Quanteneffizienz der Photokathode (INFN Milano) entsprach mit etwa 1% voll den Erwartungen. Es konnten Bunchzüge von 30 Bunchen mit jeweils 8 nC bei einem Feldgradienten von 35 MV/m erzeugt werden, wobei eine Optimierung der Betriebsparameter noch erfolgen muss. Nach der Beschleunigung in der „Capture Cavity“ (IN2P3 Orsay) erreichte der Strahl eine Energie von 16 MeV. Da das Beschleunigungsfeld des bisher

benutzten ersten Kryomoduls durch Resonatoren mit Fertigungsfehlern (Gradient 13 MV/m) begrenzt war, wurde ein Austausch gegen ein neues Modul vorgenommen. Des Weiteren wurde ein zweites Kryomodul im Linac installiert. Das ausgebaute Modul soll durch Ausrüstung mit besseren Resonatoren aus späterer Fertigung einen Gradienten von 25 MV/m erreichen, was dem TESLA Entwurfswert für 500 GeV Energie entspricht. Es erfolgten Tests im ersten und zweiten Beschleunigermodul, wobei im zweiten Modul zunächst Gradienten von 18 MV/m erzielt werden konnten. Bei

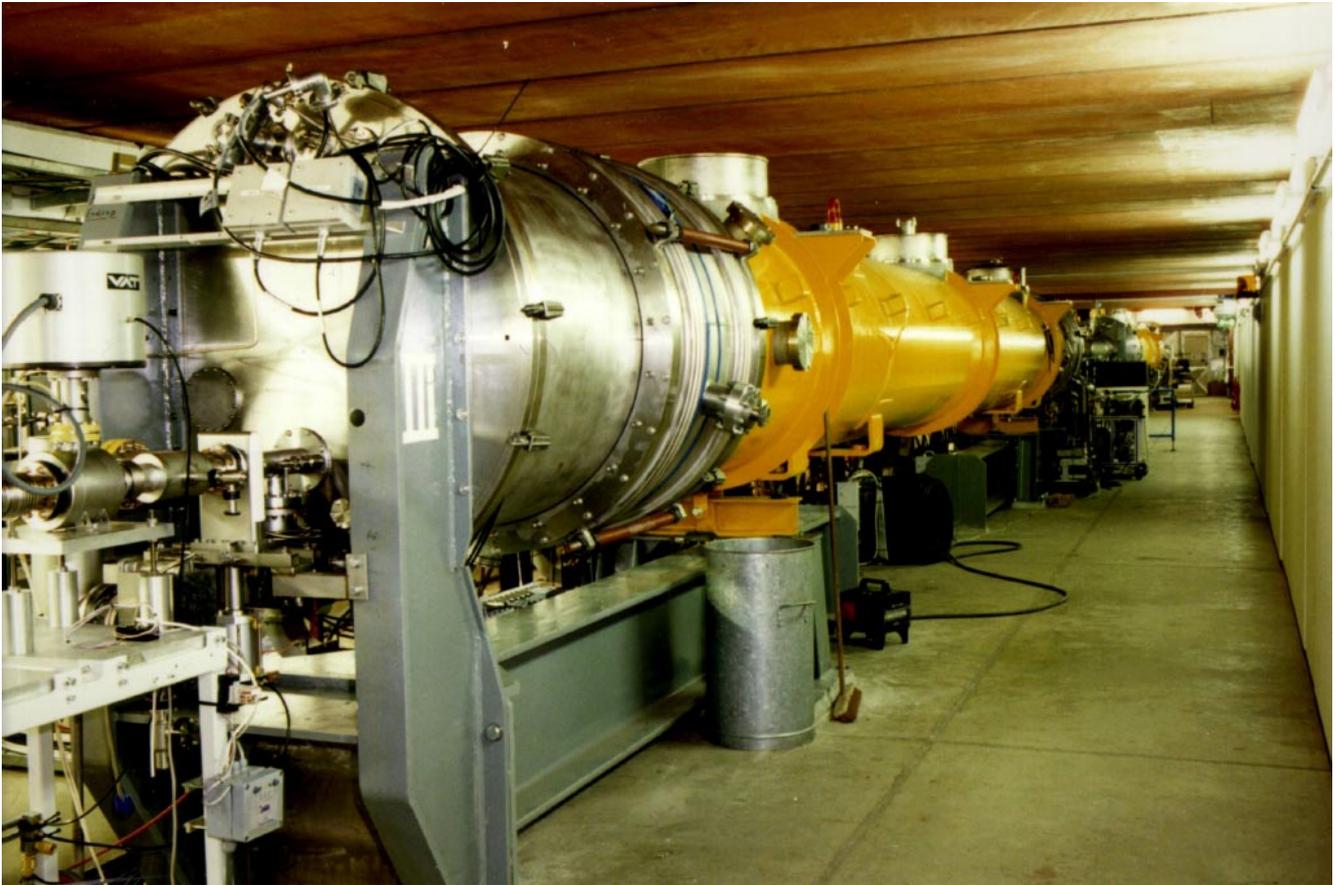


Abbildung 92: TESLA Test Facility Linearbeschleuniger – Blick in den Tunnel.

den Messungen höherer Feldmoden zeigte sich erneut der bereits früher beobachtete, nur unzureichend bedämpfte Dipolmode bei 2.85 GHz. Hier sind weitere Untersuchungen erforderlich.

Nach dem Konditionieren der supraleitenden Resonatoren konnten dann im zweiten Modul Beschleunigungsfelder von knapp 23 MV/m erreicht werden.

Neben den Messungen an den supraleitenden Kryomodulen war die Inbetriebnahme des Undulators für den FEL-Betrieb von grosser Bedeutung. Ziel war zunächst eine möglichst gute Übereinstimmung der gemeinsamen Achse von Beschleunigungsstrukturen und Undulatoreinheiten, so dass mit Hilfe von Korrekturspulen der Strahl mit einer Abweichung von weniger als 100 μm entlang dem Linac bis zum Undulator eingeschossen werden kann. Die zur Kontrolle der

Strahlage erforderlichen Monitore wurden erfolgreich in Betrieb genommen, wobei aber noch eine weitere Optimierung der Betriebsparameter vorzunehmen ist. Außerdem wurde zum Schutz des Undulators vor zu hohen Strahlverlusten eine Spoiler-Kollimator-Strecke installiert und in Betrieb genommen.

In der Regel konnten in einem 24-Stunden-Betrieb durchschnittlich an fünf Tagen pro Woche Messungen am TTF-Linearbeschleuniger durchgeführt werden.

Dabei erwies sich der für den Betrieb des Injektors erforderliche Laser (Max-Born-Institut Berlin) als äußerst zuverlässig mit einer Verfügbarkeit von nahezu 100%. Die Regelung von Phase und Amplitude ist ähnlich der HF-Regelung für die Module. Durch ein Feedback-System konnte die Phase zwischen Laser- und RF-Gun auf besser als 1 ps konstant gehalten werden.

Strahldiagnose

Der Aufbau eines Prototyps des „Beam-Trajectory-Monitors“ (BTM) für den FEL-Betrieb erforderte sowohl die Testmessungen des Silizium-Pixeldetektors sowie die Konstruktion und den Bau einer Vakuumkammer, als auch die Entwicklung einer hochpräzisen Lochblendenstruktur.

Die erste Inbetriebnahme des neuentwickelten Detektors fand am Halbleiterlabor der Max-Planck-Gesellschaft in München statt. Am DESY wurde ein Laser-Teststand aufgebaut und die Genauigkeit der Ortsmessung zu $0.2\ \mu\text{m}$ ermittelt. Am Synchrotronstrahlungslabor HASYLAB wurde die Quanteneffizienz im Energiebereich der Vakuumultraviolett-(VUV-)Strahlung zu 20% bestimmt. Schließlich erfolgte ein Test zur Strahlenhärte in einem Rasterelektronenmikroskop.

Die Konstruktion und der Bau der Vakuumkammer für den BTM erfolgten in Zusammenarbeit mit der TESLA-Gruppe DESY Zeuthen und den dortigen Werkstätten. Die Herausforderungen hierbei waren eine Fertigungsgenauigkeit im Bereich von $1/100\ \text{mm}$ und der Aufbau einer im Mikrometerbereich reproduzierbaren Kammerjustierung unter gleichzeitiger Erfüllung der Anforderungen, die durch den Einsatz im Ultrahochvakuum (UHV) gesetzt sind. Auch beim Bau der Elektronik-Komponenten mussten die UHV-Anforderungen berücksichtigt werden. Hinzu kam eine geforderte Platziergenauigkeit der Detektor-Chips von $5\ \mu\text{m}$. Hochpräzise Lochblenden mit $80\ \mu\text{m}$ Durchmesser konnten mit Unterstützung des Instituts für Halbleitertechnik an der TU Harburg auf photolithographischem Weg hergestellt werden.

Im Linac-Bereich machten der Einbau eines zweiten Kryomoduls, der Kollimator- und Undulatorstrecke sowie der Photonen-Diagnostik umfangreiche Umbauten des Vakuumsystems erforderlich. Hinzu kamen die Installation der Test-Strahlführung des DESY-Photoinjektors an einem neuen Standort sowie Fertigung und Aufbau des Vakuumsystems für einen zweiten Vertikal-Kryostaten, der den Durchsatz der supraleitenden Resonatoren beim Helium-Kältetest deutlich verbessern soll.

Im Rahmen des Kontrollsystems sind insbesondere Entwicklung, Installation und Einbindung von schnellen

ADCs für Strahllage-monitore (gemeinsam mit DESY Zeuthen) sowie die Umstellung des Timing Systems auf 9 MHz zu erwähnen.

Hochfrequenzversorgung und -regelung

Ein wichtiger Beitrag im Berichtszeitraum war die Inbetriebnahme des dritten bei Fermilab (USA) gebauten Hochspannungsmodulators zusammen mit einem 5 MW-Klystron. Dieses System wird nun hauptsächlich zur Versorgung des TTF-Guns mit Hochfrequenz verwendet, während eines der beiden bestehenden Modulator-Klystron-Systeme die TTF-Cavities mit Hochfrequenz versorgt und das andere zum Testen von Hochfrequenzkomponenten und zur Konditionierung neuer Cavities oder Hochfrequenzkoppler verwendet wird.

Von Bedeutung war auch der erfolgreiche Test eines Prototyps des neu entwickelten 10 MW-Multibeamklystrons bei 10 MW Pulsleistung, einer Folgefrequenz von 30 Hz und einer Pulsdauer von $500\ \mu\text{s}$ beim Hersteller. Dieses Klystron, das über eine deutlich höhere Effizienz (etwa 70%) verfügt als die bisher verwendeten Typen (etwa 45%), steht nun bereit, um bei DESY in einem Modulator, der eine Pulsdauer von 1.3 ms bei einer Folgefrequenz von 10 Hz ermöglicht, getestet zu werden.

Die Hochfrequenzregelung des TTF-Linac, die für die Regelung der Vektorsumme von 24 supraleitenden Resonatoren ausgelegt ist und zur Zeit die vorhandenen 16 Resonatoren ansteuert, wurde mehrere Monate betrieben und hat sich dabei als sehr zuverlässig erwiesen. Die Flexibilität der digitalen Regelung erlaubte dabei wahlweise TTF- oder FEL-Betrieb, bei dem wegen des zwischen den beiden Kryomodulen installierten Bunchkompressors nur die Vektorsumme der vor dem Bunchkompressor installierten acht Resonatoren stabilisiert wurde. Der Betrieb der Hochfrequenzregelung wurde durch vereinfachte Benutzeroberflächen und Reduktion der notwendigen Eingabeparameter für Feedback, Feedforward und Strahlkompensation stark erleichtert. Die Diagnostik zur Kalibrierung der Resonatorfelder mittels strahlinduzierter Transienten wurde verbessert und kann nun bei einer Ladung von mindestens 100 nC

im Strahlpuls routinemäßig zum Einstellen der individuellen Resonatorphase eingesetzt werden. Erste Versuche zur Automatisierung der Hochfrequenzregelung mittels einer im DOOCS-Kontrollsystem integrierten Software für die automatische Zustandssteuerung verliefen erfolversprechend. Außerdem fanden erste Tests zur Automatisierung des Linac-Betriebes mit Hilfe einer „State Machine Software“ statt und es wurden umfangreiche Verbesserungen am Beam-Interlock-System (BIS) vorgenommen.

Infrastruktur

Nach etwa fünfjährigem Dauerbetrieb wurde Ende 1998 die Chemie- und Präparationsanlage einer Generalüberholung unterzogen. Ab Februar 1999 zeigten sich eine Verbesserung der Einsatzfeldstärke der Feldemission und hiermit verbundene höhere maximale Beschleunigungsfelder.

Seit Beginn des Jahres 1999 wurden 99 chemische Behandlungen durchgeführt, 48 Kavitäten wurden für vertikale Tests präpariert und montiert. Im Mittel erreichten diese Kavitäten Beschleunigungsfelder von 24.2 MV/m. Die Einsatzschwelle für Feldemission lag im Mittel bei 20 MV/m. Die im Reinraum verwendete Hochdruckspüle muss auf eine neue Prozess-Software umgestellt werden. Hierfür wurde ein neues Konzept entwickelt. Basierend auf einer SPS Steuerung wird die Prozess-Visualisierung jetzt mit Visual Basic realisiert. Um dieses auch entsprechend testen zu können, wurde ein Simulationssystem erstellt, mit dem alle Betriebszustände realitätsnah nachempfunden werden konnten. Die ursprünglich von CERN gelieferte Kontroll-Hardware und -Software wird bei nächster Gelegenheit ausgetauscht. Fernerhin befindet sich eine Qualitätssicherung im Aufbau. Sie beruht auf der Filtration des Ablaufwassers der Hochdruckspüle, der Entnahme von Feldemissionsproben zur Überwachung von Partikelkontamination im Prozess und der Neuentwicklung eines Online-Verfahrens zur Bestimmung der Säurequalität über Spektralanalyse.

Die Helium-Kälteversorgung des TTF-Linearbeschleunigers mit zwei TTF-Kryomodulen und des TTF-Kältelabors wurde gewährleistet. Dabei wurde der Kältebetrieb des TTF-Linearbeschleunigers in zwei Be-

triebsperioden für insgesamt 7 1/2 Monate durchgehend aufrechterhalten.

Für die erweiterte Helium-Kälteversorgung des TTF/FEL-Linearbeschleunigers mit einem Anschluss an die HERA-Helium-Kälteanlage wurden eine HERA-FEL-Transferleitung und eine FEL Vorkühler- und Verteilerbox bei Industriefirmen gefertigt, installiert und mit einem Probelauf erfolgreich getestet.

Die zur Anbindung an die HERA-Kälteanlage benötigte Warmgasverrohrung wurde ebenfalls von Fremdfirmen bis zu den Übergabepunkten an der bestehenden TTF-Helium-Kälteanlage fertiggestellt.

Die Verlängerung der bestehenden TTF-Transferleitung zur FEL-Vorkühler- und Verteilerbox wurde spezifiziert und in Auftrag gegeben. Weiterhin wurde der Auftrag zum Bau eines zweiten Helium-Kompressorsystems erteilt, das zur Entkopplung der Kälteversorgung des TTF-Linearbeschleunigers und des TTF-Kältelabors und zur Kapazitätserweiterung benötigt wird.

Für den weiteren Ausbau des TTF/FEL-Linearbeschleunigers werden spezielle kryogenische Komponenten benötigt, die unter anderem den Übergang zu einem überarbeiteten Kryomodul-Design ermöglichen: Zu diesen Komponenten gehören eine 24 m lange Bunchkompressor-Bypass-Transferleitung mit neuen Prozessrohren, eine Neuauslegung der Modul-Verbindungsstücke und eine dem neuen Modul-Design angepasste Endbox. Für diese Komponenten wurden Konstruktionsentwürfe erarbeitet.

Ein Entwurf für die Anbindung des beim Forschungszentrum Karlsruhe in Fertigung befindlichen supraleitenden Energiespeichers (SMES) an das erweiterte Helium-Verteilungssystem wurde fertiggestellt.

Der Aufbau eines zusätzlichen Teststandes für ein- und mehrzellige Cavities unter Verwendung der 300 W-Kälteanlage wurde in Angriff genommen.

Zur Analyse der an den supraleitenden Kavitäten für TTF gemessenen Daten wird die chronologische Abfolge der Arbeiten und die Verfügbarkeit der wichtigsten Anlagen zur Präparation und zum Test der Resonatoren in einer Datenbank festgehalten. Zusätzlich werden die wichtigsten Daten der visuellen und mechanischen Eingangskontrolle der Kavitäten, die Prozedur

und Ergebnisse ihrer chemischen Behandlungen und Messungen bei Zimmertemperatur und 2 K in dieser Datenbank gespeichert. Vom Linac über die Module kann direkt auf die Daten der Resonatoren zugegriffen werden, die im TTF-Linac installiert sind. Dazu musste eine Vielzahl von SQL-Prozeduren entwickelt werden, um die anfallende Datenmenge zu filtern und für die Datenbank aufzubereiten. Um den Zugriff auf diese Daten zu erleichtern, wurde ein umfangreiches graphisches Benutzer-Interface zur Datenbank erstellt, das die wichtigsten Ergebnisse in Form von Tabellen und Graphen zur Verfügung stellt. Das Benutzer-Interface wurde mit dem ORACLE Developer Server ins WEB migriert, so dass die Datenbank dynamisch ins Internet eingebunden ist.

Superstruktur

Ein wichtiger Schritt zur Kostenreduzierung des TESLA-Projekts ist das Konzept der Superstruktur. Dabei werden einige mehrzellige Resonatoren über ein kurzes Strahlrohr direkt miteinander verkoppelt. Es ergeben sich drei wesentliche Vorteile:

- es wird nur ein einziger Einkoppler für die gesamte Gruppe benötigt,
- es wird nur ein Dämpfungskoppler zwischen jeweils zwei Strukturen benötigt – gegenüber zwei notwendigen Dämpfungskopplern bei dem Standardkonzept,
- bei gleicher aktiver Beschleunigungslänge verkürzt sich die gesamte Baulänge um etwa 15% oder der Beschleunigungsgradient reduziert sich um den gleichen Betrag bei unveränderter Baulänge.

Die elektrischen Eigenschaften einer Superstruktur wie Einschwingverhalten, Abstimmung in Beschleunigungsmoden und Verkopplungen bei höheren Moden sind mit Rechnermodellen untersucht worden und lassen keine besonderen Schwierigkeiten erwarten. Allerdings ist es notwendig, die berechneten Eigenschaften an Cu-Modellen zu überprüfen. Hierzu wurden acht siebenzellige Resonatoren gebaut. Jeweils vier dieser

Resonatoren können zu einer Superstruktur verbunden werden. An dieser Superstruktur wurden folgende Messungen durchgeführt:

- Abstimmung der Beschleunigungsmoden in Hinblick auf Frequenz und Anregungsamplitude,
- Bestimmung der Frequenzspektren und der Anregungsamplitude der dominanten höheren Moden,
- Optimierung der Dämpfungskoppler.

Diese Messungen waren in guter Übereinstimmung mit den vorher durchgeführten Berechnungen und haben auch keine unerwarteten Probleme aufgezeigt. Als nächster Schritt soll der Prototyp einer Superstruktur im TTF-Linac betrieben werden. Hierzu wurde das Design einer solchen Struktur aus Niob erarbeitet und ein Fertigungsauftrag für sechs siebenzellige Niob-Resonatoren vergeben. Der Strahltest ist für das Frühjahr 2001 geplant. Wegen des verkürzten Abstandes zwischen den Resonatoren ist ein neuer Tuner zur Frequenzabstimmung erforderlich, dessen Konstruktion abgeschlossen werden konnte.

Materialforschung

In Zusammenarbeit mit der Bundesanstalt für Materialforschung in Berlin ist ein Prüfverfahren für Niob-Bleche entwickelt und angewendet worden. Hierbei wird mit einer Eddy-Strom-Sonde die Oberfläche der Niob-Bleche gescannt. Abweichungen der elektrischen Leitfähigkeit durch Fremdeinschlüsse oder mechanische Defekte können entdeckt und lokalisiert werden. Damit können frühzeitig „defekte“ Niob-Bleche ausgesondert werden, die bei Weiterverarbeitung zu einem kompletten Niob-Resonator dessen supraleitende Eigenschaften reduzieren würden. Diese Apparatur konnte weiter verbessert werden. Bei insgesamt 750 gescannten Niob-Blechen lag die Defektrate bei 5%.

Bezüglich des Resonator-Entwicklungsprogramms standen zwei Aspekte im Vordergrund. Um die Energie des geplanten TESLA-Beschleunigers bei unveränderter Länge von 500 GeV auf etwa 800 GeV zu erhöhen, muss, selbst bei einer Verbesserung des Füllfaktors von bisher 67% auf 75–80%, der Beschleunigungsgradient

über die bisher erreichten etwa 25 MV/m hinaus deutlich erhöht werden. Gemeinsam mit CERN wurde daher ein anderes Verfahren für die Behandlung der Oberfläche der Niob-Resonatoren getestet, nämlich die sogenannte Elektropolitur. Damit gelang es, in einzelligen Resonatoren Beschleunigungsfelder von 40 MV/m zu erreichen (Abb. 93). Für die Übertragung dieser Resultate auf mehrzellige Resonatoren sind allerdings noch weitere Untersuchungen notwendig. Außerdem sind zusätzliche Versteifungsmaßnahmen erforderlich, um die Frequenzverschiebung durch Lorentz-Kräfte bei höheren Feldstärken auf ein tolerables Maß zu reduzieren. Hier wurden erste Vorschläge erarbeitet.

Der zweite Aspekt betrifft das Bestreben, durch andere Herstellungsverfahren die aufwendigen Elektrodenstrahl-Schweißverbindungen innerhalb eines Resonators weitgehend zu reduzieren. Hierzu wurde das Verfahren der Innenhochdruckumformung entwickelt, mit

der aus Niob-Rohren nahtlose Einzeller hergestellt werden konnten, die bereits bis zu 27 MV/m erreicht haben. Auch hier sind sicherlich weitere Entwicklungsarbeiten erforderlich.

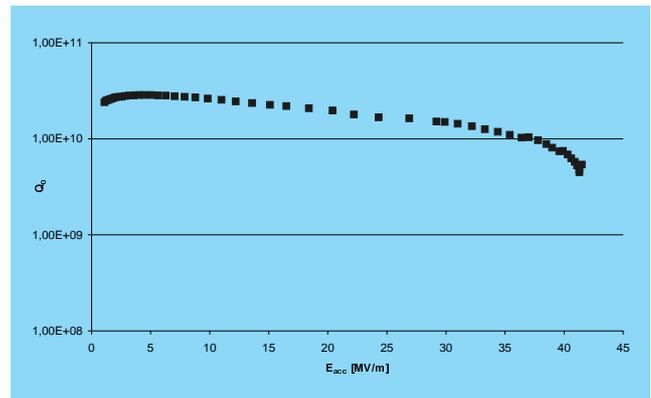


Abbildung 93: Messresultat eines einzelligen Resonators nach Elektropolitur.

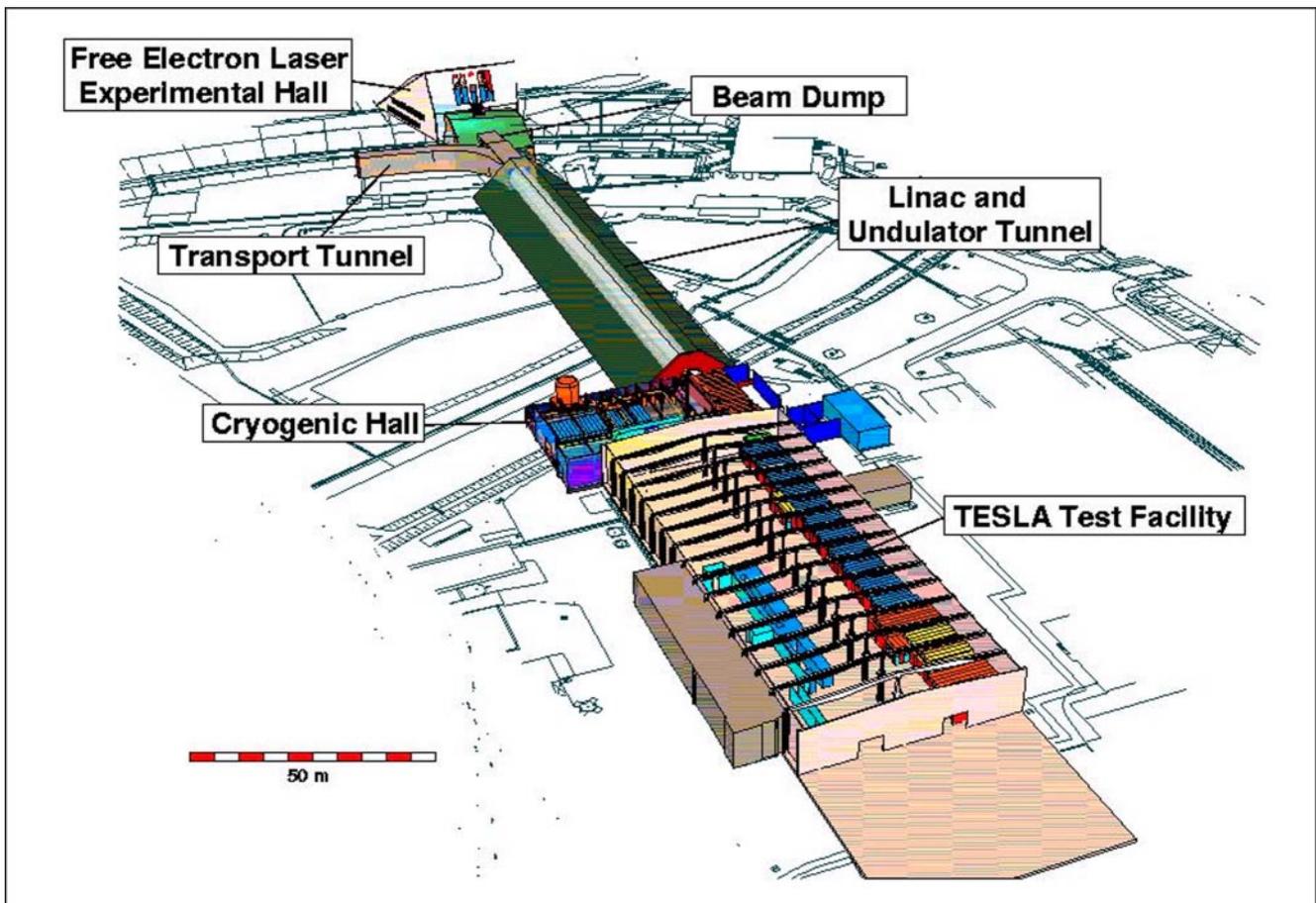


Abbildung 94: Der SASE FEL für sehr kurze Wellenlängen nach Erweiterung der TESLA Test Facility (TTF FEL Phase 2).

Entwicklung eines Freie-Elektronen-Lasers für sehr kurze Wellenlängen

Das Prinzip des Freie-Elektronen-Lasers (FEL) ermöglicht es, mit sehr großer Effizienz Bewegungsenergie eines Elektronenstrahls in elektromagnetische Strahlung umzuwandeln. Durch das Prinzip der selbst-verstärkten spontanen Emission („Self-Amplified Spontaneous Emission“ SASE) und durch den Einsatz eines Linearbeschleunigers mit exzellenter Strahlqualität sollte sich ein FEL auch im VUV- und Röntgenbereich betreiben lassen. Dies verspricht gegenüber derzeitigen Synchrotronstrahlungsquellen eine Verbesserung der Photonenstrahl-Qualität, die in einigen Aspekten acht bis zehn Größenordnungen beträgt.

Das Grundprinzip und die wichtigsten Komponenten wurden im DESY Jahresbericht 1995 beschrieben. Der SASE FEL bei DESY wird an der TESLA Test Facility (TTF) installiert, weil dieser Linearbeschleuniger als idealer Treiber für einen FEL angesehen wird. Die Realisierung erfolgt in zwei Stufen: Die erste Phase verfolgt das Ziel eines sogenannten „Proof of Principle“, das heißt den Nachweis, dass das SASE-Verfahren bei Wellenlängen im Bereich zwischen 70 und 140 nm so funktioniert wie erwartet und dass die erforderliche Elektronenstrahl-Qualität technisch realisierbar ist. In der zweiten Ausbaustufe soll der TTF-Linac durch Installation von mindestens fünf weiteren Linac-Abschnitten auf über 1 GeV Strahlenergie erweitert und der Undulator auf etwa 30 m verlängert werden. Diese Anlage wird weniger als 6 nm Wellenlänge erreichen und soll Nutzern zur Verfügung stehen.

Die ganze Entwicklung erfolgt unter maßgeblicher Unterstützung von Wissenschaftlern aus 37 Instituten aus elf Nationen. Abbildung 94 gibt einen Überblick über beide Phasen der im Bau befindlichen Anlage.

Die Arbeiten im Berichtszeitraum konzentrierten sich auf den Einbau und die Inbetriebnahme der

Komponenten für Phase 1, den Rohbau für Phase 2 sowie auf die Studien zu einem Höchstleistungs-FEL im Sub-Nanometer-Bereich, der als integraler Bestandteil des TESLA-Projekts geplant wird.

Aufbau der Komponenten für Phase 1

Das Herzstück eines FELs ist der Undulator, der das alternierende magnetische Feld erzeugt, in dem der FEL-Prozess ablaufen kann. Für die Phase 1 wurde ein 14 m langer Undulator gebaut, der aus drei je 4.5 m langen Abschnitten besteht, zwischen denen jeweils ein etwa 30 cm langer Block zur Strahldiagnose eingebaut wurde. Nach der sehr genauen Einmessung der Magnete auf einer hochpräzisen Granitbank wurde der Undulator in den vorgesehenen klimatisierten Abschnitt des Beschleunigers eingebaut. Dort wurden die Undulatorabschnitte mit einem speziell entwickelten Laserinterferometrischen Aufbau relativ zueinander auf etwa 20 μm genau ausgerichtet. Anschließend wurde die Vakuumkammer eingelegt, die ein Kollaborationsbeitrag des Argonne National Laboratory (USA) ist und in die 30 Strahllagemonitore sowie ebenso viele Korrekturmagnete integriert sind. Abbildung 95 zeigt die fertige Installation.

Da der Beschleuniger für eine sehr hohe mittlere Strahlleistung (etwa 30 kW in Phase 1) ausgelegt ist, wurde ein Kollimatorsystem aufgebaut, welches den Undulator davor schützt, von unkontrollierten Teilen des Elektronenstrahls getroffen zu werden. Abbildung 96 zeigt diesen Abschnitt des Beschleunigers nach Abschluss des Aufbaus. Die weiteren für den FEL wesentlichen Baugruppen, nämlich der sogenannte Bunch-Kompressor, die Photon-Diagnostik und die Elektronenquelle wurden bereits in früheren Jahresberichten beschrieben.



Abbildung 95: Der Undulator für den TTF FEL nach seinem Einbau in den Beschleuniger. Die Vakuummkammer für den Elektronen-Strahl befindet sich in der Mittelebene, zu erkennen an den vielen Signal- und Stromversorgungskabeln, die dort hinein- und herausführen.

Teststand für Elektronenquellen

Die Elektronenquelle ist die kritischste Komponente für SASE FELs und es ist absehbar, dass noch einige Jahre intensiver Forschung und Entwicklung notwendig sind, bevor diese sogenannten Photoinjektoren routinemäßig diejenigen Strahlparameter erreichen, die für FELs im Nanometer-Bereich erforderlich sind. Damit die erforderlichen Tests nicht am TTF-Beschleuniger durchgeführt werden müssen und dadurch das dortige Forschungsprogramm behindern, wurde ein separater Teststand entworfen. Aus dem „Vernetzungsfonds“ der Helmholtz-Gemeinschaft HGF wurden 1999 Sondermittel genehmigt, um im Rahmen einer Kollaboration mit dem Max-Born-Institut Berlin, BESSY Berlin und der TU Darmstadt einen solchen Teststand bei

DESY Zeuthen aufzubauen. Vom INFN Milano wurde im Berichtsjahr ein neues, verbessertes Vakuumsystem zum Transport, zur Manipulation und zum Einbau der Photokathoden (Cs_2Te) beigesteuert.

Inbetriebnahme

Nach Abschluss der Aufbauarbeiten konnte im August 1999 die Inbetriebnahme beginnen. Das wichtigste Ziel der Inbetriebnahmephase war es, schnell einen Elektronen-Strahl durch den gesamten Beschleuniger inklusive Undulator zu fädeln, damit möglichst viele Komponenten quasi gleichzeitig am Strahl getestet werden konnten. Dies gelang innerhalb weniger Tage. Es stellte sich heraus, dass eine Reihe von Verbesserungen



Abbildung 96: Das Kollimatorsystem schützt den Undulator vor unkontrollierten Teilen des Elektronen-Strahls. Im Hintergrund ist die Klimakammer für den Undulator zu erkennen.

erforderlich waren, um einen Test des SASE-Prinzips zu ermöglichen:

- Da die Strahlemittanz unter schlecht kontrollierten Bedingungen bei weitem zu groß war, musste ein schnelles Verfahren entwickelt werden, die Strahlemittanz an mehreren Stellen entlang des Beschleunigers zu messen. Dadurch konnten die kritischen Parameter identifiziert und unter Kontrolle gebracht werden. Gegen Ende 1999 war es möglich, im Undulator routinemäßig normierte Emittanzen zwischen 5 und 20π mrad mm zu verifizieren. Dies liegt zwar immer noch über dem Designwert von 3π mrad mm, aber schon nahe an dem Bereich, in dem eine nennenswerte FEL-Verstärkung möglich wäre. Eine wichtige Rolle spielen dabei die Monitorblöcke, die zwischen die Undulatorabschnitte

eingebaut sind (Abb. 97). Sie enthalten Drahtscanner, mit denen das Profil des Elektronenstrahls mit einer Auflösung von besser als $10 \mu\text{m}$ genau vermessen werden kann. Eine solche Messung ist in Abbildung 98 wiedergegeben.

- Die Justierung des Kollimatorsystems sowie der Undulatorkammer in Bezug auf die Undulatorachse musste verbessert werden, um den Elektronenstrahl so genau auf die Achse des Undulators zu setzen, dass die Strahlverluste tolerabel blieben. Als Hauptursache für Strahlverluste im Undulator wurden die Dunkelströme erkannt, die von der Elektronenquelle erzeugt werden. Durch Verbesserung des Vakuums konnten diese Effekte weit unter das tolerable Maß gebracht werden. Eine Messgenauigkeit der absoluten Strahlage im Undulator (das heißt bezogen auf die Sollachse) von besser als 0.5 mm war wegen



Abbildung 97: Der Monitorblock, der zwischen die Undulator-Abschnitte eingebaut wurde, enthält dünne Drähte, mit denen das Elektronen-Strahlprofil sowohl horizontal als auch vertikal auf besser als $10\ \mu\text{m}$ genau abgetastet werden kann. Das Foto zeigt die Vorrichtungen zum Fahren der Drähte, die an die Vakuumkammer angebaut sind.

einer Verzögerung bei der Fertigung der Elektronik für die Strahlmonitore im Jahr 1999 nicht möglich.

- Eine Kompression der Länge der Elektronen-Pakete auf unter $0.5\ \text{mm}$ (rms) konnte routinemäßig im sogenannten Bunchkompressor erzielt und nachgewiesen werden. Die Arbeiten zur Verbesserung der Messverfahren des longitudinalen Strahlprofils, die unter anderem in Kollaboration mit der TU Darm-

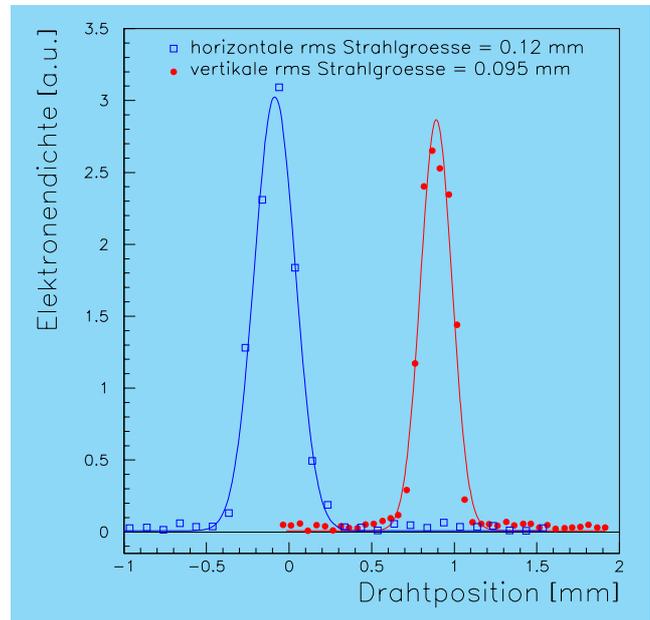


Abbildung 98: Horizontales bzw. vertikales Strahlprofil im Undulator, gemessen mit Drahtscannern. Der Designwert der rms Strahlgröße liegt bei $80\ \mu\text{m}$.

stadt und der RWTH Aachen durchgeführt wurden, wurden fortgesetzt.

- Da die Photonen-Diagnostik für einen sehr großen dynamischen Bereich ausgelegt werden musste, war es zunächst schwierig, das Spektrum der spontanen Undulatorstrahlung zu messen. Instrumentelle Verbesserungen und zusätzliche Abschirmung gegen Strahlungsuntergrund führten hier zum Erfolg.

Weitere Untersuchungen und Maßnahmen betrafen die Stabilität und Reproduzierbarkeit des Maschinenbetriebs, weil dies sowohl für SASE-Experimente als auch für späteren Nutzerbetrieb bedeutsam sein wird.

Phase 2

Das Ziel der zweiten Ausbaustufe ist es, noch kürzere Wellenlängen zu erreichen und den Strahl für Experimente zur Verfügung zu stellen. Die erforderliche Tunnelverlängerung wurde 1999 im Rohbau fertiggestellt. Die Beschleunigerkomponenten sollen, wie auch im zukünftigen TESLA-Projekt, mit einer Monorail transportiert werden. Die zukünftige Experimentierhalle konnte

am 14. Oktober 1999 Richtfest feiern. Sie wird zunächst für die Nutzung als Ausstellungshalle im Rahmen der Weltausstellung EXPO 2000 vorbereitet. Hinsichtlich der Ausrüstung des Beschleunigtunnels konzentrierten sich die Arbeiten auf die Festlegung der Strahlführung. Das CE Saclay/F hat beschlossen, im Rahmen der TESLA-Kollaboration den Entwurf und den Bau eines weiteren Bunch-Kompressors beizusteuern, in dem die Länge des Elektronen-Paketes („Bunch“) auf $50\ \mu\text{m}$ (rms) verkürzt werden soll.

Vorstudien zu einem Röntgen-FEL

Die Studien zum Entwurf eines Höchstleistungs-FELs für Wellenlängen bis hinunter zu $0.1\ \text{nm}$ (kurz: XFEL) wurden fortgesetzt. Die Arbeiten konzentrierten sich darauf, technisch-wissenschaftliche Fragen zu identifizieren, die vor der Abfassung des Technischen Design Reports für TESLA (geplant für 2001) zu klären sind. Dazu gehörten:

- Die Geometrie der Strahlweiche zur Aufteilung der Elektronen-Pakete auf die verschiedenen Nutzer wurde so verbessert, dass die Kosten für Bauwerke und Strahlführung reduziert wurden.
- Eine Studie über die Beeinflussung der Strahlqualität ultrakurzer Elektronen-Pakete durch induzierte Störfelder („Wake Fields“), verursacht durch die Oberflächenrauigkeit der Vakuumkammer, wurde, in Zusammenarbeit mit der TU Darmstadt, abgeschlossen.
- Im Rahmen einer neuen Kollaboration mit der ESRF in Grenoble/F wurde die Möglichkeit untersucht, die Wellenlänge für jeden Nutzer dadurch individuell einzustellen, dass das Magnetgap der Undulatoren variabel gemacht wird. Diese im Prinzip erprobte Technik muss hinsichtlich der Machbarkeit und der Kosten besonders geprüft werden, weil die Undulatoren für XFELs etwa $100\ \text{m}$ lang sein werden und engen mechanischen Toleranzen unterliegen.

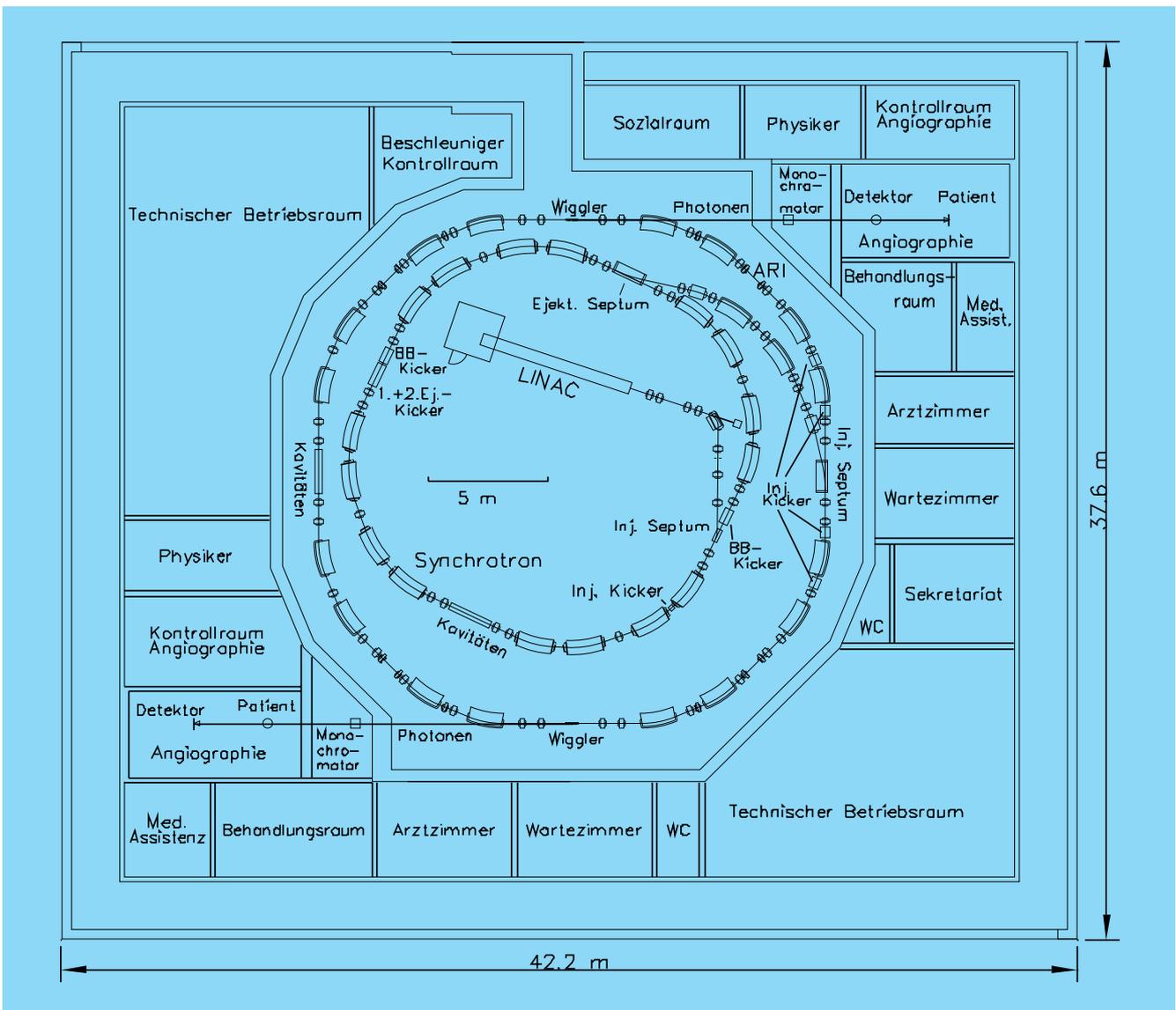


Abbildung 99: Übersicht einer Speicherringanlage für KEDSA.

Studie eines Elektronen Speicherringes für koronare Angiographie – ARI

Seit 1981 entwickelt eine Gruppe am HASYLAB das System NIKOS zur Anwendung der nichtinvasiven Koronar-Angiographie. Wie bei den bisher üblichen Verfahren zur Untersuchung der Herzkranzgefäße wird Jod als Kontrastmittel verwendet. Durch digitale Subtraktion zweier Aufnahmen, die mit Photon-Energien oberhalb und unterhalb der K-Absorptionskante des Jods belichtet wurden, kann die Konzentration des Jods bei gleichem Kontrast wesentlich geringer sein. Damit wird es möglich, das Kontrastmittel in eine Vene zu injizieren. Die Notwendigkeit eines Herzkatheters entfällt damit, was das Risiko der Untersuchung erheblich verringert. Die Anwendung der KEDSA („K-Edge Digital Subtraction Coronary Angiography“) erfordert eine Qualität der Röntgenstrahlung, wie sie auf absehbare Zeit nur Elektronen-Speicherringe liefern können. Eine Feldstudie bei DORIS mit etwa 300 Patienten wurde kürzlich abgeschlossen und die Qualität der Aufnahmen wird zur Zeit von unabhängigen Gutachtern beurteilt.

Zeigt diese Studie, dass die Methode in der medizinischen Praxis Anwendung finden soll, so stellt sich die Frage, wie eine entsprechende Speicherringanlage aussehen würde. Die Anlage sollte möglichst kompakt und preiswert sein, aber mindestens so gute Resultate wie NIKOS bei DORIS liefern. Mit dieser Zielsetzung wurde eine detaillierte Studie erstellt, in der eine solche

Anlage mit dem Arbeitsnamen ARI entworfen wurde. Es zeigt sich, dass eine Reduzierung der Energie von 4.5 GeV auf 1.6 GeV möglich ist, wenn gleichzeitig der Strom von 70 mA auf 380 mA und das Wigglerfeld von 1.2 Tesla auf 6 Tesla erhöht werden. Die Qualität der Aufnahmen sollte bei dieser Anlage in jeder Beziehung gleich oder etwas besser sein als bei den bisherigen Aufnahmen bei DORIS. Eine weitere Verbesserung der Bildqualität würde eine Erhöhung der Strahlenbelastung der Patienten bedeuten und verbietet sich aus diesem Grunde.

Der Speicherring speichert bis zu 500 mA Elektronen mit einer Energie pro Teilchen von 1.6 GeV. In zwei supraleitenden Wigglerfeldern wird die Synchrotronstrahlung der erforderlichen Qualität für die zwei Angiographieplätze erzeugt. Die Strahlung des Speicherringes wird abgeschirmt durch die umgebende Betonmauer. Außerhalb dieser Mauer befinden sich die Behandlungszimmer sowie Räume für die Kontrolle der Beschleunigeranlage und der Messplätze, für technische Anlagen, Verwaltung usw. (Abb. 99). Innerhalb des Speicherringes befinden sich die Teilchenquelle und die Vorbeschleuniger. Ein 100 MeV Linac und ein 1.6 GeV Synchrotron erlauben eine schnelle Füllung des Speicherringes bei Sollenergie. In Tabelle 6 wurden die Hauptparameter der Anlage zusammengefasst.

Speicherring ARI		
Strahlenergie	1.6	GeV
Strahlstrom	500	mA
Füllzeit	$\simeq 1$	min
Strahllebensdauer	5	h
Vakuumdruck	$2.5 \cdot 10^{-9}$	mbar
Apertur der elliptischen Kammer: 2w · 2h	56 · 23	mm
Anzahl der Wiggler	2	
Umfang	69.6	m
Umlauf-Frequenz	4.3074	MHz
Harmonischenzahl	116	
horizontale Emittanz	0.0587	mmrad · mm
Kopplung	10	%
momentum compaction	0.0340	
HF-Frequenz	499.65	MHz
Anzahl der Kavitäten	3	
Energieverlust pro Umlauf	214	keV
Umfangsspannung	1.55	MV
HF-Leistung	225	kW
Summe der Synchrotronstrahlungsleistung	107	kW
Anzahl der Dipole (vertikal fokussierend)	16	
Ablenkradius	3.565	m
Anzahl der Quadrupole	36	
Anzahl der Sextupole	12	
Supraleitende Wiggler		
maximales Feld	6	Tesla
Anzahl der Pole (+Anpassung)	7 + 2	
Periodenlänge	120	mm
vertikaler Abstand der Pole	25	mm
Photonenstrahl		
Photonenflussdichte vor dem Patienten	$2.7 \cdot 10^{-11}$	/sec/mm ²
Leistung des Photonen-Strahls bei 500 mA	12.3	kW
Energiebreite	164	eV
Anteil der 3. Harmonischen (99.6 keV)	0.24	%
Intensität am Rand gegenüber Zentrum	91	%

Tabelle 6: Parameter des Speicherringes ARI und der supraleitenden Wiggler.

Bereich Technische Infrastruktur (Z)

Inhalt

Übersicht	235
Servicezentrum Mechanik	239
Servicezentrum Elektronik	245
Ausbildung in gewerblich-technischen Berufen	247
Bauwesen	249
Aufbau von Beschleunigern und Experimenten	251
Zentrale Datenverarbeitung	257
Sicherheit	265

Übersicht Z-Bereich

Der Z-Bereich stellt einen großen Teil der für ganz DESY erforderlichen technischen Infrastruktur, Entwicklungen und Dienstleistungen zur Verfügung. Der Bereich umfasst die Standorte Hamburg und Zeuthen und gliedert sich nach der in diesem Jahr vorgenommenen Restrukturierung in folgende Servicezentren und Stabsstellen:

- **Mechanische Werkstätten mit Arbeitsvorbereitung, Konstruktion und Fertigung**
- **Elektronische Werkstätten mit Arbeitsvorbereitung und Fertigung**
- **Bauwesen mit Neubauten, Instandhaltung, Betriebsschlosserei und Transportgruppe**
- **Aufbau der Beschleuniger und Experimente mit Projektierung, Vermessung, Tieftemperatur- und Gaseservice**
- **Informationstechnik**
- **Informationsmanagement, Prozesse und Projekte, CAD-Support**
- **Stabsstelle IT-Sicherheit**
- **Stabsstelle Sicherheit und Umweltschutz**
- **Technischer Notdienst und Sicherheitstechnik**
- **Technologietransfer.**

Die vom Bereich bereitgestellten Dienstleistungen wurden Anfang des Jahres in Hinblick auf die künftigen zusätzlichen Aufgaben im Zusammenhang mit TESLA und auf die Personalsituation optimiert, wobei einige der Strukturen und Arbeitsweisen einer Anpassung bedurften.

Zum Beginn dieser organisatorischen Veränderungen wurde im Zeitraum Januar bis März 1999 mit Hilfe einer

externen Beratungsfirma zunächst eine Analyse der Arbeitsprozesse im Z-Bereich vorgenommen. Dabei wurden insbesondere die Z-internen Schnittstellen und die Schnittstellen zu den anderen Bereichen (V, M, F) und zu externen Partnern untersucht. Vorbereitend und begleitend wurden mehrere Versammlungen des gesamten Z-Bereichs durchgeführt, in denen die Ziele und der Projektfortschritt vorgestellt wurden.

Die Analyse ergab einige Schwachstellen bei den Ist-Arbeitsprozessen und -Schnittstellen, von denen ausgehend ein Sollkonzept entwickelt wurde mit den folgenden wichtigsten Punkten:

- **Aufbauorganisation:** die Werkstätten wurden in zwei Gruppen (Mechanik und Elektronik) gegliedert. Die Gruppen Informationsmanagement, Technische Sicherheit, das Referat des Z-Bereichs und die Stabsstelle IT-Sicherheit wurden neu geschaffen. Die IT-Gruppe erhielt eine klare Linienfunktion und umfasst jetzt die Telekommunikation. Diese Arbeiten wurden bis Mai 1999 abgeschlossen, zwei Zusammenlegungen von Teilgruppen stehen noch bevor.
- **Projektarbeit:** ein zentrales Thema der Umstrukturierung ist die Umstellung der Arbeitsweise von festen Linien auf dynamischere, bereichsübergreifende Projektteams. Projekttrichtlinien für den Z-Bereich wurden bis Juli 1999 fertiggestellt und werden seitdem insbesondere in der Mechanikgruppe und für neue Projekte angewendet. Die Schulung des Projektmanagements auf dieser Grundlage ist in Vorbereitung.
- **Führung und Zusammenarbeit:** für die etwa 30 Gruppen- und Fachgruppenleiter in Hamburg und Zeuthen wurden bis Oktober 1999 in drei Durchgängen Führungsschulungen durchgeführt und bereits beim Teamaufbau in zwei Fachgruppen angewendet. Weiterführende Aufgaben wie Führungs-

leitlinien, Mitarbeitergespräche und daraus hergeleitet gezielte Fortbildung werden ohne Beschränkung auf den Z-Bereich in Angriff genommen.

- Sollprozesse: die neuen Arbeitsabläufe in der Mechanik und Elektronik, insbesondere das bessere Zusammenspiel zwischen Kunden, Arbeitsvorbereitung, Konstruktion und Fertigung, wurden mit externer Hilfe erstellt und stehen kurz vor der Einführung, ebenso das Konstruktionshandbuch für die Mechanik. Die Arbeitsabläufe in der Datenverarbeitung werden als Nächstes in Angriff genommen.

Zu den Mechanik-Werkstätten (ZM) gehören die zentrale Konstruktion, die technische Auftragsabwicklung, die mechanische Fertigung, die Tischlerei, die Ausbildungswerkstätten sowie eine Stabsstelle Technologie mit den Aufgabenbereichen Qualitätsmanagement, Ausbildung, Sicherheit und neue Fügetechniken. Die Leistungen für die Linearcollider-Projekte und die Beschleuniger stellen im Berichtsjahr den Hauptteil der Auslastung von Konstruktion und Fertigung dar. Im Bereich Teilchenphysik wurden wesentliche Aufgaben für HERA-B erfolgreich abgeschlossen. Die Konstruktionskapazität wird in steigendem Maß unter Führung der DESY-Konstrukteure durch externe Konstruktionsbüros erbracht.

Die Elektronik-Werkstätten (ZE) entwickelten, produzierten und testeten in Hamburg überwiegend für den Beschleunigerbetrieb, in Zeuthen überwiegend für die Experimente. An beiden Standorten wurden große Bonding-Aufträge für ZEUS und H1 ausgeführt, wobei Bonding-Anlagen neu beschafft bzw. ausgebaut wurden.

Die Arbeit der Auszubildenden wurde wieder mit mehreren Auszeichnungen bedacht. Die Zahl der Auszubildenden konnte um knapp 20% erhöht werden. Die bauliche Erweiterung der Lehrwerkstatt wurde genehmigt und in Angriff genommen.

Die Bauabteilung (ZBAU) war wie im Vorjahr intensiv mit der Fertigstellung der Neubauten im Rahmen des TTF/FEL-Projekts beschäftigt. Die zum Projekt gehörende Experimentierhalle wird im Januar 2000 an den Messebauer übergeben, der die notwendigen Einbauten für die im Rahmen des weltweiten Projekts der EXPO 2000 bei DESY stattfindende Ausstellung vornehmen

wird. Abgeschlossen wurde die Anbindung des ehemaligen Gebäudes der Biologischen Anstalt Helgoland (BAH). Es wurden umfangreiche Sanierungsarbeiten an den Gebäuden und Montagearbeiten beim Experiment HERA-B durchgeführt.

Beim Aufbau von Beschleunigern und Experimenten (ZMEA) standen im Berichtszeitraum der Austausch zahlreicher normalleitender HERA-Magnete und Vorbereitungen für die Luminositätssteigerung und den Einbau weiterer Spinrotatoren an. Bei den Experimenten wurde besonders HERA-B in der Endphase des Aufbaus sehr intensiv unterstützt. Die Koordination aller genannten Arbeiten wurde durch Planung und Dokumentation in 3D-CAD-Modellen wirkungsvoll unterstützt.

Umfangreiche Vermessungsarbeiten wurden insbesondere für TTF/FEL und HERA-B durchgeführt. Die Versorgung mit Gasen und die Überwachung durch Sicherheitseinrichtungen wurden durch regelmäßige Serviceleistungen und Ausbaurbeiten für alle Beschleuniger und Experimente sichergestellt.

Die Informationstechnik (IT) ist in die Fachgruppen Systemtechnik und Netzinfrastruktur sowie Benutzerservice und Betrieb gegliedert. Durch umfangreiche Arbeiten wurde für alle angebotenen Dienste die Jahr-2000-Festigkeit erreicht. Im Berichtszeitraum hat sich LINUX zur weitaus stärksten UNIX-Plattform bei DESY entwickelt. WindowsNT wurde durch die Projektgruppe weiter ausgebaut, unter anderem bei der Verwaltung infolge der SAP-Umstellung. Die Massendatenhaltung wurde durch einen zusätzlichen Roboter und durch Software-Entwicklung in einem EU-Projekt und in Zusammenarbeit mit Fermilab (USA) stark erweitert. Das Repertoire der Anwendungssoftware für UNIX und NT wurde erheblich ausgebaut, unter anderem mit dem Physikanalyse-Paket ROOT.

Die Gruppe Informationsmanagement, Prozesse und Projekte (IPP) hat die Aufgabe, durch das Zusammenführen von Konstruktion, Geräte- und Anlagendokumentation sowie Gebäude- und Anlagenbewirtschaftung die künftigen Großprojekte zu unterstützen. Der Einsatz des Systems TuoviWDM wurde stark erweitert und die Beschaffung der weiteren erforderlichen EDV-Systeme in die Wege geleitet. Die Gruppe ist auch für die zentrale Unterstützung der Mechanik-CAD-Systeme verantwortlich. Im Berichtsjahr konnte hier

durch einen Releasewechsel eine wesentliche Konsolidierung erreicht werden. IPP hat die Projektleitung für die Arbeitsprozessanalyse im Z-Bereich gestellt und einige wesentliche Folgeaktivitäten durchgeführt.

Die Technische Sicherheit (ZTS) umfasst den Technischen Notdienst und die Sicherheitstechnik. Beim Technischen Notdienst wurde die Fremdvergabe einer der

Schichtbesetzungen in die Wege geleitet. Diese steht nach umfangreicher Ausbildung ab Mai 2000 zur Verfügung, um die Sollstärke trotz fehlender Nachbesetzung aufrecht zu erhalten. Bei der Sicherheitstechnik wurde ein neues EDV-Informationssystem für Gebäude und Anlagen aufgebaut, das mit den Brandmeldeanlagen und Zutrittskontrollen verbunden ist und sie mit Lageplänen und Gebäudegrundrissen verknüpft.

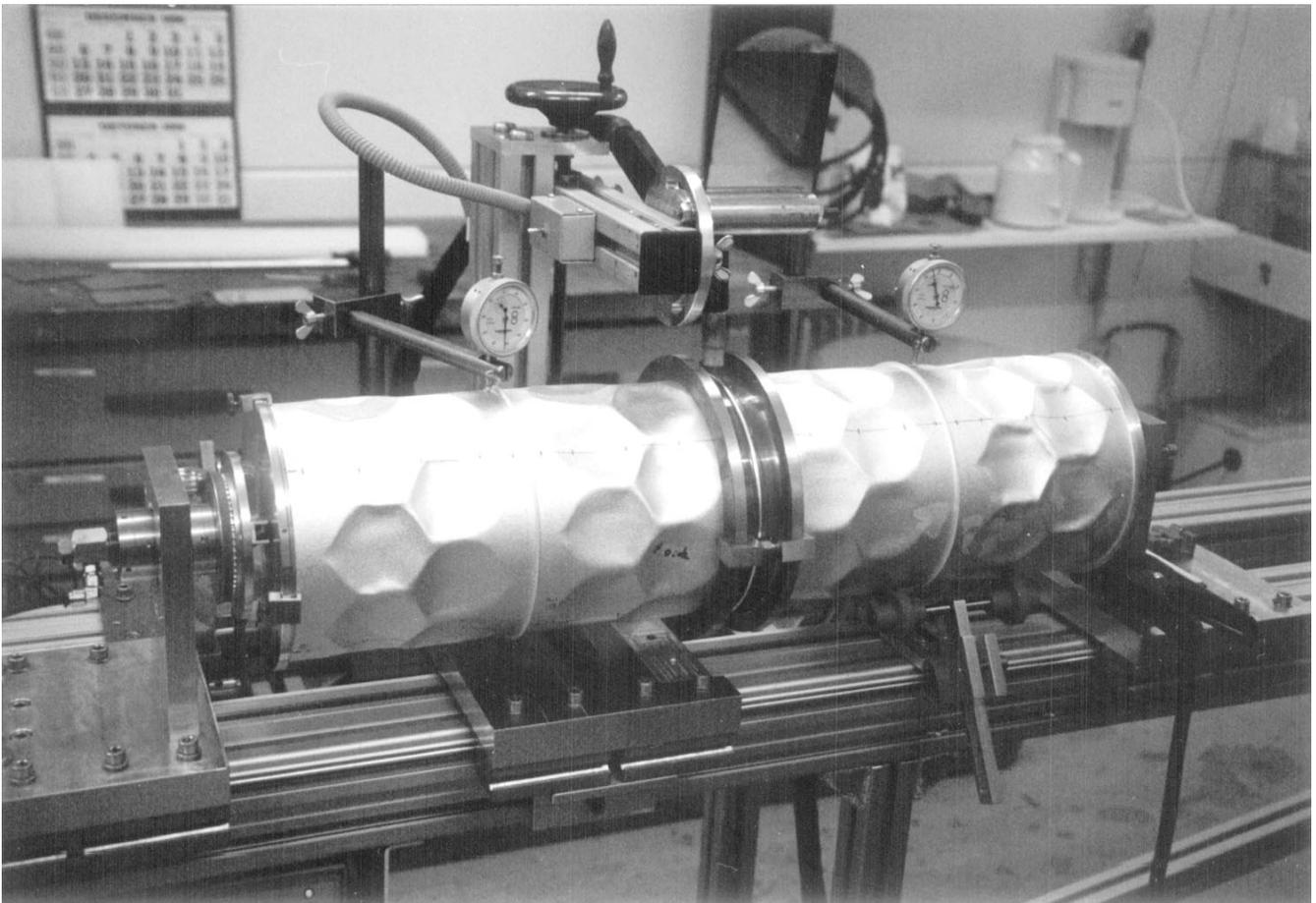


Abbildung 100: *Strahlrohrsegment für HERA-B.*

Servicezentrum Mechanik (ZM)

Im Rahmen der Neuorganisation des Z-Bereichs wurden auch die Technischen Dienste neu strukturiert. Anfang des Jahres wurde die Unterstützung der CAD-Systeme aus der Konstruktion ausgegliedert und der neu gebildeten Gruppe IPP zugeführt. Im Juli wurde die Elektronikfertigung als „Servicezentrum Elektronik“ eigenständig. Die Fernmeldetechnik wurde ebenfalls im Juli in die Gruppe IT integriert.

Zum Servicezentrum Mechanik gehören die zentrale Konstruktion, die Technische Auftragsabwicklung, die Mechanische Fertigung, die Tischlerei sowie die Ausbildungswerkstätten. Für die Aufgabenbereiche Qualitätsmanagement, neue Fertigungstechniken, Sicherheit und Ausbildung wurde eine Technologiestelle neu eingerichtet.

Hauptauftraggeber des Servicezentrums Mechanik war der Beschleunigerbereich. Für die Linearcollider-Projekte und Beschleuniger stellte die Konstruktion 67% und die Mechanische Fertigung 76% ihrer Jahreskapazität zur Verfügung (Abb. 101).

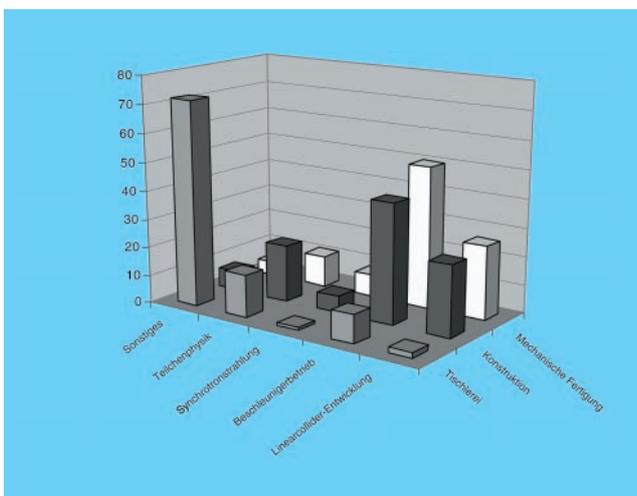


Abbildung 101: Auslastung des Servicezentrums Mechanik in Prozent.

Für den Bereich Teilchenphysik konnte der Aufbau des „Outer Trackers“ für HERA-B erfolgreich abgeschlossen werden.

Konstruktion

Die Aufteilung der Arbeiten der Konstruktion auf die einzelnen Bereiche für das Jahr 1999 zeigt Abbildung 102.

Aufgaben der Konstruktion

Die zentrale Konstruktion hat die folgenden Aufgaben:

- Entwicklung neuartiger Komponenten für Teilchenbeschleuniger und Experimente der Hochenergiephysik,

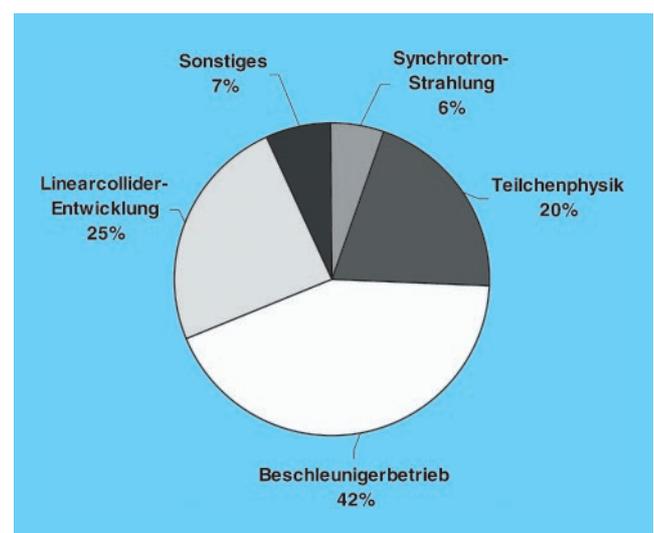


Abbildung 102: Verteilung der Arbeiten der Konstruktion auf die einzelnen Bereiche.

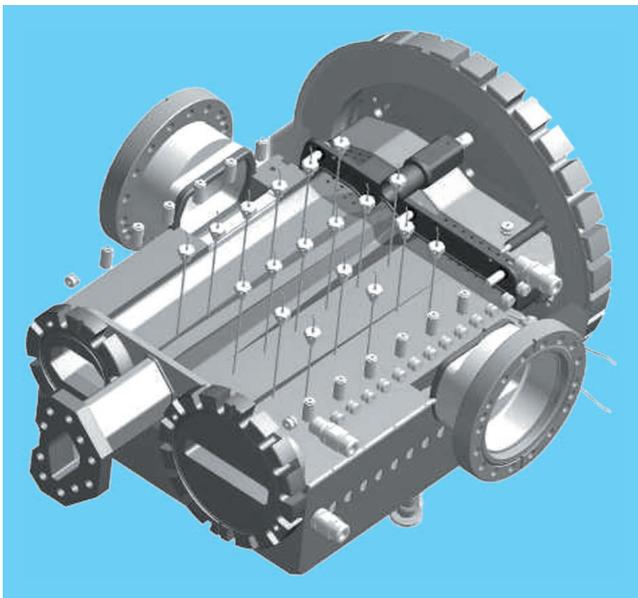


Abbildung 103: 3D-Modell des Absorbers 4 im Projekt Luminositätserhöhung für HERA.

- Konstruktion von Komponenten der Fachgebiete schwerer Stahlbau, Feinstahlbau, Feinmechanik/Messgeräte, allgemeiner Maschinenbau, Elektromaschinenbau, Ultrahochvakuumtechnik sowie Anlagenbau (Abb. 103),
- Erstellung der Fertigungszeichnungen,
- Ingenieurtechnische Berechnung und Optimierung von Bauteilen und Baugruppen, einschließlich Finite Elemente-Berechnungen
- Bereitstellung externer Konstruktionskapazitäten bei Bedarf für andere DESY-Gruppen,
- Vervielfältigung großformatiger Technischer Dokumente,
- Archivierung Technischer Dokumente,
- Erstellung von Regeln und Richtlinien zur Benutzung des CAD-Systems I-DEAS.

Leistungsangebot

Die zentrale Konstruktion versteht sich als Dienstleister für den Bedarf an mechanischen Konstruktionen und zunehmend als Entwickler von Problemlösungen aus

dem Forschungsumfeld. Das Ziel ist, in enger Zusammenarbeit mit den Kollegen des Beschleunigerbereichs und des Forschungsbereichs die Aufgabenstellungen zu präzisieren. Anschließend werden Komponenten entwickelt, konstruiert, die Fertigungszeichnungen erstellt und die Fertigung und Montage/Inbetriebnahme betreut.

In der Gruppe steht ingenieurtechnisches Know-how, gekoppelt mit speziellen Erfahrungen des Forschungs- und Beschleunigerbetriebs, zur Verfügung. Kenntnisse grundlegender physikalischer Zusammenhänge und Wirkprinzipien der Hochenergiephysik sind bei den Ingenieuren breit gefächert. Es gibt jeweils Arbeitsschwerpunkte und Spezialisierungen entsprechend den oben genannten ingenieurtechnischen Fachaufgaben.

Darüber hinaus gibt es ein gut entwickeltes Fachwissen hinsichtlich moderner Konstruktionsmethodik, ingenieurtechnischer Berechnungsverfahren einschließlich der Methode der Finiten Elemente (FEM), der Werkstoffkunde und moderner Fertigungstechnik.

In zunehmendem Maße wird methodisches Wissen zu Projektplanung und -management von größeren Anlagen bereitgestellt.

Bei Kapazitätsproblemen, auch in anderen DESY-Gruppen, organisiert die Gruppe die Mitarbeit von externen Ingenieurbüros unter besonderer Beachtung der Kompatibilität der erzeugten CAD-Daten.

Die Gruppe ist bestrebt, den Bedarf an fachkundigen Technischen Zeichnern auch für Konstruktionen, die in anderen DESY-Gruppen entstehen, bereitzustellen. Ist dies mit eigenen Kräften nicht möglich, werden externe Kapazitäten beschafft und die Abwicklung betreut.

Angeboten wird ein zentrales Zeichnungsarchiv mit einheitlichem Zeichnungsnummern-System und die angeschlossene Repro-Stelle, die für die Vervielfältigung großformatiger Technischer Dokumente, in der Regel Zeichnungsätze, sorgt.

Schwerpunkte im Berichtsjahr

Die zentrale Konstruktion war hauptsächlich in folgenden Projekten tätig:

- Konzeptentwicklung, Layout und Konstruktionsarbeiten und 3D-Dokumentation am Projekt Luminositätserhöhung für HERA für den Bereich 3.5–18.2 m (rechts) und 5.5–18.2 m (links) der Wechselwirkungspunkte Nord und Süd (Abb. 104),
- Fortführung und Ausweitung der Konstruktionsarbeiten für das Projekt TTF/FEL, insbesondere an Undulatoren, Strahldiagnose, Hochfrequenz-Einkopplern, Messsystem und Cavity-Superstruktur,
- Fortführung der Planungsarbeiten für das TTF/FEL- und das TESLA-Projekt (Arbeiten für den „Technical Design Report“),
- Fortführung der Entwicklung neuer Strahlrohre in Aluminium-Kohlefaser-Verbundbauweise für den Einsatz an Experimenten,
- Konstruktion von Monochromatoren und anderen Geräten für HASYLAB,
- Kickermagnet mit Kupferkammer für DORIS sowie diverse Komponenten für den laufenden Beschleunigerbetrieb.



Abbildung 104: Absorbergehäuse für die HERA-Luminositätserhöhung.

Technische Auftragsabwicklung/ Mechanische Fertigung

Die Aufteilung der Arbeiten der mechanischen Fertigung auf die einzelnen Bereiche für das Jahr 1999 zeigt Abbildung 105.

Über die Technische Auftragsabwicklung wurden rund 1000 Werkstattaufträge mit einem Gesamtvolumen von 7 Millionen DM bearbeitet. Für insgesamt 3.7 Millionen DM wurden Aufträge an externe Firmen vergeben. Der Beschleunigerbereich war Hauptauftraggeber der Hauptwerkstatt und der Technikerwerkstatt mit 50% der Fertigungskapazität. Schwerpunkte waren der Bau von Vakuum-Komponenten für das TTF/FEL-Projekt, Vakuumkammern und Absorbern für die HERA-Luminositätserhöhung, Fahrkickern für PETRA sowie HF-Komponenten für supraleitende Cavities.

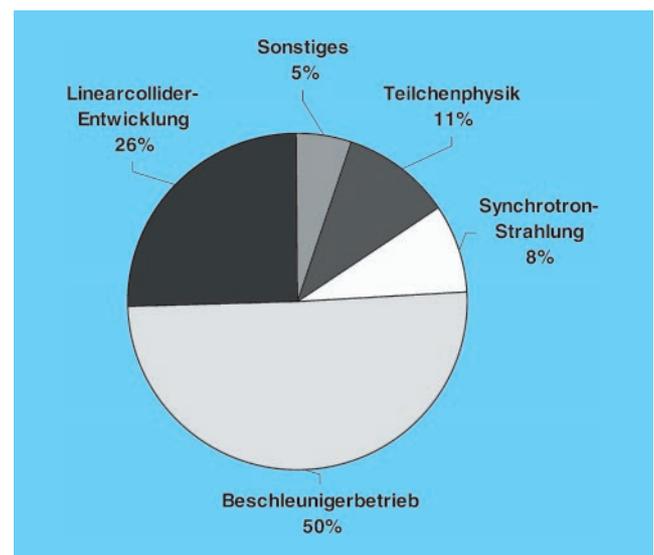


Abbildung 105: Verteilung der Arbeiten der mechanischen Fertigung auf die einzelnen Bereiche.

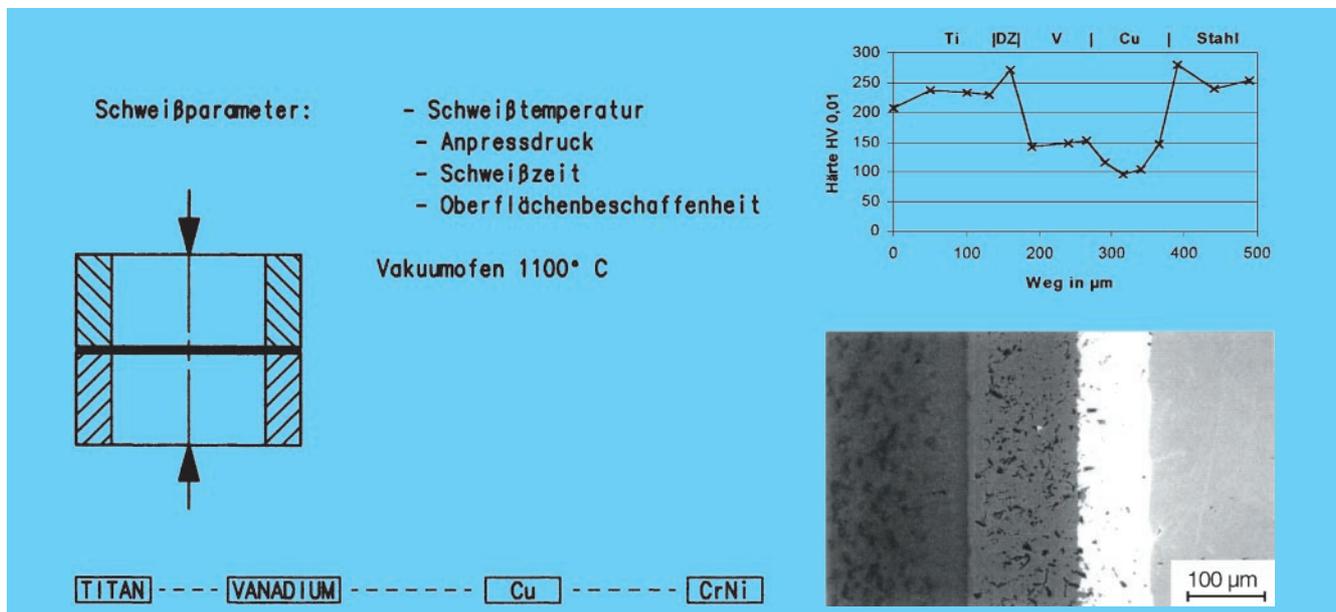


Abbildung 106: Diffusionsschweißen von Verbundwerkstoffen. Links: Prinzipskizze, rechts: Härteverlauf über der Bindezone (oben), Titan-Vanadin-Kupfer-Stahl (CrNi) in einer REM-Aufnahme bei 120-facher Vergrößerung (unten).

Für das Experiment HERA-B wurden die Kabel- und Gasrahmen sowie die CFK-Kappen gefertigt und die Entwicklung eines neuen Strahlrohrs aus Aluminium mit 0.3 mm Wandstärke vorangetrieben (Abb. 100).

Im Arbeitsbereich „Neue Fertigungstechniken“ wurden richtungweisende Materialuntersuchungen mit unterschiedlichen Werkstoffen mit Hilfe des Diffusions-Schweißverfahrens durchgeführt. Die Verbindung muss unter Vakuum von 1×10^{-10} mbar · 1/sec einem Temperaturbereich von -270°C bis $+300^\circ\text{C}$ standhalten (Abb. 106).

Eine interessante Aufgabe für die Technikerwerkstatt war die Entwicklung einer uniaxialen Druckvorrichtung für HASYLAB. Die physikalische Problemstellung ist im Folgenden kurz beschrieben: Strontiumtitanat ist ein Festkörper, der bei Raumtemperatur in der kubischen Perowski-Struktur vorliegt. Bei Senkung der Temperatur geht das System von der kubischen in die tetragonale Symmetrie über. Gerade die physikalischen Gesetzmäßigkeiten in der Nähe der Phasenumwandlungstemperatur sind aktueller Gegenstand der Forschung auf dem Gebiet der Hochtemperatur-Supraleitung. Übt man einen uniaxialen Druck auf die

Probe aus, so ändert sich die Temperatur des Phasenübergangs; außerdem existiert ein weiterer Übergang (in eine trigonale Phase) bei tieferen Temperaturen. Mit Röntgenbeugung kann man die Strukturänderungen des Kristalls beobachten. Von Interesse ist nun die Erfassung des gesamten Phasendiagramms: man möchte Röntgenbeugung im gesamten Temperaturbereich vom absoluten Nullpunkt bis hin zur Raumtemperatur und gleichzeitig unter uniaxialen Druck im MegaPascal-Bereich bis zu einigen GigaPascal durchführen. Um die Röntgenbeugungsexperimente durchführen zu können, ist eine 360° -Drehvorrichtung (Eulerwiege, Firma Huber) und eine Tiefkühlung mit einem Closed-Cycle-Kryostaten auf minimal 8 K (-265°C) notwendig. Der angestrebte Druck bis 0.5 GigaPascal wird mit einer Kristallpresse erzeugt. Der mechanische Aufbau mit einer über ein Kniehebelsystem nach außen geführten Druckeinstellung soll die Probe (Strontiumtitanat) längsaxial pressen. Über einen Kühlfinger, gespeist von dem Closed-Cycle-Kryostaten, wird, durch die Presse geleitet, die Probe gekühlt (Abb. 107). Es gibt zwei Aluminiumtöpfe in der Umgebung der Probe. Der äußere Topf dient zur Wärmeisolation. Der Gasraum um die Probe und den Kühlfinger wird auf einen Druck von etwa 10^{-6} mbar evakuiert. Der innere Topf ist ein

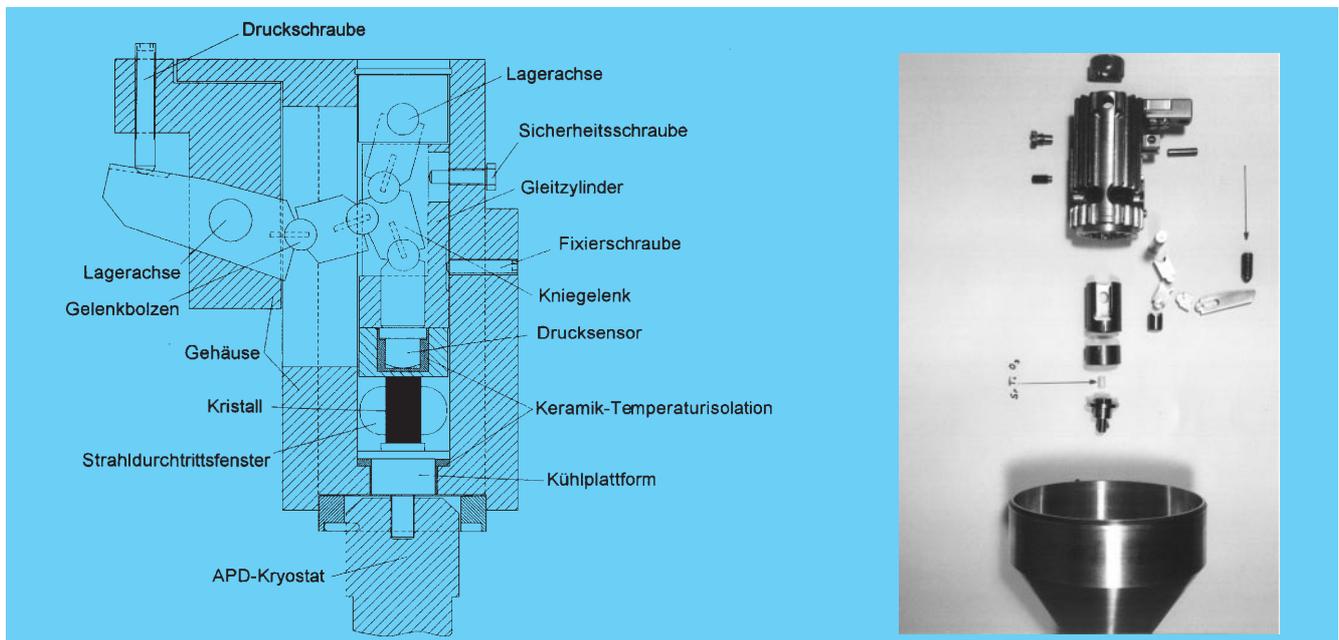


Abbildung 107: Zeichnung (links) und Photo (rechts) der Kristallpresse.

Strahlungsschild, der die Wärmestrahlung der Umgebung abfängt und damit eine Erwärmung der Probe verhindert.

Tischlerei

Neben den zahlreichen Reparatur- und Erweiterungsarbeiten in Büro- und Laborräumen konnten für den technisch-wissenschaftlichen Bereich

das Modell eines Magnetkopfes für die Detektorumgebung für die HERA-Luminositätserhöhung sowie spezielle Transportvorrichtungen für die TTF-HF-Einkoppler angefertigt werden. Der Bau von Schnitt- und Klebevorrichtungen für die Outer-Tracker-Kammern für HERA-B konnte erfolgreich abgeschlossen werden. Breiten Raum nahmen zudem die vielfältigen Modellarbeiten für die EXPO 2000 ein. Ein sehr wesentlicher Teil der Arbeiten in der Tischlerei wird von den Auszubildenden geleistet.

Servicezentrum Elektronik (ZE)

Leistungsangebot der Elektronik-Fertigung

Die Gruppe ZE hat die Aufgabe, Standardverfahren für die Erstellung und Prüfung von elektronischen Baugruppen und Geräten bereitzustellen, mit deren Hilfe Kundenaufträge bearbeitet werden. Der Zustand dieser Standardverfahren orientiert sich am allgemeinen technischen Standard sowie an den Kundenanforderungen. Das Angebot umfasst

- die Gerätekonstruktion: Konstruktion des Geräteaufbaus nach vorgegebener Schaltung und mechanischen Vorgaben,
- die Leiterplattenkonstruktion nach vorgegebener Schaltung,
- die Beschaffung aller erforderlichen Bauelemente,
- die Bestückung von konventionellen und SMD Baugruppen,
- Gehäusebeschaffung und -bearbeitung, sowie Bedruckung von Gehäuseteilen,
- Geräteaufbau und -verdrahtung, Herstellung von Kabeln,
- die Baugruppenprüfung sowie den Geräteabgleich und die Geräteprüfung nach Vorgabe,
- die Dokumentation (Schaltplan, Layout, mechanische Zeichnungen, Stücklisten, Video-Bilder),
- die Reparatur und Wartung von Baugruppen und Geräten.

Die zugehörige technische Ausstattung ist:

- Mechanikkonstruktion zukünftig mit AutoSketch R6, das mit AutoCAD R14 und AutoCAD LT kompatibel ist,

- Leiterplattenkonstruktion mit EAGLE Version 3.55,
- Bestückung von SMD-Baugruppen mit hochwertigen Geräten:
 - Präziser Schablonen-Druck der reinigungsfreien Lötpaste mit Hilfe eines Video-Korrektursystems,
 - Bestückung der Bauelemente mit Hilfe eines Halbautomaten bis Pitch (Anschlussraster) 0.4 mm,
 - Löten in der Dampfphase, das heißt minimale thermische Belastung (maximal 215°C) der Baugruppe unter Sauerstoffabschluss (keine Oxydation),
 - SMD-Reparaturplatz,
 - ESD-Absicherung der Fertigungszelle,
- Möglichkeit der Erstellung von Prüfprogrammen mit Hilfe von LABVIEW und VISUAL BASIC.

Bauelemente für die Leiterplattenbestückung können über Wertkontraktabruf bei mehreren Distributoren schnell beschafft werden. Der Entwurf einer Baugruppe unter Verwendung von SMD-Bauelementen erfordert im Gegensatz zu einer rein konventionellen Baugruppe wesentlich mehr Vorüberlegungen, um eine prozessgerechte Fertigung zu ermöglichen.

Alle Informationen dazu finden sich auf den ZE-Web-Seiten oder in der Broschüre „Richtlinien für die Fertigung von Flachbaugruppen“.

Die Aufteilung der Arbeiten der Elektronik-Fertigung auf die einzelnen Bereiche für das Jahr 1999 zeigt Abbildung 108.

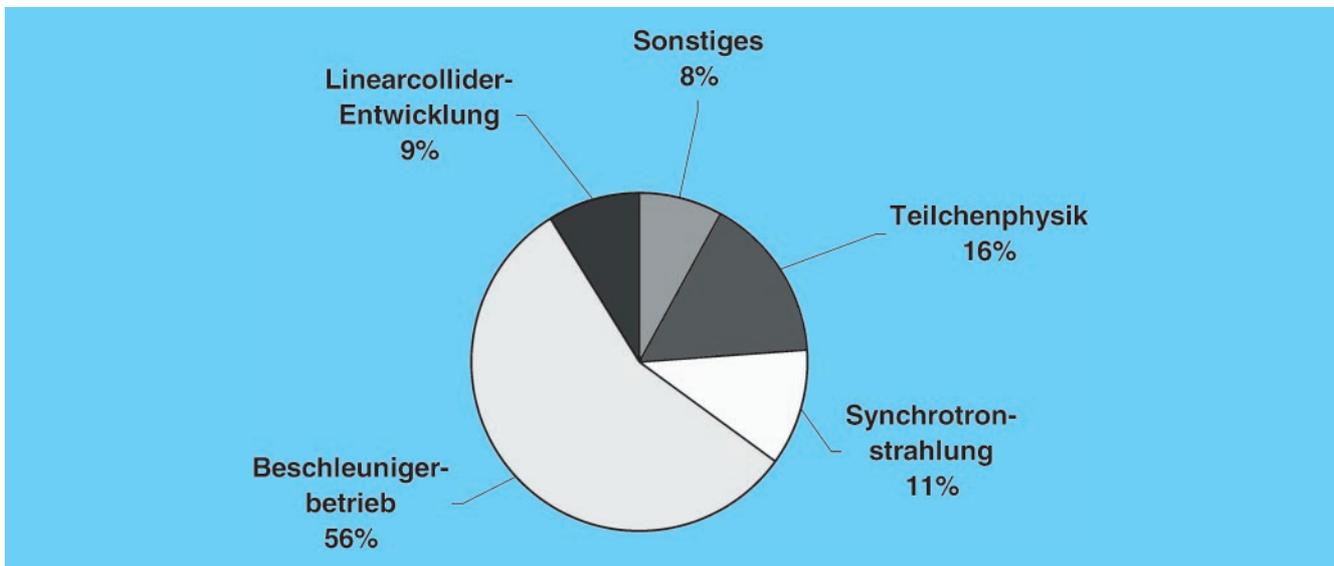


Abbildung 108: Verteilung der Arbeiten der Elektronik-Fertigung auf die einzelnen Bereiche.

Neue Techniken: Das Bonden

Seit Mai 1999 ist ZE an der Einführung eines Bondprozesses im Rahmen des ZEUS Micro-Vertex-Detektors beteiligt. Nach Abschluss des Projekts soll der Prozess von ZE übernommen werden.

Näheres zur Technologie ist auf den Web-Seiten oder bei einer Besichtigung der Fertigungsanlagen verfügbar.

Prüfung von Baugruppen und Geräten

Um gefertigte Elektronik sicher in Betrieb zu nehmen, sind eindeutige Test- und Prüfmethode unerlässlich. Dazu braucht ZE eindeutige Pläne und Funktionsbeschreibungen (Blockschaltbilder). Mit dem Elektronik-Prüffeld müssen parallel zur Entwicklung des Geräts Test- und Prüfmethode formuliert und umgesetzt werden. Das ist besonders wichtig bei hohen Stückzahlen und/oder externen Tests.

Ausbildung in gewerblich-technischen Berufen

Bei DESY werden zur Zeit 55 junge Leute ausgebildet, davon 18, die im August bzw. im September dieses Jahres ihren Ausbildungsvertrag erhalten haben. Insgesamt konnte die Zahl der Auszubildenden um knapp 20% erhöht werden (Tab. 7).

Unter den zehn ausgelernten Auszubildenden haben die beiden Tischler mit der Note „sehr gut“ abgeschlossen. Ein Industriemechaniker nahm am Bundeswettbewerb teil. Eine Industriemechanikerin besuchte im Rahmen eines Auszubildenden-Austausches

für zwei Wochen Großbritannien. DESY nahm erfolgreich an der Ausbildungsbörse der Handelskammer Hamburg teil, um dort sein Ausbildungsangebot vorzustellen.

Es ist beabsichtigt, im kommenden Jahr zusätzlich Ausbildungsplätze für den neuen Ausbildungsberuf Mechatroniker einzurichten. Die Erweiterung der Lehrwerkstatt zur Unterbringung der Elektronik-Ausbildung wurde genehmigt und mit der Bauplanung wurde begonnen.

Beruf	Ausgelernt und Abgänge 1999	Neuzugänge September 1999	Stand 31.12.1999
Industrie-Elektroniker	2	5	16
Energie-Elektroniker	1	1	7
Kommunikations-Elektroniker	–	1	4
Industrie-Mechaniker: Geräte- und Feinwerktechnik	2	5	13
Industrie-Mechaniker: Betriebstechnik	1	3	3
Tischler	2	–	2
Technische Zeichner	2	3	10
Gesamt	10	18	55

Tabelle 7: Anzahl der Auszubildenden im gewerblich-technischen Bereich.

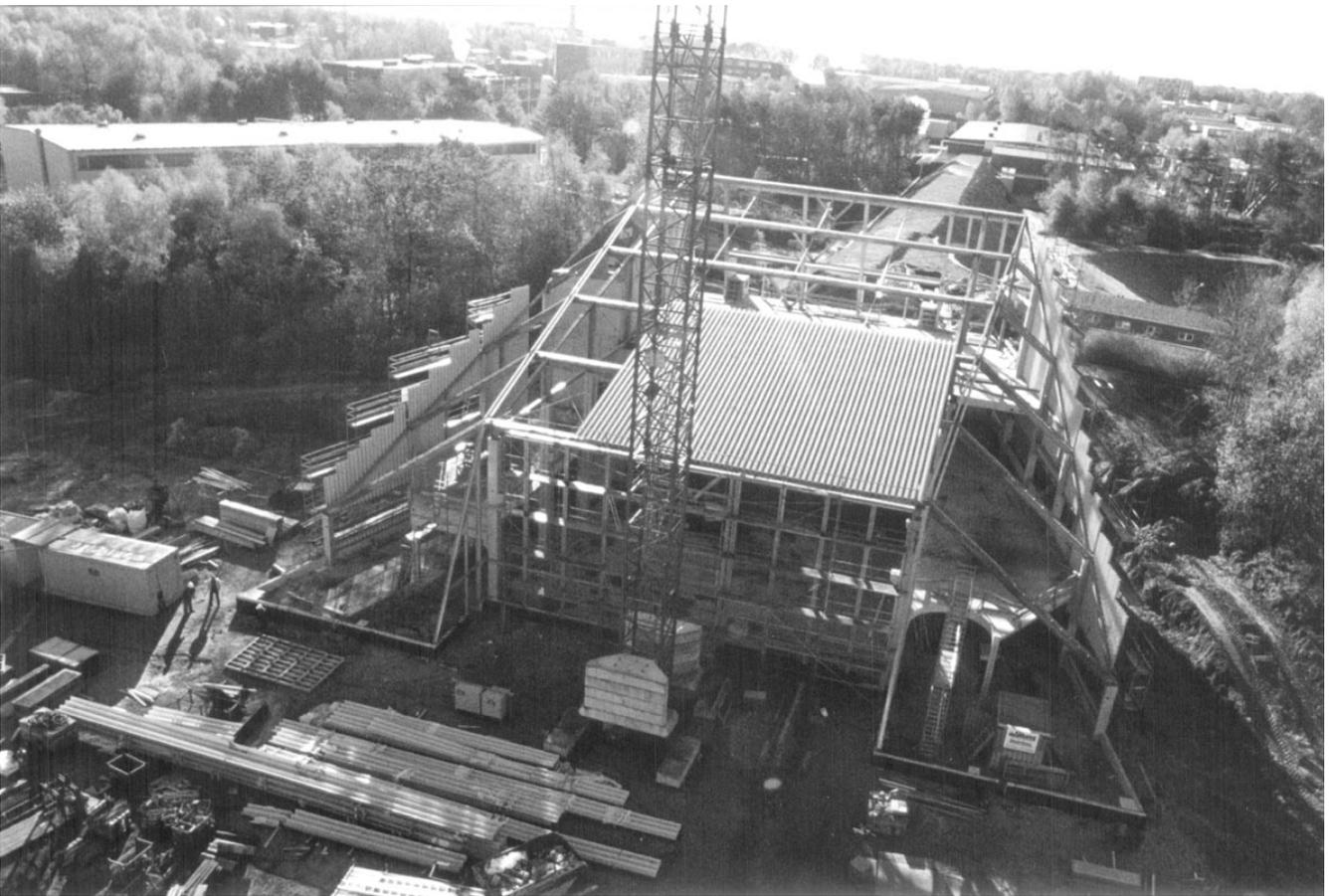


Abbildung 109: *Blick auf den Rohbau der Experimentierhalle.*

Bauwesen

Bauangelegenheiten

Im Berichtszeitraum wurden die zum Projekt TTF/FEL gehörigen Neubauprojekte Kryohalle, Tunnel, Kryotrasse und Umbau Gebäude 49 fertiggestellt. Die zugehörige Experimentierhalle wird Ende Januar 2000 an den Messebau übergeben (Abb. 109).

Die Planungen für die Erweiterung der Auszubildenden-Werkstatt (Gebäude 13) und des DESY-Bistro wurden abgeschlossen, Baubeginn ist im Januar 2000. Die Verbindungsstraße zur ehemaligen Biologischen Anstalt Helgoland (Gebäude 3) wurde gebaut.

An Umbau- und Instandhaltungsarbeiten wurden hauptsächlich durchgeführt:

- Sanierung des Aufzugs in Gebäude 2a,
- Sanierung der Heizungsleitungen zu den Gebäuden 32 und 33, zu den Institutsgebäuden und zu Gebäude 64c,
- Sanierung der gesamten Nordfassade im Gebäude 2a: Fenster und Fugen wurden ausgewechselt, die Fassadeninnenseite renoviert,
- Erneuerung der Druckerhöhungsanlage in Gebäude 30,
- Behindertengerechtes Bauen in Gebäude 11 durch Einbau einer Aufzugs- und einer WC-Anlage,
- Dachsanierungen auf den Gebäuden 1 und 13.

Betriebsschlosserei

Neben diversen Schlosser-, Bohr-, Stemm- und Anstricharbeiten für alle DESY-Gruppen sind folgende größere Arbeiten hervorzuheben:

- In diversen Mini-Shutdowns wurden Plattformen für die Aufnahme weiterer Kammern inklusive zugehöriger Antriebe sowie die sogenannten TC- und PC-Kammern für HERA-B montiert,
- 32 Säulengestelle wurden in DORIS III eingebaut,
- ein zweites Hydraulikgerät vom Typ „Dwarslöper“ wurde gebaut,
- ein Zusatzkran in der Halle HERA-West wurde konstruiert und montiert und eine Kranaufstockung um 1 m im Gebäude 36 vorgenommen.

Transportgruppe

Die Gruppe führt sämtliche Spezialtransporte selbst durch bzw. beauftragt Fremdfirmen zur Unterstützung.

Die Gruppe veranlasst weiterhin die Winterdienst- und gärtnerischen Pflegearbeiten ebenfalls durch Fremdfirmen.

Die Pflege der betriebseigenen Fahrzeuge wird durchgeführt.



Abbildung 110: Geplante Trassenführung und Lage des FEL-Fächers im Bereich Ellerhoop.

Aufbau von Beschleunigern und Experimenten

Von der Gruppe ZMEA werden in enger Zusammenarbeit mit dem M- und F-Bereich die Terminplanung, die Koordination und die Terminverfolgung aller Aufbau-, Wartungs- und Reparaturarbeiten am Beschleunigerverbundsystem und bei den HERA-Experimenten durchgeführt. Daneben wurden im Berichtszeitraum die im Folgenden aufgelisteten Arbeiten in Zusammenarbeit mit anderen DESY-Gruppen ausgeführt.

ZMEA wurde wie in den vergangenen Jahren durch Wissenschaftler und Ingenieure aus Russland bei Magnetfeldrechnungen und Konstruktionsarbeiten unterstützt und durch Zeitarbeitskräfte und Fremdfirmen für die Bewältigung der Montage-, Wartungs- und Vermessungsarbeiten verstärkt.

Planung

Zeitpläne wurden erstellt für die Arbeiten in den Betriebsunterbrechungen bei HASYLAB, PETRA und HERA (Beschleuniger und Experimente), für die Luminositätssteigerung und die EXPO im Jahre 2000 sowie die Zukunftsprojekte. Die komplexe technische Detailplanung der Aufstellung der Beschleunigerkomponenten für die Luminositätssteigerung im Wechselwirkungsbereich von H1 und ZEUS wurde begonnen.

Beschleuniger

HERA

Die Arbeiten für den HERA-Speicherring konzentrierten sich neben Reparaturen oder Auswechseln schadhafter Spulen an normalleitenden Strahlführungsmag-

neten auf Vorbereitungen für die Luminositätssteigerung und den Einbau der zwei zusätzlichen Spinrotatoren bei H1 und ZEUS in der Betriebsunterbrechung 2000.

Die Fertigung der normalleitenden Luminositätssteigerungs-Quadrupole im Efremov Institut in St. Petersburg im Rahmen eines Kooperationsvertrages wurde durch regelmäßige Besuche von DESY-Mitarbeitern sowie durch umfangreiche und hochpräzise, von Efremov-Mitarbeitern durchgeführte magnetische und mechanische Messungen überwacht. Zahlreiche Zubehörteile sowie Geräte für den Testbetrieb der Magnete wurden von DESY beigestellt.

Um die benötigte extreme Feldqualität der Magnete zu erreichen, müssen als erste Voraussetzung die mechanischen Toleranzen streng eingehalten werden. Dies wurde vor Ort mit speziell für diesen Zweck gebauten Messmaschinen geprüft. Die Abweichung der Werte ist besser als $\pm 50 \mu\text{m}$ und erfüllt damit die Anforderungen.

Die Mehrzahl der insgesamt 52 Magnete wurde gefertigt, zwei Typen wurden vollständig ausgeliefert, bei den anderen wurde nach Abnahme der Prototypen, die den Spezifikationen voll entsprachen, die Serienfertigung freigegeben.

Die Messergebnisse wurden gemeinsam mit den Kollegen aus St. Petersburg auf der Internationalen Konferenz für Magnettechnologie MT-16 in Florida (USA) vorgestellt.

Umfangreiche Modellrechnungen mit dem Rechenprogramm OPERA-2d wurden begonnen, um den HERA-Korrekturdipol BZ derart neu zu modellieren, dass er in dem zur Verfügung stehenden, sehr engen Bauraum bei vorgegebener Ablenkstärke für den Protonenstrahl ein genügend kleines Streufeld von $\leq 1 \text{ mT}$ am Ort des in unmittelbarer Nähe verlaufenden Elektronenstrahls erzeugt.

Die 41 Dipolmagnete, die, einschließlich Reserve, für die neuen Spinrotatoren benötigt werden, wurden magnetisch vermessen und durch Abnehmen einer durch die Messergebnisse bestimmten Anzahl von losen Endlamellen auf die geforderte Soll-Ablenkstärke eingestellt. Aus dem Bestand alter DORIS-Quadrupole DQ wurden neun um 45° gedreht, mit neuen Stromschienen und geänderten Kühlkreisen auf neue Untergestelle gesetzt und ebenfalls magnetisch vermessen. Sie sollen die Wirkung der bei der Luminositätssteigerung fortfallenden Kompensations-Solenoiden in den Experimenten übernehmen.

Diverse Spezifikationen zur Fertigung von Spulen für neue Magnettypen und von Ersatzspulen für vorhandene Magnete wurden ausgearbeitet.

TTF/FEL

Für die als Transportsystem im zukünftigen Linearbeschleuniger TESLA vorgesehene, an der Decke aufgehängte Schwebebahn (Abb. 111) wurde eine kurze Teststrecke im TTF/FEL-Tunnel aufgebaut. Sie verfügt über eine Weiche (Abb. 112) für einen Abzweig in die Zufahrt (Ladezone) und soll auch als Ausstellungsstück bei der Expo2000 dienen.

Weitere Schritte zur Entwicklung des Projekts wie Einbau der Undulatoren und neuer Module, Änderung der

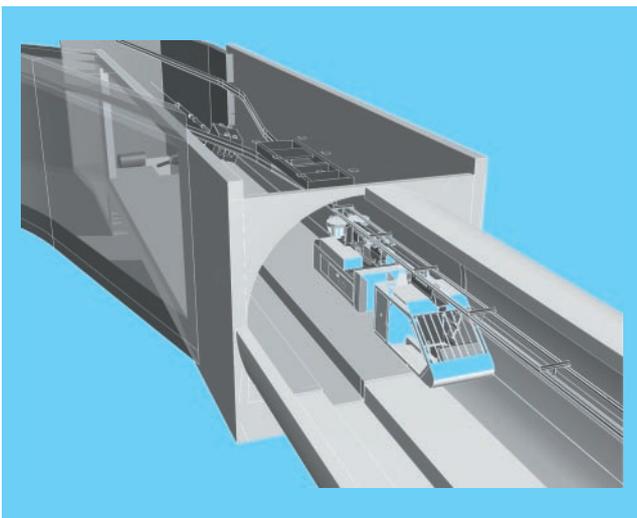


Abbildung 111: CAD-Modell der Schwebebahn im TTF/FEL-Tunnel.

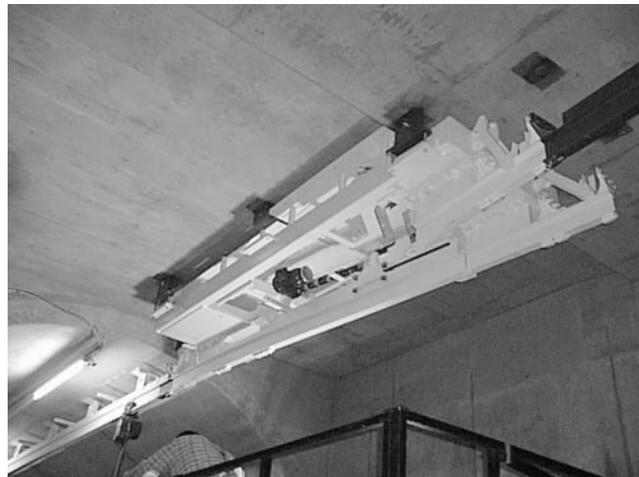


Abbildung 112: Weiche für die Schwebebahn im TTF/FEL-Tunnel.

Strahlführung und der Abschirmung sowie Aufbau der Cavity-Testanlage im Gebäude 47 wurden mit geplant und umgesetzt.

Experimente

H1/ZEUS

H1 und ZEUS wurden laufend, insbesondere während der Betriebsunterbrechungen, unterstützt durch Transport-, Montage- und Schlosserarbeiten.

HERMES

Die Hilfestellung für HERMES umfasste Konstruktionsaufgaben im Targetbereich, bei den Abschirmungen und bei Vermessung, Aufbau, Steuerung und Inbetriebnahme des transversalen Target-Magneten. Darüber hinaus wurden Aufgaben aus dem Bereich der technischen Infrastruktur und des Betriebs der Strahlpolarimeter bearbeitet.

HERA-B

Das Experiment HERA-B befand sich in der Endphase seines Aufbaus und benötigte deshalb in beson-

derem Maße Unterstützung. Jeweils mehrere Einheiten der Myon-, Pattern Recognition-(PC)- und Triggerkammern (TC) sowie das Strahlrohr mussten eingebaut werden, an Traversen und Trägersystemen waren Änderungen auszuführen. Die Arbeiten wurden im Wesentlichen in einer Folge von monatlichen dreitägigen Betriebsunterbrechungen der laufenden Strahlzeit ausgeführt.

Vermessung

Beschleuniger

Bei HERA wurden die Brücken im Norden neu justiert und der Arbeitsbereich der elektronisch gesteuerten Verstellelemente angepasst. Im Sektor NL wurde die Position der Roman Pots neu bestimmt.

Für die neu hergestellten Magnete der bei der Luminositätserhöhung umzubauenden Wechselwirkungszonen wurden feste Messmarken konstruiert. Die ersten bereits fertiggestellten Magnete vom Typ GI und GJ wurden mit diesen Messmarken ausgerüstet und die Bezugsmessung zur Übertragung der Magnetachse auf die Messmarken durchgeführt.

Für den LINAC II wurden S-Band-Strukturen inklusive der Hüllrohre justiert. Beim LINAC III wurden die RF-Quelle und die LEPT justiert.

Bei TTF/FEL wurde die Cavity-Struktur für das ausgetauschte Modul I justiert, die Struktur im Tank montiert und zu den Referenzmarken ausgerichtet. Das komplette Modul wurde anschließend installiert und im Strahlweg justiert. Im Zuge des Einbaus der neuen Komponenten wie Kollimatorstrecke, Undulator und Experimentierstrecke wurde ein neues System von Referenzpunkten geschaffen. Dafür wurden die bereits beim HERA-Ausbau eingesetzten Vermessungssäulen modifiziert und eingesetzt. Auf in den Boden eingebrachte Ankerplatten können diese Beobachtungspfeiler für den Zeitraum der Vermessung reproduzierbar montiert werden und stellen dadurch feste Bezugspunkte dar.

Der Einbau aller neuen Komponenten von Kollimatorstrecke, Undulator und Experimentierstrecke im TTF wurde von der Vermessung begleitet. Hierzu fällt in

der Regel nach der Bezugsmessung zwischen Komponentenachse und Messmarke eine erste Justierung aller Komponenten im Strahlweg an, damit die Vakuumkammern eingebaut bzw. zusammengeflanscht werden können. Nach Montage und Anschluss von Kühlung, Stromversorgung und Einbringung der Abschirmung werden die Komponenten dann feinjustiert. Beim Undulator wurde zusätzlich eine Feinjustierung der Vakuumkammer erforderlich.

Für sämtliche im Zusammenhang mit der TTF-Erweiterung erforderlichen Gebäude wurden im Gelände die Bauachsen abgesteckt. Während der Erstellung wurden gegebenenfalls weitere Absteckungen vorgenommen, wie zum Beispiel für die in das Tunnelbauwerk einzubringenden Ankerplatten zur Befestigung der Schienen der Transportbahn.

Zusätzlich fielen Arbeiten wie die Aufmessung der ehemaligen Biologischen Anstalt Helgoland oder topographische Vermessungen für den neuen Kühlteich oder die Fernwärmeleitung an.

Experimente

Bei HERA-B wurden für die Komplettierung des Experiments zahlreiche Messungen vorgenommen. So wurden bei den PC-, TC- und den Myon-Kammern Rahmen auf Maßhaltigkeit überprüft. Bei den Myon-Kammern wurde ein Test-Aufbau durchgeführt. Im Experiment wurden die Schienen der Kammerträger justiert sowie auf den jeweiligen Schienen die Sollposition der Kammerahmen markiert. Für die Detektorkammern wurden die Outer-Tracker-Tische aufgebaut und justiert. Nach dem Einbau zahlreicher Komponenten wurde das gesamte HERA-B Experiment neu justiert. Vertex, Magnet, Mittelplattform inklusive Kalorimeterrahmen und RICH-Detektor wurden neu zur Maschinenachse positioniert. Im Vertex wurden die Andruckrollen für die HF-Bänder sowie die Targetdrähte in mehreren Referenzpositionen unter Normaldruck und im angepumpten Zustand eingemessen. Am RICH-Detektor wurden die Positionen der oberen Photomultiplier neu bestimmt.

Bei HERMES wurden wesentliche Komponenten des Experiments wie Kollimator, Targetzelle und Vertex eingemessen und neu im Strahl justiert. Die Position

der Luminositäts- und Strahllage-monitore wurde neu bestimmt.

Gebäude- und Beschleuniger-Informationssystem (GeBIS)

Neben der Fortführung des DESY-Lageplans wurden weitere Gebäudegrundrisse (1E, 3, 51, 52, 53) anhand von Bauzeichnungen im Programmsystem GDS nachkonstruiert. Da der Abschluss dieses Projekts zum Aufbau des Gebäude-Leittechnik-Systems GEBANIS dringend geworden ist, wurde die Fremdvergabe der gesamten Restarbeiten (etwa 70%) vorbereitet.

Um die Zugänglichkeit der Informationen über das WWW zu verbessern, wurde die Struktur des Tuovi-Projekts GeBIS überarbeitet, so dass jetzt auch Dokumente anderer Gewerke eingestellt werden können.

Für das TESLA-Projekt wurden Karten für den ersten Anhörungstermin erstellt sowie die Bauleitpläne entlang der Trasse in GDS und Tuovi archiviert. Außerdem wurde die Trasse zu Präsentationszwecken (EXPO 2000) in Luftbildern eines Hubschrauberfluges visualisiert (Abb. 110).

Wegen des bevorstehenden Endes der Unterstützung für die Software GDS, auf der GeBIS beruht, wurden zwei Kandidaten für ein Nachfolgesystem zur Probe installiert. Da wegen der angestrebten Einbindung des GIS/FM Systems in ein integriertes Informationsmanagement-System weitere Optionen untersucht werden sollen, ist noch keine Entscheidung gefallen.

Die Jahr-2000-Fähigkeit des Systems wurde durch ein Update der GDS-Software sichergestellt.

Gaseservice

Im Berichtszeitraum wurde wiederum in besonderem Maße das Experiment HERA-B unterstützt. Für den Test der diversen OTR-Kammermodule wurden mehrere Gasflaschenstationen mit Verrohrung zu den Entnahmestellen im und am Gebäude 36 projektiert und beauftragt. Im Gascontainer von HERA-B wurden einige

Gasentnahme-Stationen wegen der großen benötigten Mengen so umgebaut, dass neben Einzelflaschen auch sogenannte Ranger-Behälter (Inhalt etwa 400l tiefkalt verflüssigtes Gas) oder Flaschenbündel angeschlossen werden können. Für den sich abzeichnende hohen Bedarf wurde das Tetrafluormethan (CF₄) in speziell behandelten Flaschenbündeln angeliefert, die frei von halogenierten Kohlenwasserstoffen sein und sich eigens einer TÜV-Begutachtung unterziehen mussten.

Auch bei den anderen HERA-Experimenten und Versuchsaufbauten an den Teststrahlen hat ZMEA6 Serviceleistungen erbracht. Für das Zukunftsprojekt TESLA wurden an verschiedenen Orten auf dem DESY-Gelände Gasentnahme-Stationen projektiert und beauftragt sowie veraltete Stationen erneuert.

Die neuen Gesetzesauflagen für die großen Tanks mit einem Betriebsdruck unter 6 bar wurden umgesetzt, so dass diese im November vom Amt für Arbeitsschutz überprüft und abgenommen werden konnten. Die eigene Herstellung von Mischgas hat weiter zugenommen. Es wurden 800 Flaschen gemischt. Dies entspricht einer Zunahme von 30% gegenüber dem Vorjahr, in dem es eine ähnlich lange Datennahmeperiode gab.

Sicherheitseinrichtungen

Im HERA-Bereich lag der Schwerpunkt der Arbeiten bei dem Experiment ZEUS. Die dortige, noch rein in Relais-technik ausgeführte alte Sicherheitsanlage wurde auf Basis einer SPS-Steuerung völlig neu aufgebaut. Die bisherigen, zur Abstrahlung des akustischen Hallenräumungsalarms installierten Schallgeber wurden auf Lautsprecherbetrieb umgerüstet. Ein digitales Anzeigergerät gibt im Alarmfall über diese Anlage automatisch zusätzliche Informationen und Anweisungen. Drei im Gebäude verteilte Sprechstellen erlauben sicherheitsbezogene oder auch betriebliche Durchsagen. Das Experiment H1 erhielt in gleicher Weise durch Umbau eine derartige Lautsprecheranlage.

An den Sicherheitsanlagen der Experimente HERA-B und HERMES wurden Wartungs- und kleinere Erweiterungsarbeiten ausgeführt. Bei HERMES wurde nach dem Muster von HERA-B die Visualisierung des Status der Sicherheitsanlage nachgerüstet.

Die Sicherheitsanlagen in den HERA-Hallen West, Ost und Süd wurden durch ein faseroptisches/elektrisches Netzwerk miteinander verbunden und die entsprechenden Steuerungen, Leitungstreiber und Kommunikationsprozessoren programmiert. Außerdem wurde eine Querverbindung zu dem von der Gruppe TNS installierten Gebäude-Leittechnik-System GEBANIS hergestellt, so dass der Technische Notdienst über diesen Kanal im Störungs- oder Alarmfall wesentlich detailliertere Informationen als über das bisherige Netz der Esser-Brandmeldeanlagen erhält.

Beim Personen-Interlock bei HASYLAB wurden nunmehr auch alle Nebengebiete mit elektromagnetischen Türverriegelungen versehen, gleichzeitig wurden auch alle Steuerungen der Neben-Strahlverschlüsse erneuert. Bei der Interlock-Stromversorgung in der HASYLAB-Halle 3 wurden die Einspeisungs-Wandverteiler, ein

Großteil der 230 V Versorgungsleitungen durch eine halogenfreie Ausführung und alle 24 V Netzeinschübe ersetzt. Die akustische Warnung bei Öffnen des Strahlverschlusses am Teststrahl 24 im Gebäude 27 wurde versuchsweise auf ein digitales Ansagegerät umgestellt. Die Anlage wurde von der Abteilung für Strahlenschutz D3 und vom Strahlenschutz-Verantwortlichen für HASYLAB abgenommen und dient als Vorbild für die geplante Umrüstung der übrigen Teststrahlen und von HASYLAB.

Vermehrte Ausfälle waren Anlass dafür, die insgesamt 41 seit mehreren Jahren bei H1, ZEUS und HERMES laufenden Probenahme-Pumpen der Gaswarnanlagen einer Revision zu unterziehen. Daneben wurden planmäßig alle von ZMEA betreuten Sicherheitsanlagen geprüft, nachkalibriert und gegebenenfalls instandgesetzt oder den Anforderungen der Experimente entsprechend geändert.

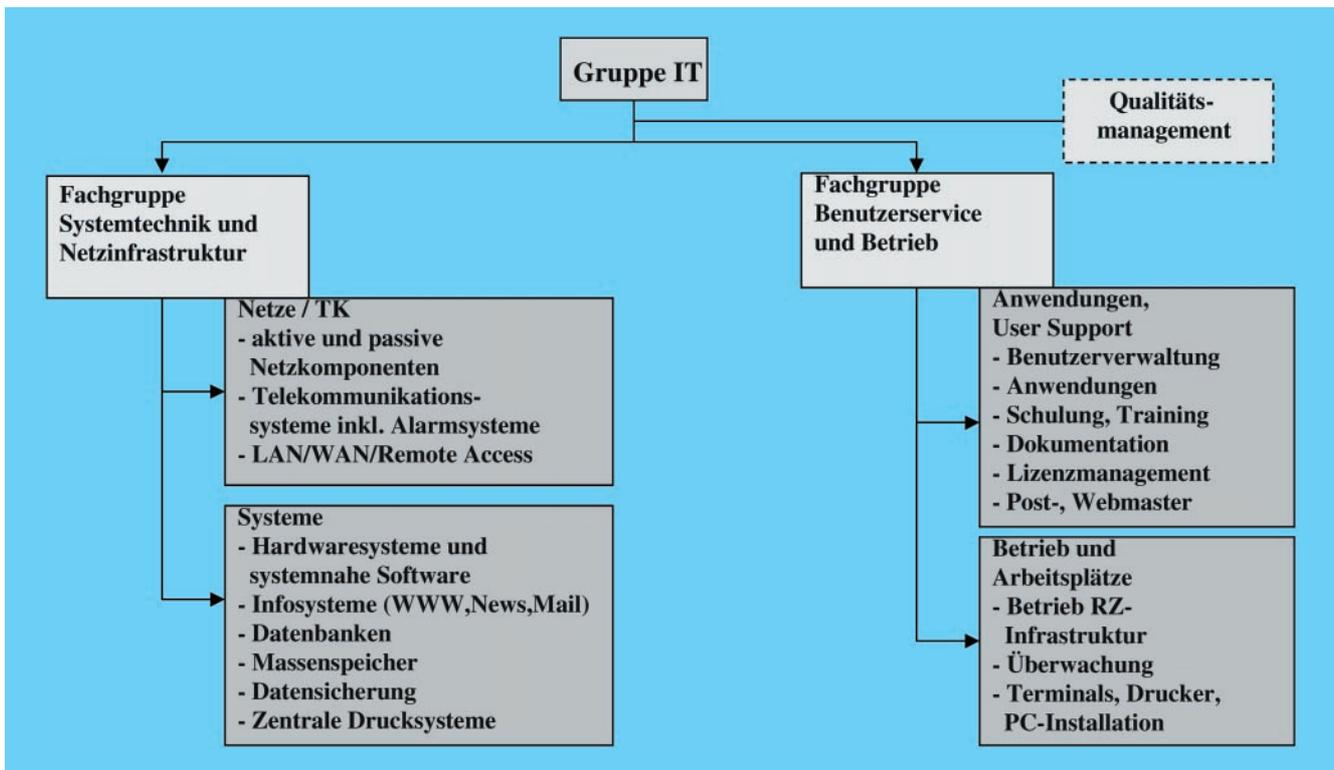


Abbildung 113: Aufbauorganisation der Gruppe IT.

Zentrale Datenverarbeitung

Informationstechnik (IT)

Die im Wissenschaftlichen Jahresbericht des vergangenen Jahres beschriebenen Aktivitäten im Bereich der PC-gestützten Arbeitsplätze haben im Berichtsjahr an Umfang erheblich zugenommen. Unter anderem musste, auch aufgrund dezimierter Personalressourcen in der zentralen Datenverarbeitung, wie bei DESY insgesamt, durch Restrukturierung der Aufbauorganisation den Veränderungen Rechnung getragen werden. Oberstes Ziel war dabei die Förderung der Zusammenarbeit mit den auf die Datenverarbeitung angewiesenen Gruppen durch Schaffung einer klaren Gruppenstruktur (Abb. 113), die sich auf zwei Linien stützt:

- Systemtechnik und Netzinfrastruktur
- Benutzerservice und Betrieb.

Diese klare Struktur sorgt für eindeutige Verantwortlichkeiten und soll neben dem die Arbeit in den Linien bestimmenden Tagesgeschäft die dazu horizontal laufende gruppen- und bereichsübergreifende Projektarbeit ermöglichen. Die Einführung von WindowsNT wurde von einer Projektgruppe aus Mitarbeitern von IT, F und M durchgeführt.

Thematisch wurde der Aufgabenbereich durch Integration der Fernmelde- und Fernsprechtechnik angereichert. Dieser Schritt und die Tatsache, dass Datenverarbeitung bei DESY in zunehmendem Masse dezentral betrieben wird, führte dazu, dass sich die Gruppe den Namen „Informationstechnik“ gab.

Ein zentrales Thema für die gesamte Gruppe war die Prüfung aller Dienste auf ihre Jahr-2000-Festigkeit, die mit Beginn des Berichtsjahres konsequent durchgeführt wurde. Über das Jahr verteilt wurden zahllose von den Herstellern bereitgestellte Korrekturen eingebaut sowie obsoletere Geräte ausgetauscht.

LINUX

Die Zahl der mit zentraler Unterstützung installierten LINUX-Rechner ist im Berichtsjahr von 70 auf 280 gestiegen. LINUX ist damit die zahlenmäßig weitaus stärkste UNIX-Plattform bei DESY geworden, und weiteres Wachstum ist absehbar. Etwa 60 Rechner befinden sich in PC-Farmen, die überwiegend zur Datenrekonstruktion der HERA-Experimente H1 und ZEUS genutzt werden. Weitere 40 sind in Workgroup-Clustern organisiert, die für interaktives Arbeiten und Batch-Analyse durch die jeweiligen Gruppen genutzt werden. Die anderen 180 Systeme befinden sich außerhalb des Rechenzentrums, vorwiegend als persönliche Workstations für einzelne Wissenschaftler, aber unter anderem auch in Experimentkontrollen.

In Zusammenarbeit mit der SuSE GmbH wurden die Mechanismen für eine automatisierte Installation des Basissystems und der DESY-spezifischen Erweiterungen weiterentwickelt. Der Installations-Server wurde so ausgebaut, dass mehrere Versionen parallel gehalten und zur Installation bereitgestellt werden können.

Die Installation und Pflege aller unterstützten LINUX-Rechner ist weitgehend in den bestehenden UNIX-Support eingebettet. Wegen der Eigenheiten eines sich schnell entwickelnden Betriebssystems ohne kommerziellen Support waren an einigen Stellen Sonderlösungen und Eigenentwicklungen nötig. Durch eine automatisierte Überwachung konnte die Stabilität im Netzbetrieb stark verbessert werden. Das Supportkonzept wurde im Dialog mit den Anwendergruppen weiterentwickelt und offener gestaltet, so dass in Zukunft netzwerkbasierte Installationen für ein breites Spektrum an Konfigurationen verfügbar sind. Zwei Standardkonfigurationen für Server und Workstations werden weiterhin als vollautomatisierte Installation angeboten. Einzelne Bausteine der DESY-Umgebung wer-

den auch für solche Rechner verfügbar gemacht, für die die vollautomatische Installation nicht in Frage kommt.

Data Management

Das im Jahr 1998 für das Speichern der Physikdaten primär genutzte Robotersystem von der Firma Grau, bestückt mit 10 Ampex-Bandlaufwerken (Gesamtkapazität etwa 100 TB), musste wie geplant im Frühjahr durch Bereitstellung eines weiteren Robotersystems um weitere 100 TB erweitert werden. Die Wahl fiel auf ein Archiv der Firma Storage Technologies, das mit bis zu 450 Kassettenwechseln pro Stunde das zur Zeit leistungsfähigste Gerät am Markt ist. Ausschlaggebend war allerdings die Verfügbarkeit einer neuen Laufwerktechnologie (Typ 9840), die im Vergleich mit extrem kurzen Latenzzeiten dem Anwenderprofil mit Anforderungen von bis zu 5000 wahlfreien Zugriffen pro Tag hervorragend entgegenkommt. Dank der Flexibilität der Softwarearchitektur des bei DESY weiterentwickelten „Open Storage Managers“ (OSM) ließ sich auch dieses neue System mit seinem Roboter und den zehn Laufwerken mit geringem Aufwand und völliger Transparenz für die Benutzer in die Massendatenverwaltung integrieren.

Umfangreiche Datenbestände wurden von der zentralen Datenverarbeitung für die Nutzer aus dem Bereich von H1, ZEUS und HERMES vom ACS sehr effizient auf das neue System migriert. Damit ist die Voraussetzung für die Abschaltung der vier bis zu zehn Jahre alten ACS-Roboter geschaffen, auf denen nur noch wenige Aktivitäten zu verzeichnen waren.

Das im März 1998 begonnene und von der EU geförderte EUROSTORE-Projekt hat im Berichtsjahr gute Fortschritte gemacht, wenngleich sich die Erwartungen an das Finden qualifizierter Mitarbeiter zu den im öffentlichen Dienst geltenden Bedingungen am Arbeitsmarkt nicht erfüllten. Letzteres hatte Abstriche bei der Funktionalität und eine beabsichtigte Verlängerung des Projektes um etwa sechs Monate zur Konsequenz. Zum Ende des Berichtsjahres stand der Prototyp eines hierarchischen Speicherverwaltungssystems mit aufgesetztem migrationsfähigen parallelen Filesystem zur Verfügung.

Die im letzten Jahresbericht beschriebene Neuentwicklung des Disklayers, eines Systems, das die Leistung

des zentralen Massenspeichersystems erheblich verbessern wird, ist im Berichtsjahr konsequent fortgesetzt worden. Aufgrund des ähnlich gelagerten Bedarfs bei gleichen Zeitzielen wurde eine enge Kollaboration mit der Computing Division am Fermilab (USA) etabliert. Unter Mitwirkung eines Software-Experten vom Fermilab haben DESY-Mitarbeiter die Entwicklung bis zur Fertigstellung eines Prototyps vorangetrieben.

Die starke Zunahme der WindowsNT-Systeme mit progressiv wachsenden Datenvolumina sowie der neuen SAP-Server-Plattform machte einen Ausbau des Datensicherungs-Services dringend erforderlich. Im Zuge der Bestrebungen zur Plattform-Konsolidierung wurde beschlossen, keine weiteren Server von IBM, sondern ein Mehrprozessorsystem von SUN zu beschaffen. Um das System effizient einsetzen zu können, wurde es mit insgesamt fünf Netzwerk- sowie vier SCSI-Anschlüssen ausgestattet und bietet zum Beispiel im Kontext von SAP mit einer Servicebandbreite von etwa 40 GB/h eine hervorragende Leistung. Diese hohe Leistung – bis hin zum Magnetbandmedium – konnte nur durch die Verwendung der neuen 9840-Laufwerke realisiert werden. Das vom ADSM gesicherte Dateninventar besteht zur Zeit aus etwa 20 Millionen Dateien mit einem Gesamtvolumen von etwa 3 TB (mittlere Dateigröße 150 kByte).

Datennetze

Für die Netzwerkgruppe war im Berichtsjahr die Ablösung der fragilen und überlasteten Netzwerk-Infrastruktur insbesondere im Gebäude 1 das wichtigste Ziel. Nach Fertigstellung der sternförmigen Leitungs-Infrastruktur auf Basis eines 1 GHz UTP-Kabels wurde der Markt erneut nach geeigneten Datenvermittlern sondiert. Im Frühjahr 1999 kündigte der amerikanische Hersteller CISCO die vorzeitige Verfügbarkeit einer neuen Generation von Datenvermittlern an, die DESYs Anforderungen hinsichtlich Leistungsfähigkeit und Funktionalität besonders gut abzudecken vermögen. Mit Hilfe von CISCO wurden eine geeignete Netzwerktopologie und eine Migrationsstrategie entwickelt. Seit August steht das Kernnetz mit redundant ausgelegten Vermittlern für den Anschluss von mehr als 2000 Endgeräten zur Verfügung, wobei jedes Endgerät über die volle Bandbreite eines 10- oder 100-Mbit

Ethernet-Anschlusses verfügen kann. Ein breitbandiger Übergang zwischen dem neuen und dem bestehenden Netz wurde geschaffen. Der dabei eingesetzte Vermittler hatte allerdings erhebliche Stabilitätsprobleme, deren Behebung sehr zeitaufwendig war und der intensiven Zusammenarbeit mit dem Hersteller bedurfte. Im Dezember des Berichtsjahres waren etwa 1000 Endgeräte an die neue Netzwerkinfrastruktur angeschlossen. Die Qualität der Netzwerkverbindungen und damit der Arbeitsumgebung in der heterogenen Client/Server Architektur hat sich damit für die Benutzer erheblich verbessert.

Im Bereich der externen Netze ergab sich eine spürbare Verbesserung der europaweiten Verbindungsqualität mit Ablösung des paneuropäischen Netzwerks TEN-34 durch TEN-155. Insbesondere wurden weitere Länder, wie zum Beispiel Polen, in die Gruppe der mittels TEN-155 vernetzten Forschungsgemeinschaften aufgenommen.

Große Schwierigkeiten gab es trotz Aufstockung der Leitungsbandbreite der Transatlantik-Leitungen des DFN von 90 auf 155 Mbps. Erst Mitte August gelang es DESY durch Teilnahme an einem Pilotprojekt zur Erprobung von Qualitätssicherungsmaßnahmen durch Schaffung eines dem DESY-Verkehr vorbehaltenen Kanals eine gute und verlässliche Qualität auf den Strecken nach Nordamerika und Kanada zu erzielen.

Zentraler Druckservice

Der zentrale Druckservice lief bis ins vierte Quartal 1999 auf drei identisch aufgesetzten Servern, deren Betriebssystem vom Hersteller nicht für das Jahr 2000 zertifiziert war. Außerdem wurden mit stetig wachsendem Bedarf unvermeidbare Instabilitäten beobachtet, die häufige Initialisierungen von Prozessen und ganzen Servern notwendig machten. Aus den genannten Gründen wurde in Hamburg und in Zeuthen die Ablösung des von DESY angepassten BSD-Printsystems beschlossen. In Zusammenarbeit mit den Kollegen in Zeuthen wurden dazu zwei Varianten verfolgt:

- Ablösung durch ein kommerzielles System,
- Ablösung durch eine Spooler-Software aus dem „Open Source Umfeld“.

Die betrachteten kommerziellen Lösungen waren mit unvermeidbaren technischen Nachteilen und hohen Kosten verbunden. So besteht zum Beispiel die Notwendigkeit, produktspezifische Klienten-Software auf jedem Rechner zu installieren, wobei noch nicht einmal alle bei DESY gängigen Rechnervarianten unterstützt werden. Außerdem konnte kein Anbieter gefunden werden, der ein Filterpaket für UNIX pflegt, das die vorhandenen Druckertypen und Eingabeformate unterstützt. Aufgrund des Erfahrungsaustausches mit anderen Instituten wurde deshalb der Beschluss gefasst, die Software LPRng aus dem „Open Source Umfeld“ einzuführen.

LPRng bietet

- volle Abwärtskompatibilität zu BSD-Printing (RFC 1179),
- einheitliche Lösungen auf allen UNIX- und LINUX-Plattformen,
- Kerberos-Unterstützung,
- LDAP-Unterstützung,
- erheblich komfortablere Administration der Drucker und Spooler,
- eine Einbindung der DESY-spezifischen Filterscripte ist möglich,
- es wird ein Filterpaket für UNIX angeboten, das alle gängigen Drucker und Formate unterstützt,
- Skalierbarkeit ist gegeben, Installationen mit mehr als 2000 Druckern existieren,
- LPRng wird seit sechs Jahren gut gepflegt und ständig weiterentwickelt.

Nach Installation einer LPRng-basierten Testumgebung wurde nach dreimonatigen erfolgreichen Tests die Beschaffung der neuen Spooler-Hardware vom Typ SUN Enterprise 250 eingeleitet. Bis zum Ende des Berichtsjahres wurden die Drucker gebäudeweise vom alten auf das parallel aufgesetzte neue Spoolsystem migriert. Da LPRng volle Kompatibilität zum vorhandenen LPR bietet, waren keine Anpassungen auf den Klienten notwendig. Sollte dennoch die Aktualisierung des ausführbaren Codes auf den Klienten notwendig sein, sorgen Moduln im Netzwerkfilesystem AFS dafür, dass immer die aktuellen Versionen automatisch ausgewählt werden.

Datenverarbeitung in der Verwaltung

Nach etwa zehnmonatiger Vorbereitung wurde Mitte Juli 1999 planmäßig die Produktion der betriebswirtschaftlichen EDV der Verwaltung unter SAP R/3 aufgenommen. Damit haben sich die Erwartungen hinsichtlich Machbarkeit und Qualität des neuen Systems vollständig erfüllt. Hervorzuheben ist die sehr erfolgreiche Zusammenarbeit zwischen den Mitarbeitern von DESY und der Beratungsfirma, ohne die eine termingerechte Fertigstellung sicher nicht möglich gewesen wäre. Damit wird dieses Projekt als beispielgebend für größere Softwareprojekte unter Industriebeteiligung angesehen. Die SAP-Basisbetreuung sowie die Administration der Server werden, anders als in der Vergangenheit, nicht mehr von DESY-eigenem Personal, sondern von externen Dienstleistungsunternehmen wahrgenommen.

Auch das System zur Abrechnung von Personalkosten PAISY wurde zur Mitte des Berichtsjahres von der MVS-Plattform erfolgreich auf einen UNIX-Rechner migriert. Erschwert wurde diese Migration dadurch, dass ein spezieller Drucker mit integrierter Kuvertiermaschine an das System anzupassen war.

Damit konnte das zuletzt lediglich für Anwendungen aus dem Verwaltungsbereich betriebene MVS-System mit seiner umfangreichen Plattenperipherie endgültig aus dem Betrieb genommen werden. Diese Architektur war bei DESY mehr als 35 Jahre im Einsatz und etwa 25 Jahre die primäre Plattform für die wissenschaftliche Datenverarbeitung.

Benutzerservice und Betrieb

Im Laufe des Berichtsjahres waren umfangreiche Installationen von Magnetplatten-Laufwerken im Umfeld der Rechenanlagen für die wissenschaftliche Analyse notwendig geworden. In diesem Zusammenhang ist erwähnenswert, dass sich die Industrie im Bereich der Schnittstellen zunehmend von SCSI abwendet und vermehrt Fibre Channel anbietet. Für die Analyse-Rechenanlagen wurde bereits im Berichtsjahr eine Kapazität von 2 TB auf Basis dieser Technologie beschafft. Während der Anschluss an Rechner mit einem Alter von weniger als vier Jahren problemlos möglich ist, können Fibre Channel Platten wegen des nicht verfü-

baren Interfaces nicht an die SGI-Challenge Multiprozessorrechner angeschlossen werden. Da in diesem Bereich aber bereits die langfristige Ablösung durch PC-Farmen beschlossen wurde und darüber hinaus große Plattenmengen heute über dedizierte Datenserver betrieben werden, erwächst daraus keine nennenswerte Einschränkung.

Neben der Aufrüstung der Plattenkapazität gab es Anforderungen für umfangreiche Installationen von PC-Farmen, die für die Rekonstruktion und Analyse physikalischer Ereignisse eingesetzt werden. Der dadurch entstehende erhebliche Platzbedarf führt zu einer annähernden Belegung des vorhandenen Raumes im Rechenzentrum. Nach Abschaltung des MVS-Services führt die Beseitigung von Rechner und Peripherie voraussichtlich nur für die nächsten zwei Jahre zu einer vorübergehenden Platzreserve. Langfristig ist auch unter Berücksichtigung der vorhersehbaren Technologieveränderungen eine räumliche Erweiterung unumgänglich.

Zur stabilen Stromversorgung der im Rechenzentrum installierten Geräte wurde 1991 eine unterbrechungsfreie Stromversorgung mit einer Reserve von etwa 30 Minuten installiert. Zwischenzeitlich ist die Kapazität der Batterien auf etwa 50% gesunken, so dass ein längerer Stromausfall, wie zum Beispiel im September des Berichtsjahres, nicht mehr aufgefangen werden kann. Aus diesem Grunde wurde die Planung zur dauerhaften Energieversorgung und Klimatisierung des Rechenzentrums aufgenommen.

Der „Betrieb“ ist eine wesentliche Instanz in der Beschaffungskette für PCs. Nach Definition des DESY Standard-PCs durch ein bereichsübergreifendes Komitee wird die Beschaffung der von den Nutzergruppen angeforderten PCs von Mitarbeitern des Benutzerservice ausgelöst. Die Geräte werden ins Rechenzentrum geliefert, dort geprüft und mit eventuell vom Standard abweichenden Komponenten nachgerüstet. Auf diese Weise wurden im Berichtsjahr etwa 400 PCs an die Endanwender ausgeliefert.

Im Bereich der Unterstützung der Anwendungssoftware wurde das Repertoire insbesondere bezüglich Software unter WindowsNT erheblich ausgebaut. Insgesamt stehen den Benutzern jetzt mehr als 170 Fachsoftwareprodukte in etwa 20 Klassen zur Verfügung,

die Gebiete enthalten wie Grafik und Text, Programmiersprachen, wissenschaftliche Software und Kommunikation. Besonders hervorzuheben ist an dieser Stelle die im Herbst aufgenommene zentrale Unterstützung für das von den HERA-Kollaborationen benötigte Analyse-Software-Paket RooT, das inzwischen in der Hochenergiephysik weit verbreitet ist. Nachdem Mitte Oktober mit Vertretern aus den Kollaborationen die Rahmenbedingungen für die Unterstützung vereinbart worden waren sowie eine erste Festlegung auf die initial benötigten Versionen von RooT und der C++ Compiler Suite erfolgt war, konnten erste Produkte für die LINUX-Plattform bereits Anfang November im AFS bereitgestellt werden.

Ein weiteres zentrales Thema ist die Konsolidierung des Bereichs der Electronic Mail. Im Berichtsjahr gab es drei vernetzte Systeme, die alle zur Abdeckung der notwendigen Funktionalität erforderlich waren:

- zentraler UNIX-Mailer mit Mailsystem von der University of Washington,
- zentraler Mail-Router PMDF unter VMS,
- zentraler WindowsNT-Mailer.

Stark wachsende Benutzerzahlen, die geplante Abschaltung des zentralen VMS-Services sowie operative Defizite des WindowsNT-Mailers sind zwingende Gründe für die Konsolidierung. Bei der Auswahl eines Nachfolgesystems richtet sich das Augenmerk auf kommerziell angebotene Produkte und die Möglichkeit der externen Betreuung. Die benutzerorientierte Betreuung wird auch zukünftig von Mitarbeitern der Linie Benutzerservice durchgeführt werden.

VMS

Der Arbeitsaufwand für den Betrieb des zentralen VMS-Clusters ist durch alternde Hardware und zunehmende Ausfälle größer geworden. Dieser ist nur noch zu rechtfertigen, weil zum Jahreswechsel 2000 eine Migration des zentralen Mail-Gateways von VMS auf eine andere Plattform erfolgt, und der Betrieb für HASYLAB bis zum Abschalten von VMS im Juli 2000 aufrechterhalten wird.

WindowsNT

Die folgenden Maximen werden von der WindowsNT-Projektgruppe beim Aufbau der WindowsNT-basierten Infrastruktur zugrunde gelegt, um den personellen Aufwand im PC-Umfeld möglichst gering halten zu können:

- möglichst einfache Windows-Infrastruktur,
- nur eine gemeinsame WindowsNT-Domain für DESY in Hamburg und Zeuthen,
- enge Zusammenarbeit der WindowsNT-Projektgruppe mit den Benutzergruppen bei Planung und Aufbau der Infrastruktur sowie bei überlappenden Aufgaben,
- Angebot von zentralen Services und Nutzung der Services von IT.

Benutzerentwicklung in der DESY WindowsNT-Domain

Im Laufe des Jahres wurde die Vielfalt der unterschiedlichen, autonomen PC-Systeme bei DESY durch Überführung vieler Benutzer und Gruppen in die gemeinsame Domain (unter anderem der gesamte V-Bereich und die Bibliothek) weiter verringert. Die PC- und Benutzerzahlen in der Domain DESYNT stiegen wie schon 1998 etwa linear an und erreichten im Dezember folgende Werte:

- 2210 registrierte Benutzer, davon etwa 35% aus dem F-Bereich und HASYLAB, 30% aus dem M-Bereich,
- 1310 im Dezember eingeschaltete PCs,
- 1150 gleichzeitig eingeschaltete PCs (maximal).

Ausbau und Verbesserung der Services in der Domain

- Die Infrastruktur der Domain wurde verbessert durch redundante Auslegung verschiedener Services, Aufbau redundanter Domain-Elemente in Subnetzen des M-Bereichs und Vergrößerung

des Plattenplatzes durch einen zweiten Home-Directory-Server.

- Alle Server wurden Jahr-2000-fest gemacht, den Benutzergruppen wurde via Web Hilfe angeboten, im WindowsNT-User Meeting war das Thema fester Teil der Tagesordnung.
- Die Werkzeuge, die von den Gruppenadministratoren zur Administration ihrer Gruppen benötigt werden, wurden auf Web-basierte Werkzeuge umgestellt und erweitert.
- Ein eigener Web-Server wurde eingerichtet, der es Domain-Benutzern gestattet, eigene Homepages zur Verfügung zu stellen. Darüber hinaus können Gruppen eigene Webservices mit Active-Server-Pages zur Verfügung stellen.
- Ein Anti-Viren Tool durchsucht die zentralen Directories und kann auf Wunsch auf den Client-PCs benutzt werden; dies wird als erweiterter Test zur Zeit auf etwa 180 PCs genutzt.
- Der Application-Service wurde verbessert, neue Werkzeuge wurden geschrieben, weitere Applikationspakete wurden von IT, der Projektgruppe und M-Gruppen angeboten.
- Der Aufbau eines Mailservers auf der Basis von MS-Exchange wurde durch Voruntersuchungen vorbereitet.

Ausbau der Zusammenarbeit mit Benutzergruppen

Ein wesentlicher Teil der Arbeit der WindowsNT-Projektgruppe besteht in der Beratung und der Zusammenarbeit mit den Fachgruppen.

Der Verwaltungsbereich wurde vollständig zu WindowsNT migriert. Die Zusammenarbeit mit M-Gruppen wurde intensiviert, insbesondere im Bereich der HERA-Kontrollen und der HERA-Zugangskontrollen, der Hilfe bei der Umstellung von Novell auf WindowsNT sowie einer gemeinsamen WindowsNT-Infrastrukturplanung.

Vorbereitungen auf Windows2000

Die Einführung von Windows2000 muss bei weiterhin stark ansteigenden Benutzer- und Rechner-Zahlen

in der alten Domain erfolgen, wobei der laufende Betrieb möglichst wenig gestört werden darf. Der Aufbau der Windows2000-Infrastruktur und das Zusammenspiel mit der bestehenden Infrastruktur muss sorgfältig geplant und vorbereitet werden. Dazu wurden Testdomains eingerichtet und verschiedene Voruntersuchungen für den geplanten Übergang begonnen.

Informationsmanagement, Prozesse und Projekte

Die Gruppe Informationsmanagement, Prozesse und Projekte (IPP) hat die Schaffung eines integrierten Informationsmanagements (I2M) zur Aufgabe, um im Hinblick auf zukünftige Projekte deren Verfolgung zu vereinfachen und zu verbessern. Als Ziel wird die Einführung und Kopplung dreier technischer Informationssysteme betrieben:

- eines Engineering Data Management Systems (EDMS) zur Unterstützung der Konstruktionsprozesse und zur Zeichnungsarchivierung,
- eines Asset Management Systems (AMS) zur Dokumentation der Anlagen und IT-Infrastruktur,
- eines Facility Management Systems (FMS) für die Gebäude- und Anlagenbewirtschaftung.

Entsprechend der engen Anbindung an die Konstruktion ist die Gruppe IPP für den zentralen Support der mechanischen CAD-Systeme am DESY verantwortlich. Außerdem betreibt die Gruppe ein Dokumenten-Management-System als Vorstufe und Basis eines umfassenden Informations-Managements.

Leistungsangebot und Ziele im Berichtsjahr

Im Berichtsjahr stand neben dem Betrieb der vorhandenen Systeme vor allem die Vorbereitung der I2M-Projekte im Vordergrund. In allen drei Bereichen konnten erste Aktivitäten gestartet werden, wobei das we-

sentliche Ziel im Einbeziehen und Koordinieren der vielen am I2M beteiligten Gruppen lag. Im Bereich des CAD-Supports war die Anwenderunterstützung die Hauptaufgabe mit dem Ziel, durch organisatorische und technische Maßnahmen die Qualität zu optimieren und gleichzeitig den Aufwand zu reduzieren. Das Dokumentenmanagement wurde zuverlässig mit stetig wachsendem Dokumentenbestand weiterbetrieben.

Tätigkeitsbericht und -bewertung

Zu Beginn des Berichtsjahres hat im Z-Bereich eine Prozessanalyse stattgefunden, bei der die Arbeitsabläufe der verschiedenen Gruppen aufgezeichnet und auf Schwachstellen analysiert wurden. Bei der Prozessanalyse hat die Gruppe IPP in der Planung, Vorbereitung und Durchführung des Projekts mitgewirkt, die Projekt-Dokumentation geführt und innerhalb des Z-Bereichs veröffentlicht sowie die Projektleitung gestellt. Das Projekt hatte das Ziel, den Z-Bereich auf eine effektive Teilnahme an künftigen Großprojekten DESYs vorzubereiten. Es hat eine hohe Sichtbarkeit im Z-Bereich erreicht und in fast allen Gruppen zahlreiche Folgeaktivitäten zur Arbeitsorganisation eingeleitet.

Als direkte Projektfortsetzung hat IPP eine Prozessanalyse des CAD-Supports durchgeführt und das Leistungsangebot prozessorientiert definiert. Die unterstützten Leistungen umfassen das Einrichten von Arbeitsplätzen, die Pflege von CAD-Systemen, die Unterstützung (Hotline) und Schulung von Anwendern sowie den Aufbau eines Informations- und Dokumentationsangebots. Die Analyse wurde innerhalb von vier Monaten abgeschlossen und umgesetzt und hat sich vor allem im Hinblick auf die Transparenz und Übertragbarkeit der Arbeit bewährt.

In Fortsetzung der Prozessanalyse wurden in einer den gesamten Bereich umfassenden Projektgruppe Projekt-Richtlinien für den Z-Bereich erarbeitet. Auch hier hat die Gruppe IPP mitgewirkt und die Projektdokumentation erstellt.

Im Herbst wurde ein Releasewechsel des zentralen 3D-CAD Modellierungswerkzeugs anhand der neu definierten Prozesse durchgeführt. Im Rahmen dieser Aktivität konnten die Systemlandschaft vereinheitlicht, ein zentraler Datenserver für alle CAD-Arbeitsstationen eingeführt und die Systemleistung gesteigert werden.

Der Releasewechsel dauerte von der Planung bis zur Umsetzung drei Monate und konnte termingerecht erfolgreich abgeschlossen werden. Die I2M-Projekte sind mit Findungs- und Ausarbeitungsphasen gestartet worden. In zahlreichen Workshops und Präsentationen wurden viele Gruppen auch aus anderen Bereichen in das Projektgeschehen einbezogen, wobei die Projekte insgesamt schleppender als erwartet vorankamen. Dies liegt vor allem in der recht neuen und damit vielen noch fremden Thematik, aber auch in der dünnen Personaldecke, die oftmals eine kontinuierliche Bearbeitung aller Projekte verhinderte. Konkret wurde erreicht

- ein zwischen den Bereichen abgestimmtes Pflichtenheft für ein EDMS als Grundlage für eine zügige Systembeschaffung zu erstellen,
- eine Demonstrationsumgebung eines Asset Management Systems aufzubauen, in der technische Informationen verschiedener Gruppen aus dem Beschleunigerbereich vereinigt wurden und Gerätedokumentationen für prüfpflichtige Geräte (Gruppe ZTS) und EDV-Geräte (Gruppe IT) aufgenommen wurden,
- die Einführung von Barcodes als einheitliche Identifikationstechnologie exemplarisch für die Verwaltung prüfpflichtiger Geräte zu demonstrieren und bis zur Einsatzreife zu verfolgen.

Das Dokumenten-Managementsystem TuoviWDM hat seinen Nutzerkreis weiter ausgedehnt. Unter anderem wurden für das H1-Experiment alle internen Veröffentlichungen eingescannt und archiviert und für die Tesla Test Facility TTF der Bestand an über das Web verfügbaren Informationen weiter ausgebaut. Das System hat etwa 500 namentlich registrierte aktive Anwender und eine große Zahl öffentlicher Gastzugriffe. Monatlich werden dem Archiv jeweils einige hundert Dokumente hinzugefügt und im Mittel etwa 8000 Zugriffe registriert.

IT-Sicherheit und Datenschutz – Stabsstelle D4

Wegen der wachsenden Abhängigkeit DESYs von der Informationstechnik und ihrer vor allem infolge der globalen Vernetzung zunehmenden Gefährdung wurde

eine Stabsstelle für IT-Sicherheit und Datenschutz geschaffen. D4 arbeitet eng mit dem Anfang 1998 gegründeten Rechner-Sicherheitsrat RSR zusammen, in dem IT-Sicherheitsbeauftragte aus verschiedenen Bereichen DESYs vertreten sind. Dieses Gremium hat die Aufgabe, Konzepte für IT-Sicherheit zu entwickeln und die daraus abzuleitenden Sicherheitsmaßnahmen mit den Bereichen abzustimmen und zu koordinieren.

Als erster Schritt und Grundlage für das weitere Vorgehen wurde in Zusammenarbeit von D4 und RSR auf Basis des IT-Grundschutzhandbuchs des Bundesamtes für Sicherheit in der Informationstechnik (BSI) eine IT-Sicherheitspolitik entwickelt, die anhand der zu schützenden Werte und ihrer Gefährdungen die Sicherheitsziele definiert und eine Reihe von organisatorischen Maßnahmen festlegt.

Sicherheit

Zur Unterstützung eines sicheren Forschungsbetriebes sowie zur sicherheitstechnischen Beratung und Betreuung des Betriebs der komplexen Forschungsanlagen und Experimente bei DESY gibt es die Sicherheitsgruppe, die aus der Stabsstelle D5 und dem Servicezentrum Technische Sicherheit ZTS besteht, die beide eng zusammenarbeiten.

Sicherheit und Umweltschutz – Stabsstelle D5

Der Tätigkeitsschwerpunkt der Stabsstelle D5 liegt beim Arbeitsschutz mit den Feldern Arbeitssicherheit (Personen- und Anlagensicherheit), Unfallverhütung und Gesundheitsschutz sowie beim Umweltschutz. In dieser Gruppe arbeiten vier Sicherheitsingenieure und eine Sachbearbeiterin; alle Gruppenmitglieder nehmen neben ihrer Stabsstellentätigkeit auch Linienfunktionen wahr.

Leistungsangebot von D5

Das Leistungsangebot der Stabsstelle umfasst

- Beratung zu Arbeits- und Umweltschutzfragen auf allen Ebenen des Betriebs,
- Schulungen im Rahmen von Sicherheitsbelehrungen, Feuerlöschübungen, Gefahrguttransport, Erste-Hilfe-Kurse,
- Organisation und Durchführung von Arbeitsschutzausschuss- und Sicherheitsratssitzungen, Betriebsbegehungen, Unfalluntersuchungen,
- Ansprechpartner der Aufsichtsbehörden (AfA, AfU, TÜV, Unfallversicherer LUK, Wasserschutzpolizei),
- Zentralregister zur Überwachung, Archivierung und Dokumentation des prüfpflichtigen Geräts mit rund 2100 Einzelpositionen, das von einer Sachbearbeiterin bei D5 eigenständig bearbeitet wird.

Schwerpunkte im Berichtsjahr

Im Berichtsjahr wurden hauptsächlich folgende Projekte durchgeführt:

- CE-Zertifizierung:
Der Antrag der HGF auf Ausnahmeregelung für Forschungseinrichtungen von der Zertifizierungspflicht entsprechend Gerätesicherheitsgesetz wurde 1999 vom Arbeitsministerium abgelehnt. Der Empfehlung des Ministeriums folgend wurde an die Adresse der örtlichen Aufsichtsbehörde (Amt für Arbeitsschutz AfA) eine Anfrage auf Beratung gerichtet, inwieweit DESY-Forschungseinrichtungen, -geräte und -anlagen einer CE-Zertifizierung zu unterziehen sind. Die Gespräche begannen im Dezember 1999.
- Gefährdungsbeurteilung der Arbeitsplätze:
Die Erstellung eines Programmsystems zur Durchführung der Gefährdungsbeurteilung der Arbeitsplätze nach Arbeitsschutzgesetz wurde voran gebracht. Nach Abklärung der Methodik (Erfassungssoftware als Eigenversion) waren Vorgaben für die Durchführung der Gefährdungsbeurteilung zu erarbeiten und Mitarbeit bei Testläufen und Verbesserungen zu leisten.
- DESY-Sicherheitsvorschriften:
Die redaktionelle Bearbeitung der neuen DESY-Sicherheitsvorschriften wurde fortgeführt und weitestgehend abgeschlossen.
- Safety-Forum:
In Zusammenarbeit mit CERN wurde eine viertä-

gige internationale Konferenz von Sicherheitsfachleuten der Hochenergie-Forschungszentren sehr erfolgreich durchgeführt.

Neben den jährlichen großen M- und ZM-Sicherheitsbelehrungen im Hörsaal wurden im Berichtsjahr acht Betriebsbegehungen, sechs Erste-Hilfe-Lehrgänge mit insgesamt 121 Teilnehmern und 36 Feuerlöschübungen mit insgesamt 435 Teilnehmern durchgeführt.

Unfallbericht

Es gab bei den Betriebsunfällen einen Anstieg um zwei gegenüber dem Vorjahr auf insgesamt 25 Unfälle, 15 im Betriebsablauf, fünf bei Transportarbeiten und weitere fünf innerbetriebliche Wegeunfälle. Ein entsprechender Anstieg war auch bei den unfallbedingten Ausfalltagen von insgesamt 254 Tagen zu verzeichnen (Abb. 114).

Sonderabfallentsorgung

Im Jahr 1999 wurden über die Gruppe D5 49 020 kg Sonderabfälle (besonders überwachungsbedürftige Abfälle) der Verwertung bzw. der Beseitigung zugeführt.

Neben Altöl, Kühlschmiermitteln, Bleiakumulatoren, Chemikalien, Elektroschrott, Farben und anderen Abfällen sind hierin auch 23 390 kg Säuren und saure Beizlösungen enthalten, die zum größten Teil aus der TESLA-Beisanlage stammen. Dazu kommen 47 400 kg Schlamm aus Ölabscheidern und Sandfängen. Die Entsorgung dieses Abfalls wird von der Gruppe ZBAU organisiert und von D5 begleitet.

PCB Entsorgung

Im Mai 1999 ist die letzte mit Clophen gefüllte Anlage der Senderstrom-Versorgung von DORIS außer Betrieb genommen worden. Die drei dazu gehörenden Geräte mit einem Gesamtgewicht von 15 740 kg inklusive der Clophenfüllung sind als Sonderabfall der Verwertung zugeführt worden.

Seit Sommer 1999 ist DESY, abgesehen von Kleinkondensatoren in elektrischen Geräten, PCB-frei. Die existierenden Notfallpläne für PCB-Unfälle werden nicht mehr benötigt. Das Amt für Umweltschutz und die für DESY zuständige Feuerwache haben den verbesserten Sicherheitsstandard zur Kenntnis genommen und stellen ihre Überwachungs- bzw. Einsatzmaßnahmen darauf ein.

Das Sonderabfallaufkommen belief sich somit für das Jahr 1999 auf insgesamt 119 810 kg.

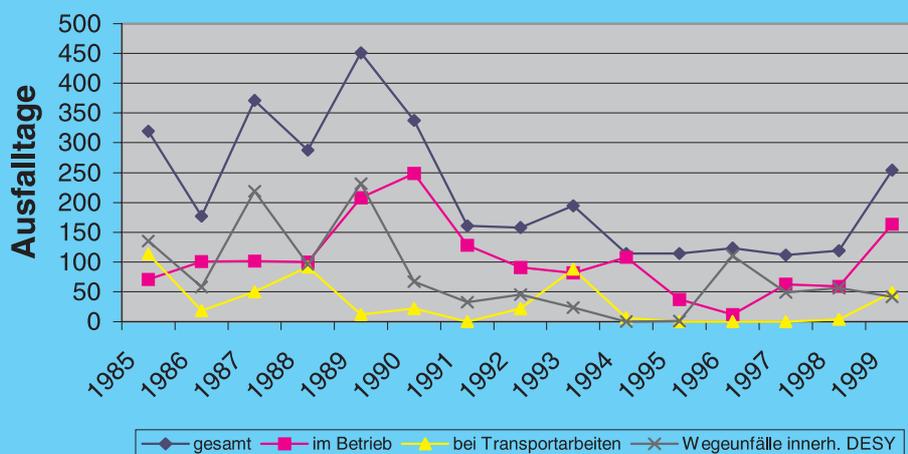


Abbildung 114: Ausfalltage bei DESY.

Gefahrguttransport

Ein Großteil der Sonderabfälle ist für den Straßen-transport als Gefahrgut eingestuft. Ausnahmen sind solche Abfälle wie Kühlschmiermittel, Elektroschrott und Schlamm aus den Öl- und Sandabscheidern, von denen keine für den Transport spezifischen Gefährdungen ausgehen.

Von den Sonderabfällen sind somit etwa 63 300 kg als Gefahrgut transportiert worden. Die in 1999 von der Gruppe ZMEA6 bewegten Gase belaufen sich auf eine Gesamtmasse von 4976 kg. Den mit Abstand größten Teil dieser Gefahrgüter machen mit 4698 kg die Lieferungen von flüssigem Stickstoff durch Gaslieferanten aus.

Bodensanierung

Die im Jahr 1997 begonnene Sanierung des mit Kraftstoff verunreinigten Bodens unter der DESY-Tankstelle ist im Dezember 1999 beendet worden. Die aus dem Boden abgesaugte Luft enthielt bei der letzten Messung eine Schadstoffkonzentration von 154 mg/m^3 , ausgehend von 145 mg/m^3 im Januar 1998. Mit dieser Belastung gilt die Sanierung als erfolgreich abgeschlossen.

Servicezentrum Technische Sicherheit (ZTS)

Die im Jahr 1999 durchgeführte Prozessanalyse im Z-Bereich hatte eine Umstrukturierung der Gruppe G2 „Technischer Notdienst“ zur Folge in die Gruppe ZTS „Servicezentrum Technische Sicherheit“ mit den beiden Fachgruppen „Technischer Notdienst“ (ZTS 1) und „Sicherheitstechnik“ (ZTS 2).

Technischer Notdienst

Der Technische Notdienst ist eine im Vollsichtdienst eingesetzte Gruppe, die in vier Schichtbesetzungen aufgeteilt ist. Zu den wesentlichen Aufgaben gehören

- der Einsatz bei Notfällen (Brandbekämpfung, Erste Hilfe bei Unfall, Behebung technischer Störungen),
- die Kontrolle und Überwachung von Experimentieranlagen und Versorgungseinrichtungen,
- die Ausübung des Sicherheitsdienstes.

Unterstützt werden die Mitarbeiter durch den Einsatz moderner Brandmelde- und Sicherheitstechnik: es sind etwa 3500 Rauchmelder und 600 technische Alarmer in der Zentrale des Technischen Notdienstes angeschaltet. Verwaltet und bedient wird diese Technik durch die 1999 eingeführte Leitwarten-Software IBM GEBANIS (Gebäude- und Anlageninformationssystem). Die Zentrale des Technischen Notdienstes wurde zur Leitwarte umgebaut.

Fremdvergabe einer Schichtbesetzung des Technischen Notdienstes

Schon im Jahr 1997 wurde über die Möglichkeit des teilweisen „Outsourcing“ des Technischen Notdienstes nachgedacht. Im Rahmen einer EU-weiten Ausschreibung von Dezember 1998 bis Juli 1999 wurde im August 1999 ein Unternehmen „Vereinigte Sicherheits-Unternehmen“ unter Vertrag genommen. Aus Kostengründen wurde zunächst nur eine Schichtbesetzung beauftragt. Im September 1999 begann die insgesamt neunmonatige Ausbildung von fünf Ingenieuren/Technikern. Ab Mai 2000 werden diese als eigenständige Schichtbesetzung innerhalb des Technischen Notdienstes eingesetzt.

Einsatz des Technischen Notdienstes

Beim Einsatz des Technischen Notdienstes fällt die starke Zunahme bei den Feuerlöschübungen positiv auf. Durch die Anschaffung des Brandsimulators und die interessante Vortragsgestaltung (praktische Vorführungen) wurde eine hohe Akzeptanz dieser Unterweisung bei den Kollegen erreicht. Besonders zu erwähnen ist der erfolgreiche Löscheinsatz des Technischen Notdienstes bei dem Brand in der Feinschweißerei Anfang 1999.

Sicherheitstechnik

Die Fachgruppe Sicherheitstechnik hat folgende Aufgaben:

- Koordination der bei DESY eingesetzten Sicherheitstechnik mit den Gruppen ZMEA, MKK, ZBAU, HASYLAB, HERA-Experimente,
- Planung, Standardisierung, Realisierung und Datenpflege für Systeme der Brandmelde- und Sicherheitstechnik,
- Bereitstellung von Informationen aus dem Bereich Brandmelde- und Sicherheitstechnik,
- Personelle und organisatorische Unterstützung der Stabsstelle D5,
- Durchführung von Sicherheitsausbildung,
- Verwaltung und Durchführung der Überprüfungen.

Das Servicezentrum Technische Sicherheit verfügt über eine neu installierte Leitwarte mit entsprechender Hard- und Software, an die die Brandmeldezentralen und Überwachungseinrichtungen angeschlossen sind.

Gebäude- und Anlagen-Informationssystem

Im Februar 1999 wurde mit der Installation und Anpassung des Gebäude- und Anlagen-Informationssystems IBM GEBANIS begonnen. GEBANIS besteht aus einem Rechnersystem, das Informationen (Alarmer, Meldungen, Störungen, Status usw.) von mehreren angeschlossenen, unabhängig voneinander operierenden Einzelsystemen wie Brandmeldeanlagen (hier: ESSER, VESDA, Siemens), Einbruchmeldeanlagen, Gebäudeleittechnik, Videoüberwachung, Zutrittskontrolle, SPS usw. gewerkeübergreifend und herstellerunabhängig unter einer einheitlichen Bedieneroberfläche integriert. Bei GEBANIS handelt es sich um ein offenes System.

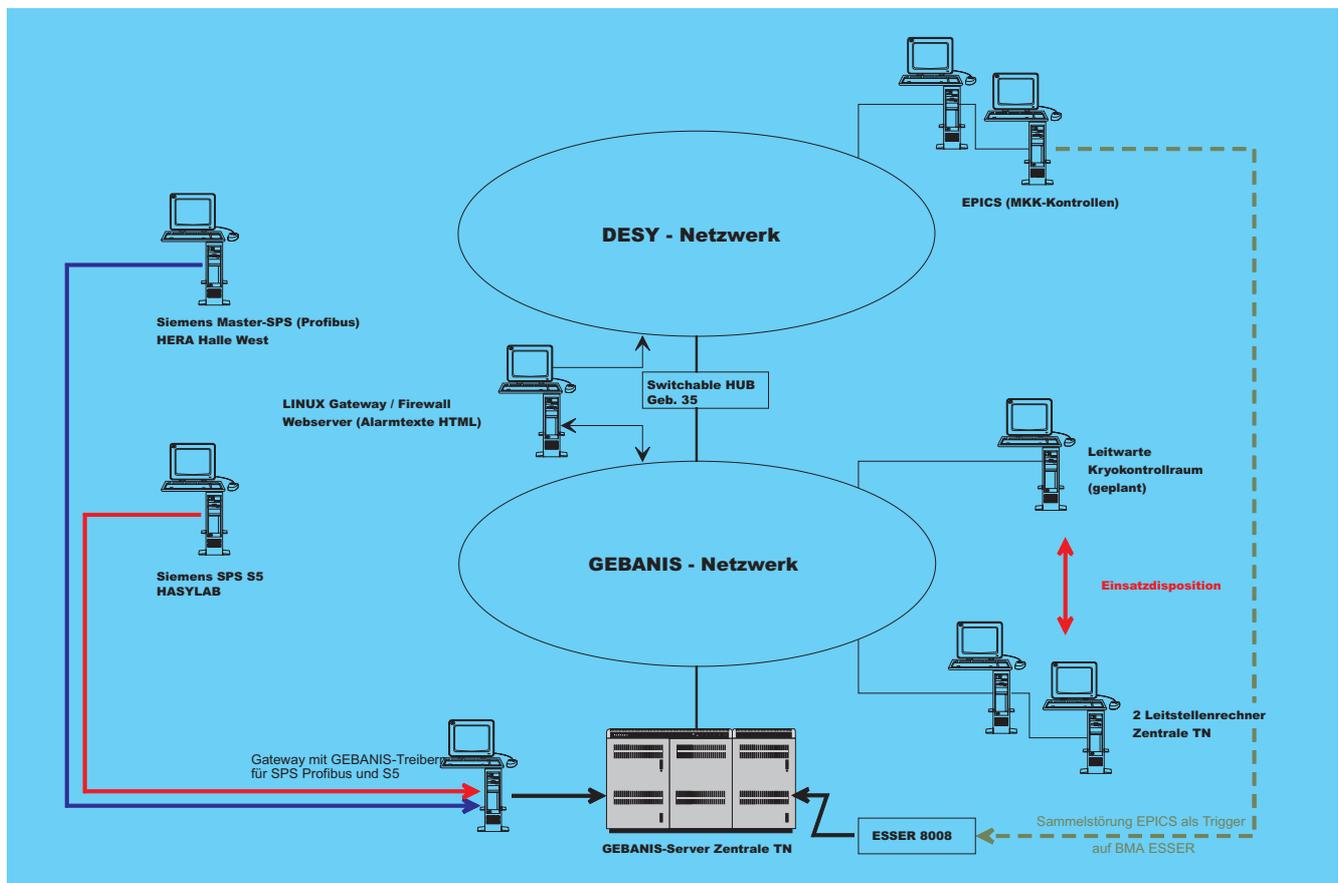


Abbildung 115: GEBANIS-Installation bei DESY.

Vorhandene Schnittstellen werden für den jeweiligen Nutzer angepasst bzw. die erforderlichen Schnittstellen werden programmiert, zum Beispiel für die Speicherprogrammierbaren Steuerungen (SPS) aus den Bereichen HERA und HASYLAB die komplette Abbildung der Alarme aus diesen Bereichen. Ferner können gängige Datenformate im- und exportiert werden, was ein wichtiges Kriterium hinsichtlich der Kompatibilität und Interaktion mit Systemen wie EDM und FM/GIS ist (siehe Gruppe IPP, S. 262). Abbildung 115 zeigt den derzeitigen Stand der GEBANIS-Installation bei DESY.

Es sind zwei weitere Projekte zur Inbetriebnahme bzw. Erweiterung von GEBANIS geplant, zum einen die Datenaufnahme sämtlicher Gebäudegrundrisse inklusive zusätzlicher Facility-Management-(FM)-Daten als Basis für die GEBANIS-Alarmpläne, zum anderen die Installation einer integrierten Kommunikationslösung, so dass bei den jeweiligen Alarmen automatisch die entsprechenden Notruflisten, Rufbereitschaften usw. von GEBANIS angezeigt werden und sofort angewählt werden können.

Veröffentlichungen und Vorträge

DESY-Kolloquien

- K. DANZMANN (Garching/D und Hannover/D)
Gravitational Wave Detectors on Earth and in the Heaven.
21.01.1999
- I. SCHLICHTING (Hamburg/D)
Structure Determination of Shortlived Species by Crystallography.
04.02.1999
- K. MÖNIG (Hamburg/D)
What Have We Learned from LEP1? Precision Tests of the Standard Model.
15.04.1999
- A. FAESSLER (Tübingen/D)
Neutrino Oscillations, Double β -Decay and Supersymmetry.
29.04.1999
- G. ESKA (Bayreuth/D)
Earth Rotation Detectors – Impact of Low Temperature Physics to Precision Gyroscopes.
10.06.1999
- E. FIORINI (Mailand/I)
Neutrino Mass in Physics and Astrophysics.
28.10.1999
- P. VETTIGER (Zürich/CH)
The Millipede – More than 1000 Tips for Future Scanning Probe Storage Application.
25.11.1999
- H. RECHENBERG (München/D)
100 Years of Weak Interactions 1899–1999.
09.12.1999

Vorträge – Innerbetriebliche Fortbildung

- W. KRECHLOK (Hamburg/D)
WINDOWS NT bei DESY.
13.01.99
- J. BIENLEIN (Hamburg/D)
Mexiko – einst und heute: ein Reisebericht.
20.01.99
- H. DE WAARD (Groningen/NL)
Magnetische Bakterien.
27.01.99
- C. SPIERING (Zeuthen/D)
Haben Neutrinos eine Masse?
03.02.99
- H. PIETSCHMANN (Wien/A)
Die Schicksals-Sinfonie Beethovens – zur Entstehungsgeschichte des 1. Satzes.
10.02.99

- H. VON DER SCHMITT (Hamburg/D)
Organisation und Technologie großer Telekommunikationsnetze.
17.02.99
- E. LOHRMANN (Hamburg/D)
Statistik im täglichen Leben.
24.02.99
- G. BEUERMANN (Göttingen/D)
Lichtenbergische und andere Figuren – Zu Lichtenbergs physikalischen Experimenten.
10.03.99
- W. SCHÜMANN (Borstel Hohenraden/D)
Der Ökohof – Aufgaben, Betrieb, Produkte.
17.03.99
- G. FLÜGGE (Hamburg/D)
Fahrrinnen-Vertiefung der Unter- und Außenelbe.
31.03.99
- U. JOOST (Darmstadt/D)
„Der gute Kopf leuchtet überall hervor“ – Goethe und Lichtenberg.
14.04.99
- H.P. Neitzke (Hannover/D)
Beeinflussung biologischer Systeme durch elektrische, magnetische und elektromagnetische Felder.
21.04.99
- G. KNIES (Hamburg/D)
Wie kann man mit regenerativen Energien die Stromerzeugung aus Kohle und Atom ablösen?
28.04.99
- E.W. OTTEN (Mainz/D)
Polarisiertes ^3He als Instrument physikalischer Grundlagenforschung und medizinischer Anwendung.
05.05.99
- R. TSCHEUSCHNER (Hamburg/D)
Physik der Melodie – Wege und Irrwege in der Zufallsmusik.
19.05.99
- J. ROSSBACH (Hamburg/D)
Der Freie-Elektronen-Laser (FEL) an der TESLA-Test-Facility (TTF) – Stand und Ausblick.
26.05.99
- R. BRINKMANN (Hamburg/D)
Neues von der Planung des Linear Colliders TESLA.
02.06.99
- C.W. RÖHRIG (Hamburg/D)
Ein Blick über die Schulter des Künstlers – Malvorführung und Erläuterung von speziellen Techniken.
09.06.99
- H.J. WILKE (Dresden/D)
Wie der Mensch den Weg zur Elektrizität fand – Ein Experimentaltvortrag mit historischen Experimenten.
23.06.99
- H. WOEHL (Freiburg/D)
Von der Sonnenfinsternis zur Sonnenphysik.
30.06.99

S. WOLFF (München/D)
LISE MEITNER – Wien, Berlin und Emigration – Aus dem Leben einer außergewöhnlichen Physikerin.
15.09.99

H. VON DER SCHMITT (Hamburg/D)
Was geschieht bei DESY am 1.1.2000?
22.09.99

F. BOSCH (Darmstadt/D)
Unser Blauer Planet: die „99 Zufälle“, durch die wir leben.
13.10.99

P. WALOSCHEK (Hamburg/D)
Materie aus Quarks und Elektronen – einfach dargestellt.
20.10.99

Kräfte und Umwandlungen der Teilchen.
27.10.99

D. STÖFFLER (Berlin/D)
Interplanetare Kollisionen und die Evolution der Erde.
03.11.99

H. WENNINGER (Genf/CH)
Teilchenphysik in Europa – Trends für das nächste Jahrtausend.
17.11.99

S. REFSDAL (Hamburg/D)
Gravitationslinsen und ihre Bedeutung für die Kosmologie.
24.11.99

H. RENSMEYER (Hamburg/D)
Geldpolitik der Europäischen Zentralbank – Konzeption, Instrumente, erste Erfahrungen.
01.12.99

H.W. ROESKY (Göttingen/D)
Weihnachtsveranstaltung „Chemische Kabinettstücke“.
15.12.99

Vorträge

R. KLANNER

The ZEUS Microvertex Detector.
Proc. of the Int. Europhys. Conf. on High Energy Physics (EPS-HEP'99), Tampere/FIN (1999)

Status of the HERA Experiments.
ICFA-Workshop, Batavia/USA (1999)

Silicon Detector Developments at Hamburg.
Univ. Siegen/D (1999)

D. TRINES

Status of the R&D for TESLA.
Epiphany Conf. 99, Cracow/PL (1999)

Experience of Superconducting Cavity Operation in the TESLA Test Facility.
IEEE Part. Accel. Conf. (PAC'99), New York/USA (1999)

Status of the R&D on TESLA.
ICFA Seminar on Future Perspectives in High Energy Physics, Batavia/USA (1999)

TESLA Project Overview.
Workshop on RF Superconductivity, Santa Fe/USA (1999)
TTF-Kollaborationstreffen, Argonne/USA (1999)

A. WAGNER

TESLA e^+e^- Linear Collider und Röntgenlaser.
DPG Frühjahrstagung Teilchenphysik, Heidelberg/D (1999)

TESLA – Status and Perspectives.
ECFA-DESY Linear Collider Study, Oxford/GB (1999)

The Future of HERA and TESLA.
Proc. of the 7th Int. Workshop on Deep Inelastic Scattering and QCD (DIS'99), Zeuthen/D (1999)

Das TESLA-Projekt.
Kolloquiumsvorträge, Univ. Siegen/D (1999)
Univ. Gießen/D (1999)
Univ. Freiburg/D (1999)
Univ. Bonn/D (1999)
GKSS Geesthacht/D (1999)

The TESLA Project.
NIKHEF Amsterdam/NL (1999)
Erice Summer School, Erice/I (1999)

Physics with the TESLA Linear Collider.
2nd Int. Conf. on Physics Beyond the Standard Model, Schloss Ringberg, Tegernsee/D (1999)

Research at DESY.
Univ. Nac. Auton. de Mexico City/MEX (1999)
Univ. Auton. de San Luis Potosi/MEX (1999)

Particle Physics at DESY.
Research with Synchrotron Radiation at DESY.
CINVESTAV, Mexico City/MEX (1999)

News from DESY.
ECFA Meeting, CERN Genf/CH (1999)

H. VON DER SCHMITT

Management von Experimentdaten mit neuen Technologien.
Univ. Bonn/D (1999)

F-Bereich

H1

Veröffentlichungen

- H1 KOLLABORATION, C. ADLOFF et al.
Elastic Electroproduction of ρ Mesons at HERA.
Eur. Phys. J. C13 (2000) 371 und DESY 99-010
- Charmonium Production in Deep Inelastic Scattering at HERA.
Eur. Phys. J. C10 (1999) 373 und DESY 99-026, hep-ex/9903008
- A Search for Leptoquark Bosons and Lepton Flavour Violation in Positron-Proton Collisions at HERA.
Eur. Phys. J. C11 (1999) 447 und DESY 99-081, hep-ex/9907002
- Measurements of Transverse Energy Flow in Deep-Inelastic Scattering at HERA.
Eur. Phys. J. C12 (2000) 595 und DESY 99-091, hep-ex/9907027
- Forward π^0 -Meson Production at HERA.
Phys. Lett. B462 (1999) 440 und DESY 99-094, hep-ex/9907030
- Measurement of Neutral and Charged Current Cross-Sections in Positron-Proton Collisions at Large Momentum Transfers.
DESY 99-107, hep-ex/9908059, zur Veröffentl. in Eur. Phys. J. C
- Measurement of Open Beauty Production at HERA.
Phys. Lett. B467 (1999) 156 und DESY 99-126, hep-ex/9909029
- Investigation of Power Corrections to Event Shape Variables Measured in Deep-Inelastic Scatterings.
DESY 99-193, hep-ex/9912052, zur Veröffentl. in Eur. Phys. J. C

Veröffentlichte Vorträge

Proc. of the Int. Conf. on the Structure and Interactions of the Photon (PHOTON'99), Freiburg/D (1999)

- B. ANDRIEU
Dijet Cross Sections in Photoproduction and the Gluon Density in the Photon.
- K. DAUM
Open Charm and Beauty Production at HERA.
- L. GÖRLICH
Forward π^0 Production in Deep Inelastic Scattering at HERA.
- N. GOGITIDZE
Measurements of Dijet Cross-Section at Low Q^2 and the Extraction of an Effective Parton Density for the Virtual Photon.
- B. NAROSKA
Inelastic Production of Charmonium in Photoproduction at HERA.
- J. OLSSON
Observation of Events with an Isolated High Energy Lepton and Missing Transverse Momentum.

P. THOMPSON
Production of D^{*+} Mesons in Deep-Inelastic Diffractive Interactions at HERA.

A. VALKAROVA
Study of the Photon Remnant in Resolved Photon Interactions at HERA.

B. WAUGH
Elastic/Diffractive Vector Meson Production in Photoproduction.

Proc. of the Int. Europhys. Conf. on High Energy Physics (HEP'99), Tampere/FIN (1999)

C. BERGER
Event Shapes, Jet Structure at HERA.

G. BERNARDI
High Q^2 NC, CC Cross Sections.

T. CARLI
Di-Jets at HERA from Deep Inelastic Scattering.

V. EFREMENKO
Structure of Virtual Photons.

E. ELSÉN
Tests of SM at High Q^2/E_1^2 .

L. GÖRLICH
Forward π^0 Production in Deep Inelastic Scattering at HERA.

P. MARAGE
Hadronic Structure, Low x Physics and Diffraction.

P. MERKEL
Diffractive Vector Meson Production at HERA.

E. PEREZ
Search for Exotics at HERA: Present Results and Future Prospects.

D. REYNA
New Results in ep Hadronic Final States from Diffractive Scattering and Leading Baryon Production.

R. WALLNY
 F_2/F_L at Medium Q^2 .

M. WOBISCH
New Results in the Analysis of the Hadronization Process in Electron-Proton Collisions.

E. DE WOLF
New Results in the Analysis of the Hadronization Process in Electron-Proton Collisions.

Proc. of the 7th Int. Workshop on Deep Inelastic Scattering (DIS'99), Zeuthen/D (1999) (Nucl. Phys. B, Proc. Suppl. 79 (1999))

C. ADLOFF
 F_2 Charm Measurement.

V. ARKADOV
 F_2/F_L at very Low x .

- T. CARLI
Latest Highlights from the H1 Collaboration.
- B. CLERBAUX
Elastic ρ Meson Production at HERA.
- B. COX
High- t Diffraction at HERA.
- J. CVACH
Real and Virtual Photon Structure from Dijet Events.
- A. DROUTSKOI
Comparison of Elastic and Proton Dissociative ρ Meson Electroproduction from H1.
- R. GERHARDS
 D^* Meson Production by Real and Virtual Photons.
- S. HENGSTMANN
Diffractive Open Charm Production in Deep Inelastic Scattering at H1.
- H. JUNG
CCFM Prediction for F_2 and Forward Jets at HERA.
- D. KANT
Fragmentation Functions and Rapidity Spectra in the Breit Frame at H1.
- M. KAPISHIN
Leading Baryon Production in Deep Inelastic Scattering at H1.
- P. MERKEL
Diffractive Vector Meson Production at HERA.
- P.O. MEYER
Internal Jet Structure in Dijet Production in Deep Inelastic Scattering.
- S. MOHRDIECK
Inclusive Electroproduction of J/ψ Mesons at HERA.
- P. NEWMAN
H1 Measurements of Open b Production.
- K. RABBERTZ
Event Shapes and Power Corrections in ep Deep Inelastic Scattering.
- B. REISERT
Cross-Section Measurements at High Q^2 .
- C. ROYON
Inclusive Diffraction.
- J. SCHEINS
Search for Contact Interactions and Leptoquarks at HERA.
- F.P. SCHILLING
Diffractive Dijet Production at HERA.
- H.C. SCHULTZ-COULON
Search for Exotic Phenomena at H1.
- J. STIEWE
Production of Neutral Pions and Antideuterons, and Observation of Proton-Antiproton Asymmetry in the Photon Hemisphere at HERA.
- M. SWART
Hadron Production and QCD in Deep Inelastic Scattering.
- N. TOBIEN
Measurement of Differential 2-Jet Rates in Deep Inelastic Scattering at High Q^2 .
- K. WACKER
Transverse Energy Flow in Deep Inelastic Scattering.
- M. WEBER
Progress and Problems in QCD.
- T. WENGLER
Forward π^0 Production at HERA.
- M. WOBISCH
Direct Determination of the Gluon Density of the Proton Jet Cross Sections in Deep Inelastic Scattering.
- J. ZACEK
Structure Function Measurements and QCD Analysis at Medium Q^2 .
- T. BENISCH
Neutral and Charged Current Cross Sections at High Q^2 .
Proc. of the Workshop on the Structure of the Nucleon (NUCLEON'99), Frascati/I (1999)
- A. BOUNIATIAN
Hadronic Final States in Diffraction at HERA.
Proc. of the Int. Conf. and 8th Blois Workshop on Elastic and Diffractive Scattering (EDS'99), Protvino/RUS(1999)
- V. BRISSON
Electroweak Physics at HERA.
Proc. of the 17th Int. Workshop on Weak Interactions and Neutrinos (WIN'99), Cape Town/ZA(1999)
- B. CLERBAUX
Hard Diffraction in Vector Meson Production at HERA.
Proc. of the 34th Rencontres de Moriond: QCD and Hadronic Interactions, Les Arcs/F (1999)
- G. COZZIKA
Searches for Events with Isolated Leptons and Large Missing Transverse Momentum and for Excited Fermions at HERA.
Proc. of the 13th Topical Conf. on Hadron Collider Physics, Mumbai/IND (1999)
- R. EICHLER
Flavour Violation in Hadron Physics.
Proc. of the 8th Int. Conf. on Hadron Spectroscopy (Hadron'99), Beijing/VRC (1999)
- E. ELSEN
Experimental Challenges at HERA. (Lecture Series)
Proc. of the 7th Mexican Workshop on Particles and Fields, Merida/MEX (1999)
- T. HADIG
Inclusive Hadron Production and Dijets.
Proc. of the 19th Int. Symposium on Multiparticle Dynamics (ISMD'99), Providence/USA (1999)

L. JANAUSCHEK

Artificial Neural Networks as a Second Level Trigger at the H1 Experiment at HERA – Performance Analysis and Physics Results. Proc. of the 6th Int. Workshop on New Computing Techniques in Physics Research (AIHENP'99), Crete/GR (1999)

M. KLEIN

Structure Functions. Proc. of the 19th Int. Sympos. on Lepton and Photon Interactions at High Energies (LP'99), Stanford/USA (1999)

R. LAHMANN

The Structure of the Proton. Proc. of the 14th Int. Workshop on High Energy Physics and Quantum Field Theory (QFHEP'99), Moscow/RUS (1999)

T. MCMAHON

Studies of Real and Virtual Photon Structure at HERA. Proc. of the 34th Rencontres de Moriond: QCD and Hadronic Interactions, Les Arcs/F (1999)

R. MARACEK

Upgrade of the H1 LAr Calorimeter Trigger – Jet Trigger. Proc. of the 8th Int. Conf. on Calorimetry in High Energy Physics (CALOR'99), Lisbon/P (1999)

A. MEHTA

Outlook for HERA. Proc. of the 13th Topical Conf. on Hadron Collider Physics, Mumbai/IND (1999)

D. MILSTEAD

Fragmentation and Power Corrections. Proc. of the 19th Int. Symposium on Multiparticle Dynamics (ISMD'99), Providence/USA (1999)

J. NAUMANN

H1 LAr Energy Scale Progress. Proc. of the 8th Int. Conf. on Calorimetry in High Energy Physics (CALOR'99), Lisbon/P (1999)

T. NAUMANN

The Proton Structure Function at Medium Q^2 at HERA. Proc. of the 13th Topical Conf. on Hadron Collider Physics, Mumbai/IND (1999)

C. NIEBUHR

Searches for New Physics at HERA. Proc. of the 34th Rencontres de Moriond: QCD and Hadronic Interactions, Les Arcs/F (1999)

T. NUNNEMANN

Inclusive Diffraction and Leading Baryon Production at HERA. Proc. of the 13th Topical Conf. on Hadron Collider Physics, Mumbai/IND (1999)

J. OLSSON

Diffraction in Exclusive Processes at HERA. Proc. of the Int. Conf. and 8th Blois Workshop on Elastic and Diffractive Scattering (EDS'99), Protvino/RUS (1999)

E. RIZVI

NC and CC at High Q^2 . Proc. of the 13th Topical Conf. on Hadron Collider Physics, Mumbai/IND (1999)

A. DEROECK

Photon Structure. Proc. of the 13th Topical Conf. on Hadron Collider Physics, Mumbai/IND (1999)

R. ROSTOVTSEV

Recent Results from HERA. Proc. of the 27th ITEP Winter School of Physics, Moscow/RUS (1999)

F. SEFKOW

ep Physics with Heavy Flavours. Proc. of the 8th Int. Sympos. on Heavy Flavor Physics, Southampton/GB (1999)

V. SHEKELYAN

NC and CC at High Q^2 in ep Interactions. Proc. of the 34th Rencontres de Moriond: Electroweak Interactions and Unified Theories, Les Arcs/F (1999)

A. SPECKA

BSM Physics at HERA. Proc. of the Winter School on Electroweak Interactions, Lake Louise/CAN (1999)

B. STELLA

ep Cross Sections and Proton Structure Functions at HERA. Proc. of the 13th Rencontres de Physique de la Vallée d'Aoste, La Thuile/I (1999)

A. STELLBERGER

The H1 VLQ-Spectrometer – Track-Cluster Matching in the Sub-mm Region. Proc. of the 8th Int. Conf. on Calorimetry in High Energy Physics (CALOR'99), Lisbon/P (1999)

M. SWART

Hadron Production and QCD in Deep Inelastic Scattering. Proc. of the 34th Rencontres de Moriond: QCD and Hadronic Interactions, Les Arcs/F (1999)

C. VALLEE

The W Cross Section and Lepton Production with Missing P_T at HERA. Proc. of the Winter School on Electroweak Interactions, Lake Louise/CAN (1999)

M. WOBISCH

Hadron Production in pp, ep, γp . Proc. of the 19th Int. Symposium on Multiparticle Dynamics (ISMD'99), Providence/USA (1999)

Z. ZHANG

New Structure Function Results at Low x and High Q^2 from HERA. Proc. of the 8th Int. Conf. on Hadron Spectroscopy (Hadron'99), Beijing/VRC (1999)

A. ZHOKIN

Structure Functions – Low x, High y, Low Q^2 . Proc. of the 19th Int. Symposium on Multiparticle Dynamics (ISMD'99), Providence/USA (1999)

Vorträge

DPG Frühjahrstagung Teilchenphysik, Heidelberg/D (1999)

W. ARKADOV

Measurement of the Deep Inelastic ep Scattering Cross Section Using the Backward Silicon Tracker of the H1 Experiment at HERA.

S. CARON

Studien zur Messung von Jetverteilungen in der tiefinelastischen Elektron-Proton Streuung bei H1.

D. ECKSTEIN

Bestimmung der Proton-Strukturfunktion F_L mit dem H1-Detektor bei HERA.

T. HADIG

Analysen zur perturbativen QCD bei H1.

B. HEINEMANN

Wirkungsquerschnitte des geladenen und neutralen Stroms bei hohen Q^2 und hohem x bei HERA.

A. HEISTER

3-Jet Produktion in tiefinelastischer Streuung bei hohem Q^2 im H1 Experiment.

S. HENGSTMANN

Diffraktive Charm-Produktion bei HERA.

O. KARSCHNICK

Nachweis diffraktiv gestreuter Protonen mit dem Vorwärtsprotonenspektrometer bei H1.

O. KAUFMANN

Messung der Partondichten im Photon.

F. KEIL

Eigenschaften des hadronischen Endzustandes tiefinelastischer Streueignisse bei höchsten Impulsüberträgen.

T. KLUGE

Untersuchungen der elastischen QED-Compton-Streuung mit dem VLQ-Spektrometer des H1-Detektors.

T. KUHR

Anwendung des zentralen H1-Silizium-Detektors für die Physik mit schweren Quarks.

V. LENDERMANN

Die Messung der Photonstrukturfunktion F_2 in ep-Streuung.

H. MAHLKE-KRÜGER

Untersuchung von protonelastischen Ereignissen aus Photoproduktion.

P.O. MEYER

Messungen von Elektron-Proton-Streuprozessen mit dem VLQ-Spektrometer des H1-Detektors.

R. MOHR

Messung von Multijet-Ereignissen in tiefinelastischer Streuung (niedriges Q^2) bei HERA.

S. MOHRDIECK

Produktion von J/Ψ -Mesonen in tiefinelastischer Streuung mit dem H1-Detektor am HERA-Speicherring.

J. NAUMANN

In situ-Kalibration des H1-Flüssig-Argon-Kalorimeters im Vergleich mit frühen Teststrahlungsmessungen.

T. NUNNEMANN

Messung der Produktion von vorwärts gestreuten Neutronen in tiefinelastischer ep-Streuung.

J. RAUSCHENBERGER

Anwendung von Neuronalen Netzwerken in der Selektion von Ereignissen des geladenen Stromes bei H1.

B. REISERT

Vom Low-Noise-Upgrade zum Digitalen Jettrigger: Entwicklung des Flüssig-Argon-Kalorimeter-Triggers bei H1.

F.P. SCHILLING

Direkte Messung der Gluondichte im Pomeron mit diffraktiven 2-Jet-Ereignissen bei H1.

D. SCHMIDT

Identifikation von niederenergetischen Zerfallselektronen von J/Ψ -Mesonen am H1-Detektor bei HERA.

T. SCHÖRNER

Entwicklung eines neuartigen Kalorimeter-Triggers für das H1-Experiment.

Messung inklusiver Jet-Wirkungsquerschnitte bei HERA.

R. STAMEN

Der Topologische Trigger des H1-Experiments.

N. TOBIEN

Parameteroptimierung in Monte-Carlo-Modellen zur Beschreibung des hadronischen Endzustandes in tiefinelastischer Streuung.

S. UDLUFT

Exklusive Produktion von ϕ -Mesonen in ep-Streuung.

R. WALLNY

Messung des tiefinelastischen Wirkungsquerschnitts bei H1 und die Unterscheidung der Polarisationsbeiträge des virtuellen Photons.

M. WEBER

Neues zur Struktur von Proton und Photon.

T. WENGLER

Auf und ab die Parton Leiter bei HERA.

L. WILDEN

Produktion von J/Ψ -Mesonen in sehr inelastischen Prozessen bei HERA.

Ringberg Workshop on New Results from HERA, Tegernsee/D (1999)

T. GREENSHAW

Measurements of Jet and Single Hadron Production at Low x and W^2 (Forward Jets, Resolved Photons, BFKL).

- L. JOENSSON
Measurements of Jet Production in Deep Inelastic Scattering (Gluon Distribution, α_s).
- O. KAUFMANN
Experimental Results on Real and Virtual Photon Structure.
- C. KIESLING
Measurements of Inelastic Heavy Quarkonium Production.
- J. MEYER
HERA Events with High p_T Isolated Leptons.
- D. PITZL
Measurements of Open Bottom Production.
- F. ZOMER
Measurements of F_2 (Parton Distributions, x_u , x_d , α_s , Electro-weak Parameters).
- W. BARTEL
Measurement of the Proton Structure at HERA.
Univ. of Auckland/NZ (1999)
- C. BEIER
NC and CC Cross Sections at High Q^2 , Forward Production at HERA.
6th Topical Seminar on Neutrino and Astroparticle Physics, San Miniato/I (1999)
- B. CLERBAUX
Elastic Production of Vector Mesons at HERA: Study of the Scale of the Interaction and Measurement of the Helicity Amplitudes.
Workshop on Small x Physics, Tel Aviv/IL (1999)
- T. EBERT
Virtual Photon Structure in H1.
Int. Sympos. on Phenomenology for the 3rd Millennium (PHENO'99), Madison/USA (1999)
- E. ELSSEN
Die starke Wechselwirkung aufgelöst im HERA Mikroskop.
Kolloquiumsvortrag, Wuppertal/D (1999)
- J. FERENCSEI
Proton Structure.
11th Rencontres de Blois: Frontiers of Matter, Blois/F (1999)
- C. GRAB
B Production at HERA.
3rd Int. Conf. on b Physics and CP Violation (BCONF'99), Taipei/RC (1999)
- L. JANAUSCHEK
Neuronale Netze als zweite Triggerstufe für das H1 Experiment bei HERA am Beispiel der Photoproduktion von J/ψ -Vektormesonen.
Maria Laach/D (1999)
- Produktion von Vektormesonen in ep-Kollisionen bei HERA – Messung der Gluondichte des Protons.
Univ. München/D (1999)
- S. KERMICHE
Beyond the Standard Model in ep Collisions.
14th Int. Workshop on High Energy Physics and Quantum Field Theory (QFTHEP'99), Moscow/RUS (1999)
- C. KIESLING
Tiefinelastische Elektron-Proton-Streuung und die Struktur des Nukleons.
Univ. München/D (1999)
- V. LEMAITRE
Search for R-Parity Violating SUSY and Isolated Leptons at HERA.
2nd Int. Conf. on Physics Beyond the Standard Model „Beyond the Desert“, Ringberg Castle, Tegernsee/D (1999)
- S. LEVONIAN
Hard Diffraction.
19th Int. Conf. on Physics in Collision (PIC'99), Ann Arbor/USA (1999)
- Results from HERA.
EWR, DESY Hamburg/D (1999)
- T. MCMAHON
Virtual Photon Structure in H1.
Int. Sympos. on Phenom. for the 3rd Millennium (PHENO'99), Madison/USA (1999)
- P. VAN MECHELEN
A Proton Spectrometer for H1 beyond the HERA Upgrade.
Workshop on Small x Physics, Tel Aviv/IL (1999)
- A. MEHTA
High Q^2 Cross Sections.
7th Int. Sympos. on Part., Strings and Cosmol., Lake Tahoe/USA (1999)
- A. MEYER
Gluons in the Proton and Charm.
Charmonium Production at Significant Q^2 .
Int. Sympos. on Phenom. for the 3rd Millennium (PHENO'99), Madison/USA (1999)
- C. PASCAUD
 F_2 Evolution, F_2 Charm, QCD Fits, Parton Distributions, QCD Parameters.
Workshop on Small x Physics, Tel Aviv/IL (1999)
- E. PEREZ
News from HERA Experiments.
DESY Theory Workshop'99, Hamburg/D (1999)
- J. PHILLIPS
HERA „Hot Topic“.
11th General EPS Conf. on Trends in Physics (EPS11), London/GB (1999)
- Diffraction and QCD at HERA.
Int. Euroconf. on Quantum Chromo Dynamics (QCD'99), Montpellier/F (1999)
- G. RÄDEL
Searches for Supersymmetry at HERA by H1.
Conf. on Higgs and SuperSymmetry (HiggsSUSY), Gainesville/USA (1999)
- P. REIMER
Lowest x Highest y Physics.
Workshop on Small x Physics, Tel Aviv/IL (1999)

A. DEROECK

Structure Functions.

Workshop on Structure of the Nucleon (NUCLEON'99), Frascati/I (1999)

C. ROYON

Diffraction at HERA and Tevatron.

Int. Workshop on Challenges in QCD, Kfar Giladi/IL (1999)

J. SCHEINS

HERA Results on Searches for Phenomena beyond the Standard Model.

11th Rencontres de Blois: Frontiers of Matter, Blois/F (1999)

F.P. SCHILLING

Diffraction – Inclusive Cross Sections and Final States.

Workshop on Small x Physics, Tel Aviv/IL (1999)

L. SCHOEFFEL

Inclusive Diffraction.

15th Int. Conf. on Particle and Nuclei (PANIC'99), Uppsala/S (1999)

A. SPECKA

Results from H1.

DESY Hamburg/D (1999)

Y. TSIPOLITIS

Recent Results from HERA.

Workshop on Recent Developments in Particle Physics and Cosmology, Thessaloniki/GR (1999)

J. TURNAU

Photoproduction of Jets and Photon Structure.

15th Int. Conf. on Particle and Nuclei (PANIC'99), Uppsala/S (1999)

M. WEBER

Tests of QCD Dynamics.

11th Rencontres de Blois: Frontiers of Matter, Blois/F (1999)

C. WISSING

H1 Fast Track Trigger.

Int. Conf. on Position Sensitive Detectors, London/GB (1999)

E. DE WOLF

Hadronic Final States and QCD in Deep Inelastic Scattering.

Workshop on Small x Physics, Tel Aviv/IL (1999)

F. ZOMER

Structure Functions and Short Distance Physics.

Workshop on Light-Cone QCD and Nonperturbative Hadron Physics, Adelaide/AUS (1999)

Dissertationen

D. BROWN

The Diffractive Photoproduction of J/ψ Vector Mesons with High Transverse Momenta at HERA.

Univ. Manchester/GB (1999)

B. HEINEMANN

Measurement of Charged Current and Neutral Current Cross Sections in Positron-Proton Collisions at $\sqrt{s} = 300$ GeV.

Univ. Hamburg/D (1999)

DESY-THESIS-1999-046

P. MERKEL

Diffractive Photoproduction of Heavy Vector Mesons at HERA.

Univ. Hamburg/D (1999)

DESY-THESIS-1999-030

J. STEINHART

Die Messung des totalen $c\bar{c}$ -Photoproduktions-Wirkungsquerschnittes durch die Rekonstruktion von Λ_c -Baryonen unter Verwendung der verbesserten dE/dx -Teilchenidentifikation am H1 Experiment bei HERA.

Univ. Hamburg/D (1999)

DESY-THESIS-1999-029

M. TASEVSKY

Virtual Photon Structure from Low Q^2 Dijet Production at HERA.

Czech Acad. Sci., Prague/CZ

P. THOMPSON

Open Charm Production in Inclusive and Diffractive Deep-Inelastic Scattering at HERA.

Univ. Birmingham/GB (1999)

N. TOBIEN

Messung differentieller 2-Jet-Raten und Bestimmung der starken Kopplung α_s in tiefunelastischer Streuung bei HERA.

Univ. Hamburg/D (1999)

DESY-THESIS-1999-038

T. WENGLER

Measurement of π^0 -Meson Cross Sections at Low Bjorken-x in Deep Inelastic ep-Collisions at $\sqrt{s} = 300$ GeV.

Univ. Heidelberg/D (1999)

DESY-THESIS-1999-011

M.WOBISCH

Measurement and QCD Analysis of Jet Cross Sections in Deep-Inelastic Positron-Proton Collisions at $\sqrt{s} = 300$ GeV.

RWTH Aachen/D (1999)

H. WOLLATZ

Untersuchung von schweren Quarks durch Analyse von Ereignissen mit zwei Myonen am Speicherring HERA.

Univ. Hamburg/D (1999)

DESY-THESIS-1999-025

Diplomarbeiten

T. ANTHONIS

Forward-Backward Correlations in Deep Inelastic ep Scattering at HERA.

Univ. Antwerpen/B (1999)

J. DICHTL

Neuronale Trigger für Heavy Quarkonium-Produktion bei HERA.

Univ. München/D (1999)

- M. EBERL
Untersuchungen zum Trigger von ϕ -Mesonen.
Univ. München/D (1999)
- M. ELLERBROCK
Der Wirkungsquerschnitt des Neutralen Stromes bei höchsten Impulsüberträgen in der e^-p -Streuung.
Univ. Heidelberg/D (1999)
- D. ELLGASS
Untersuchungen zum Triggern photoproduzierter ϕ -Mesonen in ep-Kollisionen bei HERA mit Hilfe neuraler Algorithmen.
Univ. München/D (1999)
- M. HAMANN
Rekonstruktion von Υ -Mesonen mit Vertexdetektor Information bei H1.
Univ. Hamburg/D (1999)
- T. HAUSCHILDT
Diffraktive Photoproduktion von J/ψ -Mesonen im H1-Detektor bei kleiner γp -Schwerpunktenergie.
Univ. Hamburg/D (1999)
- G. NELLEN
Messung des transversalen Energieflusses bei hohem Q^2 mit dem H1-Detektor bei HERA.
Univ. Hamburg/D (1999)
- P. SIEVERS
Untersuchungen zur Verbesserung der Energiemessung im Rückwärtsbereich des H1-Experiments.
Univ. Heidelberg/D (1999)
- M. TLUCZYKONT
Z-Kalibration der zentralen Spurkammer des H1-Detektors bei HERA.
Univ. Hamburg/D (1999)
- N. WERNER
Nachweis von schweren Quarks durch Messung von $D^{*\pm}$ -Myon-Koinzidenzen am H1-Detektor.
Univ. Hamburg/D (1999)
- Measurement of the Spin-Density Matrix Elements in Exclusive Electroproduction of ρ^0 Mesons at HERA.
Eur. Phys. J. C12 (2000) 393 und DESY 99-102, hep-ex/9908026
- Measurement of $D^{*\pm}$ Production and the Charm Contribution to F_2 in Deep Inelastic Scattering at HERA.
Eur. Phys. J. C12 (2000) 35 und DESY 99-101, hep-ex/9908012
- Angular and Current-Target Correlations in Deep Inelastic Scattering at HERA.
Eur. Phys. J. C12 (2000) 53 und DESY-99-063, hep-ex/9905050
- Measurement of High Q^2 Charged-Current e^+p Deep Inelastic Scattering Cross Sections at HERA.
Eur. Phys. J. C12 (2000) 411 und DESY 99-059, hep-ex/9907010
- Search for Contact Interactions in Deep Inelastic $e^+p \rightarrow e^+X$ Scattering at HERA.
DESY 99-058, hep-ex/9905039, zur Veröffentl. in Eur. Phys. J.
- Measurement of Dijet Photoproduction at High Transverse Energies at HERA.
Eur. Phys. J. C11 (1999) 35 und DESY 99-057, hep-ex/9905046
- Measurement of High Q^2 Neutral Current e^+p Deep Inelastic Scattering Cross Sections at HERA.
Eur. Phys. J. C11 (1999) 427 und DESY 99-056, hep-ex/9905032
- W Production and the Search for Events with an Isolated High-Energy Lepton and Missing Transverse Momentum at HERA.
Phys. Lett. B471 (2000) 411 und DESY 99-054, hep-ex/9907023
- Measurement of Multiplicity and Momentum Spectra in the Current and Target Regions of the Breit Frame in Deep Inelastic Scattering at HERA.
Eur. Phys. J. C 11 (1999) 251 und DESY 99-041, hep-ex/9903056
- ZEUS FPC GROUP, A. BAMBERGER et al.
The ZEUS Forward Plug Calorimeter with Lead Scintillator Plates and WLS Fiber Readout.
DESY 99-194, hep-ex/9912045,
zur Veröffentl. Nucl. Instrum. Methods
- H. ABRAMOWICZ, A. CALDWELL
HERA Collider Physics.
Rev. Mod. Phys. 71 (1999) 1275
- I.V. AKUSHEVICH, S.V. CHEKANOV
Current-Target Correlations as a Probe of $\Delta G/G$ in Polarized Deep Inelastic Scattering.
Phys. Lett. B462 (1999) 334
- M. BOTJE
A QCD Analysis of HERA and Fixed Target Structure Function Data.
DESY 99-038, NIKHEF-99-011, hep-ph/9912439
- S.V. CHEKANOV
Long-Range Correlations in Deep-Inelastic Scattering.
J. Phys. G25 (1999) 59
- Scale-Invariant Dynamical Fluctuations in Jet Physics.
Eur. Phys. J. C6 (1999) 331
- S.V. CHEKANOV, E.A. DE WOLF, W. KITTEL
Bose-Einstein Correlations and Color Reconnection in W-Pair Production.
Eur. Phys. J. C6 (1999) 403

ZEUS

Veröffentlichungen

ZEUS KOLLABORATION, J. BREITWEG et al.

Measurement of the $E_{T,jet}^2/Q^2$ Dependence of Forward Jet Production at HERA.
Phys. Lett. B474 (2000) 223 und DESY 99-162, hep-ex/9910043

Measurement of Inclusive Prompt Photon Photoproduction at HERA.
Phys. Lett. B472 (2000) 175 und DESY 99-161, hep-ex/9910045

Measurement of Diffractive Photoproduction of Vector Mesons at Large Momentum Transfer at HERA.
DESY 99-160, hep-ex/9910038, zur Veröffentl. in Eur. Phys. J.

A. GARFAGNINI
The ZEUS Microvertex Detector.
Nucl. Instrum. Methods A435 (1999) 34

K. PIOTRZKOWSKI
High-Energy Bremsstrahlung at TESLA.
DESY-TESLA-99-20C

Veröffentlichte Vorträge

Proc. of the Int. Conf. on the Structure and Interactions of the Photon (PHOTON'99), Freiburg/D (1999)

O. DEPPE
Open Charm and Beauty Production at HERA.

D. KCIRA
Real and Virtual Photon Structure.

S.W. LEE
Prompt Photon Processes in Photoproduction at HERA.

K. NAGANO
High Q^2 Deep Inelastic Lepton-Proton Scattering.

A. SOLANO
Measurements of Inclusive Scattering and Leading Baryon Production at HERA.

R. WICHMANN
Measurement of the Diffractive Cross Section and Properties of the Hadronic Final State.

S. WÖLFLE
Inclusive Jet Production and Jet Substructure.

Y. YAMAZAKI
Di-Jets and Three-Jets in Photoproduction.

Proc. of the Int. Europhys. Conf. on High Energy Physics (EPS-HEP'99), Tampere/FIN (1999)

A. BERTOLIN
Inelastic Onium Production.

D. BOSCHERINI
High- P_t Leptons and W Production at HERA.

N. BRUMMER
SUSY Searches at HERA.

J. CIBOROWSKI
Vector Meson Production.

A. GARFAGNINI
Diffraction and Leading Baryon.

C. GLASMAN
QCD Tests at HERA.

C.L. KIM
Open Charm and Beauty Production at HERA.

P. KOIJMAN
High Q^2 Cross-Sections.

L. LABARGA
Measurement of the D^* Cross Section in ep Interactions and Extraction of F_2 Charm.

P.R.B. SAULL
Prompt Photon Production and Observation of Deeply Virtual Compton Scattering.

J. TERRON
Inclusive Jet Production.

J. VOSSEBELD
The Partonic Structure of the Quasireal Photon.

M. WODARCZYK
 F_2 at Low and Medium Q^2 .

A.F. ZARNECKI
Contact Interactions and Future Prospects for High Energy Physics.

Proc. of the Ringberg Workshop on New Trends in HERA Physics, Tegernsee/D (1999)

N. BROOK
Hadronic Final States in Deep Inelastic Scattering at HERA.

H. KOWALSKI
Experimental Results on Inclusive Diffraction.

M. KUZE
Search for Physics beyond the Standard Model at HERA.

V. MONACO
 F^2 and Total Cross Sections at Low x and Low Q^2 .

A. PROSKURYAKOV
Elastic Vector Meson Production.

L. SINCLAIR
Hard Photoproduction and the Structure of the Photon.

Proc. of the 7th Int. Workshop on Deep Inelastic Scattering (DIS'99), Zeuthen/D (1999) (Nucl. Phys. B, Proc. Suppl. 79 (1999))

C. AMELUNG
Measurement of the Proton Structure Function F_2 and of the Total Photon-Proton Cross-Section $\sigma_{\text{tot}}^{\gamma^*p}$ at Very Low Q^2 and Very Low x .

M. BOTJE
A QCD Analysis of HERA and Fixed Target Structure Functions.

R. BRUGNERA et al.
Diffractive Interactions: Experimental Summary.

J. COLE
Diffractive $D^{*\pm}$ (2010) Production in Deep Inelastic Scattering from ZEUS.

- J. CRITTENDEN
Recent Results from Decay-Angle Analyses of ρ^0 Photoproduction at High Momentum Transfer.
- Y. EISENBERG
Charm Photoproduction in ep Collisions at HERA.
- R. GALEA
Exotics Searches.
- I. GIALAS
Cross Sections for Leading Baryon Production.
- M. INUZUKA
Diffractive Cross Sections at Low Q^2 .
- M. KHAKZAD
Jet Production Associated with Leading Baryons.
- B. LOEHR
ZEUS Summary.
- N. MACDONALD
Structure of Real and Virtual Photons from ZEUS.
- P. MARKUN
Final States in Diffractive DIS.
- R. PAWLAK
High Q^2 e^+p and e^-p Collisions.
- M. PRZYBYCIEN
Inclusive Jet Cross Sections in NC and CC DIS.
- I. REDONDO
Measurement of $D^{*\pm}$ Cross-Sections and the Charm Contribution to the Structure Function of the Proton in Deep Inelastic Scattering at HERA.
- A. SAVIN
DIS Cross Sections and Angular Distribution for Light Vector Mesons.
- L. SINCLAIR et al.
Progress and Problems in QCD – Report from the Hadronic Final States Working Group at DIS'99.
- E. TASSI
 α_s from Dijets in DIS.
- K. UMEMORI
Photoproduction of Jets and Prompt Photons.
- J. WHITMORE
Diffractive Parton Distributions.
- M. WING
Semileptonic Decays of Heavy Quarks in Dijet Photoproduction at HERA.
- R. YOSHIDA
 F_2 .
- A.F. ZARNECKI
Contact Interactions: Results from ZEUS and a Global Analysis.
- L. ZAWIEJSKI
Fragmentation in DIS.
- H. ABRAMOWICZ
Diffraction and the Pomeron.
Proc. of the 19th Int. Sympos. on Lepton and Photon Interactions at High-Energies (LP'99), Stanford/USA (1999)
- I.V. AKUSHEVICH, S.V. CHEKANOV
 $\Delta G/G$ from Current-Target Correlations.
Proc. of the Workshop on Polarized Protons at High Energies, Hamburg/D (1999), (DESY-PROC-1999-03)
- C. AMELUNG
Status of Measurements and Interpretation of Total Real and Virtual Photon-Proton Cross-Sections.
Proc. of the Int. Conf. and 8th Blois Workshop on Elastic and Diffractive Scattering (EDS'99), Protvino/RUS (1999)
- D. BAILEY
Measurement of the Charm Structure Function of the Proton.
Proc. of the Workshop on the Structure of the Nucleon (NUCLEON'99), Frascati/I (1999)
- A. BAMBERGER
Structure Functions.
Proc. of the 8th Int. Sympos. on Meson-Nucleon Physics and the Structure of the Nucleon (MENU'99), Zuoz/CH (1999)
- G. BARBAGLI
Diffraction.
Proc. of the 11th Rencontres de Blois: Frontiers of Matter, Blois/F (1999)
- A. BERTOLIN
Heavy Flavours and Large P_t Physics at HERA.
Proc. of the 13th Rencontres de Physique de la Vallée d'Aoste, La Thuile/I (1999)
- I. BOHNET, N. GENDNER, F. GOEBEL, T. NEUMANN, K. WICK
Radiation Hardness Studies with a Movable ^{60}Co Source at the ZEUS Detector.
Proc. of the 8th Int. Conf. on Calorimetry in High-Energy Physics (CALOR'99), Lisbon/P (1999)
- R. BRUGNERA
Vector Meson Production at HERA.
Proc. of the 13th Topical Conf. on Hadron Collider Physics, Mumbai/IND (1999)
- A. BRUNI
Vector Meson Physics at HERA.
Proc. of the Workshop on the Structure of the Nucleon (NUCLEON'99), Frascati/I (1999)
- SUSY and Resonance Searches.
Proc. of the 13th Topical Conf. on Hadron Collider Physics, Mumbai/IND (1999)
- P. BUSSEY
Photoproduction.
Proc. of the 19th Int. Conf. on Physics in Collision (PIC'99), Ann Arbor/USA (1999)
- J. BUTTERWORTH
Structure of the Photon.
Proc. of the 19th Int. Sympos. on Lepton and Photon Interactions at High-Energies (LP'99), Stanford/USA (1999)

- A. CALDWELL
HERA Results.
Proc. of the Joint Meeting of the APS and the AAPT, Atlanta/USA (1999)
- HERA Collider Physics.
Proc. of the 17th Autumn School on QCD, Lisbon/P (1999)
- S.V. CHEKANOV
Issues in Leading Particle and Charm Production in DIS at HERA.
Proc. of the Workshop on Monte Carlo Generators for HERA Physics, Hamburg/D (1998/99) (DESY-PROC-1999-02)
- S.V. CHEKANOV, G. INGELMAN, D. MILSTEAD
Nonperturbative QCD – Working Group Summary.
Proc. of the Workshop on Monte Carlo Generators for HERA Physics, Hamburg/D (1998/99) (DESY-PROC-1999-02)
- S.V. CHEKANOV, A. DEROECK, E.A. DE WOLF
Bose-Einstein Correlations in $e^+e^- \rightarrow W^+W^-$ at a Linear Collider.
Proc. of the Workshop on Physics Studies for a Future Linear Collider, QCD Working Group, Obernai/F and Oxford/GB (1999)
- S.V. CHEKANOV, L. ZAWIEJSKI
Short-Range and Long Range Correlations in DIS at HERA.
Proc. of the 19th Int. Sympos. on Multiparticle Dynamics, Providence/USA (1999)
- C. COLDEWEY
The ZEUS Microvertex Detector.
Proc. of the 8th Int. Workshop on Vertex Detectors (VERTEX'99), Texel/NL (1999) (Nucl. Instrum. Methods A)
- Test of Silicon Strip Detectors for the ZEUS Microvertex Detector.
Proc. of the 7th Int. Conf. on Instrum. for Colliding Beam Physics (INSTR99), Hamamatsu/ J (1999) (Nucl. Instrum. Methods A)
- M. COOPER-SARKAR
Structure Functions at Low Q^2 .
Proc. of the Workshop on the Structure of the Nucleon (NUCLEON'99), Frascati/I (1999)
- M. CORRADI
Exotics Searches.
Proc. of the 6th Topical Seminar on Neutrino and Astroparticle Physics, San Miniato/I (1999)
- M. COSTA
Proton Structure.
Proc. of the 34th Rencontres de Moriond: QCD and Hadronic Interactions, Les Arcs/F (1999)
- J. CRITTENDEN
Topical Results on Vector-Meson Production from ZEUS and H1.
Proc. of the 6th INT/Jefferson Workshop on Exclusive and Semiexclusive Processes at High Momentum Transfer, Newport News/USA (1999)
- Results from ZEUS and H1 on Diffractive Processes.
Proc. of the Workshop on Physics with Electron Polarized Ion Collider (EPIC'99), Bloomington/USA (1999)
- The ZEUS Uranium/Scintillator Calorimeter – Calibration Systems and Procedures.
Miniworkshop on Electromagnetic Calorimetry, Indiana Univ. Bloomington/USA
- M. DERRICK
HERA Physics.
Proc. of the School on Theoretical Physics, Zakopane/PL (1999)
- HERA Results.
Proc. of the Workshop on Particle Physics, Aspen/USA (1999)
- A. DOYLE
Event Shapes and Forward Jet Production at HERA.
Proc. of the 8th Int. Conf. on Hadron Spectroscopy (HADRON'99), Beijing/VRC (1999)
- S. DUSINI
R-P Violating SUSY and Leptoquarks.
Proc. of the 7th Int. Sympos. on Particles, Strings and Cosmology (PASCOS'99), Tahoe City/USA (1999)
- C. FOUODAS
Photon Structure.
14th Int. Workshop on High Energy Physics and Quantum Field Theory (QFTHEP'99), Moscow/RUS (1999)
- T. FUSAYASU, K. TOKUSHUKU
Analog Readout Modules for the ZEUS Microvertex Detector.
Proc. of the 7th Int. Sympos. on Solid State Detectors for the 21st Century (SSD'21), Nara/J (1998) (Nucl. Instrum. Methods A436 (1999))
- E. GALLO
Deep Inelastic Scattering
Proc. of the 2nd Europ. QCD Network Workshop (QCDNET'99), Florence/I (1999)
- G. GARCIA
The Forward Plug Calorimeter of the ZEUS Detector.
Proc. of the 8th Int. Conf. on Calorimetry in High Energy Physics (CALOR'99), Lisbon/P (1999)
- N. GENDNER, U. HOLM, K. F. JOHNSON, A. MEYER-LARSEN, S. THIES
A PWO Crystal Calorimeter for High Energy Physics.
Proc. of the 5th Int. Conf. on Inorganic Scintillators and their Applications (SCINT'99), Moscow/RUS (1999)
- C. GINSBURG
New Results from HERA.
Proc. of the Int. Sympos. on Phenomenology for the Third Millennium (PHENO'99), Madison/USA (1999)
- Deep Inelastic e^+p Scattering at Very High Q^2 from ZEUS at HERA.
Proc. of the APS Meeting of the Division of Particles and Fields (DPF'99), Los Angeles/USA (1999)
- L. GLADILIN
Beauty Physics at H1 and ZEUS
Proc. of the 6th Int. Conf. on B-Physics at Hadron Machines (BEAUTY'99), Bled/SLO (1999)
- C. GLASMAN
Jets, QCD and the Gluon Density in the Proton.
Proc. of the 34th Rencontres de Moriond: QCD and Hadronic Interactions, Les Arcs/F (1999)

- F. GOEBEL
Performance of the ZEUS Forward Plug Calorimeter.
Proc. of the 7th Int. Conf. on Instrumentation for Colliding Beam Physics (INST'99), Hamamatsu/J (1999)
- J. GROSSE-KNETTER
Deep Inelastic Scattering at High Q^2 .
Proc. of the 11th Rencontres de Blois, Gif-sur-Yvette/F (1999)
- M. HAYES
Heavy Flavours in Photoproduction at HERA.
Proc. of the 34th Rencontres de Moriond: QCD and Hadronic Interactions, Les Arcs/F (1999)
- U. HOLM, I. BOHNET, K. WICK, T. ZOUFAL
Radiation Damage of Plastic Scintillators and Consequences for Calorimetry.
Proc. of the 8th Int. Conf. on Calorimetry in High-Energy Physics (CALOR'99), Lisbon/P (1999)
- U. HOLM, N. GENDNER, A. MEYER-LARSEN, S. THIES, K. F. JOHNSON
A Small Compact Electromagnetic Lead Tungstate Calorimeter.
Proc. of the 8th Int. Conf. on Calorimetry in High-Energy Physics (CALOR'99), Lisbon/P (1999)
- G. IACOBUCCI
ZEUS Recent Results.
Proc. of the 2nd Int. Conf. on Hadronic Physics, Trieste/I (1999)
- L. IANNOTTI
Diffraction.
Proc. of the Int. Conf. and 8th Blois Workshop on Elastic and Diffractive Scattering (EDS'99), Protvino/RUS (1999)
- U. KARSHON, R. BRUGNERA
Heavy Quark Production at HERA.
Proc. of the 13th Topical Conf. on Hadron Collider Physics, Mumbai/IND (1999)
- U. KATZ
Search for Leptoquarks and Excited Fermions.
Proc. of the 2nd Int. Conf. on Physics beyond the Standard Model: Beyond the Desert'99, Tegernsee/D (1999)
- L. LABARGA
HERA Physics.
Proc. of the 27th Int. Meeting on Fundamental Physics, Granada/E (1999) (Acta Phys. Pol. B30 (1999) 2145)
- A. LEVY
The Proton and the Photon, Who is Probing Whom in Electroproduction.
Proc. of the 2nd KEK-Tanashi Int. Sympos. on Hadron and Nuclear Physics with Electromagnetic Probes, Tokyo/J (1999)
- K. LONG
Future ep Physics: The Outlook for HERA.
Proc. of the 14th Int. Workshop on High Energy Physics and Quantum Field Theory (QFTHEP'99), Moscow/RUS (1999)
- HERA Results.
Proc. of the IOP Nucl. and Part. Phys. Conf., Salford/GB (1999)
- S. MAGILL
Perturbative QCD at HERA.
Proc. of the Winter Inst. on Electroweak Physics, Lake Louise/CAN (1999)
- N. MC CUBBIN
 F_2 , QCD Fits and the Low $x - Q^2$ Interface.
Proc. of the 15th Int. Conf. on Particle and Nuclei (PANIC'99), Uppsala/S (1999)
- M. MARTINEZ
Inclusive Diffraction and Leading Baryon Production.
Proc. of the 34th Rencontres de Moriond: QCD and Hadronic Interactions, Les Arcs/F (1999)
- T. MATSUSHITA
W Cross Section + Leptons and Missing p_T .
Proc. of the 34th Rencontres de Moriond: Electro Weak Interactions and Unified Theories, Les Arcs/F (1999)
- A. PELLEGRINO
Structure Functions.
Proc. of the Int. Euroconf. on Quantum Chromo Dynamics (QCD'99), Montpellier/F (1999)
- K. PIOTRZKOWSKI
New Results on Diffraction at HERA.
Proc. of the 19th Int. Sympos. on Multiparticle Dynamics (ISMD'99), Providence/USA
- K. PIOTRZKOWSKI et al.
WORKING GROUP SUMMARY: DIFFRACTION.
Proc. of the Workshop on Monte Carlo Generators for HERA Physics, Hamburg/D (1998/99) (DESY-PROC-1999-02)
- S. POLENZ
NC and CC at High Q^2 and W Fits.
Proc. of the Winter Inst. on Electroweak Physics, Lake Louise/CAN (1999)
- J. REPOND
HERA Results.
Proc. of the Europ. Research Council Conf. on Electromagnetic Interactions with Nucleons and Nuclei, Santorini/GR (1999)
- A. VAN SIGHEM
ep at high Q^2 .
Proc. of the 14th Int. Workshop on High Energy Physics and Quantum Field Theory (QFTHEP'99), Moscow/RUS (1999)
- J. TERRON
Jet Shapes in e p Collisions at HERA.
Proc. of the UK Phenomenology Workshop on Collider Physics, Durham/GB (1999)
- K. TOKUSHUKU
Photon Structure.
Proc. of the 11th Rencontres de Blois: Frontiers of Matter, Blois/F (1999)
- T. TSURUGAI
Jets and Hadron Production.
Proc. of the Int. Euroconf. on Quantum Chromo Dynamics (QCD'99), Montpellier/F (1999)

U. SCHNEEKLOTH

Vorbereitungen von ZEUS für die Luminositätserhöhung von HERA.

Proc., DESY Beschleuniger Seminar, Grömitz/D (1999) und DESY HERA 99-04

F. SCIULLI

HERA Summary.

Proc. of the Conf. on Higgs and Supersymmetry, Gainesville/USA (1999)

A. STAIANO

Diffraction.

Proc. of the Workshop on Light-Cone QCD and Nonperturbative Hadron Physics, Adelaide/AUS (1999)

J. WHITMORE

Results from Deep Inelastic Scattering at HERA.

Diffraction in Deep Inelastic Scattering at HERA.

Proc. of the 8th Int. Conf. on Hadron Spectroscopy (HADRON'99), Beijing/VRC (1999)

Hard Diffractive Scattering.

Proc. of the UK Phenomenology Workshop on Collider Physics, Durham/GB (1999)

D. WILLIAMS

Beyond the Standard Model.

Proc. of the 13th Rencontres de Physique de la Vallée d'Aoste, La Thuile/I (1999)

G. WOLF

DESY, die Deutsch-Italienische Zusammenarbeit und das Wirken von Bjørn Wiik.

2. Kolloquium des Ital.-Dt. Komitees für die Wissenschaft, Trento/I (1999)

W. ZEUNER

Heavy Flavour Physics at HERA.

Proc. of the 15th Int. Conf. on Particle and Nuclei (PANIC'99), Uppsala/S (1999)

Vorträge

DPG Frühjahrstagung Teilchenphysik, Heidelberg/D (1999)

C. AMELUNG

Phänomenologie der Strukturfunktion des Protons bei kleinen x und Q^2 und neue Messung mit dem ZEUS-Detektor.

I. BOHNET

DESY-Teststrahlungsmessungen mit einem ZEUS-Testkalorimeter.

D. DANNHEIM

Die Siliziumstreifendetektoren des ZEUS Mikrovertexdetektors.

R. DEFFNER

Messung der Proton-Strukturfunktion $F_2(x, Q^2)$ in e^+p Kollisionen bei HERA mit dem ZEUS-Detektor.

U. FRICKE

Bestimmung der Strukturfunktion F_2 des Protons bei Impulsüberträgen von $0.1 - 0.8 \text{ GeV}^2$ und Bjorken x von $10^{-6} - 10^{-3}$ bei ZEUS.

N. GENDNER

Ein PbWO_4 -Kalorimeter für ZEUS.

F. GOEBEL

Erste Ergebnisse zur Diffraction vom ZEUS Vorwärts-Plug-Kalorimeter.

J. GROSSE-KNETTER

Lepton-Proton-Streuung bei großen Impulsüberträgen.

K. HEBBEL

Messungen des Charm-Beitrags zur Proton-Strukturfunktion bei HERA.

U. KATZ

Suche nach eeq -Kontaktwechselwirkungen in den ZEUS e^+p -Daten.

D. KCIRA

Probing the Photon Structure via Dijet Production at HERA.

M. KUNKE

Defektspektroskopie an sauerstoffreichem Silizium nach Bestrahlung.

A. LOPEZ-DURAN VIANI

Elektron-Identifikationsalgorithmen.

P. MARKUN

Der hadronische Endzustand in tiefinelastischer, diffraktiver ep -Streuung.

M. MILITE

The ZEUS Silicon Microvertex Detector.

M. MOLL

Entwicklung strahlenharter Siliziumdetektoren – Neue Materialien.

M. MORITZ

Teststrahlergebnisse mit Siliziumstreifendetektoren für den ZEUS Mikrovertexdetektor.

H. RAACH

Inklusiver Jet-Wirkungsquerschnitt in tiefinelastischer ep -Streuung.

I. REDONDO

F_2^c from $D^{*+} \rightarrow (D0 \rightarrow K^- \pi^+) \pi^+ (+c.c.)$ with the ZEUS Detector at HERA.

O. RUSKE

Messung der Protonstrukturfunktion F_2 mit ZEUS bei HERA.

M. SIEVERS

Instanton-Suche in tiefinelastischer ep -Streuung.

S. STONJEK

Charm Photoproduktion in Elektron-Proton-Streuung.

E. TASSI

Measurement of α_s from Dijet Rates in Deep Inelastic Scattering at HERA.

S. THIES

Optimierung der Lichtausbeute bei der Auslese von PbWO_4 -Kristallen.

T. ZOUFAL

Entstehung und Zerfall kurzlebiger Absorptionszentren in Szintillator und Lichtleiterfasern.

Workshop on Small x Physics, Tel Aviv/IL (1999)

U. FRICKE

Measurements of F_2 and $\sigma_{\text{tot}}^{\gamma^*p}$ at Low x and Q^2 at HERA.

T. HAAS

Photon Structure and QCD.

S. KANANOV

Vector Meson Production.

U. KARSHON

Heavy Flavor at HERA.

H. KOWALSKI

Inclusive Diffraction at HERA.

G. WOLF

HERA Physics at the Highest Q^2 : Results and Look into the Future.

H. ABRAMOWICZ

Tests of QCD at High Energies.

KEK Tsukuba/J (1999)

Univ. Osaka/J (1999)

K. BORRAS

Diffraction.

Graduiertenkolleg, Univ. Dortmund/D (1999)

A. CALDWELL

HERA Collider Physics.

SLAC Stanford/USA (1999)

LBL Berkeley/USA (1999)

J. CRITTENDEN

Applications of QCD in Studies of Diffractive Processes at HERA.

Graduiertenkolleg, Univ. Regensburg/D (1999)

Recent Studies at HERA of the Helicity Structure of Diffractive Vector-Meson Production.

Univ. Warsaw/PL (1999)

B. FOSTER

HERA Physics.

Plenary ECFA Meeting, DESY Hamburg/D (1999)

U. KATZ

Suche nach neuer Physik bei HERA.

Kolloquiumsvortrag, RWTH Aachen/D (1999)

R. KLANNER et al.

Limited Geiger-Mode Microcell Silicon Photodiode: New Results. 2nd Conf. on New Developments in Photodetectors, Beaune/F (1999)

U. KÖTZ

Tests on the ZEUS Vertex Detector.

5th Int. Conf. on Position-Sensitive Detectors, London/GB (1999)

H. KOWALSKI

Inclusive Diffractive and Total Cross Sections at HERA.

Univ. Bielefeld/D (1999)

A. LEVY

The Structure of the Proton and the Photon as Seen at HERA.

Univ. Melbourne/AUS (1999)

E. LOHRMANN

HERA Physik mit dem ZEUS Detektor.

Kolloquiumsvortrag, Univ. Erlangen/D (1999)

D. NOTZ

Der ZEUS Siliziumstreifenzähler.

Frühjahrstagung der Studiengr. Elektron. Instrum., Bochum/D (1999)

K. PIOTRZKOWSKI

High-Energy Bremsstrahlung at TESLA.

4th Int. Workshop on Linear Colliders (LCWS'99), Barcelona/E (1999)

G. WOLF

The Glorious Days of Physics – A Tribute to Bjørn H. Wiik and his Physics.

Int. School of Subnuclear Physics, Erice/I (1999)

Physics at HERA.

CERN Geneva/CH (1999)

Habilitation

A.F. ZARNECKI

Global Analysis of eeqq Contact Interactions and Future Prospects for High Energy Physics.

Univ. Warsaw/PL (1999)

Eur. Phys. J. C11 (1999) 593

Dissertationen

L. ADAMCZYK

Vector Mesons Photoproduction at Large t at HERA.

Univ. of Mining and Metallurgy, Cracow/PL (1999)

C. AMELUNG

Measurement of the Proton Structure Function F_2 at Very Low Q^2 at HERA.

Univ. Bonn/D (1999)

DESY-THESIS-2000-002, BONN-IR-99-14

I. BOHNET

Investigations on Uniformity, Radiation Resistance and Calibration of ZEUS Calorimeter Components at HERA.

Univ. Hamburg/D (1999)

DESY-THESIS-1999-041

- A. BORNHEIM
Messung der Protonstrukturfunktionen F_2 und F_L in radiativer ep-Streuung mit dem ZEUS-Detektor.
Univ. Bonn/D (1999)
BONN-IR-99-17
- J. COLE
Open Charm Production in Deep Inelastic Diffractive ep Scattering at HERA.
Univ. London/GB (1999)
RAL-TH-1999-008
- R. DEFFNER
Measurement of the Proton Structure Function F_2 at HERA Using the 1996 and 1997 ZEUS Data.
Univ. Bonn/D (1999)
BONN-IR-99-20
- M. ECKERT
Spurrekonstruktion in den planaren Driftkammern von ZEUS und Ereignisse der Reaktion $e^+p \rightarrow \bar{\nu}_e X$ bei kleinen hadronischen Winkeln.
Univ. Bonn/D (1999)
BONN-IR-99-05
- C.P. FAGERSTROEM
Leading Neutron Production in Deep Inelastic Scattering at HERA.
Univ. Toronto/CAN (1999)
DESY-THESIS-1999-039
- U. FRICKE
Precision Measurement of the Proton Structure Function at Low Q^2 and Very Low x at HERA.
Univ. Hamburg/D (1999)
DESY-THESIS-1999-043
- R. HALL-WILTON
Diffractive Non-Diffractive Charm Production in Deep Inelastic Scattering at HERA.
Univ. Bristol/GB (1999)
- A. KRUSE
Charged Current Interactions at HERA.
NIKHEF, Univ. Amsterdam/NL (1999)
- N. MACDONALD
Measurement of Event Shape Variables Using the Current Region of the Breit Frame in Deep Inelastic Scattering.
Univ. Glasgow/GB (1999)
- A. MEYER-LARSEN
Konstruktion, Aufbau und Kalibration eines strahlrohrnahen Bleiwolframat-Kalorimeters zur Verwendung im ZEUS-Experiment.
Univ. Hamburg/D (1999)
DESY-THESIS-1999-035
- M. MOLL
Radiation Damage in Silicon Particle Detectors – Microscopic Defects and Macroscopic Properties.
Univ. Hamburg/D (1999)
DESY-THESIS-1999-040
- J.R. OKRASINSKI
Measurement of the Hadronic Final State in Deep Inelastic Scattering at HERA.
Pennsylvania State Univ. Hazleton/USA (1999)
DESY-THESIS-1999-018
- D. PICCONI
A Measurement of ρ^0 Photoproduction in e^+p Collisions.
Univ. Bristol/GB (1999)
- M. PRZYBYCIEN
Two Jets Production in Neutral Current Deep Inelastic e^+p Interactions at 300 GeV CMS Energy.
INP Cracow/PL (1999)
DESY-THESIS-1999-003
- M. RIVELINE
Probing the Parton Evolution in DIS at Low x_{Bj} Using Jet Observables.
McGill Univ. Toronto/C (1999)
DESY-THESIS-1999-005
- J. VOSSEBELD
Dijet Photoproduction at High Transverse Energies.
NIKHEF, Univ. Amsterdam/NL (1999)
- R. WICHMANN
Properties of the Hadronic Final State in Diffractive Deep Inelastic Scattering Tagged with the Leading Proton Spectrometer of ZEUS.
Univ. of Calif., Santa Cruz/USA (1999)
- Y.E. ZAMORA-GARCIA
The Production of Leading Protons at HERA – A Measurement of its Properties Using the LPS of ZEUS.
Univ. Geneva/CH (1999)
DESY-THESIS-1999-008

Diplomarbeiten

- D. DANNHEIM
The Silicon Strip Detectors of the ZEUS Microvertex Detector.
Univ. Hamburg/D (1999)
DESY-THESIS-1999-027
- R. DZIEKANOWSKI
Einfluss der elektronegativen Verbindungen auf die Arbeit von Proportionalzählrohren.
Univ. of Mining and Metallurgy, Cracow/PL (1999)
- P. GÜNTHER
Auf der Suche nach semileptonischen Charm-Zerfällen im Vorwärtsbereich von ZEUS.
Univ. Bonn (1999)
BONN-IB-99-07
- S. HILLERT
Ein Silizium-Pixeldetektor für den Strahlagemonitor BTM am Freie-Elektronen-Laser der TESLA-Testanlage.
Univ. Hamburg/D (1999)
- M. KUNZ
Optische Untersuchungen an Copolymeren aus Polymethylmethacrylat und Polystyrol.
Univ. Hamburg/D (1999)

J. MARTENS

Simulationen und Qualitätssicherung der Siliziumstreifendetektoren des ZEUS-Mikrovertexdetektors.

Univ. Hamburg/D (1999)

DESY-THESIS-1999-044

A. PIETRZYK

Gasverstärkung in Straw Tubes.

Langzeit Stabilität von Straw Tubes.

Univ. of Mining and Metallurgy, Cracow/PL (1999)

J. RAUTENBERG

Diffraaktive Photoproduktion von Vektormesonen bei hohem Impulsübertrag mit dem ZEUS-Detektor bei HERA.

Univ. Bonn/D (1999)

BONN-IR-99-04

O. STRANGFELD

Eine Simulationsstudie zur Spurrekonstruktion im zukünftigen Silizium-Vertex-Detektor für ZEUS.

Univ. Bonn/D (1999)

BONN-IR-99-06

J. TANDLER

Simulation des ZEUS-Übergangsstrahlungsdetektors und erste Vergleiche mit Daten.

Univ. Bonn/D (1999)

BONN-IR-99-02

S. THIES

Untersuchungen an Komponenten eines kompakten elektromagnetischen Kalorimeters aus PbWO₄-Kristallen.

Univ. Hamburg/D (1999)

K.C. VOSS

Neue Entwicklung bei der Spurrekonstruktion in den planaren Driftkammern des ZEUS-Detektors.

Univ. Bonn/D (1999)

I. WEBER

Messung der Protonstrukturfunktion $F_2(x, Q^2)$ im Bereich $0.045 < Q^2 < 0.400 \text{ GeV}^2$ mit radiativer ep-Streuung bei HERA.

Univ. Bonn/D (1999)

BONN-IB-99-20

HERMES

Veröffentlichungen

HERMES KOLLABORATION, K. ACKERSTAFF et al.

Flavor Decomposition of the Polarized Quark Distributions in the Nucleon from Inclusive and Semi-Inclusive Deep-Inelastic Scattering.

Phys. Lett. B464 (1999) 123 und DESY 99-048, hep-ex/9906035

Nuclear Effects on $R = \sigma_L/\sigma_T$ in Deep-Inelastic Scattering. DESY 99-150, hep-ex/9910071, zur Veröffentl. in Phys. Lett. B

HERMES KOLLABORATION, A. AIRAPETIAN et al.

Measurement of the Spin Asymmetry in the Photoproduction of Pairs of High- p_T Hadrons at HERMES.

Phys. Rev. Lett. 84 (2000) 2584 und

DESY 99-071, hep-ex/9907020

First Observation of a Single-Spin Azimuthal Asymmetry in Semi-Inclusive Pion Electro-Production.

DESY 99-149, hep-ex/9910062

Measurement of Longitudinal Spin Transfer to Lambda Hyperons in Deep Inelastic Lepton Scattering.

DESY 99-151, hep-ex/9911017

E.C. ASCHENAUER et al.

Optical Characterization of $n=1.03$ Silica Aerogel Used as Radiator in the RICH of HERMES.

zur Veröffentl. in Nucl. Instrum. Methods A

J. BLOUW et al.

Design and Performance of a Large Microstrip Gas Tracker for HERMES.

Nucl. Instrum. Methods A434 (1999) 227

G. VAN DER STEENHOVEN

HERMES: the Nucleus as a Femtometer Probe.

Nucl. Phys. News 9 (1999) 31

G. JAPARIDZE, W.D. NOWAK, A. TKABLADZE

Color Octet Contribution to J/ψ Photoproduction Asymmetries.

DESY 99-110, hep-ph/9908336, zur Veröffentl. in Phys. Lett. B

Veröffentlichte Vorträge

Proc. of the 7th Int. Workshop on Deep Inelastic Scattering (DIS'99), Zeuthen/D (1999) (Nucl. Phys. B, Proc. Suppl. 79 (1999))

M. AMARIAN

Spin Asymmetries in Photoproduction of High- p_T Hadron Pairs.

H. AVAKIAN

Azimuthal Single-Spin Asymmetries in Semi-Inclusive DIS from HERMES.

S. BELOSTOTSKI

Strange Particle Production and Polarization of Lambda Hyperons in the HERMES Experiment.

A. BORISSOV

Diffraction Physics at HERMES.

M. DÜREN

Polarized Lepton Nucleon Scattering – Summary of the Experimental Spin Sessions at DIS 99.

F. MEISSNER

Double-Spin Asymmetry in Exclusive Vector Meson Production at HERMES.

C.A. MILLER

Flavour Asymmetry of the Light Quark Sea Measured by HERMES.

M. RUH

Flavour Decomposition of the Polarized Quark Distributions from Semi-Inclusive Data.

M. AMARIAN

Double Spin Asymmetry in Photoproduction of High- p_T Hadron Pairs.

Proc. of the Workshop on the Structure of the Nucleon (NUCLEON'99), Frascati/I (1999)

E.C. ASCHENAUER

The Richness of HERMES Physics.

Proc. of the Int. Workshop on Polarized Sources and Targets (PST'99), Erlangen/D (1999)

C. BAUMGARTEN

Spin Relaxation Studies with the HERMES Internal Polarized Deuterium Target.

Proc. of the Int. Workshop on Polarized Sources and Targets (PST'99), Erlangen/D (1999)

S. BELOSTOTSKI

Lambda Polarization Measured at HERMES and Lambda Spin Structure.

Proc. of the Int. Workshop on Symmetry and Spin (PRAHA-SPIN'99), Prague/CZ (1999)

A. BORISSOV

Recent Results of the HERMES Experiment at DESY.

Proc. of the Int. School-Seminar on Actual Problems of Particle Physics, Gomel/BY (1999)

A. BRÜLL

Spin Asymmetries Measured at HERMES.

Proc. of the 15th Int. Conf. on Particle and Nuclei (PANIC'99), Uppsala/S (1999)

Semi-Inclusive Results from HERMES and SMC.

Proc. of the Workshop on Physics with Electron Polarized Ion Collider (EPIC'99), Bloomington/USA (1999)

P. CARTER

Analyzing Power of Pion Electroproduction at HERMES.

Proc. of the 6th Int. JLAB Workshop on Exclusive and Semi-Exclusive Processes at High Momentum Transfer, Newport News/USA (1999)

P.K.A. DE WITT HUBERTS

Spin Structure of the Nucleon: Flavour, Sea and Glue.

Proc. of the 2nd ICTP Int. Conf. on Perspectives in Hadronic Physics, Trieste/I (1999)

Multi-GeV Electron Accelerators in Europe.

Proc. of the 15th Int. Conf. on Particles and Nuclei (PANIC'99), Uppsala/S (1999)

P. DI NEZZA

HERMES Results on the Spin Structure of the Nucleon.

Proc. of the 37th Int. Winter Meeting on Nuclear Physics, Bormio/I (1999)

M. DÜREN

Highlights from HERMES.

Proc. of the Int. School of Nucl. Phys., 21st Course: Electromagnetic Probes and the Structure of Hadrons and Nuclei, Erice/I (1999)

Experimental Results and Perspectives of Polarized Lepton-Nucleon Scattering.

Proc. of the Ringberg Workshop on New Trends in HERA Physics, Tegernsee/D (1999)

A. FANTONI

High Energy Contribution to the GDH Sum Rule.

Proc. of the 37th Int. Winter Meeting on Nuclear Physics, Bormio/I (1999)

R. KAISER

Physics Results from HERMES.

Particle Identification with the HERMES RICH Detector.

Proc. of the Int. Workshop on Symmetry and Spin (PRAHA-SPIN'99),

Physics Results from HERMES.

Proc. of the RHIC Spin Sympos., Upton/USA (1999)

E. KINNEY

Review of Polarized Leptonproduction Experiments.

Proc. of the Workshop on the Structure of the Nucleon (NUCLEON'99), Frascati/I (1999)

Future Data from Polarized Fixed Target Experiments.

Proc. of the Workshop on Polarized Protons at High Energies, Hamburg/D (1999), (DESY-PROC-1999-03)

N. KOCH

Atomic Beam Development for the HERMES-ABS.

Proc. of the Int. Workshop on Polarized Sources and Targets (PST'99), Erlangen/D (1999)

H. KOLSTER

The Measurement of the Polarization in the HERMES Internal Target.

Proc. of the Int. Workshop on Polarized Sources and Targets (PST'99), Erlangen/D (1999)

A Polarized Atomic Jet Target for RHIC Polarimetry.

Proc. of the RHIC Spin Sympos., Upton/USA (1999)

V. KOROTKOV

Spin Asymmetry in the Photoproduction of Pairs of High- p_T Hadrons at HERMES.

Proc. of the Int. Workshop on Symmetry and Spin (PRAHA-SPIN'99), Prague/CZ (1999)

V. KOROTKOV, W.D. NOWAK

The Physics Case for Polarised Proton-Nucleon Scattering at HERA.

Proc. of the Workshop on Polarized Protons at High Energies, Hamburg/D (1999), (DESY-PROC-1999-03)

W. LORENZON

Recent Results from HERMES.

Proc. of the 8th Int. Sympos. on Meson-Nucleon Physics and the Structure of the Nucleon (MENU'99), Zuoz/CH (1999)

N.C.R. MAKINS

Spin Structure of the Nucleon.

Proc. of the 19th Int. Conf. on Physics in Collision (PIC'99), Ann Arbor/USA (1999)

J. MARTIN

Measurement of the Spin Asymmetry in the Photoproduction of High- p_T Hadron Pairs at HERMES.

Proc. of the 34th Rencontres de Moriond: QCD and Hadronic Interactions, Les Arcs/F (1999)

R. MC KEOWN

Spin and Strangeness in the Nucleon.

Proc. of the Int. School of Nucl. Phys., 21st Course: Electromagnetic Probes and the Structure of Hadrons and Nuclei, Erice/I (1999)

F. MEISSNER

Spin Asymmetries in Exclusive ρ , ϕ , and J/ψ Production at HERMES.

Proc. of the Workshop on the Structure of the Nucleon (NUCLEON'99), Frascati/I (1999)

R. MILNER

The HERMES Experiment.

Proc. of the 4th Int. Conf. on Nuclear Physics at Storage Rings (STORI'99), Bloomington/USA (1999)

Hadron Photoproduction at HERMES.

Proc. of the Workshop on Exclusive and Semi-Exclusive Processes at High Momentum Transfer, Newport News/USA (1999)

S. PATE

The HERMES Experiment.

Proc. of the Hampton University Graduate Studies (HUGS'99), Newport News/USA (1999)

D. RYCKBOSCH

Vector Meson Production at HERMES.

Proc. of the Int. Conf. on the Structure and Interactions of the Photon (PHOTON'99), Freiburg/D (1999)

Y. SAKEMI

Dual Radiator RICH of HERMES for π , K, p Identification.

Proc. of the 7th Int. Conf. on Instrum. for Colliding Beam Physics (INSTR'99), Hamamatsu/J (1999) (Nucl. Instrum. Methods A)

Flavor Decomposition of the Polarized Quark Distributions in the Nucleon by HERMES.

Proc. of the Circum-Pan-Pacific RIKEN Sympos. on High Energy Spin Physics (PACIFIC-SPIN'99), Tokyo/J (1999)

Spin Structure of the Nucleon Studied by HERMES.

Proc. of the 2nd KEK-Tanashi Int. Sympos. on Hadron and Nuclear Physics with Electromagnetic Probes, Tokyo/J (1999)

T. SHIN

Nuclear Effects in DIS and Vector Meson Production at HERMES.

Proc. of the 34th Rencontres de Moriond: QCD and Hadronic Interactions, Les Arcs/F (1999)

A. SIMON

Recent Spin Physics Results from the HERMES Experiment.

Proc. of the Int. Euroconf. on Quantum Chromo Dynamics (QCD'99), Montpellier/F (1999)

J.J.M. STEIJGER

The HERMES Silicon Project.

Proc. of the 8th Int. Workshop on Vertex Detectors (VERTEX'99), Texel/NL (1999) (Nucl. Instrum. Methods A)

The Lambda Wheels, a Silicon Vertex Detector for HERMES.

Proc. of the 7th Int. Conf. on Instrum. for Colliding Beam Physics (INSTR'99), Hamamatsu/J (1999) (Nucl. Instrum. Methods A)

U. STÖSSLEIN

Extraction of Polarized Parton Distributions at HERMES.

Proc. of the Int. Europhys. Conf. on High Energy Physics (HEP'99), Tampere/FIN (1999)

E. THOMAS

Recent Spin Physics Results from HERMES.

Proc. of the Workshop on Light-Cone QCD and Nonperturbative Hadron Physics, Adelaide/AUS (1999)

B. TIPTON

Extraction of Polarized Parton Distributions at HERMES.

Proc. of the Workshop on Exclusive and Semi-Exclusive Processes at High Momentum Transfer, Newport News/USA (1999)

G. VAN DER STEENHOVEN

Vector Meson production and Deep-Inelastic Scattering on (Polarized) ^1H , ^3He and ^{14}N Targets.

Proc. of the 15th Int. Conf. on Particle and Nuclei (PANIC'99), Uppsala/S (1999)

J.J. VAN HUNEN

Semi-Inclusive Hadron Production from ^{14}N .

Proc. of the 10th Mini-Conf. on Studies of Few-Body Systems with High Duty-Factor Electron Beams, Amsterdam/NL (1999)

Deep-Inelastic Scattering off ^{14}N .

Proc. of the 2nd ICTP Int. Conf. on Perspectives in Hadronic Physics, Trieste/I (1999)

M. VINCTER

The Spin Asymmetry in the Photoproduction of Pairs of High Transverse Momentum Hadrons at HERMES.

Proc. of the Circum-Pan-Pacific RIKEN Sympos. on High Energy Spin Physics (PACIFIC-SPIN'99), Tokyo/J (1999)

Vorträge

DPG Frühjahrstagung Teilchenphysik, Heidelberg/D (1999)

E.C. ASCHENAUER

Charm Production at HERMES.

S. BERNREUTHER

Produktion polarisierter Λ^0 -Hyperonen bei HERMES.

S. BRAUKSIEPE

Extraktion von polarisierten Partonverteilungen bei HERMES.

K. FIEDLER

Erste Ergebnisse des Recoiltestdetektors am HERMES-Experiment.

Y. GÄRBER

Bestimmung der Spinstrukturfunktion g_1^p bei kleinen Q^2 und x_{Bj} mit dem HERMES-Experiment.

A. GUTE

Bestimmung des tiefinelastischen Beitrags zum Gerasimov-Drell-Hearn Integral am Proton und Neutron.

A. SIMON

Diffraktive ρ^0 Produktion bei HERMES.

DPG Frühjahrstagung Kernphysik, Freiburg/D (1999)

S. BERNREUTHER

Produktion polarisierter Λ^0 -Hyperonen bei HERMES.

R. KAISER

Der HERMES RICH Detektor.

M. RUH

Untersuchung der Spinstruktur des Nukleons bei HERMES.

C. WEISKOPF

Beobachtung eines Kohärenzlängeneffekts in exklusiver ρ^0 -Elektronproduktion.

B. BAINS

Extraction of Nucleon Quark Polarizations at HERMES. Centennial Celebration and Meeting of the APS, Atlanta/USA (1999)

J. BLOUW

The Spin of the Nucleon. Univ. Victoria/CAN (1999)
Colorado State Univ., Fort Collins/USA (1999)
Univ. of Colorado, Boulder/USA (1999)

A. BORISSOV

Recent Results of HERMES at DESY. Univ. of Michigan, Ann Arbor/USA (1999)

P. DINEZZA

Meson Electroproduction with the HERMES Experiment. Kolloquiumsvortrag, Univ. Perugia/I (1999)

M. DÜREN

Vector Meson Production at HERMES. Workshop on Leptons and Hadrons as Complementary Probes of „Strong“ QCD, Jülich/D (1999)

Neue Resultate vom HERMES-Experiment bei DESY. Kolloquiumsvortrag, TU Dresden/D (1999)

Neue Ergebnisse vom HERMES-Experiment zum Aufbau der Materie aus Quarks und Gluonen. Univ. Bayreuth/D (1999)

A. GUTE

Spinstruktur des Nukleons. Arbeitstreffen Hadronen- und Kernphys., Endingen/D (1999)

H.E. JACKSON

Nucleon Spin Structure: What Can We Measure? Int. Workshop on Challenges in QCD, Kfar Giladi/IL (1999)

E. KINNEY

Perspectives for DIS Experiments at HERMES. ECT* Int. Workshop on the Role of the Nuclear Medium in Deep Inelastic Scattering, Trento/I (1999)

The Nucleon's Spin: A Rather Complicated $1/2 \hbar$.

Kolloquiumsvorträge, Paul Scherrer Inst., Villigen/CH (1999)
Univ. of Colorado, Boulder/USA (1999)

H. KOLSTER

Polarized Gas Targets for Storage Rings – The HERMES Internal Target. RCNP Univ. Osaka/J (1999)

Recombination of H and D Atoms on Surfaces and Polarization of the Molecules.

Indiana Univ. Cyclotron Facility, Bloomington/USA (1999)

Polarized Gas Targets for Storage Rings – The HERMES Internal Target.

Bates Linear Accelerator Center, Middleton/USA (1999)

Measurements of Recombination in the HERMES Internal Target. Univ. Marburg/D (1999)

W. LORENZON

HERMES and the Mystery of Nucleon Spin. Kolloquiumsvortrag, Univ. of Michigan, Ann Arbor/USA (1999)

Recent Results from HERMES.

Univ. of Michigan, Ann Arbor/USA (1999)

N.C.R. MAKINS

Recent Results from HERMES. ECT* Int. Workshop on the Role of the Nuclear Medium in Deep Inelastic Scattering, Trento/I (1999)

J. MARTIN

Measurement of the Spin Asymmetry in the Photoproduction of High- p_T Hadron Pairs. Fall Meeting of the Division of Nuclear Physics of the APS, Pacific Grove/USA (1999)

M. MCANDREW

Measuring the Quark Polarizations of the Nucleon at HERMES. Univ. Liverpool/GB (1999)

T.G. O'NEILL

Evolution of Virtual Quantum States. ECT* Int. Workshop on the Role of the Nuclear Medium in Deep Inelastic Scattering, Trento/I (1999)
Europ. Res. Council Conf. on Electromagnetic Interactions with Nucleons and Nuclei, Santorini/GR (1999)

Are Virtual Particles Real?

Indiana Univ. Cyclotron Facility, Bloomington/USA (1999)
Kolloquiumsvortrag, Argonne Nat. Lab., Argonne/USA (1999)

B. OWEN

Polarized Λ Production at HERMES. APS Centennial Celebration and Meeting, Atlanta/USA (1999)

Polarized Λ Generation at HERMES.
Kolloquiumsvortrag, Illinois State Univ., Normal/USA (1999)

K. RITH
HERMES – ein Experiment zur Untersuchung der inneren Spinstruktur des Nucleons.
Kolloquiumsvortrag, Univ. Regensburg/D (1999)

Selected Semi-Inclusive Results from HERMES.
Workshop on Nucleon and Quark Correlations, Santorini/GR (1999)

Selected Semi-Inclusive Results from HERMES.
COMPASS Workshop, TU München/D (1999)

T. SHIN
A-Dependence of $R = \sigma_L/\sigma_T$ in Deep-Inelastic Scattering off ^2H , ^3He , and ^{14}N at HERMES.
Fall Meeting of the Division of Nuclear Physics of the APS, Pacific Grove/USA (1999)

U. STÖSSLEIN
Measurement of g_1^p at low Q^2 and Bjorken- x with the HERMES Experiment.
Univ. Erlangen-Nürnberg/D (1999)

E. THOMAS
Single Spin Azimuthal Asymmetries at HERMES.
Workshop on Nucleon and Quark Correlations, Santorini/GR (1999)

G. VANDER STEENHOVEN
Quarks, gluonen en de rest.
Afdeling Natuurkunde, TU Eindhoven/NL (1999)

The HERMES Silicon Detector Project.
Inst. Kernphys., Forschungszentrum Jülich/D (1999)

Deep-Inelastic Scattering and Vector-Meson Production at HERMES.
Service de Physique Nucleaire (CEA-DAPNIA), Centre d'Etudes de Saclay/F (1999)

Nuclear Effects on $R = \sigma_L/\sigma_T$ in Deep-Inelastic Scattering.
Workshop on Structure Functions and Higher Twist Effects, Cambridge/USA (1999)

J.J. VAN HUNEN
Semi-Inclusive Hadron Production from ^{14}N .
Univ. Utrecht/NL (1999)

A-Dependence of $R = \sigma_L/\sigma_T$ in Deep-Inelastic Scattering.
ECT* Int. Workshop on the Role of the Nuclear Medium in Deep Inelastic Scattering, Trento/I (1999)

Deep-Inelastic Scattering off ^{14}N .
Fall Meeting of the Dutch Nucl. and High Energy Phys. Soc., Petten/NL (1999)

M. VETTERLI
The Spin Structure of the Nucleon: Experimental Status.
Europ. Res. Council Conf. on Electromagnetic Interactions with Nucleons and Nuclei, Santorini/GR (1999)

Results on Nucleon Substructure from the HERMES Experiment.
Kolloquiumsvortrag, Simon Fraser Univ., Vancouver/CAN (1999)

Nucleon Structure Studies at HERMES.
Ann. Congress of the Can. Assoc. of Physicists (CAP'99), Fredericton/CAN (1999)

M. VINCTER
The Flavor Asymmetry of the Light Quark Sea from Deep-Inelastic Scattering at the HERMES Experiment.
Meeting of the APS Northw. Section, Vancouver/CAN (1999)

Where is the Spin in the Nucleon?
Kolloquiumsvortrag, Univ. Victoria/CAN (1999)

J. VISSER
Recoil Detection at Hermes.
ECT* Int. Workshop on the Role of the Nuclear Medium in Deep Inelastic Scattering, Trento/I (1999)

Fall Meeting of the Dutch Nuclear and High Energy Phys. Soc., Petten/NL (1999)

Dissertationen

S. BERNREUTHER
Messungen zum Spintransfer bei Lambda-Produktion in polarisierter Lepton-Nukleon Streuung im HERMES-Experiment.
Univ. Erlangen-Nürnberg/D (1999)

P.W. CARTER
The HERMES Experiment:
I. Analyzing Powers in Pion Electroproduction.
II. The Aerogel Radiator of the HERMES RICH.
Caltech, Pasadena/USA (1999)

A. DVOREDSKY
Investigations of Novel Effects in Semi-Inclusive Deep Inelastic Scattering.
Caltech, Pasadena/USA (1999)

A. GUTE
Messung der polarisierten Strukturfunktion g_1^p des Protons im HERMES-Experiment.
Univ. Erlangen-Nürnberg/D (1999)
DESY-THESIS 1999-017

D. HASCH
Messung der polarisierten Strukturfunktion $g_1(x, Q^2)$ des Protons mit dem HERMES-Experiment.
Humboldt Univ. Berlin/D (1999)

N. KOCH
A Study on the Production of Intense Cold Atomic Beams for Polarized Hydrogen and Deuterium Targets.
Univ. Erlangen-Nürnberg/D (1999)
DESY-THESIS 1999-015

J. MARTIN
Measurement of the Spin Asymmetry $A_{||}$ in the Photoproduction of High- p_T Hadron Pairs.
MIT Cambridge/USA (1999)

M. MC ANDREW
A Measurement of the Quark Polarizations of the Nucleon.
Univ. Liverpool/GB (1999)

M. RUH
Measurement of the Polarized Quark Distributions of the Nucleon at HERMES.
Univ. Freiburg/D (1999)
DESY-THESIS 1999-037

G. SCHNELL
Longitudinal Polarization of the Lambda in Deep Inelastic Scattering of Polarized Positrons from Nucleons.
New Mexico State Univ., Las Cruces/USA (1999)

B. TIPTON
Measurement of Polarized Parton Distributions with Spin-Dependent Deep-Inelastic Scattering.
MIT Cambridge/USA (1999)

Diplomarbeiten

P. BUDZ
Signaluntersuchungen an den HERMES Driftkammern BC1/2.
Univ. Erlangen-Nürnberg/D (1999)

F. DASHEVSKIY
Strange Sea Polarization in the Nucleon.
MIT Cambridge/USA (1999)

M. HENOCH
Interpretation der Polarisationsmessungen am polarisierten Wasserstofftarget des HERMES-Experiments am DESY in Hamburg.
Univ. Münster/D (1999)

D. REGGIANI
Studio et applicazione di un bersaglio trasversalmente polarizzato per l'esperimento HERMES a HERA.
Univ. Ferrara/I (1999)

J. WENDLAND
Improved Particle Identification at HERMES and Polarised Valence Quark Distributions in the Proton.
Simon Fraser Univ., Burnaby/CAN (1999)

M. WIESMANN
Messungen an einem Siliziumdetektor für das HERMES-Experiment.
Univ. Erlangen-Nürnberg/D (1999)

HERA-B

Veröffentlichungen

I. ABT et al.
Characterization of Silicon Microstrip Detectors Using an Infrared Laser System.
Nucl. Instrum. Methods A423 (1999) 303

V. BALAGURA, R. CHISTOV, M. DANILOV, V. EIGES
The Possibility of Measuring Angle Gamma Using $B^0 \rightarrow K\pi$ and $\bar{B}^0 \rightarrow K\pi$ Decays at HERA-B.
ITEP preprint 3-99

S. BEIRLE, U. WERTHENBACH, G. ZECH, T. ZEUNER
Carbon Coated Gas Electron Multipliers.
Nucl. Instrum. Methods A423 (1999) 297

M. BUCHLER, W. FUNK, A. GUTIERREZ, R. HARR, P. KARCHIN, P. LIU, S. NAM, J. G. SHIU, S. TAKACH, M. ATIYA, D. PADRAZO, A. AREFIEV, S. BARSUK, F. KHASSANOV, L. LAPTIN, V. TCHOUDAKOV, I. TIKHOMIROV, M. TITOV, YU. ZAITSEV
Design and Operation of Front-End Electronics for the HERA-B Muon Detector.
IEEE Trans. Nucl. Sci. 46 (1999) 126

C. LEONIDOPOULOS, C. LU, A.J. SCHWARTZ
Development of a Straw Tube Chamber with Pickup-Pad Readout.
Nucl. Instrum. Methods A427 (1999) 465

K. HÖPFNER, W. SCHMIDT-PARZEFALL
Application of Liquid-Core Fibres for a Radiation-Hard Vertex Detector.
Nucl. Instrum. Methods A440 (2000) 46

C. RICHTER et al.
Discharges in Microstrip Gas Chambers. Part I: Induced Discharges in Hadronic Beams.
Nucl. Instrum. Methods A423 (1999) 303

S. SPRATTE
Comparison between Coasting Beam at 820 GeV and 920 GeV.
Zur Veröffentlichung in: Gesamtbericht über HERA Maschinenschichten

Veröffentlichte Vorträge

C. BAUER et al.
Status of the HERA-B Vertex Detector.
Proc. of the VIIIth Int. Workshop on Vertex Detectors, Texel/NL (1999) (Nucl. Instrum. Methods A)

I. BELYAEV
HERA-B: Status and Results of Test Runs.
Proc. of the IIIrd Int. Conf. on Hyperons, Charm and Beauty Hadrons, Genova/I (1998) (Nucl. Phys. B, Proc. Suppl 75B (1999))

R. CHISTOV
Physics Program with a High- p_t Trigger of HERA-B.
Proc. of the IIIrd Int. Conf. on B Physics and CP Violation, Taipei/Taiwan (1999)

H.B. DREIS
The Gas System for the MSGC Detector System of HERA-B.
Proc. of the Int. Workshop on Micro-Pattern-Gas Detectors, Orsay/F (1999)

- K. EHRET
Commissioning of the HERA-B Internal Target: Using the HERA Proton Ring as a B-Factory.
Proc. of the VIth Int. Conf. on B-Physics at Hadron Machines, Bled/SLO (1999) (Nucl. Instrum. Methods A)
- V. EIGES
High- p_t Trigger for HERA-B Experiment.
Proc. of the VIIth Int. Conf. on Instr. for Colliding Beam Physics, Hamamatsu/J (1999) (Nucl. Instrum. Methods A)
- M. FEUERSTACK-RAIBLE
Overview of Microstrip Read-Out Chips.
Proc. of the VIIIth Int. Workshop on Vertex Detectors, Texel/NL (1999) (Nucl. Instrum. Methods A)
- J. FLAMMER, H. FLECKENSTEIN, E. GERNDT, H. ITTERBECK, A. MICHETTI, I. NEGRI, M. NÖRENBERG, R. PERNACK, R. RATNIKOV, D. RESSING, I. RIU, C. ROTHE, J. GLÄSS, A. GRÖPL, C. HÄHNEL, R. MÄNNER, A. WURZ
The HERA-B Level 1 Trigger.
Proc. of the Vth Workshop on Electronics for LHC Experiments, Colorado/USA (1999) (CERN/LHCC/99-23)
- D. GALLI
DAQ, Pretrigger and Remote Display System of the HERA-B Electromagnetic Calorimeter.
Proc. of the VIIIth Int. Conf. on Calorimetry in High Energy Physics, Lisbon/P (1999)
- E. GERNDT
Status of HERA-B in the Summer of 1999.
Proc. of the VIIIth Int. Symp. on Heavy Flavour Physics, Southampton/UK (1999), zur Veröffentlich. in J. High Energy Phys.
- E. GERNDT, S. XELLA
HERA-B: Trigger System.
Proc. of the VIth Int. Conf. on B-Physics at Hadron Machines, Bled/SLO (1999) (Nucl. Instrum. Methods A)
- B. GIACOBBE
First Results with the Electropretrigger System of the HERA-B Experiment.
Proc. of the VIIIth Int. Conf. on Calorimetry in High Energy Physics, Lisbon/P (1999)
- J. GLÄSS, A. GRÖPL, C. HÄHNEL, T. WOLF, A. WURZ, R. MÄNNER, E. GERNDT, H. ITTERBECK, D. KAHNERT, R. RATNIKOV, D. RESSING
One Terabit per Second Realtime Processing: The HERA-B First Level Trigger.
Proc. of the Conf. on Parallel and Distributed Processing Techniques and Applications, Las Vegas/USA (1999)
- A. GORIŠEK, P. KRIŽAN, S. KORPAR, M. STARIČ
Alignment of the HERA-B RICH Optical System with Data.
Nucl. Instrum. Methods A433 (1999) 408
- K.T. KNÖPFLE
Challenges in the Implementation of the HERA-B Vertex Detector System.
Proc. of the Int. Europhysics Conf. on High Energy Physics, Tampere/FIN (1999)
- P. KRIŽAN et al.
The First Year of Running with the HERA-B RICH.
Proc. of the Int. Europhysics Conf. on High Energy Physics, Tampere/FIN (1999)
- The HERA-B RICH.
Proc. of the VIIth Int. Conf. on Instr. for Colliding Beam Physics, Hamamatsu/Japan (1999) (Nucl. Instrum. Methods A)
- K. LAU et al.
The First Year of the HERA-B RICH.
Proc. of the IEEE Nucl. Sci. Sympos. and Med. Imaging Conf., Seattle/USA (1999) (IEEE Trans. Nucl. Sci.)
- S. MASCIOCCHI
The HERA-B Vertex Detector.
Proc. of the IEEE Nucl. Sci. Sympos. and Med. Imaging Conf., Seattle/USA (1999) (IEEE Trans. Nucl. Sci.)
- M. MEDINNIS
HERA-B.
Proc. of the 19th Int. Sympos. on Lepton Photon Int. at High-Energies (LP'99), Stanford/USA (1999)
- V. PUGATCH et al.
Radiation Hardness of the HERA-B Silicon Microstrip Detectors.
Proc. of the IVth Int. Conf. on Large Scale Appl. and Rad. Hardness of Semicond. Det., Florence/I (1999) (Nuovo Cimento)
- J. PYRLIK
The HERA-B Ring Imaging Čerenkov Detector – Design, Performance and First Results.
Proc. of the VIth Int. Conf. on B-Physics at Hadron Machines, Bled/SLO (1999) (Nucl. Instrum. Methods A)
- F. RATNIKOV
HERA-B Overview.
Proc. of the Int. Europhysics Conf. on High Energy Physics, Tampere/FIN (1999)
- C. RICHTER
MSGCs for the Inner Tracker of the HERA-B Experiment.
Proc. of the Int. Workshop on Micro-Pattern-Gas Detectors, Orsay/F (1999)
- H. RIEGE, J. SCHÜTT, R. VAN STAA, V. POPOV
The Hera-B High- p_t Level-0 Trigger Logic Electronics.
Proc. of the 5th Workshop on Electronics for LHC Experiments, Snowmass/USA (1999) (CERN 99-09)
- V. RYBNIKOV, A. JELEZOV, D. RESSING, F. SANCHEZ, J. ZWEIZIG, U. UWER
The HERA-B Slow and Run Control System.
Proc. of the Int. Conf. on Accel. and Large Exp. Phys. Control Systems, Trieste/I (1999)
- O. STEINKAMP
Status and Results from HERA-B.
Proc. of the IIIrd Int. Conf. on B Physics and CP Violation, Taipei/Taiwan (1999)

- A.J. SCHWARTZ
HERA-B: Physics Potential and Prospects.
Proc. of the VIth Int. Conf. on B-Physics at Hadron Machines, Bled/SLO (1999) (Nucl. Instrum. Methods A)
- M. STARIČ, P. KRIŽAN
An Iterative Method for the Analysis of Čerenkov Rings in the HERA-B RICH.
Nucl. Instrum. Methods A433 (1999) 279
- M. TITOV
Muon System.
Proc. of the VIth Int. Conf. on B-Physics at Hadron Machines, Bled/SLO (1999) (Nucl. Instrum. Methods A)
- U. TRUNK et al.
Performance and Radiation Tolerance of the HELIX-128.2.2 and 3.0 Read-Out Chips for the HERA-B Microstrip Detectors.
CERN-LHC-99-33 508
- YU. VASILIEV et al.
Multi-Target Operation at the HERA-B Experiment.
4th Int. Conf. on Nucl. Phys. at Storage Rings (STORI'99), Bloomington/USA (1999), zur Veröffentl. in Nucl. Instrum. Methods
- W. WAGNER
The HERA-B Vertex Detector: First Results from Detector Commissioning.
Proc. of the VIth Int. Conf. on B-Physics at Hadron Machines, Bled/SLO (1999) (Nucl. Instrum. Methods A)
- U. WERTHENBACH
Sparks in MSGC and GEM Detectors and a Robust Alternative.
Proc. of the Symp. on Appl. of Part. Detectors in Medicine, Biology and Astrophysics (SAMBA), Siegen/D (1999)
(Nucl. Instrum. Methods A)
- A. ZOCCOLI
The Electromagnetic Calorimeter of the HERA-B Experiment.
Proc. of the VIth Int. Conf. on B-Physics at Hadron Machines, Bled/SLO (1999) (Nucl. Instrum. Methods A)
- Vorträge**
- DPG-Frühjahrstagung Teilchenphysik, Heidelberg/D (1999)**
- M. ADAMS
Erste Erfahrungen mit dem HERA-B Myon-Pretrigger-System.
- C. CRUSE
Datenübertragung im Rahmen des HERA-B Myon-Pretriggers.
- K. DEHMELT
Aufbau und Test eines geschlossenen Gassystems für den OTR von HERA-B.
- M. DRESSEL
Produktion der Module des Siliziumvertexdetektors von HERA-B.
- J. FLAMMER
Simulation des FLT von HERA-B zur Untersuchung der Triggerperformance.
- M. FUNCKE
Alignment der HERA-B Targetmechanik.
- D. KAHNERT
Strahlungsbelastung der HERA-B Front End Elektronik.
- M. NÖRENBERG
Objektorientierte Simulation der Trigger Decision Unit des HERA-B FLT.
- T. PERSCHKE
Testmethoden für die Module des Siliziumvertexdetektors von HERA-B.
- S. SCHALLER
Eigenschaften der Siliziummodule für HERA-B.
- B. SCHWENNINGER
Die zentralen Recheneinheiten des HERA-B Myon-Pretrigger Systems.
- S. SPRATTE
Das Interne Hochratentarget von HERA-B: Übersicht und aktuelle Resultate.
- M. SYMALLA
HERA-B Ratenmessung und Strahluntersuchungen.
- W. WAGNER
Untersuchung von Siliziumstreifenzählern mittels eines Infrarotlasers.
- I. ABT
Programm und Status des HERA-B Experiments.
Kolloquiumsvortrag, Univ. Basel/CH (1999)
- M. BRUINSMA
Triggering at HERA-B.
NNV Najaarsvergadering, Petten/NL (1999)
- M. HOHLMANN
The European B-Factory: HERA-B at DESY.
A Gold-Plated Detector for Golden Events from CP-Violating B-Decays: The Outer Tracker of HERA-B.
Centennial Meeting of the APS, Atlanta/USA (1999)
- W. HULSBERGEN
The HERA-B Outer Tracker.
NNV Najaarsvergadering, Petten/NL (1999)
- H. ITTERBECK
Status and First Experiences with the HERA-B First Level Trigger.
11th IEEE NPSS Real Time Conf., Santa Fe/USA (1999)
- P. KARCHIN
First Operation of the HERA-B Muon Detector.
Centennial Meeting of the APS, Atlanta/USA (1999)
- K.T. KNÖPFLE
The HERA-B Vertex Detector System.
VIIth Int. Conf. on Instrumentation for Colliding Beam Physics, Hamamatsu/J (1999)

P. KRIŽAN
HERA-B Status Report.
KEK, Tsukuba/J (1999)

K. LAU
Physics Potentials of HERA-B.
Kolloquiumsvortrag, Wayne State Univ. Detroit/USA (1999)

S. MASCIOCCHI
The HERA-B Vertex Detector.
Brookhaven Nat. Lab., Upton/USA (1999)

Trackers in HERA-B.
TU München/D (1999)

V. PUGATCH
Radiation Hardness of the HERA-B Strip Detectors.
IVth Int. Conf. on Large Scale Appl. and Rad. Hardness of
Semicond. Det., Florence/I (1999)

Status of the HERA-B and LHCb Experiments.
State Comm. for Sci. and Technol. of Ukraine, Kiev/UA (1999)

M. SCHMELLING
HERA-B, ein Pionierexperiment in LHC-Technologie zur Unter-
suchung der CP-Verletzung im B-System.
Kolloquiumsvortrag, RWTH Aachen/D (1999)

B. SCHMIDT
Microstrip Gas Chambers for the Inner Tracker of HERA-B.
Inst. de Recherches Subatomiques, Strasbourg/F (1999)

Status of the HERA-B Inner Tracker.
CMS Collab., CERN/CH (1999)

H. SCHRÖDER
Teilchenphysik bei DESY.
WE-Heraeus-Ferienkurs, Prerow/D (1999)

B. SCHWINGENHEUER
Status of the HERA-B Vertex Detector.
Int. Workshop on Vertex Detectors, Texel/NL (1999)

O. STEINKAMP
HERA-B and LHCb – Two Generations of Hadronic B Factories.
Workshop on B Physics at the Tevatron – Run II and beyond,
Fermilab/USA (1999)

HERA-B.
Univ. Zürich/CH (1999)

D. WEGENER
Kalorimetrische Detektoren – Eigenschaften und Anwendungen
in der Teilchen- und Medizinphysik.
Kolloquiumsvortrag, Dresden/D (1999)

Dissertationen

M. BECK
Zeitmesssystem und Gasgemisch des HERA-B Driftdetektors.
Univ. Rostock/D (1999)

T. FULJAHN
Aufbau und Charakterisierung des schnellen Kontrollsystems für
das Experiment HERA-B.
DESY, Hamburg/D (1999)
DESY-THESIS-1999-016

S. HAUSMANN
Das Auslesesystem der Inneren Spurkammern bei HERA-B.
Univ. Heidelberg/D (1999)

M. HILDEBRANDT
Entwicklung und Bau der Detektoren für das Innere Spurkam-
mersystem bei HERA-B.
Univ. Heidelberg/D (1999)

J. IVARSSON
Potential for B-Physics Measurements with a Fixed-Target Proton-
Collision Experiment.
Univ. Lund/S (1999)

P.K. KREUZER
Observation of a $J/\psi \rightarrow e^+e^-$ Signal at HERA-B during the 1997
Run.
Univ. of California Los Angeles/USA (1999)

B. MOSHOUS
Suche nach Charm-Mesonen bei HERA-B.
Univ. München/D (1999)

D. ŠKRK
Calibration of the Ring Imaging Čerenkov Counter of the HERA-B
Spectrometer.
Univ. Ljubljana/SL (1999)

S. XELLA
HERA-B Experiment: Preparation and First Results.
Niels Bohr Institute, Copenhagen/DK

R. ZIMMERMANN
Zeitmesselektronik für den HERA-B-Detektor.
Univ. Rostock/D (1999)

Diplomarbeiten

O. BARUTH
Optimierung von Betriebsparametern von GEM-MSGC-Detek-
toren.
Univ. Siegen/D (1999)

M. CELCER

A Method for Identification of Hadrons with the HERA-B RICH Counter.
Univ. Ljubljana/SLO (1999)

K. DEHMELT

Reinigung eines Zählgas mit CF_4 für das äußere Spurkammersystem bei HERA-B unter hoher Strahlenlast.
Univ. Hamburg/D (1999)

T. FOX

Gasanalyse für das äußere Spurkammersystem des Hera-B Experimentes.
Univ. Rostock/D (1999)

M. FUNCKE

Alignment der HERA-B Targetmechanik.
Univ. Dortmund/D (1999)

M. GERLOWSKI

Die Slow Control des HERA-B Inner Trackers und Auswertung von Testmessungen mit kompletter Auslekette.
Univ. Heidelberg/D (1999)

C. HEISS

Aufbau und Inbetriebnahme eines automatisierten Gasversorgungssystems für das Innere Spurkammersystem des HERA-B Experimentes.
Univ. Heidelberg/D (1999)

M. NÖRENBERG

Objektorientierte Simulation der Trigger Decision Unit des HERA-B First Level Triggers.
DESY Hamburg/D (1999)

M. SYMALLA

Vorbereitende Untersuchungen zur Bestimmung der Wechselwirkungsraten und deren Zeitstruktur an einem Drahttarget mit Hilfe der Energieinformation des HERA-B elektromagnetischen Kalorimeters.
Univ. Dortmund/D (1999)

F. ZURHEIDE

Strahlenschäden an Silizium-Streifendetektoren mit Polysilizium-Bias-Widerständen.
Univ. Heidelberg/D (1999)

FLC

Veröffentlichte Vorträge

T. BEHNKE

A TPC for Tesla.
Proc. of the 4th Int. Workshop on Linear Colliders (CWS'99), Sitges/E (1999)

R. HAWKINGS

CP violation in B decays at LEP.
Proc. of the 17th Int. Workshop on Weak Int. and Neutrinos, Cape Town/ZA (1999)

CP Violation in B decays at OPAL.

Proc. of the Int. Europhys. Conf. on High-Energy Physics (EPS-HEP'99), Tampere/FIN (1999)

R.D. HEUER

The TESLA Project – Status and Perspectives.
Proc. of the 14th Int. Workshop on High Energy Phys. and Quantum Field Theory (QFTHEP'99), Moscow/RUS (1999)

A Detector for the TESLA Linear Collider.

Proc. of the Workshop on the Development of Future Linear Electron-Positron Colliders, Lund/S (1999)

Vorträge

T. BEHNKE

The Mask – a Detector?
The Mask.

ECFA/DESY Linear Collider Study Meeting, Obernai/F (1999)

TESLA – ein 500 GeV Linearbeschleuniger für die Jagd nach dem Higgs?

Kolloquiumsvortrag, Univ. Tübingen/D (1999)

K. DESCH

Higgs Production through WW-Fusion and the Total Higgs Width. Thoughts on Polarisation and Higgs Physics.

ECFA/DESY Linear Collider Study Meeting, Obernai/F (1999)

F. FIEDLER

Elektroschwache Physik mit schweren Quarks mit dem OPAL-Detektor bei LEP2.

DPG-Frühjahrstagung Teilchenphysik, Heidelberg/D (1999)

G. GAYCKEN

Direkte Messung von V_{cs} bei $\sqrt{s} > 161$ GeV mit OPAL.
DPG-Frühjahrstagung Teilchenphysik, Heidelberg/D (1999)

K. HARDER

Suche nach der ersten radialen Anregung des $D^{*\pm}$.
DPG-Frühjahrstagung Teilchenphysik, Heidelberg/D (1999)

Spurrekonstruktion am Linear Collider-Detektor.

31. Herbstschule für Hochenergiephysik, Maria Laach/D (1999)

Track Reconstruction Issues.

ECFA/DESY Linear Collider Study Meeting, Obernai/F (1999)

R. HAWKINGS

CP Violation and b Physics – Experimental Aspects.
ECFA/DESY Linear Collider Study Meeting, Oxford/GB (1999)

Vertex Detector Simulation Studies.

ECFA/DESY Linear Collider Study Meeting, Obernai/F (1999)

C. HENSEL

Untergrundstudien für einen Detektor an einem Elektron-Positron-Linearbeschleuniger.

DPG-Frühjahrstagung Teilchenphysik, Heidelberg/D (1999)

Beam Induced Background.
ECFA/DESY Linear Collider Study Meeting, Oxford/GB (1999)

R.D. HEUER
Der Linearbeschleuniger TESLA.
Univ. Karlsruhe/D (1999)

Physics Program of a High Luminosity Linear Collider.
ECFA/DESY Linear Collider Study Meeting, Obernai/F (1999)

ECFA/DESY Linear Collider Study, Status and Plans.
ACFA Workshop on Linear Colliders, Seoul/ROK (1999)

P. HÜNTEMEYER
Bestimmung der Rate von Endzustandsphotonen in multihadronischen Ereignissen bei OPAL.
DPG-Frühjahrstagung Teilchenphysik, Heidelberg/D (1999)

A. OH
Möglichkeiten von CVD Diamant für ortsauflösende Teilchendetektoren.
DPG-Frühjahrstagung Teilchenphysik, Heidelberg/D (1999)

Spatially Resolved Measurement Techniques of the Charge Collection Efficiency of CVD Diamond.
Poster, Conf. EURODIAMOND'98, Crete/GR

Dissertationen

S. PETZOLD
Measurement of the Heavy Flavour and Trilinear Gauge Boson Couplings at LEP.
Univ. Hamburg/D (1999)

A. OH
Particle Detection with CVD Diamond.
Univ. Hamburg/D (1999)

F. FIEDLER
Heavy Quark Production and Hadronisation at LEP.
Univ. Hamburg/D (1999)

Interne Berichte

R. HAWKINGS
CP Violation Studies in b Decays at the TESLA Z-Factory.
Linear Collider note LC-PHSM-1999-001

M. GRUWE
Gas Studies for a TPC of a Detector for the Future Linear Collider TESLA.
Linear Collider note LC-DET-1999-003

Theorie

Veröffentlichungen

A. ALI, P. BALL, L.T. HANDOKO, G. HILLER
A Comparative Study of the Decays $B \rightarrow (K, K^*)\ell^+\ell^-$ in Standard Model and Supersymmetric Theories.
DESY 99-146, zur Veröffentl. in Phys. Rev. D

A. ALI, D. LONDON
Profiles of the Unitarity Triangle and CP Violating Phases in the Standard Model and Supersymmetric Theories.
Eur. Phys. J. C9 (1999) 687 und DESY 99-042

Precision Flavor Physics and Supersymmetry.
Phys. Rep. 320 (1999) 79 und DESY 99-083

B. ANANTHANARAYAN et al.
Beyond the Standard Model: Working Group Report.
Pramana 51 (1998) 305

O. BÄR, I. CAMPOS
Global Anomalies in Chiral Gauge Theories on the Lattice.
DESY 99-188, zur Veröffentl. in Nucl. Phys. B

W. BEENAKKER, M. KLASSEN, M. KRÄMER, T. PLEHN, M. SPIRA, P.M. ZERWAS
The Production of Charginos/Neutralinos and Stopped Squarks at Hadron Colliders.
Phys. Rev. Lett. 83 (1999) 3780

A. BLUDMAN, D.C. KENNEDY
Analytic Models for the Mechanical Structure of the Solar Core.
Astrophys. J. 525 (1999)

E. BOOS, H.J. HE, W. KILIAN, A. PUKHOV, C.P. YUAN, P.M. ZERWAS
Strongly Interacting Vector Bosons at TeV e^+e^- Linear Colliders (Addendum).
Phys. Rev. D61 (2000) 77901 und DESY 99-111

A. BRANDENBURG
Production of Top Quark Pairs in Association with a Hard Gluon to Order α_s^2 .
Eur. Phys. J. C11 (1999) 127 und hep-ph/9904251

A. BRANDENBURG, P.N. BURROWS, D. MULLER, N. OISHI, P. UWER
Measurement of the Running b-Quark Mass using $e^+e^- \rightarrow b\bar{b}g$ Events.
Phys. Lett. B468 (1999) 168 und SLAC-PUB-7915, hep-ph/9905495

M. BRAUN, G.P. VACCA
The Bootstrap for Impact Factors and the Gluon Wave Function.
hep-ph/9910432

S.J. BRODSKY, M. DIEHL, P. HOYER, S. PEIGNE
Semi-Exclusive Processes: New Probes of Hadron Structure.
Phys. Lett. B449 (1999) 306 und hep-ph/9812277

W. BUCHMÜLLER, D. DELEPINE, L.T. HANDOKO
Neutrino Mixing and Flavour Changing Processes.
DESY 99-169

W. BUCHMÜLLER, D. DELEPINE, F. VISSANI
Neutrino Mixing and the Pattern of Supersymmetry Breaking.
Phys. Lett. B 459 (1999) 171 und DESY 99-021

W. BUCHMÜLLER, M. PLÜMACHER
Matter Antimatter Asymmetry and Neutrino Properties.
Phys. Rep. C320 (1999) 329 und DESY 99-044

- I. CAMPOS, A. FEO, R. KIRCHNER, S. LUCKMANN, I. MONT-VAY, G. MÜNSTER, K. SPANDEREN, J. WESTPHALEN
Monte Carlo Simulation of SU(2) Yang-Mills Theory with Light Gluinos.
Eur. Phys. J. C11 (1999) 507 und DESY 99-029
- S. CAPITANI, M. GÖCKELER, R. HORSLEY, B. KLAUS, V. LINKE, P.E.L. RAKOW, A. SCHÄFER, G. SCHIERHOLZ
Higher-Twist Contribution to Pion Structure Function: 4-Fermi Operators.
Nucl. Phys. B570 (2000) 393 und DESY 99-098, hep-lat/9908011, HLRZ 99-31, HUB-EP-99/33, TPR 99-14
- S. CAPITANI, M. GÖCKELER, R. HORSLEY, P.E.L. RAKOW, G. SCHIERHOLZ
Operator Improvement for Ginsparg-Wilson Fermions.
Phys. Lett. B468 (1999) 150 und DESY 99-115, hep-lat/9908029, TPR 99-15, HUB-EP-99/41, HLRZ 99-36
- S. CAPITANI, M. LÜSCHER, R. SOMMER, H. WITTIG
Non-Perturbative Quark Mass Renormalization in Quenched Lattice QCD.
Nucl. Phys. B544 (1999) 669
- K.G. CHETYRKIN, M. STEINHAUSER
The Relation between the \overline{MS} and the On-Shell Quark Mass at Order α_s^3 .
DESY 99-174, TTP99-47, hep-ph/9911434
- S.Y. CHOI, A. DJOUADI, H.S. SONG, P.M. ZERWAS
Determining SUSY Parameters in Chargino Pair-Production in e^+e^- Collisions.
Eur. Phys. J. C8 (1999) 669
- S.Y. CHOI, M. GUCHAIT, H.S. SONG, W.Y. SONG
CP Phases in Supersymmetric Trilepton Signals at the Tevatron.
DESY 99-046
- J.C. COLLINS, M. DIEHL
Transversity Distribution Does Not Contribute to Hard Exclusive Electroproduction of Mesons.
DESY 99-092, hep-ph/9907498
- A. DATTA, B. MUKHOPADHYAYA, F. VISSANI
Tevatron Signatures of an R-Parity Violating Supersymmetric Theory.
hep-ph/9910296
- D. DELEPINE, U. SARKAR
Gravitino Constraints on Models of Neutrinos Masses and Leptogenesis.
Phys. Rev. D60 (1999) 055005 und DESY 98-186
- M. DIEHL, T. FELDMANN, R. JAKOB, P. KROLL
Linking Parton Distributions to Form Factors and Compton Scattering.
Eur. Phys. J. C8 (1999) 409 und hep-ph/9811253
- Skewed Parton Distributions in Real and Virtual Compton Scattering.
Phys. Lett. B460 (1999) 204 und hep-ph/9903268
- A. DJOUADI, W. KILIAN, M. MÜHLEITNER, P.M. ZERWAS
Production of Neutral Higgs-Boson Pairs at LHC.
Eur. Phys. J. C10 (1999) 45
- Testing Higgs Self-Couplings at e^+e^- Linear Colliders.
Eur. Phys. J. C10 (1999) 27
- A. DJOUADI, M. SPIRA
SUSY-QCD Corrections to Higgs Boson Production at Hadron Colliders.
DESY 99-196, hep-ph/9912476
- A.T. DOYLE, G. GRINDHAMMER, G. INGELMAN, H. JUNG
The Full Monte Carlo.
CERN Cour. (1998)
- A.T. DOYLE, G. GRINDHAMMER, G. INGELMAN, H. JUNG (Eds.)
Proceedings of the Workshop on Monte Carlo Generators for HERA Physics, Hamburg/D (1998-1999).
DESY-PROC-1999-02
- M. DREES, M. GUCHAIT, D.P. ROY
Signature of Charged to Neutral Higgs Boson Decay at the LHC in SUSY Models.
Phys. Lett. B471 (1999) 39 und DESY 99-132
- M. DÜTSCH, B. SCHROER
Massive Vector Mesons and Gauge Theory.
DESY 99-144, hep-th/9906089
- S.R. DUGAD, F. VISSANI
Proposal to Look for an Up/Down Asymmetry in Atmospheric Neutrinos beyond Multi-GeV Region with Existing Experimental Data.
Phys. Lett. B469 (1999) 171 und hep-ph/9903491
- L.L. FRANKFURT, A. FREUND, M. STRIKMAN
Deeply Virtual Compton Scattering at HERA: A Probe of Asymptotia.
Phys. Lett. B 460 (1999) 417 und hep-ph/9806535
- L. FRANKFURT, M. JOHNSON, M. SARGSIAN, W. WEISE, M. STRIKMAN
Hadronic Properties of the S(11) (1535) Studied by Electroproduction off the Deuteron.
Phys. Rev. C60 (1999) 55202 und nucl-th/9808016
- L.L. FRANKFURT, G.A. MILLER, M.M. SARGSIAN, M. STRIKMAN
QCD Rescattering and High-Energy Two Body Photodisintegration of the Deuteron.
Nucl. Phys. A663&664 (2000) 349 und hep-ph/9904222
- L.L. FRANKFURT, P.V. POBYLITSA, M.V. POLYAKOV, M. STRIKMAN
Hard Exclusive Pseudoscalar Meson Electroproduction and Spin Structure of a Nucleon.
Phys. Rev. D60 (1999) 014010 und
DESY 98-198, hep-ph/9901429
- A. FREUND, M. STRIKMAN
Single Spin Asymmetry in DVCS.
Phys. Rev. D60 (1999) 071501 und hep-ph/9906205

- A. GEHRMANN-DE RIDDER, H. SPIESBERGER, P.M. ZERWAS
Deep Inelastic ey Scattering at High Q^2 .
Phys. Lett. B469 (1999) 259 und DESY 99-125
- S. GIESEKE, C.F. QIAO
The Photon Wave Function in Nonforward Diffractive Scattering with Non-Vanishing Masses.
DESY 99-164, zur Veröffentlichung in Phys. Lett. B
- F. GUTBROD
New Trends in Pseudo-Random Number Generation.
In: Ann. Rev. Comput. Phys. VI, D. Stauffer (Ed.), World Scientific, Singapore (1999)
- V. GUZEY, M. STRIKMAN
Nuclear Effects in $G_{1A}(x, Q^2)$ at Small x in Deep Inelastic Scattering on ${}^7\text{Li}$ and ${}^3\text{He}$.
hep-ph/9903508, zur Veröffentlichung in Phys. Rev. C
- L.T. HANDOKO, C.F. QIAO
 $t \rightarrow c\gamma$ within and beyond the Standard Model.
DESY 99-096, zur Veröffentlichung in Phys. Rev. D
- A.H. HOANG, T. TEUBNER
Top Quark Pair Production Close to Threshold: Top Mass, Width and Momentum Distribution.
Phys. Rev. D60 (1999) 114027 und
DESY 99-047, hep-ph/9904468
- G. INGELMAN, M. STRIKMAN
Electrons and Nuclei Meet at HERA.
CERN Cour. (1999)
- H. KHARRAZIHA, S. MORETTI
The Metropolis Algorithm for On-Shell Four-Momentum Phase Space.
DESY 99-133, zur Veröffentlichung in Comput. Phys. Commun.
- J.H. KÜHN, T. TEUBNER
Axial Contributions at the Top Threshold.
Eur. Phys. J. C9 (1999) 221 und DESY 99-031, hep-ph/9903322
- L. LAPIKAS, G. VAN DER STEENHOVEN, L. FRANKFURT, M. STRIKMAN, M. ZHALOV
The Transparency of ${}^{12}\text{C}$ for Protons.
nucl-ex/9905009, zur Veröffentlichung in Phys. Rev. D
- M. LÜSCHER
Weyl Fermions on the Lattice and the Non-Abelian Gauge Anomaly.
DESY 99-040, hep-lat/9904009
- A.D. MARTIN, M.G. RYSKIN, T. TEUBNER
Upsilon Photoproduction at HERA Compared to Estimates of Perturbative QCD.
Phys. Lett. B454 (1999) 339 und DESY 98-156, hep-ph/9901420
- C.F. QIAO, H.W. HUANG, K.T. CHAO
Possible Retardation Effects of Quark Confinement on the Meson Spectrum. II.
Phys. Rev. D60 (1999) 094004
- C.F. QIAO, S.H. ZHU
The Supersymmetric QCD Radiative Corrections to Top Quark Semileptonic Decays.
Phys. Lett. B451 (1999) 93
- M. RAIDAL, P.M. ZERWAS
Doubly Charged Higgsino Pair-Production and Decays in e^+e^- Collisions.
Eur. Phys. J. C8 (1999) 479
- A. RINGWALD, F. SCHREMPP
QCDINS 2.0 – A Monte Carlo Generator for Instanton-Induced Processes in Deep-Inelastic Scattering.
DESY 99-180, hep-ph/9911516,
zur Veröffentlichung in Comput. Phys. Commun.
- J.M. SMIT, L.J. VAN DEN HORN, S.A. BLUDMAN
Closure in Flux Limited Neutrino Diffusion and Two Moment Transport.
Zur Veröffentlichung in Astron. Astrophys. (1999)
- M. STRIKMAN, M.G. TVERSKOY, M.B. ZHALOV
Soft Neutron Production in DIS: A Window to the Final State Interactions.
Phys. Lett. B459 (1999) 37 und nucl-th/9806099
- F. VISSANI
Neutrino Spectrum, Oscillation Scenarios and Neutrinoless Double Beta Decay.
hep-ph/9904349
- Signal of Neutrinoless Double Beta Decay, Neutrino Spectrum and Oscillation Scenarios.
JHEP 06 (1999) 022 und hep-ph/9906525
- Large Mixing, Family Structure, and Dominant Block in the Neutrino Mass Matrix.
JHEP 11 (1998) 025 und hep-ph/9810435
- P.M. ZERWAS
Higgs Physics and Electroweak Symmetry Breaking.
Acta Phys. Pol. B30 (1999) 1871

Veröffentlichte Vorträge

- A. ALI
CP Violation and Prospects at B Factories and Hadron Colliders.
Proc. of the 13th Topical Conf. on Hadron Collider Physics, Mumbai/IN (1999) und DESY 99-049
- O. BÄR, I. CAMPOS
Global Anomalies in Chiral Lattice Gauge Theories.
Proc. of the 17th Int. Sympos. on Lattice Gauge Theory (LATTICE'99), Pisa/I (1999) (Nucl. Phys. B, Proc. Suppl.) und
DESY 99-137, hep-lat/9909081
- S.A. BLUDMAN
Vacuum Energy: If Not Now, Then When?
Proc. of the 15th Int. Conf. on Particle and Nuclei (PANIC'99), Uppsala/S (1999) (Nucl. Phys. A)
- Analytic Models for the Mechanical Structure of the Solar Core.
Proc. of the Workshop on Gravit. Wave Astrophys. of the Joint Europ. and Nat. Astron. Meeting (JENAM'99), Toulouse/F (1999)

Vacuum Energy: Es muss sein.

Proc. of the Workshop on Gravitational Wave Astrophysics of the Joint Europ. and Nat. Astron. Meeting (JENAM'99), Toulouse/F (1999)

Proc. of the 3rd Int. Conf. on Particle Physics and the Early Universe (COSMO'99), Trieste/I (1999)

A. BRANDENBURG

The Reaction $e^+e^- \rightarrow t\bar{t}g$ at Next-to-Leading Order in α_s .

Proc. on the Worldwide Study on Phys. and Exp. with Future Linear e^+e^- Colliders, Sitges/E (1999) und hep-ph/9908383

A. BRANDENBURG, P.N. BURROWS, D. MULLER, N. OISHI, P. UWER

A Determination of the Running b-Quark Mass $m_b(M_Z)$.

Proc. of the Int. Europhys. Conf. on High Energy Physics (EPS-HEP'99), Tampere/FIN (1999) und SPhT-t99/118

A. BRANDENBURG, M. FLESCH, P. UWER

Polarization and Spin-Correlations of Top Quarks at a Future e^+e^- Linear Collider.

Proc. of the Int. Workshop on Symmetry and Spin, Prague/CZ (1999) und Saclay/SPhT-T99/132, hep-ph/9911249

W. BUCHMÜLLER

Towards the Theory of Diffractive DIS.

Proc. of the Ringberg Workshop on New Trends in HERA Physics, Tegernsee/D (1999) und DESY 99-076

W. BUCHMÜLLER, T. GEHRMANN, A. HEBECKER

Combined Analysis of Diffractive and Inclusive Structure Functions in the Semiclassical Approach.

Proc. of the 7th Int. Workshop on Deep Inelastic Scattering (DIS'99), Zeuthen/D (1999) (Nucl. Phys. B, Proc. Suppl. 79 (1999))

S. CAPITANI, M. GÖCKELER, R. HORSLEY, B. KLAUS, V. LINKE, P.E.L. RAKOW, A. SCHÄFER, G. SCHIERHOLZ
Higher-Twist Contributions to the Structure Functions Coming from 4-Fermion Operators.

Proc. of the 17th Int. Symposium on Lattice Gauge Theory (LATTICE'99), Pisa/I (1999) (Nucl. Phys. B, Proc. Suppl.) und DESY 99-116, HUB-EP-99/39, hep-lat/990803

S. CAPITANI, M. GÖCKELER, R. HORSLEY, H. PERLT, D. PETTERS, D. PLEITER, P.E.L. RAKOW, G. SCHIERHOLZ, A. SCHILLER, P. STEPHENSON

Towards a Lattice Calculation of Δq and δq .

Proc. of the 7th Int. Workshop on Deep Inelastic Scattering (DIS'99), Zeuthen/D (1999) (Nucl. Phys. B, Proc. Suppl. 79 (1999)) und DESY 99-064, HUB-EP-99/24, FUB-HEP/1-99, hep-ph/9905573

S. CAPITANI, M. GÖCKELER, R. HORSLEY, D. PETTERS, D. PLEITER, P.E.L. RAKOW, G. SCHIERHOLZ

Higher-Twist Corrections to Nucleon Structure Functions from Lattice QCD.

Proc. of the 7th Int. Workshop on Deep Inelastic Scattering (DIS'99), Zeuthen/D (1999) (Nucl. Phys. B, Proc. Suppl. 79 (1999)) und DESY 99-069, HUB-EP-99/25, HLRZ 1999-21, hep-ph/990632

S. CAPITANI, M. GÖCKELER, R. HORSLEY, P.E.L. RAKOW, G. SCHIERHOLZ

On-Shell and Off-Shell Improvement for Ginsparg-Wilson Fermions.

Proc. of the 17th Int. Symposium on Lattice Gauge Theory (LATTICE'99), Pisa/I (1999) (Nucl. Phys. B, Proc. Suppl.) und TPR 99-18, HUB-EP-99/52, hep-lat/9909167

T. CARLI, J. GERIGK, A. RINGWALD, F. SCHREMPF

QCD Instanton-Induced Processes in Deep-Inelastic Scattering – Search Strategies and Model Dependencies.

Proc. of the Workshop on Monte Carlo Generators for HERA Physics, Hamburg/D (1998/99) (DESY-PROC-1999-02) und DESY 99-067, MPI-PhE/99-02, hep-ph/9906441

D. DELEPINE

Leptogenesis and Inflation.

Proc. of the Conf. on Strong and Electroweak Matter (SEWM'98), Copenhagen/DK (1998) und DESY 99-002

M. DIEHL

Diffractive Interactions: Theory Summary.

Proc. of the 7th Int. Workshop on Deep Inelastic Scattering (DIS'99), Zeuthen/D (1999) (Nucl. Phys. B, Proc. Suppl. 79 (1999)) und hep-ph/9906518

Hard Exclusive and Semi-Exclusive Meson Production.

Proc. of the Workshop on the Structure of the Nucleon (NUCLEON'99), Frascati/I (1999) und hep-ph/9907568

M. DIEHL, T. GOUSSET, B. PIRE

Exclusive Electroproduction and Off-Diagonal Parton Distributions.

Proc. of the 4th Workshop on Quantum Chromodynamics, Paris/F (1998) und hep-ph/9811220

Polarisation in Deeply Virtual Meson Production.

Proc. of the 6th Int. Workshop on Exclusive and Semiexclusive Processes at High Momentum Transfer, Newport News/USA (1999) und hep-ph/9909445

Exclusive Hadronization in $\gamma^*\gamma \rightarrow \pi\pi$.

Proc. of the Int. Conf. on the Structure and Interactions of the Photon (PHOTON'99), Freiburg/D (1999) und hep-ph/9907453

M. DIEHL, T. GOUSSET, B. PIRE, O. TERYAEV

QCD Factorization in $\gamma^*\gamma \rightarrow \pi\pi$ and $\gamma^*N \rightarrow \pi\pi N$.

Proc. of the Int. Conf. on Nuclear Physics, INPC'98, Paris/F (1998) und hep-ph/9901233

M. DIEHL, K. PIOTRZKOWSKI, R. ROOSEN

Working Group Summary: Diffraction.

Proc. of the Workshop on Monte Carlo Generators for HERA Physics, Hamburg/D (1998/99) (DESY-PROC-1999-02)

A. DJOUADI, J. KALINOWSKI, M. SPIRA

An Update of the Program HDECAY.

Proc. of the UK Phenomenology Workshop on Collider Physics, Durham/GB (1999) (J. Phys. G) und hep-ph/9912302

A. EDIN, G. INGELMAN

A Model for Parton Distributions of Hadrons.

Proc. of the 7th Int. Workshop on Deep Inelastic Scattering (DIS'99), Zeuthen/D (1999) (Nucl. Phys. B, Proc. Suppl. 79 (1999))

- A. EDIN, G. INGELMAN, J. RATHSMAN
Soft Colour Exchanges and the Hadronic Final State.
Proc. of the Workshop on Monte Carlo Generators for HERA Physics, Hamburg/D (1998/99) (DESY-PROC-1999-02)
- A. EDIN, G. INGELMAN, K. TOROKOFF
Non-Perturbative Parton Distributions in the Proton.
Proc. of the Workshop on Monte Carlo Generators for HERA Physics, Hamburg/D (1998/99) (DESY-PROC-1999-02)
- A. FEO, R. KIRCHNER, S. LUCKMANN, I. MONTVAY, G. MÜNSTER
Numerical Simulation of Dynamical Gluinos in SU(3) Yang-Mills Theory: First Results.
Proc. of the 17th Int. Sympos. on Lattice Gauge Theory (LATTICE'99), Pisa/I (1999) und DESY 98-138
- A. FEO, R. KIRCHNER, I. MONTVAY, A. VLADIKAS
Low-Energy Features of SU(2) Yang-Mills Theory with Light Gluinos.
Proc. of the 17th Int. Sympos. on Lattice Gauge Theory (LATTICE'99), Pisa/I (1999) und DESY 98-135
- G. INGELMAN
Soft Colour Interactions in Non-Perturbative QCD.
Proc. of the 15th Int. Conf. on Particle and Nuclei (PANIC'99), Uppsala/S (1999) und TSL/ISV-99-0222
- Diffraction Hard Scattering.
Proc. of the NATO Adv. Stud. Inst. on Techniques and Concepts of High Energy Physics und DESY 99-009
- G. INGELMAN, A. EDIN, R. ENBERG, J. RATHSMAN, N. TIMNEANU
Rapidity Gaps from Colour String Topologies.
Proc. of the 7th Int. Workshop on Deep Inelastic Scattering (DIS'99), Zeuthen/D (1999) (Nucl. Phys. B, Proc. Suppl. 79 (1999))
- H. KHARRAZIHA, A.M. STASTO
All Orders Effects in Small-x Physics
Proc. of the 3rd UK Phenomenology Workshop on HERA Physics, Durham/GB (1998) (J. Phys. G25 (1999))
- R. KIRCHNER, S. LUCKMANN, I. MONTVAY, K. SPANDEREN, J. WESTPHALEN
Evidence for Discrete Chiral Symmetry Breaking in N=1 Supersymmetric Yang-Mills Theory.
Proc. of the Conf. on Strong and Electroweak Matter, SEWM'98, Copenhagen/DK (1998)
- M. LÜSCHER
Chiral Gauge Theories on the Lattice with Exact Gauge Invariance.
Proc. of the 17th Int. Sympos. on Lattice Gauge Theory (LATTICE'99), Pisa/I (1999) und CERN-TH-99-290, hep-lat/9909150
- I. MONTVAY
Multi-Bosonic Algorithms for Dynamical Fermion Simulations.
Proc. of the NIC Workshop on Molecular Dynamics on Parallel Computers, Jülich/D (1999) und DESY 99-036
- Simulation of QCD and Other Similar Theories.
Proc. of the 17th Int. Sympos. on Lattice Gauge Theory (LATTICE'99), Pisa/I (1999) und DESY 99-127
- Least-Squares Optimized Polynomials for Fermion Simulations.
Proc. of the Interdisc. Workshop on Numerical Challenges in Lattice QCD, Wuppertal/D (1999) und DESY 99-170
- P. NASON, R. RÜCKL, M. SPIRA
A Note on W Production at HERA.
Proc. of the 3rd UK Phenomenology Workshop on HERA Physics, Durham/GB (1998) (J. Phys. G25 (1999))
- A. RINGWALD, F. SCHREMPP
QCD-Instantons at HERA – An Introduction.
Proc. of the 3rd UK Phenomenology Workshop on HERA Physics, Durham/GB (1998) (J. Phys. G25 (1999)) und DESY 98-200, hep-ph/9812359
- Instantons in the QCD Vacuum and in Deep Inelastic Scattering.
Proc. of the 7th Int. Workshop on Deep Inelastic Scattering (DIS'99), Zeuthen/D (1999) (Nucl. Phys. B, Proc. Suppl. 79 (1999)) und DESY 99-062, hep-ph/9905384
- Theory and Phenomenology of Instantons at HERA.
Proc. of the Ringberg Workshop on New Trends in HERA Physics, Tegernsee/D (1999) und DESY 99-136, hep-ph/9909338
- M. SPIRA
W Boson Production at NLO.
Proc. of the Workshop on Monte Carlo Generators for HERA Physics, Hamburg/D (1998/99) (DESY-PROC-1999-02) und DESY 99-060, hep-ph/9905469
- M. STRIKMAN
Future Small x Physics with ep and eA Colliders.
Proc. of the 7th Int. Workshop on Deep Inelastic Scattering (DIS'99), Zeuthen/D (1999) (Nucl. Phys. B, Proc. Suppl. 79 (1999))
- T. TEUBNER
Top Quark Physics.
Proc. of the Epiphany Conf. on Electron-Positron Colliders, Cracow/PL (1999) (Acta Phys. Pol. B30 (1999)) und DESY 99-045, hep-ph/9904243
- Upsilon Photoproduction at HERA in Perturbative QCD.
Proc. of the 7th Int. Workshop on Deep Inelastic Scattering (DIS'99), Zeuthen/D (1999) (Nucl. Phys. B, Proc. Suppl. 79 (1999))
- Top Quark Mass Definitions and the $\bar{t}t$ Threshold Cross Section.
Proc. of the Workshop on Worldwide Study on Physics and Experiments with Future Linear e^+e^- Colliders, Sitges/E (1999)
- Theory of Elastic Vector Meson Production.
Proc. of the Ringberg Workshop on New Trends in HERA Physics, Tegernsee/D (1999) und DESY 99-154, hep-ph/9910329
- Top Quark Pair Production Close to Threshold: Top Mass, Width and Momentum Distribution.
Proc. of the Int. Europhys. Conf. on High-Energy Physics (EPS-HEP'99), Tampere/FIN (1999)
- G.P. VACCA
Interaction of Two Reggeized Gluons: 2nd Order Corrections and the Bootstrap.
Proc. of the Int. Conf. and 8th Blois Workshop on Elastic and Diffractive Scattering (EDS'99), Protvino/RUS (1999)

P.M. ZERWAS
 Physics at Linear Colliders with High Luminosity.
 Proc. of the NATO Adv. Stud. Inst. on Part. Phys., Cargese/I (1999)
 Proc. of the Workshop on Field Theory, Moscow/RUS (1999)
 Proc. of the Workshop on Linear Collider, Lund/S (1999)
 Proc. of the Workshop on Linear Collider, Amsterdam/NL (1999) und DESY 99-178

Vorträge

A. ALI
 Theoretical Interest in Experiments at B-Meson Factories and Hadron Machines.
 B-Meson Physics. (Vortragsreihe)
 Nat. Cent. Phys., Islamabad/PK (1999)

Profiles of the Unitarity Triangle and CP Violating Phases in the Standard Model and Supersymmetric Theories.
 DESY Hamburg/D (1999)

Rare B Decays at the LHC.
 CMS Collaboration Meeting, CERN Genf/CH (1999)

Lectures on Rare B Decays.
 DESY Hamburg/D (1999)

CP Violation and Quark Mixing.
 3rd Workshop on Physics and Detectors for DAPHNE (DAPHNE'99), Frascati/I (1999)

CP Violation and Flavor Mixing in the Standard Model and Supersymmetry.
 Rare B Decays in the Standard Model and Supersymmetry.
 Workshop on Physics at Future Colliders, Seoul/ROK (1999)

O. BÄR
 Global Anomalies in Chiral Lattice Gauge Theories.
 DESY Zeuthen/D (1999)

S.A. BLUDMAN
 Vacuum Energy: Es muss sein.
 Astrophys. and Astron. Meeting, Szeged/H (1999)
 DESY Hamburg/D (1999)

Vacuum Energy: Analytic Models for the Mechanical Structure of the Sun.
 Summer Inst., Gran Sasso/I (1999)

A. BRANDENBURG
 Summary on QCD / 2-Photon Physics.
 2nd Joint ECFA/DESY Study on Physics and Detectors for a Linear Electron-Positron Collider, Obernai/F (1999)

W. BUCHMÜLLER
 Neutrino Masses and the Baryon Asymmetry.
 MPI München/D (1999)
 DESY Zeuthen/D (1999)

Baryogenesis and Initial Conditions.
 Bad Honnef/D (1999)

Neutrino Mixing and the Pattern of Sypersymmetry Breaking.
 CERN Genf/CH (1999)

Cosmological Bounds on Neutrino Masses and Leptogenesis.
 INFN Gran Sasso/I (1999)
 Warsaw/PL (1999)

Towards the Theory of Diffractive DIS.
 Warsaw/PL (1999)

Matter Antimatter Asymmetry and Neutrino Properties.
 Santiago de Chile/RCH (1999)

Neutrinos and the Baryon Asymmetry.
 Erice/I (1999)

I. CAMPOS
 On Witten's Global Anomaly.
 MPI München/D (1999)

M. DÜTSCH
 Deformation Stability of BRST-Quantization.
 DPG Frühjahrstagung Teilchenphysik, Heidelberg/D (1999)

Perturbative Quantisierung massiver Eichbosonen.
 Univ. Hamburg/D (1999)

Perturbative Quantisierung von Eichtheorien.
 Workshop über Grundlagen der Quantenfeldtheorie, Univ. Göttingen/D (1999)

Algebraische Quantenfeldtheorie und Störungstheorie.
 Univ. Hamburg/D (1999)

R. FLEISCHER
 CP Violation in B Decays.
 DESY Hamburg/D (1999)
 RWTH Aachen/D (1999)

Theoretical Overview of CP Violation Measurements at the LHC.
 CERN Genf/CH (1999)

Theoretical Aspects of CP Violation in the B System.
 Fermilab Batavia/USA (1999)

G. INGELMAN
 Rapidity Gaps through String Reconnections.
 DESY Hamburg/D (1999)

News on String Reconnections.
 DESY Hamburg/D (1999)

The Free Electron Laser: Properties and Prospects.
 Univ. Uppsala/S (1999)
 Univ. Linköping/S (1999)

The 1999 Nobel Prize in Physics.
 Univ. Uppsala/S (1999)

H. KHARRAZIHA
 Multiple Interactions and High- p_{\perp} Jets.
 2nd Europ. Workshop on QCD Network (QCDNET'99), Florence/I (1999)

M. KLASSEN
 Determination of the Unpolarized and Polarized Gluon Densities in Low Mass Lepton Pair Production.
 DESY Hamburg/D (1999)

- M. LÜSCHER
Abelian Chiral Gauge Theories with Exact Gauge Invariance.
DESY Hamburg/D (1999)
- Weyl Fermions on the Lattice and the Ginsparg-Wilson Relation.
Niels Bohr Inst. Copenhagen/DK (1999)
ETH Zürich/CH (1999)
- Topology and the Gauge Anomaly on the Lattice.
INFN Gran Sasso/I (1999)
- Exact Chiral Symmetry on the Lattice.
Univ. Freiburg/D (1999)
- Chiral Lattice Gauge Theories with Exact Gauge Invariance.
CERN Genf/CH (1999)
- I. MONTVAY
Experience with PC-Clusters.
APE Meeting, DESY Zeuthen/D (1998)
- Broken SUSY on the Lattice.
Univ. Bern/CH (1999)
- Supersymmetric Yang-Mills Theories.
DESY Zeuthen/D (1999)
- Simulation of QCD and Other Similar Theories.
SINSFT Workshop, INFN Gran Sasso/I (1999)
- Numerical Simulation of Supersymmetric Gauge Theories.
33rd Int. Sympos. Ahrenschoop on the Theory of Elementary
Particles, Buckow/D (1999)
- M. MÜHLEITNER
Testing SM und SUSY Higgs Self-Couplings.
DESY/ECFA Linear Collider Workshop, Frascati/I (1998)
- Testing Higgs Self-Couplings at e^+e^- Linear Colliders.
DESY Zeuthen/D (1999)
Univ. Karlsruhe/D (1999)
- Testing Higgs Self-Couplings at TESLA.
Univ. Hamburg/D (1999)
- Testing Higgs Self-Couplings at e^+e^- Linear Colliders and LHC.
Workshop on Phys. at TeV Colliders, Les Houches/F (1999)
- A. RINGWALD
Instantons in the QCD Vacuum and in Deep-Inelastic Scattering.
11th Workshop on Beyond the Standard Model, Bad Honnef/D
(1999)
- Instanton-Induced Processes at HERA.
Regensburg/D (1999)
- Theory and Phenomenology of Instantons at HERA.
DESY Zeuthen/D (1999)
- F. SCHREMPF
Tracking QCD-Instantons in Deep-Inelastic Scattering.
Kolloquiumsvortrag, Oxford/GB (1999)
- Confronting Instanton Perturbation Theory with QCD Lattice Re-
sults.
Oxford/GB (1999)
- Auf der Spur von Instantonen – grundlegenden Tunnelprozessen
in der Teilchenphysik.
Kolloquiumsvorträge, Göttingen/D (1999)
Würzburg/D (1999)
- Signatures of Instanton-Induced Processes.
ZEUS Collaboration Meeting, DESY Hamburg/D (1999)
- QCD-Instantons – Lattice Results and Deep Inelastic Scattering.
DESY Hamburg/D (1999)
- QCD-Instantons – Deep Inelastic Scattering and Lattice Results.
MPI München/D (1999)
- M. SPIRA
Higgs Physics at Hadron Colliders: Theoretical Basis and Pheno-
menological Aspects.
NIKHEF Amsterdam/NL (1999)
- Higgs-Physik am LHC: Theoretische Basis und Phenomenologi-
sche Aspekte.
Univ. Bonn/D (1999)
- New Results on Higgs and SUSY.
CMS-Meeting, CERN/CH (1999)
- Higgs Physics at the LHC: Theoretical Basis and Phenomenological
Aspects.
PSI Villigen/CH (1999)
- Higgs Boson Production and Decay at the Tevatron.
UK Phenomenology Workshop on Collider Physics, Durham/GB
(1999)
- Search for Higgs and SUSY Particles at the Upgraded Tevatron.
Univ. Würzburg/D (1999)
DESY Hamburg/D (1999)
- SUSY Particle Production at the LHC.
Higgs Boson Production and Decay at the LHC.
Higgs Working Group Report: Theory.
Workshop on Physics at TeV Colliders, Les Houches/F (1999)
- Higgs Radiation off Top and Bottom Quarks in e^+e^- Collisions.
Alternative Theories Working Group Report.
2nd ECFA/DESY Study on Physics and Detectors for a Linear
Electron-Positron Collider, Oxford/GB (1999)
- Production Properties of Higgs and SUSY Particles.
Higgs Boson Decays.
CEA Saclay/F (1999)
- SUSY Particle Production at Hadron Colliders.
Soft Gluon Radiation in Higgs Boson Production at the LHC.
ETH Zürich/CH (1999)
- M. STRIKMAN
Physics of Skewed Parton Distributions.
Univ. Dortmund/D (1999)
- eA Collider Physics.
5th St. Petersburg Lecture at the Winter School on Theoretical
Physics, St. Petersburg/RU (1999)
- QCD Theory of Nuclear Shadowing.
TU München/D (1999)

- Diffraction Phenomena at Small x .
Univ. Mailand/I (1999)
- Small x Dynamics from HERA Diffraction Phenomena.
Univ. Mailand/I (1999)
- Final States in Small x Electron-Nucleus Collisions.
Univ. Lund/S (1999)
- Hard Exclusive Deep-Inelastic Processes.
Workshop on Physics with Electron Polarized Ion Collider (EPIC'99), Bloomington/USA (1999)
- Probing QCD in eA Collisions at HERA.
NIKHEF Amsterdam/NL (1999)
- Physics of eA Collisions.
Univ. Bochum/D (1999)
- Single Spin Asymmetry in DVCS.
Workshop on Spin Physics at HERA, DESY Hamburg/D (1999)
- QCD Phenomena at HERA eA Collider.
Workshop on Physics with HERA as eA Collider, DESY Hamburg/D (1999)
- Diffraction at HERA and Small x eA Physics.
DESY Hamburg/D (1999)
- QCD Factorization Theorems for DIS Exclusive Processes and Inclusive Diffraction: New Probes of Hadrons and Nuclei, PANIC99, Uppsala/S (1999)
- High-Energy Diffraction Phenomena.
Conf. on Challenges of QCD, Kfar Giladi/IL (1999)
- Exclusive Hard Processes.
Univ. Rom/I (1999)
- T. TEUBNER
Summary Report of the Top Quark Physics Working Group.
2nd ECFA/DESY Study on Physics and Detectors for a Linear e^+e^- Collider, Oxford/GB (1999)
- Top Quark Physics at a Future Linear Collider.
Rutherford Appleton Lab., Chilton/GB (1999)
- P.M. ZERWAS
Physics with e^+e^- Linear Colliders.
Inst. of Phys., London/GB (1999)
Rutherford Appleton Lab., Chilton/GB (1999)
Korean Nat. Univ., Seoul/ROK (1999)
Universidad Autonoma de Madrid, Madrid/E (1999)
Inst. Nucl. Phys., Cracow/PL (1999)
Fermilab Batavia/USA (1999)
Brookhaven Nat. Lab., Upton/USA (1999)
Univ. New York/USA (1999)
- Physics Beyond the Standard Model.
Brazilian Summer Inst. for Theor. Phys., Sao Paulo/BR (1999)
- Supersymmetrie.
DPG Frühjahrstagung Teilchenphysik, Heidelberg/D (1999)
- Analyses of Charginos at TESLA.
DESY/ECFA Linear Collider Workshop, Frascati/I (1999)
- The Photon Structure Functions at High Q^2 .
Strong WW Interactions at High Energies.
2nd Joint ECFA/DESY Study on Physics and Detectors for a Linear Electron-Positron Collider, Obernai/F (1999)
- Higgs Physics at TESLA.
LHC/LC Workshop, Les Houches/F (1999)
- Dissertationen**
- Y. SCHRÖDER
The Static Potential in QCD.
Univ. Hamburg/D (1999)
DESY-THESIS-1999-021
- Diplomarbeiten**
- S. FREDENHAGEN
CP-Verletzung und Asymmetrieentwicklung in einem exakt lösba-
ren Modell.
Univ. Hamburg/D (1999)
DESY-THESIS-1999-023
- K. KRATZERT
Singularitätsstruktur der Zweipunktfunktion des freien Dirac-
feldes in einer global hyperbolischen Raumzeit.
Univ. Hamburg/D (1999)
DESY-THESIS-1999-020
- K. TOROKOFF
Charm and Strange Quark Contributions to the Proton Structure.
Univ. Uppsala/S (1999)
- HASYLAB**
- Veröffentlichungen**
- K.E. AASMUNDTVEIT, E.J. SAMUELSEN, M. GULDSTEIN, C. STEINSLAND, O. FLORNES, C. FAGERMO, T.M. SEEBERG, L.A.A. PETTERSSON, O. INGANÄS, R. FEIDENHANS'L, S. FERRER
Structural Anisotropy of Poly(Aalkylthiophene) Films.
Zur Veröffentl. in *Macromolecules*
- K.E. AASMUNDTVEIT, E.J. SAMUELSEN, L.A.A. PETERSEN, O. INGANÄS, T. JOHANNSEN, R. FEIDENHANS'L
Structure of Thin Films of Poly(3,4-Ethylenedioxythiophene).
Synth. Metals 101 (1999) 561
- B. ADAMS, P. FERNANDEZ, W.K. LEE, G. MATERLIK, D.M. MILLS
Parametric Down Conversion of X-Ray Photons.
Zur Veröffentl. in *J. Synchrotron Rad.* (1999)

- B. ADAMS, T. HIORT, E. KOSSEL, G. MATERLIK, Y. NISHINO, D.V. NOVIKOV
X-Ray Fluorescence Holography in Theory and Experiment.
phys. stat. sol. (b) 215 (1999) 757
- B. ADAMS, Y. NISHINO, G. MATERLIK
A Novel Experimental Technique for Atomic X-Ray Holography.
Zur Veröffentlich. in J. Synchrotron Rad. (1999)
- R. ADELUNG, J. BRANDT, L. TARCAK, L. KIPP, M. SKIBOWSKI
Interplay Between Nanowire Networks and Charge Density Waves on 1T-TaS₂ Surfaces.
Zur Veröffentlich. in Appl. Surf. Sci. (1999)
- R. ADELUNG, L. KIPP, J. BRANDT, L. TARCAK, M. TRAVING, C. KREIS, M. SKIBOWSKI
Nanowire Networks on Perfectly Flat Surfaces.
Appl. Phys. Lett. 74 (1999) 3053
- M. ALBRECHT, H. ANTESBERGER, W. MORITZ, H. PLÖCKL, M. SIEBER, D. WOLF
Six-Circle Diffractometer for Surface Diffraction Using an In-Vacuum X-Ray Detector.
Rev. Sci. Instrum. 70 (1999) 3239
- N. ALONSO-VANTE, P. BORTHEN, M. FIEBER-ERDMANN, H.H. STREHBLow, E. HOLUB-KRAPPE
Evidence for the Surface Structure Dynamics in Electrocatalysis on Cluster-Like Materials: An In Situ Reflection EXAFS Study.
Zur Veröffentlich. in J. Electroanal. Chem.
- L.G. ANDERSEN, H.F. POULSEN, T. FRELLO, N.H. ANDERSEN, M. VON ZIMMERMANN
Cooling Behavior of BSCCO/Ag Tapes.
IEEE Trans. Appl. Superconduct. 9 (1999) 2758
- N.H. ANDERSEN, M. VON ZIMMERMANN, T. FRELLO, M. KÄLL, D. MONSTER, P.A. LINDGARD, J. MADSEN, T. NIEMÖLLER, H.F. POULSEN, O. SCHMIDT, J.R. SCHNEIDER, T. WOLF, P. DOSANJH, R. LIANG, W.N. HARDY
Superstructure Formation and the Structural Phase Diagram of YBa₂Cu₃O_{6+x}.
Physica C317–318 (1999) 259
- A. ANEDDA, C.M. CARONARO, R. CORPINO
Vacuum Ultraviolet Absorption in Silica Samples.
J. Non-Cryst. Solids 245 (1999) 183
- R.J. ANGEL, U. BISMAYER
Renormalisation of the Phase Transition in Lead Phosphate, Pb₃(PO₄)₂, by High Pressure: Lattice Parameters and Spontaneous Strain.
Acta. Cryst. B55 (1999) 896
- I. ARCON, B. MALIC, A. KODRE, M. KOSEC
EXAFS Study of Zr Environment in Amorphous Precursors of Pb(Zr,Ti)O₃.
J. Synchrotron Rad. 6 (1999) 535
- I. ARCON, N. OGRINC, A. KODRE, J. FAGANELI
EXAFS and XANES Characterization of Sedimentary Iron in the Gulf of Trieste (N. Adriatic).
J. Synchrotron Rad. 6 (1999) 659
- I. ARCON, N. RAJIC, A. KODRE
EXAFS and XANES Study of the Incorporation of Mn Captions into a Chabazite-Like AIPO Molecular Sieve.
J. Synchrotron Rad. 6 (1999) 460
- S. ASBRINK, J.S. OLSEN, L. GERWARD, A. WASKOWSKA
High Pressure Diffraction Study of the Spinel Oxides NiMn₂O₄ and ZnMn₂O₄.
Zur Veröffentlich. in Materials Science Forum (1999)
- S. ASBRINK, A. WASKOWSKA, L. GERWARD, J. STAUN OLSEN, E. TALIK
High-Pressure Phase Transition and Properties of Spinel ZnMn₂O₄.
Phys. Rev. B60 (1999) 12 651
- S. ASBRINK, A. WASKOWSKA, H.G. KRANE, L. GERWARD, J. STAUN OLSEN
Effect of Pressure on Phase Transitions in K_{1-x}Na_xMnF₃ (x=0.04).
J. Appl. Cryst. 32 (1999) 174
- C.C. ASHLEY, A. BAGNI, G. CECCHI, P.J. GRIFFITHS, G. RAPP
Submillisecond Changes in Myosin Lattice Spacing Resulting from Rapid Length Changes.
J. Mol. Biol. 285 (1999) 431
- Cross-Bridge Distortion by Step Release, and its Reversal by Restretch, in Skeletal Muscle from Rana Tempraria.
Zur Veröffentlich. in J. Physiol. (1999)
- J. AUGUSTIN, T. BÖKER, W. FRENTROP, H. DWELK, C. JANOWITZ, V. EYERT, R. MANZKE
Electronic Band Structure of the Layered Compound td-WTe₂.
Zur Veröffentlich. in Phys. Rev. B (1999)
- A.S. AVILOV, A.K. KULYGIN, U. PIETSCH, J.C.H. SPENCE, V.G. TSIRELSON, J.M. ZUO
Improved Scanning System for High-Energy Electron Diffraction.
J. Appl. Cryst. 32 (1999) 1033
- B. BAGAUTDINOV, K. PILZ, J. LÜDECKE, S. VAN SMAALEN
Modulated Structures of Cs₂HgCl₄: The 5a-Superstructure at 185 K and the 3c-Superstructure at 176 K.
Zur Veröffentlich. in Acta. Cryst. B (1999)
- G. BALDINI, S. BERETTA, G. CHIRICO, H. FRANZ, E. MACCIONI, P. MARIANI, F. SPINOZZ
Salt-Induced Association of Lactoglobulin by Light and X-Ray Scattering.
Zur Veröffentlich. in Macromolecules (1999)
- F.J. BALTA-CALLEJA, M. CRUZ GARCIA, D.R. RUEDA, S. PICCAROLO
Density Fluctuations in Poly(Ethylene) Quenched from the Melt at High Cooling Rates: Microhardness Study.
Zur Veröffentlich. in Polymer
- J. BAUCH, J. BRECHBÜHL, H.J. ULLRICH, G. MEINL, H. LIN, W. KEBEDE
Innovative Analysis of X-Ray Microdiffraction Images on Selected Applications of the Kossel Technique.
Cryst. Res. Technol. 34 (1999) 71

- F. BECKMANN, U. BONSE, T. BIERMANN
New Developments in Attenuation and Phase-Contrast Microtomography Using Synchrotron Radiation with Low and High Photon Energies.
Proc. SPIE 3772 (1999) 179
- F. BECKMANN, K. HEISE, B. KÖLSCH, U. BONSE, M.F. RAJEWSKY, M. BARTSCHER, T. BIERMANN
Three-Dimensional Imaging of Nerve Tissue by X-Ray Phase-Contrast Microtomography.
Biophys. J. 76 (1999) 98
- U. BECKER, O. GESSNER, A. RÜDEL
Photoelectron Scattering in Molecules and Fullerenes.
Zur Veröffentlich. in J. Electr. Spectrosc. (1999)
- U. BECKER, G. PRÜMPER, B. LANGER, J. VIEFHAUS, M. WIEDENHÖFT, J.C. LEVIN, I.A. SELLIN
Helium Double Photoionization and Compton Scattering: A Showcase for Electron Correlation.
Austr. J. Phys. 52 (1999) 351
- P. BEHRENS, S. ASSMANN, U. BILOW, C. LINKE, M. JANSEN
Electronic Structure of Silver Oxides Investigated by Ag L XANES Spectroscopy.
Z. Anorg. Allg. Chem. 625 (1999) 111
- A. BENEDETTI, L. BERTOLDO, P. CANTON, G. GOERIGK, F. PINNA, P. RIELLO, S. POLIZZI
ASAXS Study of Au, Pd and Pd-Au Catalysts Supported on Active Carbon.
Catalysis Today 59 (1999) 485
- M. BERFELD, I. KUZMENKO, I. WEISBUCH, H. COHEN, P.B. HOWES, K. KJAER, J. ALS-NIELSEN, L. LEISEROWITZ, M. LAHAV
Use of Diastereomeric Interactions to Probe the Inplane Attachment of Water-Soluble Molecules to the Polar Head Groups of Langmuir Films of Cu- α -Amino Acid Complexes.
J. Phys. Chem. B103 (1999) 6891
- U. BISMAYER, H.W. MEYER, M. ZHUANG, E. SALJE, L. GROAT, G. VAN TENDELOO
A Structural Study of Titanite and Malayaite: The 500 K Anomaly.
Z. Krist. Suppl. 16 (1999) 111
- U. BISMAYER, M. ZHUANG, L.A. GROAT, E.K.H. SALJE, H.W. MEYER
The β - γ Phase Transition in Titanite and the Isosymmetric Analogue in Malayaite.
Phase Transition 68 (1999) 545
- W. BLANK C. DUJARDIN, J.C. GACON, C. PEDRINI, B. MOINE, A.N. BELSKY, I. KAMENSKIKH, M. KIRM, G. ZIMMERER
On the Role of the 4f-Lu Level in the Scintillation Mechanisms of Cerium-Doped Lutetium-Based Fluoride Crystals.
J. Rad. Effects Defects in Solids 150 (1999) 41
- M. BOEHME, L. KIPP, M. SKIBOWSKI
Electronic Localization in Momentum Space during CDW Phase Transitions in 1T-TaS₂.
Solid State Commun. 112 (1999) 101
- T. BÖKER, A. MÜLLER, J. AUGUSTIN, C. JANOWITZ, R. MANZKE
Valence Band Structure of α -MoTe₂ by Angular Resolved Photoelectron Spectroscopy in the Constant Final State Mode.
Phys. Rev. B60 (1999) 4675
- J.C.A. BOEYENS, L.M. COOK, H.G. KRANE, F.R.L. SCHÖENING
XRD Measurements of the Structure Factors of Diamond.
Z. Krist. 214 (1999) 351
- H. BORNEBUSCH, B.S. CLAUSEN, G. STEFFENSEN, D. LÜTZENKIRCHEN-HECHT, R. FRAHM
A New Approach for QEXAFS Data Acquisition.
J. Synchrotron Rad. 6 (1999) 209
- P. BORTHEN, B.J. HWANG, H.H. STREHBLow, D.M. KOLB
In situ Observation of the Potential Dependent Chemical State and Structure of a Cu Monolayer Deposited on the Surface of Carbon Supported Platinum Clusters.
Zur Veröffentlich. in J. Phys. Chem.
- R. BOSCAINO, M. CANNAS, F.M., GELARDI, M. LEONE
Experimental Evidence of Different Contributions to the Photoluminescence at 4.4 eV in Synthetic Silica.
J. Phys.: Condens. Matter 11 (1999) 721
- S. BRAUN, D.C. MEYER, P. PAUFLER, B. GRUSHKO
Short-Range Order in a Thin Film of Decagonal Al-Co-Ni Quasicrystal: Calculated from a Structure Model and Measured with EXAFS.
J. Alloys & Compounds 287 (1999) 12
- J. BRECHBÜHL, J. BAUCH, H.J. ULLRICH
Measurements of Residual Stresses in Micron Regions by Using Synchrotron Excited KOSEL Diffraction.
Crystal Res. Technol. 34 (1999) 59
- J. BRÖTZ, H. FUESS, T. HAAGE, J. ZEGENHAGEN
Anisotropic Defect Structure and Transport Properties of YBa₂Cu₃O_{7-d} on Vicinal SrTiO₃(001).
Zur Veröffentlich. in Appl. Phys. Lett. (1999)
- V. BRUCATO, V. LA CARRUBBA, S. PICCAROLO, G. TITOMANLIO
Polymer Solidification under Pressure and High Cooling Rates.
Zur Veröffentlich. in Intern. Polym. Processing (1999)
- T. BRÜCKEL, J. STREMPFER, D. HUPFELD, J.R. SCHNEIDER, K. MATTENBERGER
Synchrotron Radiation Diffraction Studies of Antiferromagnetic Materials.
Surf. Inv.: X-Ray, Synchrotron & Neutron Techn. 8-9 (1999) 112
- P. BUCHNER, D. LÜTZENKIRCHEN-HECHT, J. UHLENBUSCH, H.H. STREHBLow
Production and Characterization of Nanosized Cu/O/SiC Composite Particles in a Thermal RF Plasma Reactor.
Zur Veröffentlich. in J. Mater. Sci. (1999)

- B. BÜHN, A.H. RANKIN, M. HALLER, M. RADTKE, A. KNÖCHEL
Burbankite, a Sr,REE,Na,Ca-Carbonate in Fluid Inclusions from Carbonatite-Derived Fluids: Identification and Characterization Using Laser Raman Spectroscopy, SEM-EDX and Synchrotron Micro-XRF Analysis.
Am. Mineralogist 84 (1999) 1117
- T. BUHRMESTER, M. MARTIN
X-Ray Absorption Investigation on the Ternary System Lithium Manganese Oxide.
Zur Veröffentlichung in Solid State Ionics (1999)
- O. BUNK, G. FALKENBERG, J.H. ZEYSING, R.L. JOHNSON, M. NIELSEN, R. FEIDENHANS'L
Comment on „Structural Model for the Si(001) 4×3-in Surface Phase“.
Phys. Rev. B60 (1999) 13905
- O. BUNK, F. FALKENBERG, J.H. ZEYSING, L. LOTTERMOSER, R.L. JOHNSON, M. NIELSEN, F. BERG-RASMUSSEN, J. BAKER, R. FEIDENHANS'L
Structure Determination of the Indium-Induced Si(111)-(4×1) Reconstruction by Surface X-Ray Diffraction.
Phys. Rev. B59 (1999) 12228
- O. BUNK, G. FALKENBERG, J.H. ZEYSING, L. LOTTERMOSER, R.L. JOHNSON, M. NIELSEN, F. BERG-RASMUSSEN, R. FEIDENHANS'L
Structure Determination of the Indium-Induced Ge(103)-(1×1) Reconstruction by Surface X-Ray Diffraction.
Appl. Surf. Sci. 142 (1999) 88
- O. BUNK, J.H. ZEYSING, G. FALKENBERG, R.L. JOHNSON, M. NIELSEN, M.M. NIELSEN, R. FEIDENHANS'L
Phase Transitions in Two Dimensions: The Case of Sn Adsorbed on Ge(111) Surfaces.
Phys. Rev. Lett. 83 (1999) 2226
- I. CAMPOY, M.A. GOMEZ, C. MARCO
Isothermal Crystallization of Nylon6/Liquid Crystal Copolyester Blends.
Polymer 40 (1999) 4259
- M. CANNAS, M. BARBERA, R. BOSCAINO, A. COLLURA, F.M. GELARDI, S. VARISCO
Photoluminescence Activity in Natural Silica Excited in the Vacuum-UV Range.
J. Non-Cryst. Solids 245 (1999) 190
- P. CASTRO, B. FAATZ, K. FLÖTTMANN
Beam Based Alignment Procedure for an Undulator with Superimposed FODO Lattice.
Nucl. Instrum. Methods A427 (1999) 12
- R. CATTANEO, T. SHIDO, R. PRINS
The Relationship between the Structure of NiMo/SiO₂ Catalyst Precursors Prepared in the Presence of Chelating Ligands and the Hydrodesulfurisation Activity of the Final Sulfided Catalysts.
J. Catal. 185 (1999) 199
- A XANES Temperature-Programmed Sulphidation Study of Modified NiMo/SiO₂ Hydrotreating Catalysts.
Stud. Surf. Sci. Catal. 127 (1999) 421
- R. CATTANEO, T. WEBER, T. SHIDO, R. PRINS
A Quick EXAFS Study of the Sulfidation of NiMo/SiO₂ Hydrotreating Catalysts Prepared with Chelating Ligands.
Zur Veröffentlichung in J. Catal.
- G. CECCHI, A. BAGNI, G. RAPP, P.J. GRIFFITH, C.C. ASHLEY
Myosin-Based Meridional X-Ray Diffraction Spacing Changes in Skeletal Muscle Fibres during Isometric Activation and Shortening.
Zur Veröffentlichung in J. Mol. Biol. (1999)
- U. CIESLA, M. FRÖBA, G. STUCKY, F. SCHÜTH
Highly Ordered Porous Zirconias from Surfactant Controlled Syntheses: Zirconium Oxide-Sulfate and Zirconium Oxophosphate.
Zur Veröffentlichung in Chem. Mater. (1999)
- B.S. CLAUSEN, J.K. NORSKOV
Asymmetric Pair Distribution Functions in Catalysis.
Zur Veröffentlichung in Topics in Catalysis (1999)
- H. DAU, J. DITTMER, M. EPPLER, J. HANSS, E. KISS, D. REHDER, C. SCHULZKE, H. VILTER
Bromine K-Edge EXAFS Studies of Bromide Binding to Bromoperoxidase from *Ascophyllum nodosum*.
FEBS Lett. 457 (1999) 237
- K. DE MEIJERE, G. BREZESINSKI, T. PFOHL, H. MÖHWALD
Influence of the Polymer Charge Density on Lipid-Polyelectrolyte Complexes at the Air/Water-Interface.
J. Phys. Chem. B103 (1999) 8888
- C. DE WOLF, S. LEPORATTI, C. KIRSCH, R. KLINGER, G. BREZESINSKI
Phase Separation in Phosphatidylinositol/Phosphatidylcholine Mixed Monolayers.
Chem. Phys. Lipids 97 (1999) 129
- V.F. DEGTYAREVA, O. DEGTYAREVA, M. WINZENICK, W.B. HOLZAPFEL
Structural Transformations in a Simple Hexagonal Hg-Sn Alloy under Pressure.
Phys. Rev. B59 (1999) 6058
- V. DEMUTH, H.P. STRUNK, D. WÖRLE, C. KUMPF, E. BURKEL, M. SCHULZ
Formation of Amorphous Layers by Solid-State Reaction from Polycrystalline Thin Ir Films on Si(100).
Zur Veröffentlichung in J. Appl. Phys.
- M.A. DENECKE, D. BUBLITZ, J.I. KIM, H. MOLL, I. FARKES
EXAFS Investigation on the Interaction of Hafnium and Thorium with Humic Acid and Bio-Rex70.
J. Synchrotron Rad. 6 (1999) 394
- G. DESAI, G. PANICK, R. MALESSA, G.J.A. VIDUGITIS, G. RAPP, R. WINTER, C.A. ROYER
Temperature and Pressure Denaturing of Proteins.
Biophys. J. 76 (1999) A108
- B.N. DEV, A.K. DAS, S. DEV, D.W. SCHUBERT, M. STAMM, G. MATERLIK
Resonance Enhancement of X-Rays in Layered Materials: Application to Surface Enrichment in Polymer Blends.
Zur Veröffentlichung in Phys. Rev. B (1999)

- T. DILL, H. JOB, W.-R. DIX, R. VENTURA, W. KUPPER, C.W. HAMM, T. MEINERTZ
Intravenöse Koronarangiographie mit Synchrotronstrahlung.
Zur Veröffentl. in Z. Kardiologie (1999)
- B. DITTRICH, R. FLAIG, T. KORITSANSZKY, H.G. KRANE, W. MORGENROTH, P. LUGER
Topological Properties of the Peptide Based on a Fast Synchrotron/CCD-Diffraction Experiment at 100 K.
Zur Veröffentl. in Chem. Eur. J. (1999)
- B. DITTRICH, P. LUGER, R. FLAIG
From Amino Acids to Dipeptides – An Experimental Density Study.
Acta. Cryst. A55 (1999) 516
- B. DITTRICH, A. WAGNER, R. FLAIG, P. LUGER, W. MORGENROTH, H.G. KRANE
Ladungsdichte und topologische Eigenschaften der Peptidbildung in Glycyl-L-Threonin aus einem schnellen Synchrotron/CCD-Beugungsexperiment.
Z. Krist. Supp. 16 (1999) 74
- W.R. DIX
Bilder aus dem Herzen.
Physik in unserer Zeit 4 (1999) 160
- W.R. DIX, T. DILL, C.W. HAMM, M. JUNG, W. KUPPER, M. LOHMANN, B. REIME, R. VENTURA
Intravenous Coronary Angiography with Synchrotron Radiation at HASYLAB.
Nucl. Phys. A654 (1999) 1043c.
- A.K. DOERR, M. TOLAN, W. PRANGE, J.P. SCHLOMKA, T. SEYDEL, W. PRESS, D. SMILGIES, B. STRUTH
Observation of Capillary Waves on Liquid Thin Films from Mesoscopic to Atomic Length Scales.
Phys. Rev. Lett. (1999) 3470
- S.A. DOLGOV, M. KIRM, T. KÄRNER, A. LUSHCHIK, A. MAAROOS
Luminescence and Hole Center Formation by VUV-Radiation in MgO:Al and MgO:Ge Crystals.
Phys. Scri. 59 (1999) 481
- G. DREEZEN, M.H.J. KOCH, H. REYNAERS, G. GROENINCKX
Miscible Binary Blends of Poly(Ethylene Oxide) and an Amorphous Aromatic Polyamide (Aramid 34I): Crystallization, Melting Behaviour and Semi-Crystalline Morphology.
Polymer 40 (1999) 6451
- G. DREEZEN, N. MISCHENKO, M.H.J. KOCH, H. REYNAERS, G. GROENINCKX
Miscible Binary Blends of Poly(Ethylene Oxide) and Poly(Ether Sulphone). 2: Real-Time Small Angle X-Ray Scattering Investigation of the Semicrystalline Morphology.
Macromolecules 32 (1999) 4015
- W. DROZDOWSKI, A.J. WOJTOWICZ,
Radiative Recombination in BaF₂:Pr.
Zur Veröffentl. in J. Alloys & Compounds (1999)
- W. DRUBE, T.M. GREHK, R. TREUSCH, G. MATERLIK, J.E. HANSEN, T. ÅBERG
Threshold Dynamics of L_{2,3} - M_{4,5}M_{4,5} Auger Satellites in 4d Metals.
Zur Veröffentl. in Phys. Rev. B
- T. DÜMMER, B. EIGENMANN, M. STÜBER, H. LEISTE, D. LÖHE, H. MÜLLER, O. VÖHRINGER
Depth-Resolved X-Ray Analysis of Residual Stresses in Graded PVD-Coatings of Ti(C,N).
Z. Metallkd. 90-10 (1999) 780 (Erratum: 1091)
- A. DURMUS, C. EICKEN, B.H. SIFT, A. KRATEL, R. KAPPL, J. HÜTTERMANN, B. KREBS
The Active Site of Purple Acid Phosphatase from Sweet Potatoes (ipomoea batatas): Metal Content and Spectroscopic Characterization.
Zur Veröffentl. in Eur. J. Biochem.
- K. DYBKO, W. SZUSZKIEWICZ, F. PALACIO, E. DYNOWSKA, W. PASZKOWICZ, B. WITKOWSKA
Magnetic Properties of Zinc-Blende Hg_{1-x}Mn_xS.
J. Magn. Magn. Mater. 192 (1999) 61
- S. EBBINGHAUS, A. RELLER, R. KÖHN, M. FRÖBA, P. FORTUNATO
Redox Processes in Polynary Copper Oxides and Copper Oxide/Mesoporous Silica Composites.
Zur Veröffentl. in Mater. Res. Soc. Symp. Proc. 547 (1999)
- I. EBERHARDT, H. CEDERBERG, H. LI, S. KÖNIG, F. JORDAN, S. HOHMANN
Autoregulation of Yeast Pyruvate Decarboxylase Gene Expression Requires the Enzyme but not its Catalytic Activity.
Eur. J. Biochem. 262 (1999) 191
- G.A. ECKSTEIN, S. MAUPAI, A.S. DAKKOURI, M. STRATMANN, M. NIELSEN, M.M. NIELSEN, R. FEIDENHANS'L, J.H. ZEYSING, O. BUNK, R.L. JOHNSON
Surface Structure of Au₃Cu(001).
Phys. Rev. B60 (1999) 8321
- R. EDGAR, T.M. SCHULTZ, F.B. RASMUSSEN, R. FEIDENHANS'L, L. LEISEROWITZ
Solvent Binding to Bezamide Crystals: Morphology, Induced Twinning and Direct Observation by Surface X-Ray Diffraction.
J. Am. Chem. Soc. 121 (1999) 632
- H. EHRENBERG, T. HARTMANN, G. WILTSCHEK, H. FUESS, W. MORGENROTH, H.G. KRANE
The Crystal Structure of Tm₅Re₂O₁₂.
Acta Cryst. B55 (1999) 849
- H. EHRENBERG, B. HASSE, K. SCHWARZ, M. EPPL
Crystal Structure Determination of Lithium Chloroacetate Lithium Bromoacetate and Lithium Iodoacetate by Powder Diffraction.
Acta Cryst. B55 (1999) 517
- R. EISENHOWER, R. GEHRKE, G. MATERLIK, M. DRAKOPOLOUS, A. SIMIONOVICI, A. SNIGIREV
Simple X-Ray Speckle Pattern Correlation Interferometer.
J. Synchrotron Rad. 6 (1999) 1168

- F. ELF, V.L. SOLOZHENKO
On the Threshold Pressure of hBN-to-wBN Phase Transformation.
Z. Krist. Suppl. 16 (1999) 155
- A. ENDRISS, M. HAMMER, M.J. HOFFMANN, A. KOLLECK, G. SCHNEIDER
Microscopic and Macroscopic Ferroelectric-Ferroelastic and Piezoelectric Behavior of PZT Ceramics.
Zur Veröffentlich. in J. Europ. Ceramic Soc. (1999)
- A. ENGELHARDT, L. SCHWALOWSKY, M. FECHTELKORD, U. BISMAYER
An NMR Spectroscopy Study of Letovicite, $(\text{NH}_4)_3\text{H}(\text{SO}_4)_2$: The Local Order Parameter.
Z. Krist. Suppl. 16 (1999) 183
- U. ENGLISCH, S. KATHOLY, F. PENACORADA, J. REICHE, U. PIETSCH
Investigation of Molecular Diffusion across Organic Multilayers Using Neutron Specular Reflectivity.
Material. Sci. & Engin. C334 (1999)
- U. ENGLISCH, F. PENACORADA, L. BREHMER, U. PIETSCH
X-Ray and Neutron Reflectivity Analysis of the Structure and the Molecular Exchange Process in Simple and Complex Fatty Acid Salt Langmuir-Blodgett Multilayers.
Langmuir 15(5) (1999) 1833
- H. ENKISCH, A. KAPROLAT, W. SCHÜLKE, M.H. KRISCH, M. LORENZEN
Bloch-k-Selective Resonant Inelastic Scattering of Hard X-Rays at Valence Electrons of Ni in NiAl.
Phys. Rev. B60 (1999) 8624
- B. FAATZ, J. FELDHAUS, J. KRZYWINSKI, E.L. SALDIN, E.A. SCHNEIDMILLER, M.V. YURKOV
Regenerative FEL Amplifier at the TESLA Test Facility at DESY.
Nucl. Instrum. Methods A429 (1999) 424
- B. FAATZ, S. REICHE
Influence of Electron Beam Halos on the FEL Performance.
Nucl. Instrum. Methods A429 (1999) 238
- G. FALKENBERG, R.L. JOHNSON
Adsorbate-Induced Faceting of High-Index Semiconductor Surfaces: Antimony Adsorbed on Ge(103).
Appl. Surf. Sci. 142 (1999) 81
- J. FALTA, A. HILLE, T. SCHMIDT, G. MATERLIK
X-Ray Photon-Stimulated Ion Desorption Revealed by Standing Waves.
Surf. Sci. 436 (1999) L677
- J. FALTA, T. SCHMIDT, G. MATERLIK, J. ZEYSING, G. FALKENBERG, R.L. JOHNSON
Islands as Catalyst for Film Relaxation in Bi Mediated Ge Epitaxy on Si(111).
Zur Veröffentlich. in Appl. Surf. Sci.
- R. FEIDENHANS'L, L. GERWARD, J. STAUN-OLSEN
Fri-elektron laseren – Naeste generation af brillante synkrotronstralskilder.
Kvant 10 (1999) 16
- E. FELDBACH, M. KIRM, A. LUSHCHIK, C. LUSHCHIK, I. MARTINSON
Excitonic and Electron-Hole Processes in NaCl and NaCl:Ag Crystals under Conditions of Multiplication of Electron Excitations.
Zur Veröffentlich. in J. Phys.: Condens. Matter (1999)
- A. FERA, B.I. OSTROVSKII, D. SENTENAC, I. SOMOILENKO, W.H. DE JEU
Layer-by-Layer Crystallization and the Role of Fluctuations in Free Standing Smectic Films.
Phys. Rev. E60 (1999) R5033
- P. FEULNER, R. ROMBERG, S.P. FRIGO, R. WEIMAR, M. GSELL, A. OGURTSOV, D. MENZEL
Recent Progress in the Investigation of Core Hole Induced Photon Stimulated Desorption from Adsorbates: Excitation Site-Dependent Bond Breaking and Charge Rearrangement.
Zur Veröffentlich. in Surf. Sci. (1999)
- M. FIEBER-ERDMANN, H. ROSSNER, E. HOLUB-KRAPPE, V. EYERT, I. LUCK, R. SCHEER
Structural Properties of $\text{Zn}_{2-2x}(\text{CuIn})_x\text{S}_2$ (x 3/4 1) Solid Solution Thin Film Obtained by EXAFS.
J. Synchrotron Rad. 6 (1999) 474
- R. FLAIG, T. KORITSANSZKY, J. JANCZAK, H.G. KRANE, W. MORGENROTH, P. LUGER
Fast Experiments for Charge-Density Determination: Topological Analysis and Electrostatic Potential of the Amino Acids L-Asn, DL-Glu, DL-Ser and L-Thr.
Angew. Chem. Int. Ed. 38 (1999) 1397
- R. FLAIG, T. KORITSANSZKY, R. SOYKA, P. LUGER
Ladungsdichtestudie an einem antithrombotischen Wirkstoff – neue Aspekte in der Arzneimittelforschung.
Krist. Suppl. 16 (1999) 75
- Charge Density Study of an Antithrombotic Drug – New Aspects in Drug Design.
Acta Cryst. AS55 (1999) 515
- C. FOUGNIES, M. DOSIERE, M.H.J. KOCH, J. ROOVERS
Lamellar Morphology of Narrow PEEK Fractions Crystallized from the Glassy State and from the Melt.
Zur Veröffentlich. in ACS (1999)
- Cold Crystallization of Narrow Molecular Fractions of PEEK.
Macromolecules 32 (1999) 8133
- H. FRANZ, A.Q.R. BARON, W. PETRY
Quasielastic Scattering: Slow Dynamics of Glasses.
In: Nuclear Resonant Scattering of Synchrotron Radiation, E. Gerdau, H. de Waardt (Eds.), Baltzer, Oxford/GB (1999)
- T. FRELLO, H.F. POULSEN, L. GOTTSCHALCK ANDERSEN, N.H. ANDERSEN, M.D. BENTZON, J. SCHMIDBERGER
An in situ Study of the Annealing Behaviour of BiSCCO/Ag Tapes.
Supercond. Sci. Technol. 12 (1999) 293
- P. FRIEDEL, J. BERGMANN, T. TAUT, J. TOBISCH, D. POSPIECH, D. JEHNICHEN
WAXS and Force Field Constrained RIETVELD Modelling of

- Meta-Linked Fully Aromatic Copolyesters 2. Poly(p-phenylene terephthalate-co-p-phenylene isophthalate).
Zur Veröffentlichung in Polymer
- P. FRIEDEL, D. JEHNICHEN, J. BERGMANN, T. TAUT, A. HAASE
Application of RIETVELD Refinement Combined with Force Field Energy Minimization to Structure Investigation of Cyclo-tris(2,6-Pyridyl Formamidine).
Zur Veröffentlichung in Adv. X-Ray Analys. 41 (1999)
- J. FRIEDRICH, I. ROZHKO, J. VOSS, F.U. HILLEBRECHT, E. KISKER, V. WEDEMEIER
Scanning Microscopy of Magnetic Domains Using the Fe 3p Core Level Transverse Magneto-Optic Kerr-Effect.
J. Appl. Phys. 85 (1999) 4610
- M. FRÖBA, R. KÖHN, G. BOUFFAUD, O. RICHARD, G. VAN TENDELOO
Fe₂O₃ Nanoparticles within Mesoporous MCM-48 Silicates: In-Situ Formation and Characterization.
Chem. Mater. 11 (1999) 2858
- M. FRÖBA, O. MUTH
Nanostructured Rhenium Dioxide: Synthesis and Characterization.
Zur Veröffentlichung in Adv. Mater.
- M. FROMM, U. KLEMRADT, G. LANDMESSER, J. PEISL
Grazing Incidence X-Ray Reflectivity: A New Experimental Approach to the Martensitic Surface Relief.
Zur Veröffentlichung in Mater. Sci. & Eng. A (1999)
- S.S. FUNARI, D. SVERGUN, G. RAPP, C. BETZEL, M. PERBANDT, V.A. ERDMANN
Small-Angle X-Ray Scattering Study on the Ribosomal 5s RNA.
Biophys. J. 76 (1999) A315
- M.F. FYHN, J. CHEVALLIER, A. NYLANDSTED LARSEN, R. FEIDENHANS' L, M. SEIBT
 α -Sn and β -Sn Precipitates in Annealed Epitaxial Si_{0.95}Sn_{0.05}.
Phys. Rev. B60 (1999) 5770
- A.V. GEKTIN, I.A. KAMENSKIKH, M. KIRM, V.V. MIKHAILIN, A.Y. ROMANENKO, N.Y. SHIRAN, V.V. VORONOVA, G. ZIMMERER
Optical Properties of LiBaF₃ – Pure and Doped with Eu or Ce.
Rad. Effects & Defects in Solids 150 (1999) 121
- J.W. GERLACH, D. SCHRUPP, K. VOLZ, M. ZEITLER, B. RENNER, A. ANDERS
Low-Energy Ion Assisted Deposition of Epitaxial Gallium Nitride Films.
Nucl. Instrum. Methods B148 (1999) 406
- C. GERTH, K. GODEHUSEN, M. RICHTER, P. ZIMMERMANN, J. SCHULZ, P. WERNET, B. SONNTAG, A.G. KOCHUR, I.D. PETROV
Multiplet and Lifetime Effects in the 4d Photoelectron Spectrum of Eu.
Zur Veröffentlichung in Phys. Rev. A (1999)
- J.Y. GESLAND, N.M. KHAIDUKOV, N.YU. KIRIKOVA, M. KIRM, J.C. KRUPA, V.N. MAKHOV, T.V. OUVAROVA, M. QUEFFELEC, G. ZIMMERER
VUV Emission of Stoichiometric Er³⁺ and Tm³⁺-Containing Fluoride Crystals.
J. Electr. Spectrosc. Rel. Phenom. 101–103 (1999) 579
- O. GESSNER, F. HEISER, N.A. CHEREPKOV, B. ZIMMERMANN, U. BECKER
Photoelectron Scattering Effects in Molecular Photoionization.
J. Electr. Spectrosc. Rel. Phenom. 101–103 (1999) 113
- T. GEUE, U. PIETSCH, J. HAFEKORN, J. STUMPE, R.W. DATE, A.H. FAWCETT
Competition of Alignment and Aggregation? Phenomena in Constrained Films of LC-Poly(olefin sulfone)s and Maleic Anhydride Co- and Terpolymers.
Mol. Cryst. Liq. Cryst. 329 (1999) 725
- T. GEUE, M. SCHULTZ, U. ENGLSICH, R. STÖMMER, U. PIETSCH, K. MEINE, D. VOLLHARDT
Investigation of pH-Dependent Domain Structure of Fatty Acid Salt Langmuir-Blodgett Films by Means of X-Ray Diffuse Scattering and Atomic Force Microscopy.
J. Chem. Phys. 110 (1999) 8104
- T. GEUE, M. SCHULTZ, J. GRENZER, U. PIETSCH, A. NATANSOHN, P. ROCHON
X-Ray Investigations of the Molecular Mobility within Polymer Surface Gratings.
Zur Veröffentlichung in J. Appl. Phys.
- R. GIEBLER, B. SCHULZ, J. REICHE, L. BREHMER, M. WÜHN, C. WÖLL, S. URQUHART, A.P. SMITH, H. ADE, W. UNGER
NEXAFS-Spectroscopy on Ordered Films of Amphiphilic Derivatives of 2,5-Diphenyl-1,3,4-Oxadiazoles.
Langmuir 15 (1999) 1291
- H. GIEFERS, F. NESSEL, S.I. GVÖRY, M. STRECKER, G. WORTMANN, YU.S. GRUSHKO, E.G. ALEKSEEV, V.S. KOSLOV
Gd-L_{III} EXAFS Study of Structural and Dynamic Properties of Gd@C₈₂ between 10 and 300 K.
Carbon 37 (1999) 721
- T. GLASER, T. BEISSEL, E. BILL, T. WEYHERMUELLER, V. SCHÜNEMANN, W. MEYER-KLAUCKE, A.X. TRAUTWEIN, K. WIEGHARDT
The Electronic Structure of Linear Thiophenolate Bridged Heterotrinary Complexes [LFeMFeL]_n⁺ (M = Cr, Co, Fe; n = 1-3): Localized vs Delocalized Models.
JACS 121 (1999) 2193
- T. GLASER, E. BILL, T. WEYHERMUELLER, W. MEYER-KLAUCKE, K. WIEGHARDT
Sn(III) and Ge(III) in the Thiophenolate Bridged Complexes [LFeSnFeL]_n⁺ and [LFeGeFeL]_n⁺ (n=2,3; L=1,4,7- (4-tert-butyl-2-mercaptobenzyl)-1,4,7-triazacyclononane).
Inorganic Chem. 38 (1999) 2632
- T. GLASER, F. KESTING, T. BEISSEL, E. BILL, T. WEYHERMUELLER, W. MEYER-KLAUCKE, K. WIEGHARDT
Spin-Dependent Delocalization in Three Isostructural Complexes

- [LFeNiFeL]_{2+3+/4+} (L=1,4,7- (4-tert-butyl-2-mercaptobenzyl) - 1,4,7-triazacyclononane).
Inorg. Chem. 38 (1999) 722
- T. GLOEGE, H.L. MEYERHEIM, W. MORITZ, D. WOLF
X-Ray Structure Analysis of the Cr₂O₃ (0001)-(1×1) Surface: Evidence for Cr Interstitial.
Surf. Sci. Lett. 441 (1999) L917
- J. GLODO, A.J. WOJTCWICZ,
Thermoluminescence and Scintillation Properties of LuAP and YAP.
Zur Veröffentlich. in J. Alloys & Compounds (1999)
- B. GODERIS, H. REYNAERS, M.H.J. KOCH, V.B.F. MATHOT
Use of SAXS and (Linear) Correlation Functions for the Determination of the Crystallinity and Morphology of Semicrystalline Polymers: Application to Linear Polyethylene.
J. Polym. Sci. Part B, Polym. Phys. 37 (1999) 1715
- A. GOTTWALD, D. JEHNICHEN, D. POSPIECH, P. FRIEDEL, A. JANKE
Investigation of Phase Separation in Multiblock Copolymers Consisting of Polysulfone and a Liquid Crystalline Polymer.
Zur Veröffentlich. in J. Macromol. Sci., Phys.
- D.R. GREVE, N. REITZEL, T. HASSENKAM, J. BOGELUND, K. KJAER, P.B. HOWES, N.B. LARSEN, M. JAYARAMAN, R.D. MCCULLOUGH, T. BJORNHOLM
Directed Self-Assembled of Amphiphilic Regioregular Polythiophenes on the Manometer Scale.
Synth. Met. 102 (1999) 1502
- J. GRIM, V. HOLY, J. KUBENA, A.A. DARHUBER, G. BAUER, S. ZERLAUTH
X-Ray Reflection from Self-Organized Interfaces in a SiGe/Si Multilayer.
Semicond. Sci. Technol. 14 (1999) 32
- J. GRIM, V. HOLY, J. KUBENA, J. STANGL, A.A. DARHUBER, S. ZERLAUTH, F. SCHÄFFLER, G. BAUER
Diffuse X-Ray Reflectivity of Strain-Compensated Si/SiGe/SiC Multilayers.
J. Phys.: Appl. Phys. D32 (1999) A216
- I. GROSSHAUS, K. VOLZ, W. ENSINGER, B. RAUSCHENBACH
Synthesis of Buried Silicon Oxide Layers by Water Plasma Immersion Implantation.
Nucl. Instrum. Methods B55 (1999) 67
- YU.S. GRUSHKO, E.G. ALEKSEEV, V.S. KOSLOV, L.I. MOLKANOV, G. WORTMANN, H. GIEFERS, K. RUPPRECHT, M.A. KHODORKOVSKII
¹⁶¹Dy Mößbauer Study of the Endohedral Metallofullerenes Dy@C_n (n=80,82,84).
Zur Veröffentlich. in Hyperfine Interactions (1999)
- W. GÜNTHER, R. SCHÖLLHORN, M. EPPLE, H. SIEGLE, C. THOMSON, B. KABIUS, U. POPPE, B. SCHUBERT, W. ZANDER
Hydrogen and Water Intercalation into YBa₂Cu₃O_{7-δ}: Structural Properties of H₂YBa₂Cu₃O_{8-δ}.
Phil. Magazine 79 (1999) 449
- J.S. GUTMANN, P. MÜLLER-BUSCHBAUM, D.W. SCHUBERT, N. STRIBECK, M. STAMM
Influence of the Blend Compatibility on the Morphology of Thin Polymer Blend Films.
J. Macromol. Sci. B38 (1999) 563
- J.S. GUTMANN, P. MÜLLER-BUSCHBAUM, M. STAMM
Complex Pattern Formation by Phase Separation of Polymer Blends in Thin Films.
Farady Disc. 112 (1999) 285
- E. GUZIEWICZ, B.J. KOWALSKI, K. SZAMOTA-SADOWSKA, B.A. ORLOWSKI, J. MASEK, R.J. JOHNSON
The Influence of the Fe 3d States on the Electronic Band Structure of CdTe/Fe and Bulk Cd_{0.985}Fe_{0.015}Te Crystal.
J. Alloys & Compounds 286 (1999) 137
- E. GUZIEWICZ, K. SZAMOTA-SADOWSKA, B.J. KOWALSKI, B.A. ORLOWSKI, J. GHIJSEN, R.L. JOHNSON
Photoemission Study of Gd Atoms on CdTe(100) Surface.
Zur Veröffentlich. in Appl. Surf. Sci.
- M. HAAS, E. REALO, H. WINKLER, W. MEYER-KLAUCKE, A.X. TRAUTWEIN, O. LEUPOLD
Paramagnetic Relaxation as Seen by Nuclear Resonant Forward Scattering of Synchrotron Radiation.
Zur Veröffentlich. in Phys. Rev. B61 (1999)
- R. HAGENMAYER, M. JANSEN, U. MÜLLER, C. BENMORE, J. NEUEFEIND
Structural Studies on Amorphous Silicon Boron Nitride Si₃B₃N₇: Neutron Contrast Technique on Nitrogen and High Energy X-Ray Diffraction.
J. Mater. Chem. 9 (1999) 2865
- U. HAHN, J. PFLÜGER, G. SCHMIDT
Concept of Electron Beam Diagnostic for the VUV SASE FEL at the TESLA Test Facility (TTF FEL) at DESY.
Nucl. Instrum. Methods A429 (1999) 276
- T. HAIBACH, A. CERVELLINO, M.A. ESTERMANN, W. STEURER
The Decagonal Superstructure Al₇₁Co₁₃Ni₁₆ and its Relation to the Basic Decagonal Phase Al₇₁Co₇Ni₂₂.
Phil. Mag. A79 (1999) 933
- T. HAIBACH, A. CERVELLINO, W. STEURER
In situ High-Resolution Synchrotron Measurements of Decagonal Al_{72.5}Co_{17.5}Ni₁₀ and the Superstructure Al₇₀Co₁₂Ni₁₈ at High Temperature.
Zur Veröffentlich. in Phil. Mag. Lett.
- C. HAMMERL, B. RENNER, W. ASSMANN
Phase Formation in Titanium after High-Fluence Oxygen Ion Implantation.
Nucl. Instrum. Methods B148 (1999) 851
- Z. HAN, C. SHI, G. ZHANG, J. SHI, G. ZIMMERER, B. STEEG
Temperature Dependence of PbWO₄ Scintillating.
J. Electr. Spectrosc. Rel. Phenom. 101–103 (1999) 583
- T.H. HANSTEEN, P.M. SACHS, F. LECHTENBERG
Synchrotron-XRF Microprobe Analysis of Silicate Reference Standards Using Fundamental-Parameter Quantification.
Zur Veröffentlich. in Eur. J. Mineral. (1999)

- H.G. HAUBOLD, P. HILLER, H. JUNGBLUTH, T. VAD
Characterization of Electrocatalysts by in situ SAXS and XAS Investigations.
Jpn. J. Appl. Phys. 38-1 (1999) 36
- O. HEMMERS, F. HEISER, J. VIEFHAUS, K. WIELICZEK, U. BECKER
Angle-Resolved Resonant Auger Electron Spectroscopy of CO after Vibrationally Resolved C 1s - n λ Excitations.
J. Phys. B: At. Mol. Opt. Phys. 32 (1999) 3769
- A. HEMPELMANN, M.N. PIANCASTELLI, F. HEISER, O. GESSNER, A. RÜDEL, U. BECKER
Resonant Photofragmentation of Methanol at the Carbon and Oxygen K-Edge by High-Resolution Ion-Yield Spectroscopy.
J. Phys. B: At. Mol. Opt. Phys. 32 (1999) 2677
- O. HERZBERG, R. GEHRKE, M. EPPLER
Combined in-situ Small and Wide-Angle Synchrotron X-Ray Scattering (SAXS-WAXS) Applied to a Solid-State Polymerization Reaction.
Polymer 40 (1999) 507
- N. HILBRANDT, M. MARTIN
An Extended in situ Cu-K XAFS and XRD Study on the Site Preference and Valence of Copper Ions in (Mg_{1-x}Cu_x)_{1- δ} O.
J. Phys. Chem. 103 (1999) 4797
- Site Preference of Iron Ions in α -Alumina: An Fe-K EXAFS Study on Specimens Prepared by a Combined Self-Propagating Chemical Combustion and Sintering Technique.
J. Chem. Soc., Faraday Trans. 94 (1999) 3381
- High Temperature Point Defect Equilibria in Iron Doped MgO: An in-situ Fe-K EXAFS Study on the Valence and Site Distribution of Iron in (Mg_{1-x}Fe_x)_{1- δ} O.
Ber. Bunsenges. Phys. Chem. 102 (1999) 1747
- A Quantitative in situ Fe-K XAFS Study (T=1270 K) on the Oxidation Degree of Iron in (Mg_{1-x}Fe_x)_{1- δ} O.
J. Synchrotron Rad. 6 (1999) 489
- A. HILLE, J. FALTA, C. SANCHEZ-HANKE, T. SCHMIDT, E.G. MICHEL, G. MATERLIK
Structure Determination of Low Coverage CsCl/Si(111)-7 \times 7.
Zur Veröffentlich. in Surf. Sci. (1999)
- F.U. HILLEBRECHT
Shining Soft X-Rays on Magnetic Structures.
Science 284 (1999) 2099
- F.U. HILLEBRECHT, T. KINOSHITA, C. ROTH, H.B. ROSE, E. KISKER
Spin-Resolved Fe and Co 3s Photoemission.
Zur Veröffentlich. in J. Magn. Magn. Mater. (1999)
- T. HIORT, D.V. NOVIKOV, E. KOSSEL, G. MATERLIK
Quantitative Assessment of X-Ray-Fluorescence Holography for bcc Fe as a Test Case.
Zur Veröffentlich. in Phys. Rev. B
- A. HOELL, U. LEMBKE, R. KRANOLD, S. HABELITZ, S. CARL
The Microstructure of Extruded Mica Based Glasses Studied by Small-Angle X-Ray Scattering.
Zur Veröffentlich. in Glastechn. Berichte (1999)
- V. HOLY, G. SPRINGHOLZ, M. PINCZOLITS, G. BAUER
Strain Induced Vertical and Lateral Correlation in Quantum Dots Superlattices.
Phys. Rev. Lett. 83 (1999) 356
- V. HOLY, J. STANGL, S. ZERLAUTH, G. BAUER, N. DAROWSKI, D. LÜBBERT, U. PIETSCH
Lateral Arrangement of Self-Assembled Quantum Dots in an SiGe/Se Superlattice.
J. Phys.: Appl. Phys. D32 (1999) A234
- U. HOPPE, R. KRANOLD, D. STACHEL, J. NEUEFEIND
Oxygen Coordination of Modifier Cations in Metaphosphate Glasses Probed by High-Energy X-Ray Diffraction.
Phosphorus Res. Bull. 10 (1999) 546
- U. HOPPE, R. KRANOLD, H.J. WEBER, A.C. HANNON
The Change of the Ge-O Coordination Number in Potassium Germanate Glasses Probed by Neutron Diffraction with High Real-Space Resolution.
J. Non-Cryst. Solids 248 (1999) 1
- B.K. HOSKINS, P.J. GRIFFITHS, C.C. ASHLEY, G. RAPP
Time-Resolved Equatorial X-Ray Stretch and Release.
J. Mol. Biol. 290 (1999) 77
- S. HOSOKAWA, A. GOLDBACH, M. BOLL, F. HENSEL
Short- and Intermediate-Range Atomic Structure of Glassy and Liquid As₂Se₃ – An Anomalous X-Ray Scattering Study.
phys. stat. sol. (b) 215 (1999) 785
- H. HÜNNEFELD, T. NIEMÖLLER, J.R. SCHNEIDER, B.A. KAUFMANN, F. SCHWABL
Influence of Defects on the Critical Behaviour at the 105 K Structural Phase Transition of SrTiO₃.
Zur Veröffentlich. in Phys. Rev. B
- H. HÜNNEFELD, T. NIEMÖLLER, J.R. SCHNEIDER, K.A. MÜLLER
The Quantum Paraelectric Phase in SrTiO₃ under Uniaxial (111)-Pressure.
Zur Veröffentlich. in Europ. J. Phys. B
- N. ICHIKAWA, S. UCHIDA, J.M. TRANSQUADA, T. NIEMÖLLER, P.M. GEHRING, S.H. LEE, J.R. SCHNEIDER
Metallic Stripes and Charge Order in Cuprate Superconductors.
Zur Veröffentlich. in Science
- A.YU. IGNATOV
Relationship between the Electronic and Local Structure in BaPb_{1-x}Bi_xO_{3- δ} and Ba_{1-x}K_xBiO_{3- δ} Perovskites.
J. Synchrotron Rad. 6 (1999) 532
- A.YU. IGNATOV, N. ALI, P.V. KONAREV, M. TISCHER, A.V. TSVYASHCHENKO, L.N. FOMICHEVA
Local Structure of YNi₂B₂C Superconductor Determined by X-Ray Absorption Spectroscopy.
Zur Veröffentlich. in Phys. Rev. B61 (1999)
- A.YU. IGNATOV, J. FELDHAUS, V. CHERNOV, A. IVANOV
The Local Structure of the CuO₂ Plane in Nd_{2-x}Ce_xCuO_{4- δ} : An X-Ray Absorption Study.
J. Synchrotron Rad. 6 (1999) 767

- C. JANOWITZ, R. MÜLLER, T. PLAKE, A. MÜLLER, A. KRAPF, H. DWELK, R. MANZKE
Highly Resolved Photoemission on High-T's of the BiSrCaCuO-Family.
Physica B 259 (1999) 1134
- A. JAYE, W. LAASCH, P. GÜRTLER
Investigations of the Hartley Band of Ozone Isolated in Rare Gas Matrices.
Zur Veröffentlich. in *Chem. Phys. Lett.*
- D. JEHNICHEN, P. FRIEDEL, S. KUMMER, L. HÄUSSLER, K. ECKSTEIN, D. POSPIECH
Interface Characterization of Immiscible Polymer Blends by Means of XR and NR Investigations.
Zur Veröffentlich. in *Mater. Sci. Forum*
- J.Z. JIANG, J.S. OLSEN, L. GERWARD, S. MORUP
Compressibility of Nanostructured Fe-Cu Materials Prepared by Mechanical Milling.
NanoStructured Materials 12 (1999) 847
- L.I. JOHANSSON, P.A. GLANZ, Q. WAHAB, T.M. GREHK, T. EICKHOFF, W. DRUBE
Characterization of SiO₂ Layers Thermally Grown on 4H-SiC Using High Energy Photoelectron Spectroscopy.
Appl. Surf. Sci. 150 (1999) 137
- M. JUNG, D.H.W. HUBERT, P.M. FREDERIK, H. FISCHER, A.M. VAN HERK, A.L. GERMAN
Vesicle-Polymer Hybrids.
Rec. Devel. Macromol. Res. 4 (1999) 137
- S.M. KACZMAREK, A. WOJTOWICZ, W. DROZDOWSKI, C. KOEPKE, M. GRINDBERG, J. KISIELEWSKI, R. JABLONSKI, G. BOULON, G. ZIMMERER
Controlling of the Charge State in Laser Crystals.
Biul. WAT, XL VIII (1999) 105
- T. KÄRNER, S. DOLGOV, M. KIRM, P. LIBLIK, A. LUSHCHIK, A. MAAROOS, S. NAKONECHNYI
Electronic Excitations and Luminescence in MgO:Ge Single Crystals.
Zur Veröffentlich. in *Nucl. Instrum. Methods B* (1999)
- V.M. KAGANER, G. BREZESINSKI, H. MÖHWALD, P.B. HOWES, K. KJAER
Positional Order in Langmuir Monolayers: An X-Ray Diffraction Study.
Phys. Rev. E 59 (1999) 2141
- R. KAHN, P. CARPENTIER, C. BERTHET-COLOMINAS, M. 4CAPITAN, M.L. CHESNE, E. FANCHON, S. LEQUIEN, D. THIAUDIERE, J. VICAT, P. ZIELINSKI, H. STUHRMANN
Feasibility and Review of Anomalous X-Ray Diffraction at Long Wavelength in Materials Research and Protein Crystallography.
Zur Veröffentlich. in *J. Synchrotron Rad.*
- C. KAPUSTA, P. FISCHER, G. SCHÜTZ
Magnetic X-Ray Absorption Spectroscopy.
J. Alloys & Compounds 286 (1999) 37
- C. KAPUSTA, P.C. RIEDI
NMR Spectroscopy in Mixed Valence Manganites.
J. Magn. Magn. Mater. 196–197 (1999) 446
- C. KAPUSTA, P.C. RIEDI, W. KOCEMBA, G.J. TOMKA, M.R. IBARRA, J.M. DE TERESA, M. VIRET, J.M.D. COEY
A ⁵⁵Mn Nuclear Magnetic Resonance Study of Mixed-Valence Manganites.
J. Phys.: Condens. Matter 11 (1999) 4079
- A. KARL, S. CUNIS, R. GEHRKE, G.V. KROSIGK, U. LODE, I. LUZINOV, S. MINKO, T. POMPER, V. SENKOVSKY, A. VORONOV, W. WILKE
Investigation of Failure Mechanisms in Polymer Composites by Simultaneous Measurement of Ultra Small Angle Scattering and Acoustic Emission during the Deformation. Part 1: Method.
Zur Veröffentlich. in *J. Polym. Sci., Physics*
- S. KATHOLY, J. REICHE, L. BREHMER
Texture of Fatty Acid Langmuir Films Studied by Means of Brewster Angle Reflectometry.
Zur Veröffentlich. in *Colloids & Surfaces A*
- M. KATSIKINI, H. ROSSNER, M. FIEBER-ERDMANN, E. HOLUB-KRAPPE, T.D. MOUSTAKAS, E.C. PALOURA
Gallium K-Edge EXAFS Measurements on Cubic and Hexagonal GaN.
J. Synchrotron Rad. 6 (1999) 561
- A. KAZIMIROV, J. ZEGENHAGEN, M. CARDONA
Effect of the Isotopic Composition on the Lattice Constant of Ge Determined with X-Ray Standing Waves.
Zur Veröffentlich. in *Science* (1999)
- I.D. KEANDLER, O.H. SEECK, J.P. SCHLOMKA, M. TOLAN, J. STETTNER, W. PRESS L. KAPPIUS, S. MANTL, C. DIEKER
Structural Characterization of Oxidized Allotaxially Grown CoSi₂ Layers by X-Ray Scattering.
Zur Veröffentlich. in *J. Appl. Phys.*
- S. KEITEL, C. MALGRANGE, T. NIEMÖLLER, J.R. SCHNEIDER
Diffraction of 100 to 200 keV X-Rays from an Si_{1-x}Ge_x Gradient Crystal: Comparison with Results from Dynamical Theory.
Acta Cryst. A 55 (1999) 855
- E. KEMNITZ, D.H. MENZ
Fluorinated Metal Oxides and Metal Fluorides as Heterogeneous Catalysts.
Zur Veröffentlich. in *Prog. Solid State Chem.* (1999)
- G. KICKELBICK, E. REINÖHL, T.S. ERTEL, H. BERTAGNOLLI, K. MATYJASZEWSKI
The Copper Catalyst in Atom Transfer Radical Polymerizations – Structural Observations.
Am. Chem. Soc., Div. Polym. Chem. 40 (1999) 334
- H.J. KIM, R.L. JOHNSON
Initial Stages of Pb Adsorption on Si(001) 2×1 Studied with Angle-Resolved Photoemission.
Zur Veröffentlich. in *Phys. Rev. B* (1999)
- L. KIPP, R. ADELUNG, N. TRARES-WROBEL, M. SKIBOWSKI
Extrinsic Surface States Traced by Surface Photovoltage in Photoemission.
Appl. Phys. Lett. 74 (1999) 1836

- L. KIPP, K. ROSSNAGEL, C. SOLTERBECK, T. STRASSER, W. SCHATTKE, M. SKIBOWSKI
How to Determine Fermi Vectors by Angle Resolved Photoemission?
Zur Veröffentlich. in Phys. Rev. Lett. (1999)
- M. KIRM, V. DEMIDENKO, V. DENKS, E. FELDBACH, A. LUSHCHIK, C. LUSHCHIK, I. MARTINSON
Excitations in Halogen-Containing Aluminosilicate Optical Ceramics.
J. Electr. Spectrosc. Rel. Phenom. 101–103 (1999) 593
- M. KIRM, A. LUSHCHIK, B. STEEG, E. VASILCHENKO, S. VIELHAUER, G. ZIMMERER
Excitation of Intrinsic and Extrinsic Luminescence by Synchrotron Radiation in a NaF Crystal.
J. Rad. Effects Defects in Solids 149 (1999) 19
- M. KIRM, G. ZIMMERER, E. FELDBACH, A. LUSHCHIK, C. LUSHCHIK, F. SAVIKHIN
Self-Trapping and Multiplication of Electronic Excitations in Al_2O_3 and $\text{Al}_2\text{O}_3:\text{Sc}$ Crystals.
Phys. Rev. B60 (1999) 502
- R. KLEPPINGER, N. MISCHENKO, H. REYNAERS, M.H.J. KOCH
Long Range Order in Physical Networks of Gel-Forming Triblock Copolymer Solutions.
J. Polymer Sci. Polym. Phys. 37 (1999) 1833
- F. KLOSE, C. REHM, M. FIEBER-ERDMANN, E. HOLUBKRAPPE, H. BLEIF, H. SOWERS, R. GOYETTE, L. TRÖGER, H. MALETTA
Hydrogen Absorption in Epitaxial W/Nb(001) and Polycrystalline Fe/Nb(110) Multilayers Studied in-situ by X-Ray/Neutron Scattering Techniques and X-Ray Absorption Spectroscopy.
Zur Veröffentlich. in Physica B
- M. KLOSS, L. SCHWARZ, J. HÖLSÄ
Vibration and Luminescence Spectroscopic Investigations of Alkali Rare Earth Double Phosphates $\text{M}_3(\text{Re},\text{Eu})(\text{PO}_4)_2$ ($\text{M}=\text{Rb},\text{K}$; $\text{Re}=\text{La},\text{Gd}$).
Acta Phys. Pol. A95 (1999) 343
- G. KNOCHENHAUER, P. PENACORADA, J. REICHE, T.A. BARBERKA, L. BREHMER, R.H. TREDGOLD
Multilayers of Perfluorinated Fatty Acids.
Zur Veröffentlich. in Mater. Sci. Eng. C (1999)
- N. KOCH, L.M. YU, V. PARENTE, R. LAZZARONI, R.L. JOHNSON, G. LEISING, J.J. PIRAUX, J.L. BREDAS
Evidence for Physisorption of Aluminum on the Surface of Electroluminescent Sexiphenyl.
Zur Veröffentlich. in Adv. Mater.
- The Interaction of Aluminum and p-Sexiphenyl.
Synth. Met. 101 (1999) 438
- A. KODRE, I. ARCON, J. BATISTA, A. PINTAR
EXAFS Analysis of Pd Atomic Clusters.
J. Synchrotron Rad. 6 (1999) 458
- A. KODRE, J. PADEZNIK GOMILSEK, I. ARCON, R. PRESEREN
Separation of Weak EXAFS Signal from Atomic Background in Br and Rb Samples.
J. Synchrotron Rad. 6 (1999) 306
- U. KÖBLER, D. HUPFELD, W. SCHNELLE, K. MATTENBERGER, T. BRÜCKEL
Fourth-Order Exchange Interactions in $\text{Gd}_x\text{Eu}_{1-x}\text{S}$.
J. Magn. Magn. Mater. 205 (1999) 90
- R. KÖHN, F. BRIELER, M. FRÖBA
Teneary Transition Metal Oxides within Mesoporous MCM-48 Silica Phases: Synthesis and Characterization.
Zur Veröffentlich. in Stud. Surf. Sci. Catal. (1999)
- R. KOLB, S. SEIFERT, N. STRIBECK, H.G. ZACHMANN
Investigations on the Development of Structure during Spinning of Poly(propylene) Fibers.
Simultaneous Measurements of Small- and Wide-Angle X-Ray Scattering during Low Speed Spinning of Poly(propylene) Using Synchrotron Radiation.
Investigation on the High-Speed Spinning Process of Poly(ethylene terephthalate) by Means of Synchrotron X-Ray Diffraction.
Zur Veröffentlich. in Polymer
- A. KOLMAKOV, J.O. LÖFKEN, C. NOWAK, F. PICUCCI, M. RIEDLER, C. RIENECKER, A. WARK, M. WOLFF, T. MÖLLER
Observation of Small Metastable Multiply Charged CsI Clusters Embedded inside Rare Gas Clusters.
Zur Veröffentlich. in Europ. J. Phys. D 9 (1999)
- Aggregation of Small CsI Clusters inside Ar Clusters: Ionisation and Fragmentation under Soft X-Ray Excitation.
Europ. J. Phys. D9 (1999) 1
- Encapsulated Clusters in a Free Beam: A Soft X-Ray Study of Conversion Process from Pure Ar Clusters into Bare Alkali Halide Clusters.
Zur Veröffentlich. in Phys. Rev. Lett.
- T. KORITSANSZKY
On the Quality of Experimental Densities from Synchrotron-CCD Data.
Acta Cryst. AS55 (1999) 115
- R. KOTTHAUS, G. BUSCHHORN, D. PUGACHEV, H. SHOOSH-TARI, J. THEY
X-Ray Polarimeters Based on Silicon PIN Diodes and Drift Detectors.
Proc. SPIE 3764 (1999) und MPI-PhE/99-08
- R. KOTTHAUS, G. BUSCHHORN, M. RZEPKA, K.H. SCHMIDT, P.M. WEINMANN
Hard X-Ray Polarimetry Exploiting Directional Information of the Photo Effect in a Charge Coupled Device.
Proc. SPIE 3443 (1999)
- Z. KOVATS, T. SALDITT, T.H. METZGER, J. PEISL, T. STIMPEL, H. LORENZ, J.O. CHOU, K. ISMAIL
Interface Morphology in Strained Layer Epitaxy of Si/SiGe Layers Studied by X-Ray Scattering under Grazing Incidence and Atomic Force Microscopy.
Zur Veröffentlich. in J. Phys. D

- B.J. KOWALSKI, Z. GOLACKI, E. GUZIEWICZ, A. KOZANECKI, B.A. ORLOWSKI, J. GHIJSEN, R.L. JOHNSON
Rare Earth 4f States in $AIV_{1-x}RE_xBVI$ Diluted Magnetic Semiconductors.
J. Alloys & Compounds 286 (1999) 121
- R. KOYNOVA, B. TENCHOV, G. RAPP
Effect of PEG-Lipid Conjugates on the Phase Behaviour of Phosphatidylethanolamine Dispersion.
Colloids & Surf. A: Physicochem. & Eng. Aspects 149 (1999) 571
- R. KRANOLD, A. HOELL, M. KAMMEL, U. LEMBKE, G. VON KROSIGK
Reversion of Precipitates in Phase Separated Soda Lime Silica Glass.
Zur Veröffentlich. in J. Appl. Cryst. (1999)
- C. KREBS, T. GLASER, E. BILL, T. WEYHERMUELLER, W. MEYER-KLAUCKE, K. WIEGHARDT
A Paramagnetic Copper(III)-Complex Containing an Octahedral $Cu_{III}S_6$ -Coordination Polyhedron.
Angew. Chemie, Int. Ed. No. 3 38 (1999) 359
- C. KREIS, M. TRAVING, R. ADELUNG, L. KIPP, M. SKIBOWSKI
Tracing the Valence Band Maximum during Epitaxial Growth of HfS_2 on WSe_2 .
Zur Veröffentlich. in Appl. Surf. Sci. (1999)
- T.L. KUHL, J. MAJEWSKI, P.B. HOWES, K. KJAER, A. VON NAHMEN, K.Y.C. LEE, B. OCKO, J.N. ISRAELACHVILI, G.S. SMITH
Packing Stress Relaxation in Polymer-Lipid Monolayers at the Air-Water Interface: An X-Ray Grazing-Incidence Diffraction and Reflectivity Study.
J. Am. Chem. Soc. 121 (1999) 7682
- C. KUMPF, O. BUNK, J.H. ZEGENHAGEN, M.M. NIELSEN, M. NIELSEN, R.L. JOHNSON, R. FEIDENHANS'L
Structural Study of the Commensurate-Incommensurate Low-Temperature Phase Transition of Pb on Si(111).
Zur Veröffentlich. in Surf. Sci.
- I. KUZMENKO, K. KJAER, J. ALS-NIELSEN, M. LAHAV, L. LEISEROWITZ
Detection of Chiral Disorder in Langmuir Monolayers Undergoing Spontaneous Chiral Segregation.
J. Am. Chem. Soc. 121 (1999) 2657
- P. LANG
The Surface Phase Diagram of the Hexagonal Phase of the $C_{12}E_5$ /Water System.
Zur Veröffentlich. in J. Phys. Chem. B
- E.M. LAURIDSEN, J. BAKER, M. NIELSEN, R. FEIDENHANS'L, G. FALKENBERG, O. BUNK, J.H. ZEYSING, R.L. JOHNSON
Structure Determination of the Si-(001)-(2×1)-H Reconstruction by Surface X-Ray Diffraction: Weakening the Dimer Bond by Addition of Hydrogen.
Zur Veröffentlich. in Surf. Sci.
- P. LE FEVRE, H. MAGNAN, K. HRICOVINI, D. CHANDESRI, J. VOGEL, V. FORMOSO, T. EICKHOFF, W. DRUBE
Ce Electronic Structure Studied by Resonant Electron Spectroscopies.
phys. stat. sol. (b) 215 (1999) 617
- K.Y.C. LEE, J. MAJEWSKI, K. KJAER, P.B. HOWES, M.M. LIPP, A.J. WARING, J.A. ZASADZINSKI
Incorporation of Lung Surfactant Specific Protein SP-B into Lipid Monolayers at the Air-Fluid Interface: A Synchrotron X-Ray Study.
Biophys. J. 76 (1999) A216
- W.Y. LEE, M. MAJDA, G. BEZESINSKI, M. WITTEK, D. MÖBIUS
Structure and Lateral Electron Hopping in Osmium-tris-4,7-diphenylphenanthroline Perchlorate Monolayers at the Air/Water Interface.
J. Phys. Chem. B103 (1999) 6950
- X. LEFEBRE, M.H.J. KOCH, H. REYNAERS, C. DAVID
Thermal Behaviour of Poly(hexamethylene terephthalate) Oligomers. I: Melting Behaviour and Morphology of the Crystalline Phase.
J. Polym. Sci. Polym. Phys. 37 (1999) 1
- U. LEMBKE, A. HOELL, R. KRANOLD, R. MÜLLER, W. SCHÜPPEL, G. GOERIGK, R. GILLES, A. WIEDENMANN
Formation of Magnetite Nanocrystals in a Glass Ceramic Studied by Small-Angle Scattering.
J. Appl. Phys. 85 (1999) 2279
- M. LEONE, S. AGNELLO, R. BOSCAINO, M. CANNAS, F.M. GELARDI
Conformational Disorder in Vitreous Systems Probed by Photoluminescence Activity in SiO_2 .
Phys. Rev. B60 (1999) 11 475
- A. LESSMANN, S. BRENNAN, A. MUNKHOLM, M. SCHUSTER, H. RIECHERT, G. MATERLIK
X-Ray Standing-Wave Study on $(AlAs)_m(GaAs)_n$ Short-Period Superlattices.
Phys. Rev. B59 (1999) 10 801
- A. LESSMANN, M. SCHUSTER, H. RIECHERT, S. BRENNAN, A. MUNKHOLM, G. MATERLIK
Fluorescence X-Ray Standing Wave Study on $(AlAs)(GaAs)$ Superlattices.
J. Phys. D: Appl. Phys. 32 (1999) A65
- T. LIPPMANN, J.R. SCHNEIDER
Accurate Structure Factor Measurements Using High Energy Synchrotron Radiation. A Test on Cuprite, Cu_2O .
Zur Veröffentlich. in J. Appl. Cryst. 55 (1999)
- C. LIU, A. WENZEL, K. VOLZ, B. RENNER
Influence of Substrate Temperature on Damage Buildup and Removal of Ion Implanted Gallium Nitride.
Nucl. Instrum. Methods B148 (1999) 396
- Y.L. LIU, W.G. WANG, H.F. POULSEN, P. VASE
Microstructure, Texture and Critical Current of Ag-Sheated 2223 Multifilament Tapes.
Supercond. Sci. Technol. 12 (1999) 376

- R. LÜBBERS, M. PLEINES, H.J. HESSE, G. WORTMANN, H.F. GRÜNSTEUDEL, R. RÜFFER, O. LEUPOLD, J. ZUKROWSKI
Magnetism under High Pressure Studied by ^{57}Fe and ^{151}Eu Nuclear Scattering of Synchrotron Radiation.
Hyperfine Interactions 120 (1999) 49
- D. LÜBBERT, T. BAUMBACH, S. PONTI, U. PIETSCH, L. LEPRINCE, J. SCHNECK, A. TALNEAU
Strain Investigation of Low Strained Buried Gratings by Grazing Incidence X-Ray Diffraction and the Theory of Elasticity.
Europhys. Lett. 46 (4) (1999) 479
- J. LÜDECKE, A. JOBST, C. GEIBEL, H.G. KRANE, S. VAN SMAALEN
Acentric Low-Temperature Superstructure of NaV_2O_5 .
Phys. Rev. Lett. 82 (1999) 3633
- J. LÜDECKE, A. JOBST, S. VAN SMAALEN
The CDW Structure of the $m=4$ Phosphate Bronze $(\text{PO}_2)_4(\text{WO}_3)_{2m}$.
Zur Veröffentlich. in Europhys. Lett. (1999)
- J. LÜDECKE, A. PROBST, S. VAN SMAALEN, E. MORRE, C. GEIBEL, H.G. KRANE
The Acentric Low Temperature Superstructure.
Phys. Rev. Lett. 80 (1999) 5164
- J. LÜDECKE, M. SCHNEIDER, S. VAN SMAALEN
Independent q and $2q$ Distortions in the Incommensurately Modulated Low Temperature Structure of Nb Doped NiTa_2Se_7 .
Zur Veröffentlich. in J. Sol. State Chem.
- J. LÜNING, J. ROCKENBERGER, S. EISEBITT, J.E. RUBENSON, A.KARLK, A. KORNOWSKI, H. WELLER, W. EBERHARDT
Soft X-Ray Spectroscopy of Single Sized CdS Nanocrystals: Size Confinement and Electronic Structure.
Solid State Commun. 112 (1999) 5
- D. LÜTZENKIRCHEN-HECHT, P. BUCHNER, J. UHLENBUSCH, H.H. STREHLOW, R. FRAHM
EXAFS Investigation of Nanoparticles Produced in a Thermal Plasma Process.
J. Synchrotron Rad. 6 (1999) 722
- D. LÜTZENKIRCHEN-HECHT, R. FRAHM
Time-Resolved EXAFS Investigations of the Anodic Dissolution of Mo.
J. Synchrotron Rad. 6 (1999) 591
- P. LUGER, R. FLAIG, T. KORITSANSZKY
Topological Properties of Various Amino Acids: A Comparative Study.
Acta Cryst. AS55 (1999) 115
- G. LUKOWSKI, J. KASBOHM, P. PFLEGEL, A. ILLING, H. WULFF
Crystallographic Investigation of Cetylpalmitate Solid Lipid Nanoparticles.
Zur Veröffentlich. in Int. J. Pharm. (1999)
- A. LUSHCHIK, E. FELDBACH, M. KIRM, P. LIBLIK, C. LUSHCHIK, I. MARTINSON, F. SAVIKHIN, G. ZIMMERER
Spectral-Kinetic Study of Self-Trapping and Multiplication of Electronic Excitations in Al_2O_3 Crystals.
J. Electr. Spectrosc. Rel. Phenom. 101–103 (1999) 587
- A. LUSHCHIK, M. KIRM, C. LUSHCHIK, E. VASILCHENKO
Excitonic and Electron-Hole Mechanisms of the Creation of Frenkel Defect in Alkali Halides.
Zur Veröffentlich. in Nucl. Instrum. Methods B (1999)
- B. MAHLTIG, H. WALTER, C. HARRATS, P. MÜLLER-BUSCHBAUM, R. JEROME, M. STAMM
Adsorption of Polyampholyte Copolymers at the Solid/Liquid Interface: The Influence Salt on the Adsorption Behaviour.
Phys. Chem. Chem. Phys. 1 (1999) 3853
- V.N. MAKHOV, I. KUUSMANN, J. BECKER, M. RUNNE, G. ZIMMERER
Crossluminescence at High Temperatures.
J. Electr. Spectrosc. Rel. Phenom. 101–103 (1999) 817
- T. MALCHEREK, C.M. DOMENEGHETTI, V. TAZZOLI, E.K.H. SALJE, U. BISMAYER
A High Temperature Diffraction Study of Synthetic Titanite CaTiOSiO_4 .
Phase Transitions 69 (1999) 119
- B. MALIC, I. ARCON, A. KODRE, M. KOSEC
EXAFS Study of Amorphous Precursors for $\text{Pb}(\text{Zr,Ti})\text{O}_3$ Ceramics.
J. Sol-Gel Sci. Tech. 16 (1999) 135
- P. MARCZUK, P. LANG, M. MÖLLER
Amphiphilicity and Structure Formation of Semifluorinated Alkanes.
Zur Veröffentlich. in Colloids Surf. A
- M. MARTIN, N. HILBRANDT, U. KOOPS
In situ XAFS and XRD Investigations on the Oxidation of Metals.
Electrochem. Soc. Proc. 98-9 (1999) 106
- A. MARTORANA, S. PICCAROLO, D. SAPOUNDJIEVA
SAXS/WAXS Study of the Annealing Process in Quenched Samples of Isotactic Poly(propylene).
Macromol. Chem. & Phys. 200 (1999) 531
- T. MATERNA, J. JOLIE, W. MONDELAERS, B. MASSCHAELE, V. HONKIMÄKI, A. KOCH, T. TSCHENTSCHER
Uranium-Sensitive Tomography with Synchrotron Radiation.
J. Synchrotron Rad. 6 (1999) 1059
- D. MATHES, U. BISMAYER
Ferroische Domänenmuster in Palmierit-Typen.
Z. Krist. Suppl. 16 (1999) 114
- N. MATTERN, H. EHRENBERG, M. KNAPP, H. HERMANN, J. ECKERT
Short-Range Order of Amorphous $(\text{Zr}_{65}\text{Al}_{7.5}\text{Cu}_{17.5}\text{Ni}_{10})_{100-x}\text{Fe}_x$ Alloys.
phys. stat. sol. (a) 175 (1999) 449
- N. MATTERN, A. TERESIAK, T. SCHUBERT, W. LÖSER, S. DOYLE
High Temperature Diffraction Study of Phase Composition in Rapidly Quenched Al-Ge-Si.
Powder Diffraction 14 (2) (1999) 118
- C. MC GUINNESS, M. MARTINS, P. WERNET, B.F. SONNTAG, P. VAN KAMPEN, J.P. MOSNIER, E.T. KENNEDY, J.T. COSTELLO

- Metastable State Contributions to the Measured 3p Photoabsorption Spectrum of Cr⁺ Ions in a Laser-Produced Plasma.
J. Phys. B: At. Mol. Opt. Phys. 32 (1999) L583
- P.J. MCNALLY, J.W. CURLEY, M. BOLT, A. READER, T. TUOMI, R. RANTAMÄKI, A.N. DANILEWSKY, I. DEWOLF
Monitoring of Stress Reduction in Shallow Trench Isolation CMOS Structures via Synchrotron X-Ray Topography, Electrical Data and Raman Spectroscopy.
J. Mater. Sci.: Mater. Electronics 10 (1999) 351
- P.J. MCNALLY, A.N. DANILEWSKY, J.W. CURLEY, A. READER, R. RANTAMÄKI, T. TUOMI, M. BOLT, M. TASKINEN
The Quality of 200 mm Diameter Epitaxial Si Wafers for Advanced CMOS Technology Monitored Using Synchrotron X-Ray Topography.
Microelectron. Eng. 45 (1999) 27
- P.J. MCNALLY, T. TUOMI, R. RANTAMÄKI, K. JACOBS, L. CONSIDINE, M. O'HARE, D. LOWNEY, A.N. DANILEWSKY
Synchrotron X-Ray Topography Studies of Epitaxial Lateral Overgrowth of GaN on Sapphire.
Mater. Res. Soc. Symp. Proc. 572 (1999) 327
- B.V. MERINOV, U. BISMAYER, L. SCHWALOWSKY, G. ADI-WIDJAJA
Superionic Phase of Mixed Proton Conductor [Rb_{0.75}(NH₄)_{0.43}]₃H(SeO₄)₂: Detailed Mechanism of Proton Transport.
Z. Krist. Suppl. 16 (1999) 49
- B.V. MERINOV, U. BISMAYER, V.V. SYNITSYN, A.I. BARANOV
Mixed Alkali Metal Selenate Proton Conductors: Phase Transitions and Crystal Structure of [Rb_{0.54}(NH₄)_{0.46}]₃H(SeO₄)₂.
Zur Veröffentlichung in Phase Trans. (1999)
- C. METZ, T. TSCHENTSCHER, T. SATTLER, K. HÖPPNER, J.R. SCHNEIDER, K. WITTMACK, D. FRISCHKE, F. BELL
Influence of Alloying on the Electron Momentum Density in the Cu-Ni System.
Phys. Rev. B60 (1999) 14049
- C. METZ, T. TSCHENTSCHER, P. SUORTTI, A.S. KHEIFETS, R.D. LUN, T. SATTLER, J.R. SCHNEIDER, F. BELL
Three-Dimensional Electron Momentum Density of Aluminum by (γ , e γ) Spectroscopy.
Phys. Rev. B59 (1999) 10 512
- Three-Dimensional Electron Momentum Densities of Graphite and Fullerene: A Comparison.
J. Phys.: Condens. Mat. 11 (1999) 3933
- T.H. METZGER, U. PIETSCH, E. GARSTEIN
High-Resolution Lattice Parameter Measurement by X-Ray Grazing Incidence Diffraction: Application to the Interface of Silicon on Sapphire.
phys. stat. sol. (a) 174 (1999) 395
- I. MEUNIER, J.M. GAY, L. LAPENA, B. AUFROY, H. OUGHADDOU, E. LANDEMARK, G. FALKENBERG, L. LOTTERMOSER, R.L. JOHNSON
Atomic Structure of the SbCu Surface Alloy: A Surface X-Ray Diffraction Study.
Surf. Sci. 422 (1999) 42
- D.C. MEYER, A. KUPSCH, K. RICHTER, P. PAUFLER
DAFS Experiments for Phase-Sensitive Determination of Local Structure around Zr in Co/Zr Multilayers.
J. Synchrotron Rad. 6 (1999) 329
- D.C. MEYER, K. RICHTER, H.G. KRANE, W. MORGENROTH, P. PAUFLER
Determination of Polarity in Noncentrosymmetric Layer/Substrate Systems.
J. Appl. Cryst. 32 (1999) 854
- D.C. MEYER, K. RICHTER, P. PAUFLER, G. WAGNER
X-Ray Analysis of the Short-Range Order in the Ordered-Alloy Domains of Epitaxial (Ga,In)P Layers by Diffraction Anomalous Fine Structure of Superlattice Reflections.
Phys. Rev. B59 (1999) 15 253
- D.C. MEYER, K. RICHTER, B. WEHNER, G. REISS, L. VAN LOYEN, P. PAUFLER
Characterization of Ni₈₀Fe₂₀/Cu Multilayers by X-Ray Reflection Using Anomalous Scattering.
Mater. Sci. Forum 451 (1999) 321
- W. MEYER-KLAUCKE, T. GLASER, M. FRÖBA, M. TIEMANN, E. BILL, J. WONG, K. WIEGHARDT, A.X. TRAUTWEIN
Multiple K-Edge XAS for the Structural Analysis of Thiophenolate Bridged Heteronuclear Complexes.
J. Synchrotron Rad. 6 (1999) 397
- J. MIAO, I.M. TIGINYANU, H.L. HARTNAGEL, G. IRMER, J. MONECKE, B.L. WEISS
High-Resistance Layers Followed by Sacrificial Ones in 4-MeV N⁺-Implanted n-GaAs and Free-Standing Membrane Fabrication.
Zur Veröffentlichung in Appl. Phys. Lett.
- M.S. MIKHAILIK
Luminescent Spectroscopy of RbCaCl₃ Crystals in the Vacuum Ultraviolet Region.
J. Phys. Studies 3 (1999) 204
- M.S. MIKHAILIK, O. ANTONYAK, A.S. VOLOSHINOVSKII, I.V. STEFANSKII, M.S. PIDZYRAJLO, M.S. TOKARIVSKII
Peculiarities of Activator Luminescence of RbCaCl₃-Ce and CsSrCl₃-Ce Crystals.
J. Phys. Studies 3 (1999) 117
- V.B. MIKHAILIK
Investigation of Impurity Core-Valence Luminescence in Mixed Sodium-Cesium Chloride.
Ukrainian J. Phys. 44 (1999) 1111
- V.B. MIKHAILIK, V. KISAND, A. VOLOSHINOVSKII, S. VIELHAUER
Thermal Changes of Impurity Core-Valence Luminescence in K_{1-x}Cs_xCl and Rb_{1-x}Cs_xCl Mixed Crystals.
phys. stat. sol. (b) 212 (1999) 367
- V.B. MIKHAILIK, A.S. VOLOSHINOVSKII, G. ZIMMERER
Impurity Core-Valence Luminescence of Cs-Doped Alkali Chlorides.
Electrochem. Soc. Proc. 98-24 (1999) 2433
- Core-Valence Luminescence as a Method of Studying Relaxation Processes in the Outermost Core of Crystal.
J. Alloys & Compounds 286 (1999) 128

- S. MINKO, A. KARL, V. SENKOVSKY, T. POMPER, S. CUNIS, R. GEHRKE, G.V. KROSIGK, U. LODE, I. LUZINOV, A. VORONOV, W. WILKE
Investigation of Failure Mechanisms in Polymer Composites by Simultaneous Measurement of Ultra Small Angle Scattering and Acoustic Emission during the Deformation. Part 2: Evaluation of Interface Strength.
Zur Veröffentlich. in *J. Polym. Sci., Phys.*
- T. MÖLLER
The Free-Electron Laser Project at DESY: Concept and Applications.
J. Alloys & Compounds 286 (1999) 1
- T. MÖLLER, A.R.B. DE CASTRO, K. VON HAEFTEN, A. KOLMAKOV, T. LAARMANN, O. LÖFKEN, C. NOWAK, F. PICUCCI, M. RIEDLER, C. RIENECKER, A. WARK, M. WOLFF
Electronic Structure and Excited State Dynamics of Clusters.
J. Electr. Spectrosc. Rel. Phenom. 101–103 (1999) 185
- T. MÖLLER, A. KOLMAKOV, K. VON HAEFTEN, T. LAARMAN, J.O. LÖFKEN, C. NOWAK, F. PICUCCI, R. VON PIETROWSKI, C. RIENECKER, M. RIEDLER, M. WOLFF
Photochemistry and Cluster Formation in Rare Gas Clusters.
Zur Veröffentlich. in *Europ. J. Phys. D9* (1999)
- A.M. MOLENBROEK, S. HAUKKA, B.S. CLAUSEN
Alloying in Cu-Pd Nano-Particle Catalysts.
Zur Veröffentlich. in *J. Phys. Chem.* (1999)
- H. MOLL, M.A. DENECKE, F. JALILEHVAND, M. SANDSTRÖM, I. GRENTHE
Structure of the Aquo Ions and Fluoride Complexes of Uranium(VI) and Thorium(IV) in Aqueous Solution. An EXAFS Study.
Zur Veröffentlich. in *Inorganic Chem.*
- M. MOREY, G.D. STUCKY, S. SCHWARZ, M. FRÖBA
Isomorphous Substitution and Post-Synthesis Incorporation of Zirconium into MCM48.
Zur Veröffentlich. in *J. Phys. Chem. B*
- L. MOUSSAVIZADEH, K. VON HAEFTEN, R. VON PIETROWSKI, L. MUSEUR, A.V. KANAIEV, M.C. CASTEX, T. MÖLLER
Photochemistry with Fast Sample Renewal Using Cluster Beams: The Formation of Rare Gas Halides in Charge-Transfer Reactions in NF_3 Doped Rare Gas Clusters.
Chem. Phys. Lett. 305 (1999) 327
- R. MÜLLER, W. SCHÜPPEL, H. STEINMETZ, A. HOELL
Preparation and Properties of Magnetite Containing Glass Ceramics.
Zur Veröffentlich. in *Glastechn. Berichte* (1999)
- P. MÜLLER-BUSCHBAUM, J.S. GUTMANN, M. STAMM
Dewetting of Confined Polymer Films: An X-Ray and Neutron Scattering Study.
Phys. Chem. Chem. Phys. 1 (1999) 3857
- C. MÜNSTER, Y. LU, B. BECHINGER, T. SALDITT
Grazing Incidence X-Ray Diffraction of Highly Aligned Phospholipid Membranes Containing Antimicrobial Peptides Magainin 2.
Zur Veröffentlich. in *Europ. Biophys. J.*
- L. MUSEUR, A.V. KANAIEV, M.C. CASTEX, L. MOUSSAVIZADEH, R. VON PIETROWSKI, T. MÖLLER
Charge-Transfer Reactions in $\text{Kr}_N(\text{NF}_3)_m$ Clusters Excited with Synchrotron Radiation.
Eur. Phys. J. D7 (1999) 73
- Photochemistry in Cluster Beams: Charge-Transfer Reactions in $\text{Kr}_N(\text{NF}_3)_m$ Clusters.
Zur Veröffentlich. in *J. Chem. Phys.* (1999)
- F. NEISSENDORFER, U. PIETSCH, G. BREZESINSKI, H. MÖHWALD
Energy-Dispersive Reflectometry and Diffractometry at the WLS of BESSY-I.
Measurement Sci. Technol. 10 (1999) 354
- J. NEUEFEIND, H.E. FISCHER, W. SCHROER
The Structure of Supercritical HCF_3 .
Zur Veröffentlich. in *Physica B*
- R. NICULA, A. JIANU, U. PONKRATZ, E. BURKEL
Pressure Stability of Ti-Zr-Ni Quasicrystals.
Zur Veröffentlich. in *Phys. Rev. B*
- M. NIELSEN, R. FEIDENHANS'L, P.B. HOWES, J. VEDDE, K. RASMUSSEN, M. BENAMARA, F. GREY
The Interface Structure in Directly Bonded Silicon Crystals Studied by Synchrotron X-Ray Diffraction.
Surf. Sci. 442 (1999) L989
- D. NIEMEIER, H. MEHNER, U. BISMAYER, K.D. BECKER
A Temperature-Dependent ^{119}Sn and ^{57}Fe Mößbauer Study of Malayaite, $\text{CaSnSiO}_5\cdot\text{Fe}$.
phys. stat. sol. b 211 (1999) 581
- T. NIEMÖLLER, H. HÜNNEFELD, T. FRELLO, N.H. ANDERSEN, N. ICHIKAWA, S. UCHIDA, J.R. SCHNEIDER
Detailed Study of Charged Stripes in $\text{La}_{1.6-x}\text{Nd}_{0.4}\text{Sr}_x\text{CuO}_4$.
Zur Veröffentlich. in *J. Low Temp. Phys.*
- T. NIEMÖLLER, N. ICHIKAWA, T. FRELLO, H. HÜNNEFELD, N.H. ANDERSEN, S. UCHIDA, J.R. SCHNEIDER, J.M. TRANQUADA
Charge Stripes Seen with X-Rays in $\text{La}_{1.45}\text{Nd}_{0.4}\text{Sr}_{0.15}\text{CuO}_4$.
Zur Veröffentlich. in *Eur. Phys. J. B* (1999)
- T. NIEMÖLLER, M. VON ZIMMERMANN, T. FRELLO, N.H. ANDERSEN, S. UHLENBRUCK, O. FRIEDT, B. BÜCHNER, P. BERTHET, L. PINSARD, A. REVCOLEVSCHI, J.R. SCHNEIDER
Hard X-Ray Diffraction Studies of $\text{La}_{(1-x)}\text{Sr}_x\text{MnO}_3$.
J. Superconductivity 12 (1999) 317
- T. NIEMÖLLER, M. VON ZIMMERMANN, S. UHLENBRUCK, O. FRIEDT, B. BÜCHNER, T. FRELLO, N.H. ANDERSEN, P. BERTHET, L. PINSARD, A.M. DE LEON-GUEVARA, A. REVCOLEVSCHI, J.R. SCHNEIDER
The Charge Ordered Phase in $\text{La}_{1-x}\text{Sr}_x\text{MnO}_3$ Studied by Means of Hard X-Ray Diffraction.
Europ. Phys. J. B8 (1999) 5
- Y. NISHINO, G. MATERLIK
Holographies and EXAFS in Quantum Electrodynamics.
Phys. Rev. B60 (1999) 15 074

- C. NOTTHOFF, H. FRANZ, M. HANFLAND, D.M. HERLACH, D. HOLLAND-MORITZ, G. JACOBS, R. LIPPOK, W. PETRY, D. PLATZEK
Energy Dispersive X-Ray Diffraction on Undercooled Metallic Melts.
J. Non-Cryst. Solids 250–252 (1999) 632
- C. NOWAK, C. RIENECKER, A. KOLMAKOV, J.O. LÖFKEN, F. PICUCCI, M. RIEDLER, A.V. SOLDATOV, M. WOLFF, T. MÖLLER
Innershell Photoionisation Spectroscopy on NaCl Clusters.
J. Electr. Spectrosc. Rel. Phenom. 101–103 (1999) 199
- G. NOWITZKE, S.I. GYÖRY, H. GIEFERS, G. WORTMANN, P. KÖGERLER, A. MÜLLER
The Nature of Bonding between Host and Guest Entities in the Supramolecular Cluster Compound $(\text{NEt}_4)_5[\text{V}_{18}\text{O}_{42}(\text{I})]$: An X-Ray Absorption Study at the Iodine LI-III Edges.
Zur Veröffentlich. in Chem. Phys.
- N. OBERENDER, M. FRÖBA
New Synthetic Pathways to Mesostructured Thiogermanates.
Zur Veröffentlich. in Mater. Res. Soc. Symp. Proc. 547 (1999)
- First Synthesis of Mesostructured Hexagonal Germanium Sulfides Using Gemini Surfactants.
Zur Veröffentlich. in Stud. Surf. Sci. Catal. (1999)
- B. OBST, W. BENTEN, A. VON DEM BORNE, J. COSTELLO, L. DARDIS, C. GERTH, P. GLATZEL, A. GRAY, J.E. HANSEN, O. MEIGHAN, E. KENNEDY, C. MC GUINNESS, B. SONNTAG, A. VERWEYEN, P. WERNET, P. ZIMMERMANN
High Resolution Spectroscopy of $2p^6-2p^53d$ Resonantly Excited Atomic Ca.
J. Electr. Spectrosc. Rel. Phenom. 101–103 (1999) 39
- S. ODASSO, L. SEEHOFER, R.L. JOHNSON
LEED, AES, and STM Study of an Ideal $\text{Si}(111)-(1 \times 1):\text{H}$ Surface Prepared by in situ Atomic Hydrogen Exposure of the Pb Induced $(\sqrt{3} \times \sqrt{3})\text{R}30^\circ\text{-}\beta$ Phase: First Experimental Evidence of a Non Reversible Transformation.
Appl. Surf. Sci. 137 (1999) 71
- I.N. OGORODNIKOV, V.A. PUSTOVAROV, A.V. KRUSHALOV, L.I. ISAENKO, M. KIRM, G. ZIMMERER
Self-Trapped Excitons in the Lithium Borates LiB_3O_5 and $\text{Li}_2\text{B}_4\text{O}_7$. (In Russian)
Zur Veröffentlich. in Phys. of Solid State (1999)
- A.N. OGURTSOV, E.V. SAVCHENKO, E. GMINDER, V. KISAND, G. ZIMMERER
Excitonically Induced Defect Annihilation in Solid Krypton.
phys. stat. sol. (b) 215 (1999) R1
- B.A. ORLOWSKI, B.J. KOWALSKI, E. GUZIEWICZ, K. SZAMOTA-SADOWSKA
Tunable Ultraviolet Source for Resonant Photoemission Spectroscopy.
Acta Phys. Pol. B30 (1999) 2097
- N. ORLOWSKI, J. AUGUSTIN, Z. GOLACKI, C. JANOWITZ, R. MANZKE
Direct Evidence for the Inverted babd Structure of HgTc .
Zur Veröffentlich. in Phys. Rev. B, Rapid Comm. (1999)
- J. PADEZNIK GOMILSEK, A. KODRE, I. ARCON, A.M. LOIREAU-LOZACH, S. BENAZETH
Multielectron Photoexcitation in X-Ray Absorption Spectra of 4p Elements.
Phys. Rev. A59 (1999) 3078
- Atomic Background in 4p Elements.
J. Synchrotron Rad. 6 (1999) 304
- B. PALOSZ, S. GIERLOTKA, S. STEMAKH, R. PIELASZEK, P. ZINN, U. BISMAYER
High-Pressure High Temperature in-situ Diffraction Studies of Nanocrystalline Ceramic Materials at HASYLAB.
J. Alloys & Compounds 286 (1999) 184
- G. PANICK, G.J.A. VIDUGIRIS, R. MALESSA, G. RAPP, R. WINTER, C.A. ROYER
Exploring the Temperature-Pressure Phase Diagram of Staphylococcal Nuclese.
Biochemistry 38 (1999) 4157
- M. PASCALY, M. DUDA, A. ROMPEL, B.H. SIFT, W. MEYER-KLAUCKE, B. KREBS
Novel Iron(III) Complexes with Imidazole Containing Tripodal Ligands as Model Systems for Catechol Dioxygenases.
Zur Veröffentlich. in Inorg. Chim. Acta
- W. PASZKOWICZ, W. SZUSZKIEWICZ, E. DYNOWSKA, J. DOMAGALA, B. WITKOWSKA, M. MARCZAK, P. ZINN
High-Pressure-High-Temperature Study of $\text{Hg}_{1-x}\text{Mn}_x\text{S}$.
J. Alloys & Compounds 286 (1999) 208
- C. PAULMANN, U. BISMAYER, W. MORGENROTH, L. GROAT
The Thermal Recrystallization of Metamict Titanite: A Synchrotron Radiation Study.
Z. Krist. Suppl. 16 (1999) 160
- A.A. PAVLYCHEV, E. RÜHL
Dynamic Localization of Inner-Shell Excitations in Free Atomic and Molecular Clusters.
Zur Veröffentlich. in J. Electr. Spectrosc. Rel. Phenom.
- J. PFLÜGER, H. LU, T. TEICHMANN
Field Fine Tuning by Pole Height Adjustment for the Undulator of the TTF-FEL.
Nucl. Instrum. Methods A429 (1999) 386
- M.N. PIANCASTELLI, A. HEMPELMANN, F. HEISER, O. GESSNER, A. RÜDEL, U. BECKER
Resonant Photofragmentation of Water at the O K-Edge by High-Resolution Ion Yield Spectroscopy.
Phys. Rev. A59 (1999) 300
- S. PICCAROLO, V. BRUCATO, Z. KIFLIE
Non-Isothermal Crystallization Kinetics of PET.
Zur Veröffentlich. in Polym. Eng. & Sci. (1999)
- S. PICCAROLO, D. SAPOUNDJIEVA, A. MARTORANA
Structural and Morphological Rearrangements in Quenched Polyethylene by Simultaneous SAXS/WAXD.
Zur Veröffentlich. in J. Macromol. Sci., Phys. (1999)

- B. PILLEP, P. BEHRENS, U.A. SCHUBERT, J. SPENGLER, H. KNÖZINGER
Mechanical and Thermal Spreading of Antimony Oxides on the TiO₂: Dispersion and Properties of Surface Antimony Oxides Species.
J. Phys. Chem. B103 (1999) 9595
- A. PLECH, U. KLEMRADT, M. HUBER, J. PEISL
Wetting Transition of Binary Liquid Mixtures at a Solid Boundary.
Zur Veröffentlich. in Europhys. Lett.
- A. PLECH, T. SALDITT, C. MÜNSTER, J. PEISL
Investigation of Structure and Growth of Self-Assembled Polyelectrolyte Layers by X-Ray and Neutron Scattering under Grazing Angles.
Zur Veröffentlich. in J. Coll. Interf. Sci. (1999)
- M. PLEINES, R. LÜBBERS, M. STRECKER, G. WORTMANN, O. LEUPOLD, J. METGE, YU.V. SHVYDKO, E. GERDAU
Pressure-Induced Valence Transition in EuNi₂Ge₂ Studied by Eu-151 Nuclear Forward Scattering of Synchrotron Radiation.
Hyperfine Interactions 120/121 (1999) 181
- T. POMPER, U. LODE, A. KARL, G.V. KROSIGK, S. MINKO, I. LUZINOV, V. SENKOVSKY, A. VORONOV, W. WILKE
Investigation of Graze Development Using X-Ray Small Angle Scattering of Synchrotron Radiation.
Zur Veröffentlich. in J. Polym. Sci., Physics
- U. PONKRATZ, R. NICULA, A. JIANU, E. BURKEL
Quasicrystals under High Pressure: A Comparison between Ti-Zr-Ni and Al-Cu-Fe Icosahedral Phases.
Zur Veröffentlich. in J. Non-Cryst. Solids
- H.F. POULSEN, L. GOTTSCHALCK ANDERSEN, T. FRELLO, S. PRANTONTEP, N.H. ANDERSEN, S. GARBE, J. MADSEN, A. ABRAHAMSEN, M.D. BENTZON, M. VON ZIMMERMANN
In-situ Study of Equilibrium Phenomena and Kinetics in a BiSCCO Tape.
Physica C315 (1999) 254
- R. PRESEREN, A. KODRE
X-Ray Absorption Coefficient of Rubidium in the K-Edge Region.
Rad. Phys. Chem. 55 (1999) 363
- R. PRESEREN, A. KODRE, I. ARCON, J. PADEZNIK GOMILSEK, M. HRIBAR
A Simple Heat-Pipe-Cell for X-Ray Absorption Spectroscopy of Potassium Vapor.
Nucl. Instrum. Methods B149 (1999) 238
- R. PRZENIOSLO, I. SOSNOWSKA, M. ZOLTEK, T. WROBLEWSKI, M. SHIOJIRI, D. HOHLWEIN, I.O. TROYANCHUK
Domain Size Effects in Neutron and SR Powder Diffraction Studies of Some Oxides.
J. Alloys & Compounds 286 (1999) 180
- V.A. PUSTOVAROV, V.L. PETROV, E.I. ZININ, M. KIRM, G. ZIMMERER, B.V. SHULGIN
Optical and Luminescent VUV-Spectroscopy of La₂Be₂O₅ Crystals. (In Russian)
Phys. of Solid State 42 (1999) 246
- N. RAJIC, I. ARCON, V. KAUCIC, A. KODRE
A Study of the Mn, Co and Ni Environment in the as Synthesized and Rehydrated-Calcined Aluminophosphates with Chabazite-Like Topology.
Cro. Chem. Acta 72 (1999) 645
- R. RANTAMÄKI, T. TUOMI, Z.R. ZYTKIEWICZ, D. DOBOSZ, P.J. MCNALLY
Synchrotron X-Ray Topography Analysis of GaAs Layers Grown on GaAs Substrates by Liquid Phase Epitaxial Lateral Overgrowth.
J. Phys. D: Appl. Phys. 32 (1999) A114
- R. RANTAMÄKI, T. TUOMI, Z.R. ZYTKIEWICZ, D. DOBOSZ, P.J. MCNALLY, A.N. DANILEWSKY
Epitaxial Lateral Overgrowth of Gallium Arsenide Studied by Synchrotron Topography.
Mater. Res. Soc. Symp. Proc. 570 (1999) 181
- R. RANTAMÄKI, T. TUOMI, Z.R. ZYTKIEWICZ, J. DOMAGALA, P.J. MCNALLY, A.N. DANILEWSKY
Synchrotron X-Ray Topographic Analysis and High-Resolution Diffraction Analysis of Mask-Induced Strain in Epitaxially Laterally Overgrown GaAs Layers.
J. Appl. Phys. 86 (1999) 4298
- H. RAPAPORT, H.S. KIM, K. KJAER, P.B. HOWES, S. COHEN, J. ALS-NIELSEN, M.R. GHADIRI, L. LEISEROWITZ, M. LAHAV
Crystalline Cyclic Peptide Nanotubes at Interfaces.
J. Am. Chem. Soc. 121 (1999) 1186
- H. RAPAPORT, I. KUZEMENKO, K. KJAER, P.B. HOWES, W.G. BOUWMAN, J. ALS-NIELSEN, L. LEISEROWITZ, M. LAHAV
Structural Characterization of Valinomycin and Nonactin at the Air-Solution Interface by Grazing Incidence X-Ray Diffraction.
J. Am. Chem. Soc. 119 (1997) 11211
- G. RAPP
Structural Studies on the Polymorphism of Lipids and Lipid Mixtures.
Cell. & Molec. Biol. Lett. 4 (1999) 248
- G. RAPP, L. FINEGOLD, F. RICHTER
The Miscibility Gap in the Fluid Phase of DMPC:Cholesterol.
Biophys. J. 76 (1999) A183
- F.B. RASMUSSEN, A.M. MOLENBROEK, B.S. CLAUSEN, R. FEIDENHANS'L
Particle Size Distribution of an Ni/SiO₂ Catalyst determined by ASAXS.
Zur Veröffentlich. in J. Catal. (1999)
- T. REICH, H. MOLL, T. ARNOLD, M.A. DENECKE, C. HENNIG, G. GEIPEL, G. BERNHARD, H. NITSCHKE, P.G. ALLEN, J.J. BUCHER, N.M. EDELSTEIN, D.K. SHUH
An EXAFS Study of Uranium(VI) Sorption onto Silica Gel and Ferrihydrite.
Zur Veröffentlich. in J. Electr. Spectrosc. Rel. Phenom.
- S. REICHE, B. FAATZ
Upgrade of the Simulation Code TDA3D.
Nucl. Instrum Methods B429 (1999) 37

- J. REICHE, A. FREYDANK, A. HELMS, T. GEUE, L. BREHMER, B. STILLER, G. KNOCHENHAUER
Vacuum Deposition Films of Oxadiazole Compounds: Formation and Structure Investigation.
Zur Veröffentlich. in Mater. Sci. Eng. C320 (1999)
- I. REIMAND, E. GMINDER, M. KIRM, V. KISAND, B. STEEG, D. VARDING, G. ZIMMERER
An Analysis of Electron-Hole Recombination in Solid Xenon with Time-Resolved Luminescence Spectroscopy.
phys. stat. sol. (b) 214 (1999) 81
- W. REIMERS, A. PYZALLA, M. BRODA, G. BRUSCH, D. DANTZ, T. SCHMACKERS, K.D. LISS, T. TSCHENTSCHER
The Use of High-Energy Synchrotron Diffraction for Residual Stress Analyses.
J. Mater. Sci. Lett. 18 (1999) 581
- B. REINHOLD, M. WIENECKE
Post-Growth n-Type Doping of ZnSe-Bulk Single Crystals.
J. Cryst. Growth 204 (1999) 434
- Shallow Doping of Wide-Band Gap II-VI-Compounds.
Zur Veröffentlich. in Physica B (1999)
- C.C. RETSCH, S. KEITEL, H. SCHULTE-SCHREPPING, J.R. SCHNEIDER, N.V. ABROSIMOV, S.N. ROSSOLENKO
Adaptable Monochromators to Optimise Intensity Gain and Resolution for Experiments with High-Energy Synchrotron Radiation.
Zur Veröffentlich. in Proc. SPIE 3448 (1999)
- C. RIAL, E. ARROYO, E. MORÁN, M.A. ALARIO-FRANCO, U. AMADOR, H. EHRENBERG, H. FUESS
Synchrotron X-Ray Diffraction Study of Phase Separation on Heating Oxidized $\text{La}_2\text{CuO}_{4.103(4)}$: The Stabilization of Phase $\text{La}_2\text{CuO}_{4.086(4)}$.
Physica C319 (1999) 21
- F. RICHTER, L. FINEGOLD, G. RAPP
Sterols Sense Swelling in Lipid Bilayers.
Phys. Rev. E59 (1999) 3483
- J. ROCKENBERGER, U. ZUM FELDE, M. TISCHER, L. TRÖGER, M. HAASE, H. WELLER
XANES and EXAFS Studies of the Valence State and Coordination of Antimony in Doped Nanocrystalline SnO_2 .
Zur Veröffentlich. in J. Chem. Phys.
- R. RÖHLSBERGER, E.E. ALP, E. GERDAU, O. LEUPOLD, K.W. QUAST, R. RÜFFER, W. STURHAHN, T.S. TOELLNER, E. BURKEL
Techniques for Inelastic X-Ray Spectroscopy with μeV -Resolution.
Physica B274 (1999) 263
- R. RÖHLSBERGER, W. STURHAHN, T.S. TOELLNER, K.W. QUAST, E.E. ALP, A. BERNHARD, J. METGE, R. RÜFFER, E. BURKEL
Vibrational Density of States of Thin Films Measured by Inelastic Scattering of Synchrotron Radiation.
Physica B581 (1999) 263
- R. RÖHLSBERGER, W. STURHAHN, T.S. TOELLNER, K.W. QUAST, P. HESSION, M. HU, J. SUTTER, E.E. ALP
Phonon Damping in Thin Films of Fe.
J. Appl. Phys. 86 (1999) 584
- R. RÖHLSBERGER, T.S. TOELLNER, W. STURHAHN, K.W. QUAST, E.E. ALP, A. BERNHARD, E. BURKEL, O. LEUPOLD, E. GERDAU
Coherent Resonant X-Ray Scattering from a Rotating Medium.
Zur Veröffentlich. in Phys. Rev. Lett.
- YU. ROMANENKO, V.A. MOROZOV, B.I. LAZORYAK, V.V. MIKAHILIN, G. ZIMMERER
Luminescence of Whitlockite-Type Phosphates Excited with Synchrotron Radiation. Part I. Luminescence of $\text{b-Ca}_3(\text{PO}_4)_2$.
Izv. Akad. Nauk, Ser. Inorg. Mater. 35 (1999) und Preprint MSU 98-38/539
- YU. ROMANENKO, V.A. MOROZOV, O.V. YANOV, M.YU. KARACHKINA, N.L. SEMENOVA, B.I. LAZORYAK, V.V. MIKAHILIN, G. ZIMMERER
Luminescence of Whitlockite-Type Phosphates Excited With Synchrotron Radiation. Part II. Luminescence of $\text{Ca}_9\text{MeM}(\text{PO}_4)_7:\text{Eu}$ (Me=Ca,Mg; M=Li,Na,K).
Izv. Akad. Nauk, Ser. Inorg. Mater. 35 (1999) und Preprint MSU 98-39/540
- R. ROMBERG, S.P. FRIGO, A. OGURTSOV, P. FEULNER, D. MENZEL
PSD of Neutral Hydrogen Atoms from Condensed Water and Ammonia by Resonant O1s and N1s Excitation: Search for the Signature of Ultrafast Bond Breaking.
Zur Veröffentlich. in Surf. Sci. (1999)
- R. ROMBERG, N. HECKMAIR, S.P. FRIGO, A. OGURTSOV, D. MENZEL, P. FEULNER
Atom-Selective Bond Breaking in a Chemisorbed Homonuclear Molecule Induced by Core Excitations: $\text{N}_2/\text{Ru}(001)$.
Zur Veröffentlich. in Phys. Rev. Lett. (1999)
- E. ROSSMANITH
UMWEG-98: A Program for Calculation and Graphical Representation of Multiple Diffraction Patterns.
J. Appl. Cryst. 32 (1999) 355
- P. RUEFF, M. KRISCH, Y. QUAI, A. KAPROLAT, M. HANFLAND, M. LORENZEN, C. MASCIOVETTI, R. VERBINI, F. SETTE
Magnetic and Structural $\alpha - \epsilon$ Phase Transition in Fe Monitored by X-Ray Emission Spectroscopy.
Phys. Rev. B60 (1999) 14510
- E. RÜHL, U. ROCKLAND, H. BAUMGÄRTEL, O. LÖSKING, M. BINNEWIES, H. WILLNER
Photoionization Mass Spectrometry of Chlorine Oxides.
Zur Veröffentlich. in Int. J. Mass Spectrom. (1999)
- U. RÜTT, J.R. SCHNEIDER, M.A. BENO, G.S. KNAPP, P.A. MONTANO
A New Diffractometer for High Energy Synchrotron Radiation at the Elliptical Multipole Wiggler at the APS.
Zur Veröffentlich. in Proc. SPIE 3448 (1999)
- P.M. SACHS, T.H. HANSTEEN
Pleistocene Metasomatism of the Lower Continental Crust by Magmatic Underplating: A Xenolith Study.
Zur Veröffentlich. in J. Petrol. (1999)

- N. SAITO, A. HEMPELMANN, O. HEMMERS, F. HEISER, J. VIEFHAUS, K. WIELICZEK, U. BECKER
Lifetime Effects on the Dissociation of Core Excited N₂ and CO Molecules.
Zur Veröffentlich. in Phys. Rev. A (1999)
- T. SALDITT, Q. AN, A. PLECH, C. ESCHBAUMER, U.S. SCHUBERT
Monolayer of Metallo-Supramolecular Complexes.
Zur Veröffentlich. in Chem. Comm.
- T. SALDITT, Q. AN, A. PLECH, J. PEISL, C. ESCHBAUMER, C.H. WEIDL, U.S. SCHUBERT
Self-Assembled Thin Films of Organo-Metal Complexes.
Thin Solid Film 354 (1999) 208
- D. SAPOUNDJIEVA, Z. DENCHEV, M. EVSTATIEV, S. FAKIROV, N. STRIBECK, M. STAMM
Transcrystallization with Reorientation in Drawn PET/PA12 Blend as Revealed by WAXS from Synchrotron Radiation.
Zur Veröffentlich. in J. Mater. Sci. (1999)
- M. SCHALKE, P. KRÜGER, M. WEYGAND, M. LÖSCHE
Submolecular Organization of DMPA in Surface Monolayers: Beyond the Two-Layer Model.
Zur Veröffentlich. in Biochim. Biophys. (1999)
- K.I. SCHIFFMANN, M. FRYDA, G. GOERIGK, R. LAUER, P. HINZE, A. BULACK
Sizes and Distances of Metal Clusters in Au-, Pt-, W- and Fe-Containing Diamond-Like Carbon Hard Coating: A Comparative Study by Small Angle X-Ray Scattering, Wide Angle X-Ray Diffraction, Transmission Electron Microscopy and Scanning Tunneling Microscopy.
Thin Solid Films 347 (1999) 60
- G. SCHIMANKE, M. MARTIN
In situ XRD Study of the Phase Transition of Nanocrystalline Maghemite (γ -Fe₂O₃) to Hematite (α -Fe₂O₃).
Zur Veröffentlich. in Solid State Ionics (1999)
- J.P. SCHLOMKA, M. TOLAN, W. PRESS M.R. FITZSIMMONS, R. SIEBRECHT, D.W. SCHUBERT, P. SIMON
Interdiffusion in NiMnSb/V/NiMnSb: X-Ray and Neutron Reflectivity Investigation of Ion Beam Sputtered Trilayer Systems.
J. Appl. Phys. 86 (1999) 5146
- M. SCHMIDBAUER, T. WIEBACH, H. RAIDT, M. HANKE, R. KÖHLER, H. WAWRA
Self-Organized Ordering of Si_{1-x}Ge_x Nanoscale Islands Studied by Grazing-Incidence Small-Angle X-Ray Scattering.
J. Phys. D, Appl. Phys. 32 (1999) A230
- T. SCHMIDT, J. FALTA, G. MATERLIK, J. ZEYSING, G. FALKENBERG, R.L. JOHNSON
Bi: Perfect Surfactant for Ge Growth on Si(111)?
Appl. Phys. Lett. 74 (1999) 1391
- Initial Stage of the Bi Surfactant Mediated Growth of Ge on Si(111): A Structural Study.
Zur Veröffentlich. in Appl. Surf. Sci.
- G. SCHMIDT, U. HAHN, J. PFLÜGER
Concept of Electron Beam Diagnostic for Absolute Orbit Measurements at the VUV Free Electron Laser at the TESLA Test Facility.
Nucl. Instrum. Methods A429 (1999) 96
- S. SCHRADER, V. ZAULS, B. DIETZEL, C. FLUERARU, D. PRESCHER, J. REICHE, H. MOTSCHMANN, L. BREHMER
Linear and Nonlinear Optical Properties of Langmuir-Blodgett Multilayers from Chromophore Containing Maleic Acid Anhydride Polymers.
Zur Veröffentlich. in Mater. Sci. Eng. C (1999)
- U.S. SCHUBERT, C. ESCHBAUMER, Q. AN, T. SALDITT
Terpyridine Metal Complexes as Building Blocks for Supramolecular Assemblies and Polymers: Thermal Stability and Thin Films Preparation.
J. Inclusion Phenom. 35 (1999) 35
- R. SCHWEDHELM, J.P. SCHLOMKA, S. WOEDKE, R. ADELUNG, L. KIPP, M. TOLAN, W. PRESS M. SKIBOWSKI
Epitaxial Thin Film Growth of C₆₀ on VSe₂ Studied with Scanning Tunneling Microscopy and X-Ray Diffraction.
Phys. Rev. B59 (1999) 13 994
- O.H. SEECK, D. HUPFELD, H. KRULL, A.K. DOERR, J.P. SCHLOMKA, M. TOLAN, W. PRESS
Surface Phase Transition Close to a Bulk Tricritical Point: An X-Ray Study of Nd₄Cl.
Phys. Rev. B59 (1999) 3474
- P. SEGOVIA, A. MASCARAQUE, E.G. MICHEL, A. NÄRMANN, J.E. ORTEGA
Resonant Quantum Well States in Thin Copper Films on fcc-Co(100).
Surf. Sci. 433-435 (1999) 425
- Z. SHEN, J. GRINS, S. ESMAEILZADEH, H. EHRENBERG
Preparation and Crystal Structure of a New Sr Containing Sialon Phase Sr₂Al_xSi_{12-x}N_{16-x}O_{2+x} (x=2).
J. Mater. Chem. 9 (1999) 1019
- C. SHI, Z. HAN, S. HUANG, G. ZHANG, G. ZIMMERER, J. BECKER, M. KAMADA, L. LU, W.M. YEN
Temperature Effects of Ce³⁺ Emissions from Gd₂SiO₅:Ce and their High Excitation States.
J. Electr. Spectrosc. Rel. Phenom. 101-103 (1999) 633
- YU.V. SHVYDKO, U. VAN BÜRCK
Hybrid Forms of Beat Phenomena in Nuclear Forward Scattering of Synchrotron Radiation.
In: Nuclear Resonant Scattering of Synchrotron Radiation, E. Gerda, H. de Waardt (Eds.), Baltzer, Oxford/GB (1999)
- S. SIEGEL, D. VOLLHARDT, G. BREZESINSKI, F. BRINGEZU, H. MÖHWALD
Ordering in Langmuir Monolayers of Branched Chain Phospholipids.
Zur Veröffentlich. in Mater. Sci. Eng. C (1999)
- B.H. SIFT, A. DURMUS, W. MEYER-KLAUCKE, B. KREBS
EXAFS Studies on the Active Site of Purple Acid Phosphatase from Sweet Potatoes Ipomoea batatas.
J. Synchrotron Rad. 6 (1999) 421

- O. SIPR, A. SIMUNEK, S. BOCHAROV, D. HEUMANN, G. DRÄGER
Polarized XANES Spectra of Titanium Dichalcogenides – Experiment and Theory.
J. Synchrotron Rad. 6 (1999) 518
- O. SIPR, A. SIMUNEK, S. BOCHAROV, T. KIRCHNER, G. DRÄGER
Geometric and Electronic Structure Effects in Polarized V K-Edge Absorption Near-Edge Structure Spectra of V_2O_5 .
Phys. Rev. B60 (1999) 14115
- H. SIRRINGHAUS, P.J. BROWN, R.H. FRIEND, M.M. NIELSEN, K. BECHGAARD, B.M.W. LANGEVELD-VOSS, A.J.H. SPIERING, R.A.J. JANSSEN, E.W. MEIJER, P. HERWEG, D.M. DE LEEUW
Two-Dimensional Charge Transport in Self-Organized High-Mobility Conjugated Polymers.
Nature 401 (1999) 685
- G.V. SMIRNOV, W. POTZEL
Perturbation of Nuclear Excitons by Ultrasound.
In: Nuclear Resonant Scattering of Synchrotron Radiation, E. Gerda, H. de Waardt (Eds.), Baltzer, Oxford/GB (1999)
- G. SNELL, M. DRESCHER, N. MÜLLER, U. HEINZMANN, U. HERGENHAHN, U. BECKER
Spin-Resolved Electron Spectroscopy of the Xenon $N_{4.5}O_{2.3}O_{2.3}$ Auger Lines.
J. Phys. B: At. Mol. Opt. Phys. 32 (1999) 2361
- G. SNELL, B. LANGER, M. DRESCHER, N. MÜLLER, U. HERGENHAHN, J. VIEFHAUS, U. HEINZMANN, U. BECKER
Complete Description of the Xe 4d Photoionization by Spin-Resolved Photoelectron and Auger Spectroscopy.
Phys. Rev. Lett. 82 (1999) 2480
- J.W. SOBCZAK, E. SOBCZAK, B. LESIAK, W. PALCZEWSKA, A. KOSINSKI
EXAFS Investigations of Pd-Doped Conductive Polymers.
J. Alloys & Compounds 286 (1999) 98
- V.L. SOLOZHENKO
Synchrotron Radiation Studies of Cubic Boron Nitride Formation at High Pressures and Temperatures.
Z. Krist. Suppl. 16 (1999) 161
- V.L. SOLOZHENKO, V.Z. TURKEVICH, W.B. HOLZAPFEL
On Nucleation of Cubic Boron Nitride in the BN- MgB_2 System.
J. Phys. Chem. B103 (1999) 8137
- Refined Phase Diagram of Cubic Boron Nitride.
J. Phys. Chem. B103 (1999) 2903
- L. SPIELBERGER, H. BRÄUNING, A. MUTHIG, J.Z. TANG, Y. QIU, R. DÖRNER, O. JAGUTZKI, T. TSCHENTSCHER, V. HONKIMÁKI, V. MEREL, M. ACHLER, T. WEBER, K. KHAYYAT, J. BURGDÖRFER, J. MCGUIRE, H. SCHMIDT-BÖCKING
Cross-Section of Double to Single Ionization of Helium by Compton Scattering of 40-100 keV X-Rays.
Phys. Rev. A49 (1999) 371
- C. SPIES, R. GEHRKE
Time-Resolved Fluorescence Measurements on Solutions of Dimethyl-2,6-naphthalenedicarboxylate.
J. Luminesc. 82 (1999) 333
- Fluorescence Measurements on Poly(ethylene terephthalate-co-ethylene-2,6-naphthalene dicarboxylate) Containing 1 mol % ethylene naphthoate.
Macromolecules 32 (1999) 8383
- J. STAHN, A. PUCHER, U. PIETSCH, J. ZELLNER, E. WECKER
Experimental Determination of Electric Field Induced Differences Structure Factor Phases in the Order of 2%.
Acta Cryst. A46 (1999) 1033
- J. STAUN OLSEN, L. GERWARD, J.Z. JIANG
On the Rutile/ α - PbO_2 Type Phase Boundary of TiO_2 .
J. Phys. Chem. Solids 60 (1999) 229
- B. STEEG, E. GMINDER, M. KIRM, V. KISAND, S. VIELHAUER, G. ZIMMERER
Creation of Electronic Polaron Complexes in Solid Xenon Observed in Free-Exciton Luminescence under Selective Photon Excitation.
J. Electr. Spectrosc. Rel. Phenom. 101–103 (1999) 879
- T. STEENBERG, J.S. OLSEN, E. CHRISTENSEN, N.J. BJERUM
Estimation of Temperature in the Lubricant Film during Cold Forming of Stainless Steel Based on Studies of Phase Transformations in the Film.
Wear 232 (1999) 140
- I.T. STEINBERGER, B. WASSERMANN, C.M. TEODORESCU, G. REICHARDT, D. GRAVEL, C.W. HUTCHINGS, A.P. HITCHCOCK, R. FLESCHE, E. RÜHL
Soft X-Ray Excitation Series at the Kr 3p and Xe 4p Thresholds. Zur Veröffentlichung in Phys. Rev. B
- B. STILLER, P. KARAGEORGIEV, E. PEREZ-ENCISO, M. VELEZ, S. VIEIRA, J. REICHE, G. KNOCHENHAUER, D. PRETSCHER, L. BREHMER
Scanning Kelvin Microscopy as a Tool for Visualisation or Optically Induced Molecular Switching in Azobenzene Self Assembling Films.
Zur Veröffentlichung in Surface and Interface Analysis
- R. STÖMMER, A.R. MARTIN, T. GEUE, H. GÖBEL, W. HUB, U. PIETSCH
Comparative Studies of Fractal Parameters of Si(100) Surfaces Measured by X-Ray Scattering and Atomic Force Microscopy. Zur Veröffentlichung in Adv. X-Ray Analysis 43 (1999)
- K. STÖWE
The Phase Transition of TlTe: Crystal Structure.
Zur Veröffentlichung in J. Solid State Chem. (1999)
- M. STRECKER, G. WORTMANN
High-pressure ^{155}Gd -Mössbauer Study of Magnetic Properties in GdM_2 Laves phases ($M = Al, Mn, Fe$).
Hyperfine Interactions 120/121 (1999) 187
- J. STREMPFER, T. BRÜCKEL, W. CALIEBE, G.J. MCINTYRE, F. TASSET, T. ZEISKE, K. BURGER, W. PRANDL, J.R. SCHNEIDER
Form Factor Measurement on Chromium with High Energy Synchrotron Radiation and Neutrons.
Zur Veröffentlichung in Europ. Phys. J. (1999)

- N. STRIBECK
The Equatorial Small-Angle Scattering during the Straining of Poly(ether ester) and its Analysis.
Zur Veröffentlichung in *J. Polym. Sci. Phys.* (1999)
Analysis of SAXS Fiber Patterns by Means of Projections.
Zur Veröffentlichung in *ACS Symp. Ser.* (1999)
- N. STRIBECK, S. FAKIROV, D. SAPOUNDJIEVA
Deformation Behavior of a Poly(ether ester) Copolymer. Quantitative Analysis of SAXS Fiber Patterns.
Zur Veröffentlichung in *Macromolecules*
- N. STRIBECK, C. WUTZ
Flatness of Layers and its Influence on Shape and Position of Middle Angle Scattering Peaks from Smectic Phases of Polymers.
Zur Veröffentlichung in *Macromolecules*
- A. STUNAU, F. DE BERGÉVIN, D. WERMEILLE, C. VET-
TIER, T. BRÜCKEL, N. BERNHOEFT, G.J. MCINTYRE, J.Y.
HENRY
K-Edge Resonant X-Ray Magnetic Scattering from RbMnF₃.
Phys. Rev. B 60 (1999) 10 170
- G. STUTZ, F. WOHLERT, A. KAPROLAT, W. SCHÜLKE, Y.
SAKURAI, Y. TANAKA, M. ITO, H. KAWATA, N. SHIOTANI,
S. KAPRZYK, A. BANSIL
Electron Momentum-Space Densities and Fermi Surface of
Li_{100-x}Mg_x (0 < x < 40) Alloys: Compton Scattering Experi-
ments versus Theory.
Phys. Rev. B 60 (1999) 7099
- P. SUORTTI, T. BUSLAPS, P. FAJARDO, V. HONKIMÄKI, M.
KRETSCHMER, U. LIENERT, J.E. MC CARTHY, M. RENIER,
A. SHUKLA, T. TSCHENTSCHER, T. MEINANDER
Scanning X-Ray Spectrometer for High-Resolution Compton Pro-
file Measurements at ESRF.
J. Synchrotron Rad. 6 (1999) 69
- Y. SWILEM, E. SOBCZAK, R. NIETUBYC, P. DLUZEWSKI,
A. SLAWSKA-WANIEWSKA
EXAFS Analysis of Grain Boundaries in Nanocrystalline
Fe₈₆Zr₇B₆Cu₂ Alloys.
J. Alloys & Compounds 286 (1999) 103
- K. SZAMOTA-SADOWSKA, E. GUZIEWICZ, B.J. KOWALSKI,
B. LESIAK, J. SADOWSKI, B.A. ORLOWSKI
Electronic Structure of CdYbTe MBE-Grown Structure: PES and
Optical Studies.
Zur Veröffentlichung in *Thin Solid Films*
- B. TENCHOV, R. KOYNOVA, M. RAPPOLT, G. RAPP
An Ordered Metastable Low-Temperature Phase in Hydrated Phos-
phatidylethanolamine: The Y-Transition.
Biochim. Biophys. Acta 1417 (1999) 183
- C.M. TEODORESCU, D. GAVEL, J. CHOI, D. PUGMIRE, P.A.
DOWBEN, N. FOMINYKH, A.A. PAVLYCHEV, E. RÜHL
Inner-Shell Excitation and Fragmentation of Sulfur Aggregates.
J. Electr. Spectrosc. Rel. Phenom. 101–103 (1999) 193
- J. THIMMEL, B. KLÖSGEN, W. HELFRICH, G. RAPP
The Lamellar Order of DOPC Multilayer Systems is not an Equi-
librium State.
Biophys. J 76 (1999) A139
- Swelling and Separation of DOPC Multilayer Systems.
In: *Perspectives in Supramolecular Chemistry*, Vol. 6, Wiley &
Sons, New York/USA (1999)
- E. THORN-CSANYI
Ringsubstituted PV Oligomers with Valuable Electronic and Ma-
terial Properties, Synthesized via Olefin-Metathesis.
Zur Veröffentlichung in *Synth. Met.* (1999)
- E. THORN-CSANYI, O. KLOCKMANN
Morphology of a Homologous Series of Alkyl-Substituted PV
Oligomers.
Zur Veröffentlichung in *Synth. Met.* (1999)
- E. THORN-CSANYI, O. NARWARK, R. PEETZ, A. STRA-
CHOTA
Diheptyloxy PV-Oligomers in Solution: Photochemistry.
Zur Veröffentlichung in *Synth. Met.* (1999)
- M. TIEMANN, M. FRÖBA, G. RAPP, S.S. FUNARI
Non-Aqueous Synthesis of Mesostructured Aluminophosphate /
Surfactant Composites: Synthesis, Characterization, and in-situ
SAXS Studies.
Zur Veröffentlichung in *Chem. Mater.*
- In situ Small Angle X-Ray Scattering (SAXS) Studies on the
Formation of Mesostructured Aluminophosphate/Surfactant Com-
posite Materials.
Zur Veröffentlichung in *Stud. Surf. Sci. Catal.* (1999)
- M. TISCHER, L. TRÖGER, H. KLEIN, R. DOMESLE, E.S. LOX,
G. PRESCHER, K. SEIBOLD, P. ALBERS
Geometric and Electronic Structures of Pt/V₂O₅/TiO₂ Diesel En-
gine Exhaust Gas Purification Catalysts before and after Aging.
J. Phys. Chem. Chem. Phys. 1 (1999) 2815
- M. TOLAN, O.H. SEECK, J. WANG, S.K. SINHA, M.H. RAFAI-
LOVICH, J. SOKOLOV
X-Ray Scattering from Polymer Films.
Zur Veröffentlichung in *Physica B* (1999)
- B.L. TOMBERLI, C.J. BENMORE, P.A. EGELSTAFF, J. NEU-
EFEIND, V. HONKIMÄKI
Isotopic Substitution Effects in Water Structure Measured with
High Energy Photon Diffraction.
Zur Veröffentlichung in *J. Phys. C: Condens. Matter*
- Quantum Effects in Water at Room Temperature.
Zur Veröffentlichung in *Phys. Rev. Lett.*
- R. TREUSCH, W. DRUBE, G. MATERLIK
Combining CXMD and XSW to Study Magnetic and Geometric
Properties of thin Films: GdFe(100)
J. Synchrotron Rad. 6 (1999) 105
- R. TREUSCH, T. LOKAJCZYK, W. XU, U. JASTROW, U. HAHN,
L. BITTNER, J. FELDHAUS
Development of Photon Beam Diagnostics for VUV Radiation
from a SASE FEL.
Zur Veröffentlichung in *Nucl. Instrum. Methods A*
- K. UEDA, Y. SHIMIZU, N.M. KABACHNIK, I.P. SAZHINA, R.
WEHLITZ, U. BECKER, M. KITAJIMA, H. TANAKA
Lifetime Interference Effect on the Angular Distribution of the

- Auger Electron Emission Following Resonant Auger Decay from 2p - 4s Photoexcited Ar.
J. Phys. B: At. Mol. Opt. Phys. 32 (1999) L291
- S. ULRICH, W. DONNER, H. DOSCH, H. EHRHARDT, J. SCHWAN
Interface Investigations by Infrared Spectroscopy and X-Ray Reflectivity Measurements of Cubic Boron Nitride Thin Films.
Surf. Coat. Techn. 116–119 (1999) 274
- S. ULRICH, H. EHRHARDT, J. SCHWAN, W. DONNER, H. DOSCH, P. WIDMAYER, P. ZIEMANN
General Stress Reduction Mechanismus for the Deposition of Cubic Boron Nitride Thin Films.
Surf. Coat. Techn. 116–119 (1999) 269
- A. ULYANENKOV, T. BAUMBACH, N. DAROWSKI, U. PIETSCH, K.H. WANG, A. FORCHEL, T. WIEBACH
Investigation of the In-Plane Strain Distribution in Free-Standing GaAs/InGaAs/GaAs Single Quantum Well Surface Nanostructures on GaAs[001].
J. Appl. Phys. 85(3) (1999) 1524
- A. ULYANENKOV, N. DAROWSKI, J. GRENZER, U. PIETSCH, K.H. WANG, A. FORCHEL
Evaluation of Strain Distribution in Freestanding and Buried Lateral Nanostructures.
Zur Veröffentlich. in Phys. Rev. B 62 (1999)
- V.M. UZDIN, D. KNABBEN, F.U. HILLEBRECHT, E. KISKER
Magnetic Moment Distribution for Rough Fe-Cr Interfaces from Photoemission.
Phys. Rev. B59 (1999) 1214
- Structure of Cr Overlayers on Fe Surfaces: A New Approach for Interpretation of Spin-Resolved Photoemission and Magnetic Dichroism Spectra.
J. Magn. Magn. Mater. 198 (1999) 680
- U. VAN BÜRCK
Coherent Pulse Propagation through Resonant Media.
In: Nuclear Resonant Scattering of Synchrotron Radiation, E. Gerda, H. de Waardt (eds.), Baltzer, Oxford/GB (1999)
- U. VANBÜRCK, W. POTZEL, P. SCHINDELMANN, Y.V. SHVYDKO, E. GERDAU, O. LEUPOLD, H.D. RUETER
Pulse Propagation of Synchrotron Radiation through a Nuclear Two-Resonance System.
Zur Veröffentlich. in Phys. Rev. A 61 (1999)
- R.G. VANSILFHOUT
High-Precision Hydraulic Stewart Platform.
Rev. Sci. Instrum. 8 (1999) 3488
- A High-Precision X-Ray Beam-Position and Profile Monitor for Synchrotron Beamlines.
J. Synchrotron Rad. 6 (1999) 1071
- S. VAN SMAALEN, J. LÜDECKE
The Valence States of Vanadium in the Low-Temperature Superstructure of NaV₂O₅.
Zur Veröffentlich. in Europhys. Lett. (1999)
- L. VASYLECHKO, L. AKSELUD, W. MORGENROTH, U. BISMAYER, A. MATKOVSKII, D. SAVYTSKII
The Crystal Structure of NdGaO₃ at 100 K and 293 K Based on Synchrotron Data.
Zur Veröffentlich. in J. Alloys & Compounds (1999)
- M. VELDKAMP, A. ERKO, W. GUDAT, N.V. ABROSIMOV, V. ALEX, S. KHASANOV, F. NEISSENDORFER, U. PIETSCH
Si_{1-x}Ge_x Laterally Graded Crystals as Monochromators for X-Ray Absorption Spectroscopy Studies.
Jap. J. Appl. Phys. 38 (1999) 612
- S.A.W. VERCLAS, P.B. HOWES, K. KJAER, A. WURLITZER, M. WEYGAND, G. BÜLDT, N.A. DENCHER, M. LÖSCHE
Grazing Incidence X-Ray Diffraction from a Single Layer of Purple Membrane at the Air/Water Interface.
J. Mol. Biol. 287 (1999) 837
- A. VERWEYEN, P. GLATZEL, P. WERNET, B. SONNTAG, C. GERTH, K. GODEHUSEN, P. ZIMMERMANN, A. HIBBERT
Resonant 3p Photoelectron Spectroscopy of Free Cu Atoms.
Zur Veröffentlich. in J. Phys. B
- A. VERWEYEN, A.N. GRUM-GRZHIMAILO, N.M. KABACHNIK
Sum Rules and Spectral Patterns of Dichroism in Inner-Shell Photoelectron Spectra.
Phys. Rev. A60 (1999) 2076
- A. VERWEYEN, A. VON DEM BORNE, P. GLATZEL, P. WERNET, B. SONNTAG, K. GODEHUSEN, C. GERTH, P. ZIMMERMANN
VUV Photoionization of UV-Laser-Tailored Ni-Like Cu 3d⁹ Atoms.
Phys. Rev. A60 (1999) R737
- A. VERWEYEN, P. WERNET, J. SCHULZ, B. SONNTAG, M. MARTINS, K. GODEHUSEN, P. ZIMMERMANN
Breakdown of the Three-Parameter-Model for the Dichroism in the 4f Photoelectron Spectrum of Laser-Aligned Atoms.
J. Phys. B: At. Mol. Opt. Phys. 32 (1999) 4079
- A. VERWEYEN, P. WERNET, B. SONNTAG, K. GODEHUSEN, P. ZIMMERMANN
Magnetic Dichroism in the 4f Photoelectron Spectra of Free Eu Atoms: Experimental Proof of the Atomic Character of Thin Film Eu-Gd MCD.
J. Electr. Spectrosc. Rel. Phenom. 101–103 (1999) 179
- M. VOGEL, C. MÜNSTER, W. FENZL, T. SALDITT
Thermal Unbinding of Highly Oriented Phospholipid Membranes.
Zur Veröffentlich. in Phys. Rev. Lett. (1999)
- A.S. VOLOSHINOVSKII, M.S. MIKHAILIK, V.B. MIKHAILIK, E.N. MEL'CHAKOV, P.A. RODNYI, C.W.E. VAN EIJK, G. ZIMMERER
Impurity Core-Valence Luminescence in Rb_{1-x}Cs_xCl Mixed Crystals.
J. Luminesc. 79 (1999) 107
- A.S. VOLOSHINOVSKII, V.B. MIKHAILIK, YA.O. STRUK, P.A. RODNYI, C.W.E. VAN EIJK, G. ZIMMERER
Core-Valence Luminescence in Disordered Lithium-Cesium Chloride.
J. Luminesc. 79 (1999) 115

- K. VON HAEFTEN, T. LAARMANN, T. MÖLLER
Probing the Phase of Hydrogen Clusters: Are they Liquid or Solid?
Zur Veröffentlich. in *Europ. J. Phys. D* (1999)
- K. VON HAEFTEN, T. LAARMANN, H. WABNITZ, T. MÖLLER
A Time Resolved VUV Fluorescence Study of Hydrogen Clusters:
Evidence of a Liquid Phase.
Zur Veröffentlich. in *J. Electr. Spectrosc. Rel. Phenom.*
- S.A. VRIES, P. GOEDTKINDT, W.J. HUISMAN, M.J. ZWANENBURG, R. FEIDENHANS' L, S.L. BENNETT, D.M. SMILGIES, A. STIERLE, J.J. DE YOREO, W.J.P. VAN ENCKEVORT, P. BENNEMA, E. Vlieg
X-ray Diffraction Studies of Potassium Dihydrogen Phosphate (KDP) Crystal Surfaces.
J. Cryst. Growth 205 (1999) 202
- U. WÄTJEN, I. BARSONY, G.W. GRIME, I. RAJTA
On the Interpretation of Micro-PIXE Measurements on a Prototype Microstructured Reference Material.
Nucl. Instrum. Methods B150 (1999) 532
- A. WAGNER, P. BOMBICZ, R. FLAIG, P. LUGER, T. KORITS-ANSZKY
Charge Density Study on Three Penicillin Derivatives.
Acta Cryst. A55 (1999) 515
- H. WALTER, P. MÜLLER-BUSCHBAUM, J.S. GUTMANN, C. LORENZ-HAAS, C. HARRATS, R. JEROME, M. STAMM
Lateral Structures of Thin Films of Ampholytic Diblock Copolymers Adsorbed from Dilute Solution at the Solid/Liquid Interface.
Langmuir 15 (1999) 6984
- J. WANG, M. TOLAN, O.H. SEECK, S.K. SINHA, O. BAHR, M.H. RAFAILOVICH, J. SOKOLOV
Structure of Strongly Confined Polymer Film Surfaces Studied by X-Ray Scattering.
Phys. Rev. Lett. 83 (1999) 564
- N. WEBER, C. BETHKE, F.U. HILLEBRECHT
Transverse Magneto-Optic Kerr Effect at the 2p Threshold of 3d Magnets.
J. Appl. Phys. 85 (1999) 4946
- R.T. WEGH, H. DONKER, K.D. OSKA, A. MEIJERINK
Visible Quantum Cutting in Eu^{3+} -Doped Gadolinium Fluorides via Downconversion.
J. Luminesc. 82 (1999) 93
- G. WEIDEMANN, G. BREZESINSKI, D. VOLLHARDT, C. DE WOLF, H. MÖHWALD
Disorder in Langmuir Monolayers: 2. Relation between Disordered Alkyl Chain Packing and the Loss of Long Range Tilt Orientational Order.
Langmuir 15 (1999) 2901
- R. WEIMAR, R. ROMBERG, S.P. FRIGO, B. KASSÜHLKE, P. FEULNER
Time of Flight Techniques for the Investigation of Kinetic Energy Distributions of Ions and Neutrals Desorbed by Core Excitations.
Zur Veröffentlich. in *Surf. Sci.* (1999)
- T. WEITKAMP, J. NEUEFEIND, H.E. FISCHER, M.D. ZEIDLER
Hydrogen Bonding in Liquid Methanol at Ambient and High Pressures.
Zur Veröffentlich. in *Molec. Phys.*
- E. WELTER, W. CALMANO, S. MANGOLD, L. TRÖGER
Chemical Speciation of Heavy Metal in Solids, the Use of XAFS-Spectroscopy and Electronmicroscopical Techniques.
Fresenius J. Anal. Chem. 364 (1999) 238
- A. WENZEL, C. LIU, B. RAUSCHENBACH
Effect of Implantation-Parameters on the Structural Properties of Mg-Ion Implanted GaN.
Mater. Sci. Eng. B59 (1999) 191
- S. WESTERMANN, M. KREITSCHMANN, W. PYCKHOUT-HINTZEN, D. RICHTER, E. STRAUBE, B. FARAGO, G. GOERIGK
Matrix Chain Deformation in Reinforced Networks: A SANS Approach.
Macromolecules 32 (1999) 5793
- M. WEYGAND, M. SCHALKE, P.B. HOWES, K. KJAER, J. FRIEDMANN, B. WETZER, D. PUM, U.B. SLEYTR, M. LÖSCHE
Coupling of Protein Sheet Crystals (S-Layers) to Phospholipid Monolayers.
J. Mater. Chem. 10 (2000) 141
- M. WEYGAND, B. WETZER, D. PUM, U.B. SLEYTR, N. CUVILLIER, K. KJAER, P.B. HOWES, M. LÖSCHE
Bacterial S-Layer Protein Coupling to Lipids: X-Ray Reflectivity and Grazing Incidence Diffraction Studies.
Biophys. J. 76 (1999) 458
- J. WICHERT, R. WEBER, L. KIPP, M. SKIBOWSKI, T. STRASSER, F. STARROST, C. SOLTERBECK, W. SCHATTKER, T. SU-SKI, I. GRZEGORY, S. POROWSKI
Angle Resolved Photoemission Spectroscopy of GaN(1010): Experiment and Theory.
phys. stat. sol. (b) 215 (1999) 751
- T. WIEBACH, M. SCHMIDBAUER, M. HANKE, H. RAIDT, R. KÖHLER, H. WAWRA
X-Ray Scattering from Strained Nanoscale Islands: Comparison with Simulations Based on Finite Element Calculations.
Zur Veröffentlich. in *Phys. Rev. Lett.*
- Strain and Composition in SeGe Nanoscale Islands Studied by X-Ray Scattering.
Zur Veröffentlich. in *Phys. Rev. B* (1999)
- N. WIELE, H. FRANZ, W. PETRY
Temperature Dependent Phonon Density of States of the Invar Alloy Fe_3Pt .
Physica B716 (1999) 263
- M. WIENECKE
Electrical and Optical Investigation on Doping of II-VI Compounds Using Radioactive Isotopes.
Zur Veröffentlich. in *Hyperfine Interactions* (1999)

- M. WIENECKE, B. REINHOLD, S. HERMANN, ISOLDE COLLABORATION
Investigations on Selfdiffusion and Diffusion of Dopants in II-VI Semiconductor Compounds Depending on Non-Stoichiometry. *J. Crystal. Growth* 204 (1999) 441
- W. WIERZCHOWSKI, K. WIETESKA, W. GRAEFF, G. GAWLIK, M. PAWLOWSKA
White Beam Synchrotron Topographic Characterisation of Silicon Wafers Directly Bonded by Oxide Layer. *Acta Phys. Pol. A96* (1999) 283
- W. WIERZCHOWSKI, K. WIETESKA, W. GRAEFF, A. TUROS
Interference Frings in Plane Wave Topography of $Al_x Ga_{1-x}As$ Epitaxial Layers Implanted with Se Ions. *J. Alloys & Compounds* 286 (1999) 343
- K. WIETESKA, W. WIERZCHOWSKI, W. GRAEFF
White Beam Pin-Hole Patterns of Implanted Layers. *J. Alloys & Compounds* 286 (1999) 349
- K. WIETESKA, W. WIERZCHOWSKI, W. GRAEFF, A. TUROS, R. GRÖTZSCHEL
Lattice Deformation in $Al_x Ga_{1-x}As$ Epitaxial Layers Caused by Implantation with High Doses of 1 MeV Si Ions. *Acta Phys. Pol. A96* (1999) 289
- R. WINTER, J. ERBES, R.H. TEMPLER, J. SEDDON, A. SYRYKH, N.A. WARRENDER, G. RAPP
Inverse Bicontinuous Cubic Phases in Fatty Acid / Phosphatidylcholine Mixtures. The Effects of Pressure and Lipid Composition. *Phys. Chem. Chem. Phys.* (1999) 887
- G. WIRNSBERGER, H.P. FRITZER, R. ZINK, A. POPITSCH, B. PILLEP, P. BEHRENS
Isolated Se_6 rings in the Voids of a Weakly Interacting, Electro-neutral and Crystalline SiO_2 Matrix: A Combined Experimental and Theoretical Study. *J. Phys. Chem. B103* (1999) 5797
- A.J. WOJTOWICZ, P. SZUPRYCZYNSKI, W. DROZDOWSKI
Radiative Recombination in Ce-, Pr-, and Tb-Doped Barium Fluoride. *Zur Veröffentlich. in J. Alloys & Compounds* (1999)
- A.J. WOJTOWICZ, P. SZUPRYCZYNSKI, J. GLODO, W. DROZDOWSKI, D. WISNIEWSKI
Radioluminescence and Recombination Processes in $BaF_2:Ce$. *Zur Veröffentlich. in J. Phys., Condens. Matter*
- S. WOLGAST, G. FÖRSTER, G. BREZESINSKI
Polymorphism of Racemic 1,2-Diols with Aliphatic Chains: Isostructural Series of Phases in Dry and Hydrated Samples. *Colloid & Polym. Sci.* 277 (1999) 694
- D. WOO, G. RAPP
Sorption of Alkanes into Phospholipid Multilayers: A Time-Resolved X-Ray Diffraction Study. *Biophys. J.* 76 (1999) A58
- G. WORTMANN, K. RUPPRECHT, J. MOSER, G.M. KALVIUS
 ^{151}Eu -Mößbauer Study of Pressure-Induced Ferromagnetism in EuTe. *Zur Veröffentlich. in J. Magn. Magn. Mater.*
- T. WROBLEWSKI, J. ALMANSTÖTTER, O. CLAUSS, M. MOENEKE, T. PIRLING, P. SCHADE
Strain Mapping by Diffraction Imaging. *Zur Veröffentlich. in Mater. Sci. Eng. A*
- T. WROBLEWSKI, O. CLAUSS, H.A. CROSTACK, A. ERTEL, F. FANDRICH, C. GENZEL, K. HRADIL, W. TERNES, E. WOLDT
A New Diffractometer for Materials Science and Imaging at HASYLAB Beamline G3. *Nucl. Instrum. Methods A428* (1999) 570
- T. WROBLEWSKI, E. JANSEN, W. SCHÄFER, R. SKOWRONEK
Neutron Imaging of Bulk Polycrystalline Materials. *Nucl. Instrum. Methods A423* (1999) 428
- T. WROBLEWSKI, E. WILD, T. POESTE, A. PYZALLA
Processing of X-Ray Diffraction Imaging Data Using Remote Sensing Techniques. *Zur Veröffentlich. in J. Mater. Sci. Lett.*
- T. WROBLEWSKI, E. WOLDT
Non-Ambient μ -Diffraction. *Zur Veröffentlich. in Adv. in X-Ray Analysis* 42 (1999)
- C. WUTZ, D. GIESELER, T. MAEVIS, N. STRIBECK
Molecular Order of the Mesogens in Smectic Poly(ester imide) Fibers. *Zur Veröffentlich. in Macromolecules*
- J. YUHARA, K. MORITA, J. FALTA, B.H. MÜLLER, M. HORN-VON HOEGEN
Characterization of Ge Delta-Doped Si(111) with RBS-Channeling. *Zur Veröffentlich. in Surf. Sci.*
- R. ZANTL, L. BAICU, F. ARTZNER, I. SPRENGER, G. RAPP, J. RÄDLER
Thermotropic Phase Behaviour of Cationic Lipid-DNA Complexes Compared to Binary Lipid Mixtures. *Zur Veröffentlich. in J. Phys. Chem.* (1999)
- J. ZEGENHAGEN, G. SCHERB, A. KAZIMIROV, T.L. LEE, M.J. BEDZYK, H. NOGUSHI, K. UOSAKI
In-situ X-Ray Waves Study of Electrodeposited Cu Monolayers on GaAs(001) *Zur Veröffentlich. in Phys. Rev. B* (1999)
- U. ZEIMER, T. BAUMBACH, J. GRENZER, D. LÜBBERT, A. MAZUELAS, U. PIETSCH, G. ERBERT
In-situ Characterization of Strain Distribution in Broad-Area High-Power Lasers under Operation by High-Resolution X-Ray Diffraction and Topography Using Synchrotron Radiation. *J. Phys. D.: Appl. Phys.* 32 (1999) A123
- K. ZHANG, J. FALTA, C. HEYN, T. SCHMIDT, G. MATERLIK, W. HANSEN
Study on Distribution and Shape of Self-Assembled InAs Quantum Dots Grown on GaAs(001). *Zur Veröffentlich. in Pure & Appl. Chem.* (1999)
- K. ZHANG, A. FOEDE, T. SCHMIDT, P. SONNTAG, C. HEYN, G. MATERLIK, W. HANSEN, J. FALTA
X-ray Interface Characterization of Buried InAs Layers on GaAs(001). *phys. stat. sol. (b)* 215 (1999) 791

- K. ZHANG, C. HEYN, W. HANSEN, T. SCHMIDT, J. FALTA
Ordering and Shape of Self-Assembled InAs Quantum Dots on GaAs(001).
Zur Veröffentlichung in Appl. Phys. Lett.
- Y. ZHUANG, V. HOLY, J. STANGL, A.A. DARHUBER, P. MIKULIK, S. ZERLAUTH, F. SCHÄFFLER, G. BAUER
Strain Relaxation in Periodic Arrays of Si/SiGe Quantum Wires Determined by Coplanar High Resolution X-Ray Diffraction and Grazing Incidence Diffraction.
J. Phys. D, Appl. Phys. D32 (1999) A224
- M. ZHUANG, H. MEYER, L.A. GROAT, U. BISMAYER, E. SALJE, G. ADIWIDJAJA
An Infrared Spectroscopic and Single-Crystal X-Ray Study of Malayaite CaSnSiO₅.
Phys. Chem. Min. 26 (1999) 546
- Y. ZHUANG, U. PIETSCH, J. STANGL, V. HOLY, N. DAROWSKI, J. GRENZER, S. ZERLAUTH, F. SCHÄFFLER, G. BAUER
In-Plane Strain and Shape Analysis of Si/SiGe Nanostructures by Grazing Incidence Diffraction.
Zur Veröffentlichung in Physica B (1999)
- Y. ZHUANG, C. SCHELLING, J. STANGL, C. PENN, S. SENZ, F. SCHÄFFLER, A. DANIEL, U. PIETSCH, G. BAUER
Structural and Optical Properties of Si/SiGe Wires.
Zur Veröffentlichung in Thin Solid Films (1999)
- Y. ZHUANG, J. STANGL, A.A. DARHUBER, G. BAUER, P. MIKULIK, V. HOLY, N. DAROWSKI, U. PIETSCH
X-Ray Diffraction from Quantum Wires and Quantum Dots.
J. Electr. Mater. 10 (1999) 215
- J.C. ZIEGLER, G. SCHERB, O. BUNK, A. KAZIMIROV, L. CAO, D.M. KOLB, R.L. JOHNSON, J. ZEGENHAGEN
Pb Deposition on n-Si(111):H Electrodes: An in-situ X-Ray Study.
Zur Veröffentlichung in Surf. Sci.
- D. ZOBEL, M. STRUEMPEL, P. BOMBICZ, M. WEBER, R. FLAIG, P. LUGER
Structure and Charge Density Studies of a C₆₀-Fullerene Derivative with Different Solvents.
Acta Cryst. A55 (1999) 392
- Veröffentlichte Vorträge**
- B. ADAMS, T. HIORT, G. MATERLIK, Y. NISHINO, D.V. NOVIKOV
Atom-Resolving X-Ray Holography.
Proc. of the 18th Int. Conf. on X-Ray and Inner-Shell Processes (X'99), Chicago/USA (1999)
- I.O. BASHKIN, V.K. FEDOTOV, H.J. HESSE, A. SCHIWEK, W.B. HOLZAPFEL, E.G. PONYATOVSKY
A Synchrotron Study of High-Pressure Transformations in TiH_{0.74}.
Proc. of the Conf. on Neutron Scattering at High Pressure, Dubna/RUS (1999)
- G. BAUER, V. HOLY, J. STANGL, A.A. DARHUBER, U. PIETSCH
Elastic Relaxation in Germanium Islands.
In: The Minerals, Metals & Materials Soc., E.A. Fitzgerald (Ed.) (1999)
- J. BECKER, M. KIRM, V.N. KOLOBANOV, V.N. MAKHOV, V.V. MIKHAILIN, A.N. VASILEV, G. ZIMMERER
Coexistence of Triplet and Singlet Exciton Emission in Alkaline Earth Fluoride Crystals.
Proc. of the 3rd Int. Conf. on Excitonic Processes in Cond. Matter, Boston/USA (1999)
- F. BECKMANN, U. BONSE
Attenuation- and Phase-Contrast Microtomography Using Synchrotron Radiation for the 3-Dimensional Investigation of Specimens Consisting of Elements with Low and Medium Absorption.
Proc. of the Mater. Res. Soc. Fall Meeting (MRS'99), Boston/USA (1999)
- F. BECKMANN, U. BONSE, T. BIERMANN
New Developments in Attenuation and Phase-Contrast Microtomography Using Synchrotron Radiation with Low and High Photon Energy.
Proc. of SPIE 3772 (1999) 179
- A.N. BELSKY, I.A. KAMENSKIKH, V.N. KOLOBANOV, V.V. MIKHAILIN, P.A. OREKHANOV, I.N. SHPINKOV, A.N. VASILEV
Relaxation of Electronic Excitations in Scheelite Tungstates.
Proc. of the Int. Workshop on Tungstate Crystals, Rome/I (1998)
- U. BONSE, F. BECKMANN, T. BIERMANN
X-ray Microtomography (μCT) Using Interferometric Phase Contrast.
Proc. of XRM'99, Berkeley/USA (1999)
- A. BÜHLER
Simulation eines Offshore-Windparks in der Nordsee.
Tagungsband DEWK'98, Dt. Windenergie-Inst. Wilhelmshaven/D (1999)
- B. BÜHN, A.H. RANKIN
Geochemistry and Ore-Forming Potential of Alkali- and Volatile-Rich Carbonatite Magmas.
Proc. of the Conf. on Mineral Deposits: Processes to Processing, Balkema, Rotterdam/NL (1999)
- T. BUHRMESTER, M. MARTIN
Impedance and X-Ray Absorption Investigations and ab initio-Calculations on Lithium Manganese Oxides.
Proc. of Solid State Ionics 12, Thessaloniki/GR (1999) (Extended Abstracts)
- T. DÜMMER, B. EIGENMANN, D. LÖHE
Residual Stress Analyses and Indentation Tests on Graded PVD-Coatings of Ti(C,N) on Cold-Working Steel.
Proc. of the Europ. Conf. on Residual Stresses 5 (1999)
- R. EISENHOWER, G. MATERLIK
X-Ray Speckle Correlation Interferometer.
Proc. of XRM'99, Berkeley/USA (1999)

- J. FELDHAUS, J. KRZYWINSKI, E.L. SALDIN, E.A. SCHNEID-MILLER, M.V. YURKOV
The VUV FEL Project at DESY: Plans for Improving the Photon Beam Characteristics by Feedback and Seeding.
Inst. Phys. Conf. Ser. No. 159 (1999) 553
- S.S. FUNARI, G. RAPP
A Continuous Topological Change during Phase Transitions in Amphiphile / Water Systems.
Proc. of the Natl. Acad. Sci., USA (1999)
- E. GUZIEWICZ, K. SZAMOTA-SADOWSKA, B.J. KOWALSKI, G. KARCZEWSKI, B.A. ORLOWSKI, J. GHIJSEN, R.L. JOHNSON
Gadolinium Electronic States on the Surface of CdTe(n,p)/Gd.
Proc. of the 28th Int. School on Phys. of Semicond. Comp., Ustron-Jaszowiec/PL (1999)
- U. HAHN, P.K. DEN HARTOG, J. PFLÜGER, G. SCHMIDT, E.M. TRAKHTENBERG
Design and Performance of the Vacuum Chambers for the Undulator of the VUV FEL at the TESLA Test Facility at DESY.
Proc. of the 21st Int. Conf. on Free Electron Laser and 6th FEL Applications Workshop, Hamburg/D (1999)
- U. HAHN, J. PFLÜGER, M. RÜTER, P.K. DEN HARTOG, M. ERDMANN, E.M. TRAKHTENBERG, G. WIEMERSLAGE, S. XU
The Vacuum Chambers for the VUV SASE FEL at the TESLA Test Facility at DESY.
Proc. of the IEEE Part. Accel. Conf. (PAC'99), New York/USA (1999)
- F. HATAMI, U. MÜLLER, H. KISSEL, K. BRAUNE, R.P. BLUM, S. ROGASCHEWSKI, H. NIEHUS, H. KIRMSE, W. NEUMANN, M. SCHMIDBAUER, R. KÖHLER, W.T. MASSELINK
Planar Ordering of InP Quantum Dots on (100) InGaP.
Proc. of the 26th Int. Sympos. on Compound Semiconductors, Jaszowiec/PL (1999)
- M. JUNG, T. DILL, W.R. DIX, C.W. HAMM, W. KUPPER, M. LOHMANN, B. REIME, R. VENTURA
Rapid Computer-Assisted Diagnostics in Intravenous Coronary Angiography.
Proc. of Computer in Cardiology (1999)
- I.A. KAMENSKIKH, M. KIRM, V.N. KOLOBANOV, V.V. MIKHAILIN, P.A. OREKHANOV, I.N. SHPINKOV, A.N. VASILEV, G. ZIMMERER
Luminescence and Electronic Structure of Calcium and Lead Tungstates and Sulphates.
Proc. of the 5th Int. Conf. on Inorganic Scintillators and Their Applications, Moscow/RUS (1999)
- T. KAMPS, R. LORENZ, W. RIESCH, M. SACHWITZ, H.J. SCHREIBER, R. STEINBRECHER, H. THOM, F. TONISCH, K. TRUETZSCHLER, U. HAHN
Design and Tests of a New Microwave Beam Position Monitor for the Undulator of the TTF-FEL.
Proc. of the VIth Eur. Part. Accel. Conf., EPAC'98, Stockholm/S (1998)
- M. KIRM, V. KOLOBANOV, V. MAKHOV, V. MIKHAILIN, D. SPASSKY, I. SHPINKOV, G. ZIMMERER
Optical Properties and Luminescence of Cadmium and Zinc Tungstate Single Crystals.
Proc. of the 5th Int. Conf. on Inorganic Scintillators and Their Applications, Moscow/RUS (1999)
- M. KIRM, V.KOLOBANOV, V. MIKHAILIN, D. SPASSKY, G. ZIMMERER
Features of Electronic Structure of a Lead Tungstate Crystal in the Energy Region 19–25 eV.
Proc. of the Int. Workshop on Tungstate Crystals, Rome/I (1998)
- M. KIRM, A. LUSHCHIK, C. LUSHCHIK, E. VASILCHENKO
Relaxation of Hot Photocarriers Created by VUV Photons in Wide Gap Crystals.
In: Physics and Chemistry of Luminescent Materials, C.W. Struck et al (Eds.), The Electrochemical Society Proc. Vol. PV 98-24 (1999)
- M. KIRM, A. LUSHCHIK, C. LUSHCHIK, G. ZIMMERER
Investigation of Pure and Ce³⁺ Doped Y₃Al₅O₁₂ Crystals Using VUV Radiation.
In: Physics and Chemistry of Luminescent Materials, C. Ronda (Ed.), The Electrochemical Society Proc. Vol. PV 99-40 (1999)
- F. KLOSE, C. REHM, M. FIEBER-ERDMANN, E. HOLUB-KRAPPE, H.J. BLEIF, H. SOWERS, L. TRÖGER, H. MALETTA
Polycrystalline Fe/Nb(110) Multilayer Studied in-situ by X-Ray/Neutron Scattering Technique and X-Ray Absorption Spectroscopy.
Proc. of the 6th Int. Conf. on Surface X-Ray and Neutron Scattering (SXNS6), Noordwijkerhout/NL (1999) (Physica B (1999))
- B.J. KOWALSKI, Z. GOLACKI, P. KACZOR, K. SZAMOTA-SADOWSKA, E. GUZIEWICZ, B.A. ORLOWSKI, R.J. JOHNSON
Half-Filled 4f Shells of Rare Earth Atoms on IV-VI Semiconductors – A Study of Pb_{1-x}RE_xSe_{1-y}Te_y (RE=Eu,Gd).
Proc. of the 28th Int. School on Phys. of Semicond. Comp., Ustron-Jaszowiec/PL (1999)
- B.J. KOWALSKI, E. GUZIEWICZ, B.A. ORLOWSKI, J. GHIJSEN, R.L. JOHNSON
Resonant Photoemission – A Tool of the Synchrotron Radiation.
Proc. of the 5th Nat. Sympos. of Users of Synchr. Rad., Warsaw/PL (1999)
- F.D. KUCHTA, P.J. LEMSTRA, A. KELLER, L.F. BATENBURG, H.R. FISCHER
Materials with Improved Properties from Polymer-Ceramic-Nanocomposites.
MRS Symposium Series (2000)
- G. LANDMESSER, U. KLEMRADT, T.R. FINLAYSON, R.L. JOHNSON, J. PEISL
Studies of Displacive Phase Transformations in Crystalline Solids Using Grazing Incidence X-Ray Techniques.
Proc. of PTM'99, Jp. Inst. Met., Sendai/J (1999)

- T. MATERNA, J. JOLIE, W. MONDELAERS, B. MASSCHAELE, V. HONKIMÄKI, A. KOCH, T. TSCHENTSCHER
Heavy Element Sensitive Tomographies Using Synchrotron Radiation.
XVth Int. Conf. on the Application of Accel. in Research and Industry, Denton/USA
- N. MATTERN, J. ECKERT
Influence of Iron Additions on Structure and Properties of Amorphous $Zr_{65}A_{17.5}Cu_{17.5}Ni_{10}$.
Proc. of the 10th Int. Conf. on Rapidly Quenched and Metastable Materials (RQ10), Bangalore/IND
- V.B. MIKHAILIK, A.S. VOLOSHINOVSKII, G. ZIMMERER
Impurity Core-Valence of Cs-Doped Alkali Chlorides.
In: Physics and Chemistry of Luminescent Materials, C.W. Struck et al (Eds.), The Electrochemical Society Proc. Vol. PV 98-24 (1999)
- V.V. MIKHAILIN, I.N. SHPINKOV, A.N. VASILEV, M. KIRM, G. ZIMMERER
The Effect of the Excitation Density on the Luminescence Quantum Yield.
Proc. of the 5th Int. Conf. on Inorganic Scintillators and Their Applications, Moscow/RUS (1999)
- O.V. MISHIN, E.M. LAURIDSEN, N.C. KRIEGER LASSEN, H.F. POULSEN, D.J.JENSEN, G. BRÜCKNER, B. BAY
Comparison of Experimental Techniques for Characterization of Through-Thickness Texture Variations.
Proc. of the 12th Int. Conf. on Textures of Materials, Montreal/CAN (1999),
- I.N. OGORODNIKOV, V.A. PUSTOVAROV, A.V. KRUSHALOV, L.I. ISAENKO, M. KIRM, G. ZIMMERER
A Time-Resolved Spectroscopy Study of Fast Luminescence in Lithium Borates. (In Russian)
Proc. of Problems of Spectroscopy and Spectrometry, Ekaterinburg/RUS (1999)
- Time-Resolved VUV-Spectroscopy of LiB_3O_5 and $Li_2B_4O_7$ Crystals.
Proc. of the 10th Int. Conf. on Radiation Physics and Chemistry (RPC-10), Tomsk/RUS (1999)
- B.A. ORLOWSKI, B.J. KOWALSKI, E. GUZIEWICZ, K. SZAMOTA-SADOWSKA
Clean and Doped Semiconductor Surface in Resonant Photoemission Study.
Abstracts of the 35th School of Physics of Condensed Matter Studies by Nuclear Method, Zakopane/PL (1999)
- N. ORLOWSKI, C. JANOWITZ, R. MANZKE, Z. GOLACKI
Bulk Band Structure and Negative Band Gap of HgTc by Angle-Resolved Photoemission Spectroscopy.
Proc. of the 19th Int. Conf. on Narrow Gap Semiconductors, Berlin/D (1999)
- J. PFLÜGER
Insertion Devices for 4th Generation Light Sources.
Proc. of the IEEE Part. Accel. Conf. (PAC'99), New York/USA (1999)
- Undulators for SASE FELs.
Proc. of the 21st Int. Conf. on Free Electron Laser and 6th FEL Applications Workshop, Hamburg/D (1999)
- J. PFLÜGER, P. GIPPNER, A. SWIDERSKI, T. VIELITZ
Magnetic Characterization of the Undulator for the VUV-FEL at the TESLA Test Facility.
Proc. of the 21st Int. Conf. on Free Electron Laser and 6th FEL Applications Workshop, Hamburg/D (1999)
- W. POTZEL
Radiative Coupling and Enlarged Emission of Nuclear Oscillators.
Proc. of the 34th Zakopane School on Physics of Condensed Matter Studies by Nuclear Methods, Univ. Cracow/PL (1999)
- V.A. PUSTOVAROV, A.V. KRUSHALOV, V.L. PETROV, B.V. SHULGIN, M. KIRM, G. ZIMMERER
Optical and Luminescent VUV-Spectroscopy of $La_2Be_2O_5$ Single Crystals.
Proc. of Problems of Spectroscopy and Spectrometry, Ekaterinburg/RUS (1999)
- V.A. PUSTOVAROV, B.V. SHULGIN, M.M. KIDIBAEV, A.A. ZHAMANGULOV
Luminescence Excitation Spectra and Energy Transfer in $LiF-U,Cu$ and $NaF-U,Cu$ Scintillation Crystals.
Proc. of Problems of Spectroscopy and Spectrometry, Ekaterinburg/RUS (1999)
- N.L. SEMENOVA, V.V. MIKHAILIN, A.YU. ROMANENKO, A.O. RYBALTOVSKY, P.V. CHERNOV, M. KIRM, G. ZIMMERER, P.G. KAZANSKY, L. DONG
Luminescence of Quartz Glasses with the Impurity of Sb Excited by Synchrotron Radiation.
Proc. of the Workshop on Tarasov Lattices and Modern Problems of Glasses, Moscow/RUS (1999)
- B. SONNTAG
Atomic Effects Seen in Solid Phases.
Proc. of the 18th Int. Conf. on X-Ray and Inner-Shell Processes (X'99), Chicago/USA (1999)
- A.I. SURDO, V.S. KORTOV, V.A. PUSTOVAROV, F.F. SHARAFUTDINOV
Spectral-Kinetics Peculiarities of Luminescence in Al_2O_3 Crystals with Radiation-Induced and Intrinsic Defects under VUV Excitation.
Proc. of the 10th Int. Conf. on Radiation Physics and Chemistry (RPC-10), Tomsk/RUS (1999)
- K. SZAMOTA-SADOWSKA, E. GUZIEWICZ, B.J. KOWALSKI, N. BARRETT, C. GUILLOT, J. GHIJSEN, R.L. JOHNSON, B.A. ORLOWSKI
Resonant Photoemission Study of Ytterbium and Gadolinium Thin Films on Clean CdTe Surface.
Proc. of the 5th Nat. Sympos. of Users of Synchr. Rad., Warsaw/PL (1999)
- W. SZUSZKIEWICZ, C. SKIERBISZEWSKI, W. PASZKOWICZ, E. DYNOWSKA, J. DOMAGALA, B. WITKOWSKA, J. TRUCKENBRODT
 $Hg_{1-x}Co_xS$ – High Pressure Studies.

Proc. of the 28th Int. School on Phys. of Semicond. Compounds, Ustron-Jaszowiec/PL (1999)

U. THEISSEL, E.J.W. LIST, N. KOCH, A. VOLLMER, S. SCHRAEDER, J.J. PIREAUX, G. LEISING

The Valence Electronic Structure of n-Doped p-Sexiphenyl. Proc. of the Symposium on Organic Nonlinear Optical Materials and Devices (1999)

M. TOLAN, O.H. SEECK, J. WANG, S.K. SINHA, M.H. RAFAILOVICH, J. SOKOLOV

Surface Structure of Soft-Matter Thin Films Probed by Diffuse X-Ray Scattering. Proc. of the Scattering School, Monterey/USA (1999)

S. VAN DIJKEN, R.G. VAN SILFHOUT

A Fast Scanning Sagittal Focusing Double Monochromator for a Wiggler Beamline at DORIS. Proc. of the SRI'99, AIP (1999)

E. WELTER, S. MANGOLD

Heavy Metal Speciation Analysis in Soils Using Synchrotron Radiation. Proc. of the Workshop on Speciation, Techniques and Facilities for Radioactive Materials at Synchrotron Light Sources (1999)

P. WYSS, F. BECKMANN, U. BONSE, B. MÜLLER, J. MAYER, E. WINTERMANTEL, W. MUSTER

Three-Dimensional Microstructures of Fiber Composite Materials and their Non-Destructive Investigation with CMT. DGZfP-Proc. (1999)

B.I. ZADNEPROVSKY, E.V. POLYANSKY, I.A. KAMENSKIKH, M. KIRM, V.N. KOLOBANOV, V.V. MIKHAILIN, I.N. SHPIN-KOV, G. ZIMMERER

Luminescent Properties of Lead Sulphate Excited in the Fundamental Absorption Range. Proc. of the 4th Int. Conf. on Crystals: Growth, Properties, Real Structure, Applications (1999)

K. ZHANG, A. FOEDE, J. FALTA, CH. HEYN, I. LOHSE, G. MATERLIK, W. HANSEN

X-Ray Structural Investigation of Strained InAs-Films Buried on GaAs(001). Proc., DPG (1999)

Y. ZHUANG, C. SCHELLING, T. ROCH, A. DANIEL, F. SCHÄFFLER, G. BAUER, J. GRENZER, U. PIETSCH, S. SENZ
Investigation of Inhomogeneous In-Plane Strain Relaxation in Si/SiGe Quantum Wires by High-Resolution X-Ray Diffraction. Proc. of the Mater. Res. Soc. Fall Meeting (MRS'99), Boston/USA (1999)

L. ZUPANC-MEZNAR, R. CERC KOROSEK, P. BUKOVEC, J. PADEZNIK GOMILSEK

Eu³⁺ Activated Silica Prepared by Alkoxide Sol-Gel Method. Proc. of the 12th Int. Conf. on Vacuum Microelectronics, Darmstadt/D (1999)

Sol-Gel Synthesis and Characterization of Luminescent Silica and Tin Oxide Doped with Europium or Terbium.

Proc. of EUROMAT'99, Frankfurt/D (1999)

Weitere Vorträge wurden von HASYLAB-Mitarbeitern auf folgenden Konferenzen und Tagungen gehalten

COST 514 Ferroelectric Ceramic Thin Films, Aachen/D (1999)

5th Int. Conf. on Atomically Controlled Surfaces, Interfaces and Nanostructures (ACSIN-5), Aix en Provence/F (1999)

Int. Sympos. on Visions of Polymer Science, Akron/USA (1999)

APS Centennial Meeting, Sympos. on Biomolecules and Supramolecular Materials, Atlanta/USA (1999)

HP/HT-Seminar on Properties of Materials at High Pressures and Temperatures, Bayreuth/D (1999)

Beijing Int. Conf. on Photoelectron Spectroscopy, Beijing/VRC (1999)

Int. Workshop on Amphiphiles at Interfaces, Beijing/VRC (1999)

David A. Shirley Sympos. on Spectroscopy and the Structure of Matter, Berkeley/USA (1999)

37th IUPAC Congress – 27th GDCh General Meeting, Berlin/D (1999)

11th Int. Sympos. on Spectroscopy in Theory and Practice, Bled/SLO (1999)

Materials Res. Soc. Fall Meeting (MRS'99), Boston/USA (1999)

XIth Int. Conf. on Small-Angle Scattering (SAS'99), Brookhaven/USA (1999)

2nd Int. SLS Workshop on Synchrotron Radiation, Brunnen/CH (1999)

Gen. Meeting of the Belgian Phys. Soc., Brussels/B (1999)

Ann. Meeting of Am. Crystallographic Assoc., Buffalo/USA (1999)

Rideal Conf. on Chemisorption and Catalysis, Cardiff/UK (1999)

ESF Conf. on Fluid/Solid/ Interfaces, Castelvechio Pascoli/I (1999)

12th Int. Conf. on Solid State Ionics (ISSI), Chalkidiki/GR (1999)

Faraday Discussion Meeting No. 112: Physical Chemistry in the Mesoscopic Regime, Chester/GB (1999)

18th Int. Conf. on X-Ray and Inner-Shell Processes (X-99), Chicago/USA (1999)

X-Ray Dichroism Workshop, 18th Int. Conf. on X-Ray and Inner-Shell Processes Satellite Meeting, Chicago/USA (1999)

Conf. on Thermoplastic Elastomers, Chicago/USA (1999)

CAP Meeting, Clearwater Beach, Florida/USA (1999)

East Europ. Meeting on Res. Opportunities at Synchrotron Radiation and Free Electron Laser Sources, Cracow-Przegorzaly/PL (1999)

13th Int. Sympos. on Boron, Borides and Rel. Compounds, Dinard/F (1999)

14th Int. Conf. on Ion Beam Analysis (IBA-14), Dresden/D (1999)

- Int. Sympos. on Metastable Mechanically Alloyed and Nanocrystalline Materials, Dresden/D (1999)
- IWF, Dresden/D (1999)
- Trilateral Seminar Dresden-Vienna-Wroclaw on Anomalous Phenomena in d- and f-Electron Systems, Duszynki Zdroj/PL (1999)
- Satellite Conf. of Australian Soc. for Biochemistry and Molecular Biology, Enzyme Structure and Function, Fraser Island/AUS (1999)
- Int. Conf. on the Appl. of the Mößbauer Effect (ICAME'99), Garmisch-Partenkirchen/D (1999)
- 13th Int. Union of Crystallography Congress and Gen. Assembly, Glasgow/GB (1999)
- 7th Int. Conf. on the Formation of Semiconductor Interfaces (ICFSI-7), Gothenburg/S (1999)
- Frontiers in SAXS and SANS, Grenoble/F (1999)
- HERCULES Session 9, CNRS, Grenoble/F (1999)
- 21st Int. Free Electron Laser Conf. and 6th FEL Applications Workshop, Hamburg/D (1999)
- VUV FEL User Workshop, Hamburg/D (1999)
- Int. Sympos. on Atomic Physics, Hanoi/VN (1999)
- 22nd Int. Conf. on Low Temperature Physics (LT22), Helsinki/FIN (1999)
- Europ. Conf. on Liquid Crystals (ECLC99), Hersonissos, Crete/GR (1999)
- Int. Workshop on Applications and Morphology of Vicinal Surface, Castle Wohldenberg, Hildesheim/D (1999)
- 1st Workshop on Advanced Material: Nanostructured Systems, HKUST, Hong Kong/VRC (1999)
- 196th Meeting of the Electrochemical Soc., Honolulu/USA (1999)
- Int. Conf. on High Pressure Sci. and Technol. (AIRAPT-17), Honolulu/USA (1999)
- 12th Int. Conf. on Dynamical Processes in Excited States of Solids (DPC'99), Humacao/USA (1999)
- 14th Int. Sympos. on Environmental Biogeochemistry, Huntsville/CAN (1999)
- Int. Conf. on Concepts in Electron Correlation, Hvar/Croatia (1999)
- 18th Int. School on Physics of Semiconducting Compounds, Jaszowiec/PL (1999)
- 10th Int. Conf. on Radiation Effects in Insulators (REI-10), Jena/D (1999)
- 6th Europ. Workshop on Modern Developments and Appl. in Microbeam Analysis, Konstanz/D (1999)
- CMMP'99, Leicester/GB (1999)
- Euromembrane 99, Leuven/B (1999)
- Meeting of the Contact Group for Synchrotron Radiation of the NFSR, Liège/B (1999)
- 1st Slovenia-Korea Workshop on Adv. Materials, Ljubljana/SLO (1999)
- 7th Int. Conf. on Crystal Chemistry of Intermetallic Compounds, Lviv/UA (1999)
- 7th Europ. Conf. on Solid State Chemistry (ECSSC'99), Madrid/E (1999)
- EU-Workshop on Catalysis from First Principles, Magleas/DK (1999)
- 6th Europ. Sympos. on Polymer Blends, Mainz/D (1999)
- Int. Discussion Meeting on Adv. Methods in Polymer Characterization, Mainz/D (1999)
- 31st EGAS Conf., Marseille/F (1999)
- 27th Ann. Meeting of the Europ. High Pressure Research Group (EHPRG), Montpellier/F (1999)
- 5th Int. Conf. on Inorganic Scintillators and their Applications, (SCINT-99), Moscow/RUS (1999)
- EUROMAT 99, München/D (1999)
- Electronic Structure of Organic Interfaces (ESOI'99), Nagoya/J (1999)
- Meeting of the Contact Group for Surface Science of the NFSR, Namur/B (1999)
- ACS Meeting 1999, New Orleans/USA (1999)
- 6th Int. Conf. on Surface X-Ray and Neutron Scattering (SXNS6), Noordwijkerhout/NL (1999)
- 2nd Int. Workshop on Current Problems in Complex Fluids, Oaxaca/MEX (1999)
- Photo-Dynamics and Reaction Dynamics of Molecules, Okasaki/J (1999)
- Int. Conf. on Luminescence and Optical Spectroscopy of Condensed Matter (ICL'99), Osaka/J (1999)
- Gordon Res. Conf. on X-Ray Physics, Plymouth/USA (1999)
- 14th Summer School on Coordination Chemistry, Polanica-Zdroj/PL (1999)
- 3rd Int. Sympos. on Electrocatalysis, Portorose/SLO (1999)
- EPS Conf. on Macromolecular Physics, Potsdam/D (1999)
- Europ. Conf. on Physics of Magnetism, Poznan/PL (1999)
- 14th Int. Sympos. on Plasma Chemistry, Prague/CZ (1999)
- Glass Science and Technology for the 21st Century, Prague/CZ (1999)
- 4th Europ. Congress on Catalysis (Europacat-IV), Rimini/I (1999)
- Univ. Conf. '99 on Glass, Rolla-Missouri/USA (1999)
- 44th Ann. Conf. on Magnetism & Magnetic Materials, San Jose/USA (1999)

Conf. on Complex Materials in Honor of P.A. Pincus, Santa Barbara/USA (1999)

Int. Conf. on Solid State Spectroscopy (ICSSS), Schwäbisch Gmünd/D (1999)

46th AVS Int. Sympos. and Topical Conf., Seattle/USA (1999)

21st ICPEAC, Sendai/J (1999)

8th Europ. Conf. on Applications of Surface and Interface Analysis (ECASIA 99), Sevilla/E (1999)

2nd Europ. Charge Density Meeting (ECDM-II), Sitges, Barcelona/E (1999)

4th Europ. Conf. on Appl. Superconductivity (EUCAS'99), Sitges, Barcelona/E (1999)

Europ. Union of Geosciences (EUG 10), Strasbourg/F (1999)

11th German Zeolithe Meeting, Stuttgart/D (1999)

13th Int. School of Condensed Matter Physics: Physics (and Chemistry) of Modern Materials, Suprasl/PL (1999)

10th Int. Conf. on Radiation Physics and Chemistry (RPC-10), Tomsk/RUS (1999)

6th Int. Conf. on the Structure of Surfaces (ICSOS-6), Vancouver/CAN (1999)

CeNS Sympos., Venice/I (1999)

18th Europ. Conf. on Surface Sciences (ECOSS-19), Vienna/A (1999)

5th Int. Workshop on Full-Potential LAPW Calculations with the WIEN97 Code, Vienna/A (1999)

Artefacts in Analytical Chemistry, Vienna/A (1999)

Deutsche Mineralogische Ges. (DMG) Conf., Vienna/A (1999)

Sympos. on Dynamics and Coherency in Nuclear Scattering of Synchrotron Radiation, Vienna/A (1999)

23rd Condensed Matter Physics Meeting of the Australian and New Zealand Institutes of Physics, Wagga/AUS (1999)

5th Nat. Sympos. of Synchrotron Radiation Users, Warsaw/PL (1999)

Int. Workshop on Adv. in Growth and Characterization of II-VI Semiconductors, Würzburg/D (1999)

Habilitationen

L. KIPP

A Perspective on the Interplay between the Electronic and Geometric Structure of Surfaces.

Univ. Kiel/D (1999)

B. KOWALSKI

Spectroscopy of Quasi-Localised Band States.

Inst. Phys., Polish Acad. Sci., Warsaw/PL (1999)

Dissertationen

K.E. AASMUNDTVEIT

Structure of Various Substituted Polythiophenes, Studied in Bulk and as Thin Films.

Univ. of Trondheim/N (1999)

K.V. BAUTIN

Relaxation of the Electronic Excitations in Beryllium Oxide Crystals.

Urals State Techn. Univ., Ekaterinburg/RUS (1999)

T. BÖKER

Electronic Band Structure and Van der Waals Epitaxy of the Molybdenum Dichalcogenides: New Materials for Thin Film Solar Cells.

Humboldt-Univ. Berlin/D (1999)

C. BUNGENSTOCK

Elektronenstruktur von Pr^{3+} in LnOCl-Verbindungen unter Druck.

Univ. Paderborn/D (1999)

O. BUNK

Bestimmung der Struktur komplexer Halbleiter-Oberflächenstrukturen mit Röntgenbeugung.

Univ. Hamburg/D (1999)

R. CORPINO

Optical Characterization of Oxygen Deficient Centers in Silica.

Univ. Cagliari/I (1999)

D. DOBRITZSCH

Untersuchungen zur Struktur und Funktion von Pyruvatdecarboxylasen aus einem Brauereinzuchtstamm und aus dem Bakterium *Zymomonas mobilis*.

Univ. Halle-Wittenberg/D (1999)

A.K. DOERR

Untersuchung der strukturellen Eigenschaften dünner Benetzungsfilme.

Univ. Kiel/D (1999)

F. EBERL

Second Order Heterogeneities in a Multicrystal: Experimental Developments Using X-Ray Diffraction and Comparison with a Finite Element Model.

ENSAM, Paris/F (1999)

T. FRELLO

Structural and Superconducting Properties of high T_c Superconductors.

Techn. Univ. of Denmark, Lyngby/DK (1999)

M. FROMM

Untersuchung der martensitischen Phasenumwandlung in $\text{Ni}_{62.5}\text{Al}_{37.5}$ und Ni_2MnGa mit oberflächenempfindlichen Röntgenstreuungsmethoden.

Univ. München/D (1999)

A. FUCHS

Röntgenstrukturuntersuchungen an dünnen Polymerfilmen.

Univ. Ulm/D (1999)

- B.K. HOSKINS**
Mechanical and Time-Resolved X-Ray Diffraction Studies of Muscle Contraction.
Univ. of Oxford/GB (1999)
- D. HUPFELD**
Untersuchung der magnetischen Eigenschaften von Gadolinium-Europium-Sulfid-Mischkristallen mit resonanter Austauschstrahlung.
Univ. Hamburg/D (1999)
DESY-THESIS-1999-013
- S. KEITEL**
Untersuchung von $\text{Si}_{1-x}\text{Ge}_x$ -Gradientenkristallen und in-situ getemperten Silizium-Einkristallen als Monochromatoren für hochenergetische Synchrotronstrahlung.
Univ. Hamburg/D (1999)
DESY-THESIS-1999-026
- M. KLOSS**
Synthese, strukturelle Charakterisierung und spektroskopische Eigenschaften der Doppelphosphat-Mischphasen im System $\text{M}_3\text{La}_{1-x-y}\text{Gd}_x\text{Eu}_y(\text{PO}_4)_2$ mit $\text{M}=\text{Na},\text{K},\text{Rb}$.
Univ. Greifswald/D (1999)
- H. LADYNSKI**
Druck- und Temperaturabhängigkeit der Mikrophasenseparation in Diblockcopolymeren.
Univ. Mainz/D (1999)
- M.K. LEE**
Photoionenspektroskopie der $2p^0$ -Doppel- und Dreifachanregungen an Lithiumatomen.
Univ. Hamburg/D (1999)
DESY-THESIS-1999-009
- S. LEPORATTI**
Morphological Investigations of Structural Changes in Phospholipid Monolayers Induced by Transfer from Water onto Solid Substrates.
Univ. Potsdam/D (1999)
- U. LIEPOLD**
Zum Einfluss von Korngröße und Oberflächen/Volumen-Verhältnis auf die Stabilität anorganischer, sauerstoffdominierter Leuchtstoffe gegenüber Quecksilber-Niederdruckstrahlung.
Univ. Greifswald/D (1999)
- C. LIU**
Structural Characterization of Ion Implanted Gallium Nitride.
Univ. Augsburg/D (1999)
- U. LODE**
Untersuchung von Versagensmechanismen in Polycarbonat mittels Synchrotronstrahlung (Ultraschallwinkelstreuung).
Univ. Ulm/D (1999)
- M.S. MIKHAILIK**
Recombination Processes with the Participation of Core and Valence Holes in Wide-Band Halide Crystals.
Nat. Univ. Lviv/UA (1999)
- A. MÜLLER**
Interlayer Coupling and Non-Fermi Liquid Behaviour in p-Type High T Superconductors.
Humboldt-Univ. Berlin/D (1999)
- B. PILLEP**
XANES- und EXAFS-spektroskopische Untersuchungen an ausgewählten anorganischen Materialien.
Univ. München/D (1999)
- A. PLECH**
Benetzungsphasenübergänge in binären flüssigen Mischungen.
München/D (1999)
- T. POMPER**
Submikroriss- und Crazebildung in Polymeren und deren Composites untersucht mittels Ultraschallwinkelstreuung von Synchrotronstrahlung.
Univ. Ulm/D (1999)
- P.K. PRANZAS**
Charakterisierung von Struktur und Koagulationsverhalten von Refraktären Organischen Säuren (ROS) mit Hilfe von Neutronenkleinwinkelstreuung (SANS), Röntgenkleinwinkelstreuung (SAXS) und Röntgenmikroskopie.
Univ. Hamburg/D (1999)
- B. RAAB**
Ursache der magneto-optischen Asymmetrien im Bereich der 3p-Absorptionskante von Eisen.
Univ. Düsseldorf/D (1999)
- C. REHM**
Wasserstoff in dünnen metallischen Schichtsystemen.
TU Berlin/D (1999)
- A.YU. ROMANENKO**
Emission Centers and Mechanisms of the Energy Transfer in Crystals Based on Calcium Orthophosphate with Whitlockite-Type Structure.
Moscow State Univ., Moscow/RUS (1999)
- P. SCHINDELMANN**
Kernresonante Vorwärtsstreuung von Mößbauer- und Synchrotronstrahlung unter dem Einfluss von Ultraschall.
TU München/D (1999)
- J.P. SCHLOMKA**
Untersuchung der strukturellen und magnetischen Eigenschaften dünner NiMnSb-Filme.
Univ. Kiel/D (1999)
- J. STAHN**
Strukturänderungen von GaAs und ZnSe unter dem Einfluss eines äußeren elektrischen Feldes.
Univ. Potsdam/D (1999)
- Y.I.A. SWILEM**
X-Ray Studies of Fe-Based Amorphous and Nanocrystalline Alloys.
Polish Acad. Sci., Warsaw/PL (1999)
- M. TRAVING**
Epitaktisches Wachstum und elektronische Struktur eines Halbleiter-Heteroübergangs aus Schichtkristallen: $\text{HfS}_2/\text{WSe}_2$.
Univ. Kiel/D (1999)

- U. VOGEL
Strukturdatengewinnung und 3D-Visualisierungen des menschlichen Hörorgans.
TU Dresden/D (1999)
- H. WALTER
Struktur adsorbierter Polyampholytschichten.
Univ. Mainz/D (1999)
- Diplomarbeiten**
- A. AADNAN
Untersuchung der Struktur von Glasoberflächen mittels Röntgenstreuung.
Univ. Kiel/D (1999)
- QINGRUI AN
Herstellung und Charakterisierung ultradünner Schichten aus Metallkomplexen.
Univ. München/D (1999)
- J. BRANDT
Der Einfluss von Nanostrukturen auf die geometrische und elektronische Struktur von metallischen Schichtkristallen.
Univ. Kiel/D (1999)
- A. BÜHLER
Simulation eines Offshore Windparks in der Nordsee zur Versorgung einer Großstadt wie Hamburg.
Univ. Hamburg/D (1999)
- A. DANIEL
Experimentelle Bestimmung der Elektronendichte von ZnSe.
Univ. Potsdam/D (1999)
- O. DEGTYAREVA
Hochdruck-Röntgenpulverdiffraktometrie an Interlanthanid-Legierungen zur Bestimmung von Zustandsgleichungen und Phasenumwandlungen.
Univ. Paderborn/D (1999)
- J. DUFFY
Design of a Wafer Heater Stage for the Analysis of Dislocation Movement in Semiconductor Crystals Using Synchrotron X-Ray Topographic (SXRT) Techniques.
Univ. of Dublin/D (1999)
- A. FOEDE
Strukturbestimmung von InAs-Deltaschichten in GaAs(100).
Univ. Hamburg/D (1999)
- F. HAASS
In situ Röntgenabsorptionsuntersuchungen an eisendotiertem Nickeloxid.
TU Darmstadt/D (1999)
- R. HENTGES
Zweidimensionale, winkelaufgelöste Elektronenspektroskopie an Neon, Argon und Xenon im Bereich ihrer Rumpfanregungen.
TU Berlin/D (1999)
- D. HÖLZLE
Physikochemische Charakterisierung von wirkstoffbeladenen, festen Lipidnanopartikeln.
Univ. Greifswald/D (1999)
- M. HUBER
Röntgenreflektivität an der Grenzfläche binärer Flüssigkeiten.
Univ. München/D (1999)
- K. HÜBNER
Lokalisierung von Arzneistoffen in festen Lipid-Nanopartikeln (SLN).
Univ. Greifswald/D (1999)
- U. MENNICKE
Röntgenstreuung an mesostrukturierten Silikatcompositen.
Univ. München/D (1999)
- H. MINUTH
Untersuchung von Nanopartikeln als Träger von Wirkstoffen (SLN).
Univ. Greifswald/D (1999)
- C.U. PINNOW
Nanokristallisation von dünnen amorphen Ta-Si-N und Ti-Si-Ni Schichten.
Univ. Göttingen/D (1999)
- J. RIECHEN
Charakterisierung eines 3-Channeltron-Photoelektronen-Spektrometers und elektronische Eigenschaften von TiSe₂ und NbSe₂.
Univ. Kiel/D (1999)
- K. RUPPRECHT
Hochdruck-Mößbaueruntersuchungen zum Magnetismus von RFe₂ Laves-Phasen.
Univ. Paderborn/D (1999)
- D. SCHRUPP
Synthese epitaktischer Galliumnitrid-Schichten durch Stickstoffionenstrahl gestützte Abscheidung auf Saphir.
Univ. Augsburg/D (1999)
- R. SCHWERTBERGER
Strukturelle Charakterisierung von ionengestützt deponierten Galliumnitrid-Schichten.
Univ. Augsburg/D (1999)
- M. SIKORA
Badanie związkow wykazujacych kolosalny magnetoopor metode XMCD (XMCD Study of CMR Compounds).
Univ. of Cracow/PL (1999)
- T. SOYKA
Konstruktion einer in-situ-Kristallspaltanlage und ihre Anwendung für spektroskopische Untersuchungen an Natriumiodid.
Univ. Hamburg/D (1999)
- D. SPANKE
Elektronenspektroskopie und Elektronenmikroskopie zur Untersuchung der magnetischen Eigenschaften dünner Schichtstrukturen.
Univ. Düsseldorf/D (1999)

R. TALLON
The Use of Fourier-Based Filtering for the Enhancement of SXRT Images.
Univ. of Dublin/IRL (1999)

L. TARCAK
Präparation und Rastertunnelmikroskopie von Nano-Drahtnetzwerken aus Rubidium auf Schichtkristallen.
Univ. Kiel/D (1999)

G. THORWARTH
Bildung von Ritanoxidschichten mittels Plasma-Immersionen-Implantation.
Univ. Augsburg/D (1999)

EMBL

Für eine Liste der Veröffentlichungen und Vorträge wird auf den EMBL-Forschungsbericht verwiesen.

Max-Planck-Gesellschaft

Veröffentlichungen

T. AUERBACH, M. PIOLETTI, H. AVILA, K. ANAGNOSTOPOULOS, S. WEINSTEIN, F. FRANCESCHI, A. YONATH
Genetic and Biochemical Manipulations of the Small Ribosomal Subunit from *Thermus Thermophilus* Hb8.
Zur Veröffentl. in *Biomolecular Structure and Dynamics*

J.M. DIAS, M.E. THAN, A. HUMM, R. HUBER, G.P. BOURENKOV, H.D. BARTUNIK, S. BURSAKOV, J. CALVETE, J. CALDEIRA, C. CARNEIRO, J.J.G. MOURA, I. MOURA, M.J. ROMÃO
Crystal Structure of the First Dissimilatory Nitrate Reductase at 1.9 Å Solved by MAD Methods.
Structure 7 (1999) 65

O. EINSLE, A. MESSERSCHMIDT, P. STACH, G.P. BOURENKOV, H.D. BARTUNIK, R. HUBER, P.M.H. KRONECK
Structure of Cytochrome c Nitrite Reductase.
Nature 400 (1999) 476

P. FRIEDHOFF, M. VONBERGEN, E.M. MANDELKOW, E. MANDELKOW
Structure of Tau Protein and Assembly into Paired Helical Filaments.
Zur Veröffentl. in *BBA-Molec. Basis of Disease*

W. GRABARSE, M. VAUPEL, J.A. VORHOLT, S. SHIMA, R.K. THAUER, A. WITTERSHAGEN, G. BOURENKOV, H.D. BARTUNIK, U. ERMLER

The Crystal Structure of Methenyltetrahydromethanopterin Cyclohydrolase from the Hyperthermophilic Archaeon *Methanopyrus Kandleri*.
Structure 7 (1999) 1257

J. HARMS, A. TOCILJ, I. LEVIN, I. AGMON, H. STARK, I. KÖLLN, M. VANHEEL, M. CUFF, F. SCHLÜNZEN, A. BASHAN, F. FRANCESCHI, A. YONATH
Elucidating the Medium-Resolution Structure of Ribosomal Particles: An Interplay between Electron Cryo-Microscopy and X-Ray Crystallography.
Structure 7 (1999) 931

D. JANELL, A. TOCILJ, I. KÖLLN, F. SCHLÜNZEN, M. GLÜHMANN, H.A.S. HANSEN, J. HARMS, A. BASHAN, I. AGMON, H. BARTELS, M. KESSLER, S. WEINSTEIN, F. FRANCESCHI, A. YONATH
Ribosomal Crystallography and Heteropolytungstates.
In: *Polyoxometalate Chemistry with Interdisciplinary Aspects: From Topology to Industrial Applications*, M. Pope, A. Müller (Eds.), Kluwer Academic Publ. (2000)

G.S. KACHALOVA, A.N. POPOV, H.D. BARTUNIK
A Steric Mechanism for Inhibition of CO Binding to Heme Proteins.
Science 284 (1999) 473

D. KOSCIESZA, H.D. BARTUNIK
Extraction of Single Bunches of Synchrotron Radiation from Storage Rings with an X-Ray Chopper Based on a Rotating Mirror.
J. Synchrotron Rad. 6 (1999) 947

S. MACEDO-RIBEIRO, W. BODE, R. HUBER, M.A. QUIN-ALLEN, S.W. KIM, T.L. ORTEL, G.P. BOURENKOV, H.D. BARTUNIK, M.T. STUBBS, W.H. KANE, P. FUENTES-PRIOR
Crystal Structures of the Membrane-Binding C2 Domain of Human Coagulation Factor V.
Nature 402 (1999) 434

E. MANDELKOW, A. HOENGER
Structures of Kinesin and Kinesin-Microtubule Interactions.
Curr. Opin. Cell Biol. 11 (1999) 34

A. MARX, J. PLESS, E.M. MANDELKOW, E. MANDELKOW
On the Rigidity of the Cytoskeleton: Are MAPs Crosslinkers or Spacer of Microtubules?
Zur Veröffentl. in *Cell. Molec. Biol.*

L. MEIJER, A. THUNISSEN, A.M. WHITE, M. NIKOLIC, L.H. TSAI, K. CLEVERLEY, P. SALINAS, J. WALTER, M. GARNIER, Y.Z. WU, J. BIERNAT, E.M. MANDELKOW, S.H. KIM, G.R. PETTIT
Inhibition of Cyclin-Dependent Kinases 1, 2 and 5, GSK-3b and Casein Kinase 1 by Hymenialdisine, a Marine Sponge Constituent. Crystal Structure of a CDK2-Hymenialdisine Complex – Implications in Alzheimer's Disease.
Zur Veröffentl. in *Molec. Pharmacol.*

J. MÜLLER, A. MARX, S. SACK, Y.H. SONG, E. MANDELKOW
The Structure of the Nucleotide-Binding Site of Kinesin.
Biol. Chem. 380 (1999) 981

S. SACK, J.F. KULL, E. MANDELKOW
Motor Proteins of the Kinesin Family: Structures, Variations, and Nucleotide Binding Sites.
Eur. J. Biochem. 262 (1999) 1

F. SCHLÜNZEN, I. KÖLLN, D. JANELL, M. GLÜHMANN, I. LEVIN, A. BASHAN, J. HARMS, H. BARTELS, T. AUERBACH, M. PIOLETTI, H. AVILA, K. ANAGNOSTOPOULOS, H.A.S. HANSEN, W.S. BENNETT, I. AGMON, M. KESSLER, A. TOCILJ, M. PERETZ, S. WEINSTEIN, F. FRANCESCHI, A. YONATH

The Identification of the Selected Components in Electron Density Maps of Prokaryotic Ribosomes at 7Å Resolution.
J. Synchrotron Rad. 6 (1999) 928

E. SCHÖNBRUNN, W. PHILIPPEN, B. TRINCZEK, S. SACK, S. ESCHENBURG, E.M. MANDELKOW, E. MANDELKOW
Crystallization of a Macromolecular Ring Assembly of Tubulin Liganded with the Anti-mitotic Drug Podophyllotoxin.
J. Struct. Biol. 128 (1999) 211

T. SOULIMANE, G. BUSE, G.P. BOURENKOV, H.D. BARTUNIK, R. HUBER, M.E. THAN
Structure and Mechanism of the ba3-cytochrome c Oxidase from *Thermus thermophilus*.
Zur Veröffentlichung.

A. TOCILJ, F. SCHLÜNZEN, D. JANELL, M. GLÜHMANN, H.A.S. HANSEN, J. HARMS, A. BASHAN, A. AGMON, H. BARTELS, F. FRANCESCHI, A. YONATH
The Small Ribosomal Subunit from *Thermus thermophilus* at 4.5 Å Resolution: Pattern Fittings and the Identification of a Functional Site.
PNAS 96 (1999) 14 252

M.C. WAHL, G.P. BOURENKOV, H.D. BARTUNIK, R. HUBER
Flexibility, Conformational Diversity, and Two Dimerization Modes in Complexes of Ribosomal Protein L12.
Zur Veröffentlichung.

S. WEINSTEIN, W. JAHN, C. GLOTZ, F. SCHLÜNZEN, I. LEVIN, D. JANELL, J. HARMS, I. KÖLLN, H.A.S. HANSEN, M. GLÜHMANN, W.S. BENNETT, H. BARTELS, A. BASHAN, I. AGMON, M. KESSLER, M. PIOLETTI, H. AVILA, K. ANAGNOSTOPOULOS, M. PERETZ, T. AUERBACH, F. FRANCESCHI, A. YONATH
Metal Compounds as Tools for the Construction and the Interpretation of Medium-Resolution Maps of Ribosomal Particles.
J. Struct. Biol. 127 (1999) 141

Dissertationen

R. GODEMANN
Funktionelle Untersuchungen des Tau-Proteins: Einfluss auf den Mikrotubuli-abhängigen Transport und die in vitro Phosphorylierung.
Univ. Hamburg/D (1999)

J. HARMS
Kristallographische Untersuchungen der großen ribosomalen Untereinheit von *Haloarcula marismortui*.
Univ. Hamburg/D (1999)

T. KAMPERS

Aggregation des Tau-Proteins zu den paarigen helikalen Filamenten der Alzheimer Krankheit in vitro: Einfluss der Isoformen des Tau-Proteins.
Univ. Hamburg/D (1999)

W. PHILIPPEN

Charakterisierung des prokaryontischen Zellteilungsproteins FtsZ als Modell für das eukaryontische zytoskelettäre Protein Tubulin.
Univ. Hamburg/D (1999)

K. STAMER

Tau-Protein in neuronalen Zellen: Einfluss auf den Mikrotubuli-abhängigen Transport.
Univ. Hamburg/D (1999)

Elektronik-Entwicklung

Veröffentlichung

P. KAPPEN, L. TRÖGER, H. ZINK, G. MATERLIK, C. RECKLEBEN, K. HANSEN, J.-D. GRUNWALDT, B.S. CLAUSEN
Silicon Drift Detectors as a Tool for Time Dependent Fluorescence XAFS Studies on Low Concentrated Catalysts.
HASYLAB-Jahresbericht 1999

Vorträge

S. HILLERT, R. ISCHEBECK, U.C. MÜLLER, S. ROTH, K. HANSEN, P. HOLL, S. KARSTENSEN, J. KEMMER, P. LECHNER, J.S.T. NG, L. STRÜDER
Test Results on the Silicon Pixel Detector for the TTF-FEL Beam Trajectory Monitor.
Proc. of the 21st Int. Conf. on Free Electron Laser (FEL'99), Hamburg/D (1999)

K.H. MESS

Quench Protection at HERA.
CERN Genf/CH (1999)

Interner Bericht

P. GÖTTLICHER, H. LIM, I. H. PARK, D. SON, Y. EISENBERG, Y. GAL
The Frontend Readout and Trigger Electronics for the FPC.
ZEUS-Note 99-13

DESY-Zeuthen

Veröffentlichungen

AMANDA COLLABORATION, E. ANDRES et al.
AMANDA: Principle and First Results for Muon Tracking in Deep Antarctic Ice.

DESY 99-073, astro-ph/9906203,
zur Veröffentl. in Astropart. Phys.

APE COLLABORATION, F. AGLIETTI et al.
Proposal for a Multi-TFlops LGT Computing Project.
DESY 99-105, Rome Preprint 1255/99, IFUP-TH 34/99,
Bicocca-FT-99-17

BAIKAL COLLABORATION, R.I. BAGDUEV et al.
Registration of Atmospheric Neutrinos with the Baikal Neutrino Telescope NT-96.
Astropart. Phys. 12 (1999) 75 und
DESY 99-017, astro-ph/9903341

BAIKAL COLLABORATION, V.A. BALKANOV et al.
In-situ Measurements of Optical Parameters in Lake Baikal with the Help of a Neutrino Telescope.
Appl. Optics 99 (1999) 6818 und DESY 99-018, astro-ph/9903342

Search for almost Vertically Upgoing Muons in the Lake Baikal Deep-Underwater Experiment.
Phys. At. Nucl. 62 (1999) 949

Suche nach schnellen magnetischen Monopolen im Tiefwasser-Experiment im Baikalsee.
Izv. Ross. Akad. Nauk, Fiz. 63 (1999) 598

Rekonstruktion von Myonspuren und Separation von Myonen aus der unteren Hemisphäre im Neutrino-Teleskop NT-96 im Baikalsee.
Izv. Ross. Akad. Nauk, Fiz. 63 (1999) 593

L3 COLLABORATION, M. ACCIARI et al.

Heavy Quarkonium Production in Z Decays.
Phys. Lett. B453 (1999) 94

Measurement of the Cross-Section for the Process $\gamma^* \gamma^* \rightarrow$ Hadrons at LEP.
Phys. Lett. B453 (1999) 333

Study of Neutral-Current Four-Fermion and ZZ Production in e^+e^- Collisions at $\sqrt{s} = 183$ GeV.
Phys. Lett. B450 (1999) 281

Measurement of Mass and Width of the W Boson at LEP.
Phys. Lett. B454 (1999) 386

Search for Scalar Leptons in e^+e^- Collisions at $\sqrt{s} = 183$ GeV.
Phys. Lett. B456 (1999) 83

Search for R-parity Violating Chargino and Neutralino Decays in e^+e^- Collisions up to $\sqrt{s} = 183$ GeV.
Phys. Lett. B459 (1999) 354

Measurement of an Elongation of the Pion Source in Z Decays.
Phys. Lett. B458 (1999) 517

Formation of the η_c in Two-Photon Collisions at LEP.
Phys. Lett. B461 (1999) 155

Search for Heavy Neutral and Charged Leptons in e^+e^- Annihilation at $\sqrt{s} = 183$ and 189 GeV.
Phys. Lett. B462 (1999) 354

Search for the Standard Model Higgs Boson in e^+e^- Interactions at $\sqrt{s} = 189$ GeV.
Phys. Lett. B461 (1999) 376

Search for Heavy Isosinglet Neutrinos in e^+e^- Annihilation at $130 < \sqrt{s} < 189$ GeV.
Phys. Lett. B461 (1999) 397

Measurement of Inclusive $D^{*\pm}$ Production in Two-Photon Collisions at LEP.
Phys. Lett. B467 (1999) 137

Measurement of the Spectroscopy of Orbitally Excited B Mesons at LEP.
Phys. Lett. B465 (1999) 323

Search for Low Scale Gravity Effects in e^+e^- Collisions at LEP.
Phys. Lett. B464 (1999) 135

Study of Z Boson Pair Production in e^+e^- Collisions at LEP at $\sqrt{s} = 189$ GeV.
Phys. Lett. B465 (1999) 363

Search for Charged Higgs Bosons in e^+e^- Collisions at $\sqrt{s} = 189$ GeV.
Phys. Lett. B466 (1999) 71

Measurement of R_b and $Br(b \rightarrow lvX)$ at LEP Using Double-Tag Methods.
Eur. Phys. J. C13 (2000) 47 und CERN-EP/99-121

Search for Scalar Leptons in e^+e^- Collisions at $\sqrt{s} = 189$ GeV.
Phys. Lett. B471 (1999) 280 und CERN-EP/99-128

Search for Charginos and Neutralinos in e^+e^- Collisions at $\sqrt{s} = 189$ GeV.
Phys. Lett. B472 (2000) 420 und CERN-EP/99-127

Single and Multi-Photon Events with Missing Energy in e^+e^- Collisions at $\sqrt{s} = 189$ GeV.
Phys. Lett. B470 (1999) 268 und
CERN-EP/99-129

Measurement of Triple-Gauge-Boson Couplings of the W Boson at LEP.
Phys. Lett. B467 (1999) 171 und CERN-EP/99-131

Searches for Scalar Quarks in e^+e^- Interactions at $\sqrt{s} = 189$ GeV.
Phys. Lett. B467 (1999) 171 und CERN-EP/99-137

Search for Excited Leptons at $\sqrt{s} = 189$ GeV.
Phys. Lett. B473 (2000) 177 und CERN-EP/99-138

Search for Neutral Higgs Bosons of the Minimal Supersymmetric Standard Model in e^+e^- Interactions at $\sqrt{s} = 189$ GeV.
Phys. Lett. B471 (1999) 321 und CERN-EP/99-145

Search for Extra Dimensions in Boson and Fermion Pair Production in e^+e^- Interactions at LEP.
Phys. Lett. B470 (1999) 281 und CERN-EP/99-146

- Measurement of the Probability of Gluon Splitting into Charmed Quarks in Hadronic Z Decays.
Phys. Lett. B476 (2000) 243 und CERN-EP/99-156,
- Direct Observation of Longitudinally Polarised W^\pm Bosons.
Phys. Lett. B474 (2000) 194 und CERN-EP/99-176
- Measurement of Hadron and Lepton-Pair Production at 130 GeV $< \sqrt{s} < 189$ GeV at LEP.
CERN-EP/99-181, zur Veröffentlich. in Phys. Lett. B
- Hard-Photon Production and Tests of QED at LEP.
Phys. Lett. B475 (2000) 198 und CERN-EP/99-180
- THE LEP COLLABORATIONS, ALEPH, DELPHI, L3 and OPAL, THE SLD HEAVY FLAVOUR GROUP and ELECTROWEAK GROUPS
A Combination of Preliminary Electroweak Measurements and Constraints on the Standard Model.
CERN-EP/99-015
- THE LEP COLLABORATIONS: ALEPH, DELPHI, L3 and OPAL
Limits on Higgs Boson Masses from Combining the Data of the Four LEP Experiments at Energies up to 183 GeV.
CERN-EP/99-060
- C. ALEXANDROU et al.
The Deconfinement Phase Transition in One Flavor QCD.
Phys. Rev. D60 (1999) 034504 und hep-lat/9811028
- E.C. ASCHENAUER et al.
Measurements of the Radiation Hardness of Selected Scintillating and Light Guide Fiber Materials.
DESY 99-078
- J. BÄHR et al.
A Fiber Detector Radiation Hardness Test.
DESY 99-079, zur Veröffentlich. in Nucl. Instrum. Methods A
- Investigation of Characteristics of Silicon APDs for Use in Fiber Trackers.
DESY Zeuthen 99-01
- D. BARDIN et al.
ZFITTER v.6.21: A Semianalytical Program for Fermion Pair Production in e^+e^- Annihilation.
DESY 99-070, hep-ph/9908433
- A.A. BEL'KOV et al.
Phenomenological Analysis of ε'/ε within an Effective Chiral Lagrangian Approach at $O(p^6)$.
Dubna preprint E2-99-236, zur Veröffentlich. in Nucl. Phys. B
- J. BLÜMLEIN, B. GEYER, D. ROBASCHIK
The Virtual Compton Amplitude in the Generalized Bjorken Region: Twist-2 Contributions.
Nucl. Phys. B560 (1999) 283 und DESY 99-020, hep-ph/9903520
- J. BLÜMLEIN, S. KURTH
Harmonic Sums and Mellin Transforms up to Two-Loop Order.
Phys. Rev. D60 (1999) 014018
- J. BLÜMLEIN, V. RAVINDRAN, W.L. VAN NEERVEN
Relations among Polarized and Unpolarized Splitting Functions beyond Leading Order.
J. Phys. G25 (1999) 1551
- J. BLÜMLEIN, T. RIEMANN (Eds.)
Proceedings of the 7th International Workshop on Deep Inelastic Scattering and QCD, DESY Zeuthen/D (1999)
(Nucl. Phys. B, Proc. Suppl. 79 (1999))
- J. BLÜMLEIN, W.L. VAN NEERVEN
Heavy Flavor Contributions to the Deep Inelastic Scattering Sum Rules.
Phys. Lett. B450 (1999) 417
- Less Singular Terms and Small x Evolution in a Soluble Model.
Phys. Lett. B450 (1999) 412
- J. BLÜMLEIN, A. TKABLADZE
Target Mass Corrections for Polarized Structure Functions and New Sum Rules.
Nucl. Phys. B553 (1999) 427
- Target Mass Corrections to the Spin-Dependent Structure Functions.
J. Phys. G25 (1999) 1553
- UKQCD COLLABORATION, C. BOWLER et al.
Quenched QCD with $O(a)$ Improvement. 1: The Spectrum of Light Hadrons.
OUTP-99-50P, hep-lat/9910022
- P. CHRISTOVA, M. JACK, T. RIEMANN
Hard Photon Emission in $e^+e^- \rightarrow \bar{f}f$ with Realistic Cuts.
Phys. Lett. B456 (1999) 264 und DESY 99-015, hep-ph/9902408
- M. CZAKON, J. GLUZA, M. ZRAŁEK
Nature of Neutrinos in the Light of Present and Future Experiments.
Phys. Lett. B465 (1999) 211 und hep-ph/9906381
- Left-Right Symmetry and Heavy Particle Quantum Effects.
hep-ph/9906356, zur Veröffentlich. in Nucl. Phys. B
- M. CZAKON et al.
Confronting Electroweak Precision Measurements with New Physics Models.
Eur. Phys. J. C13 (2000) 275 und DESY 99-128
- P. DUKA, J. GLUZA, M. ZRAŁEK
Quantization and Renormalization of the Manifest Left-Right Symmetric Model of Electroweak Interactions.
hep-ph/9910279, zur Veröffentlich. in Ann. Phys.,
- S. EIDELMAN et al.
Testing Nonperturbative Strong Interaction Effects via the Adler Function.
Phys. Lett. B454 (1999) 369 und DESY 98-206
- J. FLEISCHER, F. JEGERLEHNER, O.V. TARASOV
Algebraic Reduction of One Loop Feynman Graph Amplitudes.
Nucl. Phys. B566 (2000) 423 und DESY 99-086
- J. FLEISCHER et al.
Nonfactorizable $O(\alpha_s)$ Corrections to the Process $Z \rightarrow b\bar{b}$.
Phys. Lett. B459 (1999) 625 und BI-TP-99-07, hep-ph/9904256
- C. FORD, T. TOK, A. WIPF
Abelian Projection on the Torus for General Gauge Groups.
Nucl. Phys. B548 (1999) 585 und hep-th/9809209, FSUJ-TPI-98-11.

SU(N) Gauge Theories in Polyakov Gauge on the Torus.
Phys. Lett. B456 (1999) 155 und
hep-th/9811248, FSUJ-TPI-98-13

J. GARDEN et al.
Precision Computation of the Strange Quark's Mass in Quenched QCD.
DESY 99-075

M. GUAGNELLI, J. HEITGER
SSOR Preconditioning in Simulations of the QCD Schrödinger Functional.
DESY 99-155

M. GUAGNELLI et al.
Hadron Masses and Matrix Elements from the QCD Schrödinger Functional.
Nucl. Phys. B560 (1999) 465 und DESY 99-023

R. HAWKINGS, K. MÖNIG
Electroweak and CP Violation Physics at a Linear Collider Z Factory.
Eur. Phys. J. C8 (1999) 1 und DESY 99-157, hep-ex/9910022

J. HEITGER
Scaling Investigation of Renormalized Correlation Functions in O(a) Improved Quenched Lattice QCD.
Nucl. Phys. B557 (1999) 309 und DESY 99-024

W. HOLLIK et al.
Top Dipole Form Factors and Loop-Induced CP Violation in Supersymmetry.
Nucl. Phys. B551 (1999) 3 [Erratum: 557 (1999) 407] und
DESY 98-195, hep-ph/9812298

G. JAPARIDZE, W.D. NOWAK, A. TKABLADZE
Color Octet Contribution to J/ψ Photoproduction Asymmetries.
DESY 99-110, hep-ph/9908336, zur Veröffentlich. in Phys.Lett. B

F. JEGERLEHNER, K. KOŁODZIEJ
The Hard Bremsstrahlung Correction to $e^+e^- \rightarrow 4f$ with Finite Fermion Masses: Results for $e^+e^- \rightarrow u\bar{d}\mu^-\bar{\nu}_\mu$.
Eur. Phys. J. C12 (2000) 77 und DESY 99-052

T. KAMPS
Calibration of the Waveguide Beam Position Monitor.
Zur Veröffentlich. in Nucl. Instrum. Methods A

A. KHARCHILAVA et al.
Upsilon Polarization at HERA-B.
Phys. Rev. D59 (1999) 094023 und hep-ph/9811361

R. MANKEL, A. SPIRIDONOV
The Concurrent Track Evolution Algorithm: Extension for Track Finding in the Inhomogeneous Magnetic Field of the HERA-B Spectrometer.
Nucl. Instrum. Methods A426 (1999) 268 und
DESY 98-142, hep-ex/9809021

U. MÜLLER, G. WEIGT
The Complete Solution of the Classical SL(2, R)/U(1) Gauged WZNW Field Theory.
Commun. Math. Phys. 205 (1999) 421

Integration of the SL(2,R)/U(1) Gauged WZNW Model with Periodic Boundary Conditions.
Nucl. Phys. B568 (2000) 457 und
BMZ-TH/99-26, hep-th/9907057

A. NYFFELER, A. SCHENK
Gauge-Invariant Green's Functions for the Bosonic Sector of the Standard Model.
DESY 98-202, hep-ph/9812437

The Electroweak Chiral Lagrangian Reanalyzed.
DESY 99-088, hep-ph/9907294

V.A. SMIRNOV, O.L. VERETIN
Analytical Results for Dimensionally Regularized Massless On-Shell Double Boxes with Arbitrary Indices.
Nucl. Phys. B566 (2000) 469 und DESY 99-100, hep-ph/9907385

A. TKABLADZE
Bottomonium Polarization in Hadroproduction.
Phys. Lett. B462 (1999) 319 und DESY 99-082, hep-ph/9907210

Veröffentlichte Vorträge

Proc. of the 26th Int. Conf. on Cosmic Rays (ICRC) Salt Lake City/USA (1999)

AMANDA COLLABORATION, R. BAY et al.
AMANDA Search for High Energy Neutrinos Accompanying Gamma Ray Bursts.

AMANDA COLLABORATION, A. BOUCHTA et al.
Seasonal Variation of the Muon Flux Seen by AMANDA.

AMANDA COLLABORATION, E. DALBERG et al.
Nearly Vertical Upgoing Muons in the AMANDA B10 Detector.

AMANDA COLLABORATION, F. HALZEN et al.
From the First Neutrino Telescope AMANDA to the ICECUBE Observatory.

AMANDA COLLABORATION, G. HILL et al.
The AMANDA-B 10-String Array.

AMANDA COLLABORATION, S. HUNDERTMARK et al.
Up- and Downgoing Muons in the AMANDA-B4 Prototype Detector.

AMANDA COLLABORATION, A. KARLE et al.
Observation of Atmospheric Neutrino Events with AMANDA.

AMANDA COLLABORATION, J. KIM et al.
A Search for Point Sources of High Energy Neutrinos with the AMANDA Neutrino Telescope.

AMANDA COLLABORATION, D. LOWDER et al.
Digital Optical Module and System Design for a km-Scale Neutrino Detector in Ice.

AMANDA COLLABORATION, T. MILLER et al.
Calibration of AMANDA with Coincident Events from SPASE-2.

- AMANDA COLLABORATION, P. NIESSEN et al.
Search for Relativistic Monopoles with the AMANDA Detector.
- AMANDA COLLABORATION, R. WISCHNEWSKI et al.
Supernova Burst Analysis with the AMANDA Neutrino Telescope.
- AMANDA COLLABORATION, K. WOSCHNAGG et al.
Optical Properties of South Pole Ice at Depths from 140 to 2300 m.
- BAIKAL COLLABORATION, I. BELOLAPTIKOV et al.
Registration of Atmospheric Neutrinos with the Baikal Neutrino Telescope.
- BAIKAL COLLABORATION, N. BUDNEV et al.
A Method for Monitoring Inherent Optical Parameters at Underwater Neutrino Telescope Sites.
- BAIKAL COLLABORATION, L. KUZMICHEV et al.
The Lake Baikal Neutrino Telescope NT-200: First Year of Operation.
Search for Relativistic Monopoles with the Baikal Neutrino Telescope.
- BAIKAL COLLABORATION, O. STREICHER et al.
Muon Energy Determination with the Baikal Neutrino Telescope NT-96.
- Proc. of the 8th Int. Workshop on Deep Inelastic Scattering and QCD (DIS'99), Zeuthen/D (1999) (Nucl. Phys. B, Proc. Suppl. 79 (1999))**
- V. ARKADOV
Measurement of the Structure Functions F_2 and F_L at Low x .
- J. BLÜMLEIN
Harmonic Sums and Mellin Transforms.
hep-ph/9906491
- J. BLÜMLEIN, B. GEYER, D. ROBASCHIK
Representation of the Virtual Compton Amplitude for Polarized Scattering in the Generalized Bjorken Region.
hep-ph/9905280
- J. BLÜMLEIN, V. RAVINDRAN, W.L. VAN NEERVEN
Relations among Higher Order QCD Corrections.
hep-ph/9905513
- J. BLÜMLEIN, A. TKABLADZE
Nucleon Mass Corrections to Spin Dependent Structure Functions and Relations between their Twist-3 Contributions.
hep-ph/9905524
- F. MEISSNER
Double-Spin Asymmetry in Exclusive Vector Meson Production at HERMES.
- H. VOGT
Cross Section of Hadron Production in $\gamma\gamma$ Collisions at LEP.
- AMANDA COLLABORATION, C. SPIERING et al.
AMANDA: Status, Results and Future.
Proc. of the 8th Int. Workshop on Neutrino Telescopes, Venice/I (1999) und astro-ph/9906205
- The AMANDA-Neutrino Detector – Status Report.
6th Topical Seminar on Neutrino and Astro-Particle Physics, San Miniato/I (1999), zur Veröffentlich. in Nucl. Phys. B
- APE COLLABORATION, F. AGLIETTI et al.
Progress of the APEmille Project.
Proc. of the 17th Int. Sympos. on Lattice Field Theory, Pisa/I (1999)
- BAIKAL COLLABORATION, G. DOMOGATSKI et al.
Status of the Lake Baikal Experiment.
Proc. of the 5th Int. Conf. on Topics in Astropart. and Underground Physics, L'Aquila/I (1997) (Nucl. Phys. B, Proc. Suppl. 70 (1999))
- The Lake Baikal Experiment.
Proc. of the 18th Int. Conf. on Neutrino Physics and Astrophysics, Takayama/J (1998) (Nucl. Phys. B, Proc. Suppl. 77 (1999))
- BAIKAL COLLABORATION, Z. DZHILKIBAEV
The Lake Baikal Experiment: Selected Results.
Proc. of the 8th Int. Workshop on Neutrino Telescopes, Venice/I (1999) (Nucl. Phys. B, Proc. Suppl. 75A (1999)) und astro-ph/9906255
- BAIKAL COLLABORATION, L. KUZMICHEV et al.
The Lake Baikal Neutrino Telescope NT-200: Status, Results, Future.
Proc. of the Xth Int. Sympos. on Very High Energy Cosmic Ray Interactions, Gran Sasso/I (1998)
- I. AKUSHEVICH, H. BÖTTCHER, D. RYCKBOSCH
RADGEN 1.0, Monte Carlo Generator for Radiative Events in DIS on Polarized and Unpolarized Targets.
Proc. of the Workshop on Monte Carlo Generators for HERA Physics, Hamburg/D (1998) und hep-ph/9906408
- J. BÄHR et al.
Investigation of Silicon Avalanche Photodiodes for Use in Scintillating Fiber Trackers.
Proc. of the 2nd Int. Conf. on Photodetectors, Beaune/F (1999)
- M. BERGREN et al.
Study of Scalar Top Quarks at a Future e^+e^- -Linear Collider.
Proc. of the 4th Int. Workshop on Phys. and Exp. with Linear Colliders (LCWS'99), Sitges/E (1999)
- K. BERKHAN et al.
Large-System Experience with the ASD8-B Chip in the HERA-B Experiment.
Proc. of the 5th Workshop on Electronics for LHC Experiments, Snowmass/USA (1999) (CERN 99-09)
- J. BLÜMLEIN
Relations Between Polarized Structure Functions.
Proc. of the Workshop on Polarized Protons at High Energies, Hamburg/D (1999) und DESY 99-103, hep-ph/9907543
- QCD Evolution of Structure Functions at Small x .
Proc. of the Ringberg Workshop on New Trends in HERA Physics, Tegernsee/D (1999) und DESY 99-143, hep-ph/9909449
- E. BOOS et al.
Higgs to WW^* in $\gamma\gamma$ Collisions.
Proc. of the 4th Int. Workshop on Phys. and Exp. with Linear Colliders, Sitges/E (1999)

- Branching Fraction Measurement of the SM Higgs with a Mass of 160 GeV at Future Linear e^+e^- Colliders.
Proc. of the 2nd ECFA/DESY Linear Collider Workshop, Oxford/GB (1999)
Proc. of the 4th Int. Workshop on Phys. and Exp. with Linear Colliders, Sitges/E (1999) und DESY 99-130, hep-ph/9908487
- P. CHRISTOVA et al.
Predictions of ZFITTER v.6 for Fermion Pair Production with Acollinearity Cut.
Proc. of the 2nd ECFA/DESY Linear Collider Workshop, Oxford/GB (1999) und DESY 99-037, hep-ph/9908289
- C. COLDEWEY
The ZEUS Microvertex Detector.
Proc. of the 8th Int. Workshop on Vertex Detectors, Texel/NL (1999) (Nucl. Instrum. Methods A)
- Test of Silicon Strip Detectors for the ZEUS Microvertex Detector.
Proc. of the 7th Int. Conf. on Instrum. for Colliding Beam Physics (INSTR99), Hamamatsu/J (1999) (Nucl. Instrum. Methods A)
- S. COSTANTINI
New Results on Total Cross Section of Two-Photon Collisions and on Identified Hadrons.
Proc. of the Int. Europhys. Conf. on High Energy Physics, Tampere/FIN (1999)
- M. CZAKON, M. ZRAŁEK, J. GLUZA
Are Neutrinos Dirac or Majorana Particles?
Proc. of the 23rd School of Theoretical Physics, Ustron/PL (1999) und hep-ph/9910357
- S. DESANTIS, T. KAMPS, R. LORENZ
Microwave Characterization of the Waveguide BPM.
Proc. of the IEEE Part. Accel. Conf., New York/USA (1999)
- F. DEL AGUILA, J. GLUZA, M. ZRAŁEK
The Minimal Extension of the SM and the Neutrino Oscillation Data.
Proc. of the 23rd School of Theoretical Physics, Ustron/PL (1999) und hep-ph/9910472
- J. FLEISCHER, O. VERETIN
Techniques for Calculating Two-Loop Diagrams.
Proc. of the IVth Int. Symposium on Radiative Corrections (RADCOR'98): Applications of Quantum Field Theory to Phenomenology, Barcelona/E (1998) und hep-ph/9901402
- C. FORD, G. JORJADZE, G. WEIGT
Gauge Invariant Reduction and Integrability of $SL(2, R)/U(1)$ WZNW Theory.
Canonical Quantisation of the $SL(2, R)/U(1)$ Gauged WZNW Black Hole Model.
Proc. of the 9th Regional Conf. on Math. Phys., Istanbul/TR (1999), (Turk. J. Phys.)
- P. GARCIA-ABIA, W. LOHMANN
Measurement of the Higgs Cross Section and Mass with Linear Colliders.
Proc. of the 4th Int. Workshop on Phys. and Exp. with Linear Colliders (LCWS'99), Sitges/E (1999) und hep-ex/9908065
- J. GARDEN et al.
Low Energy Physics from the QCD Schrödinger Functional.
Proc. of the 17th Int. Sympos. on Lattice Field Theory, Pisa/I (1999) und DESY 99-134
- H. HENSCHHEL
The Backward Silicon Tracker of the H1 Experiment at HERA.
Proc. of the 7th Int. Conf. on Instrum. for Colliding Beam Physics (INSTR99), Hamamatsu/J (1999)
- I. IASHVILI
Chargino-Neutralino Searches at LEP.
Proc. of the Conf. of the APS Meeting of the Division of Particles and Fields (DPF'99), Los Angeles/USA (1999)
- M. JACK
QED Radiative Corrections to $e^+e^- \rightarrow \bar{f}f$ with Realistic Cuts at LEP Energies and beyond.
Proc. of the 16th Int. Workshop on High Energy Physics and Quantum Field Theory, Moscow/RUS (1999) und DESY 99-166, hep-ph/9911296
- M. JACK, T. RIEMANN
Prospects and Problems in Fermion Pair Production.
Proc. of the 4th Int. Workshop on Phys. and Exp. with Linear Colliders (LCWS'99), Sitges/E (1999) und hep-ph/9909401
- F. JEGERLEHNER
Hadronic Effects in $(g-2)_\mu$ and $\alpha_{\text{QED}}(M_Z)$: Status and Perspectives.
Proc. of the 4th Int. Sympos. on Radiative Corrections, Barcelona/E (1998) und DESY 99-007
- R. KAISER
Physics Results from HERMES.
Proc. of the RHIC Spin Symposium, BNL Upton/USA (1999)
- R. KERANEN et al.
Study of Scalar Top Quarks at a Future e^+e^- Linear Collider.
Proc. of the 4th Int. Workshop on Phys. and Exp. with Linear Colliders (LCWS'99), Sitges/E (1999)
- M. KLEIN
Structure Functions in Deep Inelastic Lepton-Nucleon Scattering.
Proc. of the Int. Lepton-Photon-Symposium, Stanford/USA (1999)
- F. KNECHTLI
String Breaking and Lines of Constant Physics in the $SU(2)$ Higgs Model.
Proc. of the 17th Int. Sympos. on Lattice Field Theory, Pisa/I (1999) und DESY 99-152
- V. KOROTKOV
Spin Asymmetry in the Photoproduction of Pairs of High p_T Hadrons at HERMES.
Proc. of the Int. Workshop on Symmetry and Spin (SPIN'99), Prague/CZ (1999)
- V. KOROTKOV, W.D. NOWAK
The Physics Case for Polarised Proton-Nucleon Scattering at HERA.
Proc. of the Workshop on Polarized Protons at High Energies – Accel. Challenges and Physics Opportunities, Hamburg/D (1999) (DESY-PROC-1999-03) und DESY 99-122, hep-ph/9908490

- M. KURTH, R. SOMMER
Renormalization of the Static-Light Axial Current.
Proc. of the 17th Int. Sympos. on Lattice Field Theory, Pisa/I (1999) und DESY 99-145
- W. LOHMANN
Physics with the Tau Lepton.
Proc. of the 2nd Int. Conf. on Phys. beyond the Standard Model „Beyond the Desert“, Ringberg Castle, Tegernsee/D (1999)
Proc. of the 9th Lomonosov Conf. on Elementary Particle Physics, Moscow/RUS (1999)
- F. MEISSNER
Spin Asymmetries in Exclusive ρ , ϕ , and J/ψ Production at HERMES.
Proc. of the Workshop on the Structure of the Nucleon (NUCLEON'99), Frascati/I (1999)
- K. MÖNIG
Running TESLA on the Z-Pole.
Proc. of the 4th Int. Workshop on Phys. and Exp. with Linear Colliders (LCWS'99), Sitges/E (1999)
Electroweak Studies at a Linear Collider Z Factory.
Electroweak Physics, Experimental Aspects.
UK Phenomenology Workshop on Collider Physics, Durham/GB (1999) und hep-ex/9911045
- T. NAUMANN
The Proton Structure at Medium Q^2 at HERA.
Proc. of the 13th Topical Conf. on Hadron Collider Physics, Mumbai/IND (1999)
- H. NOWAK
MSSM SUSY Searches at LEP.
Proc. of the Int. Europhysics Conf. on High Energy Physics, Tampere/FIN (1999)
- M. POHL, H.J. SCHREIBER
SIMDET – Version 3: A Parametric Monte Carlo for a TESLA Detector.
DESY 99-030
- S. RIEMANN
Sensitivity of Fermion Pair Production to New Physics Phenomena.
Proc. of the 4th Int. Workshop on Phys. and Exp. with Linear Colliders (LCWS'99), Sitges/E (1999)
- H. SIMMA
PCs for Multi-TFlops LGT Compute Engines?
Proc. of the Workshop on PC-Nets, Gran Sasso/I (1999)
- U. UWER et al.
The HERA-B Outer Tracker.
Proc. of the Int. Europhysics Conf. on High Energy Physics, Tampere/FIN (1999)
- Vorträge**
- DPG Frühjahrstagung Teilchenphysik, Heidelberg/D (1999)**
- V. ARKADOV
Messung tiefinelastischer Streuung mit dem H1 BST.
- D. ECKSTEIN
Messung der Strukturfunktion F_L mit H1.
- Y. GÄRBER
Messung der Streuquerschnittsaszmetrie bei kleinen Q^2 und Bjorken-x mit dem HERMES-Experiment – Erweiterung des kinematischen Bereiches ($0.0042 < x_{Bj} < 0.0212$ und $0.2 < Q^2 < 0.8$).
- I. IASHVILI, S. RIEMANN
Search for New Physics in Fermion-Pair Production at LEP.
- M. JACK
Hard-Photon Radiation in $e^+e^- \rightarrow \bar{f}f$ with Realistic Cuts.
- A. KOPP
Suche nach Higgs-Bosonen im L3-Experiment.
- M. LEUTHOLD
Untersuchungen verschiedener Konfigurationen für den IceCube-Detektor am Südpol.
- P. NIESSEN
Suche nach relativistischen magnetischen Monopolen mit AMANDA-B10.
- V. RAVINDRAN
On the Drell-Yan-Levy Relation.
SLAC Stanford/USA (1999)
- S. SCHAREIN
Die 3. Triggerstufe des HERA-B-Experimentes: Algorithmen und Test während der Datennahme 1998.
- T. SCHMIDT
Entwurf eines digitalen optischen Moduls für das AMANDA Experiment.
- A. SCHREINER
Untersuchung von Alterungseffekten in den HERA-B Wabendriftkammern.
- C. SPIERING
Status, Ergebnisse und Perspektiven von AMANDA und Baikal.
- O. STREICHER
Rekonstruktion der Energie von Myonen im Baikal Detektor.
- U. UWER
Alterung von Gasdetektoren bei intensiver Bestrahlung mit Hadronen.
- C. WIEBUSCH
Suche nach neutrino-induzierten Myon-Ereignissen im AMANDA Experiment.
- E.C. ASCHENAUER
The Experiment and Physics of HERMES.
The HERMES Experiment and its Physics Program.
Hamburg/D (1999)
- J. BLÜMLEIN
Leptoquark Pair Production in $\gamma\gamma$ Scattering.
Oxford/GB (1999)

- Less Singular Terms and Small x Evolution in a Soluble Model.
Tel Aviv/IL (1999)
- Twist-2 and Twist-3 Integral Relations Between Polarized Structure Functions.
Florence/I (1999)
Tokyo/J (1999)
- On the Short Distance Structure of the Proton.
Kolloquiumsvortrag, Graz/A (1999)
- C. COLDEWEY
Measurements of Open Charm Production.
Workshop on New Results from HERA, Schloss Ringberg, Tegernsee/D (1999)
- M. DUBININ
Probing of the Wtb coupling in $t\bar{t}$ Pair Production at Linear Colliders.
2nd ECFA/DESY Linear Collider Study Meeting, Obernai/F (1999)
- Some Comparisons of Possibilities with NLC and LHC in Non-standard Gauge Boson, Top and Higgs Sectors.
2nd ECFA/DESY Linear Collider Study Meeting, Obernai/F (1999)
- C. FORD
ADHM in a Box.
Workshop on Strongly Coupled Gauge Theories, Jena/D (1998)
- ADHM on the Torus.
11th Workshop on Beyond the Standard Model, Bad Honnef/D (1999)
- Parafermions and the $SL(2, R)/U(1)$ WZNW Black Hole Model.
4th Bologna Workshop on CFT and Integrable Models, Bologna/I (1999)
- Instantons on the Torus.
33rd Symposium Ahrenschoop on Advances and Trends in Quantum Field Theory, Buckow/D (1999)
- Parafermions and Witten's $SL(2, R)/U(1)$ Black Hole Model.
Inst. Adv. Stud. Dublin/IRL (1999)
Workshop on Problems of Theor. and Math. Phys., Tbilisi/Georgia (1999)
- P. GARCIA-ABIA, W. LOHMANN
Determination of the Higgs Production Cross Section at $\sqrt{s} = 350$ GeV.
2nd ECFA/DESY Linear Collider Study Meeting, Oxford/GB (1999)
- Y. GÄRBER
Measurement of the Proton Spin Structure Function g_1^p at low Q^2 and Bjorken- x with the HERMES-Experiment.
Humboldt Univ. Berlin/D (1999)
- A. GELLRICH
The LINUX-PC Farm for Online Event Reconstruction of HERA-B.
3rd LHC Computing Workshop, Marseille/F (1999)
9th IEEE NPSS Real Time Conference, Santa Fe/USA (1999)
- J. HEITGER
The Renormalization Group Invariant Mass of the Strange Quark in Quenched Lattice QCD.
Münster/D (1999)
- J.I. ILLANA
Supersymmetric CP Violation in Top-Pair Production.
ECFA/DESY Linear Collider Workshop, Frascati/I (1998)
- Heavy Neutral MSSM Higgs Bosons at the Photon Linear Collider.
2nd ECFA/DESY Linear Collider Study Meeting, Oxford/GB (1999)
- M. JACK
Hard-Photon Radiation in $e^+e^- \rightarrow f\bar{f}$ from PETRA to LC with Realistic Cuts.
2nd ECFA/DESY Linear Collider Study Meeting, Oxford/GB (1999)
- FCNC in Z Decays.
DESY Theory Workshop, Hamburg/D (1999)
- F. JEGERLEHNER
Hadronic Contributions to $(g-2)_\mu$ and $\alpha(M_Z)$.
Int. Workshop on e^+e^- Collisions, Novosibirsk/RUS (1999)
- Theoretical Issues and Non-QCD Physics.
ECFA Working Panel, Genf/CH (1999)
- Hadronic Contributions to $(g-2)_\mu$.
Int. Sympos. on Lepton Moments, Heidelberg/D (1999)
- The Standard Model of the Elementary Particles and Their Interactions: Theoretical Aspects.
Graduiertenkolleg, Berlin/D (1999)
- Sigma-Hadronic and Precision Tests of the Standard Model.
LNF Spring School and EURODAΦNE Meeting, Frascati/I (1999)
- Bericht zum „ECFA Panel on the Future of Lattice QCD in Europe“.
ZIB Workshop on Power-User und Supercomputer, Berlin/D (1999)
- Loop Verein Working Group: Introduction and Status Overview. Summary of the Loop Verein Working Group.
2nd ECFA/DESY Linear Collider Study Meeting, Obernai/F (1999)
- Wohin entwickelt sich die Theorie der Elementarteilchen?
URANIA, Berlin/D (1999)
- R. KAISER
HERMES and the Spin Structure of the Nucleon.
Research Progress Meeting, LBL Berkeley/USA (1999)
Oregon State Univ. Corvallis/USA (1999)
Univ. of Oregon Eugene/USA (1999)
- The HERMES RICH Detector.
Kolloquiumsvortrag, Simon Fraser Univ., Vancouver/CAN (1999)
TRIUMF Vancouver/CAN (1999)
- A. KOPP
Search for Higgs Bosons at L3/LEP.
11th Rencontre de Blois, Frontiers Matter, Blois/F (1999)
- W. LOHMANN
 e^+e^- Physics with LEP and the Linear Collider.
Dubna School, Minsk/GBR (1999)
- M. MEDINNIS
HERA-B Status.
19th Int. Sympos. on Lepton and Photon Int., Stanford/USA (1999)

K. MÖNIG

First Look into Bhabhas for Beamstrahlung Measurements.
Tesla at Lower Energies: Electroweak Aspects.
Electroweak Measurements on the Z.
2nd ECFA/DESY Linear Collider Study Meeting, Oxford/GB
(1999)

Concept for the Global Tracking.
Measuring Beamstrahlung with Bhabhas.
Using the Blondel-Scheme at the High Energy.
2nd ECFA/DESY Linear Collider Study Meeting, Obernai/F (1999)

What have we Learned from LEP1 (and SLC)? Precision Tests
of the Standard Model.
Kolloquiumsvortrag, Univ. Hamburg/D (1999)

Issues on Linear Colliders.
DELPHI Forum CERN, Genf/CH (1999)

LEP, SLD and the Standard Model.
Graduiertenkolleg, Humboldt Univ. Berlin/D (1999)

R. NAHNHAUER
Messen im Mikrokosmos.
TFH Wildau/D (1999)

P. NIESSEN
Search for Relativistic Monopoles with AMANDA.
6th Topical Seminar on Neutrino and Astro-Particle Physics, San
Miniato/I (1999)

A. NYFFELER
Gauge-Invariant Effective Field Theory for a Heavy Higgs Boson.
Workshop on Chiral Effective Theories, Bad Honnef/D (1998)

Effective Field Theory and Gauge-Invariant Matching for a Heavy
Higgs Boson.
CPT Marseille/F (1999)

The Electroweak Chiral Lagrangian Reanalyzed.
2nd ECFA/DESY Linear Collider Study Meeting, Oxford/GB
(1999)

Effective Field Theory Analysis of the Oblique Correction Para-
meters S, T, U.
Univ. Bern/CH (1999)

The Electroweak Chiral Lagrangian Revisited.
33rd Symposium Ahrenschoop on Adv. and Trends in Quantum
Field Theory, Buckow/D (1999)

V. RAVINDRAN
Relations between Space- and Timelike Evolution Kernels.
Univ. München/D (1999)

On the Drell-Yan-Levy Relation.
SLAC Stanford/USA (1999)

S. RIEMANN
New Physics Phenomena in Fermion-Pair Production.
2nd ECFA/DESY Linear Collider Study Meeting, Oxford/GB
(1999)

T. RIEMANN

Prospects and Problems in Two-Fermion Production at LEP2 and
LC.
Univ. Würzburg/D (1999)
Univ. München/D (1999)
Univ. Wuppertal/D (1999)

Flavor Changing Neutral Currents and $Z \rightarrow e\mu, \mu\tau, \tau e$ and Run-
ning the LC at the Z Peak.
2nd ECFA/DESY Linear Collider Study Meeting, Oxford/GB
(1999)

S. SCHLENSTEDT
Proton Parton Distributions.
Workshop on Exclusive and Semiexclusive Processes at High
Momentum Transfer, Newport News/USA (1999)

T. SCHMIDT
AMANDA – Neutrinojagd am Südpol.
Tage der Forschung, Cottbus/D (1999)

H.J. SCHREIBER
SIMDET and its Application for a $\gamma\gamma$ Collider.
2nd ECFA/DESY Linear Collider Study Meeting, Obernai/F (1999)

Muon Background.
2nd ECFA/DESY Linear Collider Study Meeting, Obernai/F (1999)

U. SCHWANKE
HERA-B Running 98/99.
Humboldt Univ. Berlin/D (1999)

H. SIMMA
Lattice QCD Simulations.
Dip. Elettronica et Ingeneria, Padova/I (1999)

Status of APemille.
3rd Japan-German Seminar on Lattice Field Theory on TFlops
Supercomputers, Kanazawa/J (1999)

R. SOMMER
New Applications of the QCD Schrödinger Functional.
Summer Inst. on Numerical Simulations of Field Theories, L'A-
quila/I (1999)

Lattice Field Theories and the Fundamental Parameters of QCD.
Würzburg/D (1999)

C. SPIERING
Neue Fenster zum Universum.
Sternwarte Kassel/D (1999)

Measurement of Photomultiplier Collection Efficiencies.
Workshop on Photosensors, Karlsruhe/D (1999)

Status and Perspectives of AMANDA.
Humboldt Univ. Berlin/D (1999)

Mensch und Kosmos aus der Sicht der Physik.
Gottfried-Arnold Sympos., Perleberg/D (1999)

C. STEGMANN
The Outer Tracker System for HERA-B.
7th Int. Conf. on Instrum. for Colliding Beam Physics (INSTR99),
Hamamatsu/J (1999)

B. STRAUB
ZEUS SUSY Results.
Conf. on Higgs and SuperSymmetry, Gainesville/USA (1999)

H. THOM
Technische Mechanik I bis IV und Präzisionsmaschinenbau.
FHTW-Berlin/D (1999)

A. TKABLADZE
Spin Effects in Heavy Quarkonium Production.
Int. Workshop on Flavour Production, Santorini/GR (1999)

U. UWER
Alterung von Gasdetektoren bei intensiver Bestrahlung mit Hadronen.
Bonn/D (1999)

Aging of Gaseous Detectors under Irradiation with Hadronic Particles.
Berlin/D (1999)

G. WEIGT
Canonical Quantisation of the $SL(2, R)/U(1)$ Gauged WZNW Black Hole Model.
9th Regional Conf. on Math. Phys., Istanbul/TR (1999)

C. WIEBUSCH
Results from AMANDA and Baikal.
Saclay/F (1999)

Neutrinoastronomie am Südpol.
Sternwarte Recklingshausen/D (1999)

High Energy Neutrino Astronomy at the South Pole.
Workshop on German American Frontiers on Science, Potsdam/D (1999)

R. WISCHNEWSKI
High Energy Neutrino Telescopes.
DESY Workshop on News from the Universe, Hamburg/D (1999)

Dissertationen

D. HASCH
Messung der polarisierten Strukturfunktion $g_1(x, Q^2)$ des Protons
Humboldt Univ. Berlin/D (1999)

F. KNECHTLI
The Static Potential in the $SU(2)$ Higgs Model.
Humboldt Univ. Berlin/D (1999)
DESY-THESIS 1999-031

A. KOPP
Search for Higgs Bosons using the L3 Detector at LEP.
Humboldt Univ. Berlin/D (1999)

F. ZIEGLER
Measurement of the Branching Fractions of the Tau into Leptons with the L3 Detector at LEP
Humboldt Univ. Berlin/D (1999)

Diplomarbeit

M. KOWALSKI
On the Reconstruction of Cascade-Like Events in the AMANDA Detector.
Humboldt Univ. Berlin/D (1999)

M-Bereich

Veröffentlichungen

L.V. ALEXEEVNA et al.
Update Report: Acceleration of Polarized Protons to 920 GeV at HERA.

UM-HE-99-05

D.P. BARBER, G.H. HOFFSTAETTER, M. VOGT
Higher-Order Effects in Polarized Proton Dynamics.
Phys. Rev. STAB 2 (1999) 114001

Spin Motion at High Energy in HERA-p.
UM-HE-99-05 17

D.P. BARBER, G. RIPKEN
Radiative Polarization, Computer Algorithms and Spin Matching in Electron Storage Rings.
In: Handbook of Accelerator Physics and Engineering, A.W. Chao, M. Tigner (Eds.), World Scientific, Singapore (1999) und DESY 99-095

D. BARBER, A. DE ROECK, G. RAEDEL (Eds.)
Proceedings of the Workshop on Polarized Protons at High Energies – Accelerator Challenges and Physics Opportunities, Hamburg/D (1999) (DESY-PROC-1999-03)

M. DOHLUS, R. SCHUHMAN, T. WEILAND
Calculation of Frequency Domain Parameters Using 3D Eigen-solutions.
Int. J. Numer. Model., Electron. Netw. Devices Fields (1999) 41

G.H. HOFFSTAETTER
Spin Matching.
UM-HE-99-05 25

C. MONTAG, J. ROSSBACH
Ground Vibration.
In: Handbook of Accelerator Physics and Engineering, A.W. Chao, M. Tigner (Eds.), World Scientific, Singapore (1999)

A. PIWINSKI
Synchro-Betatron Resonances.
Touschek Effect and Intrabeam Scattering.
Special Impedances for Lossy Smooth Pipes.
In: Handbook of Accelerator Physics and Engineering, A.W. Chao, M. Tigner (Eds.), World Scientific, Singapore (1999)

K. REHLICH
Controls and Timing.
In: Handbook of Accelerator Physics and Engineering, A.W. Chao, M. Tigner (Eds.), World Scientific, Singapore (1999)

S. SULTANSOY
The Post-HERA Era: Brief Review of Future Lepton-Hadron and Photon-Hadron Colliders.
DESY 99-159

J.G. WEISEND (Ed.)
Handbook of Cryogenic Engineering.
Taylor and Francis, Philadelphia/USA (1998)

K. YOKOYA
An Algorithm for Calculating the Spin Tune in Circular Accelerators.
DESY 99-006

Veröffentlichte Vorträge

Proceedings, HERA-Betriebsseminar, Grömitz/D (1999) (DESY HERA 99-04)

R. BACHER
Zur Lebensdauer des e-Strahls in HERA.

D.P. BARBER, M. BERGLUND, E. GIANFELICE
Polarization 2000 – Accelerators and Polarimetry.

M. BERGLUND
Polarisation 2000 – Beschleuniger und Polarimetrie.

M. BIELER
HERA Lumi-Upgrade: Strahlsteuerung in den Wechselwirkungszonen.

H.D. BRÜCK
Supraleitende Magnete für den HERA Lumi-Upgrade.

W. EBELING
DESY – Status und Pläne.

H. EHRLICHMANN
PETRA 98.

M. FLEISCHER
Das Upgrade des H1 Experiments.

E. GIANFELICE
HERA Polarization Operation in 1998.

G.H. HOFFSTAETTER
New Beam Optics for HERA-e: Theoretical Investigations and Experimental Tests.

B. HOLZER
Das HERA Run-Jahr 1998.

D. KEESE
Konditionierung des e-Vakuums – Fortschrittsbericht.

C.M. KLEFFNER
Photonenintensität in HERA, Begrenzungen, Verbesserungen.

W. KRIENS
Neue Kontrollen für die Frequenz- und Transfersteuerung bei HERA.

M. LOMPERSKI
Backgrounds in the Foreground.

A. MESECK
Upgrade-Projekt – Synchrotronstrahlung im H1-Detektor.

M. MINTY
Recent and Past Experiences with Beam-Beam Effects at HERA.

C. MONTAG

Tail Shaping und Coasting Beam Studien.

J. PETERS

Status der neuen HF-H⁻-(Volume)-Quelle.

J. RÜMMLER

Ein möglicher HERA e⁺ Dump.

Die PETRA p Ejektion mit neuen Fahrkicker Magneten.

P. SCHMÜSER

Was ist CP-Verletzung?

U. SCHNEEKLOTH

Vorbereitungen von ZEUS für die Luminositätserhöhung von HERA.

M. SEIDEL

Overview on the HERA Luminosity Upgrade Project.

E. VOGEL

Ingredients for an RF Feedforward at HERA-p.

H. WEISE

TESLA Test Facility und SASE FEL.

P. WESOLOWSKI

An Injector Study for Electron Cooling at PETRA Using a Bunched Beam.

K. ZAPFE

Das Protonen-Vakuumsystem von HERA.

Proc. of the 21st Int. Conf. on Free Electron Laser and 6th FEL Applications Workshop, Hamburg/D (1999)

S.G. BIEDRON, R.J. DEJUS, B. FAATZ, H.P. FREUND, S.V. MILTON, H.D. NUHN, S.REICHE
Multi-Dimensional Free-Electron Laser Simulation Codes: A Comparison Study.

P.K. DENHARTOG, U. HAHN, J. PFLÜGER, M. RÜTER, G. SCHMIDT, E.M. TRAKHTENBERG
Design and Performance of the Vacuum Chambers for the Undulator of the VUV FEL at the TESLA Test Facility.

M. DOHLUS, A. KABEL, T. LIMBERG
Coherent Effects of a Macrobunch in an Undulator.
Efficient Field Calculation of 3D Bunches on General Trajectories.
Zur Veröffentl. in Nucl. Instrum. Methods A

M. FERRARIO, P. MICHELATO, S. SCHREIBER, D. SERTORE, G. VON WALTER, N. WALKER
Measurement of Space Charge Effects and Laser Bunch Length in the TTF RF Gun Using the Phase Scan Technique.

K. FLÖTTMANN, P. MICHELATO, S. SCHREIBER, D. SERTORE, F. STEPHAN, K. ZAPFE
First Operation of Cesium Telluride Photocathodes in the TTF Injector RF Gun.

M. GEITZ, G. SCHMIDT, P. SCHMÜSER
Sub-Picosecond Bunch Length Measurement at the TESLA Test Facility.

U. HAHN, M. MESCHKAT, F. RIDOUTT, G. SCHMIDT
Wire Scanners for Precise Absolute Beam Position Measurements inside an External Reference Frame.

S. REICHE

Compensation of FEL Gain Reduction by Emittance Effects in a Strong Focusing Lattice.

A Method for Measuring the Radiation Power along an Undulator.

S. REICHE, H. SCHLARB

Simulation of Time-Dependent Energy Modulation by Wake Fields and its Impact on Gain in the VUV Free Electron Laser of the TESLA Test Facility.

E.L. SALDIN, E.A. SCHNEIDMILLER, M.V. YURKOV

Free Electron Laser for Gamma-Gamma Collider at TESLA.

Optimization of a Seeding Option for the VUV Free Electron Laser at DESY.

The Green's Function for a Circular Overmoded Waveguide with Finite Conductivity Walls.

F. ZHOU

Estimates of Correlated Energy Spread and Emittance Growth due to Wakes at TTF FEL.

Emittance Studies for TTF FEL Photoinjector.

Proc. of the Workshop on Polarized Protons at High Energies, Hamburg/D (1999) (DESY-PROC-1999-03)

D.P. BARBER, K. HEINEMANN

Red, Blue and Green Electrons.

D.P. BARBER, G.H. HOFFSTAETTER, M. VOGT

Numerical and Theoretical Spin Stability Studies for HERA-p.
The Amplitude Dependent Spin Tune and the Invariant Spin Field in High Energy Proton Accelerators.

D.P. BARBER, V. PTITSIN, YU.M. SHATUNOV

Helical Siberian Snakes and Spin Rotators for the HERA Proton Ring.

E. GIANFELICE

Polarised Electrons at HERA: Experience and Future.

G.H. HOFFSTAETTER

Polarized Protons at HERA: The Accelerator Issues.

G.H. HOFFSTAETTER, C. WEISSBAECKER

Nonlinear Spin Transfer Maps.

Proc. of the IEEE Part. Accel. Conf. (PAC'99), New York/USA (1999)

M. ABO-BAKR, W. ANDERS, K. BÜRKMANN, V. DÜRR, H. KAISER, J. KOUPTSIDIS, P. KUSKE, M. MARX, R. MÜLLER, K. OTT, M. SCHEER, G.A. VOSS, E. WEIHRETER, H. WINICK, G. WÜSTEFELD

Extending the Range of a Low Energy SR-Source to Hard X-Rays.

- N. BABOI, M. BERNARD, S. FARTOUKH, M. JABLONKA, J.M. JOLY, M. LALOT, C. MAGNE, O. NAPOLY, S. SCHREIBER, S. SIMROCK, H. WEISE
Evidence for a Strongly Coupled Dipole Mode with Insufficient Damping in TTF First Accelerating Module.
- D.P. BARBER, M. DERRICK et al.
An e p Collider with $E_{cm} = 1$ TeV in a VLHC Booster Tunnel.
- N. BAROV, J.P. CARNEIRO, R.A. CARRIGAN, M.S. CHAMPION, P.L. COLESTOCK, H.T. EDWARDS, M.J. FITCH, J.D. FUERST, W.H. HARTUNG, K.P. KOEPKE, M. KUCHNIR, A.C. MELISSINOS, P. MICHELATO, C. PAGANI, J.K. SANTUCCI, D. SERTORE, L.K. SPENTZOURIS, J.B. ROSENZWEIG
First Results of the Fermilab High-Brightness RF Photoinjector.
- C. BERGER, M. GEITZ, B. LEISSNER, G. SCHMIDT, P. SCHMÜSER, R. SIEDLING, M. TONUTTI
Bunch Length Measurements Using a Martin Puplett Interferometer at the TESLA Test Facility Linac.
- M. BIELER, E. LOHRMANN, A. MESECK, G. NAWRATH, M. SEIDEL, F. WILLEKE
Design of a High Power Synchrotron Radiation Absorber for HERA.
- R. BRINKMANN
Technology and Challenges of Linear Colliders.
- J.P. CARNEIRO, M. CHAMPION, H. EDWARDS, J. FUERST, W. HARTUNG, K. KOEPKE, M. KUCHNIR
Beam Test of a Superconducting Cavity for the Fermilab High-Brightness Electron Photo-Injector.
- M. CASTELLANO, L. CATANI, A. CIANCHI, G. ORLANDI, V. VERZILOV
Time Resolved Energy Measurement of the TESLA Test Facility Beam through the Analysis of Optical Transition Radiation Angular Distribution.
- M. CASTELLANO, A. CIANCHI, G. ORLANDI, V. VERZILOV
Effects of Diffraction and Screen Size on CTR Based Bunch Length Measurements.
- P. CASTRO
Applications of the 1000-Turns Orbit Measurement System at LEP.
- S. CHEL, M. DESMONS, T. GARVEY, P. LEPERCQ, R. PANVIER, C. TRAVIER
Coaxial Disc Windows for a High Power Superconducting Cavity Input Coupler.
- P.L. COLESTOCK, M.J. FITCH, A.C. MELISSINOS
Picosecond Electron Bunch Length Measurement by Electro-Optic Detection of the Wakefield.
- P.K. DENHARTOG, M. ERDMANN, U. HAHN, J. PFLÜGER, M. RÜTER, E.M. TRAKHTENBERG, G. WIEMERSLAGE, S. XU
The Vacuum Chambers for the VUV SASE FEL at the TESLA Test Facility (TTF FEL) at DESY.
- V.Y. DIVIN, M. GEITZ, K. HANKE, J. MENZEL, V.V. PAVLOVSKI, U. POPPE, P. SCHMÜSER, V.V. SHIROTOV, M. TONUTTI, O.Y. VOLKOV
A Hilbert Transform Spectrometer Using a High- T_c Josephson Junction for Bunch Length Measurements at the TESLA Test Facility.
- M. DOHLUS, A. KABEL, T. LIMBERG
Optimal Beam Optics in the TTF-FEL Bunch Compression Sections: Minimizing the Emittance Growth.
- M. FERRARIO, L. SERAFINI, F. TAZZIOLI
Beam Dynamics Simulations for Linacs Driving Short-Wavelength FELs.
- M. GEITZ, A. KABEL, G. SCHMIDT, H. WEISE, TESLA COLLABORATION
Bunch Compressor II at the TESLA Test Facility.
- M. GEITZ, G. SCHMIDT, P. SCHMÜSER
Phase Space Tomography at the TESLA Test Facility Linac.
- G. HOFFSTAETTER, F. WILLEKE
Electron Dynamics in the HERA Luminosity Upgrade Lattice of the Year 2000.
- T. KAMPS, R. LORENZ, S. DE SANTIS
Microwave Characterization of the Waweguide BPM.
- R.D. KOHAUPT, I. REYZL
Fast Feedback Systems for Orbit Correction in the TESLA Linear Collider.
- C. MONTAG
Simulation of Ground Motion Induced Proton Beam Orbit Vibration in HERA.
- F. NEUGEBAUER, U. VAN RIENEN
Eigenmodes of Superconducting Cavities Calculated on an APE-100 Supercomputer (SIMD).
- A. NOVOKHATSI, H. SCHLARB, M. TIMM, T. WEILAND
A Proposal for the Surface Roughness Wake Field Measurement at the TESLA Test Facility.
- M. PEKELER, TESLA COLLABORATION
Experience with Superconducting Cavity Operation in the TESLA Test Facility.
- S. SCHREIBER, TESLA COLLABORATION
First Experiments with the RF Gun Based Injector for the TESLA Test Facility Linac.
- M. SEIDEL
HERA Luminosity Upgrade.
- Proc. of the 9th Workshop on RF Superconductivity, Santa Fe/USA (1999)**
- R. BANDELMANN, H. KAISER, G. KREPS, M. LIEPE, C. MARTENS, A. MATHEISEN, G. PAGANI, H.-B. PETERS, D. PROCH, J. SEKUTOWICZ, W. SINGER
Nb Prototype of the Superstructure for the TESLA Linear Collider.

- A. BRINKMANN, D. HUI, H. KAISER, D. PROCH, W. SINGER, X. SINGER
Quality Control and Purification Heat Treatment of Niobium for TTF.
- H.G. BROCKMEIER, I. GONIN, I. JELEZOV, H. KAISER, T. KHABIBOULLINE, R. SCHNIEBER, W. SINGER, X. SINGER
Hydroforming of Back Extruded Niobium Tubes.
- H. CHEN, M. FERRARIO, G. KREPS, M. LIEPE, V. PUNTUS, J. SEKUTOWICZ
RF Measurements on Cu Model of the Superstructure for the TESLA Linear Collider.
- P.D. GALL, A. GÖSSEL, V. GUBAREV, W.D. MÖLLER, M. PEKELER
The Superconducting Cavity Database for the TESLA Test Facility.
- I. GONIN, I. JELEZOV, H. KAISER, T. KHABIBOULLINE, W. SINGER, X. SINGER
Advances at DESY in Hydroforming of TESLA Cavities.
- H. KAISER
New Approaches to Tuning of TESLA Resonators.
- H. KAISER et al.
Hydroforming of Back Extruded Niobium Tubes.
- L. LILJE, TESLA COLLABORATION
Performance Limitation in SC Cavities at TTF – Current Status and Future Perspectives.
- W.D. MOELLER
High Power Coupler for the TESLA Test Facility.
- D. PROCH
Activities with Superconducting Cavities at DESY.
- D. PROCH, G. KREPS, J. SEKUTOWICZ
Half-Cell and Dumb-Bell Frequency Testing for the Correction of the TESLA Cavity Length.
- D. RESCHKE
New Aspects of Quality Control during Preparation of TTF 1.3 GHz Cavities.
- S. SIMROCK
Advances in RF Control for High Gradients.
- D. TRINES
TESLA Project Overview.
- Proc. of the Int. Workshop on PCs and Part. Accel. Controls (PCaPAC), Tsukuba/J (1999)**
- M. BIELER, P. DUVAL, S. HERB, A. KURAKIN, V. SOLOVIEV, F. WILLEKE, V. YARIGIN
PC Based Alarm System for the HERA Machine.
- M. CLAUSEN, N. KAMIKUBOTA, G. OBUKHOV
Java-Based Operator Interface.
- P. DUVAL
TINE: An Integrated Control System for HERA.
- P. DUVAL, H.G. WU
Using ACOP in HERA Control Applications.
- W. GERHARDT
Vacuum Control Systems Upgrade and Analysis Features at DESY.
- G. GRYGIEL, O. HENSLER, K. REHLICH
Experience with an Object Oriented Control System at HERA.
- J. MAASS
Sequencing and Ramping in HERA.
- R. SCHMITZ
A Control System for the DESY Accelerator Chains.
- M. ANARELLA, H. BRÜCK, J. ESCALLIER, A. GHOSH, A. JAIN, A. MARONE, J. MURATORE, B. PARKER, A. PRODELL, R. THOMAS, P. THOMPSON, P. WANDERER, F. WILLEKE, S. WOLFF
Magnets for the Use inside the HERA e,p Interaction Regions. Proc. of the 6th European Part. Accel. Conf. (EPAC'98), Stockholm/S (1998)
- Test of a Model Superconducting Magnet for the HERA ep Interaction Regions.
Proc. of the 16th Conf. on Magnet Technology, Ponte Vedra Beach/USA (1999)
- N. BABOI
Beam Dynamics in the Main Linacs of TESLA and „Super- TESLA“.
Proc. of the 8th Int. Workshop on Linear Colliders (LC'99), Frascati/I (1999)
- Multi-Bunch Emittance Growth due to Wake Fields in the TESLA Main Linac.
Proc. of the Workshop on Adv. in Electromagnetic Res., Zingst/D (1999)
- N. BABOI, J. BOSTER, M. DOHLUS, A. JÖSTINGMEIER, H. HARTWIG, N. HOLTkamp, M. NAGL, M. WENDT
Dipole Modes Study by Means of HOM Couplers at SBTF.
Proc. of the 4th Europ. Workshop on Beam Diagnostics and Instrum. for Part. Accel. (DIPAC'99), Chester/GB (1999)
- R. BANDELMANN, D. BARNI, M. BONEZZI, G. GRYGIEL, R. LANGE, C. PAGANI, B. PETERSEN, P. PIERINI, D. SELLMANN, J.G. WEISEND, S. WOLFF
The TESLA Test Facility (TTF) Cryomodule: A Summary of Work to Date.
Proc. of the Cryogenic Eng. Conf. and Int. Cryogenic Mater. Conf. (ICMC), Montreal/CAN (1999)
- R. BANDELMANN, D. BARNI, A. BOSOTTI, G. GRYGIEL, H. KAISER, U. KNOPF, R. LANGE, F. LOEFFLER, C. PAGANI, O. PETERS, B. PETERSEN, P. PIERINI, D. SELLMANN, S. WOLFF, J.G. WEISEND
Operating Experience with the First TESLA Test Facility (TTF) Cryomodule.
Proc. of the 17th Int. Conf. on Cryogenic Engineering (ICEC 17), Bournemouth/GB (1998) und TESLA 98-21

D.P. BARBER

Siberian Snakes and Spin Rotators in the Acceleration and Storage of High Energy Spin Polarized Beams.
Proc. of the 15th Int. Conf. on Particle and Nuclei (PANIC'99), Uppsala/S (1999)

M. BIELER, E. GIANFELICE-WENDT, G. HOFFSTAETTER, B. HOLZER, S. LEVONIAN, T. LIMBERG, M. LOMPERSKI, M. MINTY, C. MONTAG, R. WANZENBERG, M. WENDT, F. WILLEKE, K. WITTENBURG

Recent and Past Experiences with Beam-Beam Effects at HERA.
Proc. of the Workshop on Beam-Beam Effects in Large Hadron Colliders, Geneva/CH (1999)

A. BOUDSKO, O.R. JONES, H. SCHMICKLER, M. WENDT, F. WILLEKE

Chromaticity Measurements at HERA-p Using the Head-Tail Technique with Chirp Excitation.
Proc. of the 4th Europ. Workshop on Beam Diagnostics and Instrum. for Part. Accel. (DIPAC'99), Chester/GB (1999)

S. CHORоба

Status of the Klystron R and D for TESLA.
Status of the Modulator R and D for TESLA.
Summary of the Working Group on RF Sources and Modulators.
Proc. of the 8th Int. Workshop on Linear Colliders (LC'99), Frascati/I (1999)

M. CLAUSEN, Z. KAKUCS, C.H. WANG

Slits Measurement of Emittance on TTF.
Proc. of the 7th Int. Conf. on Accel. and Large Exp. Phys. Control Systems (ICALEPCS), Trieste/I (1999)

M. CLAUSEN, C. GERKE, A. KHVOROSTIANOV, V. KLINGER, A. LOUKIANTSEV

The Use of Oracle for Development and Maintenance of EPICS Databases.
Proc. of the 7th Int. Conf. on Accel. and Large Exp. Phys. Control Systems (ICALEPCS), Trieste/I (1999)

P. DUVAL

TINE: An Integrated Control System for HERA.
Proc. of the 7th Int. Conf. on Accel. and Large Exp. Phys. Control Systems (ICALEPCS), Trieste/I (1999)

A. GAUTHIER, B. JAGER, B. ROUSSET, R. VAN WEELDEREN, J.G. WEISEND II

Hydraulic Behavior of He II in Stratified Counter-Current Two-Phase Flow.
Proc. of the 17th Int. Conf. on Cryogenic Engineering (ICEC 17), Bournemouth/GB (1998) und TESLA 98-21

G.H. HOFFSTAETTER

Polarized Protons in HERA.
Proc. of the Workshop on the Structure of the Nucleon, NUCLEON'99, Frascati/I (1999)

V. KLINGER

A New HERA Cryogenic Control System – Requirements and Objectives.
Proc. of the 7th Int. Conf. on Accel. and Large Exp. Phys. Control Systems (ICALEPCS), Trieste/I (1999)

J. KOUPTSIDIS, G. NAWRATH, U. SCHNEEKLOTH, M. SEIDEL, K. ZAPFE

The Vacuum System for the Upgraded HERA Interaction Regions.
Proc. of the 6th Europ. Vac. Conf., Villeurbanne/F (1999)

H. LIERL

The Cryogenic Supply for the New S.C. Magnets around the Interaction Regions Used for the HERA Luminosity Upgrade.
Proc. of the Cryogenic Eng. Conf. and Int. Cryogenic Mater. Conf. (ICMC), Montreal/CAN (1999)

Technology of Cryogenics for Storage Rings.

Proc. of the 6th European Part. Accel. Conf. (EPAC'98), Stockholm/S (1998)

H. LIERL, B. PETERSEN, D. SELLMANN, S. WOLFF

The Cryogenic Supply of a VUV Free Electron Laser at the TESLA Test Facility at DESY.
Proc. of the 17th Int. Conf. on Cryogenic Engineering (ICEC 17), Bournemouth/GB (1998) und TESLA 98-21

H. LIERL, B. PETERSEN, J.G. WEISEND, S. WOLFF

The Cryogenic System of TESLA 500 – An Update.
Proc. of the 17th Int. Conf. on Cryogenic Engineering (ICEC 17), Bournemouth/GB (1998) und TESLA 98-21

T. LIMBERG, F. SOLODOVNIK, K. WITTENBURG

Analysis of the Proton Beam in the DESY Transport Lines by Video Readout.
Proc. of the 4th Europ. Workshop on Beam Diagnostics and Instrum. for Part. Accel. (DIPAC'99), Chester/GB (1999) und DESY Internal Note MDI 99-05

B. PETERSEN, S.W. VAN SCIVER, J.G. WEISEND, S. WOLFF, Y. XIANG

Numerical Study of Two-Phase Helium II Stratified Channel Flow.
Proc. of the Cryogenic Eng. Conf. and Int. Cryogenic Mater. Conf. (ICMC), Montreal/CAN (1999)

Numerical Study of Two-Phase Helium II Stratified Channel Flow with Inclination.

Proc. of the 16th Conf. on Magnet Technology, Ponte Vedra Beach/USA (1999)

J. ROSSBACH, TESLA FEL COLLABORATION

The VUV Free Electron Laser Based on the TESLA Test Facility at DESY.
Proc. of the 6th European Part. Accel. Conf. (EPAC'98), Stockholm/S (1998)

R. WANZENBERG

Design of a Transverse Mode Cavity for Kaon Separation.
Proc. of the Workshop on Adv. in Electromagnetic Res., Zingst/D (1999)

K. ZAPFE

The Vacuum System for the Superconducting Linac of the TESLA Test Facility.
Proc. of the 6th Europ. Vac. Conf., Villeurbanne/F (1999)

Vorträge

N. BABOI

Gefangene Felder in Resonator-Ketten für Teilchenbeschleuniger.
Inst. Allg. Elektrotechnik, Rostock/D (1999)

H. LIERL

Experience with the HERA Cryogenic System.
CERN Workshop on LHC Arc Cryogenics and Vacuum Sectorisation, Geneva/CH (1999)

A. MATHEISEN, TESLA Collaboration

Experiences on the Preparation and Assembly of the Superconducting Linear Accelerator for the TESLA Test Facility.
46th Nat. Sympos. of the Am. Vac. Soc., VT-FRM3, Seattle/USA (1999)

J. ROSSBACH

Freie-Elektronen-Laser für Wellenlängen weit unterhalb des Sichtbaren.
Festkolloquiums-Vortrag: 10 Jahre Theorie elektromagnetischer Felder, Darmstadt/D (1999)

Linear Accelerator Driven Free Electron Lasers Based on Self-Amplified Spontaneous Radiation.
EMBO Workshop, Hamburg/D (1999)

Freie-Elektronen-Laser für Wellenlängen weit unterhalb des Sichtbaren.
Graduiertenseminar: Aktuelle Fragen der Teilchenphysik, Bad Honnef/D (1999)

The TESLA Way towards Very Short Wavelength Free Electron Lasers.
Grenoble/F (1999)

The TESLA Free Electron Laser – Concept and Status.
Argonne/USA(1999)

Diplomarbeit

C. WEISSBAECKER

Nichtlineare Effekte der Spindynamik in Protonenbeschleunigern.
TH Darmstadt/D (1999)
DESY-THESIS-1999-019

HERA Berichte

Proceedings, HERA-Seminar, Grömitz/D (1999)
DESY HERA 99-04

YU.I. ALEXAHIN

Closed Orbit Effect on the Equilibrium Emittance in the HERA-e 90/60 Lattice.
DESY HERA 99-02

M. BIELER, E. GIANFELICE-WENDT, G.H. HOFFSTAETTER, B. HOLZER, C. KLEFFNER, T. LIMBERG, CH. MONTAG, A. MESECK, M. SEIDEL, F. SOLODOVNIK, M. WENDT, F.

WILLEKE, K. WITTENBURG

HERA Machine Studies December 98.
DESY HERA 99-03

C.M. KLEFFNER, T. LIMBERG

Neue Optik zur Akzeptanz-Vergrößerung im PR-Weg mit einem Spiegelplatten-Quadrupolmagneten.
DESY HERA 99-01

I. KROUPCHENKOV, K. WITTENBURG

A Proposal for Betatron Mismatch Detection in the DESY Proton Accelerators.
DESY HERA 99-05

Interne Berichte

Contributions to the IEEE Particle Accelerator Conference, New York/USA (1999)
DESY M 99-02

YU.I. ALEXAHIN

A Look into Nonlinear Properties of the HERA-e 72/72 Luminosity Upgrade Lattice.
DESY M 99-03

G.A. VOSS

A 7.5 T Superconducting Wiggler.
DESY M 99-01

TESLA Berichte

Transparencies from the TESLA Meeting at DESY, Hamburg/D (March 1999).
DESY-TESLA 99-06

Transparencies from the TESLA Meeting at DESY, Hamburg/D (July 1999).
DESY-TESLA 99-13

Contributions to the Cryogenic Engineering Conference, Montreal/CAN (1999).
DESY-TESLA 99-18

Contributions to the 4th Int. Workshop on Linear Colliders (LCWS'99), Sitges/E (1999).
DESY-TESLA 99-20

J. BOSTER, J. DICKE, M. DOHLUS, H. HARTWIG, N. HOLT-KAMP, K. JIN, A. JÖSTINGMEIER, V. KALJUZHNY, C. MARTENS, A. PANOMARENKO, S. YARIGIN, A. ZAVADTSEV
Rectangular Waveguide Coupler for Two TESLA Supercavities.
DESY-TESLA 99-01

R. BRINKMANN, TESLA COLLABORATION

The TESLA Linear Collider.
DESY-TESLA 99-15

R. BRINKMANN, YA. DERBENEV, K. FLÖTTMANN

A Flat Beam Electron Source for Linear Colliders.
DESY-TESLA 99-09

K. FLÖTTMANN, K. JIN, S.H. WANG, F. ZHOU
Travelling Wave Positron Injector Linac for TESLA.
DESY-TESLA 99-03

K. FLÖTTMANN, V.V. PARAMONOV (Eds.)
Conceptual Design of a Positron Pre-Accelerator for the TESLA
Linear Collider.
DESY-TESLA 99-14

A. JÖSTINGMEIER, M. DOHLUS
Computation of the Short and Long Range Wake in Periodic Cir-
cular Symmetric Accelerating Structures Using the Field Matching
Technique.
DESY-TESLA 99-11

H. KAISER
Length Saving in TESLA Structure by Relocation of Tuner.
DESY-TESLA 99-02

H. KAISER, W. DIETZEL, S. RIEKEHR, W. SINGER, X. SINGER
Materials for the Flanges of TESLA Cavity.
DESY-TESLA 99-04

A. NOVOKHATSKI, M. TIMM, T. WEILAND
Single Bunch Energy Spread in the TESLA Cryomodule.
DESY-TESLA 99-16

The Surface Roughness Wakefield Effect.
DESY-TESLA 99-17

E. PLAWSKI
The Wakefields in Superconducting Accelerating Cavities of New
Type for TESLA Collider.
DESY-TESLA 99-07

D. PROCH (Ed.)
Transparencies from the Coupler Workshop at DESY, Hamburg/D
(1999).
DESY-TESLA 99-10

T. SCHOLZ
Beam Position Measurement at the IP.
DESY-TESLA 99-19

S. STRIGANOV, G. SCHMIDT, K. WITTENBURG
Estimation of the Signal from the Wire Scanner in the TTF.
DESY-TESLA 99-08

V.M. TSAKANOV
Transverse Autophasing Solution for Low Chromaticity Linear
Accelerators.
DESY-TESLA 99-12

Beam Dynamics Study for TESLA with the Integrated FEL.
DESY-TESLA 99-21

A. ZAVADTSEV
One of Possible Constructions of Waveguide Coupler for Super-
structure.
DESY-TESLA 99-05

TESLA FEL Berichte

Contributions to the FEL'99 Conference, Hamburg/D (1999).
DESY-TESLA-FEL 99-07

R. BRINKMANN, T. LIMBERG
Features and Usage of the Extended COMFORT Beam Optics
Code with Space Charge.
DESY-TESLA-FEL 99-08

B. FAATZ, J. PFLUEGER
Magnet Sorting for the TTF-FEL Undulator Using Simulated
Annealing.
DESY-TESLA-FEL 99-01

A.N. LEBEDEV
Five Lectures on Coherent Electromagnetic Radiation of Relati-
vistic Electron Beams.
DESY-TESLA-FEL 99-04

E.L. SALDIN, E.A. SCHNEIDMILLER, M.V. YURKOV
Expected Properties of the Radiation from VUV TTF FEL
(Phase I: $E = 260$ MeV, $\lambda = 95$ nm).
DESY-TESLA-FEL 99-03

F. ZHOU
Emittance Studies for the TTF FEL Photoinjector.
DESY-TESLA-FEL 99-02

Wakefield Induced Correlated Energy Spread and Emittance
Growth at TTF FEL.
DESY-TESLA-FEL 99-05

Strahlenschutz

Veröffentlichungen

G. BAUR, A. LEUSCHNER
Bethe-Heitler Cross-Section for Very High Photon Energies and
Large Muon Scattering Angles.
Eur. Phys. J. C. 8 (1999) 631

H. DINTER, D. DWORAK, A. LEUSCHNER, J. LOSKIEWICZ,
K. TESCH
The Field of Scattered Radiation in the Tunnel of the Proton
Storage Ring HERA. Measurements and Calculations.
Nucl. Instrum. Methods A438 (1999) 560 und DESY D3-94

A. LEUSCHNER, G.R. STEVENSON
Studies of the Radioactivity Induced by Synchrotron Radiation in
LEP Dipoles.
CERN/TIS-RP/IR/99-12

Veröffentlichter Vortrag

A. FASSO, M. HÖFERT, A. LEUSCHNER, M. SILARI, G.R. STEVENSON, L. ULRICI, S. YE
Induced Activity Calculations in View of the Large Electron Positron Collider Decommissioning.
Proc. of the 9th Int. Conf. on Radiation Shielding, Tsukuba/J (1999)

Interne Berichte

H. DINTER
Abschirmung des Linear Colliders TESLA im Bereich der Kryohallen.
DESY D3-99

H. DINTER, K.P. KLIMEK
Zusammenfassung von Strahlenschutz-Messwerten im Bereich der HERA Halle W.
DESY D3-102

H. DINTER, K.P. KLIMEK, B. RACKY
Ergebnisse der Strahlenschutzmessungen am DESY im Jahre 1998.
DESY D3-93

H. DINTER, A. LEUSCHNER
Induced Radioactivity and Rates of Dose Equivalent in the Vicinity of a Collimator in the Tunnel of the Linear Collider TESLA.
DESY D3-104

A. LEUSCHNER, K. TESCH
Production of Tritium in the Liquid Helium of the TESLA Linear Collider.
DESY D3-101

B. RACKY
Organisation der Personendosimetrie bei DESY.
DESY D3-103

K. TESCH
Shielding Calculations for the Storage Ring ARI.
DESY D3-100

Z-Bereich

Veröffentlichte Vorträge

E. BONDARCHUK, N. DOINIKOV, V. IVKIN, V. KORSHAKOV, V. MURATOV, V. PEREGUD, A. PETROV, Y. HOLLER, K. SINRAM, F. WILLEKE, G. WOEBKE
Precision Quadrupole Magnets for the HERA Lumi-Upgrade.
Precision Septum Half-Quadrupoles for the HERA Lumi-Upgrade.
Proc. of the 16th Int. Conf. on Magnet Technology (MT-16), Tallahassee/USA (1999)

Vorträge

H. BARTELS
NT Based Web-Services and Web-Based Domain Management.
1st Joint Meeting of HEPIX and HEPNT, SLAC Stanford/USA (1999)

J. DICKE
Werkstattbrand – was nun? Ein realer Schadensfall beim DESY.
HGF-Ausschuss Technische Dienste, GFZ Potsdam/D (1999)

M. GASTHUBER
The Eurostore Project.
IEEE Conf., San Diego/USA (1999)
1st Joint Meeting of HEPIX and HEPNT, SLAC Stanford/USA (1999)

K. KUENNE
UNIX Directory Services at DESY.
HEPIX Meeting at Rutherford Lab., Abingdon/GB (1999)

H. MÜNCH
Maschinenverordnung. Aktueller Stand.
HGF-Ausschuss Technische Dienste, GFZ Potsdam/D (1999)

Concurrent Engineering am Beispiel von TESLA.
Fraunhofer-Inst. für Fabrikplanung und Fertigungsautomatisierung, Magdeburg/D (1999)

R. PAMPERIN
Neustrukturierung der Technischen Dienste beim Deutschen Elektronen-Synchrotron – Prozessanalyse und Umsetzung.
HGF-Ausschuss Technische Dienste, GFZ Potsdam/D (1999)

C. TRACHIMOW
A Scripting Server for Domain Automation Tools.
NT Application Support.
Windows Installer – Results of an API-Study.
1st Joint Meeting of HEPIX and HEPNT, SLAC Stanford/USA (1999)

D. WETTER
Security at DESY.
HEPIX Meeting at Rutherford Lab., Abingdon/GB (1999)



Herausgeber:
Deutsches Elektronen-Synchrotron DESY
Notkestraße 85, D - 22607 Hamburg
Postfach: 22603 Hamburg
Telefon: (040) 8998-0, Telefax: (040) 8998-3282
E-mail: desyinfo@desy.de, Internet: <http://www.desy.de>

Teilinstitut:
DESY Zeuthen
Platanenallee 6, D - 15738 Zeuthen
Telefon: (033762) 77-0, Telefax: (033762) 77-282

DESY ist Mitglied der Hermann von Helmholtz-Gemeinschaft
Deutscher Forschungszentren (HGF)

Drucklegung:
Juni 2000

Herstellung und Gestaltung:
-FR- Manfred Fleischer
-L- Bibliothek (Annemarie Blobel)

Satz und Layout:
L^AT_EX
-ZDV- Datenverarbeitung
-PR- Öffentlichkeitsarbeit
-L- Bibliothek
LE-TeX, Jelonek, Schmidt und Vöckler GbR, Leipzig

Druck und Verarbeitung:
K. Triltsch GmbH, Würzburg

Titelbild:
Blick in südliche Richtung auf das DESY-Gelände und die Elbe. In der Bildmitte ist der erste Kreisbeschleuniger bei DESY, das Elektronen-Synchrotron „DESY“ (Umfang ca. 300 Meter), deutlich zu erkennen, im Vordergrund die HASYLAB-Hallen. (Foto: M. Schulze-Alex, Hamburg)

I S S N 0179-9282
