
Wissenschaftlicher Jahresbericht

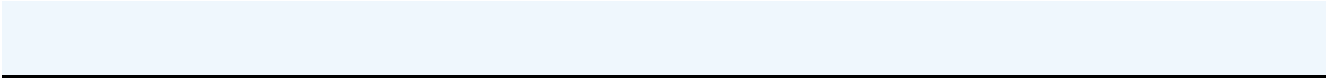
2000

Deutsches Elektronen-Synchrotron

DESY

Inhalt

Vorspann	5
Bereich Forschung	31
DESY Zeuthen	159
Bereich Beschleuniger	195
Bereich Technische Infrastruktur	249
Veröffentlichungen und Vorträge	289



Vorspann

Inhalt

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



Abbildung 1: Eröffnung der Ausstellung „Licht der Zukunft – Light for the New Millennium“ am 23. Mai 2000 für die Gäste der Jubiläumsveranstaltung zum 40-jährigen Bestehen von DESY. Von links: Prof. Dr. Andrzej Wiszniewski, polnischer Wissenschaftsminister; Prof. Dr. Albrecht Wagner, Vorsitzender des DESY-Direktoriums; Edelgard Bulmahn, Bundesministerin für Bildung und Forschung; Prof. Dr. Jochen Schneider, Forschungsdirektor Synchrotronstrahlung bei DESY.

Vorwort

Das Deutsche Elektronen-Synchrotron DESY hat zwei Standorte, Hamburg und Zeuthen in Brandenburg, und ist eines der 16 Helmholtz Zentren. Seine Aufgabe ist die Förderung naturwissenschaftlicher Grundlagenforschung, vor allem durch die Entwicklung, den Bau und Betrieb von Teilchenbeschleunigern und deren wissenschaftliche Nutzung auf dem Gebiet der Teilchenphysik und der Forschung mit Synchrotronstrahlung. Die Anlagen werden von über 3300 Forschern aus 35 Ländern genutzt. Während sich in Hamburg die Beschleuniger befinden, haben sich in Zeuthen neben der Forschung an Beschleunigern eigene Schwerpunkte auf den Gebieten „Höchstleistungsrechner“ und Astrophysik gebildet.

Das Jahr 2000, das in diesem Wissenschaftlichen Bericht zusammengefasst ist, war ein Jahr der besonderen Ereignisse und Rekorde. Am 23. Mai feierten 2400 Teilnehmer, nämlich die Mitarbeiter von DESY und die Nutzer aus aller Welt, in Anwesenheit hochrangiger Politiker, wie der Bundesministerin für Bildung und Forschung, Edelgard Bulmahn, dem polnischen Wissenschaftsminister, Prof. Andrzej Wiszniewski, der Hamburger Senatorin für Wissenschaft, Krista Sager, und der Kultusministerin von Schleswig-Holstein, Ute Erdsieck-Rave, den vierzigsten Geburtstag von DESY (Abb. 1). Mit großem Beifall wurde Willibald Jentschke begrüßt, auf dessen Initiative die Gründung von DESY zurückgeht.

In diesem Jahr fand auch die EXPO2000 in Hannover statt, die durch externe „Weltweite Projekte“ ergänzt wurde. Eines dieser Projekte war die Ausstellung „Licht der Zukunft“ bei DESY, wo der im Bau befindliche Röntgenlaser im Mittelpunkt stand. Über 106 000 Besucher kamen in fünf Monaten, um sich über die Wissenschaft und über DESY zu informieren, darunter 450 Schulklassen. Die Resonanz

war außerordentlich positiv. Im Zentrum des Interesses standen die Pläne für das TESLA-Projekt und viele Experimente, bei denen die Besucher selbst Hand anlegen konnten. Die Ausstellung war außerdem einer der Beiträge DESYs zum „Jahr der Physik“.

Am 22. Februar 2000 gelang mit dem Freie-Elektronen Laser der TESLA Test Facility weltweit erstmalig die Erzeugung von Strahlung bei einer Wellenlänge von 109 nm. Der hiermit erbrachte Beweis, dass der Laser in diesem Wellenlängenbereich funktioniert, ist ein entscheidender Meilenstein für das TESLA-Projekt.

Am 15. Juni 2000 wurde zum ersten Mal der Bjørn H. Wiik Preis verliehen. Ausgezeichnet wurden die russischen Wissenschaftler E. Saldin, E. Schneidmiller und M. Yurkov für ihre herausragenden Arbeiten zum Freie-Elektronen Laser. Der DESY Promotionspreis wurde an S. Reiche verliehen.

Der Elektron/Positron-Proton Speicherring HERA, das Großgerät für die Teilchenphysik mit seinen vier Experimenten, lief äußerst erfolgreich und übertraf deutlich die bei der Planung angestrebten Ziele. Gleichzeitig wurde die Luminositätssteigerung von HERA weiter vorbereitet. Der Umbau von HERA hat im September begonnen und soll im Sommer 2001 abgeschlossen werden.

Im Jahr 2000 erhielt DESY Hamburg von den Zuwendungsgebern, der Bundesrepublik Deutschland (90%) und der Freien und Hansestadt Hamburg (10%) Mittel in Höhe von 270 Millionen DM für Betrieb und Investitionen. Zum Etat von DESY Zeuthen trägt neben der Bundesrepublik das Land Brandenburg (10%) bei. Insgesamt standen dort Mittel in Höhe von 26 Millionen DM zur Verfügung.

Betrieb und Entwicklung von Beschleunigern

Der sehr erfolgreiche Betrieb von HERA ergab eine große Datenmenge für die Experimente bei sehr geringem Untergrund. In einer Reihe von Maschinenstudien wurden die wesentlichen Aspekte der Strahldynamik nach der Luminositätserhöhung erfolgreich getestet.

Die Synchrotronlichtquelle DORIS erreichte ausgezeichnete Strahllebensdauern, die, abhängig vom Strom, zwischen 13 und 20 Stunden lagen. Die Betriebseffizienz war mit 94,4% noch ein wenig höher als im letzten Jahr. Zur weiteren Stabilisierung der Strahlage wurden neue Vakuumkammern in die Quadrupole eingebaut. PETRA lief als Vorbeschleuniger für HERA sehr zuverlässig und stand für mehr als 30% der Zeit als Synchrotronstrahlungsquelle zur Verfügung.

Neben dem Betrieb der Beschleuniger sind Forschung und Entwicklung neuer Beschleunigertechnologien Hauptaufgaben von DESY. Hier steht seit acht Jahren TESLA, der supraleitende Elektron-Positron Beschleuniger mit integriertem Röntgenlaser Labor, im Mittelpunkt der Anstrengungen. Diese Arbeiten wurden von Anfang an im Rahmen einer breiten internationalen Kollaboration durchgeführt. Im Jahr 2000 stand die Fertigstellung des Projektvorschlages (Technical Design Report, TDR) im Vordergrund, in dem der vollständige Projektentwurf für die zukünftige Anlage zusammengestellt ist.

Bei der Entwicklung supraleitender Beschleunigerstrukturen ergaben sich durch ein neues Verfahren weitere Fortschritte, die einen möglichen Weg zu höheren Gradienten aufzeigen.

Bei der Entwicklung des Freie-Elektronen Lasers an der TESLA Test Facility (TTF) wurde, wie erwähnt, ein entscheidender Durchbruch erzielt und weltweit erstmalig Strahlung bei Wellenlängen zwischen 80 und 181 nm mit Hilfe der „Self Amplified Spontaneous Emission“ (SASE) erzeugt (Abb. 2). Damit wurde das Interesse an Röntgenlasern weltweit geweckt.

In Zeuthen wurden sehr große Anstrengungen unternommen, um in Ergänzung zu den Arbeiten an TTF einen Photoinjektor-Teststand aufzubauen. Da Photoinjektoren die Strahleigenschaften für den Freie-Elektronen Laser und den Collider entscheidend mit-

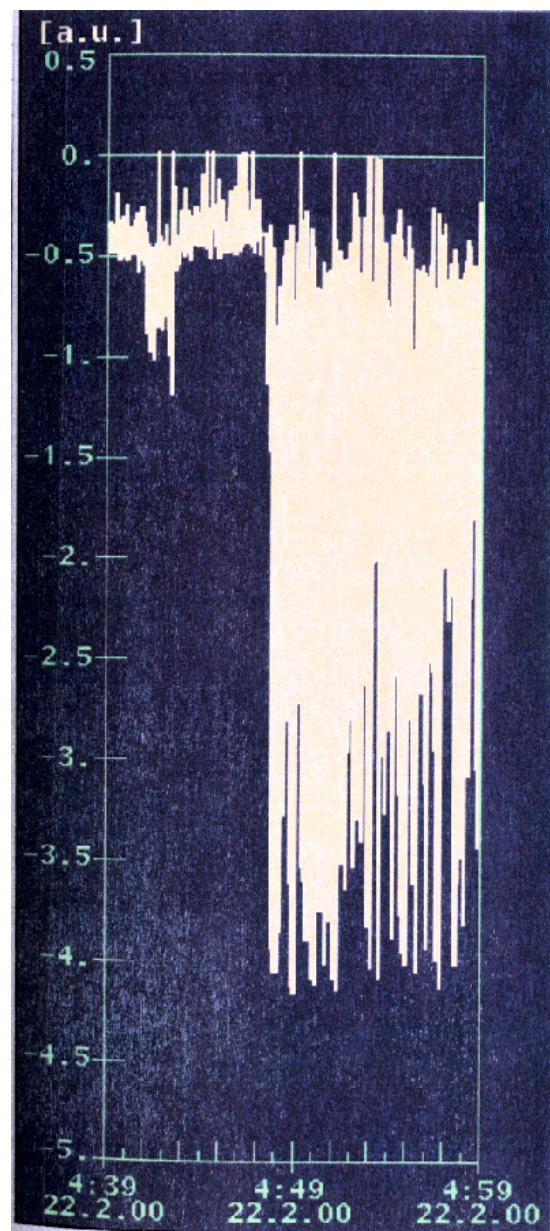


Abbildung 2: Erste Beobachtung des „Lasing“ am Freie-Elektronen Laser bei TTF, am 22. Februar 2000 gegen 4h47.

bestimmen, soll damit die Voraussetzung für den Test und die Weiterentwicklung lasergetriebener HF-Elektronenquellen geschaffen werden. Das Gebäude und ein Teil der Infrastruktur wurden fertiggestellt und erste Komponenten installiert. Die Arbeiten werden in enger Zusammenarbeit mit BESSY, dem Max-Born-Institut und der TU Darmstadt durchgeführt.

Elementarteilchenphysik und Kosmologie

HERA ist weltweit der einzige Elektron/Positron-Proton Collider. Zwei Experimente, H1 und ZEUS, nutzen die Lepton-Proton Stöße, um wichtige Fragen der Teilchenphysik zur inneren Struktur der Materie und zur Natur der Kräfte zu beantworten. Das Experiment HERMES nutzt die Tatsache, dass die Spins der Elektronen in HERA polarisiert sind, um Eigenschaft und Ursprung des Spins des Protons zu studieren. Das Experiment HERA-B nutzt den Protonenstrahl, um schwere Quarks zu erzeugen und zu untersuchen.

HERA wurde mit 920 GeV Protonen und 27.5 GeV Positronen betrieben und lief das ganze Jahr über sehr konstant und mit hoher Luminosität. Dadurch wurde diese Datennahmeperiode zur bisher erfolgreichsten für alle Experimente. Neben der Aufzeichnung neuer Daten konzentrierten sich die Experimente H1 und ZEUS auf die Analyse der in den früheren Jahren aufgezeichneten Daten. Die Prozesse des neutralen und des geladenen Stromes wurden mit bisher unerreichter Genauigkeit untersucht. Dies ermöglichte erstmals den sichtbaren Beweis, dass die elektromagnetische und die schwache Kraft bei kleinen Abständen gleich stark werden. Die Messungen führten auch zur Bestimmung der Quarkdichten im Proton, die viel größer als ursprünglich erwartet und für die Interpretation vieler Experimente der Teilchenphysik von großer Bedeutung sind.

Präzise Messungen ermöglichten auch eine Überprüfung der Theorie der starken Kraft, der Quantenchromodynamik (QCD), und eine genaue Messung der Stärke dieser Kraft. Die gute Übereinstimmung der Vorhersagen des Standard-Modells der Teilchenphysik mit den Messungen beider Experimente führte zu Grenzen für Massen exotischer Teilchen und die Stärke neuartiger Wechselwirkungen. Es wurden dabei allerdings keine Anzeichen für völlig neue Phänomene gefunden. H1 und ZEUS bereiteten außerdem durch Bau von neuen Detektorkomponenten die optimale Nutzung der Daten nach der Luminositätserhöhung vor.

Das Experiment HERMES nutzt die Tatsache, dass die Spins der Elektronen in HERA polarisiert sind, um Eigenschaft und Ursprung des Spins des Protons zu bestimmen. Das Jahr 2000 markiert für HERMES das

Ende der ersten sechsjährigen Betriebsphase mit longitudinal-polarisierten Targets, und es war gleichzeitig das bisher erfolgreichste Jahr der Datennahme. Die Schwerpunkte der Analyse lagen im Jahr 2000 beim weitgehenden Abschluss der Untersuchungen der Wasserstoffdaten sowie bei ersten Analysen der Deuteriumdaten. Die Messung der Spinverteilungen für die einzelnen Quarks konnte unter Einschluss der Deuteriumdaten erheblich verbessert werden.

Das Experiment HERA-B beabsichtigt, Aspekte der Physik von Bottom- und Charm-Quarks zu untersuchen. Die Anforderungen an den Detektor und das Datennahmesystem sind sehr hoch, was beim Bau zu einer Verzögerung von etwa zwei Jahren geführt hat. Im Jahr 2000 wurde das HERA-B Spektrometer fertig gestellt und in der Zeit bis September in Betrieb genommen. Die ersten Daten, deren Auswertung noch nicht abgeschlossen ist, dienen im Wesentlichen zur Kalibration des Detektors und zur Entwicklung von Auswerte-Algorithmen. Das Ziel, selektiv auf B-Mesonen zu triggern und diese in ausreichender Zahl zu beobachten, konnte noch nicht erreicht werden. Die Betriebspause von HERA wird dazu genutzt, das Spektrometer zu verbessern.

Die Theorie-Gruppen in Hamburg und Zeuthen arbeiten an Themen, die großteils einen direkten Bezug zum experimentellen Programm von DESY haben: Aspekte der Quantenchromodynamik mit Bezug zu Messungen an HERA sowie die Untersuchung der QCD auf dem Gitter, Flavour-Physik bei B-Mesonen und Studium des Zusammenhangs der Neutrino-Physik mit der Kosmologie. Aspekte der Supersymmetrie wurden darüber hinaus in der Kosmologie untersucht, die Supersymmetrie-Brechung wurde auf dem Gitter analysiert. Dabei bestehen enge Verbindungen mit dem II. Institut für Theoretische Physik der Universität Hamburg, der Humboldt-Universität zu Berlin und den HERA-Experimenten.

Ein wichtiges Element der Forschung in Zeuthen ist die theoretische Physik mit Höchstleistungsrechnern, die im Rahmen des John von Neumann Institute for Computing (NIC) durchgeführt wird. Der gemeinsam mit dem INFN entwickelte Parallelrechner APE1000, mit einer angestrebten Rechenleistung von etwa 500 Gflop, wurde in Betrieb genommen. Dieser Rechner ermöglicht bisher unzugängliche Untersuchungen auf dem Gebiet der Gittereichtheorien. Mit der Implementierung dieser physikalischen Anwendungen wurde begonnen.

Die Aktivitäten wurden durch den Umzug der Forschergruppe Teilchenphysik des NIC nach Zeuthen deutlich verstärkt. Technische Untersuchungen zum schnellen Datentransfer zielen auf eine Weiterentwicklung des APE-Projekts. Gemeinsam mit Gruppen des INFN wird an der Entwicklung der apeNEXT Maschine, einem massiv parallelen Rechner, der Rechenleistung von einigen Teraflops liefern soll, gearbeitet.

In enger Zusammenarbeit vieler Gruppen wurden die physikalischen Grundlagen für den Elektron-Positron Collider TESLA weiter ausgearbeitet, mit einem Schwerpunkt im Bereich des Higgs-Mechanismus und der Supersymmetrie, und im Technical Design Report zusammenfassend dargestellt. Parallel dazu wurde das Konzept für einen Detektor entwickelt. Die Arbeiten fanden im Rahmen der II. ECFA/DESY Studie statt, die seit 1998 im internationalen Rahmen läuft. In zwei Konferenzen, eine davon am DESY, wurden die Ergebnisse der Arbeitsgruppen vorgestellt und diskutiert.

Ein ganz eigener Schwerpunkt der Forschung in Zeuthen ist die Astrophysik mit kosmischen Neutrinos. Die Gruppe in Zeuthen ist zum einen an einem Experiment im Baikalsee beteiligt, das eine Art Vorreiterrolle auf diesem Gebiet gespielt hat. Der Schwerpunkt der Arbeit hat sich seit einigen Jahren zum Südpol verschoben, wo das Experiment AMANDA mit starker Beteiligung von DESY schrittweise installiert wurde. Auch im Jahr 2000 wurden erfolgreich 70 weitere optische Module im antarktischen Eis versenkt.

Forschung mit Synchrotronstrahlung

Im Hamburger Synchrotronstrahlungslabor HASYLAB wird die Synchrotronstrahlung von DORIS und PETRA in vielfältiger Weise in der Forschung eingesetzt. Die Anwendungsgebiete dieser Forschung reichen von Physik, Chemie und Kristallographie über Material- und Geowissenschaften bis hin zur Biologie und Medizin. Dabei wird das weite Spektrum der elektromagnetischen Strahlung vom sichtbaren Licht bis zum harten Röntgengebiet genutzt. Der Energiebereich reicht von etwa 1 eV bis hin zu 300 keV. Viele Arbeiten werden in enger Zusammenarbeit mit dem II. Institut für Experimentalphysik der Universität Hamburg

durchgeführt. Eine ausführliche Diskussion der umfangreichen wissenschaftlichen Ergebnisse findet sich im Jahresbericht von HASYLAB.

Die Synchrotronstrahlung spielt in zunehmendem Maß bei Strukturaufklärungen in der Biologie eine bedeutende Rolle. Die biologischen Arbeiten bei DESY werden vor allem im Rahmen der Außenstation des „European Molecular Biology Laboratory“ (EMBL) und von Arbeitsgruppen der Max-Planck-Gesellschaft durchgeführt. Im Jahr 2000 wurden von EMBL Hamburg wieder sechs Messstationen betreut, davon vier für den Bereich der Biokristallographie. 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, sowie das Ribosom. Bei der Erforschung der Struktur des Ribosoms, der Eiweißfabrik der Zellen, konnte die Gruppe nach vielen Jahren intensiver Arbeit wichtige Resultate vorlegen.

Aufgrund der zunehmenden Bedeutung der biologischen Strukturuntersuchungen und in Vorbereitung der Nutzung des Röntgenlasers von TESLA ist DESY dabei, eine biologische Arbeitsgruppe aufzubauen, in enger Zusammenarbeit mit den bestehenden auswärtigen Gruppen.

Bereichsübergreifende Dienstleistungen

Der erfolgreiche Betrieb der komplexen, hochtechnologischen Großgeräte erfordert eine exzellente technische Infrastruktur, die in Hamburg und Zeuthen folgende Serviceleistungen erbringt: Mechanische und elektronische Konstruktion, technische Auftragsabwicklung, Fertigung und gewerbliche Ausbildung; Aufbau der Beschleuniger und Experimente mit Projektierung, Vermessung, Tieftemperatur- und Gaseservice, Halbleitersicherheit; Informationstechnik; Informationsmanagement und CAD-Support; IT-Sicherheit und Datenschutz; Sicherheit und Umweltschutz; Technischer Notdienst und technische Sicherheit; Bauwesen mit Neubauten, Instandhaltung, Betriebsschlösserei und Transportgruppe.

Öffentlichkeitsarbeit und Ausbildung

Die Öffentlichkeitsarbeit war im Berichtsjahr vom „Jahr der Physik“ mit seinen Veranstaltungen geprägt sowie vor allem von der Ausstellung „Licht der Zukunft“. Diese fünfmonatige Ausstellung stellte an viele Mitarbeiter außergewöhnliche Anforderungen und wäre ohne deren Einsatz nicht zu so einem Erfolg geworden. Eine große Hilfe waren dabei die nahezu 100 Physikstudenten aus ganz Deutschland, die für jeweils zwei Wochen als Ansprechpartner die Ausstellung begleiteten. Das Zeuthener Institut beteiligte sich wesentlich an der Vorbereitung und Durchführung von zwei Ausstellungen in Berlin: In der URANIA bei der

Ausstellung „Die Reise zum Urknall“ und im Gropius Bau bei der Ausstellung „Sieben Hügel“.

Die Ausbildung des wissenschaftlichen, technischen und handwerklichen Nachwuchses spielt bei DESY eine große Rolle. Auch für diese Ausbildung sind die großen, technologisch herausragenden Anlagen DESYs von großer Bedeutung. Im Rahmen ihrer wissenschaftlichen Ausbildung kamen 143 Diplomstudenten (davon 24 aus dem Ausland), 504 (212) Doktoranden und 225 (95) Nachwuchswissenschaftler zu Forschungszwecken zu DESY, insgesamt also 872 (331) (die Zahlen beziehen sich auf das Jahr 1999). In Hamburg und Zeuthen wurden insgesamt 89 Personen in technischen Berufen sowie im Verwaltungs- und Bibliothekswesen ausgebildet.



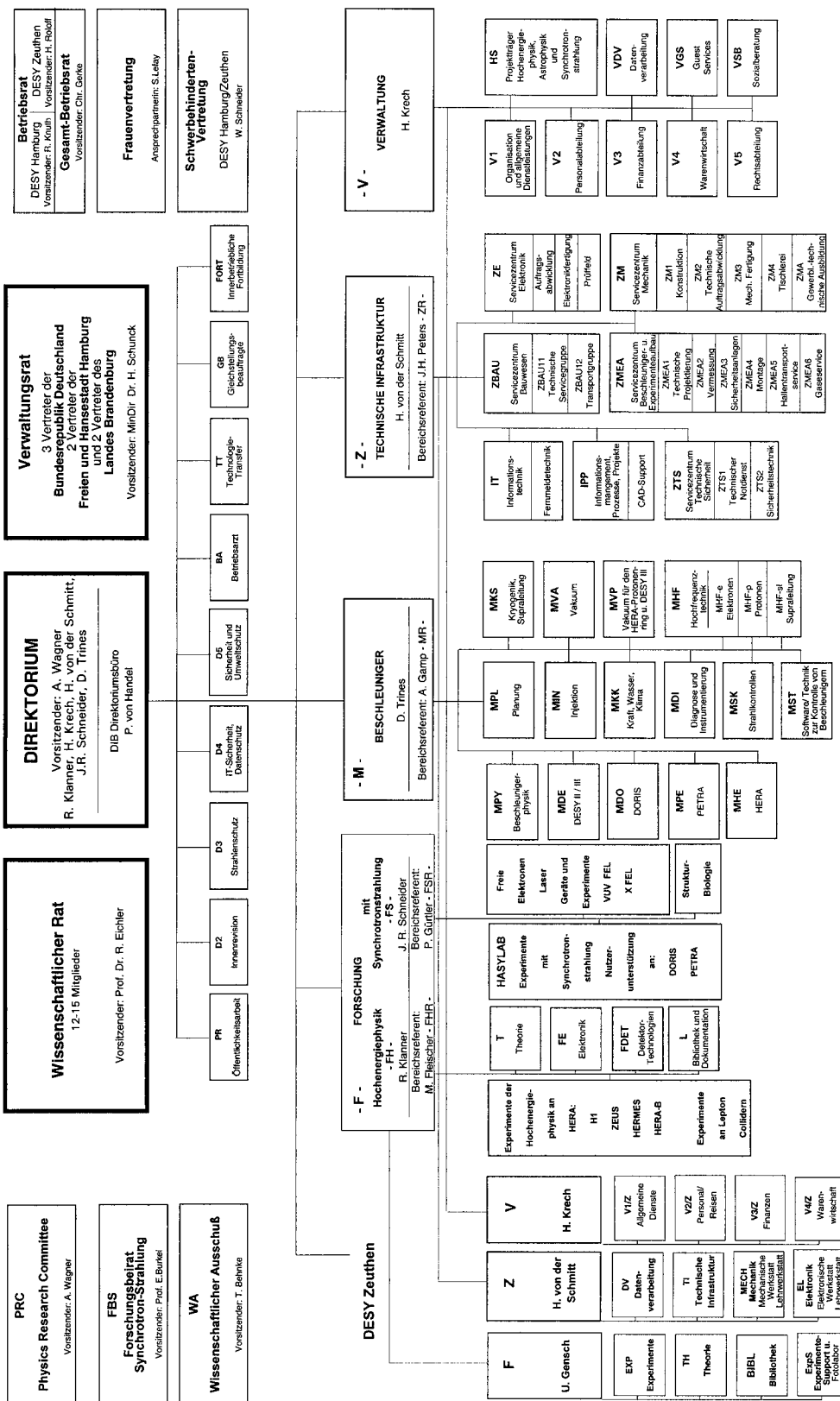
Albrecht Wagner
Vorsitzender des DESY-Direktoriums

Organigramm für das Geschäftsjahr
Stand: 3. Juli 2000

DEUTSCHES ELEKTRONEN-SYNCHROTRON DESY

(Stiftung privaten Rechts)

NOTKESTRASSE 85 - 22607 HAMBURG
TEL. 040/89 98-0 - FAX 040/89 98 32 82 - www.desy.de
PLATANIENALLEE 6 - 15738 ZEUTHEN
TEL. 0337/6277-0 - FAX 0337/6277-413



Organe der Stiftung und weitere Gremien

Verwaltungsrat

Vertreter der Bundesrepublik Deutschland:

MD Dr. **H. Schunck** – (Vorsitzender)

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)

ORR **C. Scherf**
(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)
Dr. H. Krech	(Bereich Verwaltung)
Dr. H. von der Schmitt	(Bereich Technische Infrastruktur)
Prof. Dr. J. Schneider	(Bereich Forschung – Synchrotronstrahlung)
Dr. D. Trines	(Bereich Beschleuniger)
Prof. Dr. A. Wagner	(Vorsitzender)

Wissenschaftlicher Rat (WR)

Prof. Dr. **P. Brix**

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

Prof. Dr. **S. Bethke**

Max-Planck-Institut für Physik, München

Prof. Dr. **R. Eichler**

Institut für Teilchenphysik, ETH Zürich (CH)
(Vorsitzender)

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. **S. Großmann**

Fachbereich Physik, Universität Marburg

Prof. Dr. **R.-D. Heuer**

II. Institut für Experimentalphysik, Universität Hamburg

Prof. Dr. **K. C. Holmes**

Abteilung Biophysik, Max-Planck-Institut, Heidelberg

Prof. Dr. **E. Jaeschke**

BESSY GmbH, Berlin

Prof. Dr. **W. Jentschke**

II. Institut für Experimentalphysik, Universität Hamburg
(Ehrenmitglied)

Dr. **K.-H. Kissler**

European Organization for Particle Physics CERN, Geneva (CH)

Prof. Dr. **K. Königsmann**

Albert-Ludwigs-Universität Freiburg

Dr. **J. May**

European Organization for Particle Physics CERN, Geneva (CH)

Prof. Dr. **W. Sandner**

Max-Born-Institut, Berlin

Prof. Dr. **J. Stachel**

Physikalisches Institut, Universität Heidelberg

Prof. Dr. **E. Umbach**

Physikalisches Institut, Universität Würzburg

Erweiterter Wissenschaftlicher Rat (EWR)

Prof. Dr. **M. Blume**

Brookhaven National Laboratory, Upton NY (USA)

Prof. Dr. **M. Danilov**

ITEP, Moscow (RUS)

Prof. Dr. **J. J. Engelen**

NIKHEF, Amsterdam (NL)

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. **E. Iarocci**

Istituto Nazionale di Fisica Nucleare INFN, Rome (I)

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

Department of Physics, University of Toronto (CAN)

Prof. Dr. **J. Nassalski**

European Organization for Particle Physics CERN, Geneva (CH)

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

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

Academician **A. N. Skrinsky**

Institute of Nuclear Physics, Novosibirsk (RUS)

Die Mitglieder des **Wissenschaftlichen Rates**.

Physics Research Committee (PRC)

Prof. Dr. **M. Albrow**

Fermi National Accelerator Laboratory, Batavia IL (USA)

Dr. **J. Arvieux**

Institut de Physique Nucléaire d'Orsay, Université de 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. **A. J. Buras**

Physik-Department, Technische Universität München

Prof. Dr. **R. Cashmore**

European Organization for Particle Physics CERN, Geneva (CH)

Prof. Dr. **D. Froidevaux**

European Organization for Particle Physics CERN, Geneva (CH)

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

Prof. Dr. **E. Hughes**

Caltech, Pasadena CA (USA)

Prof. Dr. **K. Jakobs**

Institut für 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. **K. Königsmann**

Albert-Ludwigs-Universität Freiburg
(seit Oktober 2000)

Prof. Dr. **E. Reya**

Universität Dortmund

Dr. **L. Rolandi**

European Organization for Particle Physics CERN, Geneva (CH)

Prof. Dr. **B. Spaan**

Technische Universität Dresden

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)	Prof. Dr. F. Jegerlehner (DESY)
Dr. K. Balewski (DESY)	Dr. J.-P. Jensen (DESY)
Dr. T. Behnke (DESY) (Vorsitzender)	O. Kaul (DESY)
Dr. R. Brinkmann (DESY)	Dr. U. Kötz (DESY)
Prof. Dr. W. Buchmüller (DESY)	P. Kostka (DESY)
Dr. J. Crittenden (Univ. Bonn)	B. Krause (DESY)
Dr. K. Desch (Univ. Hamburg)	Prof. Dr. M. Lüscher (DESY)
Dr. J. Ebert (Univ. Wuppertal)	Prof. Dr. G. Materlik (DESY)
Dr. K. Ehret (Univ. Dortmund)	Dr. W. Meyer-Klaucke (EMBL)
H. Ehrlichmann (DESY)	Dr. K. Mönig (DESY)
Dr. E. Elsen (DESY) (Stellvertr. Vorsitzender)	H. Münch (DESY)
P. Folkerts (DESY)	H. Quehl (DESY)
Dr. A. Gamp (DESY)	S. Riemann (DESY)
Dr. A. Gellrich (Humboldt-Univ. Berlin)	J. Scheins (RWTH Aachen)
Dr. G. Goerigk (FZ Jülich)	Dr. H. Schulte-Schrepping (DESY)
H. Grabe-Celik (DESY)	Dr. A. Schwarz (DESY)
Dr. G. Grindhammer (MPI München)	H. Sindt (DESY)
Dr. D. Haidt (DESY)	Dr. J. Spengler (Univ. und MPI Heidelberg)
K.-H. Hiller (DESY)	Dr. E. Steffens (Univ. Erlangen)
Dr. U. Holm (Univ. Hamburg)	Dr. F. Willeke (DESY)
B. Holzer (DESY)	Dr. G. Wolf (DESY)
B. Lange (DESY)	Prof. Dr. P.M. Zerwas (DESY)
	Dr. T. Zeuner (DESY)

Forschungsbeirat Synchrotronstrahlung (FBS)

Prof. Dr. E. Burkel

Institut für Festkörperforschung, Forschungszentrum Jülich
(Vorsitzender)

Dr. B. S. Clausen

Research Laboratory, Haldor Topsøe AS, Lyngby (DK)

Dr. W. Drube

DESY

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

Dr. T. Salditt

Ludwig-Maximilians-Universität München

Prof. Dr. J. R. Schneider

DESY

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 of Nuclear Physics, Cracow (PL)
 Institut für Experimentelle 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
 Kirchhoff Institut für Physik, 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 and VII, IN2P3-CNRS, Paris (F)
Institute of Physics, Czech Academy of Sciences, Prague (CZ)
Nuclear Center, Charles University, Prague (CZ)
INFN Roma 3, 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)
Institute of Physics and Technology, Ministry of Education and Science of Kazakhstan, Almaty (KZ)
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 Laboratory, 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, University 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 und Physics Institute, Moscow (RUS)
 Institute of Nuclear Physics, Moscow State University, Moscow (RUS)
 Department of High Energy Physics, Yale University, New Haven CT (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)
 Institute 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 Universiteit, 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)
	Institut für Theoretische Physik, Universität Regensburg
	Gruppo 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 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, Petersburg Nuclear Physics Institute (PNPI), St. Petersburg (RUS)
 Subatomic Physics Department, University of Utrecht (NL)
 Deutsches Elektronen-Synchrotron DESY, Zeuthen
 Physik Institut, Universität Zürich (CH)

Im HASYLAB

II. Physikalisches Institut, Institut der Anorganischen Chemie,
Institut für Kunststoffverarbeitung, Rheinisch-Westfälische Technische Hochschule Aachen
Department of Chemistry, University of Aarhus (DK)
Orthopaedic Research Laboratory, Aarhus University Hospital, Aarhus (DK)
Agric University Norway, Aas (N)
Department of Chemistry, University of Antwerpen (Wilrijk) (B)
Institut für Experimentalphysik II, Lehrstuhl für Experimentalphysik IV,
Institut für Festkörperchemie, Universität Augsburg
Bayrisches Geoinstitut, Lehrstuhl für Kristallographie, Universität Bayreuth
Ferdinand-Braun-Institut für Höchstfrequenztechnik, Berlin
Institut für Atom- und Festkörperphysik, Institut für Physikalische und Theoretische Chemie,
Institut für Experimentalphysik, Institut für Kristallographie, Freie Universität Berlin
Fritz-Haber-Institut, Max-Planck-Gesellschaft, Berlin
Hahn-Meitner-Institut, Berlin
AG Röntgenbeugung, Fachbereich Physik, Institut für Anorganische und Allgemeine Chemie,
Institut für Biochemie, Charité, Humboldt Universität zu Berlin
Max-Born-Institut, Berlin
Institut für Atomare und Analytische Physik,
Institut für Physikalische und Theoretische Chemie, Technische Universität Berlin
Institute of Physics, Bhubaneswar (IND)
Fakultät für Physik, Universität Bielefeld
Fakultät für Physik und Astronomie, Fakultät für Chemie, Institut für Mineralogie,
Ruhr-Universität Bochum
Mineralogisch-Petrologisches Institut, Universität Bonn
Faculty of Chemical Technology, Slovak University of Technology, Bratislava (SLO)
Physikalisch-Technische Bundesanstalt, Braunschweig
H H Wills Physics Laboratory, University of Bristol (GB)
Department of Nuclear Chemistry, Institute for General Physics,
Eötvös University Budapest (H)
KFKI Research Institute for Particle & Nuclear Physics, Budapest (H)
Institute for Physical Chemistry, Technical University Budapest (H)
Laboratorio Nacional de Luz Sincrotron, Campinas (BR)
Department of Chemistry, University of Chicago (USA)
Institut für Metallkunde und Metallphysik, Technische Universität Clausthal,
Clausthal-Zellerfeld
CISMI, Oersted Laboratory, Niels Bohr Institute, University of Copenhagen (DK)

Department of Solid State Physics, Regional Laboratory,
University of Mining and Metallurgy, Cracow (PL)

Regional Laboratory, Jagiellonian University, Cracow (PL)

Deutsches Kunststoff Institut, Fachbereich Materialwissenschaften, FG Dünne Schichten FB,
Institut für Angewandte Physik, Institut für Physikalische Chemie,
Technische Universität Darmstadt

IRI, Technical University Delft (NL)

Institut für Maschinenbau, Lehrstuhl für Anorganische Chemie,
Lehrstuhl für Experimentelle Physik I, Lehrstuhl für Physikalische Chemie,
Lehrstuhl für Qualitätswesen, Universität Dortmund

Institut für Festkörper- und Werkstoffforschung, IFW, Dresden

Institut für Polymerforschung e.V., Dresden

Institut für Kristallographie und Festkörperphysik, Institut für Werkstoffwissenschaften,
Technische Universität Dresden

Physics Department, School of Electronic Engineering, Dublin City University, Dublin (IRL)

Eidgenössische Materialprüfungs- und Forschungsanstalt, EMPA, Dübendorf (CH)

Institut für Angewandte Physik, Heinrich-Heine-Universität Düsseldorf

Experimentelle Tieftemperaturphysik, FB 6 Physikalische Chemie, Universität-GH Duisburg

Department of Polymer Chemistry and Technology, University of Eindhoven (NL)

Experimental Physics, Urals State Technical University, Ekaterinburg (RUS)

CT-CPM, University of Twente, Enschede (NL)

Siemens AG, Erlangen

Institut für Laser- und Plasmaphysik, Universität Essen

The Royal Veterinary and Agriculture University, Frederiksberg (DK)

Institut für Metallkunde, Technische Universität Bergakademie Freiberg

Kristallographisches Institut, Universität Freiburg

Physik Department E13, E15, E17, E19, E20 und E21, Lehrstuhl für Technische Chemie II,
Technische Universität München, Garching

GKSS-Forschungszentrum GmbH, Geesthacht

Institut für Geowissenschaften und Lithosphärenforschung, Justus-Liebig-Universität Gießen

MPI für Kolloid- und Grenzflächenforschung, Max-Planck-Gesellschaft, Golm/Potsdam

I. Institut für Physikalische Chemie, I. Physikalisches Institut, Institut für Materialphysik,
Mineralogisch-Kristallographisches Institut, Universität Göttingen

Institut für Biophysik, Österreichische Akademie der Wissenschaften, Graz (A)

Institut für Festkörperphysik, Institut für Physikalische Chemie,
Institut für Theoretische Physik, Universität Graz (A)

Institut für Physik, Ernst-Moritz-Arndt-Universität Greifswald

European Synchrotron Radiation Facility ESRF, Grenoble (F)

Department of Physics, University of Guelph (CAN)
Fachbereich Physik, Martin-Luther-Universität Halle
AG für Strukturelle Molekularbiologie, Max-Planck-Gesellschaft, Hamburg
Deutsches Elektronen-Synchrotron DESY, Hamburg
European Molecular Biology Laboratory (EMBL), Außenstelle Hamburg
II. Institut für Experimentalphysik, Institut für Angewandte Physik,
Institut für Anorganische und Angewandte Chemie, Institut für Laserphysik,
Institut für Physikalische Chemie, Institut für Technische und Makromolekulare Chemie,
Mineralogisch-Petrographisches Institut, Universität Hamburg
Technische Universität Hamburg-Harburg
Firma Degussa Metals Catalysts Cerdec AG, Hanau
Molekular- und Zellphysiologie, Medizinische Hochschule Hannover
Institut für Anorganische Chemie, Institut für Fertigungstechnik, Institut für Festkörperphysik,
Institut für Mineralogie, 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 (J)
Physikalisch-Astronomische Fakultät, Institut für Optik, Friedrich Schiller Universität Jena
Institut für Festkörperforschung, Forschungszentrum Jülich
Europäisches Institut für Transurane, Institut für Nukleare Entsorgungstechnik,
Institut für Technische Chemie, Forschungszentrum Karlsruhe
Institut für Keramik im Maschinenbau, 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, Ukraine Academy of Science, Kiev (UA)
II. Physikalisches Institut, Universität Köln
Fakultät für Physik und Geowissenschaften, Institut für Experimentalphysik I,
Universität Leipzig
Katholieke Universiteit Leuven, Leuven-Heverlee (B)
IFM, University of Linköping (S)
Institut für Halbleiterphysik, Universität Linz (A)
Institute Jozef Stefan, University of Ljubljana (SLO)
Los Alamos National Laboratory, Los Alamos (USA)

Institut für Physik, Medizinische Universität zu Lübeck
 Department of Physiological Sciences, University of Lund (S)
 Physics Department, Lviv State Franko University, Lviv (UA)
 Research Laboratory, Haldor Topsøe AS, Lyngby (DK)
 Department of Chemistry, Department of Geology, Department of Physics,
 Technical University of Denmark, Lyngby (DK)
 Instituto de Ciencia y Tecnología de Polímero, Consejo Superior de Investigaciones Científicas,
 Madrid (E)
 Departamento de Física de la Materia Condensada, Universidad Autónoma Madrid (E)
 Departamento de Físico-Química, Universidad Complutense Madrid (E)
 Institut für Biochemie, Institut für Geowissenschaften, 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
 Department of Mechanical Engineering, University of Maribor (SLO)
 CRMC2-CNRS, Campus de Luminy, Département de Physique, Université d'Aix-Marseille (F)
 MPI für Biochemie, Max-Planck-Gesellschaft, Martinsried
 Faculté de Pharmacie, Centre de Biochimie Structurale, Montpellier (F)
 Lebedev Physical Institute, Russian Academy of Science, Moscow (RUS)
 Physics Faculty, Moscow State University, Moscow (RUS)
 MPI für Kohleforschung, Max-Planck-Gesellschaft, Mülheim/Ruhr
 Allgemeine und Angewandte Geologie, Institut für Anorganische Chemie,
 Institut für Kristallographie, Sektion Physik, Ludwig-Maximilians-Universität München
 MPI für Physik, Max-Planck-Gesellschaft, München
 Institut für Anorganische Chemie, Technische Universität München
 Laboratoire L.I.S.E., Université de Notre Dame de la Paix, Namur (B)
 European Space Agency, ESTEC, Noordwijk (NL)
 Firma Nova Gorica Polytechnic, Nova Gorica (SLO)
 FB 9, TC 2, Fachbereich Chemie, Carl von Ossietzky Universität Oldenburg
 LURE, Université de Paris-Sud, Orsay (F)
 Institut de Physique Nucléaire, 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 6 – Physik, Gesamthochschule Paderborn

Geoforschungszentrum Potsdam
Hochdrucklabor, Institut für Physik, Universität Potsdam
Department of Built Environment, University of Central Lancashire, Preston (GB)
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)
Department of Materials Science and Metallurgy, PUC, Rio de Janeiro (BR)
Condensed Matter Physics & Chemistry Department, Materials Research Department,
Physics Department, Risø National Laboratory, Roskilde (DK)
Fachbereich Physik, Universität Rostock
Institut für Anorganische und Analytische Chemie, Universität des Saarlandes, Saarbrücken
Departamento de Fisica Aplicada I, Universidad de San Sebastian (E)
Biokompatible Werkstoffe und Bauwesen, ETH, Schlieren (CH)
Osram GmbH, Schwabmünchen
Department of Physical Chemistry, University of Sofia (BG)
Materials Science & Engineering Department, State University New York, Stony Brook (USA)
MPI für Festkörperforschung, MPI für Metallforschung, Max-Planck-Gesellschaft, Stuttgart
Institut für Physikalische Chemie, Universität Stuttgart
Institute of Physics, University of Tartu (EW)
Institute of Physics, N. Copernicus University, Torun (PL)
Institut für Kristallographie, Universität Tübingen
Abteilung für Elektrochemie, Abteilung für Experimentelle Physik, Universität Ulm
Physics Department, 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)
Université des Sciences et Techniques Lille, Villeneuve d'Ascq (F)
LIMHP, Centre Paris-Nord, Villetaneuse (F)
Allgemeine Energieforschung, Swiss Light Source Project,
Paul Scherrer Institut (PSI), Villigen (CH)
Institute of Physics, University of Warsaw (PL)
High Pressure Research Center, Institute of Low Temperature & Structure Research,
Institute of Physical Chemistry, Institute of Physics, Polish Academy of Science, Warsaw (PL)
Institut für Physikalische Chemie, Technische Universität Wien (A)
Atominstitut Wien, Universität Wien (A)
Fachbereich 8 – Physik, Universität Wuppertal

Lehrstuhl für Experimentalphysik IV, Mineralogisches Institut,
Physikalisches Institut, Universität Würzburg
Laboratorium für Festkörperphysik, Laboratorium für Kristallographie,
Laboratorium für Technische Chemie, ETH Zürich (CH)

Bei der TESLA Test Facility

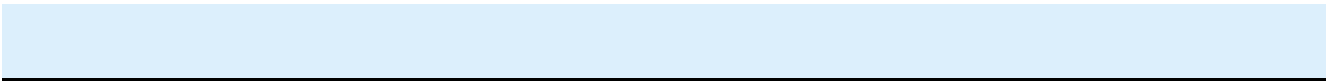
Rheinisch-Westfälische Technische Hochschule, Aachen
Argonne National Laboratory (ANL), Argonne IL (USA)
Fermi National Accelerator Laboratory (FNAL), Batavia IL (USA)
Institute for High Energy Physics (IHEP), Academia Sinica, Beijing (VRC)
Tsinghua University, Beijing (VRC)
BESSY Berlin
Hahn-Meitner 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 und Zeuthen
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)
Budker Institute for Nuclear Physics (BINP), Protvino (RUS)
Institute for High Energy Physics (IHEP), Protvino (RUS)
Istituto Nazionale di Fisica Nucleare (INFN), Rome II (I)
Universität Rostock
Institute for Nuclear Research (INR), Russian Academy of Sciences, Troitsk (RUS)
Paul-Scherrer-Institut (PSI), Villigen (CH)
High Pressure Research Center, Polish Academy of Science, Warsaw (PL)
Institute of Physics, Polish Academy of Science, Warsaw (PL)
Faculty of Physics, University of Warsaw (PL)
Polish Atomic Energy Agency, Warsaw (PL)
Bergische Universität-GH Wuppertal
Yerevan Physics Institute, Yerevan (ARM)

Bereich Forschung (F)

Inhalt

Übersicht	33
H1-Experiment	39
ZEUS-Experiment	53
HERMES-Experiment	67
HERA-B Experiment	79
Forschung an Lepton Collidern	97
Theoretische Physik	109
Hamburger Synchrotronstrahlungslabor HASYLAB	117
Europäisches Laboratorium für Molekularbiologie EMBL Außenstation Hamburg	129
Max-Planck-Gesellschaft Arbeitsgruppen für Strukturelle Molekularbiologie	137
Elektronik-Entwicklung	141
Bibliothek und Dokumentation	147
Presse- und Öffentlichkeitsarbeit	151



Übersicht F-Bereich

Experimentierbetrieb bei HERA

Im Berichtsjahr 2000 wurde HERA von Januar bis August bei 27.5 GeV Elektronen- und 920 GeV Protonenenergie betrieben. Damit ist die erste HERA-Experimentierphase „HERA-I 1992–2000“ erfolgreich abgeschlossen.

Im September 2000 wurde mit dem Umbau von HERA begonnen. Das Ziel ist, den Experimenten H1 und ZEUS eine fünffach höhere Luminosität und polarisierte Elektronen und Positronen zur Verfügung zu stellen. Mit einer maximalen Luminosität von $2 \times 10^{31} \text{cm}^{-2} \text{s}^{-1}$ hat HERA-I die Sollluminosität um 30% übertroffen. Insgesamt wurde den beiden Collider-Experimenten H1 und ZEUS etwa 165pb^{-1} an e^+p und 25pb^{-1} an e^-p integrierter Luminosität zur Verfügung gestellt.

Das HERMES-Experiment hat insgesamt 3.5 Millionen Ereignisse mit polarisiertem Wasserstoff, 8.5 Millionen mit polarisiertem Deuterium, 2.3 Millionen mit polarisiertem ^3He und 13.5 Millionen Ereignisse mit verschiedenen unpolarisierten Targets (H_2 , D_2 , He und Ne) aufgezeichnet.

Das HERA-B Experiment ist seit Frühjahr 2000 fertig gestellt. Es konnten alle Detektorkomponenten in Betrieb genommen und erste Daten zur hadronischen Erzeugung schwerer Quarks genommen werden.

Dank des ausgezeichneten HERA-Kontrollsystems war der effiziente gleichzeitige Betrieb aller vier HERA-Experimente möglich.

Die Experimente H1 und ZEUS

Beide Collider-Experimente fanden ausgezeichnete Strahlbedingungen vor und nahmen zuverlässig und effizient Daten hoher Qualität.

Zu den herausragenden physikalischen Ergebnissen zählen eine erste Messung der paritätsverletzenden Protonstrukturfunktion xF_3 , verschiedene präzise Messungen des Wertes und der Skalenabhängigkeit der starken Kopplungskonstante α_s , die verbesserte Bestimmung der Gluonstrukturfunktion $G(x)$ und der longitudinalen Strukturfunktion F_L des Protons sowie die Messung des Erzeugungsquerschnitts für Charm- und Beauty-Teilchen und verschiedener Vektormesonen in Photoproduktion und tiefunelastischer Streuung. Die Suche nach Effekten jenseits des Standard-Modells der Teilchenphysik hat bisher nur obere Grenzen geliefert.

Seit September werden bei HERA und den Experimenten umfangreiche Umbau- und Verbesserungsarbeiten zur Vorbereitung der HERA-Luminositätserhöhung vorgenommen. Dazu gehören der Einbau supraleitender Strahlmagnete in die Detektoren, neue Kalorimeter und Elektronik für die Luminositätsbestimmung, ovale Strahlröhren aus dünnwandigem Al-Be, der Neubau bzw. die Erweiterung von Siliziumvertexdetektoren und Verbesserungen der Spurdetektoren in der Proton-Vorwärtsrichtung.

Das HERMES-Experiment

Durch Änderungen am polarisierten Gastarget konnte zu Beginn des Berichtsjahres die Targetdichte um etwa einen Faktor zwei erhöht werden. Seit dem Frühjahr 2000 wird außerdem für jeweils eine Stunde am Ende jeder Positronfüllung das Target mit verschiedenen unpolarisierten Gasen der hundertfachen Dichte im Vergleich zum polarisierten Deuterium gefüllt. So konnten zusätzlich 13.5 Millionen tiefunelastische Ereignisse praktisch ohne Luminositätsverluste für die anderen Experimente registriert werden.

Zu den wichtigsten physikalischen Ergebnissen der HERMES-Kollaboration im Berichtsjahr zählen die

Bestimmung der Spinstruktur g_1 von Proton, Deuteron und Neutron, die Messung der verschiedenen Quarkdichten im Nukleon, die Identifizierung von Ereignissen der „Tief-Virtuellen-Compton-Streuung“ (DVCS) und die Bestimmung der Polarisierung der ρ -Mesonen in Elektroproduktion. Durch den Vergleich der Teilchenzeugung an unpolarisiertem Stickstoff und Deuterium wurde außerdem die Formationszeit geladener Teilchen in hadronischen Wechselwirkungen untersucht.

Als Vorbereitung für die Zeit nach der HERA-Luminositätssteigerung wurden kleinere Umbauarbeiten und Verbesserungen am Detektor durchgeführt sowie ein Dipolmagnet für das transversal polarisierte Target, mit dem 2001–2002 gemessen werden soll, konstruiert und in Auftrag gegeben.

Das HERA-B Experiment

Ziel des HERA-B Experiments ist die Untersuchung seltener Zerfälle von Teilchen, die Charm- und Bottom-Quarks enthalten – speziell die Messung der CP-Asymmetrie bei B-Zerfällen.

Anfang 2000 waren das HERA-B Spektrometer und das sehr aufwendige Triggersystem zu 100% fertig gestellt. Im Berichtsjahr wurden alle Komponenten in Betrieb genommen und Daten mit verschiedenen Triggerbedingungen aufgezeichnet.

Das Einlaufen des Detektors erwies sich allerdings als schwieriger als zunächst angenommen: ein Teil der Komponenten, wie zum Beispiel das Drahttarget, der Siliziumvertexdetektor, der „RICH“-Cherenkovzähler zur Teilchenidentifikation und das Datennahmesystem arbeiteten ausgezeichnet, während die Gas-Spurdetektoren, die Vortrigger und die erste Triggerstufe die Entwurfsparameter nicht erreichen konnten. Auf der Basis der erzielten Ergebnisse werden nun in der HERA-Betriebspause Verbesserungen durchgeführt.

Da zu erwarten ist, dass es noch einige Zeit dauern wird, bis alle Komponenten von HERA-B wie geplant funktionieren, und inzwischen die Experimente am SLAC (USA) und bei KEK (Japan) an eigens zum Studium der CP-Verletzung gebauten Elektron-Positron-Speicherringen erfolgreich Daten nehmen, hat die Kollaboration für die Zeit 2001–2002 ein neues

Physikprogramm vorgeschlagen: die Messung der hadronischen Erzeugung schwerer Quark- und Quarkoniumzustände zur Untersuchung von Fragen der starken Wechselwirkung.

Auch wenn HERA-B bisher seine hochgesteckten Ziele nicht erreichen konnte, hat das Experiment im Jahr 2000 dennoch sehr große Fortschritte gemacht und spielt als Spektrometer mit bisher unerreichter Ereignisrate und Anforderungen an Strahlenhärte eine Vorreiterrolle für die 2006 in Betrieb gehenden LHC-Experimente.

Forschung an Lepton Collidern und Vorarbeiten für TESLA

Das Jahr 2000 stand ganz im Zeichen der Ausarbeitung des „TESLA Technical Design Report“ (TDR), der im März 2001 der Öffentlichkeit vorgestellt wird.

Die im Rahmen der II. ECFA-DESY-Studie in breiter internationaler Zusammenarbeit durchgeführten Studien konzentrierten sich auf Präzisionsmessungen zum Standard-Modell der Teilchenphysik, zum Higgs-Mechanismus und auf Untersuchungen zu Supersymmetrie und alternativen Theorien jenseits des Standard-Modells. Es wurden vor allem e^+e^- -Kollisionen im TeV-Bereich, aber auch die Optionen $\gamma\gamma$ und $e\gamma$ untersucht.

Für den TDR wurde ein erster Detektorentwurf ausgearbeitet: er zeigt, dass die anspruchsvollen experimentellen Anforderungen tatsächlich erreicht werden können. Die Vorversuche zur Auslese einer „Time Projection Chamber“ mit „Gas Electron Multiplier“-Folien und zum Einsatz künstlicher Diamanten als strahlenharte Detektoren bei kleinen Winkeln wurden weitergeführt.

Außerdem wurde zur Ausarbeitung der folgenden Optionen der möglichen Nutzung der Elektronen von TESLA für die Teilchenphysik beigetragen:

THERA verwendet die polarisierten Elektronen von TESLA, um sie mit den 920 GeV Protonen von HERA zur Wechselwirkung zu bringen. Damit kann unter anderem die Struktur des Protons bei höheren Partondichten als bei HERA, einem neuen Bereich der starken Wechselwirkung, untersucht werden. Außerdem ermöglicht THERA, falls eine ausreichend hohe Luminosität erreicht werden kann, eine empfindliche Suche

nach exotischen Teilchenzuständen wie Leptoquarks, Leptogluonen und angeregten Fermionen.

TESLA-N untersucht die Wechselwirkungen der longitudinal polarisierten 250–400 GeV Elektronen von TESLA mit einem polarisierten Festtarget und ELFE verwendet HERA als Stretcherring, um 15–25 GeV Elektronen von TESLA als quasi-kontinuierlichen Strahl zum Experimentieren zur Verfügung zu stellen. Ziel beider Optionen ist die Präzisionsmessung bisher nicht untersuchter Strukturfunktionen des Nukleons, welche einzigartige Tests der Theorie der starken Wechselwirkung ermöglichen.

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 (QCD), Flavour-Physik der schweren Quarks und Neutrinos, Higgs-Mechanismus, Gravitation, Zusammenhang von Teilchenphysik und Kosmologie, Stringtheorie, Gittereichtheorie und Mathematische Physik. Ebenso war die Gruppe zentral an der Ausarbeitung des TESLA-TDR im Rahmen der II. ECFA-DESY-Studie beteiligt.

Experimente mit Synchrotronstrahlung

Für die Forschung mit Synchrotronstrahlung bei DESY wurden im Jahr 2000 am Speicherring DORIS 5011 Betriebsstunden dediziert und bei PETRA etwa 2200 Stunden zur parasitären Nutzung bereitgestellt. 1900 Wissenschaftler und Ingenieure kamen für eine oder mehrere Messzeiten zu HASYLAB, davon führten 460 Wissenschaftler Arbeiten zu biologischen Fragestellungen an den Instrumenten der EMBL Außenstation und der Arbeitsgruppen für strukturelle Molekularbiologie der Max-Planck-Gesellschaft durch.

Die Ergebnisse sind in 700 Einzelberichten im HASYLAB Jahresbericht zusammengefasst, der über Internet zugänglich ist (http://www-hasyllab.desy.de/science/annual_reports/2000_report/main.htm).

Im Berichtsjahr wurden die Arbeiten zur nichtinvasiven Abbildung von Herzkranzgefäßen erfolgreich zum Abschluss gebracht. Insgesamt wurden 379 Patienten untersucht, davon 230 im Rahmen einer gezielten Studie zur Validierung des bei DESY in Zusammenarbeit mit Medizinerinnen vom Universitäts-Krankenhaus Hamburg Eppendorf und dem Herzzentrum Bad Bevensen, sowie mit Physikern der Universität Siegen entwickelten NIKOS Verfahrens.

Die Ergebnisse wurden von einer international zusammengesetzten Gruppe von Kardiologen analysiert. Dabei zeigte sich, dass im Vergleich mit konkurrierenden Verfahren wie dem „Magnet Resonance Imaging“ (MRI) und dem „Electron Beam Computed Tomography“ (EBCT) das am DORIS Speicherring installierte NIKOS Verfahren die bei weitem besten Bilder liefert. Diese Aufnahmen der Herzkranzgefäße werden innerhalb weniger Sekunden auf dem Bildschirm verfügbar. Weitere technische Verbesserungen des Verfahrens sind möglich.

Im Ergebnis konnten die Kardiologen den routinemäßigen Einsatz des NIKOS Verfahrens im klinischen Betrieb noch nicht empfehlen, statt dessen schlugen sie vor, die Forschungs- und Entwicklungsarbeiten fortzusetzen. In dieser Zeit würde auch sichtbar, ob die hohen Erwartungen in das konkurrierende MRI Verfahren von der Industrie eingelöst werden können. DESY wird weitere F&E Arbeiten an NIKOS unterstützen, unter der Voraussetzung, dass eine Gruppe von Kardiologen die Federführung im Projekt übernimmt.

Als besonders wichtiges wissenschaftliches Ergebnis im Berichtszeitraum sei auf die Lösung der Struktur der kleinen Untereinheit des Ribosoms hingewiesen. Prof. Ada Yonath vom Weizmann Institute in Rehovot und der Max-Planck-Arbeitsgruppe Ribosomen-Struktur bei DESY erhielt für diese bahnbrechenden Arbeiten den Preis der Europäischen Kristallographischen Gesellschaft.

TESLA Test Facility

Am 22. Februar 2000 wurde erstmals am Freielektronen Laser der TESLA Test Facility das Lasen beobachtet. Zuerst bei 108 nm, später konnte die Durchstimmbarkeit des Lasers im Bereich zwischen

80 und 180 nm gezeigt werden. Damit ist ein weiterer Beweis für die Funktionsfähigkeit des SASE Prinzips erbracht worden. Die Ergebnisse lassen sich mit den Theorien quantitativ beschreiben, und als Konsequenz werden in mehreren Ländern neue Projekte zum Bau von Freie-Elektronen Lasern nach dem SASE Prinzip verfolgt. Im Rahmen des Technical Design Reports von TESLA hat DESY ein Röntgenlaserlabor für eine breite Nutzerschaft vorgestellt.

Die Auslegung der Seeding Option für den VUV FEL, mit der die erzeugte Laserstrahlung auch auf der Zeitachse kohärent wird, wurde abgeschlossen. Die Anlage wird jetzt zusammen mit dem Institute for Storage Ring Facilities (ISA) der Universität Aarhus, Dänemark, realisiert.

Technische Entwicklungsgruppen

Die Technischen Entwicklungsgruppen unterstützen die Experimente bei HASYLAB und an den Hochenergiebeschleunigern auf den Gebieten digitale und analoge Signalverarbeitung, Opto- und Mikroelektronik, spezielle Programmentwicklungen, Reparaturservice für Elektronik und Rechner, Wartung von Detektor-komponenten, Betrieb des Mentor-Graphik-Systems, Bestückung- und Bond-Dienstleistungen, und bei der Betreuung der Videokonferenz-Anlagen.

Außerdem werden eigenständige Entwicklungsarbeiten durchgeführt. Beispiele sind ein verteiltes Transienten-Rekorder-System für Beschleuniger, Detektorsysteme zur Strahlüberwachung des Photoinjektors in Zeuthen, ein Multizellen-Silizium-Driftkammerdetektor-System für die Holographie mit Röntgenstrahlen bei HASYLAB und verschiedene Auslesesysteme für die HERA Experimente.

Bibliothek und Dokumentation

Die Gruppe sammelt die von den DESY-Mitarbeitern benötigte Fachliteratur und verwaltet den Druck der am DESY erstellten wissenschaftlichen Veröffentlichungen (2000 waren es 194 DESY-Berichte, 6 Diplomarbeiten und 54 Dissertationen, 1 Konferenzabhandlung, 13 Interne Berichte und 136 Manuskripte in

Fachzeitschriften). Gemeinsam mit der Bibliothek des SLAC wird die gesamte Literatur der Hochenergiephysik dokumentarisch bearbeitet, in der Datenbank HEP aktualisiert und am 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 sowie Titel und Abstracts von Publikationen in ausgewählten Zeitschriften. Außerdem wurde die Infothek der DESY-EXPO Ausstellung ausgestattet.

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

Im Berichtsjahr war ein besonderer Arbeitsschwerpunkt der PR-Gruppe die fünfmonatige zweisprachige EXPO-Ausstellung „Licht der Zukunft – Light for the New Millennium“, mit der DESY in der Öffentlichkeit ein großes Interesse für die Naturwissenschaften geweckt und sein augenblickliches Forschungsprogramm und sein Zukunftsprojekt TESLA vorgestellt hat. Mit 106 000 gezählten Besuchern, einem breitgefächerten und außerordentlich gut besuchten Begleitprogramm und einem intensiven Dialog zwischen Besuchern und DESY-Mitarbeitern war die EXPO ein großer Erfolg.

Zur EXPO wurde auch eine Anzahl von Broschüren in deutscher und englischer Sprache als Begleitmaterial herausgegeben. Ebenso wurde der erste Teil des TESLA-Unterrichtsmaterials, das vom DESY bei ei-

nem Schulbuchverlag in Auftrag gegeben wurde, fertig gestellt und vor Beginn der EXPO bundesweit an 4200 Gymnasien, Gesamtschulen und Schulen mit gymnasialer Oberstufe gesandt. So kamen viele der 450 Schulklassen, die die EXPO besichtigten, bereits gut vorbereitet zur Ausstellung.

Das seit 1998 installierte Internet-Angebot „Kwork-Quark – Teilchenphysik für alle“ ist ausgesprochen erfolgreich: bis Ende 2000 wurden in 30 Monaten Laufzeit 32 000 echte Besucher gezählt, und Kwork-Quark wird zunehmend auch im Unterricht an Schulen eingesetzt.

Im Rahmen des „Jahr der Physik“ war DESY zentral an der Veranstaltung „Reise zum Urknall“, die vom

3. bis 9. April 2000 in der Urania in Berlin stattfand und 15 500 Besucher anlockte, beteiligt. Für die Berliner Millennium-Ausstellung „7 Hügel – Bilder und Zeichen des 21. Jahrhunderts“ lieferte DESY Zeuthen für den Bereich „Kerne“ einige zentrale Exponate, einschließlich einer Funkenkammer zur Visualisierung der kosmischen Strahlung, die besonderes Interesse weckte.

Außerdem beteiligte sich DESY an einer Anzahl Ausstellungen wie zum Beispiel am „Global Dialog in Science and Technology“ bei der EXPO in Hannover, an der Hamburger Verbrauchermesse „Du und Deine Welt“ und an der HGF-Sonderausstellung „Abenteuer Wissenschaft“ im Deutschen Museum in München.

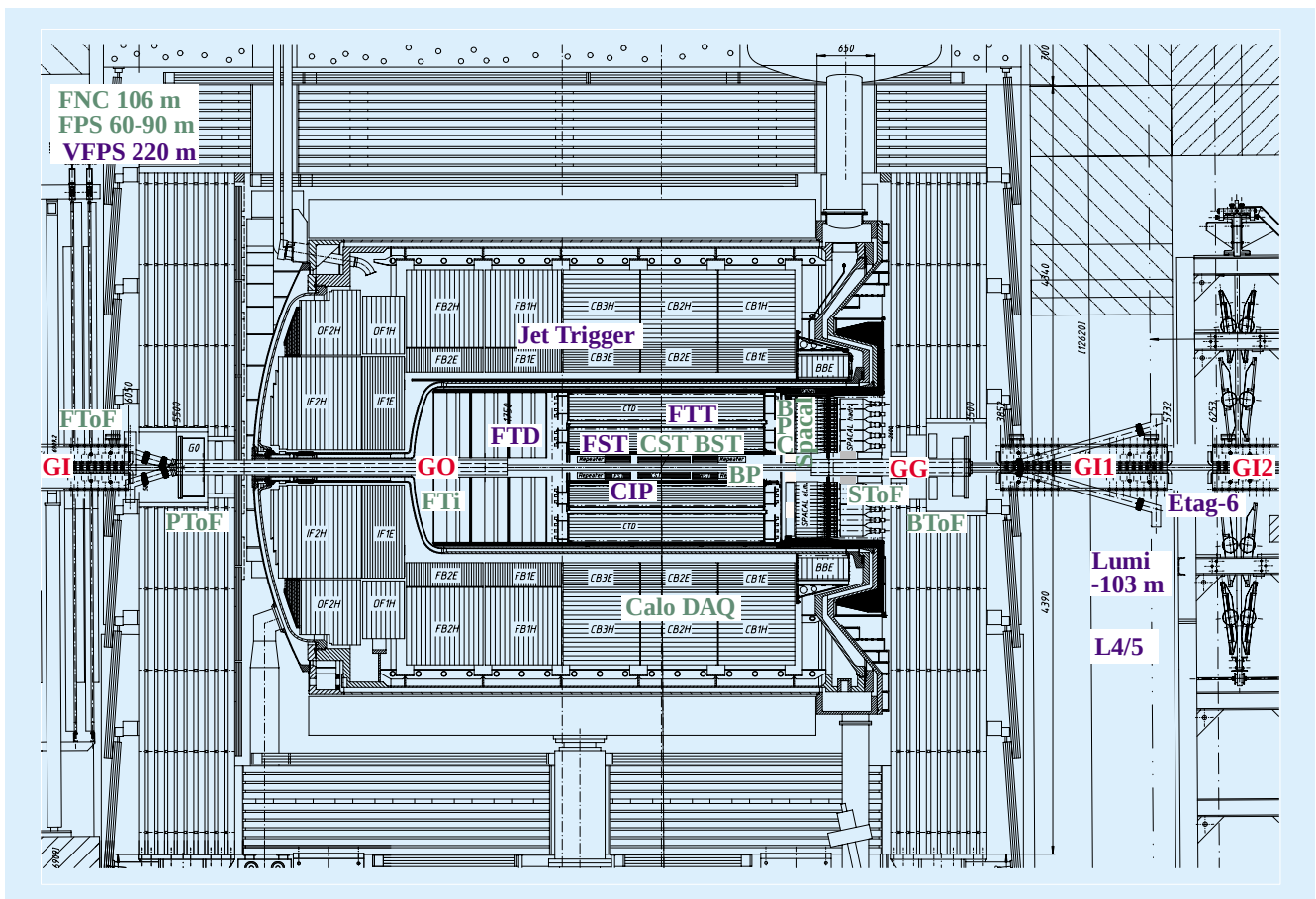


Abbildung 3: Längsschnitt durch das H1-Experiment mit den explizit gekennzeichneten Erweiterungsprojekten.

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: E. Elsen, DESY

Am 24. August 2000 wurde der Experimentierbetrieb mit der höchsten integrierten Luminosität beendet, die je bei HERA in einem Jahr erreicht wurde. Für das H1-Experiment bedeutete das eine nutzbare Luminosität von 56.2 pb^{-1} . Anfang September wurde der Umbau der Speicherringe und der Detektoren in Angriff genommen. Mit einer stärkeren Strahlfokussierung soll „HERA II“ ab Herbst 2001 eine drei- bis fünffach höhere Luminosität liefern.

Im Berichtsjahr hat die H1-Kollaboration 11 wissenschaftliche Arbeiten mit folgenden Schwerpunkten publiziert:

In der tiefunelastischen Elektron-Proton-Streuung wurden Prozesse des neutralen ($e^+p \rightarrow e^+X$) und des geladenen Stromes ($e^+p \rightarrow \bar{\nu}_e X$ und $e^-p \rightarrow \nu_e X$) untersucht. Dies führte zur Bestimmung der Quarkdichten im Proton. Mit der Proton-Strukturfunktion xF_3 wurde weiterhin im H1-Experiment erstmals bei HERA die Differenz von Quark- und Antiquarkdichten, das heißt der Valenzquarkdichten, gemessen. Diese Größe enthält die Wirkung des Z-Austausches in der Interferenz mit dem Photon-Austausch.

Präzise Messungen bei kleinen quadrierten Impulsüberträgen Q^2 führten zu detaillierten Tests der QuantenChromoDynamik (QCD), einer genauen Bestimmung der Stärke der Kopplung α_s der starken Wechselwirkung sowie der Impulsverteilung der Gluonen im Proton.

Nach Anzeichen völlig „neuer Physik“ wurde in den Daten gesucht. Die gute Übereinstimmung der Vorhersagen des Standard-Modells der Physik mit den Messungen von H1 ließ sich durch untere Grenzen für Massen exotischer Teilchen oder obere Grenzen für die Stärke neuartiger Wechselwirkungen ausdrücken.

Einen tieferen Blick „hinter die Kulissen des Confinements“ in die Welt der Partonen (Quarks und Gluonen) im Proton ermöglichte die Analyse der hadronischen Endzustände. Harte Partonen bilden sich dort als Jets, als Bündel von Hadronen, ab. Dadurch konnten Gluonen direkter als in inklusiven Messungen beobachtet und perturbative QCD-Rechnungen gezielt überprüft werden.

Selbst den Photonen, mit denen das gestreute Elektron auf die Quarks der Protonen einwirkt, lassen sich partonische Eigenschaften zuordnen. Die Partonverteilung in virtuellen Photonen, insbesondere die der Gluonen, wurde aus der Erzeugung von Jets bestimmt.

Die partonische Struktur diffraktiver Austauschprozesse bei der Streuung hochvirtueller Photonen in hadronische Endzustände wurde bei Übergängen in Vektormesonen und in Zustände mit Quark- und Gluonjets studiert. Hier gibt es jetzt interessante theoretische Ansätze im Rahmen perturbativer QCD, die mit den H1-Messungen des Jahres 2000 überprüft werden konnten.

Datennahme und Detektor

Das Berichtsjahr war geprägt von der effizientesten Datennahme seit Beginn des Experimentierbetriebs bei HERA im Jahre 1992, wie der Anstieg der Luminositätskurve in Abbildung 4 zeigt. Im Tagesmittel wurden 250 nb^{-1} aufgenommen, gut 60% mehr als im Vorjahr.

Zur Steigerung der Luminosität trugen verschiedene Faktoren bei:

- die Spitzenluminosität des Speicherrings;
- ein verminderter Untergrund mit der Folge, dass auch die empfindlichen Spurkammern nach einer Neufüllung früh eingeschaltet werden konnten;
- verminderte störende Auswirkungen anderer Experimente auf die Strahlqualität in der H1-Wechselwirkungszone;
- als Ergebnis verbesserter Bedienungsprozeduren ein schnelleres Wiederanfahren des Detektors zur Datennahme nach Unterbrechungen.

Die Schichtbesetzung konnte von vier auf drei Personen vermindert werden. Wegen der guten Einsatzbereitschaft des Detektors sind die Daten von besonders guter Qualität.

Aufgrund des hervorragenden Betriebs konnten zum Abschluss der Messzeit bei HERA I in nur vier Tagen noch 762 nb^{-1} an Daten von einem um 70 cm strahlabwärts in Proton-Flugrichtung verschobenen Wechselwirkungspunkt aufgenommen werden. Damit sind noch kleinere Elektron-Streuwinkel, das heißt noch kleinere Q^2 -Werte, der Strukturfunktionsmessung zugänglich.

Mit wachsender Statistik wird für die optimale Nutzung der Daten ein genaueres Verständnis des Ansprechverhaltens der Detektoren auf Spuren und Energieeinträge erforderlich. Dieses Verständnis kann durch systematische Studien der Daten verbessert werden. Im Berichtsjahr wurden Anstrengungen zur Präzisierung des Detektorverständnisses eingeleitet mit dem Ziel, die effektive Messauflösung des Detektors zu steigern. Die ersten Resultate sind sehr vielversprechend.

Um längerfristig effizient und übersichtlich mit der wachsenden Datenmenge und den immer weiter entwickelten Analyseprogrammen umgehen zu können, wurden Voruntersuchungen zur Benutzung von objekt-

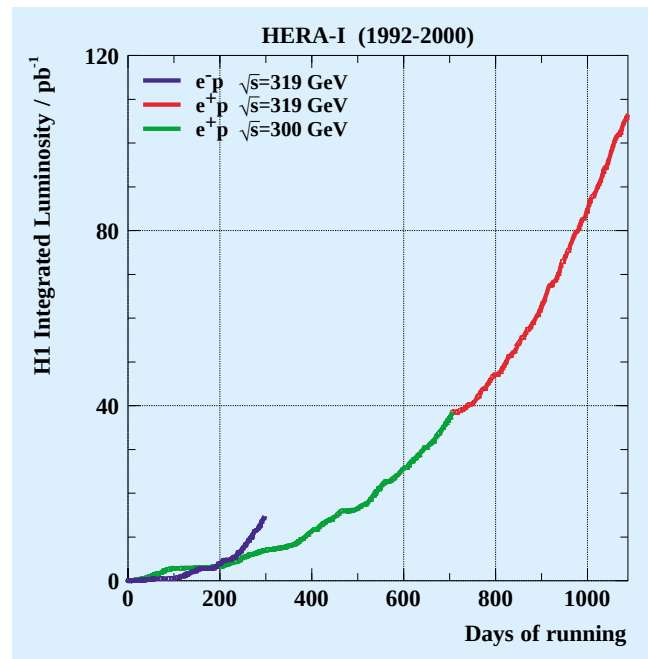


Abbildung 4: Übersicht über die seit 1993 akkumulierte Luminosität von HERA I. Dargestellt ist die vom H1-Experiment für Physikanalysen genutzte Luminosität.

orientierten (OO) Programmen und Datenstrukturen begonnen. Im September 2000 hat die H1-Kollaboration die Einführung der OO-Analysetechnik beschlossen.

Detektorausbau für HERA II

Der Ausbau des H1-Experiments im Zuge der Luminositätserhöhung von HERA hat im September 2000 begonnen und soll bis Juni 2001 abgeschlossen werden. Neben notwendigen Anpassungen an die neue Strahlführung sollen der Teilchennachweis in Vorwärtsrichtung (Richtung des auslaufenden Protons) und die Selektivität des Triggers verbessert werden. Einen Überblick über die verschiedenen Projekte gibt Abbildung 3. Zwei strahlführende, supraleitende Magnete, GO und GG, werden innerhalb des Detektors installiert, um den Elektronenstrahl möglichst früh zu fokussieren und vom Protonenstrahl zu trennen. Nachdem bereits während des Baus der Magnetspulen und der Kryostaten am BNL (Brookhaven, USA) wertvolle Erfahrungen gewonnen werden konnten, sind eingehende Tests und Messungen bei DESY durchgeführt worden. Der erste Magnet war bereits zum Jahreswechsel einbaubereit.

Für die Halterung im Detektor ist eine aufwändige Kohlefaserstruktur konstruiert worden, die eine geregelte Verschiebung um mehrere Millimeter ermöglicht, wie sie beim Wechsel von Positronen- zu Elektronenbetrieb erforderlich ist.

Für das zentrale Strahlrohr (BP) wurde bei der Firma Brush-Wellman-Electrofusion ein 1 m langes, elliptisches Rohr aus einer 2 mm starken Beryllium-Aluminium Legierung hergestellt und vakuumdicht verschweißt. In die anschließenden Rohrteile wurden Absorber aus Wolfram mit einer optimalen Beschichtung aus Silber und Kupfer zur Absorption rückgestreuter harter Synchrotronstrahlung eingesetzt. Sie schützen die Siliziumdetektoren direkt am Strahlrohr und die zentralen Driftkammern.

Der zentrale Vertexdetektor (CST) wurde unter Wiederverwendung aller Siliziumsensoren mit einer neuen Kohlefasermechanik an die elliptische Strahlrohrgeometrie angepasst. Für die Ausleseelektronik wurde die bewährte integrierte Schaltung in einen strahlenharten CMOS Prozess übertragen, erfolgreich getestet und die Serie in Auftrag gegeben.

Für den neuen Siliziumdetektor in Vorwärtsrichtung (FST) haben umfangreiche Simulationen und Rekonstruktionsstudien ergeben, dass zwei weitere Ebenen zur Messung der radialen Spurkoordinate r neben den fünf Doppelebenen für die azimutale Koordinate φ bei der Mustererkennung in engen Teilchenbündeln zu einer wesentlichen Verbesserung führen. Die Mechanik und Elektronik wurden entsprechend erweitert. Der modifizierte rückwärtige Siliziumdetektor (BST) wird aus sechs Doppelebenen zur Bestimmung der r - und φ -Koordinaten bestehen und erlaubt damit die Messung von Richtung und Impuls des gestreuten Elektrons unter kleinen Winkeln. Weiterhin werden dort vier Ebenen mit grob segmentierten Siliziumsensoren und schneller Elektronik für die Erkennung von Elektronen in der ersten Triggerstufe installiert. Diese Komponenten wurden im DESY Teststrahl erfolgreich geprüft. Aufgrund des elliptischen und exzentrischen Strahlrohrs überdecken der rückwärtige und der vordere Siliziumdetektor nur etwa 82% des Azimutalwinkels.

Der Bau der neuen, fünfflagigen zentralen Vieldrahtproportionalkammer (CIP) wurde erfolgreich abgeschlossen (Abb. 5). Die Signale von etwa 8500 Kathodensegmenten werden über eingelegte Mikrokoaxialkabel zu

speziell entwickelten, integrierten Vorverstärkern mit Schwellenschaltung geführt und über 160 optische Fasern mit einer Datenrate von jeweils 832 Mbit/s zur Entscheidungselektronik der ersten Triggerstufe gesendet.

Die Signale von 12 Lagen der zentralen Driftkammer (CJC) werden in dem neuen schnellen Spurtrigger (FTT) verwendet. Intensive Simulationen der großen, programmierbaren Logikbausteine für den Trigger-Algorithmus haben ergeben, dass die Digitalisierung und Pulserkennung sowie die Mustererkennung mit einer groben Bestimmung der Spurparameter bereits innerhalb von $2.2 \mu\text{s}$ und damit auf der ersten Triggerstufe möglich ist. In der zweiten Stufe findet eine verfeinerte Mustererkennung und eine genaue Berechnung der Spurparameter statt, so dass auf der dritten Stufe die invariante Masse für frei programmierbare Spurkombinationen berechnet und so zum Beispiel Ereignisse mit Zerfällen von Charm-Mesonen ausgewählt werden können.

Für den Vorwärts-Spurdetektor (FTD) wurden fünf neue planare Driftkammern mit jeweils acht Drahtlagen gebaut. Die radialen Driftkammern, die Vorwärts-Proportionalkammern und die Übergangsstrahlungsdetektoren wurden entfernt. Die neuen Kammern ergänzen die vorhandenen neun planaren Kammern mit zwei neuen Projektionen und ermöglichen eine verbesserte Mustererkennung für die Spuren geladener Teilchen, insbesondere in Verbindung mit dem neuen vorderen Siliziumdetektor. Für den Spurtrigger in Vorwärtsrichtung werden zwei Ebenen segmentierter Szintillatoren (FTI) als Flugzeitähler eingebaut.

In Rückwärtsrichtung musste die innere Öffnung des hochauflösenden Blei-Faserkalorimeters (SPACAL) an den supraleitenden Magneten (GG) angepasst und neue bewegliche Türme für die Einbauprozedur hergestellt werden. Davor wird die neue, sechslagige rückwärtige Vieldrahtproportionalkammer (BPC) zur Messung des Durchgangsortes von Elektronen installiert. Die Auslese der 5200 Drähte erfolgt seriell über nur sechs Kabel unter Verwendung der bewährten Verstärker- und Speicherchips, die für die Siliziumdetektoren von H1 entwickelt worden sind. Dabei musste der Abstand der Signalleitungen in drei Stufen von 2.5 mm an der Kammer auf $50 \mu\text{m}$ am CMOS Chip reduziert werden.

Um eine höhere Selektivität für spezifische physikalische Prozesse mit lokalisierten Energiedepositionen

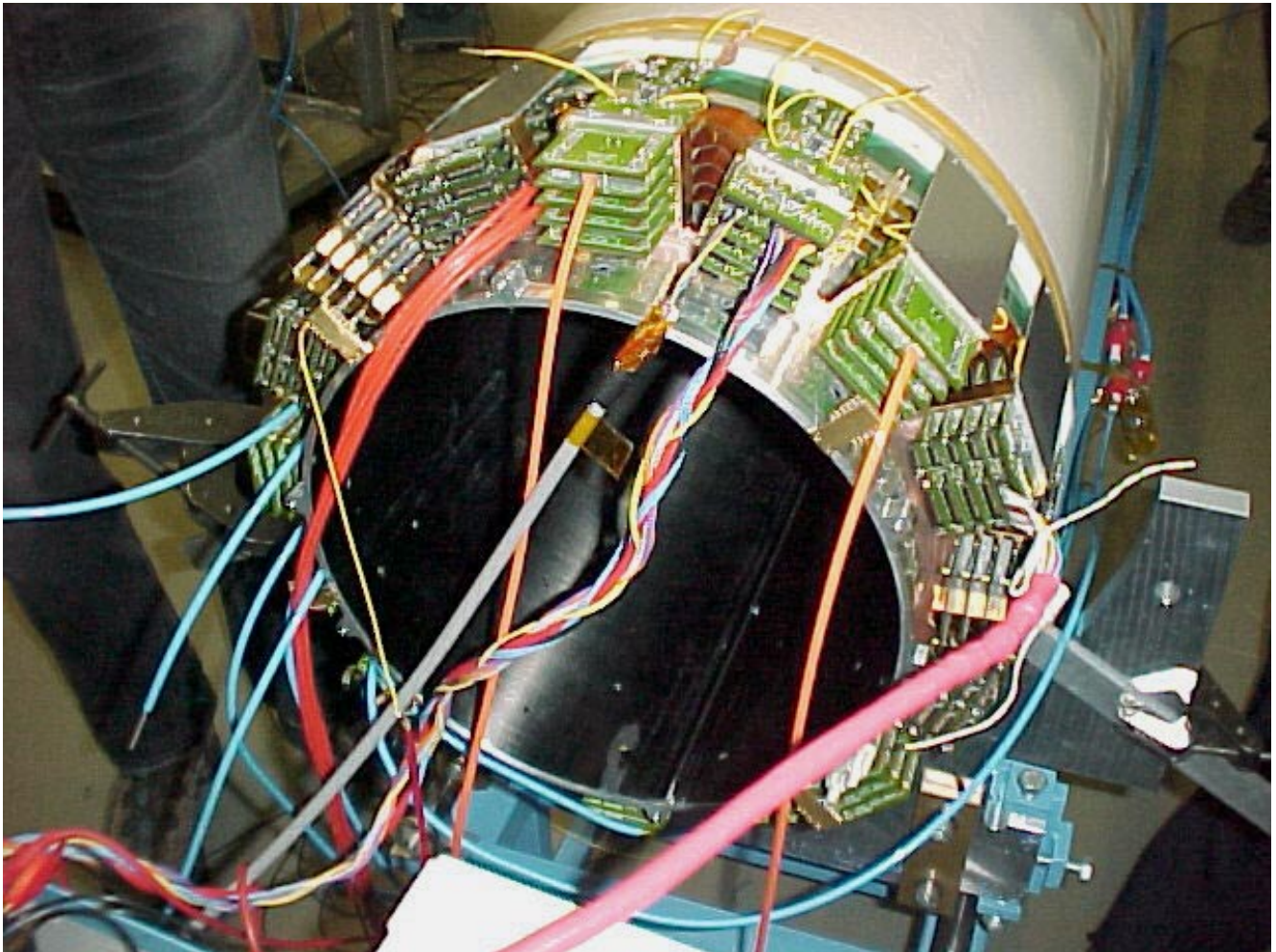


Abbildung 5: Die neue fünflagige Vieldrahtproportionalkammer (CIP) auf dem Teststand mit der montierten Ausleseelektronik und zwei Leitungen für die optische Auslese. Jedes dieser Kabel überträgt die Signale von 240 Kathodensegmenten.

(Jets) im Flüssig-Argon (LAr) Kalorimeter zu erzielen, wird der neue Jet-Trigger parallel zu dem existierenden globalen LAr-Trigger implementiert. Die verbesserte Granularität der damit zur Verfügung stehenden Information ermöglicht es, topologische Informationen bereits in der ersten Triggerstufe auszuwerten. Der Fortschritt in der elektronischen Integration gestattet hier mittlerweile ein gegenüber dem ursprünglichen Konzept mechanisch einfacheres Design.

Die Kalibration des neuen Photon-Kalorimeters für die schnelle und genaue Messung der Luminosität (Lumi) wurde in einem zweiten Testlauf am CERN weiter verbessert. Für die Absorption der Synchrotron-

strahlung ist ein Berylliumfilter vorgesehen, der die kleinstmögliche Auswirkung auf die Energie- und Ortsauflösung hat. Die schnelle Elektronik und Programmierung zur Auswertung der Zählrate und des Energiespektrums von hochenergetischen Bremsstrahlungs-Photonen wird zum ersten Strahlbetrieb von HERA zur Verfügung stehen.

Zur Messung von Neutronen in Vorwärtsrichtung wurde ein neues, segmentiertes Blei-Szintillatorkalorimeter (FNC) gebaut, welches das bisherige strahlengeschädigte Spaghetti-Kalorimeter ersetzt. Die Extrapolation der Testkalibration am CERN lässt eine Energieauflösung von 3% bei 900 GeV erwarten.

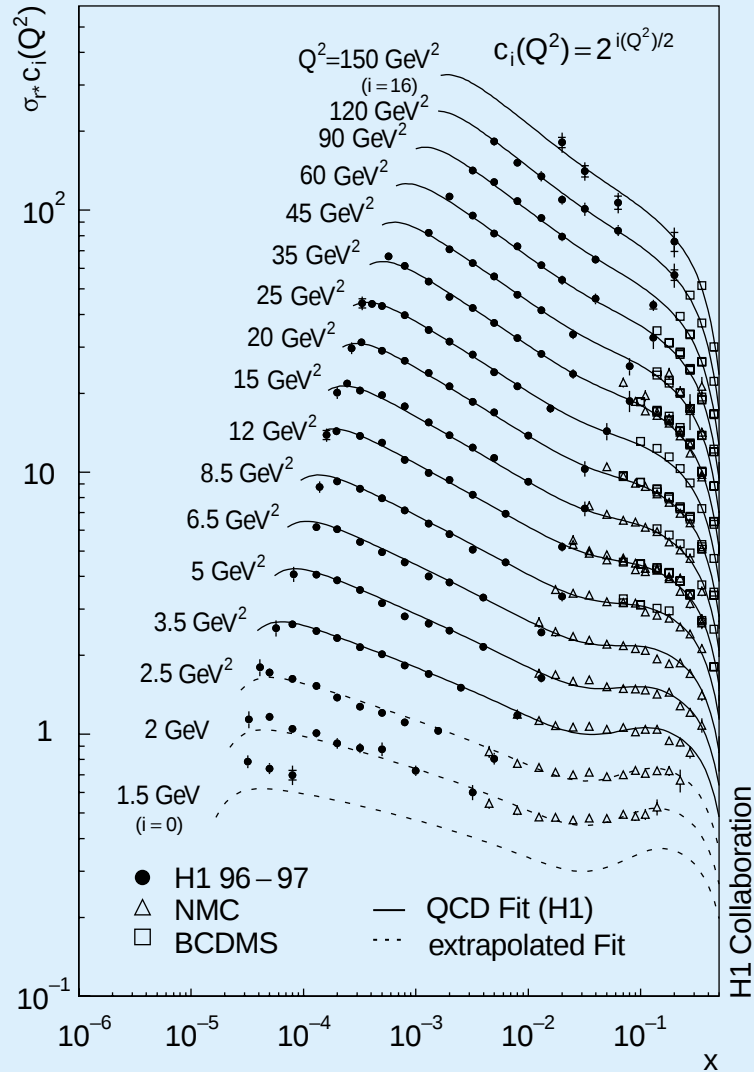


Abbildung 6: Reduzierter Wirkungsquerschnitt für den inklusiven NC-Streuprozess ($e^+ p \rightarrow e^+ X$) als Funktion des Impulsanteils x des gestreuten Quarks für verschiedene Werte Q^2 der Virtualität des ausgetauschten Bosons. Die H1-Daten erweitern beträchtlich den x -Bereich der Experimente mit stationärem Proton-Target (offene Symbole) und erschließen den Bereich zu kleineren x . Der Datensatz wird erfolgreich mit einer auf QCD-Rechnungen beruhenden Anpassung (durchgezogene Linie) beschrieben.

Die bestehenden vier Stationen des Vorwärts-Proton-Spektrometers (FPS) erhalten neue strahlenharte Faserdetektoren und positionsempfindliche Elektronenvervielfacher. Im Teststrahl wurde auch eine deutlich erhöhte Ansprechwahrscheinlichkeit aufgrund der geänderten Anordnung der Fasern bestätigt.

Für das Jahr 2002 ist schließlich der Einbau von zwei Stationen des neuen Vorwärts-Proton-Spektrometers (VFPS) in einer Driftstrecke zwischen zwei supraleitenden HERA-Magneten mehr als 200 m vom H1-Experiment vorgesehen. Dazu müssen die heliumgekühlten Stromleitungen umgelenkt und ein neues,

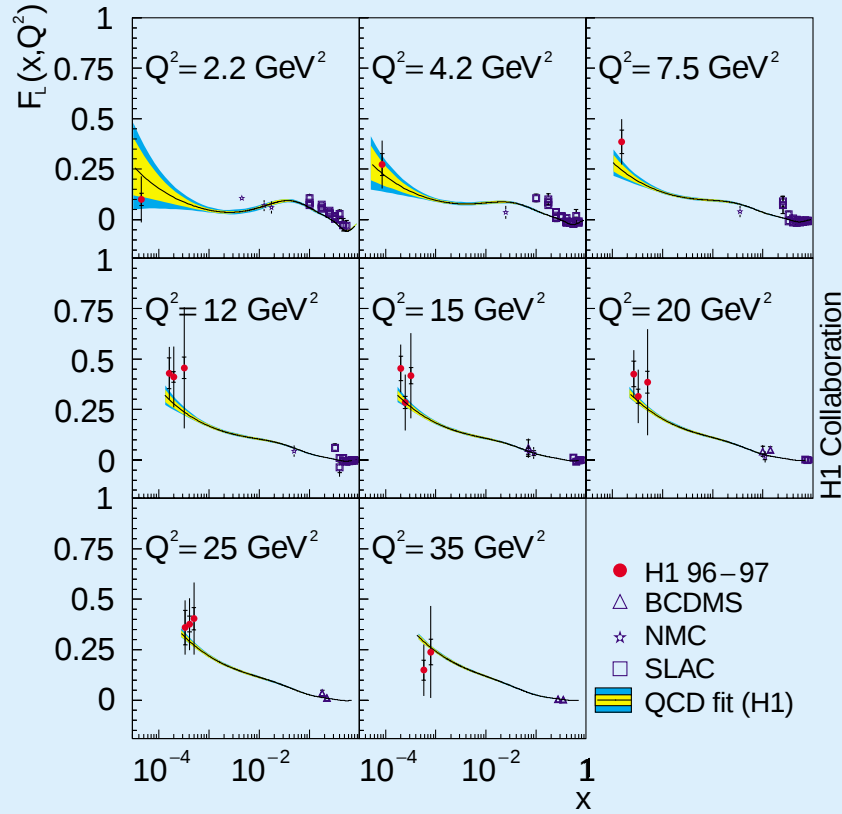


Abbildung 7: H1-Messung der von der Gluondichte abhängigen longitudinalen Strukturfunktion F_L in einem völlig neuen kinematischen Bereich gegenüber den Messungen an einem stationären Proton-Target. Der Anstieg von F_L zu kleinen Werten von x wird sehr gut im Rahmen der QCD-Anpassung (durchgezogene Linie) verstanden.

warmes Strahlrohrteil eingebaut werden. Die Konstruktion dieser Komponenten hat begonnen.

Physikalische Ergebnisse

Struktur des Protons und α_s

Im Berichtsjahr wurden zwei Publikationen veröffentlicht, die aufgrund neuer Präzisionsdaten Rückschlüsse auf die Struktur des Protons und auf α_s , die fundamentale Naturkonstante der starken Wechselwirkung, ermöglichen. In einer Arbeit wurde die inklusive Streuung untersucht, in der anderen die Produktion von Jets.

In tiefunelastischer e^+p Streuung bei hohen quadrierten Impulsüberträgen Q^2 reagiert das Positron mit einem geladenen Konstituenten (Quark) des Protons unter Austausch eines Eichbosons der elektroschwachen Wechselwirkung. Die neutralen Eichbosonen γ und Z koppeln an alle Quarks und Antiquarks (NC-Prozesse), das geladene W^+ jedoch nur an negativ geladene Quarks oder Antiquarks (CC-Prozesse). Die Gluonen haben keine elektroschwache Ladung und wechselwirken nicht direkt mit γ , Z oder W^+ .

Der totale (inklusive) Wirkungsquerschnitt für $e^+p \rightarrow e^+X$ ist proportional zur Dichteverteilung $q(x, Q^2)$ der Quarks. In der inklusiven Streuung lassen sich aus der Abhängigkeit der Wirkungsquerschnitte von der Inelastizität y die beiden Strukturfunktionen F_2 und F_L

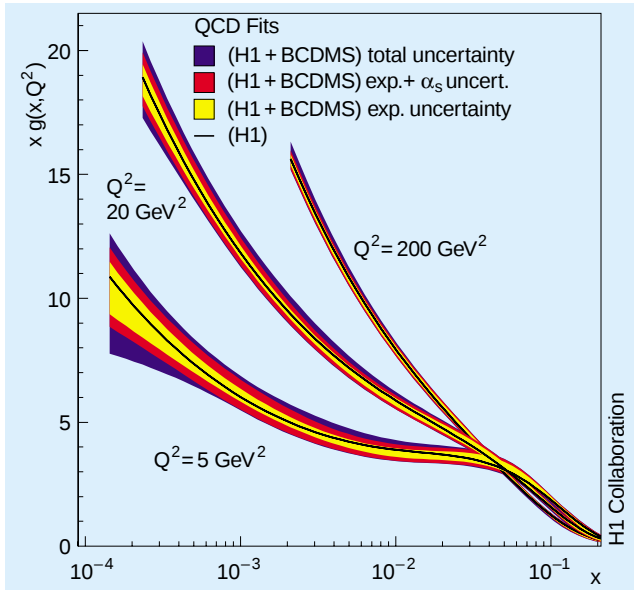


Abbildung 8: Gluonverteilung im Proton für drei verschiedene Werte von Q^2 aus einer Interpretation der inklusiven Lepton-Proton Daten von H1 und BCDMS im Rahmen der perturbativen QCD. Die zentralen schwarzen Linien in den Fehlerbändern zeigen die Gluonverteilung, die aus den H1-Daten allein folgt. Die Fehlerbänder geben die Unsicherheiten des Results unter verschiedenen Nebenbedingungen an. Das Anwachsen der Gluondichte zu kleinem x verstärkt sich mit wachsendem Q^2 .

ableiten. Sie sind mit dem so genannten reduzierten Wirkungsquerschnitt verknüpft:

$$\sigma_r = F_2(x, Q^2) - y^2 / (1 + (1 - y)^2) \times F_L(x, Q^2) .$$

Die neue H1-Messung im Bereich $Q^2 < 150 \text{ GeV}^2$ ist in Abbildung 6 gezeigt. Die Daten haben einen statistischen Fehler von typisch 1% und, dank verbesserter Instrumentierung, einen systematischen Fehler von nur 3%. Sie sind somit von einzigartiger Präzision im Bereich kleiner x und ermöglichen detaillierte Untersuchungen zum Anwendungsbereich perturbativer Methoden der QCD, zur Bestimmung von $\alpha_s(Q^2)$ und der Struktur des Protons.

Aus der Variation von F_2 mit x und Q^2 , der so genannten Skalenverletzung, lassen sich die Gluondichteverteilung $xg(x, Q^2)$ sowie die Kopplungskonstante $\alpha_s(Q^2)$ bestimmen. Die longitudinale Strukturfunktion

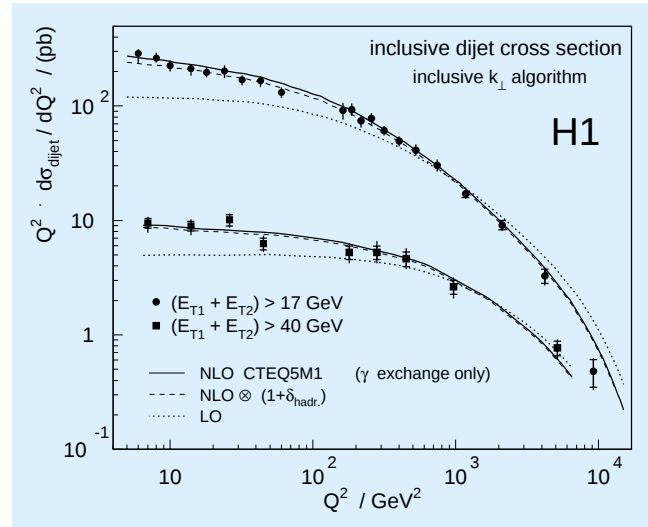


Abbildung 9: 2-Jet Wirkungsquerschnitt für den NC-Streuprozess ($e^+ p \rightarrow e^+ X$) als Funktion der Photon-Virtualität Q^2 für zwei untere Grenzen der Transversalenergien der Jets. Die Kurven zeigen, wie wichtig und wie erfolgreich es ist, perturbative QCD-Rechnungen in nächstführender Ordnung (NLO) für die Analyse zu verwenden.

F_L verschwindet in einfachster Näherung für Quarks mit Spin 1/2. Durch die Abstrahlung von Gluonen können jedoch endliche Werte für F_L zustande kommen. Insofern ist eine Bestimmung von F_L (Abb. 7) ein direktes Maß für die Gluondichteverteilung $xg(x, Q^2)$ im Proton. In einer umfassenden Analyse der neuen H1-Daten in Kombination mit früheren Messungen bei größeren x konnte unter Zuhilfenahme von perturbativen QCD-Strahlungsrechnungen die x -Abhängigkeit der Gluondichte $xg(x, Q^2)$ (Abb. 8) und gleichzeitig zum ersten Mal α_s bestimmt werden. Das Ergebnis für $\alpha_s(M_Z^2)$ ist

$$\alpha_s(M_Z^2) = 0.1150 \pm 0.0017(\text{Expt.})_{-0.0005}^{+0.0009}(\text{Modell}) ,$$

mit einer zusätzlichen theoretischen Skalenunsicherheit von ± 0.005 . Die Messung von α_s aus der tief-unelastischen Streuung ist damit konsistent mit dem Weltmittelwert aller anderen Messungen und von vergleichbarer Präzision. Die in Abbildung 8 gezeigte Gluonverteilung ist im theoretisch besonders interessanten Bereich kleiner x von den H1-Daten dominiert und dort bei großen Q^2 experimentell auf wenige Prozent genau bestimmt. Die Daten, sowohl für

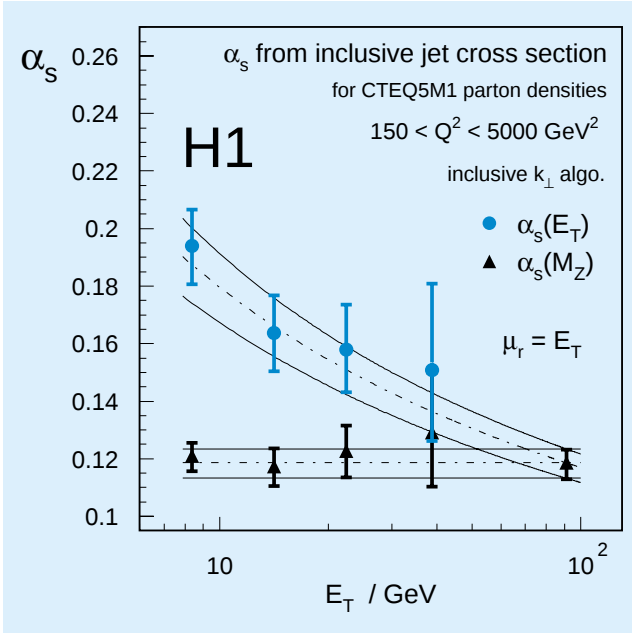


Abbildung 10: Die QCD-Kopplungsstärke α_s als Funktion der Energieskala E_T (transversale Jet-Energie), bestimmt aus Wirkungsquerschnitten für Jet-Produktion. Die aus den Messungen bei verschiedenen E_T extrapolierten Werte (Dreiecksymbole) für $\alpha_s(M_Z)$ stimmen sehr gut überein.

F_2 als auch für F_L , werden auch bei kleinen x gut durch die verwendete Störungsrechnung in der QCD beschrieben.

Während in den inklusiven Messungen Gluonen nur durch Prozesse höherer Ordnung beitragen, kann man in exklusiven Messungen Endzustände auswählen, die ohne Gluon-Strahlung gar nicht auftreten könnten. Das getroffene Quark wird als Jet von Hadronen aus dem Proton herausgestoßen. Ereignisse mit mehr als einem Jet werden erst möglich durch die Abstrahlung von Gluonen seitens des getroffenen Quarks, oder durch die Fluktuation eines im Proton enthaltenen Gluons in ein Quark-Paar. Gluonen machen sich im Proton in Mehr-Jet Ereignissen topologisch bemerkbar. Durch die Auswahl verliert man zwar an statistischer Signifikanz, gewinnt aber eine direktere Empfindlichkeit auf die Gluonverteilung im Proton und auf α_s .

Abbildung 9 zeigt den inklusiven 2-Jet Wirkungsquerschnitt als Funktion der Photon-Virtualität Q^2 . Der Ver-

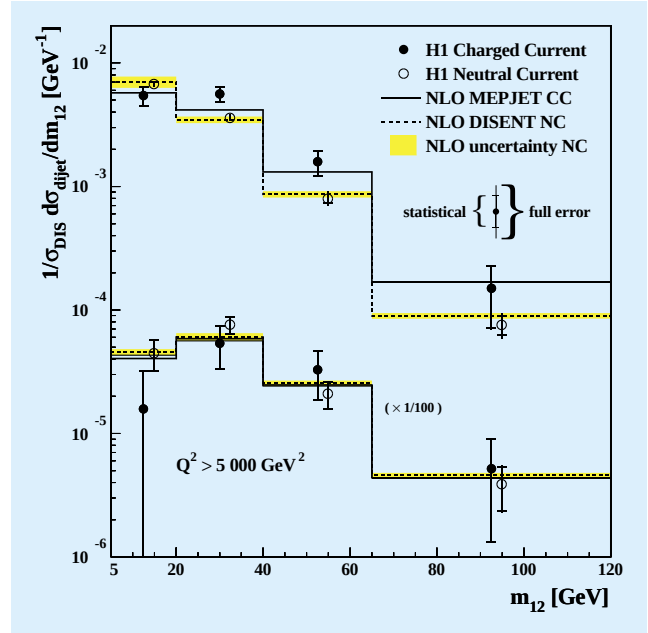


Abbildung 11: Verhältnis von 2-Jet und inklusivem Wirkungsquerschnitt als Funktion der invarianten Masse des 2-Jet Systems von CC und NC e^+p Prozessen für $Q^2 > 640 \text{ GeV}^2$ (oben) und für $Q^2 > 5000 \text{ GeV}^2$ (unten). Die Daten werden sehr gut durch perturbative QCD-Rechnungen in nächstführender Ordnung beschrieben.

gleich mit perturbativen QCD-Rechnungen demonstriert, dass die Daten durch Rechnungen in nächstführender Ordnung („Next-to-Leading Order“ NLO, also mit einem Parton mehr als für die Jet-Multiplizität mindestens erforderlich) sehr gut beschrieben werden. Dies ist nicht der Fall für Rechnungen in niedrigster Ordnung (LO). Die Sensitivität der Jet-Produktion auf die Kopplungsstärke α_s erlaubt es, diesen fundamentalen Parameter und seine Q^2 -Abhängigkeit experimentell zu bestimmen. Abbildung 10 zeigt α_s als Funktion der Energieskala, hier durch die transversale Jet-Energie ausgedrückt.

In einer weiteren Analyse wurden harte CC- und NC-Prozesse, die zwei Jets aufweisen, miteinander verglichen. Es erweist sich, dass sich die Wirkungsquerschnitte im interessanten Q^2 -Bereich von 640 bis 35 000 GeV^2 nur um die verschiedenen starken Kopplungen der geladenen und der neutralen Ströme an die Quarks im Proton unterscheiden, aber offensichtlich nicht in der Wechselwirkungsdynamik. Solche

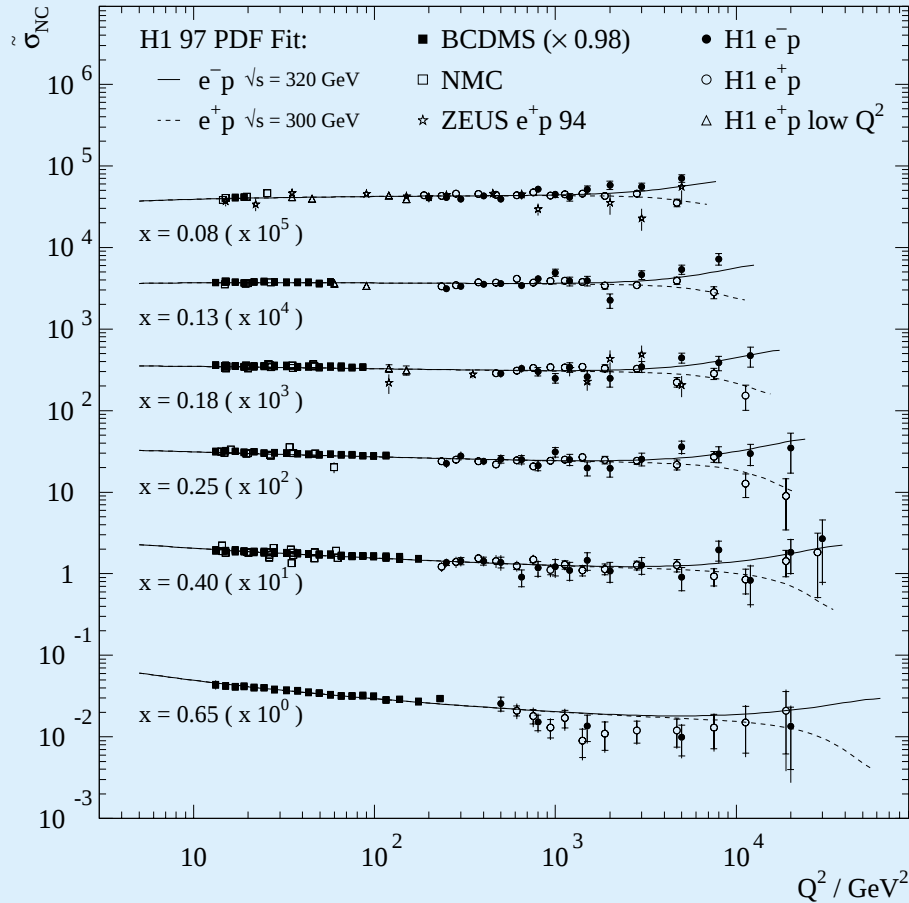


Abbildung 12: Reduzierte NC-Wirkungsquerschnitte für e^-p und e^+p Streuung als Funktion der Photon-Virtualität Q^2 für verschiedene Werte der SkalenvARIABLEN x . Die für e^-p und e^+p sichtbaren Unterschiede bei hohen Q^2 resultieren aus dem Beitrag der γZ Interferenz zum Streuprozess.

Studien erlauben über einen großen Q^2 -Bereich eine Überprüfung der für harte Endzustände mit zwei Partonen gültigen perturbativen QCD-Rechnungen in nächstführender Ordnung. Abbildung 11 zeigt die für diese Rechnung besonders signifikante Massenverteilung der 2-Jet Systeme, einmal für den gesamten untersuchten Q^2 -Bereich, und einmal für $Q^2 > 5000 \text{ GeV}^2$. Die NLO Rechnung wird sowohl für den Fall der geladenen wie auch der neutralen Ströme in beiden Q^2 -Bereichen von den Daten bestätigt. Insbesondere lässt sich auch im Bereich des Z-Austausches bei den höchsten Impulsüberträgen und den größten 2-Jet Massen keine Abweichung von der im Standard-Modell vorhergesagten Dynamik der Jet-Produktion beobachten.

Elektroschwache Wechselwirkung

Die neutralen Ströme beinhalten Beiträge der elektromagnetischen (γ) und der schwachen (Z) Wechselwirkung. Der γ -Austausch dominiert für $Q^2 < M_Z^2$, während im Energiebereich der elektroschwachen Vereinheitlichung $Q^2 > M_Z^2$ die Beiträge von γ - und Z-Austausch vergleichbar stark werden. Aufgrund der Interferenz zwischen beiden Anteilen erwartet man einen größeren Wirkungsquerschnitt für e^-p als für e^+p Streuung bei großen Q^2 .

Die veröffentlichten Daten mit e^- Strahl sind in Abbildung 12 zusammen mit den bereits vorhandenen e^+ Da-

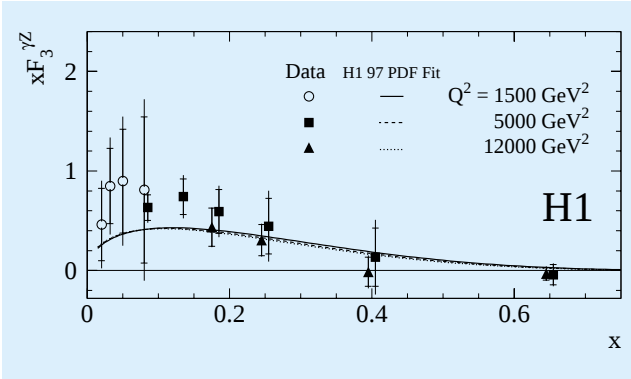


Abbildung 13: Die Strukturfunktion $xF_3^{\gamma Z}$ als Funktion der Skalenvariablen x für große Werte von Q^2 . Diese Strukturfunktion, die auf dem γZ -Interferenzbeitrag beruht, misst die x -Verteilung der Valenzquarks im Proton.

ten gezeigt. Der erwartete Unterschied zwischen den Wirkungsquerschnitten ist klar sichtbar und in Form der erstmalig bei hohen Q^2 veröffentlichten Strukturfunktion $xF_3^{\gamma Z}$ (für den dominierenden γZ Interferenzterm) in Abbildung 13 dargestellt.

Während die Strukturfunktion F_2 ein Maß für die Summe von Quark- und Antiquarkdichten im Proton darstellt, ist $xF_3^{\gamma Z}$ empfindlich auf deren Unterschiede, und damit auf die für die Ladungsquantenzahlen des Protons verantwortlichen Valenzquarks. Im Rahmen der bislang noch großen statistischen Fehler sind die hier gezeigten Daten mit einer Vorhersage verträglich, die auf einer Anpassung von Quarkdichten an e^+p Daten von H1 sowie an Daten anderer Experimente bei sehr viel kleineren Q^2 beruht. Diese erste $xF_3^{\gamma Z}$ Bestimmung demonstriert daher den Beitrag des Z -Austausches und bestätigt die in der QCD-Interpretation der Daten erhaltene Aufteilung der Quarkdichten in die einzelnen Quarkspezies.

Parton-Struktur des Photons

Photonen können in Formationen von Quarks und Gluonen fluktuieren. Die Parton-Struktur quasi-reeller Photonen, also von Photonen mit $Q^2 \sim 0 \text{ GeV}^2$, wurde hier mit folgender Methode beobachtet: Wenn ein Photon vor der Kollision mit dem Proton in einen Schwarm

von Partonen fluktuiert, so kann es zur Streuung eines Partons vom Photon an einem Parton des Protons kommen. Das Photon wird dann nicht als Ganzes absorbiert, sondern aufgelöst in ein Parton für die Kollision und in einen Rest, der in Richtung des Photons weiterfliegt. Aus der Kinematik der Jets, die bei der Kollision entstehen, kann man die Impulse der kollidierenden Partonen ermitteln, ausgedrückt als Bruchteile x_γ und x_p der Impulse des kollidierenden Photons und Protons. In der Analyse muss man jedoch berücksichtigen, dass es zwischen den beiden Resten zu weiteren Wechselwirkungen und, damit verbunden, zur Emission weiterer transversaler Energie kommen kann, die sich mit der der Jets überlagert. Es ist aber in der Analyse gelungen, diesen Einfluss aus den Daten selber abzuschätzen und so die Impulsverteilung der Partonen des Photons aus dem gemessenen differentiellen 2-Jet Wirkungsquerschnitt zu ermitteln. Da die x -Verteilung der Quarkdichte in Photonen schon aus der tiefunelastischen $e\gamma$ Streuung bekannt ist, konnte man deren Beitrag subtrahieren. Es bleibt ein Überschuss, der in Abbildung 14 zu sehen ist, und den man als Dichte der Gluonen interpretieren kann.

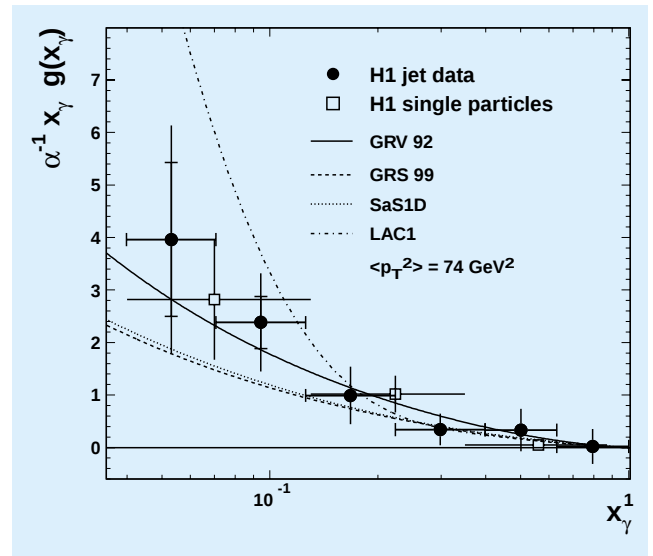


Abbildung 14: Impulsverteilung der Gluonen im Photon im Vergleich mit Vorhersagen aus verschiedenen perturbativen QCD-Rechnungen. Die Gluondichte im Photon steigt zu kleinen Werten von x stark an, eine Beobachtung, die auch für die Gluondichte im Proton gemacht wurde.

Es zeigt sich hier zum ersten Mal signifikant, dass die Dichte der Gluonen im Photon zu kleinen Werten von x_γ hin ansteigt, qualitativ ähnlich wie bei den Quarks und den Gluonen im Proton, während die aus der $e\gamma$ Streuung bekannte Quarkdichteverteilung im Photon dieses Verhalten in diesem x Bereich nicht zeigt. Dies lässt sich damit erklären, dass Quarks direkt an das Photon koppeln, während die Gluonen im Photon erst als Abstrahlungen von Quarks zustande kommen. Die H1-Daten erlauben es, zwischen den aufgrund unterschiedlicher physikalischer Ansätze weit voneinander abweichenden Annahmen über die Gluon-Struktur des Photons zu unterscheiden.

Diffraktion virtueller Photonen

Wie schon erwähnt, können Photonen in partonische Zustände fluktuieren, zum Beispiel in eine Quark-Antiquark oder eine Quark-Antiquark-Gluon Formation, oder in ein richtiges Hadron wie ein Vektormeson. In Diffraktionsprozessen, bei denen das Proton intakt bleibt oder nur leicht angeregt wird und somit kein Farbaustausch zwischen Proton und Photon-Fluktuation stattfindet, können diese Zustände als auslaufende hadronische Vielteilchensysteme beobachtet werden. Der diffraktive Übergang des virtuellen Photons in einen reellen Zustand gibt deshalb einen Einblick, in welche Parton-Formationen das Photon fluktuiert. Außerdem erlauben Prozesse der „harten“ Diffraktion mit hoher Photon-Virtualität Q^2 oder mit Jets eine partonische Interpretation des farblosen Austausches im Rahmen der perturbativen QCD.

Deshalb wurden in einer Arbeit diffraktive Ereignisse analysiert, bei denen ein hochvirtuelles Photon in einen relativ massiven Vielteilchen-Endzustand transformiert wird. Ein Teil dieser diffraktiven tiefunelastischen Ereignisse weist zwei oder drei Jets mit jeweils großem Transversalimpuls auf.

In einem Modell wird die Diffraktion in tiefunelastischer $e p$ Streuung behandelt als Streuung an einem diffraktiven Austauschteilchen, dem Pomeron, welches vom Proton emittiert wird. Dadurch wird der Diffraktionsprozess von der Parton-Struktur des Protons entkoppelt und über die Partondichte dieses hypothetischen Austauschteilchens beschrieben. Aus früheren

Messungen der inklusiven tiefunelastischen Diffraktion bei HERA gibt es bereits Ergebnisse für die Gluondichteverteilungen in diesem hypothetischen Austauschteilchen (Abb. 15a) und zugleich das Resultat, dass es nicht mit dem Pomeron aus der Hadron-Hadron Streuung bei kleinen Impulsüberträgen identifiziert werden kann. Der die Energieabhängigkeit kontrollierende Parameter $\alpha_p(0)$ ist mit 1.17 größer als 1.08, dem Wert aus der weichen Hadron-Hadron Diffraktion. In Bezug auf die Parton-Struktur ergaben Messung und QCD-Analyse der Strukturfunktion des diffraktiven Austausches $F_2^{D(3)}$ eine eindeutige Dominanz von Gluonen über Quarks. Doch diese aus inklusiven Messungen gewon-

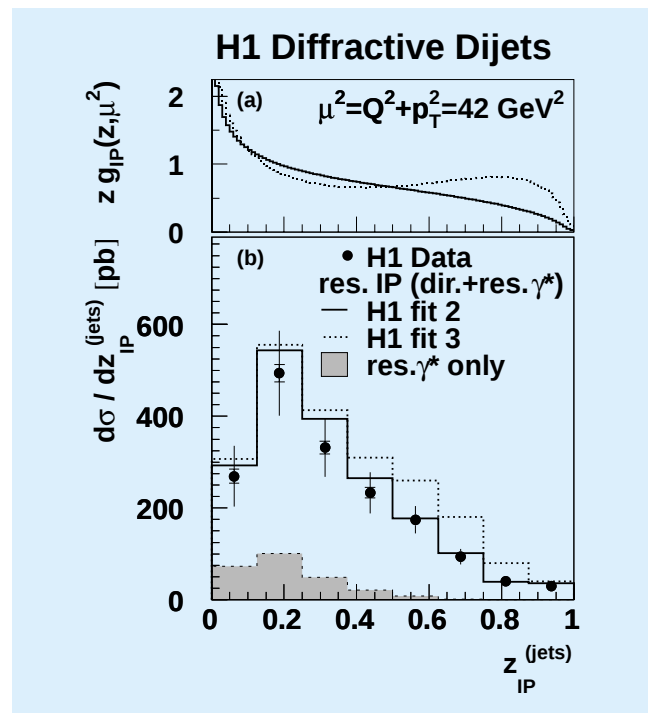


Abbildung 15: (a) Gluonverteilung im Pomeron als Funktion des Impulsanteils z im Pomeron. Die beiden Linien entsprechen zwei möglichen Anpassungen (fit 2,3) an H1-Daten der inklusiven diffraktiven Streuung in LO QCD. (b) Wirkungsquerschnitt für diffraktive Jet-Produktion als Funktion von z im Vergleich zu zwei Vorhersagen, die auf den oben gezeigten Gluonverteilungen beruhen. Die Jet-Daten sind direkt sensitiv auf diese Gluonverteilungen und liefern eine unabhängige Bestätigung der aus den inklusiven Daten gewonnen partonischen Interpretation der Diffraktion.

nenen indirekten Ergebnisse zur Impulsverteilung der Gluonen hatten große Unsicherheiten. Abbildung 15b zeigt den Wirkungsquerschnitt als Funktion des Impulsanteils des Partons aus dem Pomeron, wie er aus der Kinematik von Jets rekonstruiert werden konnte, zusammen mit Vorhersagen für die beiden in Abbildung 15a gezeigten Lösungen für die Gluondichte aus der erwähnten inklusiven Analyse. Nur für eine dieser Dichteverteilungen gibt es eine gute Übereinstimmung mit den Daten. Die hier aus den Jets gewonnenen Informationen erlauben eine wesentlich direktere Bestimmung der Gluonverteilung des diffraktiven Austausches als inklusive Messungen.

Theoretisch anspruchsvoll ist die Berechnung der Diffraktion als 2-Gluon-Austausch zwischen den Partonen des Protons und einer Quark-Antiquark bzw. Quark-Antiquark-Gluon Fluktuation des Photons. Hier erweist sich, dass in dem kinematischen Bereich, für den perturbative Rechnungen möglich sind, die Messungen tatsächlich beschrieben werden können. Es gibt auch Ansätze, die diffraktive Streuung mithilfe einer phänomenologischen Farbneutralisierung durch weitere sehr weiche Gluonen („Soft Colour Interaction“ SCI) zu erklären. Versucht man jedoch, die im Rahmen solcher Modelle durch Anpassung an diffraktive und totale inklusive Messungen gewonnenen Parametrisierungen auf die Jet-Daten anzuwenden, so erhält man keine befriedigende Beschreibung.

Der Vergleich von Resultaten aus der inklusiven diffraktiven Streuung mit den hier gezeigten Jet-Daten führt damit zu einer direkten experimentellen Bestätigung eines von Gluonen dominierten diffraktiven Austausches und ermöglicht Einblicke in die Dynamik der zugrunde liegenden, gleichzeitigen Wechselwirkung zwischen mehreren Partonen aus Photon und Proton.

Erzeugung schwerer Vektormesonen

Im Berichtsjahr wurden zwei Publikationen veröffentlicht, die sich auf die diffraktive Erzeugung schwerer Vektormesonen beziehen.

Zum einen wurden Resultate über die Elektroproduktion von ϕ -Mesonen gewonnen. Sie fügen sich konsistent ein in bereits vorliegende Ergebnisse zu anderen Vektormesonen V . Abbildung 16 zeigt den totalen elastischen Wirkungsquerschnitt $\gamma^*p \rightarrow Vp$. Es gibt

offensichtlich eine universelle Abhängigkeit des Wirkungsquerschnitts von der Größe $(Q^2 + M_V^2)$ für alle Massen M_V der Vektormesonen und unterschiedliche Photon-Virtualität Q^2 .

Zum anderen konnten die beiden nächst schwereren Vektormesonen J/ψ und Υ , gebundene Zustände aus charm-anticharm- bzw. bottom-antibottom-Quarks, in der elastischen Photoproduktion gemessen werden. Die totalen Wirkungsquerschnitte sind ebenfalls in Abbildung 16 gezeigt. Der Υ Wirkungsquerschnitt liegt oberhalb der empirischen Kurve der $(Q^2 + M_V^2)$ -Abhängigkeit.

Ein interessantes Ergebnis lieferten die Abhängigkeiten des J/ψ Wirkungsquerschnitts vom Quadrat des Impulsübertrags t auf das Proton und von

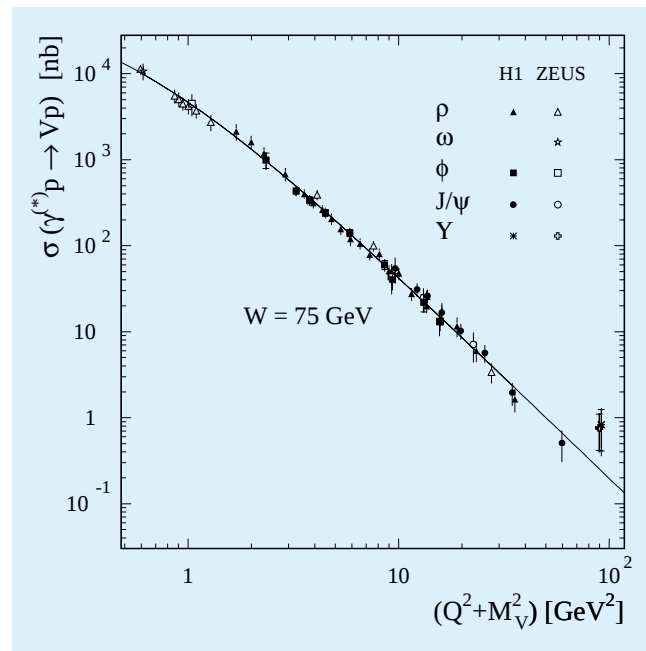


Abbildung 16: H1- und ZEUS-Messungen des totalen elastischen Wirkungsquerschnitts $\gamma^*p \rightarrow Vp$ für die Produktion von Vektormesonen (ρ , ω , ϕ , J/ψ und Υ) als Funktion der Variablen $(Q^2 + M_V^2)$. Die Daten sind auf eine Schwerpunktsenergie $W = 75$ GeV umgerechnet, mit den bekannten Energieabhängigkeiten. Unterschiede, die aufgrund der unterschiedlichen elektrischen Ladungen der Quarks erwartet werden, sind bereits berücksichtigt. Die Kurve ist eine Anpassung der Form $(A + Q^2 + M_V^2)^n$.

der γp Kollisionsenergie W . Aus dem Wert $b = 4.73 \pm 0.25 \pm 0.39 \text{ GeV}^{-2}$ für den Steigungsparameter der t -Verteilung kann man schließen, dass das Vektormeson J/ψ deutlich kleiner ist als ein normales Hadron wie zum Beispiel das Proton oder das ρ -Meson. Die in der H1-Analyse beobachteten Werte stimmen mit einer Vorhersage einer perturbativen 2-Gluon-Austausch Rechnung für den harten Diffraktionsprozess überein. Diese Übereinstimmung ist eine wichtige Bestätigung dieses Ansatzes für ein mikroskopisches Verständnis der Diffraktion.

Abweichungen vom Standard-Modell

Auch wenn das Standard-Modell in der Beschreibung von Daten seit vielen Jahren sehr erfolgreich ist, ist es unbefriedigend, dass es viele unabhängige Parameter enthält, die empirisch bestimmt werden müssen. Man darf also vermuten, dass durch tieferes physikalisches Verständnis Zusammenhänge zwischen diesen Parametern hergestellt werden können. Deshalb wurden die Daten mit den höchsten Werten des Impulsübertrages eingehend untersucht, um aus möglichen Abweichungen vom Standard-Modell Hinweise auf solche Strukturen zu erhalten.

Das H1-Experiment hat die $e^+p \rightarrow e^+X$ Daten im Q^2 Bereich von 200 bis 30 000 GeV^2 mit den Vorhersagen des Standard-Modells verglichen. Der höchste

Wert von Q^2 entspricht einer Ortsauflösung von 1/1000 des Protonenradius. Es wurden keine Hinweise auf räumliche Strukturen in den Quarks gefunden. Daraus kann man schließen, dass die leichten Quarks kleiner als $1.7 \times 10^{-18} \text{ m}$ sind, und dass mögliche neue Kräfte entsprechend kurze Reichweite haben. Für deren Austauschteilchen bedeutet das, dass sie schwerer als 2–5 TeV sind, also mindestens etwa 20–50 mal so schwer wie die Austauschteilchen Z und $W^\pm$ der schwachen Wechselwirkung.

Eine interessante Hypothese bezieht sich auf das Graviton. Während Quarks und Gluonen die gewohnten vier Dimensionen einnehmen, könnte ein masseloses Graviton in einem $4 + n$ -dimensionalen Raum existieren, wobei der Raum in diesen zusätzlichen Dimensionen auf ein sehr kleines Volumen zusammengezogen („kompaktifiziert“) ist. Das Volumen dieses Raums ist durch eine Massenskala M_5 charakterisiert. Wenn die Zahl dieser zusätzlichen kompaktifizierten Dimensionen größer als zwei ist, könnten Auswirkungen der Gravitationswechselwirkungen zwischen Elektron und Quarks und auch Gluonen bei HERA sichtbar werden. Der erwartete Einfluss eines solchen Gravitons sollte sich im differentiellen Wirkungsquerschnitt bei den größten Werten von Q^2 bemerkbar machen. Aus der guten Übereinstimmung der Daten mit dem Standard-Modell ergeben sich Grenzen (95% CL) für die Massenskala M_5 von mindestens 0.48 oder 0.76 TeV, je nach Vorzeichen der Interferenz des Gravitons mit dem neutralen Strom.

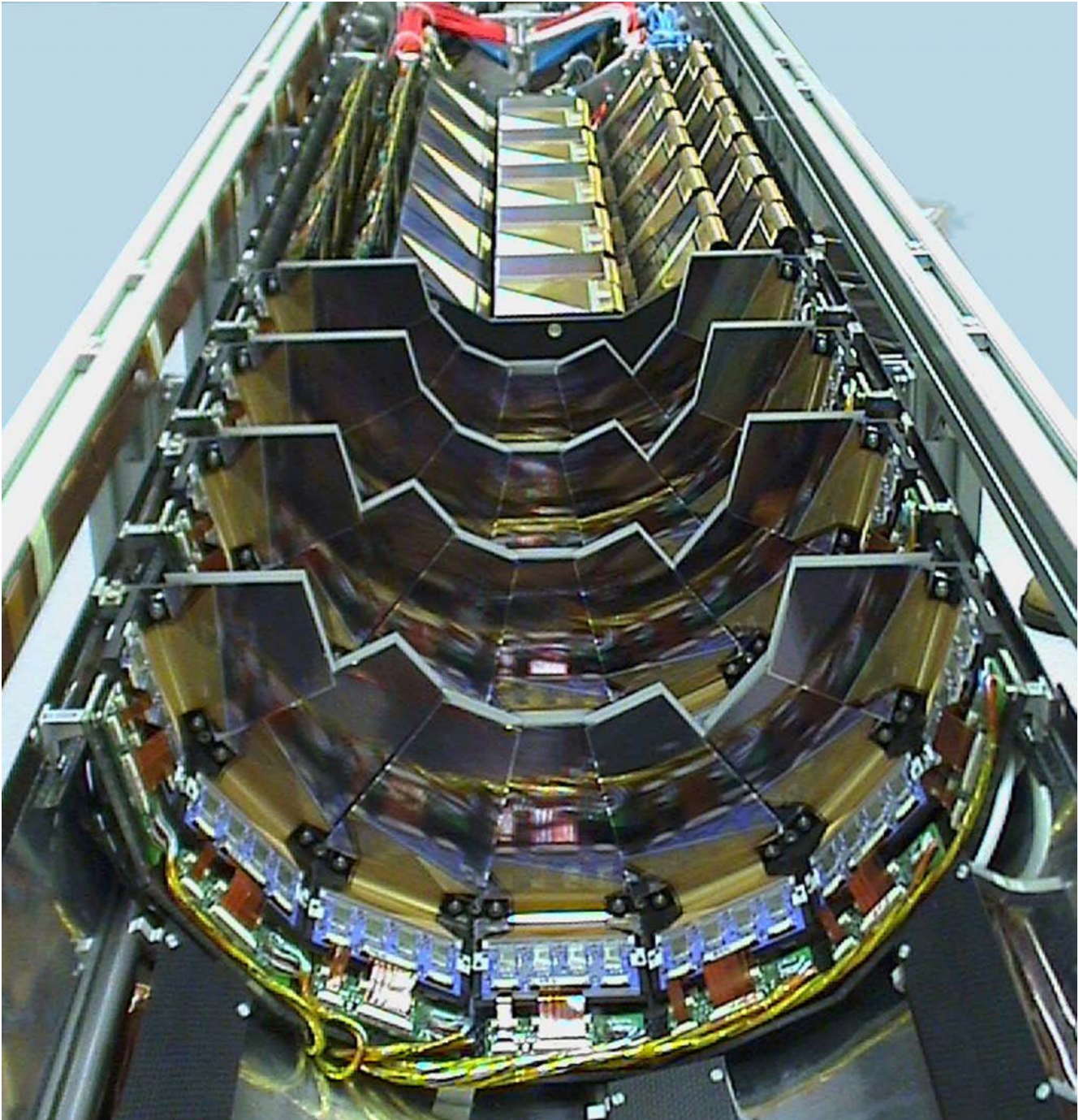


Abbildung 17: Eine Hälfte des ZEUS-Mikro-Vertex-Detektors. Im Vordergrund sind vier Lagen von Vorwärtsmodulen mit Frontend-Hybriden, im Hintergrund die Barrelmodule.

ZEUS-Experiment

Beteiligte Institute: Univ. und INFN Torino, Alessandria, Inst. Phys. Technol. Almaty, 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 Calabria 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. Sagami-hara, 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 der HERA-Detektoren begann im Jahr 2000 nach einer etwas verlängerten Weihnachtsunterbrechung am 18. Januar und endete am 24. August, dem Beginn der Umbauperiode für die HERA-Luminositäts-erhöhung. Der HERA-Betrieb begann mit 920 GeV Protonen und 27.5 GeV Positronen. Nach einem sehr erfolgreichen Start von HERA und ZEUS und der sich abzeichnenden Möglichkeit, eine Rekordluminosität mit Positronen zu liefern, wurde im April von HERA und den Experimenten beschlossen, entgegen den ursprünglichen Plänen bis zum Ende der Datennahmeperiode in 2000 den Betrieb mit Positronen fortzusetzen und nicht auf Elektronen umzuschalten. HERA lief das ganze Jahr sehr konstant und mit hoher Luminosität. So wurde diese Datennahmeperiode mit einer zur Physik-Analyse nutzbaren, integrierten Luminosität von 48 pb^{-1} zum bisher erfolgreichsten Jahr für ZEUS. Insgesamt hat ZEUS jetzt vor dem Umbau zur Luminositäts-erhöhung integrierte Luminositäten von 116 pb^{-1} für Positronen und 17.5 pb^{-1} für Elektronen zur Physik-Analyse zur Verfügung.

Darüber hinaus wurde im Berichtszeitraum weiter intensiv am Bau der neuen Detektorkomponenten

gearbeitet, dem Mikro-Vertex-Detektor (MVD) (Abb. 17), dem „Straw Tube Tracker“ (STT) und einem neuen Luminositäts-Monitoringsystem, die alle während des Umbaus zur HERA-Luminositäts-erhöhung eingebaut werden.

Die ZEUS-Kollaboration hat in diesem Jahr neun Veröffentlichungen verfasst. Einige der Physik-Resultate werden kurz vorgestellt.

Datennahme

Das dreistufige ZEUS Triggersystem hatte keine Probleme mit der hohen Luminosität. Bei HERA-Designluminosität von $1.6 \times 10^{31} \text{ cm}^{-2} \text{ s}^{-1}$ betrug die Totzeit etwa 2% bei Datenraten von typischerweise 300 Hz in der ersten Stufe und 15 Hz am Ausgang der dritten Stufe.

Das zentrale Datenerfassungs- und Überwachungssystem wurde weiter modernisiert und im Hinblick auf Stabilität und Wartbarkeit verbessert. Hierzu gehörte der Einsatz von objekt-orientierten Methoden und modernen Programmiersprachen bei der Weiterentwicklung bestehender Systeme. Die vermehrte Nutzung von

WWW-Browsern oder WAP-Handies erleichtert die Beobachtung des Experimentbetriebs und die Fehlerdiagnose von den beteiligten Instituten aus. Durch die verbesserten Überwachungsmöglichkeiten konnte die Schichtbesatzung von drei auf zwei Personen reduziert werden.

Für das ZEUS Protonspektrometer (LPS) war die vergangene Datennahmeperiode die letzte, da sein Platz nach dem HERA-Umbau von Strahlführungsmagneten eingenommen wird. Es wurde deshalb besondere Mühe darauf verwendet, den Untergrund von HERA so zu optimieren, dass die empfindlichen Spektrometertektoren möglichst häufig an den Strahl gefahren werden konnten. Dadurch ist es gelungen, bei über 70% der von ZEUS aufgezeichneten Luminosität das Spektrometer zu betreiben.

Einige Zeit nach Beginn der Datennahme häuften sich Hochspannungsabschaltungen in der zentralen Driftkammer (CTD) wegen zu hoher Ströme in den äußeren Lagen, die nicht durch Untergrund vom Strahl hervorgerufen wurden. Daraufhin wurde im Juni die Gasmischung leicht geändert und etwas Wasserdampf hinzugefügt. Seither arbeitete die CTD störungsfrei.

Im Offline-Bereich wurde trotz der Rekordluminosität HERAs eine zeitnahe Rekonstruktion der gerade aufgezeichneten Daten erreicht, wobei bis zu 450 000 Ereignisse pro Tag prozessiert wurden. Zur Analyse der Daten wurde das bestehende ZARAH-System durch eine PC-Farm ergänzt, womit man eine Verdopplung der verfügbaren Rechenkapazität erreichte. Die Plattenkapazität zur Speicherung der Ereignisdaten wurde von 3 auf 6 TB erweitert. Für das ZEUS Computing der Jahre 2001–2005 wurden Konzepte und Planungsmodelle entwickelt, die den Herausforderungen durch die HERA-Luminositätserhöhung und die neuen ZEUS-Detektorkomponenten Rechnung tragen.

ZEUS Umbau

Die Luminositätserhöhung von HERA erfordert den Einbau neuer Quadrupolbrücken und supraleitender Magnete (GO und GG) innerhalb des ZEUS-Detektors. Um Platz zu schaffen, wurden das rückwärtige Strahlrohrkalorimeter (BPC) sowie das Vorwärts-Plug-Kalorimeter (FPC) endgültig entfernt. Die neuen

Quadrupolbrücken wurden im Dezember eingebaut. Das Aufstellungssystem der Magnete auf den Quadrupolbrücken wurde entwickelt und installiert. Die dem Wechselwirkungspunkt zugewandten Enden der Magnete werden an den ZEUS Speichenplatten aufgehängt. Die Aufhängung ist mit einer Steuerung versehen, die es während des Luminositätsbetriebes erlaubt, die Magnete innerhalb von etwa 0.3 mm zu verschieben. Die Steuerung dazu wird in Zusammenarbeit mit der Gruppe MDI entwickelt und gebaut.

Um ZEUS an die neuen Maschinenkomponenten anschließen zu können, musste das ZEUS-Unterjoch um 10 mm zur Ringaußenseite verschoben werden.

Neben den Vorbereitungen für die Luminositätserhöhung fanden Reparaturen am Kalorimeter, dem Vorwärtsdetektor, den Vorwärts- und Barrel-Myonkammern, dem Backing Kalorimeter und dem Hadron-Elektron Separator statt.

In Verbindung mit der Erhöhung der Luminosität von HERA sind mehrere Verbesserungen des ZEUS-Detektors geplant. Es sind dies der Bau eines Mikro-Vertex-Detektors (MVD) aus Siliziumstreifenzählern und gleichzeitig eines neuen Stahlrohres, das Ersetzen der Übergangsstrahlungskammern im Vorwärtsspurendetektor durch Straw Tubes sowie der Neubau und die Erweiterung des Luminositäts-Messsystems. Diese neuen Detektorkomponenten werden im Frühjahr 2001 eingebaut.

Neue Detektorkomponenten

Mikro-Vertex-Detektor

Nach dem Umbau zur HERA-Luminositätserhöhung wird ZEUS ein Mikro-Vertex-Detektor (MVD) für die allgemeine Verbesserung der Spurvermessung und im Besonderen zur Erkennung von Sekundärvertexen zur Verfügung stehen. Der Detektor besteht aus 712 Siliziumdioden mit zusammen etwa 210 000 Auslesekanälen. Abbildung 17 zeigt eine Hälfte des Mikro-Vertex-Detektors mit den Vorwärtsmodulen im Vordergrund.

Das Jahr 2000 stand für den MVD im Zeichen der vollen Produktionsrate für alle Komponenten bei allen

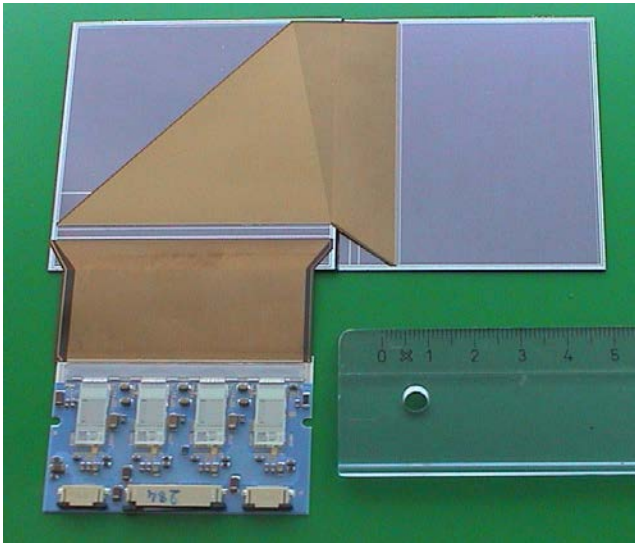


Abbildung 18: Ein Halbmodul des Barrels des Mikro-Vertex-Detektors, bestehend aus zwei Dioden, Kaptonfolien und Hybrid.

beteiligten Instituten. NIKHEF ist verantwortlich für die Präzisionsmechanik, den Bau der Leitern, den Zusammenbau des Gesamtdetektors und für das Kühlsystem, Oxford für die interne Laser-Vermessung und die Kabelverbindungen, UCL für die Kontroll- und Clocksignalverteilung, Padova für die Auslese-Hybride, Torino für die Niedervolt-Spannungsversorgung und KEK für die ADCs.

In Zusammenarbeit mit dem II. Institut für Experimentalphysik der Universität Hamburg fand bei DESY in Hamburg und Zeuthen die Produktion der eigentlichen Siliziumdetektormodule statt.

Für den Barrelteil wurden jeweils zwei Dioden zu sogenannten Halbmodulen (Abb. 18) präzise verklebt, für den Vorwärtsteil (Abb. 19) wurden Kunststoffteile zur späteren Befestigung an die Dioden geklebt. Für die elektrischen Verbindungen wurden dünne Kaptonfolien mit aufgalvanisierten Kupferbahnen auf die Dioden geklebt und an die Dioden gebondet. Dabei wurden fast eine Million Bonds in Al-Dünndraht-Technik gesetzt. Darüber hinaus waren DESY und die Universität Bonn für die Beschaffung der Spannungsversorgung für die Verarmungsspannung verantwortlich.

Nachdem im Juli 2000 alle 300 Halbmodule mit Ersatzteilen bei NIKHEF angeliefert worden waren, konnte

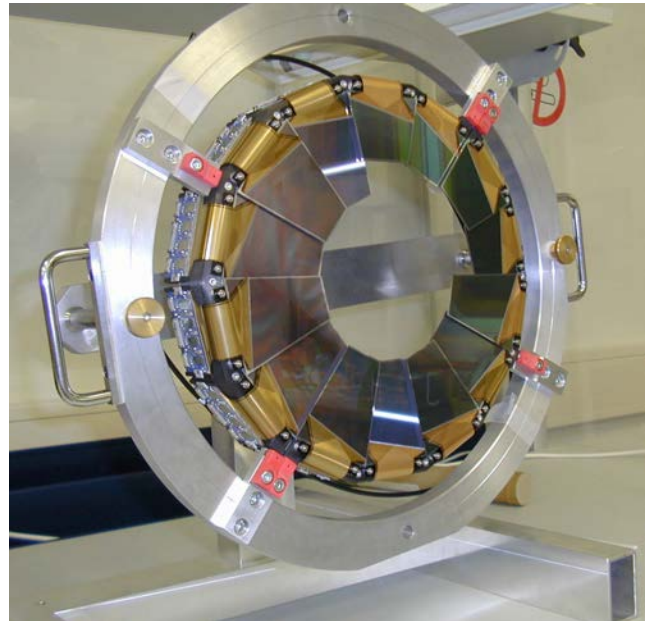


Abbildung 19: Ein Ring mit Vorwärtsmodulen. Um Platz für das elliptische Strahlrohr zu haben, sind einige Module verkürzt.

dort die Produktion aller Leitern, der Haltestruktur für jeweils fünf Module, bis zum September abgeschlossen werden. Danach begann dort die Montage und Vermessung der Leitern im Tragezylinder. Parallel dazu lief in Hamburg die Produktion der Vorwärtsmodule, die nach Montage, Einjustierung und Vermessung auf den Tragerringen mit der Lieferung von vier bestückten Ringen nach NIKHEF im November abgeschlossen wurde. Am 12. Dezember wurde die vollständig bestückte obere Hälfte des MVD in Hamburg angeliefert. Erste Tests zeigten, dass alle Module den Transport gut überstanden hatten und voll funktionsfähig waren. Mit der internen Laser-Vermessung wurde verifiziert, dass auch die Mechanik sich nicht verändert hatte.

Das System und die Software zur Datenauslese, Steuerung und Überwachung des Detektors sind vorhanden und werden zur Zeit intensiv erprobt und optimiert. Die Rechner zur Realisierung des Spurtriggers wurden von der Yale University bereitgestellt. Sie sind bei DESY eingetroffen und werden zur Zeit konfiguriert. Die Entwicklung der Software ist weit fortgeschritten.

An der zur Datenauswertung benötigten Software wird intensiv gearbeitet. Es wurden große Fortschritte bei

der Entwicklung der Programme zur Spurerkennung und zum Spurfit gemacht, mit dem Ziel, am Ende einen gemeinsamen Spurfit aller inneren Spurdetektoren zur Verfügung zu haben. Darüber hinaus wurde eine auf GEANT beruhende Simulation des Detektors entwickelt.

Seit September wurde in der JADE-Halle ein Testgebiet vorbereitet, in dem der MVD in seiner endgültigen Form aufgebaut und erste Erfahrungen mit dem Gesamtsystem gesammelt werden sollen. Fast alle Komponenten der Ausleseelektronik sind bis zum Jahresende geliefert worden. Seit November stand auch das Wasserkühlungssystem für die Auslese-Hybride zur Verfügung. Damit konnten zum ersten Mal größere Teile der Auslese gleichzeitig betrieben werden.

Mitte Februar 2001 wird die untere Hälfte des MVD fertig sein, zusammen mit den noch fehlenden Kontrolleinheiten. Damit kann ab Ende Februar mit dem Aus-testen des vollständigen MVD begonnen werden. Der Einbau in ZEUS ist für die zweite Märzhälfte vorgesehen.

Im Laufe des Berichtsjahres wurden weiterhin im Teststrahl Messungen an Prototyp-Modulen durchgeführt. Dabei stand neben der Erprobung der technischen Lösungen ein stabiler Rekonstruktions-Algorithmus im Vordergrund. Es hatte sich gezeigt, dass mit den üblichen Rekonstruktionsverfahren die Auflösung vom Auftreffort des Teilchens auf dem Siliziumdetektor abhängt. Der Hauptgrund für diese Ortsabhängigkeit der Auflösung sind die Extra-Kapazitäten der Bondpads auf den Detektoren. Diese Ergebnisse werden in der Entwicklung der Analysesoftware berücksichtigt.

Straw Tube Tracker

Der ZEUS „Straw Tube Tracker“ (STT) wird gebaut, um die Spurrekonstruktion geladener Teilchen in Vorwärtsrichtung (Protonrichtung) zu verbessern. Er wird im Shutdown 2000/2001 im Rahmen des Umbaus von ZEUS für die HERA-Luminositäts-erhöhung eingebaut.

Eine Straw Tube (Strohalm) besteht aus einem Rohr aus dünner Kaptonfolie (120 µm Wandstärke und 7.47 mm Durchmesser) mit einem Draht in der Mitte, an

den Hochspannung angelegt wird. Dieses Detektorkonzept wurde von MEPHI in Moskau für LHC entwickelt und zeichnet sich durch gute Ortsauflösung und geringe Hit-Multiplizität selbst bei hohem Untergrund aus.

Um Platz für den neuen Detektor zu schaffen, wird der zur Zeit im Vorwärtsdetektor eingebaute Übergangsstrahlungsdetektor (TRD) entfernt. In zwei Schlitze von 20.8 cm Breite entlang des Strahls werden 48 Sektoren in zwei unterschiedlichen Größen eingesetzt. Jeder Sektor besteht aus 194 bzw. 266 Straw Tubes von 20 cm bis 102 cm Länge, die in drei Lagen angeordnet sind. Der Bau des Detektors wurde im Juli 1998 genehmigt. Nachdem ein Prototyp gebaut und erfolgreich getestet worden war, wurden die Röhren hergestellt und zu Sektoren zusammengeklebt. Ende 1999 wurde mit dem Einbau der Signaldrähte in Moskau (MEPHI), Toronto (York University), Freiburg (Universität Freiburg) und Hamburg (DESY, Universitäten Bonn und Hamburg) begonnen. Die Universität Siegen hat die Hochspannungsverteilungen gebaut.

Im Jahr 2000 wurden alle 50 Sektoren verdrahtet, mit Hochspannungs- und Gasanschlüssen versehen und mit einer ^{55}Fe -Quelle getestet. Danach wurden die Sektoren zur Erhöhung der mechanischen Stabilität in dünne Kästen aus Kohlefaser geklebt. Während der Produktion stellten sich die Gewährleistung der Gasdichtigkeit der Sektoren sowie die Montage der übrigen Anbauteile als langwieriger heraus als geplant. Die Montage der Signaldrähte dagegen erwies sich als schneller und einfacher als gedacht.

Alle Sektoren sind mittlerweile fertig gebaut und bei DESY eingetroffen. Bei DESY werden die Sektoren zunächst in 17 µm dicke Kupferfolie eingepackt, um sie von Störsignalen abzuschirmen. Die Frontend-Ausleseelektronik wird dann direkt an die Sektoren montiert. Sie besteht aus zwei Boards. Das Multiplex-Board befindet sich unmittelbar am Ende der Straw Tubes, das Treiber-Board am Rand des Detektors. Abbildung 20 zeigt einen vollständigen STT Sektor mit montierter Frontend-Elektronik.

Die Elektronik ist so ausgelegt, dass mit ihr die 11 000 Straw Tubes des Detektors mit den 2000 Kanälen des Analog-Digital-Wandler-Systems des ursprünglichen TRD ausgelesen werden können. Das Design der Elektronik wurde im Berichtsjahr fertiggestellt und ausführlich getestet. Dazu wurde die Elektronik auch auf ei-

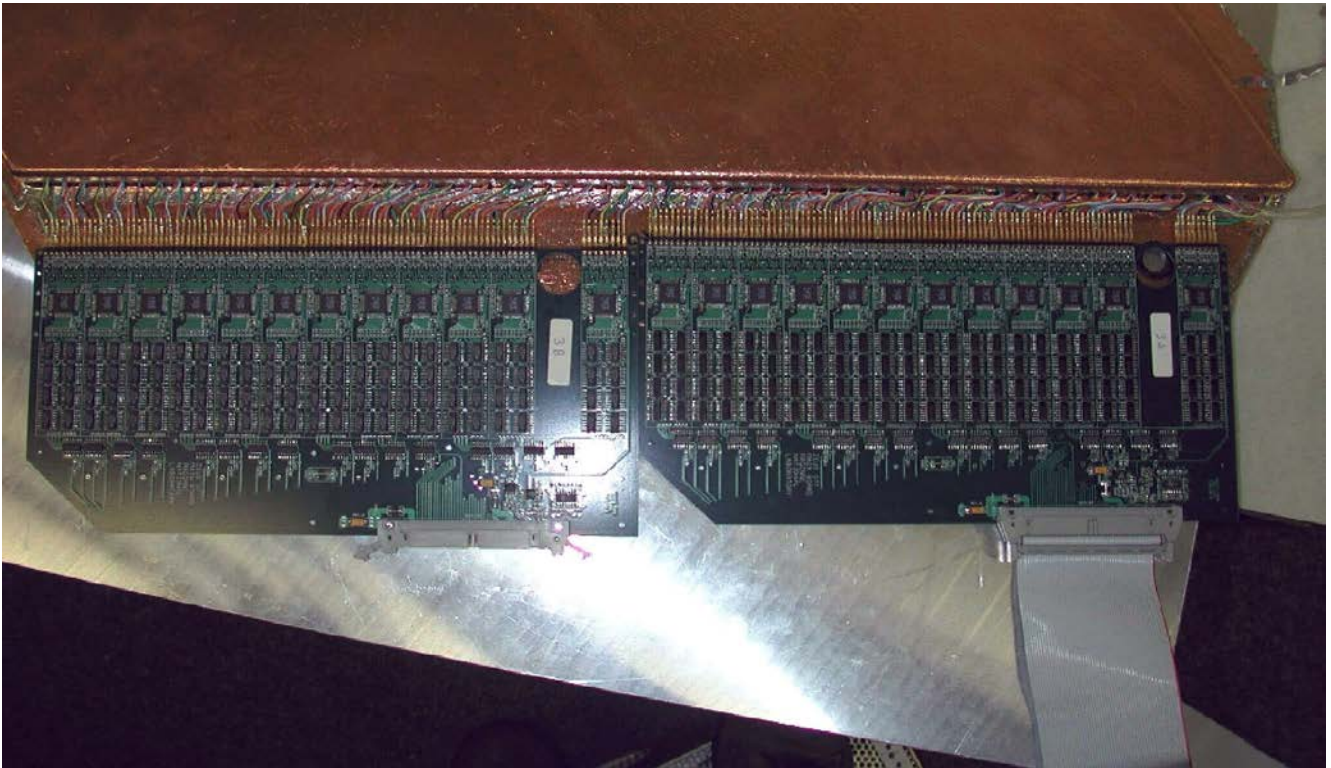


Abbildung 20: Ein STT Sektor mit montierter Frontend-Elektronik.

nem Prototyp-Sektor montiert und im DESY-Teststrahl getestet. Die Produktion aller Komponenten ist mittlerweile beendet und die Lieferung der letzten Boards ist für Ende Februar vorgesehen. Am Entwurf und Bau der Elektronik waren das Argonne National Laboratory, die Tel Aviv University und die Universität Siegen beteiligt.

Das Gestell zur Montage der Sektoren im Vorwärtsdetektor wurde in den Universitäten Bonn und Freiburg konstruiert und gebaut. Im Oktober 2000 wurde der Vorwärtsdetektor aus ZEUS ausgebaut, der TRD entfernt und der restliche Vorwärtsdetektor für den Einbau des STT vorbereitet.

Große Fortschritte wurden bei den Programmen zur Rekonstruktion der Hits und der Spurfindung gemacht. Auch die Monte Carlo-Simulation wurde verbessert. Für die kommende Datennahmeperiode wird ZEUS mit dem STT einen Detektor haben, der zuverlässig Punkte zur Spurrekonstruktion im Vorwärtsbereich liefert, die mit den gemessenen Koordinaten der anderen Spurdetektoren kombiniert werden können.

Luminositätsmonitor

Zur Messung der HERA-Luminosität wird der Bethe-Heitler Prozess $e p \rightarrow e \gamma$ 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. Die gleiche 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. Gleichzeitig wird sich die Anzahl von Bremsstrahlungs-Photonen (Bethe-Heitler Prozess) um das Fünffache erhöhen. Die erhöhte Photonrate erhöht

die Wahrscheinlichkeit, dass bei einer Kollision der Elektronen- und Protonenstrahlen mehrere Photonen abgestrahlt werden und gleichzeitig im Photonkalorimeter nachgewiesen werden und so zu einer Verfälschung der Luminositätsmessung führen. Ohne eine Abschirmung von mehreren Strahlungslängen Dicke würde das jetzige Photonkalorimeter innerhalb kurzer Zeit durch Strahlung beschädigt werden. Eine dickere Abschirmung verschlechtert aber die Energieauflösung des Kalorimeters und macht eine präzise Luminositätsmessung unmöglich.

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.

Das bisherige Photonkalorimeter wird durch ein neues Kalorimeter (Szintillator-Blei Sandwich) mit strahlungshartem Szintillator ersetzt. Zur Reduzierung des Synchrotronstrahlungsuntergrundes befindet sich unmittelbar vor dem Kalorimeter ein so genannter aktiver Filter aus Kohlenstoff mit vier Strahlungslängen Dicke. Der Filter ist in zwei Teile unterteilt, hinter denen sich jeweils ein Cherenkov Detektor aus Aerogel befindet. Die niederenergetischen Photonen der Synchrotronstrahlung werden in den Cherenkov Detektoren nicht nachgewiesen. Der erste Teil des elektromagnetischen Schauers der hochenergetischen Bethe-Heitler Photonen wird dagegen im Filter gemessen und zur Korrektur der Energiemessung im Kalorimeter verwendet.

Das neue Kalorimeter und die beiden Cherenkov Detektoren sind inzwischen gefertigt und im DESY-Teststrahl untersucht worden. Die Ergebnisse der Teststrahlmessungen zeigen, in sehr guter Übereinstimmung mit Monte Carlo Studien, dass die Energieauflösung des Photonkalorimeters mit aktivem Filter entscheidend verbessert wird.

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-Positronpaare werden durch einen Dipolmagneten abgelenkt und mit zwei kleinen Kalorimetern, die unmittelbar vor dem Photonkalorimeter angeordnet sind, gemessen. Als Detektoren werden die beiden Module

des bisherigen Strahlrohr-Kalorimeters mit geringen Modifikationen wieder verwendet. Der Vorteil dieser Messmethode besteht in einer entsprechend geringeren Anzahl von Photonen im Spektrometerdetektor aufgrund der geringen Konversionswahrscheinlichkeit, das heißt es gibt keine Mehrfachphotonen, Synchrotronstrahlungsuntergrund und Strahlungsschäden.

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

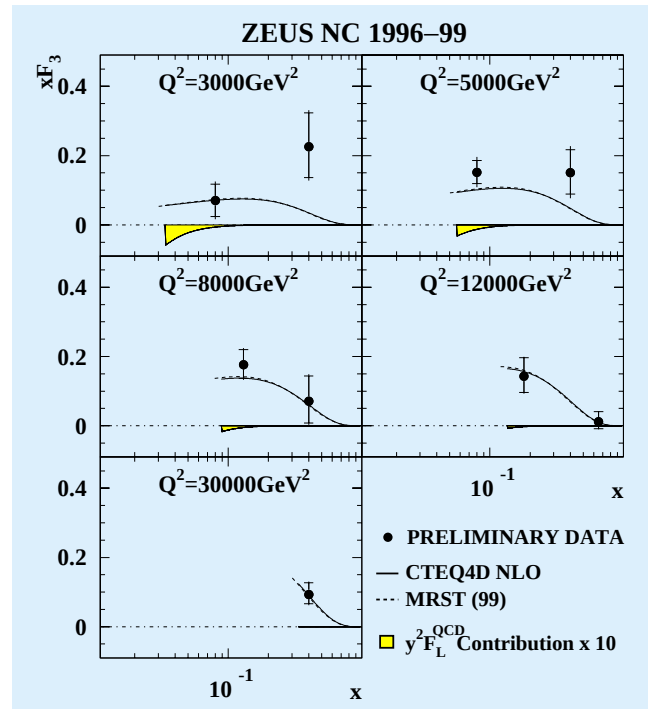


Abbildung 21: Die Messung der Proton-Strukturfunktion xF_3 , die aus dem Vergleich vom e^+p -Streuquerschnitt mit dem e^-p -Streuquerschnitt bestimmt wurde. Die Abhängigkeit von der Bjorken- x -Variablen bei festen Q^2 -Werten zwischen $3 \times 10^3 \text{ GeV}^2$ und $3 \times 10^4 \text{ GeV}^2$ wird gezeigt. Eine gute Übereinstimmung mit NLO-QCD-Berechnungen („Next to Leading Order“), die die CTEQ4D-Partondichtefunktionen verwendet haben, wird beobachtet. Die gelben Regionen zeigen den Beitrag von der in der Quantenchromodynamik berechneten longitudinalen Strukturfunktion F_L , skaliert um einen Faktor 10.

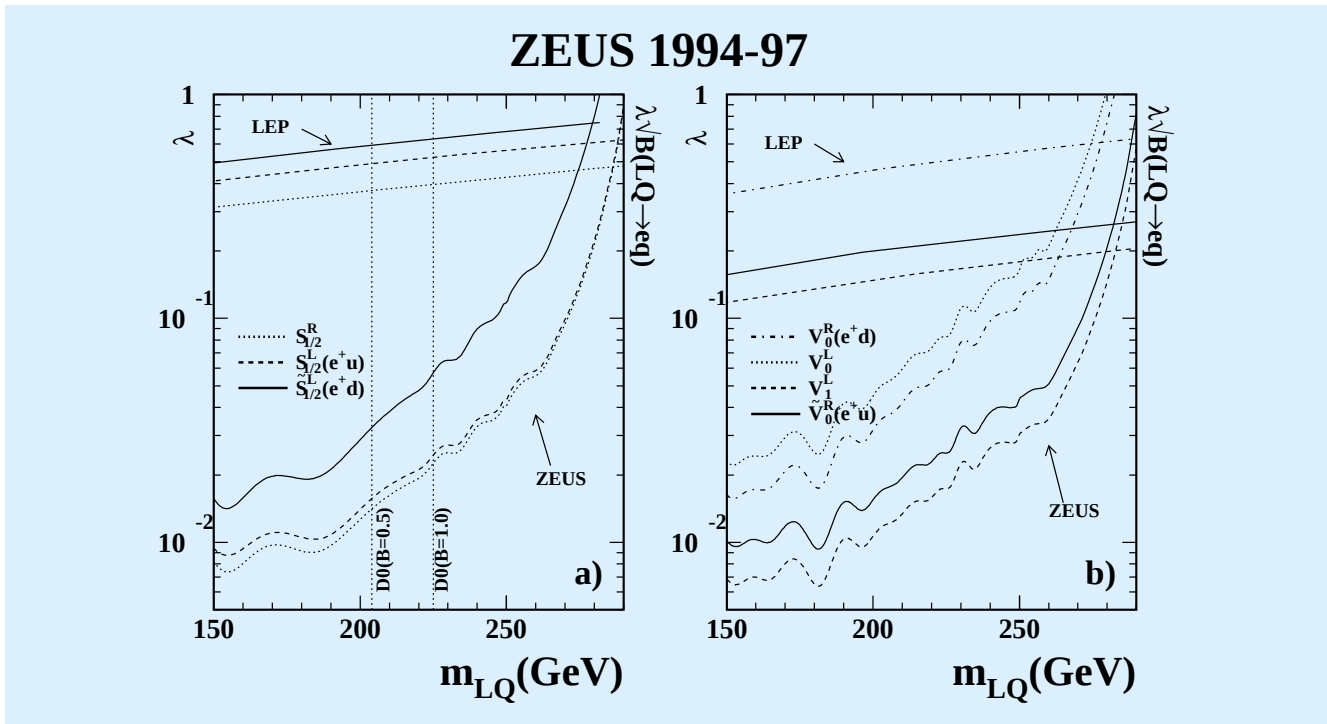


Abbildung 22: Empfindlichkeitsgrenzen auf die Leptoquark-Kopplungsstärke für LQ mit a) Spin 0 und b) Spin 1, als Funktion der angenommenen LQ-Masse. Die ausgeschlossenen Bereiche liegen oberhalb der LEP- und ZEUS-Kurven und links von den Tevatron-Grenzen (D0), die von der Annahme über das $LQ \rightarrow eq$ Verzweungsverhältnis B direkt abhängen.

den kann. Ein Prototyp dieses Taggers ist im DESY-Teststrahl untersucht worden. Der Bau des Taggers ist zur Zeit in Vorbereitung.

Physikalische Ergebnisse

Eine Auswahl von im Zeitraum dieses Jahresberichtes veröffentlichten physikalischen Ergebnissen wird im Folgenden vorgestellt.

Messung der Proton-Strukturfunktion xF_3

Die im Standard-Modell der Teilchenphysik vorausgesetzte und experimentell beobachtete Vereinigung der elektromagnetischen und schwachen Naturkräfte hat als Folge einen Beitrag zum $e p$ -Wirkungsquerschnitt,

der die Spiegelsymmetrie verletzt. Dieser paritätsverletzende Anteil drückt sich durch die Proton-Strukturfunktion $xF_3(x, Q^2)$ aus, die sowohl durch die Mischung der Amplituden für Photon- und Z-Boson-Austausch als auch durch die Amplitude für Z-Boson-Austausch allein entsteht. Die Daten entsprechend einer integrierten Luminosität von 16 pb^{-1} , die ZEUS 1998–1999 mit Elektronenstrahl aufgezeichnet hat, ermöglichten eine präzise Messung des e^-p -Streuquerschnittes, der mit einer Messung des e^+p -Streuquerschnittes verglichen wurde, um aus der Differenz den paritätsverletzenden Anteil zur Proton-Strukturfunktion zu ermitteln. Abbildung 21 zeigt das Resultat zusammen mit der Vorhersage des Standard-Modells, bei der aktuelle Parametrisierungen der Partondichtefunktionen zur Berechnung von xF_3 verwendet wurden. Die beobachtete Übereinstimmung liefert einen weiteren überzeugenden Beleg für das Standard-Modell im kinematischen Bereich der elektroschwachen Vereinigung.

Suche nach einer Resonanz in den Endzuständen $e^+ + \text{Jet}$ und $\bar{\nu} + \text{Jet}$

Die Suche nach Phänomenen jenseits des Standard-Modells ist ein wesentlicher Bestandteil des Physikprogramms bei HERA, da die hohe Energie der Strahlen einen Blick in bisher unerforschte kinematische Bereiche erlaubt.

Als einziger Speicherring mit hochenergetischen Lepton- und Hadronstrahlen ist HERA das am besten geeignete Labor, nach den postulierten Leptoquarks zu suchen. Diese stellen Zustände dar, die aus den fundamentalen Quark- und Lepton-Feldern bestehen, und deshalb bei HERA durch Quark-Lepton-Fusion direkt produziert werden können. Die ZEUS-Kollaboration hat nach solchen Leptoquark-Zuständen gesucht, wobei die Ereignis Selektion durch die typischen Zerfalls-signaturen bestimmt wurde. Leptoquarks, die in e^+p -Wechselwirkungen erzeugt werden, können entweder in e^+q oder in $\bar{\nu}q$ zerfallen, wobei das Quark als Hadron-Jet im Detektor erscheint. Die Herausforderungen an Detektorleistung und Analysealgorithmen sind in den beiden Fällen sehr unterschiedlich. Im ersten Fall ist ein hochenergetisches Positron mit hohem Transversalimpuls für den Zerfall kennzeichnend. Im anderen Fall werden die Ereignisse durch die anscheinend fehlende Energie-Impuls-Erhaltung erkannt, die durch das nicht nachweisbare Antineutrino zustande kommt.

Abbildung 22 vergleicht die Empfindlichkeit der ZEUS-Messung für den $e^+ + \text{Jet}$ -Zustand mit Ergebnissen aus e^+e^- -Wechselwirkungen bei LEP und $p\bar{p}$ -Kollisionen vom Tevatron für Skalar- und Vektor-Leptoquarks. Maß für diese Sensitivität ist die kleinste Kopplungsstärke λ , die noch zu einem signifikanten Signal führt. Am Tevatron, an dem Leptoquarks nur durch Paarproduktion erzeugt werden können, besteht keine Empfindlichkeit auf diese Kopplungsstärke, aber die Aussagekraft wird vom unbekannten Verzweungsverhältnis $LQ \rightarrow e q$ wesentlich beeinflusst. Auch in dem für das Tevatron günstigsten Fall, in dem die Leptoquarks zu 100% in $e q$ zerfallen, sind die ZEUS-Grenzen oberhalb einer Leptoquark-Masse von 225 GeV empfindlicher.

Im Vergleich zu den LEP-Ergebnissen zeigt die ZEUS-Analyse eine höhere Empfindlichkeit bis etwa 280 GeV, wo die Begrenzung durch die $e p$ -Schwerpunktsenergie einsetzt.

Messung azimuthaler Asymmetrien in tiefunelastischer Streuung

Dieselbe hohe statistische Genauigkeit, die die HERA-Experimente H1 und ZEUS in der Messung der Proton-Strukturfunktion $F_2(x, Q^2)$ erreicht haben, schlägt sich auch in der Präzision, mit der die Eigenschaften des hadronischen Endzustands in der tiefunelastischen Streuung studiert werden können, nieder. So konnten das Moment $\langle \cos \phi \rangle$ und zum ersten Mal das Moment $\langle \cos 2\phi \rangle$, bei dem ϕ der Winkel zwischen der Elektronstrebene und der Produktionsebene für Hadronen im hadronischen Schwerpunktsystem ist, präzise gemessen werden. Abbildung 23 zeigt Beispiele der Winkelverteilungen, aus denen die Asymmetrien ermittelt wurden. Das Moment $\langle \cos 2\phi \rangle$ ist besonders interessant, weil die

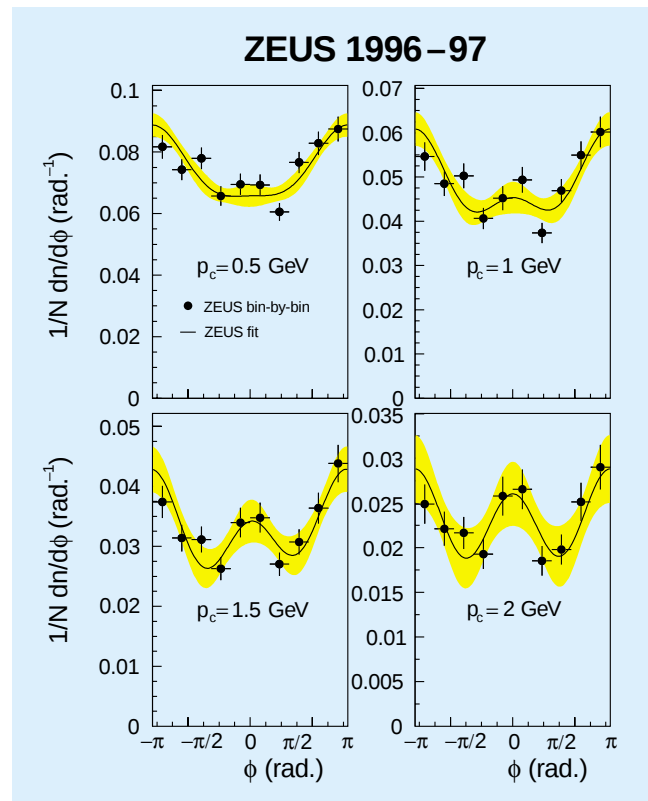


Abbildung 23: Verteilungen des azimuthalen Winkels ϕ im hadronischen Schwerpunktsystem zwischen der Elektronstrebene und der Produktionsebene von Hadronen in der tiefunelastischen Streuung. Die Verteilungen sind über den Transversalimpuls der Hadronen ab dem Mindestwert p_c integriert.

ZEUS 1995

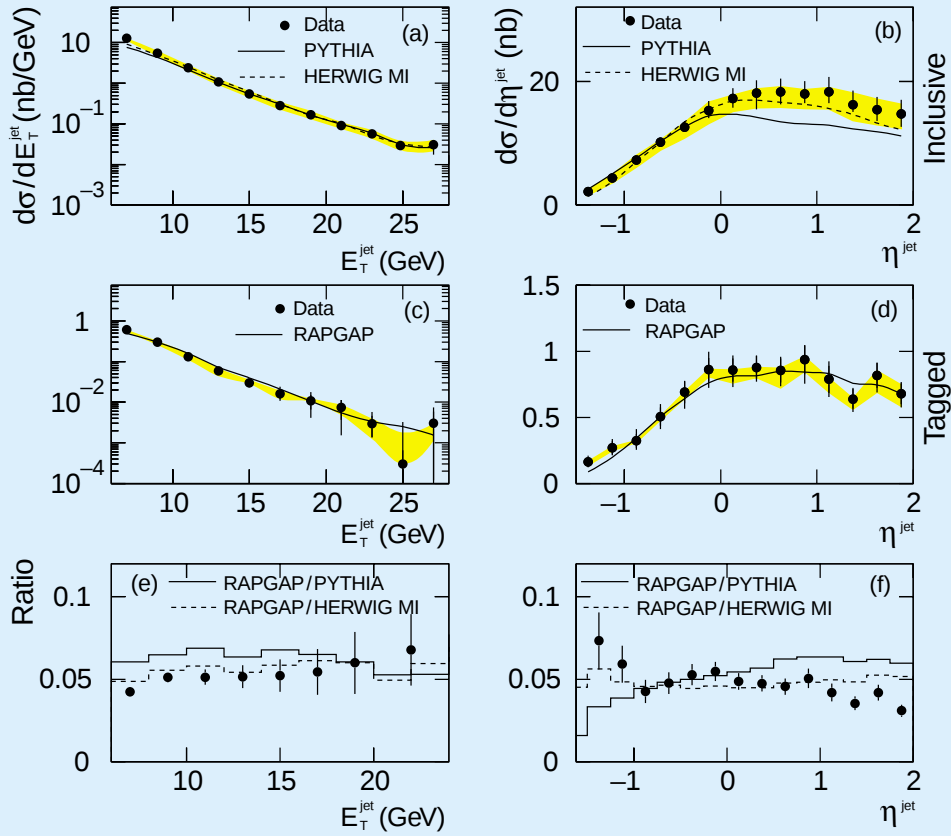


Abbildung 24: Die differentiellen Wirkungsquerschnitte in E_T^{jet} und η^{jet} für inklusive Photoproduktionsprozesse (a) (b) und für Prozesse, in denen ein Neutron n in Vorwärtsrichtung nachgewiesen wurde (c) (d), zusammen mit den daraus ermittelten Verhältnissen (e) (f). Der kinematische Bereich dieser Messungen ist durch $E_T^{\text{jet}} > 6 \text{ GeV}$, $|\eta^{\text{jet}}| < 2$, $Q^2 < 4 \text{ GeV}^2$, $0.2 < y < 0.8$, $E_n > 400 \text{ GeV}$ und $\theta_n < 0.8 \text{ mrad}$ gegeben. Die schattierten Bereiche zeigen die systematische Unsicherheit, die durch die Ungewissheit in der Energieskala des zentralen Kalorimeters zustande kommt. Das hier verwendete Simulationsprogramm RAPGAP beinhaltet ein Pion-Austauschmodell, das auf Faktorisierung des Pionflusses und dessen Partondichten basiert.

störungstheoretisch berechenbaren Beiträge dominieren. Die ZEUS-Messungen zeigen, dass dieses Moment mit dem Transversalimpuls des erzeugten Hadrons ansteigt, wie es von störungstheoretischen Rechnungen der Quantenchromodynamik vorhergesagt wird. Damit wurde gezeigt, dass die beobachteten azimuthalen Asymmetrien einen mit perturbativer Quantenchromodynamik beschreibbaren Anteil haben.

Photoproduktion von Dijets mit einem Neutron in Vorwärtsrichtung

Die bei HERA gewonnenen Messergebnisse haben sich von Anfang an als besonders zum Studium von Phänomenen der diffraktiven Physik geeignet erwiesen. Das Vorwärts-Neutronkalorimeter bei ZEUS hat Untersu-

ZEUS

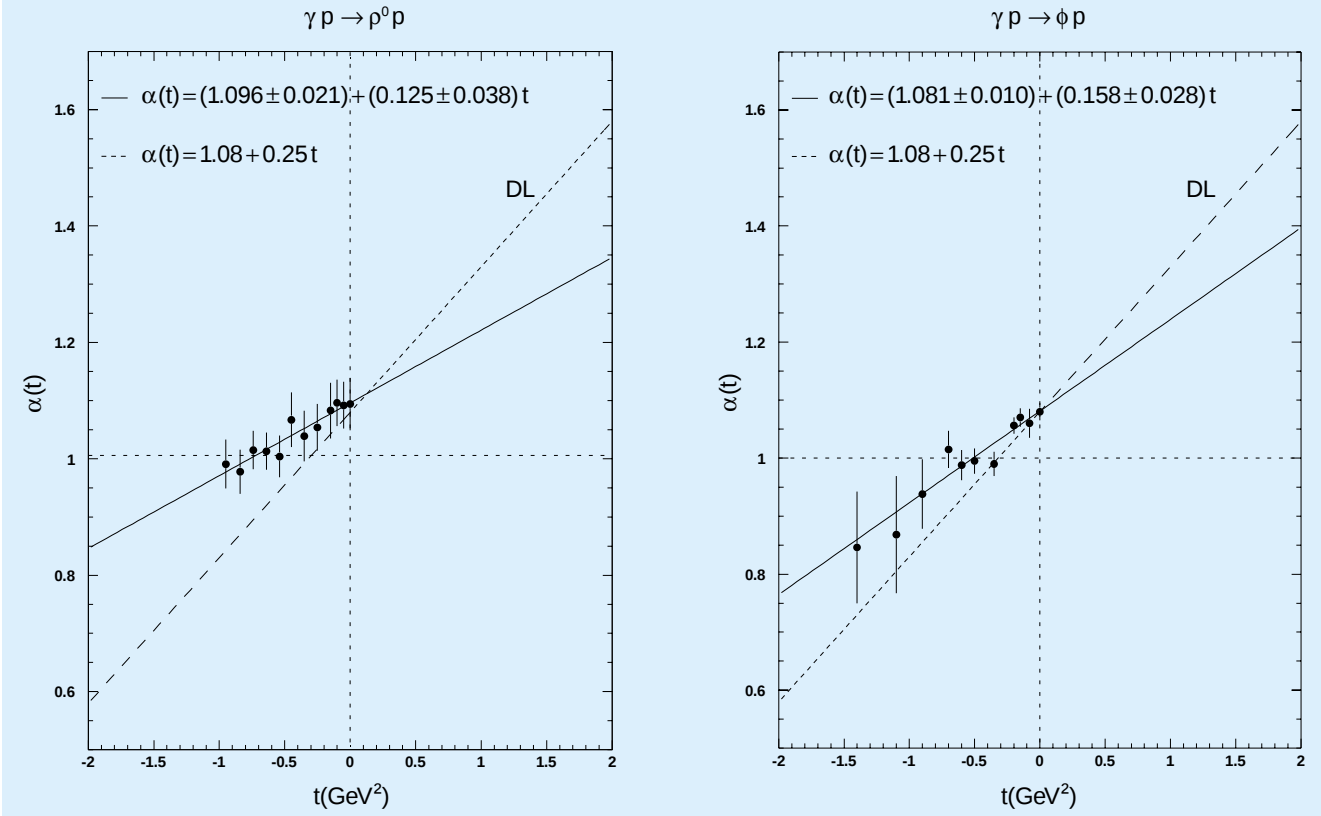


Abbildung 25: Messung der Pomeron-Trajektorie aus den Reaktionen $\gamma p \rightarrow \rho^0 p$ und $\gamma p \rightarrow \phi p$. Die Gerade zeigt das Ergebnis eines linearen Fits. Zum Vergleich zeigt die gestrichelte Linie die Pomeron-Trajektorie, die in der Hadron-Hadron-Streuung gemessen wurde.

chungen von Ladungsaustauschprozessen ermöglicht, insbesondere solcher, in denen zwei Hadron-Jets bei hohem Transversalimpuls von quasi-reellen Photonen erzeugt werden.

Abbildung 24 vergleicht die differentiellen Wirkungsquerschnitte in E_T^{jet} und η^{jet} für inklusive Photoproduktions-Prozesse mit solchen, in denen ein Neutron in Vorwärtsrichtung beobachtet wird.

Die Ergebnisse dieser Studie weisen darauf hin, dass die Daten mit einer Faktorisierungshypothese über Pion-Austausch konsistent sind.

Photoproduktion von Vektormesonen mit hohem Transversalimpuls

Die ZEUS-Kollaboration führt ein Messprogramm zur Untersuchung der Erzeugungsmechanismen von Vektormesonen durch mit dem Ziel, die Gültigkeit von störungstheoretischen Berechnungen der Quantenchromodynamik für exklusive und semi-exklusive Prozesse zu prüfen. Die für derartige Rechnungen benötigte harte Skala kann entweder durch die Photonvirtualität Q^2 , den an das Proton übertragenen Viererimpuls t oder die Vektormeson-Masse M_V gegeben sein.

Beim ZEUS-Experiment wird ein Kleinwinkel-Elektron-Kalorimeter verwendet, um die Photonvirtualität auf $Q^2 < 0.02 \text{ GeV}^2$ zu begrenzen. Auf diese Weise ist es möglich, den Impulstransfer t und die Masse M_V als harte Skalen zu testen.

In der Impulstransfer-Region $0.5 < |t| < 3 \text{ GeV}^2$ konnten die Mechanismen der elastischen Photoproduktion und der proton-dissoziativen Photoproduktion, bei der die invariante Masse des dissoziierten Protonsystems begrenzt ist auf $M_N < 7 \text{ GeV}$, verglichen und so Informationen über den Formfaktor des Protons erzielt werden. Der differentielle Wirkungsquerschnitt $d\sigma/dt$ für elastische ρ^0 -Erzeugung zeigt in diesem t -Bereich eine deutliche Abweichung von der bei niedrigerem $|t|$ beobachteten exponentiellen Abhängigkeit. Während diese Ergebnisse keine eindeutige Gültigkeit des Impulstransfers t als störungstheoretisch relevante Skala zeigen, konnte die relevante Pomeron-Trajektorie $\alpha_P(t)$ aus der Energieabhängigkeit des elastischen Produktionsquerschnittes als Funktion von t gemessen werden. Die in Abbildung 25 dargestellten Ergebnisse aus den ρ^0 - und ϕ -Daten weisen auf eine deutlich schwächere t -Abhängigkeit der Trajektorie hin als jene, die in der Hadron-Hadron-Streuung gemessen wurde.

Messung von exklusiver Elektroproduktion des ω -Mesons

Einen weiteren Beitrag zum Messprogramm der Vektormeson-Erzeugung leistete die Studie zur Elektroproduktion von ω -Mesonen. Diese erste Untersuchung bei hoher γ^*p -Schwerpunktsenergie setzte Identifikationsalgorithmen von π^0 -Mesonen im Urkalorimeter voraus. Im $\pi^+\pi^-\pi^0$ -Massenspektrum wurden deutliche Signale sowohl für ω - als auch für ϕ -Zerfälle gefunden.

Abbildung 26 zeigt die daraus ermittelten Verhältnisse von ω - zu ρ^0 - bzw. ϕ - zu ρ^0 -Produktion als Funktion der Photonvirtualität. Diese Ergebnisse zeigen, dass die SU(4)-Symmetrie im Produktionsverhältnis, die schon bei kleinen Werten der Photonvirtualität in ω -Elektroproduktion beobachtet wurde, auch bei $Q^2 \simeq 12 \text{ GeV}^2$ gilt, im Gegensatz zur ϕ -Elektroproduktion, wo erst bei $Q^2 \simeq 4 \text{ GeV}^2$ der SU(4)-Symmetrie-Wert erreicht wird. Das Produktionsverhältnis von J/ψ zu ρ^0 ist, obwohl steil mit Q^2

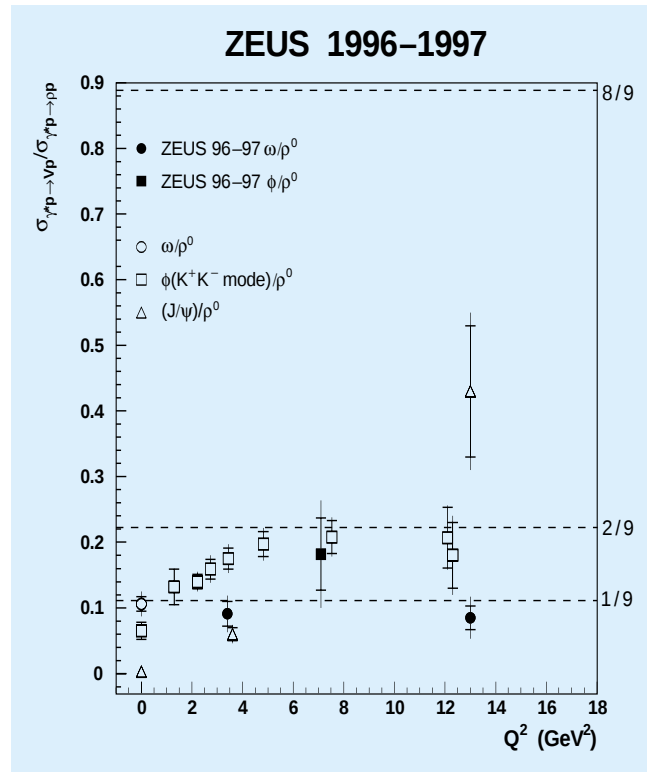


Abbildung 26: Die Verhältnisse der gemessenen ω - und ϕ -Elektroproduktionsquerschnitte zu dem für ρ^0 -Mesonen als Funktion der Photonvirtualität. Die neuen Messwerte sind durch die vollen Symbole dargestellt. Während das Verhältnis der ϕ/ρ^0 -Erzeugung den SU(4)-symmetrischen Wert erst bei höheren Q^2 erreicht, bleibt das Erzeugungsverhältnis von ω/ρ^0 bei dem entsprechenden SU(4)-Wert unabhängig von Q^2 . Das $(J/\psi)/\rho^0$ Produktionsverhältnis steigt steil mit Q^2 an, bleibt aber selbst bei $Q^2 \simeq 13 \text{ GeV}^2$ noch einen Faktor zwei kleiner als die SU(4)-Vorhersage.

ansteigend, selbst bei $Q^2 \simeq 13 \text{ GeV}^2$ noch um einen Faktor zwei kleiner als die SU(4)-Vorhersage. Diese Beobachtungen deuten auf einen Produktionsmechanismus hin, der bei genügend hohem Q^2 unabhängig von der erzeugten Quarksorte wird.

Messung von inklusiver Elektroproduktion von $D_s^\pm$ -Mesonen

Im Rahmen der Untersuchung von inklusiven Produktionsprozessen schwerer Quarks wurde eine Messung

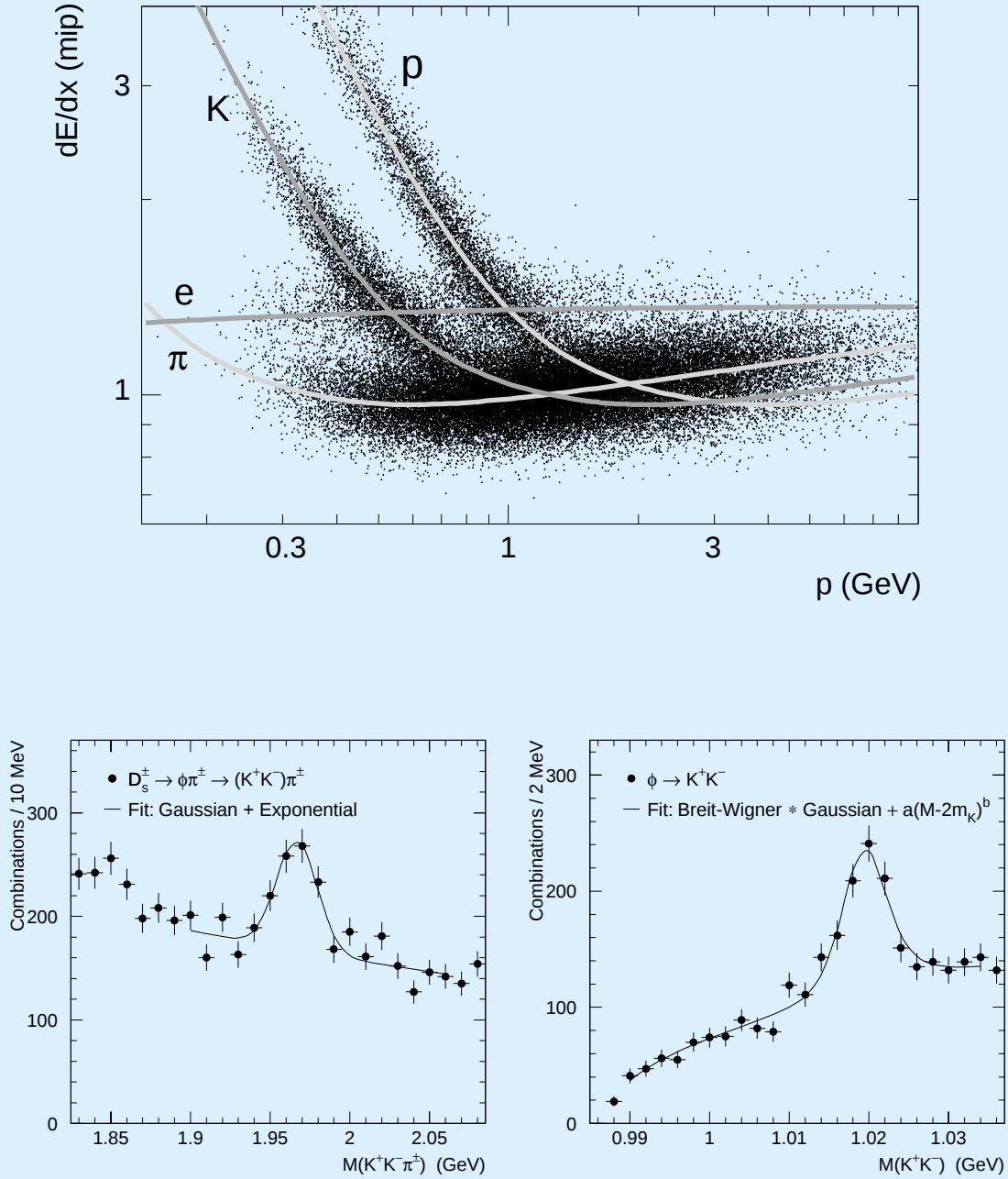


Abbildung 27: Normierte Energieverlustverteilungen in der zentralen Driftkammer. Eine deutliche Trennung von π , K und p (oben) ermöglicht die Unterdrückung von kombinatorischem Untergrund in den invarianten Massenspektren, die zur Identifizierung von ϕ - und $D_s^\pm$ -Mesonen dienen (unten).

der Photoproduktion von $D_s^\pm$ -Mesonen bei einer γp -Schwerpunktsenergie von $130 < W < 280$ GeV durchgeführt.

Die kombinatorischen Untergründe in den Massenspektren wurden durch Verwendung von dE/dx -Messungen in der zentralen Driftkammer unterdrückt (Abb. 27). Daraus ergibt sich das Verhältnis der Photoproduktionsquerschnitte von $D_s^\pm$ - zu $D^{*\pm}$ -Mesonen zu

$$0.41 \pm 0.07(\text{stat.})_{-0.05}^{+0.03}(\text{syst.}) \pm 0.10(\text{br.})$$

und ein Strangeness-Unterdrückungsparameter im Lund-String-Fragmentationsmodell von

$$\gamma_s = 0.27 \pm 0.05 \pm 0.07(\text{br.}) .$$

Dabei bezeichnet (br.) die Unsicherheit durch das hadronische Verzweungsverhältnis der $D_s^\pm$ -Mesonen in den gemessenen Zerfallskanal.

Dieses Ergebnis stimmt mit Messungen desselben Parameters für die Charm-Produktion in e^+e^- -Annihilationen überein. Das deutet darauf hin, dass die nicht perturbativ beschreibbare Hadronisierung der Charm-Quarks aus e^+e^- und $e p$ Kollisionen nach den gleichen Prinzipien abläuft.

Photoproduktion von B-Mesonen

Die Messung von dE/dx diente auch der Anreicherung eines Beauty-Signals, das zu einer Bestimmung des Wirkungsquerschnitts für die Photoproduktion von B-Mesonen führte. In Ereignissen mit zwei Jets und einem Elektron mit hohem Transversalimpuls konnte ein Überschuss beobachtet werden, der durch die semileptonischen Zerfälle von B-Mesonen verursacht wird. Abbildung 28 zeigt diesen Überschuss als Funktion vom Transversalimpuls p_T^{rel} des Elektrons be-

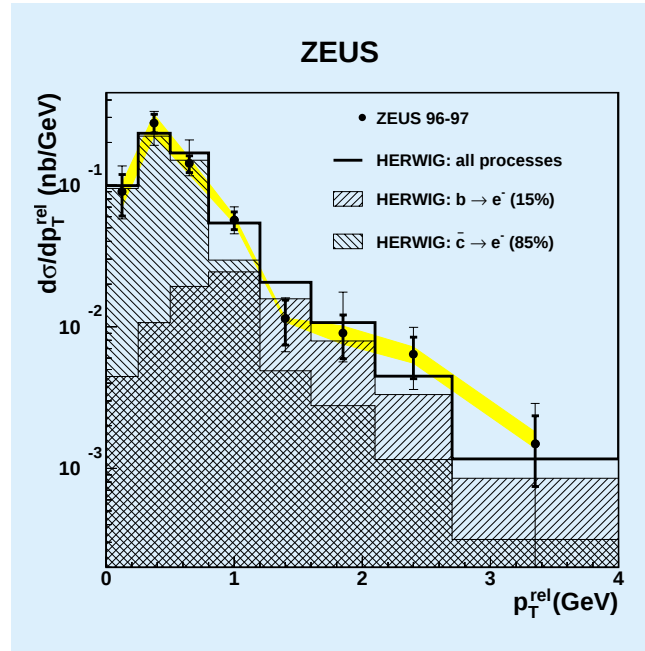


Abbildung 28: Der differentielle Wirkungsquerschnitt $d\sigma/dp_T^{\text{rel}}$ für die Reaktion $e^+ p \rightarrow e^+ + \text{dijet} + e^- + X$. p_T^{rel} ist der Transversalimpuls des Elektrons bezüglich der am nächsten liegenden Jetachse. Die schattierte Region zeigt die Unsicherheit, die durch die Ungenauigkeit der Energieskala des Urkalorimeters bei der Messung der Elektronenenergie der semileptonischen Zerfälle von Charm- und Beauty-Mesonen entsteht. Das Ergebnis des HERWIG-Simulationsprogramms wurde um einen Faktor 3.8 skaliert, um diesen Vergleich mit den ZEUS-Daten zu erhalten.

züglich der am nächsten liegenden Jetachse. Die semileptonischen Zerfälle von Charm-Teilchen reichen allein nicht aus, um die gemessene Verteilung zu erklären. Der Beauty-Photoproduktionsquerschnitt, der mittels dieses Identifikationsalgorithmus bestimmt werden konnte, liegt etwas höher als das Resultat einer NLO-QCD-Berechnung, was auch am Tevatron in $p\bar{p}$ -Wechselwirkungen beobachtet wurde.

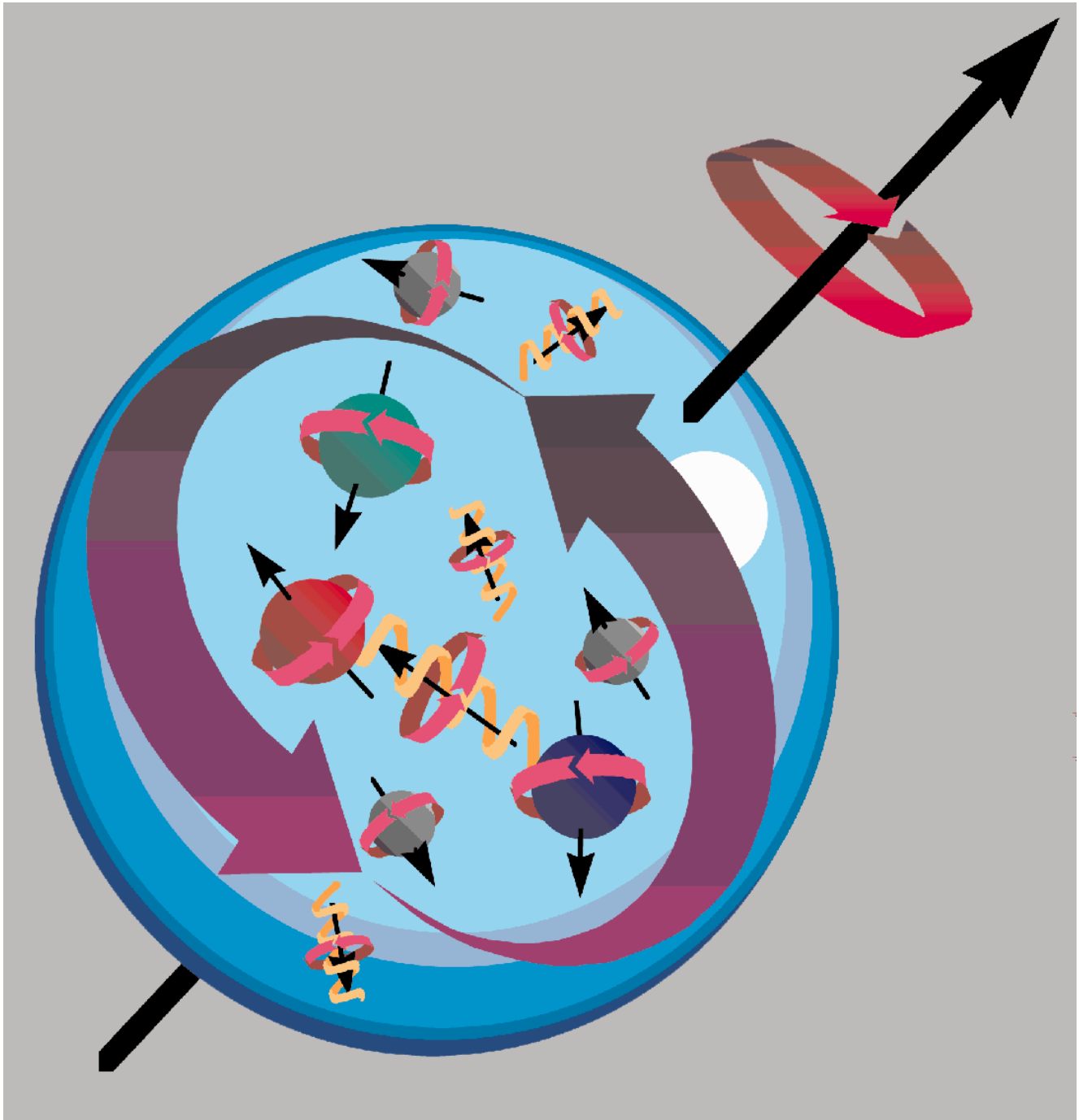


Abbildung 29: Eine schematische Darstellung des Nukleons mit all seinen Konstituenten und deren möglichen Spinorientierungen und Drehimpulsen.

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. 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 Inst. Tech., Univ. of Illinois Urbana-Champaign, Simon Fraser Univ. und TRIUMF Vancouver, Yerevan Phys. Inst., DESY Zeuthen.

Sprecher: E. Steffens, Univ. Erlangen-Nürnberg

Das Jahr 2000 markiert für HERMES das Ende der ersten sechsjährigen Betriebsphase mit longitudinal-polarisierten Targets, und es war gleichzeitig das bisher erfolgreichste Jahr der Datennahme.

Während des fast achtmonatigen Betriebs wurde mit polarisiertem Deuterium sowie unpolarisierten Targetgasen hoher Dichte gemessen. Auf Grund der Ende 1999 vorgenommenen Verbesserungen am polarisierten Target und des sehr zuverlässigen Betriebs von Maschine und Experiment konnte eine unerwartet große Menge polarisierter Daten hoher Qualität gewonnen werden.

Daneben wurde in der zweiten Hälfte der Periode ein Betriebsmodus eingeführt, bei dem die Elektronenfüllungen durch einstündige Operation mit unpolarisiertem Gas sehr hoher Dichte beendet wurden, was zu einer zusätzlichen großen Menge von „einfach-polarisierten“ Daten führte.

Nach Abschluss des Messbetriebs wurde das Experiment in die Parkposition gefahren und mit der Überholung der Magnetkammern begonnen. Am Target wurde die Umstellung auf transversal polarisierten Wasserstoff vorbereitet. Kernstück ist ein Haltefeldmagnet hoher Homogenität, der im Berichtsjahr ausgelegt wurde und 2001 gebaut und installiert werden soll.

Die Schwerpunkte der Analyse lagen im Jahr 2000 beim weitgehenden Abschluss der Untersuchungen

der Wasserstoffdaten (1996–97) und Aufbereitung zu Publikationen sowie bei ersten Analysen der Deuteriumdaten (1998–2000), deren Hauptmenge aus dem bisher erfolgreichsten Jahr 2000 stammt.

Eine neue Analyse der Protondaten hat dabei neue Werte für die Spinstrukturfunktion g_1^p im Bereich kleiner x erbracht, wo es bisher nur Daten des SMC-Experiments gab.

Weiterhin wurden am Proton erstmalig in einfach-polarisierten quasi-exklusiven Reaktionen azimutale Abhängigkeiten in der Verteilung führender Pionen oder reeller Photonen experimentell nachgewiesen. Dies sind starke Hinweise darauf, dass in der Leptonstreuung, und zu einem erheblichen Grad auch im HERMES-Experiment, neuartige Quark-Verteilungsfunktionen wie „Transversity“ oder „Skewed Parton Distributions“ gemessen werden können.

Im Bereich der Spinverteilungen für die einzelnen Quarks, $u, \bar{u}, d, \bar{d}, s, \bar{s}$, haben erste Analysen unter Einschluss der Deuteriumdaten die erheblichen Verbesserungen aufgezeigt, die durch die neuen Daten möglich sein werden. Weitere Untersuchungen wurden an Daten von schwereren Kernen gemacht. Sie erlauben Aussagen zu Fragen, wie nach der Absorption des virtuellen Photons durch ein Quark im Nukleon die Bildung von Hadronen und deren Abschwächung im ausgedehnten Kern erfolgt.

Datennahme 2000

Die Messperiode Januar bis August 2000 war die bisher erfolgreichste seit der Inbetriebnahme des Experiments. Der hervorragende Betrieb von HERA und die hohe Zuverlässigkeit des HERMES-Spektrometers ermöglichten es, 6 Millionen tiefunelastische Streueignisse (DIS) am polarisierten Deuteriumtarget zu sammeln (Abb. 30). Während der Monate Juli und August wurde das polarisierte Deuteriumtarget nicht nur in den beiden vektorpolarisierten Kernzuständen betrieben, sondern auch im tensorpolarisierten Zustand. Das ermöglichte, eine weitere Million DIS Ereignisse zu sammeln, die Zugang zu der bisher völlig unbekannten Strukturfunktion b_1 geben.

Zusätzlich zur Datennahme mit dem polarisierten Deuteriumtarget wurde, wie auch in den vergangenen Jahren, wieder an verschiedenen unpolarisierten Targets gemessen. Dafür wurde am Ende jeder HERA Elektronenfüllung, beginnend von 14 mA Strahlstrom, das polarisierte Deuteriumgas durch unpolarisierte Gase mit einer 100-fachen Dichte im Vergleich zur polarisierten Gasdichte ersetzt. Diese hohen Targetdichten führten zu einer Reduktion der Elektronenstrahllebensdauer von 12 Stunden auf ungefähr eine Stunde. Der Verlust an Luminosität für H1 und ZEUS bewegte sich im Bereich weniger Prozent. Diese Art von Datennahme ist so erfolgreich, dass in einer Stunde etwa 100 000 DIS-Ereignisse gemessen wurden, was folgende Gesamtzahlen DIS-Ereignisse pro Targetgas ergab:

Targetgas	DIS-Ereignisse
Wasserstoff	6.6×10^6
Deuterium	1.9×10^6
Helium-4	1.1×10^6
Neon	3.9×10^6
Summe:	13.5×10^6

Für einige Analysen beim HERMES-Experiment, wie zum Beispiel der Bestimmung der Polarisation des Λ/Λ -Hyperons, ist es nicht nur wichtig, hohe Polarisationswerte zu haben, sondern auch die Helizität des Positronenstrahls regelmäßig zu ändern. Im Jahr 2000 wurde die Helizität einmal pro Monat gewechselt, und es gelang jeweils innerhalb einer HERA-Füllung, die Maschinenparameter so zu optimieren, dass wieder

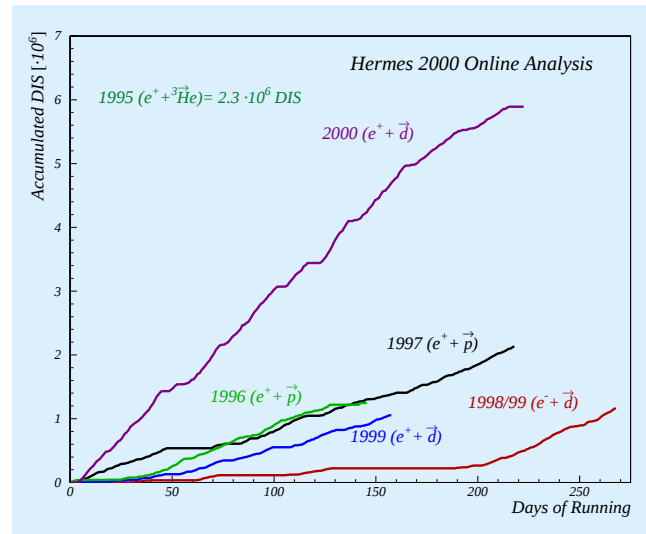


Abbildung 30: Tiefunelastische Streueignisse (DIS) pro Jahr und für die verschiedenen polarisierten Targets.

hohe Polarisationswerte erreicht wurden. Die Strahlpolarisation war über die gesamte Datennahme stabil und lag im Mittel bei 0.55 bis 0.60.

2000 war auch das erste Jahr, in dem HERMES nicht nur bei 27.5 GeV Strahlenergie Daten nahm, sondern auch bei der HERA-Injektionsenergie von 12 GeV. In drei Tagen Datennahme wurden insgesamt 3.8 Millionen DIS-Ereignisse an den vier verschiedenen unpolarisierten Targetgasen Wasserstoff, Deuterium, Stickstoff und Krypton gemessen. Diese Daten sind wichtig, um die Ursache für den vom HERMES-Experiment beobachteten Effekt der Abhängigkeit des Verhältnisses des longitudinalen zum transversalen tiefunelastischen Wirkungsquerschnittes $R = \sigma_L/\sigma_T$ von der Kernmasenzahl zu verstehen (siehe auch Jahresbericht 1999).

Das polarisierte HERMES-Target im Jahr 2000

Das HERMES-Target verwendet eine Speicherzelle, in die polarisierte Deuterium-Atome von einer Atomstrahlquelle (ABS) injiziert werden. Der Anteil von Deuterium-Atomen im Vergleich zu Molekülen in der Speicherzelle wird mit der Hilfe eines Massenspektrometers (TGA) aus einem Probestrahl aus dem Zentrum

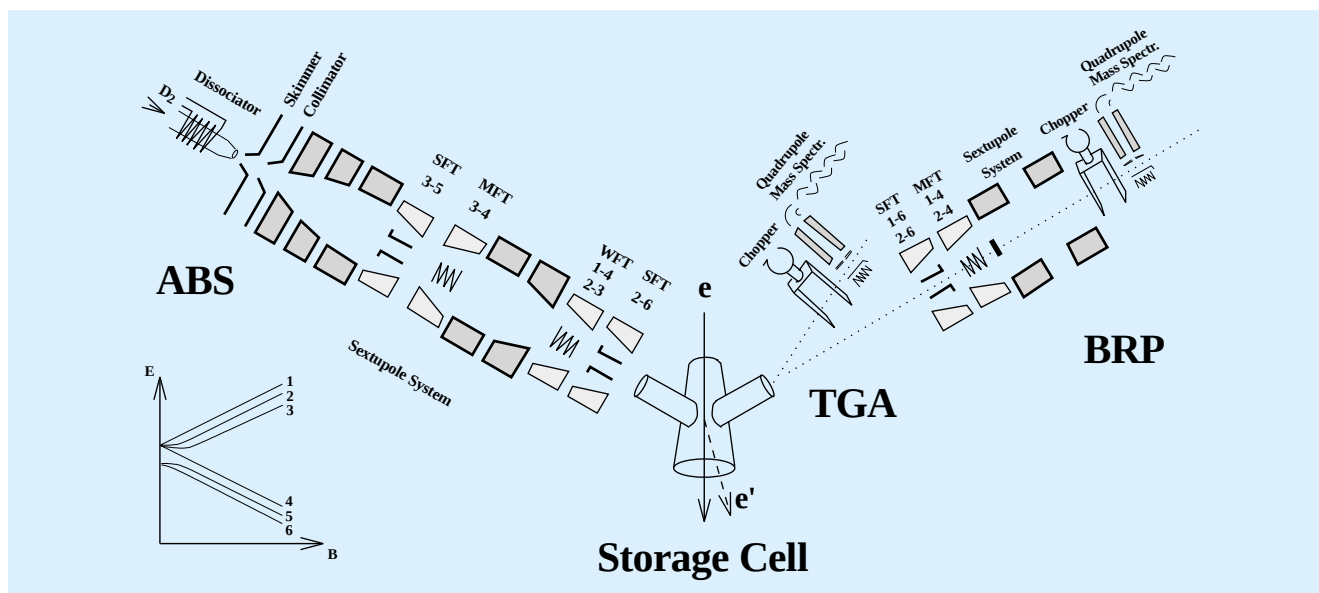


Abbildung 31: Schematische Darstellung des HERMES Targets.

der Zelle bestimmt. Aus dem gleichen Probestrahl wird auch die Polarisation der Atome mit einem Breit-Rabi Polarimeter (BRP) bestimmt. In den Jahren 1996 und 1997 wurde das Target mit Wasserstoff betrieben, seit 1998 wird Deuterium verwendet. Abbildung 31 zeigt schematisch den Aufbau des Targets.

Seit Ende 1999 wurden verschiedene technologische Verbesserungen vorgenommen, um die Targetdichte zu vergrößern. Der Querschnitt der Speicherzelle wurde von $29 \times 9.8 \text{ mm}^2$ auf $21 \times 9.8 \text{ mm}^2$ verkleinert und die Temperatur von 90 K auf 60 K verringert. Zusätzlich wurde der Radiofrequenz-Dissoziator durch einen Mikrowellen-Dissoziator ersetzt. Dank all dieser Verbesserungen lief das HERMES Deuteriumtarget in 2000 sehr stabil mit der doppelten Dichte des Wasserstofftargets in 1996/1997, was einer integrierten Flächendichte $D_T = 2.1 \times 10^{14} \text{ Kerne/cm}^2$ entspricht. Während des normalen Betriebs wurde zwischen den beiden Vektor-Polarisationszuständen P_z^+ und P_z^- alle 90 s geflippt. Sowohl der Anteil von Atomen zu Molekülen als auch die Polarisation der Atome zeigte in 2000 keine Abhängigkeit von der Zelltemperatur. Da sowohl die Rekombination wie die Depolarisation der Deuterium-Atome exponentiell von der Zelltemperatur abhängen, ist dies ein Zeichen, dass beide Effekte in der im Jahr 2000 verwendeten Speicherzelle stark unterdrückt waren. Diese Annahme wurde durch detaillierte Kali-

brierungsmessungen bestätigt, die die Separation des gemessenen molekularen Anteils in seine verschiedenen Bestandteile erlauben, wie Rekombination an der Zellenwand oder im Restgas. Das Ergebnis für den mittleren Anteil von Deuterium-Atomen in der Speicherzelle, welche nicht rekombinieren, ist $\alpha_T^{\text{TGA}} = 0.996 \pm 0.014 \text{ (syst.)}$.

Ein Fit, basierend auf einem „Rate Equation Model“, an die gemessenen Besetzungszahlen der Hyperfeinzustände erlaubt die Bestimmung der injizierten Polarisation für $\bar{\text{D}}$ -Atome mit sehr kleiner Unsicherheit. Die injizierte Polarisation war typischerweise 0.905, mit einem mittleren Verlust an Polarisation von weniger als 0.2% durch Spinaustausch-Stöße und weniger als 0.5% durch Kollisionen mit der Zellenwand. Die Hypothese von vernachlässigbaren Depolarisationseffekten wird hiermit bestätigt.

Die perfekten Bedingungen für das Target im Jahr 2000 führen zu einer Abschätzung des totalen Fehlers der Target-Polarisation von weniger als 4%.

Messungen mit dem polarisierten Target

Im Berichtsjahr konnten viele Analysen der Daten am polarisierten Wasserstoff der Jahre 1996/1997 weitgehend abgeschlossen und veröffentlicht werden. Der

Schwerpunkt lag allerdings auf der Analyse der polarisierten Deuterium-Daten aus den Jahren 1998 und 1999. Dabei konnte erstmals die vollständige Hadron-Identifikation durch den RICH-Detektor ausgenutzt werden. Außerdem waren Daten, basierend auf unpolarisierten Targets, Gegenstand zahlreicher Analysen. Im Folgenden wird eine Auswahl dieser Ergebnisse vorgestellt.

Die Spinstrukturfunktion g_1 von Proton und Deuteron

Die Ergebnisse der neuen Analysen der inklusiven Messungen für das Proton und das Deuteron sind in Abbildung 32 dargestellt. Ebenso wurden hier bereits veröffentlichte Daten vom CERN, SLAC und HERMES mit eingezeichnet.

Bemerkenswert sind insbesondere die weltweit neuen g_1^p Protondaten für den Bereich kleiner Bjorken- x , $0.002 < x < 0.02$, und kleiner Photon-Virtualitäten Q^2 , $0.1 < Q^2 < 1.2 \text{ GeV}^2$. Diese zeigen mit bisher bester Genauigkeit, dass die Spineffekte bei kleinen x -Werten noch signifikant und in etwa so groß sind wie im Bereich der Valenzquarks. Ein Vergleich der HERMES-Daten mit den bei wesentlich höheren Energien aufgezeichneten SMC-Daten deutet erstmalig auch für die Spinstrukturfunktion g_1^p auf eine Abhängigkeit von der Q^2 -Skala bei kleinen x -Werten hin, in Analogie zu den bei H1 und ZEUS sehr gut vermessenen Skalenverletzungen der unpolarisierten Strukturfunktion F_2^p des Protons. Bisher ist es noch nicht möglich, Daten bei so kleinen Photon-Virtualitäten, das heißt bei relativ geringen Auflösungen, im Rahmen der Quantenchromodynamik zu interpretieren und damit die Kenntnis über die Quarkbeiträge zum Nukleonspin zu verbessern, jedoch kann man zu Recht davon ausgehen, dass sie neue Impulse für weitergehende Modelle liefern werden.

Für das Deuteron wurde etwa 1/7 der bisher aufgezeichneten Datenmenge analysiert. Bereits dieser erste Datensatz ist in seiner Qualität vergleichbar mit den Ergebnissen vom CERN und SLAC und befindet sich mit ihnen in guter Übereinstimmung. Im Gegensatz zum Proton ist das Deuteron noch nicht gut vermessen. Das HERMES-Experiment kann hier entscheidende Beiträge über den weiten kinematischen Bereich $0.002 < x < 0.85$ liefern, sobald der volle Datensatz von etwa 8 Millionen Ereignissen für die Analyse aufbereitet ist.

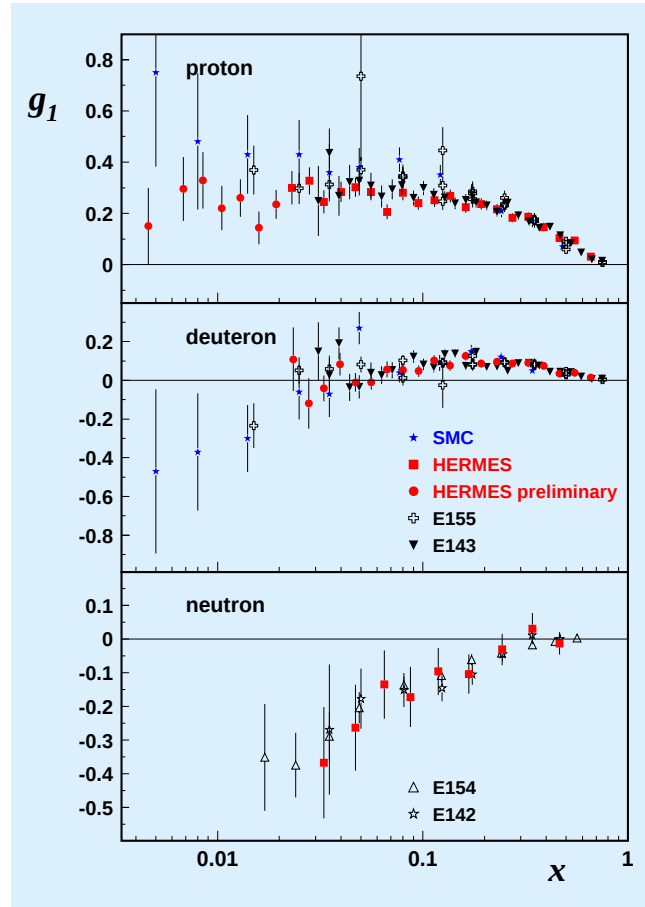


Abbildung 32: Spinstrukturfunktion g_1 für Proton, Deuteron und Neutron in Abhängigkeit von der Bjorken-Skalenvariablen x . Die Abhängigkeit von der Photon-Virtualität Q^2 ist nur schwach, was man aus der nur leichten Streuung der Datenpunkte der verschiedenen Experimente sehen kann. Die Fehlerbalken weisen die kombinierten statistischen und systematischen Unsicherheiten aus.

Polarisierte Quark-Verteilungen

Die Messung der polarisierten Quarkdichten $\Delta q(x)$ für up-, down- und strange-Quarks in Abhängigkeit von deren Impulsbruchteil x im Proton ist eine der zentralen Aufgaben des HERMES-Experiments. Die polarisierten Quarkdichten $\Delta q(x) \equiv q^{\uparrow\uparrow}(x) - q^{\uparrow\downarrow}(x)$ geben dabei die Differenz an zwischen der Anzahl der Quarks, deren Spin parallel zum Spin des Protons ($\uparrow\uparrow$) ausgerichtet ist, und der Anzahl der Quarks, deren Spin in die entgegengesetzte Richtung ($\uparrow\downarrow$) orientiert ist.

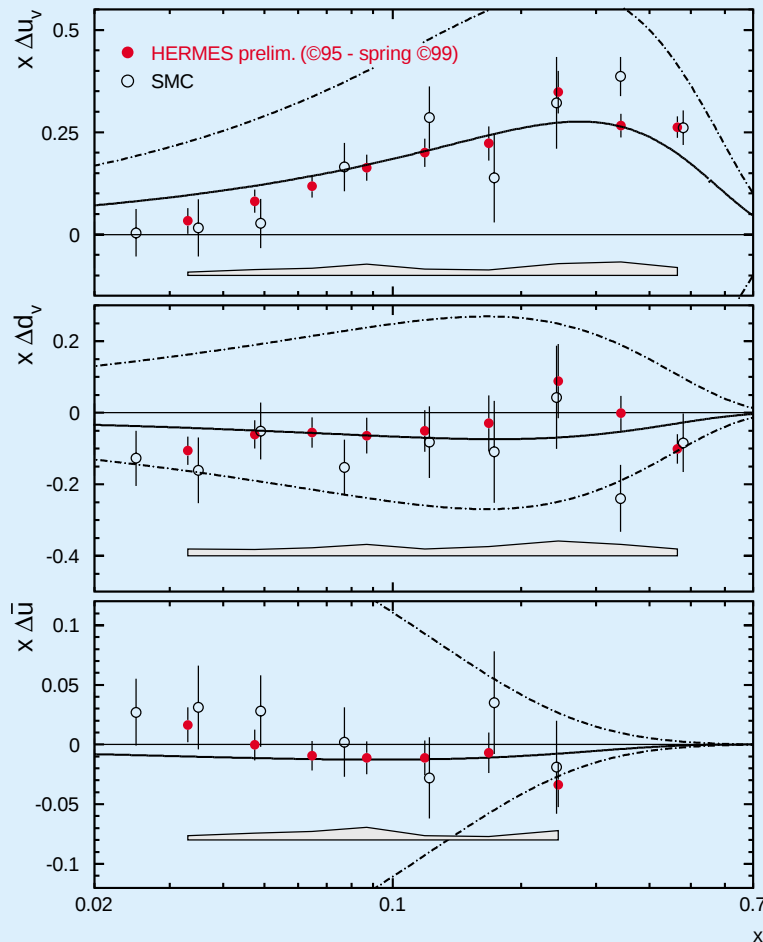


Abbildung 33: Neue HERMES-Resultate zu den polarisierten Valenzquark-Dichten $x \cdot \Delta u_v(x)$ und $x \cdot \Delta d_v(x)$, sowie der polarisierten Seequarkdichte $x \cdot \Delta \bar{u}(x)$, gemessen bei einer „Auflösung“ von $Q^2 = 2.5(\text{GeV}/c)^2$. Die HERMES-Datenpunkte bestätigen dabei mit einer wesentlich höheren Präzision frühere Ergebnisse des SMC-Experiments. Ebenfalls gute Übereinstimmung besteht mit einer theoretischen Parametrisierung der gemessenen Größen, welche als durchgezogene Linie in den Diagrammen eingezeichnet ist. Die strichpunktigten Linien begrenzen den theoretisch zulässigen Bereich für die Datenpunkte.

Ähnlich wie bei der Messung der polarisierten Strukturfunktion $g_1(x)$ untersucht man dabei Asymmetrien im Wirkungsquerschnitt für die tiefunelastische Streuung der HERA-Strahlpositronen an einem Target aus polarisierten Deuterium-Kernen, deren Kernspin abwechselnd parallel und antiparallel zum Spin der Strahlpositronen ausgerichtet wird. Für die Bestimmung der polarisierten Quarkdichten wählt man gezielt semi-inklusive Streueignisse aus, bei denen im Spektro-

meter neben dem gestreuten Strahlpositron noch ein oder mehrere Hadronen in Koinzidenz nachgewiesen werden. Das Quark, welches bei dem tiefunelastischen Streuprozess getroffen wurde, wird aus dem Targetkern herausgeschlagen und bildet, da es als freies Quark nicht existieren kann, sofort neue Hadronen. Die Bestimmung des Hadrontyps erlaubt dann, eine Wahrscheinlichkeitsaussage zu treffen, welcher Sorte das getroffene Quark angehört. So entstehen beispielsweise

positive Pionen vorwiegend aus up-Quarks, wohingegen negative Kaonen bevorzugt bei der Streuung an strange-Quarks oder up-Antiquarks aus dem virtuellen Quarksee im Proton produziert werden.

Die Kombination semi-inklusive Asymmetrien, bei denen verschiedene Hadronen in Koinzidenz nachgewiesen werden, sowie die Kombination von Datensätzen, die an verschiedenen Targets gemessen wurden, ermöglicht es, die polarisierten Quarkdichten $\Delta q(x)$ für verschiedene Quarksorten separat zu bestimmen. Abbildung 33 zeigt neue Resultate des HERMES-Experiments zu den polarisierten Valenzquarkdichten $\Delta u_v(x)$ und $\Delta d_v(x)$ sowie zur polarisierten Seequarkdichte $\Delta \bar{u}(x)$. Diese Ergebnisse basieren auf Daten, die von Sommer 1995 bis Frühjahr 1999 an Targets von polarisiertem Helium-3, Wasserstoff und Deuterium genommen wurden. Dabei wurden Hadronen lediglich nach ihrer Ladung, nicht aber nach ihrem Typ weiter unterschieden. Wie in Abbildung 33 ersichtlich, konnte die Präzision der Ergebnisse im Vergleich mit früheren Resultaten des SMC-Experiments am CERN deutlich verbessert werden. Es ist deutlich, dass die up-Valenzquarks zu einem hohen Grad positiv polarisiert sind, das heißt dass ihr Spin bevorzugt in Richtung des Protonspins ausgerichtet ist, wohingegen die down-Valenzquarks in geringerem Maße entgegengesetzt dem Protonspin orientiert sind. Für die Seequarks konnte bislang nur der über alle beteiligten Quarksorten gemittelte Beitrag ermittelt werden, da nicht zwischen den verschiedenen Hadron-Typen unterschieden werden konnte und somit nicht genügend unterschiedliche Asymmetrie-Datensätze zur Verfügung standen.

Zu Beginn des Jahres 1998 wurde bei HERMES ein so genannter RICH-Detektor („Ring Imaging Cherenkov Detector“) installiert. Mit diesem ist es seitdem möglich, zwischen geladenen Pionen, Kaonen und Protonen unter den gemessenen Hadronen zu unterscheiden. Die Kombination der unterschiedlichen semi-inklusive Asymmetrien für verschiedene Hadron-Typen erlaubt es, die polarisierte Seequarkdichte $\Delta \bar{q}(x)$ in die Beiträge der einzelnen Quarksorten, $\Delta \bar{u}(x)$, $\Delta \bar{d}(x)$ sowie $\Delta s(x) + \Delta \bar{s}(x)$ aufzuspalten.

Insbesondere der Beitrag der polarisierten strange-Quarkdichte, $\Delta s(x) + \Delta \bar{s}(x)$, ist dabei von großem theoretischen Interesse. Ein von Null verschiedener Beitrag der Polarisation der strange-Quarks würde die in

den vergangenen Jahren experimentell beobachtete Verletzung der Ellis-Jaffe-Summenregel erklären. Semi-inklusive Asymmetrien, bei denen zusammen mit dem gestreuten Strahlpositron ein negatives Kaon im Detektor nachgewiesen wird, eignen sich in besonderem Maße zur Bestimmung der Polarisation der strange-Quarks. Dies rührt daher, dass negative Kaonen aus jeweils einem strange-Quark und einem up-Antiquark, also Bestandteilen des virtuellen Quarksees im Proton, bestehen und daher besonders sensitiv auf diese Größen sind. In Abbildung 34 sind die weltweit ersten, vorläufigen Daten des HERMES-Experiments zu semi-inklusive Asymmetrien mit geladenen Kaonen gezeigt. Dabei fällt auf, dass in einem weiten Bereich für Werte von $x < 0.1$, in dem die Streuung an Quarks aus dem virtuellen See dominiert, die Asymmetrie für negative Kaonen Null oder sogar leicht negativ ist.

Die in Abbildung 34 gezeigten ersten Resultate basieren auf der Analyse von ungefähr 2 Millionen tiefunelastischen Streueignissen, bei denen gut 31 500 positive und 14 500 negative Kaonen in Koinzidenz nachgewiesen wurden. Dies entspricht etwa

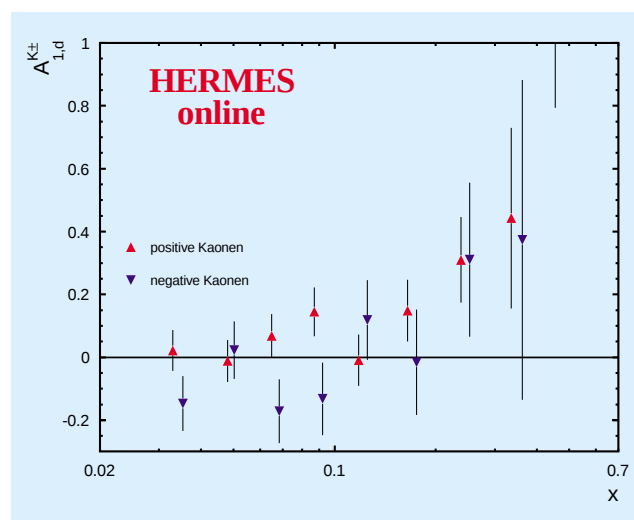


Abbildung 34: Resultate von HERMES zu semi-inklusive Kaon-Asymmetrien, bei denen in Koinzidenz mit dem gestreuten Strahlpositron ein geladenes Kaon im Detektor nachgewiesen wird. Diese Ergebnisse basieren auf einem Viertel des gesamten Datensatzes für die Streuung an einem polarisiertem Deuteriumtarget, den HERMES in den Jahren 1998 bis 2000 aufgezeichnet hat.

einem Viertel des Gesamtdatensatzes, der in den Jahren 1998 bis 2000 mit einem polarisierten Deuteriumtarget aufgezeichnet wurde. Die statistischen Unsicherheiten der gezeigten Asymmetrien werden sich nach erfolgter Auswertung des kompletten Datensatzes halbieren, und damit werden signifikante Aussagen über den Beitrag der strange-Quarks sowie der übrigen Quarksorten zum Gesamtspin des Protons möglich.

Exklusive Reaktionen

In den letzten Jahren ist ein wachsendes theoretisches Interesse an den noch unbekannten so genannten „Skewed Parton Distributions“ (SPD) des Nukleons entstanden. Diese sind eine Verallgemeinerung der Parton-Verteilungen, welche in inklusiven tiefunelastischen Streuexperimenten gemessen werden. Sie geben zusätzlich zur Beschreibung der Struktur des Nukleons noch Informationen über die Korrelationen unter den Partonen und möglicherweise über deren Bahndrehimpulse. Im Rahmen der SPD-Beschreibung sind die Quantenzahlen des exklusiv produzierten Teilchens mit den verschiedenen Skewed Parton-Verteilungen verbunden. So spielen bei der exklusiven Produktion von Vektormesonen die unpolarisierten SPDs eine Rolle, bei der Produktion von pseudoskalaren Mesonen die polarisierten SPDs, während zur exklusiven Produktion von reellen Photonen beide Arten von Skewed Parton-Verteilungen beitragen. Gerade bei diesem Prozess, der tief-virtuellen Compton-Streuung („Deeply Virtual Compton Scattering“ DVCS), wird erwartet, dass der Beitrag des Bahndrehimpulses der Partonen zum Gesamtspin des Nukleons untersucht werden kann. Erste Ergebnisse zu diesem Prozess liegen vom HERMES-Experiment seit diesem Jahr vor.

Weiterhin wurde beim HERMES-Experiment die exklusive Leptoproduktion des ρ -Mesons gemessen. Der longitudinale Teil des Wirkungsquerschnitts wurde über die Winkelverteilung des ρ -Zerfalls bestimmt. Sie befindet sich in guter Übereinstimmung mit unpolarisierten SPDs, die auf theoretischen Berechnungen basieren. In der durch das HERMES-Experiment abgedeckten kinematischen Region sind große Korrekturen zu den führenden Termen („leading order terms“) notwendig. Es wird vermutet, dass diese Korrekturen in der exklusiven Produktion von Pionen und Photonen wesentlich kleiner sind.

In jüngerer Zeit wurde bei HERMES eine vorläufige Messung von exklusiver π^+ -Produktion an einem Wasserstofftarget bei $Q^2 > 1 \text{ GeV}^2$ ausgeführt. In dieser Messung wurde der exklusive Kanal ausgewählt, indem ein π^+ -Meson nachgewiesen wurde. Als Abschätzung für den nicht-exklusiven Hintergrund wurde die Verteilung der π^- -Mesonen in der Missing Mass-Region des Rückstoß-Nukleons abgezogen. Die kinematische Verteilung der Ereignisse (in Q^2 , x , $-t$) stimmt mit Monte Carlo-Simulationen überein, die auf einem Generator basieren, der alle für die exklusive Pion-Produktion wichtigen Beiträge, wie zum Beispiel den Pion-Pol, enthält (Abb. 35). Die Effizienzen und Akzeptanzen für diesen Prozess werden sorgfältig untersucht, um den absoluten Wirkungsquerschnitt zu extrahieren. Zusätzlich wurden die azimuthalen $\sin \phi$ -Momente der Asymmetrie bei longitudinaler Targetpolarisation („Single Spin Asymmetry“ SSA) gemessen. Dabei ist ϕ der azimuthale Winkel zwischen der Streuebene des Leptons und der Ebene, die durch das Pion und das virtuelle Photon aufgespannt wird. Im exklusiven Limit $z \rightarrow 1$ tritt eine dramatische Erhöhung mit Vorzeichenwechsel bei der π^+ -SSA auf, die in der Fragmentations-

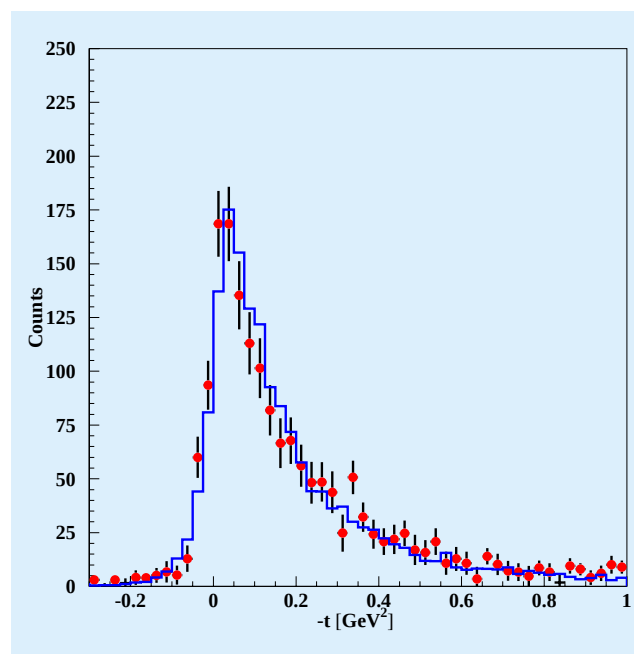


Abbildung 35: Verteilung des Viererimpulsübertragsquadrats t zum Nukleon in der Reaktion $e + p \rightarrow e' + \pi^+ + n$ aus Monte Carlo-Simulationen (Histogramm) im Vergleich mit Daten (Punkte).

region ($z < 0.7$) nur etwa 2% beträgt. Im Falle der π^0 -SSA wurde im exklusiven Limit zwar kein Vorzeichenwechsel, jedoch ein starkes Anwachsen verzeichnet. Des Weiteren wurde beim HERMES-Experiment auch die Elektroproduktion reeller Photonen bei kleinen t -Werten (DVCS) untersucht. Dieser Prozess wird von einem starken Untergrund, dem Bethe-Heitler Prozess, dominiert. Die Interferenz zwischen DVCS und dem Bethe-Heitler Prozess wurde dazu benutzt, die erste Messung der SSA (in Bezug auf die Strahlpolarisation) in der azimuthalen (ϕ) Verteilung der exklusiven Leptonproduktion reeller Photonen auszuführen. Im exklusiven Limit wurde ein großer Wert der SSA beobachtet, im Gegensatz zur Fragmentationsregion. Die $\sin\phi$ - und $\sin 2\phi$ -Momente dieser Messung geben Aufschluss über den imaginären Teil der Helizitäts-Amplituden im DVCS-Prozess. Diese bieten möglicherweise Zugang zum Bahndrehimpuls der Partonen.

Messungen an unpolarisierten Targets

Hadron-Produktion durch tiefunelastische Positronstreuung an schweren Kernen

Der Kenntnisstand über die Zeit, die zur Erzeugung eines Pions oder Protons in physikalischen Reaktionen bei hohen Energien nötig ist, ist sehr beschränkt. Die Bildungsdauer („formation time“) der Hadronen offenbart grundlegend neues Wissen über zusammengesetzte Systeme aus Quarks und Gluonen. Darüber hinaus sind quantitative Ergebnisse über die Hadron-Bildungsdauer zur Interpretation von Schwerionen-Kollisionen notwendig, die die Suche nach einem neuen Materiezustand, dem Quark-Gluon Plasma, zum Ziel haben. Es ist daher von hohem Interesse, experimentelle Informationen über diese Bildungsdauer und deren Abhängigkeit von der Art des erzeugten Teilchens zu bekommen.

Eine einfache Abschätzung der Bildungsdauer eines Hadrons ist im Rahmen des „Color-String“-Modells möglich. Dabei wird angenommen, dass die Zeit zur Bildung eines Hadrons ungefähr der Zeit entspricht, einen String mit einer Federkonstante von $\kappa \approx 1 \text{ GeV/fm}$ zu spannen. Die Idee hinter diesem Modell ist, dass das Potential der starken Wechselwirkung zwischen zwei

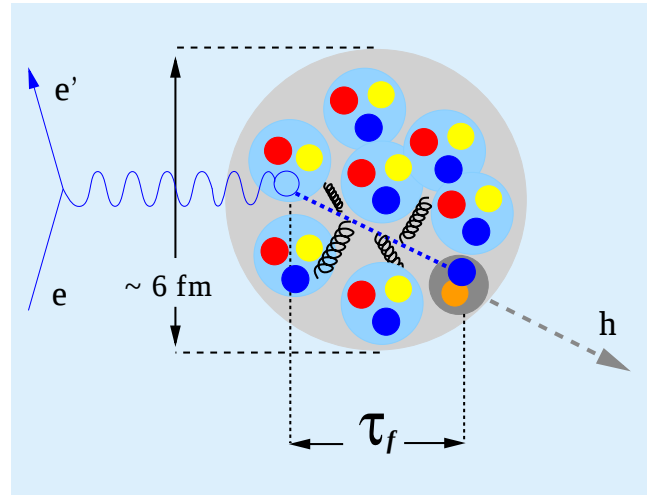


Abbildung 36: Schematische Abbildung der Hadronerzeugung in Positronstreuung. Ein Quark in einem Nukleon des ^{14}N -Atomkerns wird getroffen, und es bilden sich Hadronen. Wegen der sekundären Wechselwirkung innerhalb des Atomkerns reduziert sich die Zahl der beobachtbaren Hadronen.

Quarks mit dem Abstand zunimmt, ähnlich einer normalen Feder. In diesem Rahmen lässt sich die Bildungslänge zu $l_f \propto E/\kappa$ abschätzen, wobei E die Energie bezeichnet, die beiden Quarks zur Verfügung steht. Bei genügend hohen Energien entspricht diese Energie E ungefähr der vom einfallenden Strahl an das Target übertragenen Energie ν . Typische Werte für ν (oder E) erreichen einige GeV, dementsprechend eine Bildungslänge von einigen fm. Da sich die Quarks innerhalb eines Protons mit einem beträchtlichen Bruchteil der Lichtgeschwindigkeit c bewegen, ist die Bildungsdauer in der Größenordnung von 10^{-23} Sekunden.

Experimentellen Aufschluss über die Bildungsdauer erhält man, wenn man den Erzeugungsprozess in einen Atomkern einbettet, wie in Abbildung 36 dargestellt. Das erzeugte Hadron kann mit den umgebenden Kernbausteinen wechselwirken. Daher wird die Anzahl der im Experiment beobachteten Hadronen bei Streuung an einem Quark in einem schweren Kern kleiner als in einem Proton sein. Diese Verminderung wird umso stärker sein, je früher das Hadron gebildet wird. Daher hat das Verhältnis der Anzahl produzierter Hadronen an schweren Kernen A zu der an Deuterium D die größte Empfindlichkeit für die Bildungsdauer τ_f^h .

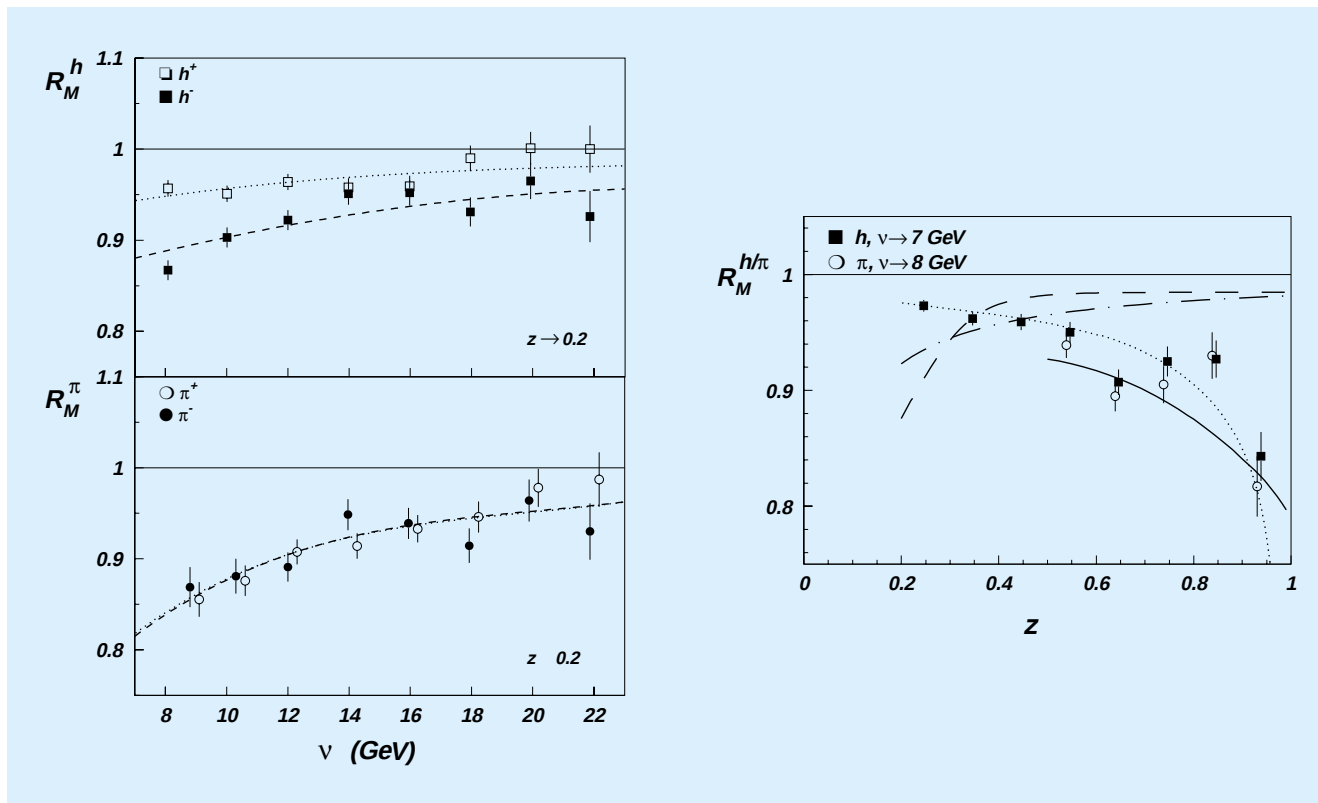


Abbildung 37: Das Verhältnis der Anzahl der an ^{14}N und an D produzierten Hadronen, jeweils normiert auf die Anzahl tiefinelastischer Streueignisse. Auf der linken Seite ist dieses Verhältnis als Funktion des Energieübertrags ν für positiv und negativ geladene Hadronen (oben) und positiv und negativ geladene Pionen (unten) gezeigt. Die rechte Figur zeigt das gleiche Verhältnis als Funktion des Energiebruchteils z des Hadrons.

Um den Einfluss der Kernumgebung auf den Erzeugungsprozess von Hadronen zu optimieren, sollte der Energieübertrag ν nicht viel größer als 30 GeV sein. Ansonsten wird die Bildungslänge sehr viel größer als der Kerndurchmesser (etwa 6 fm für ^{14}N), und der Einfluss der Kernumgebung wird vernachlässigbar klein. Aus dieser Annahme folgt, dass die Wechselwirkung zwischen dem getroffenen Quark und der Umgebung sehr klein ist, wofür es in der Tat experimentelle Hinweise gibt. In dieser Hinsicht ist der vom HERMES-Experiment abgedeckte Energiebereich – ν reicht von 7 bis 23 GeV – ideal.

Die Ergebnisse dieses Experiments sind in Abbildung 37 dargestellt. Die rechte Figur zeigt das Verhältnis der Anzahl der an ^{14}N und an D produzierten

Hadronen, jeweils normiert auf die Anzahl tiefinelastischer Streueignisse, als Funktion des Bruchteils z der Energie des erzeugten Hadrons am Energieübertrag ν . Die Daten zeigen einen überraschenden Abfall mit z . Qualitativ bedeutet dies, dass schnelle Hadronen eine kurze Bildungsdauer haben und deshalb im Verhältnis stark abgeschwächt werden. Lediglich das so genannte Gluon-Bremsstrahlungs-Modell (durchgezogene Linie) und eine Parametrisierung der Daten unter der Annahme $\tau_f^h = c_h(1-z)\nu$ beschreiben die z -Abhängigkeit der Daten zufriedenstellend. Ältere Berechnungen unter der Annahme, dass τ_f^h proportional zu z ist, befinden sich im Widerspruch zu den Daten.

Die linke Figur in Abbildung 37 zeigt das Verhältnis der Anzahl der produzierten Hadronen an ^{14}N und

an D als Funktion des Energieübertrags ν für positiv und negativ geladene Hadronen (oberer Teil) sowie positiv und negativ geladene Pionen (unterer Teil). Die Daten lassen sich durch die oben angegebene Beschreibung $\tau_f^h \propto (1-z)\nu$ parametrisieren. Aus dieser Beschreibung lässt sich ableiten, dass es, abhängig von z und ν , zwischen 0.2 und 8×10^{-23} Sekunden dauert, ein positiv oder negativ geladenes Pion zu bilden. Im oberen linken Bild in Abbildung 37 wird gezeigt, dass positiv geladene Hadronen sehr viel weniger abgeschwächt werden als negativ geladene. Weniger Abschwächung bedeutet weniger Streuung des gebildeten Hadrons und somit, dass positive Hadronen – im Durchschnitt – später gebildet werden. Da die Bildungsdauer für positiv und negativ geladene Pionen ähnlich ist, muss dieses unerwartete Ergebnis dem Beitrag von Protonen unter den positiv geladenen Hadronen zugeschrieben werden, die vermutlich eine sehr viel größere Bildungsdauer haben. Diese Annahme kann bestätigt oder widerlegt werden, wenn die im Jahr 1999 unter Verwendung des RICH-Detektors genommenen Kryptondaten analysiert sind, wobei dann zwischen Pionen, Kaonen und Protonen unterschieden werden kann.

Vektormeson Erzeugung

Die vergangenen Jahre haben interessante Ergebnisse auf dem Gebiet der Elektroproduktion von ρ , ω und ϕ Mesonen hervorgebracht. Die Kinematik dieser Reaktionen am HERMES-Experiment weist unseren Daten eine wichtige Rolle zu. Niedrigenergie-Experimente haben gezeigt, dass der Wirkungsquerschnitt stark mit der Energie abnimmt. Auf der anderen Seite zeigen Hochenergie-Experimente, wie die Kollisionsexperimente bei HERA, in ihrem viel höheren Energiebereich einen fast flachen bzw. einen leicht steigenden Wirkungsquerschnitt. Bei HERA „Collider“-Energien überwiegt die Produktion von Vektormesonen durch einen 2-Gluonen-Austauschmechanismus. Neuere Berechnungen, die auf dem Skewed Parton Distribution Formalismus basieren, deuten an, dass im kinematischen Bereich des HERMES-Experimentes der Quark-Austauschmechanismus dominieren sollte, aber auch ein Beitrag vom 2-Gluonen-Austausch erwartet wird. HERMES ist das einzige Experiment im Energiebereich oberhalb der Resonanzproduktion und unterhalb der Energien, bei denen der 2-Gluonen-Aus-

tausch dominiert. Daher kann es Daten in dem Bereich liefern, in dem der neue SPD-Formalismus getestet werden kann.

Im HERMES-Experiment misst man das gestreute Lepton und die Zerfallsprodukte der Vektormesonen: zwei entgegengesetzt geladene Pionen beim Zerfall des ρ^0 , zwei entgegengesetzt geladene Kaonen beim Zerfall des ϕ bzw. zwei entgegengesetzt geladene Pionen und die zwei Photonen eines π^0 beim Zerfall des ω . Für die Bestimmung der Wirkungsquerschnitte werden Daten verwendet, die mit einem unpolarisierten Gastarget genommen wurden. Die Akzeptanz für die Vektormeson-Produktion ist auf den Energiebereich von 4 bis 6 GeV beschränkt, wobei Q^2 zwischen 0.7 und 5.0 GeV² liegt.

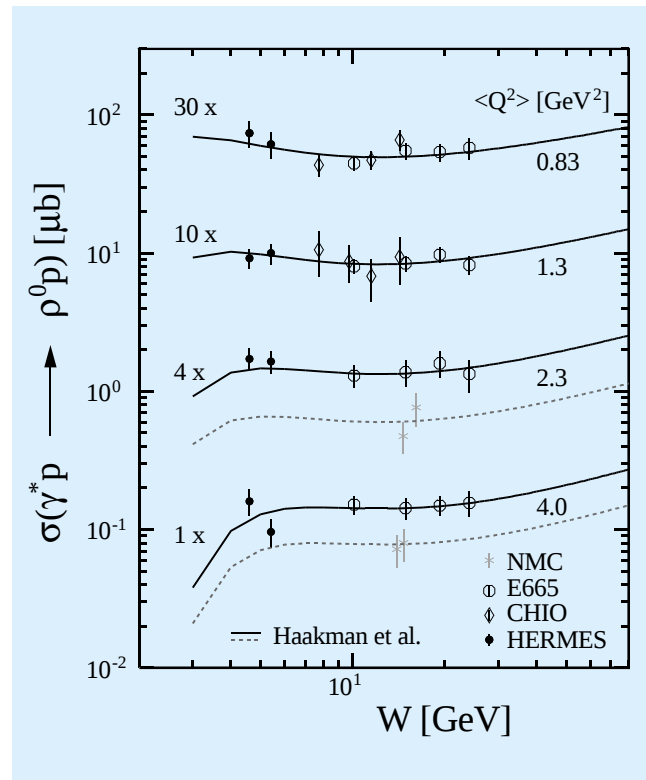


Abbildung 38: Der vom HERMES-Experiment gemessene Elektroproduktions-Wirkungsquerschnitt für ρ^0 -Mesonen (volle Punkte) im Vergleich mit bereits bestehenden Daten und einer theoretischen Rechnung von Haakman et al. Der Unterschied in den NMC- und HERMES-, E665- und CHIO-Daten liegt an einem Problem in der Normierung, das durch die neuen HERMES-Daten allein leider nicht gelöst werden kann.

Infolge des endlichen Auflösungsvermögens des Detektors bleibt unter dem eigentlichen Spektrum der exklusiven Vektormeson-Produktion ein Untergrund, welcher vorwiegend von Hadronen aus Fragmentationsprozessen der tiefunelastischen Streuung herrührt.

Dieser Untergrund kann mit Hilfe von Monte Carlo-Simulationen abgeschätzt werden, welcher, geeignet normiert, von der eigentlichen Massenverteilung abgezogen werden kann.

Die Akzeptanzkorrektur für das HERMES-Spektrometer wurde auch durch eine Monte Carlo Simulation berechnet. Am Ende wurden Korrekturen für den Untergrund von doppelt-dissoziativen Prozessen und für QED-Strahlungseffekte durchgeführt.

Die Daten für die Vektormeson-Produktion wurden mit Hilfe des inklusiven Wirkungsquerschnittes, den man aus dem gleichen Datensatz extrahiert, normalisiert. Die erforderlichen Normierungsfaktoren erhält man durch Vergleich der Daten für die tiefunelastische Streuung am HERMES-Experiment mit denen von anderen Experimenten, wobei die passenden Q^2 - und x -Bereiche gewählt werden müssen.

Der resultierende Wirkungsquerschnitt für die Elektroproduktion von ρ^0 Mesonen wird in Abbildung 38 mit bereits bestehenden Daten verglichen. Die Kurven zeigen die Rechnungen von Haakman et al., welche die Energieabhängigkeit des Wirkungsquerschnitts mit der Protonstrukturfunktion $F_2^p(x, Q^2)$ ins Verhältnis setzt. Dieses Modell beschreibt alle Daten für $W > 4$ GeV gut.

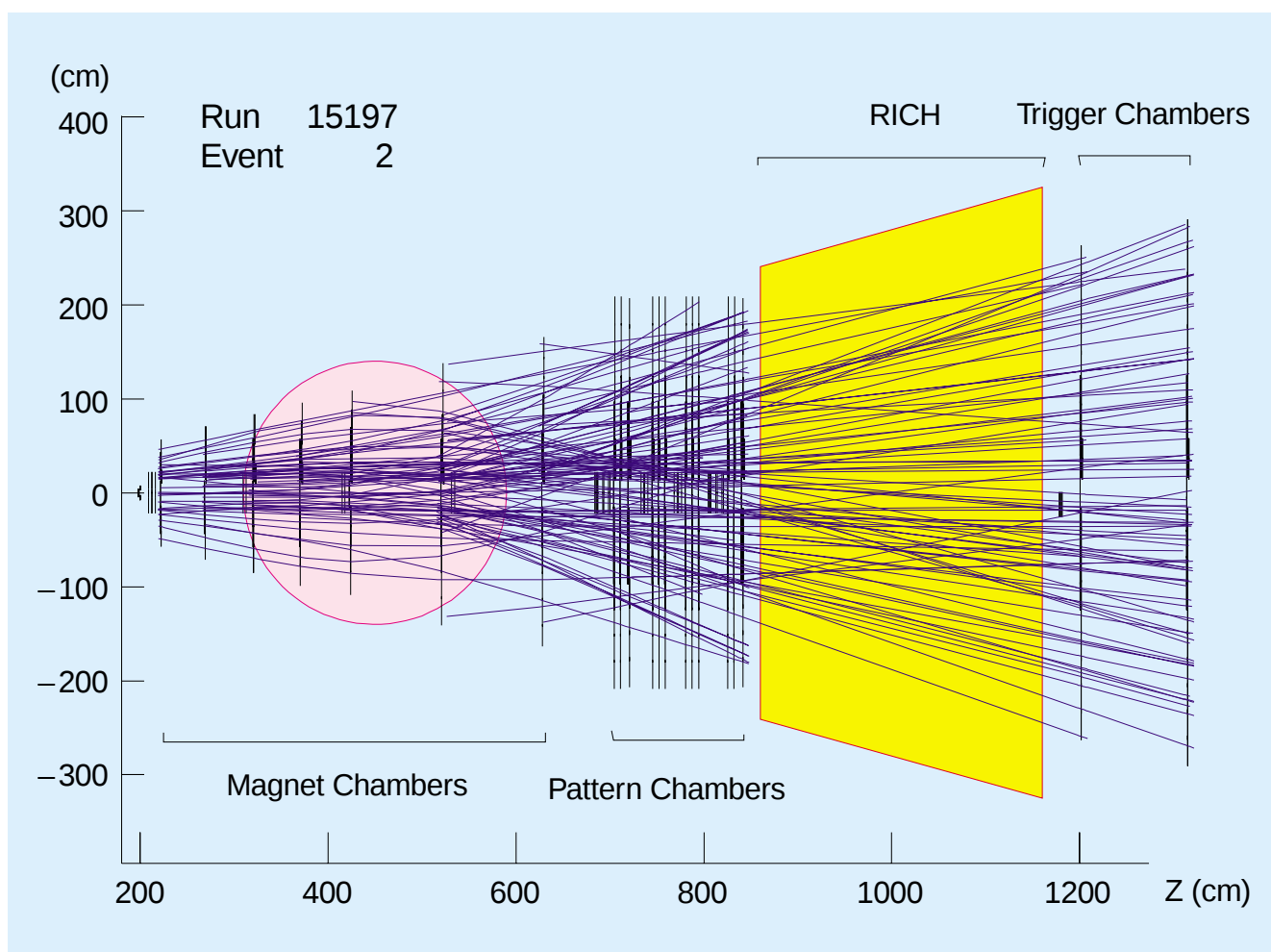


Abbildung 39: Rekonstruiertes Ereignis mit 126 Teilchenspuren im äußeren Spurkammer-system.

HERA-B Experiment

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

Sprecher: A. Schwarz, DESY (bis Oktober 2000), M. Medinnis, DESY (ab Oktober 2000)

Ziel des Experiments HERA-B ist die Untersuchung von Aspekten der Physik von Bottom- und Charm-Quarks. Zu diesem Zweck hat die HERA-B Kollaboration ein Vorwärtsspektrometer aufgebaut, das die Teilchen, die in Wechselwirkungen des Halo des HERA-Protonenstrahls mit dem Drahttarget von HERA-B produziert werden, genau vermisst und identifiziert.

Unter den vielen Wechselwirkungen sind nur sehr wenige, etwa eine unter einer Million, die zur Erzeugung von Bottom-Hadronen führen. Um diese in ausreichender Zahl zu erzeugen, müssen demnach sehr viele Wechselwirkungen in den Targetdrähten stattfinden; das Experiment ist dafür konzipiert, Wechselwirkungsraten von bis zu 40 Millionen pro Sekunde zu verarbeiten.

Die Anforderungen an das Spektrometer sind daher außerordentlich: alle Detektoren, speziell die Detektoren zur Spurkonstruktion, müssen eine sehr hohe Strahlenbelastung aushalten und bei Teilchenflüssen von mehr als 10^6 Teilchen pro Sekunde und Quadratzentimeter eine Spurkonstruktion ermöglichen.

Das Trigger- und Datennahmesystem muss eine extrem hohe Selektivität und Effizienz aufweisen, um aus der enormen Anzahl von Untergrundreaktionen die wenigen interessanten Reaktionen mit charakteristischen Zerfällen der B-Mesonen herauszufiltern.

An den Detektor und das Datennahmesystem werden hierbei Anforderungen gestellt, die denen zukünftiger Experimente bei LHC (Large Hadron Collider, CERN, ab etwa 2006) völlig äquivalent sind. HERA-B spielt hier eine wichtige Vorreiterrolle, und die hier gemachten Erfahrungen haben die Planung der Experimente am LHC bereits nachhaltig beeinflusst.

Im Jahr 2000 wurde das HERA-B Spektrometer fertig gestellt, im Frühjahr wurden die letzten Detektoren des inneren Spurrückführsystems sowie die letzten Komponenten der ersten Triggerstufe installiert. In der Zeit bis zum Beginn der HERA Betriebspause im September wurden alle Komponenten in Betrieb genommen und Daten mit unterschiedlichen Triggerbedingungen aufgezeichnet.

Diese Daten, deren Auswertung noch nicht abgeschlossen ist, dienen im Wesentlichen zur Kalibration des Detektors und zur Entwicklung von Auswert-Algorithmen. Das Ziel, selektiv auf B-Mesonen zu triggern und diese in ausreichender Zahl zu beobachten, konnte noch nicht erreicht werden.

Die Betriebspause von HERA vom September 2000 bis zum Juli 2001 wird von der HERA-B Kollaboration dazu genutzt, das Spektrometer, basierend auf den im Jahr 2000 gemachten Erfahrungen, zu verbessern und während des Betriebs aufgetretene Schäden zu reparieren.

Der Detektor HERA-B

Der Detektor HERA-B 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 Hauptspurkammersystem sowie die Komponenten für die Teilchenidentifizierung „Ring Imaging Čerenkov“ Zähler (RICH), Übergangsstrahlungsdetektor (TRD) und elektromagnetisches Kalorimeter (ECAL) untergebracht.

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

Das HERA-B Target

Die Aufgabe des HERA-B Targets ist es, bis zu $4 \cdot 10^7$ unelastische Wechselwirkungen mit dem Halo des Protonenstrahls von HERA zu erzeugen. Das Target besteht aus acht dünnen Drahtbändern, die in zwei um 40 mm entlang der Strahlachse separierten Stationen um den HERA-Protonenstrahl angeordnet sind und zur Erzeugung der Wechselwirkungen in den Randbereich des Strahles (Halo) gefahren werden können. Die typischen Abmessungen der Bänder betragen $500 \mu\text{m}$ in Strahl- und $50 \mu\text{m}$ in Radialrichtung. Neben fünf Targetbändern aus Titan ist je ein Target aus Kohlenstoff, Aluminium und Wolfram installiert; dies erlaubt eine genaue Untersuchung der Abhängigkeit des Wirkungsquerschnitts vom Material des Targets. Der Aufbau wird im Vakuum des HERA-B Vertexkanks betrieben, wenige Zentimeter vor der ersten Lage von Siliziumstreifenzählern des Vertexdetektors.

Um die Wechselwirkungsrate konstant zu halten, kann jeder Targetdraht von einer Präzisionsmechanik in radialer Richtung bewegt werden. Typische Schrittweiten liegen im Bereich weniger zehntel Mikrometer, wobei etwa 10 Regelzyklen pro Sekunde ausgeführt werden.

Seit 1998 wird das Target kontinuierlich betrieben. Neben der Sicherstellung eines zuverlässigen Betriebs liegen die Hauptaufgaben in der weiteren Verbesserung der Ratenqualität, die durch den mechanischen Aufbau, die Targetsteuerung, die Strahlqualität und die Betriebsparameter des Speicherringes beeinflusst wird. Ein weiterer Schwerpunkt liegt in der Optimierung des Targetbetriebes hinsichtlich eines effizienten Betriebs aller vier HERA-Experimente.

Abbildung 40 zeigt die mit dem Target erreichte Luminosität in den Jahren 1999 und 2000. Allein im Jahr 2000 betrug sie etwa $13\,000 \text{ MHz}\cdot\text{h}$, entsprechend $4.7 \cdot 10^{13}$ unelastischen Wechselwirkungen. Das Target war 94% der HERA-Luminositätszeit in Betrieb; dabei ist der Effizienzverlust von 6% dominiert durch die koordinierte Inbetriebnahme der vier HERA-Experimente zu Beginn jedes Luminositätsbetriebs. Effizienzverluste durch technische Probleme des Targets liegen in der Größenordnung von 1%. Damit hat sich das Target als äußerst stabiles und zuverlässiges System erwiesen.

Obwohl das Target für Wechselwirkungen von 40 MHz ausgelegt wurde und den gleichzeitigen Betrieb aller acht Drähte erlaubt, wurde es den überwiegenden Teil des Jahres 2000 mit nur einem Draht bei moderaten Raten von 4–5 MHz betrieben. Die Gründe hierfür liegen in

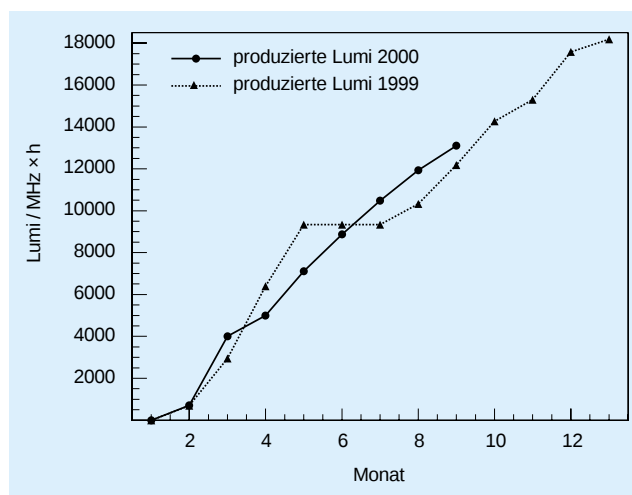


Abbildung 40: Die mit dem HERA-B Target erreichte Luminosität in den Jahren 1999 und 2000. In der Runperiode 2000 wurden etwa $4.7 \cdot 10^{13}$ unelastische Wechselwirkungen erzeugt.

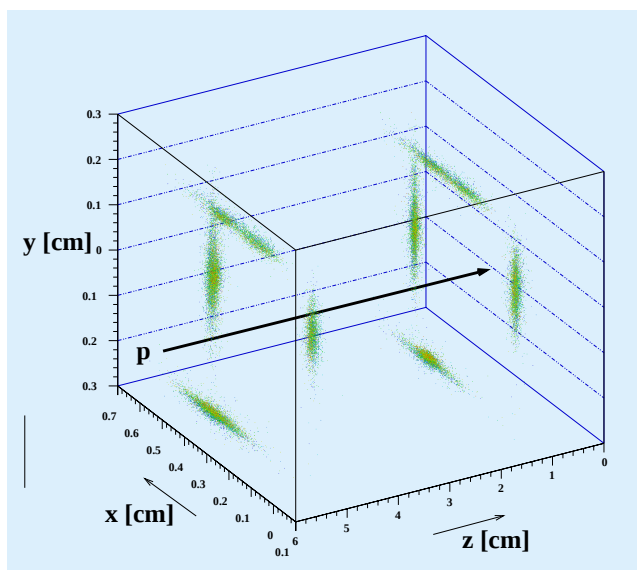


Abbildung 41: Mit Hilfe des Vertexdetektors rekonstruierte Vertices auf den Target-Drähten. Alle acht Targets wurden gleichzeitig betrieben. Der Protonenstrahl verläuft von links nach rechts.

der Inbetriebnahme des HERA-B Detektors. Dennoch sind Studien bei hohen Wechselwirkungsraten durchgeführt worden, welche die Eignung des Targets für den Hochratenbetrieb dokumentieren.

Mehrdrahtbetrieb fand in 27% der Betriebszeit des Targets statt, die Hälfte davon entfällt auf Zweidraht-Konfigurationen. Auch der Betrieb aller acht Drähte wurde mit Erfolg getestet. Abbildung 41 zeigt die mit Hilfe des HERA-B Vertexdetektors rekonstruierten Vertices auf den Target-Drähten. Um die Wechselwirkungsrate möglichst gleichmäßig auf die einzelnen Drähte zu verteilen, wird für jedes Target die zur Rate proportionale Zahl der δ -Elektronen, welche im Drahtmaterial produziert werden, gemessen. Im Jahr 2000 konnte die Sensitivität dieses Messaufbaus um eine Größenordnung gesteigert werden; dies bedeutet eine weitere Verbesserung der Ratengleichverteilung gerade auch bei moderaten Wechselwirkungsraten.

Um einen effizienten Detektorbetrieb zu ermöglichen, ist eine möglichst konstante Wechselwirkungsrate erwünscht. Hieraus ergeben sich hohe Anforderungen nicht nur an die Targetsteuerung, sondern auch an die Positioniergenauigkeit der Targetmechanik. Hystereseeffekte im Fahrverhalten sowie Spindelspiel im Antrieb der Mechanik, hervorgerufen durch Schwachstellen im mechanischen Aufbau sowie Alterung des Materials, konnten durch ein verbessertes Design der Targetmechanik drastisch reduziert werden. Damit ist das Fahren der Targets auf dem gesamten Fahrweg mit einer Wiederholgenauigkeit von $1\text{ }\mu\text{m}$ möglich.

Als wesentlicher Beitrag zur Rateninstabilität wurden äußere Umwelteinflüsse wie etwa mechanische Schwingungen aus der Umgebung von DESY identifiziert. Sie verursachen Strahlfluktuationen des Protonenstrahls, welche direkten Einfluss auf Fluktuation der Rate haben. Abbildung 42 zeigt als Beispiel Kurzzeitfluktuationen der Wechselwirkungsrate für eine ausgewählte Woche. Während die Fluktuationen in der Nacht und am Wochenende mit etwa 6% sehr gering ausfallen, steigen sie während der üblichen Arbeitszeiten auf ungefähr das Doppelte an.

Das HERA-B Target ist für die Datennahmeperiode 2001 voll einsatzbereit. Wesentliche Anstrengungen liegen in einer weiteren Verbesserung der Ratenqualität, um eine möglichst hohe Effizienz der HERA-B Datennahme zu erreichen. Dies bedarf weiterhin der Unterstützung und engen Zusammenarbeit mit der HERA-Maschinengruppe.

Das HERA-B Target ist für die Datennahmeperiode 2001 voll einsatzbereit. Wesentliche Anstrengungen liegen in einer weiteren Verbesserung der Ratenqualität, um eine möglichst hohe Effizienz der HERA-B Datennahme zu erreichen. Dies bedarf weiterhin der Unterstützung und engen Zusammenarbeit mit der HERA-Maschinengruppe.

Das Vertex-Detektor-System

Das Vertex-Detektor-System (VDS) des HERA-B Experimentes besteht im Endausbau aus 64 doppelseitigen Siliziumstreifenzählern, die in acht „Superlagen“ mit je vier Quadranten den Protonenstrahl umgeben. Insgesamt besteht das System aus fast 150 000 Kanälen. Sieben der acht Superlagen sind zusammen mit dem Target in einem 2.6 m langen UHV-Tank montiert, der Bestandteil des HERA-Protonenringes ist. Die Quadranten einer Superlage bestehen aus jeweils zwei Detektoren inklusive Elektronik und Kühlung, die mittels Manipulatoren bis auf einen radialen Abstand von 1 cm an die Strahlachse herangefahren werden können. Zudem ermöglichen die Manipulatoren eine laterale Bewegung der Detektoren, um die enorme Strahlenbelastung – 30 MHz minimal ionisierende Teilchen pro cm^2 bei 10 mm Abstand – gleichmäßiger über die Detektorfläche zu verteilen. Die Siliziumzähler werden

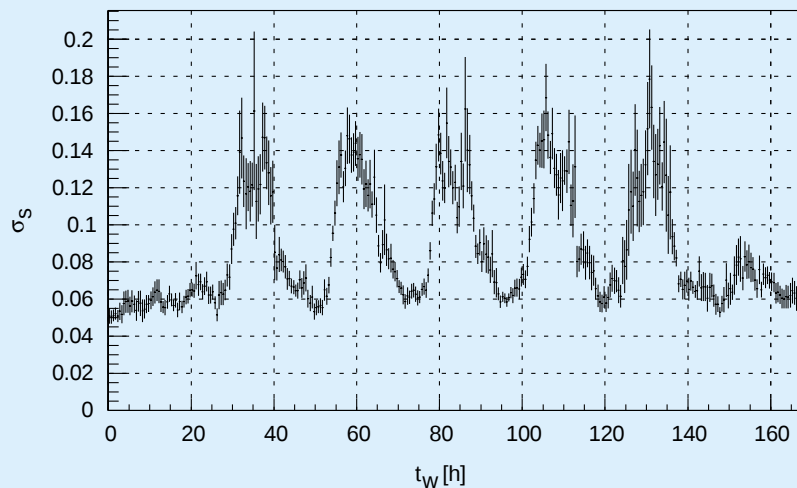


Abbildung 42: Wechselwirkungsrate in Abhängigkeit von der Zeit, dargestellt für einen Wochenverlauf von Sonntag 0.00 Uhr bis Samstag 24.00 Uhr. Zu üblichen Arbeitszeiten sind die Fluktuationen um einen Faktor zwei erhöht.

in einem sekundären Vakuum von etwa 10^{-6} mbar betrieben, das von dem Tankvakuum, typisch 10^{-8} mbar, durch etwa 150 bis 200 μm dünne Aluminiumkappen getrennt ist, wobei diese Kappen zugleich die Detektoren vor den Hochfrequenzfeldern des Protonenstrahls schützen.

Das VDS lief wie in den vergangenen Jahren zusammen mit all seinen Hilfssystemen wie Detektorkühlung, gekoppelten Vakuumsystemen usw., störungsfrei. Die Infrastruktur inklusive der zum schnellen und sicheren Austausch von Modulen nötigen Aufbauten hat sich ausgezeichnet bewährt.

Im März 2000 wurde das VDS mit der Montage der achten Superlage hinter dem Austrittsfenster des Vakuums tanks vervollständigt. Lediglich in den ersten drei Superlagen wurden noch pro Superlage ein doppelseitiger und ein einseitiger Siliziumdetektor (statt zwei doppelseitiger Detektoren) eingesetzt.

Abbildung 43 zeigt die sechs Module eines Quadranten der Superlagen eins bis drei, montiert auf ihrem Detektortopf, vor der Montage der Aluminiumkappen. Die Detektoren sind auf 0.7 mm dicke Gabeln aus Kohlefasern mit extrem hohem Wärmeleitvermögen (500 W/K/m) montiert, die ihrerseits auf der mittleren Trägerplatte einer Aluminiumstruktur befestigt sind. Die zwei äußeren Platten werden für die Montage

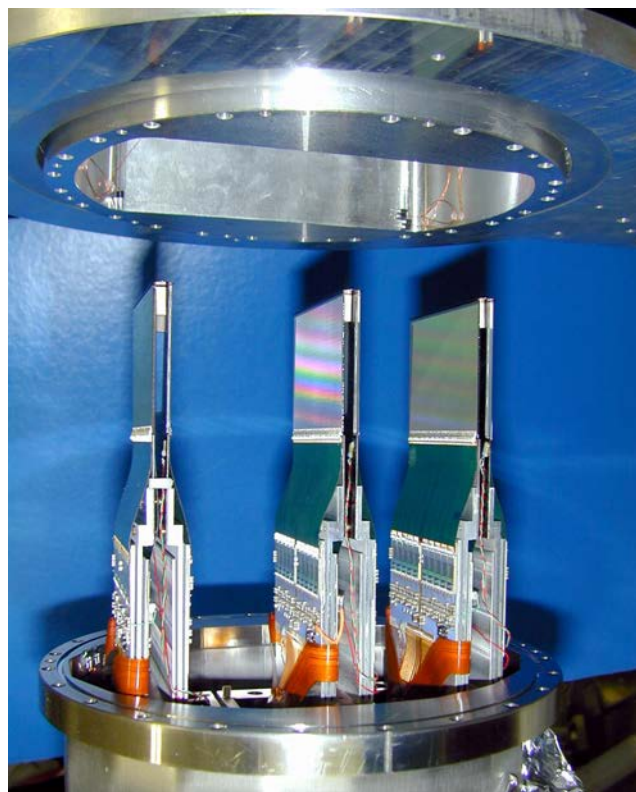


Abbildung 43: Blick auf den äußeren Teil eines Detektortopfes für einen Quadranten der ersten drei Superlagen. Montiert sind sechs Siliziumdetektoren mit ihren Trägerstrukturen und ihrer Ausleseelektronik.

der Ausleseelektronik verwendet, die so getrennt vom Detektor gekühlt werden kann. Die Signale werden über sechs flexible Mikroadaptoren zu den 84 Helix-Auslesechips geleitet. Die elektrische Verbindung zur Außenwelt erfolgt über Kaptonkabel, die in der Abbildung in den Vakuumtopf hineinführen.

Das VDS war bereits in der Messperiode 1999 endgültig in Betrieb genommen worden. Die Alignierung des VDS wurde weiter verfeinert. Die Mittelwerte der Verteilungen der Residuen liegen bei unter $2\text{ }\mu\text{m}$, die Standardabweichungen liegen für selektierte Spuren hoher Qualität typischerweise bei $15\text{ }\mu\text{m}$, gemittelt über alle Impulse.

Die longitudinale Vertexpauflösung ist die auf die Qualität der Alignierung sensitivste Messgröße. Sie wird über die Zerfallslängenverteilung direkter J/ψ -Mesonen indirekt beobachtet. Durch Vergleiche zwischen Monte Carlo-Simulationen und Daten hat sich gezeigt, dass die Alignierung mindestens einmal pro Protonenfüllung durchgeführt werden muss. Für die nächsten Messperioden wird an einer Automatisierung der Alignierungsprozedur gearbeitet.

Die im Jahr 2000 akkumulierte Strahlungsdosis beträgt nur etwa 10% eines nominalen HERA-B Jahres. Demgemäß haben sich die Verhältnisse von Signalhöhe zu Rauschen für die zur Zeit eingebauten Module nicht signifikant geändert. Die S/R-Verteilungen haben für die n-Seiten wahrscheinlichste Werte von über 20, für die p-Seiten liegen sie geometriebedingt zwischen 15 und 20. Die Nachweiswahrscheinlichkeiten der Detektorebenen wurden mit Hilfe von Spuren, die ohne die jeweils untersuchte Detektorebene rekonstruiert worden waren, bestimmt. Typischerweise wurden Effizienzen von etwa 99% erreicht. Ineffizienzen sind im allgemeinen auf Fehlfunktionen einzelner Helixchips zurückzuführen.

Die Programme zur Bestimmung von Primär- und Sekundärvertices wurden wesentlich verbessert. Für Primärvertices wurde eine transversale Auflösung von $70\text{ }\mu\text{m}$ und eine longitudinale Auflösung von $500\text{ }\mu\text{m}$ erreicht. Die Abhängigkeit der Auflösungen von den Systemparametern wurden mit Monte Carlo-Ereignissen untersucht, und die Auflösungen wurden anhand von Daten bestätigt. Die Effizienz der Rekonstruktion von Primärvertices beträgt unabhängig von der Wechselwirkungswirkungsrate etwa $(94\pm 1)\%$. Bei hohen Wechselwir-

Spuren im Vertex	Massenhypothese	σ_z [μm]	$\sigma_{x,y}$ [μm]
4	nein	280 ± 10	21 ± 1
3	nein	300 ± 10	24 ± 1
2	nein	375 ± 10	25 ± 1
4	ja	280 ± 10	21 ± 1
2	ja	325 ± 10	26 ± 1

Tabelle 1: *Räumliche Auflösung für sekundäre Vertices in Abhängigkeit von der Anzahl der Spuren im Vertex, mit und ohne Benutzung einer Massenhypothese als zusätzliche Bedingung in der Vertexrekonstruktion.*

kungsraten werden aber Vertices verschmolzen, und so genannte Klonvertices treten verstärkt auf. Mit nur im Vertexdetektor rekonstruierten Spuren und Vertices konnte eine Untersuchung zur Abhängigkeit der geladenen Multiplizität von der Kernmassenzahl der Targetmaterialien durchgeführt werden. Die Ergebnisse bestätigen die Erwartungen.

Die sekundäre Vertexpauflösung wurde mit Monte Carlo-Ereignissen studiert. Die Ergebnisse sind von der Multiplizität der Sekundärvertices abhängig. Für sekundäre Vertices mit 2 Spuren werden unter Benutzung einer Massenhypothese und einer angenommenen Impulsauflösung von 1% eine transversale Auflösung von etwa $25\text{ }\mu\text{m}$ und eine longitudinale Auflösung von etwa $325\text{ }\mu\text{m}$ erreicht. Tabelle 1 gibt eine Übersicht über die für verschiedene Konstellationen erreichten Auflösungen.

Eine Überprüfung der Breite der Zerfallslängenverteilung direkter J/ψ -Mesonen ist nur indirekt möglich, da beim Zerfall des J/ψ -Mesons innerhalb des Drahtes die Teilchen bereits im Material gestreut werden. Ein Vergleich zwischen Monte Carlo-Rechnungen und Daten bestätigt die Erwartungen der Rechnungen.

In den Daten sind einige gute Kandidaten für Zerfälle von b-Hadronen nachgewiesen worden. Die Messung des b-Hadron-Wirkungsquerschnitts ist zur Zeit durch die geringe Statistik, nicht aber durch die Auflösung des VDS begrenzt. Zusammenfassend kann gesagt werden, dass das Vertex-Detektor-System im Jahr 2000 seine Designparameter weitgehend erreicht hat.

Inneres Spurkammersystem

Das innere Spurkammersystem besteht aus Mikrostreifen-Gasdetektoren (MSGC) mit integrierter Vorverstärkerfolie (GEM). Im Jahr 2000 wurde die geplante Installation von 16 Stationen abgeschlossen, so dass 136 GEM-MSGCs mit mehr als 100 000 analogen Auslesekanälen kontinuierlich betrieben werden konnten.

Die Installation des inneren Spurkammersystems begann im Juni 1999. Bedingt durch unerwartete Schwierigkeiten bei der externen Produktion der MSGC-Wafer und der Ausleseelektronik wurde die Installation im Magneten und in der Region zwischen Magnet und RICH erst im Mai 2000 abgeschlossen. Gleichzeitig wurde die Installation des gesamten Auslesesystems für diese Stationen durchgeführt.

Ende 1999 zeigte sich an den bereits in HERA-B eingebauten Stationen, dass die Front-End-Elektronik zu oszillieren beginnt, sobald sie bei niedrigen Trigger-Schwellen betrieben wird, wie sie notwendig sind, um mit sinnvoller Effizienz Trigger-Signale ableiten zu können. Aus diesem Grund wurde auf den Einbau von vier weiteren Stationen zwischen RICH und ECAL verzichtet, da diese Stationen fast ausschließlich als Trigger-Stationen für den First-Level-Trigger benötigt werden.

Alle eingebauten Stationen wurden in der Datennahmeperiode 2000 kontinuierlich betrieben. Die schwierige Steuerung so vieler GEM-MSGCs (HV, LV, Slow Control) erforderte meist 24 Stunden pro Tag eine eigene Schichtbesatzung für das innere Spurkammersystem. Die wesentlichen Betriebsprobleme, die in dieser Periode auftraten, waren

- Ausbildung von Kurzschlüssen zwischen Anoden und Kathoden auf dem MSGC-Wafer,
- Gasentladungen zwischen der GEM-Folie und Anoden bzw. Kathoden,
- Gasentladungen innerhalb der GEM-Folie,
- Ausfälle von Niederspannungs-Netzgeräten.

Das Ausbilden von Kurzschlüssen zwischen Anoden und Kathoden konnte durch besonders langsames Konditionieren der Kammern bei Targetbetrieb stark verringert werden.

Gasentladungen zwischen GEM-Folien und Anoden bzw. Kathoden sind besonders gefährlich, da sie zu großflächigen Zerstörungen der MSGC-Wafer führen können. Nachdem die Driftfeldstärken deutlich verringert wurden, sind derartige Gasentladungen nicht mehr aufgetreten. Dies führte aber zu einer Reduktion der Gasverstärkung im GEM sowie auf dem MSGC-Wafer. Um dies zu kompensieren, musste die Spannungsdifferenz und damit die Gasverstärkung sowohl im GEM als auch zwischen Anoden und Kathoden erhöht werden, wodurch wieder ein höheres Risiko für Kurzschlüsse im GEM und zwischen Anoden und Kathoden bedingt wird.

Gasentladungen innerhalb der GEM-Folie lassen sich nicht gänzlich vermeiden. Dank einer aufwändigen Steuerung der GEM-Hochspannungen und sehr schneller Hardware-Sicherungen gab es kaum Probleme. Während der ganzen Run-Periode 2000 gab es nur drei Ausfälle von Kammern aufgrund von GEM-Kurzschlüssen, ausgelöst durch Gasentladungen innerhalb der GEM-Folie, wovon an Wartungstagen zwei GEMs durch Einspeisen starker Stromstöße gerettet werden konnten.

Die zugekauften Netzgeräte für die Niederspannungsversorgung der einzelnen Stationen erwiesen sich als extrem störanfällig. Dabei handelt es sich um eine spezielle Entwicklung für die inneren Spurkammern von HERA-B, da es bisher keine passenden Spannungsversorgungsmodule mit CAN-Bus Anbindung gab, die auf veränderliche Last reagieren können. In zwei Fällen hat der Ausfall von Modulen sogar zur Zerstörung von Ausleseelektronik geführt und erforderte die Reparatur der betroffenen Stationen außerhalb des Experiments. In Zusammenarbeit mit der Herstellerfirma der Netzgeräte konnten diverse technische Probleme identifiziert und an einigen Modulen behoben werden. Bis zu Beginn der nächsten Run-Periode werden alle Netzgeräte umgerüstet, so dass eine erhebliche Verbesserung der Betriebsstabilität gewährleistet sein sollte.

Als besonders erfreulich und stabil erwies sich das Gassystem. Trotz der enormen Anforderung, bis zu 16 Kreisläufe auf maximal 50 μ bar Differenzdruck gegenüber dem Umgebungsdruck zu regeln, traten keine Probleme auf.

Die Bestimmung der Effizienzen aller in der Datennahmeperiode 2000 betriebenen GEM-MSGCs mit Hilfe

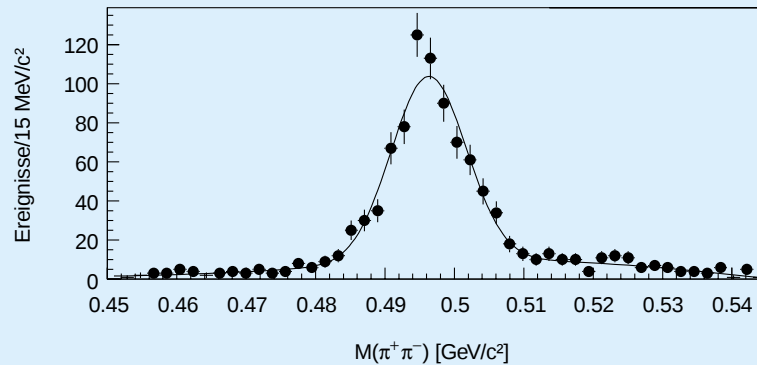


Abbildung 44: Invariante Masse von $\pi^+\pi^-$ -Paaren mit deutlich sichtbarem K_S^0 -Signal. Mindestens eines der Pionen wurde ausschließlich mit Signalen aus dem inneren Spurkammersystem rekonstruiert.

der genommenen Daten ist noch nicht abgeschlossen und wird weitergeführt. Erste Effizienz-Messungen zeigten starke Variationen von Kammer zu Kammer und lagen zwischen 65% und 85%. Nachdem in einem Teilsystem des inneren Spurkammersystems die Gesamtgasverstärkung generell erhöht sowie die unterschiedlichen Gasverstärkungen in den GEMs durch individuelle Anpassung der GEM-Spannungen kompensiert worden waren, reduzierten sich die Effizienz-Variationen für diese Kammern auf etwa 5%. Die zugehörigen Einzelkammer-Effizienzen betragen 91% bis 97%.

Mit vier Stationen in der Region zwischen Magnet und RICH konnte schon bis Mai 2000 gezeigt werden, dass die Auslese der Trigger-Kette störungsfrei funktioniert und in den First-Level-Trigger integriert werden kann. Auf eine ständige Einbindung in den First-Level-Trigger wurde aufgrund der zu niedrigen Trigger-Effizienzen verzichtet.

Die intensive Weiterentwicklung der Front-End-Elektronik, der daran anschließenden Trigger-Elektronik (Trigger-Treiber-Boards) und des Erdungsschemas zeigte im April 2000 im Labor, dass ein Betrieb mit hinreichend niedrigen Trigger-Schwellen möglich ist. Um die Verbesserungen unter den tatsächlichen HERA-B Bedingungen zu testen, wurde eine weitere Station gebaut und Anfang Juli 2000 zwischen RICH und ECAL installiert. Diese Station zeigte im Experiment dasselbe Verhalten wie im Labor; die damit gemessenen Trigger-Effizienzen sind größer als 95%.

Abbildung 44 demonstriert, dass Spuren allein im inneren Spurkammersystem, ohne Berücksichtigung anderer Detektorkomponenten, rekonstruiert werden können. Sie zeigt die invariante Masse zweier Pionen mit deutlichem Signal für den Zerfall $K_S^0 \rightarrow \pi^+\pi^-$. Es wurde die Bedingung gestellt, dass mindestens eines der Pionen ausschließlich mit Signalen aus dem inneren Spurkammersystem rekonstruiert worden war.

Mit Beginn der Luminositätserhöhung von HERA im September 2000 werden alle bisher eingebauten innere Spurkammer-Stationen überholt und verbessert. Dies beinhaltet

- Ersetzen von defekten Kammern,
- neues und verbessertes Erdungsschema für alle Kammern,
- neue und bessere HV-Verbindungen für alle Kammern,
- Beheben der im Betrieb entstandenen Anoden-Kathoden Kurzschlüsse,
- Bau der noch fehlenden drei Stationen für den Bereich zwischen RICH und ECAL,
- neue HELIX-128-3.2 Auslesechips für alle Trigger-Kammern (96 von 184),
- neue Trigger-Treiber-Boards (48 Stück) für alle Trigger-Stationen,
- Umrüsten aller Niederspannungs-Netzgeräte.

Äußeres Spurkammersystem

Das äußere Spurkammersystem von HERA-B dient dem Nachweis geladener Teilchen. Der Akzeptanzbereich der Kammern erstreckt sich von einem Abstand von 20 cm zum Protonenstrahl bis hin zur äußeren Grenze des Experiments. Das Kammersystem umfasst insgesamt 13 Messstationen, so genannte Superlagen, die zwischen Vertex-Tank und Kalorimeter an verschiedenen Positionen senkrecht zum Strahl angeordnet sind. Jede Superlage besteht aus zwei mechanisch unabhängigen Hälften, die von beiden Seiten Protonen- und Elektronenstrahlrohr einschließen. Jede Hälfte besteht aus einer gasdichten Box, in der sich mehrere Driftkammerlagen befinden. Zusammengesetzt sind diese Lagen aus etwa 30 cm breiten und 1 bis 4,5 m langen Honigwabenkammer-Modulen. Ein massiver äußerer Rahmen gibt der Gasbox stabilen Halt.

Die elektrische Auslese der Kammern besteht aus 7200 Vorverstärkern mit integriertem Diskriminator, die sich direkt an den Gasboxen befinden und die Kammerpulse aufnehmen. Eine Zeitmessung der digitalisierten Pulse erfolgt durch 955 TDC-Karten („Time-to-Digital Converter“), die am Kammerrahmen montiert sind. Die Daten werden bei einer positiven Entscheidung der ersten Triggerstufe mit 15 MByte/s zum Zwischenspeicher der zweiten Triggerstufe übertragen. Gleichzeitig stellen die TDC-Karten für jedes Ereignis die Trefferinformation für die erste Triggerstufe zur Verfügung. Hierzu werden die digitalen Ausgangssignale mittels so genannter Triggerlink-Karten in optische Signale umgewandelt.

Der mechanische und elektrische Aufbau des Kammer-systems wurde Anfang Januar 2000 mit der Installation der letzten Magnet-Kammer abgeschlossen.

Das gesamte äußere Spurkammersystem wurde bereits im Januar mit Gas gespült. Vollständig fertig gestellt wurde das Gassystem allerdings erst im Verlauf des Frühjahrs. Als Zählgas wird eine Mischung von $\text{Ar}/\text{CF}_4/\text{CO}_2$ (65:30:5) verwendet. Das Gas wird vom Gassystem automatisch angemischt und zirkuliert in einem geschlossenen Kreislauf bei einem leichten Überdruck von etwa 0,5 mbar. Die im Jahr 2000 beobachteten Mischungsverhältnisse und Druckwerte entsprachen den Designwerten. Nach Installation aller Umwälzpumpen konnten auch alle Kammern wie vorgese-

hen mit einem Gasfluss von etwa einem Volumen pro Stunde gespült werden, was einer Umwälzung von insgesamt 18 m^3 pro Stunde entspricht. Die Frischgaszufuhr wurde auf Werte zwischen 0,5% und 2% eingeregelt, um den Verbrauch an teurem CF_4 zu minimieren. Auch das Reinigungssystem zum Entfernen von Sauerstoff, Wasser und Polymerverbindungen konnte erfolgreich in Betrieb genommen werden. Während der gesamten Datennahme im Jahr 2000 hat das Gassystem die Kammern zuverlässig mit Gas versorgt.

Die automatische Hochspannungssteuerung der Kammern war bis auf eine anfängliche Trainingsperiode während der gesamten Datennahme in die zentrale HERA-B Detektorkontrolle integriert. Die Hochspannung betrug je nach Modultyp 1700 V bzw. 1850 V, was einer Gasverstärkung von 3×10^4 entspricht. Anzeichen für Kathoden- oder Anodenalterung wurden bisher nicht festgestellt. Im Verlauf des Kammerbetriebes traten allerdings Probleme mit der Hochspannungsfestigkeit der Driftkammermodule auf. Bis August zeigten etwa 0,5% der Zellen endliche elektrische Widerstände bzw. Kurzschlüsse. Aufgrund der Auslegung der Hochspannungsversorgung führte dies zu einem Ausfall von etwa 7% der Driftzellen. Bewirkt wurden die Ausfälle durch produktionsbedingte Verunreinigungen der Koppelkondensatoren und nicht, wie zunächst angenommen, durch eine elektrostatische Instabilität der Kammermodule. Betroffen sind zwei der siebzehn Kondensatoren jeder Hochspannungskarte. Es ist geplant, alle verschmutzten Kondensatoren, insgesamt 14 000 Stück, bis Mai 2001 auszutauschen.

Sowohl die elektrische Auslese der Kammern als auch die Steuerung und Überwachung der Kammerelektronik arbeitete im Jahr 2000 von Anfang an zuverlässig. Die Inbetriebnahme der optischen Linkverbindungen zwischen TDC und Triggerlogik hat sich dagegen bis in den Frühsommer 2000 verzögert. Die Signale der optischen Sender zeigten zeitliche Änderungen in Form und Pulshöhe, was zu Übertragungsfehlern führte. Betroffen waren zwischen 5 und 10% aller optischen Links. Um in Zukunft alle Links zuverlässig betreiben zu können, werden bis Mai 2001 alle Sender mit einer zusätzlichen Steuerung ausgerüstet.

Gleichzeitig mit der Inbetriebnahme der Detektorhardware wurden Softwarepakete zur automatischen Kontrolle der Datenqualität entwickelt. Die Kalibrationskonstanten aller 115 000 Kanäle wurden „online“ be-

rechnet. Gleichzeitig wurde das Verhalten jedes einzelnen Kanals getestet und seine Verwendbarkeit für die Spurrekonstruktion untersucht.

Eine wichtige Größe, die die Funktion des Detektors beschreibt, ist die Zelleffizienz. Ihre Messung ergab je nach Kammer und Betriebsbedingungen Werte zwischen 85% und 95%. Um für alle Kammern eine Effizienz von mindestens 95% zu erreichen, ist eine Optimierung der Gasverstärkung und auch der Diskriminatorschwellen notwendig. Letzteres soll in Zukunft durch eine weitere Unterdrückung des Detektorrauschens erzielt werden. Insbesondere für die im Trigger verwendeten Superlagen bewirkten die Kabelverbindungen zwischen TDC-Karten und Triggerlink-Karten zusätzliches Rauschen. Die Ursache ist mittlerweile verstanden und wird durch eine Modifikation der TDC-Karten bis zum Mai 2001 behoben sein.

Um eine Rekonstruktion der Teilchenspuren zu ermöglichen, müssen die Positionen der Kammern exakt bekannt sein. Im Fall der äußeren Spurkammern sind 26 Kammerhälften mit insgesamt 1000 mechanisch unabhängigen Modulen auszurichten. Dieses „Alignieren“

wurde für mehrere Zeitperioden erfolgreich durchgeführt. Nach dem Ausrichten der Module beträgt die über alle Zellen gemittelte Residuenauflösung etwa 500 μm . Der Vergleich mit der Einzelzellauflösung von zur Zeit 350 μm legt nahe, dass eine weitere Verbesserung der Modulpositionierung zu erzielen ist.

Auch im Bereich der Rekonstruktionssoftware wurden im Jahr 2000 große Fortschritte erzielt: Durch Anpassung der Spuralgorithmen an den realen Detektor wurde die Effizienz für die Spurfundung auf Werte zwischen 80% und 90% erhöht. Gleichzeitig wurden die Spuralgorithmen auf die im Magneten befindlichen Kammern ausgedehnt. Abbildung 39 zeigt ein Ereignis, bei dem 126 Teilchenspuren rekonstruiert wurden.

Das Jahr 2000 war für den Betrieb des äußeren Spurkammersystems ein erfolgreiches Jahr. Der Detektor wurde komplettiert und war während der gesamten Datennahme verfügbar. Trotz der angesprochenen Hochspannungsprobleme lieferte der Detektor Daten guter Qualität. Rekonstruktion und Detektorverständnis sind in diesem Jahr erheblich vorangekommen.

Čerenkov-Detektor

Der Čerenkov-Detektor wurde Anfang 1998 in Betrieb genommen und läuft seitdem stabil und gemäß den Erwartungen.

Um die Effizienz der Teilchenidentifikation zu bestimmen, wurde eine Analyse von Ereignissen mit bekannten Teilchen im Endzustand, zum Beispiel mit den Zerfallsprodukten von K_S^0 - und Λ -Zerfällen durchgeführt, bei denen die Teilchenart allein durch den Zerfallsvertex und die invariante Masse der zerfallenden Teilchen bestimmt werden kann (Abb. 45). Um das Verhalten bei hohen Energien zu bestimmen, wurde der Zerfall $J/\psi \rightarrow \mu^+\mu^-$ untersucht. Abbildung 46 zeigt die abgeleiteten Identifikationseffizienzen und die Wahrscheinlichkeit für Falschidentifikationen.

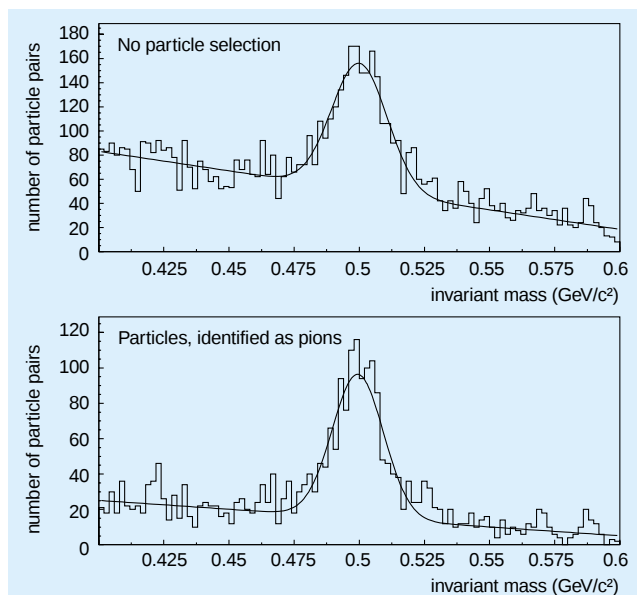


Abbildung 45: $K_S^0 \rightarrow \pi^+\pi^-$ Kandidaten: Invariante Masse zweier Teilchen mit rekonstruiertem Sekundärvertex mit und ohne die Bedingung, dass beide Teilchen als Pionen identifiziert sind.

Trigger und Datennahme

Die Aufgabe des vierstufigen Triggersystems von HERA-B ist es, bei hoher Effizienz Zerfälle schwerer Quarks zu identifizieren und gleichzeitig den enor-

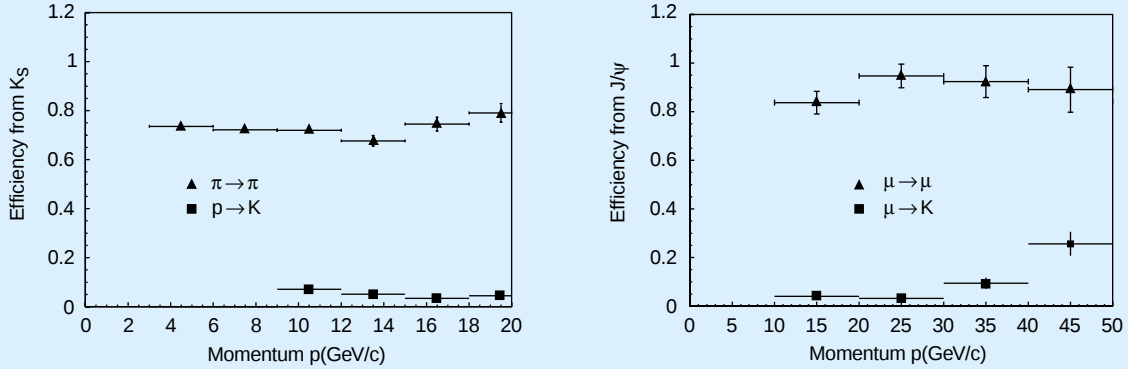


Abbildung 46: Identifikationseffizienz als Funktion des Impulses: Links: Effizienz (Dreiecke) und Falschidentifikationen (Quadrate) von Pionen, abgeleitet aus dem Zerfall $K_S^0 \rightarrow \pi^+ \pi^-$. Rechts: Dasselbe für Myonen aus dem Zerfall $J/\psi \rightarrow \mu^+ \mu^-$.

men Untergrund von sonstigen unelastischen Proton-Wechselwirkungen zu unterdrücken. Die Wechselwirkungsrate von 5 bis 40 MHz muss sukzessiv auf eine Rate von etwa 50 Hz reduziert werden, mit der die Daten aufgezeichnet werden können. Das Triggerkonzept basiert wesentlich auf der Identifikation von Elektronen und Myonen aus J/ψ -Zerfällen und aus semileptonischen Zerfällen schwerer Mesonen.

Die erste Triggerstufe („First Level Trigger“ FLT) wählt J/ψ -Kandidaten anhand der Kinematik der beiden Zerfallsleptonen aus. Letztere haben einen großen Transversalimpuls und werden von den vorgeschalteten Pretriggern im elektromagnetischen Kalorimeter und den Myonkammern gesucht. Der FLT erhält die Parameter der Kandidaten und benutzt die Liste der getroffenen Drähte in den Spurkammern nach dem Magneten, um vom Kalorimeter aus die Spuren in Richtung Target zu verfolgen. Wird in einer Lage der Spurkammern innerhalb eines Suchfensters kein getroffener Draht gefunden, wird der Kandidat verworfen. Andernfalls wird ein neues Suchfenster für die nächste Lage berechnet und dort nach getroffenen Drähten gesucht. Am Ende der Kette ist die Leptonspur gut vermessen und Schnitte auf den Transversalimpuls können angewandt werden. Werden mehrere Leptonen gefunden, kann die invariante Masse von Paaren berechnet und mit der J/ψ -Masse verglichen werden.

Der FLT ist als modularer Elektronik-Trigger mit etwa 100 Prozessoren realisiert. Der Aufbau des Systems

und Vorstudien zu seiner Leistungsfähigkeit sind in den Vorjahresberichten beschrieben. Im Jahr 2000 wurde der FLT mit Ausnahme eines Teils der für die inneren Spurkammern benötigten Komponenten installiert. Die Produktion aller Komponenten wurde erfolgreich abgeschlossen.

Im Berichtszeitraum wurde der FLT in Betrieb genommen. Zuerst wurden die einzelnen Prozessoren und Datenübertragungselemente allein getestet. Da dieser Test im Wesentlichen eine Wiederholung von Labortests beim Produktionsabschluss war, traten erwartungsgemäß kaum Probleme auf.

Im nächsten Schritt wurden die Datenverbindungen zwischen den Prozessoren getestet. Dabei gab es sowohl in der Interprozessor-Kommunikation als auch bei der Datenübertragung von den Spurkammern zu den FLT-Prozessoren Probleme, bei letzterer sogar erhebliche.

In der Vernetzung der Prozessoren untereinander traten sporadische Übertragungsfehler auf, die durch regelmäßig durchgeführte Tests erkannt und durch Rücksetzen des Systems beseitigt werden konnten. Die Ursache für das Fehlverhalten konnte auf Probleme in einer Spannungsversorgung zurückgeführt werden. Eine geplante geringfügige Modifikation der beteiligten Komponenten wird diese Datenverbindungen hinreichend stabilisieren.

Methode	Myonen		Elektronen
	Spur	J/ψ	Spur
Referenzspuren Online	0.2...0.6	–	0.74
Referenzspuren Simulation	–	–	0.59
Ausgewählte J/ψ -Ereignisse	0.23	0.05	–
Einzelspur aus J/ψ -Raten Vergleich	0.19	–	–
Monte Carlo-Erwartung	0.33	0.10	–

Tabelle 2: Akzeptanz des FLT mit verschiedenen Analysemethoden. Alle Werte beinhalten Detektoreffizienzen, aber nicht die Pretrigger-Akzeptanz. Die unterschiedlichen Methoden werden im Text erklärt.

Die Daten der Spurkammern werden mit optischen Fasern über eine Distanz von 50 m optisch übermittelt. Es werden ungefähr 2000 Datenströme mit jeweils 900 Mbit/s Datenrate eingesetzt. Zu Beginn waren etwa 10% dieser optischen Verbindungen fehlerbehaftet. Zu den Ursachen zählten Verkabelungsfehler, unzureichende Spannungsversorgung am Sender, zeitliche Veränderungen der optischen Senderleistung, Ausfall von Komponenten und fehlerhafte Programmierungen von PLDs, die die Geometrie der Spurkammern auf die des FLT abbilden. Gegen Ende der Datennahmepériode konnten fast alle Probleme behoben werden – es traten allerdings immer wieder sporadisch neue auf. Durch Vereinfachung der Einstellung der optischen Senderleistung, neue Testverfahren der gesamten Datenstrecke und Beheben der Softwareprobleme sollte ein zuverlässiger Betrieb in Zukunft möglich sein.

Ein wesentlicher Schritt der Inbetriebnahme ist das Prozessieren von simulierten Ereignissen durch die installierte Prozessor-Hardware inklusive der Datenübertragungsstrecken. Nachdem die Simulationswerkzeuge auf den entsprechenden Stand gebracht worden waren, konnte keinerlei Abweichung der simulierten Prozessorantwort von der des installierten Systems festgestellt werden. Der Vergleich erfolgte schrittweise für jede Prozessstufe. Allerdings konnten nur kleine Teile des Systems zusammen getestet werden. Ein Test des Gesamtsystems mit Vergleich zur Simulation in jedem Prozessschritt steht noch aus. Die dazu notwendige aufwendige Software ist in Vorbereitung.

Die Leistungsfähigkeit des FLT misst sich in zwei wesentlichen Parametern: der Akzeptanz für die inter-

essanten Ereignisse und der Unterdrückung uninteressanter Ereignisse. Da HERA-B im Jahr 2000 fast ausschließlich bei kleinen Wechselwirkungsraten betrieben worden ist und nur ein Teil der räumlichen Akzeptanz des geplanten Systems in Betrieb war, sind die gemessenen Ausgangsraten nicht mit den Designwerten vergleichbar. Eine Analyse der Rate und Extrapolation zum vollständigen Detektor mit voller Wechselwirkungsrate unter Verwendung der Simulation steht noch aus. Das Hauptaugenmerk ist auf die Akzeptanz gerichtet worden. Dabei ist zunächst die Akzeptanz für einzelne Spuren interessant und dann die Akzeptanz für J/ψ -Ereignisse. Die Ergebnisse sind in Tabelle 2 zusammengefasst und werden nachfolgend diskutiert.

Ereignisse, die mit einem Zufallstrigger ausgewählt werden und für die die FLT-Entscheidung aufgezeichnet wird, sind zur Bestimmung der Einzelspur-Akzeptanz geeignet. Elektronen, die mit dem RICH und dem elektromagnetischen Kalorimeter rekonstruiert werden, dienen als Referenzspuren und sollten auch vom FLT und von der FLT-Simulation gefunden werden. Die Akzeptanz ergibt sich aus dem Verhältnis der Anzahl von Referenzspuren, die durch FLT-Spuren beschrieben werden, zur Gesamtzahl der Referenzspuren.

Für Myonenspuren kann die Zuordnung von FLT-Spuren zu rekonstruierten Spuren nur durchgeführt werden, wenn Information aus dem Myon-Detektor zur Referenzspur-Rekonstruktion verwendet wird. Diese Rekonstruktion wählt Myonen aus, die vom FLT gut erkannt werden können, daher ist das Ergebnis nicht repräsentativ für alle Myonen. Je nach verlangter Qualität

der Referenzspur variiert die Zuordnungswahrscheinlichkeit zu einer aufgezeichneten FLT-Spur von 20% bis 60%.

Die Akzeptanz für J/ψ -Ereignisse wurde mit der FLT-Simulation aus den Daten abgeschätzt. Myonenpaare mit einer invarianten Masse nahe der J/ψ -Masse bilden eine Myonenquelle, die mit wenig Information aus dem Myon-Detektor auskommt und deswegen ein gutes Umfeld zur Untersuchung von FLT-Eigenschaften darstellt. Solche Ereignisse sind leider nur ohne aufgezeichnete FLT-Information vorhanden, so dass Aussagen über die FLT-Akzeptanz nur mit Hilfe der Simulation möglich sind. Der Anteil von Myonen, die durch die FLT-Simulation gefunden werden, ist 23%.

Alternativ kann die Myon-Akzeptanz des FLT aus J/ψ -Produktionsraten unter verschiedenen Triggerbedingungen berechnet werden. In einem Fall wurde keine FLT-Information im Trigger verwendet, im anderen wurde mindestens eine Myonspur mit dem FLT gefunden. Eine Korrektur von 0.96 berücksichtigt den Unterschied in der SLT-Akzeptanz in den beiden Betriebsmoden. Wir finden 19% als Einzelspur-Akzeptanz. Diese sehr direkte Berechnung ist in guter Übereinstimmung mit den anderen Messmethoden.

Der FLT ist nahezu komplett installiert und in Betrieb genommen. Probleme, die in den Datenübertragungsstrecken auftraten, sind größtenteils gelöst oder werden vor der nächsten Datennahmeperiode gelöst sein. Die Akzeptanz des FLT für Einzelspuren ist relativ gut verstanden. Potential zur Verbesserung der Akzeptanz liegt zum einen in der Verbesserung der Datenübertragung und zum anderen in der Reparatur der nicht funktionierenden Spurkammern. Die Akzeptanz für Spurpaare konnte noch nicht direkt bestimmt werden, da in diesem Betriebsmodus keine J/ψ -Mesonen beobachtet werden konnten. Die Analyse dieses Problems dauert noch an.

Die zweite Triggerstufe

Die zweite Stufe des HERA-B Triggers („Second Level Trigger“ SLT) ist vollständig in das Datennahmesystem integriert und benötigt daher im Gegensatz zur ersten Stufe keinen separaten Datenpfad. Der Algorithmus dieses Filters ist komplett in C programmiert

und wird auf kommerziell erhältlichen PCs mit dem Betriebssystem Linux ausgeführt.

Aufbauend auf der Information der ersten Triggerstufe werden zunächst die Parameter der Spuren, die der FLT gefunden hat, besser bestimmt, dann die Spur in den Vertexdetektor weiterverfolgt und schließlich gefordert, dass die Spuren eines Paartriggers einen gemeinsamen, eventuell vom Hauptvertex verschiedenen Vertex haben.

Die zweite Triggerstufe wurde im Berichtsjahr auf ihre endgültige Ausbaugröße von 240 Prozessoren erweitert. Damit ist die volle PC-Farm einsatzbereit. Diese stellt die größte am DESY betriebene Computerfarm dar.

Der SLT ist in zwei grundsätzlich verschiedenen Weisen betrieben worden: unabhängig vom FLT und dem FLT nachgeschaltet. Im unabhängigen Modus konnten mehrere Tausend J/ψ -Ereignisse in beiden leptonschen Zerfallskanälen aufgezeichnet werden. Zusammen mit dem SLT wurden nahezu alle FLT-Studien durchgeführt und durch Vergleich der beiden Betriebsweisen wesentliche Schlüsse auf Eigenschaften des FLT gezogen.

Der Algorithmus des SLT benötigt Startbedingungen für die Spurensuche, so genannte „track seeds“. Diese wurden ohne den FLT entweder durch Emulation der Leptonen-Identifikation des FLT oder durch die Pretrigger erzeugt. Die so gefundenen Suchfenster, die signifikant größer sind als die vom FLT ausgegebenen, werden der normalen SLT-Prozesskette übergeben: Zuerst werden durch eine schnelle Histogrammiertechnik falsche Spuren in den Regionen im Bereich zwischen Magnet und ECAL verworfen (SLICER). Danach werden dort die Spuren durch einen Fit zunächst in der x-z (REFIT-X) und dann in der y-z (REFIT-Y) Ebene bestimmt. Die Spuren werden durch den Magneten zurückverfolgt und schließlich durch den Vertexdetektor bis zum Hauptvertex verlängert (L2SILI); abschließend werden die Vertices von Spurpaaren gefunden (L2VERTEX).

Die Akzeptanz der SLT-Algorithmen wurde durch Monte Carlo-Simulation des Detektors bestimmt. Die generierten J/ψ -Ereignisse wurden mit den gleichen Programmen prozessiert, die auch während der Datennahme benutzt wurden, um die Eigenschaften des

Algorithmus	Realistischer OTR		Idealer OTR	
	e^+e^-	$\mu^+\mu^-$	e^+e^-	$\mu^+\mu^-$
SLICER	0.99	0.99	1.00	1.00
REFIT-X	0.92	0.91	0.94	0.96
REFIT-Y	0.93	0.97	0.97	0.99
L2SILI	0.88	0.89	0.92	0.94
L2VERTEX	0.97	0.98	0.97	0.98
Insgesamt	0.72	0.76	0.81	0.88

Tabelle 3: Mit Monte Carlo-Simulationen bestimmte Akzeptanz des SLT für leptonisch zerfallende J/ψ -Ereignisse. Die Algorithmen sind im Text beschrieben.

SLT zu bestimmen. Tabelle 3 listet die Akzeptanz der verschiedenen Algorithmen auf.

Der SLT war während der Datennahmeperiode 2000 der meistbenutzte Trigger. Alle benötigten Bestandteile sind in der Endausbaustufe ausgiebig und erfolgreich getestet worden. Die Akzeptanz ist stark abhängig von der Qualität der verwendeten Detektor-Information, aber schon nahe den idealen Werten. Aussagen zur Triggerrate hängen stark ab von der Eingangsinformation, die der FLT liefert.

Triggerstufe 4 und Rekonstruktionsfarm

Das Trigger- und Datenerfassungssystem von HERA-B beinhaltet als vierte Stufe (L4) eine Linux-PC-Farm zur Ereignisrekonstruktion im Echtzeitbetrieb. Damit stehen rekonstruierte Ereignisse unmittelbar nach der Datenspeicherung für weitergehende Physikanalysen zur Verfügung.

Die Farm besteht aus 100 PCs mit je zwei Intel Pentium-III/500 MHz Prozessoren, die in ein Fast-Ethernet Netzwerk integriert sind. Das System wurde geplant, um Ereignisraten von 50 Hz zu verarbeiten.

Neben der Ereignisrekonstruktion hat die Farm die Aufgabe, eine Ereignisklassifikation und -selektion (L4-Trigger) durchzuführen und die Datenarchivierung vorzubereiten. Außerdem werden während der Rekon-

struktion Informationen gesammelt, die zur Qualitätskontrolle sowie zur Alignierung und Kalibration des Detektors verwendet werden. Aktualisierte Konstanten werden anschließend zur weiteren Verwendung an das Triggersystem zurückgegeben.

Der Aufbau der Farm wurde Ende 1999 abgeschlossen und in der Laufperiode 2000 erfolgreich in Betrieb genommen. Seit Ende 2000 wird die Farm zum Reprozessieren der aufgezeichneten Ereignisdaten verwendet. Dazu wird dieselbe Software wie bei der Online-Datennahme betrieben, wobei die Rohdaten von Band gelesen und auf die Farmknoten verteilt werden.

Insgesamt wurden im Berichtsjahr etwa 30 Millionen Ereignisse gespeichert. Die gesamte Datenmenge einschließlich Kalibrationsläufen und reprozessierten Ereignissen beträgt fast 10 TB, die auf Bändern archiviert sind.

Im Rahmen des Farmprojekts wurde die Rekonstruktionssoftware in das Rekonstruktionsprogramm integriert, das zur Zeit 4.5 Sekunden für ein Ereignis eines getriggerten Runs mit 5 MHz Wechselwirkungsrate benötigt. Damit kann die Farm die geplante Ereignisrate von 50 Hz bewältigen.

Physikanalyse

Übersicht

Bei der Inbetriebnahme des Detektors und des Triggersystems im Jahr 2000 wurden große Datensätze unter verschiedenen Betriebsbedingungen aufgezeichnet. Diese Daten dienen nicht nur zum technischen Verständnis des Detektors, sondern erlauben auch erste interessante Physikanalysen:

- Es wurden $4 \cdot 10^6$ unelastische Proton-Kern-Stöße mit verschiedenen Drahttargets aufgezeichnet. Diese Daten dienen zur Messung von inklusiven Spektren (p , p_T , x usw.) und von relativen Produktionsraten identifizierter geladener Teilchen und von V^0 -Teilchen. Darüber hinaus sind die Daten wichtig für systematische Studien, beispielsweise zur Messung der Luminosität, oder zur Untersuchung von Untergrund in Datensätzen, die mit restriktiven Triggern aufgezeichnet wurden.

Zerfall	Signal Ereignisse	Rek. Masse [MeV/c ²]	σ [MeV/c ²]	PDG Wert [MeV/c ²]
$K_S^0 \rightarrow \pi^+ \pi^-$	7973 ± 133	496.5 ± 0.1	6.0 ± 0.1	497.67 ± 0.03
$\Lambda \rightarrow p \pi^-$	500 ± 39	1115.4 ± 0.2	1.9 ± 0.2	1115.684 ± 0.006
$\bar{\Lambda} \rightarrow \bar{p} \pi^+$	337 ± 37	1115.9 ± 0.3	2.6 ± 0.4	1115.684 ± 0.006
$K_{890}^0 \rightarrow K^- \pi^+$	958 ± 130	890.0 ± 4.0	53.0 ± 6.0	896.1 ± 0.3
$K_{890}^0 \rightarrow K^+ \pi^-$	1336 ± 143	894.0 ± 5.0	48.0 ± 5.0	896.1 ± 0.3
$\phi_{1020} \rightarrow K^- K^+$	274 ± 38	1019.9 ± 0.6	7.0 ± 1.0	1019.0 ± 0.008
$D^0 \rightarrow K^- \pi^+$	59 ± 10	1852.0 ± 5.0	27.0 ± 5.0	1864.5 ± 0.5

Tabelle 4: *Rekonstruierte Massen und Breiten beobachteter Zerfallssignale. In den Ereignissen wurde mindestens ein Leptonkandidat mit hohem Transversalimpuls gefordert. Die von HERA-B angegebenen Fehler sind statistische Fehler.*

- Unter Verwendung des Elektron-Pretriggersystems wurden 600 000 Ereignisse mit großer transversaler Energie ($E_T > 4 \text{ GeV}$) im elektromagnetischen Kalorimeter aufgezeichnet. Diese Ereignisse enthalten harte Photonen, die entweder direkt erzeugt werden oder aus dem Zerfall neutraler Pionen stammen. Die Daten erlauben das Studium der Dynamik harter Proton-Kern-Stöße, beschreibbar durch perturbative QCD.
- Insgesamt wurden etwa $4.5 \cdot 10^6$ Ereignisse mit mindestens einem Lepton-Kandidaten mit großem Transversalimpuls aufgezeichnet. Dabei kamen verschiedene Triggerkonfigurationen zum Einsatz, die die Elektron- und Myon-Pretrigger, die erste und die zweite Triggerstufe kombinierten. Die Daten besitzen eine angereicherte Charm-Komponente und können im Gegensatz zu J/ψ -Trigger auch zum Studium der Produktion und des Zerfalls von Teilchen mit Charm verwendet werden. Tabelle 4 zeigt rekonstruierte Zerfälle von Teilchen mit Charm oder Strangeness, die in diesen Ereignissen gefunden wurden.
- Der größte Teil der Datennahme widmete sich dem Dilepton-Trigger zur Selektion von Ereignissen mit J/ψ -Zerfällen. Insgesamt wurden mehr als $18 \cdot 10^6$ Ereignisse aufgezeichnet. Dabei kamen sowohl das Elektron- als auch das Myon-Pretriggersystem zum Einsatz. Teile der Daten wurden allein auf Basis

der zweiten Triggerstufe selektiert. In der späteren Phase der Datennahme wurde auch die erste Triggerstufe verwendet, in der verlangt wurde, dass eine oder auch beide Leptonspuren erkannt wurden. Die so aufgezeichneten Daten sollten neben der Untersuchung der Charmonium-Produktion auch eine erste grobe Abschätzung des Beauty-Wirkungsquerschnitts in Proton-Kern-Stößen erlauben.

Die Datenanalyse ist noch nicht abgeschlossen. Hier werden exemplarisch einige vorläufige Resultate zur Physik schwerer Quarks dargestellt.

Charm-Physik

Ereignisse mit schweren Quarks, insbesondere Charm-Quarks, werden durch das Triggern auf einzelne Leptonen mit großem Transversalimpuls angereichert. Bereits der kleine im Jahr 2000 genommene Datensatz offenbarte das große Potential von HERA-B in diesem Sektor. So gelang es nicht nur, ein sauberes Signal vom Zerfall $J/\psi \rightarrow \mu^+ \mu^-$ zu finden, sondern es wurden auch vollständig rekonstruierbare exklusive Zerfälle von D-Mesonen in hadronische Endzustände mit kleiner Multiplizität beobachtet. In Abbildung 47 sind die Signale für den Zerfall $D^0 \rightarrow \pi^+ K^-$, zusammen mit dem ladungskonjugierten Zerfall, deutlich im Massenspektrum zu erkennen.

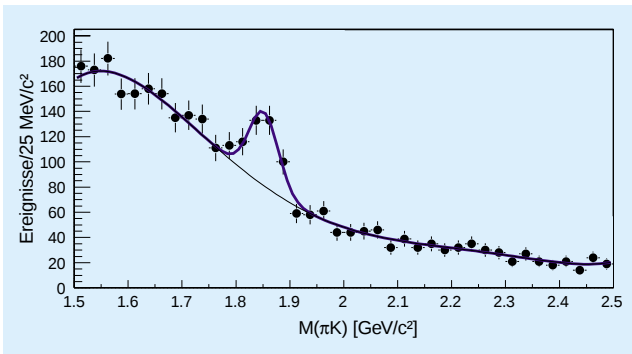


Abbildung 47: Spektren der invarianten Massen von $\pi^{\pm}K^{\mp}$ -Kombinationen.

Zur Selektion dieser Zerfälle wurden die Zerfallsprodukte mit Hilfe des RICH-Detektors identifiziert. Ferner wurde unter Verwendung der Information vom Vertexdetektor ein vom Hauptvertex getrennter Sekundärvertex der potentiellen D-Zerfallsprodukte verlangt, und es wurde geprüft, ob der rekonstruierte Impulsvektor des D-Meson-Kandidaten vom Primärvertex zum Sekundärvertex zeigt.

Die Untersuchung der Zerfälle von Teilchen mit Charm in vollständig rekonstruierbare Endzustände wird in Zukunft einen hohen Stellenwert im HERA-B Programm einnehmen. Sie bietet exzellente Möglichkeiten zur Suche nach seltenen oder verbotenen Zerfällen von D-Mesonen in zwei Leptonen und dient somit zum Test des Standard-Modells.

Charmonium-Physik

Charmonium-Zerfälle werden effizient durch die Dilepton-Trigger von HERA-B angereichert. Sowohl im elektronischen als auch im myonischen Zerfallskanal konnten klare J/ψ -Signale im Massenspektrum rekonstruiert werden.

In Abbildung 48 ist exemplarisch das $\mu^+\mu^-$ -Massenspektrum nach der Standard-Rekonstruktion dargestellt. Die Ereignisse stammen aus den Datensätzen, die mit dem Dilepton-Trigger aufgenommen wurden. Zur zusätzlichen Untergrund-Unterdrückung wurde verlangt, dass mindestens eine Myonspur mit einem RICH-Ring assoziiert werden konnte. Deutlich sichtbar sind die Massensignale der J/ψ - und ψ' -Zustände.

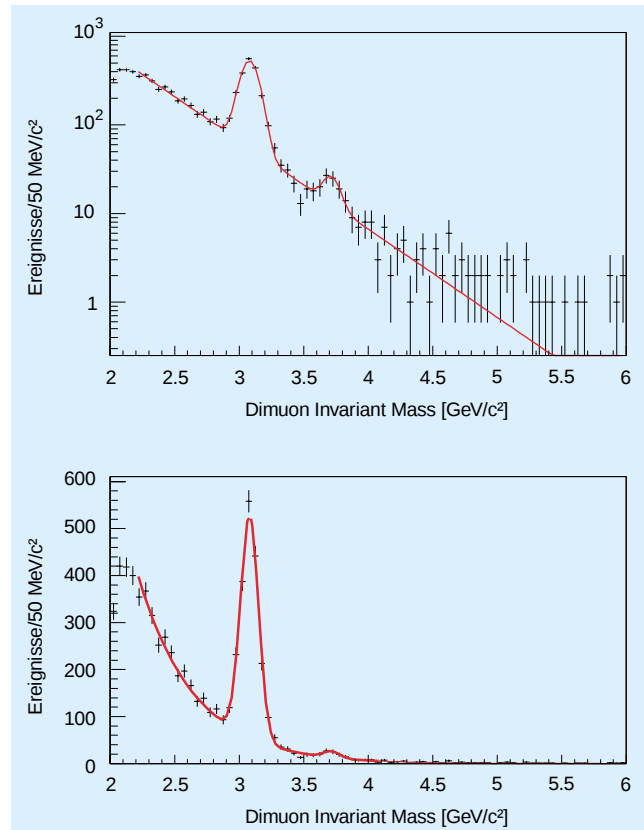


Abbildung 48: Massenspektrum der $\mu^+\mu^-$ -Paare in logarithmischer und linearer Darstellung, zusammen mit einer Anpassungsfunktion, die im Wesentlichen aus zwei Gaußfunktionen (Signale) und einer Exponentialfunktion (Untergrund) besteht.

Die Anpassung durch zwei Gaußfunktionen, überlagert mit einem exponentiell abfallenden Untergrund, ergibt die Massen $M_{J/\psi} = 3081 \text{ MeV}/c^2$ und $M_{\psi'} = 3663 \text{ MeV}/c^2$, die Breiten der Gauß-Anpassungen sind 70 bzw. 62 MeV/c^2 . Die jeweiligen Weltmittelwerte liegen bei 3097 MeV/c^2 und 3686 MeV/c^2 . Das Verhältnis der Produktionswirkungsquerschnitte von J/ψ - und ψ' -Zuständen beträgt etwa 50, in guter Übereinstimmung mit dem Wert von 60, der im Experiment E789 gemessen wurde.

Beauty-Wirkungsquerschnitt

Die im Jahr 2000 gesammelten Daten zur J/ψ -Produktion erlauben eine erste Suche nach Zerfällen vom Typ

$B \rightarrow J/\psi X$, um eine Grobmessung des Produktionswirkungsquerschnitts für $b\bar{b}$ -Paare durchzuführen.

Verschiedene Ansätze werden bei der Datenanalyse verfolgt. Der direkteste besteht in der Rekonstruktion von signifikant vom Primärvertex getrennten Sekundärvertices, an denen auch das J/ψ -Meson entsteht und in zwei Leptonen zerfällt. Wegen der noch zu geringen Statistik im myonischen Kanal ist diese Methode bisher nur für den elektronischen Zerfallskanal der J/ψ -Mesonen anwendbar.

Ein zweiter Ansatz besteht in der Analyse doppelt-semileptonischer B-Zerfälle, die durch den Dilepton-Trigger effizient selektiert werden. Um Untergrundbeiträge zu beherrschen, muss in diesem Fall zusätzlich ein rekonstruierter Sekundärvertex vom Zerfall der bei den semileptonischen B-Zerfällen produzierten Charm-Teilchen, zum Beispiel mit drei geladenen Zerfallsprodukten, gefordert werden.

Für die Analyse der elektronischen J/ψ -Zerfälle wurden Selektionsschnitte angebracht, die in einem Datensatz von etwa 40 000 J/ψ -Zerfällen resultieren. Der sehr große Untergrund unter diesem Signal (durch Drell-Yan-Paare und durch fälschlicherweise als Elektronen identifizierte Spuren, die nicht von Elektronen herrühren) kann reduziert werden, indem ein Mindestabstand zwischen Primär- und Sekundärvertex verlangt wird. Ferner können zusätzlich Bremsstrahlungs-Photonen der Elektronen verlangt werden, wodurch die verfügbare Statistik zwar um eine Größenordnung reduziert, das Signal aber auch drastisch gesäubert wird. Dies ist in Abbildung 49 demonstriert, in der das Spektrum der invarianten Massen der beiden Elektronen mit Bremsstrahlungs-Photonen dargestellt ist. Von beiden Spuren wird verlangt, dass sie aus einem gemeinsamen Vertex stammen.

Die entsprechende Analyse der myonischen J/ψ -Zerfälle leidet noch an zu geringer Statistik. Das Gleiche gilt für die Analyse der doppelt-semileptonischen Beauty-Zerfälle mit rekonstruiertem Vertex des sekundären Charm-Zerfalls.

Die Resultate zeigen insgesamt, dass eine genaue Messung des Beauty-Produktionswirkungsquerschnitts mit einem verbesserten HERA-B Detektor in der nächsten Datennahmeperiode möglich sein wird.

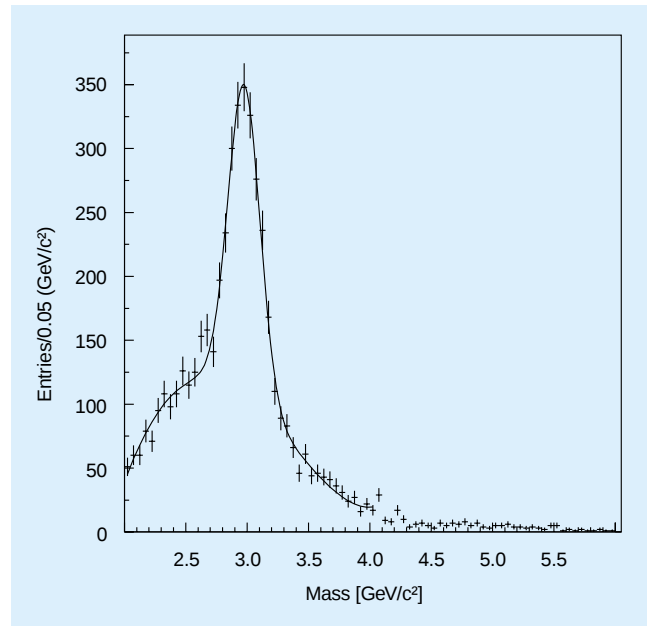


Abbildung 49: Spektrum der invarianten Massen der beiden Elektronen aus dem gesäuberten Dilepton-Datensatz.

Zusammenfassung und Ausblick

Das Jahr 2000 war für HERA-B das erste Jahr, in dem das komplett fertig gestellte Experiment betrieben werden konnte. Eine große Zahl der Komponenten des HERA-B Experiments arbeitete hierbei zur vollen Zufriedenheit und erreichte die geplanten Leistungsdaten. Leider erfüllte sich die Hoffnung nicht, das Experiment als Ganzes ebenfalls in sehr kurzer Zeit auf dieses hohe Niveau zu bringen. Durch seine außerordentliche Komplexität wurden mehrere Probleme erst in dieser späten Phase, in der das gesamte System betrieben wurde und alle Komponenten zusammenspielten, sichtbar. Hier sind vor allem die gasgefüllten Spurdetektoren zu nennen, bei denen noch nicht die geplante Effizienz und Stabilität erreicht werden konnte. Hierdurch wurde vor allem die erste Triggerstufe (FLT), die sehr hohe Anforderungen an die Effizienz der Spurdetektoren stellt, in Mitleidenschaft gezogen. Ihre Inbetriebnahme wurde hierdurch erheblich erschwert. Die ursprüngliche Zielsetzung von HERA-B, die Messung der CP-Verletzung bei Beauty-Quarks, wurde dadurch

verzögert. In der Zwischenzeit haben die eigens für diese Fragestellung gebauten B-Meson-Fabriken in den USA und Japan ihren Betrieb erfolgreich aufgenommen. Deshalb hat die HERA-B Kollaboration ein Physikprogramm – Untersuchungen von QCD und Charm-Zuständen – für die Zeit 2001–2002 vorgeschlagen, das vom DESY-Direktorium genehmigt wurde.

Auch wenn HERA-B seine hochgesteckten Ziele bisher nicht erreichen konnte, ist es bereits jetzt das leistungsfähigste Vielteilchen-Spektrometer, das jemals für diesen Energiebereich gebaut wurde. Es erlaubt bei weitem

höhere Datenraten und überdeckt einen deutlich größeren Bereich der Zerfallskinematik der produzierten Teilchen als alle bisherigen Fixed-Target Experimente bei CERN und Fermilab. Es darf daher erwartet werden, dass HERA-B auch bei reduzierter Leistungsfähigkeit in der Lage sein wird, interessante Beiträge im Bereich der QCD- und Charm-Physik zu liefern und zu einem tieferen Verständnis der starken Wechselwirkung beizutragen. Zudem wird HERA-B seine Vorreiterrolle bei den Hochraten-Experimenten weiter ausbauen können und wichtige Erkenntnisse für zukünftige Detektor-Generationen liefern.

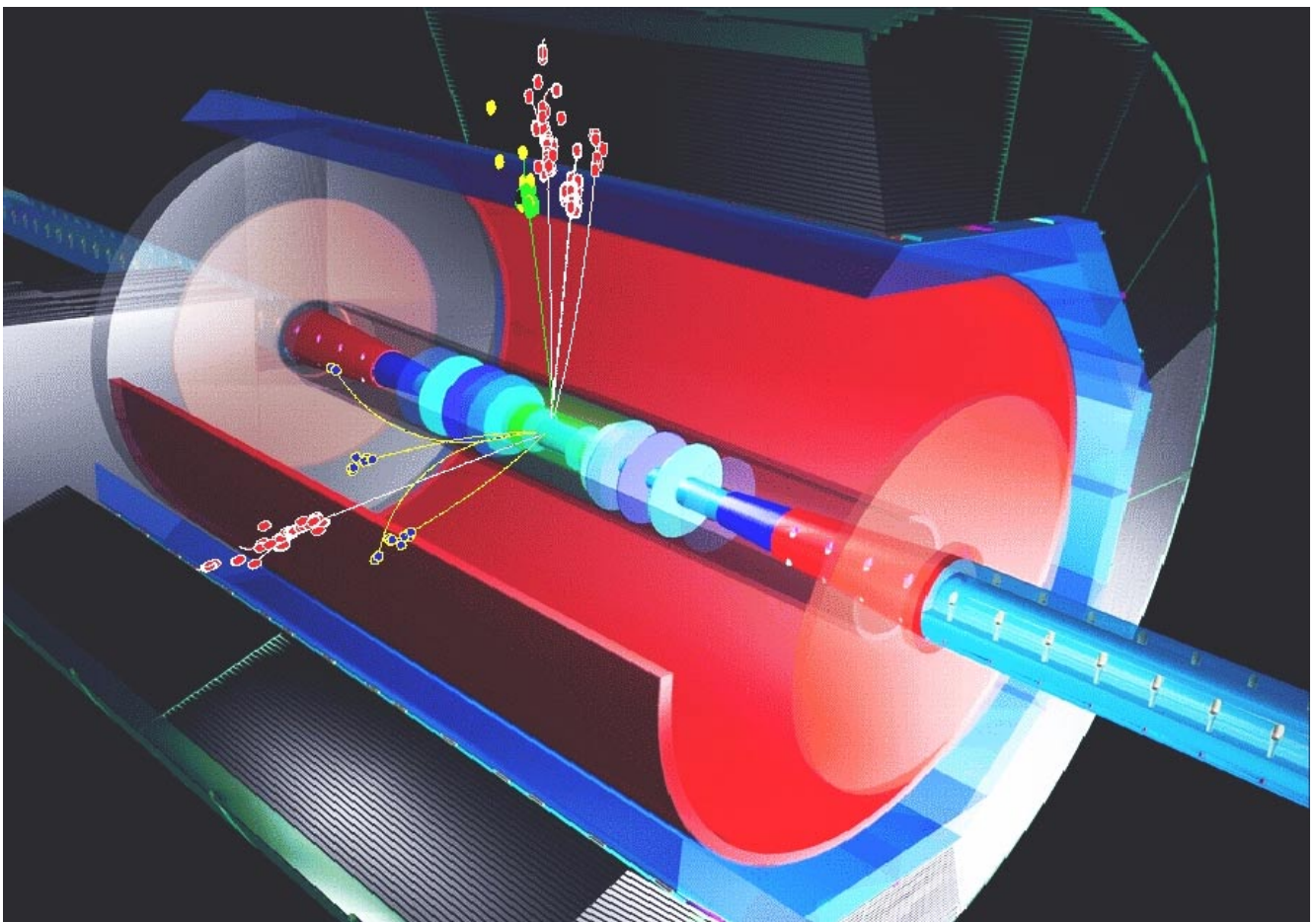


Abbildung 50: Perspektivische Ansicht des TESLA-Detektors mit einem Ereignis im Detektor.

Forschung an Lepton Collidern

Beteiligte Gruppen: Mitglieder und Gäste der Gruppe FLC, sowie im Rahmen der ECFA/DESY Studie Mitarbeiter aus etwa 66 Instituten aus 17 Ländern.

Sprecher: T. Behnke, DESY und R.D. Heuer, Univ. Hamburg

Das Jahr 2000 stand ganz im Zeichen der Vorbereitung des „Technical Design Reports“ für TESLA (TDR), der im März des Jahres 2001 veröffentlicht worden ist. Die Arbeiten hierzu finden seit 1998 im Rahmen der internationalen II. ECFA/DESY Studie statt (ECFA – European Committee for Future Accelerators). In zwei Konferenzen, eine davon am DESY, wurden die Ergebnisse der Arbeitsgruppen vorgestellt und diskutiert.

Im September 2000 nahmen Mitglieder der Gruppe FLC an der internationalen LCWS 2000 Konferenz am Fermilab in den USA teil, auf der Physik und Technik zukünftiger Linearbeschleuniger wie TESLA besprochen wurden.

Im Berichtsjahr sind Forschungs- und Entwicklungsarbeiten für eine Spurkammer und für Kalorimeter bei TESLA intensiv verfolgt worden.

Physik am Linear-Collider TESLA

Das Standard-Modell der Teilchenphysik ist eine außerordentlich erfolgreiche Theorie, die die Elementarteilchen und ihre Wechselwirkungen beschreibt. In den letzten dreißig Jahren sind in diesem Bereich enorme Fortschritte gemacht worden. Quarks und Leptonen als fundamentale Bausteine der Materie konnten etabliert werden, und die Natur der Kräfte konnte auf ein solides theoretisches Fundament gestellt werden. Viele Aspekte der Theorie konnten in einer langen Serie von Experimenten an Lepton- und Hadronbeschleunigern erfolgreich getestet werden.

Die Theorie weist aber nach wie vor entscheidende Lücken auf. So ist es bisher nicht gelungen, zu verstehen, wie die Massen der beobachteten Teilchen zu erklären sind – sowohl die Tatsache an sich, dass sie eine Masse haben, aber auch die sehr großen Unterschiede in der Masse vom leichtesten Quark, dem up-Quark, zum schwersten, dem top-Quark, sind unverstanden.

Obwohl mit der QCD eine Theorie der starken Wechselwirkung etabliert werden konnte, ist es bis heute nicht gelungen, diese mit der Theorie der elektroschwachen Wechselwirkung zu vereinigen. Vielleicht am deutlichsten wird die Unvollkommenheit der Theorie aber dadurch illustriert, dass die Kraft, die in der Natur am sichtbarsten ist, die Gravitation, bisher überhaupt nicht in das Bild hineinzupassen scheint.

Einer der wesentlichen Schritte auf dem Weg zu einem tieferen Verständnis der Natur ist die Entdeckung des Higgs-Teilchens – ein Teilchen, das im Standard-Modell eng mit der Frage der Masse verbunden ist. Bisher konnte das Higgs-Teilchen experimentell nicht nachgewiesen werden, obwohl es interessante erste Hinweise in Daten von Experimenten am LEP-Beschleuniger gibt. Mit hoher Wahrscheinlichkeit wird das Higgs-Teilchen bei einer Masse von weniger als 200 GeV erwartet. Die Beobachtung, aber auch die Nicht-Beobachtung dieses Teilchens wird entscheidende Informationen über das Standard-Modell liefern.

Die präzise Untersuchung der Eigenschaften bekannter Teilchen hat in der Vergangenheit entscheidend zum Verständnis der Physik der Elementarteilchen beigetragen. Eine exakte Untersuchung des top-Quarks und, falls es existiert, des Higgs-Teilchens, wird helfen, in

der Zukunft Informationen über Physik bei sehr hohen Energien zu bekommen, die weit jenseits der Bereiche liegen, die mit Beschleunigern unmittelbar erreicht werden können.

TESLA (TeV-Energy Superconducting Linear Accelerator) wird in der Lage sein, bei der Aufklärung dieser fundamentalen Fragen entscheidend mitzuwirken. Zusammen mit den anderen Beschleunigern der nächsten Generation, wie dem Tevatron-II oder dem LHC, wird TESLA die Frage des Higgs-Teilchens im Standard-Modell beantworten können. Wenn es das Higgs gibt, wird TESLA seine Eigenschaften mit unerreichter Genauigkeit bestimmen können. Selbst wenn – was zu erwarten ist – das Higgs bereits am Tevatron oder am LHC entdeckt worden ist, bevor TESLA erste Daten nimmt, wird es TESLA vorbehalten sein, zu etablieren, dass es sich bei dem Teilchen tatsächlich um das Higgs handelt, und ob es in den Rahmen des Standard-Modells hineinpasst.

Die Entdeckung und genaue Vermessung des Higgs-Teilchens bedeuten allerdings nicht, dass damit alle Fragen der Teilchenphysik geklärt sind. Das Standard-Modell ist auf viel zu viele ad-hoc Annahmen gegründet und lässt zu viele Fragen offen, als dass es eine wirklich fundamentale Theorie sein kann. Sehr grundlegende theoretische Überlegungen liefern die Argumente, dass es eine weiterführende Theorie geben muss. Ein mögliches Konzept ist das der Supersymmetrie. In supersymmetrischen Theorien wird die scheinbar sehr unterschiedliche Behandlung von Fermionen und Bosonen aufgehoben, indem jedem Fermion ein Boson zugeordnet ist und umgekehrt. Solch eine Theorie hat viele sehr attraktive Eigenschaften – experimentell ist sie bisher allerdings nicht bestätigt.

Eine unmittelbare Konsequenz der Supersymmetrie ist es, dass eine große Zahl neuer Teilchen existieren sollte. Unterschiede zwischen verschiedenen supersymmetrischen Theorien spiegeln sich in den Massen dieser Teilchen wider. Sollte es Supersymmetrie geben, wäre es wichtig, möglichst viele dieser Teilchen möglichst genau zu vermessen, um zu verstehen, in welcher Form die Supersymmetrie in der Natur realisiert ist. Die meisten der Theorien sagen viele Teilchen mit Massen unterhalb eines TeV voraus, in einem Bereich also, der mit einer Maschine wie TESLA zugänglich ist. Verglichen mit einem Hadron-Beschleuniger wie dem LHC kann TESLA in einem weiten Para-

meterraum im Wesentlichen alle der vorausgesagten supersymmetrischen Teilchen mit großer Präzision untersuchen, allerdings ist der Bereich sehr hoher Massen, oberhalb etwa 1 TeV, dem direkten Zugriff von TESLA verschlossen.

Supersymmetrie ist eine Theorie, die den Weg zu einer Beschreibung der Gravitation im Rahmen einer Quantentheorie öffnet. Die Entdeckung von Supersymmetrie kann zwar nicht als Garantie dafür gelten, dass die Gravitation damit auch verstanden werden kann, umgekehrt scheinen aber alle bisher untersuchten und erfolgversprechenden Ansätze einer Quantentheorie der Gravitation die Supersymmetrie zu fordern. Die Entdeckung und genaue Vermessung der supersymmetrischen Teilchen kann deshalb ein einmaliges Fenster bieten, Informationen über die Physik, die bei für die Gravitation relevanten Energien von etwa 10^{16} GeV gilt, zu gewinnen. Eventuell ist dies der einzige Weg, da Beschleuniger mit solch hohen Energien nur schwer vorstellbar sind.

Ein zentraler Aspekt der Physik bei TESLA ist die hohe Präzision. Ein tiefes Verständnis der Physik der elementaren Teilchen setzt nicht nur voraus, dass Teilchen gefunden werden, sondern dass ihre Eigenschaften, ihre Wechselwirkungen untereinander und mit anderen Teilchen mit hoher Präzision vermessen werden können. Nur dann kann überprüft werden, wie weit die Beschreibung im Rahmen des Standard-Modells gültig ist, oder ob irgendwann neue Phänomene auftreten, die neue theoretische Ansätze notwendig machen. Elektron-Positron Beschleuniger wie TESLA spielen hier eine sehr zentrale Rolle. Aufgrund des eindeutig definierten Anfangszustandes und der genau definierten Energie der Kollision sind Präzisionsmessungen überhaupt erst möglich. Viele der interessanten Prozesse treten nur sehr selten auf, und nur die fast untergrundfreie Umgebung eines Elektron-Positron Beschleunigers erlaubt einen experimentellen Zugang.

Natürlich kann es sein, dass keine der Vorstellungen, die wir heute haben, in der Natur verwirklicht ist. Vielleicht gibt es kein Higgs, 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 bei möglichst hohen Energien die einzige Möglichkeit sein, zu entscheiden, welches der verschiedenen theoretischen Modelle stimmt.

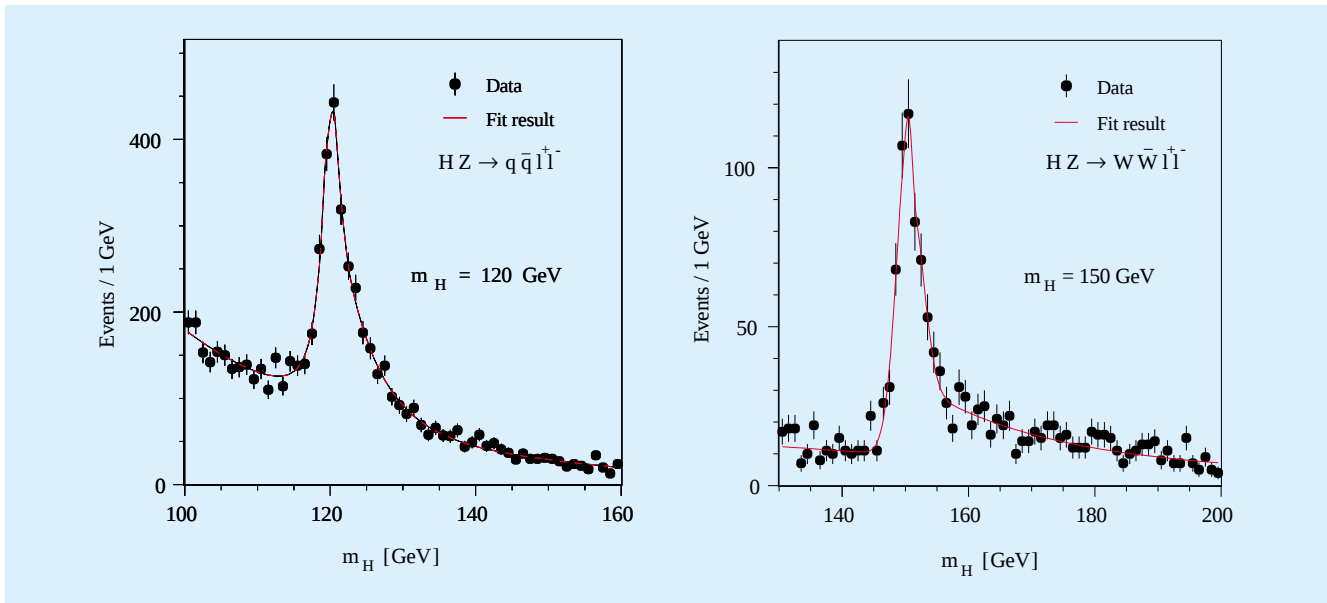


Abbildung 51: Simuliertes Higgs-Signal im Higgs-Strahlungs-Prozess, $e^+e^- \rightarrow H^0 Z^0$.

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

Studien zum Physikpotenzial von TESLA

Die Untersuchungen des Physikpotenzials von TESLA als Elektron-Positron- und Photon-Photon-Collider finden in enger Zusammenarbeit mit Gruppen aus der theoretischen Physik sowie mit zahlreichen deutschen und internationalen Instituten statt (engere Verbindungen bestehen zum Beispiel mit der Ecole Polytechnique, Paris, mit der Universität Lund, der Universität Ottawa und dem ITEP, Moskau). Insbesondere besteht eine enge Verbindung zur Universität Hamburg. Das Projekt TESLA erfreut sich dabei bei Hamburger Studenten einer großen Attraktivität – im Berichtsjahr arbeiteten bis zu 16 Studenten an Studien zu TESLA. Die Gruppe profitiert sehr von der Beteiligung am OPAL-Experiment am LEP-Beschleuniger, wodurch viele der Machbarkeitsstudien für TESLA durch entsprechende Aus-

wertung realer Elektron-Positron-Daten untermauert werden können.

Im Technical Design Report (TDR) werden die physikalischen Fragen der Teilchenphysik bei TESLA in folgende vier Themenkreise gegliedert:

- Higgs-Bosonen,
- Supersymmetrie,
- Alternative Theorien,
- Präzisionsmessungen des Standard-Modells.

Einige wichtige und neuere Studien werden im Folgenden kurz erläutert.

Die Messung der Eigenschaften des Higgs-Bosons ist von fundamentaler Bedeutung zur Erklärung der beobachteten Brechung der elektroschwachen Symmetrie. Diese Eigenschaften sind die Masse, seine Quantenzahlen (Spin und CP), seine totale Zerfallsbreite, die Stärke der Kopplung des Higgs-Bosons an Eichbosonen und Fermionen und seine Selbstkopplung. Diese Eigenschaften lassen sich mit TESLA anhand einer großen Zahl unterschiedlicher Messungen bestimmen. Der große Vorteil von TESLA im Vergleich zu Hadron-Collidern wie dem LHC liegt vor allem im modellunabhängigen Nachweis des Higgs-Bosons (man kann

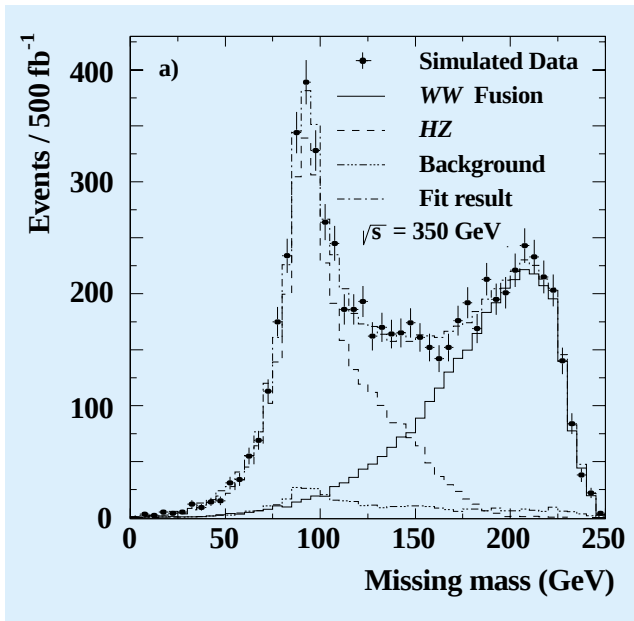


Abbildung 52: Selektion von Higgs-Bosonen aus dem WW-Fusions-Prozess. Das Signal (durchgezogene Linie) wurde für eine Higgs-Masse von 120 GeV errechnet.

es im sogenannten Higgs-Strahlungs-Prozess anhand eines gleichzeitig produzierten Z^0 -Bosons erkennen), und in der hohen Effizienz für praktisch alle möglichen Higgs-Zerfälle. Die Simulation eines Higgs-Boson-Signals im Higgs-Strahlungs-Prozess für zwei unterschiedliche Higgs-Massen ist in Abbildung 51 gezeigt. Aus diesen Verteilungen lässt sich die Higgs-Masse mit einer Präzision von etwa einem halben Promille bestimmen. Aus der beobachteten Rate für diesen Prozess bestimmt man die Kopplung des Higgs-Bosons an das Z^0 mit einer Genauigkeit von etwa zwei Prozent nach ein bis zwei Jahren TESLA-Laufzeit.

Eine neue Studie beschäftigt sich mit dem Prozess der WW-Fusion von Higgs-Bosonen. Bei größeren Higgs-Massen bekommt die Produktion von Higgs-Bosonen in diesem Prozess eine große Bedeutung. Es wurde gezeigt, dass der Wirkungsquerschnitt für diesen Prozess mit hoher Präzision bestimmt werden kann. In Abbildung 52 ist eine Simulation dieses Prozesses gezeigt.

Diese Messung ist für die indirekte Bestimmung der totalen Zerfallsbreite des Higgs-Bosons von Bedeutung und kann darüber hinaus die Extraktion der Higgs-

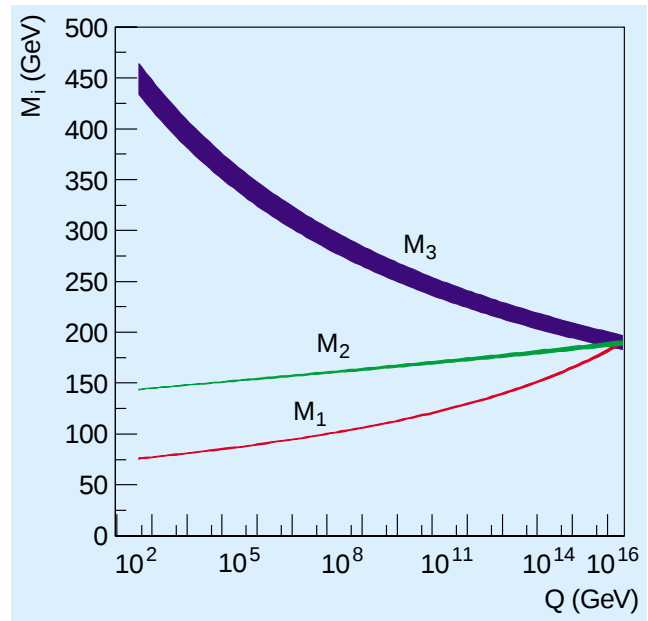


Abbildung 53: Extrapolation der bei TESLA (M_1 , M_2) und dem LHC (M_3) bestimmbaren Massenparameter der supersymmetrischen Partner der Eichbosonen. Die Hypothese einer Vereinheitlichung bei Energien oberhalb von 10^{15} GeV kann getestet werden. M_1 , M_2 und M_3 sind Parameter, die mit den Massen der supersymmetrischen Partner der Eichbosonen verknüpft sind.

Kopplungen aus der Messung von Verzweigungsverhältnissen und anderen Produktionsquerschnitten deutlich verbessern. Mittels einer globalen Anpassung der bei TESLA möglichen Messungen lassen sich alle wesentlichen Kopplungen an Fermionen und Bosonen auf dem Prozentniveau bestimmen. Dieses Gesamtbild stellt einen hochempfindlichen Test des Mechanismus der elektroschwachen Symmetriebrechung dar und erlaubt es, unterschiedliche Realisierungen dieses Mechanismus, zum Beispiel supersymmetrische, zu unterscheiden.

Eine weitere in Hamburg durchgeführte Studie befasst sich mit der Sensitivität auf Verletzung der Teilchen-Anteilchen-Symmetrie (CP) in der Produktion von Higgs-Bosonen. Mithilfe einer empfindlichen Methode ist es möglich, solche CP-verletzenden Beiträge auf dem Prozentniveau zu vermessen bzw. auszuschließen.

Supersymmetrie, eine der am besten motivierten Erweiterungen des Standard-Modells, stellt möglicherweise

den Schlüssel zu einer Vereinheitlichung aller Kräfte bei extrem hohen Energien dar. Nur die präzise Vermessung der Massen und Kopplungen der bei TESLA zugänglichen supersymmetrischen Teilchen erlaubt eine Überprüfung dieser Vereinheitlichungs-Hypothese.

Diese Überprüfung basiert auf der Extrapolation der Messungen bei TESLA und beim LHC über viele Größenordnungen hinweg. Eine solche Extrapolation ist in Abbildung 53 gezeigt. Erst die sehr genaue Bestimmung von Parametern, wie sie mit TESLA möglich ist (die mit M_1 bzw. M_2 bezeichneten Kurven in Abb. 53), erlaubt es, eine Aussage über die Gültigkeit spezifischer Modelle zu machen. Dies zeigt, wie durch die in Elektron-Positron-Kollisionen erreichbare Präzision ein Fenster für Physik weit oberhalb der tatsächlich verfügbaren Energie geöffnet wird.

Eine grundlegende Vorhersage des Standard-Modells ist die Selbstwechselwirkung der schweren Eichbosonen $W^\pm$ und Z^0 . Diese Kopplungen können bei TESLA mit hoher Genauigkeit gemessen werden. Insbesondere wird durch die große Anzahl von Ereignissen und durch die Möglichkeit, die Elektronen- bzw. Positronenstrahlen zu polarisieren, eine simultane Untersuchung aller Parameter zur Beschreibung anomaler Kopplungen möglich. Die Sensitivität liegt im Subpromille-Bereich und ist damit deutlich größer als beim LHC. Anomale Kopplungen sind Beispiele für sehr empfindliche Observablen, mit deren Hilfe nach Physik jenseits des Standard-Modells in Massenbereichen gesucht werden kann, die weit über die am Beschleuniger direkt erreichbaren Energien hinausgehen.

Die genaue Untersuchung des schwersten bekannten Quarks, des top-Quarks, das bei Schwerpunktsenergien oberhalb von etwa 350 GeV paarweise produziert werden kann, stellt einen weiteren wichtigen Bereich dar, der mit TESLA erschlossen werden kann. Die Studien haben gezeigt, dass sich die top-Masse auf 100 MeV genau durch Messung des Wirkungsquerschnitts nahe der Produktionsschwelle bestimmen lässt (Abb. 54). Des Weiteren lassen sich aus der Messung der Zerfallswinkelverteilungen des top-Quarks sein elektrisches und magnetisches Dipolmoment sowie mögliche CP-verletzende Effekte untersuchen. Damit wird das top-Quark zu dem am genauesten vermessenen Quark. Damit wird es eine entscheidende Rolle in der Überprüfung der Konsistenz des Standard-

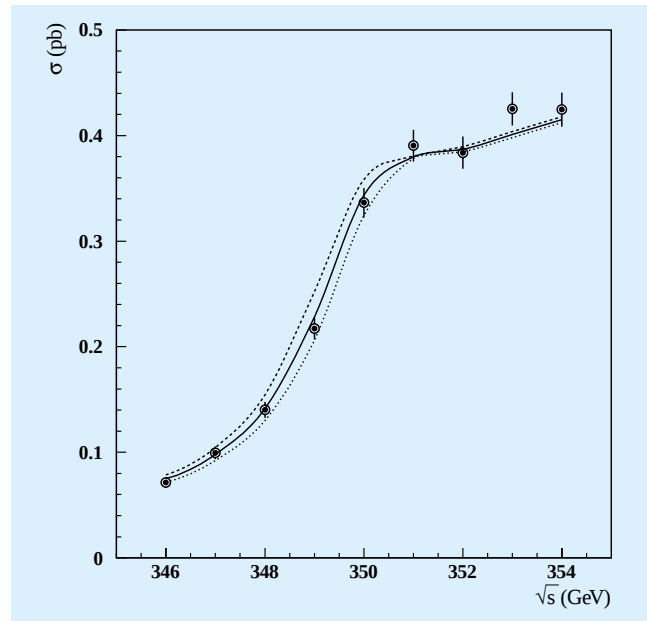


Abbildung 54: Simulation der Bestimmung der Masse des top-Quarks aus dem Schwellenverhalten des Wirkungsquerschnitts für top-Paarproduktion.

Modells und in der Suche nach Abweichungen vom Standard-Modell spielen.

Zwei weitere Optionen für den TESLA Beschleuniger wurden im Berichtsjahr untersucht:

- Giga-Z: der Betrieb von TESLA auf der Z-Resonanz mit einer Produktionsrate von 10^9 Z-Bosonen in 50–100 Tagen, etwa der 1000-fachen des LEP-Beschleunigers.
- $\gamma\gamma$ -Option: der Betrieb von TESLA als Photon-Photon-Collider durch Compton Streuung von Laserlicht am Elektronen-Strahl.

Mit Giga-Z lassen sich viele der LEP-Präzisionsmessungen deutlich verbessern. Insbesondere in einer Situation, in der bei hoher Energie „nur“ ein Higgs-Boson und keine weiteren Teilchen beobachtet werden, erlaubt eine verbesserte Messung des elektroschwachen Mischungswinkels bei Giga-Z in Verbindung mit einer verbesserten Messung der Massen von W-Boson und top-Quark eine indirekte Vorhersage der Higgs-Masse mit 5% Präzision. Diese kann dann mit der direkten Messung bei hoher Energie konfrontiert werden. Abweichungen der beiden Massenbestimmungen wären richtungsweisend für jegliche Art neuer Physik.

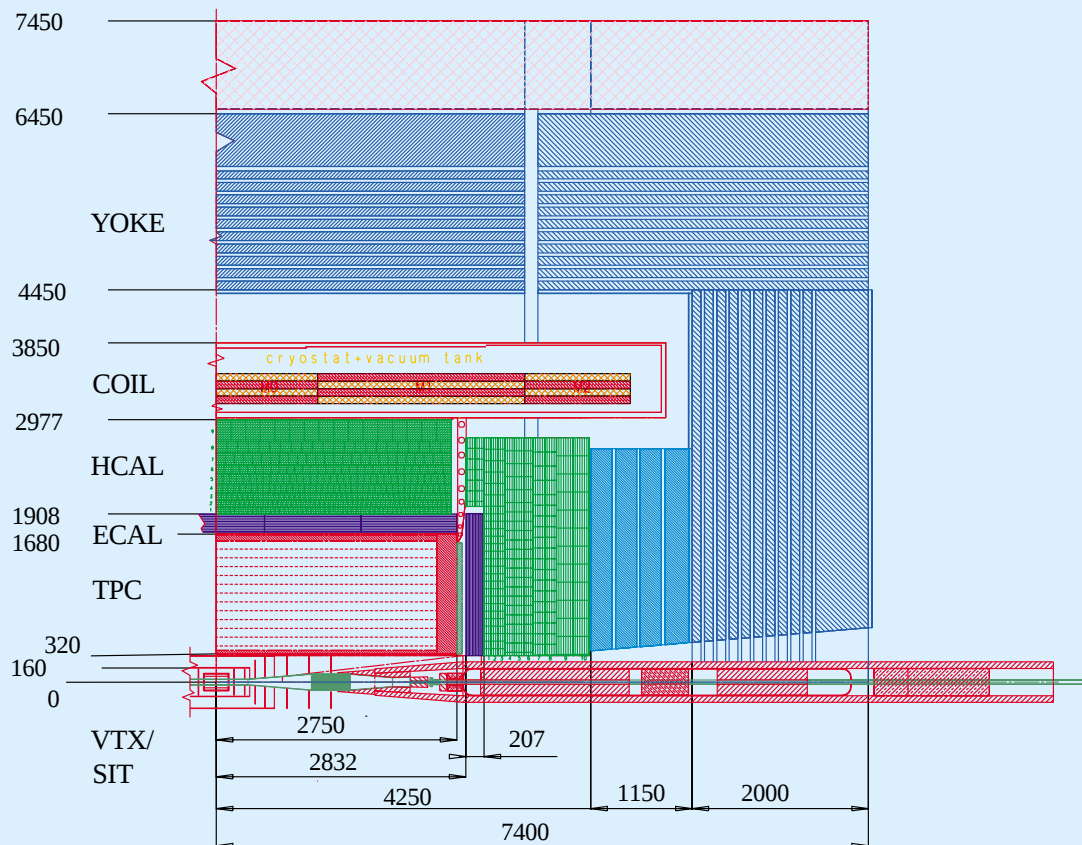


Abbildung 55: Ansicht eines Viertels eines Detektors für TESLA.

Der Untersuchung der $\gamma\gamma$ -Option war der „International Workshop on High Energy Photon Colliders“ gewidmet, der im Juni 2000 am DESY stattfand. Das Physikpotenzial dieser Option ist ebenfalls im TDR dargestellt. Ein Vorteil gegenüber Elektron-Positron-Kollisionen besteht in der Möglichkeit, Higgs-Bosonen resonant zu erzeugen. Dies ermöglicht die Bestimmung der effektiven Higgs-Photon-Kopplung mit deutlich größerer Präzision als in Elektron-Positron-Kollisionen. Darüber hinaus ist die Produktion schwerer supersymmetrischer Higgs-Bosonen bis zu Massen dicht an der Schwerpunktsenergie des Beschleunigers möglich.

Mit der rechtzeitigen Fertigstellung der Studien für den TESLA TDR zum März 2001 wurde die physikalische Motivation von TESLA als nächstes großes In-

strument zur Erforschung der Mikrophysik umfassend dokumentiert.

Detektorstudien

TESLA stellt ganz besondere Anforderungen an einen Detektor für die Teilchenphysik, die sich deutlich von denen für einen Detektor an einer Hadron-Maschine, wie zum Beispiel dem LHC oder auch HERA, unterscheiden. An einer Lepton-Maschine ist der Anteil von Untergrund-Ereignissen deutlich geringer, und die Ereignisse haben eine einfachere Struktur. Beides zusammen ermöglicht es, erheblich mehr Informationen aus den einzelnen Ereignissen zu extrahieren und alle physikalisch interessanten Ereignisse aufzuzeichnen.

Technisch heißt das, dass ein Detektor daraufhin optimiert werden muss, die physikalischen Ereignisse präzise zu vermessen, weniger daraufhin, den Untergrund zu verstehen und zu tolerieren.

Das Detektorkonzept, das für TESLA gewählt wurde, ist das eines „großen Detektors“, in dem die Rekonstruktion der Spuren in einem großen Volumen stattfindet, und damit der gesamte Detektor entsprechend große Ausmaße bekommt. Außerhalb der Spurkammersysteme sind Kalorimeter mit sehr guter Ortsauflösung angeordnet. Sowohl die Spurkammersysteme als auch die Kalorimeter befinden sich in einem magnetischen Feld von 4 T. Außerhalb der Spule, die als supraleitende Spule ausgeführt ist, schließt ein Eisenjoch den magnetischen Fluss. Es ist mit mehreren Lagen von Detektoren für Myonen ausgestattet. Spezielle Detektorelemente sorgen dafür, dass der Nachweis von Teilchen bis hin zu sehr kleinen Winkeln zum Strahl möglich ist. Ein Querschnitt durch den Detektor ist in Abbildung 55 gezeigt.

Beim LHC spielt die Strahlenhärte der verschiedenen Detektorkomponenten eine sehr wichtige Rolle, die manchmal sogar entscheidend für die Wahl der Technologie ist. Dies ist bei TESLA nicht der Fall. Untergrund und damit Strahlenbelastungen sind relativ gering und stellen in der Regel kein wesentliches Problem dar.

Die Detektorarbeiten, die unter Beteiligung des DESY stattgefunden haben, berühren im Wesentlichen alle Detektorteile innerhalb der Spule: Spurdetektoren, Kalorimeter und Instrumentierung in der Vorwärtsrichtung.

Der zentrale Spurdetektor

Der zentrale Spurdetektor bei TESLA hat zwei wesentliche Komponenten: eine großvolumige „Time Projection Chamber“ (TPC) und ein System hochpräziser Silizium-Detektoren innerhalb der TPC bis unmittelbar an den Wechselwirkungspunkt. Aufgabe der Spurkammern ist es, Spuren geladener Teilchen mit hoher Präzision zu vermessen, die Zerfallsvertices langlebiger Teilchen zu rekonstruieren und einen Beitrag zur Teilchenidentifikation mittels der Messung des spezifischen Energieverlustes, dE/dx , zu leisten. Neben der Auflösung ist ein weiteres wichtiges Design-Kriterium, dass das gesamte System an Spurkammern aus möglichst wenig Material bestehen sollte, so dass die zu

vermessenden Teilchen wenig durch Wechselwirkung mit dem Material beeinflusst werden. Der volumenmäßig größte Teildetektor des inneren Spurdetektorsystems ist die TPC. Sie hat einen inneren Radius von 32 cm, einen äußeren Radius von 162 cm und eine Länge von etwa 5 m. Entlang einer Spur werden bis zu 200 Spurpunkte aufgezeichnet. Eine der wesentlichen neuen Entwicklungen für eine TPC bei TESLA ist die Art der Auslese. Bisher sind dort Drahtkammern zum Einsatz gelangt, in denen die im TPC-Volumen erzeugte Ladung verstärkt und dann mittels hinter den Drähten angeordneten Elektroden („Pads“) nachgewiesen wird. In den letzten Jahren hat die Entwicklung leistungsfähiger Gas-Mikrodetektoren andere Optionen ermöglicht. In Hamburg wird untersucht, ob GEM- („Gas Electron Multiplier“) -Folien für eine TPC-Auslese geeignet sind. GEMs versprechen, eine Endplatte bauen zu können, die eine bessere Auflösung ermöglicht bei gleichzeitig geringeren systematischen Effekten durch Feldverzerrungen und weniger Material. Eine Test-TPC mit GEM-Auslese ist in Hamburg aufgebaut worden und wird seit etwa einem Jahr stabil betrieben.

In Abbildung 56 ist der Zusammenhang zwischen der angelegten Verstärkungsspannung und der Gasverstärkung zu sehen. Die Sättigung bei hohen Spannungen

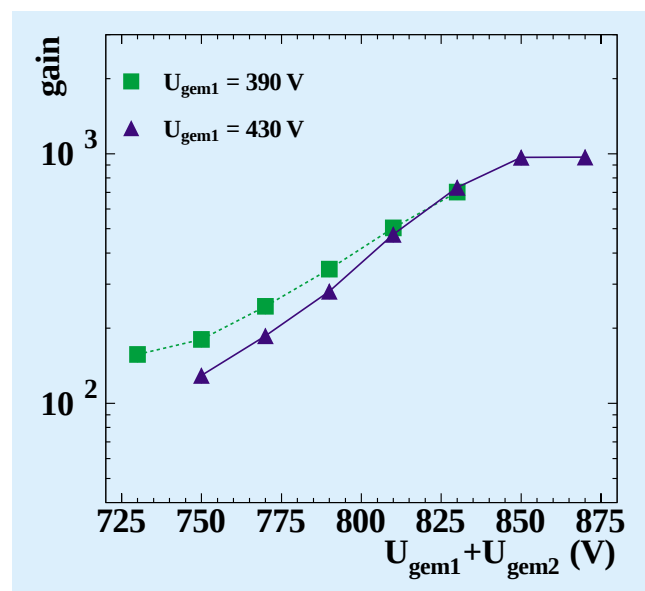


Abbildung 56: Abhängigkeit der Gasverstärkung in einer 2-fach GEM Struktur von den angelegten Spannungen.

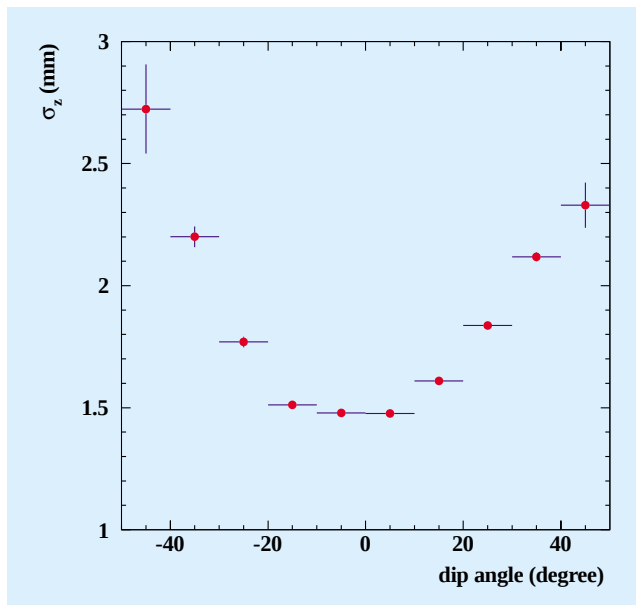


Abbildung 57: Gemessene z -Auflösung in der TPC als Funktion des Winkels zwischen Spur und Elektron-Driftrichtung.

ist ein Ergebnis der Ausleseelektronik. Eine Verstärkung von etwa 1000 ist erreicht worden, ausreichend für einen stabilen Betrieb der Kammer. Für einen Betrieb in einem realistischen Experiment ist eine etwas höhere Verstärkung angestrebt.

Die Ortsauflösung entlang der Elektron-Driftrichtung (z) in der TPC wurde mit kosmischen Myonen bestimmt. Sie ist in Abbildung 57 gezeigt, als Funktion des Winkels zwischen der Spur und der Elektron-Driftrichtung. Der Wert von etwa 1.5 mm bei senkrechtem Einfall ist mit den theoretischen Erwartungen aufgrund der Diffusion der Elektronen im Gas und der Zeitaufklärung der Elektronik in Übereinstimmung.

Ein interessantes technisches Problem ist es, wie die intrinsisch hohe Granularität der GEM-Folien genutzt werden kann, ohne dass die Zahl der Auslesekanäle extrem groß wird. Simulationsrechnungen haben gezeigt, dass eine Möglichkeit der Einsatz komplizierterer Auslesegeometrien ist, in denen Pads in einer Art und Weise angeordnet und geformt sind, dass die Verteilung von Ladung auf verschiedene Pads optimiert wird. In Simulationen konnte damit eine Punktauflösung von 100 bis 150 μm erreicht werden, fast unabhängig von der Drift-

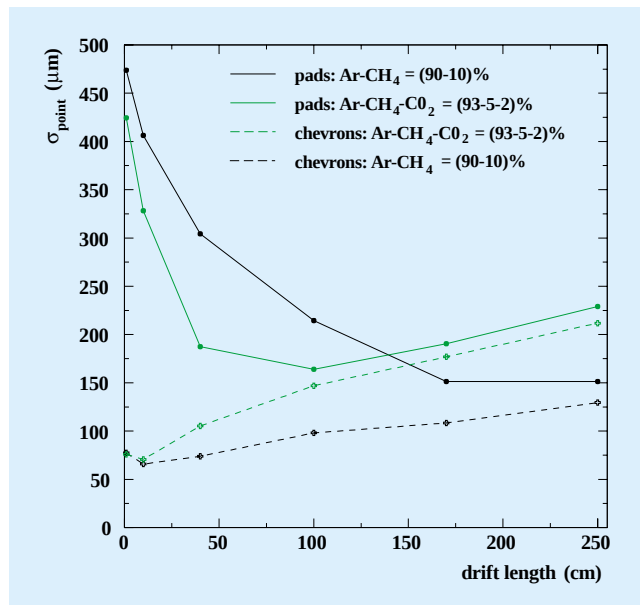


Abbildung 58: Simulierte r - ϕ Auflösung in einer GEM-TPC, für normale rechteckige Ausleseelektroden („Pads“), und für eine kompliziertere Elektrodengeometrie („Chevron Pads“). Die Anzahl der Kanäle ist für beide Geometrien gleich.

strecke. Dieses Konzept soll in den nächsten Monaten experimentell überprüft werden (Abb. 58).

Für den TDR ist ein erstes technisches Design entwickelt worden, wie eine TPC mit GEM-Auslese realisiert werden kann. Die Grundeinheit dabei ist ein sogenannter „GEM Tower“, in dem zwei GEMs zur Gasverstärkung und eine GEM zur Unterdrückung des Ionenrückflusses kombiniert sind. Ein GEM Tower erreicht eine Höhe von etwa 2 cm. Die gesamte Endplatte soll aus etwa 40 solcher Türme aufgebaut werden. Am DESY wird zur Zeit ein erster Prototyp eines solchen GEM Towers gebaut, der dann in der Test-TPC betrieben werden soll.

Erhebliche Anstrengungen wurden im Jahr 2000 unternommen, um eine realistische Rekonstruktion von Ereignissen im vorgeschlagenen Spurdetektorsystem zu ermöglichen. Dies ist wichtig, um die Leistungsfähigkeit des Detektors zu demonstrieren und um zu zeigen, ob das Design den sehr hohen Anforderungen der physikalischen Analysen gerecht wird. In Abbildung 59 ist die erreichte Effizienz gezeigt, mit der Spuren im ge-

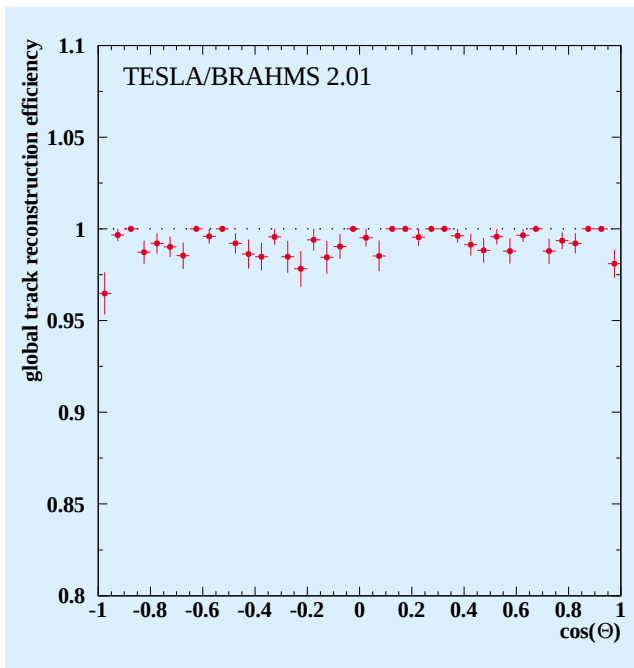


Abbildung 59: Simulierte Spurrekonstruktionseffizienz im zentralen Spurkammersystem des TESLA-Detektors, als Funktion des Winkels zwischen Spur und Strahlachse.

samen System gefunden und rekonstruiert werden können. Eine mittlere Rekonstruktionseffizienz von über 99% wurde in hadronischen Z-Zerfällen erreicht.

Die Kalorimeter

Für viele der Messungen, die bei TESLA gemacht werden sollen, werden komplexe hadronische Endzustände vorausgesagt. Häufig werden diese in mehrstufigen Kaskadenzerfällen entstehen. Um neue Physik zu erkennen, müssen deren Signaturen von denen typischer Standard-Modell Prozesse wie $t \rightarrow Wb$, $W \rightarrow q\bar{q}'$ oder $Z \rightarrow q\bar{q}$ unterschieden werden. Um diese Aufgabe erfüllen zu können, ist es notwendig, die Impulse der Jets bzw. der Partonen genau zu vermessen. Dazu braucht man Kalorimeter mit den folgenden Eigenschaften:

- Hervorragende Energieauflösung für Jets,
- sehr gute Hermetizität bis hin zu kleinsten Polarwinkeln,
- hervorragende Winkelauflösung,

- die Fähigkeit, die Photonenrichtung genau zu rekonstruieren,
- gute Zeitauflösung, um zu verhindern, dass sich mehrere Ereignisse im Kalorimeter überlagern.

Bei LEP und SLC wurde gezeigt, dass die Messung des so genannten „Energy Flow“ ein wesentliches Werkzeug in der Rekonstruktion von Ereignissen darstellt. „Energy Flow“ heißt, dass die Energie und die Richtung des Energieflusses im Ereignis präzise durch eine Kombination von Spurkammern und Kalorimetern gemessen werden. Die Spurkammern und die Kalorimeter messen die Energie der geladenen Teilchen, die Kalorimeter die der neutralen Teilchen. Entscheidend dabei ist die Fähigkeit des Systems, einzelne Teilchen zu vermessen. Das bedeutet, dass die normalerweise für ein Kalorimeter zitierte Energieauflösung, die eine Eigenschaft für viele Teilchen beschreibt, weniger wichtig ist als die Granularität und das Verhalten bei einzelnen Teilchen.

Ein Konzept, das diesen Anforderungen am nächsten kommt, ist das eines „sampling“ Kalorimeters mit hoher transversaler (das heißt senkrecht zur Ausbreitungsrichtung des Schauers) und longitudinaler Segmentierung, dessen Absorberplatten aus einem dichten Medium, wie zum Beispiel Wolfram, hergestellt sind.

Für TESLA ist deshalb ein Kalorimeter vorgeschlagen worden, das eine sehr hohe transversale und longitudinale Segmentierung aufweist, und in dem sowohl das elektromagnetische als auch das hadronische Kalorimeter innerhalb der Spule angeordnet sind.

Die Zellgröße im elektromagnetischen Kalorimeter soll in transversaler Richtung etwa $1 \times 1 \text{ cm}^2$ sein, longitudinal sind 40 Lagen geplant, bei einer Tiefe des Gerätes von 24 Strahlungslängen. Die Absorberplatten sind aus Wolfram hergestellt, die Sensoren sind dünne Silizium-Detektoren.

Das hadronische Kalorimeter hat naturgemäß eine etwas größere Segmentierung. Die Zellen beginnen am inneren Radius mit einer Größe von $5 \times 5 \text{ cm}^2$ und wachsen bis auf etwa $20 \times 20 \text{ cm}^2$ am äußeren Radius. Aus Kostengründen scheidet Wolfram als Absorber für dieses Kalorimeter aus, statt dessen ist Stahl vorgesehen. Die Signale werden mit Szintillatoren gemessen, die mittels Wellenlängenschiebern und langer klarer Glas-

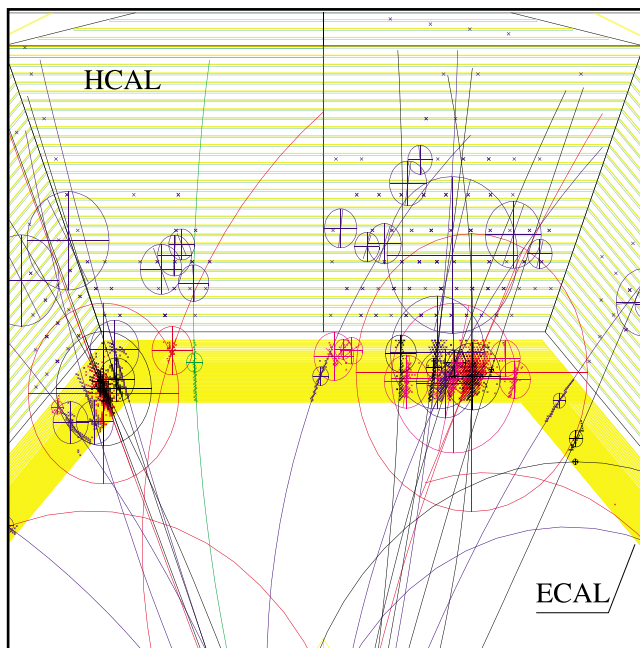


Abbildung 60: Ausschnitt aus einem hadronischen Ereignis, rekonstruiert im Kalorimeter. Ein Modul des Kalorimeters (1/8 des Umfanges) mit elektromagnetischem (ECAL) und hadronischem (HCAL) Teil ist sichtbar, der Wechselwirkungspunkt liegt unterhalb des Bildes. Die Punkte sind simulierte Signale in den Sensoren. Die Kreise geben die Position der rekonstruierten „cluster“ an, die Spuren die Ergebnisse der Rekonstruktion der Impulse der Teilchen, die die „cluster“ erzeugt haben. Nur kalorimetrische Information wurde verwendet.

fibern ausgelesen werden. In longitudinaler Richtung sind neun Ausleseebenen vorgesehen. Ein simuliertes Ereignis im Kalorimeter ist in Abbildung 60 gezeigt.

Ziel ist es, ein Kalorimeter mit einer Auflösung für den Energy Flow von $30\%/\sqrt{E}$ zu bauen. Bei den LEP-Experimenten, die das Konzept der Energy Flow Analyse intensiv angewendet haben, konnte eine Auflösung von etwa $60\%/\sqrt{E}$ erreicht werden.

In Rahmen der ECFA/DESY Studie sind intensive Studien zu einem solchen Kalorimeter begonnen worden. Gruppen aus Frankreich haben eine führende Rolle beim elektromagnetischen Kalorimeter übernommen, Gruppen vom DESY und aus Russland studieren das hadronische Kalorimeter. Auf die mechanischen und elek-

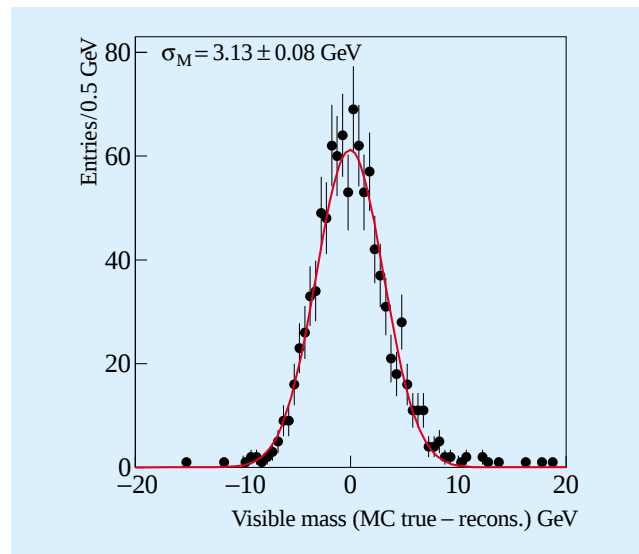


Abbildung 61: Massenverteilung für das Z-Boson, rekonstruiert in hadronischen Zerfällen.

trischen Probleme bei der Konstruktion eines solchen Gerätes soll hier nicht näher eingegangen werden.

Eine besondere Herausforderung ist es, ein möglichst hermetisches Kalorimeter zu bauen. Das bisher beschriebene Kalorimeter deckt den Bereich bis zu etwa 5° zur Strahlachse ab. Bei kleineren Winkeln steigt der Untergrund sehr schnell an. Zwei spezialisierte Kalorimeter sind in diesem Bereich vorgesehen.

Der sogenannte „Low Angle Tagger“ deckt den Bereich bis etwa 1.5° durch ein hoch-segmentiertes Silizium-Wolfram Kalorimeter ab. Dieses Kalorimeter ist in ein System von Wolfram-Masken integriert, die verhindern sollen, dass Untergrund, der von der Maschine erzeugt wird, in den Detektor gelangt.

Bei noch kleineren Winkeln ist ein Luminositäts-Monitor vorgesehen. Hier wird untersucht, ob Standard-Technologien dem Strahlenuntergrund standhalten, oder ob alternative Methoden verwendet werden müssen. In Hamburg wird der Einsatz von künstlichem Diamant als aktivem Medium im Gerät untersucht. Diamant zeichnet sich durch eine extreme Strahlenhärte aus, ist aber technisch schwerer zu beherrschen als Silizium und ist im Moment zumindest auch noch erheblich teurer. Ziel der Arbeiten ist es, zu untersuchen, ob Diamant den Anforderungen genügt, und die technischen Pro-

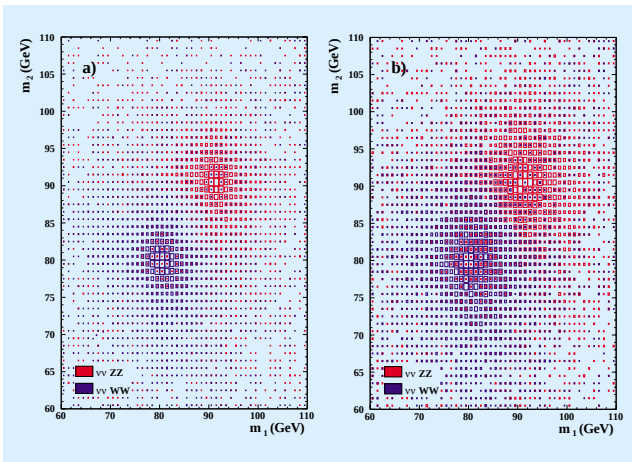


Abbildung 62: Rekonstruierte Masse für Ereignisse des Typs $e^+e^- \rightarrow \nu\bar{\nu}WW$ und $e^+e^- \rightarrow \nu\bar{\nu}ZZ$, für eine Energy Flow Auflösung von a) $30\%/\sqrt{E}$, b) $60\%/\sqrt{E}$.

bleme im Zusammenhang mit der Konstruktion eines Kalorimeters mit Diamant-Auslese zu lösen.

Für einen vollständigen Entwurf sind umfangreiche Studien über das erwartete Verhalten des Kalorimeters notwendig. Dazu müssen die einzelnen Parameter in Simulationen optimiert werden. Erhebliche Arbeit ist deshalb in die Entwicklung geeigneter Simulations- und Analyse-Algorithmen geflossen. Institute aus Frankreich, aus den Niederlanden, aus Russland und vom DESY und von der Universität Hamburg waren an diesen Arbeiten beteiligt. In Abbildung 60 ist ein simuliertes Ereignis im Kalorimeter gezeigt. Die große Anzahl der Teilchen, die Dichte der einzelnen Schauer und der Überlapp zwischen benachbarten Schauern sind deutlich sichtbar. In dem Bild sind ebenfalls die Ergebnisse der Rekonstruktion gezeigt. Die Spuren entsprechen einzelnen Teilchen, die nur mit dem Kalorimeter rekonstruiert wurden, die Krümmung der Spuren ist ein Maß für ihren Impuls, gemessen nur mit dem Kalorimeter. Deutlich sichtbar ist, wie die hohe Granularität hilft, einzelne Spuren zu separieren, und den Einfluss durch überlappende Schauer klein zu halten.

Die Ergebnisse einer umfassenden Simulation des Kalorimeters sind noch nicht endgültig verfügbar. Erste Ergebnisse sind allerdings sehr ermutigend. In Abbildung 61 ist die Massenauflösung für Z-Zerfälle

gezeigt, wenn die Z Bosonen rein hadronisch zerfallen. Die gemessene Breite ist 3.1 GeV , in Übereinstimmung mit der Erwartung für eine Energy Flow Auflösung von $30\%/\sqrt{E}$. Der Einfluss auf physikalische Analysen ist in Abbildung 62 gezeigt. Untersucht wird hier, wie Ereignisse vom Typ $\nu\bar{\nu}WW$ von Ereignissen des Typs $\nu\bar{\nu}ZZ$ getrennt werden können. In der rechten Abbildung ist die Situation für eine Energy Flow Auflösung von $60\%/\sqrt{E}$ gezeigt, links für die angestrebten $30\%/\sqrt{E}$. Die Separation ist deutlich verbessert.

In den nächsten Monaten werden die Arbeiten zur Entwicklung einer kompletten Rekonstruktions-Software im Kalorimeter weiter fortgesetzt werden. Darüber hinaus ist eine Reihe von Entwicklungsarbeiten geplant, um die Realisierbarkeit des vorgestellten Konzeptes im Detail zu demonstrieren.

Zusammenfassung

Die ECFA/DESY Studie und die Anfertigung des TDR haben zu einer sehr dynamischen Entwicklung der Studien des physikalischen Potenzials und der technischen Realisation eines Experiments bei TESLA geführt. Wesentliche Fortschritte konnten im Verständnis der Physik gemacht werden, wobei die einmaligen Forschungsmöglichkeiten bei TESLA und ihre Komplementarität zu den Forschungen beim LHC klar herausgearbeitet wurden. Die Realisierung der physikalischen Ziele stellt hohe Anforderungen an einen Detektor. Simulationsarbeiten sind bereits weit fortgeschritten, und Forschungs- und Entwicklungsarbeiten haben begonnen. Die Arbeiten sind umfassend im TDR dokumentiert worden und bilden den Ausgangspunkt für zukünftige Entwicklungen.

Eine große Zahl von Gruppen aus vielen Ländern auch außerhalb Europas hat an der Fertigstellung der Arbeiten mitgewirkt. Die große Bandbreite und die grundlegende Natur der Physik, die bei TESLA erforscht werden kann, kombiniert mit den vielen unterschiedlichen Forschungs- und Entwicklungsaktivitäten, bilden den wesentlichen Anreiz, der die Attraktivität dieses Projektes erklärt.

H1 preliminary

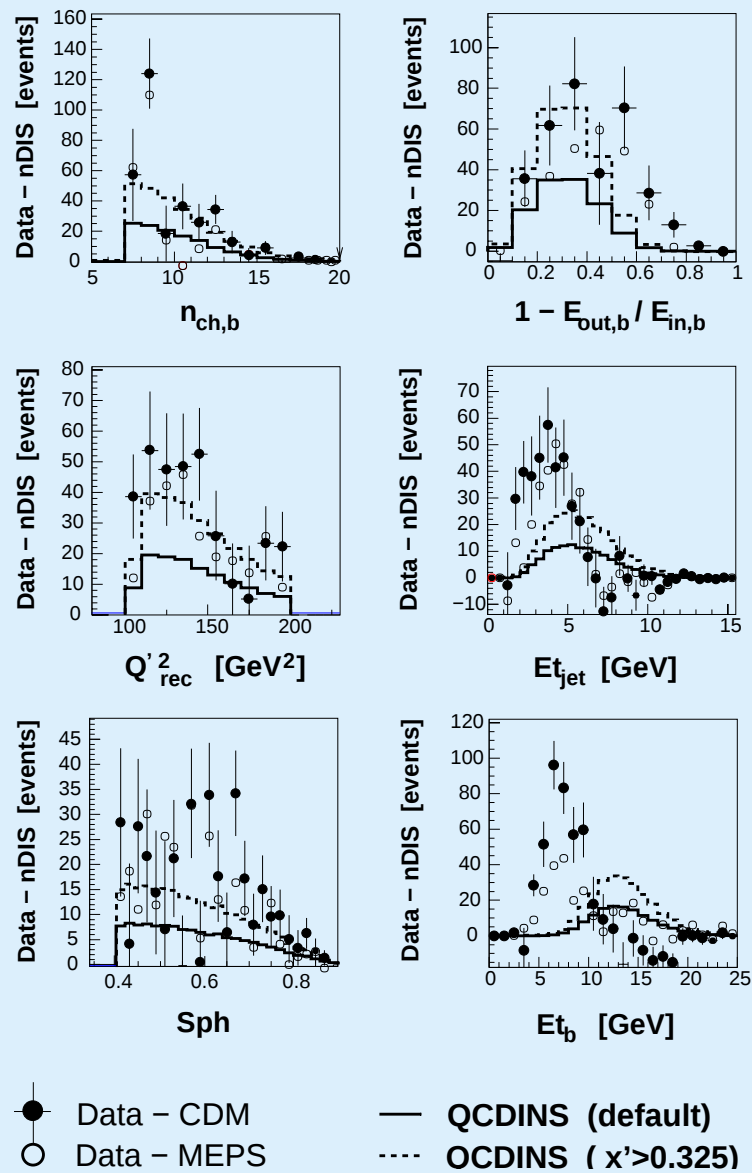


Abbildung 63: Beobachteter und theoretisch vorausgesagter Überschuss von Ereignissen mit „Instanton-Charakteristik“.

Theoretische Physik

Sprecher: P. M. Zerwas

Die DESY Theorie-Gruppe und das II. Institut für Theoretische Physik haben sich auf folgende Schwerpunkte konzentriert:

- **Quantenchromodynamik in Analysen bei HERA and anderen Beschleunigern, sowie im starken Wechselwirkungsbereich auf dem Gitter;**
- **Flavour-Physik bei B-Mesonen;**
- **Zusammenhang von Neutrino-Physik mit Kosmologie;**
- **Higgs-Mechanismus und Supersymmetrie am e^+e^- Linear-Collider TESLA.**

Supersymmetrische Elemente wurden darüber hinaus in der Kosmologie untersucht und Fragen der Supersymmetrie-Brechung auf dem Gitter analysiert.

Problemstellungen verbunden mit der Gravitation wurden im Rahmen von Quantenfeldtheorien in gekrümmter kontinuierlicher und nicht-kommutativer Raum-Zeit behandelt.

In enger Zusammenarbeit mit experimentellen Gruppen wurden die physikalischen Grundlagen für den im Design-Stadium befindlichen e^+e^- Linear-Collider TESLA erarbeitet und im Technical Design Report zusammenfassend dargestellt.

Quantenchromodynamik

Instanton-induzierte Prozesse

Als nicht-störungstheoretische Fluktuationen der Gluon-Felder, mit einer typischen Ausdehnung von etwa 0.5 fm, stellen Instantonen einen grundlegenden Aspekt der QCD dar. Vor etwa 25 Jahren wurden sie von Belavin et al. theoretisch gefunden und von 't Hooft erstmalig untersucht. Trotz überzeugender theoreti-

scher Hinweise auf ihre Existenz steht ein direkter experimenteller Nachweis bis heute aus.

Vor einigen Jahren wurde jedoch in der Theoriegruppe realisiert [DESY 00-89], dass die tiefunelastische Streuung bei HERA eine einzigartige Möglichkeit bietet, harte, durch QCD-Instantonen induzierte Tunnelprozesse zu entdecken, die mit einer Verletzung der Quark-„Händigkeit“ einhergehen und daher in der störungstheoretischen QCD verboten sind. Von besonderer Bedeutung ist hierbei, dass die Rate im messbaren Bereich sowie die charakteristische Endzustands-Signatur theoretisch vorhergesagt werden konnten [DESY 99-180, 00-089].

Sehr interessante, aber noch nicht schlüssige (vorläufige) Ergebnisse einer ersten, auf die Instanton-Suche spezialisierten H1-Analyse tiefunelastischer Daten wurden kürzlich auf internationalen Konferenzen vorgestellt. Die Suchstrategie folgte weitgehend einem mit Experimentalphysikern gemeinsam entwickelten Verfahren [DESY 99-067].

In einem Bereich eines geeigneten Satzes von Messgrößen, in dem gemäß Monte Carlo-Information das Trennvermögen zwischen üblichen tiefunelastischen Prozessen ($nDIS = CDM, MEPS$) und Instanton-Ereignissen (QCDINS) optimal ist, wurde tatsächlich ein statistisch signifikanter Überschuss gefunden (Abb. 63). Allerdings gestatten die Unsicherheiten der Modellierung dieses wenig erforschten Phasenraumreiches noch keine weitergehenden Aussagen.

Insgesamt ergab sich eine überraschend gute Übereinstimmung der beobachteten Überschüsse in vier der sechs betrachteten charakteristischen Verteilungen mit den Monte Carlo Vorhersagen (QCDINS [DESY 99-180]) für Instanton-Ereignisse (Abb. 63).

Die verbleibenden Diskrepanzen in der Transversalenergie des „current“-Jets ($E_{t_{jet}}$) und des Instanton-

„Feuerballs“ (E_b) verringern sich stark [DESY 00-172], wenn auch in den Daten die theoretisch benötigten Selektionsschnitte angebracht werden. Dementsprechend sollten die Instanton-Effekte im Vergleich zur Referenz-Voraussage (durchgezogene Linie) gemäß den gepunkteten Linien in Abbildung 63 verlaufen.

Diffraktion

Zur Untersuchung der bei HERA beobachteten diffraktiven Endzustände in der tiefunelastischen Elektron-Proton Streuung hat sich, im Ruhesystem des Protons, das Konzept der Photonwellenfunktion als sehr nützlich erwiesen: in führender Ordnung wurden erstmals die Quarkmassen in der Nicht-Vorwärtsrichtung berücksichtigt [DESY 99-164], und erste nichtführende Korrekturen wurden in [DESY 00-132] berechnet. Die Quark-Antiquark-Gluon-Komponente der Wellenfunktion wurde berechnet und auf die diffraktive Charm-Produktion angewandt [hep-ph/0010300]. Das Modell „weicher Farbwechselwirkungen“ wurde weiterentwickelt und verglichen mit HERA Daten sowie Daten von Proton-Antiproton Kollisionen am Tevatron (USA). Eine QCD-Analyse von diffraktiven Strukturfunktionen aus H1 und ZEUS Daten wurde in [hep-ph/0010015] durchgeführt. In [DESY 00-154] wurde der Versuch unternommen, eine allgemeinere Standortbestimmung der Diffraktion bei HERA durchzuführen.

Die Arbeiten [hep-ph/0010300], [hep-ph/0010015] und [DESY 00-154] wurden in Zusammenarbeit von Theoretikern und Mitgliedern der H1 und ZEUS Kollaborationen durchgeführt. In der experimentellen Analyse [DESY 00-174] wurden H1 Daten für diffraktive Jet-Produktion mit theoretischen Vorhersagen verglichen (Abb. 64).

Zur Diffraktion bei LEP wurde eine neue Rechnung zur $\gamma^*\gamma^*$ Streuung durchgeführt, bei der erstmalig Quark-Massen berücksichtigt werden [DESY 00-055]. Erste Resultate zu NLO-Korrekturen der Photon-Pomeron Kopplung finden sich in [DESY 00-132].

Strukturfunktionen

In [DESY 00-117] wurde eine theoretische Untersuchung der QCD Faktorisierung bei kleinen x -Werten durchgeführt. Der Versuch einer numerischen Ab-

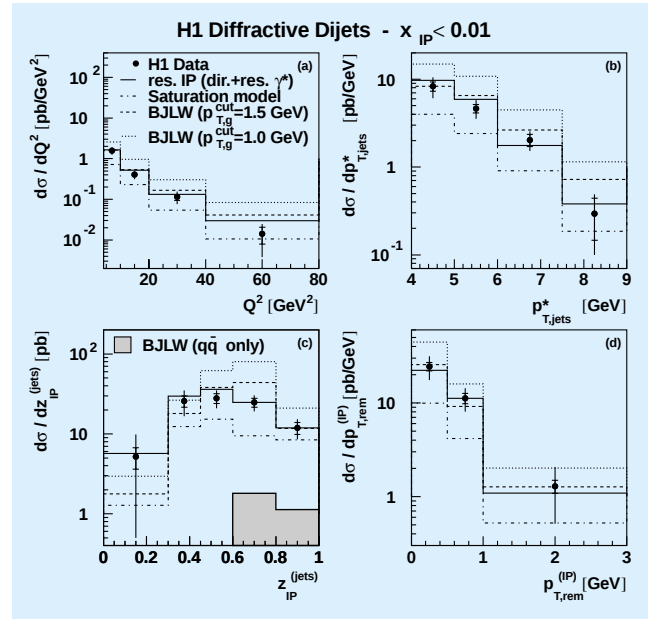


Abbildung 64: Vergleich von Daten zur diffraktiven Jet-Produktion mit theoretischen Vorhersagen.

schätzung von „Higher Twist“ Beiträgen in den bei HERA vermessenen tiefunelastischen Strukturfunktionen bei kleinen x und niedrigen Q^2 -Werten wurde in [DESY 00-038] beschrieben. Ein geometrisches Skalierungsverhalten der Strukturfunktion $F_2(x, Q^2)$ wurde in [DESY 00-103] beobachtet.

Fragmentationsfunktionen

Aus Präzisionsdaten der inklusiven Hadronen-Erzeugung in der e^+e^- -Vernichtung bei PEP und LEP1 wurden im Rahmen des Parton-Modells der Quantenchromodynamik (QCD) zu nächstführender Ordnung Fragmentationsfunktionen für geladene Pionen und Kaonen sowie (Anti)Protonen extrahiert. Gleichzeitig wurde ein verbesserter Wert für die starke Kopplungskonstante ermittelt, der mit dem derzeitigen Weltmittelwert gut verträglich ist, nämlich

$$\alpha_s^{(5)}(M_Z) = 0.1170 \pm 0.0073.$$

e^+e^- -Daten von DORIS, PETRA und LEP2 bzw. $p\bar{p}$ -, γp -, und $\gamma\gamma$ -Daten von Sp\bar{p}S, Tevatron, HERA und

LEP2 stimmen gut mit den entsprechenden, aus diesen Fragmentationsfunktionen gewonnenen Vorhersagen überein, im Einklang mit der erwarteten Skalenverletzung bzw. Universalität [DESY 00-053, 086, 092, 158].

Schwere Quarks

QCD Korrekturen wurden berechnet für mehrere Prozesse mit schweren Quarks, die Präzisionsstudien der elektroschwachen Wechselwirkung erlauben, wie die Produktion von bottom-Quarks in der e^+e^- Anihilation und von top-Quarks an Hadron-Collidern [DESY 00-120, 121].

Ebenfalls in der QCD Störungstheorie untersucht wurde die Kopplung des η' -Mesons an Gluonen, die für die Beschreibung verschiedener Zerfälle der B-Mesonen nötig ist [DESY 00-093].

Die Faktorisierungshypothese der nichtrelativistischen QCD (NRQCD) sagt die Existenz sogenannter Farb-oktettprozesse in der Natur vorher, das heißt schwere Quarkonia können auch aus Quark-Antiquark-Paaren entstehen, wenn deren Farbladungen nicht neutralisiert sind.

Ein aufschlussreicher Test dieser Hypothese ergab sich aus dem Vergleich des am Tevatron gemessenen Polarisationsgrades prompt erzeugter J/ψ -Mesonen mit der NRQCD-Vorhersage, wobei zwar gute Übereinstimmung bei kleinen Transversalimpulsen p_T , aber eine gewisse Diskrepanz bei den höchsten p_T -Werten gefunden wurde [DESY 99-175, 00-067, 092, 107].

Im Rahmen der NRQCD wurden die führenden doppelt-logarithmischen Korrekturen der Form $\alpha_s^3 \ln^2(1/\alpha_s)$ zur Wellenfunktion eines schweren Quark-Antiquark-Bindungszustandes am Ursprung berechnet, welche die Erzeugungs- und Zerfallsraten schwerer Quarkonia bestimmt.

Im Falle der top-Quark-Paarerzeugung bei TESLA führen diese Korrekturen zu einer Absenkung des Wirkungsquerschnitts im Schwellenbereich um etwa 10% [DESY 99-173, 00-173].

Der Zusammenhang zwischen den $\overline{MS}$ - und On-Shell-Definitionen der Quark-Masse wurde zu drei Quantenschleifen in der QCD berechnet. Die Kenntnis dieser

Korrektur wird die theoretische Unsicherheit, mit der die Masse des top-Quarks bei TESLA bestimmt werden kann, erheblich verringern [DESY 99-147, 00-034].

B-Mesonen

Das Studium der CP-Verletzung im System der B-Mesonen erlaubt eine strenge Überprüfung der Beschreibung der CP-Verletzung durch das Standard-Modell der elektroschwachen Wechselwirkung.

Eine Schlüsselrolle kommt hierbei dem Unitaritätsdreieck der Cabibbo-Kobayashi-Maskawa (CKM) Matrix zu, welches aus der Unitarität dieser Matrix folgt. Die Winkel α , β und γ dieses Dreiecks sind für die Präzisionsmessung der Quarkflavour-Übergänge sowie der CP-Asymmetrien in B-Meson-Zerfällen von zentraler Bedeutung. Gibt es neue Physik, so erwartet man eine Verschiebung der Spitze des Dreiecks oder sogar neue topologische Konfigurationen. Das theoretische Profil des Unitaritätsdreiecks wurde innerhalb des Standard-Modells und supersymmetrischer Theorien unter Berücksichtigung von QCD-Korrekturen im Hinblick auf die zu erwartenden experimentellen Resultate sowohl der B-Fabriken am SLAC und KEK als auch der Experimente am Fermilab untersucht [DESY 00-026].

Für diese Studien ist die Massendifferenz ΔM_s der B_s -Mesonen ein sehr wichtiger Parameter, der, wie neue experimentelle Ergebnisse zeigen, bei 18 ps^{-1} liegen könnte und dann zu einer starken Einschränkung des Unitaritätsdreiecks führen würde [DESY 00-182]. Da CP-verletzende Effekte in B_s -Zerfällen im Standard-Modell vernachlässigbar klein sind, ist die Sensitivität der entsprechenden Observablen auf neue Physik sehr groß [DESY 99-191, 00-171].

Ein besonders interessanter B_s -Zerfall ist $B_s \rightarrow J/\psi \phi$, der zum Beispiel in einem links-rechts-symmetrischen Modell mit spontaner CP-Verletzung CP-Asymmetrien bis $\mathcal{O}(40\%)$ zeigen kann [DESY 99-191]. Ein herausragendes Element der reichhaltigen Phänomenologie der B-Physik [DESY 00-087, 170] ist die Bestimmung des Winkels γ des Unitaritätsdreiecks, für die Zerfälle des Typs $B \rightarrow \pi K$ besonders vielversprechend sind [DESY 00-014, 051, 122].

Für B-Experimente an Hadron-Maschinen erscheint auch eine Bestimmung von γ aus Dreiecksrelationen zwischen $B_c^\pm \rightarrow D_s^\pm D$ Zerfällen interessant [DESY 00-052]. Durch den Einfluss neuer Physik können sich Diskrepanzen zwischen den entsprechenden Werten für γ ergeben. Für die Phänomenologie der CKM-Matrix und die Suche nach Physik jenseits des Standard-Modells sind auch „seltene“ photonische und leptonische B-Zerfälle von großer Bedeutung [DESY 00-186]; wichtige Beispiele sind die Übergänge $B \rightarrow (K, K^*) \ell^+ \ell^-$ und $B \rightarrow (\rho, \omega) \gamma$. Isospin- und CP-verletzende Effekte in Zerfällen des Typs $B \rightarrow \rho \gamma$ könnten Anzeichen für Supersymmetrie liefern [DESY 00-088].

Interessante Studien der CP-Verletzung in B-Zerfällen würden sich auch bei GIGA-Z eröffnen, einer Fabrik für 10^9 Z^0 -Bosonen durch einen linearen e^+e^- -Collider mit polarisierten Strahlen. An solch einer Maschine könnte man die Produktion und den Zerfall von b-Baryonen erforschen, nach $b \rightarrow q \bar{v}$ Übergängen suchen und umfangreiche Studien inklusiver semileptonischer B_s -Zerfälle durchführen [DESY 00-183].

Neutrino-Physik und Kosmologie

Die vom SuperKamiokande-Experiment beobachtete Anomalie der atmosphärischen Elektron- und Myon-Neutrino-Flüsse kann interpretiert werden als Konsequenz von Oszillationen zwischen Myon- und Tau-Neutrinos. Der entsprechende Mischungswinkel ist groß und die zugehörige Tau-Neutrino-Masse ist klein, sie beträgt nur etwa 0.03 eV. Majorana-Neutrinomassen unterhalb von 0.1 eV wurden erwartet in Modellen für die Entstehung der kosmologischen Baryon-Asymmetrie, die auf dem Zerfall schwerer Majorana-Neutrinos beruhen (Leptogenese) [DESY 99-187].

Die Entstehung der Baryon-Asymmetrie ist ein Nichtgleichgewichtsprozess, der unter Verwendung von Boltzmann-Gleichungen berechnet wird. Erste Fortschritte wurden auch für eine vollständig quantenmechanische Beschreibung erzielt, die eine Berechnung von Korrekturen zu den Boltzmann-Gleichungen erlaubt [DESY 00-056]. Aufgrund der hohen Temperatur im frühen Universum, bei der die Baryon-Asymmetrie erzeugt wurde, führen Leptogenese-Modelle zu Einschränkungen an das Massenspektrum supersymmetrischer Teilchen. Eine besondere Rolle spielt dabei das

Gravitino, das den Hauptanteil der im Universum vorhandenen dunklen Materie ausmachen könnte [DESY 00-167].

Die Resultate der Boomerang- und Maxima-Experimente geben zum ersten Mal Einblick in Details der kosmischen Hintergrundstrahlung, die Rückschlüsse auf den Ursprung der Dichtefluktuationen zur Zeit der Photon-Entkopplung erlauben. Die Größe des spektralen Index der Hintergrundstrahlung unterscheidet zwischen verschiedenen Modellen der Inflation. Modelle mit „laufender“ Inflaton-Masse sagen dabei eine testbare Abweichung vom skaleninvarianten Grenzfall voraus [DESY 00-029, 119]. In supersymmetrischen Theorien wird die inflationäre Phase maßgeblich von der Art der Supersymmetriebrechung beeinflusst. Von Bedeutung ist dabei auch die Forderung nach einer extrem kleinen kosmologischen Konstanten im Grundzustand in Übereinstimmung mit den experimentellen Schranken [DESY 00-082]. Der Grund für das Fehlen eines Vakuumbeitrags zur Energiedichte oberhalb der kritischen Dichte könnte die Existenz eines fast masselosen Feldes extrem kleiner Masse sein (Quintessence) [DESY 00-63].

Higgs-Mechanismus

Die Lösung der Frage, ob die Massen der fundamentalen Teilchen, Leptonen, Quarks und elektroschwache Eichbosonen, durch den Higgs-Mechanismus erzeugt werden, ist eine der wichtigsten Aufgabenstellungen in der Physik. An den in Kürze verfügbaren Hadron-Collidern Tevatron und LHC kann das Higgs-Boson entdeckt werden, wohingegen das grundlegende Verständnis des mikroskopischen Mechanismus der Massenerzeugung [DESY T-00-01] Hoch-Präzisionsanalysen an einem e^+e^- Linear-Collider wie TESLA erfordert [DESY 99-178].

Mit den in diesem Komplex aufgeworfenen physikalischen Fragestellungen hat sich ein Teil der Theoriegruppen befasst.

Mit Hilfe der Analyse des Myon-Zerfalls konnten die Abschätzungen der Higgs-Masse aus Präzisionsmessungen auf eine solide theoretische Grundlage gestellt werden [DESY 00-101]. Es wurde durch die Berechnung von Zwei-Schleifen Beiträgen im fermionischen

Bereich gezeigt, dass eine konsistente Vorhersage der Higgs-Masse im Bereich von 100 bis 200 GeV erzielt werden kann – eine essentielle Aussage für die Festlegung der Energie eines e^+e^- Linear-Colliders der ersten Phase. Falls eine solche Anlage mit hoher Luminosität bei Energien im Bereich der Z-Masse betrieben wird, können die Phänomene der elektroschwachen Symmetriebrechung auf Quanten-Niveau mit hoher Präzision untersucht werden [DESY 00-050].

Die Einbettung des Standard-Modells in eine supersymmetrische Theorie führt zu einer komplexen Erweiterung des Higgs-Sektors. In der minimalen supersymmetrischen Theorie werden drei neutrale und zwei geladene Higgs-Bosonen vorhergesagt. Das leichteste neutrale Teilchen besitzt eine obere Massenschranke von 140 GeV, das heißt in einem idealen Bereich für die Untersuchung bei TESLA. Diese Schranke ist in einer abschließenden Untersuchung theoretisch etabliert worden [DESY 99-183, 197]. Automatisierte analytische Rechenprogramme [DESY 00-020] haben dabei wertvolle Hilfe für die technische Bearbeitung der Zwei-Schleifen Korrekturen geleistet.

Die Massen der geladenen Higgs-Bosonen liegen in vielen Modellen im Bereich von mehreren hundert GeV, und es bedarf hochenergetischer Collider, um diese Teilchen zu erzeugen. Während die Berechnung von Produktionsraten an einem e^+e^- Collider [DESY 99-178] einfach ist, ist der theoretische Apparat für die Lösung dieser Aufgabe am Hadron-Collider LHC kompliziert. Geladene Higgs-Paare und Mischpaare von Higgs- und Eich-Bosonen sind in einer Reihe von Kanälen untersucht worden [DESY 00-110]. Für nicht zu schwere Higgs-Teilchen bieten sie erste Produktionsmöglichkeiten im Vorfeld der Lepton-Collider.

Die experimentelle Bestimmung der Eigenschaften von Higgs-Teilchen gibt Aufschluss über die Grundzüge des Higgs-Mechanismus. Für diese physikalischen Fragestellungen sind die theoretischen Grundlagen geschaffen worden durch Zerfallsanalysen von Higgs-Teilchen im Standard-Modell [DESY 00-079] sowie in supersymmetrischen Modellen [DESY 00-028]. Verallgemeinerte Kopplungen lassen sich durch Produktionsraten und Winkelverteilungen einschränken [DESY 99-190]. Die Abstrahlung der Higgs-Bosonen von Quarks [DESY 99-177], paarweise erzeugt in e^+e^- Kollisionen, bietet eine weitere Möglichkeit, die Fundamentalparameter des Higgs-Sektors zu bestimmen.

Supersymmetrie

Die Existenz eines leichten Higgs-Bosons, verbunden mit der großen Vereinigung der elektromagnetischen, der schwachen und der starken Kräfte bei sehr hohen Energien, zieht nahezu zwangsläufig die Supersymmetrisierung des Standard-Modells nach sich.

In einer solchen Theorie werden den Teilchen des Standard-Modells Partner zugeordnet, die sich um eine halbzahlige Spin-Einheit unterscheiden. Diese Kohabitation von Fermionen und Bosonen stabilisiert die Extrapolation von der elektroschwachen Niederenergie-Skala zur hochenergetischen Vereinigungsskala in der Nähe der Planck-Skala, an der die Teilchenphysik mit der Gravitation verbunden wird.

Die Extrapolation und die Rekonstruktion der fundamentalen Theorie bei hohen Energien kann nach Auswertung der Experimente im Supersymmetrie-Sektor an einer Hoch-Präzisionsmaschine wie TESLA erfolgreich bewältigt werden [DESY 99-181].

Ein besonders interessantes supersymmetrisches Ensemble sind Charginos und Neutralinos. Dies sind die Partner der elektroschwachen geladenen und neutralen Eich- und Higgs-Bosonen, sie tragen halbzahligen Spin. Da sie eine in sich abgeschlossene physikalische Einheit bilden und komplexe Strukturen aufweisen, sind sie intensiv untersucht worden. Aus Wirkungsquerschnitten und Winkelverteilungen können die Massen- und die Mischungs-Parameter der Charginos vollständig rekonstruiert werden [DESY 99-198, 00-001]. Das analoge Programm für Neutralinos ist komplizierter, da diese Teilchen Mischzustände aus vier unterschiedlichen Komponenten sind. Es erzwingt die Nutzung von Polarisierungseffekten, mit deren Hilfe die Struktur der Teilchen bei TESLA aufgelöst werden kann [DESY 00-001, 003, 098]. Der Majorana-Charakter der Neutralinos erfordert dabei spezielle Aufmerksamkeit [DESY 00-100].

Gittereichtheorien

In der Gitterformulierung der Quantenfeldtheorie können die nicht-störungstheoretischen Phänomene im Standard-Modell, die starke Wechselwirkungen bein-

halten, berechnet werden. Die theoretischen und numerischen Untersuchungen konzentrieren sich in erster Linie auf verschiedene Fragen in der Quantenchromodynamik. Aber auch andere Quanten-Eichfeldtheorien, wie zum Beispiel die supersymmetrische Yang-Mills-Theorie, liefern wichtige Erkenntnisse für das Verständnis der Struktur des Standard-Modells.

Im Rahmen der Gittereichtheorie besteht die Möglichkeit, verschiedene physikalische Parameter wie zum Beispiel das Hadron-Spektrum, die Formfaktoren und die elektroschwachen Matrixelemente oder die Eigenschaften der Materie bei Phasenübergängen zu berechnen. Dazu werden leistungsfähige Computer benötigt, die die Parallelverarbeitung auf vielen Prozessoren ermöglichen. Die numerischen Algorithmen müssen für eine effiziente Parallelverarbeitung entsprechend angepasst werden. Für diese Arbeit steht seit Mitte 2000 ein dediziertes PC-Cluster aus acht Pentium-III Prozessoren bei DESY-Hamburg zur Verfügung. Mehrere größere Parallelrechner für die Gittereichtheorie sind bei DESY-Zeuthen im Einsatz.

Eigenschaften der Materie bei hohen Quark-Dichten

In der Quantenchromodynamik wird erwartet, dass sich bei sehr hohen Baryon- (oder Quark-) Dichten die charakteristischen Freiheitsgrade wesentlich ändern. Sie werden nicht mehr „hadronisch“, wie die zusammengesetzten Protonen und Neutronen, sondern „partonisch“ wie die elementaren Quarks und Gluonen. Diese Änderung kann zu einem Phasenübergang führen, wobei im Grundzustand der Materie eine Kondensation von Diquark-Paaren stattfindet. Das kann zu interessanten Phänomenen wie Supraleitung oder Superfluidität führen, die erwartungsgemäß in Neutronensternen zu beobachten sind.

Im Rahmen eines europäischen Forschungsprojekts hat die DESY-Swansea-Kollaboration eine Modelluntersuchung mit Quarks in der adjungierten Darstellung der $SU(2)$ -Farbgruppe durchgeführt [DESY 00-083, 155, 175]. Dabei wurde der multi-bosonische Algorithmus im Zwei-Schritt Verfahren eingesetzt [DESY 99-170], der auch die Effekte der Änderung des Vorzeichens der Fermion-Determinante richtig berücksichtigt. Die

Existenz des erwarteten Phasenübergangs wurde bestätigt und die ersten Resultate für die Zustandsgleichung und für die Änderung der effektiven Pion-Masse erreicht.

Supersymmetrie-Brechung in der Yang-Mills-Theorie

Supersymmetrie ist ein notwendiger Bestandteil der modernen Theorien der Quantengravitation und ist ein wesentliches Element in den meisten Erweiterungen des Standard-Modells. Die Brechung der Supersymmetrie im heute experimentell erreichbaren Energiebereich ist eine zentrale theoretische Frage. Zahlreiche Modelle für die Supersymmetrie-Brechung basieren auf den nicht-störungstheoretischen Eigenschaften der supersymmetrischen Yang-Mills-Theorie. Diese Theorie beschreibt die Wechselwirkung des Eichfelds mit einem masselosen Majorana-Fermionfeld in der adjungierten Darstellung (das Gaugino).

In der Gitter-Regularisierung wird die Supersymmetrie bei nichtverschwindender Gitterkonstante durch Gitterartefakte gebrochen. Eine konsistente Beschreibung setzt die Wiederherstellung der Supersymmetrie im Kontinuumslimit voraus, wobei die Möglichkeit der dynamischen Symmetriebrechung, zum Beispiel durch die Kondensation des Gauginofelds, bestehen bleibt.

Die Supersymmetrie kann in den numerischen Simulationen mit der Überprüfung der entsprechenden Ward-Takahashi-(WT-)Identitäten verdeutlicht werden. Die DESY-Münster-Roma-Kollaboration hat die WT-Identitäten auf dem Gitter numerisch untersucht [DESY 00-156, 159]. Die ersten Resultate zeigen, dass die Supersymmetrie im Rahmen der numerischen Genauigkeit – wie erwartet – erfüllt ist. Die aus den WT-Identitäten berechneten Werte der Gaugino-Masse können zur Definition des supersymmetrischen Limes bei verschwindender Gaugino-Masse benutzt werden.

Gravitation

Einer der Schwerpunkte der Arbeitsgruppe „Quantenfeldtheorie und Mathematische Physik“ war die Untersuchung von Quantenfeldtheorien in gekrümmter Raumzeit [DESY 99-032]. Zu diesem Zweck wurde

eine störungstheoretische Konstruktion der Algebren lokaler Observablen durchgeführt. Es zeigte sich, dass diese Konstruktion auch im klassischen Limes sinnvoll bleibt, und dass die Loop-Entwicklung der Störungstheorie eine Familie lokaler Observablenalgebren liefert, die zwischen der Poisson-Algebra der klassischen Feldtheorie und der nichtkommutativen $*$ -Algebra der Quantenfeldtheorie interpoliert [DESY 00-013]. Weiter wurde eine neuartige Ward-Identität („Master-Ward-Identität“) studiert, die nicht nur die bekannten Ward-Identitäten impliziert, sondern auch die algebraischen Eigenschaften der wechselwirkenden Felder kontrolliert.

Hierdurch kann die Becchi-Rouet-Stora Symmetrie auf der Ebene der Quantenfelder als gradierte Derivation mit Quadrat 0 verstanden werden [DESY-T-1999-032]. (Für einen anderen Zugang zu Eichtheorien siehe [DESY 99-144].) In diesem Zusammenhang wurden auch der Energie-Impuls-Tensor [DESY 00-176] und die Operator-Produkt-Entwicklung [DESY 00-177] im Rahmen der kausalen Störungstheorie untersucht.

Ein anderes Projekt war der Rolle der Renormierungsgruppe gewidmet. Ausgehend von einer unveröffentlichten Arbeit von Popineau und Stora wurde gezeigt, wie die endlichen Renormierungen in der kausalen Störungstheorie systematisch behandelt werden können [DESY 99-168]. Der Zusammenhang mit der Hopf-Algebra-Struktur der Renormierung, die von Kreimer entdeckt worden ist und für großes Aufsehen unter Mathematikern gesorgt hat, wurde aufgezeigt [hep-th/0012057].

Neben diesen Untersuchungen, bei denen eine kontinuierliche Raumzeit vorausgesetzt wird, wurden die Arbeiten an einer Ausdehnung der Konzepte der Quantenfeldtheorie auf eine nichtkommutative Raumzeit fortgesetzt. Diese Arbeiten sind motiviert durch die Vermutung, dass die Nichtkommutativität der Raumzeitkoordinaten eine approximative Beschreibung von Quanteneffekten der Gravitation gestattet. Die Arbeiten konzentrierten sich auf die Fragen des geeigneten Lokalitätsbegriffs, der Eichinvarianz und der Renormierbarkeit.

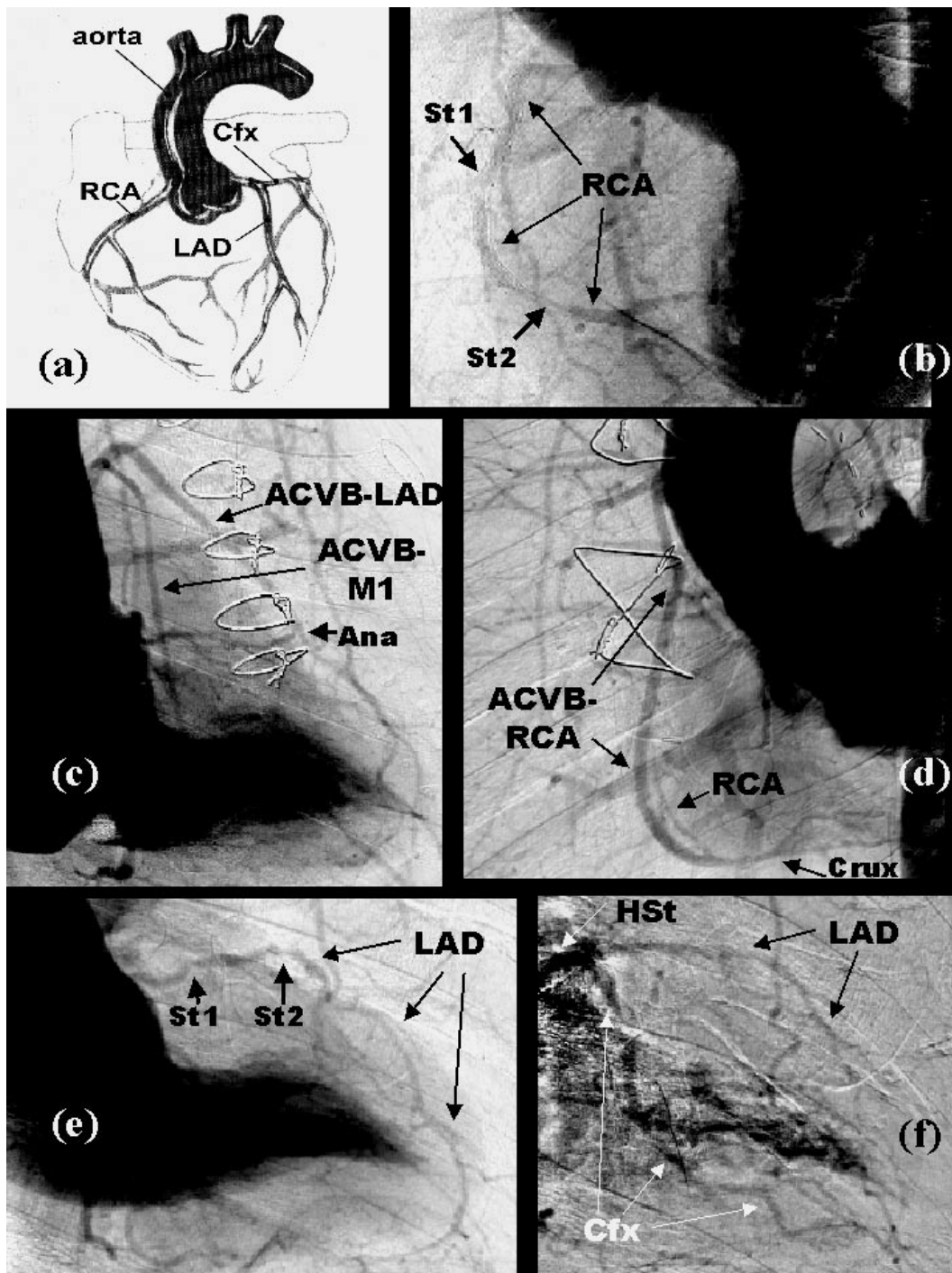


Abbildung 65: Angiogramme nach Injektion von 30 ml Kontrastmittel in die Armvene: (a) Schema des Koronarbaums, (b) LAO60°-Projektion – RCA mit In-Stent-Restenose (St1) und Stenose direkt hinter den Stents (St2), (c) RAO45°-Projektion – Bypass auf die LAD (Ana = Anastomose) und auf einen Seitenast der Cfx (M1), (d) LAO30°-Projektion – Bypass auf die RCA, die RCA wird retrograd gefüllt (crux = crux cordis), (e) RAO30°-Projektion – LAD mit 2 Stenosen (St1, St2), St2 an der Interventionsstelle, (f) RAO30°-Projektion – Cfx, LAD und Hauptstamm (HSt), das Bild wurde mit „Unsharp Masking“- Technik bearbeitet.

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 eingesetzt. Dabei wird das weite 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.

Am 22. Februar 2000, gerade rechtzeitig zur EXPO Ausstellung „Licht der Zukunft“, konnte am Freie-Elektronen Laser (FEL) der TESLA Test Facility (TTF) das Prinzip der selbstverstärkenden spontanen Emission (Self Amplified Spontaneous Emission – SASE) bei einer Wellenlänge von 108 nm demonstriert werden. In den darauf folgenden Wochen wurde die Durchstimmbarkeit des FEL im Wellenlängenbereich zwischen 80 und 100 nm gezeigt, und zwar mit einer Verstärkung zwischen 103 und 104 bei einer Bunchladung von 1 nC (Abb. 66). Dies sind die kürzesten Wellenlängen, die jemals mit einem Freie-Elektronen Laser erzielt wurden. Die Sättigung des SASE Prozesses mit einer Verstärkung in der Größenordnung von 106 bis 107 wurde dabei noch nicht erreicht.

Am Ende der Messzeit wurde bei einer Bunchladung von 3 nC eine Verstärkung von etwa 105 beobachtet. Diese großen Erfolge sind den Anstrengungen der gesamten TESLA Kollaboration, getragen von Wissenschaftlern und Ingenieuren aus 39 Instituten und 9 Ländern, zu verdanken.

Im zweiten Halbjahr 2000 lag der Schwerpunkt der Arbeiten an der TESLA Test Facility bei Maschinenstudien am Linearbeschleuniger, wobei es insbesondere um die Erzeugung von langen Bunchzügen mit hoher Bunchladung zum Studium von Moden höherer Ordnung in den Beschleunigerkavitäten ging.

Im Jahr 2001 wird der Schwerpunkt der Arbeiten auf der Optimierung des FEL Betriebes im Wellenlängenbereich um 100 nm liegen.

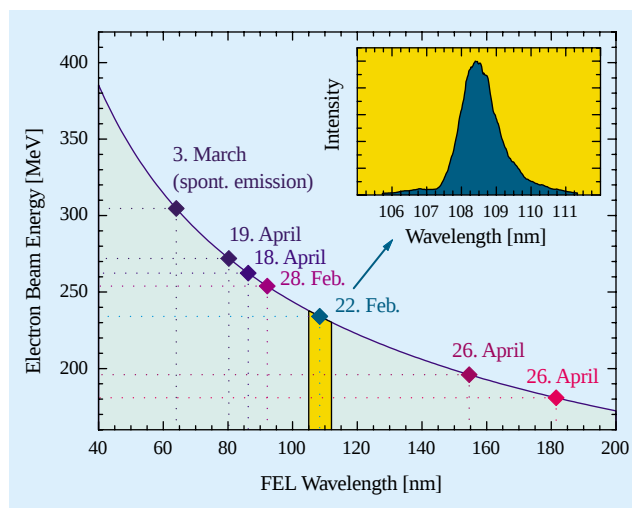


Abbildung 66: Durchstimmbarkeit der Wellenlänge am FEL der TESLA Test Facility als Funktion der Elektronenstrahlenergie. Mit Rauten sind die FEL Wellenlängen gekennzeichnet, bei denen Verstärkungen nach dem SASE Prinzip erreicht wurden. Der Bildausschnitt (oben rechts) zeigt die Spektralverteilung der zuerst beobachteten FEL Strahlung am TTF.

Parallel zum FEL Betrieb wird mit dem Aufbau der Infrastruktur im fertigen Tunnel und in der Experimentierhalle des VUV FEL begonnen. Später werden der 30 m lange Undulator und die Kryomodule für den Beschleuniger sowie die Verbindungen zu den Messplätzen und die Strahldiagnostik eingebaut. Alle Komponenten sollen im Sommer 2002 installiert sein. Damit endet dann auch die derzeitige Phase I von Aufbau und Betrieb der TTF. Für den Übergang von Phase I zu Phase II, der endgültigen VUV FEL Konfiguration, wird ein weiteres Jahr veranschlagt. Das erste Laserlicht in der FEL Experimentierhalle wird für Dezember 2003 erwartet.

Im Jahr 2000 wurde der Technical Design Report (TDR) für TESLA erarbeitet, der sowohl das technische Layout der Maschine als auch das wissenschaftliche Potential für die Teilchenphysik und die Synchrotronstrahlung umfassen wird, sowie Zeitpläne und Kostenabschätzungen. Dafür wurden bei HASYLAB acht Workshops zu verschiedenen Anwendungsbereichen des TESLA Röntgenstrahlung-FEL organisiert, an denen 190 Wissenschaftler aus 18 verschiedenen Ländern teilnahmen. Die Ergebnisse aus diesen Workshops sind im TDR zusammengefasst. Für Strahlführungen und Experimentierplätze sowie deren Verteilung im FEL Labor wurden detaillierte Studien durchgeführt. Der TDR wird der Öffentlichkeit auf dem Kolloquium „Scientific Perspectives and Technical Realisation of TESLA“ am 23./24. März 2001 bei DESY in Hamburg vorgestellt werden.

Wie bereits im Sommer 1999 entschieden, wird DESY auch während der Konstruktionsphase und der Inbetriebnahme von TESLA Synchrotronstrahlung hoher Qualität an den Speicherringen DORIS und/oder PETRA zur Verfügung stellen. Die erste Version einer Studie für den möglichen Ausbau von DORIS wurde Ende November 2000 fertig gestellt. Eine weitere Studie zum Ausbau des PETRA-Speicherrings zu einer dedizierten Synchrotronstrahlungsquelle mit etwa 10 Undulatorstrahlen mit einer Strahlqualität, wie sie heute bei der ESRF erreicht wird, soll im Mai 2001 vorliegen. Auch diese Studie wird zuerst mit Maschinen-Experten diskutiert werden. Anschließend werden beide Ausbaupläne der HASYLAB Nutzerschaft vorgestellt. In der zweiten Hälfte des Jahres 2001 wird eine ausführliche Diskussion mit der HASYLAB Nutzergemeinde geführt werden mit dem Ziel, mittel- und langfristige Strategien für die Forschung mit Synchrotronstrahlung bei DESY festzulegen.

Im Berichtsjahr wurde DORIS III vom 3. Januar bis zum 2. Oktober 2000 mit einer Positronenenergie von 4.5 GeV und einem Strahlstrom von 150 mA bei einer Füllung mit fünf Bunchen betrieben. Die typische Lebensdauer des Strahls betrug 12 Stunden zu Beginn und 22 Stunden am Ende einer etwa zehnstündigen Strahlzeit. Den Nutzern standen 5011 Stunden Strahlzeit zur Verfügung, die in sieben Blöcke von in der Regel fünf Wochen Länge aufgeteilt und jeweils von einer Wartungswoche unterbrochen waren. Zur Optimierung des DORIS-Betriebs wurden an jedem zweiten, dritten und vierten Donnerstag eines Messzeitblocks Maschinenschichten von acht Stunden Länge eingeschoben. Für Experimente, die eine bestimmte Zeitstruktur benötigten, wurde der Speicherring zu etwa 20% seiner Betriebszeit im reduzierten Bunch Mode betrieben.

Die Zuverlässigkeit des DORIS III Betriebes verbesserte sich weiter auf 94.4%. Am PETRA-Speicherring standen im Jahr 2000 insgesamt 2200 Stunden parasitäre Messzeit zur Verfügung.

In einem längeren Winter-Shutdown vom 2. Oktober 2000 bis zum 12. Februar 2001 werden neue Vakuumkammern für alle Quadrupol Triplets installiert, so dass in Zukunft das Vakuumsystem mechanisch von den Quadrupolen entkoppelt ist. Die in der Vergangenheit beobachtete horizontale Bewegung des Strahls wird damit reduziert. Zusätzlich haben alle Sextupolmagnete neue mechanische Unterstützungen bekommen, die eine präzisere Ausrichtung der Magnete erlauben. Das komplette Wasserkühlungssystem, einschließlich Rohren, Pumpen und Kontrollsystemen, wurde erneuert. Die „Bypass“ Wiggler Vakuumkammern haben zusätzliche Titan Sublimationspumpen erhalten, was zu einer Verbesserung des Vakuums in diesem Bereich führen wird.

Im Berichtsjahr wurde das sehr erfolgreiche Experiment NIKOS zur „Intravenösen Koronarangiographie“ beendet. Über fast 20 Jahre verteilt haben insgesamt 14 Mediziner vom Universitäts-Krankenhaus Hamburg-Eppendorf und der Herzkrank Bad Bevensen sowie 35 Physiker, Computerspezialisten und Ingenieure von DESY-HASYLAB, der Universität Hamburg und der Universität Siegen an diesem spannenden interdisziplinären Projekt gearbeitet.

Darüber hinaus hat die DESY-Maschinengruppe eine Durchführbarkeitsstudie für einen kleinen Speicherring

vorgestellt, der nahe an einem Krankenhaus installiert und ausschließlich für Koronarangiographie benutzt werden könnte. NIKOS, das zur Abbildung von Herzkranzgefäßen keinen Katheter für die Zufuhr von Kontrastmittel benötigt, wurde von allen Patienten sehr gut angenommen. Insgesamt wurden 379 Patienten untersucht, davon 230 im Rahmen der Validierung von NIKOS im Vergleich zur konventionellen selektiven Koronarangiographie.

Eine internationale Gruppe hochrangiger Kardiologen diskutierte die Ergebnisse der Studie und verglich NIKOS mit den anderen minimal- oder nicht-invasiven Methoden, die heutzutage zur Verfügung stehen, wie zum Beispiel MRI („Magnetic Resonance Imaging“) und EBCT („Electron Beam Computed Tomography“). Abschließend kann gesagt werden, dass zum jetzigen Zeitpunkt NIKOS bei weitem die besten Bilder liefert. Die Bilder sind innerhalb von Sekunden verfügbar und weitere technische Verbesserungen der Methode sind möglich.

Trotz der vergleichsweise hohen, mit NIKOS erreichten Bildqualität setzen die befragten Kardiologen ihre Hoffnungen in die Weiterentwicklung von MRI, da diese Methode im Prinzip nicht nur die Möglichkeit zur Darstellung der Morphologie der Herzkranzgefäße, sondern auch zur Überprüfung ihrer Funktion bietet. Bei all dem wird der Patient keiner Strahlenbelastung ausgesetzt. Im jetzigen Stadium von NIKOS empfehlen die an der Diskussion beteiligten Kardiologen das Verfahren noch nicht für den Routinebetrieb in Krankenhäusern. Statt dessen befürworten sie weitere Forschungs- und Entwicklungsarbeiten an NIKOS. DESY wird diese Arbeiten im Rahmen des Möglichen unterstützen, wenn dabei in naher Zukunft eine Gruppe von Kardiologen die Federführung übernimmt.

Der HASYLAB Jahresbericht 2000 ist wie im vergangenen Jahr wieder als CD-ROM und im Internet veröffentlicht. Nur eine begrenzte Anzahl von gedruckten Exemplaren steht zur Verfügung. Der Jahresbericht enthält 700 Berichte über Experimente, die im Jahr 2000 am HASYLAB durchgeführt wurden, einschließlich der Arbeiten zur Strukturbiologie. Die Liste der Institute, die an der Vorbereitung und Durchführung von Experimenten am HASYLAB beteiligt waren, enthält 232 Institute und etwa 1450 Wissenschaftler. Auf dem Gebiet der Strukturbiologie benutzten zusätzlich etwa

460 Wissenschaftler aus mehr als 100 Instituten, hauptsächlich aus Europa, die EMBL Messplätze und die Infrastruktureinrichtungen bei DESY.

Strukturbestimmung von Systemen ohne Fernordnung

Synchrotronstrahlung im Energiebereich von etwa 80 bis 200 keV zeichnet sich durch eine hohe Eindringtiefe und eine hohe Realraumauflösung für Strukturbestimmungen von Systemen ohne Fernordnung aus. Oberhalb der K-Kanten nimmt der Absorptionsquerschnitt in etwa mit E^3 ab und ist im genannten Energiebereich daher um drei Größenordnungen gegenüber konventioneller Röntgenstrahlung reduziert. Streuung wird dadurch wie in der Neutronenstreuung gegenüber (photoelektrischer) Absorption dominant. Die weiter unten behandelten Beispiele illustrieren diese Eigenschaften.

Energiereiche Strahlung wurde erstmalig 1986 zur Untersuchung von molekularen Flüssigkeiten eingesetzt. Als Strahlungsquelle wurde in diesen ersten Experimenten eine radioaktive Quelle (^{243}Am) eingesetzt. Wegen des geringen Flusses dieser Quellen war die typische Messzeit in diesen Pionierexperimenten einige Monate. Synchrotronstrahlung wurde für diese Art von Experimenten erstmals am HASYLAB eingesetzt. Typische Messzeiten für Strukturfunktionen flüssiger und amorpher Systeme in exzellenter statistischer Genauigkeit betragen einige Stunden.

Die statische Struktur eines Ensembles von klassischen Teilchen, die über dasselbe Potential in Wechselwirkung treten, ist unabhängig von der Masse der Teilchen. Molekulare Flüssigkeiten, die sich nur in der Isotopen-Zusammensetzung unterscheiden, sollten also dieselbe Struktur haben. Diese Eigenschaft nutzt man zur Interpretation von Neutronen-Streuexperimenten aus. Präzise Messungen mit energiereichen Photonen können klären, wieweit die Annahme der Strukturgleichheit tragfähig ist. Unterschiedliche Isotope desselben Elements streuen elektromagnetische Strahlung in sehr guter Näherung gleich, Neutronen dagegen unterschiedlich.

Abbildung 67 zeigt den Unterschied im molekularen differentiellen Streuquerschnitt von leichtem (H_2O) und schwerem (D_2O) Wasser gleicher Temperatur für Photonen, gemessen an den Messständen BW5/HASYLAB

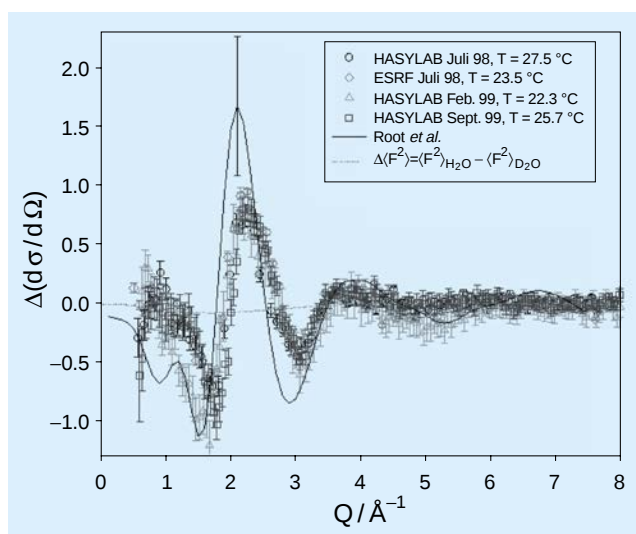


Abbildung 67: Effekt des Proton/Deuteron-Austauschs auf die Struktur des flüssigen Wassers. Die durchgezogene Linie stammt aus alten Messungen mit Am-Quelle.

und ID15/ESRF. Der gemessene differentielle Streuquerschnitt zeigt Unterschiede von etwa 2% im Maximum des Gesamtsignals. Die Annahme der Strukturgleichheit ist also nur eingeschränkt gültig. Deswegen ist entweder die Näherung von Wassermolekülen als klassische Teilchen bei Raumtemperatur korrekturbedürftig, oder die Wechselwirkung erfolgt nicht über dasselbe Potential. Tatsächlich sagen semi-quantenmechanische Pfadintegral-Rechnungen Strukturänderungen in der gemessenen Größenordnung voraus. Die Übereinstimmung mit allen Modellen ist jedoch schlechter als die Genauigkeit der Messung. Experimentell können also die Grenzen der verwendeten Potentialmodelle festgelegt werden.

Leichtes und schweres Wasser gleicher Temperatur haben unterschiedliche Struktur. Die Frage stellt sich, ob der Strukturunterschied durch einen Temperaturunterschied ausgeglichen werden kann, etwa um Neutronen-Streuexperimente an strukturgleichen Flüssigkeiten durchführen zu können. Es zeigt sich, dass D₂O bei 30°C in etwa die gleiche Struktur hat wie H₂O bei 24°C. Die zahlenmäßige Gleichheit mit dem Temperaturunterschied der Dichtemaxima in D₂O und H₂O legt die Vermutung nahe, dass diese Effekte in Beziehung stehen. Tatsächlich zeigte sich jedoch, dass isotoopen-induzierte Strukturänderungen auch in Systemen ohne Dichtemaximum wie Benzol vorkommen. Man findet

bei tieferen Temperaturen auch noch deutlich größere Isotopeneffekte, etwa in Methanol bei 193 K kurz oberhalb des Schmelzpunktes. Quantenmechanische Rechnungen nach dem CP-MD Ansatz werden zum vollen Verständnis dieses Effektes beitragen.

Die hohe Eindringtiefe von energiereicher Synchrotronstrahlung ermöglicht es, bei Systemen, die schwere Elemente enthalten, dieselben Proben mit Neutronen und elektromagnetischer Strahlung zu untersuchen. Ein typisches Beispiel sind Salzschnmelzen, etwa die ZnCl₂ Schmelze, von der im Folgenden die Rede ist, aber auch Gläser, Glasschnmelzen, amorphe Metalle, nanokristalline Materialien und Schwerionen enthaltende Lösungen, kurz die ganze Welt der anorganischen Chemie.

Schweratome enthaltende Flüssigkeiten und Gläser sind wegen der Absorption mit den häufig verwendeten Röntgenenergien um 8–20 keV nur in Reflexionsgeometrie zu untersuchen. Das Signal ist dann von einer etwa 1 µm dicken Oberflächenschicht dominiert. Dies birgt experimentelle Probleme, wenn die Oberfläche zur Kontamination neigt. Aber auch Datenauswertungsprobleme treten auf, da die mit dem Einfallswinkel variierende Eindringtiefe korrigiert werden muss. Die in Abbildung 68 gezeigten Unterschiede im differentiellen Streuquerschnitt der Zinkchloridschnmelze gehen auf diese Effekte zurück. Es gibt keinen Zweifel, dass Neutronen und energiereiche Synchrotronstrahlung in Transmission auf Oberflächeneffekte unempfindlich sind. Durch Kombination der Informationen dieser beiden Messsonden kann selektive Strukturinformation gewonnen werden, und zwar an derselben Probe, also ohne die Annahme der Strukturgleichheit von isotoopenmarkierten Verbindungen benutzen zu müssen, denn das Streuvermögen der Atome für diese Strahlungsarten ist unterschiedlich.

Unter bestimmten Voraussetzungen ist dann die Rekonstruktion der dreidimensionalen Struktur möglich. Abbildung 69 zeigt das Tetraedernetzwerk der Zinkchloridschnmelze. Es handelt sich um eine Momentaufnahme aus einer Monte Carlo-Simulation mit nach dem Levesque-Weiss-Reatto Algorithmus invertierten Potentialen. Ein solches Netzwerk bildet sich in anderen tetraedrisch koordinierten Salzschnmelzen nicht und erklärt die ausgeprägte Tendenz der Zinkchloridschnmelze, glasartig zu erstarren.

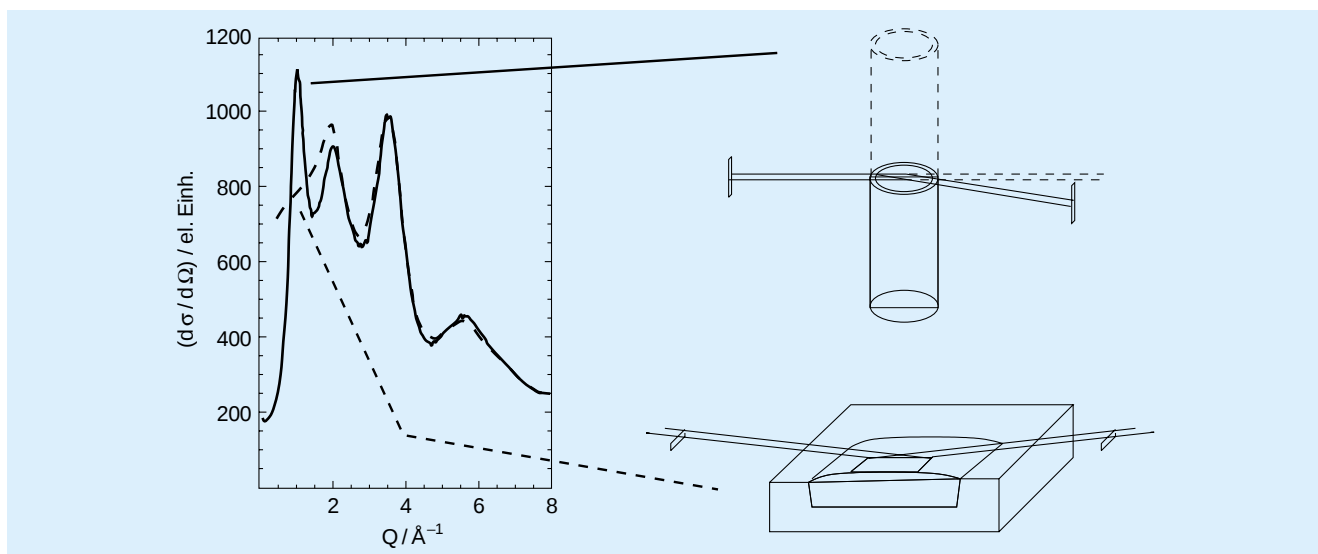


Abbildung 68: Unterschiede des differentiellen Streuquerschnittes von Zinkchloridschmelze in unterschiedlichen Streugeometrien (rechts angedeutet). Durchgezogene Linie: Transmissionsgeometrie bei einer Energie von 100 keV, unterbrochene Linie: Reflexionsgeometrie bei 17,4 keV.

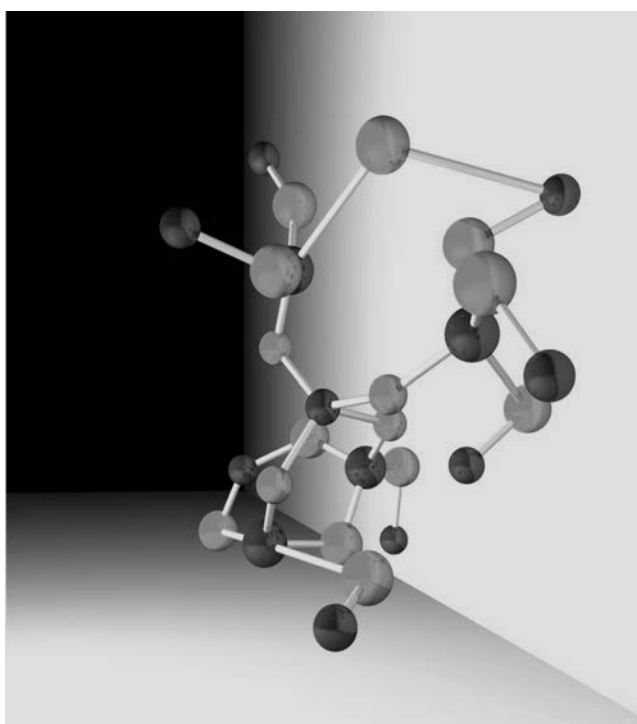


Abbildung 69: Ausschnitt aus der dreidimensionalen Struktur der Zinkchloridschmelze: Die helleren Kugeln entsprechen den Chlor-, die dunklen den Zinkatompositionen.

Neue Struktur in Absorptionsspektren

Bei Wellenlängen um 0,1 nm bestimmen Photoionisationsprozesse die Wechselwirkung zwischen Röntgenstrahlen und Materie. So genannte Absorptionskanten sind in Proben sichtbar, wenn die Energie des einfallenden Röntgenstrahls gleich der Bindungsenergie der in den Atomen gebundenen Elektronen ist. Bei höheren Energien als die Bindungsenergie weisen die Absorptionskanten im Absorptionsspektrum feine Strukturen auf, so genannte „X-Ray Absorption Fine Structures“ (XAFS). XAFS ist durch die elektronischen und geometrischen Eigenschaften der Probe in der Umgebung der absorbierenden Atome bestimmt. Der oszillierende Anteil von XAFS (EXAFS) wird routinemäßig zur Bestimmung geometrischer Strukturen benutzt. Die Oszillationen, EXAFS, entstehen durch Interferenz der direkt ausgestrahlten Elektronenwellen und ihrer Rückstreuung an anderen Atomen in der Probe.

Bei HASYLAB wurden im Absorptionsspektrum neue feine Strukturen (0,01% der totalen Absorption) entdeckt und erstmals präzise vermessen. Diese neuen Strukturen sind durch Interferenzen im Anfangszustand

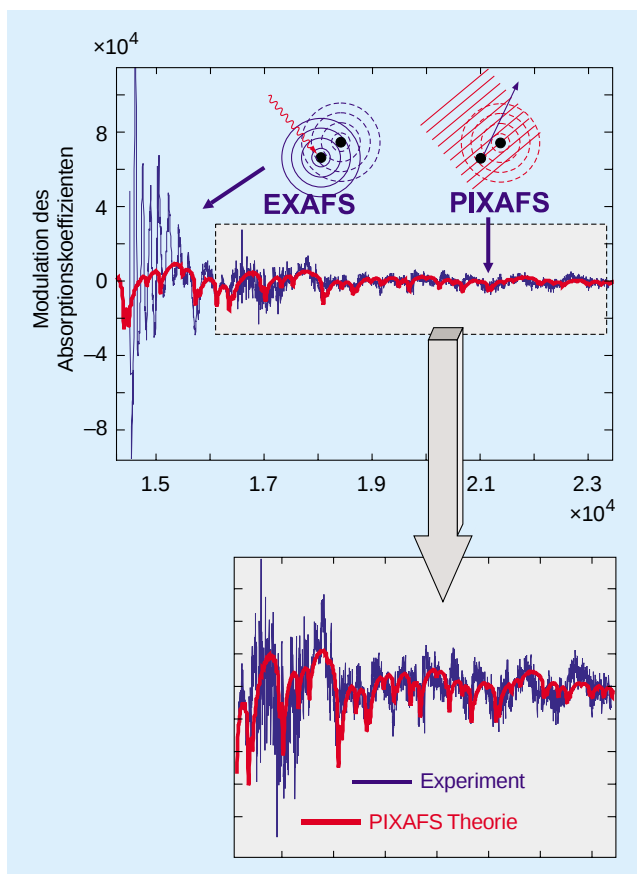


Abbildung 70: Absorptionsspektrum von Pt Pulver, in dem EXAFS und PIXAFS Signale erkennbar sind. Rote Linien: Ergebnisse der theoretischen Simulationen für PIXAFS.

der Photonen verursacht. Sie erhielten darum den Namen PIXAFS (Photon-Interferenz-XAFS). Die direkte Absorption wird durch die Streuung der einfallenden Röntgenstrahlung an anderen Atomen in der Probe modifiziert.

Abbildung 70 zeigt das für ein Pt Pulver gemessene Absorptionsspektrum. Bei niedrigen Energien sind nur die EXAFS Oszillationen zu sehen, die mit zunehmender Energie schnell gedämpft werden. Bei Energien größer als 16 keV überwiegt PIXAFS. Die Abstände zwischen den einzelnen Pt Atomen können aus PIXAFS Spektren über eine Fourier Transformation bestimmt werden (Abb. 71). Gegenüber EXAFS können mit PIXAFS in größeren Abständen auch die Atome noch untersucht werden.

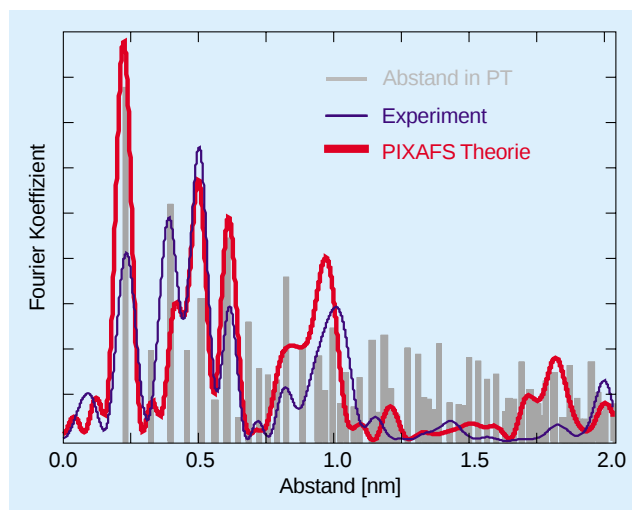


Abbildung 71: Die Fouriertransformation des Absorptionsspektrums.

Direkte Abbildung atomarer Strukturen mit Synchrotronröntgenstrahlung

Röntgenstrahlen sind aufgrund ihrer kurzen Wellenlänge gut geeignet für die direkte Abbildung atomarer Strukturen. Die Auflösung heutiger Röntgenlinsen ist jedoch auf 10 nm begrenzt, so dass bis heute Röntgenstrahlen-Mikroskope mit atomarer Auflösung nicht gebaut werden konnten.

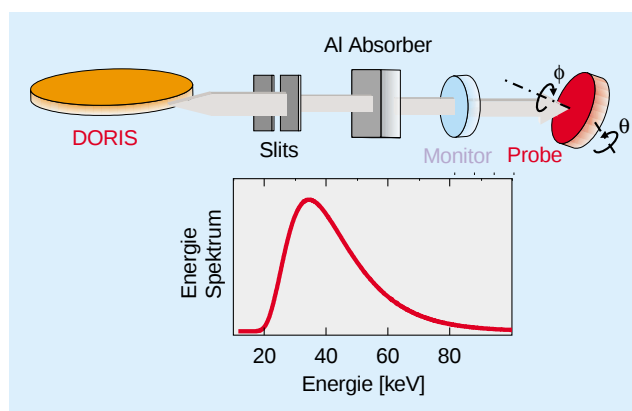


Abbildung 72: Skizze des experimentellen Aufbaus und das Energiespektrum des direkten Synchrotronstrahls, der mit einem Aluminium-Absorber geformt war.

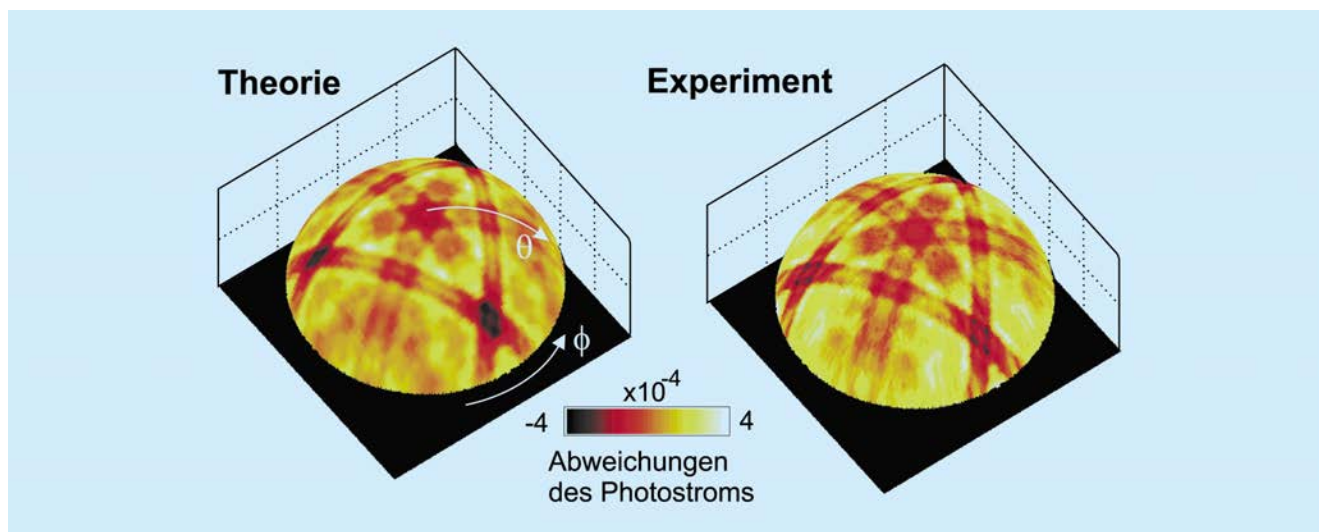


Abbildung 73: Direkte Realraum-Abbildungen einer Silizium-Probe, links aus theoretischen Simulationen und rechts aus Experimenten. Die Ergebnisse sind auf eine sphärische Fläche projiziert.

Mit ersten wichtigen Beiträgen von HASYLAB Wissenschaftlern wurde in den letzten Jahren ein alternatives linsenfreies Verfahren entwickelt, nämlich die Röntgenholographie mit internen Quellen. Diese Methode vermeidet optische Elemente und ermöglicht dadurch atomare Auflösung.

In der Röntgenholographie dienen einzelne emittierende Atome in der Probe als Quellen oder als Detektoren für monochromatische Röntgenstrahlung, die wiederum an anderen Atomen in der Probe gestreut wird. Das Streubild ist interpretierbar als ein Gabor Hologramm der kristallinen Struktur in der Umgebung der emittierenden Atome der Probe. Die dreidimensionale Anordnung dieser Atome kann dann aus dem Gabor Hologramm durch einen der Fouriertransformation ähnlichen Algorithmus rekonstruiert werden.

Die atomare räumliche Auflösung und eine fehlerfreiere Rekonstruktion des Realraums können mit Röntgenholographie nur erreicht werden, indem die Hologramme über große Streuwinkel und große Energiebereiche gemessen werden. Das holographische Signal ist jedoch sehr schwach. Aufgrund der schwachen Streuung von Röntgenstrahlen beträgt es nur 0.1% des gesamten gemessenen Signals. Darum ist die Rönt-

genholographie sehr zeitaufwändig, und sie setzt die stärksten verfügbaren Undulatoren voraus.

Im Berichtsjahr ist es bei HASYLAB gelungen, ein Bild der atomaren Struktur von Silizium als Teststruktur direkt zu messen und die Schwierigkeiten der holographischen Methode zu umgehen mit Hilfe der „weißen“ Synchrotronstrahlung von konventionellen Krümmungsmagneten. Bei dieser Methode dienen einzelne absorbierende Atome in der Probe als Detektoren für das Interferenzfeld des einfallenden polychromatischen Röntgenstrahls und des an anderen Atomen in der Probe gestreuten Röntgenlichts.

Das Interferenzfeld ist messbar über den inneren Photostrom, wenn die Probe um zwei Achsen gedreht wird (Abb. 72), und die atomare Struktur, hier von Silizium, ist ohne Fouriertransformation als zweidimensionales Bild direkt erkennbar, da das Bild mit Hilfe longitudinal inkohärenter „weißer“ Röntgenstrahlung erzeugt wurde.

In Abbildung 73 ist die experimentell gewonnene, direkte Abbildung dem aus theoretischen Simulationen abgeleiteten Bild gegenüber gestellt. Die beiden Bilder stimmen gut überein, obwohl das Signal extrem klein ist. Für Strukturuntersuchungen der lokalen Umgebung der absorbierenden Atome in der Probe wird ein „low-pass“ Filter auf die direkten Bilder angewendet (Abb. 74).

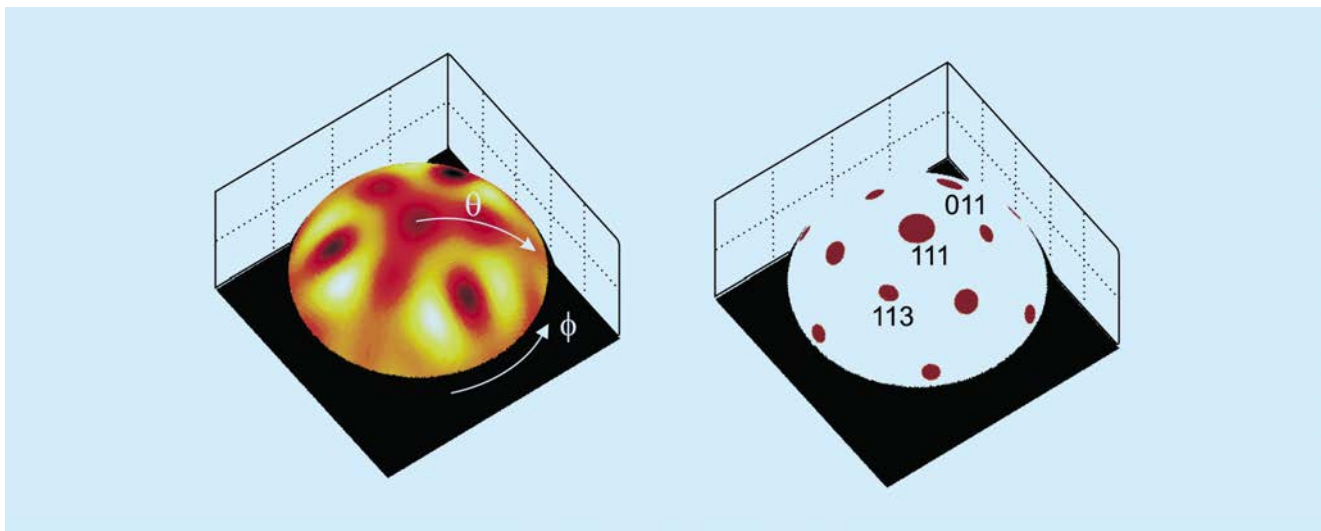


Abbildung 74: Links: Das gefilterte Realraum-Bild stellt die lokale Umgebung der absorbierenden Atome dar. Die dunklen Gebiete entsprechen den einzelnen Si-Atomen, die rechts skizziert sind.

Intravenöse Koronarangiographie

Seit 1981 wurde bei HASYLAB das NIKOS-System für intravenöse Koronarangiographie entwickelt. Im Jahre 2000 wurde das Projekt erfolgreich abgeschlossen, nachdem insgesamt 379 Patienten untersucht worden waren.

Die Entwicklung des Systems war ein kontinuierlicher Prozess. Verschiedene Versionen wurden getestet und für die Untersuchungen von Patienten eingesetzt. Die meisten Patienten, nämlich 303, wurden mit der Version IV des Systems (Abb. 75) untersucht, das seit Ende 1996 installiert ist. Verglichen mit Systemen in anderen Instituten wie NSLS, ESRF oder KEK ist das NIKOS(IV)-System das am weitesten entwickelte und somit das weltweit führende System für intravenöse Koronarangiographie.

Als bildgebendes Verfahren für die Methode wurde die Dichromographie gewählt, bei der zwei Bilder gleichzeitig mit monochromatischer Röntgenstrahlung aufgenommen werden. Die Energien der beiden Strahlen werden dabei so gewählt, dass sie unterhalb und oberhalb der Absorptions-K-Kante des Kontrastmittels liegen, das heißt normalerweise an der K-Kante von Jod bei 33.17 keV. Durch logarithmische Subtraktion der bei-

den Bilder wird der Kontrast des Kontrastmittels erheblich verstärkt, während der von Gewebe und Knochen unterdrückt wird. Auf diese Weise können sehr geringe Kontraste sichtbar gemacht werden, auch das sehr stark verdünnte Kontrastmittel nach intravenöser Injektion. Um qualitativ hochwertige Subtraktionsbilder zu erhalten, muss der Energieunterschied der beiden monochromatischen Strahlen gering sein, maximal 300 eV, das heißt die Bandbreite der monochromatischen Strahlen darf nicht größer als 250 eV sein.

Um die Untergrundstreuung in den Bildern zu reduzieren und um das System optimal an die Strahlbedingungen eines Speicherrings anzupassen, wurde das NIKOS-System als „Linescan“-System konzipiert. Andererseits wollen die Mediziner ein Bild innerhalb eines Viertels des Herzzyklus aufnehmen, damit sie durch EKG-Triggerung die günstigste Herzphase für die Aufnahme auswählen können.

Um beide Anforderungen zu erfüllen, müssen 3×10^{11} Photonen/(s mm²) in den monochromatischen Strahlen verfügbar sein. Das NIKOS(IV)-System ist das einzige, das diese Bedingung erfüllt.

Das System besteht im Wesentlichen aus dem Monochromator, dem Sicherheitssystem, einer Scan-Einrichtung mit Patientenstuhl und dem Detektor. Es

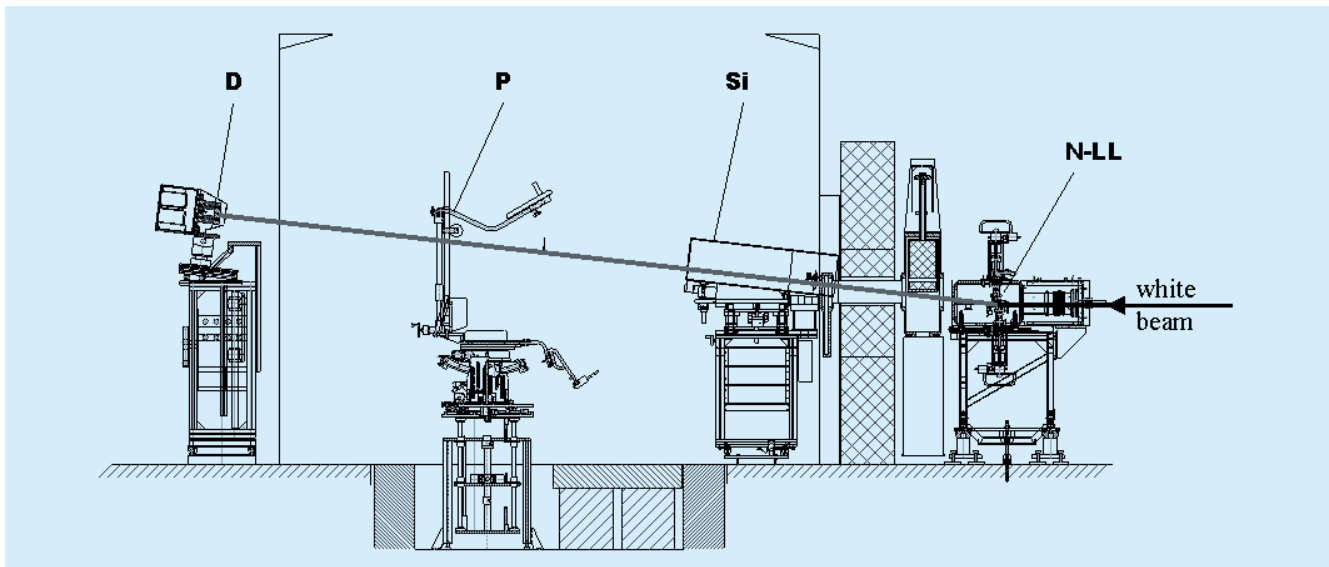


Abbildung 75: Schema des NIKOS(IV)-Systems (N-LL = Monochromator, Si = Sicherheitssystem, P = Patientenstuhl, D = Detektor).

ist an der Wiggler-Strahlführung W2 des DORIS-Speicherrings (4.5 GeV) aufgebaut. Der dort installierte HARWI-Wiggler ist mit 1.26 T, was einer kritischen Energie von 17 keV entspricht, für diese Anwendung optimiert. Bei einem Maschinenstrom in DORIS von 150 mA hat er eine Leistung von 6 kW. Bereits bei 54 mA Maschinenstrom sind monochromatische Strahlen mit 3×10^{11} Photonen/(s mm²) verfügbar. Da der Speicherring normalerweise mit einem Strom zwischen 80 und 150 mA läuft, sorgt ein Spaltsystem dafür, dass die Hautdosis bei den Patienten einen Maximalwert von 220 mGy nicht überschreitet. Das ist deutlich niedriger als der Mittelwert von 410 mGy für konventionelle selektive Koronarangiographie. Die berechnete maximale effektive Dosis beträgt für das NIKOS-System sogar nur 2.2 mGy für Männer bzw. 4.4 mGy für Frauen.

Im He-gefüllten Tank des Monochromators sind zwei gebogene Si(111)-Kristalle in Laue-Geometrie für die zwei monochromatischen Strahlen eingebaut. Die Strahlen kreuzen sich beim Patienten und sind dort auf vertikal 0.5 mm fokussiert. Ein ausgeklügeltes Design der Mechanik und der Kühlung sorgt dafür, dass der Monochromator trotz der Wärmelast problemlos zwei 13 cm breite, sehr geradlinige Strahlen am Ort des Detektors 5.8 m dahinter liefert.

Im Sicherheitssystem sind drei voneinander unabhängige sehr schnelle röntgendichte Strahlverschlüsse eingebaut, wovon zwei nur vom Patientenstuhl und ohne Rechner gesteuert werden. Bei jedem nur denkbaren Fehler, der zu einer Erhöhung der Strahlenexposition des Patienten oder des Arztes führen könnte, schließen diese Verschlüsse innerhalb von 8 ms. Das garantiert unter anderem, dass die Hautdosis für den Patienten nie größer als 300 mGy sein kann.

Die Scan-Einrichtung ist außerordentlich kompakt und besteht aus drei Teilen: einem hydraulischen Antrieb, mit dem eine konstante vertikale Bewegung von 50 cm/s erreicht wird, einem mechanischen System für die Justierung des Patienten und dem Sitz für den Patienten.

Als Zwei-Zeilen-Detektor wird eine 13 cm breite, ortsauflösende Ionisationskammer eingesetzt. Sie ist mit 90% Kr und 10% CO₂ bei 13.5 bar gefüllt. Der sehr hohe dynamische Bereich kann in vier Stufen an die Absorption des jeweiligen Patienten angepasst werden. Je nach Stufe liegt der gemessene dynamische Bereich zwischen 191 000:1 und 328 000:1 und das photonenäquivalente Rauschen zwischen 3.1 und 14.8 Photonen. Der Detektor verfügt nicht nur über diese sehr hohe Empfindlichkeit, sondern ist auch noch sehr schnell. Das Auslesen der zwei Zeilen mit jeweils 336 Pixeln von

0.4 mm Breite dauert zwischen 0.17 und 0.23 ms. Diese außergewöhnlich guten Parameter des Detektors sind für die Methode notwendig, damit einerseits ein Bild innerhalb eines Viertels des Herzzyklus aufgenommen werden kann, und andererseits die schwachen Kontraste von 1 mm starken Strukturen mit einer Massendichte von nur 1.5 bis 3.0 mg/cm² sowohl hinter Lungen als auch hinter Knochen noch dargestellt werden können.

Die Steuerung des Systems erfolgt über mehrere spezielle VME-Einschübe. Für Datenspeicherung, Bildverarbeitung und -darstellung wird eine Alphastation 400 4/233 eingesetzt. Ein komfortables, schnelles und leicht zu bedienendes Software-Paket erlaubt dem Arzt, die Diagnose innerhalb weniger Minuten nach der Untersuchung zu stellen.

230 der insgesamt 379 untersuchten Patienten gehörten zu einer Patienten-Studie mit festem Protokoll. Während der Studie wurden keine Veränderungen am System vorgenommen. Ziel der Studie war die Validierung der NIKOS-Methode, wobei die konventionelle selektive Koronarangiographie als „Goldener Standard“ angenommen wurde. Die Hypothese war, dass die intravenöse Koronarangiographie für Nachsorge-Patienten ausreichende diagnostische Bildqualität liefern kann.

88% der Patienten waren Männer und 12% Frauen. Das Alter lag zwischen 36 und 81 Jahren (im Mittel 61 Jahre) und das Gewicht zwischen 50 und 120 kg (im Mittel 81 kg). 53 der Patienten hatten vorher eine Bypass-Operation und 165 eine Ballon-Dilatation, wobei in 72% der Fälle ein Stent (Gefäßstütze) eingesetzt worden war. In der Regel wurden für jeden Patienten zwei Projektionswinkel für unterschiedliche Zielgefäße eingestellt. Diese teilten sich auf in 35% Ramus interventricularis anterior (LAD), 25% rechte Herzkranzarterie (RCA), 22% Ramus circumflexus (Cfx) und 18% Bypasse. In 94% der Untersuchungen wurden 30 ml Kontrastmittel in die Armvene injiziert und in 6% in die obere Hohlvene.

Während der Studie wurden täglich bis zu 6 Patienten mit dem NIKOS-System untersucht. Es traten keine Komplikationen auf. Abbildung 65 zeigt beispielhaft einige intravenöse Angiogramme. 60 der 230 Patienten hatten außer der NIKOS-Untersuchung innerhalb von 2 Monaten auch eine Untersuchung mit selektiver Koronarangiographie. Die Angiogramme dieser Patienten wurden intraindividuell verglichen. Einige unab-

hängige Kardiologen, die die NIKOS-Methode vorher nicht kannten, stellten anhand der intravenösen Angiogramme Diagnosen. Dazu wurden die Arterien in jeweils drei Segmente unterteilt, und die Kardiologen mussten angeben, ob eine Stenose > 70% im Segment vorliegt oder nicht. Zwei weitere Kardiologen beurteilten auf die gleiche Weise die selektiven Aufnahmen. Obwohl sie nur 63% Übereinstimmung bei stenosierten Segmenten hatten, mussten diese Ergebnisse als „Goldener Standard“ zum Vergleich herangezogen werden. Die unabhängigen Gutachter erreichten einen positiv-prädiktiven Wert von bis zu 83% für alle Zielgefäße (Mittel aller Gutachter 64%) und einen negativ-prädiktiven Wert von im Mittel 96%. Das zeigt den Trend, dass der Grad der Stenosen mit dem neuen Verfahren oft unterschätzt wurde. Trotzdem wurden praktisch alle Stenosen in den NIKOS-Angiogrammen gefunden.

18% der Segmente konnten nicht beurteilt werden. Eine sorgfältige Analyse der Daten und Bilder zeigte, dass der Anteil der nicht-beurteilbaren Segmente noch erheblich gesenkt werden könnte auf etwa 5%, hauptsächlich durch Änderungen bei der Prozedur während der Untersuchung, teilweise auch durch kleine Änderungen am System. Entsprechend könnten die prädiktiven Werte, die Sensitivität und die Spezifität der Methode verbessert werden.

Die meisten Probleme traten bei der Cfx und beim Hauptstamm durch Überlagerungen mit großen jodgefüllten Strukturen wie Aorta und linkem Ventrikel auf. In diesen Fällen können Bildverarbeitungsmethoden wie „Unsharp Masking“ die Diagnosen verbessern bzw. ermöglichen (Abb. 65f).

Die NIKOS-Methode muss nicht nur mit der selektiven Koronarangiographie verglichen werden, sondern auch mit konkurrierenden nicht-invasiven bzw. minimal invasiven Methoden wie „Magnetic Resonance Imaging“ (MRI – Kernspintomographie) oder „Electron Beam Computed Tomography“ (EBCT).

Anders als bei selektiver Koronarangiographie sind alle drei Verfahren risikolos für die Patienten und können ambulant durchgeführt werden. Allerdings ist die Bildqualität schlechter, es können keine Bildsequenzen aufgenommen werden und Interventionen sind nicht sofort im Anschluss an die Untersuchung möglich.

In den meisten Vergleichsstudien für MRI und EBCT gibt es keine Angaben für die prädiktiven Werte. Deshalb müssen Sensitivität und Spezifität verglichen werden. Alle drei Methoden ergeben vergleichbare Ergebnisse, wenn alle Arterien eingeschlossen werden, auch die nicht-beurteilbaren. Die Werte für die Sensitivität sind:

NIKOS	23% bis 77%	
EBCT	59% bis 69%	
MRI	38% bis 90%	(ohne nicht-beurteilbare, da Zahl nicht veröffentlicht)

und für die Spezifität:

NIKOS	85% bis 92%	
EBCT	63% bis 76%	
MRI	82% bis 97%	(ohne nicht-beurteilbare).

Dabei sind bei NIKOS alle Segmente der Herzkranzgefäße, Seitenäste und Bypässe enthalten, bei MRI und EBCT dagegen nur die proximalen und mittigen Segmente der Hauptgefäße. Grund dafür ist, dass NIKOS bessere Bildqualität als MRI und EBCT liefert. Mit NIKOS lassen sich Gefäße mit 0.8 mm Durchmesser darstellen, mit MRI und EBCT nur mit 2 bis 3 mm Durchmesser.

Außerdem liefert NIKOS sehr gute Bilder von Stents und Bypassen. MRI dagegen kann diese nicht darstellen, weil Metall zu Auslöschungen in den Bildern führt. EBCT kann Stents und Bypässe nur in wenigen speziellen Fällen abbilden. Deshalb ist NIKOS die optimale Methode für Stents und Bypässe.

Verglichen mit NIKOS und EBCT hat MRI den Vorteil, dass keine Röntgenstrahlung notwendig ist und dass nicht nur die Morphologie dargestellt wird, sondern auch die Funktion (Perfusion). Bei EBCT gibt es zusätzliche Probleme, wenn Stenosen von Kalzium überlagert werden. Außerdem wird bei MRI und EBCT von den Patienten eine erhebliche Kooperation verlangt und Arrhythmien führen zu Unschärfen in den Bildern. Das ist bei NIKOS nicht der Fall, und wegen der sehr einfachen Prozedur bei der Untersuchung hat das Verfahren eine sehr hohe Akzeptanz bei den Patienten.

Insgesamt hat jede der drei Methoden ihre Vor- und Nachteile und ihre Grenzen. Deshalb werden diese Methoden die selektive Koronarangiographie auch auf lange Sicht nicht ersetzen können. Jede Methode hat aber einen bestimmten Bereich, in dem sie optimal angewendet werden kann. Für NIKOS ist dieser Bereich offensichtlich die Kontrolle von Stents und Bypassen.

Mit diesen Erkenntnissen ist die Phase der Entwicklung und die Testphase der Methode und des Systems abgeschlossen. In der nächsten Phase muss jetzt geprüft werden, ob die Methode in klinische Routine übernommen werden soll und kann. Anders als bei MRI und EBCT gibt es bisher keine kommerziellen Systeme für NIKOS. Deshalb wurde bei DESY eine Machbarkeitsstudie für eine kompakte Quelle auf der Basis eines Speicherrings erstellt. Dieser Ring hat einen Durchmesser von 21 m und zwei Untersuchungsplätze. Die Studie kann als Grundlage für einen endgültigen industriellen Entwurf dienen.

Die Quelle müsste in einem medizinischen Zentrum installiert werden. Unter der Voraussetzung, dass jährlich 7500 Patienten untersucht werden, würde eine Untersuchung mit der NIKOS-Methode etwa die Hälfte einer Untersuchung mit konventioneller selektiver Koronarangiographie kosten.

Im Jahr 1998 wurden in Deutschland 528 000 selektive Koronarangiographien durchgeführt, 30% davon waren Kontrollen. Angenommen, 72% der Kontrollen wären wie bei der DESY-Studie Stent-Kontrollen, dann gäbe es etwa 110 000 Kandidaten für eine Untersuchung in dem medizinischen Zentrum. Eine weitere sehr interessante Anwendung des NIKOS-Verfahrens wäre die postoperative Kontrolle von Bypassen. Diese Kontrolle wird heute in der Regel nicht durchgeführt, es gäbe aber 6 000 bis 12 000 Kandidaten für die Untersuchung.

Trotzdem ist nicht sicher, ob diese zwei Anwendungen ausreichen, um jährlich 7500 Patienten in einem neu zu errichtenden Zentrum untersuchen zu können. Die Zukunft der Methode hängt davon ab, ob sich eine größere Gruppe von Medizinern findet, die ein starkes Interesse an der Einführung des Verfahrens hat, und außerdem ein Investor, der bereit ist, ein solches Zentrum aufzubauen.

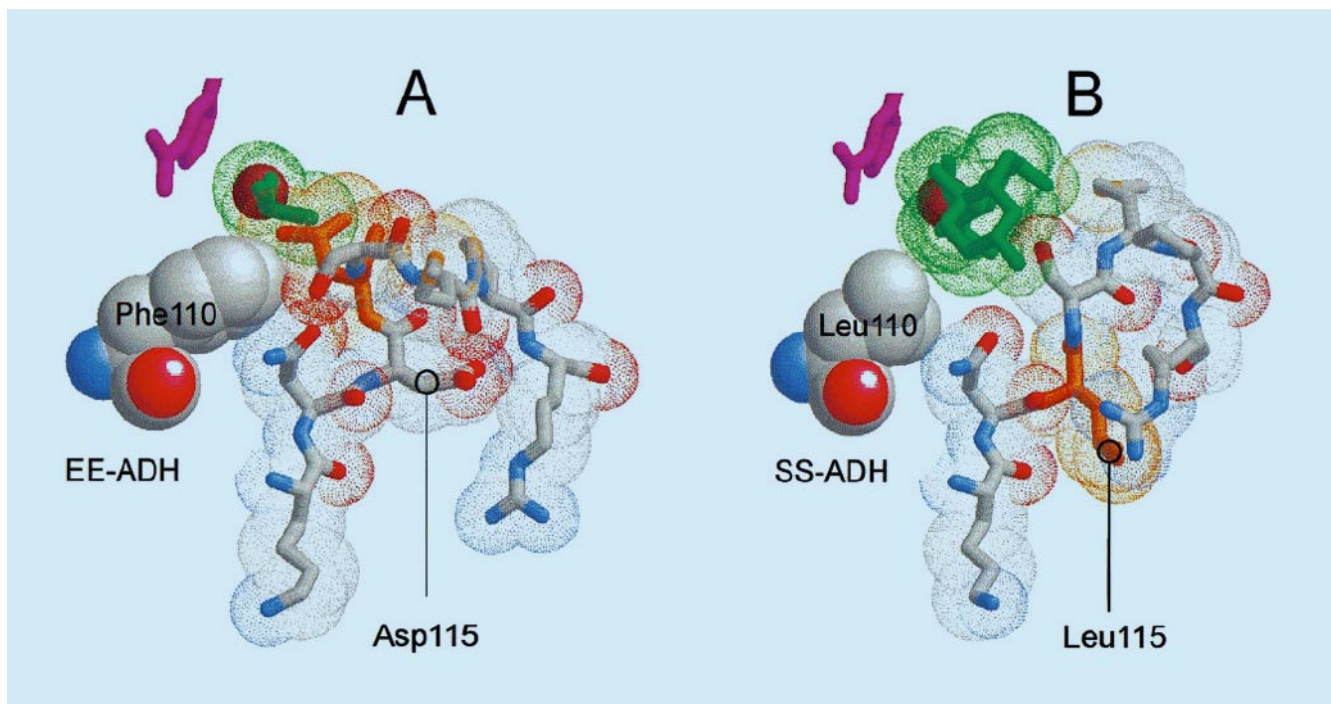


Abbildung 76: Der Eingang zu der zentralen Kammer des Substratkanals in EE- und SS-ADH. (A) Der EE-ADH-NADH-DMSO-Komplex mit einer Auflösung von 1.8 Å. Der Dihydropyridinring ist purpur und DMSO grün. LeuEE116 ist der nächste Nachbar zu DMSO und PheEE110 blockiert den Zugang zum Inneren des Substratkanals. (B) Dieselbe Region im SS-Isozym. LeuSS115 übernimmt die Position des nicht mehr vorhandenen AspEE115 nach einer Strukturänderung in der Schlaufe. Die Mutation PheEE-110Leu vergrößert das aktive Zentrum und ermöglicht Bindung von Cholsäure, einem voluminösen Substrat.

Europäisches Laboratorium für Molekularbiologie EMBL –Außenstation Hamburg–

Leitung: M. Wilmanns

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

Im Laufe des Jahres 2000 wurden von EMBL Hamburg wieder sechs Messstationen betreut, davon vier für den Bereich der Biokristallographie und jeweils eine Messstation für Kleinwinkelstreuung an Biomakromolekülen und eine für biologische Röntgenabsorptions-Spektroskopie. Insgesamt wurden 310 Experimente von 134 Gruppen aus 20 Ländern durchgeführt. Die große Mehrzahl der Besucher konnte aus Mitteln des HPRI-Programms der Europäischen Union unterstützt werden.

Gleichzeitig wurde der Umbau der Messstation X13 (mit Unterstützung aus Mitteln des IMB Jena und der Universität Hamburg) fortgesetzt. Testergebnisse zeigten, dass der Photonenfluss pro Fläche für diese Messstation besser ist als für die benachbarte Messstation X11.

Es wurden einige Testdatensätze von hoher Qualität gesammelt, die zeigten, dass die Anordnung der optischen Elemente an dieser neuen Messstation die Erwartungen vollständig erfüllt.

Gleichzeitig wurde die Umgestaltung der Messstation X12 mit wählbarer Energie/Wellenlänge für biokristallographische Experimente, einschließlich MAD-Experimente, geplant. In diesem Rahmen wurde ein neues Gesamtkonzept für den Fächer K ausgearbeitet, das eine symmetrische Anordnung der Messstationen X11 und X13 mit gleichem Winkel in Bezug auf den direkten Strahl (X12) ermöglichen wird. Mit den Umbauarbeiten wurde Ende des Jahres 2000 begonnen.

EMBL Hamburg nimmt eine wichtige Aufgabe im Bereich von fortgeschrittenem Training wahr. Seit 2000 wird die Außenstation als „Marie Curie Training Site“ von der Europäischen Union anerkannt. Dieses Programm ermöglicht die Vergabe von Stipendien (bis zu 12 Monaten) an Doktoranden/innen aus den EU-Mitgliedsländern einschließlich der assoziierten Staaten.

Parallel dazu werden weiterhin Trainingskurse angeboten. Die Mitgliedschaft in drei „Concerted Action“ Programmen der EU, Synchrotron-Rundtisch, MAX-INF und European Structural Biology Forum, ermöglichen die Bereitstellung von notwendigen finanziellen Ressourcen für diese Kurse.

Der sogenannte PEPSII Kurs mit dem Schwerpunkt auf Methoden der Probenvorbereitung (Expression, Reinigung und Kristallisation) fand letztes Jahr ein großartiges Echo.

Darüber hinaus wurde ein Workshop in Poznan (Polen) organisiert, bei dem Möglichkeiten für „High-Throughput“ Strukturbioologie diskutiert wurden.

Forschungsschwerpunkte

In der letzten EMBL-Ratssitzung im November 2000 wurde das wissenschaftliche Programm für EMBL in den Jahren 2001 bis 2005 verabschiedet. Dieses Programm wird die Bemühungen von EMBL unterstützen, die Genom- und Proteom-orientierte Forschung in das Zentrum seiner wissenschaftlichen Aktivitäten zu setzen, die Messstationen mit „State-of-the-Art“ Standards weiterzuentwickeln und die Infrastruktur an der Außenstation so zu verbessern, dass diese eine wichtige Funktion als Einrichtung in den derzeit beginnenden Strukturgenomikprojekten einnehmen kann.

Eine verbesserte Form der Bereitstellung von Synchrotronstrahlung auf dem DESY-Gelände könnte helfen, Hamburg noch mehr als in der Vergangenheit zu einem multi-institutionellen Spitzenzentrum im Bereich der hochaufgelösten Strukturbioologie und der damit verbundenen Strukturgenomikprojekte zu entwickeln.

Im weiteren Teil des Berichtes sind die wissenschaftlichen Aktivitäten der Forschungsgruppen aus den Berei-

chen Instrumentierung, Biokristallographie, Kleinwinkelstreuung und Röntgensorptionsspektroskopie zusammengefasst.

Weitere Projekte in Zusammenarbeit mit auswärtigen Gruppen und Einzelheiten sind im EMBL Jahresbericht dargestellt (http://www.embl-hamburg.de/annual_report_2000.html).

Instrumentierung der Synchrotron-Messstationen

Im Jahr 2000 bestand die Hauptaktivität im Umbau der Messstation X13, der ehemaligen Station für Kleinwinkelstreuung, in einen Messplatz für Proteinkristallographie (PX). Die im Vorjahr begonnenen Arbeiten wurden fortgesetzt, so dass Mitte des Jahres mit dem Testbetrieb begonnen werden konnte, und die letzte Strahlzeit bereits für regulären Nutzerbetrieb freigegeben war.

Im Folgenden sollen die Hauptmerkmale dieser Strahlung kurz aufgelistet werden:

- fixierte Wellenlänge von 0.9 Å, festgelegt durch die Strahlführungsgeometrie und einen fokussierenden Si(220) Monochromator,
- Rh-beschichteter 1 m langer Röntgenspiegel zur dynamischen Fokussierung in vertikaler Richtung und zur Unterdrückung harmonischer Wellenlängen,
- bei EMBL entwickelte kristallographische Messstation mit CCD-Detektor, Kristallkühlung und ϕ -Rotation.

Der Einsatz eines kontinuierlichen Spiegels, anstatt des bisher verwendeten segmentierten Spiegels, war mit einem beträchtlichen Intensitätsgewinn am Probenort verbunden. Die Umstellung der gesamten Experimentsteuerung von CAMAC auf ein PC-basiertes System und der Einsatz eines modernen Schrittmotorsystems wirkten sich positiv sowohl auf die Zuverlässigkeit als auch auf die Bedienerfreundlichkeit aus.

Im Winter Shutdown 2000/01 wurde der gesamte Strahlfächer K inklusive der Experimentierhütten abgebaut. Zusätzlich zu den bereits bestehenden Messplätzen X11 und X13 wird zwischen diesen beiden Strahlen eine Messstrecke mit variabler Wellenlänge aufgebaut, an der anomale Dispersionseffekte ausgenutzt werden

sollen (MAD). Im Rahmen der Umbaumaßnahmen werden die teilweise veralteten Komponenten von X11 auf den Stand von X13 gebracht.

Biokristallographie

Substratspezifität von Alkohol Dehydrogenase Isozymen aus Pferdeleber

Alkohol-Dehydrogenasen (ADH) kommen als Ethanol (EE-ADH) und Steroid (SS-ADH) verarbeitende Isozyme zusammen mit einem Hybrid-Dimer (ES-ADH) vor. Im Enzym der Pferdeleber, das für diese Studie verwendet wurde, gibt es insgesamt 10 Unterschiede von Aminosäuren zwischen S und E Ketten, einschließlich der Deletion eines Restes in der EE-ADH (AspEE115). Die Substratspezifität von ADH ist durch die Beschaffenheit des Substratkanals gegeben, und es konnte durch Punktmutationen bewiesen werden, dass nach Deletion von AspEE115 das Enzym Aktivität an Steroiden zeigt. Nur die S-Untereinheit kann 3- β -Hydroxysteroiden verarbeiten, welche große, voluminöse Substrate sind.

In Zusammenarbeit mit den Universitäten Lund (Schweden) und Saarbrücken wurde die Röntgenkristallstruktur von SS-ADH als Komplex mit NAD/NADH und Cholsäure gelöst. Cholsäure ist in Gegenwart von NAD ein starker Inhibitor für SS-ADH, der sich nur in der Position der 3-Hydroxyl-Gruppe von einem 3- β -Hydroxysteroid unterscheidet. Kristallographische Daten bis zu einer Auflösung von 1.5 Å wurden bei 100 K an der Messstation BW7B bei EMBL/DESY gesammelt. Die Struktur zeigt, wie die meisten Aminosäure-Unterschiede zwischen EE- und SS-Enzymen die verschiedenen Eigenschaften beeinflussen:

- die Größe des Substratkanals,
- die Hydrophobizität der Substratbindungsregion,
- die Ladungsverteilung am Protein,
- große strukturelle Veränderungen in der steroidbindenden Schlaufe.

Dies alles trägt zur Anpassung des Substratkanals an die Bindung von Steroidsubstraten in SS-ADH bei. Der größte strukturelle Unterschied zwischen EE- und SS-ADH betrifft den Substratkanal selbst. Eine gewisse Flexibilität von hydrophoben Seitenketten lässt eine

begrenzte Gestaltveränderung des Kanals innerhalb der zentralen Kammer zu.

Phe110 und Leu116 in EE-ADH verkleinern diesen Raum, so dass er eher für kleine Substrate passt als für Steroide (Abb. 76A). AspEE115 hat den größten Einfluss auf die Weite des Kanals (Abb. 76B). Die Position von AspEE115 liegt innerhalb einer Schlaufe, zu der die Carboxylgruppe Wasserstoffbrücken über die Hauptketten-Amidstickstoffatome ausbildet. LeuEE116, das in der Nähe des Metallions im aktiven Zentrum sitzt, wird durch die verkürzte Schlaufe verdeckt. Das Cholsäure-Molekül im EE-Enzym belegt die volle Länge des Substratkanals. Das Zink-Ion im aktiven Zentrum wird von seiner Carboxylgruppe ligiert. Die erhaltenen Ergebnisse liefern eine solide strukturelle Basis für die Analyse von Unterschieden in der Substratspezifität und Stereoselektivität der ADH Isozyme.

Regulation der Genexpression durch anpassbare Strukturen des Transkriptionsfaktors OCT1

Ein beträchtlicher Teil der kodierten Genprodukte der bekannten Genome reguliert deren Konvertierung von passiven Informationsträgern, den Genen, zu Proteinen, die die Maschinen der biologischen Prozesse sind. Diese Proteinfaktoren interagieren mit der DNA in den verschiedensten Formen, oft als Homo- oder Heteromultimere. Sie regulieren die Expression spezifischer Gene durch Repression und/oder Aktivierung, und tragen zur kondensierten Verpackung von Genen in zellulären Organismen bei.

In Zusammenarbeit mit einer Arbeitsgruppe des New Boulton Centers (Philadelphia) werden die Transkriptionsfaktoren der OCT-Familie untersucht. Von herausragender Bedeutung ist der Faktor OCT4, der das weitere Zellprogramm von embryonalen Stammzellen maßgeblich bestimmt. Im Berichtsjahr wurden zwei Strukturanalysen des homologen und ubiquitär vorkommenden Faktors OCT1 im Komplex mit spezifischen DNA-Elementen, die als PORE und MORE bezeichnet werden, genommen. Die Datensätze für diese Komplexe, einschließlich einem MAD-Datensatz mit Brom-substituierter DNA, wurden an den Messstationen bei EMBL/DESY gewonnen. Aufgrund der großen

Sequenzähnlichkeit von OCT1 und OCT4 lassen sich die funktionellen Implikationen der OCT1-Strukturen im Wesentlichen auf OCT4 übertragen.

Frühere biochemische Arbeiten und Modellvorhersagen konnten nur unter der Annahme erklärt werden, dass OCT-Faktoren sich, je nach DNA-Motiv, völlig unterschiedlich an die DNA anlagern. Diese Unterschiede in den resultierenden Komplexen führen zu konformationsabhängigen Regulierungen dieser OCT-Faktoren durch weitere Koaktivatoren. Im Berichtsjahr konnte zum Beispiel gezeigt werden, dass OCT4 nur in der MORE-Konfiguration, nicht aber in der PORE-Konfiguration, durch den Koaktivator OCA-B reguliert werden kann.

Die nunmehr gelösten Kristallstrukturen der beiden Komplexe OCT1:MORE und OCT1:PORE zeigen, dass tatsächlich der OCT1-Faktor zwei völlig unterschiedliche Komplexe in Gegenwart von unterschiedlichen DNA-Motiven bilden kann (Abb. 77). Dieses plastische strukturelle Verhalten des OCT-Faktors ist einzigartig und bis jetzt in keinem anderen vergleichbaren Faktor gefunden worden. Das erzielte Ergebnis macht deutlich, in welchem Ausmaß strukturelle Arrangements von Proteinkomplexen von deren Liganden, hier von spezifischen DNA-Motiven, induziert werden können.

Diese Arbeiten werden dazu beitragen, das plastische Strukturprogramm der weit verbreiteten Transkriptionsfaktoren besser zu verstehen.

Die Aktivität der Transkription und die sensorische Transduktion

Bakterien reagieren auf ihre Umweltbedingungen mit bestimmten Veränderungen von Gen-Expressionsmustern, insbesondere auf der Ebene der Transkription. Einer der wichtigen Mechanismen, der dabei verwendet wird, basiert auf dem alternativen Faktor $\sigma 54$, welcher für die Initiation der Transkription in verschiedenen Prozessen verantwortlich ist, zum Beispiel dem Kohlenwasserstoff-Abbau und der Stickstoff-Fixierung. Dieser σ -Faktor benötigt ein so genanntes Aktivator-Protein, dessen Konzentration durch Umweltbedingungen oder intrazelluläre Faktoren kontrolliert wird. In vielen Mikroorganismen sind die Gene,

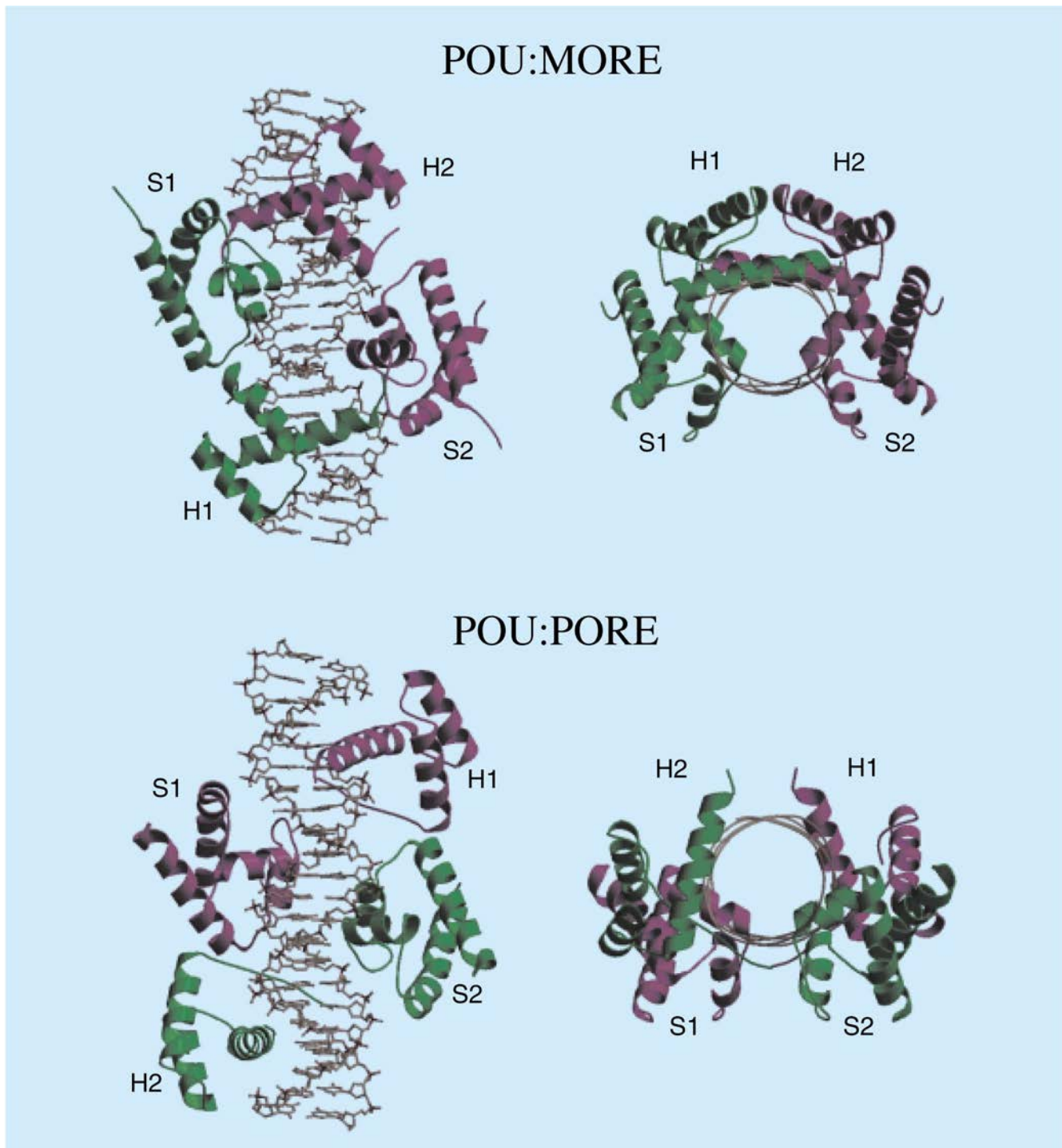


Abbildung 77: Schematische Darstellungen der beiden Protein-DNA Komplexstrukturen, OCT1:MORE und OCT1:PORE. Die Arrangements der Proteindomänen sind vollständig unterschiedlich in den beiden Komplexen.

die für die Stickstoff-Fixierung verantwortlich sind, transkriptional durch NifA aktiviert, dessen Aktivität wiederum durch NtrC kontrolliert wird. NifA sowie NtrL sind typische σ_{54} abhängige Aktivatoren. Jedes dieser Proteine besteht aus drei Domänen, einer DNA-bindenden Domäne, einer katalytischen (AAA) Domäne, und einer Empfänger-Domäne. NtrBC stellt ein typisches zwei-Komponenten System dar, in dem die Signal-Transduktion durch die Autophosphorylierung des Sensor-Proteins (NtrB) an ein Histidin in der Übertragungs-Domäne erfolgt. Anschließend wird die Phosphorgruppe auf die Empfänger-Domäne des regulatorischen Proteins (NtrC) übertragen. Obwohl NifL klare Ähnlichkeiten mit der Histidin Autokinase Übertragungs-Domäne zeigt, wird es nicht autophosphoryliert. Im Gegensatz dazu kontrolliert NifL wahrscheinlich die Aktivität von NifA durch eine stöchiometrische Protein:Protein Wechselwirkung. NtrB reagiert auf den Stickstoff-Status der Zelle durch eine Wechselwirkung mit dem PII Protein. NifL reagiert auf drei Effektoren: das Redox Potential der Zelle mit Hilfe einer FAD Gruppe in der sensorischen Domäne, das Stickstoff Potential und den Energiegehalt der Zelle durch ATP/ADP Bindung an der Übertragungs-Domäne. Folgende Strukturarbeiten an Proteinen dieses Systems werden zur Zeit durchgeführt:

- Die zentrale plus C-terminale Domäne eines NtrC Homologen wurde kristallisiert – die Kristalle streuen bis zu 3 Å. Produktion und Kristallisation des Selenomethionin markierten Proteins werden derzeit durchgeführt.
- Die N-terminale FAD bindende PAS/PAC (Sensor) Domäne von NifL von *Azobacter vinlandii* wurde kristallisiert. Die Kristalle streuen bis zu 3.1 Å Auflösung.
- Die Transkription des Phage-shock Protein (psp) Operons von *E. coli* steht ebenfalls unter Kontrolle des σ_{54} , und ist von dem Transkriptions-Faktor PspF abhängig. Das PspF Protein besteht aus 325 Aminosäuren und hat zwei Domänen, die eine Homologie zu der zentralen und der C-terminalen Domäne von NtrC zeigen. Es wurden vorläufige Kristallisationsexperimente eines PspF- Δ HtH Konstruktes, das das C-terminale „helix-turn-helix“ (HtH) Motiv nicht enthält, durchgeführt. Dabei sind nach 3–5 Wochen kleine, sehr schwach streuende Kristalle gewachsen.

- Das Phagen Schock Protein A (MW 25.5 kDa) ist ein peripheres Membran-Protein, das die Expression des psp Operons negativ reguliert. Da dem PspA ein erkennbares DNA-Bindungsmotiv fehlt, bindet es wahrscheinlich an die zentrale Domäne des PspF. Im Gegensatz zu anderen Signal-Transduktionssystemen, die zu der Zwei-Komponenten Familie gehören, spielt hier die Phosphorylierung an der Regulation des psp Operons keine Rolle. Die His-tag Version des PspA Proteins wurde hergestellt, das Protein überexprimiert und die Reinigungsschritte optimiert. Es wurden Mikrokristalle erhalten und es wird jetzt versucht, diese durch Anwendung bestimmter Konditionen zu verbessern.
- Da Proteine von thermophilen Organismen oft leichter kristallisieren als die von mesophilen, konzentrierte sich eine Untersuchung auf das NifA-analoge Protein des hyperthermophilen *Aquifex aeolicus*. Das Protein wurde überexprimiert und gereinigt. Nach Optimierung der Reinigungsprotokolle wurden verschiedene Kristallisationsbedingungen getestet, um Proteinkristalle zu bekommen. Nach einer Inkubation von 3–4 Wochen wurden einige kleine, sehr fragile Kristalle erhalten, die gegenwärtig verbessert werden.

Nichtkristalline Systeme

Die Arbeit der Gruppe konzentrierte sich auf zwei Hauptthemen: die Entwicklung eines Datenerfassungssystems auf der Grundlage der Zeit-Raum-Zeit Umwandlung und die Entwicklung von Dateninterpretationsmethoden.

Die Zeit-Raum-Zeit Umwandlung ist eine Methode zur Auslese von Gasdetektoren mit Verzögerungsleitungen, die die Nachteile der üblichen Analog/Digital oder Zeit/Digital Umwandlungsmethoden, wie niedrige Zählraten und Schwierigkeiten bei der Auslese zeitgleicher Ereignisse, umgeht. Als Folge der Ionisation des Gases im Detektor entsteht gleichzeitig auf der Anode ein elektrischer Puls, und kurz danach wird von der Ionenwolke ein Signal auf der Kathode induziert, die mit einer LC-Verzögerungsleitung mit Transitzeit T gekoppelt ist. Dieses Signal teilt sich in zwei identische

Pulse, die sich in Gegenrichtung auf der Verzögerungsleitung fortpflanzen. Üblicherweise wird die Zeitdifferenz zwischen der Ankunft der Pulse auf beiden Seiten der Verzögerungsleitung gemessen, um die Position des Ereignisses zu bestimmen.

Anders ist es in der Zeit-Raum-Zeit Methode. In diesem Fall werden die zwei Pulse auf einer zweiten Verzögerungsleitung mit identischen Eigenschaften rekombiniert. Diese zweite Leitung, die in einem speziell entwickelten ASIC („Application Specific Integrated Circuit“) eingebaut ist, besteht aus einer Kette von Invertoren, die mit Komparatoren und Zählern verbunden sind, wobei die 64 Elemente in jedem ASIC eine 20 ns lange Pseudo-Verzögerungsleitung bilden. In ihrem Prinzip ist die Methode analog zur Zeitsynchronisation in Einsteins Gedankenexperimenten oder zur Zwei-Weg Übertragungsmethode in der Zeitmetrologie. Im Rahmen des von der Europäischen Union finanzierten PASERO-Projekts wurde von der Firma Smart Silicon Systems (Lausanne) ein NIM-Modul mit 16 ASICs entwickelt. Dieses Modul, das ein universales Auslesesystem für lineare Detektoren bietet, wurde, in Zusammenarbeit mit EMBL-Grenoble und dem ESRF, mit einer Reihe verschiedener Detektortypen erfolgreich getestet. Die Ergebnisse dieser Messungen wurden auf der SRI-2000 Konferenz in Berlin vorgetragen.

Im Rahmen der Entwicklung neuer Dateninterpretationsmethoden in Zusammenarbeit mit dem Institut für Kristallographie in Moskau wurde eine neue Version des CRY SOL-Programms (CRYDAM) geschrieben. Diese neue Version erlaubt es jetzt, neben Lösungsstreu-kurven von Proteinen auch die von Nukleinsäuren und Sacchariden und ihren Komplexen anhand der Koordinaten in der Protein Datenbank unter Berücksichtigung der Hydratisierungsschale zu berechnen.

Weiter wurde ein Algorithmus entwickelt und in einem Programm (SUPCOMB) implementiert, um verschiedene Modelle, zum Beispiel aus hochaufgelösten Kristallstrukturen, Elektronenmikroskopie oder Kernresonanz, räumlich optimal aufeinander auszurichten.

Das DAMMIN-Programm wurde auch weiterentwickelt und angewandt, um Modelle von Proteinen und Nukleinsäuren, zum Beispiel 5S RNS, ab initio aus Lösungsstreuungskurven zu berechnen.

Das neue Programm MASSHA für PC bietet eine Erweiterung des ASSA Systems, das auf UNIX-Rechnern läuft, um Modelle aus verschiedenen Quellen dreidimensional darzustellen, zu manipulieren und zu vergleichen. Es ist sehr bedienungsfreundlich und soll Biochemikern erleichtern, gezieltere Experimente zu planen und die Größe der Effekte abzuschätzen, die in Lösungsstreuungsexperimenten bei konformationellen Änderungen oder Komplexbildung zu erwarten sind.

EXAFS an biologischen Systemen

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 Oxidationszustands 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 Nutzerinterfaces. Dazu wurde ein neues Si(311) Kristallpaar eingesetzt, wobei der thermische Kontakt zwischen dem ersten Kristall und dem Kühlblock durch eine dünne Lage GaIn-Eutektikum optimiert wurde. Dies führt zu einer sehr guten Energiestabilität des Spektrometers, die jetzt hauptsächlich durch Strahlschwankungen des DORIS-Speicherrings beschränkt wird.

Des Weiteren konnte den Nutzern ein neuer Regelkreis für die Stabilisierung des Monochromator-Detunings zur Verfügung gestellt werden. Dieser verringert die Intensitätsschwankungen auf der Probe deutlich. Diese Verbesserungen resultierten in einer Erhöhung der Strahlungsintensität auf der Probe von bis zu 70%. Die Verbindung dieser Steuerung mit der Datennahme entlastet die Gäste stark. Somit können sie sich verstärkt den wissenschaftlichen Fragestellungen zuwenden.

Im Jahr 2000 wurde eine Vielzahl an Projekten durchgeführt, viele in Kooperation mit anderen Labors aus ganz Europa. Dieser Bericht skizziert ein Projekt in Zusammenarbeit mit den Universitäten Bayreuth und Lübeck.

Das Metalloenzym CO-Dehydrogenase aus *Oligotropha carboxidovorans* ist ein Molybdän-haltiges 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. Fol-

gerichtig 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 reduziertem 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. Aus einem Vergleich der Proben konnten die für die Aktivität essentiellen Komponenten des Metallclusters bestimmt werden. Neben einem weiteren vermutlich cyanolisierbaren Schwefelliganden, welcher in der inaktiven Spezies durch Sauerstoff substituiert ist, handelt es sich um ein Atom im Abstand von 3.7 Å, das vermutlich als 3d Metall identifiziert wurde.

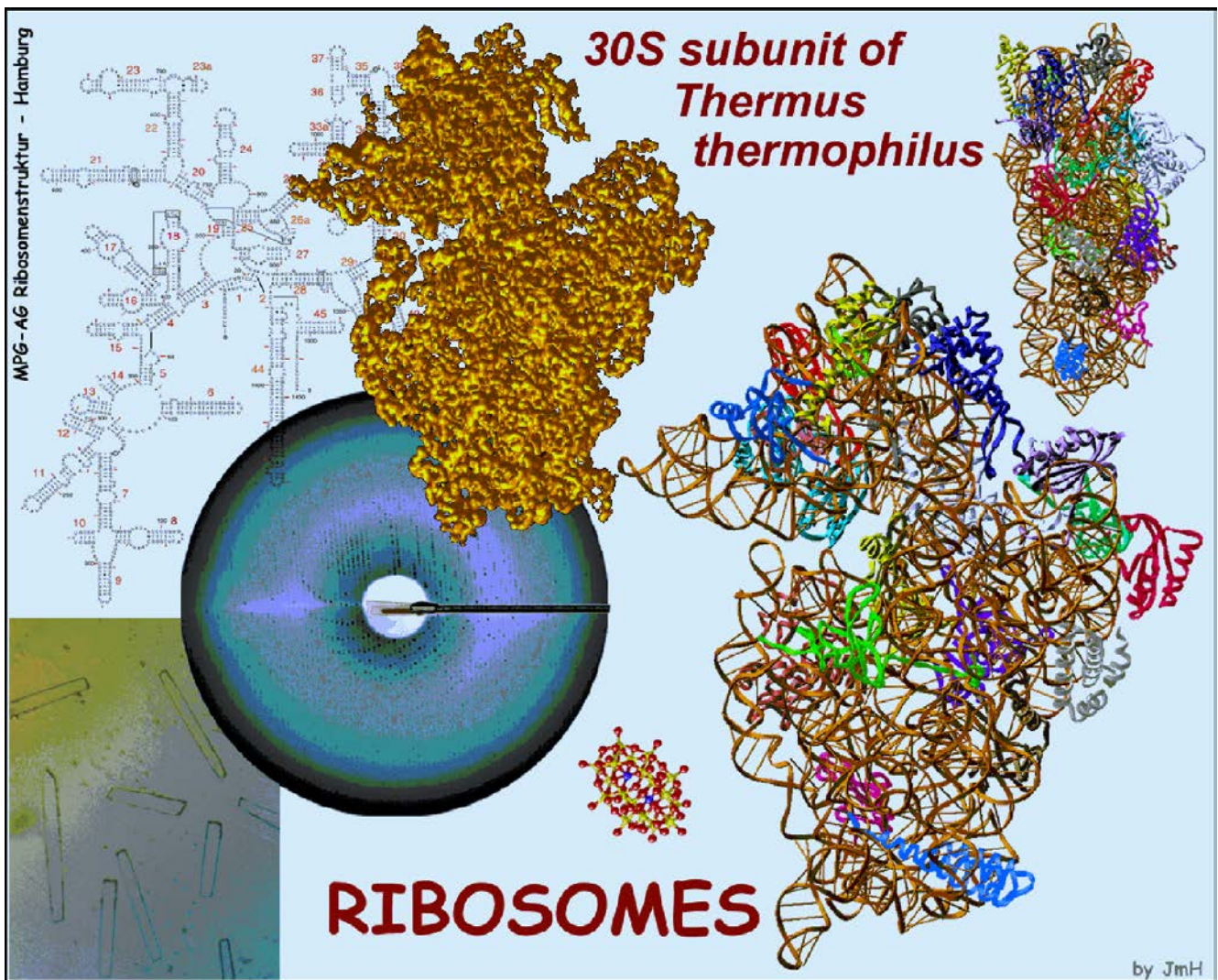


Abbildung 78: Collage von J.M. Harms „Die 30S ribosomale Untereinheit von *Thermus thermophilus*: Von den Kristallen zur Struktur.“ Die 2-dimensionale Struktur der 16S RNA wurde aus Gutell et al. 2000 entnommen.

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 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-Beamline BW6 an DORIS.

Ein Schwerpunkt der wissenschaftlichen Arbeiten lag bei der weiteren Entwicklung von Verfahren experimenteller Phasierung zur Lösung neuer Proteinstrukturen. Die Nutzung der anomalen Streuung in Verbindung mit Kryotechniken ermöglicht es in der Regel, eine Proteinstruktur mit unbekannter Faltung innerhalb von ein oder zwei Tagen so weit aufzuklären, dass die Elektronendichteverteilung modelliert und verfeinert werden kann – oft auf der Grundlage von Beugungsmessungen an einem einzigen Kristall. Wenn Beugungsdaten bis zu hoher Auflösung verfügbar sind, sind anomale Phasen von so hoher Genauigkeit, dass die experimentelle Elektronendichteverteilung in vielen Fällen weitgehend automatisch interpretiert werden kann.

Ein Beispiel dafür ist die Aufklärung der Kristallstruktur der 6-Hydroxy-L-Nikotin-Oxidase (Abb. 79) in Zusammenarbeit mit der Universität Freiburg. Dieses stereospezifische Enzym, ein dimeres Flavoprotein mit einem Molekulargewicht von 93 000, ermöglicht es dem Bakterium *Arthrobacter nicotinovorans*, seinen gesamten Bedarf an Kohlenstoff und Stickstoff aus der Umwandlung von Nikotin zu erzeugen. Die Homologie zu wesentlichen Teilen der menschlichen Monoaminoxidase (MAO), deren Hemmung ein Bestandteil der medikamentösen Behandlung von Parkinsonpatienten darstellt, erhöht das Interesse an dieser Struktur zusätzlich.

Techniken rascher Derivatisierung beeinflussen den Zeitaufwand für Proteinstrukturaufklärung erheblich. Die Strukturanalyse der 6HLNO veranschaulicht die Möglichkeit, unmittelbar vor Beginn der Röntgenmessungen geeignete Derivate herzustellen, in diesem Fall durch Eindiffusion von Xenon unter hohem Druck von etwa 20 bar bzw. von Halogeniden. Generell ist der Zugang zu geeigneten Röntgenabsorptionskanten einer möglichst großen Zahl von Elementen von erheblicher praktischer Bedeutung für eine schnelle Lösung von Proteinstrukturen mit anomalen Verfahren. Wir er-

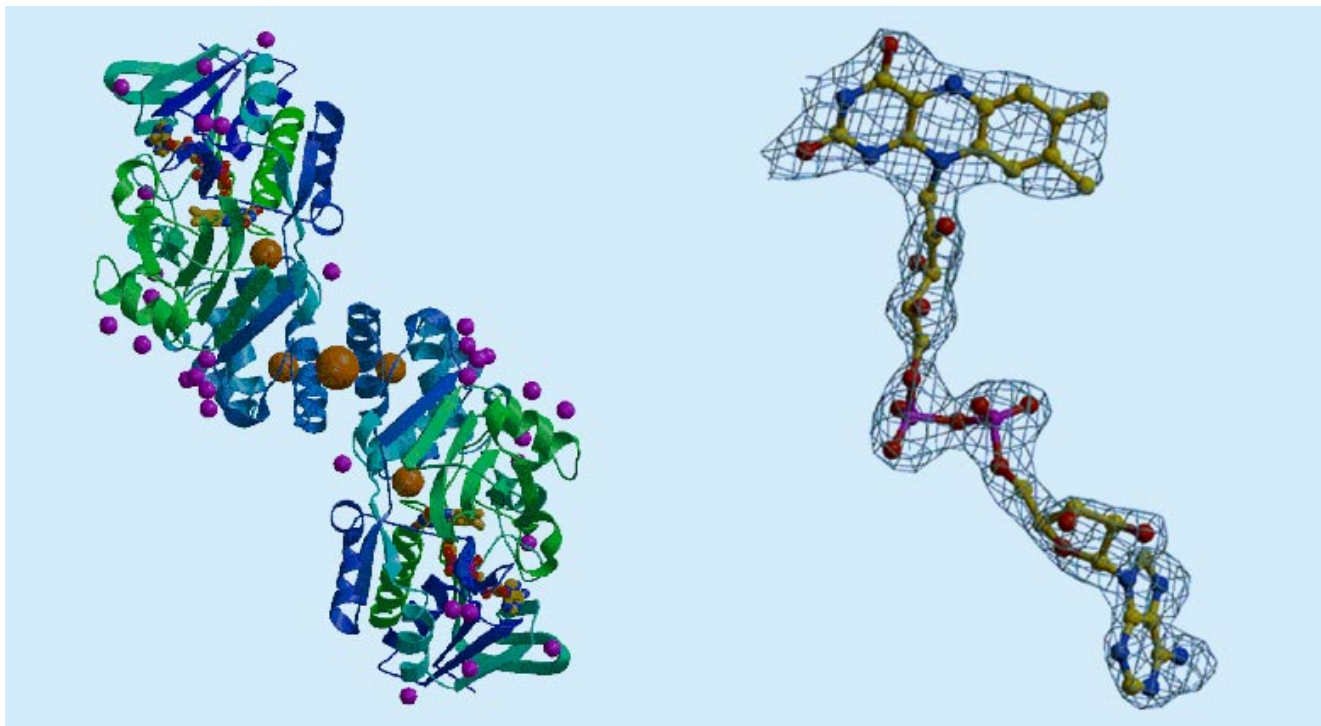


Abbildung 79: Kristallstruktur der 6-Hydroxy-L-Nikotin-Oxidase von *A. nicotinovorans* bei 1.95 Å Auflösung (Kachalova et al., 2000). Die Elektronendichteverteilung im Bereich des FAD (links) zeigt die hohe Qualität der experimentellen Phasen. Das verfeinerte Strukturmodell (rechts) zeigt das dimere Enzym mit den Lagen der Xenon-Atome und Bromid-Ionen. Diese Derivate wurden unmittelbar vor den Röntgenmessungen am BW6 hergestellt.

weiterten den Anwendungsbereich bis in den Bereich weicher Röntgenstrahlung und lösten die mit der zunehmenden Absorption verbundenen Skalierungsprobleme.

Es gelang erstmals, anomale Phasen sogar bei Röntgenwellenlängen bis zu etwa 3.1 Å zu bestimmen (Abb. 80). Damit können eine Reihe von Absorptionskanten wie Xe-L3, I-L3 und Ca-K genutzt werden. Darüber hinaus sind bei den langen Wellenlängen die anomalen Streubeiträge von Schwefelatomen im Proteinmolekül so stark, dass sie zur Phasenlösung genutzt werden können. Diese Entwicklungen machen die Suche nach Derivaten, die früher oft den langwierigsten Teil der Kristallstrukturanalyse von Proteinen ausmachte, in der Regel unnötig. Die vergleichsweise geringen systematischen Fehler bei der Phasierung mit anomalen Verfahren machen es darüber hinaus oft möglich, auf Messungen bei multiplen Wellenlängen (MAD-Methoden) zu verzichten, und stattdessen anomale Messungen bei einer

einzigsten Wellenlänge (SAD) in Verbindung mit Verfahren der Dichtemodifikation zur Strukturlösung einzusetzen. Dies führt zu einer weiteren Beschleunigung. Die neuen Techniken werden in Zukunft insbesondere auch für Anwendungen in der Strukturgenomik von Bedeutung sein.

Mit SAD- und MAD-Verfahren konnte im vergangenen Jahr eine Reihe wichtiger Strukturen gelöst werden. Ein Beispiel dafür ist die Struktur von Komplexen, die wesentliche Bestandteile bei der Bildung eines Multichaperons darstellen. Ein weiteres Beispiel ist eine bakterielle Cytochrome-c-Oxidase. Diese Arbeit stellt gleichzeitig die erste erfolgreiche Anwendung von MAD-Verfahren auf die Lösung der Kristallstruktur eines integralen Membranproteins dar.

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

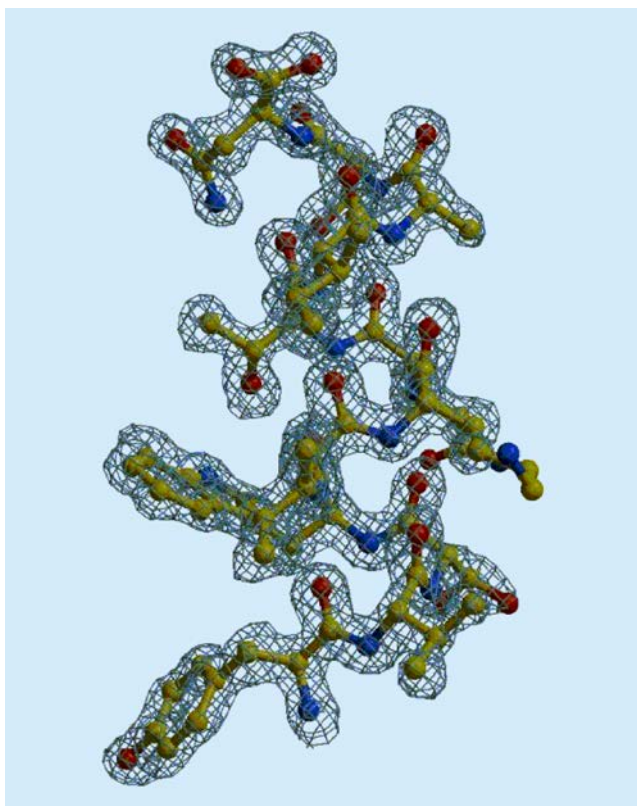


Abbildung 80: Erste Anwendung anomaler Phasierung im Bereich weicher Röntgenstrahlung auf orthorhombisches β -Trypsin von Rinderpankreas. MAD-Daten wurden an der K-Absorptionskante von Calcium ($3.07 \text{ \AA}$) gemessen. Die anomalen Beiträge von Schwefelatomen im Proteinmolekül wurden mit einbezogen. Die Elektronendichtekarte zeigt die hohe Qualität der experimentellen Phasen vor Beginn der Verfeinerung.

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. Mikrotubuli sind hohl-zylindrische Proteinfasern, die durch spontane Polymerisation von Tubulin entstehen. Sie spielen bei der Organisation zellulärer Strukturen eine wichtige Rolle und sind an vielen dynamischen Prozessen in der Zelle beteiligt.

Kinesin und andere Proteine aus der Familie der Kinesine sind molekulare Motoren, die Energie aus der Hydrolyse von ATP zu ADP gewinnen und diese für die gerichtete Bewegung entlang der Mikrotubuli verwenden. Das „konventionelle“ Kinesin besteht in seiner nativen Form aus zwei schweren und zwei leichten Peptidketten. Jede der beiden schweren Ketten hat an ihrem N-Terminus eine etwa 350 Aminosäuren umfassende, globuläre „Motordomäne“. Diese Motordomänen sind für die ATP-Hydrolyse und die Interaktion mit den Mikrotubuli verantwortlich. Kinesine sind hauptsächlich für den Transport vom Minus- zum Plus-Ende der Mikrotubuli zuständig („Plus-Motoren“). Dies gilt auch für das konventionelle Kinesin.

Mittlerweile sind Röntgenstrukturen von Motordomänen verschiedener Kinesine bekannt, unter anderem aus konventionellem Kinesin von Mensch und Ratte, aber auch von verwandten Motorproteinen mit umgekehrter Bewegungsrichtung (Ncd, Kar3; „Minus-Motoren“). Trotzdem ist der vollständige Mechanismus der ATP-Hydrolyse noch nicht geklärt, denn alle zur Zeit in der Proteindatenbank gesammelten Kinesin-Strukturen zeigen die Motordomäne im selben Zustand, nämlich als Komplex mit ADP. Vor kurzem ist es gelungen, die Motordomäne des Pilzkinesins NcKin (*Neurospora crassa* kinesin) – ebenfalls im Komplex mit ADP – zu kristallisieren und die Struktur mit Röntgendiffraktion zu bestimmen. NcKin hat keine leichten Ketten und bewegt sich drei- bis fünfmal schneller als das konventionelle Kinesin aus tierischen Zellen. Durch den Vergleich der Struktur des Pilzkinesins mit den bereits bekannten Kinesinstrukturen ergeben sich Hinweise auf den Mechanismus der Motoraktivität. In einem komplementären Ansatz wurde die Struktur einer „Schalterdomäne“ des Kinesins, die die Verbindung zwischen der katalytischen Kopfdomäne und der Schwanzdomäne darstellt, mit NMR-Methoden gelöst, da in diesem Fall eine flexible Struktur vorliegt, die sich nicht zur Kristallisation eignet. Die Ergebnisse zeigen, dass Röntgen- und NMR-Methoden gleichwertige Strukturen liefern für den überlappenden Teil der beiden Proteine, dass aber die NMR-Methode imstande ist, Röntgenergebnisse in den ungeordneten Teil eines Proteins auszuweiten.

In einem weiteren Projekt geht es um die Frage, wie „ungeordnete“ Proteine miteinander und mit anderen Komponenten der lebenden Zelle strukturell wechselwirken. Die Abwesenheit von einer definier-

ten globulären Struktur führt häufig dazu, dass die Proteine miteinander „falsch“ reagieren, zu großen Polymerkomplexen (Fasern) aggregieren und damit die Zelle schädigen. Dieser Prozess ist die Grundlage verschiedener Demenzen des Menschen (Beispiel: Alzheimer-Krankheit, Parkinson-Krankheit, Creutzfeld-Jacob-Krankheit) und von Tieren (Beispiel: BSE = Rinderwahn). Das hier untersuchte Tau-Protein aggregiert zu Neurofibrillenbündeln in der Alzheimer-Krankheit, und Mutationen des Tau-Proteins lösen sogenannte „frontotemporale“ Demenzen aus (FTDP-17). Der Aggregationsprozess wurde in vitro nachvollzogen, so dass es möglich wurde, die Natur der pathologischen Fibrillenbildung zu untersuchen. Es zeigte sich, dass bestimmte Tau-Mutanten der frontotemporalen Demenz besonders stark zur Fibrillenbildung neigen, verglichen mit der langsameren Aggregation des Tau-Proteins, die der Alzheimer-Krankheit zugrunde liegt. In beiden Fällen liegt aber ein ähnliches Strukturprinzip zugrunde: Eine kurze Sequenz des Proteins (ein Hexapeptid-Motiv) induziert beta-Strang-ähnliche Wechselwirkungen, die sich autonom amplifizieren und somit Fasern bilden. Diese Erkenntnisse können im Prinzip dazu benutzt werden, Hemmstoffe für die Aggregation zu suchen, mit denen der Krankheitsprozess aufgehalten werden könnte.

Struktur der Ribosomen

Bei der Proteinbiosynthese wird genetische Information (mRNA) gelesen und in Anweisungen für den schrittweisen Aufbau von Eiweißmolekülen übersetzt. Der gesamte Prozess wird durch das Ribosom, einen Molekülkomplex aus verschiedenen Proteinen und drei RNA-Ketten, ausgeführt. Die Proteinbiosynthese beginnt, wenn sich die beiden aktiven, verschieden großen Untereinheiten (30S und 50S in Prokaryonten) an der mRNA zu dem gesamten Ribosom zusammenschließen. Die Prinzipien der Proteinbiosynthese sind bereits auf biochemischem Wege erklärbar. Die Synthese beginnt damit, dass sich die kleine 30S-Untereinheit zusammen mit Initiationsfaktoren an die mRNA heftet.

Die 30S-Untereinheit stellt die Andockstellen für verschiedene tRNAs bereit; sie ist im Vergleich zur eher stabilen 50S-Untereinheit dynamisch und flexibel, was sie wissenschaftlich besonders interessant erscheinen lässt.

Das Verständnis des detaillierten Prozesses auf molekularer Basis erfordert jedoch die Kenntnis der dreidimensionalen Struktur. Diese konnte für die 30S-Untereinheit von *Thermus thermophilus* bei 3.3 Å im vergangenen Jahr erstmals von der Arbeitsgruppe vorgestellt werden. Die kleine ribosomale Untereinheit besteht aus 20 Proteinen und einer 16S RNA-Kette bzw. mehr als 50 000 Nichtwasserstoff-Atomen mit einem Molekulargewicht von 0.85 Millionen Dalton. 98% der aus 1518 Nukleotiden bestehenden RNA-Kette und alle 20 Proteine konnten identifiziert oder modelliert werden.

Die Struktur der kleinen ribosomalen Untereinheit von *Thermus thermophilus* weist bekannte wie auch neu entdeckte Falt- und Packungsmotive auf. Es gelang außerdem die funktionale Zuordnung für den Weg der mRNA und die Bindestellen der tRNA. Schließlich konnte aufgrund des erstellten Modells ein Konzept für die Dynamik der Translokation vorgeschlagen werden.

Die ribosomalen Kristalle enthalten einen Lösungsanteil von 65% und sind von einem Netzwerk von Kanälen durchsetzt, was das Eindringen und die spezifische Bindung an bestimmte Molekülstellen erheblich vereinfacht. So gelang es bereits, den Initiationsfaktor IF3 mit der 30S-Untereinheit zu co-kristallisieren, um weitere Einblicke in den Beginn der Proteinbiosynthese zu erhalten. Viele Antibiotika hemmen die Eiweiß-Synthese, indem sie zum Beispiel Andockstellen für tRNA an der ribosomalen Untereinheit blockieren. Durch Co-Kristallisation oder Diffusion entstandene 30S-Antibiotika-Komplexe werden kristallographisch untersucht, wobei zunächst die Bindungsstellen an der Untereinheit lokalisiert werden. Aus den induzierten Konformationsänderungen der dreidimensionalen Struktur kann, im Vergleich mit biochemischen Daten, die molekulare Wirkungsweise der Antibiotika erklärt werden (Abb. 78).

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 spezielle Softwareentwicklungen (FEE).

Projekte

ZEUS Luminositäts-Monitor

Das ZEUS-Experiment misst die Luminosität der e-p-Kollisionen mit der Abstrahlung eines Photons unter sehr kleinem Winkel. Diese Photonen werden mit einem Kalorimeter nachgewiesen, das mit Photovervielfachern ausgelesen wird. Das Integral der Pulse ist proportional zur Energie der Photonen. Durch die Luminositätssteigerung von HERA wird in vielen Bunchcrossings erhebliche Energie (größer 10% der maximal möglichen) im Kalorimeter deponiert. Da sich alle 96 ns die Elektronen- und Protonenpakete kreuzen, muss innerhalb dieser Zeit ein möglichst langes Intervall integriert, das Integral digitalisiert und alles wieder möglichst gut auf den Anfangszustand zurückgesetzt werden.

Mit dem Simulator für analoge Schaltungen (MENTOR-GRAPHICS, ACCUSIM) wurde von der Gruppe FEB eine Schaltung entwickelt, die eine Integrationszeit von 60 ns zulässt und gleichzeitig für die nächste Strahlkreuzung den Anfangszustand wieder besser als 1% des Integrals erreicht. Das Signal wird mit 12 bit Auflösung digitalisiert. Als digitale Kontrollsignale braucht die Schaltung ein Taktsignal zur Konvertierung des Pulses und einen Puls, der das Zeitfenster der Entladung steuert. Das Intervall für das Integral ergibt sich aus dem Ende des Entladens und dem Zeitpunkt der Konversion. Teile der Schaltung wurden handverdrahtet getestet. Derzeit ist der Prototyp in Produktion.

Die Auslese und Weiterverarbeitung der digitalisierten Daten geschieht in einer gemeinsamen VME-basierten Entwicklung von FEA und ZEUS-Mitarbeitern. Dazu wird ein VME-Crate mit 14 Memory Boards und einem Trigger Board sowie einem kommerziellen CPU Board bestückt. Jedes Memory Board sammelt die Daten von 16 Kanälen (seriell über die Frontplatte zugeführt), verarbeitet diese Daten (alle 96 ns) nach einem vorgegebenen Algorithmus (zum Beispiel Summe) und sendet diese Information an das Trigger Board (über eine speziell angefertigte Backplane). Auf dem Trigger Board wird entschieden, ob die Daten eingelesen oder verworfen werden sollen. Für die Dauer dieses Entscheidungsvorgangs werden die Daten in digitalen Pipelines auf den Memory Boards gehalten. Die akzeptierten Daten werden in Dual-Port Memories gespeichert und dann über den VME Bus ausgelesen. Von der Gruppe FEA wurden Memory-Module (20 VME-Module), Pipelines und Speicher (80 Mezzanine Boards), Backplane (Kommunikation zwischen Memory und Trigger Boards) sowie Testadapter für die Mezzanine Boards entwickelt und gefertigt. Die Entwicklung der Prototypen wurde abgeschlossen; die ersten Tests werden im Februar 2001 durchgeführt.

Detektoren für den Strahlenschutz

Beim Betrieb des Photoinjektors in Zeuthen (PITZ) wird die Dosisleistung in der Umgebung des Beschleunigers mit Ionisationskammern und neutronenempfindlichen Proportionalzählrohren ständig überwacht und protokolliert. Eine erhöhte Strahlenbelastung führt bei der Überschreitung von vorgegebenen Grenzwerten automatisch zur Unterbrechung des Betriebes. Die Gruppe FEB hat die Ausleseelektronik für die Detektoren entwickelt und die Gruppe FEE hat die Software für den Betrieb der Anlage und die Datenerfassung erstellt.

Für die Ionisationskammern war bereits 1999 ein hochsensitiver Verstärker (bis 1 pA) fertiggestellt worden. Im Berichtszeitraum wurde ein weiterer Analogverstärker für den Nachweis von Neutronen über Pulse eines Borfluorid-Proportionalzählrohres entwickelt. Ein Schwellendiskriminator sorgt für Unterdrückung von Photonen. Beide Verstärkertypen werden über einen gemeinsamen Digitalteil ausgelesen, der zwei Hauptfunktionen erfüllt. Er zählt zum einen die Anzahl der Impulse als Maß für die Strahlendosis und vergleicht ständig den zeitlichen Abstand zweier aufeinanderfolgender Pulse mit einem Schwellenwert, um bei Unterschreitung einer Schwelle ein Alarmsignal auszulösen. Zum anderen kommuniziert er über einen Feldbus (CAN) mit dem übergeordneten Kontrollrechner.

Die Software gliedert sich in drei Hauptkomponenten für Konfiguration und Betrieb, Datenspeicherung sowie Visualisierung. Die erste Komponente wurde als eigenständige C++ Applikation unter LINUX auf einem Industrie-PC entwickelt. Separate Prozesse wickeln die Kommunikation mit den Schnittstellen zur SQL-Datenbank, dem Feldbus und der Benutzeroberfläche ab, die als eigenständiges JAVA-Programm implementiert ist. Dieser Ansatz ermöglicht es, die graphische Benutzeroberfläche auch außerhalb von Zeuthen zu betreiben und vereinfacht so wesentlich die Wartung der Programme. Selbstverständlich ist durch geeignete Sicherheitsmaßnahmen ein unbefugter Zugriff von außen unterbunden. Die Datenspeicherung erfolgt in eine kommerzielle SQL-Datenbank, so dass die Datenanalyse mit Standard-Werkzeugen leicht möglich ist.

Das System ist bereits von der Strahlenschutzgruppe getestet und vor Ort in Zeuthen installiert.

Transientenrekorder

Bei HERA und TTF stellt sich oft die Aufgabe, die Ursache für Fehlerzustände eindeutig zu erkennen. Dazu dient die Erfassung schneller analoger und digitaler Vorgänge mittels eines Transientenrekordersystems, das von den Gruppen FEB und FEA entwickelt wurde. Das Besondere an diesem System ist die synchrone Datenerfassung am ganzen Beschleuniger und ein Archiv, das zu einem Ereignis alle Messungen enthält, die an weit verstreuten Messorten erfasst wurden. Die Signalkonversion wird direkt vor Ort von Tastköpfen

durchgeführt, die eine Auflösung von 12 Bit und eine einstellbare Taktrate von maximal 100 kHz aufweisen. Die erfassten Daten werden in einen 8 k tiefen Speicher geschrieben. Parallel dazu werden diese in Echtzeit auf Besonderheiten analysiert und damit gegebenenfalls eine Archivierung aller Messungen ausgelöst.

Bei HERA sind die Komponenten Quenchprotection, Energieversorgung und Proton-HF mit derartigen Geräten ausgerüstet. Die Anbindung an das Kontroll- und Archivsystem von HERA wird ständig weiterentwickelt. Die Klystrons des HERA-Elektronenrings benötigen schnellere Datenerfassung (1 MHz), 10 Bit Auflösung und eine Spannungsfestigkeit von 30 kV, die zwischen Tastkopf und Steuereinheit als Transienten auftreten können.

Im Prototyp wurde ein DC-DC Wandler mit 30 kV Isolation fertiggestellt, mit dem die Energieversorgung eines Tastkopfes erfolgen kann. Der Strom wird als 10 MHz-Wechselspannung durch 1 nF Kondensatoren übertragen. Die Signalübertragung zwischen Steuerung und Tastkopf über die 30 kV-Barriere wird mit optischen 20 Mbaud-Fasern realisiert, auf denen die Daten seriell, aber asynchron verzögert, zu einem 1 MHz-Taktsignal übertragen werden.

Die erforderliche Elektronik wurde im Hinblick auf den Stromverbrauch der isolierten Seite optimiert. Es wurde ein Prototyp erstellt, der diesen Datenstrom wieder zum Taktsignal synchronisiert und die Weiterverarbeitung mit Komponenten der Standard Transientenrekorder erlaubt.

Temperaturüberwachung für HERA

Nach der Luminositätssteigerung müssen die Temperaturen einiger Komponenten des HERA-Beschleunigers ständig überwacht werden, um bei Übertemperaturen den Elektronenstrahl abzuschalten und so die Experimentieranlagen zu schützen.

Die Gruppe FEB entwickelt ein Elektroniksystem, bei dem Strahlenresistenz, ein erweiterter Temperaturbereich, Wartbarkeit, sichere Datenübertragung über lange Strecken und Ausfallsicherheit von großer Bedeutung sind. Wegen des geringen Rauschabstandes, der geforderten Genauigkeit und des Strahlungspegels

wird die Temperatur nahe an den vom Kunden vorgegebenen Pt100-Sensoren in eine Frequenz umgewandelt. Dieses digitale Signal wird über lange Kabel in die HERA-Experimentierhallen übertragen und über volle Perioden der 230 V-Netzfrequenz ausgezählt. So wird Rauschen aufgrund von Einstreuung aus dem Stromnetz vermieden. Es stehen 10 Messwerte pro Sekunde zur Verfügung. Vergleiche mit Schwellen lösen Alarm aus, der zum Dump der Elektronen führt. Zusätzliche Eingänge erlauben es externen Quellen des HERA-Beschleunigers und der Experimente, den Strahl zu stoppen. Ein lokaler Rechner sammelt und speichert die Messwerte, übermittelt die Daten über Intranet an das HERA-Archivsystem und versorgt außerdem das Betriebspersonal mit Informationen über den Betriebszustand der einzelnen Elektronikkomponenten. Eine Fernbedienung des Systems ist ebenfalls möglich, allerdings beschränkt auf Aktionen, die eine Betriebssicherheit nicht beeinträchtigen.

Vom Digitalisierer stand bereits zu Jahresbeginn ein Prototyp zur Verfügung, der zur Serienreife weiterentwickelt und in größerer Stückzahl gefertigt wurde. Die übrigen Elektronikkomponenten sind alle als Prototyp vorhanden und einzeln getestet. Nach den derzeitigen Tests, bei denen das Zusammenspiel der einzelnen Komponenten im Gesamtsystem im Vordergrund steht, ist eine Freigabe für die Serienfertigung Anfang 2001 zu erwarten.

Parallel dazu betreibt die Gruppe FEB in enger Zusammenarbeit mit MPY die Vorbereitung des Einbaus des Temperaturüberwachungs- und Alarmsystems in den HERA-Beschleuniger.

Silizium-Driftdetektorsystem

Die Gruppe FEC ist seit Mitte 1998 an der Entwicklung eines Silizium-Driftdetektorsystems für röntgenholographische Experimente. Wie dem Vorjahresbericht zu entnehmen ist, besteht die Auswerteelektronik aus einem A/D-Wandlermodul, einem optischen Übertragungs- und Steuersystem sowie einem Multikanalanalysator (MCA), wobei die letztgenannten Module bereits 1999 fertiggestellt wurden. Im Berichtszeitraum konzentrierten sich die FEC-Entwicklungsarbeiten unter anderem auf die Fertigstellung des A/D-Wandlermoduls, dessen Aufbau im Folgenden

beschrieben wird. Abbildung 81 zeigt die Fotografie des A/D-Wandler-Moduls, bestehend aus einer Mutterkarte im Europakartenformat $10 \times 16 \text{ cm}^2$ und 20 Multi-Chip-Modulen (MCMs) der Größe $26 \times 12 \text{ mm}^2$.

In der linken, unteren Ecke der Abbildung ist die Mutterkarte beidseitig mit 80-poligen SMD-Steckverbindern bestückt, die die elektrische Schnittstelle zu zwei vorgeschalteten Detektormodulen bilden. Eine differentielle Signalführung in den Innenlagen der Mutterkarte stellt eine parasitätsarme, elektrische Anbindung an die aufgesteckten MCMs sicher. Jedes dieser Module bereitet den einfließenden Analogdatenstrom zunächst auf und tastet diesen anschließend mit einer Wiederholrate von bis zu 6 MS/s synchron ab. Ein monolithischer A/D-Wandler auf dem MCM digitalisiert die Abtastwerte mit einer nominellen Auflösung von 12 Bit. Ein weiteres Bit signalisiert eine Über- bzw. Unterschreitung des erlaubten Dynamikbereiches und wird zusammen mit den digitalisierten Analogwerten in einem Schieberegister zu einem seriellen Datenstrom von 78 Mbit/s verarbeitet.

An einer bipolaren Spannungsversorgung von $\pm 5 \text{ V}$ trägt die Leistungsaufnahme eines MCM etwa 500 mW. Für den eingestellten Dynamikbereich von $\pm 1.5 \text{ V}$ am symmetrischen 100Ω Leitungsabschluss beträgt das effektive RMS-Rauschen $\sigma \leq 0.8 \text{ LSB}$. Vier digitale Datenkanäle, die der Übertragung von Kontroll- und Zeitinformationen zum MCA dienen, bilden zusammen mit den 20 Analogkanälen einen 24 Bit breiten Datenbus. Eine nachgeschaltete 24:12 Multiplexstufe fasst die Datenströme von zwei benachbarten Kanälen alternierend zusammen und bildet so einen parallelen, 12 Bit breiten Datenausgang, auf den über eine Steckleiste am oberen Modulende zugegriffen werden kann. Der Gesamtdatendurchsatz über diese Steckverbindung beträgt etwa 1.8 Gbit/s. Über einen zweiten Steckverbinder lassen sich bis zu 14 externe Spannungsquellen zur Versorgung der vorgeschalteten Detektormodule anschließen. Entsprechende Filternetzwerke und zusätzliche A/D-Wandler auf der Mutterkarte dienen der Filterung und digitalisierten Spannungsmessung.

Kontrolliert wird das Gesamtmodul über einen asynchronen, 24 Bit breiten Datenbus. Die externe Modulsteuerung und Spannungsversorgung erfolgt über den zweiten Steckverbinder am oberen Ende der Mutterkarte. Mit Hilfe eines 7-zelligen Detektormoduls (siehe

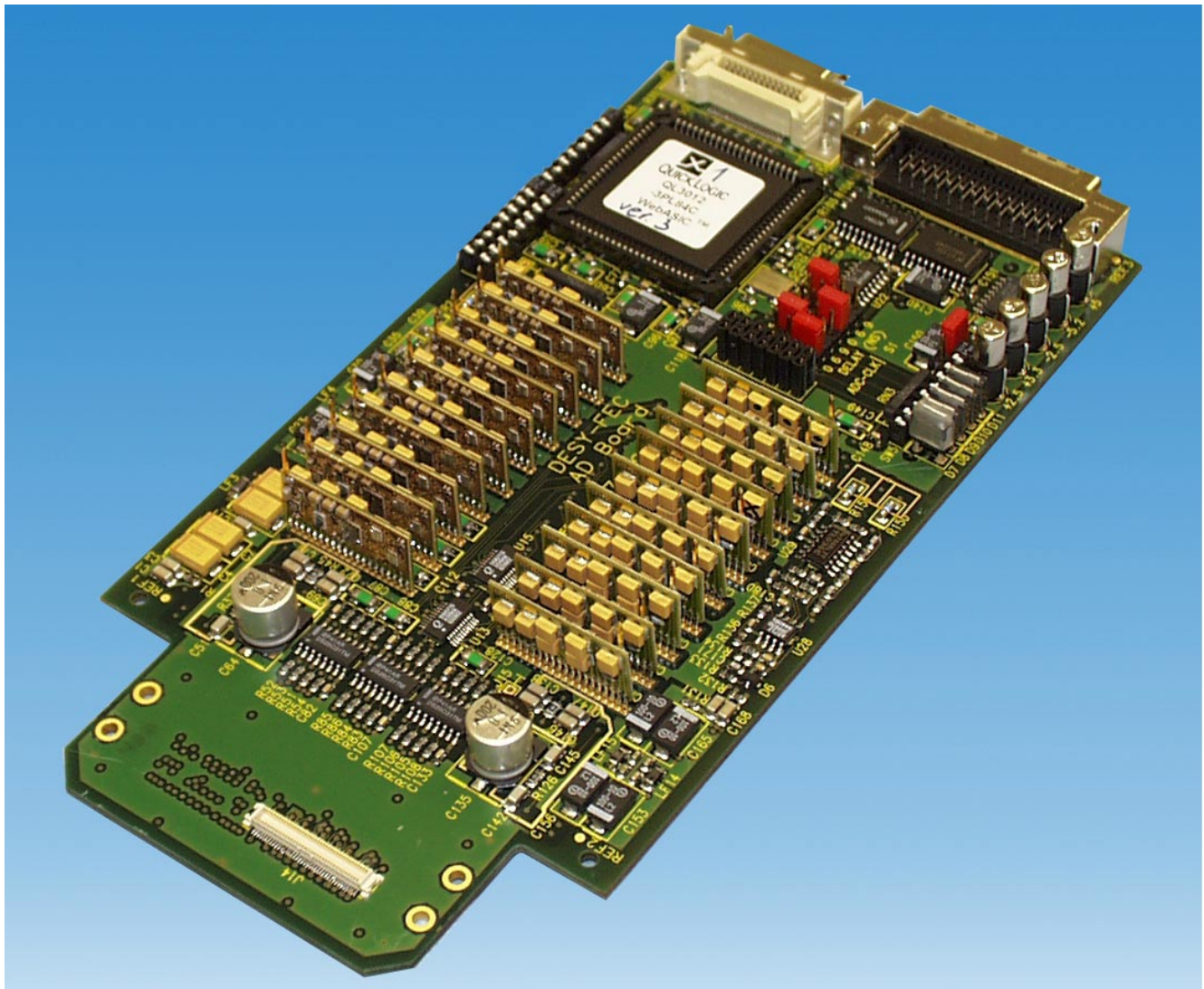


Abbildung 81: A/D-Wandler-Modul des Silizium-Driftdetektorsystems.

Jahresbericht 1999) und des MCA konnte die prinzipielle Eignung dieses Wandlermoduls auch unter den experimentellen Rahmenbedingungen am HASYLAB nachgewiesen werden. Weitere Systemtests im Zusammenspiel mit allen Systemkomponenten sowie die Weiterentwicklung der Software sind für das kommende Jahr vorgesehen.

H1-BPC Ausleseelektronik

Das H1-Experiment wird derzeit um eine Proportionalalkammer zur Messung des Winkels tiefunelas-

tisch gestreuter Elektronen (BPC) für die HERA-Luminositätssteigerung 2000/2001 erweitert.

Im Rahmen dieses Vorhabens entwickelte die Gruppe FEC die Ausleseelektronik unter besonderer Berücksichtigung eines reduzierten Verkabelungsaufwandes für Signale von insgesamt 5200 Drähten. Das zugrunde liegende Auslesekonzept basiert auf dem Einsatz der 128-kanaligen, integrierten CMOS-Schaltung vom Typ APC128. Dieser Chip enthält die Vorverstärker und nachgeschalteten Analogwertspeicher sowie einen Multiplexer zur seriellen Datenauslese und ermöglicht so bereits chipseitig eine sequentielle Auslese

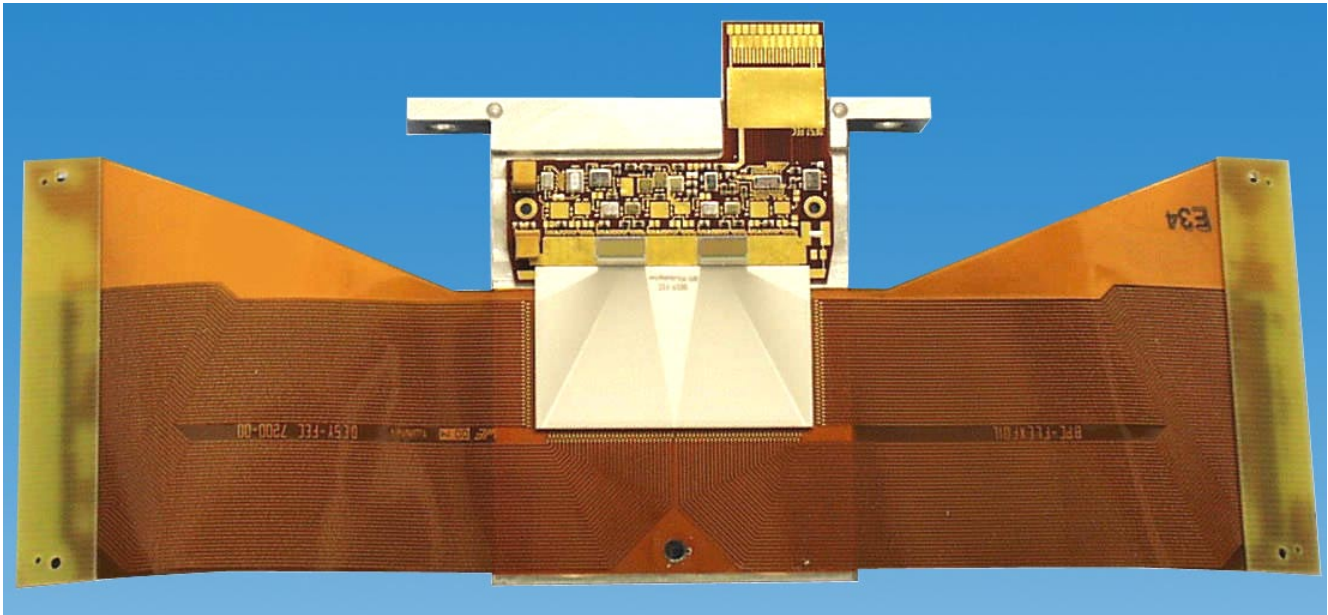


Abbildung 82: Foto der Front-End-Ausleseelektronik der H1-„Backward Proportional Chamber“ (BPC).

von 128 Detektorkanälen. Der hybriden Aufbautechnik lag die Forderung nach einem 50-fachen Fan-In zugrunde, um den Abstand der Kammerdrähte von 2.5 mm an den Padabstand des Auslesechips von 50 μm adaptieren zu können. Abbildung 82 zeigt die Fotografie des entwickelten Gesamtaufbaus.

Ein Grundträger aus Aluminium trägt eine Hybridschaltung mit zwei APC128 und eine „flügelartige“, flexible Anschlussfolie zur elektrischen Anbindung an die Drahtkammer-Anschlussleiterplatte. Eine Vielzahl von Bondverbindungen und 15 μm breite Leiterbahnen aus Aluminium auf einer Al_2O_3 -Keramik (in Bildmitte) verbinden die Eingangspads der Chips auf der Hybridschaltung mit den folienseitigen Anschluss pads an der unteren und an den seitlichen Kanten des Keramikträgers.

Diese Gesamtanordnung wird zum Schutz der Bondverbindungen abschließend durch einen Deckel abgedeckt (nicht gezeigt). Zwei Plättchen aus FR4-Material versteifen die äußeren Folienenden, um ihre rückseitige Bestückung mit zwei 180-poligen Steckverbindern in Feinstleiter-SMD-Technik zu vereinfachen. Entsprechende Buchsenleisten befinden sich auf der Anschlussleiterplatte der Drahtkammer.

Der analoge Ausgang sowie sämtliche digitalen Steuerkanäle im oben herausstehenden Anschlussbereich der Hybridschaltung bilden die elektrische Schnittstelle zur nachgeschalteten Auswerteelektronik. Sie kann mit Hilfe eines 24-poligen ZIF-Steckverbinders kontaktiert werden. Auf diese Weise werden insgesamt bis zu 256 Detektorkanäle mit einer maximalen Abtastrate von etwa 4 MS/s sequentiell über ein einziges Folienkabel ausgelesen.

Der Hybridschaltung lag die Vorgängerentwicklung eines organischen Mehrlagenträgers auf Polyimidfolienbasis des im Betrieb befindlichen H1-VLQ-Trackers (vgl. Jahresbericht 1998) zugrunde. Diese wurde für den neuen Einsatz modifiziert. Die Fertigung einer Kleinserie von 40 Modulen wird voraussichtlich im kommenden Jahr beendet sein.

Verschiedene Entwicklungen

Zur Messung von Multibunch-Schwingungen in HERA wurde für die Gruppe MPY ein Clock-Generator entwickelt. In diesem Modul werden (abgeleitet von einem 208.166 MHz Referenz-Signal) diverse Referenz- und Synchronisationssignale erzeugt, die von den anderen

Modulen benötigt werden. Der Prototyp des Clock-Moduls befindet sich zur Zeit in der Fertigung.

Für das HERA-B Fast Control System wurden einige kleinere Weiterentwicklungen durchgeführt, die im Wesentlichen zur Erleichterung von Fehlerdiagnosen dienten. Der FE-Teil des Projektes wurde abgeschlossen und an die HERA-B Gruppe übergeben. HASYLAB und TTF wurden mit der Entwicklung von Elektronik zur differentiellen Signalübertragung unterstützt. Für die Strahltrajektorienmessung des TTF-Teststrahls wurden in Zusammenarbeit mit der Gruppe FDET Anfang 2000 zwei Prototypen einer hybrid integrierten Steuer- und Verstärkerelektronik mit jeweils vier orthogonal zueinander angeordneten Silizium-Pixeldetektoren fertiggestellt, deren Einsatz für 2001 geplant ist.

In einem zweiten EU-geförderten F&E-Vorhaben, das sich mit der Entwicklung und Realisierung eines Gaskontektor-Systems für hohe Zählraten und Dynamik befasst (unter anderem HASYLAB), entwickelt die Gruppe FEC den Messaufnehmer in Form einer 1280-kanaligen Anodenstruktur sowie die dazugehörige Hybridschaltung mit der detektornahen Ausleseelektronik. Diese Projektbeteiligung befindet sich derzeit noch im Anfangsstadium. Mit der Fertigstellung eines ersten Prototyps wird im kommenden Jahr gerechnet.

Service-Tätigkeiten

Die Service-Gruppe (FEPOS) führte insgesamt etwa 670 Reparaturen elektronischer Geräte für verschiedene Gruppen bei DESY durch. Davon betrug der Anteil an EDV-Komponenten etwa 70%. Zusätzlich wurde der Geräteverleih im Elektronik-Pool betreut und im Rahmen der Altgeräteverwaltung für eine sinnvolle Verwertung bzw. Abgabe alter Elektronik gesorgt.

Von der Gruppe FEPOS wird ebenfalls die gesamte Hörsaal- und Seminarraum-Betreuung wahrgenommen, und es werden notwendige Erweiterungen bzw. Modernisierungen der Hörsaaltechnik im Audio- und Videobereich in Zusammenarbeit mit der Gruppe FEA durchgeführt. Zusätzliche Aufgaben waren Rechner-Administration für die Verwaltung und umfangreiche Geräte-Tests für die Auswahl von PC-Standardkomponenten in Zusammenarbeit mit dem Z-Bereich.

Von der Gruppe FEA wurden teilweise sehr umfangreiche Service-Tätigkeiten durchgeführt auf den Gebieten Terminalserver, ISDN und Videokonferenzanlagen. Die Betreuung des EDA-Systems (Mentor Graphics) hat im Berichtsjahr wiederum einen großen Teil der Service-Kapazität in Anspruch genommen. Um insbesondere die durch die intensivere Benutzung der Analog-Simulation und der FPGA-Entwicklung mittels VHDL stark zugenommenen Anforderungen an CPU-Leistung, Speichergröße und Plattenkapazität erfüllen zu können, wurde ein neuer SUN-Server angeschafft und installiert.

Ein Mitarbeiter von FEA unterrichtete alle betroffenen DESY-Auszubildenden auf dem Gebiet der Elektronik. FEPOS betreute einen Auszubildenden und einige Praktikanten.

Mitarbeiter von FEB waren an Wartungs- und Weiterentwicklungsarbeiten von ZEUS und HERA beteiligt. Einige Mitarbeiter beteiligten sich an der Rufbereitschaft für die HERA-Quenchprotection. Im Berichtsjahr wurden wiederum zwei Mitarbeiter von FEA abgestellt für Tätigkeiten bei H1, ein weiterer Mitarbeiter war nahezu vollständig für ZEUS tätig. Hier wurde eine zweite Version verschiedener Module für den Micro-Vertex-Detektor (MCX, IO- und Interrupt-Platine) fertig gestellt, die nun in die Fertigung gehen. Neben der eigentlichen Entwicklungstätigkeit wurden von der Gruppe FEA umfangreiche Layoutarbeiten für verschiedene DESY-Gruppen geleistet.

Bibliothek und Dokumentation

Die Gruppe „Bibliothek und Dokumentation“ sammelt die von den DESY-Mitarbeitern benötigte Fachliteratur, insbesondere zur Teilchenphysik 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 (in 2000 waren es 194 DESY-Berichte, 6 Diplomarbeiten und 54 Dissertationen, 1 Konferenzabhandlung, 13 Interne Berichte und 136 Publikationen in Fachzeitschriften) und führt gemeinsam mit der Bibliothek des Stanford Linear Accelerator Center SLAC 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 SLAC und DESY dokumentarisch bearbeitet und in der Literaturdatenbank HEP, die Dokumente ab Mitte der siebziger Jahre enthält, bereitgestellt. Sie wird täglich aktualisiert und ist im WWW zugänglich.

Als anerkannte Ausbildungsstelle bildet die DESY-Zentralbibliothek Fachangestellte für Medien- und Informationsdienste der Fachrichtung Bibliothek aus und stellt Praktikumsplätze für Studenten des

Bibliothekswesens zur Verfügung. Im Jahr 2000 befanden sich eine Auszubildende im dritten, zwei Auszubildende im zweiten Lehrjahr. Ein Student der Fachhochschule Hamburg absolvierte in der Zentralbibliothek ein vierwöchiges, eine Studentin derselben Einrichtung ein achtwöchiges Informationspraktikum an wissenschaftlichen Bibliotheken. Ein Diplom-Physiker beendete Ende Februar seine zweijährige Ausbildung zum Wissenschaftlichen Dokumentar, eine Physikerin nahm sie Anfang April auf.

Die Infothek in der DESY-EXPO-Halle wurde von der Zentralbibliothek mit den dort angebotenen Informationsmedien ausgestattet.

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 27 100 Bücher wurden Ende 2000 über den gemeinsamen OPAC (Online Public Access Catalogue) nachgewiesen.

Die Institutsbibliothek im HASYLAB enthält im Wesentlichen Literatur zur Festkörperphysik. Der Bestand umfasst etwa 1200 Bücher (ohne Zeitschriftenbände). Erwerbung und Katalogisierung werden von der Zentralbibliothek durchgeführt. Für die Benutzung gelten laborinterne Regelungen.

	Zugang	Löschungen	Bestand (31.12.2000)
Monographien	827	450	27 743
Gebundene Zeitschriftenbände	1261	—	26 915
Laufend gehaltene Zeitschriften	14	11	398*
Zeitschriften (Verwaltung)	1	1	31**
elektronische Zeitschriften	28	1	604

* zzgl. 21 Abonnements von Tages-/Wochenzeitungen

** davon 12 Abonnements von Zeitungen

Tabelle 5: *Entwicklung des Bibliotheksbestands in 2000.*

Die Bücherei der Abteilung MKS enthielt Ende 2000 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 1900 Leser regelmäßig die Zentralbibliothek. Sie verursachten durchschnittlich 100 Ausleihvorgänge pro Woche. Im nehmenden Leihverkehr wurden 552, im gebenden 234 Literaturbestellungen positiv bearbeitet. Die Entwicklung des Bibliotheksbestands im Berichtszeitraum zeigt Tabelle 5.

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 in 2000 für die HGF-Einrichtungen Verhandlungen mit Verlagen, Agenturen und Infor-

mationsdienstleistern über Konsortialverträge für den gemeinsamen Zugang zu den elektronischen Versionen der abonnierten Zeitschriften und zu Literatur- und Faktendatenbanken. Mit der Verlagsgruppe Academic Press wurde der Vertrag im Herbst 2000 unterzeichnet. Insgesamt konnte im Berichtsjahr auf die Inhaltsverzeichnisse, Kurzfassungen und Volltexte der Veröffentlichungen in 604 elektronischen Zeitschriften zugegriffen werden.

Die Zentralbibliothek und die Bibliothek von DESY Zeuthen arbeiten mit der integrierten Bibliothekssoftware ALEPH-500. Nach der Katalogisierung und Ausleihe wurde ab 2000 auch das Modul für die Erwerbung eingesetzt.

Bibliothek von DESY Zeuthen

Diese Bibliothek wird von 220 Lesern regelmäßig genutzt. Sie konnten sich Ende des Berichtsjahres aus 8453 Monographien und 7898 Zeitschriftenbänden informieren. 93 Zeitschriftentitel sind abonniert. Im Berichtsjahr wurden etwa 150 Literaturstellen im nehmenden Leihverkehr besorgt, 73 davon von der Zentralbibliothek in Hamburg.

Infothek in der DESY-EXPO-Halle

Die Zentralbibliothek stattete die Infothek der DESY-EXPO mit mehr als 400 Büchern, CDs und Videos

aus. Diese wurden von einer Gruppe von Mitarbeitern des HASYLAB, des M-Bereichs und der Gruppe L ausgewählt und von der Zentralbibliothek beschafft. Sie umfassten ein weites Spektrum von Wissensgebieten: Von Atom-, Kern- und Teilchenphysik über Astrophysik, Relativitätstheorie, Optik und Laser, Geschichte der Physik und Biografien bis hin zu anderen Naturwissenschaften, Mathematik und Philosophie. Neben Fach- und Lehrbüchern fanden sich populärwissenschaftliche Abhandlungen sowie Kinder- und Jugendbücher. Auch an der räumlichen Ausgestaltung der Infothek war die Gruppe L beteiligt. Das dort installierte elektronische Zugangskontrollsystem wurde nach Ende der EXPO von der Zentralbibliothek übernommen.

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 2000 hat die Gruppe „Dokumentation“ für die Datenbank HEP 2078 Publikationen in Fachzeitschriften und Konferenzabhandlungen und 8481 Forschungsberichte und Vorabdrucke klassifiziert und indexiert. Von weiteren 7230 Publikationen und 1348 Forschungsberichten wurden, um sie in der Datenbank schnell nachzuweisen, zunächst nur die bibliographischen Angaben erfasst. Für 8619 bereits

dokumentierte Berichte wurden nach ihrer Veröffentlichung Publikationsvermerke hinzugefügt.

Die Datenbank ist mit Installationen in USA (SLAC), Europa (DESY und Durham) und Japan (KEK) über das 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 fortgesetzt. Ein Mitarbeiter der SLAC-Bibliothek statete im Oktober 2000 der DESY-Dokumentation einen einwöchigen Arbeitsbesuch ab.

Informationsangebot

Der Zugriff auf die Literaturdatenbank HEP ist über das WWW möglich. Auf die DESY-residenten Daten wurde im Berichtsjahr mit 307 000 Recherchen zugegriffen. Über die Web-Seite der DESY-Bibliothek erhält man auch Zugang zum gemeinsamen elektronischen Online-Katalog aller Bibliotheken am DESY (in 2000 mit 9800 Katalogrecherchen genutzt), 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 weiterhin den Zugang zu den Datenbanken des Fachinformationszentrums Energie, Physik, Mathematik in Karlsruhe und zum Fachinformationszentrum Technik in Frankfurt. Hauptnutzer des FIZ Karlsruhe/STN waren Mitarbeiter am HASYLAB, des FIZ Frankfurt die Gruppe Konstruktion.



Abbildung 83: Die vier Bilder dokumentieren die Höhepunkte in der Öffentlichkeitsarbeit des Jahres 2000: Die DESY-EXPO „Licht der Zukunft – Light for the New Millennium“, die vom 1. Juni bis 31. Oktober in Hamburg stattfand und mehr als 106 000 Besucher anzog (oben links); die Festveranstaltung „Einheit der Vielheit“ zum 40-jährigen DESY-Jubiläum am 23. Mai, auf der zahlreiche Ehrengäste aus Politik und Wissenschaft, angereist aus dem In- und Ausland, und mehr als 2000 Teilnehmer aus der „DESY-Welt“ begrüßt werden konnten (oben rechts); die Ausstellung „Reise zum Urknall“ im April in Berlin, eine der Zentralveranstaltungen des „Jahres der Physik“, auf der reges Treiben herrschte (unten links); den Einzug des Schulprojekts „physik.begreifen@desy.de“ in den von der Hamburger Schulbehörde gestellten neuen Pavillon (unten rechts).

Presse- und Öffentlichkeitsarbeit

Die DESY-Öffentlichkeitsarbeit stand im Berichtsjahr unter zwei besonderen „Sternen“: Das Jahr 2000 wurde vom Bundesministerium für Bildung und Forschung (bmb+f) zum „Jahr der Physik“ ernannt, und im gleichen Jahr wurde vom Stifterverband der Deutschen Wissenschaft zusammen mit den Wissenschaftsorganisationen die Initiative „Wissenschaft im Dialog“ gegründet. Gerade die physikalisch ausgerichteten Forschungszentren waren gefordert, ihre Themen in der Öffentlichkeit offensiv und mit besonderen Maßnahmen zu kommunizieren.

Der intensive Dialog mit der Öffentlichkeit war für DESY schon immer eine Herausforderung, die gerne und mit großem Einsatz angenommen wurde. 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-Abteilungen rechnen kann. Gerade so ein Projekt wie die fünfmonatige EXPO-Ausstellung wäre zum einen ohne die unkomplizierte und schnelle Zuarbeit der Service-Gruppen nicht durchführbar gewesen, und zum anderen ohne die engagierte Dialogbereitschaft der DESY-Wissenschaftler aus Hamburg und Zeuthen nicht zu so einem Erfolg geworden.

Im Berichtsjahr mussten alle PR-Ressourcen auf die Verwirklichung des EXPO-Projekts fokussiert werden, das heißt auf die Vorbereitung und Durchführung der Ausstellung „Licht der Zukunft – Light for the New Millennium“. Sie fand vom 1. Juni bis 31. Oktober bei DESY in Hamburg statt und war in diesen fünf Monaten bei freiem Eintritt an allen 153 Tagen von 10 bis 19 Uhr geöffnet, an den Donnerstagen bis Mitternacht. Basierend auf dem Konzept, das schon im Wissenschaftlichen Jahresbericht 1999 beschrieben wurde, wurde die Ausstellung ab Februar in der gerade fertig gestellten Experimentierhalle, in der ab 2004 mit

dem neuen FEL (Freie-Elektronen Laser) experimentiert wird, aufgebaut. Parallel dazu liefen die Herstellung bzw. Überarbeitung von insgesamt 66 Exponaten sowie die Abwicklung für 23 Leihgaben, die Produktion von vier neuen Computeranimationen zu TESLA-Themen sowie von drei Videofilmen, die Gestaltung (Bilder und Text) der etwa 1000 m² Wandflächen, die Herstellung einer über Computer zugänglichen virtuellen Ausstellung mit Hintergrundinformationen als „interaktive Wissensinsel“, der beiden Bild-Großprojektionen „Menschen bei DESY“ und „Lichterscheinungen“, der Stehbücher mit weiterführenden Informationen zu den Ausstellungsthemen sowie des Internet-Auftritts, die Erarbeitung und erste Umsetzung des Werbe- und Bekanntmachungskonzepts, die Auswahl und Schulung der 89 „Animationsstudenten“ (Ausstellungsbetreuer), die Auswahl der Veranstaltungen des Event-Programms für die 22 Donnerstage sowie die Erledigung der vielen, vielen „Kleinigkeiten“, die letztlich für einen reibungslosen Ausstellungsbetrieb sorgen. Dieses umfangreiche Aufgabenspektrum konnte durch die gute Zusammenarbeit mit einer Vielzahl professioneller Firmen und den Einsatz von insgesamt etwa 400 DESY-Mitarbeiterinnen und -Mitarbeitern erfolgreich bewältigt werden.

Rückblick auf die DESY-EXPO

Mehrere Kriterien belegen den Erfolg der DESY-EXPO „Licht der Zukunft – Light for the New Millennium“. Dazu gehört die über Erwartung hohe Zahl von mehr als 106 000 gezählten Besucherinnen und Besuchern und vor allem das breite Besucherspektrum (Abb. 84), das sich angesprochen fühlte, die überwiegend sehr positiven Rückmeldungen, die hohe Akzeptanz bei den DESY-Mitarbeitern und Gastwissenschaftlern sowie die Tatsache, dass dieses Ausstellungsprojekt von mehreren führenden Hamburger Persönlichkeiten zum

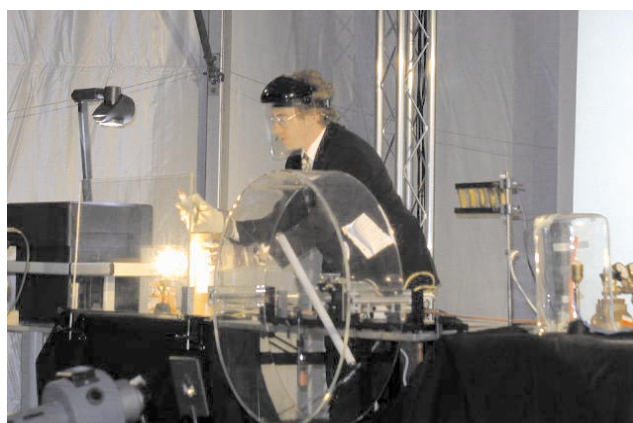
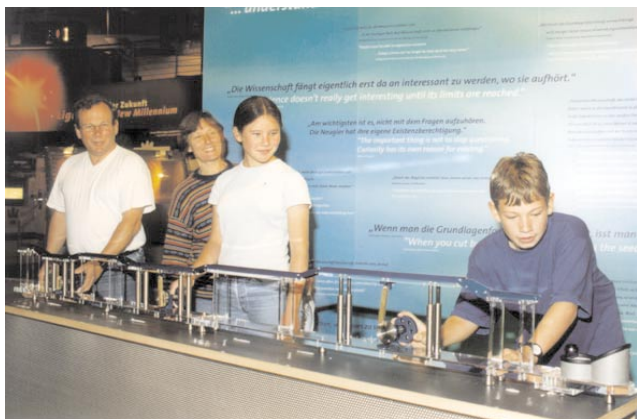


Abbildung 84: Bilder aus der EXPO-Ausstellung „Licht der Zukunft – Light for the New Millennium“: am Kugel-Linearbeschleuniger (oben links), bei einer Führung durch einen DESY-Wissenschaftler (oben rechts), beim Bearbeiten des Schüler-Rallyebogens (unten links), bei einem der Donnerstags-Vorträge im Veranstaltungszelt (unten rechts).

Anlass genommen wurde, die Initiative für ein „Science Center“ in Hamburg zu ergreifen. Sehr schnell zeigte es sich, dass der EXPO-Erfolg ganz wesentlich mit den Möglichkeiten zum Dialog verknüpft war, der mit den DESY-Wissenschaftlern (Führungen), den DESY-Doktoranden und -Diplomanden (Kurzvorträge) und den Physikstudenten von 31 Universitäten (Ansprechpartner) geführt werden konnte.

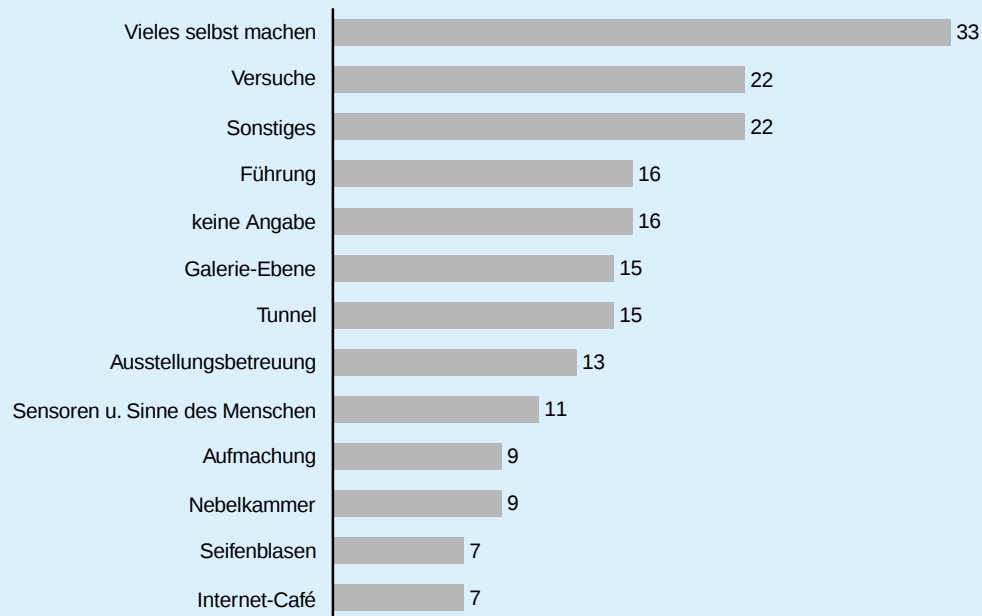
Aus Beobachtungen während des Ausstellungsbetriebs, vielen Einzelgesprächen, den Befragungen von 117 Lehrern sowie 786 Besuchern und der Auswertung der beiden Gästebücher können folgende Schlussfolgerungen gezogen werden: Das Besucherspektrum reichte „von acht bis achtzig“, was sich besonders an den

Wochenenden und Feiertagen zeigte, die mit durchschnittlich 500 bis 850 Tagesgästen besonders hoch frequentiert und an denen Familien in der Überzahl waren, und die Atmosphäre war durchgängig von einer aufgeschlossenen und freundlichen Stimmung geprägt.

In der nicht-schulfreien Zeit kamen mehr als 450 Schulklassen, davon etwa die Hälfte aus Hamburg, wobei die Jahrgänge 8 bis 13 in der Mehrzahl waren. Es zeigte sich sehr schnell, dass die von den DESY-Wissenschaftlern durchgeführten Führungen durch die Ausstellung besonders bei den Jahrgängen 11 bis 13 auf positive Resonanz stießen. Von den Jüngeren wurde der Rallyebogen mit Fragen zu den Ausstellungsthemen sehr gut angenommen. Insgesamt wurden etwa 8500 Rallyebögen

A) Was hat Ihren Schülern besonders gut gefallen?

(Befragung von 117 Lehrern – Mehrfachnennungen möglich – 16 machten keine Angabe)



B) Was hat Ihren Schülern nicht gefallen?

(Befragung von 117 Lehrern – Mehrfachnennungen möglich – 16 machten keine Angabe)

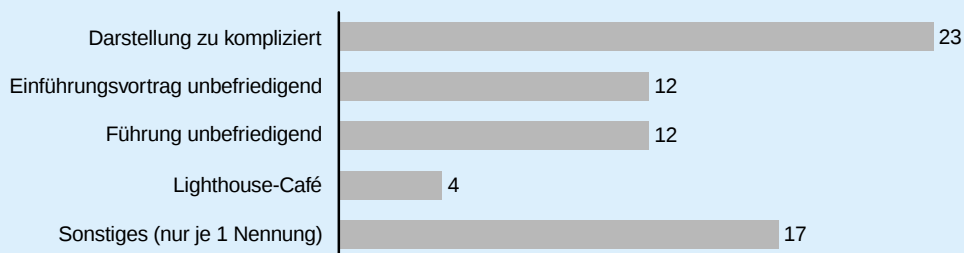


Tabelle 6: Ein Ergebnis der Befragung von 117 Lehrern, die mit ihrer Klasse die DESY-EXPO „Licht der Zukunft – Light for the New Millennium“ besuchten. A) Die offene Frage lautete: „Was hat Ihren Schülern besonders gefallen?“ B) Die offene Frage lautete: „Was hat Ihren Schülern nicht gefallen?“

ausgegeben. Vereinzelt waren auch Grundschulklassen oder Kindergarten-Gruppen vertreten, die dann allerdings von ihren Betreuern angeleitet wurden. Etwa 88% der befragten 117 Lehrer gaben an, dass die EXPO „gut“ oder „sehr gut“ für den Jahrgang ihrer Schüler geeignet sei, 12% antworteten mit „geht so“, 85% bin-

den die Ausstellungsthemen in ihren Unterricht ein und 45% waren mehr als einmal in der DESY-EXPO. Bei der offenen Frage, was den Schülerinnen und Schülern besonders gefallen hat, betreffen 109 von den 162 gegebenen Antworten die interaktiven Modelle und Experimente (Tab. 6A); unter den Dingen, die nicht gefallen

Wie haben Sie von der Ausstellung erfahren?

(Befragung von 786 Besuchern – Mehrfachnennungen möglich)

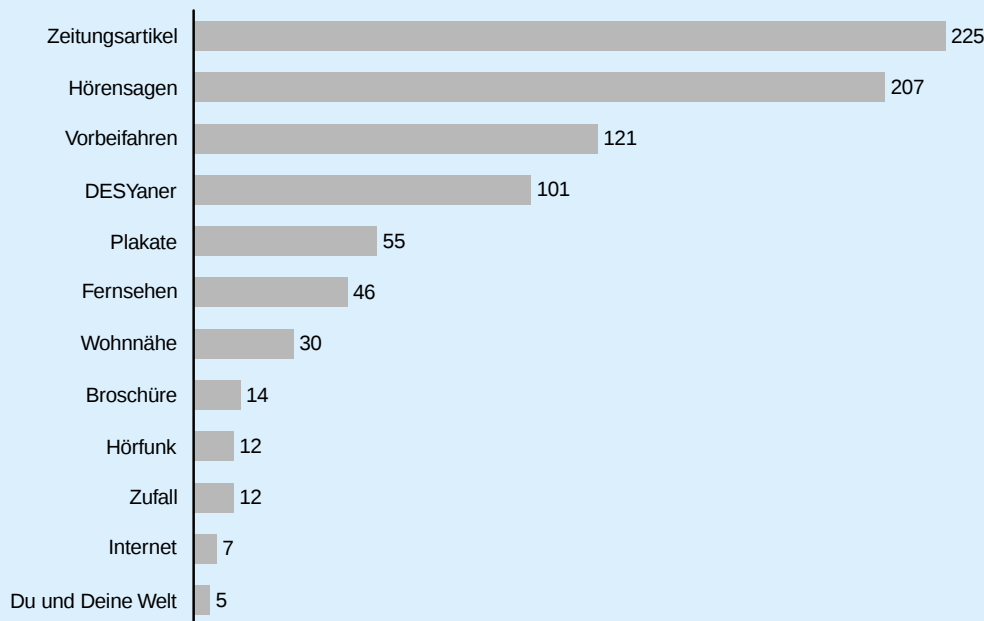


Tabelle 7: Ein Ergebnis der Befragung von 786 Besucherinnen und Besuchern nach ihrem Rundgang durch die DESY-EXPO „Licht der Zukunft – Light for the New Millennium“. Die Frage lautete: „Wie haben Sie von der Ausstellung erfahren?“

haben (Tab. 6B) wurde an erster Stelle die komplizierte Darstellung genannt.

Von den 786 interviewten Besuchern kamen 63% aus Hamburg und 20% waren schon mehr als einmal in der DESY-EXPO. Die Ausstellung hat nur 4.2% der Befragten „gar nicht“ oder nicht besonders gut („geht so“) gefallen. Wie auch bei der Lehrerbefragung wurden die Möglichkeiten, an den Exponaten selber etwas machen zu können, mit Abstand an erster Stelle genannt. An zweiter Stelle rangierte der FEL-Tunnel (Authentizität) und an dritter Stelle die Führungen durch die DESY-Wissenschaftler. Zu dem Punkt, was nicht gefallen hat, äußerten sich 660 Befragte (knapp 85%) gar nicht, der Rest fand zum Beispiel die Darstellungen zu kompliziert (31 Nennungen). Von besonderem Interesse war die Art, wie die Besucher von der Ausstellung erfahren hatten (bei dieser Frage waren Mehr-

fachnennungen möglich). Hier spielten die „Mund-zu-Mund-Propaganda“ mit insgesamt 34% sowie die Medien (Zeitungen, Hörfunk und Fernsehen) mit insgesamt 26% die Hauptrolle (Tab. 7). Das Internet (0.8%) war als Erstkontakt dagegen weniger wirksam.

Die Auswertung der beiden Gästebücher ergab ein differenziertes Besucher-Meinungsbild, in dem die positiven Äußerungen zur Verständlichkeit der Themen-Aufbereitung, zu Gestaltung und Atmosphäre, dem Exponat-Angebot und der Ausstellungsbetreuung den weitaus größten Raum einnahmen. So tauchten immer wieder Begriffe auf wie „super“, „aufregend“, „begeistert“, „für jeden etwas“, „allgemein verständlich“, „sehr informativ“, „zum Wohlfühlen und stundenlang hier bleiben“, „sehr gut zu verstehen“, „lebendig“ und „... macht Spaß“. Einige als typisch zu bezeichnende Beispiele seien hier genannt: „Eine Super-Ausstellung:

lehrreich, spannend, unterhaltsam. Auch das „Drumherum“ ist sehr schön. Die Ausstellung müsste eigentlich dauerhaft existieren.“ oder: „Besser als im Museum. Hier darf man alles anfassen und buchstäblich begreifen!“ oder: „Dank kompetenter Führung durch junge Physiker auch für Laien hochinteressant und anregend.“ Demgegenüber gab es aber auch Kritikpunkte, die belegen, dass es schwierig ist, die ganze Spannweite der Adressaten anzusprechen: „Mehr Infos für vorgebildete Besucher wären mir noch lieber gewesen.“ oder: „Leider keine einzige Formel.“ oder: „Die Informationsfülle erschlägt einen.“ Besonders von Jugendlichen, die mit ihrer Klasse gekommen waren, fanden sich Bemerkungen wie „extrem langweilig“, „gefällt nicht“ oder „(Wissenschaft) geht auf die Nerven“, wobei in der Regel „abgesehen vom Internet-Café“ ergänzt wurde.

Wegen ihrer langen Laufzeit war die Ausstellung ursprünglich als selbsterklärend konzipiert. Den Besuchern sollte es prinzipiell möglich sein, sich alle Informationen allein durch die Ausstellungsmedien (Exponate, Bild-Text-Tafeln, Wissensinseln und Stehbücher) selbst zu beschaffen. Geplant war allerdings der Einsatz von jeweils zwei Physikstudierenden in den beiden Hallen-Ebenen und im Tunnel, die als Ansprechpartner fungieren, aber auch zur Bedienung der interaktiven Experimente animieren sollten. Gerade der Einsatz dieser sehr engagierten jungen Menschen, deren Begeisterung für Physik und die dargestellten Themen auf die Besucher übersprang, war ein ganz wichtiger Faktor für den Ausstellungserfolg und wurde auch in den Gästebüchern sehr häufig positiv erwähnt. Als mindestens ebenso wichtig erwies sich dann aber auch der direkte Dialog mit den DESY-Wissenschaftlern bei den insgesamt etwa 1500 Führungen, die regelmäßig fünfmal am Tag und an den Donnerstagen zusätzlich um 21.30 Uhr angeboten werden konnten. Angeregt durch die Erfahrungen bei der Ausstellung „Reise zum Urknall“, die im April 2000 in Berlin stattfand (siehe unten), gelang es einem DESY-Wissenschaftler kurzfristig, 106 seiner Kolleginnen und Kollegen in Hamburg und Zeuthen zu motivieren, angemeldete oder sich ad-hoc bildende Besuchergruppen durch die Ausstellung zu führen. Abgerundet wurde die inhaltliche EXPO-Betreuung dann auch noch durch die sechsmal am Tag stattfindenden Kurzvorträge über DESY und die EXPO-Themen, die von DESY-Doktoranden und -Diplomanden gehalten wurden und an denen ins-

gesamt 19 000 Besucherinnen und Besucher teilnahmen. Rückblickend betrachtet muss gesagt werden, dass es auf Grund der Unanschaulichkeit und Komplexität der Themen nur in einem begrenzten Maße gelingen konnte, die Inhalte selbsterklärend darzustellen. Hinzu kommt, dass sich besonders für die nicht vorinformierten, manchmal auch skeptischen Laien der Zugang zur Wissenschaft erst dann öffnet, wenn sie authentisch und überzeugend, also im wahrsten Sinne des Wortes „lebendig“, von den Forschern direkt kommuniziert wird. Deshalb wäre es ohne die Aufnahme der Führungen und Kurzvorträge in das Betreuungskonzept sicherlich nicht zu dem großen Erfolg der DESY-EXPO gekommen.

Auch das EXPO-Begleitprogramm, das an jedem der 22 Donnerstage auf dem Platz vor der Halle, in einem daneben aufgestellten Veranstaltungszelt oder im DESY-Hörsaal stattfand, trug wesentlich zum Ausstellungserfolg bei und war vom Dialog zwischen Wissenschaft und Publikum geprägt. Es bestand aus vier Veranstaltungsarten, die nach kurzer Zeit ihr Stammpublikum hatten. Höhepunkte waren die fünf Aktionstage zu den DESY-spezifischen Themen „Vakuum“, „Reinraum und Materialprüfung“, „Strahlung und Wellen“, „Temperatur und Supraleitung“ und „Bauen und Vermessen“, die Markt-Charakter hatten und bei denen Vorführungen und Experimente im Mittelpunkt standen. Diese Aktionstage wurden von den jeweiligen DESY-Gruppen vorbereitet und durchgeführt und erfreuten sich mit durchschnittlich 1680 Gästen besonderer Beliebtheit. Zum Thema „Vakuum“ war es außerdem gelungen, ein besonders eindrucksvolles Abschluss-Event zu organisieren, das trotz des schlechten Wetters etwa 3000 Besucher anzog: Die Vorführung des historischen Magdeburger Halbkugel-Versuches, mit dem Otto von Guericke 1656 die Existenz des Vakuums und die Kraft des Luftdrucks bewiesen hatte, und zwar indem 16 Pferde versuchten, die beiden Halbschalen einer evakuierten Kupferkugel auseinander zu ziehen. Ähnliche Abschluss-Höhepunkte waren ursprünglich für alle fünf Aktionstage geplant, konnten aber wegen fehlender themenbezogener Events nicht durchgeführt werden. Stattdessen wurden an zwei Abenden als Ausklang Musikveranstaltungen angeboten, die aber nicht auf große Resonanz stießen.

Eine zweite Veranstaltungsart waren Experimentalvorträge, die einmal im Monat stattfanden und von DESYs

„Innerbetrieblicher Fortbildung“ durchgeführt wurden. Hier standen Vorführungen von physikalischen Phänomenen im Mittelpunkt, die vom Vortragenden publikumsnah erklärt wurden. Mit durchschnittlich 400 bis 600 Besuchern stießen diese Veranstaltungen ebenfalls auf große Resonanz. Acht populärwissenschaftliche Diskussionsvorträge zu Themen aus der Teilchenphysik bildeten die Reihe „2000 – Das Jahr der Physik, Reise zum Urknall“. Auch hier überraschte der große Kreis von in der Regel 400 interessierten Zuhörern, von denen viele häufig noch lange mit dem Vortragenden über das Gehörte diskutierten. Einmal kam es allerdings vor, dass sich das Vortragsniveau eher an Experten richtete als, wie angekündigt, an Laien. Dies wurde dann auch vom Publikum kritisch angemerkt. Zu der Kategorie „Sonderveranstaltungen“ gehörten zum Beispiel die Auftritte des DESY-Orchesters oder des St. Petersburger Chores, die bei DESY schon Tradition haben und das EXPO-Programm bereicherten. Insgesamt besuchten über 19 000 Menschen die Donnerstags-Veranstaltungen, von denen schätzungsweise die Hälfte anschließend noch in die Ausstellung ging. Der „lange Donnerstag“ hat sich also als sehr gute Maßnahme erwiesen, einige Gäste hätten sich sogar gerne länger als 24 Uhr in der Ausstellung aufgehalten.

Andere PR-Maßnahmen

Auch bei der Initiativ-Pressearbeit stand im Berichtsjahr die DESY-EXPO mit ihrem Schwerpunkt, dem Röntgenlaser, im Mittelpunkt. Die Medienauswertung belegt das große Interesse der Presse an diesem Thema: Es gab auf regionaler Ebene 77 Zeitungs-, 14 Fernseh- und mindestens 20 Hörfunk-Beiträge. Überregional erschienen 18 Artikel in Zeitungen und 25 in anderen Print-Medien, und es wurden vier Fernsehbeiträge gesendet (die Radiosender konnten nicht ausgewertet werden). Besonders erwähnt werden muss eine achtseitige DESY-Sonderbeilage des Hamburger Abendblatts zur 40-Jahr-Feier am 23. Mai sowie zwei Wissenschaftsforen zu DESY-Themen, von denen eins in dem EXPO-Veranstaltungszelt stattfand. Diese öffentlichen Foren wurden gemeinsam vom Hamburger Abendblatt sowie dem Norddeutschen Rundfunk (Fernsehen und Hörfunk) durchgeführt mit anschließender ausführlicher Berichterstattung in allen drei Medien.

Die DESY-EXPO wurde zum Anlass genommen, zwei neue Broschüren in deutscher und englischer Sprache herzustellen, die sich beide an die breite Öffentlichkeit richten und als EXPO-Begleitmaterial zur Verfügung standen: „... vom Ursprung der Materie zu den Grundlagen des Lebens“ ist der Titel der TESLA-Broschüre, in der alle wichtigen Aspekte dieses internationalen Beschleuniger-Projekts beschrieben sind: die Fragen der Teilchenphysik und die Forschungsschwerpunkte mit den Röntgenlasern, aber auch das geplante Forschungszentrum in Ellerhoop sowie das neue Organisations- und Finanzierungsmodell. Im Mittelpunkt der HASYLAB-Broschüre stehen die Eigenschaften und die Anwendungsvielfalt der Synchrotronstrahlung, die mit einer Reihe von Beispielen aus verschiedenen naturwissenschaftlichen Disziplinen illustriert sind. Rechtzeitig zu der 40-Jahr-Feier erschien das DESY-Jahrbuch 2000, das vierte Heft in dieser Reihe, die seit 1993 in deutscher und englischer Sprache erscheint. Schwerpunkt-Themen dieser Ausgabe sind zum Beispiel die 40-jährige Geschichte DESYs mit mehreren Beiträgen, die Forschungen bei HERA mit den vier Experimenten und der TESLA-Röntgenlaser. Auch „DESY 2000“ wurde gegen eine geringe Schutzgebühr bei der EXPO angeboten.

Der erste Teil des TESLA-Unterrichtsmaterials, das 1999 von DESY bei einem Schulbuch-Verlag in Auftrag gegeben wurde, wurde zu Beginn des Berichtsjahres fertiggestellt. Dieser Teil befasst sich mit dem Röntgenlaser und konnte noch so kurzfristig produziert werden, dass der Ringbuchordner rechtzeitig vor Beginn der DESY-EXPO bundesweit bei allen 4200 Gymnasien, Gesamtschulen und Schulen mit gymnasialer Oberstufe sowie bei den Waldorfschulen eingegangen ist. Gegen Ende des Berichtsjahres wurde mit der Herstellung des zweiten Teils zur TESLA-Teilchenphysik begonnen, der als Ergänzungslieferung zu der dokumentierten Folienmappe vor den Sommerferien 2001 ausgeliefert werden soll. Das Unterrichtsmaterial enthält außer einer Serie von Overhead-Folien auch Schülerseiten mit Aufgaben und Hintergrund-Informationen für Lehrer. Es umfasst die Basisinformation zu DESY und Unterrichtseinheiten für drei Niveaustufen, die für Physik-Grundkurse und -Leistungskurse geeignet sind. Im Rahmen eines Rundschreibens zur DESY-EXPO wurden alle 22 000 Physiklehrer über die Möglichkeit informiert, das Material als Broschüre (zwei Bände)

gegen Erstattung der Versandkosten zu erwerben. Mit knapp 950 Bestellungen wurde hiervon bis Jahresende leider weniger als erwartet Gebrauch gemacht.

Das 1998 installierte Internet-Angebot „Kwork-Quark – Teilchenphysik für alle!“ mit der Adresse www.desy.de/pr-info/Kworkquark/ erfreut sich immer größerer Beliebtheit und wird auch zunehmend von Physiklehrern im Unterricht eingesetzt. Bis Ende 2000 wurden in den 30 Monaten Laufzeit 32 000 echte Besuche gezählt, und es kommen durchschnittlich 15 e-Mails pro Monat, in denen besonders die klare und unterhaltsame Darstellung betont wird sowie die gute Navigierbarkeit. Im Berichtsjahr stand die KworkQuark-Adresse in zwei „Ranking-Lists“ von bedeutenden Zeitschriften und war eine von 2500 Internet-Adressen, die in einem in Buchform erschienenen „Internet-Guide für Schüler“ genannt wurden. Der Erfinder und Autor von KworkQuark, damals noch Physik- und Journalistik-Student, hat inzwischen eine Multimedia-Firma gegründet. Im Berichtsjahr wurde von dieser Firma das Konzept für eine zweite Version erstellt, das im folgenden Jahr umgesetzt werden soll. Ziel ist, dass KworkQuark **das** Wissensportal zur Teilchenphysik in Deutschland wird. Es soll ein halboffenes adaptierbares Lernsystem bieten und Vorreiter für virtuelle Lerneinheiten werden, die aus der Öffentlichkeitsarbeit eines Forschungsinstituts (DESY) im engen, elektronisch-geführten Dialog mit Fachlehrern erwachsen.

DESYs Beteiligung an der 91. Hauptversammlung des Deutschen Vereins zur Förderung des mathematischen und naturwissenschaftlichen Unterrichts (MNU) in Stuttgart, der 47. MNU-Regionaltagung in Bremerhaven, der Hannover Messe im Rahmen der Präsentation der Helmholtz-Gemeinschaft (HGF) auf dem Stand des bmb+f sowie an der zehntägigen Verbrauchermesse „Du und Deine Welt“ in Hamburg war im Berichtsjahr ganz von der Werbung für das EXPO-Projekt geprägt. Dies gilt auch für den DESY-Auftritt beim „Global Dialog in Science and Technology“, einer einwöchigen Veranstaltung der EXPO 2000, die im Juli in Hannover stattfand. Im November präsentierte sich DESY mit der Vorstellung des industriellen HASYLAB-Angebots im Rahmen der „HiTech“-Veranstaltung in der Handelskammer Hamburg. Im selben Monat fand die HGF-Sonderausstellung „Abenteuer Wissenschaft“ im Deutschen Museum in München statt, auf der DESY zusam-

men mit der Gesellschaft für Schwerionenforschung (GSI, Darmstadt) das Thema „Riesen und Zwerge“ gestaltete.

PR-Maßnahmen anderer DESY-Gruppen

Im Folgenden wird über Aktivitäten berichtet, die im Berichtsjahr von anderen DESY-Gruppen in Hamburg und dem zweiten Standort in Zeuthen durchgeführt wurden.

Als Erstes muss hier die Durchführung der zweiten Zentralveranstaltung zum „Jahr der Physik“ genannt werden, der Erlebnis- und Dialog-Ausstellung „Reise zum Urknall“ mit Themen aus der Teilchenphysik sowie der Hadronen- und Kernphysik. Sie fand vom 3. bis 9. April 2000 in der Urania in Berlin statt und wurde mit geschätzten 15 500 Besucherinnen und Besuchern zu einem großen Erfolg. Sie hatte zwei Elemente: Zum einen die „Reise zum Urknall“, beginnend mit einem großen Urknall-Grafitti, Exponaten zum Anfassen und aufwendigen Installationen. Außerdem wurde hinter dem Urania-Gebäude in einem Zelt die CERN-Roadshow gezeigt. Ergänzt wurde diese Ausstellung durch ein umfangreiches Vortrags- und Filmprogramm sowie ein Online-Forum. Die „Reise zum Urknall“ wurde im Namen der Deutschen Physikalischen Gesellschaft durchgeführt und federführend von DESY Zeuthen und der Hamburger DESY-Gruppe „Forschung mit Lepton Collidern“ organisiert.

Für die Berliner Millennium-Ausstellung „7 Hügel – Bilder und Zeichen des 21. Jahrhunderts“, die vom 14. Mai bis 29. Oktober 2000 im Gropius-Bau gezeigt wurde, lieferte DESY Zeuthen für den Ausstellungsbe- reich „Kerne“ einige zentrale Exponate zur Teilchenphysik. In diesem Zusammenhang wurde in Zeuthen auch eine neue Funkenkammer gebaut, die jetzt für die eigene Öffentlichkeitsarbeit zur Verfügung steht. Außerdem war DESY Zeuthen im Berichtsjahr mit einem Stand auf der Internationalen Luft- und Raumfahrt- ausstellung ILA 2000 vertreten sowie beim „Tag der Wissenschaft und Forschung“ des Landes Brandenburg in Potsdam, der sich insbesondere an Schülerinnen und Schüler richtet. Bei mehreren Gelegenheiten

engagierten sich die Zeuthener Wissenschaftler mit allgemeinverständlichen Diskussions-Vorträgen zur Teilchenphysik, von denen einer zum Thema „Was die Welt im Innersten zusammenhält – Die Entdeckungsreise in das Innerste der Materie“ vom DeutschlandRadio Berlin live übertragen wurde.

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, trotz einer mehrwöchigen Umbauphase, in der keine Veranstaltungen stattfanden, 970 Jugendliche an diesem Programm teilnehmen. Zusätzlich bekamen drei Gruppen aus Österreich und eine Gruppe aus Italien, die DESY im Rahmen einer Exkursion besichtigten, die Gelegenheit, einen Nachmittag lang zu experimentieren. Im Mai des Berichtsjahres konnte ein von der Hamburger Schulbehörde bereitgestellter Pavillon mit einer für das Projekt optimierten Infrastruktur bezogen werden, der so viel Platz bietet, dass eine Erweiterung des Programms möglich wird. Für das kommende Jahr sind deshalb zusätzliche Experimentiertage geplant, und zwar zum Thema „Radioaktivität“. Die Grundausrüstung für dieses Thema wurde DESY von dem Betreiber der Ende 2000 geschlossenen Hamburger Einrichtung

„electrum“ zur Verfügung gestellt. Das Schulprojekt „physik.begreifen@desy.de“ stellte sich bei zwei öffentlichen Veranstaltungen vor: im September bei der Begleitausstellung des vom Stifterverband der Deutschen Wissenschaft in Bonn durchgeführten Symposiums „PUSH – Dialogpartner Wissenschaft“ und im November im Rahmen von „Physics on Stage“ beim CERN in Genf, einer Veranstaltung für Lehrer, die von der europäischen Initiative für Öffentlichkeitsarbeit in der Teilchenphysik (Outreach-Group) initiiert wurde.

An besonders physikinteressierte Schülerinnen und Schüler wendet sich die 1998 gegründete Seminarreihe „Faszination Physik“ – ein Treffpunkt und Diskussionsforum für junge Leute zu Themen der modernen Physik. Sie werden von den Jugendlichen aus einem vorgeschlagenen Katalog ausgesucht und unter Begleitung eines ehemaligen Physiklehrers dargeboten und diskutiert. Die Seminare, an denen inzwischen etwa 12 sehr engagierte junge Menschen regelmäßig teilnehmen, finden in der Schulzeit jeden Samstag nachmittag statt. Zu den im Berichtsjahr bearbeiteten Themen gehört zum Beispiel „Kreise im Magnetfeld – Bahnen von Elektronen und Sternenschiffen“ und „Schwarze Löcher sind schwarz – nach Hawking strahlen sie“. Mit vier Aufsätzen nahm die Arbeitsgemeinschaft an dem internationalen Internet-Wettbewerb „ThinkQuest“ (www.thinkquest.org) teil, und fünf Mitglieder der Gruppe hielten an drei Abenden öffentliche Vorträge zu ihren Themen.

DES Y Zeuthen

Inhalt

Übersicht	161
Forschungsthemen DES Y Zeuthen	163
Zentrale Dienste DES Y Zeuthen	187



Abbildung 85: Stand des Aufbaus des PITZ-Injektors.

Übersicht DESY Zeuthen

Die Projektgruppen H1, HERMES, HERA-B und ZEUS sowie die Mitarbeiter der Theoriegruppe haben sich intensiv und erfolgreich an der HERA-Physik beteiligt. Unter maßgeblicher Beteiligung der Zeuthener H1-Gruppe wurde die erste Präzisionsmessung des inklusiven tiefunelastischen Elektron-Proton-Streuquerschnitts bei HERA publiziert und die Strukturfunktionen F_2 und F_L extrahiert. Die Zeuthener HERA-B Gruppe leistete wesentliche Beiträge zur Inbetriebnahme des HERA-B Detektors. Die HERMES-Gruppe wurde verstärkt und kann aktiver an der physikalischen Analyse und am Experimentbetrieb teilnehmen. So wurde die Messung der polarisierten Strukturfunktion zu kleineren Impulsüberträgen erweitert.

Das Experiment AMANDA zur Astrophysik mit kosmischen Neutrinos am Südpol installierte erfolgreich 70 weitere optische Module im antarktischen Eis. Mit den Daten der ersten Ausbaustufe des Experiments entstanden mehrere Publikationen.

Das Forschungsprofil von DESY Zeuthen wurde im November 1999 auf einer Klausurtagung beraten. Dabei wurden auch neue Akzente gesetzt. Sehr große Anstrengungen wurden unternommen, um ein neues Projekt, die Errichtung eines Photoinjektor-Teststands bei DESY Zeuthen, umzusetzen. Damit soll ein Forschungsprogramm für den Test und die Weiterentwicklung lasergetriebener HF-Elektronenquellen ermöglicht werden. Das

Gebäude und ein Teil der Infrastruktur für den Photoinjektor-Teststand wurden fertiggestellt und erste Installationen von Komponenten im Tunnel vorgenommen (Abb. 85).

Der gemeinsam mit dem INFN entwickelte Parallelrechner APE1000 wurde in Betrieb genommen. Mit der Implementierung physikalischer Anwendungen wurde begonnen. Die Aktivitäten auf dem Gebiet der Gittereichtheorie wurden durch den Umzug der Forschergruppe Teilchenphysik des NIC nach Zeuthen deutlich verstärkt.

Physiker verschiedener Gruppen des F-Bereichs beteiligten sich aktiv an den Arbeiten zum TESLA TDR: so gab es Studien zur TESLA-Physik, zu einem TESLA-Detektor sowie zu den Optionen THERA und TESLA-N.

Wie in den vergangenen Jahren gab es vielfältige Aktivitäten zur Außendarstellung des Labors und zur Popularisierung der Teilchenphysik. Das Institut beteiligte sich wesentlich an Vorbereitung und Durchführung einer Ausstellung in der Berliner URANIA anlässlich des Jahrs der Physik 2000. Auch auf der aufwendigsten je in Berlin organisierten Ausstellung „Sieben Hügel“ war DESY Zeuthen mit mehreren Exponaten vertreten. Schließlich wurde auch der Teil Astrophysik der DESY-Ausstellung zur EXPO 2000 von der Zeuthener AMANDA-Gruppe mitgestaltet.

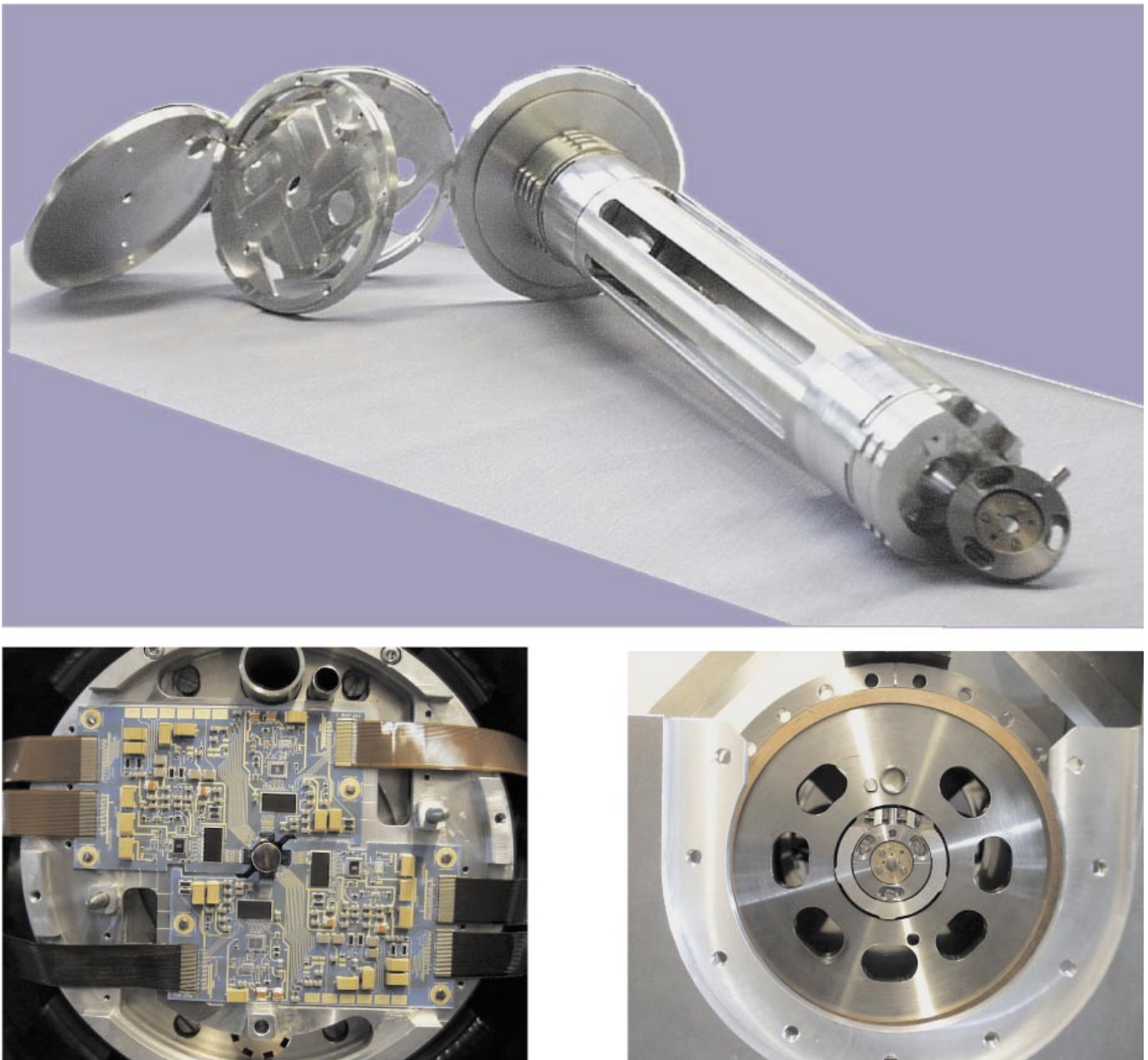


Abbildung 86: Der Messzylinder des „Beam Trajectory Monitors“. Die eingangsseitige Blendenebene ist in der Vergrößerung unten rechts gezeigt, die rückwärtige Elektronikplatine mit den Detektoren ist in der linken Bildhälfte sichtbar. Der Abstand der Blenden- und Detektorebene beträgt 500 mm, die Neigung der Ebenen ist geringer als 0.03 mm.

Forschungsthemen DESY Zeuthen

Experimente bei HERA

Das H1-Experiment

Test der Quantenchromodynamik

Im Jahre 2000 wurde unter maßgeblicher Beteiligung der Zeuthener H1-Gruppe die erste Präzisionsmessung des inklusiven Elektron-Proton Streuquerschnitts bei HERA im Bereich tiefunelastischer Streuung publiziert. Aus dieser Messung wurden Daten für die Strukturfunktion F_2 und für die longitudinale Strukturfunktion F_L abgeleitet.

Die Abhängigkeit des Streuquerschnitts vom Impulsübertrag Q^2 ist in Übereinstimmung mit den Erwartungen der Quantenchromodynamik (QCD) und erlaubt daher, die Gluondichte bei kleinen Bjorken- x zu bestimmen. Dieses Resultat ist wichtig für die feldtheoretische Beschreibung der starken Wechselwirkung bei kleinen x und für Vorhersagen der Reaktionsquerschnitte bei zukünftigen Beschleunigern sowie von Wechselwirkungen höchstenergetischer, kosmischer Neutrinos.

Durch eine Kombination der Resultate mit Daten des Myon-Streuexperiments BCDMS am CERN, die bei größeren x -Werten gemessen wurden, konnte die Kopplungskonstante der starken Wechselwirkung mit einer Präzision von 1% bestimmt werden. Damit wurde bei HERA eine mit Messungen in anderen physikalischen Prozessen vergleichbare Genauigkeit erreicht. Die jetzt vorliegenden Messungen stellen eine Verbesserung um einen Faktor 2–3 gegenüber den bisherigen H1-Resultaten dar (Abb. 87). Das ist auch dem Ersatz und der Verbesserung der Detektorkomponenten im Rückwärtsbereich zu verdanken.

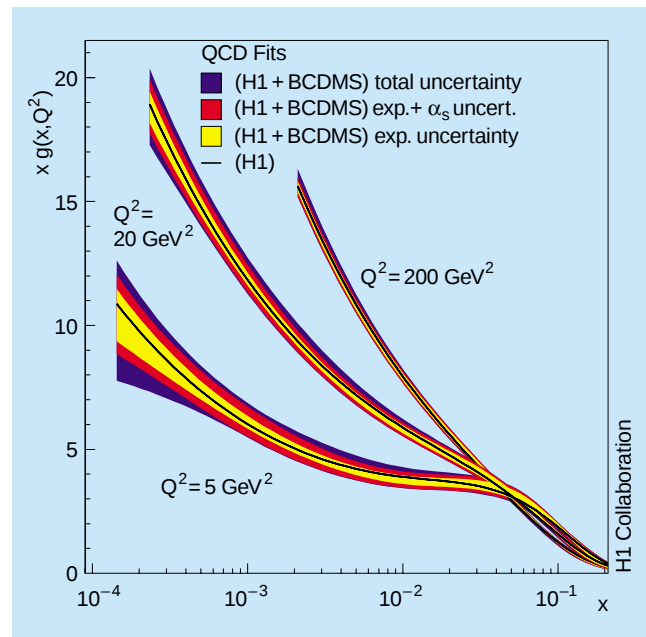


Abbildung 87: Die Gluon-Verteilungsfunktion als Resultat eines QCD-Fits an tiefunelastische inklusive Wirkungsquerschnitte der Experimente H1 und BCDMS. Die inneren Fehlerbänder geben den experimentellen Fehler für festes $\alpha_s(M_Z) = 0.1150$ an. Die mittleren Fehlerbänder schließen den Beitrag aufgrund des gleichzeitigen Fits von α_s ein. Die äußeren Fehlerbänder beinhalten auch die Ungewissheiten der QCD und der Fitprozedur.

Die Silizium-Detektoren BST und FST

Seit einigen Jahren wird der Silizium-Spurdetektor BST (Backward Silicon Tracker) bei der Datennahme erfolgreich eingesetzt. Während der Betriebsunterbrechung von HERA wird ein entsprechender Detektor, der FST (Forward Silicon Tracker), in Vorwärtsrichtung installiert (Abb. 88).

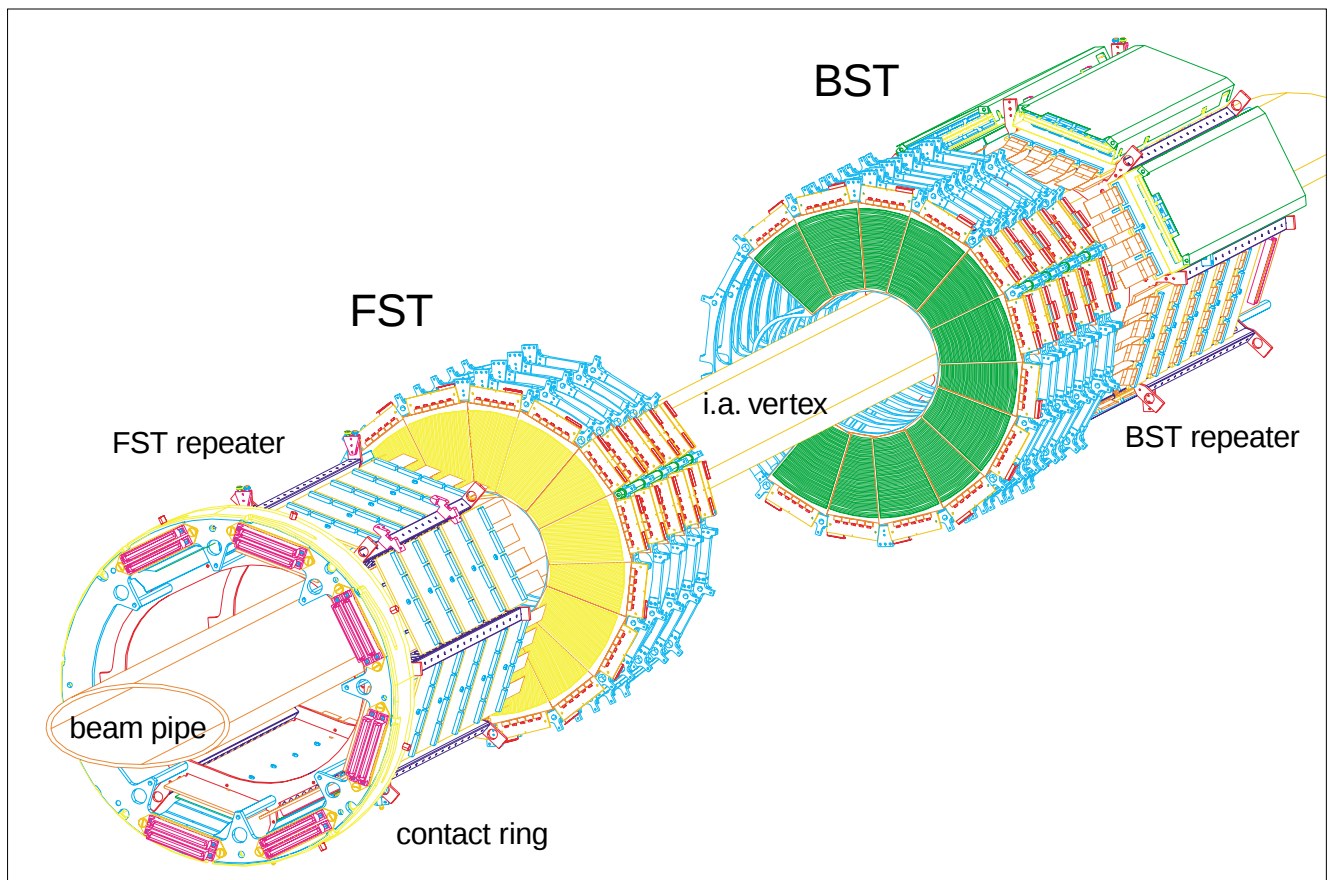


Abbildung 88: 3 D Ansicht der Silizium-Detektoren BST und FST.

Der BST dient zur Vertexrekonstruktion, zur Validisierung von Ereignissen sowie zur Messung des Streuwinkels. Im Jahr 2000 wurde der BST mit vier weiteren Detektorebenen und hoher Effizienz im H1-Experiment betrieben. So wurde der BST auch bei der Aufzeichnung von Daten mit verschobenem Vertex eingesetzt, die es gestatten, noch größere Streuwinkel und damit kleinere Impulsüberträge zu erreichen.

Zur Vorbereitung des BST auf die Luminositätserhöhung von HERA wurde ein neuer, hochintegrierter Schaltkreis (PRO) zur Auslese und Verstärkung der Silizium-Paddetektorsignale entwickelt, am Teststrahl untersucht und erfolgreich in Serie produziert. Die BST Mechanik musste der elliptischen Form des neuen Strahlrohres angepasst werden.

Der „Forward Silicon Tracker“ FST wird mit sogenannten u-v Modulen ausgerüstet, deren Entwicklung

im Berichtsjahr abgeschlossen wurde. Für den FST und BST wurde ein einheitliches Repeaterkonzept in Zusammenarbeit mit dem Prager Akademieinstitut entworfen und in die Serienproduktion eingeführt. Die schwierige Aufgabe, den FST über eine Entfernung von etwa 2 m tief innerhalb des H1-Detektors elektrisch und mechanisch zu koppeln, wurde durch die Entwicklung eines speziellen Kontakttrings gelöst. Ausgehend von Simulationsrechnungen für die Erzeugung von Jets im FST wurde das Detektorkonzept optimiert und die Rekonstruktionssoftware entwickelt.

Vorwärts-Protonspektrometer FPS

Das FPS besteht aus vier Stationen, die sich 64–90 m vom Zentrum des H1-Experiments entfernt befinden. Diese Stationen, deren Detektoren aus szintillierenden

Fasern bestehen, dienen dem Nachweis von Protonen, die in den Elektron-Proton Kollisionen unter kleinen Winkeln relativ zum Protonenstrahl emittiert werden. Das FPS arbeitete im Jahre 2000 kontinuierlich und konnte die bislang größte Datenmenge aufzeichnen: 22 pb^{-1} in den vertikalen, 15 pb^{-1} in den horizontalen Stationen. Damit wurden etwa doppelt soviel Daten wie 1999 gesammelt. Diese Daten sind die Grundlage für Untersuchungen der ρ -Meson-Erzeugung, der tiefunelastischen Streuung und der Photoproduktion in Wechselwirkungen mit einem unter kleinem Winkel gestreuten Proton.

Im Dezember 1999 wurde im Rahmen des vorgesehenen Baugruppenaustauschs ein Detektor-Prototyp in einer vertikalen Station montiert. Dieser Prototyp wurde im Jahr 2000 erfolgreich getestet, so dass bis zum Sommer 2001 der Baugruppenaustausch für drei weitere Stationen vorgenommen wird. Das Ziel dieses Umbaus ist, die Langzeitverfügbarkeit der Detektoren bis zum Ende der H1-Datennahme zu erreichen und die Korrelation zwischen Detektorauflösung und -effektivität zu verringern.

Das Experiment HERA-B

Im Berichtsjahr wurde der HERA-B Detektor vervollständigt und in Betrieb genommen. Zwischen April und August 2000 wurden etwa 30 Millionen unelastische Proton-Kern Wechselwirkungen unter verschiedenen Triggerbedingungen aufgezeichnet. Die Analyse dieser Daten ist noch nicht abgeschlossen. Detektortechnologie und komplexe Trigger-Elektronik stellten dabei eine enorme Herausforderung dar, der die Kollaboration durch intensive Forschungs- und Entwicklungsarbeit begegnete. Diese Detektorentwicklungen sind wegbereitend für die nächste Generation von Hochratenexperimenten, sie verzögerten aber auch das Gesamtprojekt.

Die jetzt erreichte Leistungsfähigkeit und die Tatsache, dass die in Japan und den USA aufgebauten neuen B-Fabriken inzwischen sehr gut arbeiten und routinemäßig Daten nehmen, führten dazu, dass das HERA-B Experiment seine Konkurrenzfähigkeit auf dem Gebiet der B-Physik eingebüßt hat. Gegenwärtig erfolgt die Ausarbeitung eines Physikprogramms, das mit dem existierenden Detektor durchgeführt werden kann. Mit

einer Verbesserung des Triggersystems ist ein Beitrag zur B-Physik zu einem späteren Zeitpunkt möglich.

Die an HERA-B beteiligte Gruppe von DESY Zeuthen hat in enger Zusammenarbeit mit der Humboldt-Universität zu Berlin Aufgaben und koordinierende Funktionen in folgenden Bereichen übernommen:

- Entwicklung, Bau und Betrieb des Spurkammersystems „Outer Tracker“ (in Kollaboration mit DESY-Hamburg, VIK Dubna, NIKHEF Amsterdam, Tsinghua Universität und IHEP Beijing),
- Aufbau und Betrieb einer Prozessorfarm zur schnellen Rekonstruktion und Filterung von Ereignissen im Echtzeitbetrieb,
- Beiträge zur Entwicklung des Physikprogramms,
- Software-Entwicklung:
 - Alignment und Kalibration des „Outer Tracker“,
 - Analyse physikalischer Prozesse mit Daten und Simulationen.

Äußerer Spurkammerdetektor

Im Folgenden werden die Zeuthen/Berlin-Aktivitäten im Rahmen des äußeren Spurkammersystems dargestellt. Eine vollständigere Beschreibung findet sich im Kapitel HERA-B (Seite 86).

Die Installation aller 13 Superlagen des äußeren Spurkammerdetektors wurde im Januar 2000 abgeschlossen. Die Zeuthen/Berlin-Arbeitsgruppe war für die Koordination der Arbeiten für die Auslese der etwa 115 000 Kanäle und für die Einbindung des Detektors in das zentrale Kontroll- und Datenauslesesystem von HERA-B zuständig. Während der Datennahme wurde die Gasverstärkung des Detektors durch spezielle, in Zeuthen gefertigte Monitorkammern kontrolliert.

Für das äußere Spurkammersystem ist in den vorhergehenden Jahren die Strahlenbelastbarkeit getestet worden, was zu der endgültigen Wahl des Kammermaterials und des Driftgases geführt hat. Die wesentlichen Messungen dazu sind an einem α -Strahl in Karlsruhe durchgeführt worden. Weitere systematische Studien wurden an Röntgen-Quellen in Zeuthen und Hamburg fortgeführt. In Zeuthen wird im Rahmen einer Doktorarbeit die Abhängigkeit möglicher Strahlenschäden

von verschiedenen Betriebsparametern wie Gasfluss, Bestrahlungsdichte und Wassergehalt untersucht.

Im Rahmen der Untersuchungen zur Qualität der Daten der äußeren Spurkammern wurde die Hit-Effektivität in Abhängigkeit verschiedener Parameter, wie der Gasverstärkung der Driftzellen und der Schwellenspannung der Ausleseelektronik zur Unterdrückung von elektronischem Rauschen, abgeschätzt. Die Ergebnisse zeigen, dass Hit-Effektivitäten um 95% erreichbar sind, wenn die elektronische Abschirmung verbessert wird und wenn der Detektor bei optimaler Gasverstärkung betrieben werden kann. An beiden Problemen wird während der HERA-Umbauphase gearbeitet. Untersuchungen zeigten, dass die Genauigkeit der Drahtpositionierung innerhalb der Detektormodule besser als 100 μm ist, was dem geforderten Designwert entspricht. Damit ergab sich für die interne Auflösung der Driftzellen ein Wert um 350 μm . Auch hier lassen sich durch Reduzierung der Schwellenspannung Verbesserungen erreichen.

Prozessorfarm

Das Trigger- und Datenerfassungssystem des HERA-B Experiments enthält in der vierten Stufe eine Linux-PC-Farm zur Ereignisrekonstruktion im Echtzeitbetrieb. Damit stehen rekonstruierte Ereignisse unmittelbar nach der Datenspeicherung für weitergehende Physikanalysen zur Verfügung. Die Farm besteht aus 100 PCs mit je zwei Intel Pentium-III/500 MHz Prozessoren, die in ein Fast-Ethernet Netzwerk integriert sind. Der Aufbau der Farm wurde Ende 1999 abgeschlossen, und sie wurde in der Datennahmepériode 2000 erfolgreich in Betrieb genommen.

Seit Beendigung der Datennahme im September wird die Farm zum Reprozessieren der aufgezeichneten Ereignisse verwendet. Insgesamt wurden im Jahr 2000 etwa 30 Millionen Ereignisse gespeichert. Die gesamte Datenmenge beträgt fast 10 TB, die auf Bändern archiviert sind. Das Rekonstruktionsprogramm benötigt in der gegenwärtigen Variante 4,5 s für ein Ereignis eines getriggerten Runs mit 5 MHz Wechselwirkungsrate. Damit kann die Farm die geplante Ereignisrate von 50 Hz bewältigen. Die große Datenmenge bei HERA-B stellt hohe Anforderungen an das Datenmanagement, um einen Zugriff innerhalb vernünftiger Zeiten zu gewährleisten. Für die Analysen müssen die Ereignisse

in geeigneter Form auf Festplatten gespeichert werden. Hierzu werden spezielle Datensätze mit reduzierter Information erstellt und auch spezielle Ereignisklassen selektiert.

Software

HERA-B verfügt über ein leistungsfähiges Simulationsprogramm, das auf den LUND-Generatoren zur Erzeugung physikalischer Prozesse und auf dem Programm GEANT3 zur Detektorsimulation basiert. Es wurde im Wesentlichen im DESY Zeuthen entwickelt, gewartet und aktualisiert.

Der Vergleich der Simulation mit reellen Daten ergibt Übereinstimmungen in charakteristischen Verteilungen wie Besetzungsdichten oder Energieverteilungen, die in den meisten Fällen besser als 20% sind. Die im Jahr 2000 genommenen Daten werden gegenwärtig dazu genutzt, die Simulationsparameter zu verbessern.

Während in der Vergangenheit Simulationsstudien zur Detektoroptimierung eine große Rolle spielten, stehen gegenwärtig die Optimierung der Rekonstruktionssoftware und die Analyse der physikalischen Prozesse im Mittelpunkt der Arbeiten.

Die Produktion simulierter Daten, die für die Analyse verschiedener Prozesse benötigt wurden, wurde von der Zeuthen/Berlin-Gruppe für HERA-B koordiniert und zu einem signifikanten Teil durchgeführt.

Im Rahmen von zwei Doktorarbeiten wurden Studien zu einer geplanten, bisher aber nicht genutzten dritten Triggerstufe durchgeführt. Diese Triggerstufe ist ein reines Softwaresystem, das auf der PC-Farm der zweiten Triggerstufe laufen soll. Für die von der zweiten Triggerstufe selektierten Ereignisse werden alle Daten in die PC-Farm eingelesen, so dass auf dieser Stufe das erste Mal auf die gesamten Daten aller Subsysteme des Detektors zurückgegriffen werden kann.

Der vorgeschlagene Triggeralgorithmus benutzt die Daten des Vertexdetektors. Es konnte gezeigt werden, dass eine Spurrekonstruktion in diesem Detektor innerhalb von nur 100 ms pro Ereignis möglich ist. Anhand von Simulationen konnten geeignete Algorithmen entwickelt werden, die Ereignisse mit Sekundärvertices mit gutem Signal-zu-Untergrund-Verhältnis selektieren.

tieren. Die Entwicklung einer dritten Triggerstufe hat mit dem modifizierten Physikprogramm an Bedeutung gewonnen.

Analyse

Die Arbeitsgruppe hat sich sowohl an der Entwicklung des physikalischen Programms des Experiments durch Simulationsstudien als auch an der Analyse der ersten Daten beteiligt. Die Ausarbeitung eines modifizierten Physikprogramms ist von einem Mitglied der Zeuthen/Berlin-Gruppe koordiniert worden. Im Rahmen von Doktorarbeiten wurden Daten, die bereits in der Phase der Inbetriebnahme genommen wurden, analysiert. Neben Beiträgen zur Analyse von Ereignissen mit J/ψ -Zerfällen ist auch die quantitative Analyse der Erzeugung von π^0 -Mesonen mit hohem Transversalimpuls zu nennen.

Das HERMES Experiment

Die Zeuthener Gruppe wurde im Verlauf des Berichtsjahres personell verstärkt und ist sowohl an der Physikanalyse als auch am Betrieb des Experimentes maßgeblich beteiligt.

So stellt die Gruppe gegenwärtig den stellvertretenden Sprecher, der Technische Koordinator des Experimentes ist seit September 2000 Mitglied der Zeuthener Gruppe.

Die kontinuierliche Betreuung verschiedener Hardware-Komponenten – Driftkammer einschließlich Gassystem, Photon-Detektoren des RICH Detektors, Tuning-Szintillatoren – beansprucht einen beträchtlichen ständigen personellen Aufwand.

Beiträge zur Physikanalyse

Erste Ergebnisse zur polarisierten Strukturfunktion g_1^p wurden von der HERMES-Kollaboration für den kinematischen Bereich $0.0212 < x < 0.85$ und $Q^2 > 0.8 \text{ GeV}^2$ bereits früher veröffentlicht (siehe Jahresbericht 1999). Als Resultat einer neuen Analyse hat die

Zeuthener Gruppe in diesem Jahr g_1^p -Daten für den Bereich $0.0021 < x < 0.0212$ und $0.1 \text{ GeV}^2 < Q^2 < 0.8 \text{ GeV}^2$ präsentiert, die auch auf mehreren Konferenzen vorgestellt wurden.

Es wurden umfangreiche systematische Untersuchungen durchgeführt, um die Daten bei kleinen Impulsen des gestreuten Positrons zu verstehen. Die systematischen Unsicherheiten der Daten bei kleinen x -Werten liegen unter 14%. Die HERMES-Daten stimmen gut mit den von der SMC-Collaboration publizierten Werten bei kleinem x überein, bei geringeren statistischen Unsicherheiten (Abb. 89). Die Daten des SMC- und HERMES-Experiments eröffnen neue Möglichkeiten für die Überprüfung des Geltungsbereichs der perturbativen QCD im Spinsektor.

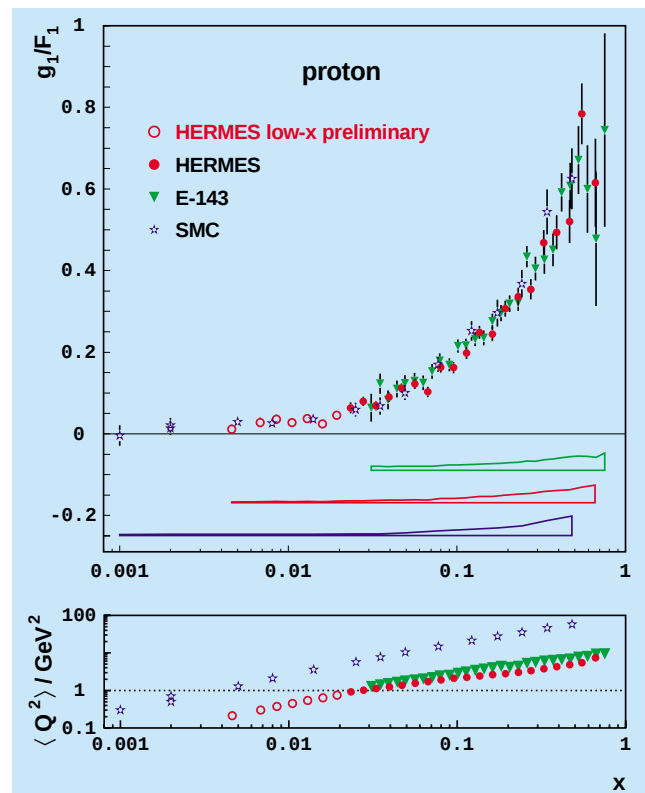


Abbildung 89: Das Verhältnis der polarisierten und unpolarisierten Strukturfunktionen als Funktion von x gemittelt über Q^2 . Die Fehlerbalken entsprechen den statistischen Fehlern. Die Fehlerbänder repräsentieren die experimentenspezifischen systematischen Fehler. In der unteren Abbildung sind die gemittelten Q^2 -Werte aufgetragen.

Die Arbeiten an der Software für den RICH-Detektor wurden im Laufe des Berichtsjahres erfolgreich abgeschlossen. Die Zeuthener Gruppe leistete hierzu einen großen Beitrag und hat diese Aktivitäten auch koordiniert.

Die Daten des RICH-Detektors werden mittels zweier verschiedener Methoden rekonstruiert: Indirektes „Ray Tracing“ (IRT) und Direktes „Ray Tracing“ (DRT). Für unterschiedliche Impulsbereiche und Spuranzahlen pro Ereignis liefern beide Methoden unterschiedlich gute Ergebnisse. Im allgemeinen ist zum Beispiel die IRT-Methode bei höheren Impulsen zu bevorzugen, die DRT-Methode demgegenüber bei niedrigeren Impulsen und komplizierteren Ereignissen. Zur Optimierung der RICH-Teilchenidentifizierung („Particle Identification“ PID) wurde daher der sogenannte RICH-PID-Scheduler (RPS) entwickelt, der, ausgehend vom Impuls des Teilchens und vom Typ des Ereignisses, die beste Methode oder eine Kombination beider Methoden auswählt. Der PID-Scheduler ergibt über den gesamten HERMES-Impulsbereich (2–18 GeV) die besten Resultate.

Das ZEUS-Experiment

Im Jahr 2000 haben die Mitglieder der Zeuthener Gruppe an zwei physikalischen Analysen und an methodischen Fragen gearbeitet. Der Zeuthener Beitrag zum Mikro-Vortex-Detektor (MVD) des ZEUS-Experiments, einer zentralen ZEUS-Komponente nach dem HERA Luminositäts-Upgrade, wurde fertig gestellt. Die Qualitätskontrolle wurde durchgeführt und die Daten in eine selbstentwickelte Datenbank aufgenommen. Mit der Inbetriebnahme dieses Detektors wird die Vertexmessung entscheidend verbessert und die Rekonstruktion von Teilchenzerfällen im Detail ermöglicht.

Ein Mitglied der Gruppe war vom Sommer 1998 bis zum Jahresende „Physics Chairman“ des ZEUS Experiments.

Informationen zur Daten-Qualität und Luminosität der Datennahme wurden gesammelt und im World Wide Web der Kollaboration zur Verfügung gestellt.

Ergebnisse der Querschnittsmessungen mit den Daten der Jahre 1998 bis 2000 wurden auf mehreren Konferen-

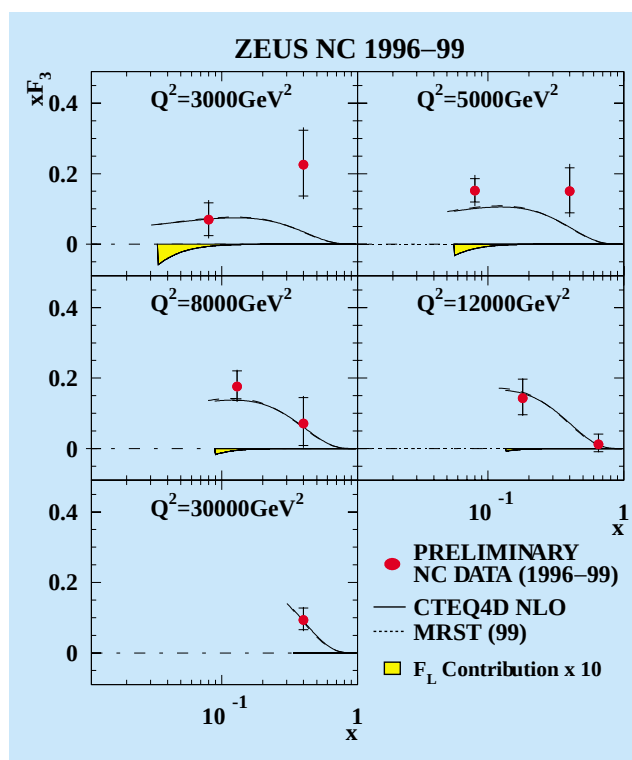


Abbildung 90: Die Strukturfunktion xF_3 , gemessen vom ZEUS-Experiment.

zen präsentiert. Ein wichtiges Resultat dieser Analyse war die erste Extraktion der Strukturfunktion xF_3 bei HERA (Abb. 90) und bei Experimenten mit geladenen Leptonen.

Die Methoden zur Rekonstruktion des Energieverlustes von Teilchen im inaktiven Material mit dem von der Gruppe betreuten Presampler-Detektor wurden verbessert. Die neuen Korrekturen, abgeleitet aus den tiefinelastischen Streudaten der Jahre 1996 bis 2000, wurden bei der Analyse der Daten mit neutralem Stromaustausch bei hohen Impulsüberträgen angewandt.

Ein Mitglied der Gruppe wurde zum Koordinator einer der fünf Physik-Gruppen des ZEUS-Experimentes berufen. Diese arbeitete am besseren Verständnis der Reaktion des Kalorimeters auf hochenergetische Elektronen und beteiligte sich an der Suche nach supersymmetrischen Teilchen in den ZEUS Daten. Zwischenergebnisse dieser Untersuchung wurden auf mehreren internationalen Konferenzen vorgestellt.

Das L3-Experiment am CERN

L3 ist eines der vier Experimente am Speicherring LEP im CERN. 12 Jahre lang registrierte der L3-Detektor Teilchen, die bei der Annihilation von Elektronen und Positronen entstehen. Seit dem Jahr 1995 wurde die Strahlenergie schrittweise erhöht. Hierzu erfolgte der Einbau supraleitender Kavitäten, die höhere Beschleunigungsgradienten ermöglichten. Im Jahr 2000 gelang es, pro Experiment eine Luminosität von etwa 230 pb^{-1} bei Schwerpunktenenergien zwischen 204 GeV und 208 GeV zur Verfügung zu stellen. Kurzzeitig wurden sogar Energien bis 209 GeV erreicht. Dies war und bleibt der LEP-Rekord, denn am 3. November 2000 wurden der Beschleuniger und die vier LEP-Experimente planmäßig abgeschaltet, um die Errichtung des Large Hadron Colliders (LHC) termingerecht zu ermöglichen. Damit ging die experimentelle Phase von LEP zu Ende. Die Auswertung der bis zum November 2000 aufgezeichneten Daten erfolgt zur Zeit.

Die Phasen der LEP-Physik lassen sich zeitlich und thematisch gut einordnen: 1989–1995 waren die Jahre der Physik auf der Z-Resonanz, in denen die Parameter des neutralen Eichbosons Z^0 untersucht wurden. Die Daten der folgenden Jahre erlaubten die Bestimmung der Eigenschaften der geladenen Eichbosonen $W^\pm$. Gleichzeitig wurde nach neuen Teilchen gesucht: An erster Stelle stand das Higgs-Boson, das im Standard-Modell vorhergesagt wird, um den Teilchen ihre Masse zu geben. Weiterhin wurde der Suche nach supersymmetrischen Teilchen breiter Raum gewidmet, weil theoretische Argumente sehr für die Existenz solcher Teilchen mit relativ kleinen Massen sprechen.

Die Messungen vor allem auf der Z-Resonanz liefern zwingende Hinweise, dass das Higgs-Boson im Standard-Modell eine Masse von $88^{+60}_{-37} \text{ GeV}$ hat. Die Masse des Higgs-Bosons ist mit 95% C.L. kleiner als 206 GeV. Damit wurde das Jahr 2000 zum Jahr der Higgs-Suche bei LEP.

Die Suche nach dem Higgs-Boson

Der dominante Prozess zur Erzeugung von Higgs-Bosonen im Energiebereich von LEP ist die so genannte Higgs-Strahlung, $e^+e^- \rightarrow ZH$. Z- und Higgs-Bosonen zerfallen jeweils in zwei Fermionen; gesucht

wurde nach Spuren aller möglichen Zerfallsarten der Z- und Higgs-Bosonen. Die Zeuthener Arbeitsgruppe konzentrierte sich auf Analysen der Zerfälle des Z in geladene Leptonen und Quarks. Da die Kopplungen des Higgs-Bosons mit der Masse wachsen, sind Zerfälle in schwere Teilchen bevorzugt. Für Higgs-Massen um 100 GeV sind das die b-Quarks, welche in B-Mesonen mit großer Lebensdauer fragmentieren. Die experimentelle Signatur sind somit entweder vier Jets oder ein Paar gleichartiger Leptonen plus zwei Jets, wobei in den Jets geschaut wird, ob es sekundäre Vertices von Zerfällen

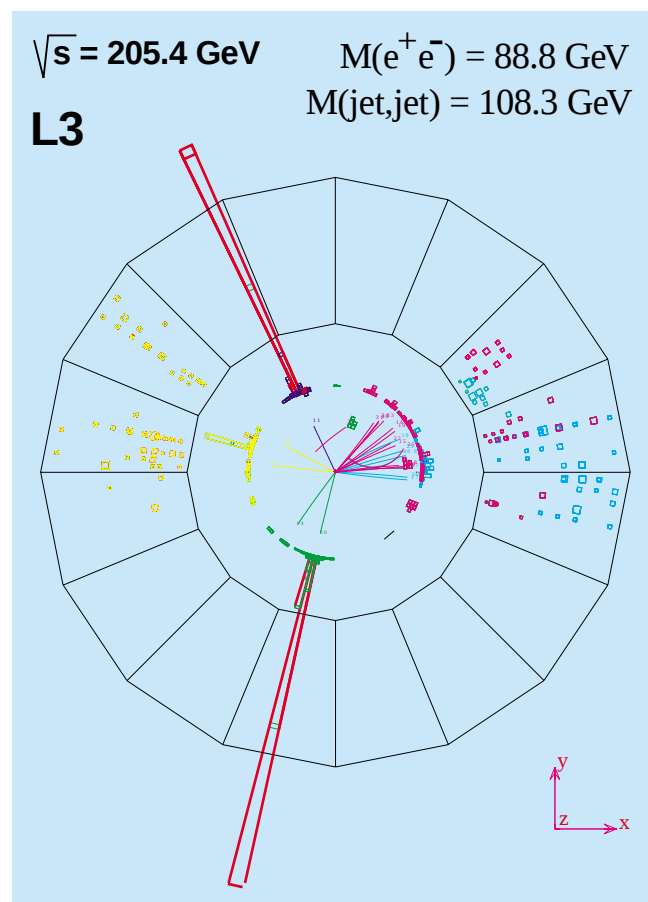


Abbildung 91: Ein Ereignis im L3-Detektor bei einer Energie von 206 GeV, in dem möglicherweise die Erzeugung eines Higgs-Bosons beobachtet wurde. Im Spurdetektor sind zwei entgegengesetzt geladene Spuren zu erkennen, die zu Schauern im elektromagnetischen Kalorimeter zeigen und damit als Elektronen erkannt wurden. Zwei Spurbündel zeigen in Richtung von Energie-depositionen im Hadronkalorimeter (Quark-Jets).

der langlebigen B-Mesonen gibt. In Abbildung 91 ist ein mögliches Higgs-Ereignis gezeigt, in dessen Endzustand ein Elektron-Positron Paar und zwei Quark Jets ($b\bar{b}$) beobachtet werden.

Die Masse der Jets, welche dem Higgs-Boson zugeordnet werden, ist 108 GeV. Weitere Kandidaten mit Dijet-Massen größer als 110 GeV wurden im 4-Jet-Kanal gefunden. Deren Zahl liegt etwas oberhalb der Erwartung aus dem Untergrund von anderen Prozessen wie $e^+e^- \rightarrow W^+W^-$ und $e^+e^- \rightarrow ZZ$, welche zu ähnlichen Endzuständen führen.

Auch die anderen LEP-Experimente beobachten einen Überschuss an Higgs-Boson-Kandidaten in diesem Massenbereich. Um ein Maß für die Signifikanz des Effektes zu erhalten, werden zwei Likelihood-Funktionen gebildet, eine für die Hypothese „Untergrund“ und eine für „Untergrund + Signal (Higgs Boson)“. Das Verhältnis beider Likelihood-Funktionen ist in Abbildung 92 als Funktion der Higgs-Boson-Masse für die Kombination aller LEP Experimente gezeigt.

So wurden vor Ende der Datennahme bei LEP erstmals direkte Hinweise auf die Existenz des Higgs-Bosons beobachtet. Die Signifikanz dieses Signals bei einer Masse von 115 GeV ist bei Kombination der

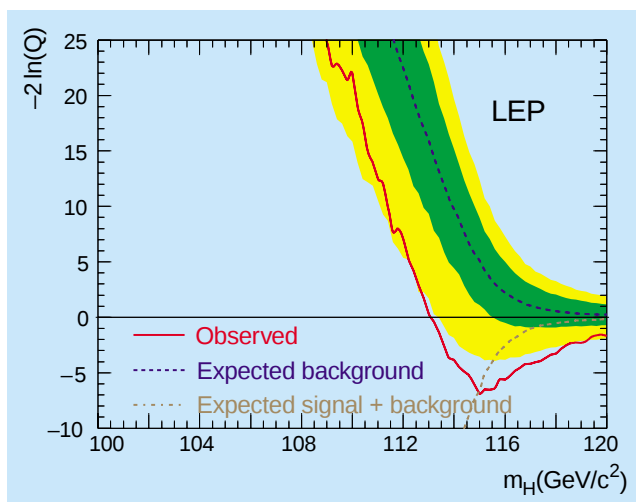


Abbildung 92: Der Logarithmus des Verhältnisses der Likelihood-Funktionen, welche die Daten mit den Hypothesen „Untergrund“ (obere unterbrochene Kurve) oder „Untergrund plus Signal“ (untere unterbrochene Kurve) vergleicht. Die durchgezogene Linie resultiert aus den Daten.

Daten aller LEP-Experimente 2.9 Standardabweichungen. Führt man diese Analyse nur für die Daten des L3-Experimentes durch, liegt die Signifikanz bei 1.5 Standardabweichungen.

Die Suche nach weiteren neutralen und geladenen Higgs-Bosonen, wie sie etwa von Zwei-Dublett-Modellen vorhergesagt werden, war negativ, und untere Grenzen für deren Massen wurden gesetzt. In einer modellunabhängigen Suche nach skalaren Teilchen, die in Assoziation mit einem Z oder paarweise erzeugt werden, wurden obere Grenzen für die Kopplungen an das Z Boson berechnet.

Suche nach SUSY-Teilchen

Die Suche nach supersymmetrischen (SUSY) Teilchen wurde fortgesetzt. Trotz hoher Energie und Luminosität konnten keine Hinweise auf supersymmetrische Teilchen gefunden werden. Deshalb wurden aus den bisher ausgewerteten Daten Grenzen für die Existenz dieser Teilchen bestimmt. Die vorläufigen Ergebnisse des L3-Experiments wurden mit den entsprechenden Daten der anderen Experimente kombiniert. So wird zum Beispiel ein Chargino mit Massenwerten kleiner 103.5 GeV mit 95% C.L. ausgeschlossen. Skalare top-Quarks existieren nur, wenn ihre Masse größer als 95 GeV ist. Die Grenzen für skalare Leptonen liegen bei 98 GeV für skalare Elektronen, 94 GeV für skalare Myonen und 85 GeV für skalare Tau-Leptonen.

Allgemeine Suche nach neuen Teilchen

Da bisher die Suche nach neuen Prozessen und Teilchen erfolglos blieb, wird die Messung bekannter Reaktionen mit den Vorhersagen des Standard-Modells verglichen, um mögliche Abweichungen durch neue physikalische Phänomene zu interpretieren. Die Messung der Wirkungsquerschnitte und Vorwärts-Rückwärts-Asymmetrien bei der Produktion von Lepton-Paaren bzw. Hadronen ist bei den verfügbaren hohen Energien und Luminositäten mit Fehlern im Prozentbereich möglich.

Darüber hinaus bietet die Messung des Prozesses $e^+e^- \rightarrow b\bar{b}$ die Möglichkeit, die Interferenz von γ -

und Z-Austausch bei hohen Energien separat für schwere Quarks zu untersuchen. Interessant ist diese Messung auch aufgrund der relativ großen Zbb- und γ bb-Vertexkorrekturen. Bisher wurde das Verhältnis der Wirkungsquerschnitte $R_b = (e^+e^- \rightarrow b\bar{b}) / (e^+e^- \rightarrow \text{Hadronen})$ für die Daten bis zu Energien von 202 GeV bestimmt, es beträgt $R_b = 0.156 \pm 0.009$.

Generell hat man mit der Fermionpaar-Produktion aufgrund der Messgenauigkeit sehr gute Voraussetzungen, um zum Beispiel nach der Existenz weiterer schwerer Eichbosonen, nach Leptoquarks oder ganz allgemein nach neuen Reaktionen zu suchen, die durch 4-Fermionen-Kontaktwechselwirkungen beschrieben werden. Teilchen bzw. Prozesse treten nur kurzzeitig virtuell auf, deshalb ist man auf Reaktionen sensitiv, die kinematisch einer direkten Suche unzugänglich sind. Eine Analyse der L3-Daten zeigte, dass neue Wechselwirkungen erst oberhalb einer Energieskala von 2–18 TeV erwartet werden können, je nachdem, welches Modell zugrunde gelegt wird. Die Sensitivität gegenüber neuer Physik wird durch die Kombination der Resultate aller LEP-Experimente verbessert. Man findet als Untergrenze zum Beispiel für die Existenz weiterer neutraler Eichbosonen je nach Modell 400 GeV bis 2.2 TeV. Neue Phänomene werden allgemein erst ab einer Energieskala von 3–20 TeV erwartet.

Diese Analysen sind auch im Hinblick auf das Physikprogramm eines künftigen e^+e^- -Linearbeschleunigers von Bedeutung. Die präzisen Messungen von Fermionpaar-Endzuständen werden Tests des Standard-Modells weit über den direkt zugänglichen Energiebereich hinaus ermöglichen. Im Falle neuer Phänomene können diese bereits untersucht werden, obwohl der Prozess selbst einer direkten Beobachtung noch unzugänglich ist.

L3cosmics

Primäres Ziel ist die Messung des Energiespektrums von Myonen aus Luftschauern kosmischer Teilchen. Der Detektor, bestehend aus dem Myon-Spektrometer des L3-Experiments und einem 200 m² großen zusätzlichen Szintillationsdetektor für die Zeitmessung, ermöglicht die Messung des Spektrums im Energiebereich von 20–2000 GeV.

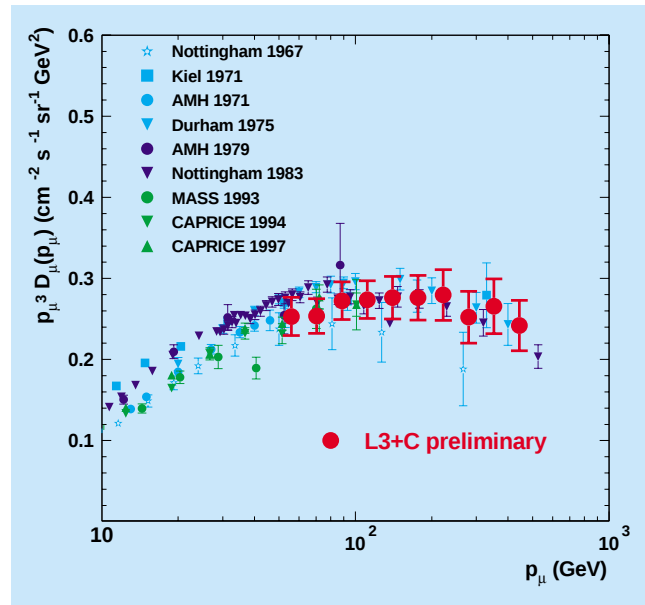


Abbildung 93: Das Impulsspektrum atmosphärischer Myonen.

Im Berichtszeitraum wurden mehr als fünf Milliarden Trigger registriert. Durch die Erweiterung der bestehenden PC-Farm zur Datenanalyse konnten die Myonspuren sofort rekonstruiert und der weiteren Analyse zugeführt werden. Die Daten des letzten Jahres wurden genutzt, um systematische Untersuchungen des inklusiven Myonspektrums im Bereich 50–500 GeV durchzuführen (Abb. 93). Erste Ergebnisse wurden auf mehreren diesjährigen Konferenzen vorgetragen und werden in den Proceedings publiziert. Der systematische Fehler beträgt gegenwärtig etwa 10%. Es wird angestrebt, durch weitere Verbesserungen der Analyse Werte von 2–3% zu erreichen.

Das Experiment wurde im Berichtszeitraum durch einen Oberflächen-Schauerdetektor aus 48 Szintillationszählern auf dem Dach eines Gebäudes oberhalb des L3-Experiments ergänzt. Damit können Energie und Richtung atmosphärischer Schauer, die von Primärteilchen im Energiebereich von 10^{14} – 10^{16} GeV ausgelöst werden, bestimmt werden. Durch Benutzung eines gemeinsamen GPS-Zeitmarkers sind Koinzidenzmessungen zwischen Myonspektrometer und Luftschauerdetektor möglich.

FTT Gruppe

Mitglieder der Gruppe FTT beteiligten sich an folgenden Projekten:

- Datenanalyse des L3cosmics Experiments,
- Verbesserung des H1 Vorwärts-Protonenspektrometers (FPS),
- Errichtung und Inbetriebnahme des Photoinjektor-teststandes,
- Testmessungen am transversalen Polarimeter von HERA.

An dieser Stelle wird nur auf die Tests am transversalen Polarimeter eingegangen, da zu den ersten drei Themen umfassende Berichte der jeweiligen Projektgruppen vorliegen.

Test am transversalen Polarimeter von HERA

Es ist vorgesehen, während der Beschleunigerpause im Jahre 2000–2001 an den Polarimetern des HERA-Elektronenstrahls eine Reihe von Verbesserungen zu realisieren. Die methodischen Studien und Vorbereitungen erfolgen im Rahmen des Projekts Pol2000. Zeuthen hat dabei den Test eines Faserdetektors übernommen.

Mit Unterstützung des technischen Bereichs wurde ein Testaufbau am transversalen Polarimeter realisiert. Dieser besteht aus einem Faserdetektor mit 16 Kanälen, der mit einem Vielkanal-Photovervielfacher über einen Multiplexer ausgelesen wird, sowie einem Szintillationstrigger.

Ziel der Arbeiten war es, eine geeignete Technologie für den Einsatz eines positionsempfindlichen Detektors zur Kalibrierung des Kalorimeters zu finden. Der Faserdetektor wurde gemeinsam mit dem Kalorimeter ausgelesen. Der Synchrotronstrahlungsuntergrund am Ort des Polarimeters ist hoch, so dass Strahlenhärte des Detektors erforderlich ist. Der Probedetektor war von November 1999 bis August 2000 im Einsatz. Die Ergebnisse werden momentan mit den Daten von Detektoren, bei denen andere Technologien (Silizium, Diamant) eingesetzt werden, verglichen.

Neutrino-Astrophysik

Die Neutrino-Astrophysik Gruppe von DESY Zeuthen beteiligt sich an zwei Experimenten zum Nachweis hochenergetischer kosmischer Neutrinos. Das Baikal-Teleskop ist im sibirischen Baikalsee installiert. Die Zeuthener Gruppe ist seit 1988 an diesem Experiment beteiligt. Das Schwergewicht der Aktivitäten liegt jedoch bei AMANDA, dem Neutrino-Teleskop am Südpol.

Das hauptsächliche Nachweisprinzip von Teleskopen für hochenergetische Neutrinos besteht in der Registrierung und zweifelsfreien Identifizierung von aufwärtslaufenden Myonen. Nur Neutrinos können den Erdball durchqueren und erzeugen, im Falle von Wechselwirkungen über den geladenen Strom, Myonen. Unterwasserteleskope bestehen aus einer gitterförmigen Anordnung von Photomultipliern (PMs), mit deren Hilfe das Cherenkov-Licht der Myonen registriert wird. Gemessen werden Ankunftszeit (mit einer Genauigkeit von 1–5 ns) und Stärke der Lichtsignale, woraus Richtung und Energie der Myonen rekonstruiert werden können.

Die einzige garantierte starke Neutrinoquelle sind in der Atmosphäre erzeugte Neutrinos. Ihre Ereignis-Rate wird durch jene von abwärtslaufenden Myonen aus der Atmosphäre um einen Faktor von etwa einer Million übertroffen. Das Experimentum crucis für Unterwasserexperimente besteht darum zunächst in effektiver Separation und korrekter Beschreibung atmosphärischer Neutrinos. Daran anschließend kann nach extraterrestrischen Effekten wie Neutrinos von Punktquellen, Neutrinos bei höchsten Energien oder Neutrinos in zeitlicher Korrelation mit „Gamma Ray Bursts“ gesucht werden. Beide Experimente, Baikal und AMANDA, haben atmosphärische Neutrinos nachgewiesen und befinden sich jetzt in der Phase, in der sie nach darüber hinausgehenden Phänomenen suchen.

Das Baikal-Experiment

Der Nachweis für das erfolgreiche Experimentieren mit Unterwasser-Neutrino-Teleskopen wurde durch das Baikal-Experiment erbracht. Im März/April 1993 wurden 36 Photomultiplier an drei Trossen installiert und nachfolgend Myon-Spuren räumlich rekonstruiert. Mit diesem Detektor wurden auch die ersten zwei aufwärtslaufenden Myonen und damit die ersten Neutrino-

Kandidaten identifiziert. Seit 1998 umfasst das Baikal-Teleskop 192 Photomultiplier an acht Trossen und registriert durchschnittlich alle drei bis vier Tage ein Ereignis mit Neutrino-Signatur. Die Energieschwelle liegt bei etwa 10 GeV.

Aus der Nichtbeobachtung von Ereignissen mit hoher Lichtemission konnte eine obere Grenze für den Fluss hochenergetischer, diffus eintreffender Neutrinos aus Quellen mit einem E^2 -Spektrum abgeleitet werden. Solche „harten“ Spektren werden für Neutrinos aus extraterrestrischen Quellen erwartet. Der Wert ($dF/dE \cdot E^2 < 1.4 \cdot 10^{-5} \text{ GeV cm}^{-2} \text{ s}^{-1} \text{ sr}^{-1}$) ist der beste bisher publizierte Grenzwert, liegt aber noch fast eine Größenordnung oberhalb der Begrenzung, die sich aus dem Fluss kosmischer Strahlen und des kosmischen Röntgenhintergrundes ergibt.

Aus einer anderen Analyse wurde eine im Vergleich zum Vorjahr leicht verbesserte Grenze für den Fluss von relativistischen magnetischen Monopolen ($F < 2 \cdot 10^{-16} \text{ cm}^{-2} \text{ s}^{-1} \text{ sr}^{-1}$) abgeleitet.

Die gegenwärtigen schwierigen Randbedingungen für die Forschung in Russland konnten für das Baikal-Experiment durch materielle und technische Unterstützung aus Deutschland teilweise abgefangen werden. Ein weiterer Ausbau des Detektors zu einem wirklich großen Teleskop ist aber derzeit nur schwer vorstellbar.

AMANDA

Im AMANDA-Experiment werden die Photomultiplier nicht in Wasser herabgelassen, sondern im etwa 3 km dicken Eisschild, mit dem die Antarktis bedeckt ist, installiert. Die dazu notwendigen Löcher werden mit einem 80°C heißen Wasserstrahl in das Eis geschmolzen.

In der Saison 1999/2000 wurde der Bau des AMANDA-II Detektors abgeschlossen. AMANDA-II besteht aus 19 Trossen („Strings“), von denen die ersten vier 1995/96 und die folgenden sechs 1996/97 installiert wurden. Dieser aus insgesamt zehn Strings und 302 Photomultipliern bestehende Detektor wird AMANDA-B10 genannt. 1998/99 folgten drei zwischen 1.15 und 2.3 km Tiefe mit Photomultipliern bestückte Strings. Damit sollten die Eigenschaften des flachen und des tiefen Eises in Bezug auf den zukünftigen Kubikkilometer-Detektor untersucht werden.

In der vergangenen Saison folgten schließlich sechs über 500 Meter bestückte Strings. AMANDA-II hat eine effektive Fläche von 25 000 m² für 1 TeV-Myonen und ist damit etwa 25mal so sensitiv wie die größten unterirdischen Neutrino-Detektoren. Neutrinoreaktionen lassen sich oberhalb von 35–50 GeV nachweisen.

Technologische Aspekte

Im Januar 2000 wurden unter anderem 70 optische Module installiert, die auf zwei neuen Technologien beruhen. Diese Technologien stehen als Optionen für den geplanten IceCube Detektor zur Auswahl. Im einen Fall wird, wie bisher, das Analogsignal über eine optische Faser übertragen; allerdings wird die Hochspannung nicht an der Oberfläche, sondern, digital steuerbar, im optischen Modul selbst erzeugt. Dieser Modul heißt daher dAOM (digital gesteuerter Analog Optischer Modul). Der im Modul verfügbare DC/DC-Wandler ermöglicht es, einen Mikroprozessor, Verstärker, Temperatursensoren usw. zu betreiben und einen steuerbaren Vorstrom für die Licht- oder Laserdioden zu erzeugen. Im anderen Fall wird das Signal im Modul selbst digitalisiert und dann an die Oberfläche übertragen. Dieses Konzept wird DOM (Digitaler Optischer Modul) genannt.

Die Vorteile des DOM bestehen im Wegfall der teuren Lichtfaser und der verletzlichen optischen Stecker, in einem größeren dynamischen Bereich und in einer potentiell einfacheren Zeitkalibrierung. Der dAOM beruht hingegen auf einem mittlerweile langjährig eingesetzten Prinzip, ist einfacher, erlaubt ein synchrones Datenverarbeitungssystem und benötigt keine Zeitsynchronisation über 2 km elektrisches Kabel. Die dAOM-Elektronik wurde bei DESY entwickelt, der DOM beim LBNL, Berkeley (USA). DESY baute die Empfangselektronik für den DOM.

Es wurden 41 DOM und 23 dAOM installiert. Die DOM werden parallel zur Digitalübertragung auch analog über Lichtfaser ausgelesen und tragen somit zum normalen AMANDA-II-Trigger bei. Leider gelang es dem LBNL aus Zeitgründen nicht, die Schaltkreis-Programmierung zur Zeitsynchronisation und zur schnellen Datenübertragung zu vollenden. Der eigentliche Funktionsbeweis des DOM steht daher noch aus. Die entsprechenden Programme sollen während der diesjährigen Saison entweder endgültig oder teilweise in den DOM heruntergeladen werden.

Die Photomultiplier in dAOM und DOM können bei niedrigerer Spannung als in den traditionellen OMs arbeiten. Alterungseffekte wie in den Vorjahren wurden daher nicht beobachtet. Die Hochspannungsversorgung für beide OM-Versionen ist eine industrielle Sonderentwicklung und wurde vom DESY bereitgestellt.

Eine Entscheidung über die Technologie der optischen Module (dAOM vs. DOM) für IceCube soll bis April 2001 getroffen werden. In DESY Zeuthen wurden im Jahr 2000 die Komponenten für einen modernisierten dAOM für IceCube entwickelt und im Labor getestet. Darüber hinaus wurde der optische Empfängermodul so modifiziert, dass er auch die sehr kurzen Signale von Laserdioden (anstelle von LEDs) verarbeiten kann.

Physik-Resultate

Die bisherigen Ergebnisse wurden aus den 109 Ereignissen, die der B10-Detektor 1997 über 170 Tage registriert hat, gewonnen. Auch im Berichtszeitraum wurden viele systematische Untersuchungen durchgeführt, die ein besseres Verständnis des Detektors und der systematischen Effekte zum Ziel hatten. Einer der wichtigsten Schritte bestand in der Berücksichtigung der in vertikaler Richtung variierenden Eisparameter. Hier wird auch in Zukunft noch Feinarbeit zu leisten sein. Andere Verbesserungen betrafen die Pulsform, die Beschreibung des Triggers und die Luftschauersimulation. Parallel dazu wurden die Analysemethoden wesentlich verbessert. Im Ergebnis hat sich die Anzahl der aus den Daten von 1997 extrahierten Neutrino-Kandidaten etwa verdoppelt. Kombiniert man die Ergebnisse der zwei Analysen zur Separation atmosphärischer Neutrinos von DESY und der Wisconsin Universität, so

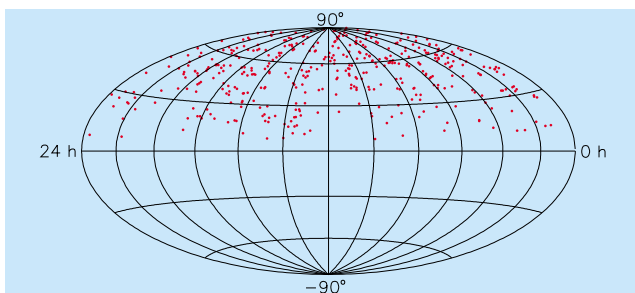


Abbildung 94: Himmelskarte der 263 Neutrino-Kandidaten des Jahres 1997. Die Beimischung falsch rekonstruierter Spuren ist $< 20\%$.

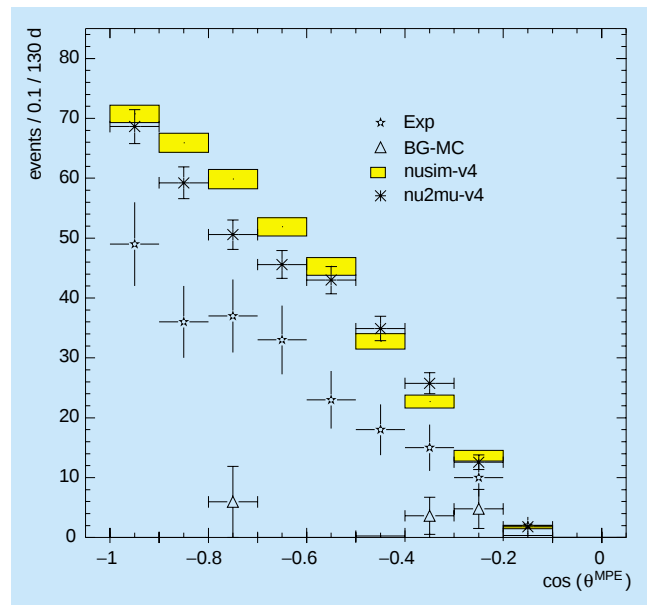


Abbildung 95: Die Zenit-Winkelverteilung der in der DESY-Analyse separierten Neutrino-Kandidaten. Die Punkte stellen die experimentellen Daten dar, die Kreuze und die Boxen die Ergebnisse zweier unabhängiger Monte Carlo-Programme für atmosphärische Neutrinos. Die Dreiecke stellen die Beimischung von Untergrundereignissen dar.

ergeben sich 263 Neutrino-Kandidaten. Abbildung 94 zeigt die Himmelskarte dieser Ereignisse, Abbildung 95 die Zenit-Winkelverteilung der Ereignisse, die in der DESY-Analyse separiert wurden. Die Form der Winkelverteilung ist kompatibel mit der Erwartung für atmosphärische Neutrinos, die Anzahl wird um 30–40% zu hoch vorhergesagt, was eine weitere Verfeinerung der Monte Carlo-Programme notwendig macht. Da der B10-Detektor relativ „dünn“ ist (Höhe ≈ 400 m, Durchmesser aber nur ≈ 120 m), ist die Rekonstruktion von horizontalen Spuren problematisch. Die rigorosen Akzeptanzkriterien schneiden daher Neutrino-Ereignisse oberhalb 70° weitestgehend weg. Das wird sich durch den Ausbau von AMANDA-II in die Breite verbessern.

Aus der Nichtbeobachtung eines Überschusses von Ereignissen aus der Richtung des Erdzentrums lassen sich obere Grenzen in Bezug auf die Akkumulation und anschließende Annihilation von supersymmetrischen Dark-Matter-Teilchen (Neutralinos) in der Erde ableiten. Wegen der hohen Energieschwelle kann AMANDA erst für Neutralino-Massen oberhalb von 300–400 GeV

mit Untergrund-Experimenten konkurrieren, erreicht hier jedoch nach 170 Tagen Messzeit fast die gleichen Ausschlussgrenzen wie MACRO, Baksan und Superkamiokande nach langjährigem Betrieb.

Aus der Nichtbeobachtung eines Überschusses von korrekt rekonstruierten Neutrino-Ereignissen mit hoher Energiedeposition kann man eine obere Grenze für den Fluss hochenergetischer, diffus eintreffender Neutrinos aus Quellen mit einem E^2 -Spektrum ableiten. Vorläufige Resultate deuten eine Grenze von $dF/dE \cdot E^2 < 1.6 \cdot 10^{-6} \text{ GeV cm}^{-2} \text{ s}^{-1} \text{ sr}^{-1}$ an, das heißt fast eine Größenordnung unter der vom Baikal-Experiment publizierten Grenze.

In Bezug auf extraterrestrische Neutrinos aus punktförmigen Einzelquellen sind atmosphärische Neutrinos der Untergrund, über dem man nach örtlichen Anhäufungen sucht. Dabei ist es nicht störend, wenn diesem auch durch beste Richtungsrekonstruktion nicht zu beseitigenden Untergrund einige falsch zugeordnete Aufwärts-Myonen beigemischt sind. Darum können für die Suche nach Punktquellen die Akzeptanzkriterien gelockert und damit auch die Akzeptanz für Neutrino-Ereignisse selbst, das heißt die Sensitivität des Teleskops, gesteigert werden. Unter diesem Gesichtspunkt wurde eine Suche nach punktförmigen Neutrinoquellen durchgeführt. Es wurden keine signifikanten Überschüsse gefunden, woraus sich obere Grenzen von etwa $10^{-7} \text{ cm}^{-2} \text{ s}^{-1}$ ergeben (unter Annahme eines E^2 -Spektrums und Normierung auf eine Schwellenergie von 10 GeV). Diese Grenzen sind vergleichbar mit jenen, die mit den kleineren unterirdischen Detektoren über viele Jahre Messzeit erhalten wurden. Für Deklinationen oberhalb 50° existieren keinerlei analoge Grenzen von anderen Detektoren.

Der Ursprung von „Gamma Ray Bursts“ (GRBs), Ausbrüchen von keV- und MeV-Strahlung über einige Millisekunden bis hin zu einigen Sekunden, ist immer noch offen. Nachdem erst seit etwa drei Jahren auch Begleitsignale von GRBs im optischen und Radiobereich gemessen wurden, würde der Nachweis von Neutrinos die Palette der diskutierten Modelle für diese Ausbrüche erheblich einschränken. Engt man die Suche auf kleine Zeitintervalle ein, zum Beispiel auf einige Sekunden vor und nach GRBs, so kann man die Kriterien nochmals lockern und die Sensitivität des Detektors weiter steigern. Aus der Nichtbeobachtung von Koinzidenzen mit einem der 88 GRBs, die

1997 im Gesichtsfeld von AMANDA lagen, ergibt sich eine kumulative obere Grenze für den Gesamtfluss von $dN/dE \cdot E^2 < 4 \cdot 10^{-4} \text{ TeV cm}^{-2}$. Dieser Wert liegt noch mehr als eine Größenordnung über entsprechenden theoretischen Oberwerten, die wahrscheinlich erst mit dem IceCube-Detektor und einem Ersatz des im Sommer 2000 beendeten BATSE-Experiments auf dem GRO-Satelliten unterboten werden können.

Die Obergrenzen für relativistische magnetische Monopole, die sich durch sehr helle Spuren auszeichnen (8300mal so starke Lichtabstrahlung wie ein minimal ionisierendes Myon) wurden auf $0.62 \cdot 10^{-16} \text{ cm}^{-2} \text{ s}^{-1} \text{ sr}^{-1}$ bei $\beta = v/c \approx 1$ verbessert.

AMANDA kann wegen des Fehlens optischer Störsignale im Eis auch kleine Änderungen der PM-Rauschraten registrieren. Erhöhungen der Rauschraten über einige Sekunden könnten durch viele niederenergetische Neutrino-Reaktionen infolge einer Supernova-Explosion in unserer Galaxis hervorgerufen werden. Basierend auf der in diesem Jahr abgeschlossenen Analyse der Rauschraten der Jahre 1997/98 soll im nächsten Jahr ein Online-Monitor installiert werden, der mit der gegenwärtigen Sensitivität etwa 70% unserer Galaxis auf Supernovae überwacht.

Das Schwergewicht der DESY-Aktivitäten für das kommende Jahr wird im Abschluss der Analyse der 1997er Daten und dem Beginn der Analyse der 2000er Daten liegen. Andere Gruppen konzentrieren sich auf die Daten der Jahre 1998/99. Gleichzeitig werden Untersuchungen zum IceCube Detektor durchgeführt, die von der Untersuchung des Physik-Potentials und der Simulation bis zur Technologievorbereitung reichen sollen. Diese Untersuchungen sollen als Entscheidungsgrundlage für eine mögliche Beteiligung am IceCube-Projekt dienen.

Theoretische Elementarteilchenphysik

Quantenchromodynamik

Auf dem Gebiet der störungstheoretischen Quantenchromodynamik (QCD) wurden Fragestellungen zur tiefunelastischen Streuung und zur e^+e^- -Annihilation

bearbeitet. Diese Untersuchungen stehen in sehr engem Zusammenhang mit Aufgabenstellungen der HERA-Experimente ZEUS, H1 und HERMES, sowie der Experimente bei LEP, SLAC und TESLA.

Eine zentrale Frage bei der Betrachtung inklusiver Prozesse bei hohem Impulsübertrag im Rahmen der störungstheoretischen QCD ist die nach dem Verhalten der Korrekturen im Vergleich zweier Prozesse, die durch Kanal-Kreuzung ineinander übergehen. So kann man die tiefunelastische Streuung $e^-p \rightarrow e^-X$ und den Elektron-Positron Paarvernichtungsprozess $e^+e^- \rightarrow \bar{p}X$ in direkte Beziehung setzen. Beide Prozesse gehen durch Kreuzung vom t- in den s-Kanal ineinander über. Es ist nicht zu erwarten, dass eine Transformation des Gesamtprozesses gelingt, wie ursprünglich von Drell et al. vermutet. Jedoch konnte gezeigt werden, dass das Skalenverhalten beider Prozesse durch eine analytische Fortsetzung bis zur zweiten Ordnung in der starken Kopplungskonstante ineinander übergeht [DESY 98-144], und sich damit eine interessante Testmöglichkeit für die QCD eröffnet.

Allgemeine Untersuchungen zur mathematischen Struktur von QCD Evolutionskernen bis zur zweiten Ordnung in der Kopplungskonstante wurden durchgeführt [DESY 00-005]. Sie finden direkte Anwendung in schema-invarianten QCD-Evolutions Programmen.

Um das Verhalten von Strukturfunktionen bei niedrigeren Impulsüberträgen und kleinen Werten der Skalierungsvariable x_B zu verstehen, ist die Untersuchung sogenannter „higher twist“ Beiträge wesentlich. Es wird erwartet, dass in diesem Bereich die Strukturfunktionen ein quantitativ neues Verhalten aufweisen („screening“, „saturation“), was durch Streuung von Elektronen aus dem geplanten TESLA-Beschleuniger an Protonen des HERA-Beschleunigers nachgewiesen werden könnte (THERA-Projekt).

Neben der tiefunelastischen Lepton-Hadron Streuung sind Tests der Quantenchromodynamik in einer weiten Klasse von ähnlichen Streuprozessen, der sogenannten nicht-vorwärts Compton-Streuung möglich, die bei großen Impulsüberträgen in den HERA-Experimenten H1, ZEUS und HERMES durchgeführt werden kann. In Verallgemeinerung der in der tiefunelastischen Streuung gemessenen Partonen-Dichten werden in der nicht-vorwärts Compton-Streuung Amplituden vermessen, die häufig als „skewed parton densities“ bezeichnet

werden. Wie auch im Fall der Vorwärtsstreuung (tiefunelastische Streuung) sind einige der Verteilungen experimentell besser zugänglich als andere. Deshalb ist es wichtig, nach eventuellen theoretischen Relationen zwischen den verschiedenen Verteilungsfunktionen zu suchen, um eine weitgehend vollständige Beschreibung dieser Prozesse zu ermöglichen. Dies konnte für den Fall der virtuellen Photon-Streuung gezeigt werden [DESY 00-005, 045], indem für die Beiträge in niedrigster Ordnung die für die tiefunelastische Streuung bekannten Relationen von Callan und Gross und Wandzura und Wilczek erstmalig auf den nicht-vorwärts Fall verallgemeinert worden sind.

Weiter wurden die nächstführenden QCD-Korrekturen zum Produktionsquerschnitt von schweren Quark-Antiquark-Paaren in Photon-Photon Kollisionen für beliebige Polarisationszustände berechnet [DESY 00-057] sowie die Asymmetrien der J/ψ -Photoproduktion im Rahmen der nicht-relativistischen QCD Faktorisierung [DESY 99-110].

In einer Vielzahl von theoretischen Erweiterungen des Standard-Modells erscheinen als neue physikalische Teilchen Leptoquarks. Diese Elementarteilchen tragen die Quantenzahlen der beiden Gruppen von Fermionen des Standard-Modells, der Leptonen und der Quarks. Sie können Massen im kinematischen Bereich der im Betrieb befindlichen bzw. für die nahe Zukunft geplanten Teilchenbeschleuniger haben. Die Suche nach diesen Teilchen ist deshalb ein interessanter Aspekt des experimentellen Programms an diesen Anlagen. Die Produktionseigenschaften von Leptoquarks in Photon-Photon und Elektron-Positron Reaktionen an zukünftigen Elektron-Positron Linearbeschleunigern wurde untersucht [DESY 99-072, hep-ph/0009323]. Hierbei zeigte sich, dass für skalare Leptoquarks im Bereich der Produktionsschwelle bei Photon-Photon-Streuung Korrekturen der starken Wechselwirkung von großer Bedeutung sind. Für diese Reaktion ist die Bildung von Leptoquark-Bindungszuständen in bestimmten Massenbereichen möglich. Ebenso wurde die Genauigkeit untersucht, mit welcher die elektroschwachen Kopplungen dieser Teilchen an zukünftigen Linearbeschleunigern vermessen werden können.

In enger Zusammenarbeit mit Physikern aus den vier LEP-Experimenten wurden die für die finale Datenanalyse benötigten Programmpakete verbessert,

getestet und nach einheitlichen Kriterien beschrieben. Unsere Arbeitsgruppe trug mit den Programmen ZFITTER (Beschreibung der Zwei-Fermion-Produktion mit Strahlungskorrekturen) und GENTLE (Beschreibung der Vier-Fermion-Produktion mit Strahlungskorrekturen) zum Erfolg des LEP2-Monte Carlo-Workshops (1999/2000) bei. Die Resultate sind dokumentiert in Beiträgen der Zwei-Fermion- und Vier-Fermion Arbeitsgruppen in den Proceedings [CERN 2000-009, hep-ph/0005309, 0007180].

Die hohe Präzision der LEP2-Daten erlaubt nun auch ihre Einbeziehung in die Analyse der Z-Resonanz, die im Wesentlichen auf den Daten von LEP1 basiert. Insbesondere die Photon Z-Boson Interferenz kann dadurch frei von Modellannahmen gemessen werden, wenn man mit Begriffen der S-Matrix-Theorie arbeitet. Dieser Zugang wurde in unserer Gruppe ausgearbeitet und seine Anwendung durch die experimentellen Kollaborationen unterstützt. Zum Thema der Zwei-Fermion-Produktion wurde eine Doktorarbeit abgeschlossen, deren Resultate für die Analyse photonischer Korrekturen mit speziellen Schnitten auf die Produktionswinkel der Fermionen – Akzeptanz- und Acolinearitätswinkel – benötigt werden [DESY-THESIS-2000-030]. Es ist zu erwarten, dass auch die finale Datenauswertung aller vier LEP-Experimente durch Programm-Pakete aus DESY Zeuthen unterstützt werden wird.

Untersuchungen zu TESLA

Das Jahr 2000 wurde weiterhin geprägt durch die Vorbereitungen zum TESLA-Proposal. Das erwähnte Projekt ZFITTER wurde auf seine Eignung für eine Anwendung bei Linearbeschleuniger-Energien untersucht und erste Schritte zur Anpassung unternommen [hep-ph/0002054]. Mehrere Studien waren der Produktion von top-Quarks gewidmet, sowohl den Strahlungskorrekturen bei der Paar-Produktion im Kontinuum, also nicht an der kinematischen Produktionsschwelle [DESY 00-073], als auch der Produktion der top-Quarks mit anschließendem Zerfall in der minimal erweiterten supersymmetrischen Theorie [DESY 00-036].

Der Beschleuniger TESLA erlaubt auch den Betrieb auf der Z-Resonanz-Energie (die GigaZ-Option). Dadurch ist die Untersuchung von seltenen Z-Zerfällen möglich, die im Standard-Modell zunächst verboten sind, jedoch

durch Effekte höherer Ordnung oder konzeptionelle Erweiterungen möglich werden, wie sie Ideen der „Grand Unified Theories“ (GUT) oder String- und Superstring-Modelle nahelegen. Als ein wichtiges Beispiel, gerade auch im Hinblick auf die vermutlich nachgewiesenen Neutrinomassen in Experimenten der Astrophysiker, wurden Lepton-Flavor verletzende Zerfälle untersucht. Es zeigt sich, dass mehrere Szenarien dazu mit GigaZ studiert werden können [DESY 99-165, 00-072, 127]. Schließlich wurde auch die Möglichkeit der Resonanz-Produktion schwerer Higgs-Bosonen im MSSM mit der Photonbeschleuniger-Option von TESLA studiert [DESY 99-167].

Außerdem wurde im Rahmen des „ECFA/DESY Linear Collider Workshop“ die theoretische Arbeitsgruppe „The Loop Verein“ organisiert. Ziel ist die Koordination und Anregung von Aktivitäten, die zu einem präziseren Verständnis von Hochenergie-Prozessen führen, wie es den erhöhten Anforderungen des TESLA Projekts entspricht.

Feldtheorie

Quantenfeldtheorien mit chiralen Fermionen stellen bei der unvermeidlich notwendigen Regularisierung der Ultraviolett-Divergenzen immer noch ein ernsthaftes Problem dar, zumindest in praktischer Hinsicht. Daher wurde das Problem der paritätsverletzenden Dirac-Matrix γ in der dimensionellen Regularisierung im Kontext chiraler Felder erneut untersucht und eine Regel hergeleitet, wie man die Verletzung der chiralen Symmetrie weitgehend umgehen kann [DESY 00-075].

Ein weiteres Projekt befasste sich mit der Präzisionsmessung des totalen hadronischen Wirkungsquerschnittes an der ϕ -Fabrik DAΦNE in Frascati. Dazu wurde eine genauere Berechnung der Strahlungskorrekturen zur Hadronproduktion in der e^+e^- -Vernichtung bei niedrigen Energien abgeschlossen [DESY 00-163]. Die verbesserte Messung des hadronischen Wirkungsquerschnittes wird es ermöglichen, die hadronischen Beiträge zur effektiven Feinstrukturkonstante $\alpha(M_Z)$ und zum anomalen magnetischen Moment $g-2$ des Myons wesentlich genauer zu bestimmen.

Für ein Detailverständnis von Hochenergieprozessen an zukünftigen Linearbeschleunigern (TESLA) ist eine

Untersuchung der Multi-Fermion Produktion von besonderem Interesse. Masseneffekte für die Vierfermionproduktion in der e^+e^- -Vernichtung mit und ohne harte Bremsstrahlung wurden untersucht [DESY 00-164]. Dabei wurde ein effizientes numerisches Verfahren weiterentwickelt. Es zeigt sich, dass man selbst für die „leichten“ Fermionen (das heißt alle außer dem top-Quark) mit Massenkorrekturen bis zu einigen Prozent rechnen muss, wenn man mit hoher Auflösung arbeitet.

Ein genaueres Verständnis der elektroschwachen Präzisionsdaten, wie sie von LEP erzielt wurden oder in Zukunft von dem oben erwähnten GigaZ Experiment zu erwarten sind, erfordert eine wesentliche Verbesserung der theoretischen Vorhersagen im Standard-Modell. Davon ist zum Beispiel die Aussagekraft der indirekten Higgs-Massenlimits entscheidend abhängig. Dazu werden extrem komplizierte Berechnungen von Strahlungskorrekturen höherer Ordnung notwendig. Dabei treten zunächst eine Reihe von ungelösten technischen Problemen auf. Hier wurden bei der Berechnung der analytischen Struktur von Termen beliebig hoher Ordnung in der Entwicklung in 4-D, der Abweichung der Raum-Zeit-Dimension vom physikalischen Wert 4, wie sie bei der dimensionellen Regularisierung benötigt werden, wesentliche Fortschritte erzielt [hep-th/0005287]. Der lineare Term in der Entwicklung in 4-D konnte für eine Reihe von Zweischleifen-Diagrammen mit verschiedenen Schwellenstrukturen in analytischer Form berechnet werden [DESY 00-062]. Außerdem wurde das auf der Programmiersprache „FORM“ beruhende Programmpaket „ON-SHELL2“ weiterentwickelt. Es erlaubt die Berechnung einer speziellen, für physikalische Anwendungen wichtigen Klasse von Zweischleifen-Selbstenergie-Diagrammen [hep-ph/9907431].

Die Frage nach der Natur und den Eigenschaften der Neutrinos war auch in diesem Jahr im Zentrum des Interesses der Teilchenphysiker, vor allem weil wiederum wichtige experimentelle Fortschritte erzielt wurden. Der Frage, was sich aus Sicht heutiger und in den nächsten Jahren zu erwartender experimenteller Daten über den Typ, Dirac oder Majorana, der bekannten Neutrinos aussagen lässt, wurde nachgegangen [hep-ph/0003161]. Dabei wurden 3- und 4-Neutrino Szenarien durchgespielt. Vom Typ unabhängige Massenschranken wurden hergeleitet [hep-ph/0010077].

In supersymmetrischen Erweiterungen des Standard-Modells, welche die R-Parität verletzen, wurde die Pro-

duktion einzelner Charginos in Lepton-Lepton Kollisionen untersucht. Unter Berücksichtigung existierender Schranken zur R-Paritäts Verletzung findet man Produktionsquerschnitte von der Ordnung $O(10 \text{ fb})$ [hep-ph/0003228].

QCD auf dem Gitter

Ein weiterer Schwerpunkt war die Untersuchung der Quantenchromodynamik im Niederenergiebereich. Hier versagt der auf Feynman-Diagrammen basierende störungstheoretische Zugang, die grundlegende Technik in den oben beschriebenen Arbeiten. Mit Hilfe von Monte Carlo-Simulationen der QCD auf Raumzeitgittern lassen sich jedoch allgemeine Vorhersagen der Theorie gewinnen.

Die Theoriegruppe engagiert sich in solchen numerischen Rechnungen sowie deren theoretischer Vorbereitung vorwiegend im Rahmen der ALPHA Kollaboration. Diese hat in der Vergangenheit die Energieabhängigkeit der laufenden Kopplung in der Yang-Mills Theorie – der QCD ohne Quarks – in einem Bereich zwischen etwa 1 GeV und 200 GeV berechnet. Unterhalb von 1 GeV werden diese Rechnungen numerisch sehr aufwendig. Daher wurde dieser Bereich erst in diesem Jahr auf den neuen APE1000 Rechnern im Detail untersucht. Es zeigt sich, dass die Kopplung im gewählten Renormierungsschema bei niedrigen Energien sehr stark ansteigt und unterhalb von 1 GeV Energie wesentlich von der Störungstheorie abweicht [DESY 00-138].

Die Simulationsprogramme für dieses Projekt dienten auch gleichzeitig als Testprogramme für die neuen Compiler auf APE1000 und für Langzeit Hardware-Tests und werden nun für die Inbetriebnahme neuer Hardware eingesetzt.

Von großem Interesse ist das theoretische Verständnis der Energieabhängigkeit der laufenden Kopplung in der QCD unter Einschluss der Quark-Freiheitsgrade. Deren Behandlung in Monte Carlo-Simulationen ist allerdings numerisch sehr aufwendig. Eine Reihe von Simulationen wurde daher durchgeführt, die neben den gewünschten physikalischen Ergebnissen auch die Effizienz einer Auswahl bekannter Algorithmen bestimmten [DESY 00-104]. So wurde für zukünftige Rechnungen der optimale Algorithmus isoliert. Dieser ist in

einer ersten Version für APE1000 implementiert und in Teilen bereits optimiert. Die Optimierung anderer Teile wird ständig verbessert. Im Laufe dieser Programmentwicklung gab es ständige Zusammenarbeit mit den Softwareentwicklern im APE-Projekt. So wurde einerseits eine gute Optimierung der QCD-Programme, andererseits eine Verbesserung der Stabilität von Compiler und Betriebssystem-Software erreicht.

Neben der laufenden Kopplung wurde eine Reihe weiterer Fragen behandelt. Die Dynamik der leichten pseudoskalaren Mesonen wird approximativ durch die so genannte chirale Störungstheorie beschrieben. Sie ist eine systematische Entwicklung für Streuprozesse bei niedrigen Energien. Ihre Vorhersagen beruhen auf einer Reihe von Konstanten, die bisher durch Anpassung der Theorie an experimentelle Messgrößen festgelegt wurden.

Eine neue Methode erlaubt es, diese Niederenergiekonstanten durch Monte Carlo-Simulationen der QCD zu berechnen und hiermit die Präzision der chiralen Störungstheorie zu verbessern. Bisher wurden numerische Resultate in der „quenched Approximation“ der QCD erhalten [DESY 00-090]. Eine mehr technisch orientierte Arbeit befasste sich mit der Möglichkeit, die durch das Gitter eingeführten Diskretisierungsfehler besser zu kontrollieren [DESY 00-131].

Im Rahmen einer Dissertation wurde die theoretische Grundlage für die Behandlung schwerer Quarks in der Gitterquantenchromodynamik weiterentwickelt [DESY 00-091]. Die untersuchten Konzepte wurden numerisch angewendet, um die korrekte Normierung des Axialstroms zu bestimmen [DESY 00-138]. Hierauf aufbauend wird man in Zukunft eine präzise Berechnung leptonischer Zerfälle von B-Mesonen durchführen können.

Sowohl bei strukturellen als auch bei numerischen Untersuchungen von Quantenfeldtheorien muss man die Raum-Zeit oft auf ein endliches Gebiet einschränken, wobei die Frage von Randbedingungen wesentlich wird. Hier treten insbesondere bei der Berücksichtigung von Instantonen ernsthafte Schwierigkeiten auf. Die Untersuchungen von Instantonen auf toroidaler Raum-Zeit konzentrierte sich auf den doppeltperiodischen Fall ($T^2 \times R^2$) [DESY 00-080]. Die analytischen Resultate erlauben es, mittels numerischer Analyse deren Monopolkonstituenten sichtbar zu machen.

Zweidimensionale Quantenfeldtheorien sind wichtige „Laboratorien“ zur Untersuchung von nichtstörungstheoretischen Eigenschaften und Effekten von Quantenfeldtheorien im allgemeinen. Mit eichinvarianter Hamilton- und Lagrangereduktion wurde die $SL(2,R)/U(1)$ -WZNW-Theorie eines Schwarzen Loches direkt integriert und die parafermionischen Erhaltungsgrößen als deren Coset-Ströme identifiziert [hep-th/0003246]. Mittels kanonischer Quantisierung deformieren sich die Parafermionen, ihre Algebra und der Energie-Impuls-Tensor in selbstkonsistenter Weise.

Internationale Zusammenarbeit

Die Theoriegruppe ist im Rahmen der Programme „Training, Mobility and Research“ an vier 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 Protonstruktur, 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. Eine Stelle teilen sich DESY Zeuthen und die Universität Leiden. Die diesjährige Fachtagung des Netzwerkes fand im September 2000 in Paris statt und war zugleich das mid-term Treffen. Die Evaluation der Arbeit des Netzwerkes durch die Europäische Gemeinschaft fiel sehr positiv aus. Dem Netzwerk wurde empfohlen, einen Nachfolgeantrag im Frühjahr 2001 zu stellen.
- „EURODAPHNE: High Precision Elementary Particle Physics at the ϕ -Factory $DA\Phi NE$ “: Zweck des Projekts ist die Untersuchung fundamentaler Symmetrien sowie elektroschwacher und starker Prozesse, wie sie bei der Europäischen ϕ -Factory $DA\Phi NE$ 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. Die Evaluation des Projekts ist sehr positiv verlaufen. Eine Verlängerung für die zweite Hälfte des Antragszeitraumes bis 2004 wurde problemlos genehmigt.

- „Particle Physics Phenomenology at High Energy Colliders“: Die zentrale Aufgabe des Netzwerkes ist die systematische theoretische Untersuchung der Bausteine der Materie und ihrer Wechselwirkungen, wie sie an Hochenergie-Beschleunigern erzeugt werden können, sowie die Ausbildung von jungen Wissenschaftlern. Das Netzwerk nahm in diesem Jahr die Arbeit auf. Mitarbeiter von 34 europäischen Universitäten und Forschungsinstituten in elf Ländern arbeiten hier zusammen. Das Netzwerk hat neun Stellen für Nachwuchs-Wissenschaftler für je zwei Jahre erhalten, eine Stelle teilen sich DESY und die Universitäten Bielefeld und Freiburg.
- „Hadron Phenomenology from Lattice QCD“: Dieses Netzwerk hat die Weiterentwicklung der Gittereichtheorien und deren Anwendung in der Phänomenologie der Hadronen zum Ziel. Es enthält neben DESY-Zeuthen neun weitere Knoten in vier europäischen Ländern. In Rahmen dieses Netzwerkes wurden für DESY/NIC Zeuthen Stellen für Nachwuchs-Wissenschaftler bewilligt.

Die Zusammenarbeit mit Wissenschaftlern aus Polen, Russland und Bulgarien wurde durch die Alexander-von-Humboldt Stiftung, das Landau-Heisenberg-Programm und das INTAS-Programm gefördert.

Unter reger Beteiligung von Mitgliedern der Theoriegruppe von DESY Zeuthen wurde im Rahmen des Landau-Heisenberg-Programms am Bogoliubov Laboratory of Theoretical Physics in Dubna vom 9. bis 23. Juli der Workshop „Calculations for Modern and Future Colliders“ durchgeführt.

Zum Thema „Integration und Quantisierung nicht-nilpotent geeichter Wess-Zumino-Novikov-Witten konformer Feldtheorien“ wurde ein dreijähriges deutsch-georgisches DFG-Projekt bewilligt.

Zusammenarbeit mit Universitäten

Die Arbeitsgruppe ist am Graduiertenkolleg „Das Standard-Modell der Teilchenphysik – Struktur, Präzisionstests, Erweiterungen“ (FU Berlin, HU Berlin, DESY Zeuthen, TU Dresden) beteiligt.

Die ALPHA Kollaboration für Gitter QCD, an der Wissenschaftler der Universitäten HU Berlin, Münster, Li-

verpool, Milano, RomII und der Institute CERN sowie MPI München beteiligt sind, wird von Zeuthen aus koordiniert.

Organisation von Fachtagungen

Im Berichtszeitraum wurde durch Mitarbeiter der Theoriegruppe die internationale Fachtagung „Loops and Legs in Quantum Field Theory“ ausgerichtet, die im April in Bastei/Elbsandsteingebirge stattfand (66 Teilnehmer). Es war die fünfte internationale Konferenz in zweijähriger Folge zu aktuellen Problemen der störungstheoretischen Quantenfeldtheorie.

Der ECFA-Workshop on „High Performance Computing in Lattice Field Theory“ im Oktober 2000 mit 60 Teilnehmern wurde ausgerichtet von DESY und NIC als lokalen Organisatoren und dem ECFA Panel als internationalem Advisory Committee.

APE Projekt/ Parallelrechnerentwicklung

Das „Zentrum für Paralleles Rechnen“ (ZPR) betreibt als Teil des John von Neumann-Instituts für Computing (NIC) massiv parallele Supercomputer vom Typ APE und stellt die Rechenleistung im Rahmen des NIC zur Verfügung. Diese Spezialrechner mit SIMD Architektur (Single Instruction Multiple Data) bieten für bestimmte numerische Probleme hohe Rechenleistung bei einem günstigen Preis-Leistungs Verhältnis. Hauptnutzer dieser APE Rechner sind DESY übergreifende Großprojekte, die numerische Simulationen von Feldtheorien auf dem Gitter durchführen. Solche Gittereichtheorien bilden ein wichtiges Teilgebiet der theoretischen Elementarteilchenphysik und beschreiben unter anderem die starke Wechselwirkung zwischen Elementarteilchen. Darüber hinaus werden auch andere Problemstellungen aus der naturwissenschaftlich-technischen Forschung untersucht, beispielsweise Berechnungen elektromagnetischer Felder in supraleitenden Hohlraumresonatoren, wie sie bei Teilchenbeschleunigern zum Einsatz kommen.

Seit 1994 sind in Zeuthen APE Rechner der ersten Generation (APE100) im Einsatz. Insgesamt ist eine

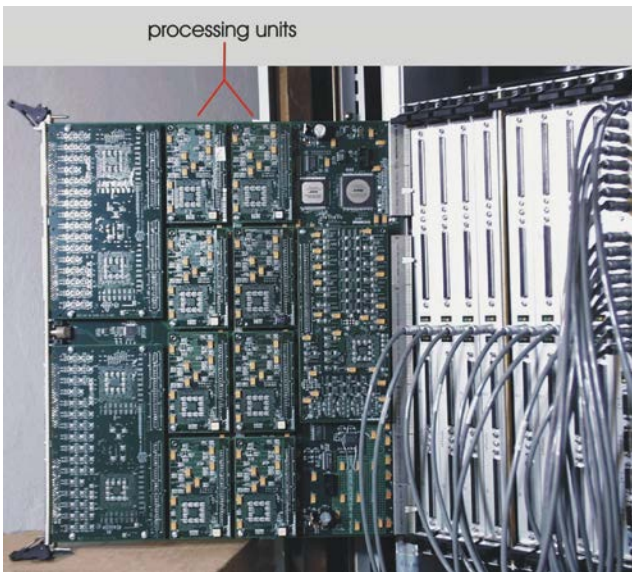


Abbildung 96: Das Bild zeigt ein APEmille Crate mit einem herausgezogenen Processorboard (12 U). Die acht Processing Units, deren Kernstück die Floating Point Prozessoren bilden, belegen den Mittelteil des Boards. Die Spitzenleistung eines Boards beträgt insgesamt 4 Gflops. Mit einem QCD Programm wurden 2.4 Gflops reale Rechenleistung erreicht.

Rechenleistung von 45 Gflops installiert. Die Maschinen laufen sehr zuverlässig und wurden von den internationalen Forschungsk Kooperationen zu mehr als 90% ausgelastet.

Im Februar 2000 wurde in Zeuthen ein erstes Crate der neuen Generation von APE-Rechnern, der APEmille, installiert und in Betrieb genommen. Das Crate enthält 16 Processing Boards mit je acht Prozessoren (Abb. 96). Diese Prozessoren sind optimiert für Gleitkomma-Arithmetik mit komplexen Zahlen und leisten maximal je 528 MFlops. Die Prozessoren sind durch ein sehr leistungsfähiges dreidimensionales Kommunikationsnetzwerk verbunden. Der Zugang zu den Prozessoren erfolgt über ein separates Netzwerk von Linux-PCs. Mit der erfolgreichen Inbetriebnahme eines weiteren Crates im September steht nun für die Physikprojekte eine Spitzenleistung von über 130 GFlops zur Verfügung.

APEmille wurde im Rahmen des APE-Projektes („Array Processor Experiment“) am italienischen Istituto Nazionale di Fisica Nucleare (INFN) in Kollabora-

tion mit DESY entwickelt. In Zeuthen wurden Beiträge zur Compiler Software geleistet und Hardware für die schnelle Kommunikation (bis zu 100 Mbyte/s) zwischen den Linux-PCs entwickelt. Darüber hinaus wurden umfangreiche Tests durchgeführt, um die Hardware zu qualifizieren und die Funktionsfähigkeit der Software zu optimieren. In der ersten Jahreshälfte 2001 wird der Ausbau der APEmille-Systeme auf mehr als 900 Prozessoren mit einer Spitzenleistung von über 450 Gflops erfolgen.

Für die zukünftige Forschung in Europa auf dem Gebiet der Gittereichtheorien hat eine Arbeitsgruppe des „European Committee for Future Accelerators“ (ECFA) einen Rechenleistungsbedarf von insgesamt 10–20 TFlops ermittelt. Um diese Leistung zu realisieren, wurde von den Arbeitsgruppen am INFN und bei DESY Zeuthen ein Vorschlag für eine neue Generation von APE-Rechnern, apeNEXT, ausgearbeitet und wesentliche Entwicklungsstudien durchgeführt. Die gemeinsamen Aktivitäten, an denen auch eine Gruppe der Universität Paris-Sud beteiligt ist, sind zunächst auf die Inbetriebnahme eines Prototyprechners mit einer Rechenleistung von 200–400 Gflops im Jahr 2002 gerichtet.

NIC bei DESY Zeuthen

Am 1. Oktober 2000 wechselte die Forschungsgruppe „Elementarteilchenphysik“ des John von Neumann-Instituts für Computing (NIC) von ihrem alten Standort in Jülich nach Zeuthen. Das NIC ist eine gemeinsame Einrichtung des Forschungszentrums Jülich und DESYs zur Förderung der supercomputergestützten naturwissenschaftlich-technischen Forschung und Entwicklung in Deutschland. Der Umzug der NIC-Gruppe nach Zeuthen verstärkt die existierenden Aktivitäten auf dem Feld der Gittereichtheorien an diesem Standort deutlich.

Eine der ersten Initiativen der NIC Gruppe in Zeuthen war die Organisation des „ECFA Workshop on High Performance Computing in Lattice Field Theory“, der am 6./7. Oktober stattfand. Der Workshop geht auf eine Empfehlung des ECFA Panels zurück, niedergelegt im ECFA Report, CERN 2000-002, ECFA/00/200. In diesem Bericht wird das Physik-Potential von Maschinen

diskutiert, die Rechenleistungen von mehreren Teraflop haben. Eine Schlussfolgerung des Berichtes ist, dass mit solchen Maschinen ein beträchtlicher Fortschritt in der Gitterfeldtheorie erreicht werden kann. Es ist deshalb eine der Empfehlungen des Berichtes, solche Rechner zu entwickeln und diese den europäischen Gitterphysikern zur Verfügung zu stellen. Dies könnte durch eine Weiterentwicklung der APE-Linie in Form eines apeNEXT Systems realisiert werden. Es ist eine momentan offene Frage, inwieweit kommerziell erwerb- bare PC-Cluster eine Alternative sind. Um dieses Ziel zu erreichen, wird auch empfohlen, eine Koordination der europäischen Aktivitäten zu erreichen.

Arbeiten zum TESLA Projekt

DESY Zeuthen ist an den konzeptionellen Arbeiten für einen 500 GeV Elektron-Positron Linear-Collider mit integriertem Röntgenlaser aktiv beteiligt. Im Berichtszeitraum wurden dabei drei Linien verfolgt:

- Studien zur Physik, zu Untergrundproblemen und zur Detektorentwicklung mit dem Ziel, Beiträge zum „Technical Design Report“ für den TESLA Linear-Collider zu erstellen,
- die Entwicklung von Diagnostikelementen für die TESLA Test Facility (TTF) und den Freie-Elektronen Laser (FEL) weiterzuführen,
- die Errichtung eines Photoinjektor-Teststands mit der Aufgabe, ein gezieltes R&D-Programm für die Erzeugung geeigneter Elektronen-Strahlen für TESLA und den FEL durchzuführen.

Arbeiten im Rahmen der „ECFA/DESY Study on Physics and Detectors for an e^+e^- Linear Collider“

Im Jahr 2000 wurden vorläufige Versionen einzelner Kapitel des Technical Design Reports (TDR) für den TESLA Linear-Collider geschrieben. Die endgültige Version wird bis zum Frühjahr 2001 fertiggestellt sein. Innerhalb des ECFA/DESY Workshops wird die Arbeitsgruppe „Electroweak Interactions“ von Zeuthen aus mit koordiniert. Außerdem ist Zeuthen maßgeblich

an den Arbeiten für die Optimierung der Spurrekonstruktion des Detektors beteiligt. Das Kapitel über elektroschwache Eichbosonen sowie mehrere Unterkapitel im Detektorteil wurden dabei von Zeuthener Mitarbeitern verfasst. Außerdem gab es Beiträge zu folgenden Themen:

- Physikalische Analysen zum Higgs-Boson im Standard-Modell (Messung der Masse, Querschnitte und Verzweigungsverhältnisse) im Energiebereich von 300 bis 500 GeV,
- Untersuchung der Wtb-Kopplung in der Paarerzeugung und bei der Erzeugung einzelner top-Quarks,
- Studien der Zwei-Fermion-Produktion bei hohen Energien und Interpretation dieser Prozesse im Rahmen neuer Physik,
- Studien von stop- und sbottom-Produktion im Rahmen supersymmetrischer Modelle,
- Studien zur elektroschwachen Physik mit der Z-Option des Linear-Colliders,
- Software-Entwicklungen zu den Detektorsimulationsprogrammen BRAHMS und SIMDET,
- Pflege der Detektorsoftware und der zugehörigen Web-Seite,
- Entwicklung eines Detektor-Graphik-Programms,
- Untersuchungen zur Optimierung der Spurrekonstruktion geladener Teilchen unter besonderer Berücksichtigung des Vorwärtsbereichs,
- Untersuchungen zur Messung der Beamstrahlung und der Energieunschärfe des Strahls mit Hilfe von Bhabha-Streuung,
- Untersuchungen zur Messung der Strahlpolarisation,
- Abschätzung des Myon-Untergrundes.

In Zusammenarbeit mit dem Institut für Kernphysik der Staatsuniversität Moskau wurde die Entwicklung des Programms CompHEP weitergeführt und auf einen Teil der oben genannten Prozesse angewandt. Eine neue, auf Helizitätsamplituden beruhende Programmversion bzw. die Integration von über das Standard-Modell hinausgehenden Erweiterungen werden es ermöglichen, kompliziertere Prozesse mit Vorgabe der Polarisation in e^+e^- , γe oder $\gamma\gamma$ Wechselwirkungen zu untersuchen.

Zeuthener Physiker aus den Gruppen H1 und HERMES waren darüber hinaus an der Ausarbeitung von Vorschlägen zur Erweiterung des TESLA Projekts beteiligt.

THERA

Im Projekt THERA wird vorgeschlagen, durch die Kollision von in HERA beschleunigten Protonen mit dem Elektronenstrahl von TESLA tiefunelastische $e p$ Physik im TeV Energiebereich zu ermöglichen. Zur physikalischen Begründung und möglichen Realisierung wurden Studien durchgeführt und Vorträge gehalten. Mit THERA kann die bei HERA begonnene Physik der starken Wechselwirkung bei hohen Partondichten weitergeführt werden.

TESLA-N

Es wird vorgeschlagen, in diesem Festtargetexperiment polarisierte Elektronen im Nord-Arm des Linearbeschleunigers zusammen mit den Positronen für den Kollisionsbetrieb zu beschleunigen. Die Elektronen sollen kurz vor der Kollision durch ein einfaches Magnetsystem vom Hauptstrahl getrennt und auf ein longitudinal oder transversal polarisiertes Target in einer separaten Halle geführt werden. Der Vorteil gegenüber anderen Experimenten bei vergleichbaren Energien ist die um etwa zwei Größenordnungen höhere Luminosität. Wesentliche Ziele des Experiments sind Präzisionsmessungen der x - und Q^2 -Abhängigkeit der noch unbekannten transversalen Spin-Verteilungen des Quarks im Nukleon und die Messung der experimentell bisher kaum bekannten Gluon-Polarisation im Nukleon.

Arbeiten für die TESLA Test Facility und zum FEL

Schwerpunkt der Arbeiten war die Entwicklung der Elektronik für die Strahlage-Monitore im dritten Undulatormodul (auch Wellenleiter-Monitore genannt). Es wurden sowohl die 12 GHz als auch die 1 GHz Elektronikkomponenten einschließlich der I/Q Demodulation für drei Monitore eingebaut und in Betrieb genommen. Danach wurde ein Signal-Rausch-Verhältnis von

20 dB gemessen, ein Wert, der die geforderte Strahlageauflösung von weniger als $20 \mu\text{m}$ nicht gewährleistet. Ursache hierfür war ein zu hohes Rauschen im I/Q Demodulationsbaustein. Folglich musste die 1 GHz-Stufe neu konzipiert, entwickelt und aufgebaut werden, wobei jetzt ein asynchroner Dioden-Demodulator mit elektronisch steuerbarem Dämpfungsglied zum Einsatz kommt. Erste Tests an drei Monitoren zeigten ein Signal-Rausch-Verhältnis von 40 dB und somit eine akzeptable Strahlageauflösung. Gegenwärtig wird für alle Wellenleiter-Monitore die Elektronik installiert, notwendige Softwaretools weiterentwickelt und die Kalibrationskonstanten bestimmt.

Die 12 GHz Cavity-Strahllagemonitore in den Diagnostik-Stationen zwischen den Undulatormodulen wurden getestet. Nachdem ihre Funktionalität im Detail überprüft ist, werden sie mit Hilfe der Wirescanner kalibriert.

Für den „Beam Trajectory Monitor“ (Abb. 86) zur Beobachtung der Lage des Elektronenstrahls im letzten Undulatormodul wurden Montage und Tests der Führungs- und Positioniergenauigkeit abgeschlossen. Anschließend Hochvakuumtests verliefen erfolgreich. Damit wurde die Anwendbarkeit von kostengünstigen Schrumpffverbänden in der Vakuumtechnik unterstrichen.

Nach den ersten Betriebserfahrungen mit den Wirescannern in den Diagnostik-Stationen des FEL wurde ein neues Konzept erarbeitet. Eine Prinzipstudie hat gezeigt, dass durch Anwendung eines Kehrgewindespindelantriebs die sehr hohen Anforderungen an den Wirescanner gut erfüllt werden. Im Jahr 2001 wird ein entsprechend modifizierter Prototyp gebaut werden.

Für die zweite Ausbaustufe von TTF-FEL werden drei weitere sogenannte Micromover zur genauen Positionierung der Undulatormodule benötigt. Der Bau dieser Micromover wurde im Frühjahr abgeschlossen. Es wurde eine neue preiswertere und in der Handhabung einfachere Steuerung entwickelt und getestet. Gegenwärtig wird auch untersucht, ob diese Steuerung für den Quadrupolmagneten beim Photoinjektor zum Einsatz kommt.

Vier für die TTF vorgesehene 1.57 GHz Cavity-Monitore wurden gefertigt und zur weiteren Bearbeitung nach Hamburg übergeben. Die hierzu notwendige Elektronik wurde in Zusammenarbeit mit der Technischen

Universität Berlin, Institut für Theoretische Elektrotechnik, aufgebaut und getestet. Wegen der benötigten hohen Stückzahl dieser Elektronikmodule für einen Linear-Collider ist ein neues kostensparendes Konzept für diese Elektronik notwendig. Ein erster Einsatz und Test unter Strahlbedingungen bei der TTF wird im Frühjahr 2001 erfolgen.

Photoinjektor-Teststand

Der Photoinjektor-Teststand in DESY Zeuthen (PITZ) dient der Untersuchung und Optimierung von lasergetriebenen Hochfrequenz-Photoelektronenquellen, wie sie für den Betrieb von Freie-Elektronen Lasern (FEL) und zukünftigen Linearbeschleunigern benötigt werden. Das Projekt wird in Kooperation zwischen DESY, dem Max-Born-Institut, BESSY sowie dem Fachbereich TEMF der Technischen Universität Darmstadt durchgeführt und wird mit Mitteln aus dem HGF-Vernetzungsfond unterstützt.

Das Ziel ist die Entwicklung von Elektronenquellen mittlerer Ladung (etwa 1 nC pro Elektronenpaket) mit sehr kleiner transversaler Emittanz ($\epsilon_{t,n} \approx 1 \pi \text{ mm mrad}$) und ausreichend kleiner longitudinaler Emittanz (einige 10 keV mm).

Es werden also Elektronenpakete mit sehr großen Phasenraumdichten erzeugt, wobei die Zeitabfolge der Pakete durch den Beschleunigerbetrieb bzw. die Anforderungen der Nutzer des FEL vorgegeben ist. Um dies zu erreichen, sind detaillierte Untersuchungen und Messungen der Prozesse bei der Erzeugung, Beschleunigung und Formung der Elektronenpakete nötig. Ein entsprechend breites Experimentierprogramm ist für den Photoinjektor-Teststand vorgesehen, wobei auch dem Vergleich der Messresultate mit den Ergebnissen von Simulationsrechnungen und theoretischen Abschätzungen ein hoher Stellenwert zukommt.

Beim Betrieb von PITZ können neu entwickelte Komponenten, wie beispielsweise das Lasersystem, die Photokathoden und Elektronenstrahl-Diagnosesysteme, getestet werden. Durch den Aufbau eines vollständigen Photoinjektors kann eine Optimierung aller Teilkomponenten erreicht werden, was infolge des viel-dimensionalen Betriebsparameterraumes eine wichtige Voraussetzung für das Erreichen der ehrgeizigen Ziele ist.

Weiterhin sind Konditionierung und Test von Hochfrequenz-Photoelektronenquellen für den anschließenden Betrieb bei TTF-FEL vorgesehen. Nach dem Einbau einer weiteren Beschleunigungskavität in den Teststand können später auch Untersuchungen zur Erzeugung von „flachen“ Elektronenstrahlen, wie sie beispielsweise für TESLA benötigt werden, durchgeführt werden. Schließlich sind auch Untersuchungen zur Erzeugung von polarisierten Elektronen geplant.

Nachdem im September 1999 beschlossen wurde, den Photoinjektor-Teststand in Zeuthen aufzubauen, begannen nach sechsmonatiger Planungsphase im März 2000 die Bauarbeiten. Es wurden der Beschleunigertunnel, darüber die Halle für die Hochfrequenzversorgung sowie neue Gebäudeteile für die Unterbringung einer neuen Transformatorstation gebaut. Parallel zu diesen Arbeiten wurden bestehende Gebäude für die Einrichtung von Beschleunigerkontrollraum, Streakkamera- und Laserraum, Kühlwasser- und Klimäräumen sowie Elektronikraum umgebaut (siehe Seite 193).

Bis Ende September 2000 konnten die Bauarbeiten weitgehend abgeschlossen werden.

Parallel zum Baufortschritt wurden Elektronik, Software und Mechanik für die Hochfrequenzversorgung und -regelung, die verschiedenen Interlocksysteme, das Vakuumsystem, das Beschleunigerkontrollsystem, das Laserstrahltransportsystem und die Diagnose des Elektronenstrahls teilweise entsprechend den Beispielen an der TTF nachgebaut und teilweise neu entworfen und aufgebaut.

Im August wurde das PITZ-Projekt auf der Konferenz FEL2000 in Durham mit einem Poster vorgestellt.

Im September wurden die Magnete für die Kompensation der Raumladungseffekte des Elektronenstrahls an einem Testaufbau in Hamburg vermessen. In Abbildung 97 ist die gemessene longitudinale Magnetfeldkomponente als Funktion der Strahlposition dargestellt. Das Magnetsystem besteht aus einem Hauptmagneten bei $z \approx 125 \text{ mm}$, welcher den Raumladungseffekten der Elektronenstrahlen entgegenwirkt, und einem Kompensationsmagneten in der rückwärtigen Verlängerung der Strahlrichtung, der das Magnetfeld an der Kathodenposition ($z = 0.0 \text{ mm}$) auf Null drückt.

Im Oktober wurde der in Hamburg bestehende FEL-Gun-Teststand, der in TTF-Betriebspausen mit der dor-

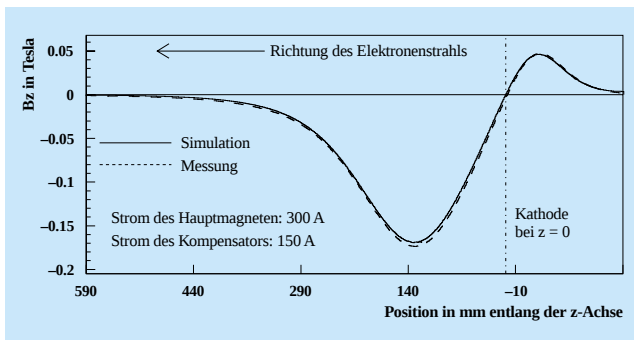


Abbildung 97: Der Verlauf der longitudinalen Magnetfeldkomponente als Funktion der Strahlposition.

tigen Infrastruktur (HF-Versorgung, Magnetnetzgeräte, Wasserkühlung, Photokathodenlaser) betrieben wurde, abgebaut und nach Zeuthen transportiert (Abb. 98).

Von Oktober bis Dezember wurden Klystron, Pulstransformator und Modulator für die Hochfrequenzversorgung von Firmen geliefert und montiert. Nach Aufbau des Lasers und der HF Versorgung kann die sukzessive Inbetriebnahme und Konditionierung aller Komponenten erfolgen. Die Erzeugung erster Photoelektronen ist für die Jahresmitte 2001 vorgesehen.

Experimente Support

Die Dienstleistungen der Gruppe sind in einem breiten Spektrum angesiedelt. Den Projektgruppen werden Serviceleistungen zur Verfügung gestellt wie:

- Betreuung technischer Geräte (Kopierer, Projektoren, Kameras),
- Kopieren, Binden und Bereitstellen von Dokumentationen,
- Verwaltung der Dosimeter,
- Unterstützung bei der Erstellung und Zusammenfassung wissenschaftlicher Berichte (zum Beispiel Proceedings),
- Datenbankarbeiten, Grafik- und Bildbearbeitungen,
- Aktualisierung und Wartung des Fotoarchivs,
- Mitwirkung bei der Umgestaltung der Webseiten,

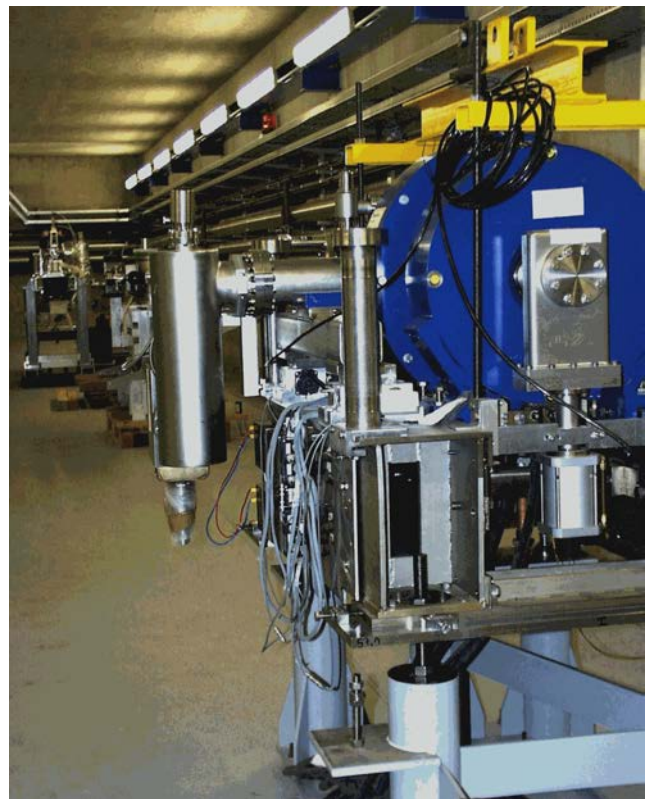


Abbildung 98: Im Vordergrund ist das Gestell des Hochfrequenz-Resonators mit den umgebenden Magneten im neuen Beschleunigertunnel gezeigt. Im Hintergrund sind Teile des Kathodensystems und des Diagnose-Gestells zu erkennen.

- Betreuung der zahlreichen ausländischen Gäste,
- Durchführung von Routinemessungen und Aufarbeitung von Analysedaten.

Immer mehr Bedeutung erhalten die Aktivitäten auf dem Gebiet der Bilderzeugung und -verarbeitung. Das schnelle Ver- bzw. Einarbeiten digitaler Bilder ermöglicht eine gute Dokumentation von Fertigungsprozessen, Baumaßnahmen oder Veranstaltungen. Neben der fotografischen Dokumentation wird aber auch beim Erstellen von wissenschaftlichen Publikationen und von Informationsmaterial, Postern und Plakaten für die Öffentlichkeitsarbeit der Stellenwert der Grafik- und Bildbearbeitung in der Gruppe deutlich. Als weiteres Werkzeug wurde im Berichtszeitraum das Grafikprogramm Freehand eingeführt.

Einen Schwerpunkt der Öffentlichkeitsarbeit stellte die Mitarbeit an der Ausstellung „Reise zum Urknall“ dar, die im Rahmen des Jahres der Physik 2000 im April in der Berliner URANIA stattfand. In Zusammenarbeit mit vielen Wissenschaftlern wurde das Ausstellungskonzept mit Exponaten, Postern, Vorträgen und Führungen realisiert, welches über 15 000 interessierte Besucher in die URANIA nach Berlin brachte.

Außerdem wurden im Berichtsjahr Beiträge zur DESY-EXPO Ausstellung in Hamburg und zur Wissenschaftsausstellung „Sieben Hügel“ im Gropius Bau in Berlin in Form von Texten, Bildern und Exponaten bereitgestellt.

Bei der Internationalen Luft- und Raumfahrtausstellung ILA2000 in Berlin war DESY Zeuthen als größte Forschungseinrichtung des Landkreises Dahme-Spreewald vertreten. Weitere Präsentationen wurden auf dem Brandenburger „Tag der Wissenschaft und Forschung“ im November in Potsdam gezeigt. Mehr als 1500 Schüler nutzten diese Chance, um durch Vorträge und Informationsmaterial mehr über die Hochschul- und Forschungslandschaft in ihrer Umgebung zu erfahren.

Die aktive Arbeit mit und an Schulen zeigte auch in diesem Jahr die Einladung zum „Marie-Curie-Tag“ des

Gymnasiums Ludwigsfelde sowie zahlreiche Besuche von Schülergruppen am Standort Zeuthen. Durch Vorträge und Laborbesichtigungen wurde auch anderen interessierten Gruppen, wie zum Beispiel Studenten der TFH Wildau, der Forschungsbereich der Elementarteilchenphysik näher gebracht. Eine neue Reihe populärer Vorträge wurde im Juli mit „Physik an einem Sommerabend“ gestartet.

Neben dem großen Bereich der Öffentlichkeitsarbeit ist die Organisation von wissenschaftlichen Veranstaltungen eine wichtige Aufgabe. Die Arbeitstreffen von AMANDA, L3Cosmics und Supercomputing wurden ebenso betreut wie die Workshops TESLA-TDR im Februar in Zeuthen, Loops and Legs in Quantum Field Theory im April auf der Bastei in Königsstein/Sachsen und der ECFA-Workshop on High Performance Computing in Lattice Field Theory im Oktober in Zeuthen.

Bei der Durchführung unterstützt die Gruppe die Organisatoren bei der Plakatgestaltung, Planung von Unterkünften und Rahmenprogramm und Information der Teilnehmer sowie Registrierung der Teilnehmer, Erstellung und Pflege von Datenbanken sowie der Dokumentation der Vorträge.

Zentrale Dienste DESY Zeuthen

Die im Bereich „Zentrale Dienste“ (Z-Bereich) von DESY Zeuthen zusammengefassten Gruppen „Elektronik“, „Datenverarbeitung“, „Mechanik“ und „Technische Infrastruktur“ erbringen im Wesentlichen die für eine reibungslose Durchführung der Forschungsaufgaben notwendigen Service-Leistungen. Die Gruppen „Elektronik“ und „Mechanik“ unterstützen die experimentellen Gruppen des Forschungsbereichs beim Aufbau und Betrieb neuer Detektoren bzw. deren Komponenten.

Es gibt aber auch eigenständige Entwicklungen im Z-Bereich, wie zum Beispiel die Untersuchungen zum schnellen Datentransfer, die auf eine Weiterentwicklung des APE-Projekts abzielen.

Die Gruppe „Datenverarbeitung“ stellt die erforderliche Rechenleistung und die Infrastruktur zur Verfügung, damit die in den Experimenten gewonnenen Daten ausgewertet werden können.

Nachdem die Baumaßnahmen in den vergangenen Jahren sehr zurückgegangen waren, begannen im Frühjahr 2000 umfangreiche Bauarbeiten für das Projekt „Photoinjektor-Teststand in Zeuthen“ (PITZ), die von der Gruppe „Technische Infrastruktur“ koordiniert und fristgerecht umgesetzt wurden (Abb. 85).

Gruppe Elektronik

In der Gruppe Elektronik sind die Bereiche Elektronikentwicklung, Elektronikwerkstatt und die Lehrwerkstatt Elektronik zusammengefasst.

Auch im Jahr 2000 hat die Gruppe Elektronik, entsprechend ihrer Aufgabenstellung, die im DESY Zeuthen angesiedelten Experimentalgruppen beim Entwurf, Aufbau und Betrieb der elektronischen Instrumentierung ihrer Experimente unterstützt. Die Mitarbeit am

Aufbau des Photoinjektor-Teststandes (PITZ) stand dabei im Mittelpunkt der Aktivitäten der Gruppe. Weiterhin wurden die methodischen Arbeiten zu Technologien einer schnellen Datenübertragung und Datenverteilung weitergeführt.

Im Einzelnen wurden die im Folgenden aufgeführten größeren Projekte bearbeitet.

Photoinjektor

Hier wurden allgemeine Planungs- und Koordinierungsarbeiten zur späteren Installation der gesamten Elektrik/Elektronik für den Zeuthener Teststand durchgeführt. Im Einzelnen sind dies:

Aufbau der Hochfrequenzversorgung:

- Projektvorbereitung für die Installation von Modulator und Klystron,
- Vorbereitung der HF Versorgung und HF-Regelung,
- Mitarbeit bei Aufbau und Inbetriebnahme eines 10 MW-Klystrons im DESY Hamburg.

Abbildung 99 zeigt die Installation des Klystrons für PITZ.

Interlocksysteme:

- Programmierung einer SPS S7 für das „Beam Inhibit“ System,
- Test der Komponenten für das RF-Gun Interlock,
- Mitarbeit am Design für das neue Klystron Interlock,
- Beginn der Installation des Personen Interlocks.

PITZ Steuerung (SPS):

- Installation der Entwicklungs- und Testumgebung für die SPS SIMATIC S7,



Abbildung 99: Installation eines 5 MW Klystrons für PITZ.

- Betreuung der SPS am mobilen Vakuumpumpstand,
- Betreuung der Profibus-Installation für die SPS S7 und Durchführung von Tests.

Für die Positionierung der PITZ-Magnete wurde die Motorsteuerung für die Micromover überarbeitet und eine Reihe von Zusatzmodulen aufgebaut.

TESLA Test Facility

Bei der TESLA Test Facility (TTF) wurden im Wesentlichen Arbeiten, die im Vorjahr angefangen wurden, weitergeführt, nämlich

- Einbau und Messung der Waveguide-BPM Elektronik an der TTF,
- Entwicklungsarbeiten an der UHF-Baugruppe (1.ZF, 1GHz, IQ-Verfahren).

Drei Signalverarbeitungs-Baugruppen (UMS2) wurden erprobt und an der TTF eingebaut. Nach der Inbetriebnahme erfolgte eine erste Messung der Telemetrie-Schnittstelle I2C $\longleftrightarrow$ VME. Das erzielte Signal-zu-Rausch-Verhältnis (SNR) von 20 dB ist für die geforderte Strahlauflösung ($< 20\mu\text{m}$) nicht ausreichend. Zur Verbesserung des Gesamt-SNR wurde die gesamte Baugruppe UMS2 neu konzipiert, entwickelt

und aufgebaut. Anstelle des bis dahin verwendeten I/Q-Demodulatorbaustein ICs ist jetzt ein asynchroner Dioden-Demodulator plus elektronisch steuerbarem Dämpfungsglied eingebaut. Das SNR liegt damit bei etwa 40 dB (RMS). Nach erfolgreichem Einbau von drei überarbeiteten 12 GHz-Umsetzern UMO12 sowie drei neuen Demodulatorbaugruppen UMS2 lieferten erste Messungen deutlich (um etwa einen Faktor 10) verbesserte Ergebnisse bezüglich der zu erwartenden Strahlauflösung. Die prinzipiell günstigere I/Q-Demodulation wurde aus Zeitgründen zunächst zurückgestellt, soll aber später weiterverfolgt werden.

Als nächste Aufgaben stehen ausführliche Messungen mit der neuen, im Juli eingebauten Monitor-Elektronik an. Weiterführende Untersuchungen zur Erhöhung der Strahlauflösung, zum Beispiel I/Q- und Direktmisch-Verfahren, sind geplant.

AMANDA

Schwerpunkt der Arbeiten für AMANDA waren die Weiterentwicklung des optischen Receivers zur Auslese von Optischen Modulen (OM), die mit Laserdioden als Quelle zur Signalübertragung arbeiten, sowie der Aufbau und die Erprobung von sechs neuen Boards, die in der Saison 2000/01 am Südpol installiert werden.

Zweites Schwerpunktthema war die Entwicklung eines verbesserten Konzepts für einen digital gesteuerten Analogen Optischen Modul (dAOM) als eine OM-Technologie für das IceCube-Projekt. Es erfolgte eine Erprobung von ausgewählten Baugruppen dieses Konzepts im Labor. Das Konzept wurde inzwischen als eine Basistechnologie für das Projekt IceCube eingereicht.

H1

Die Arbeiten konzentrierten sich hier auf die Entwicklung des Konzepts und von Lösungsvarianten für den BST/FST-Upgrade. Dazu gehörten die Planung des Detektor-Layouts und der Modularität (2×6 Ebenen statt bisher 1×8), der Test des Frontend-ASICs im Teststrahl, die Konzeption eines Status-Monitors für den BST-Readout sowie der Schaltungs- und Platinenentwurf einschließlich der Erprobung von Prototypen für

- Neuentwicklung von Strip-Repeater und Pad-Repeater,
- Überarbeitung der Clock Distribution Unit,
- Neuentwicklung der Power/Download Station,
- Entwicklung von starr-flexiblen Adaptern zum Kabelanschluss (Kontaktring).

Im Berichtsjahr wurden 220 BST/FST Strip- sowie 60 BST Pad-Hybride im Zeuthener Halbleiterlabor assembliert (Nackchips kleben, Verbindungen bonden, gesamte Baugruppe mit übrigen Komponenten löten).

Mit der Gruppe ZE in Hamburg wurde eine Vereinbarung über das Bonden der Halbleiterdetektoren im Hamburger Labor getroffen, und erste technologische Versuche dazu wurden durchgeführt.

APE1000/apeNEXT

Die Arbeiten für APE1000/apeNEXT konzentrierten sich auf die Weiterentwicklung des FLink-Boards sowie auf Untersuchungen von extrem schnellen seriellen Links. So wurden weitere 20 FLink-Boards der ersten Generation aufgebaut und in Betrieb genommen. Das Design für eine überarbeitete Version des FLink (FLink2) wurde abgeschlossen und mehrere Prototypen aufgebaut und erprobt. Damit ist es gelungen, Daten mit einer Rate von 400 MBytes/s zwischen zwei PCs fehlerfrei zu übertragen. Im einzelnen wurden folgende Untersuchungen zum Aufbau schneller serieller Links durchgeführt:

- Aufbau eines Test-Boards für schnelle Kommunikation als Basislösung für apeNEXT. Damit konnten Datenraten von 250 Mbit/s pro Leitung bzw. 400 Mbyte/s pro Verbindung (Kabel) realisiert werden. Die Ergebnisse sind in einem Internen Bericht dokumentiert.
- Vorbereitung von Untersuchungen zur Implementierung serieller Links, die Datenraten von bis zu 800 Mbit/s per serieller Leitung ermöglichen, auf Basis der LVDS Technologie. Dies umfasst die Beschaffung der erforderlichen Hardware und Arbeiten an der Software.
- Entwicklung und Aufbau von zwei Test-Boards für schnelle Links auf Basis der CML („Current

Mode Logic“) Technologie, die derzeit Datenraten von 2.5 Gbit/s bzw. 250 Mbyte/s über eine serielle Verbindung zulässt. In ersten Versuchen wurden 2.0 Gbit/s über ein 5 m Spezialkabel fehlerfrei übertragen.

Elektronikwerkstatt

Neben der Fertigung von Leiterplatten und Baugruppen für die laufenden Experimente wurde eine Vielzahl zusätzlicher Aufgaben übernommen. Für PITZ ist beispielsweise der Aufbau der Steuerungen an den Hochvakuumumpumpständen realisiert worden.

Fertigungstechnisches Neuland war die Bestückung von FineLine-BGA- und SMD-Bauelementen der Bauform 0402 ($1.0 \times 0.5 \times 0.35 \text{ mm}^3$) mit der vorhandenen Technik.

Ein großer Anteil, sowohl quantitativ als auch qualitativ, von den in der Werkstatt angefallenen Arbeiten wurde von den fünf Auszubildenden, die sich in der Fachausbildung befinden, geleistet. Ein Auszubildender konnte aufgrund seiner guten Leistungen die Ausbildung bereits im September beenden.

Gruppe Datenverarbeitung

Die Aufgaben der Zentralen Datenverarbeitung bestehen in der zielgerichteten Bereitstellung von Diensten und Rechenkapazität, die dazu beitragen, die Forschungsgruppen bei deren 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

Bei DESY Zeuthen gibt es etwa 570 registrierte Benutzer, von denen 150–170 täglich aktiv tätig sind.

Für die einzelnen Forschungsgruppen und CAD-Anwendungen wird die erforderliche Rechenkapazität aus Kosten- und Effektivitätsgründen vornehmlich

über PC-Farmen und dedizierte Workgroup-Server bereitgestellt. Gegenwärtig werden im Netzwerk etwa zehn Fileserver, ein Tape-Roboter (Kapazität: 15 Tbyte unkomprimiert), 30 Compute- und Workgroup-Server, sechs PC-Farmen mit insgesamt 48 PCs sowie rund 220 auf Linux/Windows NT basierende 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 mit einer Gesamtkapazität von 170 GByte zur Verfügung gestellt. Die Nutzung der Rechenkapazitäten der Compute-Server, PC-Farmen sowie bestimmter Workgroup-Server erfolgt vorrangig über das Batchsystem Codine (mit AFS-Unterstützung). Das Backup von Fileverzeichnissen erfolgt automatisiert unter Verwendung von Legato Networker und dem Tape-Roboter. Als strategische Betriebssysteme werden Solaris, Linux, Windows NT sowie HP-UX zentral unterstützt.

Das Zentrum für paralleles Rechnen am DESY ist als Teil des „John von Neumann-Instituts für Computing“ (NIC) verantwortlich für die Planung, die Installation und den Einsatz massiv paralleler Rechnersysteme für die Bearbeitung besonders rechenintensiver Probleme in der Elementarteilchenphysik. Mit der gegenwärtigen Installation von Parallelrechnern der Typen APE1000 und APE100 werden erfolgreich DESY-übergreifende Großprojekte aus der theoretischen Elementarteilchenphysik bearbeitet.

Entwicklungsschwerpunkte

Die Aktivitäten der zentralen Datenverarbeitung konzentrierten sich im Berichtszeitraum in erster Linie auf

- die weitere Umsetzung von Konzepten zur Rechner- und Netzwerksicherheit sowie die Schaffung von Softwarewerkzeugen zur signifikanten Reduzierung des Aufwands bezüglich der Systemadministration von Unix/NT-Systemen,
- den bedarfsgerechten Ausbau der Rechenkapazität in Form von PC-Farmen und der erforderlichen Netzwerkinfrastruktur,

- den Ausbau der Plattenspeicherkapazität auf insgesamt 2.5 Tbyte,
- die stabile Versorgung der Benutzer mit Diensten wie Mail-Service, Web-Service, Druckservice, Software-Support, ...
- die konsequente Verbesserung der Unterstützung der Forschungsgruppen mit auf Linux/Windows NT basierenden Desktop-Systemen einschließlich erforderlicher Softwarekomponenten,
- die Entwicklungsarbeiten an den APE1000- und apeNEXT-Projekten und die Vorbereitung des Produktionsbetriebs der APE1000-Systeme,
- die direkte Mitarbeit in den Experimenten bei Softwareentwicklung und Hardwarebereitstellung.

Mit der Aussonderung der veralteten Graustufen X-Terminals konnte begonnen werden. Zum Jahresende wurde ein erster Linux-basierender Fileserver mit kostengünstigen IDE-Platten (860 Gbyte) in Betrieb genommen. Mit dem Betrieb dieses Servers sollen unter anderem auch Erfahrungen bezüglich der Systemstabilität und Systemleistung im Hinblick auf den Einsatz weiterer derartiger Server gewonnen werden.

Die wachsende Zahl von Linux-Systemen erfordert eine weitgehende Automatisierung der Betriebssystem-Installation, der Systempflege und der Softwarebereitstellung. Das gemeinsam mit SuSE entwickelte System hat hierbei ausgezeichnete Dienste geleistet. Durch die Verfolgung neuer Konzepte seitens SuSE ist diese automatisierte Installation nur noch eine begrenzte Zeit einsetzbar. Im Rahmen eines gemeinsamen Projekts von DESY und SuSE wird ein neues Konzept zur Konfiguration und Installation von Linux-Systemen erarbeitet und in das Installationstool YaST2 integriert. Eine erste Testversion dieser deutlich flexibleren Lösung befindet sich in der Erprobungsphase. Ergänzt wird dieses Werkzeug durch ein Softwaretool auf Basis von „cfengine“, welches im Wesentlichen DESY-spezifische Anpassungen realisiert und zur Überwachung und Wiederherstellung der Rechner-Integrität eingesetzt wird. Dieses Tool wird auch auf allen anderen Unix-Plattformen benutzt, seine Funktionalität wurde im Jahr 2000 deutlich erweitert.

Das von der Zentralen Datenverarbeitung angestrebte hohe Maß an Sicherheit im Computing-Umfeld kann nur durch ein ständiges Arbeiten an der Schließung

von erkannten Sicherheitslücken erreicht werden. Diesem Ziel diene auch die Analyse der zum Internet hin angebotenen Dienste sowie die Blockierung aller nicht benötigten Verbindungen durch Portfilterung auf den zentralen Routern. Die Erstellung einer so genannten „Certificate Authority“ (CA), die wiederum vom Deutschen Forschungs-Netz (DFN) zertifiziert wurde, stellt einen weiteren Schritt zur Erhöhung der Rechensicherheit dar. Mit Hilfe der vom CA ausgestellten Zertifikate können sichere Verbindungen über ungesicherte Netzstrukturen hergestellt werden. Zum Tragen kommt dies unter anderem bei den SSL/TLS-fähigen Mail- und Web-Servern.

Die Absicherung einer angemessenen IT-Sicherheit stellt einen kontinuierlichen Entwicklungsprozess dar, der auch künftig große personelle Kapazitäten bindet. Zur Aufrechterhaltung der Stabilität und Sicherheit von Diensten muss die zugrunde liegende Software auf einem aktuellen Stand gehalten werden.

Zeitaufwendige Arbeiten waren unter anderem auch bei folgenden Diensten erforderlich:

- Web-Service: Einrichtung eines neuen Servers, der in Funktionalität und Gestaltung dem Hamburger Web-Server entspricht.
- Verzeichnisdienst (LDAP): Bereitstellung eines neuen tagesaktuellen Verzeichnisdienstes für Mail-Adressen. Der LDAP-Dienst wird künftig auch den zur Zeit eingesetzten „Network Information Service“ (NIS) ersetzen. Erste Tests laufen seit Anfang Dezember.
- Batch-Service: Installation einer neuen Version mit erweiterter Funktionalität (AFS-Unterstützung) und verbesserter Stabilität auf allen Systemen.

Im Windows NT-Bereich arbeiten Zeuthener Mitarbeiter gemeinsam mit Hamburger Kollegen in der Windows NT-Projektgruppe an der Weiterentwicklung der NT-Infrastruktur und dem sicheren Betrieb der gemeinsamen Domäne. Spezielle Zeuthener Beiträge waren die Einführung eines DESY-weiten Virenschutzes für Windows PCs sowie die Bereitstellung der X11-Serversoftware und AFS Klienten zur Integration der Systeme in der heterogenen Infrastruktur.

Zur Zeit wird die Bereitstellungsweise von WindowsNT Applikationen auf NetInstall Version 5 umgestellt. Diese Arbeiten werden Anfang 2001 abgeschlossen.

Ferner wird gemeinsam am Konzept zum Aufbau einer Windows 2000 Domäne mit der notwendigen Infrastruktur gearbeitet. Für die Zeuthener Benutzer wurde ein NT4-Terminalserver in Betrieb genommen. Damit konnte der letzte auf NT 3.51 basierende Service eingestellt werden. Aufgrund der angespannten Personalsituation im Bereich DV und der stetig steigenden Zahl an zu administrierenden Rechnersystemen konnte die Umsetzung von anderen Projekten, wie unter anderem die Umstellung des Homedirectory-Services von NFS auf AFS, die Automatisierung der Erkennung von Computer- und Netzwerkataken und die einheitliche Bereitstellung von Softwarepaketen im AFS, nur stark verzögert erfolgen.

Die im Bereich Datenverarbeitung erarbeiteten und implementierten Konzeptionen auf den Gebieten der IT-Sicherheit, der automatisierten System- und Post-Installation wurden auf verschiedenen internationalen Konferenzen und Seminaren vorgestellt. Auch wurde im zurückliegenden Jahr vom Rechenzentrum die Tagung des Arbeitskreises Supercomputing im ZKI mit etwa 60 Teilnehmern organisiert. Für weitere Tagungen und Ausstellungen wurde Hilfestellung in Form der Bereitstellung der erforderlichen technischen Infrastruktur (Computerarbeitsplätze, Netzwerkanbindungen) sowie der Automatisierung von Arbeitsabläufen gegeben.

Beteiligung an den Experimenten

Mehrere Mitarbeiter der zentralen Datenverarbeitung sind darüber hinaus auch bei den Experimenten PITZ, HERA-B, H1, TTF und L3cosmics innerhalb der Kollaborationen an der Bereitstellung und dem Betrieb von Rechentechnik sowie an der Entwicklung von Software zum Control-System, zur Datenerfassung und Vorverarbeitung (DAQ- und Trigger-Systeme) aktiv beteiligt und leisten dort einen anerkannt guten Beitrag.

Gruppe Mechanik

Die Gruppe Mechanik besteht aus der Konstruktion (Ingenieure, Technische Zeichnerinnen), der Mechanischen Werkstatt und der Mechanischen Lehrwerkstatt. 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. Im Jahr 2000 wurde an folgenden Themen gearbeitet:

Photoinjektor (PITZ)

Für den mechanischen Aufbau und die vakuumtechnische Betreuung des PITZ liefen folgende Aktivitäten:

- Konstruktion und Fertigung von Gestellen zur Aufstellung der RF-Gun,
- Konstruktion und Fertigung von Beamdiagnose-Einrichtungen,
- Konstruktion und Fertigung einer z-Führung für den Hauptsolenoid,
- Aufbau und Inbetriebnahme zweier mobiler Pumpstände (Abb. 100),
- Konstruktionsarbeiten zur Laserstrahlführung,
- Besuch von Schulungen zu Vakuumphysik und Vakuumtechnik.

H1

Die Entwicklungs- und Konstruktionsarbeiten für den Forward Silicon Tracker (FST) und Backward Silicon Tracker (BST) wurden fortgeführt und ein Großteil der Einzelteile wurde gefertigt. Das zweite Kontaktringmodell wurde um Wasser- und Stickstoffanschlüsse erweitert, in seiner Gesamtmasse reduziert und in seiner



Abbildung 100: Von der Gruppe Mechanik konstruierte und gebaute mobile Vakuumpumpstände.

Funktionalität geprüft. Am H1-Detektor wurde die Installation von Kontaktring, FST-Mechanik, Einschubvorrichtung und neuer Transport- und Einbauvorrichtung erprobt. Der endgültige Einbau ist für das Frühjahr 2001 vorgesehen.

Beim Forward Proton Spectrometer (FPS) von H1 ist ein Baugruppenaustausch vorgesehen (neue Faserdetektoren, moderne Photomultiplier). Die dazu nötige konstruktive Überarbeitung für die horizontalen Stationen wurde vorgenommen.

TESLA Test Facility

Mit dem im Vorjahr gefertigten Beam-Trajectory-Monitor (BTM) sind umfangreiche Messungen zur Führungs- und Positioniergenauigkeit sowie zur Vakuumfestigkeit durchgeführt worden. Letztere dienten zum Nachweis der Funktionalität von kostengünstigen Schrumpfbverbindungen, die erstmalig in der UHV-Technik zum Einsatz kamen. Zweiter Schwerpunkt war eine Studie über ein verbessertes Antriebsprinzip für einen schnell oszillierenden Wirescanner mit hoher Positioniergenauigkeit. Im Ergebnis entstand ein Funktionsmuster, welches ein räumliches Kurvengetriebe beinhaltet. Dieses Funktionsmuster weist deutliche Vorteile gegenüber dem bisher verwendeten Linearantrieb auf. Für den FEL wurden weitere Micro-Mover gefertigt.

Mechanische Werkstatt

Die Schwerpunkte der Arbeit der Mechanischen Werkstatt lagen bei den Themen H1-BST/FST, PITZ und TTF. Um zukünftig im DESY Zeuthen UHV-Bauteile und Komponenten fertigen zu können (Reinigen, Schweißen, Reinraummontage, Lecksuche, Massenspektroskopie), wurden Projektierungsarbeiten für die Erweiterung der Mechanischen Werkstatt begonnen.

Im Januar haben wieder drei Lehrlinge ihre Ausbildung mit überwiegend sehr guten Ergebnissen abgeschlossen. DESY Zeuthen wurde im Jahr 2000 für „hervorragendes Engagement in der beruflichen Ausbildung“ durch die IHK-Cottbus ausgezeichnet.

Gruppe Technische Infrastruktur

Neben einigen Sanierungsarbeiten im Schuppen- und Werkstattbereich wurden die Arbeiten der Gruppe TI im Jahr 2000 überwiegend durch das Bauvorhaben für den Photoinjektor-Teststand geprägt. Nach dem Erhalt des Städtebaulichen Vorbescheides und der Abgabe des Bauantrages im Januar wurde sofort mit den Vorbereitungen für die Schaffung der erforderlichen Baufreiheit für den PITZ begonnen. Hierzu gehörten der Umzug des Halbleiterlabors in die ehemalige Trafostation sowie in Räumlichkeiten in der Halle, die Verlagerung der HERA-B Produktionsstätte für die Modulproduktion in die Halle sowie die Verlegung zweier Labors in andere Bereiche.

Durch Umbauarbeiten wurden die entsprechenden Räumlichkeiten so vorbereitet, dass sie den Anforde-

rungen an Labore und Reinräume entsprachen. Im Außenbereich mussten der Garagenkomplex geräumt und eine Entwässerungsleitung umverlegt werden. Mit dem Eintreffen der Baugenehmigung Ende Februar wurde sofort mit den Ausschreibungen für die einzelnen Gewerke begonnen. Im März begannen die Bauarbeiten mit der Einrichtung der Baustelle, dem Abriss der Garagen und den Abbrucharbeiten innerhalb der angrenzenden Gebäude.

Die Bauarbeiten gestalteten sich recht schwierig, da wegen des hohen Grundwasserstandes umfangreiche Gründungsarbeiten mit Grundwassersenkung und Baugrundsicherung durch Hochdruckinjektion erforderlich waren.

Da der gesamte Injektortunnel im Grundwasser steht, musste wasserundurchlässiger Beton verwendet und alle Bauwerksfugen gegen Sickerwasser geschützt werden. Wände und Decken wurden teilweise aus 1.4 m dickem Beton mit hoher Dichte gefertigt, was besondere Anforderungen an Schalungs- und Bewehrungstechniken stellte. Die Arbeiten verliefen sehr zügig, so dass bereits im August die Stahlhalle montiert wurde. Parallel zum Neubau lief bereits der Innenausbau des umgebauten Gebäudeteils. Am 22.09.2000 erfolgte die Rohbauabnahme verbunden mit einem feierlichen Abschluss der Baumaßnahmen.

Nach der Inbetriebnahme der Krananlagen wurden bereits im Oktober erste Teile für die Hochfrequenzversorgung und für den Teststand selbst angeliefert und aufgebaut (Abb. 85). Eine neue Trafostation mit der 20 kV-Einspeisung wurde vom Energieversorger zugeschaltet und am 29.11.2000 erfolgte die Endabnahme des Bauvorhabens PITZ durch Mitarbeiter des Bauamtes und der Brandschutzabteilung der Bauaufsichtsbehörde.



Bereich Beschleuniger (M)

Inhalt

Übersicht	197
Speicherringanlage HERA	199
Speicherring DORIS III	203
Die Vorbeschleuniger	205
Arbeiten der Gruppen des Bereichs Beschleuniger	209
Strahlenschutz	235
Voruntersuchungen zum TESLA Linear-Collider Projekt	239
Entwicklung eines Freie-Elektronen Lasers für sehr kurze Wellenlängen	245



Übersicht M-Bereich

HERA

Das Jahr 2000 war für HERA äußerst erfolgreich. Aufgrund einer ausgezeichneten Luminositätseffizienz von 56% wurden 67 pb^{-1} an integrierter Luminosität erreicht. Dies ist eine deutliche Steigerung gegenüber dem Vorjahreswert von 45.5 pb^{-1} . Die Untergrundbedingungen an allen Experimenten waren durchweg gut. In einer Reihe von Maschinenstudien wurden unter anderem Experimente zur Verbesserung des HERA-B Targetbetriebs und zu wesentlichen Aspekten der Strahldynamik in HERA nach der Luminositätssteigerung durchgeführt. Es ergaben sich keinerlei Anhaltspunkte für zu erwartende Probleme. Die vorbereitenden Arbeiten für die HERA-Luminositätssteigerung wurden im Berichtszeitraum weit voran getrieben. Über 60 normalleitende Dipol- und Quadrupol-Magnete und zwei supraleitende Magnete wurden geliefert. Die Umbauarbeiten in HERA haben im September 2000 begonnen. Mit der Fertigstellung der Arbeiten nach Plan ist zu rechnen.

DORIS III

Die in den vergangenen Jahren erreichten ausgezeichneten Strahllebensdauern beim Betrieb von DORIS III als Synchrotronlichtquelle waren auch für das Jahr 2000 typisch. Gegen Ende des diesjährigen Betriebes wurden folgende Lebensdauern erzielt: 13 Stunden bei 130 mA, 15 Stunden bei 110 mA und 20 Stunden bei 90 mA. Die Betriebseffizienz von 94.4% bedeutet eine weitere kleine Steigerung gegenüber dem Wert des letzten Jahres. Die im Vorjahr in Betrieb genommene PC basierte Strahllageregelung arbeitete im Berichtsjahr einwandfrei. Zur weiteren Verbesserung der Strahllagestabilität wurden neue Vakuumkammern in die Quadrupol-Triplets in den Bögen eingebaut.

Vorbeschleuniger

Die Vorbeschleuniger für Elektronen und Positronen, Linac II-PIA-DESY II, liefen auch 2000 mit der von den Vorjahren gewohnten Zuverlässigkeit. Für PETRA konnten Bunche mit typisch $(1.4-1.5) \times 10^{10}$ Teilchen bei 7 GeV von DESY II geliefert werden. Für DORIS waren es $(3-4) \times 10^9$ Teilchen bei 4.5 GeV. 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 mit 20 mA um 20% über dem Designwert.

Der PETRA-Betrieb als Vorbeschleuniger für HERA verlief sehr zuverlässig. Der Spitzenwert des Protonenstroms bei Ejektionsenergie konnte auf 121 mA gesteigert werden und entsprach damit 97% des Entwurfs-werts. Die Maschine stand im Berichtsjahr für mehr als 30% der Zeit als Synchrotronstrahlungsquelle zur Verfügung.

Linear-Collider Studien

Im Berichtszeitraum konzentrierten sich die Arbeiten – im Rahmen einer breiten internationalen Kollaboration – auf die Fertigstellung eines Projektvorschlages (Technical Design Report, TDR), in dem das vollständige Design für die zukünftige Anlage sowie die Kosten und das benötigte Personal zusammengestellt sind. Es wird vorgeschlagen, TESLA entlang einer 33 km langen Trasse in NNW-Richtung ausgehend vom DESY Gelände zu errichten. An der TESLA Test Facility (TTF) wurden weitere Fortschritte beim Entwicklungsprogramm für die supraleitenden Beschleunigerstrukturen, beim Betrieb des Test-Linearbeschleunigers und bei der Inbetriebnahme der FEL-Testanlage erzielt.

Freie-Elektronen Laser

Am 22. Februar 2000 gelang weltweit erstmalig die Erzeugung von Strahlung bei der Wellenlänge 109 nm mit dem Freie-Elektronen Laser der TESLA Test Facility. Der hiermit erbrachte Beweis, dass das SASE-Prinzip

auch in diesem Wellenlängenbereich funktioniert, ist ein entscheidender Meilenstein für das TESLA-Projekt.

In den folgenden Monaten wurde das SASE-Prinzip bei Elektronenstrahl-Energien von 181–272 MeV auch für Wellenlängen von 80–181 nm demonstriert.

Speicherringanlage HERA

HERA Betrieb 2000

17.01. – 21.01.	Maschinenanlauf
22.01. – 17.08.	Positron-Proton-Luminositätsbetrieb
18.08. – 26.08.	Beschleunigerentwicklung
01.09. – 31.12.	Umbau für die Luminositäts-erhöhung

HERA ging am 17. Januar 2000 nach einer kurzen Betriebspause um die Jahreswende wieder in Betrieb. Der Betrieb mit 27.5 GeV Positronen und 920 GeV Protonen für die vier Experimente ZEUS, H1, HERMES und HERA-B begann am 22. Januar und endete am 26. August 2000. Er wurde nur unterbrochen durch den allmonatlichen Wartungstag, gefolgt von jeweils einem Tag Maschinenentwicklung. Der Wartungstag im März wurde auf drei Tage ausgedehnt, um dem HERA-B Experiment Gelegenheit zu geben, den Detektor zu vervollständigen. Insgesamt standen 197 Tage bzw. 4728 Betriebsstunden für den Experimentebetrieb zur Verfügung. Die letzten neun Tage am Ende der Betriebsperiode wurden für Maschinenstudien verwendet. Seit dem 1. September 2000 werden die Wechselwirkungszonen in HERA für die Luminositäts-erhöhung umgebaut.

Luminositätsbetrieb

Die Protonenströme in HERA bei 920 GeV im Luminositätsbetrieb erreichten gleich zu Anfang des Betriebsjahres Werte von über 90 mA in 180 Strahlpaketen. Im Mittel lagen die Ströme in 2000 bei 91 mA, der Rekordwert war 109.6 mA. Bemerkenswert ist die Gleichmäßigkeit und Beständigkeit, mit der Stromwerte nahe dem Maximalwert erreicht werden konnten. Die Effizienz der Protonen-Injektion in HERA betrug im Mittel 90%, wobei etwa 5% Verluste im Transportweg

zu verzeichnen waren und der Rest der Strahlverluste sich etwa gleichmäßig auf Injektion, Speicherzeit bei 40 GeV und Rampverluste in HERA verteilte. Im Jahr 2000 wurde HERA mit 27.5 GeV Positronen betrieben. Die Positronen-Intensität wurde während des gesamten Betriebsjahres kontinuierlich gesteigert und erreichte zuletzt routinemäßig Werte von über 50 mA.

Bei der Injektion und der Beschleunigung der Strahlen gab es keine nennenswerten Probleme. Injektion und Beschleunigung wurden zügig abgewickelt und nahmen etwa 15% der Betriebszeit in Anspruch (Abb. 101). Diese Füllzeiten sind im Wesentlichen durch die Dauer der Magnetzyklen limitiert.

Die Luminosität für die HERA-Experimente H1 und ZEUS war in 2000 ausgesprochen hoch. Die Rekordwerte lagen über $L = 2 \times 10^{31} \text{ cm}^{-2}\text{sec}^{-1}$. In der zweiten Hälfte des Betriebsjahres lagen die Werte der Luminosität kurz nach der Injektion jeweils durchweg über dem HERA-Designwert von $L = 1.5 \times 10^{31} \text{ cm}^{-2}\text{sec}^{-1}$, welches sich in dem hohen Mittelwert der Spitzenluminosität von $\langle L \rangle = 1.5 \times 10^{31} \text{ cm}^{-2}\text{sec}^{-1}$ widerspiegelt. Hinzu kam eine ausgezeichnete Lumi-

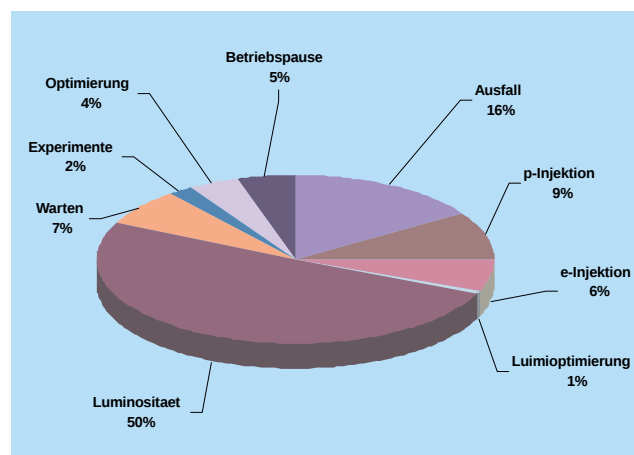


Abbildung 101: HERA Betriebsstatistik.

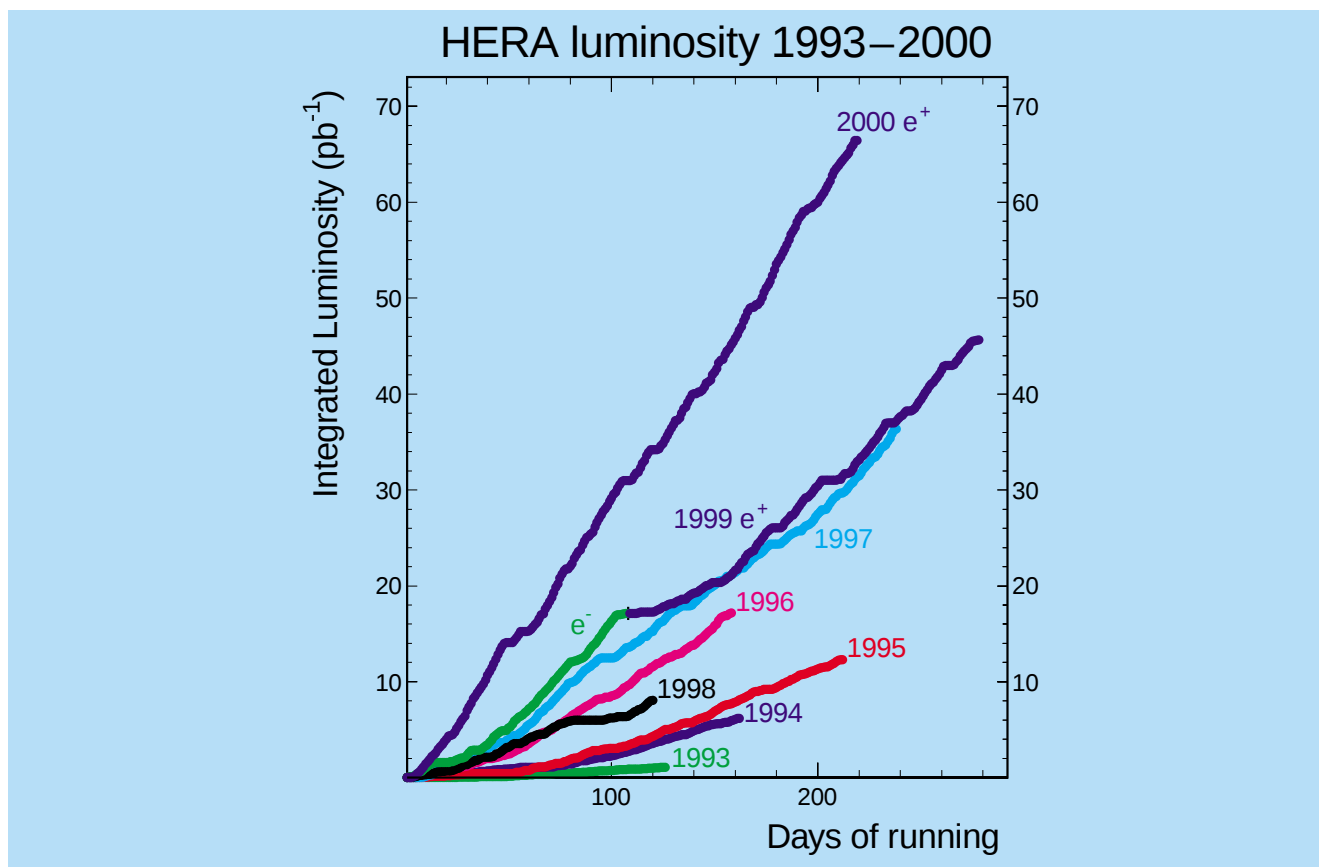


Abbildung 102: Integrierte HERA-Luminosität 2000 im Vergleich zu den Vorjahren, gemessen mit dem ZEUS Luminositätsmonitor.

nositätseffizienz $\eta = 56\%$ (η ist gleich der Zeit mit Luminosität dividiert durch die insgesamt zur Verfügung stehende Zeit). Das Luminositätsergebnis fiel aus diesem Grunde auch mit 67 pb^{-1} , gemessen mit dem ZEUS Luminositätsmonitor, unerwartet hoch aus (Abb. 102).

Gleichzeitig mit der hohen Luminosität wurden auch hohe Werte des Polarisationsgrades des Positronenspins im Bereich von 55–65% erzielt. Dazu trugen wesentlich neue Optimierungsverfahren bei, die es auch den Nichtexperten unter den Operateuren gestatteten, die Polarisation schnell zu optimieren.

Technische Probleme

Im Jahr 2000 waren vergleichsweise wenige technische Probleme zu verzeichnen. Zwar gab es ähnlich wie in

den Vorjahren pro Tag im Mittel 1.5 technische Ausfälle, die zu einem Strahlverlust führten bzw. die Injektion verhinderten, doch trugen in diesem Jahr dazu die technischen Probleme der Experimente in prominenter Weise bei.

Die technischen Probleme in HERA waren in der Regel Standardprobleme und konnten im allgemeinen sofort beseitigt werden. Insgesamt hat die Zuverlässigkeit der technischen Komponenten in HERA einen hohen Stand erreicht, welches sich in der hohen Luminositätseffizienz von 56% widerspiegelt.

Es gab jedoch noch einige bisher ungelöste beschleunigerphysikalische Probleme. Dies sind gelegentliche Strahlverluste von Positronen beim Zusammenfahren von Leptonen- und Protonenstrahl in den Wechselwirkungspunkten H1 und ZEUS sowie die Aufweitung der

longitudinalen Emittanz des Protonenstrahls während der Rampe um einen Faktor von etwa vier. Diese Probleme wurden im Berichtszeitraum untersucht, und es wurden Verbesserungsmaßnahmen eingeleitet.

Die Untergrundbedingungen an allen Experimenten waren durchweg gut, allerdings ergaben sich immer wieder Situationen, die eine Untergrundverbesserung durch Orbitmanipulationen im Bereich der Experimentierzonen und Optimieren der Protonen-Kollimatorpositionen erforderlich machten.

Ein Sonderfall ist das Auftreten von nicht synchron mit der Hochfrequenz umlaufenden Protonen („Coasting Beam“), die mit dem HERA-B Target außerhalb des Triggerintervalls kollidieren und zu Problemen mit der Datennahme führen. Außerdem können diese Teilchen nicht effizient kollimiert werden. Sie verlieren Energie durch Abstrahlung von Synchrotronlicht und gehen schließlich unkontrolliert verloren, was Untergrundprobleme verursacht. Die Erzeugung von nicht synchronen Protonen konnte durch modifizierte Hochfrequenzparameter (eine größere 52 MHz HF-Amplitude) etwa um den Faktor zwei bis vier unterdrückt werden. Ein breitbandiger Kickermagnet wurde eingesetzt, um die unerwünschten Teilchen zwischen den Teilchenpaketen aus HERA herauszukicken. Die Kombination dieser beiden Maßnahmen stellte tolerable Bedingungen für alle Experimente her.

Beschleunigerentwicklung

Im Berichtszeitraum wurde eine Reihe von Maschinenstudien durchgeführt, um den Betrieb der Maschine zu verbessern, den bereits erwähnten beschleunigerphysikalischen Problemen nachzugehen und Fragen im Zusammenhang mit der bevorstehenden HERA-Luminositätssteigerung zu klären.

Zur Optimierung des HERA-B Target-Betriebs, insbesondere zur Verbesserung der Target-Effizienz, wurden Experimente durchgeführt, um die Population des Protonenstrahls in den Schwänzen der transversalen Verteilung mittels Modulation der Betatron-Frequenzen zu vergrößern. Dies führte zu einer gleichmäßigeren Targetrate und wirkte sich nicht nachteilig auf den Untergrund der übrigen Experimente aus.

Eine Reihe von Experimenten beschäftigte sich mit Aspekten der HERA Luminositätssteigerung.

Eine im Rahmen einer Doktorarbeit durchgeführte Untersuchung der transversalen Verteilung des Leptonenstrahls ergab, dass nach der Luminositätssteigerung keine Erhöhung des Synchrotronstrahlungs-Untergrundes aufgrund von Anomalien in der Strahlverteilung zu erwarten ist.

Die Leptonen in HERA mit den neuen Wechselwirkungszonen werden ab dem Jahr 2001 mit einer Strahl-optik mit 72 Grad Betatronphasenvorschub pro FODO Zelle betrieben. Diese Optik ergibt zusammen mit einer HF-Frequenzverschiebung von 175 Hz die erforderliche Leptonen-Emittanz von 22 nm. Diese Strahl-optik wurde eingehend untersucht. Akzeptanz und Emittanz wurden gemessen und verifiziert. Mit dieser Optik wurden Positronen und Protonen kollidiert. Die gemessene Luminosität entsprach den Erwartungen (Abb. 103). Außerdem konnten mit dieser Optik in kurzer Zeit gute Werte der Spin-Polarisation ($>60\%$) erzielt werden. Mit der 72 Grad Optik wurde das Verhalten des Positronenstrahls bei extrem großen Strahl-Strahl-Q-Verschiebungen untersucht. Das Ergebnis ist, dass mit den für 2001 angestrebten Strahl-Strahl-Q-

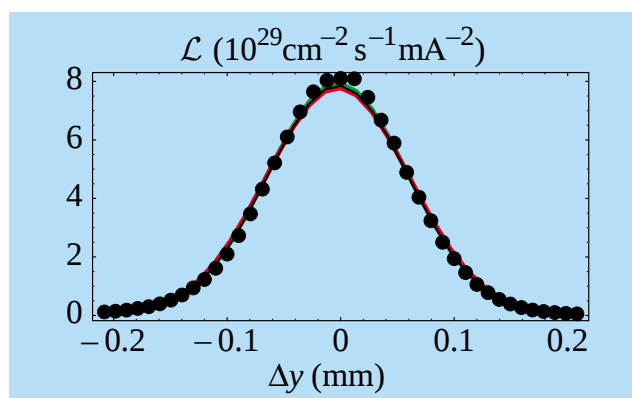


Abbildung 103: Luminositäts-Scan mit der neuen 72 Grad Optik: Die spezifische e/p Luminosität ist gegen eine vertikale Strahlseparation aufgetragen. Die sich ergebende Kurve zeigt, dass die erwartete spezifische Luminosität erreicht wird, und dass die effektive Strahlbreite am Wechselwirkungspunkt den Erwartungen entspricht. Die Abbildung zeigt die Messpunkte (Punkte) und Fitkurven unter der Annahme Gaußscher Strahlverteilung.

Verschiebungswerten HERA ohne Probleme betrieben werden kann.

Methoden zur Verbesserung des Strahlorbits wurden getestet. Im Rahmen einer Diplomarbeit wurden die Temperaturstabilität und die mechanischen Eigenschaften der Magnetbrücken an den Wechselwirkungszonen untersucht. Eine Methode zur Dispersionskorrektur wurde entwickelt und experimentell verifiziert. Damit wurden viele wesentliche Aspekte der Strahldynamik in HERA nach der Luminositätserhöhung getestet. Es ergaben sich keinerlei Anhaltspunkte für zu erwartende Probleme.

Andere Experimente beschäftigten sich mit der bereits erwähnten Aufweitung der longitudinalen Emittanz des Protonenstrahls bei der Rampe. Mit einem im Rahmen einer Doktorarbeit aufgebauten Multi-Bunch Messsystem konnte nachgewiesen werden, dass diese auf gekoppelte Multi-Bunch-Synchrotronschwingungen, die während der Beschleunigung auftreten, zurückzuführen ist. Für ein eventuelles Rückkopplungssystem wurden vorbereitende Studien durchgeführt. Es wurden Messungen zur Strahltransferfunktion durchgeführt und das Dämpfungsverhalten des Strahls mittels Strahlechomethoden untersucht.

Das beschriebene Beschleunigerentwicklungsprogramm wird für den Betrieb von HERA in den kommenden Jahren von großem Nutzen sein.

HERA Luminositätserhöhung

Die vorbereitenden Arbeiten für die HERA Luminositätserhöhung wurden im Berichtszeitraum weit vorangetrieben.

Die Fertigstellung, Vermessung und Lieferung der 60 normalleitenden Dipol- und Quadrupol-Magnete wurde im Berichtsjahr abgeschlossen. Noch nicht wieder zur Verfügung standen am Jahresende ein vertikaler Korrekturmagnet für Protonen (Typ CZ), der neu ausgelegt werden musste sowie die Magnete vom Typ BN und BH, die nach dem Ausbau aus HERA extern modifiziert und mit neuen Spulen versehen werden. Die Dipolmagnete vom Typ BT, die ebenfalls aus HERA ausgebaut und modifiziert werden mussten, sind weit-

gehend fertig gestellt. Die Fertigung der supraleitenden Magnete GO und GG ist im Berichtsjahr im Brookhaven National Laboratory BNL (USA) angelaufen. Zwei Magnete vom Typ GO wurden an DESY ausgeliefert und dort getestet. Die Magnete erfüllen sehr gut die Feldspezifikation, aber nicht die Vorgaben für die kryogenischen Verluste. Die erhöhten Verluste können jedoch durch stärkere Helium-Pumpen und zusätzliche Isolierung ausgeglichen werden. Die Spulenfertigung des zweiten Magnettyps GG ist abgeschlossen. Mit der Montage des ersten GG wurde Anfang Dezember 2000 begonnen. Er sollte gegen Ende des Jahres fertig montiert sein.

Die Arbeiten am Vakuumsystem der Protonen sind bis auf einige aufgrund von Modifikationen notwendige Restarbeiten abgeschlossen. Das komplexe Kammer-System für den Leptonenstrahl in der Nähe der Wechselwirkungszone ist weitgehend fertig gestellt. Alle Magnete auf den Magnetbrücken sind mit Kammern, Absorbern und Pumpen ausgerüstet. Die sehr aufwendigen Kammer-Systeme für den GM Magneten, verkupferte Edelstahlprofile mit aufgelöteten Pumpkanälen für NEG-Pumpen, sind noch in der Fertigung. Die Magnetstützen inklusive der Magnetbrücken stehen für den Einbau zur Verfügung. Die Beschaffung von Netzgeräten, Kabeln, kryogenischen Versorgungseinrichtungen und Diagnoseeinrichtungen verläuft wie geplant. Mit der Erstellung umfangreicher Rechnerprogramme zur Kontrolle der neuen Komponenten wurde im Berichtszeitraum begonnen.

Seit September 2000 haben die Umbauarbeiten in HERA angefangen. In den Monaten September und Oktober wurden die alten Komponenten abgebaut, im November wurde mit der Montage der neuen Komponenten begonnen. Das komplexe Magnetstützensystem für die Rotatoren um das gerade Stück Nord ist weitgehend montiert. Die vollständig ausgerüsteten Magnetbrücken in Nord und Süd sind ebenfalls bereits aufgestellt. Mit der Aufstellung der neuen Magnete in den geraden Stücken wurde gegen Ende des Berichtszeitraums begonnen.

Die Herstellung, Beschaffung und Montage der Komponenten für die HERA-Luminositätserhöhung ist planmäßig fortgeschritten, so dass die Fertigstellung der Arbeiten fristgemäß erwartet wird.

Speicherring DORIS III

DORIS III Betrieb 2000

- 03.01. – 05.01. Anlaufzeit
- 06.01. – 01.10. Synchrotronstrahlungsbetrieb
- 02.10. – 31.12. Betriebsunterbrechung

Der Wiederanlauf von DORIS begann am 3. Januar und der offizielle Nutzerbetrieb für HASYLAB startete bereits drei Tage später. Wie im Jahr zuvor wurde mit HASYLAB ein 5:1 Wochenrhythmus vereinbart, das heißt fünf Wochen Synchrotronstrahlungsbetrieb gefolgt von einer Service-Woche.

Am 2. Oktober begann eine fünfzehnwöchige Unterbrechung des Strahlbetriebs, in der unter anderem alle Triplet-Kammern und alle Kicker-Magnete erneuert werden sollen.

Strahlparameter

Der diesjährige Betrieb startete mit den ausgezeichneten Strahllebensdauern, die Ende 1999 erreicht worden waren (14 Stunden bei 130 mA, 21 Stunden bei 90 mA). Ende Februar trat ein Vakuumleck am Absorber in der X-Beamline auf, mit dem entsprechenden negativen Einfluss auf die Lebensdauer. In der Service-Woche vom 20. bis zum 26. März wurde die Beamline repariert, was nochmals die Belüftung eines Viertels des DORIS-Vakuumsystems erforderlich machte. Noch zweimal in diesem Jahr mussten Teilbelüftungen vorgenommen werden. Einmal trat ein Vakuumleck an der BW5 Auslasskammer auf bei Lötarbeiten, die wegen eines Wasserlecks an dieser Kammer durchgeführt wurden, und dann wurden in der Service-Woche im Juni die Auslasskammern von der HARWI- und der Maschinenbeamline U ausgebaut, um ein altes Wasserleck reparieren zu können. Diese Reparatur war seit langem geplant, und dafür war die Service-Woche um zwei Tage verlängert worden. Der Zeitraum für die Erholung der

Lebensdauern im Anschluss an die Belüftungen war für HASYLAB akzeptabel.

Gegen Ende des diesjährigen Betriebes wurden folgende Strahllebensdauern erzielt: 13 Stunden bei 130 mA, 15 Stunden bei 110 mA und 20 Stunden bei 90 mA.

Wie im Jahr zuvor wurden im 5-Bunch-Betrieb maximal 150 mA gespeichert und während der sechs Wochen Strahlzeit mit 2 Bunchen 85 mA. Der von HASYLAB genutzte integrierte Strahlstrom betrug 498 Ah.

Die PC-basierte Strahllageregelung arbeitete im Berichtsjahr einwandfrei. Weiterhin unverändert sind allerdings die horizontalen Orbitveränderungen in den Bögen des DORIS-Ringes, die von horizontalen Verschiebungen diverser Quadrupole hervorgerufen werden. Die dafür verantwortlichen Vakuumkammern sollten während der Betriebsunterbrechung ausgetauscht werden (siehe unten).

Betriebsergebnis 2000

Das Betriebsergebnis ergibt sich aus dem Verhältnis von 5307 Stunden geplanter Strahlzeit für HASYLAB und 5011 Stunden, in denen tatsächlich Synchrotronlicht geliefert werden konnte. Die daraus resultierende Betriebseffizienz von 94.4% bedeutet eine weitere Steigerung gegenüber dem Wert des letzten Jahres von 92.2%.

Arbeiten während der Betriebsunterbrechung 2.10.2000–12.2.2001

Ende November waren alle neuen Vakuumkammern der Quadrupol-Triplets in den Bögen eingebaut. Ausgenommen davon sind nur die Kammern der drei Injektions-Triplets, da bisher von den vier Kicker-

Magneten, die ausgetauscht werden sollten, nur der Kicker für die vertikale Anregung eingebaut werden konnte. Es zeigte sich, dass die Kupfertechnologie, in der diese Elemente ausgeführt werden, große fertigungstechnische Probleme aufwirft. Die sind jetzt gelöst, so dass die restlichen Kicker im Frühjahr fertig werden und im Anschluss an den bisher geplanten Synchrotronstrahlungsbetrieb für das erste Halbjahr, das am 9.7.2001 endet, eingebaut werden können.

Wo wegen der fehlenden Kickermagnete auch Quadrupol-Kammern nicht ausgewechselt werden konnten, sind die betreffenden Quadrupole mit seitlichen Stützen mechanisch stabilisiert worden. Um die vertikalen Strahllagebewegungen, die von Kipp-Schwingungen der Dipole getrieben werden, weiter zu verringern, sind deren schon vorhandene „Bauchstützen“ durch solche mit größerem Querschnitt ausgetauscht worden.

Alle Sextupole in den Bögen sind auf neue Füße gesetzt worden, die eine genauere mechanische Justierung ermöglichen, was für einen ordnungsgemäßen Betrieb wichtig ist. Das gesamte Kühlwasser-Pump-System inklusive Verrohrung und Pumpen sowie der elektrischen Steuerung ist erneuert worden und seit Anfang Dezember im Betrieb.

Die Ansteuerung der beiden Longitudinalen-Feedback-Cavities wurde vereinfacht, so dass auf die verschiebbaren Abstimmkolben verzichtet werden konnte. In der Vergangenheit war es mehrfach zu Vakuumlecks an deren Flanschen gekommen.

In den Wiggler-Kammern im Bypass sind zusätzliche Titan-Sublimations-Pumpen (TSP) installiert worden, die die Vakuum Druckwerte in diesem Bereich verbessern werden.

Die Vorbeschleuniger

LINAC II und LINAC III

Am LINAC II war der Betrieb von insgesamt zwölf Beschleunigerabschnitten vom S-Band Typ im Betriebsjahr 2000 sehr zuverlässig. Fünf dieser Abschnitte wurden in den vergangenen Jahren erneuert. Von den restlichen sieben Abschnitten aus der Entstehungszeit des Linac, die über 30 Jahre alt sind, konnten Ende 2000 drei weitere erfolgreich ausgetauscht werden. Die letzten vier Abschnitte werden gemeinsam mit den Gruppen MVA und MHF für die nächste längere Betriebsunterbrechung in 2003 gefertigt, bezüglich ihrer Hochfrequenz-Eigenschaften vermessen, und schließlich von MIN konditioniert.

Der vor zwei Jahren vorangetriebene Umbau des LINAC III-Injektionssystems hat sich im Routinebetrieb bewährt. Der wechselweise Betrieb von zwei verschiedenen H^- -Quellen ist möglich: Die klassische Cäsium-behaftete Magnetron-Quelle ist zur Zeit die Standardquelle des LINAC III, an der Cäsium-freien Hochfrequenzquelle sind letzte Entwicklungen noch nicht abgeschlossen. Hier liegt der Schwerpunkt der Arbeiten bei der Erhöhung der Extraktions-Effizienz. Jedoch stehen beide Quellen für die Erzeugung eines H^- -Strahls zur Verfügung. Jede Quelle besitzt eine eigene LEBT („Low Energy Beam Transportline“) und einen eigenen RFQ („Radio Frequency Quadrupole“). Das wechselseitige Zuschalten der jeweiligen Quelle erfolgt über eine 1998 neu aufgebaute MEBT („Medium Energy Beam Transferline“).

Die klassische Magnetron-Quelle lief im Betriebsjahr 2000 sehr zuverlässig.

DESY II

DESY II lief im Jahr 2000 als Vorbeschleuniger von Positronen für DORIS und PETRA mit der gleichen

hohen Zuverlässigkeit wie in der Vergangenheit. Durch das neue Kontrollsystem auf PC Basis konnten die Übersichtlichkeit der Kontrollen verbessert und die Optimierungsprozeduren des Beschleunigerbetriebs vereinfacht werden. Verbesserungen an der Magnetstrom-Steuerung führten zu längeren störungsfreien Betriebszeiten. Durch diese Maßnahmen konnte die Injektionseffizienz im Lauf des Jahres von 40–60% auf 80–90% gesteigert werden. Für PETRA konnten Bunche mit typisch $(1.4-1.5) \times 10^{10}$ Teilchen bei 7 GeV geliefert werden. Für DORIS waren es $(3-4) \times 10^9$ Teilchen bei 4.5 GeV. In den Füllpausen lieferte DESY II während der gesamten Betriebszeit Strahl für die Teststrahl-Benutzer.

Während des Shutdowns wurden die HF-Senderanlagen modernisiert. Die mehr als 30 Jahre alte Summendrossel, die ein integraler Bestandteil der Magnetstrom-Erzeugung ist, wurde mit einer neuen Spule versehen.

DESY III

Der Betrieb von DESY III als Protonen-Vorbeschleuniger für PETRA verlief im Berichtszeitraum ebenfalls mit hoher Zuverlässigkeit. Der Mittelwert des Gesamtstroms bei dem Maximalimpuls von 7.5 GeV/c lag wie zuvor bei 200 mA, was 20% über dem Designwert ist. Das Strahlage-Messsystem wurde mit der vervollständigten Auswerteelektronik ausgerüstet und mit einem neuen Datensammel- und Speichersystem erfolgreich geprüft. Mit der Analyse der neu gesammelten Strahllagedaten wurde begonnen.

Während des Shutdowns wurde ein neuer Resonator eingebaut. Die Abschirmung von einigen Lagemonitoren wurde besser geerdet, um elektronische Störungen zu minimieren.

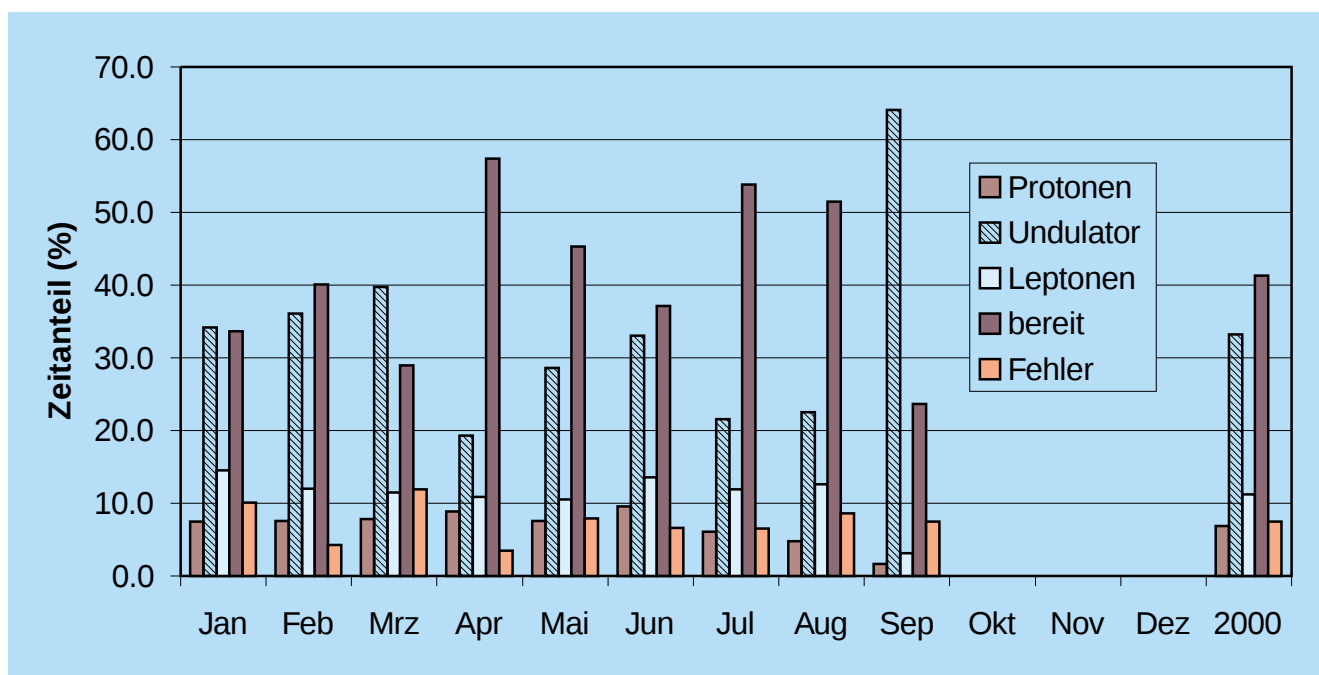


Abbildung 104: Aufteilung der Betriebszeit 2000 auf die einzelnen Betriebsmodi: Vorbeschleunigerbetrieb: Leptonen und Protonen; Synchrotronstrahlungsbetrieb: Undulator; Maschine im Wartezustand: bereit.

PETRA II

Im Betriebsjahr lief die Maschine etwas mehr als 270 Tage, entsprechend etwa 6500 Stunden. Nach dem Wiederanlauf im Januar wurde PETRA bis Anfang September sowohl als Vorbeschleuniger für HERA als auch als Synchrotronstrahlungsquelle für HASYLAB und im September nur noch für HASYLAB betrieben. Die Verteilung der Zeit auf die einzelnen Betriebsmodi zeigt Abbildung 104. Die Ausfallzeit war im Mittel mit etwa 6% sehr gering, wobei keine technische Komponente besonders auffällig war. Der Betrieb im Einzelnen sah wie folgt aus:

Betrieb als Vorbeschleuniger

Elektronen/Positronen

Die Maschine lief etwa 10% der Zeit als Positronen-Vorbeschleuniger für HERA. Der Betrieb war über den gesamten Berichtszeitraum unproblematisch.

Protonen

Das positive Ergebnis des vorangegangenen Jahres konnte nochmals leicht verbessert werden. Der Spitzenwert des Protonenstroms bei Ejektions-Energie lag bei 121 mA und entsprach damit 97% des Entwurfs-werts. Im Mittel wurden über 100 mA bei der Ejektions-Energie von 40 GeV zur Verfügung gestellt. Leider gab es während des Betriebs zeitweilig Probleme mit der Ejektion der Teilchen. Im Laufe des Jahres stellte sich heraus, dass es einen Zusammenhang der Ejektionsschwierigkeiten mit dem Synchrotronstrahlungsbetrieb gibt. Es besteht der Verdacht, dass die Ferrite der Ejektionskicker durch elektromagnetische Felder der Positronenbunche aufgeheizt werden. Diese Erwärmung führt dazu, dass nach Beendigung eines Synchrotronstrahlungs-Runs die Ejektionskicker beim anschließenden Protonen-Betrieb nicht mehr ihre notwendige magnetische Feldstärke erreichen. Um dieses Phänomen näher untersuchen zu können, wurden Temperatursensoren an den Kicker angebracht. Als Abhilfe wurde gleichzeitig die Abschirmung der Kicker gegen

elektromagnetische Felder der Positronenbunche verbessert und ein dritter Ejektionskicker eingebaut, um so einen sicheren Transfer der Protonen nach HERA zu garantieren.

Betrieb als Synchrotronstrahlungsquelle

Die Maschine stand im Berichtsjahr für mehr als 30% der Zeit als Synchrotronstrahlungsquelle zur Verfügung. Dieser hohe Zeitanteil resultiert aus dem Monat September, in dem die Maschine exklusiv für HASYLAB lief (Abb. 104). Die Maschine wurde in diesem Modus ausschließlich mit Positronen betrieben. Maschinenparameter wie die Energie der Positronen oder Zahl der Bunche wurden den Wünschen der Nut-

zer entsprechend eingestellt. Um den Photonenfluss zu erhöhen, wurden drei Maßnahmen ergriffen. Erstens wurde der Positronenstrom auf 50 mA erhöht. Wegen der Schwierigkeiten mit der Proton-Ejektion wurde im Laufe des Jahres allerdings auf diese Stromerhöhung verzichtet, und beim Betrieb mit wenigen Bunchen (4–8) wurde der Strom sogar abgesenkt. Zweitens wurde die Emittanz der Maschine durch Erhöhung der HF-Frequenz verkleinert, was zu einer Erhöhung des Flusses von etwa 20% führte. Drittens wurde die Optik der Maschine so geändert, dass die Größe des Photonenstrahls am Ort des Monochromators verkleinert wurde. Diese Maßnahme führte zu einer Erhöhung des Flusses von etwa 25%. Die beiden zuletzt genannten Maßnahmen sollen im folgenden Jahr in den Routinebetrieb integriert werden. Insgesamt erwartet man durch dieses Verbesserungsprogramm etwa eine Verdoppelung des Photonenflusses.

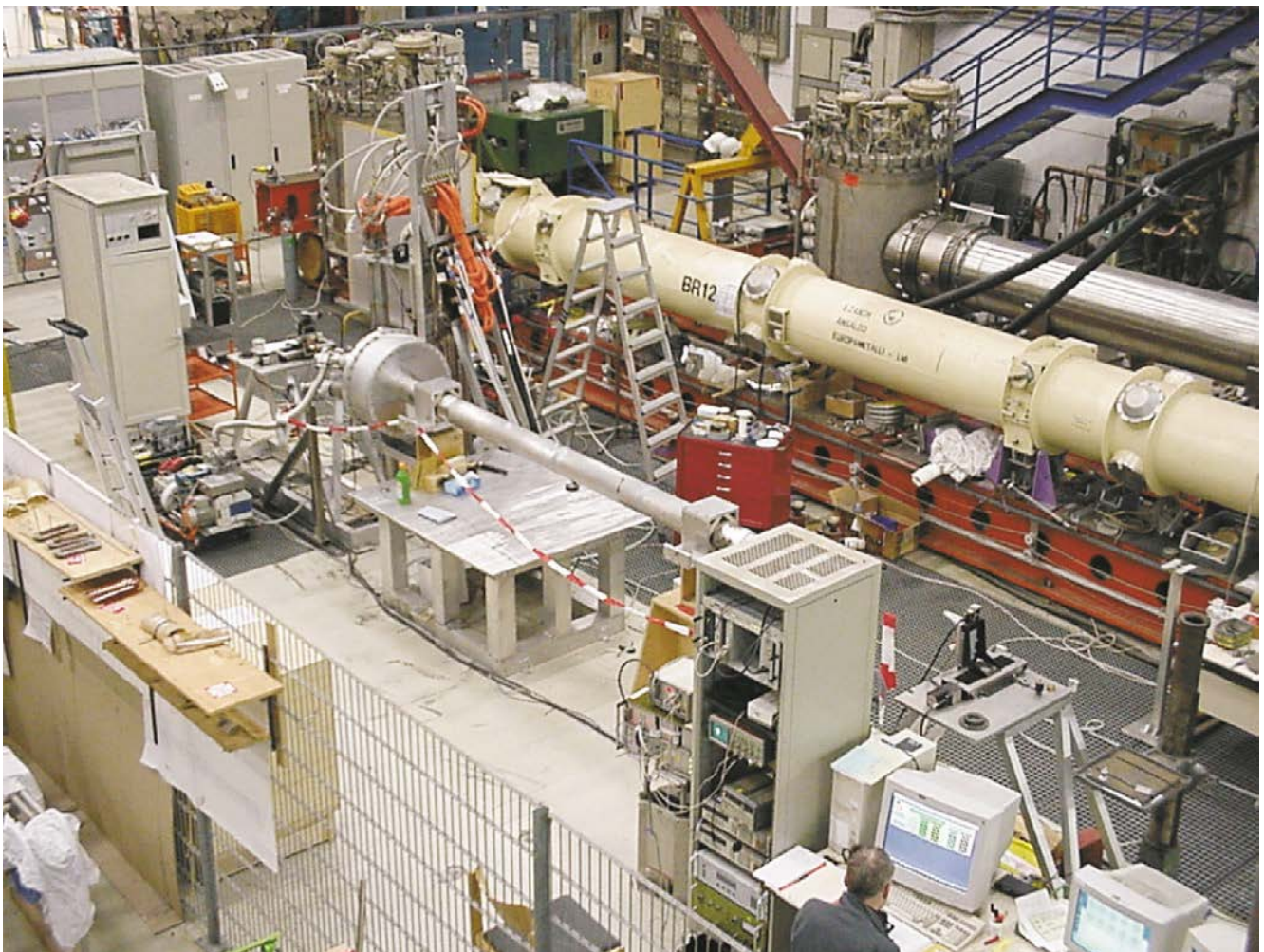


Abbildung 105: Supraleitender Magnet für den HERA-Luminositäts-Upgrade auf dem Teststand.

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

Wie im vorigen Jahresbericht erwähnt wurde, besteht eine Option für die längerfristige Zukunft von HERA in der Kollision von Hadronen mit Elektronen bzw. Positronen. Die Kühlung der Hadronenstrahlen zur Verkleinerung der Emittanz ist von Interesse, um eine möglichst hohe Luminosität bei derartigen Kollisionen zu erreichen. In diesem Zusammenhang wird unter anderem auch die Elektronenkühlung von Hadronen in PETRA seit einiger Zeit untersucht. Ein solcher Elektronenkühler besteht im Wesentlichen aus drei Teilen:

- Einem LINAC, in dem die Elektronen auf die erforderliche Energie von etwa 10 MeV beschleunigt werden,
- einem so genannten Debuncher, in dem die Elektronenbunche verlängert werden und damit die Energieunschärfe des Strahls auf das notwendige Maß verkleinert wird,
- dem Rezirkulator, der die eigentliche Kühlstrecke enthält, und in dem die Elektronenbunche für einige Tausend Umläufe gespeichert werden.

Die Untersuchungen dieser drei Komponenten wurden fortgesetzt und sind für den Rezirkulator abge-

schlossen worden. Es konnte gezeigt werden, dass die Elektronen im Rezirkulator für einige Tausend Umläufe gespeichert werden können, ohne dass ihre guten Strahleigenschaften wesentlich leiden.

PETRA als Testbeschleuniger für einen Linear-Collider Dämpfungsring

Dämpfungsringe sind wesentliche Komponenten eines Linear-Colliders. Im Zusammenhang mit dem Entwurf eines solchen Rings treten Probleme auf, die man experimentell untersuchen möchte. PETRA eignet sich in mancher Hinsicht gut als Testmaschine, insbesondere wenn es gelingt, die Emittanz der Maschine zu verkleinern. Da die Emittanz einer Elektronen-Maschine quadratisch von der Energie abhängt, erhält man eine kleinere Emittanz, wenn man die Energie der Maschine absenkt. Deshalb wurde versucht, die Maschine bei 6 bzw. 4.5 GeV anstatt bei 7 GeV zu betreiben. Bisher ist es gelungen, einen Strahl in einer Optik mit relativ schwacher Fokussierung bei einer Energie von 4.5 GeV zu speichern. Die Emittanz beträgt in diesem Fall 9.5 nmrad. Die Versuche, einen Strahl in einer Optik mit stärkerer Fokussierung zu speichern, schlugen bis jetzt fehl. Die Untersuchungen zu diesem Themenkreis sollen im folgenden Jahr fortgesetzt werden.

Spin-Polarisation

Polarisierte Positronen und Elektronen

Der in den Vorjahren schon erreichte Polarisationsgrad von 50–60% mit kollidierenden Strahlen bei Protonenströmen von 80–100 mA war auch für das Jahr 2000 typisch.

Die Vorbereitungen für die Erhöhung der Luminosität wurden fortgesetzt. Dabei wurden Polarisations-

Rechnungen für die Elektronen-Optik mit 72 Grad Phasenvorschub in jeder FODO Zelle durchgeführt:

- Die Spinbewegung erster Ordnung wurde unter Berücksichtigung der H1- und ZEUS-Solenoiden berechnet, die in Zukunft keine Kompensatorspulen mehr haben werden. Dabei wurde das überlappende Feld von Solenoid, Dipol und Quadrupol im H1-Detektor berücksichtigt, und es wurden sowohl Kopplungskorrekturen als auch harmonische Korrekturen der geschlossenen Teilchenbahn simuliert. Dies ergab 63% Polarisierung, vorausgesetzt, dass die vertikale Strahllage bis auf 0.8 mm korrigiert worden war, bevor die harmonische Korrektur zur Polarisations-Optimierung eingesetzt wurde.
- Analoge Rechnungen unter Berücksichtigung höherer Ordnungen wurden mittels Teilchenttracking durchgeführt und lieferten Ergebnisse, die mit den Rechnungen erster Ordnung verträglich sind.
- Der Effekt von Strahl-Strahl Kräften auf die Polarisierung wird gegenwärtig untersucht.

Diese für Elektronenstrahlen durchgeführten Rechnungen werden bald für die bereits berechnete Positronen-Optik wiederholt.

In Beschleunigerphysik-Studien mit einer 72 Grad Optik wurden mit einer gut korrigierten Strahllage und durch Einsatz von angepassten harmonischen Beulen sehr schnell mehr als 60% Polarisierung erreicht. Eine Erhöhung der Frequenz des 500 MHz HF-Systems um etwa 250 Hz führte zu keiner merklichen Verringerung des Polarisierungsgrades. Diese Experimente bestätigen das Vertrauen in das Konzept der Emittanzverkleinerung durch Einführen einer 72 Grad Optik und durch Erhöhung der HF-Frequenz, das im HERA-Betriebsjahr 2001 zum Einsatz kommen soll.

Polarisierte Protonen

Studien über die Möglichkeit, polarisierte Protonenstrahlen in HERA auf hohe Energie zu beschleunigen und dann zu speichern, werden bereits seit einigen Jahren durchgeführt. Die Ergebnisse wurden nun in einer Habilitationsschrift und in einer Doktorarbeit ausführlich dokumentiert und auf einigen Konferenzen vorgelesen. Mit diesen Arbeiten stellt DESY einen weitgehend neuen Ansatz zur Untersuchung der Dynamik

polarisierter Protonenstrahlen in Hochenergiebeschleunigern vor, welcher von Forschern am RHIC (BNL, USA) und auch von Mitarbeitern am MIT (Boston, USA) anerkennend aufgenommen worden ist. Mit dieser ausführlichen Dokumentation wird ein erster Teil der Studie zu polarisierten Protonen in HERA zunächst als abgeschlossen betrachtet. Gedanken zu weiteren Teilen werden bereits entwickelt. Es gibt noch zahlreiche fruchtbare Aufgabenstellungen, zum Beispiel die Untersuchung von Aufstelltoleranzen, von Feldfehlern, von Rauschprozessen, von Einflüssen der Strahl-Strahl Kraft und von Konzepten zur Polarisierung von Deuteronen-Strahlen. Ein sehr fruchtbarer Austausch von Ideen und Erfahrungen wurde mit den Forschern am RHIC etabliert. Dort wurden „Sibirische Schlangen“ eingebaut, und es werden gerade die ersten Erfahrungen bei der Beschleunigung von polarisierten Protonenstrahlen gesammelt.

Numerische Berechnung der Maxwellschen Gleichungen

Bei DESY wird an zahlreichen Problemen der numerischen Berechnung elektromagnetischer Felder gearbeitet. Dabei kommen die Programme OPERA-2D (Magnetostatik), MAFIA (Elektro- und Magnetostatik, Temperaturberechnungen, zeitharmonische und transiente Felder, resonante Felder und selbstkonsistente Teilchen-Feld-Wechselwirkung), Microwave Studio (zeitharmonische und transiente Felder und resonante Felder), TRAFIC4 (selbstkonsistente Berechnung von Bunchen auf gekrümmten Bahnen, kohärente Synchrotronstrahlung), ASTRA (Teilchenttracking mit Raumladungseffekten im niederenergetischen Bereich), L, ELEGANT (hochenergetisches Teilchenttracking) und GENESIS (FEL Berechnung) zum Einsatz.

Neu- und Weiterentwicklung von Programmen

Das Programm TRAFIC4 zur Berechnung von Bunchkompressoren wurde so erweitert, dass sich die Wechselwirkung zwischen Teilchendynamik und kohärenter Synchrotronstrahlung berücksichtigen lässt. Übergabeformate ermöglichen die aufeinander folgende Benutzung von ASTRA, ELEGANT, TRAFIC4 und

GENESIS, so dass der komplette TESLA Test Facility Linearbeschleuniger simuliert werden kann. In Zusammenarbeit mit der Technischen Universität Darmstadt und der Universität Rostock werden die Programme V und Q entwickelt. Während das Programm Q auf Teilcentracking basiert, erlaubt V die Beschreibung von Vielteilchensystemen im Phasenraum durch Dichtefunktionen. Ferner wurde ein Interface zwischen dem Kontrollsystem der TESLA Test Facility und dem V Programm realisiert. Durch den direkten Vergleich zwischen Maschinenzuständen und V Berechnungen konnten bereits Fehlaufstellungen von Komponenten identifiziert und behoben werden. Um die resonanten Felder sehr ausgedehnter Strukturen zu berechnen, werden zwei Ansätze verfolgt: in DESY Zeuthen wird an der Parallelisierung des Eigenmode Problems gearbeitet und an der Universität Rostock wird die CSC Methode („Coupled Scattering Parameters“) untersucht, die es erlaubt, einzelne Unterabschnitte getrennt zu simulieren.

Projekte

Zahlreiche Berechnungen wurden für die existierenden und geplanten Beschleuniger durchgeführt wie zum Beispiel Koppler (TESLA, LINAC II, H⁻-Quelle), Wakefield-Berechnungen (TESLA, FEL, HERA, ZEUS), Resonatoren (TESLA), Magnete und Wiggler. An der Technischen Universität Darmstadt wurden Wakefelder ultrakurzer Bunche unter Berücksichtigung eines gesamten TESLA-Moduls bestimmt und Modelle zur Beschreibung des Wakefelds durch Oberflächenrauigkeiten im FEL Undulator-Strahlrohr entwickelt. Für den TTF Bunchkompressor 2 wurde an der Universität Rostock die CSC Methode erprobt.

Untersuchung nichtlinearer Prozesse

Eine wichtige Fragestellung in der Beschleunigerphysik betrifft den Einfluss nichtlinearer und explizit stochastischer Felder auf die Teilchenbewegung in Speicherringen. Die stochastische Dynamik befasst sich dabei mit der Frage, welchen Einfluss Rauscheffekte, wie zum Beispiel HF-Rauschen, statistische Schwankungen der Stromversorgungsgeräte der Magnete, Quantenfluktuationen durch Strahlungsemission, Erdbewegung oder Restgasstreuung, in Beschleunigern ha-

ben können. Die mathematische Modellierung führt im allgemeinen auf stochastische Differentialgleichungen, oder, äquivalent dazu, zur Fokker-Planck-Gleichung. Die Fokker-Planck-Gleichung ist eine partielle Differentialgleichung für die Wahrscheinlichkeitsdichte, die angibt, wie groß die Wahrscheinlichkeit ist, zu einem bestimmten Zeitpunkt ein Teilchen zwischen zwei infinitesimal benachbarten Phasenraumpunkten zu finden. Für realistische, nichtlineare Speicherring-Felder lassen sich diese Gleichungen nicht mehr analytisch lösen. Im Rahmen einer Kollaboration mit der Universität Bologna werden numerische und störungstheoretische Methoden entwickelt zur Lösung solch stochastischer dynamischer Systeme. Anwendungen in der Beschleunigerphysik sind die Strahl-Strahl-Wechselwirkung und die Diffusion aus einem stabilen HF-Paket („Coasting Beam“).

Arbeiten der technischen Gruppen

Über viele Arbeiten der technischen Gruppen wurde bereits im Abschnitt über die Maschinen (Seite 199 ff, 203 ff und 205 ff) berichtet. Weitere Arbeiten der Gruppen werden hier beschrieben. Die Aktivitäten im Rahmen der Linear-Collider Studien finden an entsprechender Stelle Erwähnung (Seite 239 ff).

Es sei hier darauf hingewiesen, dass sich alle Gruppen am Schichtbetrieb der Beschleuniger oder an Rufbereitschaften 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. Der Schwerpunkt liegt hier im Bereich des Injektionssystems.

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 1997 ein Modulator versuchsweise umgerüstet und kann seitdem mit einem neuen Ladenetzgerät 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 insgesamt drei Jahre verteilt erfolgen soll. Seit Beginn der Betriebsunterbrechung im Herbst 2000 konnten zwei weitere Modulatoren erfolgreich umgebaut und wieder in Betrieb genommen werden.

Auch wenn im Berichtszeitraum kein Wechsel der Kanoneneinheit notwendig war, so schien nach Erfahrungen aus früheren Jahren der vereinfachte Wechsel wünschenswert. Hierzu wurde seit 1999 eine austauschbare Einheit mit Anodenflansch und Vakuumventil für einen schnellen Kanonenwechsel berechnet, konstruiert und gefertigt. Alle Strahlführungselemente zwischen der Kanone und dem ersten Beschleunigerabschnitt wurden mit in neuer CF Vakuum-Dichttechnik realisierten Anschlüssen gefertigt. Der Test aller Komponenten, Kanone, Plattensystem und Prebuncher, auf einem separaten Teststand war erfolgreich, so dass in der Betriebsunterbrechung seit Herbst 2000 der neue Injektor im LINAC II eingebaut und im Anschluss daran gemeinsam mit dem erneuerten LINAC-Abschnitt in Betrieb genommen werden konnte.

LINAC III

In Zusammenhang mit den Modifikationen im Bereich der H^- -Quellen wurden 1999 ein neues Plattensystem in der Strahlführung, ein RFQ für 35 keV Eintrittsenergie und ein Rebuncher-Resonator neu installiert und in Betrieb genommen. Ein neu aufgebaute 10 kW Sender einschließlich Amplituden- und Phasenregelung gehört ebenfalls zum System. In vielen Betriebsstunden konnten gute Erfahrungen gesammelt werden. Ein Strom von bis zu 6 mA konnte am Ende des LINAC III gemessen werden. Für eine verbesserte Strahldiagnose wurden neue Diagnoseboxen mit Harfen gefertigt und im September 2000 installiert und erfolgreich in Betrieb genommen.

Kicker

Für die Protonen-Ejektion von PETRA nach HERA wurden bereits 1999 die vorhandenen sogenannten Fahrkicker durch eine neue Generation von Kickermagneten ersetzt. Sie haben sich seitdem im Betrieb sehr gut bewährt. Zu Diagnosezwecken wird allerdings eine Temperaturmessung nachgerüstet. Ergänzend wurde für die im Herbst begonnene Betriebsunterbrechung ein Mittelkicker vorbereitet.

Die Entwicklungsarbeiten für den HERA Elektronen-Dump wurden abgeschlossen und der Einbau in HERA vorbereitet. Nach der derzeitigen Betriebsunterbrechung wird der Dump-Kicker zur Verfügung stehen.

Im Rahmen von Studien für den TESLA Linear-Collider wurde an der TESLA Test Facility ein Feedbacksystem aufgebaut, das unter anderem zwei schnelle Kicker verwendet. Diese speziell aufgebauten Kickermagnete erlauben gemeinsam mit der von der Gruppe MSK entwickelten Regelelektronik eine Korrektur der Strahlposition innerhalb einer Mikrosekunde.

In zunehmendem Maße werden Röhren durch Halbleiterpulser ersetzt. Dies spiegelt sich in der noch laufenden Entwicklung neuer Pulser für die Kickermagnete bei DESY II, PETRA und HERA wider. Erste Halbleiterpulser können bei der Elektronen-Injektion bei DESY II und HERA verwendet werden.

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, und die zweite, MHF-sl, für das supraleitende 500 MHz System im HERA-Elektronen-Ring 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.

Strahlbetrieb	2000 Positronen	1999 Positronen
Dauer des Lumi-Betriebes in Monaten ⁽¹⁾	6.5	8
Anzahl der Lumi-Runs	300	317
Integrierte Luminosität	65.5 pb ⁻¹	45 pb ⁻¹
Mittlere Anzahl der Lumi-Runs pro Monat	46	39
Mittlere Dauer eines Lumi-Runs	8.9 h	8.4 h
Mittlere Zeit zwischen zwei Lumi-Runs ⁽²⁾	7 h	10.4 h
Mittlerer Anfangsstrom eines Lumi-Runs	42.3 mA	30.6 mA
Mittlerer Strom während der Lumi-Runs	24 mA	18 mA
Über den gesamten Betriebszeitraum gemittelter Strom ⁽³⁾	14 mA	11 mA
HF-Betrieb		
Mittlere Leistung pro HF-System zu Beginn eines Lumi-Runs	900 kW	750 kW
Gesamtzahl der Strahlverluste ⁽⁴⁾ durch Störungen der HF-Systeme	119	139
Gesamtzahl der Strahlverluste bezogen auf die integrierte Luminosität	1.8 pb	3.1 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 8: Strahl- und HF-Betrieb der HERA-e Maschine.

Normalleitende Beschleunigungsstrecken für Elektronen/Positronen – MHF-e –

Die Gruppe MHF-e betreibt die 500/1000 MHz HF-Systeme aller Elektronen-Ringbeschleuniger. Diese HF-Systeme 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 3.5 km Hohlleiter auf etwa 120 normalleitende und 16 supraleitende Cavities verteilt.

Gegenüber dem Vorjahr konnte die Betriebssicherheit der HF-Systeme deutlich gesteigert werden. Die Anzahl der HF-bedingten Strahlverluste bezogen auf die integrierte Luminosität ist von etwa drei Strahlverlusten pro pb⁻¹ auf zwei Strahlverluste pro pb⁻¹ gesunken. Die Betriebsbedingungen für die HF-Systeme waren aufgrund der höheren Strahlströme und der damit ver-

bundenen erhöhten Senderleistungen deutlich härter als im Vorjahr (vergleiche Tabelle 8):

- Der mittlere Anfangsstrom der Lumi-Runs vergrößerte sich um 38%,
- der mittlere Strom während der Lumi-Runs vergrößerte sich um 33%,
- die mittlere Senderleistung bei Run-Beginn vergrößerte sich um 20%.

Zur Auswertung wurden die Störungen der HF-Systeme in fünf Kategorien aufgeteilt.

- HV: Sender-Gleichrichteranlage, Klystronschutz,
- Sender: Senderanlage inklusive Klystrons, Zirkulator, Modulator, Luft- und Wasserkühlung,
- Absorber/Hohlleiter: Hohlleitersystem mit Absorbieren,
- Cavity: Cavities inklusive Vakuum-Überwachung, Kühlung und Frequenzabstimmung,

- Sonstiges: Fehlbedienung, Phasing, SLC-Kryogenik, Netzwischer usw.,
- Unbekannt: Verursacher konnte nicht eindeutig ermittelt werden.

Ähnlich wie im Vorjahr lag der größte Anteil der Störungen mit 42% bei den Cavities. Durch Verbesserung der Überwachungs-Elektronik konnte der Anteil der Vakuumstörungen der normalleitenden Cavities von 63% auf 27% reduziert werden. Die relativen Anteile der Störungen im HV- und Senderbereich blieben mit je 22% und 21% nahezu konstant.

Neben den direkt mit dem Beschleunigerbetrieb in Zusammenhang stehenden Tätigkeiten der Gruppe MHF-e war das größte Projekt des vergangenen Jahres die Modernisierung der DESY II-Senderanlage. Die Anlage, die seit 1968 in Betrieb war, konnte mit zwei 500 MHz Thomson-CSF-Klystrons $1 \text{ MW}_{\text{peak}}/300 \text{ kW}_{\text{ave}}$ liefern. Obwohl für den Betrieb nur zwei Klystrons benötigt wurden, waren in der Senderanlage vier Klystrons installiert. Bei Klystronausfall konnten so, durch Umschalten einiger Hohlleiterschalter, in kürzester Zeit die Reserveklystrons in Betrieb genommen werden. In dem kurzen Winter-Shutdown 1999/2000 wurden bereits erste Vorbereitungen für eine Sender-Modernisierung getroffen. Eines der vier Klystrons wurde samt zugehörigem Hohlleitersystem demontiert, um Platz für die Steuerschränke der neuen Anlage zu schaffen. Die neue Anlage wurde für drei Klystrons konzipiert, von denen, wie bisher, nur jeweils zwei betrieben werden. Das dritte Klystron steht als Reserve bereit und kann, ebenfalls wie bisher, in kürzester Zeit über das Hohlleiterschalter-System aktiviert werden. Als Ersatz des bisherigen Röhren-Modulators, der die Modulationsanoden aller Klystrons parallel steuerte, wurden im Laufe des Jahres drei einzelne Halbleiter-Modulatoren aufgebaut. Zu Beginn des Shutdowns 2000/01 wurde die alte Anlage bis auf die Klystrons und das Hohlleitersystem demontiert und neu aufgebaut. Neun Wochen nach Shutdown-Beginn war die neue Anlage betriebsbereit. Sie wird ab Anfang Januar 2001 für den DESY II Strahlbetrieb laufen.

An der PETRA-Senderanlage, die aus zwei Sendern besteht, wurden zur Erhöhung der Zuverlässigkeit umfangreiche Umbauten vorgenommen. Im Gegensatz zu früher werden jetzt alle Cavities von nur einer Sendeanlage mit HF-Leistung versorgt, während die zweite An-

lage als Reserve bereitsteht. Energetisch ist dies möglich, da bei 12 GeV und 50 mA Strahlstrom insgesamt von beiden Cavity-Strecken nur 900 kW HF-Leistung benötigt werden. Die Nennleistung pro Senderanlage beträgt 1100 kW. Durch diese Maßnahme hat sich der Wirkungsgrad des nunmehr bei 80% Nennleistung betriebenen Klystrons von 36% auf 51% erhöht.

Zur Erhöhung der Betriebssicherheit der beiden 1 GHz Cavities für das longitudinale Feedback in HERA wurden die störanfälligen mechanischen Abstimmeelemente und die Auskoppel-Vakuumfenster der Bedämpfungs-Wasserlasten und die Wasserlasten selbst entfernt. Statt dessen wurde vor jedes Cavity ein Hohlleiter-Transformator in die Speiseleitung eingefügt. Mit diesen Transformatoren, bestehend aus je einem „Magischen T“ und je zwei einstellbaren Kurzschlussbenen, kann sowohl die Resonanzfrequenz als auch die Betriebsgüte der Cavities eingestellt werden. Im Zuge der Arbeiten für die Luminositätserhöhung bei HERA mussten die beiden hallennächsten 7-zelligen Cavities des HF-Systems „HERA-Nord-Rechts“ Platz für neue Komponenten machen. Zum Ausgleich wurden an anderer Stelle zwei 5-zellige Cavities installiert. Es handelt sich dabei um zwei neu gefertigte Cavities vom Typ „PETRA“. 20 Cavities dieses Typs werden gegenwärtig von der Firma ACCEL als Reserve produziert.

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, das heißt die Temperatur des flüssigen Heliums beim normalen atmosphärischen Druck. Eine detaillierte Beschreibung der supraleitenden Beschleunigungsstrecke ist in den früheren Jahresberichten gegeben worden.

Im Berichtsjahr 2000 arbeitete das supraleitende Cavity-System im Wesentlichen ohne Ausfälle. Die maximale Hochfrequenzleistung betrug hierbei 1300 kW. Eine am coaxialen Koppler angelegte Spannung von 3.5 kV unterdrückt wirkungsvoll das Auftreten von

„Multipacting“ und verhindert somit die Gefahr eines Überschlages (siehe DESY Jahresbericht 1996, Seite 188 und 1999, Seite 194). Gegen Ende des Betriebs musste diese Hochspannung an zwei Einkopplern ausgeschaltet werden, da die entsprechenden Kapton-Isolierfolien durchgeschlagen waren. Durch kurzfristiges Aufwärmen während einer kurzen Wartungsperiode konnten kondensierte Gase auf der Kopplerinnenseite abgedampft werden, so dass beide Koppler bis zu Beginn der Betriebsunterbrechung auch problemlos ohne Hochspannung betrieben werden konnten. Während des Shutdowns werden die geometrischen Bedingungen am äußeren Ende des Kopplers so geändert werden, dass ein Austausch einer fehlerhaften Folie während einer kurzen Betriebsunterbrechung möglich sein wird. Weiterhin ist geplant, die Geometrie der Folie selbst so zu verbessern, dass eine höhere HV Durchschlagsfestigkeit bei gleich guten Hochfrequenzeigenschaften erreicht werden kann.

Die Hauptaufgabe der Gruppe MHF-sl war weiterhin die Entwicklung supraleitender Resonatoren für TESLA. Die Schwerpunkte der Tätigkeiten waren:

- Messungen an den supraleitenden Resonatoren:
 „vertikale Tests“ (62) im Badkryostaten als Eingangskontrolle der 9-zelligen Resonatoren
 „horizontale Tests“ (12) des vollständig bestückten Resonators als Systemtest. Hier ist der Resonator horizontal in einem Testkryostaten eingebaut, der dem Beschleunigungskryostaten in der technischen Auslegung sehr ähnlich ist.
- Weiterentwicklung der Einkoppler für TESLA:
 Es handelt sich hierbei um koaxiale Einkoppler ähnlich wie in HERA, jedoch sind bei TESLA zwei Hochfrequenzfenster vorgesehen. Das innere Fenster schützt die saubere Oberfläche des Resonators vor Kontamination. Das äußere Fenster verhindert die Kondensation von Gasen an der kalten Fläche des inneren Fensters. Als maximale Hochfrequenzleistung konnten im Koppler-Teststand 1.6 MW übertragen werden.
- Entwicklung und Betrieb einer Apparatur zur Beschichtung der Keramiken der Einkoppler mit TiN:
 Al_2O_3 als typisches Material für Hochfrequenzfenster zeigt den großen Wert von etwa 7 für die sekundäre Emission von Elektronen. Da dies als Auslöser für einen elektrischen Überschlag wirken kann, wird

die Keramikoberfläche mit einem geeigneten Material dünn beschichtet. TiN ist sehr gut geeignet, weil der entsprechende Vervielfältigungsfaktor nahe bei 1 liegt. Die Schwierigkeit der Beschichtung besteht darin, die richtige Stöchiometrie zu erzeugen und die Schichtdicke zur Vermeidung von Hochfrequenzverlusten so dünn wie möglich (um 100 Å) zu halten. Nach einigen Vorversuchen wurde eine Apparatur aufgebaut, die durch kontrolliertes Verdampfen von Ti-Drähten im Vakuum und nachträgliches Tempern unter Ammonium eine geeignete TiN Schicht auf komplexen Oberflächen erzeugen kann. Mit dieser Apparatur sind alle Hochfrequenzfenster für TESLA serienmäßig mit TiN beschichtet worden.

- Entwicklung der „Superstruktur“:
 Hierbei werden mehrere Resonatoren (7- oder 9-zellige Cavities) zu einer Einheit verbunden und können gemeinsam mit nur einem Einkoppler betrieben werden. Die elektromagnetischen Eigenschaften der 4×7 -zelligen und 2×9 -zelligen Superstrukturen wurden intensiv mit Simulationsprogrammen untersucht. Entsprechende Rechenprogramme zur Beschreibung der Koppler für höhere Moden (LEC „Lumped Element Code“), der elektromagnetischen Felder (FEM-Codes) und der Strahl-Resonator Wechselwirkung wurden hierzu entwickelt. Ergänzend hierzu wurden wesentliche Hochfrequenzeigenschaften an Kupfer-Resonatoren gemessen und die Rechnungen überprüft. Sechs 7-zellige Resonatoren für eine Superstruktur wurden aus Niob gefertigt und stehen kurz vor der ersten Messung im supraleitenden Zustand. Die Infrastruktur wurde der Behandlung dieser Resonatoren angepasst oder neu erstellt. Insbesondere musste für den Test der ersten Superstruktur ein supraleitender Flansch entwickelt werden, der nahezu verlustfrei die starken Hochfrequenzströme zwischen den einzelnen 7-zelligen Resonatoren trägt.
- Aufbau einer Infrastruktur zum Test von einzelligen Resonatoren:
 Zur systematischen Untersuchung von neuen Präparationsmethoden der Oberflächen supraleitender Resonatoren eignen sich besonders 1-zellige Resonatoren. Sie können mit kleinem apparativen Aufwand behandelt und gemessen werden. In der vorhandenen Infrastruktur für die 9-zelligen TTF Resonatoren können solche Untersuchungen allerdings nur

schwerlich durchgeführt werden, da die Produktion der Serienresonatoren nicht gestört werden soll. Es wurde daher die vorhandene Anlage zur Präparation der 500 MHz HERA-Resonatoren so modifiziert, dass ein Messprogramm mit 1-zelligen 1.3 GHz Resonatoren durchgeführt werden kann. Die Umbauarbeiten am Reinraum und an der Kälteanlage stehen kurz vor dem Abschluss, und mit der Inbetriebnahme kann im Frühjahr 2001 gerechnet werden.

– Supraleitender TE011 Testresonator:

Die üblichen Beschleunigungsresonatoren (TM010 Feldkonfiguration) besitzen sowohl hohe elektrische als auch magnetische Oberflächenfelder. Zur Untersuchung der maximalen magnetischen Feldstärken eines Hochfrequenz-Supraleiters wird ein solcher Resonator benötigt, der auf seiner Oberfläche kein oder ein nur sehr kleines elektrisches Feld besitzt. Andernfalls können Effekte des elektrischen Oberflächenfeldes, wie zum Beispiel die Feldemission, die Messung verfälschen. Der TE011 Obermode eines elliptischen Resonators zeigt die gewünschte Feldkonfiguration. Ein solcher Resonator wurde aus Niob-Material gebaut, und die notwendigen Einkoppler wurden entwickelt und vermessen. Mit der Aufnahme der ersten supraleitenden Messungen kann zu Beginn des Jahres 2001 gerechnet werden.

Anlagen zur Beschleunigung von Protonen

– MHF-p –

Im Berichtszeitraum arbeiteten die Hochfrequenzsysteme zur Beschleunigung von Protonen in den Ringbeschleunigern weitgehend problemlos. Lediglich der Austausch einiger ausgefallener kleinerer Komponenten, wie zum Beispiel Netzteile und Vorverstärker, sowie als größte Maßnahme der Austausch zweier Hochleistungsröhren wurden vorgenommen.

Parallel zum Betrieb wurden zahlreiche Geräte zur Diagnose und Untersuchung der Protonenstrahl-Cavity Wechselwirkung installiert und verschiedene Messungen durchgeführt.

Seit November 1999 funktioniert die Messung der 52 MHz Fourierkomponente des gebunchten Protonenstrahls. Mit ihr ist die Bestimmung der Bunch-Phasen in Echtzeit möglich. Seit Februar 2000 wird diese Mes-

sung durch eine Detektion des Betrags der 208 MHz Fourierkomponente ergänzt. Aus beiden Fourierkomponenten können die Bunch-Längen in Echtzeit bestimmt werden. Es zeigte sich, dass in HERA-p nicht nur Multibunch-Schwingungen auftreten, die aus Schwingungen der Bunch-Phasen bestehen, sondern dass diese auch mit Schwingungen der Bunch-Längen verknüpft sind.

Bis Mitte des Jahres waren die analogen Bestandteile der schnellen Cavity-Feld-Diagnosen fertiggestellt. Mit ihnen gelang es, die Synchrotronfrequenz auf den HF-Transienten nachzuweisen. Diese Einheiten werden eine große Rolle bei der Inbetriebnahme und Überwachung eines HF-Feedforwards spielen. Darüber hinaus bilden sie die Basis für eine ständige Überwachung der Cavity-Felder. Große Teile des fernsteuerbaren Timings der Diagnoseeinrichtung wurden bis Mitte des Jahres mit Unterstützung der Gruppe FEA fertiggestellt. Der Aufbau des Timings in unabhängigen Funktionseinheiten gewährleistet eine hohe Flexibilität des Systems im Hinblick auf Messungen, die über den Standardfall hinausgehen, zum Beispiel Beam-Echo Messungen.

Mit dem Aufsetzen des Front-End-Computers (FEC) in Form eines VME-Crates mit ADC-Karten zur Datenaufnahme, CPU zur Datenverarbeitung und Festplatte zur Zwischenspeicherung der Daten wurde mit Unterstützung der Gruppe MST begonnen. Mitte des Jahres konnten die ersten Messungen mit der darauf laufenden und in das HERA-Kontrollsystem integrierten Software durchgeführt werden. An der Software wird noch gearbeitet, damit die Daten später fortwährend über das HERA Kontrollsystem zur Verfügung stehen. Um den Hardwareaufbau weiter zu vervollständigen, wurden HF-Modulationseinheiten in Auftrag gegeben, mit denen es möglich ist, HF-Korrektursignale für eine „Beam-Loading“ Kompensation für die Cavities zu erzeugen. Mit ihrer vollständigen Fertigstellung stehen alle analogen Einheiten fest installiert zur Verfügung, die für ein auf DSPs oder auch FPGAs basierendes Feedforward notwendig sind. Der Monitorteil für ein Multi-Bunch Feedback mit eigenem Feedback Cavity ist durch die Bunch Phasen- und Längen-Messung gegeben. Während des normalen Betriebs wurden bei mehr als 50 Strahlbeschleunigungen Daten von Multibunch-Schwingungen und/oder „Beam-Loading“ Transienten einzelner Cavities mit Unterstützung der Gruppe MSK aufgezeichnet. Um diese Schwingungen zu verstehen,

benötigt man viele Parameter des Speicherrings. Ein Teil dieser Parameter wurde auch in diesem Jahr in Maschinenstudien untersucht. Dazu gehörten die Aufnahme von Multibunch-Schwingungen bei verschiedenen Füllmustern, das heißt statt 180 Bunche 18 oder auch nur 9, und Beam-Echo Messungen. Die Aufnahme von Beam-Echos stellte das gute Signal-Rausch-Verhältnis der neuen Strahldiagnose unter Beweis.

Für HERA und PETRA wurde die Beschaffung von jeweils einem 52 MHz Reserve-Cavity sowie der zugehörigen Hochleistungssender-Komponenten in die Wege geleitet. Die Front-End Computer bei HERA wurden zu Beginn des Shutdowns von DOS auf das Betriebssystem Linux umgestellt, unter anderem um den wachsenden Speicherplatzbedarf der Programme zu decken.

Für DESY III wurde ein Ersatz-Cavity fertiggestellt und mit Beginn des Shutdowns im Oktober gegen das bisher installierte ausgetauscht. Es konnte bis zu der benötigten Beschleunigungsspannung von 20 kV erfolgreich getestet werden. Sobald mit Ablauf des Shutdowns wieder Protonen vom Injektor-Linac zur Verfügung stehen, kann das System auch unter Strahlbedingungen betrieben werden. Das bisher verwandte Cavity steht als Ersatz weiter zur Verfügung.

Einen Meilenstein für das TESLA-Projekt stellt der erfolgreiche Test des ersten Prototyps des 10 MW Multibeam Klystrons (Abb. 106) bei langer Pulsdauer dar. Bereits 1999 konnte der Prototyp beim Hersteller bei einer Ausgangsleistung von 10 MW und einer Pulsdauer von 500 μ s erfolgreich getestet werden. Da dort aber keine Anlage zur Erzeugung von Hochspannungspulsen von mehr als 500 μ s Pulsdauer zur Verfügung stand, musste dieser Test bei DESY erfolgen. In der zweimonatigen Betriebsunterbrechung von Mai bis Juni wurde einer der TTF Hochspannungsmodulatoren für den Betrieb mit dem Multibeam Klystron umgerüstet und das Klystron installiert. Das Klystron erreichte eine Ausgangsleistung von 10 MW bei einer Pulslänge von 1,5 ms. Die benötigte Hochspannung betrug 117 kV bei einem Strom von 131 A. Somit lag die Effizienz mit 65% relativ nahe bei dem angestrebten Wert von 70%. Zum Vergleich: Mit einem konventionellen 5 MW Singlebeam Klystron lässt sich nur eine Effizienz von 45% erreichen. Für den TESLA Linear-Collider werden 600 der Multibeam Klystrons benötigt. Seit Abschluss des erfolgreichen Tests wird das Multibeam Klystron als eines der Klystrons für den TTF-Betrieb eingesetzt.



Abbildung 106: 10 MW Multibeam Klystron Thomson TH1801.

Mit der Installation eines weiteren Hochspannungsmodulators, dessen Schaltungsprinzip weitgehend dem der bisher bei TTF eingesetzten Modulatoren entspricht, wurde in der Erweiterung der TTF-Halle begonnen. Die verschiedenen großen Untereinheiten des Modulators wurden nach DESY-Vorgaben von Industriefirmen gefertigt und zum Teil von diesen auch weiterentwickelt. Hervorzuheben sind der neue Hochspannungshalbleiterschalter auf Basis von „Integrated Gate-Commutated Thyristoren“ (IGCT), der neue Typ des Pulstransformators und das neu entwickelte Hochspannungsnetzgerät, das es ermöglicht, Rückwirkungen auf das Hauptnetz zu beseitigen, die sonst mit der Betriebsfrequenz des Modulators von maximal 10 Hz auf das Hauptnetz einwirken würden.

Außerdem wurde die Beschaffung von verschiedenen HF-Komponenten, wie Hohlleiterkomponenten, Zirku-

latoren oder Verstärker, für den weiteren Ausbau der TTF eingeleitet. Einige dieser Komponenten wurden bereits geliefert und konnten getestet werden.

Die Hochfrequenzregelung des TTF Linearbeschleunigers, die für die Regelung der Vektorsumme von 24 supraleitenden Resonatoren ausgelegt ist und zur Zeit die vorhandenen 16 Resonatoren ansteuert, wurde über mehrere Monate mit Strahlbetrieb eingesetzt und hat sich dabei als sehr zuverlässig erwiesen. Die Flexibilität der digitalen Regelung erlaubte dabei wahlweise TTF Betrieb, bei dem die Vektorsumme der 16 Resonatoren geregelt wird, oder FEL Betrieb, bei dem wegen des zwischen den beiden Kryomodulen installierten Bunchkompressors nur die Vektorsumme der vor dem Bunchkompressor installierten 8 Resonatoren stabilisiert wird.

Im Februar 2000 wurde erstmalig an der TTF das SASE Prinzip demonstriert, wobei die Stabilität und Reproduzierbarkeit der HF-Regelung für die supraleitenden Strukturen wesentlich zum Erfolg beitrugen.

Eine wesentliche Verbesserung der Bedienungsfreundlichkeit der HF-Regelung wurde durch Implementierung einer Zustandssteuerung erreicht. Wesentliche Elemente dieser Steuerung sind die Automatisierung der Inbetriebnahme der HF, des Wiedereinschaltens nach Abschaltung durch Fehler, der Einstellung der Schleifenphase und einer adaptiven Voraussteuerung. Die Arbeitsbelastung der Bedienungsmannschaft konnte durch diese Automatisierung erheblich verringert werden.

Ein neues Konzept zur aktiven Kompensation der dynamischen Lorentzkraft-Verstimmung der supraleitenden Resonatoren wurde entwickelt und erfolgreich am horizontalen Teststand CHECHIA erprobt. Das Arbeitsprinzip beruht auf einem piezoelektrischen Translator, welcher in den Motor-gesteuerten mechanischen Frequenzsteller integriert ist und eine Reaktionszeit von weniger als 100 μ s besitzt. In Verbindung mit einer adaptiven Voraussteuerung konnten Frequenzänderungen von etwa 300 Hz auf weniger als 30 Hz unterdrückt werden.

Weitere wichtige Punkte waren das Design einer digitalen Regelung der nächsten Generation, basierend auf C67, die Entwicklung der Motorisierung der „Waveguide Tuner“, die Demonstration der Einzelbunch Tran-

sientenmessung und die Arbeiten an einem Tunnelkompatiblen Design der „Low-Level-RF“ für TESLA 500.

Software und Technik zur Kontrolle von Beschleunigern – MST –

Die Gruppe MST betreibt die Kontrollsysteme der Beschleuniger LINAC II/III, DESY II/III, DORIS, PETRA und HERA sowie der zugehörigen Strahltransportwege. Hierzu entwickelt und betreut die Gruppe MST Software und betreibt ein umfangreiches Rechnernetzwerk, das überwiegend aus PCs besteht. Darüber hinaus unterhält die Gruppe MST ein Entwicklungs- und Servicelabor für prozessorgesteuerte Elektronik sowie für Personenschutzteinrichtungen im Rahmen des Beschleunigerstrahlenschutzes.

Der Übergang in das Jahr 2000 verlief für das MST Rechnernetzwerk erwartungsgemäß unspektakulär. Nur in wenigen Fällen musste von Hand eingegriffen werden, um kleinere Unregelmäßigkeiten zu beheben.

Neben der ständigen Pflege und weiteren Verbesserung der Rechner-, Peripherie- und Netzwerkinfrastruktur, der existierenden Kontrollprogramme, zum Beispiel der Integration neuer Vakuumdruckmessgeräte, sowie der Neuerstellung von Betriebsprogrammen, zum Beispiel der Bedienung des Elektronen-/Positronentransfers von PETRA nach HERA, lag der Schwerpunkt im Bereich Software bei den Vorbereitungsarbeiten für die Umstellung der Vorbeschleunigerkontrollen von Windows 3.11 auf Windows NT. Hierzu wurde ein Konzept entwickelt, das einerseits bewährte Elemente beibehält, aber andererseits auch neue Techniken zum Einsatz kommen lässt, die bereits für das HERA-Kontrollsystem entwickelt wurden.

Die Umstellung der Programme des PETRA-Kontrollsystems konnte weitgehend abgeschlossen werden, wofür eine Reihe von Serviceprogrammen, die von allen Kontrollprogrammen benötigt werden, neu programmiert oder überarbeitet wurden. Beispiele hierfür sind die Softwareroutinen, welche die Kommunikation der Kontrollrechner mit dem DESY-eigenen Feldbus SEDAC herstellen. Auch die zugehörigen Kontrollrechner erfuhren eine Modernisierung und wurden auf das neue Betriebssystem umkonfiguriert. Parallel hier-

zu wurde die Funktionalität der graphischen Programmschnittstelle ACOP („Accelerator Component Oriented Programming“) erweitert, die in Zukunft in allen von der Gruppe MST betreuten Kontrollsystemen der Schnittstellenstandard für Applikationsprogramme sein wird.

Ebenfalls wurde mit der seit längerer Zeit überfälligen Integration der DESY III Magnetsteuerung in das eigentliche DESY III Kontrollsystem begonnen. Diese Arbeit geschieht in enger Zusammenarbeit mit der Gruppe MSK. Es ist das Ziel, gewachsene Speziallösungen zu eliminieren und zum Beispiel für die Rechnerkommunikation das bei HERA bewährte Kommunikationsprotokoll TINE („Threefold Integrated Network Environment“) zu verwenden.

Die Gruppe MST engagiert sich in wachsendem Maße im Bereich der TTF-Kontrollen. Der für HERA entwickelte Magnetserver wurde in das TTF-Kontrollsystem integriert und in seiner Funktionalität erweitert. Darüber hinaus begannen Studien und erste Realisierungsmaßnahmen für verbesserte Strahldiagnose-Möglichkeiten und bei der Langzeitarchivierung von TTF-Beschleunigerdaten. Es ist der große Vorteil von TINE, auf einer Vielzahl von Computerplattformen einsetzbar zu sein und andere Kontrollsysteme integrieren zu können.

In Zusammenarbeit mit der Gruppe MKS konnte durch die Entwicklung eines TINE-zu-EPICS Übersetzers eine Lücke geschlossen werden. Darüber hinaus wurde das TINE Kommunikationsprotokoll um die vom TTF-Kontrollsystem geforderten Anfragemöglichkeiten und Datenformate erweitert. Dies erlaubt in Zukunft eine nahtlose Kommunikation zwischen beiden Kontrollsystemen.

Prozessorgesteuerte Elektronik kommt im Bereich der Beschleunigerkontrollen in großer Stückzahl zum Einsatz. So mussten im Berichtsjahr über dreitausend Controller gewartet und gegebenenfalls repariert werden. Auf Grund von Alterungserscheinungen elektronischer Bauteile erwies es sich als notwendig, mehrere hundert Netzteile vorsorglich zu tauschen. Für die Umbauarbeiten im Rahmen des Projekts zur Erhöhung der Luminosität bei HERA wurden über hundert neue Controller zur Magnetsteuerung gebaut. Die Modernisierung der Ansteuerung der HF-Senderanlagen des LINAC III konnte abgeschlossen werden. Im Zuge der Umstellung der

Magnetkontrollen bei TTF mussten vierzig neue Netzgerätekontroller gefertigt und betriebsbereit gemacht sowie Änderungen an den Mikroprozessorprogrammen anderer Kontrollertypen vorgenommen werden, die in Zukunft auch bei HERA zum Einsatz kommen können.

Im Bereich der gesetzlich vorgeschriebenen Personenschutzeinrichtungen an allen DESY Beschleunigeranlagen wurden die im Vorjahr begonnen Entwicklungsarbeiten für eine neues Interlocksystem fortgesetzt sowie die Betriebssicherheit bestehender Anlagen durch den Anschluss weiterer unterbrechungsfreier Stromversorgungen weiter gesteigert. Das von einer Firma gebaute neue HERA Zugangskontrollsystem wurde in Betrieb genommen und wird jetzt mehrere Monate lang intensiv getestet.

Den Höhepunkt des Jahres stellte die Ausrichtung des 3. PCaPAC („Personal Computer and Particle Accelerator Controls“) Workshops vom 9. bis 12. Oktober 2000 dar. Mehr als 120 Teilnehmer aus 43 Instituten aus 17 Ländern trugen mit 93 Vortrags- oder Posterpräsentationen zum Erfolg der Veranstaltung bei. Der PCaPAC Workshop bietet ein Forum, auf dem Themen, Trends und Probleme PC-basierender Kontrollsysteme diskutiert werden können. Die Gruppe MST ist weltweit einer der großen Vorreiter auf diesem Gebiet. Lehrveranstaltungen und Firmenpräsentationen zu zukünftigen Entwicklungen auf dem EDV-Sektor rundeten das Programm ab.

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 Strahllage, Strahlstrom, Strahlprofil und Strahlpolarisation auch die Messung der Strahlverluste und das Kollimieren der Strahlen. Das ist für den Schutz der Experimente und der supraleitenden Magnete bei HERA von außerordentlicher Wichtigkeit.

Die zuverlässige und präzise Messung von Strahlpositionen und -strömen ist eine wichtige Voraussetzung

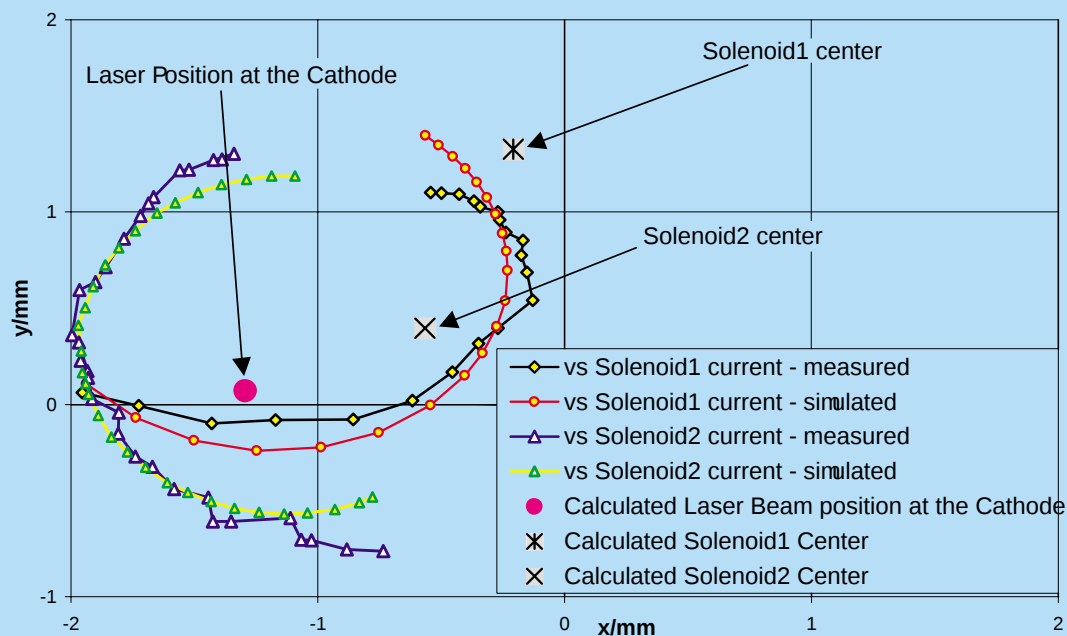


Abbildung 107: Vergleich von Strahllagemessungen und Simulationen. Daraus wurden die Positionen der Solenoid-Spulen und des Laserspots auf der Photokatode bei der TTF-Quelle bestimmt.

für einen effizienten Beschleunigerbetrieb. Umfangreiche Service-Arbeiten an den entsprechenden Monitor-systemen und dem Datenübertragungssystem SEDAC gewährleisteten dies. Entwicklungsarbeiten an dem HERA-e Strahllage-System für eine schnellere Mittelwertbildung, bessere Auflösung und Orbitspeicherung wurden in Angriff genommen und erfolgreich getestet. Am Beschleuniger PETRA wurde ein verbesserter Bunchstrom-Monitor installiert, der auch für die hohen Einzelbunch-Ströme beim HASYLAB-Betrieb von PETRA geeignet ist. Am Beschleuniger DESY III wurde erfolgreich ein neues Auslesesystem der Strahllagemonitore in Betrieb genommen und in das Kontrollsystem integriert. Bei DESY II wurde die Auslese der Strahlstrommessung erweitert und für das Kontrollsystem bereitgestellt. Für DORIS wurde ein neues Vakuumrohr inklusive Keramikgap für den Strommonitor konstruiert und eingebaut. Dieses erlaubt nun auch bei hohen Strömen in DORIS eine präzise Strahlstrommessung, ohne dass der Monitor von den star-

ken HOM-Verlusten zu sehr aufgeheizt und gestört wird. Durch den Umbau des LINAC II mussten diverse Strommonitore den neuen Gegebenheiten angepasst werden. Dies wurde zum Anlass genommen, einige Verbesserungen an den Monitoren vorzunehmen, um auch weiterhin einen problemlosen Betrieb zu gewährleisten. Die Entwicklung der Strahllageelektronik für die TTF Undulatoren wurde abgeschlossen und diese wurde in Betrieb genommen. Es wurde auf Anhieb eine Einzelbunch-Auflösung von $20\text{ }\mu\text{m}$ erreicht. Über eine Mittelwertbildung über die Bunche eines Makropulses kann damit die für das Beam-Based-Alignment geforderte Auflösung von $10\text{ }\mu\text{m}$ problemlos erreicht werden. An den ersten drei Strahllagemonitoren von TTF wurden Auslese-Elektroniken von HERA-e installiert. Mit deren Hilfe konnte zusammen mit einem neuen Simulationsprogramm der TU Darmstadt die Ausrichtung der Solenoid-Spulen und des Laser-Spots an der Quelle präzise vermessen und eingestellt werden (Abb. 107).

Die Entwicklung und der Service von Spezialmonitoren für bestimmte Strahlparameter wurden von MDI weitergeführt. So wurde zum Beispiel die Energiemessung an DESY II mit Hilfe des Peaking-Strip Detektors verbessert. Diese liefert ein Referenz-Triggersignal für die Energiebestimmung des Teilchenstrahls in DESY II. Insgesamt 18 hochauflösende „Wire Scanner“ vom LEP-Typ wurden in TTF, HERA, PETRA und DESY III eingebaut. Sie wurden bei TTF zur Kalibrierung und Überprüfung der Strahlpositionsmonitore und zur Emittanzbestimmung verwendet. Bei HERA wurden mit der neu entwickelten Elektronik im „Fast-Scan-Modus“ Messungen zur dynamischen Apertur durchgeführt. Ebenso vielversprechend liefen die ersten Versuche im „Slow-Scan-Modus“, die Teilchenverteilung des Strahles weit außerhalb des Strahlzentrums zu vermessen. Die Photonen-Strahllagemonitore in DORIS und PETRA wurden weiter verbessert. Sie dienen als Standardinstrumente für eine sehr präzise Strahllageregelung, um die Photonenstrahl-Qualität in den HASYLAB Experimenten sicherzustellen. Für die Emittanzmessung im LINAC III (Harfen) wurde eine CAN-Bus Ansteuerung entwickelt, die in Zukunft die alte SEDAC Ansteuerung, auch der Kollimatoren, ersetzen soll. Weiterhin wurde die Fertigung spezieller Leuchtschirme nach Anwenderspezifikation betrieben. So wurden unter anderem besondere Anfertigungen für HASYLAB und BESSY (Berlin) realisiert.

Für die Luminositätssteigerung von HERA werden eine Reihe von Instrumenten wie Positionsmonitore, Kollimatoren und Verlustmonitore zur Strahldiagnose und Strahlführung entwickelt. Dazu gehört auch die permanente Messung der Position der Magnete auf den Magnetbrücken mittels eines Drahtmesssystems sowie die Positionierung der Magnetbrücken und des GO und GG Quadrupols in ZEUS. In Zusammenarbeit mit IHEP (Protvino) wurden die neuen Synchrotronstrahlungs-Monitore für die HERA-Wechselwirkungszonen („Finger“) bei DORIS erfolgreich getestet. Die endgültige Version wird zur Zeit bei IHEP gefertigt. Aus der gleichen Zusammenarbeit ist ein neues Softwarepaket zur schnellen Übertragung von digitalen Videosignalen über das Computer-Netzwerk entstanden. Das soll in Zukunft ein Standardprogramm für die Analyse von Videosignalen, zum Beispiel von den vielen Leuchtschirmen, OTR-Schirmen, Synchrotronstrahlung usw., bei DESY werden.

Eine neuartige Strahlverlustmessung und Online-Dosimetrie mit Lichtwellenleitern des Hahn-Meitner-Instituts (Berlin) und des Fraunhofer Instituts (Euskirchen) wurde bei TTF in Zusammenarbeit sehr erfolgreich getestet. Weitere Installationen und Messungen zum Schutz der FEL-Undulatoren wurden vorbereitet. 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. Für die Luminositätssteigerung sind die erforderlichen Arbeiten an den Kabelnetzen von HERA, den Pilotheimen und den Elektronikschränken angelaufen.

Strahlkontrollen – MSK –

Die Gruppe ist zuständig für spezielle Kontroll- und Instrumentierungsaufgaben im Zusammenhang mit der Strahldynamik in HERA und in den Vorbeschleunigern. Dazu gehören die folgenden Aufgabenschwerpunkte:

- Transfersteuerung und Synchronisation zur Teilcheninjektion,
- Markersysteme und Triggererzeugung,
- HF-Ansteuerung von Vorbeschleunigern und HERA,
- Strahlfeedback an allen Beschleunigern,
- Messung longitudinaler Strahlschwingungen,
- Messung der Q-Werte durch Analyse der transversalen Strahlschwingungen,
- Magnetstromsteuerung für DESY II und DESY III,
- Frequenzsteuerung für die HF der Protonenmaschinen.

Im Berichtsjahr wurden im Wesentlichen folgende Einzelaufgaben bearbeitet:

- Die DESY III-Kontrollen wurden an Windows NT und das TINE-Protokoll zum Datenaustausch zwischen Kontrollsystem und VME-Hardware angepasst. Dabei wurde auch eine erweiterte Fernsteuerung des VME-Systems bei Netzausfall installiert.
- Die Markersysteme für DORIS, PETRA und HERA wurden hinsichtlich der Rasterauflösung verbessert

und für PETRA und HERA wurde eine Fehlerdiagnose zur Verbesserung der Betriebssicherheit implementiert.

- Die Feedbacksysteme wurden durch Umstellung der Hardware auf programmierbare Logik weiterentwickelt und verbessert. Ein Ziel ist es, die Systeme für PETRA und HERA zu vereinheitlichen.
- Für TTF wurde der Prototyp einer Hardware zur Strahllageregelung erfolgreich getestet, die für das schnelle Feedback eingesetzt werden soll.
- An der HERA-e Tuneregelung und an der Q-Messung wurden Verbesserungen insbesondere für den Lumi-Betrieb vorgenommen.
- Die BKR-Oszillografenanlage hat eine neue Struktur hinsichtlich der Kontrollrechner, der Signalverkabelung und der Signalmultiplexer erhalten.
- Für die Feedbacksysteme wurde auch die Weiterentwicklung der Schwingungsdetektoren hinsichtlich Rauschen und Sample-Frequenz vorangetrieben. Außerdem wurde der Bestand an Ersatzgeräten vervollständigt.
- Mit dem Bau eines neuen Linac-Triggergenerators für die zeitstabile Elektronen- und Positronen-Buncherzeugung in LINAC II und PIA wurde begonnen. Eine temporäre Instabilität des alten Systems konnte identifiziert und beseitigt werden. Eine Neuentwicklung ist aber dringend erforderlich und ist auch bereits konzipiert.
- Zur Diagnose der Energie- und Phasen Anpassung bei der HERA-e Injektion wurde ein Schwingungsdetektor mit Signalanalyse entwickelt und erfolgreich getestet.
- Für die neue HERA-p Transfersteuerung wurde ein VME-Modul zur Synchronisation mit den Umlaufzeiten in PETRA und HERA präpariert.
- Ein weiteres VME-Modul mit Multiplexerfunktion in programmierbarer Logik für die HERA-p Frequenzsteuerung wurde fertiggestellt.
- Für eine flexiblere Steuerung der HF-Amplitudenmodulation in DESY II wurde ein VME-Modul entwickelt, welches den alten AM-Generator mit seiner störanfälligen Signalprozessor-Hardware ablösen soll.

Neben diesen Einzelaufgaben war MSK auch an verschiedenen Messschichten beteiligt, bei denen die Strahldynamik der Protonen wegen der „Coasting Beam“ Problematik im Vordergrund stand:

- Erzeugung eines ungebunchten Protonenstrahls bei 920 GeV/c zur Untersuchung eines neuen Schottky-Signaldetektors, der für den Betrieb mit gebunchtem Strahl konzipiert ist.
- Messung der longitudinalen Strahl-Transferfunktion unter Verwendung eines Phasendetektors aus dem HERA-p Phasenloop.
- Messung des longitudinalen Echos eines zweifach in zeitlichem Abstand angeregten Protonenstrahls zur Untersuchung von Diffusionsprozessen im HF-Bucket.

Eine weitere Untersuchung am Protonenstrahl in HERA mit dem Ziel, eine Verminderung der Synchrotronstrahlung bei niedrigen Energien nachzuweisen, die das metallische Vakuumrohr bewirkt, war von CERN-Mitarbeitern initiiert worden. Dabei wurde der neue Schottky-Signaldetektor verwendet und eine vorläufige Datenanalyse vorgenommen.

Quenchüberwachung

Die Projektgruppe „Quenchüberwachung“ besteht aus Mitgliedern der M-Bereichsgruppen MST, MDI, MVP und MKS sowie der F-Bereichsgruppe FEB. Die Aufgabe der Gruppe besteht darin, das Quenchüberwachungssystem des HERA-Protonenrings 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.

Während der gesamten Berichtsperiode wurde HERA-p bei einer Protonenstrahl-Energie von 920 GeV betrieben. Es wurden 16 durch Strahlverluste erzeugte Quenche, verursacht vor allem durch einen längere Zeit un-

erkannten Strahlorbit-Fehler im Quadranten SR/WL, erkannt und eine Schnellabschaltung der Magnetkette ausgelöst. Das Quenchüberwachungssystem erwies sich während der gesamten Zeit als unauffällig und weitgehend störungsfrei. In drei Fällen musste wegen Elektronikproblemen zur Sicherheit eine langsame Entregung der Magnetkette eingeleitet werden. Fehlerhafte Quenchmeldungen in der Überwachungselektronik des Oktanten WL verursachten sechs Schnellabschaltungen. In jedem Fall wurden alle Schnellabschaltungen der supraleitenden Magnete sicher beherrscht. Die Hauptarbeit der Projektgruppe konzentrierte sich im Berichtsjahr auf die Entwicklung der Quenchüberwachungs-Elektronik der neuen supraleitenden Magnete, die im Rahmen des Projekts zur Luminositätssteigerung von HERA im Bereich der Experimente H1 und ZEUS eingebaut werden. Diese Magnete sind nicht Bestandteil des bisherigen HERA-p Hauptstromkreises. Auf Grund baulicher Unterschiede im Vergleich zu den HERA Hauptmagneten erwies sich eine Adaption der vorhandenen Überwachungselektronik als nicht möglich. Umfangreiche Tests der neuentwickelten Elektronik wurden an den neuen Magneten auf dem Magnetteststand durchgeführt.

Vakuum – MVA –

Mit Ausnahme der Vakuumsysteme von HERA-p, DESY III sowie TTF werden alle Vakuumsysteme der DESY Beschleuniger von der Gruppe MVA entworfen, gefertigt, betrieben sowie weiterentwickelt. Der Schwerpunkt der Arbeiten im Berichtsjahr lag eindeutig beim Projekt der Luminositätssteigerung des HERA-Beschleunigers. Etwa 300 m neue Vakuumkomponenten, vorwiegend Unikate, waren zu fertigen und auch teilweise noch zu konstruieren. Weitere Schwerpunkte waren ein Umbau bei DORIS, diverse Wartungs- und Entwicklungsarbeiten an den anderen Beschleunigern sowie einige spezielle Projekte für TESLA.

HERA

Der Betrieb des Elektronenrings verlief problemlos. Der Restgasdruck war so niedrig, dass auch ohne Regenerieren der NEG Pumpen die Strahllebensdauer der Positronen im Normalfall mehr als zehn Stunden

betrug. Betrieb mit Elektronen wurde in 2000 nicht durchgeführt.

Die zweifellos umfangreichste und anspruchsvollste Aufgabe für MVA war die Planung und Durchführung des Projekts zur Luminositätssteigerung von HERA. Beide Hauptwechselwirkungszonen im Norden und Süden werden bis zu einem Abstand von etwa 65 m zum Wechselwirkungspunkt komplett neu aufgebaut. Die Gruppe MVA betreute dabei das für beide Strahlen gemeinsame Vakuumsystem bis etwa 11 m, acht Spezialkammern für den Protonenstrahl in den Halbquadrupolen sowie das exklusive Elektronen-Vakuumsystem, das aus 4×20 verschiedenen Kupferkammern besteht.

Weiterhin wurde für die jeweils rechte Seite der Wechselwirkungszonen ein etwa 15 m langes Vakuumsystem gefertigt, das ausschließlich zum Transport der von den Leptonen erzeugten Synchrotronstrahlung dient. Die Absorption der Strahlung erfolgt in etwa 20 m Entfernung von den empfindlichen Detektoren. An verschiedenen Stellen werden anspruchsvoll zu fertigende Kupferabsorber mit teilweise sehr hohen Leistungsdichten eingebaut.

Zum Erreichen der maximalen Luminosität war es notwendig, die Apertur in den Halbquadrupolen für die Fokussierung des Protonenstrahls zu maximieren. Dies wurde durch eine spezielle Kammerkonstruktion aus dünnwandigen Edelstahlblechen erreicht. Da diese Kammern auch von Synchrotronstrahlung getroffen werden, wurden sie zusätzlich von außen verkupfert, um eine optimale Kühlung zu gewährleisten. Um einen guten Druck zu erreichen, werden diese Kammern mit parallel laufenden NEG Pumpen ausgerüstet, die zwischen den Polen des Halbquadrupols liegen. Ein besonderes Problem war dabei, die mechanischen Spannungen beim Aktivieren der NEG Streifen bei etwa 400°C in den Griff zu bekommen.

Das gesamte Fertigungsprogramm für die Luminositätssteigerung zeichnete sich dadurch aus, dass sämtliche Komponenten praktisch Unikate sind und nur in sehr geringen Stückzahlen zu fertigen waren. An vielen Stellen wurden spezielle Löt- oder Schweißtechniken zum Fügen der vakuumdichten Verbindungen eingesetzt. Um den Arbeitsanfall zu bewältigen, wurden zeitweilig 25 Leiharbeiter zusätzlich in der Gruppe beschäftigt. Zum Ende des Jahres 2000 waren praktisch

alle Komponenten gefertigt, bis auf die oben erwähnten dünnwandigen Edelstahlkammern, bei denen Schwierigkeiten mit der Verkupferung den Zeitplan verzögert hatten. Es wird erwartet, das Programm planmäßig in 2001 zu beenden.

DORIS III

Ein Problem bei DORIS ist die mechanische Verkopplung der Vakuumkammern mit den fokussierenden Quadrupolmagneten. Durch Synchrotronstrahlung werden die Kammern ungleichmäßig erwärmt, sie verformen sich mechanisch und führen über Verschieben der Quadrupole zu leichten Orbitänderungen im Beschleuniger. Viele Experimente reagieren sehr empfindlich auf Lageänderungen des Synchrotronstrahlungsfächers. Um die Situation zu verbessern, wurden im vergangenen Jahr die jeweils zwei bis drei Vakuumkammern in den zehn Quadrupoltripletts von DORIS so modifiziert, dass die mechanische Kopplung mit dem Magneten aufgehoben wird. An den neuen Kammern wurden die integrierten Ionen-Getterpumpen durch Ti-Sublimationspumpen ersetzt.

Weiterhin wurden bei DORIS mehrere sogenannte Auslasskammern modifiziert, um die Kühlung zu verbessern. Unter Mithilfe von MVA wurde die Fertigung von vier neu konstruierten Kickern angestrebt. Fertigungsprobleme beim Bau der Kicker ließen nur den Austausch des Vertikalkickers während der Montagezeit zu. Die drei Injektionskicker werden Mitte 2001 gegen die Neukonstruktion ausgewechselt werden.

PETRA

Das Vakuumsystem von PETRA besteht aus Aluminium-Kammern, die miteinander verschweißt, das heißt flanschlos verbunden sind. Diese Technik ist zwar kostensparend, jedoch service-unfreundlich. Für einen Test wurden im letzten Shutdown zwei Kammern mit flanschbaren Schiebestücken ausgerüstet. Dabei wurde eine spezielle Diamant-Kohlenstoff Beschichtung für die verwendeten Aluminium-Conflat-Flansche gewählt. Die Beschichtung sorgt, durch Reduktion der zur Herstellung der Flanschverbindung notwendigen Kräfte, für eine längere Standzeit der Schneiden des

Flansches. Diese relativ kostengünstige Flanschverbindung empfiehlt sich für komplexe Aluminium-UHV-Systeme.

LINAC II

Im LINAC II wurden drei neue, bei MVA gefertigte S-Band Beschleunigerstrukturen eingebaut. Diese Strukturen wurden mittels eines speziellen induktiven Lötverfahrens gefertigt, das im Rahmen des S-Band Projektes bei DESY entwickelt worden war.

TESLA/TTF

Für den TTF Beschleuniger wurde bei der Gruppe MVA ein spezieller Kollimator konstruiert und gefertigt, der in einer dispersiven Sektion zur Kollimierung des Dunkelstroms eingesetzt werden soll. Die Fertigung ist noch nicht beendet.

Weiterhin wurde für einen schnellen Feedback-Kicker ein Keramikrohr mit einer dünnen Schicht aus nicht-rostendem Stahl besputtert. Die Schwierigkeit besteht hier darin, die Schichtdicke so dünn zu halten, dass das magnetische Feld des Kickers mit der notwendigen Bandbreite hindurch gelassen wird, jedoch dick genug, um den Strahl begleitende Spiegelströme über die Schicht weiterzuleiten. Nach einer längeren Versuchsreihe an einer bei MVA eingerichteten Sputterapparatur konnte eine solche Schicht mit den gewünschten elektrischen und mechanischen Eigenschaften hergestellt werden. Zwei der mit diesen Rohren ausgerüsteten Feedback-Kicker wurden bei TTF sehr erfolgreich getestet.

Im Hinblick auf die Verbesserung der für TESLA eingesetzten supraleitenden Cavities wurde bei der Gruppe MVA an der Entwicklung einer Elektropoliturneinrichtung für 9-zellige Niob-Cavities gearbeitet. Die konstruktiven Arbeiten für eine Versuchseinrichtung sind jetzt abgeschlossen, und die Fertigung des Aufbaus hat begonnen. Es ist geplant, in der ersten Jahreshälfte von 2001 einen Vorversuch in der Galvanikeinrichtung der Lufthansa in Hamburg durchzuführen. Weiterhin wurde im Verbund mit den Gruppen FDET und MKS ein Vorhaben zur Einrichtung einer ständigen Elektropoliereinrichtung bei DESY beantragt.

Für systematische Untersuchungen der optimalen Schweißparameter beim Schweißen der TESLA Niob-Cavities wird gegenwärtig eine Elektronenstrahl-Schweißanlage mit besonders anspruchsvollen Vakuumbedingungen beschafft. Es ist geplant, diese Anlage bis Ende April 2001 in der Werkhalle von MVA, Gebäude 14, aufzubauen. Zwei MVA-Mitarbeiter betreuten bereits im Jahr 2000 die vakuumtechnische Auslegung der Anlage und bereiteten die Umrüstung der Werkhalle vor. Der Betrieb der Anlage wird später gemeinsam durch die Gruppen MVA und MKS erfolgen.

Ein weiteres Projekt der Gruppe ist die Entwicklung von Strahlsportlern aus Graphit für den Einsatz im Kollimatorsystem des geplanten TESLA Linear-Colliders. Graphit, insbesondere in pyrolytischer Form, ist besonders widerstandsfähig gegenüber thermischem Stress, der durch die Einwirkung des extrem konzentrierten 250 GeV Strahls im Material induziert wird. Probleme mit Graphit als Kollimatormaterial entstehen durch die normalerweise schlechten Vakuum Eigenschaften sowie durch die relativ schlechte elektrische Leitfähigkeit des Materials. Mehrere Versuchskollimatoren aus hochdichtem Graphit erreichten nach Ausbacken bei 400°C Ausgasraten von 10^{-10} mbar l s⁻¹ cm⁻², die auch für ein UHV-System akzeptabel sind. Der im Normalfall sehr dicht an der Oberfläche vorbeifliegende Strahl wird durch resistive Wakefelder gestört. Da die Berechnung dieser Effekte sich als schwierig erweist, wurde gemeinsam mit dem Linear Accelerator Center (SLAC, USA) ein Strahltest dieser bei DESY gefertigten Kollimatoren geplant. Bei diesem Experiment wird der vom Dämpfungsring kommende niederenergetische SLC-Strahl zwischen einem Kollimatorpaar hindurchgeschossen und die Abhängigkeit des durch Wakefelder erzeugten mittleren Ablenkungswinkels von der relativen Position des Kollimatorpaares zum Strahl bestimmt. Vier Graphitkollimatoren wurden bereits im November zusammen mit einer Wechselkassette an SLAC geliefert. Das Experiment ist für die erste Hälfte 2001 geplant.

Protonenvakuum – MVP –

Die Gruppe MVP ist für die Vakuumsysteme des Protonenrings von HERA, einschließlich der Isoliervakuum-

systeme für die Heliumtransferleitung und die supraleitenden Magnete, des Protonenrings von DESY III und der TESLA Test Facility (TTF) 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 den Umbau des HERA-Vakuumsystems in den beiden Wechselwirkungszonen Nord und Süd im Rahmen der Luminositätssteigerung, auf die Weiterentwicklung und den Ausbau der Vakuumsysteme für die TESLA Test Facility sowie auf den Bau von 60 weiteren, fernbedienbaren Vakuumpumpständen.

Weiterhin ist die Gruppe maßgeblich an der Entwicklung und dem Betrieb des TTF-Kontrollsystems beteiligt.

HERA und DESY III

Bei dem in der Wartungsperiode 2000/2001 begonnenen Umbau der Wechselwirkungszonen Nord und Süd zur Luminositätssteigerung von HERA werden rund 320 m des Protonenvakuumsystems modifiziert. Hierfür wurde im Berichtszeitraum die Fertigung der neuen Vakuumkammern zum großen Teil gruppenintern durchgeführt und nahezu abgeschlossen. Im HERA-Tunnel wurden alle Vakuumkammern und Pumpen in den entsprechenden Bereichen abgebaut. Mit der Modifikation der Vakuumkammern, die weiterverwendet werden sollen, wurde begonnen. Die Konstruktion der beiden Synchrotronstrahlungs-Absorber zum Schutz der Strahlventile nahe den Wechselwirkungszonen wurde abgeschlossen und mit der Fertigung begonnen.

Die detaillierte Auslegung des Isoliervakuumsystems für die neuen supraleitenden Magnete GG und GO, die sich innerhalb der beiden Detektoren H1 und ZEUS befinden, wurde ebenfalls abgeschlossen und mit dessen Aufbau begonnen.

Seit Beginn der Wartungsperiode wurden umfangreiche Wartungsarbeiten am Isoliervakuumsystem sowie

an den Pumpen, Schiebern und Messröhren und deren elektronischen Komponenten durchgeführt.

Es wurden Vorbereitungen unternommen, das elf Jahre alte Vakuumkontrollsystem des HERA-p Ringes auf das bei TTF verwendete DOOCS umzustellen. Dadurch würde die Gruppe nur noch ein Kontrollsystem betreuen müssen. Die Umstellung kann weitgehend durch automatische Skripts erfolgen und soll in der Wartungsperiode abgeschlossen werden. Bei DESY III wurden die Vakuumkomponenten für den Nachbau der CERN-Protonen-Cavity gefertigt, montiert und im Shutdown 2000 eingebaut.

Neue Linearbeschleuniger

Im Rahmen der Entwicklungsarbeiten für den neuen Linearbeschleuniger wurden im Jahr 2000 mehrere Umbauten am Vakuumsystem des supraleitenden Linearbeschleunigers der TESLA Test Facility durchgeführt. Hierzu gehörten einige Umbauten im Bereich der Elektronenkanone (Gun) und der Einbau von Elementen für diverse Experimente, wie die Vakuumkammern für das RAFEL Experiment, den „Fast Feed Back“ Kicker sowie das „Wakefield“ Experiment. Hierfür wurden wie bisher alle neuen Vakuumkomponenten im Reinraum mit ähnlichen Prozeduren wie die supraleitenden Cavities gereinigt, um Staub zu entfernen. Die Installation der Vakuumkammern in den Beschleuniger erfolgte mit kleinen mobilen Reinräumen. Beim Betrieb des TTF-Beschleunigers bereitete das Vakuumsystem keinerlei Probleme.

Das Kathodenwechselsystem für die FEL-HF-Elektronenkanone wurde aufgebaut und vakuumtechnisch in Betrieb genommen. Das System wurde inzwischen nach DESY Zeuthen transportiert, um dort am neuen Teststand PITZ mit der Elektronenkanone verbunden zu werden. Die Fertigung der elektronischen Komponenten für 60 weitere, fernbedienbare Pumpstände wurde nahezu abgeschlossen und mit dem Aufbau der Pumpstände begonnen. Die ersten zehn Pumpstände wurden fertiggestellt und werden nun an den vorgesehenen Stellen in Betrieb genommen.

Für das TTF-Kontrollsystem wurde der größte Teil der Magnete auf das TINE-Protokoll umgestellt. Dieses Protokoll wurde in die DOOCS Libraries aufge-

nommen. Dadurch können jetzt wieder sämtliche TTF-Programme auf alle Magnete zugreifen.

Die im Vorjahr begonnenen Arbeiten zur Automatisierung des Beschleunigerbetriebs konnten für die Hochfrequenzsteuerung der Module und der Gun erfolgreich abgeschlossen werden. Ein „Finite-State-Machine-Server“ steuert die gesamte Hochfrequenz und führt auch automatische Messungen mit Hilfe von MATLAB-Programmen durch, um zum Beispiel die Phasen des 1.3 GHz Systems einzustellen. Darüber hinaus wurden Verbesserungen in den Anwendungen für den TTF-Betrieb vorgenommen und Konzepte für den TESLA-Beschleuniger erarbeitet.

Neben der allgemeinen Weiterentwicklung der Hard- und Software des „Beam Interlock Systems“ (BIS) des TTF-Beschleunigers wurde das System für den Betrieb mit langen Strahlpulsen angepasst. Hierzu wurden unter anderem die Hardware für das „Very Fast Protection System“ durch Photomultiplier zum Schutz des Undulators vor Strahlverlusten geändert sowie die neue Elektronik des Toroidsystems zur schnellen Erkennung von Strahlverlusten getestet und in Betrieb genommen. Ferner wurde das BIS so erweitert, dass die neu eingebauten Experimente wie das RAFEL- und Wakefield-Experiment sowie die Wirescanner im Undulator durch den Strahlbetrieb nicht geschädigt werden können. Ebenso wurde die Hard- und Software des BIS für den TTF-Betrieb aus dem DESY Beschleunigerkontrollraum vorbereitet.

Kryogenik und Supraleitung – MKS – HERA Kältebetrieb

Das HERA-Kältesystem zur Helium-Versorgung der supraleitenden Protonenring-Magnete, der Experimente und der supraleitenden Cavities lief von April 1998 bis Mitte September 2000 durchgängig bei einer abgesenkten Temperatur von 4.0 K, das heißt im Unterdruckbetrieb. Die Verfügbarkeit der geforderten Kälteleistung betrug im Berichtsjahr 98.5%. Dabei trug die Kälteanlage selbst im Mittel nur mit 0.12% Ausfallzeit bei (12.4 Min./Woche, 1 Ausfall), das Verteilungssystem mit 0.05% (5.2 Min./Woche, 2 Ausfälle), 7 HERA-Quenche mit 0.21% (21.5 Min./Woche), die Stromversorgung mit 1.0% (100.7 Min./Woche, 5 Ausfälle)

und die Kryokontrollen mit 0.11% (11.5 Min./Woche, 3 Ausfälle). Neben dem Kältebetrieb der Ringmagnete wurden die supraleitenden Cavities 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 29 m³ Flüssig-Helium in Kannen abgegeben.

Zur Steigerung der Kompressorleistung wurde zunächst für den Südhalbring, in dem die meisten Verbraucher versorgt werden müssen, ein neues Vorhaben angemeldet. Danach können die Kompressoren der Niederdruckstufe über Frequenzumrichter bis 60 Hz angesteuert werden. Es werden damit zusätzliche Kälteleistungsreserven geschaffen werden, um sowohl den Ring im Unterdruckbetrieb als auch die für die Luminositäts-erhöhung zusätzlich benötigten supraleitenden Magnete zu kühlen.

Mit Beginn der HERA Betriebsunterbrechung im September 2000 wurden alle Anlagenkomponenten routinemäßig gewartet. Die Gesamtbetriebszeiten der drei Kälteanlagen betragen: 77 000 h, 75 000 h und 28 000 h (Redundanz), die der Kompressoren: 82 000 h, 79 000 h und 32 000 h (Redundanz).

HERA-Kältekontrollen

Die SEDAC-Anbindung lief im vergangenen Jahr stabil. Bei einem älteren Typ von unterbrechungsfreien Stromversorgungen und anderen Netzteilen mussten mehrere Ausfälle verzeichnet werden. Diese werden im Shutdown 2000/01 ausgewechselt. In dem D/3 Kontrollsystem für die HERA-Kälteanlage wurden die Stromversorgungen für die Ein-Ausgabe-Module auf ein neues redundantes USV-System umgestellt.

Die für das laufende Jahr geplante Erneuerung des Kontrollsystems konnte nicht durchgeführt werden. Zeitliche und technische Schwierigkeiten führten zu einem Abbruch des Projekts im Juni des Jahres. Auch eine geplante Aufrüstung des D/3-Kontrollsystems auf eine neuere Version konnte aus finanziellen Gründen nicht umgesetzt werden. Die Bemühungen gehen dahin, das vorhandene System so sicher wie möglich über die nächsten Jahre zu bringen. Dazu gehört unter anderem der Betrieb des nicht Jahr-2000 festen Systems mit einer um vier Jahre zurückgestellten Systemzeit.

EPICS

In Zusammenarbeit mit der Gruppe MKK wurden weitere Rechner zur Diagnose der 10 kV Schaltstationen in Betrieb genommen. Zusammen mit der Gruppe MST wurde ein „Channel Access“ – TINE Gateway entwickelt. „Channel Access“ ist das von dem EPICS Toolkit eingesetzte Kommunikations-Protokoll. Dieses ermöglicht den transparenten Zugriff auf alle Daten der von der Gruppe MKS-2 betriebenen EPICS Rechner. Eine erste Anwendung fand dieses Gateway bei dem Diagnose-Rechner von MHF-sl. Neue Entwicklungen sind darauf ausgerichtet, die Stabilität der Anwendungen und Systeme weiter zu verbessern. So wurde ein Teil der Treiber-Software durch neue, modulare Software ersetzt. Diese ermöglicht eine verbesserte Wiederverwendbarkeit und damit eine bessere Wartung. Neue Diagnose-Software rundet diese Entwicklungen ab. Bedingt durch die Probleme bei der Umstellung des alten Kontrollsystems erlangt die bei MKS eingesetzte EPICS Software zusätzliche Bedeutung.

Luminositäts-erhöhung

Für die Luminositäts-erhöhung wurden von MKS-2 komplexe neue Regelungen vorbereitet, getestet und implementiert. Elektronik musste zum Teil neu entwickelt werden, weil vorhandene SEDAC-Module nicht mehr nachgebaut werden konnten. Zum Test der Magnete wurden in der Magnettesthalle (MTH) zusätzliche Kryo-Kontrollen installiert. Es wird ein EPICS-System eingesetzt, das über einen CAN-open-Feldbus an den Prozess angebunden ist. Dazu wurden industriell gefertigte Module und eigenentwickelte Elektronik (Temperaturmessung) gemischt verwendet.

Die Vorbereitungen für die kryogenische Versorgung der supraleitenden Magnete für die Luminositäts-erhöhung sind weitgehend abgeschlossen. Mit dem Einbau der Komponenten in den HERA-Hallen Nord und Süd ist im Herbst 2000 begonnen worden. Der Einbau und die Inbetriebnahme der zugehörigen neuen Vorkühlerboxen inklusive der Helium-Warmgasventilstationen und der Einbindung in das vorhandene HERA Kältesystem werden ab Januar 2001 erfolgen.

Für den Umbau der Wechselwirkungszonen von HERA im Rahmen der Luminositäts-erhöhung werden neben

den 6 supraleitenden Magneten etwa 50 normalleitende Quadrupol-Magnete benötigt.

Die normalleitenden Magnete und die ersten beiden supraleitenden Magnete sind auf einem Teststand in Halle 55 getestet und sowohl magnetisch als auch optisch vermessen worden (Abb. 105). Die restlichen zwei Magnete sowie zwei Ersatzmagnete werden bis etwa April 2001 vermessen und zum Einbau bei HERA bereit sein.

Beschleunigerentwicklung (TESLA und TTF)

Im Laufe des Berichtsjahres konnte die Kapazität der Anlage für die Cavity-Präparation auf den maximal möglichen Durchsatz erhöht werden. Insgesamt wurden 14 neue Resonatoren ausgeliefert, 146 Chemiebehandlungen, 82 Titan- und 64 Niobbeizungen, wurden durchgeführt. Durch den 1999 erfolgten Umbau der Reinstwasserversorgung konnten Hochdruckspülen und Chemiezyklen parallel gefahren werden. Zur Testvorbereitung wurden insgesamt 255 Hochdruckspülungen durchgeführt. Es wurden 49 Cavities für Vertikal- und 9 Cavities für Horizontalmessungen präpariert. Der mittlere Gradient der vertikal gemessenen 9-zelligen Cavities lag bei 26.7 MV/m, die Einsatzschwelle der Feldemission bei 21.5 MV/m.

Für die geplante Superstruktur sind Vorrichtungen und Adapter konstruiert und gefertigt worden. Die ersten beiden Cavities der 7-zelligen Beschleunigerstruktur (Abb. 108) wurden an DESY ausgeliefert und stehen nunmehr zum Test bereit.

Für die Superstrukturen wurde eine supraleitende UHV-dichte Vakuumdichtung entwickelt. Hierzu wurde ein 2-zelliger Resonator mit entsprechender Flanschgeometrie ausgerüstet und die Dichtungstechnik an diesem Prototypen entwickelt. Die Grenzen dieser Dichtungstechnik sind bisher nicht bekannt, da das Testobjekt selbst mit 11 MV/m die Begrenzung des Gesamtsystems darstellt. Zur Verbesserung der Qualität und sicheren Handhabung der Resonatoren wurden neue Rahmenelemente entwickelt und in Betrieb genommen. Sie erlauben, sowohl die Superstrukturen als auch die Standardcavities mit 9 Zellen aufzunehmen. Durch leichtere Handhabung und präzise Halterung sind Veränderungen der Feldprofilverteilung sowie Verletzungen der Niob-Struktur ausgeschlossen.



Abbildung 108: Superstruktur Typ 2 bei der Testmontage für den vertikalen Einsatz.

Bei mehreren Experimenten an supraleitenden Resonatoren konnte durch Wärmebehandlung bei 150 °C eine Verbesserung der Güte als Funktion der Beschleunigungsfeldstärke erreicht werden. Um dieses Verfahren serienmäßig einsetzen zu können, wurde ein Schutzgas-Heizsystem für komplette Strukturen entwickelt und aufgebaut.

Für die im Reinraum verwendete Hochdruckspüle wurde die ursprünglich von CERN gelieferte Kontroll-Hardware und -Software durch eine SPS Steuerung und eine Prozessvisualisierung mit Visual Basic ausgetauscht.

Kryomodule

Im Frühjahr 2000 wurde ein viertes Kryomodul montiert, das Modul 1*, dessen mittlerer nutzbarer Gradient oberhalb von 25 MV/m liegen wird. Das Modul

wurde in die Ausstellung EXPO 2000 gebracht. Dies war der erste Test für den Straßentransport und für die Konservierung eines einbaufertigen Moduls. Zum Ende des Berichtszeitraums wurde die Montage des Moduls Nr. 4 mit einem zu erwartenden mittleren Gradienten zwischen 26 und 28 MV/m begonnen.

Datenbank für die TTF

Zur Optimierung der Arbeiten an den supraleitenden Cavities für TTF werden 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 Cavities, 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.

TTF Kryogenik

Im Berichtszeitraum wurde die Helium-Kälteversorgung des TTF-Kältelabors und des TTF-Linearbeschleunigers mit zwei TTF-Kryomodulen gewährleistet. Dabei wurde der Kältebetrieb des TTF-Linearbeschleunigers länger als ein Jahr durchgehend aufrechterhalten.

Für die erweiterte Helium-Kälteversorgung des TTF/FEL-Linearbeschleunigers mit einem Anschluss an die HERA-Heliumkälteanlage wurde die Verlängerung der bestehenden TTF-Transferleitung zur FEL-Vorkühler- und Verteilerbox installiert. Weiterhin wurde ein zweites Helium-Vakuumkompressorsystem, das zur Entkopplung der Kälteversorgung des TTF-

Linearbeschleunigers und des TTF-Kältelabors und zur Kapazitätserweiterung benötigt wird, geliefert, aufgebaut und in Betrieb genommen.

Der endgültige und vollständige Anschluss zur HERA-Kälteanlage wird im nächsten Shutdown des TTF-Linearbeschleunigers erfolgen. Einige spezielle kryogenische Komponenten, die für den Ausbau des Linearbeschleunigers (TTF Phase 2) benötigt werden, wurden spezifiziert. Zu diesen Komponenten gehören eine 24 m lange Bunchkompressor-Bypass-Transferleitung mit neun Prozessrohren, eine Neuauslegung der Modulverbindungsstücke und eine dem neuen Moduldesign angepasste Endbox.

Für den Test von speziellen supraleitenden Cavities wird eine Cavity-Test-Anlage (CTA) aufgebaut, zu der unter anderem eine 300 W Kälteanlage und ein 1000 Liter Badkryostat gehören. Die Anschlusselemente für den CTA-Kryostaten wurden gefertigt, abgenommen und installiert. Der CTA-Pumpstand wurde geliefert, aufgebaut und komplett angeschlossen. Während des HERA-Shutdowns wurde die CTA Kälteanlage zum Füllen von Helium-Kannen für die Experimente bei HASYLAB eingesetzt.

Für die Kontrollen der 900 W-Kälteanlage in Halle 3 wurde das vorhandene D/3-System von HERA entkoppelt, um unabhängige Shutdown-Perioden zu ermöglichen. Die Kryo-Kontrollen für den LINAC liefen problemlos mit dem vorhandenen EPICS-System.

Energieversorgung – MKK –

Die Gruppe MKK betreibt die Energieversorgung bei DESY. Die Stromversorgung beginnt bei den drei 110 kV/10 kV-Großtransformatoren, die die 10 kV-Schaltstationen für die Energieverteilung speisen. Die Energieverteilung geht bis zu den Niederspannungsanlagen für die Gebäudeversorgung. 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 werden im Folgenden dargestellt.

Stromversorgung

Von Ende 1999 bis Mitte 2000 traten mehrere Kabelkurzschlüsse mit längeren Stillstandszeiten für die Beschleuniger auf. Betroffen waren alte 10 kV-VPE Kabel mit PVC-Mänteln aus der Bauzeit von PETRA. Sie sind überwiegend erdverlegt. Um die Betriebssicherheit des Beschleunigerbetriebes zu gewährleisten, wurde mit dem Vorhaben zum Auswechseln dieser Kabel in der Wartungszeit begonnen.

Bei den Netzstörungen zeigte sich mehrfach, dass die gestörten Netzzweige nicht selektiv abgeschaltet werden, sondern ganze 10 kV-Schaltanlagen abgeschaltet werden. Die mechanischen Schutzrelais in den 10 kV-Schaltfeldern wurden daher gegen elektronische Typen ersetzt, die eine bessere Zeitstaffelung gewährleisten.

Die unterbrechungsfreie Stromversorgung (USV) des Rechenzentrums versagte zweimal nach einem Netzfehler mit Spannungsausfall. Als Vorsorge wurde unter anderem eine neue USV mit einem Batterie-Managementsystem installiert, das die Verfügbarkeit und den Zustand der Batterien automatisch überwacht.

Die Schaltanlagen für die DORIS-Wasserkühlung wurden erneuert und dem veränderten Bedarf von DORIS als Synchrotronstrahlungsquelle angepasst.

Die elektrische Versorgung der Erweiterung des Anbaus der Halle III wurde installiert. Dafür wurde ein 2500 kVA-Transformator mit Schaltanlage beschafft. Die Schaltanlage für die Wasserkühlung, die Klystronmodulatoren und den zweiten Heliumverdichter wurden projektiert und bestellt.

Magnetstromversorgung

Die supraleitenden Magnete in den Wechselwirkungszonen von HERA Nord und Süd mussten mit einem Quenchschutzsystem ausgerüstet werden. Die Gleichstromschnellschalter und die Schalterelektronik wurden projektiert und bestellt.

In der Halle II wurden umfangreiche Magnetmessungen durchgeführt. Die Magnetbrücken wurden dort komplett aufgebaut und getestet, bevor sie in HERA eingebaut wurden.



Abbildung 109: Einbau der neuen Wicklung für die Summendrossel.

Da Gasanalysen des Öls der DESY II-Summendrossel auf einen fortgeschrittenen Abbau der Papier-Isolation oder auf Brandstellen in der Wicklung hindeuteten, wurde die Wicklung der Summendrossel gegen die Reservewicklung während etwa vier Wochen zu Anfang der DESY-Wartungszeit im Oktober ausgetauscht (Abb. 109). Nach verschiedenen anfänglichen Schwierigkeiten zeigte die Reservewicklung die gleichen elektrischen und magnetischen Eigenschaften wie die Originalwicklung. Eine Papieranalyse der Originalwicklung bestätigte den starken Abbau der Isolation.

Senderstromversorgung

Der Hochspannungsraum und die Kondensatorräume von DESY II wurden überholt und instand gesetzt.

Die Mittelspannungsschaltanlagen der Container PETRA West und Ost wurden im Shutdown erneu-

ert. Die neuen Vakuumleistungsschalter erlauben ein selektives Abschalten jeder einzelnen Senderstromversorgung.

Das HERA-Feedback erhielt in der Wartungszeit eine neue Senderstromversorgung mit Sternpunktsteller, die im Container PETRA West installiert wurde. Das Klystron-Crowbar wurde von einer Funkenstrecke auf ein schnelles Ignitron-Crowbar umgestellt.

Ladegerät für Klystronmodulatoren

Die Regelungen der Ladenetzgeräte von den Modulatoren 1 und 3 wurden umgebaut, um die Netzurückwirkungen durch den Pulsbetrieb zu reduzieren. Ein Konstantladenetzgerät für 300 kW, bestehend aus vier 75 kW-Modulen, wurde geliefert. An dem 75 kW-Prototypmodul wurden umfangreiche Tests durchgeführt. Es treten keine Netzurückwirkungen durch den Pulsbetrieb mehr auf. Das Konstantladenetzgerät soll den Modulator 4 versorgen.

Für vier weitere TESLA-Modulatoren wurden Ladenetzgeräte ausgeschrieben. Aus Kostengründen wurden konventionelle Schaltnetzteile bestellt. Die Netzurückwirkungen lassen sich durch eine zusätzliche Leistungsregelung eliminieren. Dafür wurde ein digitaler Regler mit einem programmierbaren Prozessor der Firma Altera entworfen und getestet. Die Regelung enthält ein Lern- und Optimierungsprogramm, um zum einen eine konstante Wirkleistung aus dem Netz aufzunehmen und zum anderen Netzspannungsschwankungen während des Ladevorganges auszuregeln.

Der Prototyp des Pulskabels für den TESLA-Modulator wurde ausgeliefert. Das Puls-kabel soll im FZ Karlsruhe getestet werden.

Das bei der Gruppe MKK entwickelte Kondensator-Ladegerät mit konstanter Leistungsaufnahme wurde zum Patent angemeldet.

Überwachung und Kontrollen

Für den neuen Photoinjektor in Zeuthen, PITZ, wurde ein Konzept für die Automation der Wasserkühlanlage entwickelt.

Die neuen 10 kV-Schaltanlagen in dem Container PETRA West und Ost wurden mit digitalen Schutzgeräten ausgerüstet und über digitale Schutzgeräte in das MKK-Kontroll- und Alarmsystem aufgenommen.

Die DORIS-Kühlanlage und die PETRA Nord Kühlalarmanlage wurden mit neuer Mess- und Regeltechnik, die auf SPS-Steuerungen basiert, ausgerüstet und mit in das MKK-Kontrollsystem aufgenommen.

Die Transientenrekorder zur Netzspannungsüberwachung der 10 kV-Netze wurden mit schnellen ADC-Karten ausgerüstet. Die Abtastrate wurde um den Faktor 100 auf 100 kHz pro Kanal erhöht.

Das Projekt zur Ausrüstung der Senderstromversorgungen mit Transientenrekordern, die mit dem MKK-Kontrollsystem vernetzt sind, wurde begonnen.

Zahlreiche Klimaanlage wurden neu installiert bzw. umgebaut und größtenteils über den Profibus mit dem MKK-Kontrollsystem vernetzt.

Ein Teil der Heizungsanlage wurde ebenfalls in das MKK-Kontrollsystem integriert.

Wasserkühlung, Kaltwasser und Druckluft

Aus dem DESY-Tunnel wurden nicht mehr benötigte Schläuche und Leitungen entfernt. Die DESY II-Senderanlage wurde mit neuer Durchfluss- und Temperaturüberwachung ausgerüstet. Bei HERA war die Hauptaufgabe, die Wasserkühlung der neuen Magnete und der Spin-Rotatoren vorzubereiten. Um die zusätzlich zugeführte Energie ohne Temperaturanstieg abführen zu können, wurden zwei neue Kühltürme installiert. Für TTF wurde ein neues Pumpenhaus gebaut und bestückt.

Ein grundlegendes Konzept für die Wasserkühlung von TESLA wurde ausgearbeitet. Zur Vereinfachung der Anlage und wegen der besseren Umweltverträglichkeit wurde eine hybride Rückkühlung mit Benetzung der Luftkühler vorgeschlagen. Für die Klystronkühlung von PITZ in Zeuthen wurden die wassertechnischen Rahmenwerte festgelegt. Bei der Kanone wurde das Kühlkonzept ausgearbeitet und mit dem selbst entwickelten Rechenprogramm DySyS grundlegend dimensioniert.

Klima-, Lüftungs- und Heizungsanlagen

Die HEW übernahm ab dem 1. Januar 2000 die Betriebsführung der Wärmeversorgung von DESY. Die Betriebserfahrungen mit der Fernwärmebeheizung sind gut. Gleichzeitig wurden die Heizungsübergabestation, das Hochdrucknetz und ein Teil der Heizungsunterstationen in das MKK-Kontrollsystem aufgenommen.

Das Verwaltungsgebäude, der Hörsaal und das Gebäude PETRA Süd Rechts wurden an das zentrale Kaltwassernetz angeschlossen. Es wurden neue Klimaanlage für das Expo-Gebäude und den TTF-Tunnel in Betrieb genommen. In der DORIS-Versorgungshalle wurde die Klimaanlage überholt.

Für den Technischen Design Report des TESLA-Projektes wurden die Lüftungsanlagen für den Tunnel und die Versorgungsgebäude projektiert und die Kosten abgeschätzt

Kollaboration

Am Institut für Hochspannungstechnik an der TU Darmstadt wurde ein Prototyp eines mehrfach coaxialen Rohrleiters aufgebaut. Es wurden erste thermische Messungen durchgeführt. Die Patentanmeldung dieses Rohrgasleiters wurde vorbereitet.

Beschleunigerplanung – MPL –

Die Gruppe MPL ist zuständig für die Planung und Aufstellung von Beschleunigerstrukturen in Tunneln und Experimentierhallen und für die Koordination von Beschleunigeraufstellungen. Zur Zeit ist die Hauptaufgabe der Gruppe die Entwicklung von Komponenten für die supraleitenden Beschleuniger und Materialuntersuchungen vor allem an Niob und Niob-Legierungen.

Beschleunigeraufstellungen

Für die geplante HERA-Luminositätssteigerung wurden etwa 18 verschiedene Magnet-Aufstellungstypen konstruiert und mit kompletten Fertigungsunterlagen herausgegeben. Etwa 14 Unterbauten, darunter zwei verfahrbare Aufstellungen für die CZ- und BW-Magnete,

wurden im Jahr 2000 erstellt. Diese Unterbauten werden an etwa 145 Orten im HERA-Tunnel installiert. Für jeden Aufstellungsort wurden die Strahllagen sowie die Sockellängen in Bezug zur Tunnelgeometrie errechnet und in stets aktualisierten Listen festgeschrieben.

Für die Montage der Magnetträger (Brücken) im Bereich der Experimente H1 und ZEUS wurden die Bodenplatten mit den Aufstellungen der Antriebseinheiten konstruiert. Für die 3-Punktlagerung der linken Brücken wurden die vorhandenen A-Stützen mit einer Quertraverse und Lagereinheit aufgerüstet. Des Weiteren wurden für HERA ein Kollimatorgestell, ein Sextupolgestell mit Lenkerjustierung und für das Experiment ZEUS eine BY-Magnetaufstellung konstruiert.

Für DORIS III wurden zwei Korrekturspulen-Halterungen sowie Pump- und Kammerunterstützungen entworfen. DORIS II bekam eine neue Sextupolaufstellung mit Lenkerjustage, und zur Senkung vorhandener Schwingungen wurden 28 Dipol-Magnete mit neuen Unterstützungen versehen.

Der TTF-Kryostat für die DESY EXPO 2000 wurde mit Sockeln ausgerüstet.

Entwicklung von nahtlosen Resonatoren

Die HF-Eigenschaften der bei DESY durch Innen-Hochdruck-Umformung (IHU) gefertigten beiden einzelligen TESLA-Resonatoren 1K2 und 1K3 wurden getestet. Die Behandlungen und Prüfungen sind in Kollaboration mit dem Jefferson Lab (USA) und KEK (Japan) durchgeführt worden. Der Resonator 1K2 zeigte nach dem Abbeizen von etwa $250\text{ }\mu\text{m}$ eine elektrische Feldstärke von etwa 33 MV/m , und nach dem zusätzlichen Abtrag von $100\text{ }\mu\text{m}$ durch Elektropolieren erreichte er eine Feldstärke von 43 MV/m bei hoher Güte (Abb. 110). Dieses Ergebnis gehört zu den besten Resultaten, die überhaupt in der Geschichte von supraleitenden Resonatoren erreicht worden sind.

Eine weitere, von der Firma Butting mit ähnlicher Technik gefertigte Monozelle mit $\text{RRR}=200$ erreichte im HF-Test etwa 32 MV/m nach dem Abbeizen von $150\text{ }\mu\text{m}$ durch „Buffered Chemical Polishing“ und 39 MV/m nach zusätzlicher Elektropolitur mit $100\text{ }\mu\text{m}$ Abtrag. Auch dieses Ergebnis ist bemerkenswert, weil der Resonator keine Wärmebehandlung bei 1400°C mit

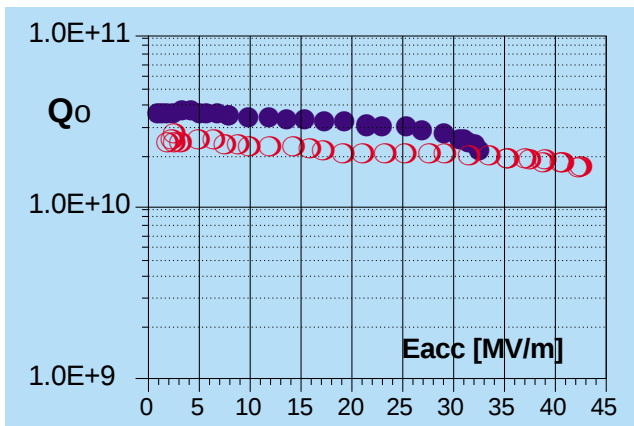


Abbildung 110: Güte gegen Beschleunigungsfeldstärke des nahtlosen Resonators 1K2: Nach dem Abbeizen von $250\ \mu\text{m}$ (●), nach zusätzlichem Abtragen von $100\ \mu\text{m}$ durch Elektropolitur (○).

Ti bekommen hat. Vier einzellige, mit Niob innen ausgekleidete Cu-Resonatoren der TESLA-Form sind aus sprengplattierten Rohren erfolgreich durch IHU gefertigt worden. Die Schichtdicke von Niob liegt zwischen etwa 0.3 mm im Äquatorbereich und 0.7 mm in der Iris. Die meisten Resonatoren sind ohne Zwischenmatrizen und Zwischenglühungen gebaut worden. Nach dem Kalibrieren bei 1000 bar liegen die Schwankungen der Resonanzfrequenz von Resonator zu Resonator unter 2 MHz . Die HF-Tests sind für die erste Hälfte 2001 geplant.

Für die Fertigung von einem mehrzelligen Resonator ist die Entwicklung der Einschnürung im Irisbereich erforderlich. Diese Entwicklung wird zusammen mit der Firma HTI gemacht. Die ersten Ergebnisse an Cu-Rohren sind vielversprechend.

Auf der apparativen Seite wurde eine neue 1000 bar Kalibriervorrichtung für TESLA-Resonatoren in Zusammenarbeit mit INR in Troitsk (Russland) gefertigt und an DESY geliefert. Die Vorrichtung ermöglicht eine Kalibrierung des mehrzelligen Resonators mit dem Ziel, seine Form zu präzisieren. Die Rechnersteuerung und die Simulationsrechnungen des Umformvorganges wurden weiter optimiert. Die entwickelte Berechnung der Einschnürung des Rohres vor dem IHU ermöglichte eine bessere Übereinstimmung zwischen dem Experiment und der Simulation.

Niobrohr-Entwicklung

Es sind bimetallische NbCu-Rohre hergestellt worden. Durch Sprengplattieren wird ein dickwandiges Cu-Rohr mit Nb 300 innen gefertigt und dann auf etwa 4 mm Gesamtdicke, davon etwa 1 mm Nb und etwa 3 mm Cu, durch Drückwalzen abgestreckt. Das Ziel der Entwicklung ist, den Rohrpreis zu senken und die IHU-Tauglichkeit durch dominierenden Einfluss des gut umformbaren Kupfers zu verbessern. Die erzielte hohe Qualität von NbCu-Rohren (glatte innere Oberfläche und gute Wanddicketoleranzen $<0.1\text{ mm}$) hat wesentlich zur erfolgreichen Fertigung von NbCu-Resonatoren beigetragen. Weitere Prüfungen von nahtlosen Rohren aus dem massiven Niob haben gezeigt, dass die Fertigung aus dicken Blechen (Drücken, Tiefziehen, Drückwalzen) eine bessere IHU-Tauglichkeit bereitstellt als die Fertigung aus Pillen (Fließpressen). Der erste Fertigungsweg soll weiter verfolgt werden.

Tuner für die TTF-Superstruktur

Eine weitere Aktivität der Gruppe MPL war die Entwicklung und Konstruktion einer neuen Feinabstimmung für die TTF-Superstruktur, die in den Helium-Tank integriert wird und somit keine Beschleunigerlänge verbraucht. Der Prototyp ging im Herbst in die erste Testphase, das Konzept wurde bestätigt. Antriebs-elemente sowie Werkstoffpaarungen und Oberflächenbeschichtungen wurden getestet. Parallel dazu lief die Überarbeitung des Entwurfs.

Cavity-Versteifung

Es wurde eine für flüssiges Helium durchlässige, eine Resonatorzelle umspannende und demontierbare Titan-Schale konstruiert und gebaut. Mit dieser Schale können TESLA-Resonatoren mit einer Äquatorwandstärke von nur etwa 1.5 mm für 40 MV/m bei einer Verstimmung von 200 Hz tauglich gemacht werden. Die ersten Tests sind für Anfang des Jahres 2001 geplant.

Entwicklung von supraleitenden Bälgen

Verschiedene Werkstoffe wurden bezüglich ihrer Eignung als Material für supraleitende Bälge analysiert.

Die Legierung Niob mit 1% Zirkon erscheint wegen guter Umformbarkeit und feinem Korngefüge sogar nach dem Glühen bei 1400°C optimal und wird erprobt. Die nahtlosen Rohre werden durch Fließpressen und Drückwalzen gefertigt. Die Lieferung und Tests sind für die erste Hälfte 2001 geplant.

Werkstoffuntersuchungen

Es ist ein Labor für Metalluntersuchungen aufgebaut und funktionsfähig gemacht worden. Folgende Untersuchungen werden durchgeführt:

- Anfertigung von Mikroschliffen und deren Auswertung sowie Bestimmung von Korngröße, Anomalien des Gefüges, Ausscheidungen usw.,
- Licht- und elektronenmikroskopische Untersuchungen an Niobproben,
- Messungen des Restwiderstandsverhältnisses an Niob und Niob-Legierungen,
- Zug- und Tiefungsversuche an verschiedenen Werkstoffen bei verschiedenen Temperaturen und Dehnraten,

- Härteprüfungen und Untersuchungen der Oberflächenrauheit,
- Chemische und elektrochemische Behandlungen von Niob-Proben und kleinen Niob-Teilen.

Diese Arbeiten ermöglichten eine von den Niob-Produzenten unabhängige Qualitätskontrolle von Niob und sind signifikant für die Entscheidungen über Niob-Anschaffungen.

Die Fertigung samt Glühbehandlung der für das TTF-Projekt erforderlichen Niob-Halbzeuge wurde betreut und deren Erprobung bei DESY durchgeführt. Mit Partnern von anderen Instituten und der Industrie sind die Möglichkeiten für Defektsuche in Niob-Halbzeugen wie Blechen und Rohren fortgeführt und weiter ausgebaut worden, zum Beispiel auf SQUID-Basis mit der Firma FIT und der Universität Gießen. Die Untersuchungen an reinem Niob und NbCu-Plattierungen ermöglichten die erfolgreiche Fertigung von nahtlosen Resonatoren bei DESY.

Eine Reihe von Aufgaben ist in Zusammenarbeit mit den DESY Gruppen MHF, ZMS, MVA, MKS, MVP durchgeführt worden, zum Beispiel Untersuchungen an nach verschiedenen Verfahren hergestellten Schweißproben.

Strahlenschutz

Die Strahlenschutzgruppe ist für die Umsetzung von Strahlenschutzverordnung (StrlSchV) und Röntgenverordnung (RöV) verantwortlich. Es ist ihre Aufgabe, diese Vorschriften durch verschiedene Maßnahmen zum Erhalt der Sicherheit und Gesundheit der DESY-Mitarbeiter durchzusetzen. Dazu gehören unter anderem Abschirmung der Beschleuniger, Interlocksysteme, Kontrolle radioaktiver Stoffe und Belehrung der Mitarbeiter. Weiterhin werden Personen- und Ortsdosen gemessen, um die Wirksamkeit dieser Maßnahmen zu überwachen. Die so gewonnenen Messwerte dürfen die in den genannten Verordnungen festgelegten Grenzwerte nicht überschreiten. Die Strahlenschutzgruppe muss dies ebenso überwachen wie auch darauf hinwirken, dass jeder Mitarbeiter seine eigene Verantwortung beim Umgang mit ionisierender Strahlung wahrnimmt.

Ortsdosimetrie

Den Vorschriften der Strahlenschutzverordnung entsprechend gibt es auf dem DESY-Gelände Kontroll- und Überwachungsbereiche. In allen diesen Bereichen werden Ortsdosen gemessen, die von Photonen oder Neutronen herrühren können. Dazu werden zwei Messsysteme mit verschiedenen Eigenschaften verwendet.

Das eine System besteht aus einfachen Festkörperdosimetern, die an vielen Messpunkten über das DESY-Gelände verteilt angebracht sind und die Dosis in einem Zeitraum von einem Monat aufsummieren. Die Dosimeter werden im Labor der Strahlenschutzgruppe ausgewertet und archiviert. Dieses System ist gut zur Überwachung des Betriebsgeländes geeignet, Resultate erhält man aber erst nach Ablauf der Messperiode. Um eine sofortige Eingriffsmöglichkeit im Falle zu hoher Dosisleistungen zu haben, existiert ein zweites System, bestehend aus aktiven Detektoren für Photonen und

Neutronen, das in der Lage ist, bei Überschreitung eines bestimmten Alarmschwellenwertes der Dosisleistung in den Beschleunigerbetrieb aktiv einzugreifen. Diese Detektoren sind vorwiegend an Stellen positioniert, an denen eine höhere Dosisleistung möglich erscheint.

Das Gelände wird derzeit an 227 Stellen mit integrierenden Festkörperdosimetern und an 88 Positionen mit aktiven Geräten überwacht. Alle Messwerte werden für das jeweils zurückliegende Jahr in einem Internen Bericht veröffentlicht. Gegenüber den Werten von 1999 haben sich die gemessenen Ortsdosen im Berichtszeitraum nur unwesentlich verändert. Da sie weiterhin sehr niedrig sind, mussten nur an sehr wenigen Stellen neue Kontrollbereiche eingerichtet werden.

Personendosimetrie

Die Messung der Personendosen für Photonen erfolgt mit Festkörperdosimetern, wohingegen Personendosen, die von Neutronen herrühren, mit Kernspur-Filmen registriert werden, die bis Ende 2000 vom CERN bereitgestellt und ausgewertet wurden. Ab 2001 wird die Bereitstellung und Auslese der Kernspur-Filme für Neutronen von der GSF (Neuherberg) übernommen. Festkörperdosimeter wie auch Kernspur-Filme werden bei DESY im Zwei-Monats-Rhythmus getauscht.

Derzeit werden regelmäßig 960 Personen überwacht. Dazu kommen noch zahlreiche Gäste, die nur kurzzeitig bei DESY arbeiten. Insgesamt werden in zwei Monaten jeweils etwa 1000 Dosimeter für Photonen und 100 für Neutronen verteilt und deren Auswertergebnisse in einer Datenbank archiviert. Im Zeitraum November 1999 bis Oktober 2000 betrug die höchste Personendosis 0.6 mSv pro zwei Monate. Insgesamt wurden auf 37 von etwa 6000 Dosimetern 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.

Allgemeine Projekte

Angeregt durch die für DESY zuständige Behörde, das Amt für Arbeitsschutz, wird es in naher Zukunft eine personelle Neuorganisation des Strahlenschutzes bei DESY geben. Kern dieser Neuerung wird hierbei die Ablösung der, rechtlich nicht definierten, Aufsichtsführenden für den Strahlenschutz durch Strahlenschutzbeauftragte sein. Die Grundideen dieser Neuorganisation wurden formuliert und vom Direktorium genehmigt. Ein spezieller Strahlenschutzfachkundekurs, der Voraussetzung ist für die Bestellung zum Strahlenschutzbeauftragten, wurde vorbereitet und wird Anfang 2001 am DESY stattfinden.

Nachdem die Menge des aktivierten Materials, das gelagert werden muss, weiter zugenommen hat, wurde mit der Planung für eine neue Halle für die Lagerung begonnen. Auch dieses Projekt wurde vom Direktorium genehmigt, und es wurde ein geeigneter Platz in der Nähe der Kühltürme für die neu zu errichtende Halle gefunden.

Die veraltete Form der Auslese der Strahlenüberwachungsanlage durch den Nord-Rechner wurde mit Hilfe der DESY-Gruppe MST auf ein modernes PC-System umgestellt. Gleichzeitig wurde die Archivierung (Linux-Server) und Visualisierung (Windows NT) der gewonnenen Daten grundlegend modernisiert und verbessert.

Während der EXPO-Ausstellung wurde mit Hilfe von Strahlenüberwachungsmonitoren und Ortsdosis-Messungen im EXPO-Bereich der gleichzeitige Betrieb von PETRA überwacht. Hierbei wurden, wie wegen der ausreichend vorhandenen Abschirmung erwartet, keinerlei erhöhte Strahlungspegel gemessen. Am Aktionstag „Strahlung und Wellen“ beteiligte sich auch die Strahlenschutzgruppe und stand mit Rat und Tat für die zahlreichen Besucher zur Verfügung.

Durchgeführt und veröffentlicht wurden weiterhin Studien zum Tritium-Nachweis in Wasser, Berechnungen der an dicken Targets erzeugten Hadron-Raten an

Elektronenbeschleunigern und die entsprechenden Dosen hinter Betonabschirmung, sowie Berechnungen von Dosen durch e- γ -Streustrahlung im Winkelbereich 1° bis 10°.

Auf der internationalen Konferenz „Shielding Aspects of Accelerators, Targets and Irradiation Facilities (SATIF-5)“ konnten die aktuellen Ergebnisse einem breiten Fachpublikum vorgestellt werden.

Arbeiten für TESLA

Für den in DESY-Zeuthen geplanten Hochfrequenz-Photoinjektor, der als Testeinrichtung für TESLA dient, wurde der Sicherheitsbericht durch die Strahlenschutzgruppe erstellt und abgeschlossen. Hierzu wurden die Abschirmungen dimensioniert und die beim Betrieb der Anlage eventuell entstehende Radioaktivität in Luft und Boden berechnet. Die Errichtungsgenehmigung nach Strahlenschutzverordnung wurde daraufhin im April 2000 von der zuständigen Behörde erteilt. Im Herbst 2000 wurde dann der Antrag auf Betriebsgenehmigung nach Strahlenschutzverordnung gestellt.

Weiterhin ist die Strahlenschutzgruppe am Bau und der Installation einer neuen Strahlenüberwachungsanlage für das Photoinjektor-Projekt in DESY-Zeuthen beteiligt. Hierzu wurden modifizierte Messkammern (neue Vorverstärker und Hochspannungsmodule), ein völlig neues Auslesesystem (CAN-Bus) sowie Datenspeicherung (mysql auf Linux) und Visualisierung (Java auf Linux) von der DESY-Gruppe FE entwickelt. Das System konnte Ende 2000 fertiggestellt und getestet werden und wird Anfang Januar 2001 in Zeuthen installiert und in das gesamte Interlock-System eingebunden werden.

Für die Erweiterung der TESLA Test Facility (TTF) (Phase II) wurde ein Sicherheitsbericht erstellt, der der neu auftretenden Problematik des gleichzeitigen und völlig unabhängigen Betriebes zweier Maschinen, TTF und PETRA, Rechnung trägt. Die endgültige Version dieses TTF2 Sicherheitsberichts ist noch nicht fertiggestellt und wird mit den Maschinenphysikern weiterhin diskutiert. Es ist damit zu rechnen, dass dieser Sicherheitsbericht in der ersten Hälfte 2001 abgeschlossen werden kann.

Nachdem im Frühjahr 2000 klar geworden war, dass es aufgrund des Strahlungspegels Probleme mit aller Art

von elektronischen Komponenten im TESLA-Tunnel geben kann, wurde eine Arbeitsgruppe gegründet, die sich der Bestimmung (Berechnung und Messung bei TTF) der bei TESLA auftretenden Strahlungsfelder sowie der Messung der Alterung bzw. Lebensdauer von elektronischen Bauteilen und Komponenten widmete. Hierbei war auch die Strahlenschutzgruppe vertreten, und es konnten erste Ergebnisse zu den zu erwartenden Strahlungsfeldern im TESLA Tunnel veröffentlicht werden.

Für den TESLA Technical Design Report (TDR) wurden alle durchgeführten Studien in Bezug auf Strahlenschutz bei TESLA zusammengefasst und den Editoren übergeben. Hierbei wurden die noch fehlenden bzw. unvollständig untersuchten Teilaufgaben bearbeitet, so dass für den TESLA Technical Design Report ein kompletter Bericht entstehen konnte. Hierzu gehörten neue Studien der Luftaktivierung im Tunnel, die Frage der Belüftung des Tunnels und des Zugangs zum Tunnel bei einer Betriebspause ebenso, wie neue Berechnungen der Aktivierung von Erdreich und Grundwasser sowie Studien der Aktivierung und thermischen Belastung an und um den Beam Dump. Weiterhin gab es Untersuchungen zu einem möglichen Betrieb des

XFEL-Labors während der Zeit der Baumaßnahmen für die zweite TESLA-Experimentierhalle und Berechnungen zur Abschirmung des Tunnels für die Strahlführung zum XFEL-Labor und des Strahlabsorbers.

Kollaboration mit dem INP Krakau

Die Kollaboration mit dem Institute of Nuclear Physics in Krakau (Polen) wird fortgeführt. Die nächsten gemeinsamen Projekte betreffen Rechnungen, die für den Strahlenschutz von TESLA relevant sind.

Im Rahmen dieser Kollaboration konnte das erste Teilprojekt abgeschlossen werden. Hierbei wurden umfangreiche Simulationsrechnungen für den Bereich der Strahlabsorber durchgeführt. Es konnten wichtige Informationen bezüglich der thermischen Belastung der Abschirmung sowie der Aktivierung des Absorbers und der Abschirmungen mit Hilfe des Simulationsprogramms FLUKA gewonnen werden. Weitere Berechnungen von Strahlungsfeldern und Aktivierungen für den Absorber und andere Komponenten von TESLA werden folgen.

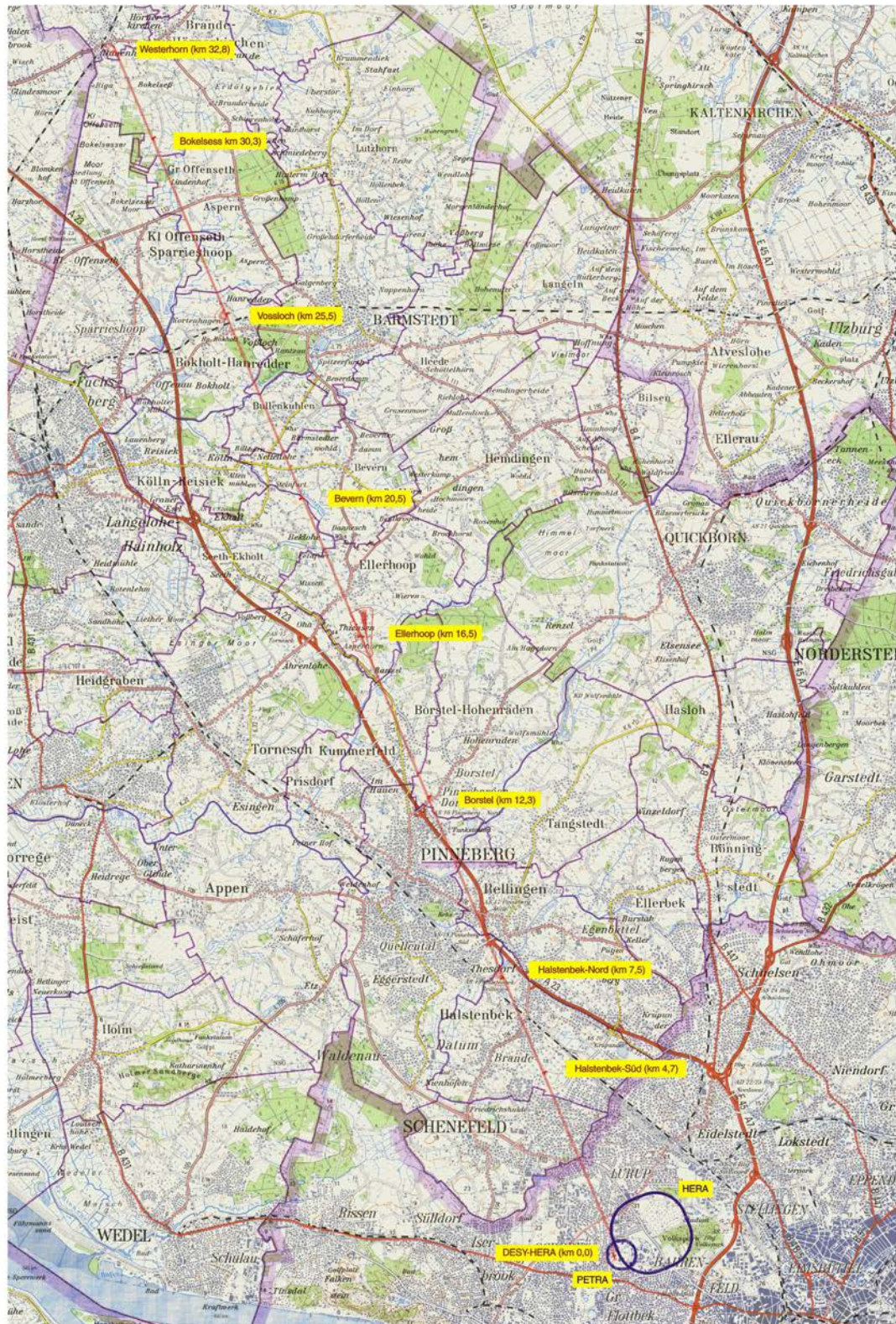


Abbildung 111: Lageplan des Linear-Collider Tunnels in Hamburg und im Kreis Pinneberg.

Voruntersuchungen zum TESLA Linear-Collider Projekt

In der internationalen Gemeinschaft der Hochenergie-Physik besteht eine breite Übereinstimmung, dass eine lineare Elektron-Positron Kollisions-Maschine im Energiebereich von etwa 500–1000 GeV als nächstes Großprojekt realisiert werden sollte. Weltweit werden seit etwa 10 Jahren intensiv die technischen Entwicklungen und Planungen für eine solche Anlage vorangetrieben, wobei von den verschiedenen Arbeitsgruppen unterschiedliche technische Konzepte verfolgt werden.

Die Besonderheit des Ansatzes von TESLA liegt in der Verwendung supraleitender Beschleunigerstrukturen. Die Vorteile gegenüber konventioneller Technologie liegen dabei in einer sehr hohen Effizienz der Strahlbeschleunigung (Verhältnis Strahlleistung zu primärer Anschlussleistung), einer exzellenten Strahlqualität sowie einer sehr vorteilhaften Zeitstruktur der Strahlpulse. Die Leistungsfähigkeit des TESLA-Colliders, gemessen an der Wechselwirkungsrate, die sogenannte Luminosität, ist höher als bei einem konventionellen Linearbeschleuniger. Die gleichen Argumente gelten bei der Anwendung eines supraleitenden Linearbeschleunigers als Treiber für eine Freie-Elektronen Röntgen-Laser (X-FEL) Anlage, mit der kohärente Strahlung extrem hoher Brillanz bis zu Wellenlängen im Ångström Bereich für ein breites Spektrum wissenschaftlicher Forschung nutzbar gemacht werden kann. Bei der Planung von TESLA ist daher die Einbeziehung einer X-FEL Nutzer-Anlage als integraler Bestandteil des Projekts vorgesehen.

Im Berichtszeitraum konzentrierten sich die Arbeiten – im Rahmen einer breiten internationalen Kollaboration – auf die Fertigstellung eines Projektvorschlages (Technical Design Report, TDR), in dem das vollständige Design für die zukünftige Anlage sowie die Kosten und das benötigte Personal zusammengestellt sind. Gleichzeitig konnten an der TESLA Testanlage (TTF)

weitere Fortschritte beim Entwicklungsprogramm für die supraleitenden Beschleunigerstrukturen, beim Betrieb des Test-Linearbeschleunigers und bei der Inbetriebnahme der FEL-Testanlage erzielt werden (siehe Seite 241 und 245).

Fortschritt der Design-Arbeiten

Die Arbeiten am TDR konnten bis Ende 2000 weitgehend abgeschlossen werden, so dass das Ziel, den technischen TESLA-Projektvorschlag im Frühjahr 2001 dem Deutschen Wissenschaftsrat zur Begutachtung vorzulegen, eingehalten werden kann. Diese Begutachtung wird ein erster, wichtiger Schritt auf dem Wege zur Genehmigung von TESLA als internationalem Projekt sein.

Parallel zu den Arbeiten am technischen Design wurden die detaillierten Studien für die Möglichkeit, TESLA in der Nähe von DESY zu errichten, fortgesetzt. Die Untersuchungen bezogen die Auslegung der erforderlichen Bauten, wie Tunnel, Strahlverteilung und Experimentierhallen für die Teilchenphysik und X-FEL-Nutzer, sowie die Schätzung der damit verbundenen Kosten ein. Im Rahmen der Designarbeiten für TESLA wurden zahlreiche beschleunigerphysikalische Studien durchgeführt, auf die hier im Folgenden nur kurz und beispielhaft eingegangen werden kann.

Die theoretischen Untersuchungen für eine neuartige Elektronenquelle zur Erzeugung eines „flachen“ Strahls, wie er für den Collider benötigt wird, zeigten, dass es im Prinzip möglich sein sollte, auf einen der beiden Dämpfungsringe bei TESLA zu verzichten, was eine erhebliche Kostenersparnis und Vereinfachung der Komplexität der Anlage erbringen würde. Das bei DESY entwickelte neue strahloptische Konzept hierfür wurde im Berichtszeitraum erstmals erfolgreich in Zu-

sammenarbeit mit Mitarbeitern vom Fermilab (Batavia, USA) am dortigen A0-Testbeschleuniger experimentell bestätigt.

Die Strahldynamik in dem für den Collider- und FEL-Strahl gemeinsam benutzten Teil des TESLA Linearbeschleunigers wurde detailliert untersucht, und es konnte gezeigt werden, dass der gleichzeitige Betrieb mit sehr unterschiedlichen Strahlenergien über einen weiten Bereich problemlos möglich ist. Die Energiebandbreite des FEL-Strahlführungssystems wurde optimiert, was ein schnelles „Tuning“ der Laser-Wellenlänge in der Nutzer-Anlage erlaubt. Ferner konnte gezeigt werden, dass die Effekte durch strahlinduzierte Felder (höhere Moden) in den Beschleuniger-Strukturen weitgehend stationär sind und damit sehr effizient durch ein Feed-Forward System beseitigt werden können. Der Prototyp eines solchen Systems wurde erfolgreich an der TTF getestet.

Das Konzept zur Reduktion von Raumladungseffekten im Dämpfungsring wurde detailliert mit Computersimulationen untersucht. Die Ergebnisse zeigen, dass dieses potenzielle Problem im Rahmen des für TESLA vorgesehenen Bereichs von Strahlparametern keine Limitierung mehr darstellt.

Vorbereitung des Planfeststellungsverfahrens für TESLA

Der geplante TESLA-Tunnel beginnt auf dem DESY-Gelände in Hamburg-Bahrenfeld und verläuft in Richtung Nordnordwest durch den Kreis Pinneberg bis zur Gemeinde Westerhorn (Abb. 111). Er liegt also in der Freien und Hansestadt Hamburg und dem Land Schleswig-Holstein. Beide Bundesländer haben im Jahr 1998 einen Staatsvertrag für die Schaffung der planerischen Voraussetzung für die Errichtung und den Betrieb von TESLA abgeschlossen. In dem Vertrag wurde festgelegt, dass für das Projekt ein gemeinsames Planfeststellungsverfahren mit einer integrierten Umweltverträglichkeitsprüfung (UVP) durchzuführen ist. Die dafür benötigte Umweltverträglichkeitsstudie (UVS) ist bereits im letzten Jahr in Auftrag gegeben worden. In der Studie wird der Einfluss der TESLA-Bauwerke und des TESLA-Betriebs auf die Natur und den Menschen untersucht. Für die Beurteilung sind an den oberirdischen Standorten Indikatorpflanzen und -tiere kar-

tiert worden, das heißt, es sind ausgewählte, die Art repräsentierende Pflanzen und Tiere gezählt worden. Diese Gutachten sind im Berichtszeitraum fertig gestellt worden.

Im Rahmen der Umweltverträglichkeitsstudie wird auch das Schutzgut Wasser untersucht. DESY hat ein hydrogeologisches Fachgutachten in Auftrag gegeben. Die erste Stufe ist fertig gestellt. Bis auf eine Übergangsstrecke in Hamburg liegt die Tunnelachse einheitlich 8 m unter Normalnull. Der Baugrund im Bereich des Tunnels besteht im Wesentlichen aus quartären eiszeitlichen Ablagerungen. Überwiegend sind das wasserdurchlässige Sande und Kiese, die von wasserundurchlässigem Geschiebelehm oder -mergel abgedeckt werden. Im gesamten Bereich liegt der Tunnel im Grundwasser. Untersucht werden in dem Gutachten unter anderem der hydraulische Einfluss des Tunnels und der Hallen und der Einfluss der Wasserentnahmen auf die Grundwasserstände.

Der TESLA-Tunnel liegt mit einem Abstand von 14 m direkt unter der Rellinger Kirche. Das ist für einen im Lockergestein mit einer Bohrmaschine aufgefahrenen Tunnel ein sicherer Abstand. Trotzdem wurde das Unterfahren der Kirche von einem Gutachter untersucht. Das Gutachten kommt zu folgendem Ergebnis: „Um die Standsicherheit des Gebäudes während der Tunnelarbeiten zu gewährleisten, sind keine Maßnahmen im Vorfeld erforderlich. Die Gutachter empfehlen im Vorfeld jedoch geodätische Vermessungen in halbjährlichem Abstand und tägliche Begehungen während der Bauzeit.“ Im Jahr 2000 wurden die Ergebnisse Vertretern der Kirche vorgestellt. Im Jahr 2001 beginnt die Vermessung der Kirche.

Im Jahr 2000 ist auch die Grundlagenermittlung für das Röntgenlaserlabor in Ellerhoop von externen Bauingenieuren durchgeführt worden. Die beiden Elektronenstrahlen für den Betrieb der Röntgenlaser werden etwa 1.5 km vor dem Wechselwirkungspunkt aus dem Haupttunnel in einen eigenen Tunnel gelenkt. In einem Strahlverteilungssystem werden die Strahlen weiter aufgeteilt. In einer oberirdischen Halle mit einer Grundfläche von $200 \times 50 \text{ m}^2$ befinden sich die Messplätze für die Forschungen mit Röntgenlaserlicht. Das ganze Strahlverteilungssystem wird als Tunnelanlage geplant und liegt auf einer schiefen Ebene mit einer Neigung von etwa 10 mrad. Dadurch kann man das gegebene Gelände wesentlich besser ausnutzen.

TESLA Test Facility

Linac-Betrieb und Erweiterungen

Im Rahmen der Voruntersuchungen zum TESLA-Projekt wird bei DESY der Linearbeschleuniger der TESLA Test Facility betrieben. Gleichzeitig wird dieser TTF-Linac als Treiber für einen Freie-Elektronen Laser (FEL) genutzt (siehe Seite 245 ff).

Im Berichtszeitraum konnte der Beschleuniger in der Regel in einem 24-Stunden-Betrieb an durchschnittlich fünf Tagen pro Woche genutzt werden. Längere Betriebsperioden wurden im allgemeinen durch nur kurze Umbauphasen unterbrochen. Im Frühsommer wurden im Rahmen einer sechs Wochen dauernden Betriebsunterbrechung Erweiterungen vorgenommen, die im Folgenden gemeinsam mit den Betriebserfahrungen beschrieben werden.

Das Jahr 2000 begann mit der Optimierung des Linac-Betriebs mit dem Ziel, den Freie-Elektronen Laser in Betrieb zu nehmen. Hierzu waren Strahlpulse mit einigen wenigen Elektronenpaketen pro Puls, aber mit mindestens 1 nC Ladung bei gleichzeitig hoher Strahlqualität der beschleunigten Elektronenpakete notwendig. Raumladungs- und Strahltransport-Probleme mussten überwunden werden. Es galt, den Elektronenstrahl praktisch verlustfrei durch den Undulator des FEL zu führen und innerhalb des Undulators eine Abweichung der Strahlbahn von der magnetischen Achse von unter 100 μm einzustellen. Dies gelang Mitte Februar und erlaubte wenig später am 22. Februar erstmalig den Betrieb des Lasers. Die erreichte Photonen-Wellenlänge von 108 nm stellte einen Weltrekord dar: kein anderer FEL konnte vor diesem Zeitpunkt, basierend auf dem Prinzip der selbstverstärkten spontanen Emission (SASE), Licht im ultravioletten Bereich erzeugen (siehe Seite 245 ff).

Im Zusammenhang mit der weiteren Optimierung des FEL-Betriebs war eine Vielzahl von Messungen am Elektronenstrahl notwendig.

In sogenannten Quadrupol-Scans wurde die transversale Emittanz bestimmt, die, anschaulich beschrieben, als mathematisches Produkt von Strahlquerschnitt und -aufweitung ein Maß für die Elektronenstrahlqualität

ist. Quadrupol-Scans messen den Strahlquerschnitt mittels Leuchtschirmen oder Drähten, die durch den Strahl gefahren werden.

Ebenso wichtig wie die transversale Emittanz ist die Länge der Elektronenpakete, da sie den erreichbaren Spitzenstrom im FEL bestimmt. Nur hohe Spitzenströme erlauben einen FEL-Betrieb. Von der Elektronenquelle bis hin zum Undulator wird die Länge der Elektronenpakete verkürzt und erreicht schließlich eine Länge von deutlich unter einem halben Millimeter. Dies muss durch Messungen kontrolliert werden: das Strahlprofil längs des Elektronenpaketes wird rekonstruiert. Hierbei wurde eine unerwartete Unterteilung in einzelne, noch kürzere Pakete beobachtet, die im Weiteren ausführlich untersucht werden musste.

Neben dem FEL-Betrieb lag ein weiterer Schwerpunkt bei der Vorbereitung von verschiedenen Experimenten zum Verständnis des Betriebes supraleitender Beschleuniger. Lange Pulszüge (800 μs) mit voller Strahllast (8 mA Strom) müssen beschleunigt werden, wobei praktisch kein Strahlverlust während des Transports von der Elektronenquelle bis vor den Strahlfänger akzeptiert werden kann, weil dieser eine Zerstörung des Beschleunigervakuums und damit möglicherweise auch einiger Beschleunigerstrukturen zur Folge hätte. Es wurde ein System vorbereitet, das innerhalb von wenigen Mikrosekunden einen Strahlverlust erkennt und den Beschleuniger abschaltet.

Weitere Experimente konnten durch Umbauten im Frühsommer vorbereitet werden. Vakuumkammern für das sogenannte RAFEL Experiment (siehe Seite 246), zwei extrem schnell pulsable Magnete, sogenannte Kicker, und eine spezielle Kammer mit austauschbaren Strahlrohren unterschiedlicher Oberflächenrauigkeit wurden eingebaut. Hierfür wurden wie bisher alle neuen Vakuum-Komponenten im Reinraum mit ähnlichen Prozeduren wie die supraleitenden Cavities gereinigt, um Staub und andere Partikel zu entfernen.

Die Installation der Vakuumkammern in den Beschleuniger erfolgte mit kleinen mobilen Reinräumen. Beim Betrieb des TTF-Beschleunigers bereitete das Vakuumsystem keinerlei Probleme.

Im Bereich der Hochfrequenz-Elektronenquelle mussten wiederholt Modifikationen vorgenommen werden. Der Betrieb bei dem geforderten hohen Be-

schleunigungsfeld von 35 MV/m scheint insbesondere im Bereich der Kathode, also der eigentlichen Quelle, nicht unproblematisch. Der elektrische Kontakt zwischen Kathode und Hochfrequenzresonator muss genauer untersucht werden. Der Betrieb der Photokathoden selbst entsprach den Erwartungen. Die gelegentlich notwendige Präparation neuer Photokathoden wurde vom INFN Milano erfolgreich durchgeführt. Der für den Betrieb der Elektronenquelle erforderliche Laser (Max-Born-Institut, Berlin) erwies sich auch im zweiten Betriebsjahr als äußerst zuverlässig. Im Hinblick auf den zukünftigen FEL-Betrieb, aber auch für einige anstehende Experimente wurden Erweiterungen vorgenommen. Insbesondere kann künftig der Abstand der Elektronenpakete variiert werden.

Sowohl die unmittelbar hinter der Elektronenquelle als Einfangstruktur installierte einzelne TESLA-Beschleunigungsstruktur als auch die beiden schon im Vorjahr betriebenen Beschleunigermodule liefen problemlos. Als Standardbetrieb kann für den Berichtszeitraum ein Modulgradient von 15–20 MV/m bei einer Hochfrequenzpulslänge von etwa 1.3 ms inklusive Füllzeit genannt werden.

Die Gruppe MVA hat für den TTF-Linac einen speziellen Kollimator zur Kollimierung des Dunkelstroms konstruiert. Weiterhin wurde für einen schnellen Feedback-Kicker der Gruppe MIN ein Keramikrohr mit einer dünnen Schicht aus nichtrostendem Stahl durch Sputtern beschichtet. Zwei der mit diesen Rohren ausgerüsteten Feedback-Kicker wurden bei TTF sehr erfolgreich getestet (siehe Seite 224).

Strahldiagnose und Kontrollen

Im Berichtszeitraum wurde sowohl die Elektronenstrahldiagnose als auch die Diagnose des vom FEL erzeugten Photonenstrahls deutlich verbessert. Am TTF-Beschleuniger wurde die Auslese von bereits früher installierten Strahllagemonitoren verbessert und die Elektronik an veränderte Elektronenstrahl-Parameter angepasst, vor allem konnten aber die Strahllagemonitore im Bereich der Undulatoren in Betrieb genommen werden. Es wurde auf Anhieb eine Auflösung von 20 μm für das einzelne Elektronenpaket erreicht. Über eine Mittelwertbildung kann damit die für das „Beam-Based-Alignment“ geforderte Auflösung

von 10 μm problemlos erreicht werden. Hierbei wird die exakte Position des Monitors durch mehrfach versetzten Einschuss des Elektronenstrahls bestimmt, und die gewonnenen Korrekturen können danach für alle weiteren Messungen berücksichtigt werden.

An den Monitoren zur Bestimmung des Elektronenstrahlstroms wurde bis zum Ende des Berichtszeitraumes gearbeitet; die variable Wiederholfrequenz der Elektronenpakete (0.1–9 MHz) bereitet Schwierigkeiten. An den ersten drei Strahllagemonitoren von TTF wurden Auslese-Elektroniken von HERA-e installiert. Mit deren Hilfe konnte zusammen mit einem neuen Simulationsprogramm (TU Darmstadt) die Ausrichtung der Solenoid-Spulen und des Laser-Spots im Bereich der Elektronenquelle präzise vermessen und korrigiert werden.

Nach dem ersten Betrieb des FEL im Februar 2000 wurde während der Betriebsunterbrechung im Sommer der Bereich der Photonen-Diagnose deutlich modifiziert. Zum einen machte sich hier der schon oben erwähnte Einbau des RAFEL-Experiments stark bemerkbar, zum anderen wurden Experimentierkammern eingebaut, die im Hinblick auf den späteren Ausbau des FEL die Untersuchung von Spiegeln, aber auch ein erstes Physik-Experiment unter Verwendung des erzeugten Laserlichtes erlauben. Für das TTF-Kontrollsystem wurde der größte Teil der Magnete auf das TINE-Protokoll umgestellt. Dieses wurde in die DOOCS Libraries aufgenommen. Dadurch können jetzt wieder sämtliche TTF-Programme auf alle Magnete zugreifen. Weitere umfangreiche Arbeiten zur Weiterentwicklung des TTF-Kontrollsystems sind ausführlich im Bericht der Gruppe MVP geschildert (Seite 226).

Hochfrequenzversorgung und -regelung

Einen Meilenstein für das TESLA-Projekt stellt der erfolgreiche Test des ersten Prototyps des 10 MW Multi-beam Klystrons bei langer Pulsdauer dar. Es erreichte eine Ausgangsleistung von 10 MW bei einer Puls-länge von 1.5 ms. Die Effizienz lag bei 65%. Zum Vergleich: Mit dem bisher verwendeten konventionellen 5 MW Klystron lässt sich nur eine Effizienz von 45% erreichen. Für den TESLA Linear-Collider werden 600 der Multibeam-Klystrons benötigt. Seit Abschluß des erfolgreichen Tests wird das Multibeam-Klystron

für den TTF-Betrieb eingesetzt: Es versorgt die beiden installierten Beschleunigermodule im Routinebetrieb. In der Erweiterung der TTF Halle wurde begonnen, einen weiteren Hochspannungsmodulator, dessen Schaltungsprinzip weitgehend dem der bisher bei TTF eingesetzten Modulatoren entspricht, zu installieren. Die verschiedenen großen Untereinheiten des Modulators wurden nach DESY Vorgaben von Industriefirmen gefertigt und zum Teil von diesen auch weiterentwickelt. Hervorzuheben sind der neue Hochspannungs-Halbleiterschalter unter Verwendung von IGBTs, der neue Typ des Pulstransformators und das neu entwickelte Hochspannungsnetzgerät, das es ermöglicht, Rückwirkungen auf das Hauptnetz zu beseitigen, die sonst mit der Betriebsfolgefrequenz des Modulators von maximal 10 Hz auf dieses einwirken würden. Die Hochfrequenzregelung der TTF, die für die Regelung der Vektorsumme von 24 supraleitenden Resonatoren ausgelegt ist und zur Zeit die vorhandenen 16 Resonatoren ansteuert, wurde über mehrere Monate lang mit Strahl betrieben und hat sich dabei als sehr zuverlässig erwiesen.

Ein neues Konzept zur aktiven Kompensation der dynamischen Lorentzkraftverstimmung der supraleitenden Resonatoren wurde entwickelt und erfolgreich am horizontalen Teststand CHECHIA erprobt. Das Arbeitsprinzip beruht auf einem piezoelektrischen Translator. Einzelheiten hierzu finden sich in dem Bericht der Gruppe MHF-p (Seite 218).

Infrastruktur

Im Berichtszeitraum konnte die Kapazität der Anlage für die Präparation der TESLA Beschleunigungsstrukturen auf den maximal möglichen Durchsatz erweitert werden. Insgesamt wurden 14 neue Strukturen ausgeliefert, an denen 146 Chemiebehandlungen (82 Titan- und 64 Niobbeizungen) durchgeführt wurden. Durch den im Vorjahr erfolgten Umbau der Reinstwasserversorgung konnten die Hochdruckspülen und die chemischen Beizungen parallel gefahren werden. Für den Test im vertikalen Testkryostat wurden im Jahr 2000 insgesamt 62 Strukturen vorbereitet. Im horizontalen Testkryostaten CHECHIA wurden 12 vollständig bestückte Resonatoren bis zum Ende des Jahres getestet. Dies ist ein Systemtest, bei dem der Resonator horizontal in einen Testkryostaten eingebaut wird, der dem Be-

schleunigungskryostaten in der technischen Auslegung sehr ähnlich ist.

Im Berichtszeitraum wurde die Helium-Kälteversorgung der TESLA Test Facility inklusive des TTF-Linac mit seinen beiden Beschleunigermodulen gewährleistet. Der Betrieb des Linac war dabei das ganze Jahr durchgehend möglich. Die künftige Erweiterung des TTF/FEL Linac verlangt eine höhere kryogenische Anschlussleistung. Hierfür wurde die Helium-Kälteversorgung an die HERA Helium-Kälteanlage angeschlossen. Die bestehende TTF-Transferleitung wurde verlängert und an die FEL Vorkühler- und Verteilerbox herangeführt. Ein zweites Vakuumkompressorsystem für Helium, das zur Entkopplung der Kälteversorgung des TTF-Linac und des TTF-Kältelabors, aber auch zur Kapazitätserweiterung benötigt wird, wurde geliefert, aufgebaut und in Betrieb genommen. Der endgültige und vollständige Anschluss zur HERA-Kälteanlage wird in der nächsten Betriebsunterbrechung des TTF-Linac erfolgen.

Zur systematischen Untersuchung von verbesserten oder auch neuen Präparationsmethoden der Oberflächen supraleitender Resonatoren eignen sich besonders 1-zellige Resonatoren. Sie können mit kleinem apparativen Aufwand behandelt und gemessen werden. In der vorhandenen Infrastruktur für die 9-zelligen TTF-Resonatoren können solche Untersuchungen allerdings nicht durchgeführt werden, da die Produktion der Serienresonatoren nicht gestört werden sollte. Es wurde daher die vorhandene Anlage zur Präparation der 500 MHz HERA-Resonatoren so modifiziert, dass ein Messprogramm mit 1-zelligen 1.3 GHz Resonatoren durchgeführt werden kann.

Die Umbauarbeiten am Reinraum und an der Kälteanlage stehen kurz vor dem Abschluss, und mit der Inbetriebnahme kann im Frühjahr 2001 gerechnet werden.

Im Hinblick auf die Verbesserung der für TESLA eingesetzten supraleitenden Cavities wurde in der Gruppe MVA an der Entwicklung einer Elektropolitur-Einrichtung für 9-zellige Niob-Resonatoren gearbeitet. Die konstruktiven Arbeiten für eine Versuchseinrichtung sind abgeschlossen und die Fertigung des Aufbaus hat begonnen. Es ist geplant, in der ersten Jahreshälfte von 2001 einen Vorversuch in der Galvanik-Einrichtung der Lufthansa in Hamburg durchzuführen.

Weiterhin wurde im Verbund mit den Gruppen FDET und MKS ein Vorhaben zur Einrichtung einer ständigen Elektropolitur-Einrichtung bei DESY beantragt. Für systematische Untersuchungen der optimalen Schweißparameter beim Schweißen der TESLA Niob-Resonatoren wird gegenwärtig eine Elektronstrahl-Schweißanlage mit besonders anspruchsvollen Vakuumbedingungen beschafft. Es ist geplant, diese Anlage bis Ende April 2001 aufzubauen.

Superstruktur

Hierbei werden mehrere Resonatoren (7- oder 9-zellige Cavities) zu einer elektrischen Einheit verbunden und können gemeinsam mit nur einem Einkoppler betrieben werden. Die elektrischen Eigenschaften der 4×7 -zelligen und 2×9 -zelligen Superstrukturen wurden intensiv mit Simulationsprogrammen untersucht (siehe Seite 215). Für die Präparation der Superstruktur sind bei der Gruppe MKS Vorrichtungen und Adapter konstruiert und gefertigt worden. Die ersten beiden 7-zelligen Resonatoren sind an DESY ausgeliefert worden und stehen zum Test bereit. Für den Test wurde zu-

nächst eine supraleitende Ultrahochvakuum-Dichtung entwickelt. Weiterhin entstanden neue Rahmen, die die Superstruktur während der Behandlung aufnehmen.

Entwicklungsarbeiten

Die Hochfrequenz-Eigenschaften der bei DESY gefertigten zwei einzelligen nahtlosen TESLA-Resonatoren 1K2 und 1K3 wurden getestet. Die Behandlungen durch Elektropolitur dieser in hydraulischer Umformtechnik gefertigten Resonatoren sind in Zusammenarbeit mit dem Jefferson Laboratory (USA) und KEK (Japan) durchgeführt worden. Die maximale erreichte Feldstärke lag bei 43 MV/m bei hoher Güte. Dieses Ergebnis gehört zu den besten Resultaten, die überhaupt in der Geschichte von supraleitenden Resonatoren erreicht worden sind (siehe Seite 232). Eine weitere Aktivität war die Entwicklung und Konstruktion einer neuen Frequenz-Feinabstimmung für die TTF-Superstruktur, die in den Helium-Tank integriert wird und somit keine zusätzliche Beschleunigerlänge benötigt. Der Prototyp ging im Herbst in die erste Testphase, das Konzept wurde bestätigt.

Entwicklung eines Freie-Elektronen Lasers für sehr kurze Wellenlängen

Im Februar 2000 wurde mit dem Linearbeschleuniger der TESLA Test Facility das Prinzip der selbstverstärkten spontanen Emission („Self-Amplified Spontaneous Emission“ SASE) bei der Wellenlänge 109 nm in einem Freie-Elektronen Laser (FEL) nachgewiesen.

In den folgenden Monaten konnte mit Elektronenstrahl-Energien zwischen 180 MeV und 280 MeV das SASE-Prinzip im Wellenlängenbereich zwischen 80 nm und 180 nm demonstriert werden.

Nach einer zweimonatigen Betriebspause konnte innerhalb der ersten zehn Tage der Elektronenstrahl wieder zur Emission gebracht werden, was für die gute Reproduzierbarkeit der Elektronenstrahl-Qualität des supraleitenden Linearbeschleunigers spricht.

In dieser kurzen Betriebspause wurden die Spiegelkammer des RAFEL-Experimentes und das Wakefield-Experiment eingebaut. Das RAFEL-Experiment („Regenerative Amplifier FEL“) wurde konzipiert, um das FEL-Licht hinsichtlich seiner Monochromatizität, der Sättigung und der vollen dreidimensionalen Kohärenz zu optimieren.

Das sogenannte Wakefield-Experiment ist von fundamentaler Bedeutung für die Beschleunigerphysik und hat wesentliche Konsequenzen für die Planung des TESLA-FEL. In diesem Experiment wird der Einfluss der Oberflächenrauigkeit von verschiedenen Strahlrohren auf die Elektronenstrahl-Qualität untersucht.

Ferner konzentrierten sich die Arbeiten im Berichtszeitraum auf den Rohbau für Phase 2 sowie auf die detaillierte Planung zu einem Höchstleistungs-FEL im Sub-Nanometer-Bereich, der als integraler Bestandteil des TESLA-Projektes angebaut wird.

SASE-FEL im Ultravioletten

Das Prinzip des FEL ermöglicht es, mit sehr großer Effizienz Bewegungsenergie eines Elektronenstrahls in elektromagnetische Strahlung umzuwandeln. Durch das Prinzip der SASE und durch den Einsatz eines Linearbeschleunigers mit exzellenter Strahlqualität sollte sich ein FEL auch im Röntgenbereich betreiben lassen. Die Realisierung eines FELs im ultravioletten Bereich demonstrierte die technische Machbarkeit der erforderlichen Elektronenstrahl-Qualität sowie eines hochpräzisen Undulators. Die Messung von mehreren Photonenstrahl-Parametern durch die von HASYLAB hergestellte Photonen-Diagnostik zeigte die erwarteten Eigenschaften solcher Art Synchrotronstrahlungsquellen: hohe Brillanz (Abb. 112) und schmales Spektrum der Wellenlängen (Abb. 113) für eine Elektronenstrahlenergie von 233 MeV.

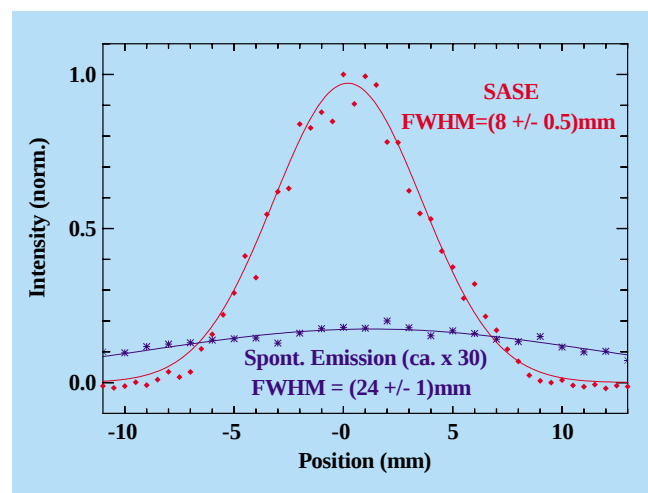


Abbildung 112: Profil des FEL-Photonenstrahls im Vergleich zum Profil der spontanen Undulator-Emission, gemessen mit einer PtSi Photodiode, deren horizontale Position variiert wurde.

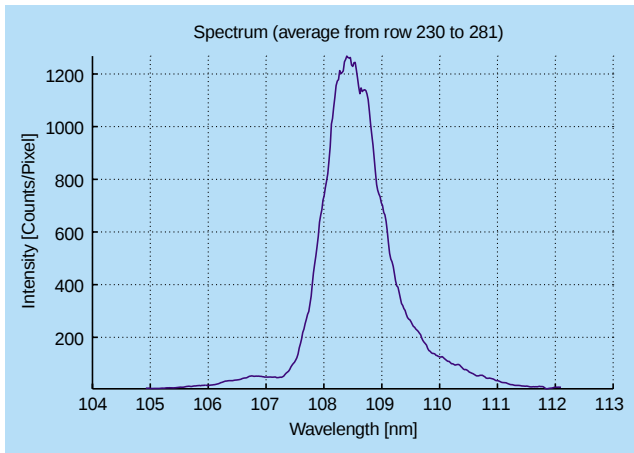


Abbildung 113: Spektrum des SASE-FEL-Lichts.

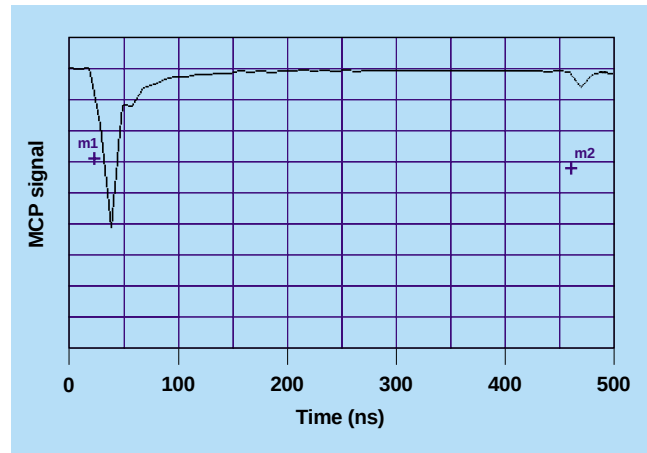


Abbildung 115: Erster Nachweis der punktgenauen Reflexion von Licht auf dem Micro-Channel Plate (MCP)-Detektor.

RAFEL-Experiment

Abbildung 114 zeigt eine schematische Darstellung des RAFEL-Prozesses. Im Wellenlängenbereich unter 100 nm liegt die Reflexion eines Spiegels bei nur einigen Prozent. Deshalb kann nur ein winziger Teil des Lichts als Eingabelicht (Seed) für den FEL-Prozess verwendet werden. Wenn ein neues Elektronenpaket den Undulator erreicht, verstärkt es das Licht um drei oder vier Größenordnungen. Dieses sollte die starken Verluste durch die geringen Reflexionen kompensieren und

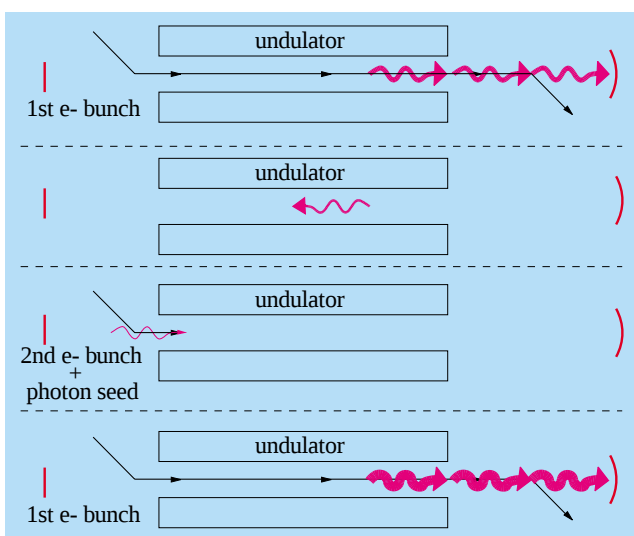


Abbildung 114: Schematische Darstellung des RAFEL-Prozesses.

eine Gesamtverstärkung von 10 oder mehr ergeben. Nach dem Durchlauf von mehreren Elektronenpaketen durch den Undulator sollte die Sättigung des FEL-Prozesses eintreten. Dafür ist die Synchronisierung des Lichtes mit dem nächsten Elektronenpaket durch die genaue Einstellung des Abstands zwischen den beiden Spiegeln erforderlich. Zusätzlich ist eine sehr präzise Ausrichtung der Spiegel parallel zueinander nötig, um das Licht auf der Achse des Undulators zu führen. Die Spiegelkammern wurden im Sommer 2000 installiert. Als erster Schritt wurde die parallele Ausrichtung der Spiegel erfolgreich durch die Reflexion von Licht auf dem MCP-Detektor (Abb. 115) nachgewiesen.

Undulator Strahllagemonitore

Die Undulatorstrecke besteht aus drei separaten Modulen mit jeweils einer speziellen Vakuumkammer, in welche 10 Strahllagemonitore sowie ebenso viele Korrekturmagnete integriert sind. Im Juli wurden die beiden ersten Module, deren Strahllagemonitore aus Antennen-Elektroden bestehen, mit der entsprechenden Monitorelektronik ausgerüstet. In das dritte Modul, in welchem Strahllagemonitore mit Mikrowellenleitern eingebaut sind, wurde die Monitorelektronik Anfang Dezember installiert. Beide Elektroniktypen messen die Lage einzelner Elektronenpakete mit

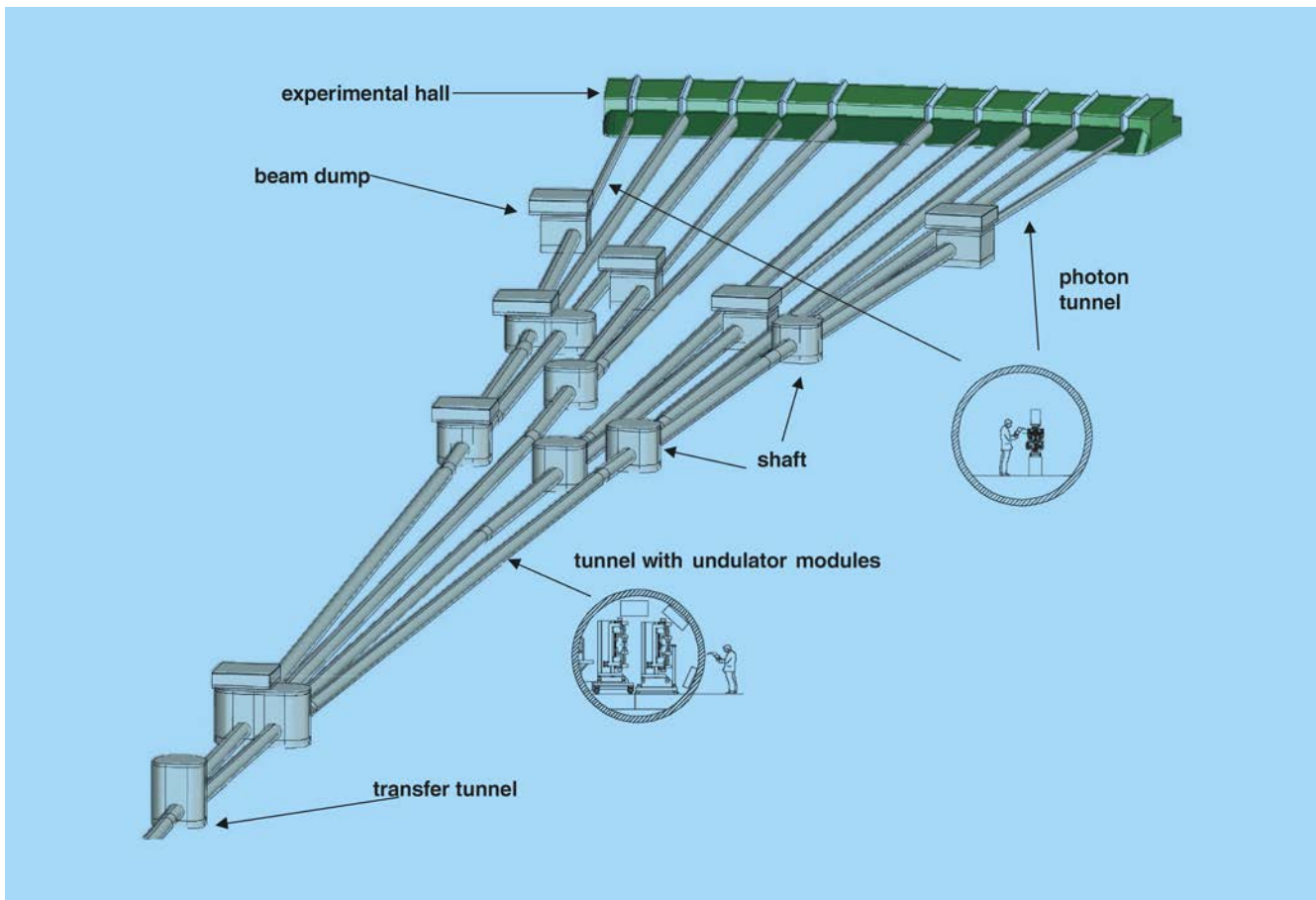


Abbildung 116: Schematische Darstellung der geplanten Strahlweiche zur Aufteilung der Elektronenpakete auf die verschiedenen XFEL-Nutzer.

einer Genauigkeit von etwa $10\,\mu\text{m}$. Mit Hilfe dieser Messungen wird die Strahlage so optimiert („Beam-Based Alignment“), dass die Wechselwirkung zwischen dem Elektronenstrahl und den FEL-Photonen einen Maximalwert annimmt. Außerdem wurde der Aufbau eines BTM („Beam Trajectory Monitor“) Prototyps fertig gestellt. Das Detektorsystem wurde bereits im Jahresbericht 1999 beschrieben. Der BTM wird die Vakuumkammer des Wakefield-Experiments ersetzen.

Wakefield-Experiment

Die Beeinflussung der Strahlqualität ultrakurzer Elektronenpakete durch induzierte Störfelder („Wake-

fields“), verursacht durch die Oberflächenrauigkeit der Vakuumkammer, kann den FEL-Prozess ernsthaft beeinträchtigen. Hier wurden zwei wichtige Fortschritte erzielt: Die Rauigkeit existierender Kammern wurde gemessen und in Zusammenarbeit mit der TU Darmstadt wurde ein Verfahren gefunden, die resultierenden Störfelder zu simulieren. Außerdem wurde ein Strahlrohr mit definierten, absichtlich vergrößerten Rauigkeiten präpariert, eingebaut und die Beeinflussung des Elektronenstrahls gemessen. Erste Ergebnisse zeigen deutliche Veränderungen an der Energieverteilung des Elektronenpakets. Eine erste Analyse zeigt, dass die beobachteten Effekte gut durch die Theorie beschrieben werden. Zukünftig sind direkte Messungen des Störfelds mit sehr empfindlichen Detektoren im Mikrowellenbereich geplant.

Teststand für Elektronenquellen

Die Elektronenquelle ist eine wesentliche Komponente für SASE FELs. Es ist absehbar, dass noch einige Jahre intensiver Forschung und Entwicklung notwendig sind, bevor diese sogenannten Photoinjektoren routinemäßig die Strahlparameter erreichen, die für FELs im Nanometerbereich erforderlich sind. Die notwendigen Tests können nicht am TTF-Beschleuniger durchgeführt werden, da sie dadurch das dortige Forschungsprogramm behindern. Deshalb wurde ein separater Teststand entworfen. Dieser wird bei DESY-Zeuthen aufgebaut im Rahmen einer Kollaboration mit dem Max-Born-Institut Berlin, BESSY Berlin, dem INFN Milano und der TU Darmstadt (Abb. 85, Seite 160).

TTF Phase 2

In der zweiten Ausbaustufe soll der TTF-Linac durch Installation von vier weiteren Linac-Abschnitten auf 1 GeV Strahlenergie erweitert werden. Zusätzlich soll der Undulator auf etwa 30 m verlängert werden. Diese Anlage wird FEL-Strahlung mit Wellenlängen bis zu 6 nm erzeugen und soll Nutzern zur Verfügung stehen.

Die gesamte Entwicklung erfolgt unter maßgeblicher Unterstützung von Wissenschaftlern aus 37 Instituten in elf Nationen. Ein Überblick über beide Phasen der

im Bau befindlichen Anlage wurde bereits im Jahresbericht 1999 gezeigt. Die erforderliche Tunnelverlängerung und die Experimentierhalle wurden fertiggestellt und als Ausstellungshalle im Rahmen der Weltausstellung EXPO 2000 genutzt. Hinsichtlich der Ausrüstung des Beschleunigertunnels konzentrierten sich die Arbeiten auf die Festlegung der Strahlführung.

Studien zu einem Röntgen-FEL

Die Studien zum Entwurf eines Höchstleistungs-FEL für Wellenlängen bis hinunter zu 0.1 nm (kurz: XFEL) wurden fortgesetzt. Die Arbeiten konzentrierten sich auf Fragen, 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 Elektronenpakete auf die verschiedenen Nutzer wurde so verbessert, dass die Kosten für Bauwerke und Strahlführung reduziert wurden und die Beeinträchtigung von Umwelt und Landschaft so gering wie möglich ist. Abbildung 116 zeigt schematisch die geplante Geometrie.
- Im Rahmen von Kollaborationen mit BESSY und mit dem INR/Moskau wurde die Elektronenoptik detailliert ausgelegt und untersucht.

Bereich Technische Infrastruktur (Z)

Inhalt

Übersicht	251
Servicezentrum Mechanik	253
Servicezentrum Elektronik	257
Ausbildung in gewerblich-technischen Berufen	259
Bauwesen	261
Aufbau von Beschleunigern und Experimenten	263
Zentrale Datenverarbeitung	271
Informationsmanagement, Prozesse und Projekte	279
Sicherheit	285



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 in folgende Servicezentren und Stabsstellen:

- Servicezentrum Mechanik mit Konstruktion, Technischer Auftragsabwicklung, Fertigung, Tischlerei und gewerblicher Ausbildung,
- Servicezentrum Elektronik mit Arbeitsvorbereitung, Fertigung und gewerblicher Ausbildung,
- Bauwesen mit Neubauten, Instandhaltung, Betriebsschlösserei und Transportgruppe,
- Aufbau der Beschleuniger und Experimente mit Projektierung, Vermessung, Tieftemperatur- und Gaseservice, Experimentesicherheit,
- Informationstechnik,
- Informationsmanagement, Prozesse und Projekte, CAD-Support,
- Stabsstelle IT-Sicherheit und Datenschutz,
- Stabsstelle Sicherheit und Umweltschutz,
- Technischer Notdienst und technische Sicherheit,
- Technologietransfer.

Im Z-Bereich wurden in Umsetzung der Ergebnisse der Prozessanalyse die Arbeitsabläufe in mehreren Gruppen (ZM, ZE, IPP) verbessert, dokumentiert und geschult. Mehrere bereichsübergreifende Prozesse, zum Beispiel Beschaffungen, wurden DESY-weit in Angriff genommen.

Zu den Mechanik-Werkstätten (Gruppe 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 Linear-Collider Projekte und Beschleuniger stellen auch in diesem Berichtsjahr den Hauptteil der Auslastung von Konstruktion und Fertigung dar. Die Konstruktion hat zur Verstärkung der Kapazität unter Führung der DESY-Konstrukteure erfolgreich auf externe Konstruktionsbüros zurückgegriffen.

Die Elektronik-Werkstätten (ZE) entwickelten, produzierten und testeten in Hamburg überwiegend für den Beschleunigerbetrieb, in Zeuthen überwiegend für die Experimente. Der große Bondingauftrag für den ZEUS-Mikrovertexdetektor wurde erfolgreich beendet. Der verwendete Bondautomat verbleibt für weitere Projekte bei DESY.

Die Arbeit der Auszubildenden wurde wieder mit mehreren Auszeichnungen bedacht. Die Zahl der Auszubildenden konnte um 10% erhöht werden. Die bauliche Erweiterung der Lehrwerkstatt wurde abgeschlossen, so dass Mechanik und Elektronik nun unter einem Dach sind. Die Ausbildung in Informatikberufen wurde vorbereitet.

Die Bauabteilung (ZBAU) hat die TTF/FEL-Experimentierhalle fertiggestellt. Diese wurde bereits im Januar 2000 für eine Tagung verwendet und ab Juni 2000 für das weltweite Projekt „Licht der Zukunft“ der EXPO 2000 bei DESY genutzt. Es wurden umfangreiche Sanierungsarbeiten an den Gebäuden durchgeführt.

Beim Aufbau von Beschleunigern und Experimenten (ZMEA) standen vor allem die Vorbereitung und Durchführung der Luminositätssteigerung und des Einbaus weiterer Spinrotatoren bei HERA an. Dazu wurden mehrere Typen normalleitender Magnete entwickelt und durch enge Zusammenarbeit mit dem Efremov-Institut in St. Petersburg gebaut. Umfangreiche Vermessungsarbeiten wurden insbesondere für HERA, für TTF/FEL und im Gelände für TESLA durchgeführt. Die Versorgung mit Gasen und die Überwachung durch Si-

cherheitseinrichtungen wurden durch regelmäßige Serviceleistungen und Ausbauarbeiten für alle Beschleuniger und Experimente sichergestellt.

Die Informationstechnik hat eine Vielzahl von Serviceaufgaben und arbeitet zusätzlich verstärkt in Projekten. Sie wird darin durch die neu bei DESY eingerichteten Gremien CRB (Computing Review Board) und CUC (Computer User Committee) unterstützt. LINUX entwickelt sich weiter zur dominanten UNIX-Plattform bei DESY und wird mit der Bereitstellung automatisierter Installationssoftware unterstützt. Bei Windows NT hat sich die Zahl der Systeme weiter erhöht, die Migration zu Windows2000 wurde vorbereitet. Zwei veraltete Mailserver-Systeme wurden erfolgreich durch einen Exchange-Server ersetzt. Für das Computing der Experimente nach dem HERA-Upgrade wurde ein Projekt für den Ausbau der Massenspeichersysteme durch einen verteilten Disk-Cache und der Rechenleistung durch Building Blocks auf PC-Basis begonnen. Die

Stabsstelle D4 war erfolgreich für IT-Sicherheit und Datenschutz bei DESY tätig.

Die Gruppe Informationsmanagement, Prozesse und Projekte (IPP) hat die erforderlichen Projekte für die Unterstützung von TESLA in die Wege geleitet. Das Softwaresystem für das Engineering Data Management (EDM) wurde ausgewählt und das EDM-Pilotprojekt mit Einsatzbereich bei TTF Phase 2 in enger Zusammenarbeit mit dem M-Bereich begonnen. Für das Asset Management (AM) von IT-Geräten wurde in enger Abstimmung mit der IT-Gruppe der Anforderungskatalog erstellt und das Softwaresystem ausgewählt.

Bei der Sicherheit hat die externe Schichtbesetzung des Technischen Notdienstes erfolgreich die Arbeit aufgenommen. Die neue Leitwarte mit dem Gebäude- und Anlageninformationssystem wurde in Betrieb genommen. Die Stabsstelle D5 ist durch Sonderaufgaben weiterhin sehr stark belastet.

Servicezentrum Mechanik (ZM)

Zum Servicezentrum Mechanik gehören die Zentrale Konstruktion, die Technische Auftragsabwicklung, die Mechanische Fertigung, die Tischlerei, die Ausbildungswerkstätten sowie die Stabsstelle Technologie mit den Aufgabenbereichen Qualitätsmanagement, Ausbildung, Sicherheit und neue Fertigungstechniken.

Hauptauftraggeber des Servicezentrums Mechanik war der Beschleunigerbereich. Für die Linear-Collider Projekte und Beschleuniger stellte die Konstruktion 69% und die Mechanische Fertigung 73% ihrer Jahreskapazität zur Verfügung.

Im Bereich Teilchenphysik war der Umbau der HERA-Experimente H1 und ZEUS für den Luminositäts-Upgrade die Hauptaufgabe.

Konstruktion

Die Zentrale Konstruktion ZM1 hat außer dem Fachgruppenleiter 23 Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter. Davon sind neun (im Vorjahr zehn) Konstrukteure, elf Techniker/Technische Zeichner/innen und drei Mitarbeiterinnen im Sekretariat, Archiv und Vervielfältigung. Abbildung 117 zeigt die Kunden der im Berichtsjahr geleisteten Arbeiten.

Eine interessante Neuerung zum Thema Arbeitszeitflexibilisierung war das Pilotprojekt „Alternierende Telearbeit“. Eine Konstrukteurin bearbeitete hierbei eine Entwurfs- und Layoutaufgabe im Rahmen der Vorentwicklung von TESLA im häuslichen Umfeld. Die Erfahrungen zeigen ein differenziertes Ergebnis. Durchweg positiv wurde das Pilotprojekt im Hinblick auf die Frage der persönlichen und beruflichen Weiterentwicklung bewertet. Die Effizienz der Aufgabebearbeitung hängt stark von der Aufgabenstellung ab, vorteilhaft sind klar definierte Aufgabenstellungen mit wenigen Schnittstellen zu anderen Gruppen. Die Be-

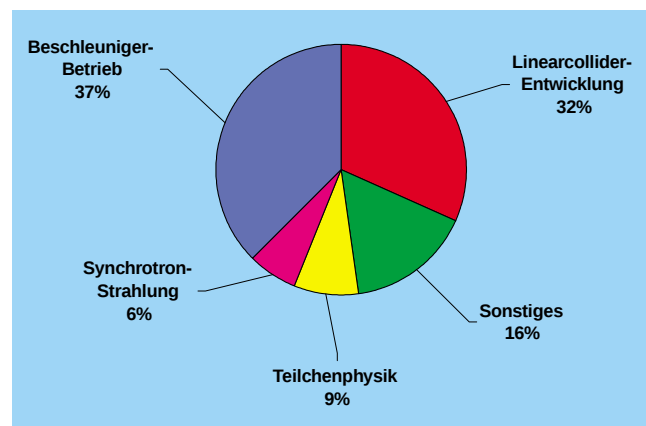


Abbildung 117: Verteilung der Arbeiten der Konstruktion auf die einzelnen Bereiche.

richte zu diesem Projekt stehen der DESY-Öffentlichkeit zur Verfügung.

Eine weitere organisatorische Neuerung war die Einrichtung eines Planungsbüros für TESLA. ZM1 steuerte zwei Ingenieure und zwei technische Zeichner sowie das I-DEAS-Know-how für großmaßstäbliche Planungs- und Layoutarbeiten bei. Mitarbeiter verschiedener DESY-Gruppen arbeiten hier eng mit externen Büros zusammen, unter anderem um das Projekt auf das Planfeststellungsverfahren vorzubereiten. Die erste Aufgabe dieses Planungsbüros bestand darin, ein Layout für das X-FEL Bauwerk, welches auf dem TESLA Campus südlich des Ortes Ellerhoop entstehen soll, zu entwickeln. Dieses Layout umfasst auch eine Kostenkalkulation, die in den TESLA TDR einfließt. Für die Arbeit war es wichtig, Mitarbeiter verschiedener DESY-Gruppen (HASYLAB, MPY, ZM1 und ZMEA) und der externen Firma in gemeinsamen Räumen unterzubringen. Damit wurde es möglich, in rascher Folge zahlreiche Layouts zu erstellen, zu diskutieren und weiterzuentwickeln. Im Oktober, acht Wochen vor Ende der geplanten Projektzeit, wurde gemeinsam das optimale Layout für das X-FEL Bauwerk gefunden (Abb. 118).

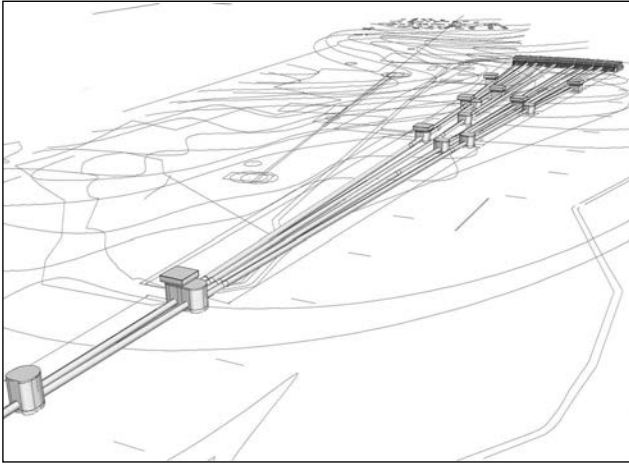


Abbildung 118: Das TESLA X-FEL Bauwerk in Tunnelbauweise. Im Vordergrund das unterirdische Haupt-Separationsgebäude, in dem die beiden Strahlen unterschiedlicher Energie in verschiedene Tunnel gelenkt werden. Dahinter der erste Zugangsschacht zum X-FEL Tunnel. Im Hintergrund das X-FEL Laborgebäude. Am oberen Bildrand erkennt man den Randbereich des Ortes Ellerhoop. Links vom Tunnelbauwerk ist der Verlauf von TESLA zweidimensional angedeutet.

Der Hauptanteil bei den Maschinenbaukonstruktionen waren Entwicklungs- und Konstruktionsarbeiten für den HERA-Luminositäts-Upgrade. Daneben gab es diverse Arbeiten für die TESLA-Vorentwicklung, wie Undulatoren für X-FEL, Cavity-Superstruktur, Tuner, Einkoppler usw. Ein interessantes Arbeitsgebiet betraf die Layoutarbeiten am Detektor für TESLA, deren Ergebnisse auch in den TESLA TDR einfließen.

Für den X-FEL Undulator sind im Wesentlichen Standardkomponenten verwendet worden. Das eigentliche Undulatorgestell wird aus einem Profil hergestellt, das der Steifigkeit eines geschweißten Rahmens entspricht, aber die Kosten erheblich reduziert. Um die Genauigkeit zu gewährleisten (Magnetträgerdurchbiegung kleiner 0.005 mm) wird dieser an vier Punkten unterstützt, anstatt wie bisher an zwei Punkten. Die Magnetträger werden von vier Antrieben bewegt. Jeder Antrieb wird mit einem Linearencodersystem kontrolliert. Ein spezielles Transportsystem sorgt für das Bewegen der Undulatoren an den Einbauort.

Eine andere Schwerpunktaufgabe war die Weiterentwicklung von Hochfrequenzkomponenten für TESLA.

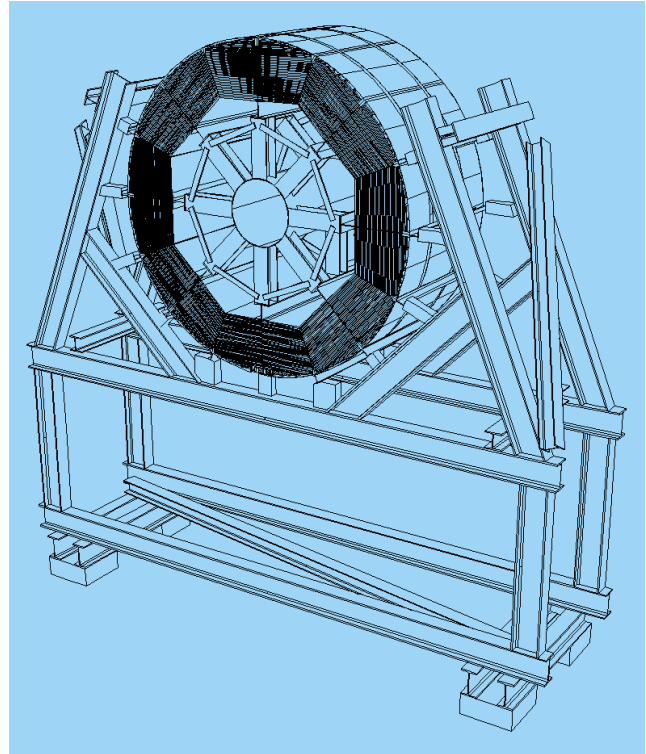


Abbildung 119: Das Barrel des Hadron-Kalorimeters auf der so genannten Wiege für die Erstmontage. Das Barrel hat einen Außendurchmesser von annähernd 6 m, ist 2.66 m lang und wiegt ohne Diagnostik 225 Tonnen.

In der TESLA Test Facility ist für jedes Cavity der Beschleunigerstruktur bislang ein Einkoppler vorgesehen. Im Konzept der Superstruktur für TESLA wird die Anzahl der Hochfrequenz-Einkoppler dadurch reduziert, dass mehrere Cavities zu einem String zusammengefasst werden, welcher nur noch von einem Einkoppler gespeist wird. Die Kosten für die Einkoppler und die Montage werden dadurch verringert. Es wurden mehrere Konzepte erarbeitet und dokumentiert.

Eine Voruntersuchung zum Layout, zur Montageabfolge sowie zu Statik- und Festigkeitsproblemen des Hadron-Kalorimeters für das TESLA-Experiment ist ein weiteres Schwerpunktthema der Zentralen Konstruktion. Das Hadron-Kalorimeter besteht aus zwei Fasshälften, den sogenannten Barrels. Jedes Barrel besteht wiederum aus 16 Modulen, die innen verriegelt und außen mit zwei Ringen zusammengefasst werden. Abbildung 119 zeigt ein Barrel auf einer Vorrichtung, die eigens für die Erstmontage entwickelt wurde.



Abbildung 120: EB-Schweißanlage, Aufbau der Arbeitskammer.

Die Module bestehen aus 38 Eisenplatten und zwei Seitenblechen sowie einem Abschlussblech an der hinteren Stirnseite. Zwischen den 19 mm starken Platten sind 7.5 mm hohe Spalte vorgesehen, in denen die Diagnostik (Szintillator-Platten) installiert wird. Die nur 3 mm starken Seitenbleche tragen das gesamte Gewicht der Eisenplatten. Sie wurden so dimensioniert, dass die Module bei der Montage beliebig orientiert werden können, ohne beschädigt zu werden oder sich zu verformen.

Technische Auftragsabwicklung/ Mechanische Fertigung

Über die Technische Auftragsabwicklung wurden rund 900 Werkstattaufträge mit einem Gesamtvolumen von 6.5 Millionen DM bearbeitet. Für insgesamt 3.5 Millionen DM wurden Aufträge an externe Firmen vergeben.

Der Maschinenbereich war Hauptauftraggeber der Hauptwerkstatt und der Technikerwerkstatt. Schwerpunkte waren der Bau von Vakuumkammern und Absorbern für den HERA-Luminositäts-Upgrade, von Kickern für DORIS sowie von HF-Komponenten für supraleitende Cavities. Für die Experimente ZEUS und H1 wurden Vakuum-Komponenten für den Luminositäts-Upgrade, für ZEUS zusätzlich ein neuer Vermessungsaufbau gefertigt. Im Arbeitsbereich Neue Fertigungstechniken stand die Beschaffung der Elektronenstrahl-Schweißanlage im Vordergrund (Abb. 120).

In der Technikerwerkstatt wurde in enger Zusammenarbeit mit den Nutzern vom HASYLAB ein spezieller Probenhalter konstruiert, gefertigt und erprobt. In einem Temperaturbereich von 2.5 bis 300 K können bis zu fünf Proben in ein Kryo-Magnet-System einge-

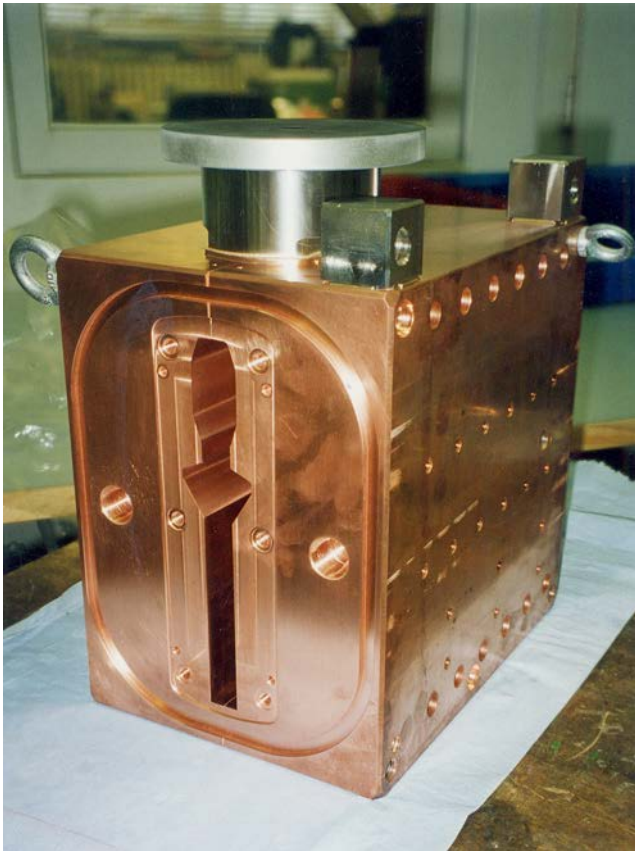


Abbildung 121: Absorber 4 für den HERA-Luminositäts-Upgrade.



Abbildung 122: Monochromatortank für HASYLAB.

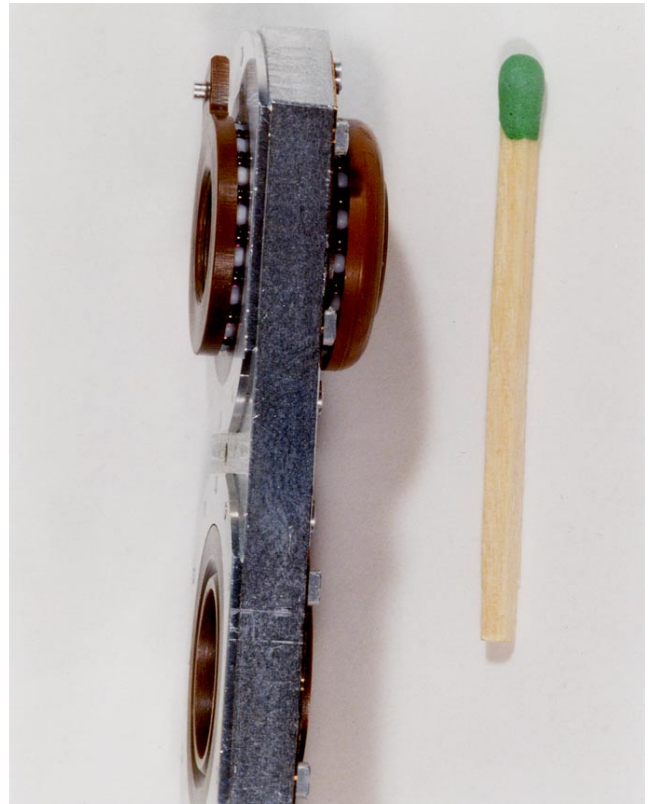


Abbildung 123: Probenhalter für HASYLAB.

setzt werden. Das System ist sowohl für Transmissions- als auch für Fluoreszenzmessungen geeignet. Die Abbildungen 121 bis 123 zeigen einige Resultate der mechanischen Fertigung im Berichtsjahr.

Tischlerei

Die Hauptaufgabe der Tischlerei war die Anfertigung eines Modells der EXPO-Halle im Maßstab 1:50 sowie von Transportvorrichtungen, Unterbauten und Schränken für die EXPO 2000. Eine Gemeinschaftsaufgabe aller gewerblich-technischen Auszubildenden war die Konstruktion und Fertigung einer drehbaren Schau-Vitrine für die DESY-EXPO 2000 (Abb. 125).

Für HERA und für das ZEUS-Strahlrohr wurden diverse Transportvorrichtungen gefertigt sowie ein 1:1 Modell einer Kryo-Box mit Querschnitten und Schienenabdeckung für den Kryostaten-Teststand.

Servicezentrum Elektronik (ZE)

Leistungsangebot der Elektronikfertigung

Die Gruppe ZE stellt Standardverfahren für die Erstellung und Prüfung von elektronischen Baugruppen und Geräten bereit, 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,
- das Bonden in Alu-Dünndrahttechnik mit Vollautomat, 8×6 Zoll Arbeitsbereich,
- Gehäusebeschaffung und -bearbeitung sowie Bedruckung von Gehäuseteilen,
- Geräteaufbau und -verdrahtung, Herstellung von Kabeln,
- die Baugruppenprüfung sowie Geräteabgleich und 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 mit AutoSketch R6, das mit AutoCAD 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 (max. 215°C) der Baugruppe unter Sauerstoffabschluss (keine Oxydation),
 - SMD-Reparaturplatz,
 - ESD-Absicherung der Fertigungszelle,
- Bondautomat Delvotec 6400 mit Bondkontrolle und Pulltester,
- Möglichkeit der Erstellung von Prüfprogrammen mit Hilfe von LABVIEW und VISUAL BASIC.

Bauelemente für 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“.

Bonding

ZE war seit Mai 1999 an der Einführung eines Bondprozesses im Rahmen des ZEUS Microvertexdetektors (MVD) beteiligt, der wegen der erforderlichen unebenen Materialien spezielle Bondtechniken umfasst. Das



Abbildung 124: Bondautomat Delvotec 6400 im Einsatz beim Zeus-MVD.

Projekt wurde im Dezember 2000 erfolgreich abgeschlossen und der Bondautomat von ZE übernommen. Für den MVD wurden etwa eine Million Bondverbindungen aus 17.5 μm Aludraht hergestellt. Dazu wird ein

Ultraschall-Reibschweißverfahren verwendet, bei dem jeder Bond individuell gesteuert und kontrolliert wird. Zur Einstellung der kritischen Bondparameter wurde ein Pulltester für die Bondverbindungen herangezogen. Abbildung 124 zeigt den Bondautomaten im Einsatz.

Näheres zur Technologie ist auf den Web-Seiten oder bei einer Besichtigung der Fertigungsanlagen verfügbar.

Fräs- und Graversystem

Anfang 2000 wurde bei ZE ein Zentrum zum Fräsen, Gewindeschneiden und Gravieren eingeführt mit dem Ziel einer zügigen und flexiblen Bearbeitungsmöglichkeit von Aluminiumplatten. Das System erhält seine Daten direkt aus den Ausgabedateien von zum Beispiel AutoSketch oder AutoCAD. In einer Datenbank können für die meisten der bei DESY verwendeten Standard-Bauteile für Front- und Rückwände die zugehörigen Ausschnitte abgerufen werden.

Prüfung von Baugruppen und Geräten

Um gefertigte Elektronik sicher in Betrieb zu nehmen, sind eindeutige Test- und Prüfmethoden unerlässlich. Dazu braucht ZE eindeutige Pläne und Funktionsbeschreibungen (Blockschaltbilder). Mit dem Elektronik-Prüffeld müssen parallel zur Entwicklung des Geräts Test- und Prüfmethoden formuliert und umgesetzt werden. Das ist besonders wichtig bei hohen Stückzahlen und/oder externen Tests.

Ausbildung in gewerblich-technischen Berufen

Die bauliche Erweiterung der Ausbildungswerkstatt wurde im Herbst fertiggestellt; damit sind mechanische und elektronische Ausbildung wieder in einem Gebäude untergebracht (Abb. 126, 127).



Abbildung 125: Schauvitrine der gewerblich-technischen Ausbildung für die DESY-EXPO.

Direkt benachbart wurde der Pavillon für das Projekt „Physik begreifen“ errichtet, in dem Schüler an die moderne Physik herangeführt werden.

Am 1. September 2000 haben 22 junge Leute in acht verschiedenen Berufen die Ausbildung begonnen, davon zwei in dem neuen Berufsbild Mechatroniker. Die Gesamtzahl der Auszubildenden hat sich auf 61 erhöht, das heißt, sie ist gegenüber dem Vorjahr um 10% gestiegen (Tab. 9).

Die Beteiligung an der Ausbildungsbörse der Handelskammer Hamburg und der Austausch zwischen Hamburger und Zeuthener Auszubildenden sind zu einem festen Bestandteil der Ausbildung geworden; an dem Austausch mit Großbritannien nahmen drei Auszubildende vom DESY teil. Mit Portugal besteht ein binationales Projekt.



Abbildung 126: Neue Räume der Elektronik-Ausbildung ZMAE.

Beruf	Ausgelernt und Abgänge 2000	Neuzugänge September 2000	Stand 31.12.2000
Industrie-Elektroniker	4	5	15
Energie-Elektroniker	2	2	6
Kommunikations-Elektroniker	1	1	4
Mechatroniker	–	2	2
Industrie-Mechaniker: Geräte- und Feinwerktechnik	5	5	15
Industrie-Mechaniker: Betriebstechnik	1	2	5
Tischler	–	2	4
Technische Zeichner	3	3	10
Gesamt	16	22	61

Tabelle 9: Anzahl der Auszubildenden im gewerblich-technischen Bereich.



Abbildung 127: Anbau der Ausbildungswerkstatt.

Bauwesen

Bauangelegenheiten (ZBAU)

Im Berichtszeitraum wurde die zum TTF-FEL-Projekt gehörige Experimentierhalle im ersten Bauabschnitt fertig gestellt. Sie wurde Ende Januar an den Mes-
sebau übergeben, um die umfangreichen Arbeiten für die EXPO 2000 fertigzustellen. Die Verbindungen für Strahlrohre und Vermessungssichten wurden hergestellt.

Die Erweiterungen der Gebäude 34 (Ausbildungswerkstatt, Abb. 127) und DESY-Bistro wurden erstellt. Ein weiteres Schaltanlagenhaus mit Trafogrube wurde neben Gebäude 28 errichtet.

An Umbau- und Instandhaltungsarbeiten wurden hauptsächlich durchgeführt:

- Sanierung der Heizungs- und Kaltwasserleitungen zu den Gebäuden 42b-5-10,
- Dachsanierungen auf den Gebäuden 42, 42b, 46b und in Teilbereichen 2a und 30a,
- Herrichtung verschiedener Räume durch Rückbau der Kasematten vor Gebäude 1a zu Dauerarbeitsplätzen im Sinne der Arbeitsstättenrichtlinien,
- Generalsanierung der Sozialräume in Gebäude 17,
- Verlegung von Fernwärmeleitungen von der Notke-
straße bis zu Gebäude 17,

- Erneuerung des Schmutzsiels vor Gebäude 10,
- Fassadensanierungen an den Gebäuden 16 (letzter Abschnitt) und 46b.

Betriebsschlosserei

Neben diversen Schlosser-, Bohr-, Stemm- und Anstricharbeiten für alle DESY-Gruppen sind als größere Arbeiten hervorzuheben:

- Bau eines Kryoturmes,
- Anfertigung von drei Klystron-Transportfahrzeugen für Lagerung, Aufrichten und Transporte,
- Herstellung von 132 Magnetgestellen verschiedener Typen für den Luminositäts-Upgrade,
- Anfertigung von vier Krantraversen in Sonderkonstruktionen.

Transportgruppe

Die Gruppe führt sämtliche Spezial-Transporte selbst durch bzw. beauftragt Fremdfirmen für zusätzliche Hilfeleistungen. Die Gruppe veranlasst weiterhin die Winter- und gärtnerischen Pflegedienste ebenfalls durch Fremdfirmen. Die Pflege der betriebseigenen Fahrzeuge wird durchgeführt.



Abbildung 128: Einbau eines Beschleunigermoduls im TTF-Tunnel.

Aufbau von Beschleunigern und Experimenten

Von der Gruppe ZMEA wurden in enger Zusammenarbeit mit dem M- und F-Bereich Planung, Koordination und Terminverfolgung der Aufbau-, Umbau- und Wartungsarbeiten in den Beschleunigern und bei den HERA-Experimenten für die kurze Betriebsunterbrechung im Dezember 1999/Januar 2000 und der im September 2000 begonnenen neunmonatigen Montageperiode in Zusammenhang mit der HERA-Luminositätssteigerung durchgeführt. Neben den üblichen Wartungs- und Reparaturarbeiten in den Experimentierbereichen und dem Beschleunigerverbundsystem wurden im Berichtszeitraum die im Folgenden aufgelisteten Arbeiten ausgeführt. Für die Bewältigung der Transport-, Montage- und Vermessungsarbeiten in den Betriebsunterbrechungen der Beschleuniger wurde die Gruppe durch Zeitarbeitskräfte und Fremdfirmen unterstützt. Die Auslegung, Berechnung und Konstruktion neuer Magnettypen für das Linear-Collider Projekt TESLA und die Ausbaustufe der TESLA Test Facility TTF wurden im Rahmen des Kooperationsvertrages mit dem EFREMOV-Institut in St. Petersburg durchgeführt.

Beschleuniger

HERA

Die vorbereitenden Arbeiten für die Luminositätssteigerung von HERA und den Einbau von Spinrotatoren in die Wechselwirkungszonen HERA-NORD und SÜD wurden abgeschlossen. Die 3D-Dokumentation der Wechselwirkungszonen von H1 und ZEUS wurde weiter vervollständigt und verfeinert, um Überschneidung von Komponenten in diesen komplexen Bereichen auszuschließen und Montageverfahren auch im Detail simulieren zu können.

Für das Handling der neuen Strahlführungsmagnete mit Krananlagen und den Einbau in den HERA-Tunnel

wurden für jeden Magnettyp Traversen, angepasst an die HERA-TRAM Manipulatoren (Transport- und Montage-Fahrzeug), konstruiert und gebaut. Die vom EFREMOV-Institut gelieferten Quadrupol-Magnete der Typen GI, GJ, GM, GN, GA und GB und die von der Firma SCANDITRONIX gefertigten Dipol-Magnete Typ BQ (Abb. 129) wurden in der DESY-Halle 2, die mit dem Abbau des S-Band Linearbeschleunigers für die Zwischenlagerung von HERA-Komponenten teilweise freigeräumt wurde, für den Einbau in HERA vorbereitet. Die Dipol-Magnete Typen BO und BN (Abb. 130) wurden nach Lieferung der Jochkörper aus Russland und der Spulen aus Schweden von der Montagegruppe ZMEA4 zusammengebaut und am ZMEA-Magnetmessplatz magnetisch vermessen.

Die vier Magnetbrücken für die Wechselwirkungszonen NL, NR (H1) und SL, SR (ZEUS) wurden in Halle 2 mit Magneten, Vakuumkammern, Pumpen, Strom- und Wasseranschlüssen betriebsfertig vormontiert, eingemessen und getestet. Für das Anpassen der Protonenstrahl-Vakuumkammer im Bereich der GN-Magnete wurde in der Halle 2 eine Teststrecke aus drei GN-Magneten aufgebaut. Um den Einfluss der Streufelder im Bereich zwischen zwei GN-Magneten auf den durch das GN-Joch laufenden Elektronenstrahl zu ermitteln, wurden diese Magnete bei Nennstrom betrieben und eine Feldkarte für diesen Bereich mit Hallsonden-Messungen erstellt.

Die Fertigung der vier kurzen, vertikal ablenkenden Korrekturdipole Typ CZ für den Protonenstrahl nach DESY-Konstruktionsunterlagen wurde vorbereitet und in Auftrag gegeben. Die Spulenherstellung und die Endmontage erfolgen bei der Firma DANFYSIK in Dänemark, die Jochkörper wurden vom EFREMOV-Institut beigestellt. Für den Einbau der Protonenstrahl-Vakuumkammer muss der H-Magnet in dem engen Bau-raum neben dem in unmittelbarer Nähe verlaufenden Elektronenstrahl vertikal getrennt werden. Dazu wurde



Abbildung 129: Dipolmagnet Typ BQ.

von der Gruppe MPL in Zusammenarbeit mit ZMEA eine Trennvorrichtung konzipiert, die in den Magnetunterbau integriert ist, so dass ein Öffnen und Schließen des H-Magneten vor Ort ohne zusätzliche Montage- und Vermessungshilfe möglich ist.

Nach Beginn der HERA-Betriebsunterbrechung am 4. September wurden die Maschinenbereiche NR, NL, SR und SL von etwa 10 m bis 70 m (Änderung der Strahlführung für die Luminositätssteigerung) und von 112 m bis 204 m (Einbau der Spinrotatoren) komplett ausgeräumt. Dazu mussten die beiden Experimente HERA-B in der HERA-Halle WEST und HERMES in der HERA-Halle OST in die jeweilige Parkposition verfahren werden, um die Fahrbahnen für die Tunnelfahrzeuge installieren zu können. Nur durch diese beiden Hallen ist der Transport von größeren Maschinenkomponenten wie Magneten, Magnetstützen, Vakuumkammern usw. in den HERA-Tunnel möglich, der Zugang durch die Hallen NORD und SÜD ist durch Detektorkomponenten für größere Objekte versperrt.

Aus der Strahlführung des HERA-Protonenstrahls wurden die zukünftig nicht mehr benötigten vier Dipolmagnete Typ BT ausgebaut. Um die Kosten für neue Magnete zu minimieren, werden diese Magnete durch Kürzen der Jochkörper und den Einbau neuer Spulen so abgeändert, dass sie in der für die Luminositätssteigerung geänderten Strahlführung verwendet werden können. Drei BT-Magnete wurden direkt nach dem



Abbildung 130: Dipolmagnet Typ BN.

Ausbau aus HERA im Oktober nach St. Petersburg zum EFREMOV-Institut transportiert. Die Jochkörper wurden so geteilt, dass aus einem BT-Joch zwei Jochkörper des neu benötigten Magnettyps BP hergestellt werden können, wobei jeweils pro Magnet nur eine Jochendplatte neu gefertigt werden muss. Der erste BP-Magnet war bereits Anfang November fertig gestellt (Abb. 131), wobei die vorab beim EFREMOV-Institut gefertigten Spulen und das leicht modifizierte Strom- und Wasseranschlussystem eines BT-Magneten verwendet wurden.



Abbildung 131: Dipolmagnet Typ BP (hergestellt aus altem Typ BT).



Abbildung 132: Montierter Halbquadrupol NL.



Abbildung 134: Aufbau der Magnetbrücken.



Abbildung 133: Einbau der Quadrupolmagnete Typ GN.

Aus den Bereichen OR, OL, WR und WL wurden weitere 20 Quadrupol-Magnete Typ QR ausgebaut. Alle QR-Magnete werden mit neuen Spulen ausgerüstet, da vermehrt ausgewaschene Lötstellen in den Originalspulen zu Wasseransammlung zwischen Spulenleiter und Spulenisolation und damit zu sporadisch auftretenden Windungsschlüssen geführt hatten, die nur schwer zu lokalisieren waren. Die Spulenfertigung für 132 Ersatzspulen wurde bei der Firma SIGMAPHI in Frankreich in Auftrag gegeben und von ZMEA technisch betreut. Diese Spulen werden ohne Lötstelle im Spulenkörper gewickelt, so dass der oben beschriebene Fehler zukünftig ausgeschlossen werden kann.

Bis zum Ende des Berichtszeitraums wurden in HERA-NL und NR in den Bereichen zwischen 10 m und 70 m alle Magnetsockel gesetzt und die Strahlposition für die Magnetmontage angerissen. Mit der Magnetmontage in den Tunnelbereichen NL (Abb. 132) und NR wurde begonnen. Abbildung 133 zeigt den Einbau des dritten GN-Magneten in HERA-NR. Die vier Magnetbrücken (Abb. 134) in den beiden Wechselwirkungs-zonen von H1 und ZEUS sind eingebaut. Ein Großteil der QR-Spulen wurde geliefert und nach Isolations-tests in der ZMEA4-Montagewerkstatt in die QR-Jochkörper eingebaut. Die QR-Magnete aus HERA-OST und HERA-WEST sind bereits mit neuen Spulen im Tunnel reinstalled.

DESY II/III

In DESY III wurde ein Protonen-Cavity gewechselt. Im E-Weg wurde ein Beamstopper montiert.

DORIS

In Doris wurde das Vakuumkammersystem der DORIS-Strahlführung erneuert. Für diese Arbeit mussten von der Montagegruppe ZMEA4 diverse Quadrupol- und Sextupol-Magnete geöffnet, geteilt und nach Einlegen der neuen Vakuumkammern geschlossen und betriebsfertig montiert werden.

PETRA

Für die Führung des TTF-Strahlrohrs aus dem TTF-Tunnel durch den PETRA-Tunnel in die EXPO-Halle wurde im Bereich des Durchbruchs das PETRA-Stromschienensystem umgelegt. Um Platz für die Pressmaschine für den Strahlrohrdurchbruch durch die Betonwände des PETRA-Tunnels zu schaffen, wurden zwei Dipolmagnete kurzfristig entfernt und nach Ende der Baumaßnahmen reinstalled. Für Arbeiten am PETRA-Vakuumsystem und an verschiedenen Kickern mussten diverse Magnete geteilt, teilweise entfernt und nach Beendigung der Arbeiten betriebsfertig montiert werden.

TTF/FEL

Zu Beginn des Jahres wurden in der TESLA Test Facility die FEL-Dumps modifiziert. In der TTF-Strahlführung wurden zwei weitere Quadrupolmagnete eingebaut. Konstruktion und Fertigung der Magnetuntergestelle wurden von ZMEA durchgeführt. Im TTF/FEL-Tunnel wurden in Vorbereitung für die EXPO die Monorail eingebaut, Untergerüste und Montagehilfsgestelle für das EXPO-Modul und die Undulator-Magnetstruktur aufgebaut und Modul und Undulator installiert (Abb. 128).

In der TTF-Betriebsunterbrechung im Mai/Juni wurden diverse Umbauten, Änderungen und Einbauten neuer Komponenten vorgenommen. In Vorbereitung für die TTF-Phase 2 wurde der Umbau der Abschirmung im Anbau und die Anbindung an den TTF/FEL-Tunnel geplant. Zur Aufnahme der Dumps wurde mit der Konstruktion speziell geformter Betonblöcke begonnen.

Für die Phase 2 wurde die Detail-Planung gestartet und ein erster Zeitplan erstellt. Mit der Auslegung und Detailkonstruktion der verschiedenen für die Strahlführungssysteme benötigten Magnete und der Abschätzung des für die Magnetbeschaffung benötigten Kosten- und Zeitrahmens wurde in Zusammenarbeit mit dem EFREMOV-Institut begonnen.

TESLA

Als Beitrag zum TESLA Design Report (TDR) wurde in enger Zusammenarbeit mit der Gruppe MPY und Wissenschaftlern des EFREMOV-Instituts für das TESLA

„Beam-Delivery-System“, die „Main-Extraction Line“ und die „Fast-Emergency-Extraction-Line“ in einem iterativen Prozess die Magnetstruktur in Abhängigkeit von der Strahloptik optimiert. Für die Magnete wurden Konstruktionen gewählt, die die Zahl der verschiedenen Typklassen und Einzelkonstruktionen auf ein Minimum reduziert, um den Fertigungsaufwand, die Fertigungskosten und den Fertigungszeitrahmen so klein wie möglich zu halten. Für die Herstellung der daraus resultierenden etwa 700 Magnete wurde eine Kostenabschätzung durchgeführt.

Für die Montagearbeiten im TESLA-Tunnel wurden Zeitpläne erstellt und in Abhängigkeit davon die notwendige Personalstärke und Personalstruktur ermittelt. Basierend auf dem für die Tunnelmontage vorgesehenen Zeitrahmen wurden in Zusammenarbeit mit der Industrie die Kosten für das für die Transportarbeiten im Tunnel benötigte Monorail-System abgeschätzt.

Experimente

H1/ZEUS

In HERA-NORD und HERA-SÜD mussten zu Beginn der Betriebsunterbrechung im September ein Großteil der Betonabschirmung aus den Wechselwirkungszonen entfernt werden, um den Zugang zu den zentralen Detektorkomponenten für die komplexen Umbauarbeiten an den Experimenten und der Strahlführung im Hallenbereich zu ermöglichen. Für ZEUS werden die Betonsteine auf dem Parkplatz der Trabrennbahn zwischengelagert, um den aufwendigen Transport von über 2000 t Beton zum DESY-Steinlagerplatz zu vermeiden. Bei ZEUS wurde die Vetowand umgebaut und an die neue Magnetbrücken-Konfiguration angepasst. Für ZEUS FDET wurde eine neue Montagevorrichtung konstruiert und gebaut.

Für den Ausbau der Innendetektorsysteme aus dem Flüssig-Argon-Kryostaten wurde der zentrale Teil des H1-Experiments in die Parkposition verschoben.

HERMES

Im gesamten Berichtszeitraum wurde durch ZMEA Hilfestellung bei technischen und organisatorischen

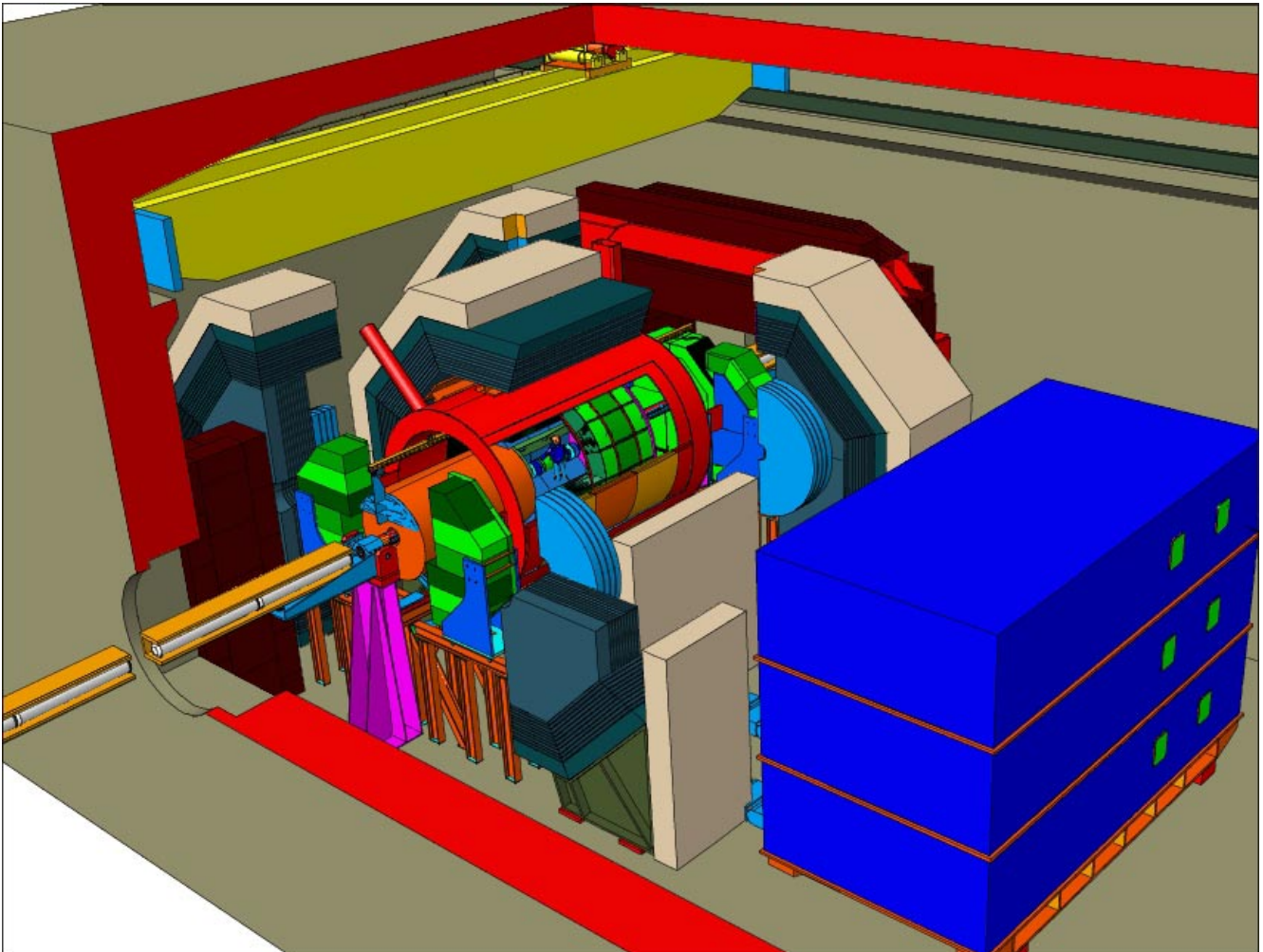


Abbildung 135: Ansicht des TESLA-Detektors in geöffnetem Zustand (3D-Modell).

Aufgaben im Experimente- und Polarimeterbereich geleistet. Für den neu zu bauenden transversalen Target-Magneten wurden vergleichende Feldrechnungen durchgeführt und Fertigungszeichnungen für das Magnetjoch erstellt. Die Magnetfertigung in der zentralen DESY-Werkstatt wurde vorbereitet.

HERA-B

In den kurzen Betriebsunterbrechungen zu Anfang des Jahres wurde der HERA-B Detektor durch den Einbau weiterer Myon-, MC-, PC- und TC-Kammern komplettiert.

Um für die Umbauarbeiten im HERA-Tunnel während der Betriebsunterbrechung ab September die Zufahrt zum HERA-Tunnel für die HERA-TRAM und die TRAM-Ladezone in der Halle herzustellen, musste ein Großteil der Abschirmung aus der HERA-Halle WEST entfernt werden und das Experiment soweit wie möglich gegen die rückwärtige Hallenwand verschoben werden.

TESLA

Das 3D-Modell des TESLA-Detektors wurde fortlaufend an den Stand der ECFA/DESY-Planung angepasst.

Seit der Veröffentlichung des „Conceptual Design Reports“ hat es erhebliche Änderungen am Detailkonzept des Detektors gegeben. Die jetzige Version des Detektors ist so ausgelegt, dass ein Zugang zum Vertexbereich in Strahlposition möglich ist, ohne dass das Maschinenvakuum in der Wechselwirkungszone gebrochen werden muss. Zusammen mit ZM1 und FLC wurden von ZMEA die prinzipiellen Montageabläufe für das Öffnen des Detektors in der Wechselwirkungszone festgelegt und die dazu notwendigen Montagehilfen bezüglich Funktion und Platzbedarf entworfen. Abbildung 135 zeigt den geöffneten Detektor in 3D-Darstellung.

Während des Designs der hadronischen und elektromagnetischen Kalorimeter durch Physiker von DESY und SACLAY wurde der Konstruktionsprozess von ZMEA im Detail und im Rahmen des Gesamtdetektormodells in 3D begleitend dokumentiert und auf Verträglichkeit mit dem Gesamtdetektor-Konzept überprüft.

Vermessung

Beschleuniger

Die Arbeiten der Vermessungsabteilung im Jahr 2000 wurden zum großen Teil durch den Umbau zur Luminositätssteigerung von HERA bestimmt. Sämtliche neu hergestellten Magnete der in der Luminositätssteigerung umzubauenden Wechselwirkungszone wurden mit festen Referenzmarken ausgerüstet. Die geometrischen Magnetachsen wurden für jeden einzelnen Magneten bestimmt und auf diese festen Messmarken bezogen. Jeder einzelne Magnet erhält so individuelle Koordinaten zur Positionierung im Beschleuniger. Anschließend wurden die Magnete im Magnetmessstand aufgebaut und justiert, um die Abweichungen zwischen magnetischer und geometrischer Achse feststellen zu können. Eine solche Abweichung lässt sich als Korrektur an die Koordinaten anbringen.

Mit Beginn der Shutdown-Arbeiten wurden zunächst anhand der vorhandenen Maschine die Koordinaten aller Vermessungssäulen neu bestimmt, um später von diesen Referenzpunkten aus die neuen Magnete der Luminositätssteigerung aufstellen und justieren zu können.

Nach Abbau der alten Magnete sowie Entfernung der Sockel wurden die Positionen aller neu zu errichtenden

Sockel auf der Tunnelsohle markiert. Nach Aufbau der Säulen wurde die Sockelhöhe kontrolliert und auf den Sockeln ein Strahlanriss angebracht, um die Magnetgestelle auf den Sockeln positionieren zu können.

Bei PETRA wurde der Oktant Nr. 6 komplett aufgemessen und neu justiert. Dort war teils wegen des Strahlrohrdurchbruchs für TTF, teils wegen der Bauarbeiten und Aufschüttungen für die EXPO-Halle eine Neujustierung erforderlich geworden. Im Bereich des neu errichteten EXPO-Tunnels und der Halle hatten sich die strahlführenden Komponenten von PETRA aufgrund der neu eingebrachten Lasten über einen Bereich von etwa 80 m Länge um bis zu 8 mm abgesenkt.

Bei DORIS wurde der Umfang der Maschine um 8 mm geändert. Dazu wurden ausgewählte Magnete um definierte Beträge zur Ringaußenseite verschoben. Die komplette Maschine wurde vor der Verschiebung aufgemessen, anschließend wurde die Verschiebung durchgeführt. Nach Abschluss der Umbauarbeiten wurden erneut alle Magnete aufgemessen, die restlichen Abweichungen von der Idealposition errechnet und die Feinjustierungen vorgenommen. Sämtliche Sextupole wurden mit neuen Gestellen ausgerüstet. Auch diese Sextupole wurden neu justiert.

Im LINACII wurden die Abschnitte 9 bis 12 aufgemessen und zum Teil neu justiert.

Bei TTF/FEL wurde die Cavity-Struktur für das jetzige Modul 3 justiert, die Struktur im Tank montiert und zu den Referenzmarken ausgerichtet. Das komplette Modul wurde anschließend installiert und im Strahlweg justiert. Der gesamte Beschleuniger wurde aufgemessen, um die Justierung zu überprüfen. Sämtliche Komponenten im Injektionsbereich sowie weitere ausgewählte Komponenten wurden nach diesem Aufmaß neu justiert. Für Komponenten neuer Experimente, wie BTM und Wakefield, wurden die Bezugsmessungen durchgeführt und zum Teil die Positionierung im Beschleuniger vorgenommen; das RAFEL-Experiment wurde nach Vorgaben im Beschleuniger positioniert.

Baumaßnahmen

Im Zuge der Baumaßnahmen für die EXPO waren zahlreiche baubegleitende Vermessungen notwendig. So wurden die oberirdische Absteckung des TTF-Tunnels

und der Spundwand am PETRA-Tunnel zwecks Verfüllung vorgenommen, die gesamte Topographie um die EXPO-Halle und den TTF-Tunnel aufgenommen sowie die Gebäudeachsen für die Pflasterung des Vorplatzes der EXPO-Halle abgesteckt. Für den Durchbruch des TTF-Strahlrohres durch den PETRA-Tunnel wurden die Anrisse erstellt und die Pressmaschine für die Rohrverpressung ausgerichtet

DESY Zeuthen

Auf dem Betriebsgelände des DESY Zeuthen wurde ein Bauwerk für den Photoinjektor-Teststand errichtet. In dieser Halle wurde ein Referenzsystem von insgesamt neun Bolzen aufgestellt und durch eine Referenzmessung mit Koordinaten versehen. Die neu erstellten Bolzen dienen nun als Bezugspunkte für den Aufbau sämtlicher Strahlkomponenten und als Referenz bei Aufmessung und Justierung der Maschine.

Gaseservice

In Berichtsjahr konzentrierten sich die Projekte mehr auf den internen Bereich von ZMEA6: Bedingt durch die erhöhte Abnahme von Stickstoffgas bei den Beschleunigeranlagen DESY, DORIS und PETRA war der bei Gebäude 13 vorhandene Stickstoffverdampfer nicht mehr ausreichend. Hinter dem so genannten Ballonhaus (Gebäude 13b) wurde auf einem von ZBAU beauftragten Fundament ein neuer Wechselverdampfer aufgestellt und in Betrieb genommen. Der alte Verdampfer aus dem Jahre 1970 ist verschrottet worden.

Um den Gasmischstandard weiter zu verbessern, wurde eine halbautomatische Flaschenvorbehandlungsanlage projektiert und realisiert. Die leeren Mischgasflaschen werden in einem Wärmeschrank bei 70 °C ausgeheizt und gleichzeitig evakuiert, um so Restgase besser zu eliminieren. Ein Computer (SPS) steuert dabei die Ventile,

um vorhandenen Gasüberdruck aus den zu behandelnden Flaschen kontrolliert abzulassen, aktiviert die Vakuumpumpe bei einem definierten Gasdruck und überwacht das Temperaturprogramm des Wärmeschanks. Über Nacht können so bis zu sechs Flaschen zur Wiederbefüllung vorbereitet werden.

Sicherheitseinrichtungen

Die von ZMEA3 betreute Sicherheitsanlage in der HERA-B Experimentierzone wurde mit einer unterbrechungsfreien Stromversorgung ausgerüstet. Die Ansteuerung der Magnetstromversorgung und des Kompensationsspulensystems über ein technisches Interlock für den HERA-B Spektromettermagneten wurde umgebaut, um die Betriebssicherheit zu optimieren. An der Sicherheitsanlage von HERMES wurden kleinere Erweiterungsarbeiten durchgeführt. In allen HERA-Experimentierbereichen werden neben den laufenden Wartungsarbeiten an den Sicherheitsanlagen die umfangreichen Prüfprozeduren vorbereitet, die am Ende der Betriebsunterbrechung 2001 nach dem Umbau der Experimente H1 und ZEUS und dem Verfahren der Experimente HERMES und HERA-B in die Wechselwirkungszonen durchgeführt werden müssen.

Beim Personeninterlock HASYLAB wurde ein digitales Sprachansage-System in Betrieb genommen. Die neuen Beamshutter-Warntexte sind jetzt fächergebunden nur in den Strahlgebieten zu hören, durch die der entsprechende Strahl geführt wird. Der Warntext ist jetzt zweisprachig in Deutsch und Englisch zu hören, dieses ist durch die längere Aufzeichnungsdauer der digitalen Sprachspeicher möglich geworden. Bisher wurden drei Bereiche von HASYLAB umgerüstet, die Umrüstung von drei weiteren Bereichen ist für das Jahr 2001 vorgesehen. Die Fahrkassetten der Beamshutter und Absorber wurden zusätzlich mit Schlüsselschaltern ausgerüstet, um Fehlbedienungen durch mögliche Manipulation am Interlocksystem auszuschließen.

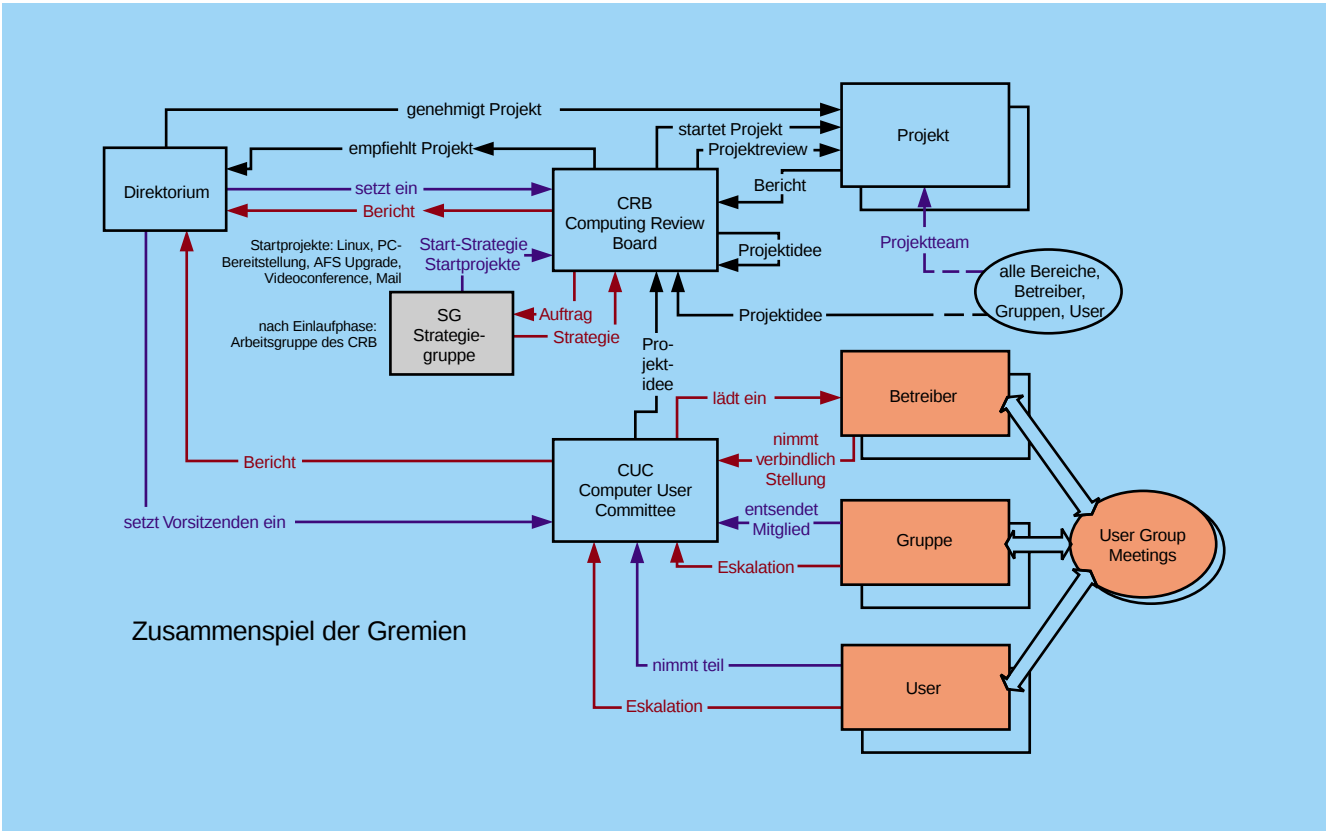


Abbildung 136: *Zusammenspiel der neuen DV-Gremien.*

Zentrale Datenverarbeitung

Informationstechnik (IT)

Nach Restrukturierung der Gruppe IT im vergangenen Berichtsjahr war neben der fachlichen Arbeit in den verschiedenen Segmenten der Datenverarbeitung die organisatorische Einbettung von gruppen- und bereichsübergreifenden DV-Projekten eines der wichtigsten Themen. Mit hoher Priorität wurde in der ersten Jahreshälfte eine allseits anerkannte Kommunikations- und Entscheidungsfindungsstruktur entwickelt, die sowohl den Bereich der laufenden Dienste (Tagesgeschäft) als auch die Abstimmung hinsichtlich der zu definierenden Rahmenbedingungen für die DV bei DESY insgesamt umfasst. Abbildung 136 zeigt diese Struktur.

Das CUC (Computer User Committee), als Instrument bei der Eskalation schwerwiegender Probleme mit etablierten Diensten, wurde mit dem Ziel geschaffen, die unmittelbare Lösung durch Diskussion und verbindliche Absprachen zwischen den Nutzern und Betreibern herbeizuführen sowie die De-Eskalation zurück auf die Arbeitsebene zu erwirken.

Das CRB (Computing Review Board) definiert andererseits die Rahmenbedingungen für die Datenverarbeitung bei DESY. Im Zuge seiner Arbeit werden in Bezug auf die verfügbaren Ressourcen Prioritäten gesetzt, es sorgt für Nachvollziehbarkeit getroffener Entscheidungen, Transparenz und Öffentlichkeit. Zu den Aufgaben gehören die Diskussion und das Erarbeiten einer DESY-weiten, langfristigen Datenverarbeitungsstrategie, die in Form eines Strategiepapiers veröffentlicht wird und berücksichtigt, dass permanent Ressourcen zur Aufrechterhaltung von Datenverarbeitungsservices sowie von Beschleuniger- und Experimentierbetrieb gebunden sind. Das CRB zielt auf fairen Interessenausgleich. Es arbeitet auf Konsensbasis. Probleme und Aufgaben werden in Projektarbeit bewältigt, die durch ein Referee-System begutachtet wird. Neben dem Ziel der Sicherung eines

bedarfsgerechten Angebotes, auf das sich alle Bereiche bei DESY im Vorwege verständigt haben, soll das CRB die gruppen- und bereichsübergreifende Projektarbeit fördern. Dabei ist von entscheidender Bedeutung, dass sich alle am Ergebnis eines Projektes interessierten Gruppen in geeigneter Weise an der Arbeit beteiligen.

Beide Gremien wurden gegen Mitte des Berichtsjahres vom Direktorium eingesetzt. Seither sind zwei Projekte zur Entscheidungsreife gelangt, zwei weitere Projektvorschläge wurden zur weiteren Verfolgung auf den Weg gebracht. Alle vier Projekte wurden von der Gruppe IT initiiert und in Zusammenarbeit mit Mitarbeitern aus interessierten Gruppen ausgearbeitet, nämlich das im Folgenden noch ausführlicher beschriebene „LINUX-Projekt“, das im Kapitel über die Entwicklung der Massendatenverwaltung ausgeführte „DiskCache-Projekt“ (Seite 273), ein Projekt, das sich mit der breiten Einführung von elektronischen Werkzeugen zur Unterstützung der Kommunikation zwischen Wissenschaftlern und Ingenieuren beschäftigt, sowie ein weiteres, das die plattformübergreifende Accountverwaltung zum Inhalt hat.

Über die beiden letzten Projekte wird das CRB in den kommenden Monaten entscheiden. Vor dem Hintergrund, dass nach Abschluss der UNIX-Plattformkonsolidierung im Wesentlichen LINUX die für die wissenschaftliche Datenverarbeitung verbleibende Plattform ist, und dass der DiskCache die HERA-Kollaborationen von der Entwicklung und dem Betrieb eigener Datenverwaltungssysteme entlasten wird, sind die damit verbundenen Projekte von strategischer Bedeutung und werden mit äußerster Priorität verfolgt. Neben der beschriebenen Projektarbeit gibt es eine Reihe von Aktivitäten, die sich mit der Schaffung von plattformunabhängiger Infrastruktur beschäftigen, zum Beispiel im Bereich der Benutzeroberflächen, der electronic mail und der Datensicherheit.

LINUX

Der Übergang in das Jahr 2000 verlief für die von IT betreuten LINUX-Systeme (analog zu allen anderen, inklusive Datennetzen) ohne Probleme. Im Laufe des Jahres stieg die Zahl der betreuten Rechner von 280 auf 530. Davon arbeiten innerhalb des Rechenzentrums 140 in PC-Farmen zur Datenrekonstruktion und 90, teils in Clustern zusammengefasst, als Workgroup-Server zur interaktiven oder batch-gesteuerten Datenanalyse. 300 betreute LINUX-PCs befinden sich außerhalb des Rechenzentrums, vorwiegend als persönliche Arbeitsplatzrechner für Wissenschaftler, aber auch in Experiment-Kontrollen. Sie verteilen sich auf elf Anwendergruppen und werden vor Ort von Gruppenadministratoren betreut.

Mit der Nutzergemeinde wächst auch der Wunsch nach mehr Flexibilität bei der unterstützten Hardware und den möglichen Systemkonfigurationen. Im Jahr 2000 wurde darum erneut der Kontakt zur SuSE GmbH hergestellt, um das dort in Entwicklung befindliche Installationswerkzeug YaST2 zu einem umfassenden und netzwerktauglichen Konfigurationsmanagement für eine vierstellige Anzahl von PCs zu erweitern. Die zahlreichen Einzelaufgaben rund um den LINUX-Support bei DESY wurden zur Jahresmitte in dem CRB-Projekt „A Userfriendly, General Purpose LINUX-Environment with Low TCO for DESY“ zusammengefasst, in dessen Rahmen der Entwicklungsauftrag an SuSE erging. YaST2, mit den von DESY beauftragten Erweiterungen, ist fester Bestandteil der SuSE-Distribution ab 2001.

Zu den weiteren Projektzielen gehören eine verbesserte Überwachung der verteilten Systeme, eine weitere Skalierung und Öffnung des Installationsservices, eine Stärkung des LINUX-Desktops mit Office-Paket und Multimedia-Unterstützung, ein öffentlicher Login-Cluster für DESY-Benutzer und die Entwicklung von Konzepten für das Computing der HERA-Experimente nach dem Ende des Shutdowns.

So konnte in Zusammenarbeit mit CERN ein leistungsfähiger Hardware-Standard mit redundanten Netzteilen und Festplatten für LINUX-basierte Workgroup- und Fileserver geschaffen werden, der sich als „Building Block“ sowohl bei den Anwendergruppen als auch in zentralen Diensten zu bewähren beginnt und an vielen

Stellen eine preisgünstige Alternative zu klassischen, teuren UNIX-Servern darstellt, ohne dass Abstriche an Zuverlässigkeit oder Service-Freundlichkeit gemacht werden müssen.

Data Management

Aufgrund des gestiegenen Datenaufkommens in allen Bereichen (Hochenergiephysik, TESLA-Entwicklung, Synchrotronstrahlung, Beschleunigerbereich) wurde der Ausbau des zentralen Bandspeicherarchivs mit einem weiteren Roboter der Firma StorageTek in der zweiten Hälfte des Berichtsjahres notwendig. Gleichzeitig wurde eine Konsolidierung des Bestands durch Abbau von drei älteren, nicht ausreichend leistungsfähigen Anlagen vorgenommen. In der Diskussion mit den HERA-Kollaborationen über die DV-Strategie für die Zeit nach der Luminositätssteigerung wurde deutlich, dass das Wachstum der stets, das heißt mit sehr kurzen Latenzzeiten, zugreifbaren Daten bei jährlich etwa 100 TB für mindestens die nächsten drei Jahre liegen wird.

Analog zur Erhöhung des verfügbaren Datenvolumens ist auch die effektive Bandbreite der Anwendungen in das Datenarchiv hinein und aus dem Archiv heraus zu vergrößern. Dafür sorgen zehn weitere, in die neuen Roboter integrierte Bandlaufwerke des Typs STK 9840, die, anders als die Vorgänger, nicht über SCSI, sondern mittels Fibre Channel Kanälen an die zentralen Datenserver angeschlossen sind. Die Fibre Channel Technologie ermöglicht nicht nur wesentlich flexiblere Konfigurationsmöglichkeiten, mit denen man auf variierende Anforderungen schnell reagieren kann, sondern sie erlaubt auch die weitgehende Vermeidung von globalen Ausfällen. Diese für DESY gleichermaßen wichtigen Ziele werden dadurch erreicht, dass die Laufwerke nicht mehr direkt mit den Datenservern verbunden werden; statt dessen werden Laufwerke und Server mit Hilfe von Switches zu einem Netz zusammengeschaltet, das, ähnlich wie bei den Datennetzen, ein flexibles Routing der Datenströme erlaubt. Aus der beschriebenen Erweiterung resultiert eine Erhöhung der Speicherkapazität um etwa 100 TB sowie der effektiven Bandbreite um 20 MB/s. Aufgrund des prognostizierten Wachstums ergäbe sich unter Beibehaltung der heute verwendeten Technologie der Bedarf von jährlich einem zusätzlichen Archiv (ein Silo mit etwa 5500 Kassettenspeicherplätzen),

bestückt mit mindestens zehn Laufwerken. Dieser über mehrere Jahre sich wiederholende erhebliche Investitionsbedarf führte zu einer umfangreichen Analyse des Datenzugriffsprofils mit dem Ziel, zu erforschen, ob es möglich ist, bei Dateizugriffen in Bezug auf die Leistungsanforderungen zu differenzieren. Eine Signifikanz bei Zugriffen mit geringeren Anforderungen würde den Einsatz technischer und finanziell attraktiver Alternativen zu den gegenwärtig eingesetzten Technologien erlauben.

Obwohl das Ergebnis der Studien noch nicht komplett vorliegt, kann man bereits heute feststellen, dass sich ein erheblicher Anteil der auf Magnetband gespeicherten Dateien, zum Beispiel simulierte Ereignisse, auf wesentlich preiswerteren Medien und Archiven bereithalten ließe. Um allerdings die Latenzzeiten beim Zugriff in einem erträglichen Rahmen halten zu können, muss ein weiteres Medium zwischen Anwendung und Massenspeicher geschaltet werden, der sogenannte Disk Cache. Aufgrund der ermittelten Häufigkeit, mit der bestimmte Dateien in einem relativ kurzen Zeitintervall gelesen werden, lassen sich mit Hilfe eines Zwischenspeichers mit wahlfreiem Zugriff nicht nur die Leistungsanforderungen an Bandlaufwerke und Roboter reduzieren, sondern gleichzeitig die Effizienz der Analyse steigern. Die im vergangenen Berichtsjahr beschriebenen Entwicklungen wurden konsequent fortgesetzt, die Ziele dieser Aktivität nach breiter Diskussion mit den Benutzergruppen noch erheblich ausgedehnt. So soll der DiskCache zukünftig die individuelle Datenverwaltung der Kollaborationen und Gruppen überflüssig machen. Speicher- und Datenflusssteuerungsmechanismen werden mit seiner Fertigstellung zentral bereitgestellt und sind lediglich entsprechend den jeweiligen Anforderung zu konfigurieren und zu administrieren. Der in diesem Punkt von der Gruppe IT zur Diskussion gestellte Vorschlag hat bei den DESY-Gruppen in hohem Maße Akzeptanz gefunden und wird über ein formelles CRB-Projekt in Zusammenarbeit mit den interessierten Gruppen umgesetzt. Der Projektplan sieht vor, dass die damit verbundenen Arbeiten in drei weitgehend in sich geschlossene Phasen aufgeteilt werden und wesentliche Teile bis weit in die Phase 2 hinein zu Beginn des Messbetriebs nach Abschluss der HERA-Aufrüstung bereitstehen (Abb. 137).

Das in den beiden vergangenen Berichtsjahren erwähnte, von der EU geförderte Eurostore-Projekt wurde

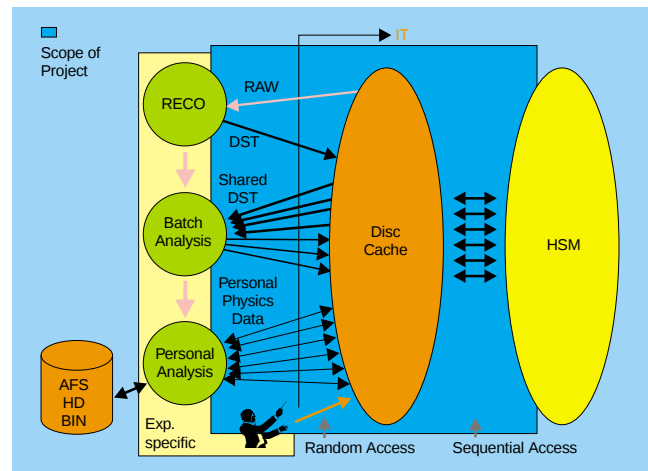


Abbildung 137: DiskCache Architektur.

im August 2000 erfolgreich zum Abschluss gebracht. Es besteht der Plan, die Entwicklung des in diesem Rahmen geschaffenen Prototyps eines HSM (Hierarchical Storage Manager) voranzutreiben, um ihn in etwa einem Jahr zum Einsatz zu bringen und damit den OSM (Open Storage Manager) abzulösen.

Im Bereich der zentralen plattformunabhängigen Datensicherung wird als weiterer Dienst neben dem Backup auch das Archivieren von Dateien, insbesondere genutzt von SAP und WindowsNT, angeboten. Insgesamt 132 Klienten (12% mehr als im Vorjahr) nutzten dieses Angebot. Der Datenbestand ist auf 24.4 Millionen Dateien (+ 37%) mit einem Volumen von 7.1 TB (+ 162%) angewachsen. Gründe für das erhebliche Wachstum waren das hinzugekommene AFS-Volume-Backup, die zentrale Oracle Datenbank mit den damit verbundenen sich ausweitenden Anwendungen sowie die allgemein gestiegenen Benutzeranforderungen.

Die Betriebssicherheit und damit die Verfügbarkeit der drei zur Zeit installierten Backup-Server mit ihren angeschlossenen Speicherkomponenten war außerordentlich hoch. Zur Minimierung des Betriebsaufwands und zur weiteren Erhöhung der Zuverlässigkeit wurde die Automatisierung von Medien- und Lastmanagement weiterentwickelt. Wegen des großen inkrementellen Datensicherungsvolumens von nächtlich 200 000 bis 500 000 Dateien (55 GB bis 140 GB) ist ein hoher Automatisierungsgrad des Speichermanagements dringend erforderlich.

UNIX

Veränderungen im UNIX-Bereich waren geprägt von einem sprunghaften Wachstum der zentral betreuten LINUX-Rechner und einigen zusätzlichen Sun/Solaris Servern. Damit wurde gemäß der erklärten Strategie der Fokus hinsichtlich der Konsolidierungsbestrebungen konsequent auf LINUX und Solaris gerichtet. Die Erweiterung des für Heimatverzeichnisse und zentral bereitgestellte Software-Bibliotheken genutzten Speicherplatzes im AFS wurde mit Hilfe von zusätzlichen Sun-Servern vorgenommen. Auch wurde der in der Vergangenheit häufig überlastete und instabile zentrale Oracle Datenbankserver durch ein modernes Cluster, bestehend aus zwei Sun-Servern, ersetzt. Damit ist nicht nur die Leistungsfähigkeit erheblich gestiegen, sondern auch die Verfügbarkeit dieses enorm wichtigen Dienstes. Im Zuge der Umstellung wurde auch der dringend erforderliche Übergang von Oracle 7 nach Oracle 8 vollzogen.

Datennetze

Die im August 1999 begonnene Modernisierung des Datennetzwerkes ist umfassend fortgeführt worden. Dabei wurden die Gebäude 2a, 2b, 6, 10b, 35, 49 sowie der komplette HASYLAB-Bereich auf die neue Netzwerk-Infrastruktur umgestellt (Abb. 138). Gleichzeitig erfolgte der Auf- und Ausbau der Gigabit-Infrastruktur im Rechenzentrum, die den Anschluss einer Vielzahl von zentralen Datenservern an die Hochleistungsnetzwerk-Infrastruktur möglich machte. Im Berichtsjahr konnte die Anzahl der im „neuen“ Datennetz zur Verfügung stehenden 10/100 Ports von 1536 auf 3568 (Erweiterung um 132%) und die Zahl der Gigabit-Ports von 43 auf 168 (Erweiterung um 290%) erhöht werden. Damit wurde sowohl von der Anzahl der angeschlossenen Geräte als auch von der flächenmäßigen Ausbreitung her eine Abdeckung von etwa 50% erreicht. Die mittlere Verfügbarkeit der aktiven Netzwerkkomponenten im Zeitraum vom 01.01.2000 bis zum 01.01.2001 lag bei 99.953% (unter vier Stunden Ausfall pro Jahr) und wurde primär durch Stromausfälle im Rechenzentrum und den Gebäudeverteilern bestimmt. Die mittlere Verfügbarkeit unter reiner Berücksichtigung von Systemarbeiten bzw. Systemausfällen lag bei 99.995% (weniger als 24 Minuten

Ausfall pro Jahr). Als wesentliche technische Neuerung wurden beim Aufbau des Datennetzes im Bereich von HASYLAB (etwa 1000 Anschlüsse) sogenannte dynamische VLANs eingeführt. Diese Technologie erlaubt eine bisher nicht mögliche Mobilität der Endgeräte, beispielsweise den problemlosen Betrieb eines Laptops sowohl im Büro als auch in einem beliebigen Seminarraum ohne jegliche Rekonfiguration des Gerätes oder anderweitigen administrativen Aufwand.

Im vierten Quartal des Berichtszeitraums wurde der Anschluss vom B-WiN an das G-WiN, das „Internet 2 Deutschlands“ umgestellt. Damit wurde die Bandbreite an das weltweite Internet und die auswärtigen Institute von 42 Mbit/s auf 155 Mbit/s mit einem tarifierten Volumen von 1.5 TB pro Monat empfangener Daten erweitert.

Benutzerservice und Betrieb

Nach mehreren langen Ausfällen der Stromversorgung im Rechenzentrum ist zunächst die veraltete und unzuverlässige Unterbrechungsfreie Stromversorgungsanlage (USV) erneuert worden. Durch alternative Einspeisungen kann jetzt auch im Falle lang dauernder Ausfälle jenseits der Kapazität der USV-Anlage eine dauerhafte Versorgung mit Energie und Klima sichergestellt werden. Im Jahre 2001 wird dies mit der dritten Stufe, automatische Umschaltung und Sicherung von Kapazitätsreserven auch bei weiterem Ausbau der DV-Kapazitäten im Rechenzentrum, vervollständigt. Trotz stark steigender Anzahl der im Rechenzentrum installierten Rechner und wachsendem Bedarf an Plattenspeicherkapazität für die Experimente konnte durch Austausch älterer Rechner und Platten der steigende Platzbedarf teilweise aufgefangen werden. Durch effektivere Unterbringung mit neuen Regalsystemen kann der Platz im Rechenzentrum voraussichtlich dauerhaft so bewirtschaftet werden, dass auf eine vorgesehene Erweiterung des Rechenzentrums vorerst verzichtet werden kann.

Im Berichtsjahr ist die Zahl der Windows-Arbeitsplätze weiter stark gewachsen. Gleichzeitig wurden neue Anwendungspakete erstellt und aktuelle Versionen vorhandener Pakete kamen dazu. Zur Konsolidierung des Angebots und zur Integration weiterer Anbieter von

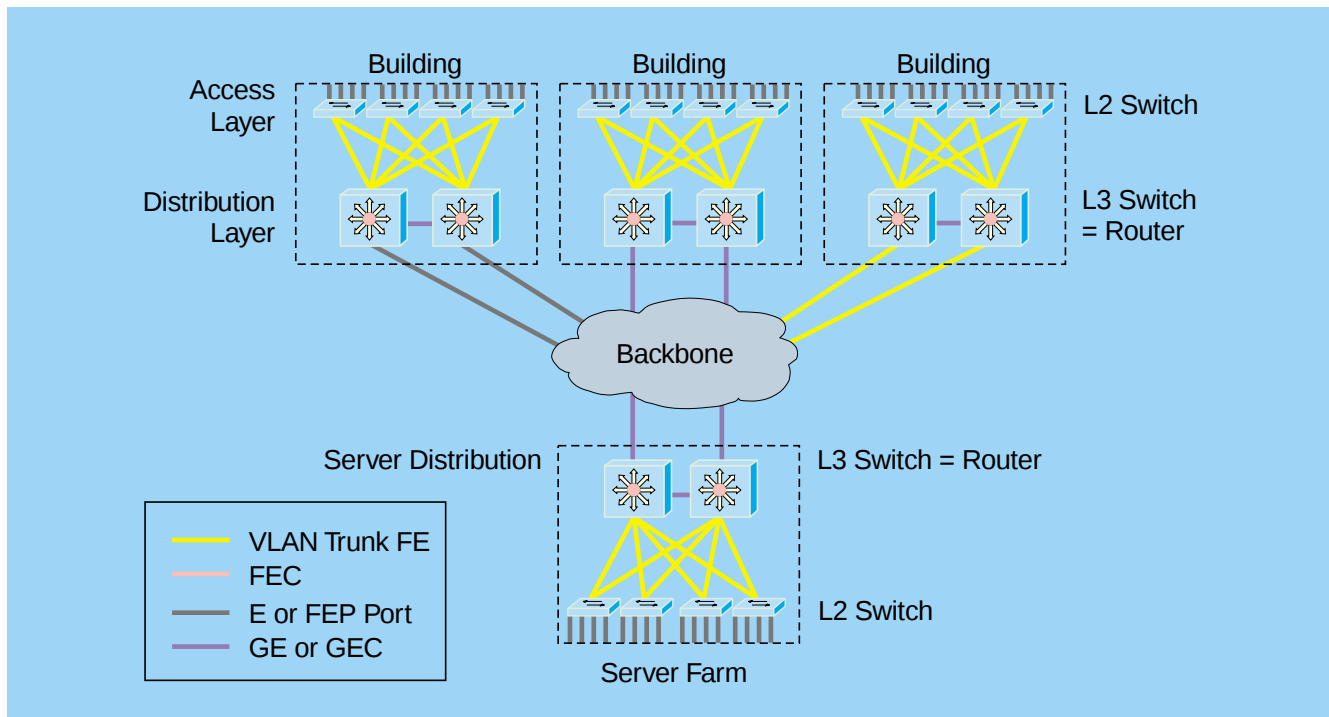


Abbildung 138: Architektur des neuen Datennetzes.

Anwendungssoftware wurde die Migration des Softwareverteilungsmechanismus für WindowsNT (NetInstall) auf eine neue Version nötig. Die Vorbereitungen für den Übergang aller angeschlossenen WindowsNT-Arbeitsplätze wurden im Berichtsjahr erfolgreich abgeschlossen. Damit ist in Zukunft eine Vereinheitlichung des Software-Angebotes zwischen dem allgemeinen Angebot durch IT und dem Angebot von Spezialanwendungen in anderen Bereichen von DESY möglich.

Die immer tiefere Integration von IT-Systemen in die Arbeitsabläufe bei DESY und in den Kollaborationen führt zu einem immer größeren Bedarf an Werkzeugen zur Unterstützung der Zusammenarbeit. Ein endgültiges Modell für alle Nutzer bei DESY existiert derzeit aber noch nicht. Daher werden sukzessiv verschiedene Bausteine eingeführt, die im praktischen Einsatz zur endgültigen Modellfindung beitragen sollen. Dazu gehören zunächst moderne Kalendersysteme und fortgeschrittene Hypernews-Systeme.

Bedingt durch die Einstellung des zentralen VMS-Dienstes waren auch zahlreiche Änderungen an der Struktur der zentral bereitgestellten Mail-Dienste notwendig geworden.

Auch aus diesem Anlass wurde mit der Konsolidierung des zur Zeit verteilten und komplexen Systems begonnen. Dabei ist das Ziel, über einen Zwischenschritt mit zwei zentral unterstützten Mailservern für die UNIX- und Windows-Nutzer zu einem gemeinsamen Mailservice für alle DESY-Nutzer zu gelangen. Bis dahin sind noch weitere Infrastrukturkomponenten, wie zum Beispiel plattformübergreifende Rechner-Accountverwaltung, zu entwickeln.

Neben der bewährten Basis-Schulung im Windows- und Mailbereich wurde im vergangenen Jahr mit Unterstützung des CUC die Schulung für Anwender im wissenschaftlich/technischen Bereich ausgebaut.

Das zentrale VMS-Cluster wurde nach zehnjährigem Betrieb am 1. Juli planmäßig abgeschaltet. Voraussetzung dafür war die Übertragung der Funktion als zentraler Mail-Gateway auf einen UNIX-Rechner.

WindowsNT

WindowsNT ist eine der strategischen Computer-Plattformen bei DESY. In den vergangenen Jah-

ren wurden Rahmenbedingungen für ganz DESY (Hamburg und Zeuthen) geschaffen, die den Gruppen eine langfristige Planung ermöglichen und die Produktivität der Mitarbeiter steigern. Es gibt bei DESY genau eine WindowsNT-Produktionsdomain. Die WindowsNT-Projektgruppe koordiniert als Kompetenzzentrum WindowsNT bereichs- und standortübergreifend.

Entwicklung der PC- und Benutzerzahlen im Jahr 2000

Die PC- und Benutzerzahlen in der Domain stiegen wie im Vorjahr etwa linear an und erreichten im Dezember folgende Werte:

- 1890 PCs online in den letzten vier Monaten,
- 2600 registrierte Benutzer, davon in den Bereichen M: 710, FH: 580, FS: 370, Z: 400 und V: 190.

Zusammenarbeit mit anderen Gruppen und Bereichen

Ein wesentlicher Teil der Arbeit bestand in Hilfe, Beratung und Consulting-Arbeiten bei einer wachsenden Zahl von Benutzern und Gruppen. Daneben sind besonders hervorzuheben:

- Das Konzept der Zusammenarbeit der Projektgruppe mit den Fachgruppen wurde in diesem Jahr in einem Memorandum („Die Rolle der Gruppenadministratoren bei der Unterstützung von WindowsNT bei DESY“) ausformuliert.

Ein Mitglied der Projektgruppe hat den Vorsitz in der Windows2000-Coordination-Group (Subkomitee des HTASC) übernommen, die die Zusammenarbeit im Bereich Windows2000 zwischen den HEP-Instituten koordiniert.

- Die Zusammenarbeit mit den Maschinenkontrollen wurde intensiviert. Unter anderem wurde das bestehende Konzept für das Systemmanagement für die PCs der Maschinenkontrollen, die unter Netinstall laufen, erweitert und für das Management von Device-Servern angepasst.

Zusammen mit IT wurden erste Überlegungen zur Integration von UNIX und WindowsNT im Rahmen einer gemeinsamen Registry angestellt.

Schwerpunkte der Arbeit in der Produktionsdomain

Die Gesamtarchitektur der Windows-Infrastruktur wurde auch im Berichtsjahr ständig an die schnellen technischen Veränderungen, an sich wandelnde Randbedingungen (zum Beispiel Security) und an Benutzeranforderungen angepasst. Schwerpunkte waren:

- Die Bereitstellung von Applikationen in der WindowsNT-Domain erfolgt durch Netinstall der Firma Netsupport. Der Übergang von Netinstall Version 4 zu Version 5 ist eine tiefgreifende Umstellung. Dazu wurde ein Projekt gestartet, das die existierende Netinstall-Installation, Infrastruktur und alle Abläufe auf die Version 5 migriert. Das Projekt verläuft planmäßig.
- Ein Mailserver auf der Basis von Exchange 5.5 wurde in der Domain eingerichtet, der von allen NT-Benutzern in der Domain nutzbar ist. Der Zugang kann unter anderem über Outlook und das WWW erfolgen.
- In der Projektgruppe wurde ein Web-basiertes Administrationssystem weiterentwickelt, welches die Delegation gruppenspezifischer Verwaltungsaufgaben an die Gruppenadministratoren ermöglicht, wie zum Beispiel Password-Reset, Konfiguration von AntiVirus Tools usw. Diese Aufgaben müssten sonst von den Domainadministratoren ausgeführt werden.
- Die Web-Dienste für verschiedene Gruppen in der WindowsNT-Domain wurden in Zusammenarbeit mit den Gruppen ausgebaut.
- Die Stabilität verschiedener Services wurde durch Clustering verbessert, zum Beispiel das MS-Transaction Cluster.
- In der Domain DESYNT wurden zwei Homedirectory-Cluster mit insgesamt 750 GByte Plattenspeicher ausgebaut.
- Die Sicherheit in der Domain wurde durch verschiedene Maßnahmen verbessert. Dies erfolgte unter anderem durch Zusammenarbeit der WindowsNT-Projektgruppe mit dem Rechnersicherheitsrat.

Windows2000 bei DESY

Während die Benutzerzahlen in der bisherigen WindowsNT4-Domain weiter wachsen, soll im Jahr 2001 zusätzlich eine Produktionsumgebung für Windows2000 aufgebaut werden. Zur Zeit wird das Konzept einer weichen Migration untersucht. Danach wird neben der bestehenden Domain eine neue W2000-Domain errichtet und beide durch eine „trust relation“ mitein-

ander verbunden. Dies erlaubt die Benutzung von Ressourcen in der jeweils anderen Domain. Ressourcen und Benutzer können so über einen langen Zeitraum einzeln aus der alten in die neue Domain überführt werden.

Dieses Konzept wurde im Computing Review Board vorgestellt und diskutiert. Es wurde beschlossen, nach Abschluss der Machbarkeitsuntersuchungen 2001 einen Projektplan zur Einführung von Windows2000 vorzulegen.

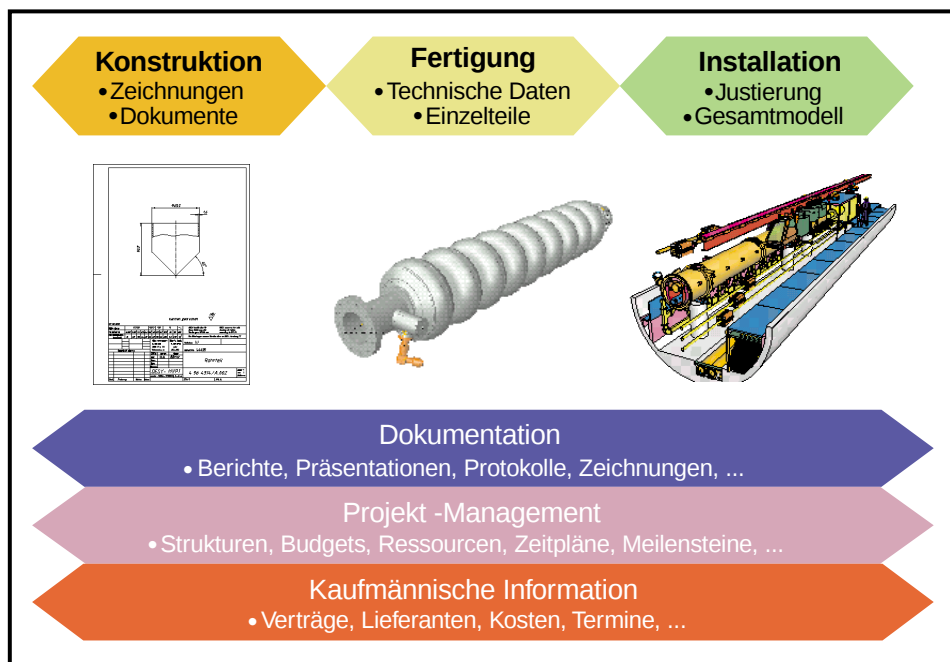


Abbildung 139: Beispiel von Aufgaben und Informationen beim TESLA-Projekt.

Informationsmanagement, Prozesse und Projekte (IPP)

Die Gruppe „Informationsmanagement, Prozesse und Projekte“ (IPP) ist für die Schaffung eines Integrierten Informationsmanagements verantwortlich mit dem Ziel, dadurch die Transparenz und Durchführung von Großprojekten zu verbessern.

Informationsmanagement unterstützt vor allem die Erfassung und Verteilung von Dokumenten und Informationen und hilft den Anwendern bei deren Recherche. Für erfolgreiches Informationsmanagement ist es notwendig, dass Hand-in-Hand mit der Einführung neuer DV-Technologien eine organisatorische Anpassung des Arbeitsumfelds vorbereitet und vorgenommen wird. Die Arbeitsschwerpunkte der Gruppe beinhalten daher gleichermaßen technische wie methodische und organisatorische Aufgabenstellungen.

Ebenfalls im Verantwortungsbereich der Gruppe IPP liegt die zentrale Unterstützung der mechanischen CAD-Systeme, die als wesentliches Werkzeug für den Anlagenbau besonders in das Informationsmanagement eingebettet sind.

Weiterhin war IPP im Konfigurationmanagement bei der Erstellung des TESLA Technical Design Reports und für das Intranet des Z-Bereichs tätig.

Informationsmanagement

Die Schaffung eines Integrierten Informationsmanagements wurde im Berichtszeitraum durch organisatorische Abstimmungen, technische Pilotprojekte und erste Systembeschaffungen vorangebracht. Wesentliche Fortschritte wurden vor allem beim „Engineering Data Management“ erzielt, dem Informationssystem, das die Anlagenkonstruktion unterstützt.

Das Integrierte Informationsmanagement, wie es am DESY aufgebaut werden soll, unterstützt die verschie-

denen Aufgabengebiete, die bei der Durchführung eines Beschleunigerprojekts entstehen. Abbildung 139 zeigt exemplarisch einige Aufgaben und dabei entstehende Informationen.

Die verschiedenen Aufgabengebiete werden durch spezielle Werkzeuge unterstützt, im Wesentlichen

- ein Engineering Data Management System (EDMS), das die Anlagenkonstruktion und -entwicklung unterstützt und gleichzeitig als Dokumentenmanagementsystem verwendet wird (Produkt „Metaphase“ von SDRC),
- ein Asset Management System (AMS), das Gerätefertigung, -betrieb und -bewirtschaftung unterstützt,
- ein Geographisches Informationssystem (GIS) und Facility Management System (FM), welches die Installation und den Betrieb gesamter Anlagen unterstützt,
- ein Dokumentenmanagement-System, das alle während eines Projekts entstehenden Dokumente archiviert und allen Beteiligten verfügbar macht,
- ein Projektmanagement-System, das die Steuerung des Projekts unterstützt,
- eine betriebswirtschaftliche Software (SAP R/3), in der die gesamte kaufmännische Komponente eines Projekts abgewickelt wird.

Die an sich unabhängigen Informationssysteme werden hierfür in der Datenbasis, den Geschäftsprozessen und der Anwenderoberfläche so miteinander verbunden, dass sie einem informationssuchenden Anwender wie ein durchgängiges System erscheinen (Abb. 140).

Im Einzelnen wurden im Berichtsjahr in den verschiedenen Bereichen die folgenden Aktivitäten durchgeführt.

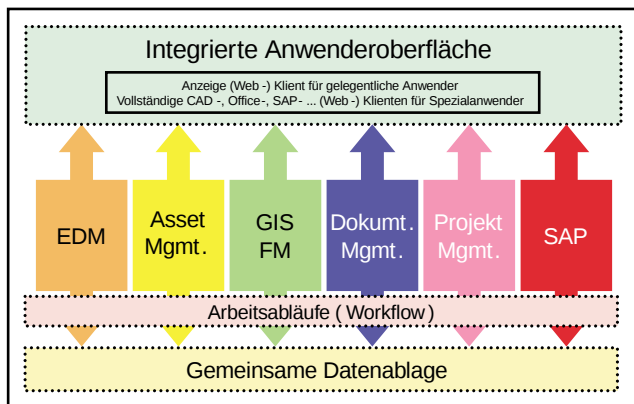


Abbildung 140: Integration der Informationssysteme.

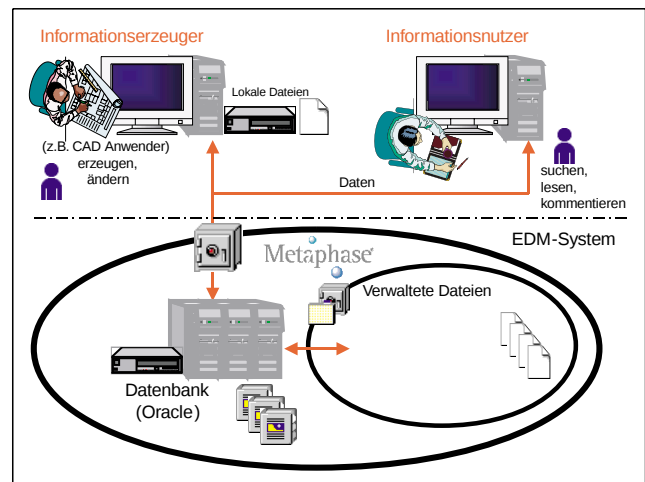


Abbildung 141: Aufbau des EDM-Systems bei DESY.

Engineering Data Management

Auf dem Weg zur Einführung eines Engineering Data Management Systems (EDMS) am DESY wurde durch die Systembeschaffung ein wesentlicher Meilenstein erreicht.

EDMS unterstützt mit Werkzeugen der Datenverarbeitung unternehmensweit die Produktdefinition und die Produktentwicklung. Die bei DESY projektierten „Produkte“, zum Beispiel TESLA, sind sehr komplex; bei ihrer Entwicklung entstehen große Mengen von Dokumenten und es erfordert ein großes Maß an Koordination und Kommunikation, um derartige Produkte zu entwickeln. Diese komplizierten Aufgaben kann ein EDMS dadurch unterstützen, dass es allen an der Entwicklung beteiligten Mitarbeitern den Zugriff auf gültige Dokumente ermöglicht, sie bei bestimmten Ereignissen informiert und sich wiederholende Abläufe automatisiert.

Im Mittelpunkt der Aktivitäten des letzten Jahres stand die Auswahl eines geeigneten Softwareprodukts und von Dienstleistungsunternehmen, die DESY bei der Einführung unterstützen. Um eine fach- und sachgerechte Auswahl eines Softwareprodukts zu gewährleisten, wurden aus den im Pflichtenheft beschriebenen Benutzeranforderungen Testszenarien entwickelt. Diese Szenarien wurden von einer Gruppe repräsentativer DESY-Mitarbeiter aus allen Bereichen bei verschiedenen Produktanbietern in einer jeweils zwei-

tägigen Veranstaltung (sogenannter „Benchmarktest“) durchgespielt und anhand vorher erarbeiteter Kriterien bewertet. Das Bewertungsergebnis gab neben wirtschaftlichen Gesichtspunkten den Ausschlag für die Entscheidung, im August 2000 das Produkt „Metaphase“ der Firma SDRC zu beschaffen. Abbildung 141 zeigt den geplanten Systemaufbau am DESY.

Bis zum Ende des Jahres wurden zwei Beratungsunternehmen ausgewählt, die gemeinsam mit DESY im ersten Halbjahr 2001 im Rahmen eines Pilotprojekts zur Einführung von EDMS bei DESY die Implementation des ausgewählten Produkts durchführen sollen. Um die Akzeptanz für das Projekt zu fördern, wurde in zahlreichen Diskussionsveranstaltungen bereichsübergreifend das Projekt vorgestellt, und es wurden Web-Seiten erstellt, die über Ziele, Methoden und Funktionen eines EDMS informieren.

Asset Management

Beim Asset Management wurde zunächst das Spezialgebiet der EDV-Gerätebewirtschaftung (IT Asset Management) angegangen, da hier der schnellste wirtschaftliche Nutzen für DESY erzeugt werden kann und das Gebiet zudem gut geeignet ist, Erfahrungen für umfassendere Aufgaben zu sammeln. Eine Systemspezifikation wurde erarbeitet und verschiedene Systemtests durchgeführt und bewertet.

Asset Management Systeme (AMS) können den Betrieb und die Bewirtschaftung von Geräten und Anlagen unterstützen. Sie werden eingesetzt, um den personellen und finanziellen Ressourcenbedarf bei Routineaufgaben zu senken und für strategische Aufgaben zu gewinnen. Typische Aufgaben, die durch ein AMS erleichtert werden können, sind die Vorbereitung und Dokumentation von Wartungen und Reparaturen sowie die Bestandsplanung, -erweiterung und -verfolgung.

Für die Gruppe IT wurde mit der Einführung eines IT Asset Management Systems begonnen, um das Software-Lizenzmanagement zu unterstützen und Arbeitsabläufe wie die Auslieferung von PCs zu beschleunigen. Hierfür wurde ein detailliertes Pflichtenheft erstellt, aus dem dann (wie auch bei der EDMS Einführung) Testszenarien für zweitägige Systemtests entwickelt wurden. Die Tests wurden zum Jahresende abgeschlossen und bewertet, so dass nach der Systembeschaffung im ersten Halbjahr 2001 ein Pilotsystem aufgebaut werden kann.

Facility Management

In einem Pilotprojekt zur digitalen Gebäudeflächenerfassung wurde untersucht, mit welchen Methoden und welchem Aufwand eine vollständige Erfassung digitalisierter Gebäude- und Raumpläne des DESY durchgeführt werden kann. Diese Pläne sind notwendig als Basis für die Dokumentation sicherheitsrelevanter Einrichtungen, technischer Gebäudeausstattung und Infrastruktur sowie für eine wirtschaftliche Gebäudeverwaltung (Facility Management).

In Zusammenarbeit mit einem Ingenieurbüro wurden die Grundrisspläne der Gebäude 10/10a erstellt und hierbei eine Vorgehensweise für die weitere Flächenerfassung und deren zeitlicher und finanzieller Aufwand ermittelt. In Gebäude 10/10a befinden sich geschossübergreifende Räume (Hallen), Büroräume und Werkstätten, so dass dieser Gebäudekomplex für das Pilotprojekt ausgewählt wurde. Im Projekt wurden die vorhandenen Grundrisszeichnungen digitalisiert und aktualisiert, in Feldvergleichen überprüft und anschließend um exemplarische gewerkespezifische Inhalte (zum Beispiel DV-Infrastruktur, Sicherheitseinrichtungen) ergänzt. Das Projekt wurde unter Beteiligung der Gruppen ZBAU, ZMEA, IPP und IT durchgeführt.

Dokumentenmanagement

Das Web-basierte Dokumenten-Management-System (DMS) TuoviWDM (Abb. 142) ist in seinem Anwendungsumfang weiter gewachsen. Es wird von etwa 700 registrierten Anwendern genutzt, die aktiven Zugriff auf archivierte Informationen in 44 (Dokumentations-) Projekten haben. Hinzu kommen viele nicht weiter erfasste lesende Webzugriffe.

Seit Anfang Dezember ist das „DESY Digital Drawing Archive“ (D3A) aktiv. Auf Basis von TuoviWDM wird das Papier-Archiv der Gruppe ZM1 digitalisiert, um zugehörige Metadaten aus den Zeichnungsköpfen erfasst und strukturiert ins Dokumenten-Management zu übertragen. Hier bietet das D3A Funktionalitäten wie die gezielte Suche (beispielsweise anhand von Anlagen oder Erstellern) nach Zeichnungen und Zeichnungsätzen, sowie das Anzeigen und Drucken von Zeichnungen.

Projektmanagement

Die Methodik zur Systemeinführung anhand von Anforderungskatalogen, Testszenarien und Benchmarktests, wie sie sich in den EDMS- und Asset Management Projekten bewährt hat, wurde dokumentiert und standardisiert. Bei ähnlichen internen Vorhaben kann sie künftig angewendet werden, wobei dann die Gruppe IPP unterstützend bei der Projektleitung und -durchführung mitwirkt. Erstes Einsatzgebiet ist die Einführung eines Kabeldokumentationssystems, die bereichsübergreifend unter der Federführung von MDI begonnen wurde.

Auf Basis von Office-Software wurden einfache Vorlagen für das Aufsetzen und Durchführen von Projekten erstellt, die sich an den im Vorjahr erstellten Projektrichtlinien des Z-Bereichs orientieren. Für die Anforderungsanalyse wurde ein Spezialwerkzeug eingeführt.

Zentraler CAD Support

Am DESY werden die CAD-Systeme I-DEAS für 3D-Modellierung und AutoCAD für 2D-Zeichnen offizi-

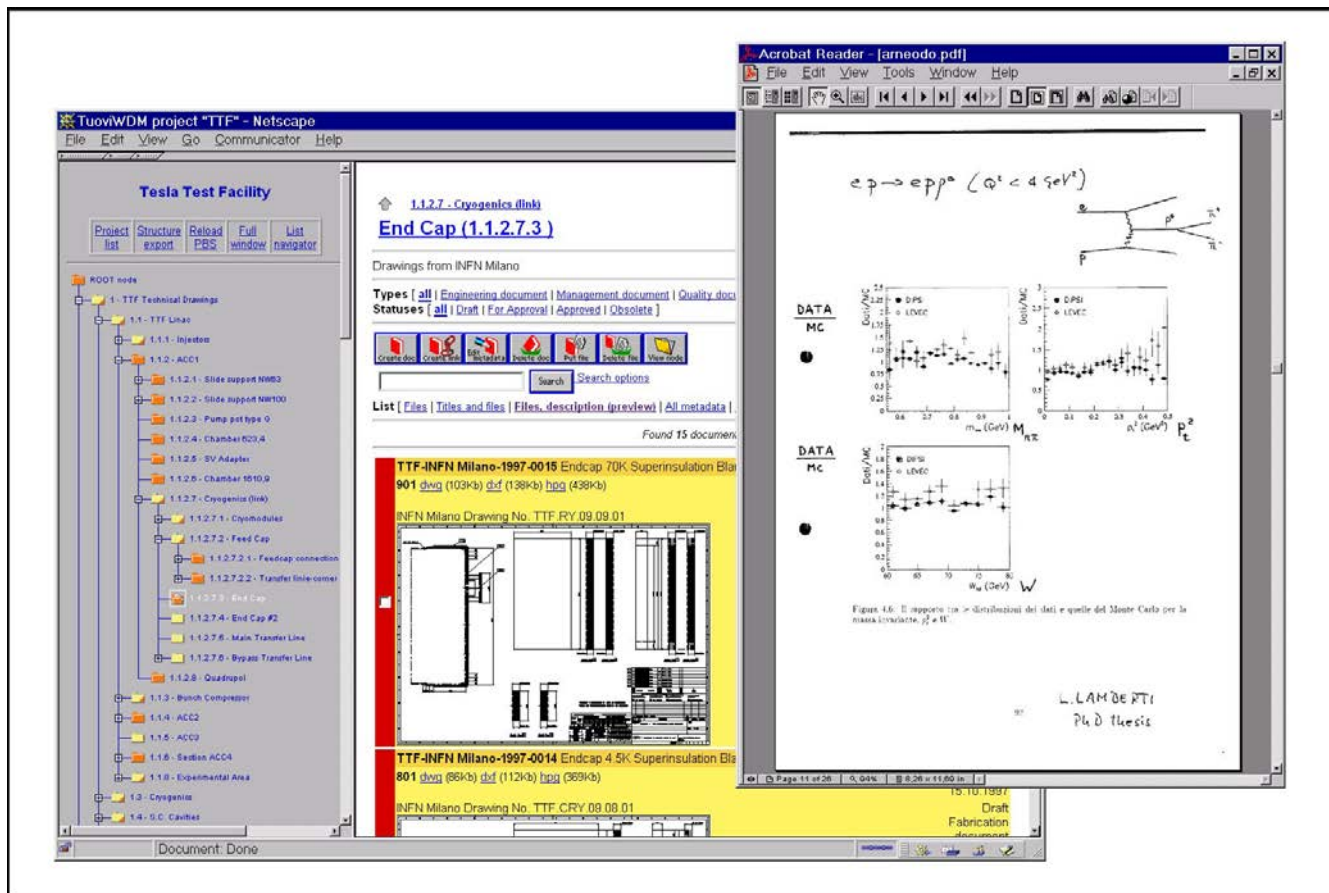


Abbildung 142: Verwendung von TuoviWDM.

ell unterstützt. Hinzu kommen Applikationen für den Datenaustausch, Normteile-Bibliotheken und weitere Werkzeuge. Abbildung 143 zeigt die zentrale I-DEAS Installation am DESY. Im Rahmen von Projekten, von denen einige hier beschrieben werden, wird die Systemlandschaft ständig aktualisiert.

Datenautobahn

Eine Datenautobahn unterstützt die Übertragung (den Dateitransport und die Konvertierung) von 2D-Daten des Altsystems „Technovision“ nach I-DEAS und AutoCAD. Eine neu geschaffene Web-Oberfläche ermöglicht es den Anwendern, auf ein IGES-Archiv mit allen Daten des Technovisions-Systems zuzugreifen

und unter AutoCAD oder I-DEAS zur Weiterbearbeitung zu öffnen.

Interne Schulungen

Ein im Auftrag von ZM1 fertiggestelltes und freigegebenes I-DEAS-Handbuch enthält Regeln für die einheitliche Verwendung des CAD-Systems. Hierfür wurde eine hausinterne Schulung entwickelt, in der den Anwendern der Inhalt und die praktische Verwendung des Handbuchs vorgestellt wird. Die Schulung zeigt anhand eines typischen Konstruktionsprozesses, bei welchen Arbeitsschritten welche Teile des Handbuchs eingesetzt werden können. Die Schulung ist als interner Kurs konzipiert, ergänzt durch Web-basiertes Nachschlage-Material.

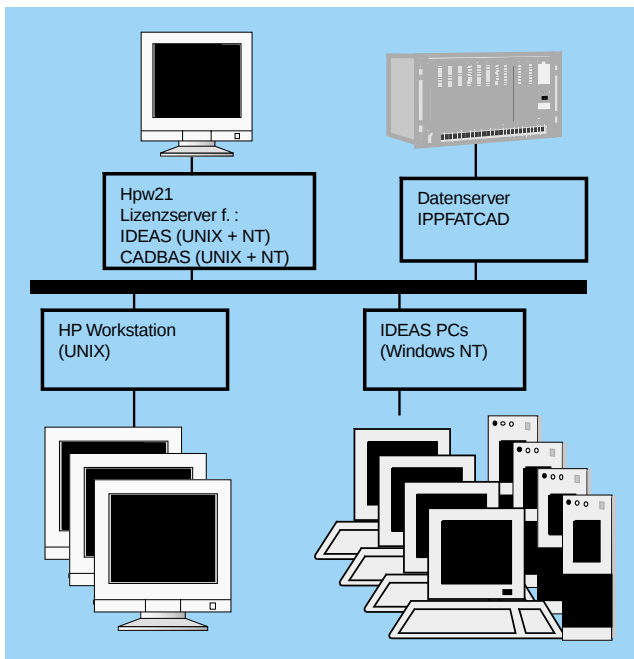


Abbildung 143: Zentrales I-DEAS System bei DESY.

Prozessorientierung und Kostenrechnung

Der zentrale CAD-Support ist nach Dienstleistungen strukturiert, für die jeweils die Arbeitsprozesse festgelegt sind, im Einzelnen

- das Einrichten von CAD-Arbeitsplätzen,
- die Schulung von Anwendern in den unterstützten Systemen,
- die Betreuung von Anwendern, vor allem über die Hotline,
- die technische Betreuung der angebotenen Produkte,
- der Informationsaustausch über Anwendertreffen und Web-Seiten.

Im Berichtsjahr wurde die Prozessdefinition abgeschlossen und dokumentiert. Sie ist die Basis für die Arbeitsplanung und Arbeitsteilung, für die Verteilung von Verantwortung und Gestaltungsspielräumen und für die Bestimmung der Betriebskosten.

Durch Optimierung von Abläufen und Abstimmungen konnte in IPP die Arbeitskapazität eines Mitarbeiters für Projektarbeit gewonnen werden. Durch Aufzeichnung des Arbeitsaufwands für die einzelnen Prozesse und Produkte und die separate Sammlung der anfallenden Systemkosten können die CAD-Betriebskosten berechnet und aufgeschlüsselt werden, zum Beispiel nach den Gesamtkosten einzelner Dienstleistungen oder den Betriebskosten eines System-Arbeitsplatzes.

Die Kosten eines CAD-Arbeitsplatzes pro Arbeitsstunde sind mit marktüblichen Preisen vergleichbar.

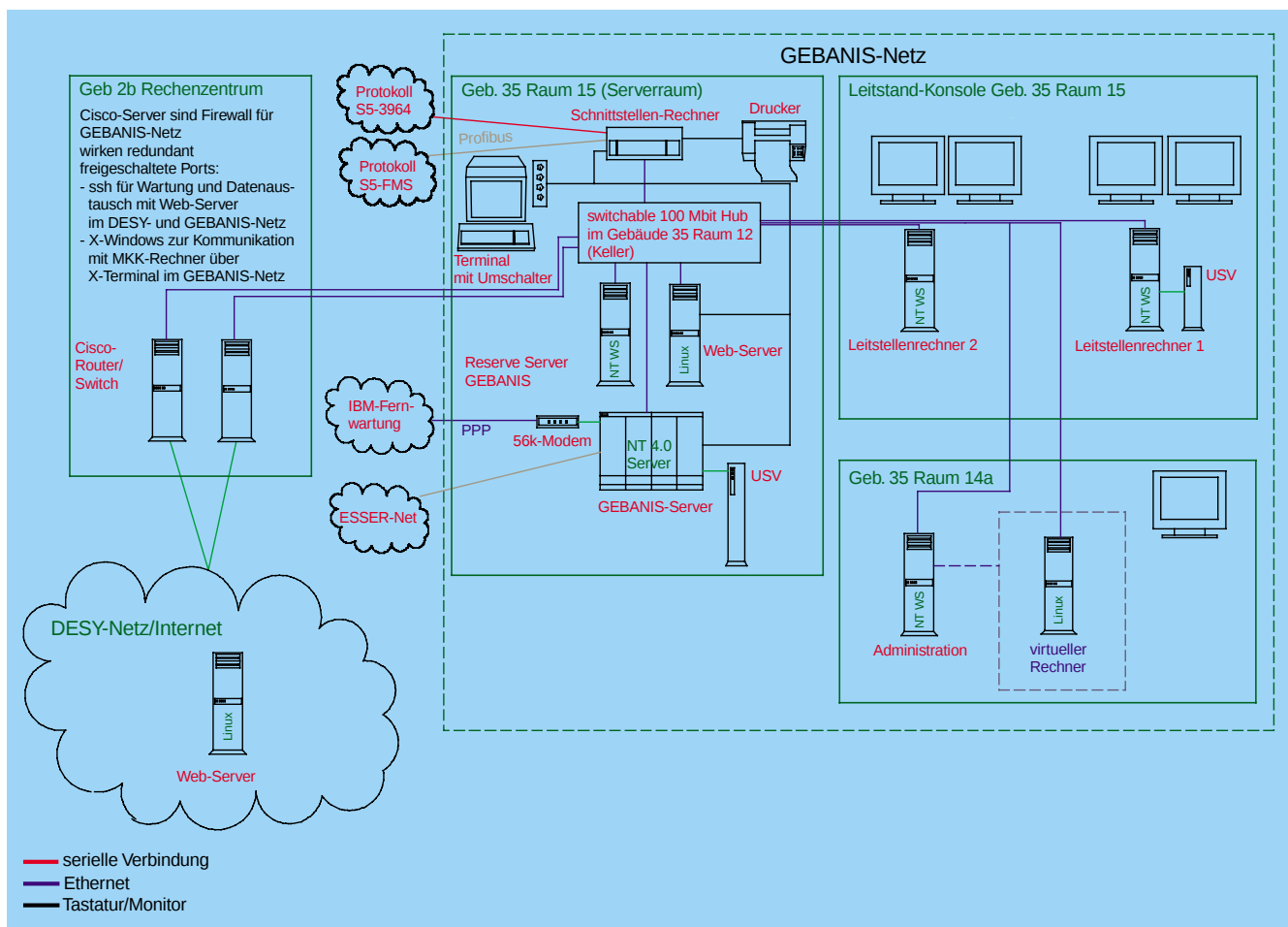


Abbildung 144: Aufbau des Leitwartensystems GEBANIS.

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. Sie besteht aus der Stabsstelle D5 und dem Servicezentrum Technische Sicherheit (ZTS), die eng zusammenarbeiten.

Die Arbeit des Jahres 2000 war für die Sicherheitsgruppe gekennzeichnet durch besondere Belastung durch Sonderaufgaben, insbesondere infolge neuer gesetzlicher Vorgaben. Die in den vorangegangenen Jahren eingeleitete Trennung in Stabsfunktionen (Arbeitsbereiche Arbeitsschutz mit Personen- und Anlagensicherheit, Unfallverhütung, Gesundheitsschutz) und Linienfunktionen (Technische Sicherheit) wird schrittweise durchgeführt und ist noch nicht abgeschlossen.

Sicherheit und Umweltschutz

Der Kern-Aufgabenbereich der Stabsstelle D5 ist das gesamte Feld des Arbeits- und des Umweltschutzes, das mit zur Zeit drei Sicherheitsingenieuren und einer Sachbearbeiterin bearbeitet wird. Alle Gruppenmitglieder haben daneben umfangreiche Sonderaufgaben wahrzunehmen. D5 konnte zudem noch nicht ausreichend von Linienaufgaben entlastet werden. Daraus resultierte eine Doppelbelastung der D5-Mitarbeiter und die Notwendigkeit, vorübergehend Abstriche bei Betriebsbegehungen vorzunehmen. Zur Kompensation ist die befristete Einstellung eines weiteren Sicherheitsingenieurs geplant. Die Stabsfunktionen und wahrgenommenen Linientätigkeiten im Berichtsjahr waren im Einzelnen:

- Beratung des Direktoriums und aller Mitarbeiter in Angelegenheiten von Arbeitssicherheit, Unfallverhütung, Gesundheitsschutz sowie Umweltschutz.

- Sichtung der laufend veröffentlichten, umfangreichen Neuerscheinungen und Updates zu Unfallverhütungsvorschriften, Gesetzen und Regelwerken sowie Sicherheitsnormen, Prüfung der Relevanz für DESY und gegebenenfalls Schulung/Information der betroffenen Mitarbeiter.
- Sicherheitstechnische Betreuung der HERA-Großexperimente sowie der HASYLAB-Experimente.
- Alle Belange des vorbeugenden Brandschutzes (Planung von Rauchmelde- und Löschanlagen, Beratungen, Feuerlöschübungen, Brandverhütungsschauen mit den Sachverständigen der Feuerwehr). Einer der Sicherheitsingenieure ist als DESY-Brandschutzbeauftragter bestellt.
- Gefahrstoff-Beratung und -Überwachung (Kataster) sowie die Organisation der Entsorgung von Sondermüll.
- Führen des Zentralregisters des prüfpflichtigen Gerätes bei DESY, des Archivs der Prüfdokumente und Überwachung der Prüfpflichten und Prüftermine.
- Organisation und Durchführung von Schulungen, Erste-Hilfe-Kursen und Löschübungen. Neben Sicherheitseinweisungen im Rahmen der Ersthelfer-Ausbildung wurden in Hörsaalveranstaltungen Sicherheitsbelehrungen für den M- und Z-Bereich durchgeführt.
- Organisation und Durchführung von Arbeitsschutzausschuss- und Sicherheitsrats-Sitzungen und Betriebsbegehungen (eingeschränkt). Zu vier Unfällen wurden detaillierte Unfalluntersuchungen vorgenommen.
- In regelmäßigen Besprechungen bzw. gemeinsamen Begehungen wurden die Kontakte zu den Aufsichtsbehörden (Amt für Arbeitsschutz, Arbeitnehmerschutz) und dem Unfallversicherer (LUK) gepflegt.

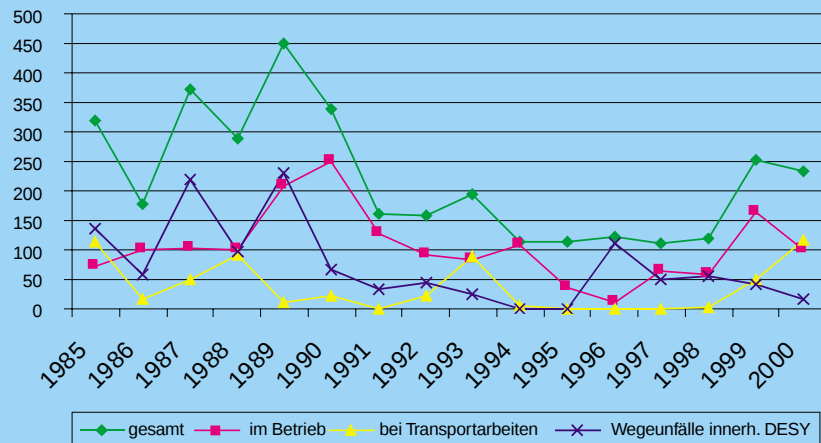


Abbildung 145: Entwicklung der Statistik der Ausfalltage.

- Die DESY-Sicherheitsvorschriften wurden fertiggestellt und im Mai 2000 herausgegeben, 250 Exemplare an verantwortliche Personen und Sicherheitsbeauftragte in Hamburg und Zeuthen verteilt.

- Zur Abklärung von Konsequenzen aus dem EMV-Gesetz für DESY stellte D5 den Kontakt zur Regulierungsbehörde für Post und Telekommunikation her. In zwei Besprechungsrunden erfolgten gemeinsam mit der Gruppe ZE erste Erörterungen zur Anwendung der Verordnung über Elektromagnetische Verträglichkeit (EMV) bei DESY.

Sonderaufgaben

Die übernommenen Sonderaufgaben stellten einen wesentlichen Arbeitsblock dar:

- Gefährdungsbeurteilung der DESY-Arbeitsplätze, mit Beteiligung an der Bildschirmarbeitsplatz-Beurteilung durch die Bildschirmkommission und Vorbereitung der Erfassungssoftware für die Gefährdungsbeurteilung der übrigen Arbeitsplätze,
- Begleitung der Arbeitsschutz-Überprüfung DESYs durch das Amt für Arbeitsschutz (AfA) entsprechend dem Hamburger Modell,
- Fortführung der Verhandlungen mit dem AfA bezüglich der Modalitäten zur CE-Zertifizierung bei DESY,
- Organisation und Durchführung von Beratungen und Schulungen zum Gerätesicherheitsgesetz; Durchführung einer Musterzertifizierung,
- Organisation und Durchführung des Jahres-Arbeitstreffens der HGF-Sicherheitsingenieure bei DESY,
- Erstellung eines Entwurfes zu einer Konformitätsprüfungs- und Zertifizierungsanweisung für DESY zusammen mit einem externen Ingenieurbüro,

Unfallbericht

Es gab bei den Unfällen einen Rückgang gegenüber dem Vorjahr um einen Unfall auf 24, davon 19 im Betriebsablauf, zwei bei Transportarbeiten und drei bei Wegeunfällen im DESY-Gelände.

Die Zahl der Ausfalltage ging insgesamt von 254 auf 233 zurück, allerdings ist bei Transportarbeiten die Zahl von 49 auf 117 gestiegen (Abb. 145). Erstmals wurden die Verbandsbuchauszüge ausgewertet mit dem Ergebnis, dass weit überdurchschnittlich viele auf Fremdfirmen entfielen. Beaufsichtigung und Kontrolle der Fremdfirmen durch den Auftraggeber sollten deshalb verstärkt werden.

Sonderabfallentsorgung

Im Jahr 2000 wurden über die Stabsstelle über 61 t Sonderabfälle der Verwertung bzw. der Beseitigung zugeführt. Neben Altöl, Kühlschmiermitteln, Chemikalien,

Elektroschrott, Farben und anderen Abfällen sind hierin auch 32 t Säuren und saure Beizlösungen enthalten, die zum größten Teil aus der TESLA-Beizanlage stammen, sowie 3.75 t Schlamm aus Ölabscheidern und Sandfängen. Die Entsorgung wird von der Gruppe ZBAU organisiert und von D5 begleitet.

Im Mai 1999 ist die letzte mit Clophen gefüllte Anlage der Senderstrom- Versorgung DORIS außer Betrieb genommen worden. Dementsprechend sind in 2000 nur geringe Mengen (25 kg) an PCB-haltigen Kleinkondensatoren als Sonderabfall der Verwertung zugeführt worden.

Gefahrguttransport

Von den Sonderabfällen sind etwa 40 t als Gefahrgut transportiert worden. Die Transporte der Säureabfälle sowie die der leeren ungereinigten Säurefässer zur Befüllung wurden von V4 durchgeführt. Die Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter der Gruppen, die Arbeiten zum Gefahrguttransport (Verpacken, Verladen, Transportieren, Annehmen) durchführen, sind in den Umgang mit den Transportvorschriften eingewiesen worden und erhalten kontinuierlich Unterstützung durch D5.

Die im Berichtsjahr von der Gruppe ZMEA6 bewegten Gase belaufen sich auf eine Gesamtmasse von 4593 t. Den überwiegenden Teil dieser Gefahrgüter machen die Lieferungen von flüssigem Stickstoff durch Gase-Lieferanten aus.

219 t Gefahrgut der Klasse 2 wurden von DESY als Verlader und Transporteur mit Hilfe einer externen Firma über das DESY-Gelände und über öffentliche Straßen transportiert. Die Gefahrgutverordnung Straße ist für das Jahr 2001 vollständig überarbeitet worden. Daraus ergibt sich die Notwendigkeit, alle an den Transporten Beteiligten eingehend zu schulen.

Servicezentrum Technische Sicherheit (ZTS)

Technischer Notdienst (ZTS1)

Die Fachgruppe ZTS1 (Technischer Notdienst) ist eine im Vollsichtdienst eingesetzte Gruppe, die in vier

Schichtbesetzungen aufgeteilt ist. Zu den wesentlichen Aufgaben gehören:

- Einsatz bei Notfällen (Feuer, Unfall und technische Störung),
- Kontrolle und Überwachung von Experimentieranlagen und Versorgungseinrichtungen auf dem gesamten DESY-Gelände,
- Ausübung des Sicherheitsdienstes (Arbeitssicherheit/Technische Sicherheit) in den Gebäuden, Hallen und auf dem Gelände,
- Beseitigung von Störungen an den DESY-Anlagen und -Einrichtungen.

Unterstützt werden die Mitarbeiter durch den Einsatz moderner Brandmelde- und Sicherheitstechnik. Es sind etwa 3500 Rauchmelder und 800 technische Alarmer in der Zentrale des Technischen Notdienstes aufgeschaltet. Verwaltet und bedient wird diese Technik durch die 1999 eingeführte Software GEBANIS (Gebäude- und Anlageninformationssystem) in der Leitwarte. Zur Verfügung stehen drei Einsatzfahrzeuge mit Notfall-Ausstattung, Kommunikationseinrichtungen, Einsatzgerät (mobiles Notstromaggregat, Pumpen) und 45 Atemschutzgeräte.

Externe Schichtbesetzung des Technischen Notdienstes

Alle externen Mitarbeiter haben die neunmonatige DESY-interne Ausbildung abgeschlossen und werden seit dem 1. Juni 2000 als eigenständige Schicht (Wache 4) eingesetzt. Qualität und Organisation der Ausbildung und des Personals haben zu einem anerkannt guten Ergebnis geführt.

Mithilfe bei Beschleunigerschichten

Ein Mitarbeiter von ZTS1 war in der Zeit von Juli bis September erfolgreich als Operateur im Vollsichtdienst bei TTF tätig. Es wurde ein Anforderungsprofil für diese Tätigkeit erstellt und somit eine wichtige Grundlage für den möglichen dauerhaften Einsatz von ZTS-Mitarbeitern in diesem Bereich geschaffen.

Sicherheitstechnik (ZTS2)

Die Fachgruppe ZTS2 (Sicherheitstechnik) hat folgende Aufgaben:

- Koordination der gesamten bei DESY eingesetzten Sicherheitstechnik, zum Beispiel mit den Gruppen ZMEA, MKK, ZBAU, HASYLAB, HERA-Experimente,
- Definition und Realisierung von Schnittstellen zu den unterschiedlichen Systemen bzw. der Systeme untereinander,
- Datenpflege und Weiterentwicklung des Systems GEBANIS,
- Teilnahme bzw. Einbeziehung bei der Planung neuer Projekte im Hinblick auf Brandmelde- und Sicherheitstechnik,
- Standardisierung der Sicherheitstechnik,
- Durchführung von Ausbildung: neue/externe Mitarbeiter ZTS, Atemschutzgeräteträger, Feuerlöscherübungen,
- Verwaltung und Durchführung der Überprüfungen in Zusammenarbeit mit den Wartungsfirmen und dem AfA an allen prüfpflichtigen Geräten und Einrichtungen (zum Beispiel Druckbehälter, Krane, Aufzüge, Feuerlöscher),
- Personelle und organisatorische Unterstützung der Stabsstelle D5.

Die Umstrukturierung der Gruppe ZTS konnte im Jahr 2000 noch nicht abgeschlossen werden. Für Personalstellen bei ZTS2 steht die Bewertung aufgrund der Möglichkeiten innerhalb des Stellenplans noch aus. Da zu den Aufgaben der Fachgruppe ZTS2 auch die Unterstützung der Stabsstelle D5 gehört, wurde im März 2000 eine Vereinbarung über die Zusammenarbeit zwischen D5 und ZTS erstellt. Gemeinsame Aufgabengebiete sind:

- Rauch- und Brandmeldeanlagen und Alarmsysteme,
- Betriebsbegehungen,
- prüfpflichtiges Gerät,
- Gefahrstoff-Entsorgung,
- Betrieb Bereitstellungslager,
- Arbeitsplatzanalysen,
- Durchführung arbeitsschutzrelevanter Messungen.

Unterstützung der EXPO

Die abschließenden Vorbereitungen zur EXPO stellten in den Monaten Januar bis Mai 2000 eine zusätzliche Aufgabe für ZTS dar. Gemeinsam mit ZBAU, Architekten und Feuerwehr wurde an der Umsetzung der sicherheitstechnischen Einrichtungen und Verfahrensweisen für die EXPO-Halle gearbeitet. Es wurde unter anderem ein Abgleich mit der Baubehörde und der Feuerwehr zur besonderen Nutzung der Halle während der Ausstellungszeit verhandelt und die Ergebnisse umgesetzt (zusätzliche Fluchtwege, Test der Entrauchungsanlage, kostenlose Bereitstellung der geforderten Personenzählanlage für den Tunnel und die Halle).

Während der Ausstellung (Mai bis Oktober) wurden mehrere Begehungen zusammen mit der Feuerwehr durchgeführt. Der Technische Notdienst sorgte durch regelmäßige Kontrollgänge und Überwachung der installierten Gebäudetechnik für die erforderliche Sicherheit auch der zusätzlichen Veranstaltungen.

Gebäude- und Anlageninformationssystem

Im Februar 1999 wurde mit der Installation und Anpassung des Gebäude- und Anlageninformationssystems IBM GEBANIS begonnen (siehe Jahresbericht 1999). Durch Neuentwicklung eines eigenen LINUX-Webservers werden nun die über 4000 GEBANIS-Alarmtexte dynamisch erzeugt und deren Inhalte via Datenbank gepflegt. Der Zugriff auf bestimmte Daten in dieser Datenbank von anderen Fachgruppen (zum Beispiel MKK) wird ermöglicht, um zum Beispiel Rufbereitschaftslisten pflegen zu können. Abbildung 144 zeigt den derzeitigen Stand der GEBANIS-Installation bei DESY.

Zwei weitere Projekte zur Inbetriebnahme bzw. Erweiterung von GEBANIS sind vorbereitet, zum einen die Datenaufnahme sämtlicher Gebäudegrundrisse inklusive zusätzlicher Facility-Management-Daten als Basis für die GEBANIS-Alarmpläne, zum anderen der Aufbau einer integrierten Kommunikationslösung, die alle vorhandenen Kommunikationsmittel (Telefon, Gegensprechanlagen, Funk, D1/D2, Personennotruf usw.) in einem Bedienplatz integriert und unter einer einheitlichen GEBANIS-Oberfläche zusammenfasst. Dadurch kann im Notfall schneller reagiert werden.

Veröffentlichungen und Vorträge



DESY-Kolloquien

E. SCHEER (Karlsruhe/D)
Electronic Transport through Atomic-Size Contacts.
3.2.2000

J. Schmitt (Hamburg/D)
High-Energy Astrophysics of Stars.
17.2.2000

J. WHITMORE (Batavia/USA)
Physics Results from HERA.

M. YURKOV (Dubna/RUS)
Results from SASE-FEL.
15.6.2000

Festkolloquium „The Discovery of Quantum Mechanics“

H. RECHENBERG (München/D)
Heisenberg's Discovery.

H. KRAGH (Aarhus/DK)
From Schrödinger's Waves to Dirac's Electron.

J. LACKI (Geneva/CH)
The Mathematical Foundations of Quantum Mechanics: Hilbert,
Jordan and von Neumann.
15.6.2000

B. FOSTER (Bristol/GB)
Particle Physics over the Next 20 Years – A Personal Perspective
of the Scientific Questions and the Tools Required.
9.11.2000

Festkolloquium aus Anlass des 60. Geburtstags
von Prof. Dr. Gerhard Mack

M. LÜSCHER (Hamburg/D)
Chiral Gauge Theories and Extra Dimensions.

K. GAWEDSKI
Developed Turbulence, Non-Differentiable Dynamical Systems,
and Spontaneous Breaking of Predictability.

V. SCHOMERUS (Potsdam/D)
From Quantum Geometry to Gauge Theory.
10.11.2000

M. TURNER (Chicago/USA)
The Dark Side of the Universe: Dark Matter and Dark Energy.
7.12.2000

DESY-EXPO

Vorträge

W. OELERT (Jülich/D)
Antimaterie – Die gespiegelte Materie als Antrieb zur Grundlagenforschung.
8.6.2000

J. BERGER (Köln/D)
Das Korpuskel lebt – Eindrucksvolle Experimente rund ums Licht!
15.6.2000

J. ROSSBACH (Hamburg/D)
Licht der Zukunft – Neue Wege für Innovationen der Zukunft.
22.6.2000

P. STREHLOW (Berlin/D)
Physik mit und von Luftballons – Experimente zur Veranschaulichung physikalischer Prinzipien.
13.7.2000

D. SAMTLEBEN (Hamburg/D)
Elementarteilchen: Bausteine der Welt.
20.7.2000

C. ROLFS (Bochum/D)
Die himmlische Energiequelle: Wie funktioniert die Sonne?
3.8.2000

H. HILSCHER (Augsburg/D)
Physik zum Anfassen und manchmal unfassbar: Einfache Experimente für jedermann.
10.8.2000

R. NAHNHAUER (Zeuthen/D)
Neutrinos – Geheimnisvolle Boten aus dem All.
17.8.2000

M. ERDMANN (Karlsruhe/D)
Masse macht's, aber was macht Masse?
31.8.2000

H.J. WILKE (Dresden/D)
Wie der Mensch den Weg zur Elektrizität fand.
7.9.2000

C. SPIERING (Zeuthen/D)
Der wilde Tanz der Teilchen: Die Geschichte vom Anfang der Welt.
14.9.2000

B. SPAAN (Dresden/D)
Symmetrie: Das Urprinzip der Schöpfung.
21.9.2000

A. STAHL (Bonn/D)
Spieglein, Spieglein an der Wand ... Symmetrien in der Natur.
5.10.2000

D. CEGIEL (NICO)
Physik, Technik und Ästhetik von Feuerwerken.
18.10.2000

Aktionstage

Vakuum.
Nachstellung des Versuchs mit den Magdeburger Halbkugeln.
29.6.2000

Reinraum und Materialprüfung.
27.7.2000

Strahlung und Wellen.
24.8.2000

Temperatur und Supraleitung.
28.9.2000

Bau & Vermessung.
26.10.2000

Vorträge – Innerbetriebliche Fortbildung

W. ZEUNER (DESY Hamburg/D)
Die Struktur des Protons.
12.1.2000

V. SAILE (Karlsruhe/D)
Mikrosystemtechnik – Forschung und Anwendung.
19.1.2000

W. SCHWARZ (Weimar/D)
Ein Streifzug durch die Geschichte der Erdmessung.
26.1.2000

G. RAPP (Hamburg/D)
Biologische Systeme im Lichte der Synchrotron-Strahlung.
2.2.2000

K. HÖPFNER (DESY Hamburg/D)
Die wundersame Umwandlung von Neutrinos.
9.2.2000

J. DICKE (DESY Hamburg/D)
Schweißen verbindet! – Fügetechniken bei DESY.
16.2.2000

J. LEMMERICH (Berlin/D)
Beginn eines neuen Weltbildes.
23.2.2000

H. JELITTO (Hamburg/D)
Die Pyramiden von Gizeh.
1.3.2000

W. WEYRATHER (GSI Darmstadt/D)
Tumor-Therapie mit Ionenstrahlen.
8.3.2000

K. RÄDLER (Potsdam/D)
Magnetfelder und Dynamos im Kosmos.
15.3.2000

J. HOFFMANN (HWP Hamburg/D)
Chancen und Risiken der Globalisierung.
5.4.2000

G. BOHRMANN (Kiel/D)
Brennendes Eis – Methanhydrat am Meeresgrund.
12.4.2000

A. FECHNER (Hamburg/D)
Quantenmechanik – von Null auf Hundert.
19.4.2000

F. RIESS (Oldenburg/D)
Physik des Fahrrads.
3.5.2000

M. ECKERT (München/D)
Das Bohr-Sommerfeldsche Atommodell.
10.5.2000

J. SCHLÜTER (Hamburg/D)
Meteorite – außerirdische Materie.
17.5.2000

W. JANSEN (Oldenburg/D)
Die Batterie der Parther.
7.6.2000

V. AFANASIEW (MIR/RUS)
Erlebnisse und Erfahrungen eines russischen Kosmonauten.
5.7.2000

J. BECKER (Jülich/D)
Altersversorgung im öffentlichen Dienst.
20.9.2000

G. HOFFSTÄTTER (DESY Hamburg/D)
Chaos oder Stabilität im Sonnensystem?
4.10.2000

A. LINDNER (Hamburg/D)
Heisenbergs Prinzipien der Quantenphysik: Ist etwas unbestimmt?
18.10.2000

H. SCHMINCKE (Kiel/D)
Können Vulkaneruptionen das Klima beeinflussen?
1.11.2000

K.O. GÖTZ (Karlsruhe/D)
Design in der Natur – der Baum als Lehrmeister.
8.11.2000

F. ZETSCHKE (Offenbach/D)
Bedeutung, Verfahren und Technik der Flugsicherung.
15.11.2000

J. BÖRDING (GMD St. Augustin/D)
Suchstrategien im Internet.
22.11.2000

R. BERNDT (Kiel/D)
Das Sandkorn und der Eiffelturm – Physik und Chemie mit dem Tunnelmikroskop.
6.12.2000

„Physikanten & Co“ (Dortmund/D)
Die Box, die Boje und der Ball.
13.12.2000

S. BRANDT (Siegen/D)
Sternstunden der Wissenschaft – Die Entdeckungen von Max Planck 1900 und Werner Heisenberg 1925.
20.12.2000

Vorträge – Direktorium

R. KLANNER

Neue Ergebnisse von HERA.
Kolloquiumsvortrag, Univ. Wuppertal/D (2000)

Future Perspectives for e-p-Physics.
ECFA Study Group on the Future of High Energy Physics in Europe, DESY Hamburg/D (2000)

J. SCHNEIDER

Forschung mit Synchrotronstrahlung: Vom Speicherring zum Freie-Elektronen Laser. Vom Biomolekül zur Schweißnaht.
DESY Zeuthen/D (2000)

Freie-Elektronen Laser für Röntgenstrahlung bei DESY.
DPG Frühjahrstagung, Bonn/D (2000)

On the Way to LINAC Driven Free Electron X-Ray Lasers: Principles and Potential Applications.
LAL Seminar, Orsay/F (2000)

X-Ray Free-Electron Lasers: Principles, Existing Hardware and Scientific Potential.
Dept. of Biochem., Univ. Uppsala/S (2000)

Synchrotron Radiation Research at 3rd Generation Storage Ring Based Facilities and the Potential of LINAC Driven X-Ray Free Electron Lasers.
7th Europ. Part. Accel. Conf. (EPAC 2000), Wien/A (2000)

Ich sehe was was Du nicht siehst: Von Röntgens Röhre zum Röntgenlaser.
Jahr der Physik, „Stein der Weisen“, Bonn/D (2000)

Röntgenlaser: Der schnelle Blick auf die Atome.
HGF Jahrestagung, München/D (2000)

Der Röntgen-Laser: Ein Traum wird wahr.
BESSY Forum, Berlin/D (2000)

Hochenergetische Synchrotronstrahlung: Eine vielseitige Sonde zum Studium kondensierter Materie.
Der Freie-Elektronen Laser: Prinzip und Anwendungen.
Kolloquiumsvorträge, TU Dresden/D (2000)

D. TRINES

Physics and Industry in Germany.
Int. School on Physics and Industry: Workshop on Present Status and Future Trends, Erice/I (2000)

Experimental Results and Technical Research and Development at TTF.
7th Europ. Part. Accel. Conf. (EPAC 2000), Wien/A (2000)

Das TESLA Projekt.
Kolloquiumsvortrag, TU Darmstadt/D (2000)

H. VON DER SCHMITT

Moderne Methoden der Datenerfassung, -verwaltung und -auswertung.
Univ. Bonn/D (1999)

Management von Experimentdaten mit neuen Technologien.
DESY Zeuthen/D (2000)

Forschung mit Teilchenbeschleunigern. (Veröffentlichung)
Technik in Bayern (Magazin des VDI) Nov/Dez (2000)

A. WAGNER

TESLA – Electron Positron Linear Collider with Integrated X-Ray Lasers.

Univ. Kiel/D (2000)
Univ. Rostock/D (2000)
Univ. Tel Aviv/IL (2000)
Weizman Inst. Rehovot/IL (2000)
Technion Haifa/IL (2000)
Univ. Erlangen/D (2000)
Univ. Århus/DK (2000)
Univ. Prag/CZ (2000)
Bad Honnef/D (2000)

New Frontiers in Electron-Positron Collisions.
Bastei/D (2000)

Neugier: Grundlage der Innovation.
Industrieclub Düsseldorf/D (2000)
Handwerkskammer Hamburg/D (2000)

Supraleitung, TESLA-Röntgenlaser und Supersymmetrie.
GKSS Geesthacht/D (2000)

Report from DESY.
Plenarvortrag, ECFA Meeting, CERN Geneva/CH (2000)
30th Int. Conf. on High Energy Physics (ICHEP2000), Osaka/J
IHEP Beijing/VRC (2000)
Tsinghua Univ. Beijing/VRC (2000)
5th Int. Linear Collider Workshop (LCWS 2000), Batavia/USA
ECFA Meeting, DESY Hamburg/D (2000)

European Perspectives in Accelerator Development.
Univ. Tokyo/J (2000)

Towards New Frontiers in Structural Research.
Royal Society, London/GB (2000)

Neues Licht im Dunkel der Materie.
Ges. Deutscher Naturforscher und Ärzte, Bonn/D (2000)

New Light, Dark Matter.
Univ. Karlsruhe/D (2000)

Overview of DESYs Long Term Strategy.
Global Science Forum, DESY Hamburg/D (2000)

Das TESLA-Projekt.
BDI Berlin/D (2000)

F-Bereich

H1

Veröffentlichungen

H1 KOLLABORATION, C. ADLOFF et al.

Search for Compositeness, Leptoquarks and Large Extra Dimensions in eq Contact Interactions at HERA.

Phys. Lett. B479 (2000) 358 und DESY 00-027, hep-ex/0003002

Measurement of Di-Jet Cross-Sections in Photoproduction and Photon Structure.

Phys. Lett. B483 (2000) 36 und DESY 00-035, hep-ex/0003011

Elastic Photoproduction of J/ψ and Υ Mesons at HERA.

Phys. Lett. B483 (2000) 23 und DESY 00-037, hep-ex/0003020

Measurement of Elastic Electroproduction of ϕ Mesons at HERA.

Phys. Lett. B483 (2000) 360 und DESY 00-070, hep-ex/0005010

Inclusive Photoproduction of Neutral Pions in the Photon Hemisphere at HERA.

Eur. Phys. J. C18 (2000) 293 und DESY 00-085, hep-ex/0006017

A Search for Excited Fermions at HERA.

Eur. Phys. J. C17 (2000) 567 und DESY 00-102, hep-ex/0007035

Dijet Production in Charged and Neutral Current e^+p Interactions at High Q^2 .

DESY 00-143, hep-ex/0010016, zur Veröffentl. in Eur. Phys. J. C

Measurement of QCD Analysis of Jet Cross Sections in Deep-Inelastic Positron-Proton Collisions at $\sqrt{s}$ of 300 GeV.

DESY 00-145, hep-ex/0010054, zur Veröffentl. in Eur. Phys. J. C

Diffraction Jet Production in Deep-Inelastic $e p$ Collisions at HERA.

DESY 00-174, hep-ex/0012051, zur Veröffentl. in Eur. Phys. J. C

Deep-Inelastic Inclusive $e p$ Scattering at Low x and a Measurement of α_s .

DESY 00-181, hep-ex/0012053, zur Veröffentl. in Eur. Phys. J. C

Measurement of Charged and Neutral Current Cross Sections in Electron-Proton Collisions at High Q^2 at HERA.

DESY 00-187, hep-ex/0012052, zur Veröffentl. in Eur. Phys. J. C

Veröffentlichte Vorträge

Proc. of the Int. Conf. on the Structure and Interactions of the Photon, Including the 13th Int. Workshop on Photon-Photon Collisions (PHOTON2000), Ambleside/GB (2000)

A. BUNIATIAN

Dijets with Forward Neutrons.

K. DAUM

Charm and Bottom Production at H1.

C. GOODWIN

Diffraction, $F_2^{D(3)}$.

B. LIST

Diffraction Dijet and 3-Jets Electroproduction at HERA.

H. MAHLKE

Photoproduction with Leading Protons.

P. MARAGE

Dijet in PHP and Photon Structure.

R. STAMEN

DVCS at HERA.

A. WYATT

Energy Flow Between Large Rapidity Gap Jets in Photoproduction.

Proc. of the 30th Int. Conf. on High Energy Physics (ICHEP2000), Osaka/J (2000)

B. ANDRIEU

Test Beam Results of the Quartz Fibre Calorimeter for the H1 Luminosity.

S. CARON

Measurements of 2-Jet and 3-Jet Cross Sections at High Transverse Momentum in Photoproduction.

E. DE WOLF

QCD Instanton Studies.

L. FAVART

Deeply Inelastic Compton Scattering at HERA.

J. GAYLER

Jet Production in DIS at HERA.

T. HADIG

QCD Interpretation of Inclusive Deep Inelastic Scattering and Jet Production Data at HERA.

F. KEIL

Dijets in CC and NC DIS at High Q^2 at HERA.

S. LEVONIAN

F_2^p at Low Q^2 and the Total γp Cross Section at HERA.

H.U. MARTYN

Event Shape Studies at HERA.

A. MEHTA

W Production and Search for Top at HERA.

P. NEWMAN

Inclusive Diffraction at HERA.

C. NIEBUHR

Search for Contact Interactions and Leptoquarks at HERA.

G. RAEDEL

A Search for Leptoquark Bosons in e^-p Collisions at HERA.

P. SCHLEPER

Soft Interaction Process (Low Q^2 : Diffraction, Two-Photon and Spin Structure).

F. SEFKOW

Open Charm and Beauty Production at HERA.

E. TZAMARIUDAKI

Charm Contribution to the Proton Structure Function.

F. ZOMER

Proton Structure at Medium Q^2 .

Proc. of the 8th Int. Workshop on Deep Inelastic Scattering and QCD (DIS2000), Liverpool/GB (2000)

S. CARON

Three Jet Production in DIS and γ -p.

M.C. COUSINOU

Searches for Excited Fermions at HERA.

D. ECKSTEIN

Measurement of F_2 and F_L Structure Functions with H1.

M. ERDMANN

Hadronic Structure Functions.

L. FAVART

Proposal for a Very Forward Proton Spectrometer in H1 after 2000.

T. HADIG

The Strong Coupling and the Gluon Density from Jets in DIS.

D. HAIDT

F_2 in the Transition Region from Small to Medium x .

F. KEIL

Dijets in CC and NC DIS at High Q^2 at HERA.

K. KRÜGER

Inelastic J/ψ Production at HERA.

T. KUHR

Open Beauty Cross Section at HERA.

T. KURCA

Scaling Violation Analysis of the H1 F_2 Data.

N. MALDEN

W Production and High P_t Isolated Leptons at HERA.

S. MAXFIELD

Current Issues in Low E_T Real and Virtual Photoproduction.

S. MIKOCKI

Search for QCD Instanton-Induced Processes in DIS at HERA.

D. MILSTEAD

Current Issues in Fragmentation in DIS.

R. PÖSCHL

Dijet Rates in DIS.

K. RABBERTZ

Event Shapes and Power Corrections in ep DIS.

E. RIZVI

NC and CC DIS at High Q^2 .

J. SCHEINS

Contact Interactions and Large Extra-Dimensions at HERA.

F.P. SCHILLING

Diffraction Dijet and 3-Jet Electroproduction at HERA.

D. SCHMIDT

Elastic and Proton-Dissociative Vector Meson Production at High Q^2 or Large $|t|$.

T. SCHÖRNER

Single-Inclusive Jets in DIS at Low Q^2 at HERA.

R. STAMEN

DVCS at HERA.

A. VALKAROVA

Real and Virtual Photon Structure.

A. WYATT

Energy Flow between Jets in γ -p Collisions at HERA.

B. ANDRIEU

Hadronic Final States at HERA.

Proc. of the 15th High-Energy Physics Int. Euroconf. in Quantum Chromodynamics, Montpellier/F (2000)

A. BABAEV

A Purity Monitoring System for the H1 Liquid Argon Calorimeter. Proc. of the 9th Int. Conf. on Calorimetry in High Energy Physics (CALOR2000), Annecy/F (2000)

O. BEHNKE

Heavy Flavours and QCD.

Proc. of the 35th Recontres de Moriond: QCD and Hadronic Interactions, Les Arcs/F (2000)

T. BENISCH

New Data Storage Model for H1.

Proc. of the Int. Conf. on Computing in High Energy and Nucl. Phys. (CHEP2000), Padua/I (2000)

U. BERTHON

New Data Analysis Environment in H1.

Proc. of the Int. Conf. on Computing in High Energy and Nucl. Phys. (CHEP2000), Padua/I (2000)

D. BRUNCKO

Vector Meson Production in Photoproduction.

Proc. of the Int. Workshop on Production, Properties and Interaction of Mesons, Cracow/PL (2000) (Acta Phys. Pol. B31 (2000))

B. COX

BFKL Searches.

Proc. of the 30th Int. Symposium on Multiparticle Dynamics (ISMD2000), Tihany/H (2000)

C. DIACONU

Proton Structure at High Q^2 .

Proc. of the 35th Recontres de Moriond: QCD and Hadronic Interactions, Les Arcs/F (2000)

D. ECKSTEIN

Proton Structure.

Proc. of 15th Int. Workshop on High Energy Physics and Quantum Field Theory (QFTHEP2000), Tver/RUS (2000)

V. EFREMENKO

Forward Neutron Calorimeter for H1 Experiment at DESY.
Proc. of the 9th Int. Conf. on Calorimetry in High Energy Physics (CALOR2000), Annecy/F (2000)

T. HADIG

e p Physics at High Q^2 .
28th SLAC Summer Inst. on Part. Phys.: Neutrinos from the Lab, the Sun, and the Cosmos (SSI2000), Stanford/USA (2000)

D. HAIDT

Phenomenology of the Structure Function F_2 in Lepton Proton Scattering.
Proc. of the 15th High-Energy Physics Int. Euroconf. in Quantum Chromodynamics, Montpellier/F (2000)

B. HEINEMANN

Recent Results from HERA: H1, ZEUS and HERMES.
Proc. of the 6th Workshop in High Energy Phenomenology (WHEPP-6), Chennai (Madras)/IND (2000)

C. ISSEVER

The Calibration of the H1 LAr Calorimeter.
Proc. of the 9th Int. Conf. on Calorimetry in High Energy Physics (CALOR2000), Annecy/F (2000)

H. JUNG

Photon Structure.
Proc. of the 35th Recontres de Moriond: QCD and Hadronic Interactions, Les Arcs/F (2000)

G. KNIES

HERA Results on Elastic Hadronic and Sub-Hadronic Diffraction.
Proc. of the 5th Workshop on QCD, Villefranche-sur-Mer/F (2000)

S. LEVONIAN

Pomeron under the HERA Microscope.
Proc. of the 30th Int. Symposium on Multiparticle Dynamics (ISMD2000), Tihany/H (2000)

S. LÜDERS

Compact Frontend-Electronics and Bidirectional 3.3 Gbps Optical Datalink for the H1-Experiment.
Proc. of the 6th Workshop on Electronics for LHC Experiments, Cracow/PL (2000)

Diffraction.

Proc. of the 30th Int. Symposium on Multiparticle Dynamics (ISMD2000), Tihany/H (2000)

P. MARAGE

Diffraction at HERA.
Proc. of „Forward Physics at the LHC“, Helsinki/FIN (2000)

A. MEYER

Heavy Quark Production at HERA.
Proc. of the 5th Workshop on Heavy Quarks at Fixed Target, Rio de Janeiro/BR (2000)

J. MEYER

Jets in DIS at HERA.
Proc. of the 35th Recontres de Moriond: QCD and Hadronic Interactions, Les Arcs/F (2000)

B. NAROSKA

Vector Meson Production at HERA.
Proc. of the 35th Recontres de Moriond: QCD and Hadronic Interactions, Les Arcs/F (2000)

J. NAUMANN

A Fast High Resolution Track Trigger for the H1 Experiment.
Proc. of the IEEE Nuclear Science Sympos., Lyon/F (2000)

G. RAEDEL

Searches for New Phenomena at HERA.
Proc. of the 35th Recontres de Moriond: Electroweak Interactions and Unified Theories, Les Arcs/F (2000)

D. REYNA

Structure Functions.
Proc. of the 15th High-Energy Physics Int. Euroconf. in Quantum Chromodynamics, Montpellier/F (2000)

A. SCHÖNING

A Fast Track Trigger for the H1 Collaboration.
Proc. of the 8th Pisa Meeting on Adv. Detectors, Isola d'Elba/I (2000) (Nucl. Instrum. Methods A)

H.C. SCHULTZ-COULON

Jet Studies at HERA.
Proc. of the 30th Int. Symposium on Multiparticle Dynamics (ISMD2000), Tihany/H (2000)

Y. SIROIS

Search for Physics beyond the Standard Model at Colliders: Discovery Prospects at Tevatron $p\bar{p}$ and HERA e p Colliders.
Proc. of the Discussion Meeting of the Royal Society on the Quark Structure of Matter, London/GB (2000)

T. SLOAN

Summary of the Workshop.
Proc. of the 2nd eRHIC Workshop, Yale Univ. New Haven/USA (2000)

The Spin Structure of the Nucleon.

Proc. of the Discussion Meeting of the Royal Society on the Quark Structure of Matter, London/GB (2000)

A. SPECKA

Test Beam Results of the Quartz Fibre Calorimeter for the H1 Luminosity Measurement at HERA.
Proc. of the 8th Pisa Meeting on Adv. Detectors, Isola d'Elba/I (2000) (Nucl. Instrum. Methods A)

G. TSIPOLITIS

Open Charm and Beauty.
Proc. of the 4th Int. Conf. on Hyperons, Charm and Beauty Hadrons, Valencia/E (2000)

J. TURNAU

Photon Structure.
Proc. of 15th Int. Workshop on High Energy Physics and Quantum Field Theory (QFTHEP2000), Tver/RUS (2000)

M. URBAN

First Level Trigger for H1, Using the Latest FPGA Generation.
Proc. of the 6th Workshop on Electronics for LHC Experiments, Cracow/PL (2000)

P. VAN MECHELEN

Inclusive Diffraction at HERA.

Proc. of the Int. Conf. on Hadron Structure, Stara Lesna/SQ (2000)

Final States in Diffraction at HERA.

Proc. of the Crimean Summer School-Seminar on New Trends in High-Energy Physics, Yalta/UA (2000)

New Data Analysis Environment in H1.

Proc. of the Int. Conf. on Computing in High Energy and Nucl. Phys. (CHEP2000), Padua/I (2000)

D. WEGENER

The Parton Structure of Protons and Photons Measured at the e p Storage Ring HERA.

Proc. of the Int. Conf. on Quark Nuclear Physics (QNP2000), Adelaide/AUS (2000)

M. ZUR NEDDEN

High Q^2 and High P_T Processes at HERA.

Proc. of the Int. Conf. on Hadron Structure, Stara Lesna/SQ (2000)

Vorträge

DPG Frühjahrstagung Teilchenphysik, Dresden/D (2000)

S. CARON

Jets mit hohen Transversalimpulsen bei HERA.

C. DUPREL

Messung der Protonstrukturfunktion F_2 bei kleinen Q^2 mit dem H1-Detektor.

D. ECKSTEIN

Präzisionsmessung des tief-inelastischen e p Wirkungsquerschnittes mit dem H1-Detektor bei HERA.

F. GARCZAREK

Ansprechverhalten des rückwärtigen H1-Kalorimeters (SpaCal) gegenüber Hadronen.

T. HAUSCHILDT

Diffraktive J/ψ -Photoproduktion am H1-Experiment bei $W_{\gamma p} = 30$ GeV.

M. HENNECKE

Untersuchung der Weitwinkelbremsstrahlung im H1-Detektor.

L. JANAUSCHEK

Untersuchung elastisch produzierter J/ψ -Mesonen in Photoproduktion bis zu höchsten γ -p-Schwerpunktsenergien am H1-Experiment bei HERA.

O. KARSCHNICK

Nachweis diffraktiv gestreuter Protonen mit dem Vorwärtsspektrometer bei H1.

J. KROSEBERG

Messung von Beauty-Produktion bei HERA mit dem H1-Vertexdetektor.

B. LEISSNER

Muon-Paare.

B. REISERT

Inclusive Neutral Current Cross Section Measurements at High Q^2 .

J. SCHEINS

Kontakt-Wechselwirkungsanalyse.

F.P. SCHILLING

Diffraktive Dijet Electroproduction at HERA.

T. SCHÖRNER

Inklusive Jet-Wirkungsquerschnitte und Forward Jets bei HERA.

H.C. SCHULTZ-COULON

Untersuchung der Partondynamik am e p-Speicherring HERA.

R. STAMEN

Messung des DVCS-Prozesses mit dem H1-Detektor bei HERA.

L. TSURIN

Development of a Silicon Pad Detector Trigger for H1.

R. WALLNY

Test der Quantenchromodynamik in inklusiver e p-Streuung mit dem H1-Detektor.

N. WERNER

Nachweis von schweren Quarks durch Messung von D^* -Myon-Koinzidenzen am H1-Detektor.

A. ZIEGLER

Untersuchung der Erzeugung schwerer Quarks in e p-Wechselwirkungen mittels semielektronischer Zerfälle.

V. BLOBEL

Regularized Unfolding.

LEP WG on Two-Photon-Physics, CERN Geneva/CH (2000)

G. BUSCHHORN

Instantons.

Crimean Summer School-Seminar on New Trends in High-Energy Physics, Yalta/UA (2000)

B. CLERBAUX

Diffraktive Physics at HERA.

14th Rencontre de Physique de la Vallée d'Aoste, La Thuile/I (2000)

G. COZZIKA

High Q^2 Results from HERA.

20th Int. Conf. on Physics in Collision (PIC2000), Lisbon/P (2000)

J. DANTON

Photon Structure.

Discussion Meeting of the Royal Society on the Quark Structure of Matter, London/GB (2000)

Experimental Quantum Chromodiffraction.

Int. Workshop on Diffraction in High Energy Physics, Cetraro/I (2000)

E. ELSER

Experimental Programme at DESY

RECFA Meeting in Germany, Berlin/D (2000)

W. ERDMANN

Physics at HERA.

Symposium on Phenomenology for the ν Century (PHENO2000),
Madison/USA (2000)

R. FELST

QCD and Jets in e^+e^- -Annihilation and $e p$ -Scattering.
HEP Groups Meeting, Univ. of Edinburgh/GB (2000)

T. HADIG

Lepton-Proton Physics at High Q^2 .
28th SLAC Summer Inst. on Part. Phys.: Neutrinos from the Lab,
the Sun, and the Cosmos (SSI2000), Stanford/USA (2000)

B. HEINEMANN

Elektron-Proton-Streuung bei den höchsten Energien.
Kolloquiumsvortrag, Univ. Hamburg/D (2000)

M. KLEIN

Deep Inelastic Scattering at Large x .
Workshop on the Nucleon Structure in High x -Bjorken Region,
Philadelphia/USA (2000)

S. LEVONIAN

Structure Functions at Low x and Low Q^2 from HERA.
Diffractive Physics at HERA.
7th Conf. on Intersections between Particle and Nuclear Physics
(CIPANP2000), Quebec/CAN (2000)

E. LOBODZINSKA

DVCS – H1 Measurement.
Int. Workshop on Skewed Parton Distributions and Lepton-Nucleon
Scattering, DESY Hamburg/D (2000)

P. MARAGE

Inclusive Diffraction at HERA.
Workshop on Low- x Physics, Oxford/GB (2000)

J. NAUMANN

The FTT at Level 3.
Ringberg Workshop on Future Triggering at H1, Ringberg Castle,
Tegernsee/D (2000)
Workshop on FTT Specification, Dortmund/D (2000)

J. PHILLIPS

Low Q^2 Physics and the Transition Region of pQCD.
Lake Louise Winter Inst., Lake Louise/CAN (2000)

B. REISERT

DIS at Large Momentum Transfer at HERA.
Lake Louise Winter Inst., Lake Louise/CAN (2000)

DVCS.

Int. Workshop on Diffraction in High Energy Physics, Cetraro/I
(2000)

A. ROSTOVTSEV

Elastic Diffractive J/ψ and Υ Production at HERA.
5th Int. Workshop on Heavy Quark Physics, Dubna/RUS (2000)

H.C. SCHULTZ-COULON

The H1 Trigger Concept, L3 General Concept.
Ringberg Workshop on Future Triggering at H1, Ringberg Castle,
Tegernsee/D (2000)

T. SLOAN

ELFE: A Critical Review.
Joint Meeting HaPHEEP/ESOP/ELFE, Valencia/E (2000)

How to Get Energy from an Accelerator.

Meeting on Accelerators and their Appl., Univ. Liverpool/GB
(2000)

R. STAMEN

Vector Particle Production.
Workshop on Low- x Physics, Oxford/GB (2000)

L2TT – Present and Future.

Ringberg Workshop on Future Triggering at H1, Ringberg Castle,
Tegernsee/D (2000)

B. STELLA

Diffusione profondamente inelastica elettrone-protone ad alto Q^2
con l'esperimento H1.
Annual Conf. of the Italian Phys. Soc., Palermo/I (2000)

L'esplorazione del protone fino ad un millesimo del suo raggio.
Risultati recenti di H1.
Univ. Rom 3/I (2000)

P. THOMPSON

Diffractive Open Charm Production.
Int. Workshop on Diffraction in High Energy Physics, Cetraro/I
(2000)

G. TSIPOLITIS

Heavy Flavour Production at HERA.
Univ. of Geneva/CH (2000)
Univ. of Valencia/E (2000)

J. TURNAU

Photon Structure.
15th Int. Workshop on High Energy Physics and Quantum Field
Theory (QFTHEP2000), Tver/RUS (2000)

P. VAN MECHELEN

Jets and Charm Production in Diffraction.
Workshop on Low- x Physics, Oxford/GB (2000)

D. WEGENER

Kalorimetrie.
Kolloquiumsvortrag, Karlsruhe/D (2000)

New HERA Results and Parton Dynamics of Proton and Photon.
Kolloquiumsvortrag, Jülich/D (2000)

C. WISSING

The FTT at Level 2.
Ringberg Workshop on Future Triggering at H1, Ringberg Castle,
Tegernsee/D (2000)

Track Fit & L2 Decision on TI DSPs.

Workshop on FTT Specification, Dortmund/D (2000)

M. ZUR NEDDEN

What Happens after L1-Keep?
Ringberg Workshop on Future Triggering at H1, Ringberg Castle,
Tegernsee/D (2000)

Habilitationen

M. WEBER

Test of Quantum Chromodynamics with the Hadronic Final State in Deep Inelastic Scattering at HERA.

Univ. Heidelberg/D (2000)

Z. ZHANG

New Insights into the Proton Structure with e p Collider HERA. LAL Orsay, Univ. de Paris-Sud, Paris/F (2000)

Dissertationen

P. BATE

High Transverse Momentum 2-Jet and 3-Jet Cross Section Measurements in Photoproduction.

Univ. Manchester/GB (2000)

C. BEIER

Das Z^0 -Boson und die Strukturfunktion $x F_3$ in tiefinelastischer e p-Streuung.

Univ. Heidelberg/D (2000)

A. BURRAGE

A Study of Radiative Charged Current Interactions in e p Collision.

Univ. Liverpool/GB (2000)

T. HADIG

Measurement and Perturbative QCD Fit of Dijet and Inclusive Cross Sections.

RWTH Aachen/D (2000)

S. HENGSTMANN

A Measurement of Diffractive Charm Production at HERA.

Univ. Zürich/CH (2000)

D. HOFFMANN

Zwei-Elektron-Ereignisse im H1-Detektor.

Univ. Hamburg/D (2000)

S. HURLING

Der VLQ-Detektor bei H1: Inbetriebnahme, Spurrekonstruktion und Messung der elastisch diffraktiven J/ψ -Produktion bei kleinem Q^2 .

Univ. Hamburg/D (2000)

H.C. KÄSTLI

Muon Pair Production with High Invariant Mass in e^+p -Collisions at HERA.

ETH Zürich/CH (2000)

H. MAHLKE

Photoproduktion bei HERA unter Nachweis eines vorwärts gestreuten Protons.

DESY Hamburg/D (2000)

A. MESECK

The Electron Distribution in HERA and the Consequences for the H1 Detector after the Luminosity Upgrade.

Univ. Hamburg/D (2000)

P.O. MEYER

Messung der Strukturfunktion F_2 bei kleinen Impulsüberträgen mit dem VLQ-Spektrometer des H1-Detektors.

RWTH Aachen/D (2000)

R. MOHR

Messung von 3-Jet-Ereignissen in tiefinelastischer e p-Streuung mit dem H1-Detektor bei HERA.

Univ. Hamburg/D (2000)

S. MOHRDIECK

Inelastische J/ψ -Erzeugung in Elektroproduktion am H1-Experiment bei HERA.

Univ. Hamburg/D (2000)

R. PÖSCHL

Measurement of the Double Differential Dijet Rate in Deep Inelastic Scattering at HERA.

Univ. Dortmund/D (2000)

F.P. SCHILLING

Diffractive Jet Production in Deep-Inelastic e^-p Collisions at HERA.

Univ. Heidelberg/D (2000)

M. SWART

Mass Spectroscopy of Neutral Mesons in the Photon Hemisphere at HERA.

Univ. Heidelberg/D (2000)

S. UDLUFT

Protodissoziative Photoproduktion von ϕ -Mesonen am H1-Experiment bei HERA.

Univ. München/D (2000)

G.R. WHITE

Tests of Perturbative and Non-Perturbative QCD from Identified Proton, Kaon and Pion Studies in Deep Inelastic Scattering e p Interactions at HERA.

Univ. Lancaster/GB (2000)

Diplomarbeiten

J. DINGFELDER

Suche nach neuen Signaturen in der e-p-Streuung bei HERA.

Univ. Heidelberg/D (2000)

F. GARCZAREK

Nachweis von Positronen und Hadronen im H1-Spaghetti-Kalorimeter.

Univ. Dortmund/D (2000)

C. GERLICH

Suche nach Substrukturen des Quarks bei HERA.

Univ. Heidelberg/D (2000)

S. GOLTZ

Optimierung der Datenselektion zur Identifikation und Rekonstruktion von ψ' -Vektormesonen bei H1.

Univ. Hamburg/D (2000)

T. KLUGE

Untersuchung des QED-Bremsstrahlungsprozesses bei kleinen Impulsüberträgen mit dem H1-Detektor bei HERA.
RWTH Aachen/D (2000)

S. SCHÄTZEL

Measurement of Dijet Cross Sections in Diffractive Photoproduction at HERA.
Univ. Heidelberg/D (2000)

S. SCHILLING

Implementation of BGF-Processes in Monte Carlo Generators for Electron-Proton Scattering.
Univ. Heidelberg/D (2000)

S. SCHMIDT

Untersuchungen zur Verbesserung des neuronalen Triggers beim H1-Experiment durch Datenaufbereitung mit Hilfe topologischer Korrelationen.
TU München/D (2000)

J. SCHÜMANN

Inelastic J/ψ -Photoproduction at HERA and the Color Evaporation Model.
Univ. Hamburg/D (2000)

J. WAGNER

Bestimmung von e p-Wirkungsquerschnitten für Charm- und Beauty-Produktion durch D^* -Myon-Koinzidenzen.
Univ. Hamburg/D (2000)

A. ZIEGLER

Untersuchung der Identifikation von semielektronischen Zerfällen schwerer Quarks in der e p-Wechselwirkung.
Univ. Hamburg/D (2000)

ZEUS

Veröffentlichungen

ZEUS KOLLABORATION, J. BREITWEG et al.

The Q^2 Dependence of Dijet Cross Sections in γp Interactions at HERA.
Phys. Lett. B479 (2000) 37 und DESY 00-017

Search for Resonances Decaying to e^+ -jet in e^+p Interactions at HERA.
Eur. Phys. J. C16 (2000) 253 und DESY 00-023

Measurement of Azimuthal Asymmetries in Deep Inelastic Scattering.
Phys. Lett. B481 (2000) 199 und DESY 00-040

Measurement of Inclusive $D_s^\pm$ Photoproduction at HERA.
Phys. Lett. B481 (2000) 213 und DESY 00-041

Measurement of the Proton Structure Function F_2 at Very Low Q^2 at HERA.
Phys. Lett. B487 (2000) 53 und DESY 00-071

Measurement of Exclusive ω Electroproduction at HERA.
Phys. Lett. B487 (2000) 273 und DESY 00-084

A Search for Resonance Decays to $\bar{\nu}$ -jet in e^+p Scattering at HERA.
Phys. Rev. D63 (2001) 52002 und DESY 00-133

Measurement of Dijet Cross Sections for Events with a Leading Neutron in Photoproduction at HERA.
DESY 00-142, zur Veröffentl. in Nucl. Phys. B

Measurement of Open Beauty Production in Photoproduction at HERA.
Eur. Phys. J. C18 (2001) 625 und DESY 00-166

A. BAMBERGER et al.

The ZEUS Forward Plug Calorimeter with Lead-Scintillator Plates and WLS Fiber Readout.
Nucl. Instrum. Methods A450 (2000) 235

S.V. CHEKANOV

Soft-Gluon Angular Screening in Heavy-Quark Fragmentation.
Phys. Lett. B484 (2000) 51

R. FRÜHWIRTH, M. REGLER, R.K. BOCK, H. GROTE, D. NOTZ

Data Analysis Techniques for High-Energy Physics.
Cambridge Univ. Press/GB (2000) (Cambridge Monographs on Particle Physics, Nuclear Physics and Cosmology; 11)

A. GARFAGNINI, U. KÖTZ

The Assembly of the Silicon Modules for the ZEUS Micro Vertex Detector.
Zur Veröffentl. in Nucl. Instrum. Methods A

U. KÖTZ

Test of Silicon Strip Detectors for the ZEUS Microvertex Detector.
Zur Veröffentl. in Nucl. Instrum. Methods A

G. WOLF

The Glorious Days of Physics – A Tribute to Bjørn H. Wiik and his Physics.
DESY 00-022

Veröffentlichte Vorträge

Proc. of the 8th Int. Workshop on Deep Inelastic Scattering and QCD (DIS2000), Liverpool/GB (2000)

N. BROOK

Azimuthal Asymmetries in DIS.

A. BRUNI

Elastic J/ψ Photoproduction.

M. CAPUA

New Results on F_2^D from ZEUS.

D. CHAPIN

Dijet Cross Sections from Low to Highest Q^2 .

J. COLE
Diffractive $D^{*\pm}$ (2010) Production in DIS at HERA.

A. FOX-MURPHY
Searches for Leptoquarks and R-Parity Violating SUSY at HERA.

C. GINSBURG
A Measurement of the Total Photon-Proton Cross Section.

L. GLADILIN
 D^* and D_s Production at HERA and Comparison to NLO.

E. HEAPHY
Recent Results in High E_T Photoproduction.

A. KAPPES
NC/CC Deep Inelastic ep-Scattering at High Q^2 with ZEUS at HERA.
hep-ex/0006024

R. KERGER
Lepton Flavor Violation at HERA.
BONN-HE-2000-01, hep-ex/0006023

M. KUZE
Physics at Highest P_t^2 and Q^2 .

S.W. LEE
Prompt Photons in Photoproduction at HERA.

A. LEVY
HERA's Legacy – The First Decade.
DESY 00-116

K. LONG
Future High Q^2 Deep Inelastic Scattering at HERA.

M. MARTINEZ
Observation of 3-Jet Production in Diffractive DIS.

S. PAGANIS
High-x PDF and Parametric Assumptions.

J. REPOND
High P_T Jets in Photoproduction at HERA.

W. SCHMIDKE
Leading Baryon Production in ep Scattering at HERA.

J. SCOTT
Structure Functions at Low x and Q^2 at ZEUS.

N. TUNING
Proton Structure Functions F_2 and xF_3 at ZEUS.

M. WING
High E_T Photoproduction and the Photon Structure.
hep-ex/0007011

U. WOLLMER
Event Shapes and Power Corrections in DIS.

Y. YAMAZAKI
QCD Tests in Lepton-Proton Collisions.

R. YOSHIDA
Physics at the Highest Q^2 and p_T^2 .

A. ZARNECKI
Leptoquarks and CI from Global Analysis.

Proc. of the Int. Conf. on the Structure and Interactions of the Photon, Including the 13th Int. Workshop on Photon-Photon Collisions (PHOTON2000), Ambleside/GB (2000)

T. ABE
Electroproduction of Charmonium.

C. GLASMAN
Jet Substructure.
Virtual Photon Structure.

D. HOCHMANN
Recent Results on Charm Production at ZEUS.
hep-ex/0010050

S. KANANOV
Electroproduction of ρ Mesons at HERA.

K. KLIMEK
Vector Mesons at High t .

A. SAVIN
Photoproduction of J/ψ .

J. TERRON
Dijet Production in Photoproduction.
Prompt Photon Production at HERA.

Proc. of the 30th Int. Conf. on High Energy Physics (ICHEP2000), Osaka/J (2000)

A. BERTOLIN
Production of Charmonia and Upsilon Mesons at HERA.

N. BROOK
Multiplicity Studies at HERA.

J. BUTTERWORTH
Dijet Photoproduction.

E. DE WOLF
QCD Instanton Studies.

S. MAGILL
Prompt Photon Production at Colliders (HERA and the Tevatron).

M. MARTINEZ
Final States in Diffractive DIS at HERA.

B. MELLADO
Photo- and Electroproduction of Vector Mesons at HERA (Including Large t).

K. NAGANO
Proton Structure at High Q^2 .

R. NANIA
Hard Interaction Processes (High Q^2 : DIS, Jets).

A. PELLEGRINO
Low- x F_2^p and F_L and Phenomenological Studies.

A. SABETFAKHRI
Excited Fermions at HERA.

L. STANCO
Search for Squark Production in R Parity-Violating SUSY at HERA.

E. TASSI
QCD Analysis of Multijets.

T. WILDSCHKE
Leading n and p Production at HERA.

H. ABRAMOWICZ
Diffraction at HERA.
Proc. of the Int. Workshop on Diffraction in High Energy Physics, Cetraro/I (2000)

L. ADAMCZYK
Results on Vector Mesons at HERA.
Proc. of the Int. Workshop on Diffraction in High Energy Physics, Cetraro/I (2000)

S. BHADRA
Structure Functions and Diffraction at HERA.
Proc. of the 4th Rencontres du Vietnam, Int. Conf. on Physics at Extreme Energies, Hanoi/VN (2000)

B. BODMANN, U. HOLM
Neutron Irradiated Plastic Scintillators.
Proc. of the 4th Int. Sympos. on Ionizing Radiation and Polymers (IRaP2000), Gouvieux-Chantilly/F (2000)

N. BRÜMMER
Searches for SUSY at HERA.
Proc. of 15th Int. Workshop on High Energy Physics and Quantum Field Theory (QFTHEP2000), Tver/RUS (2000)

P. BUSSEY
Inclusive Prompt Photon Production and DVCS at HERA.
Proc. of the 35th Rencontres de Moriond: QCD and Hadronic Interactions, Les Arcs/F (2000)

M. CAPUA
 F_2^D at Small Q^2 .
Proc. of the Int. Workshop on Diffraction in High Energy Physics, Cetraro/I (2000)

N. CARTIGLIA
Diffraction at HERA and the TEVATRON.
Proc. of the 20th Int. Conf. on Physics in Collision (PIC2000), Lisbon/P (2000)

S.V. CHEKANOV, S. MAGILL
Jet Energy Corrections with the ZEUS Barrel Preshower Detector.
Proc. of the 9th Int. Conf. on Calorimetry in High Energy Physics (CALOR2000), Annecy/F (2000)

M. COOPER-SARKAR
Low-x Physics at HERA.
Proc. of the 30th Int. Symposium on Multiparticle Dynamics (ISMD2000), Tihany/H (2000)
Low-x Workshop, Oxford/GB (2000)

N. COPPOLA
Heavy Quark Physics.
Proc. of the 5th Int. Workshop on Heavy Quark Physics, Dubna/RUS (2000)

C. CORMACK
Structure Functions at Very High Q^2 from HERA.
Proc. of the 7th Conf. on Intersections between Part. and Nucl. Physics (CIPANP2000), Quebec/CAN (2000)

J.A. CRITTENDEN
Measurements of Diffractive Vector-Meson Photoproduction at High Momentum Transfer from the ZEUS Experiment at HERA.
Proc. of the Meeting of the APS Division of Particles and Fields, Columbus/USA (2000)

R. CROSS
A Measurement of the Total Photon-Proton Cross Section at HERA.
Proc. of the Meeting of the APS Division of Particles and Fields, Columbus/USA (2000)

Low Q^2 Structure Functions at HERA.
Proc. of the Int. Conf. on Hadron Structure, Stara Lesna/SQ (2000)

T. DOYLE
Structure Functions at High Q^2 .
Proc. of the 7th Conf. on Intersections between Part. and Nucl. Physics (CIPANP2000), Quebec/CAN (2000)

J. ENGELEN
QCD at HERA.
Proc. of the 28th SLAC Summer Inst. on Part. Phys.: Neutrinos from the Lab, the Sun, and the Cosmos (SSI2000), Stanford/USA (2000)

C. FOUDAS
Photon Structure.
Proc. of the Int. Conf. on Hadron Structure, Stara Lesna/SQ (2000)

A. FOX-MURPHY
An OO Tag Database for Physics Analysis at HERA.
Proc. of the Int. Conf. on Computing in High Energy and Nucl. Phys. (CHEP2000), Padua/I (2000)

R. GALEA
Searches beyond the Standard Model at HERA.
Proc. of the Lake Louise Winter Inst., Lake Louise/CAN (2000)

C. GINSBURG
DIS Results from HERA.
Proc. of the 5th Workshop on QCD, Villefranche-sur-Mer/F (2000)

R. GRACIANI
A New W/Scintillator Electromagnetic Calorimeter for ZEUS.
Proc. of the 9th Int. Conf. on Calorimetry in High Energy Physics (CALOR2000), Annecy/F (2000)

Perturbative QCD at HERA.
Proc. of the Lake Louise Winter Inst., Lake Louise/CAN (2000)

G. IACOBUCCI
Structure Function Measurements at HERA.
Proc. of the 14th Rencontres de Physique de la Vallée d'Aoste, La Thuile/I (2000)

M. INUZUKA

Diffraction Physics at HERA.

Proc. of the 15th High-Energy Physics Int. Euroconf. in Quantum Chromodynamics, Montpellier/F (2000)

M. KOWAL, K. WRONA, T. HAAS, R. MANKEL

A Linux PC Farm for Physics Analysis in the ZEUS Experiment.

Proc. of the Int. Conf. on Computing in High Energy and Nucl. Phys. (CHEP2000), Padua/I (2000)

B.B. LEVCHENKO

The Instanton Search at HERA.

Proc. of 15th Int. Workshop on High Energy Physics and Quantum Field Theory (QFTHEP2000), Tver/RUS (2000)

M. MARTINEZ

Diffraction at HERA.

Proc. of the 38th Course of the Int. School of Subnuclear Physics, Erice/I (2000)

G. MCCANCE

Event Shapes and Power Correction Results from HERA.

Proc. of the 35th Rencontres de Moriond: QCD and Hadronic Interactions, Les Arcs/F (2000)

D. NOTZ

Bericht über die RT'99 Konferenz in Santa Fe.

Frühjahrstagung der Studiengruppe Elektron. Instrum., Universität Heidelberg/D (2000), FZR-293

Der geplante Linearbeschleuniger TESLA bei DESY.

Herbsttagung der Studiengruppe Elektron. Instrum., HMI Berlin/D (2000), FZR-305

A. POLINI

J/ψ and Upsilon.

Proc. of the 4th Int. Conf. on Hyperons, Charm and Beauty Hadrons, Valencia/E (2000)

A. PROSKURYAKOV

Diffraction at HERA.

Proc. of 15th Int. Workshop on High Energy Physics and Quantum Field Theory (QFTHEP2000), Tver/RUS (2000)

O. RUSKE

The Soft $\rightarrow$ pQCD Interface Region at HERA.

Proc. of the 35th Rencontres de Moriond: QCD and Hadronic Interactions, Les Arcs/F (2000)

S. SCHLENSTEDT

Precision Measurements at HERA.

Proc. of the 5th Zeuthen Workshop on Elementary Particle Theory, Loops and Legs in Quantum Field Theory, Bastei/D (2000) (Nucl. Phys. B, Proc. Suppl. 89 (2000))

L. SHCHEGLOVA

Final State Studies at HERA.

Proc. of the 30th Int. Symposium on Multiparticle Dynamics (ISMD2000), Tihany/H (2000)

A. SOLANO

Studies of Diffraction at HERA.

Proc. of the 35th Rencontres de Moriond: QCD and Hadronic Interactions, Les Arcs/F (2000)

M. SUTTON

High P_t Jets.

Proc. of the 15th High-Energy Physics Int. Euroconf. in Quantum Chromodynamics, Montpellier/F (2000)

A. TAPPER

Hadronic Final State in Deep Inelastic Scattering at HERA.

Proc. of the 4th Rencontres du Vietnam, Int. Conf. on Physics at Extreme Energies, Hanoi/VN (2000)

R. WICHMANN

Topology of the Hadronic Final State in Diffraction DIS, Including Jet Production.

Proc. of the Int. Workshop on Diffraction in High Energy Physics, Cetraro/I (2000)

K. WICK, T. ZOUFAL

Unexpected Behaviour of Polystyrene Based Scintillators during Irradiation at Low Doses and Low Dose Rates.

Proc. of the 4th Int. Sympos. on Ionizing Radiation and Polymers (IRaP2000), Gouvieux-Chantilly/F (2000)

M. WING

Precise Measurement of Jet Energies with the ZEUS Detector.

Proc. of the 9th Int. Conf. on Calorimetry in High Energy Physics (CALOR2000), Annecy/F (2000) und hep-ex/0011046

G. WOLF

Deep Inelastic Scattering at Large Energy and Momentum Transfers: Recent Results from HERA.

Proc. of the 9th Mexican School on Particles and Fields, Metepec, Puebla/MEX (2000)

Experimental Highlights from the HERA Collider.

Proc. of the Int. School of Subnuclear Physics, Erice/I (2000)

Vorträge

DPG Frühjahrstagung Teilchenphysik, Dresden/D (2000)

A. BENEN

Messung des hadronischen Energieflusses mit dem ZEUS-Detektor.

I. BOHNET

Untersuchung von Alterungseffekten an den optischen Komponenten des ZEUS-Kalorimeters.

G. GARCÍA LÓPEZ

Observation of Three Jets in Diffraction DIS with the ZEUS Detector.

N. GENDNER

Untersuchungen an einem kompakten elektromagnetischen PbWO₄-Kalorimeter.

H. RAACH

Inklusive Jet-Wirkungsquerschnitte in tiefinelastischer Elektron-Proton-Streuung im Breit-System.

W. ZEUNER

ep-Physik bei höchsten Energien und Suche nach neuen Phänomenen.

H. ABRAMOWICZ
Diffraction and the Pomeron.
Univ. Tel Aviv/IL (2000)

I. BROCK
Tracks in Sand and Straw – ZEUS 2000.
Univ. Bonn/D (2000)

Equipping ZEUS for the New Millennium – The ZEUS Straw-Tube Tracker.
Univ. Freiburg/D (1999)

N. BROOK
QCD at HERA.
Annual Conf. of the IOP High Energy Particle Physics Group, Edinburgh/GB (2000)

P. BUSSEY
Charmonium Production at HERA.
Open Heavy Flavour Production at HERA.
UK Phenomenology Workshop on Heavy Flavour and CP Violation, Durham/GB (2000)

C. CRITTENDEN
Streuexperimente zur Erforschung der Struktur der Materie: Bilanz und Perspektiven.
Univ. Karlsruhe/D (2000)

M. DERRICK
Proton Structure Studied with ZEUS at HERA.
Inst. für Hochenergiephysik, Wien/A

J. FIGIEL
Photoproduction of Vector Mesons at High t .
Cracow/PL (2000)

B. FOSTER
Low x Physics.
Royal Society of London/GB (2000)

To See a World in a Grain of Sand.
Annual Meeting of the Alexander von Humboldt Stiftung, Bamberg/D (2000)

Recent Results from ZEUS.
Ohio State Univ., Columbus/USA (2000)
Yale Univ., New Haven/USA (2000)
Univ. of California, Santa Cruz/USA (2000)

K. KLIMEK
Vector Mesons in Photoproduction.
Inst. of Nucl. Phys., Cracow/PL (2000)

A. KREISEL
Electroproduction of ρ Mesons at HERA.
Univ. Tel Aviv/IL (2000)

A. KOWAL
Results of High t Vector Meson Photoproduction at ZEUS Experiment.
Inst. of Nucl. Phys., Cracow/PL (2000)

M. KUZE
Search for Physics beyond the Standard Model at HERA.
Univ. Freiburg/D (2000)

B.B. LEVCHENKO
Status of the Instanton Search at HERA.
Int. Sympos. on Evolution Equations and Large Order Estimates in QCD, Gatchina/RUS (2000)

A. LEVY
The Legacy of HERA – The First Decade.
Univ. Dortmund/D (2000)
Israeli Physical Society, Haifa/IL (2000)

The Interplay of Soft and Hard Interactions.
Univ. Dortmund/D (2000)

M. MARTINEZ
Diffraction at HERA.
SLAC Stanford/USA (2000)

J. REPOND
Collider Detectors at HERA/DESY.
2nd eRHIC Workshop, Yale Univ. New Haven/USA (2000)

P. SAULL
Deep Inelastic Virtual Compton Scattering at HERA.
Univ. Tel Aviv/IL (2000)

S. SCHLENSTEDT
Selected Results on the Photon and Proton Structure from the ZEUS Experiment.
Univ. Warsaw/PL (1999)

Lepton-Parton Physics at Large Momentum.
Aspen Winter Conf. on Particle Physics, Aspen/USA (2000)

Physics at Large Momentum Transfer at HERA.
Paul Scherrer Institut, Villigen/CH (2000)

Measurement of the Proton and Photon Structure at HERA.
Univ. of Arizona, Tuscon/USA (2000)
Penn State Univ., University Park/USA (2000)

B. STRAUB
SUSY Searches at HERA.
8th Int. Conf. on Supersymmetries in Physics (SUSY2000), Geneva/CH (2000)

R. WALCZAK
Recent Results from HERA.
16th Nordic Meeting in Particle Physics, Oslo/N (2000)

G. WOLF
From Ideas to Reality.
LEP Fest, CERN Geneva/CH (2000)

Dissertationen

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

O. BARRET

Diffractional D* Production in Deep Inelastic ep Scattering at HERA.
Univ. of Bristol/GB (2000)

K. COBÖEKEN

Analyse der Reaktion $\gamma p \rightarrow J/\psi p$, $J/\psi \rightarrow \mu^+ \mu^-$ mit Hilfe der planaren Driftkammern des ZEUS-Detektors.
Univ. Bonn/D (2000)
BONN-IR-2000-08

N. COPPOLA

The Study of Open Beauty in Photoproduction at HERA.
Univ. degli Studi di Bologna/I (2000)
DESY-THESIS-2000-034

O. DEPPE

Measurement of $D^{*\pm}$ Electroproduction at HERA.
Univ. Hamburg/D (1999)
DESY-THESIS-2000-006

K. DESLER

Elastic and Proton-Dissociative ρ^0 Photoproduction at HERA.
Univ. Hamburg/D (2000)

G. GARCÍA LÓPEZ

Two Different Cases of Calorimetry in High Energy Physics: The ATLAS Liquid Argon Electromagnetic End Cap and the ZEUS Forward Plug Calorimeter.
Univ. Autónoma de Madrid/E (2000)
DESY-THESIS-2000-010

N. GENDNER

Studies of PbWO₄ Crystals and Construction and Tests of a Compact Crystal Calorimeter for ZEUS.
Univ. Hamburg/D (2000)
DESY-THESIS-2000-024

K. HEBBEL

Measurement of Charm Production in Deep Inelastic ep Scattering at HERA.
Univ. Hamburg/D (2000)
DESY-THESIS-2000-016

M. KHAKZAD

Measurement of Dijet Cross Sections with a Leading Neutron in Photoproduction at HERA.
Univ. York/CAN (2000)
DESY-THESIS-2000-008

S.W. LEE

Measurements of Prompt Photon Photoproduction at HERA.
Univ. Glasgow/GB (2000)

W. LIU

Search for Resonances Decaying to e^+ jet and Limits on First Generation Leptoquarks in e^+p Interactions at HERA.
Columbia Univ., New York/USA (2000)

P. MARKUN

Properties of Hadronic Final States in Diffractional Deep Inelastic ep-Scattering at HERA.
Univ. Freiburg/D (2000)

A. POLINI

Exclusive Photoproduction of $J/\psi \rightarrow \mu^+ \mu^-$ in e-p Interactions at HERA.
Univ. degli Studi di Bologna/I (2000)
DESY-THESIS-2000-048

O. RUSKE

Measurement and Phenomenology of the Proton Structure Function F_2 Using the 96/97 ZEUS Data at HERA.
Univ. of Oxford/GB (2000)

A. SABETFAKHRI

A Search for Electron and Neutrino Compositeness in ep Collisions at HERA.
Univ. of Toronto/CAN (2000)
DESY-THESIS-2000-039

S. SAMPSON

A Search for Positron-Quark Resonances with Antineutrino Decays at HERA.
Columbia Univ., New York/USA (2000)

J. SCOTT

First Direct Measurement of F_2 Using ISR Events in DIS at HERA.
Univ. Bristol/GB (2000)

M. SIEVERS

Search for QCD-Instanton-Induced Processes in Deep Inelastic Scattering at HERA.
Univ. Hamburg/D (2000)
DESY-THESIS-2000-027

A. VAN SIGHEM

Charged Current Deep Inelastic Scattering at HERA.
Univ. of Amsterdam/NL (2000)

Diplomarbeiten

B. BRENDEBACH

Alignment, Kalibration und Effizienzbestimmung des ZEUS-Übergangsstrahlungsdetektors.
Univ. Bonn/D (2000)
BONN-IB-2000-09

B. HINZEN

Einsatz neuronaler Netze zur Elektron-Identifikation im rückwärtigen ZEUS-Detektor.
Univ. Bonn/D (2000)
BONN-IB-2000-07

D. KARSZNIA

Ageing Effects in Gas Proportional Counters.
Univ. of Mining and Metallurgy, Cracow/PL (2000)

O. KIND

ZEUS-Übergangsstrahlungsdetektor.
Univ. Bonn/D (2000)

A. RUCHALA

The Investigations of Multi-Component Ar Based Gas Mixtures with CF₄ for Drift Straw Tubes Applications.
Univ. of Mining and Metallurgy, Cracow/PL (2000)

HERMES

Veröffentlichungen

- HERMES KOLLABORATION, K. ACKERSTAFF et al.
Measurement of Angular Distributions and $R = \sigma_L/\sigma_T$ in Diffractive Electroproduction of ρ^0 Mesons.
Eur. Phys. J. C18 (2000) 303 und DESY 99-199, hep-ex/0002016
- HERMES KOLLABORATION, A. AIRAPETIAN et al.
Hadron Formation in Deep-Inelastic Positron Scattering from ^{14}N and ^2H .
DESY 00-191, hep-ex/0012049
- The Q^2 -Dependence of the Generalised Gerasimov-Drell-Hearn Integral for the Proton.
Phys. Lett. B494 (2000) 1 und DESY 00-096, hep-ex/0008037
- Exclusive Leptoproduction of ρ^0 Mesons on Hydrogen at Intermediate W Values.
Eur. Phys. J. C17 (2000) 389 und DESY 00-058, hep-ex/0004023
- N. AKOPOV et al.
The HERMES Dual-Radiator Ring Imaging Čerenkov Detector.
DESY 00-190
- M. BECKMANN et al.
The Longitudinal Polarimeter at HERA.
DESY 00-106
- E. DE SANCTIS, W.D. NOWAK, K. OGANESSYAN
Single-Spin Azimuthal Asymmetries in the Reduced Twist-3 Approximation.
Phys. Lett. B483 (2000) 69 und DESY 00-016, hep-ph/0002091
- V. KOROTKOV, W.D. NOWAK, K. OGANESSYAN
Transversity Distribution and Polarized Fragmentation Function from Semi-Inclusive Pion Electroproduction.
Eur. Phys. J. C18 (2001) 639 und DESY 99-176, hep-ph/0002268

Veröffentlichte Vorträge

Proc. of the 8th Int. Workshop on Deep Inelastic Scattering and QCD (DIS 2000), Liverpool/GB (2000)

- H. AVAKIAN
Spin-Azimuthal Asymmetries in DIS.
- A. BORISSOV
Diffractive Vector Meson Production: HERMES Results.
- P. DI NEZZA
Hadron Attenuation in Nuclei at HERMES.
- N. MAKINS
Spin Physics.
- A. NAGAITSEV
Measurement of the Generalized GDH Integral for the Proton.

- W.D. NOWAK
The Polarized Structure Function g_1^p at Low x_{Bj} and Low Q^2 Measured with HERMES.
Future Transversity Measurements at HERMES.

- E. THOMAS
Hard Exclusive Pion Production at HERMES.
- G. VAN DER STEENHOVEN
Nuclear Effects on $R = \sigma_L/\sigma_T$ in Deep-Inelastic Scattering.

Proc. of the 14th Int. Sympos. on Spin Physics (SPIN 2000), Osaka/J (2000)

- M. AMARIAN
Deeply Virtual Compton Scattering and Exclusive Meson Production at HERMES.
- E. ASCHENAUER
HERMES at the Turn of the Millennium.
- S. BERNREUTHER
Longitudinal and Transverse Lambda Polarization in Deep Inelastic Lepton Nucleon Scattering at HERMES.
- P. DI NEZZA
Spin Azimuthal Asymmetries in Semi-Inclusive Pion Electroproduction at HERMES.
- A. GUTE
Recent Spin Physics Results from HERMES.
- P. LENISA
The HERMES Internal Polarized Deuterium Target.
- T. LINDEMANN
Measurement of Polarized Quark Distributions in the Nucleon at HERMES.
- D. RYCKBOSCH
Exclusive Electroproduction of Mesons.
- Y. SAKEMI
Spin Physics by HERMES Using Hadron Identification with the Ring Imaging Čerenkov Counter.
- U. STOESSLEIN
Measurement of the Spin Structure Function g_1 of the Proton and the Deuteron.

Proc. of the 7th Conf. on Intersections of Particle and Nuclear Physics (CIPANP 2000), Quebec City/CAN (2000)

- M. BECKMANN
Measurement of Polarised Quark Distributions of the Nucleon at HERMES.
- A. BRUELL
Measurement of the Spin Asymmetry in the Photoproduction of Pairs of High- P_t Hadrons at HERMES.
Nuclear Dependence of $R = \sigma_L/\sigma_T$.

D. DE SCHEPPER

HERMES: Fragmentations and QCD Fit.
A Ring Imaging Čerenkov for HERMES.

B. FOX

Hadron Attenuation in Nuclei.

M. HENoch

The HERMES Internal Polarized Hydrogen and Deuterium Target.

R. KAISER

New Measurements of Spin Structure Functions at HERMES.

G. KYLE

Λ^0 Polarization at HERMES.

A. MILLER

Single-Spin/Azimuthal Asymmetries in Semi-Inclusive and Exclusive DIS.

B. SEITZ

Q^2 -Dependence of the Generalized GDH Integral for the Proton.

M. VINCTER

Spin Structure Functions and the Spin Structure of the Nucleon.

N. AKOPOV

HERMES Results for the Generalised Gerasimov-Drell-Hearn Integral.

Proc. of the Int. Sympos. on the GDH Sum Rule and the Nucleon Spin Structure in the Resonance Region, Mainz/D (2000)

N. BIANCHI

Spin Physics with HERMES.

Proc. of the LNF Spring School in Nuclear, Subnuclear and Astroparticle Physics, Frascati/I (2000)

The High Energy Contribution to the GDH Sum Rule.

Proc. of the Int. Sympos. of the GDH Sum Rule and the Nucleon Spin Structure in the Resonance Region, Mainz/D (2000)

H. BOETTCHER

The Polarized Structure Function g_1^p at Low Bjorken- x and Low Q^2 and Polarized Parton Distributions at HERMES.

Proc. of the 14th Rencontre de la Vallée d'Aoste, La Thuile/I (2000)

A. BORISSOV

Diffraction and Deeply Virtual Exclusive Scattering at Intermediate Virtual Photon Energies of HERMES.

Proc. of the Int. Workshop on Diffraction in High-Energy Physics and Nuclear Physics, Cosenza/I (2000)

Cross Sections of Vector Meson Production at Intermediate Virtual Photon Energies of HERMES.

Proc. of the Int. Workshop on Production, Properties and Interaction of Mesons, Cracow/PL (2000) (Acta Phys. Pol. B31 (2000))

P. CHUMNEY

Λ^0 Polarization at HERMES.

Proc. of the Lake Louise Winter Inst.: From Particles to the Universe, Lake Louise/CAN (2000)

B. FOX

Nuclear Effects at HERMES.

Proc. of the 35th Rencontres de Moriond: QCD and Hadronic Interactions, Les Arcs/F (2000)

E. GARUTTI

Nuclear Effects on R in Deep-Inelastic Scattering.

Proc. of the Int. Conf. on Hadron Structure, Stara Lesna/SQ (2000)

M. HARTIG

Diffraction Vector Meson Production at HERMES.

Proc. of the Int. Conf. on Quark Nuclear Physics (QNP 2000), Adelaide/AUS (2000)

D. HASCH

Single Spin Azimuthal Asymmetries.

Proc. of the 35th Rencontres de Moriond: QCD and Hadronic Interactions, Les Arcs/F (2000)

E. KINNEY

The Spin Structure of the Nucleon.

Proc. of the 20th Int. Conf. on Physics in Collision (PIC2000), Lisbon/P (2000)

N. MAKINS

HERMES and non-RHIC Spin Physics

Proc. of the Workshop on Hard Processes and RHIC Physics, LANL Los Alamos/USA (2000)

Spin Physics at HERMES.

Proc. of the 16th Int. Conf. on Few-Body Problems in Physics (FB16), Taipei/RC (2000)

F. MEISSNER

Exclusive ρ Vector Meson Production in (Polarised) Lepton-Nucleon Scattering

Proc. of the Lake Louise Winter Inst.: From Particles to the Universe, Lake Louise/CAN (2000)

V. MUCCIFORA

Nuclear Effects at HERMES.

Proc. of the 38th Int. Winter Meeting on Nuclear Physics, Bormio/I (2000)

Pion Electroproduction at HERMES.

Proc. of the Int. Workshop on Production, Properties and Interaction of Mesons, Cracow/PL (2000) (Acta Phys. Pol. B31 (2000))

Y. NARYSHKIN

Fragmentation Function of Up Quark to Lambda Measured in the HERMES Experiment.

Proc. of the 15th Int. Seminar on High Energy Physics Problems: Relativistic Nucl. Physics and Quantum Chromodynamics (SHEPP 2000), Dubna/RUS (2000)

K. OGANESEYAN

Perturbative Contribution to the $\sin \phi$ Asymmetry in Seminclusive π^+ Electroproduction.

Proc. of the Int. Euroconf. in Quantum Chromodynamics: 15 Years of the QCD, Montpellier/F (2000)

- P. SCHULER
Polarimeter Studies for TESLA.
Proc. of the 5th Int. Linear Collider Workshop (LCWS 2000),
Batavia/USA (2000)
- E. STEFFENS
Meson Production Studied by HERMES.
Proc. of the Int. Workshop on Production, Properties and Interaction
of Mesons, Cracow/PL (2000) (Acta Phys. Pol. B31 (2000))
- J. STEIJGER
First Experience with the HERMES Silicon Detector.
Proc. of the 8th Pisa Meeting on Adv. Detectors: Frontier Detectors
for Frontier Physics, La Biodola/I (2000)
- M. VETTERLI
The Spin Structure of the Nucleon and QCD Studies at HERMES.
Proc. of the Int. Euroconf. on QCD: 15 Years of the QCD,
Montpellier/F (2000)
- J. WENDLAND
Spin Asymmetries at HERMES.
Proc. of the Int. Conf. on Hadron Structure, Stara Lesna/SQ (2000)

Vorträge

DPG Frühjahrstagung Teilchenphysik, Dresden/D (2000)

- P. JUNG
Teilchenidentifizierung mit dem HERMES-RICH-Detektor.
- F. MENDEN
Präzisionsmessung der Polarisation des HERA Elektronenstrahls
mit einem Compton-Polarimeter.
- K. NEGODAEVA
Vector Meson Production at HERMES.
- C. SCHILL
Aufbau eines Scintillating Fiber Detektors zur Strahlüberwachung
am HERMES Compton-Polarimeter.
- U. STOESSLEIN
Neues vom HERMES-Experiment zur Struktur des Nukleons.
- C. WEISKOPF
Polarisierte Bhabha-Streuung an einem reinen Wasserstofftarget
im HERMES-Experiment.
- M. AMARIAN
DVCS and Exclusive Meson Production Measured by HERMES.
Int. Workshop on Skewed Parton Distributions and Lepton-Nucleon
Scattering, Hamburg/D (2000)
- H. AVAKIAN
Recent Results on Spin Physics from HERMES.
Workshop on the Physics Problems of Nucleon Structure and
Meson Spectroscopy, Dubna/RUS (2000)
- S. BELOSTOTSKI
Fragmentation Function of the Up Quark to Lambda Measured
in the HERMES Experiment.

- Workshop on the Physics Problems of Nucleon Structure and
Meson Spectroscopy, Dubna/RUS (2000)
- N. BIANCHI
La fisica dello spin a HERMES.
13th Seminario di Fisica Nucleare e Subnucleare, Otranto/I (2000)
86th Congresso Naz. Soc. Ital. di Fisica, Palermo/I (2000)
- Recent Results from HERMES.
Gordon Res. Conf. on Photonuclear Reactions, Tilton/USA (2000)
- Spin and Exclusive Processes.
Workshop on ELFE Physics, Valencia/E (2000)
- P. DI NEZZA
Pion Electroproduction at HERMES.
Hadronic Physics with High Energy Electromagnetic Probes
(HAPHEEP), Valencia/E (2000)
- A. FANTONI
Determination of the GDH Integral in the HERMES Experiment.
APS Spring Meeting, Long Beach/USA (2000)
- B. FILIPPONE
Spin of the Nucleon.
Workshop on Strange Quarks in Hadrons, Nuclei, and Nuclear
Matter, Athens/USA (2000)
- D. HASCH
Processi esclusivi a HERMES.
86th Congresso Naz. Soc. Ital. di Fisica, Palermo/I (2000)
- Single Spin Asymmetries at HERMES.
Hadronic Physics with High Energy Electromagnetic Probes
(HAPHEEP), Valencia/E (2000)
- H. JACKSON
Recent Results from HERMES.
APS Spring Meeting, Long Beach/USA (2000)
- E. KINNEY
Semi-Inclusive Results from HERMES.
Workshop on Nucleon Structure in the High x-Bjorken Region,
Philadelphia/USA (2000)
- W. LORENZON
Fragmentation and Semi-Inclusive Results from HERMES.
Workshop on the Quark-Hadron Transition in Structure and Frag-
mentation Functions, Newport News/USA (2000)
- F. MENDEN
Das longitudinale Polarimeter bei HERA.
Herbstschule Maria Laach/D (2000)
- V. MUCCIFORA
Nuclear Effects in Deep Inelastic Scattering.
Gordon Res. Conf. on Photonuclear Reactions, Tilton/USA (2000)
- Effetti nucleari a HERMES.
86th Congresso Naz. Soc. Ital. di Fisica, Palermo/I (2000)
- W.D. NOWAK
Results on Azimuthal Asymmetries from DIS Experiments.
Workshop on Future Transversity Measurements, BNL Upton/USA
(2000)

D. RYCKBOSCH

Spin Azimuthal Asymmetries: From HERMES to ELFE.
Workshop on ELFE Physics, Valencia/E (2000)

Nuclear Effects in 27 GeV Electron Scattering: The HERMES Experiment.
Workshop on Nucl. Phys. in Belgium and Europe, Ittre/B (2000)

P. SCHULER

e Beam Polarimetry at HERA.
2nd eRHIC Workshop, New Haven/USA (2000)

Polarimeter Studies.
ECFA/DESY Workshop, Padua/I (2000)

Compton Polarimeter.
ECFA/DESY Workshop, Hamburg/D (2000)

E. THOMAS

Exclusive Pion Production at HERMES.
Hadronic Physics with High Energy Electromagnetic Probes (HaPHEEP), Valencia/E (2000)

G. VAN DER STEENHOVEN

The HERMES Physics Program.
Int. Workshop on Skewed Parton Distributions and Lepton-Nucleon Scattering, Hamburg/D (2000)

Recoil Detection at HERMES.
The FAST Detector Concept.
Workshop on ELFE Detectors, Geneva/CH (2000)

Dissertationen**B.S. BAINS**

A Measurement of Nucleon Quark Spin Distributions at HERMES.
Univ. of Illinois, Urbana-Champaign/USA (2000)

C. BAUMGARTEN

Studies of Spin Relaxation and Recombination at the HERMES Hydrogen/Deuterium Gas Target.
Univ. München/D (2000)
DESY-THESIS-2000-038

M. BECKMANN

Extraction of Polarised Quark Distributions of the Nucleon from Deep Inelastic Scattering at the HERMES Experiment.
Univ. Freiburg/D (2000)

S. BRAUKSIEPE

Extraktion der polarisierten Quark-Verteilungen des Nukleons bei HERMES.
Univ. Freiburg/D (2000)
DESY-THESIS-2001-004

F. MEISSNER

Measurement of the J/ψ Cross Section and Double-Spin Asymmetries in Vector Meson Production in Polarised Lepton-Nucleon Scattering at HERMES.
Humboldt-Univ. Berlin/D (2000)
DESY-THESIS-2000-014

G.L. RAKNESS

Spin Polarization Transfer in Exclusive ϕ Electroproduction.
Univ. of Colorado, Boulder/USA (2000)

T. SHIN

The Nuclear Dependence of Structure Function Ratios from Unpolarized Deep Inelastic Scattering.
MIT Cambridge/USA (2000)

M. SUTTER

Λ Production at HERMES.
MIT Cambridge/USA (2000)

J. VAN HUNEN

Deep-Inelastic Scattering off ^{14}N .
Univ. Utrecht/NL (2000)

Diplomarbeiten**P. JUNG**

Pion-Kaon Separation mit dem HERMES-RICH-Detektor.
Humboldt-Univ. Berlin/D (2000)

A. MAAS

Particle Identification with RICH Detectors: Algorithms and their Optimization.
TU Darmstadt/D (2000)
DESY-THESIS-2000-051

HERA-B**Veröffentlichungen****M. BARGIOTTI et al.**

Present Knowledge of the Cabibbo-Kobayashi-Maskawa Matrix.
Riv. Nuovo Cim. 23 (2000) No.3 1

C. BAUER et al.

Status of the HERA-B Vertex Detector.
Nucl. Instrum. Methods A447 (2000) 61

M. BRUSCHI

The Electromagnetic Calorimeter of the HERA-B Experiment.
Proc. of the 8th Pisa Meeting on Adv. Detectors, Isola d'Elba/I (2000) (Nucl. Instrum. Methods A)

K. EHRET et al.

Observation of Coasting Beam at the HERA Proton Ring.
Nucl. Instrum. Methods A456 (2000) 206 und
DESY 00-018, hep-ex/0002002

S. ERHAN, P. KRIŽAN, T. LOHSE

B-Physics at Hadron Machines.
Nucl. Instrum. Methods A446 (2000) 1

S. KORPAR, P. KRIŽAN, R. PESTOTNIK, A. GORIŠEK, A. STANOVNIK, M. STARIČ, D. ŠKRK
Multianode Photomultipliers as Position-Sensitive Detectors of Single Photons.

Nucl. Instrum. Methods A442 (2000) 316

W. WAGNER

The HERA-B Vertex Detector: First Results from Detector Commissioning.
Nucl. Instrum. Methods A446 (2000) 222

A. ZOCCOLI

The Electromagnetic Calorimeter of the HERA-B Experiment.
Nucl. Instrum. Methods A446 (2000) 246

Veröffentlichte Vorträge

Proc. of the IEEE Nuclear Science Symposium, Lyon/F (2000)

M. BÖCKER

The Muon Pretrigger System of the HERA-B Experiment.
Proc. of the IEEE Nucl. Sci. Sympos., Lyon/F (2000)

L. GARRIDO et al.

The HERA-B RICH.

J. HERNANDEZ

Farming in the HERA-B Experiment.

J. HERNANDEZ, D. RESSING, V. RYBNIKOV, F. SANCHEZ, G. WAGNER

HERA-B Data Acquisition System.

S. KELLER

The Inner Tracking System of the Experiment HERA-B.

V. POPOV et al.

The HERA-B High- P_t Trigger.

A. AMORIM, V. AMARAL, U. MARCONI, S. STEINBECK, A. TOMÉ, V. VAGNONI, H. WOLTERS

The HERA-B Database Services.

Proc. of the Int. Conf. on Computing in High Energy and Nucl. Phys. (CHEP2000), Padua/I (2000)

S.J. APLIN, V. EGORYTCHEV, V. SAVELIEV

Particle Identification via Transition Radiation and Detectors.

Proc. of the 7th Int. Conf. on Instr. for Colliding Beam Physics, Hamamatsu/J (1999) (Nucl. Instrum. Methods A453 (2000) 346)

V. BALAGURA et al.

High- p_t Trigger for HERA-B Experiment.

Proc. of the 7th Int. Conf. on Instr. for Colliding Beam Physics, Hamamatsu/J (1999) (Nucl. Instrum. Methods A453 (2000) 412)

C. BAUER et al.

The HERA-B Vertex Detector System.

Proc. of the 7th Int. Conf. on Instr. for Colliding Beam Physics, Hamamatsu/J (1999) (Nucl. Instrum. Methods A453 (2000) 103)

C. CRUSE

The HERA-B Muon Pretrigger System.

Proc. of the Europ. School of High Energy Phys., Caramulo/P (2000)

R. ECKMANN

HERA-B Tracking.

Proc. of the 30th Int. Conf. on High Energy Physics (ICHEP2000), Osaka/J (2000)

K. EHRET

Status and Prospects of the HERA-B Experiment.

Proc. of the 4th Int. Conf. on Hyperons, Charm and Beauty Hadrons, Valencia/E (2000) (Nucl. Phys. B, Proc. Suppl.)

L. GARRIDO et al.

HERA-B Status and First Results.

Proc. of the 7th Conf. on the Intersections of Particle and Nuclear Physics, Quebec/CAN (2000)

A. GELLRICH

Full Online Event Reconstruction at HERA-B.

Proc. of the Int. Conf. on Computing in High Energy Physics and Nuclear Physics (CHEP 2000), Padova/I (2000)

A Large Linux-PC Farm for Online Event Reconstruction at HERA-B.

Proc. of the 7th Int. Workshop on Adv. Computing and Analysis Techniques in Phys. Res., Fermilab Batavia/USA (2000)

J. HERNANDEZ

HERA-B Overview.

Proc. of the 5th Workshop on Heavy Quarks at Fixed Target, Rio de Janeiro/BR (2000)

M. HOHLMANN

The Outer Tracker of HERA-B.

Proc. of the 8th Pisa Meeting on Adv. Detectors, Isola d'Elba/I (2000) (Nucl. Instrum. Methods A)

S. KORPAR, P. KRIŽAN, A. GORIŠEK, A. STANOVNIK

Tests of Position Sensitive Photomultipliers and Measurement of Diffraction Pattern by Counting Single Photons.

Proc. of Instr. in Elementary Particle Physics – 8th ICFA School, Istanbul/TR (2000) (AIP Conf. Proc. 536 (2000) 340)

I. MATCHIKHILIAN

The HERA-B ECAL Electronics and Monitoring.

Proc. of the 9th Int. Conf. on Calorimetry in Particle Physics, Annecy/F (2000) (Frascati Physics Series)

S. NAM

The HERA-B Real-Time Trigger for $J/\psi \rightarrow \mu^+\mu^-$.

Proc. of the Meeting of the APS Division of Particles and Fields, Columbus/USA (2000) (Int. J. Mod. Phys. A)

B. SCHMIDT

Status of the HERA-B Experiment.

Proc. of the 30th Int. Conf. on High Energy Physics (ICHEP2000), Osaka/J (2000)

H. SCHRÖDER

Experimental Status of Heavy Mesons.

Proc. of the 10th Int. Light-Cone Meeting, Heidelberg/D (2000)

B. SCHWENNINGER

The Muon Pretrigger System of the HERA-B Experiment.

Proc. of the 6th Workshop on LHC Electronics, Cracow/PL (2000) (CERN 2000-010, CERN/LHCC/2000-041)

S. SHUVALOV

HERA-B ECAL Status and Plans.

Proc. of the 9th Int. Conf. on Calorimetry in Particle Physics, Annecy/F (2000) (Frascati Physics Series)

U. UWER
Status and Commissioning Results from HERA-B.
Proc. of the 7th Int. Conf. on B-Physics at Hadron Machines, Sea of Galilee/IL (2000)

Vorträge

DPG-Frühjahrstagung Teilchenphysik, Dresden/D (2000)

P. BECHTLE
DAQ-Integration und Online Monitoring des HERA-B-Muon-Pretrigger-Systems.

M. BÖCKER
Das Muon-Pretrigger-System des HERA-B Experiments.

M. DRESSEL
Bestimmung der optimalen Betriebsspannung der HERA-B Siliziumdetektoren.

H. FLECKENSTEIN
Das Leistungsverhalten der Track Finding Unit (TFU) des First Level Triggers von HERA-B.

W. GRADL
Das Auslesesystem des HERA-B Inner Tracker.

U. HUSEMANN
Erste Monte-Carlo-Studien zu seltenen Zerfällen in HERA-B.

T. JAGLA
Überwachung der Rohdaten-Qualität des HERA-B Siliziumvertexdetektors.

E. KLAUS
Was leistet der HERA-B Muon Pretrigger.

C. KRAUSS
Betriebserfahrung mit dem HERA-B Inner Tracker.

T. PERSCHKE
Rekonstruktion von Vertices mit dem Siliziumvertexdetektor von HERA-B.

D. SAMTLEBEN
Messung der Produktion schwerer Quarks bei HERA-B.

S. SCHALLER
Untersuchung von HERA-B Vertexdetektormodulen an einem Laserteststand.

M. SYMALLA
Untersuchung der Zeitstruktur der HERA-B Wechselwirkungsrate.

C. VAN ELDIK
Untersuchung von Ratenfluktuationen am HERA-B-Target.

W. WAGNER
Eigenschaften der Treffer auf den Siliziumstreifenzählern von HERA-B.

I. ABT
The HERA-B Vertex Detector.
Fermilab Batavia/USA (2000)

Status of the HERA-B Experiment.
APS Annual Meeting, Long Beach/USA (2000)

Wie macht man B-Physik – Detektordesign am Beispiel von HERA-B.
Univ. Heidelberg/D (2000)

B-Physik und CP Verletzung, HERA-B und andere Experimente.
Univ. Regensburg/D (2000)

A. AMORIM
The HERA-B Status and First Results.
20th Conf. on Physics in Collision, Lisbon/P (2000)

K. EHRET
The Challenge of a Hadronic B-Physics Experiment: HERA-B Status and Prospects.
SLAC Stanford/USA (2000)

Status and Prospects of the HERA-B Experiment.
LBNL Berkley/USA (2000)

A. GELLRICH
The HERA-B Experiment: An Introduction.
Univ. of Cincinnati/USA (2000)

P. KREUZER
Experience with HERA-B Triggering.
7th Int. Conf. on B-Physics at Hadron Machines, Sea of Galilee/IL (2000)

P. KRIŽAN
Recent Progress in Čerenkov Counters.
IEEE Nucl. Sci. Sympos., Lyon/F (2000)

S. MASCIOCCHI
HERA-B.
Kolloquiumsvortrag, MPI München/D (2000)

First Results from the Completed HERA-B Detector.
8th Pisa Meeting on Advanced Detectors, Isola d'Elba/I (2000)

Experience with HERA-B Vertexing.
7th Int. Conf. on B-Physics at Hadron Machines, Sea of Galilee/IL (2000)

A. MOHAPATRA
A High- P_T Trigger for the HERA-B Experiment.
Meeting of the Div. of Part. and Fields of the APS, Columbus/USA (2000) (Int. J. Mod. Phys. A)

D. SAMTLEBEN
Elementarteilchen – Bausteine der Welt.
Physik-2000 Veranstaltung zur Teilchenphysik, Berlin/D (2000)

F. SÁNCHEZ
HERA-B Status and First Results.
35th Rencontres de Moriond, Les Arcs/F (2000)

J. SPENGLER
HERA-B: Status and First Results.
3rd Latin American Symp. on High Energy Physics, Cartagena de Indias/CO (2000)

U. UWER
Status and First Results from HERA-B.
BNL Upton/USA (2000)

A. ZOCCOLI

Status of the HERA-B Experiment.
Int. Conf. on CP Violation Physics, Ferrara/I (2000)

Dissertationen

C. BORGMEIER

Elektron- und Vertexrekonstruktion im frühen HERA-B Detektor.
Humboldt-Univ. Berlin/D (2000)

H. DECKERS

Untersuchung von Wabenkammern für das äußere Spurkammer-
system des HERA-B Experiments.
Humboldt-Univ. Berlin/D (2000)

T. PERSCHKE

Inklusive Multiplizität geladener Teilchen beim HERA-B Fixed-
Target Experiment.
MPI München/D (2000)

C. RICHTER

Development of Micro Pattern Gas Detectors for High Rate Ex-
periments.
Univ. Heidelberg/D (2000)

U. SCHWANKE

Trigger and Reconstruction Farms in the HERA-B Experiment
and Algorithms for a Third Level Trigger.
Humboldt-Univ. Berlin/D (2000)

A. SOMOV

Hard Proton Nucleus Interactions and Production of Heavy Flavours
at HERA-B.
DESY Zeuthen/D (2000)

S. SPRATTE

Bestimmung der Wechselwirkungsrate des HERA-B Targets und
Untersuchung des Coasting Beam am HERA-Protonen-Ring.
Univ. Dortmund/D (2000)
DESY-THESIS-2000-036

U. TRUNK

Development and Characterisation of the Radiation Tolerant
HELIX128-2 Readout Chip for the HERA-B Microstrip Detec-
tors.
Univ. Heidelberg/D (2000)

G. WAGNER

Aufbau und Test der mit Digitalen-Signal-Prozessoren realisierten
Komponenten des Datennahmesystems von HERA-B.
Univ. Hamburg/D (2000)
DESY-THESIS-2001-005

W. WAGNER

Auswertung der Daten des HERA-B Vertexdetektors im Hinblick
auf die physikalischen Eigenschaften der verwendeten Silizium-
streifenzähler.
MPI München/D (2000)
MPI-PhE/2000-03

T. WALTER

Contribution to the Development of Microstrip Gas Chambers for
the HERA-B Experiment.
Univ. Zürich/CH (2000)

Diplomarbeiten

G. BAKI

Untersuchung der Wechselwirkungsraten einzelner Protonenbun-
che mit dem HERA-B Drahttarget.
Univ. Dortmund/D (2000)

V. BUCHHOLZ

Monitoring für das Innere Spurkammersystem von HERA-B.
Univ. Heidelberg/D (2000)

N. KOMIN

Time Calibration of the Outer Tracker at HERA-B.
Humboldt-Univ. Berlin/D (2000)

B. NAGORNY

Untersuchungen zum Nachweis der J/ψ -Produktion beim Expe-
riment HERA-B.
Univ. Hamburg/D (2000)

C. VAN ELDIK

Messung und Analyse von Ratenfluktuationen am HERA-B-Target.
Univ. Dortmund/D (2000)

C. WERNER

Untersuchungen zur Betriebssicherheit und zum Langzeitverhalten
von GEM-MSGC Detektoren bei ihrem Einsatz in einem Hoch-
ratenexperiment.
Univ. Heidelberg/D (2000)

M. WILDE

Die Slow-Control der Inneren Spurkammern bei HERA-B und
Untersuchungen zu geeigneten Hochspannungs-Parametern der
GEM-MSGCs.
Univ. Heidelberg/D (2000)

T. ZAPLOTNIK

A Method for D^0 Mixing Measurement with the HERA-B Spec-
trometer.
Univ. Ljubljana/SL (2000)

Interner Bericht

HERA-B COLLABORATION

HERA-B: Report on Status and Prospects.
DESY-PRC 00/04 (2000)

ARGUS

Veröffentlichung

H. ALBRECHT et al.

A Search for the Electric Dipole Moment of the Tau Lepton.
Phys. Lett. B485 (2000) 37 und DESY-00-064, hep-ex/0004031

FLC

Veröffentlichungen

THE LEP COLLABORATIONS, D. ABBANEO et al.

A Combination of Preliminary Electroweak Measurements and Constraints on the Standard Model.
CERN-EP-2000-016

Combined Results on B Hadron Production Rates, Lifetimes, Oscillations and Semileptonic Decays.
CERN-EP-2000-096, SLAC-PUB-8492, hep-ex/0009052

Comparison of Deep Inelastic Electron Photon Scattering Data with the HERWIG and PHOJET Monte Carlo Models.
CERN-EP-2000-109, hep-ex/0010041,
zur Veröffentlich. in Eur. Phys. J. C

THE LEP COLLABORATIONS, P. BOCK et al.

Searches for Higgs Bosons: Preliminary Combined Results Using LEP Data Collected at Energies up to 202 GeV.
CERN-EP-2000-055

OPAL COLLABORATION, G. ABBIENDI et al.

Transverse and Longitudinal Bose-Einstein Correlations in Hadronic Z^0 Decays.
Eur. Phys. J. C16 (2000) 423 und hep-ex/0002062

Z Boson Pair Production in e^+e^- Collisions at $\sqrt{s} = 183$ GeV and 189 GeV.
Phys. Lett. B476 (2000) 256 und hep-ex/0003016

Measurement of $|V_{cb}|$ Using $\bar{B}^0 \rightarrow D^* + l^- \bar{\nu}$ Decays.
Phys. Lett. B482 (2000) 15 und hep-ex/0003013

Photonic Events with Missing Energy in e^+e^- Collisions at $\sqrt{s} = 189$ GeV.
Eur. Phys. J. C18 (2000) 253 und hep-ex/0005002

A Measurement of the Tau Mass and the First CPT Test with Tau Leptons.
Phys. Lett. B492 (2000) 23 und hep-ex/0005009

Searches for Prompt Light Gravitino Signatures in e^+e^- Collisions at $\sqrt{s} = 189$ GeV.
hep-ex/0007014, zur Veröffentlich. in Phys. Lett. B

First Measurement of the Inclusive Branching Ratio of B Hadrons to ϕ Mesons in Z^0 Decays.
Phys. Lett. B492 (2000) 13 und hep-ex/0007015

Search for Trilinear Neutral Gauge Boson Couplings in Z/γ Production at $\sqrt{s} = 189$ GeV at LEP.
Eur. Phys. J. C17 (2000) 553 und hep-ex/0007016

Multiplicities of π^0 , η , K^0 and of Charged Particles in Quark and Gluon Jets.
Eur. Phys. J. C17 (2000) 373 und hep-ex/0007017

Measurement of the Low-x Behavior of the Photon Structure Function F_2^γ .
Eur. Phys. J. C18 (2000) 15 und hep-ex/0007018

Production Rates of $b\bar{b}$ Quark Pairs from Gluons and $b\bar{b}b\bar{b}$ Events in Hadronic Z^0 Decays.
hep-ex/0010029, zur Veröffentlich. in Eur. Phys. J. C

Two Higgs Doublet Model and Model Independent Interpretation of Neutral Higgs Boson Searches.
hep-ex/0007040, zur Veröffentlich. in Eur. Phys. J. C

A Study of One-Prong Tau Decays with a Charged Kaon.
hep-ex/0009017, zur Veröffentlich. in Eur. Phys. J. C

Measurement of the Mass and Width of the W Boson in e^+e^- Collisions at 189 GeV.
CERN-EP-2000-099, hep-ex/0009018

W^+W^- Production Cross Section and W Branching Fractions in e^+e^- Collisions at 189 GeV.
Phys. Lett. B493 (2000) 249 und hep-ex/0009019

A Measurement of the Rate of Charm Production in W Decays.
Phys. Lett. B490 (2000) 71 und hep-ex/0009020

Measurement of the B^0 Lifetime and Oscillation Frequency Using $B^0 \rightarrow D^* + l^- \bar{\nu}$ Decays.
Phys. Lett. B493 (2000) 266 und hep-ex/0010013

Measurement of W Boson Polarizations and CP-Violating Triple Gauge Couplings from W^+W^- Production at LEP.
CERN-EP-2000-113, hep-ex/0009021,
zur Veröffentlich. in Eur. Phys. J. C

Measurement of Triple Gauge Boson Couplings from W^+W^- Production at LEP Energies up to 189 GeV.
Eur. Phys. J. C19 (2001) 1 und
CERN-EP-2000-114, hep-ex/0009022

Investigation of the Decay of Orbitally-Excited B Mesons and First Measurement of the Branching Ratio $BR(B_J^* \rightarrow B^* \pi(X))$.
CERN-EP-2000-125, hep-ex/0010031,
zur Veröffentlich. in Eur. Phys. J. C

Charged Multiplicities in Z Decays into u, d, and s Quarks.
CERN-EP-2000-128, hep-ex/0011022,
zur Veröffentlich. in Eur. Phys. J. C

A Study of B_s Meson Oscillation Using D_s Lepton Correlations.
CERN-EP-2000-136, hep-ex/0011052,
zur Veröffentlich. in Eur. Phys. J. C

Precise Determination of the Z Resonance Parameters at LEP: „Zedometry“.
CERN-EP-2000-148, hep-ex/0012018,
zur Veröffentlich. in Eur. Phys. J. C

K. DESCH, N. WERMES
Das Higgs-Boson: Wie nahe dran ist LEP?
Phys. Bl. 56 (2000) 35

Veröffentlichte Vorträge

Proc. of the 5th Int. Linear Collider Workshop (LCWS 2000), Batavia/USA (2000)

T. BEHNKE

Brahms: A MC for a Detector at an e^+e^- Linear Collider. Tracking Review.

K. BÜSSER

Mask Design and Background Studies for TESLA.

K. DESCH

Summary of the Higgs Parallel Session (Experimental Part).
Extracting Higgs Couplings.
Measurement of the WW-Fusion Cross Section.

K. HARDER

Overall Track Reconstruction at TESLA.

V. KORBEL

The Hadronic Tile Calorimeter for the TESLA Detector.

W. MENGES

TGCs at TESLA.

V. MORGUNOV

Event Reconstruction with the TESLA Calorimeter.

M. SCHUMACHER

TPC with GEM Readout for TESLA.

K. BÜSSER

Beam Related Background in a Detector for TESLA and Instrumentation of the Mask Region.
Proc. of the Workshop on Beam Delivery and Interaction Region, Daresbury/GB (2000)

K. DESCH

New Physics at Future Linear Electron-Positron Colliders.
Proc. of the 30th Int. Conf. on High Energy Physics (ICHEP 2000), Osaka/J (2000)

Vorträge

DPG Frühjahrstagung Teilchenphysik, Dresden/D (2000)

T. BEHNKE

Elektron Positron Linearbeschleuniger bei hohen Energien. (Plenarvortrag)

K. HARDER

Spurrekonstruktion für einen TESLA-Detektor.

J. HAUSCHILDT

Optimierung des Spurkammersystems eines Detektors bei TESLA.

C. HENSEL

Suche nach fast masse-entarteten Charginos und Neutralinos bei OPAL.

P. HÜNTEMEYER

Bestimmung der Rate hochenergetischer Photonen aus Quark-Bremsstrahlung in multihadronischen Z^0 -Zerfällen.

A. KYARAD

Suche nach dem Higgs-Boson im Zwei-Higgs-Dublett-Modell im Yukawa-Prozess mit dem OPAL-Detektor.

W. MENGES

Messung der Drei-Eichboson Kopplungen mit Hilfe von Spindichmatrizen mit dem OPAL-Detektor.

N. MEYER

Messung der totalen Breite leichter Higgsbosonen an einem e^+e^- Linearbeschleuniger.

T. MUNDT

Messung der Vorwärts-Rückwärts-Asymmetrie mit semileptonischen Zerfällen schwerer Quarks bei OPAL.

6th Workshop of the 2nd ECFA/DESY Study on Physics and Detectors for a Linear Electron-Positron Collider, Padua/I (2000)

T. BEHNKE

Brahms: A MC for a Detector at an e^+e^- Linear Collider.
The Mask for a Detector at TESLA.

K. DESCH

Report on Higgs Physics.

M. GRUWE, M. HAUSCHILD

Studies of dE/dx Capabilities in TESLA.

J. HAUSCHILDT

Optimization Studies on the Intermediate Tracker.

N. MEYER

The Higgs Boson Width through WW-Fusion at TESLA.

V. MORGUNOV

FLC Detector – Tile Calorimeter Properties.

M. SCHUMACHER

Studies with the TPC Setup Using a Double GEM at DESY.

7th Workshop of the 2nd ECFA/DESY Study on Physics and Detectors for a Linear Electron-Positron Collider, Hamburg/D (2000)

T. BEHNKE

Brahms: A MC for a Detector at an e^+e^- Linear Collider.

K. BÜSSER

The Machine Detector Interface.
Instrumentation of the Mask Region.
News from the Mask Region.

W. MENGES

TGCs at TESLA.

M. SCHUMACHER

Determination of the CP Quantum Numbers of the Higgs Boson.
TPC in the TDR.

T. BEHNKE

The Physics Case for TESLA.

Wiss. Rat, DESY Hamburg/D (2000)

From FEL to TESLA. (Plenarvortrag)

IEEE Nucl. Sci. Sympos., Lyon/F (2000)

K. BÜSSER

TESLA und die Physik des 21. Jahrhunderts.

United Space Parade, Berlin/D (2000)

K. DESCH

Physik mit TESLA.

Jahrestreffen der dt. Teilchenphysiker, Bad Honnef/D (2000)

Is there a Light Higgs Boson at LEP?

Zeuthen/D (2000)

Hamburg/D (2000)

M. GRUWE

Recherche de la supersymétrie au LEP.

Univ. Libre de Bruxelles/B (2000)

K. HARDER

The TESLA Project.

Univ. Hamburg/D (2000)

R.D. HEUER

The TESLA Project: Status and Perspectives.

Univ. Bologna/I (2000)

Herausforderung TESLA: Mit einem Teilchenbeschleuniger auf der Suche nach dem Bauplan des Universums.

Kolloquiumsvortrag, RWTH Aachen/D (2000)

Was macht Masse? Die Suche nach dem Higgs Boson.

Univ. Stuttgart/D (2000)

HEP Funding Structure in Germany.

RECFA, Berlin/D (2000)

Teilchenphysik bei TESLA.

DESY Beschleuniger-Betriebsseminar, Grömitz/D (2000)

The e^+e^- Linear Collider TESLA: Status and Scientific Prospects.

Kolloquiumsvortrag, Univ. Katowice/PL (2000)

Kolloquiumsvortrag, Univ. Cracow/PL (2000)

Univ. Warszawa/PL (2000)

Meeting of the Acad. Sci., Moscow/RUS (2000)

V. KORBEL

A Detector for the TESLA Linear Collider.

Nucl. Phys. Inst., Tashkent/UZ (2000)

Charles Univ., Prague/CZ (2000)

Diplomarbeiten

J. HAUSCHILDT

Optimierung eines Detektors an einem 500 GeV e^+e^- Linearbeschleuniger.

Univ. Hamburg/D (2000)

A. KYARAD

Suche nach dem Higgs-Boson im Zwei-Higgs-Dublett-Modell im Yukawa-Prozess mit dem OPAL-Detektor.

Univ. Hamburg/D (2000)

W. MENGES

Untersuchung der Drei-Eichboson-Kopplungen mit dem OPAL-Detektor bei LEP.

Univ. Hamburg/D (2000)

DESY-THESIS-2000-025

N. MEYER

Higgs-Bosonen bei TESLA: Studien zur Produktion durch WW-Fusion und zur Bestimmung der Zerfallsbreite.

Univ. Hamburg/D (2000)

DESY-THESIS-2000-031

Theorie

Veröffentlichungen

A. ALI, D. BENSON, I. BIGI, R. HAWKINGS, T. MANNEL
b Quark Physics with 2×10^9 Z Bosons.

TESLA Techn. Design Report (DESY 00-011C) und

DESY 00-183, hep-ph/0012218

A. ALI, L.T. HANDOKO, D. LONDON

Supersymmetric Effects on Isospin Symmetry Breaking and Direct CP Violation in $B \rightarrow \rho\gamma$.

Phys. Rev. D63 (2000) 014014 und

DESY 00-088, hep-ph/0006175

A. ALI, D. LONDON

What if the Mass Difference ΔM_s is around 18 Inverse Pico-seconds?

Eur. Phys. J. C18 (2001) 665 und DESY 00-182, hep-ph/0012155

A. ALI, A.YA. PARKHOMENKO

The $\eta'g^*g^*$ Vertex with Arbitrary Gluon Virtualities in the Perturbative QCD Hard Scattering Approach.

DESY 00-093, hep-ph/0012212, zur Veröffentl. in Phys. Rev. D

P. AURENCHE, J.P. GUILLET, M. WERLEN, M. FONTANNAZ, B.A. KNIEHL

Large- p_T Inclusive π^0 Cross Sections and Next-to-Leading-Order QCD Predictions.

Eur. Phys. J. C13 (2000) 347 und DESY 99-153, hep-ph/9910252

S. AZAKOV, H. JOOS, A. WIPF

Witten-Veneziano Relation for the Schwinger Model.

Phys. Lett. B479 (2000) 245 und hep-th/0002197

S.B. BAE, P. KO, H.S. LEE, J. LEE

Phenomenology of the Radion in Randall-Sundrum Scenario at Colliders.

Phys. Lett. B487 (2000) 299 und DESY 00-030

P. BALL, R. FLEISCHER

An Analysis of B_s Decays in the Left-Right-Symmetric Model with Spontaneous CP Violation.

Phys. Lett. B475 (2000) 111 und DESY 99-191, hep-ph/9912319

A.A. BARRIENTOS BENDEZU, K.P.O. DIENER, B.A. KNIEHL

Virtual Sfermion Effects on Vector-Boson Pair Production at e^+e^- Colliders.

Phys. Lett. B478 (2000) 255 und DESY 99-189, hep-ph/0002058

- A.A. BARRIENTOS BENDEZU, B.A. KNIEHL
Squark Loop Correction to $W^\pm H^\mp$ Associated Hadroproduction.
Phys. Rev. D63 (2001) 015009 und
DESY 00-110, hep-ph/0007336
- J. BARTELS, S. GIESEKE, C.F. QIAO
The $(\gamma^* \rightarrow q\bar{q})$ -Reggeon Vertex in Next-to-Leading Order QCD.
Phys. Rev. D63 (2001) 56014 und DESY 00-132, hep-ph/0009102
- J. BARTELS, K. GOLEC-BIERNAT, K. PETERS
An Estimate of Higher Twist at Small x_B and Low Q^2 Based upon
a Saturation Model.
Eur. Phys. J. C17 (2000) 121 und DESY 00-038, hep-ph/0003042
- J. BARTELS, H. JUNG, A. KYRIELEIS
Massive $c\bar{c}g$ -Production in Diffractive DIS.
hep-ph/0010300
- M. BENEKE et al.
Top Quark Physics.
EPJ direct C3 (2000) 1 und DESY 00-019, hep-ph/0003033
- S. BERGE, M. KLASSEN, Y. UMEDA
Sfermion Pair Production in Polarized and Unpolarized $\gamma\gamma$ Col-
lisions.
Phys. Rev. D63 (2001) 35003 und
DESY 00-112, hep-ph/0008081
- E.L. BERGER, M. KLASSEN, T.M.P. TAIT
Next-to-Leading Order SUSY-QCD Predictions for Associated
Production of Gauginos and Gluinos.
Phys. Rev. D62 (2000) 095014 und
DESY 00-069, hep-ph/0005196
- W. BERNREUTHER, A. BRANDENBURG, Z.G. SI
Next-to-Leading Order QCD Corrections to Top Quark Spin Cor-
relations at Hadron Colliders: The Reactions $q\bar{q} \rightarrow t\bar{t}(g)$.
Phys. Lett. B483 (2000) 99 und hep-ph/0004184
- W. BERNREUTHER, A. BRANDENBURG, P. UWER
Next-to-Leading Order QCD Corrections to Parity-Violating 3-Jet
Observables for Massive Quarks in e^+e^- Annihilation.
DESY 00-121, Saclay/SPH-T-T00/120, hep-ph/0008291
- M. BISSET, M. GUCAIT, S. MORETTI
Signatures of Charged Higgs Boson Decays via Chargino-Neu-
tralino Channels at the LHC.
Eur. Phys. J. C19 (2001) 143 und DESY 00-150, hep-ph/0010253
- G.A. BLAIR, W. POROD, P.M. ZERWAS
Reconstructing Supersymmetric Theories at High-Energy Scales.
Phys. Rev. D63 (2001) 017703 und
DESY 99-181, hep-ph/0007107
- V. BÖRCHERS, J. MEYER, S. GIESEKE, G. MARTENS, C.C.
NOACK
A Poincaré Covariant Parton Cascade Model for Ultrarelativistic
Heavy-Ion Reactions.
Phys. Rev. C62 (2000) 064903 und hep-ph/0006038
- M. BOLZ, A. BRANDENBURG, W. BUCHMÜLLER
Thermal Production of Gravitinos.
DESY 00-167, hep-ph/0012052
- E. BRAATEN, B.A. KNIEHL, J. LEE
Polarization of Prompt J/ψ at the Tevatron.
Phys. Rev. D62 (2000) 094005 und
DESY 99-175, hep-ph/9911436
- E. BRAATEN, J. LEE
Next-to-Leading Order Calculation of the Color-Octet 3S_1 Gluon
Fragmentation Function for Heavy Quarkonium.
Nucl. Phys. B586 (2000) 427 und DESY 00-067
- R. BRUNETTI, K. FREDENHAGEN
Microlocal Analysis and Interacting Quantum Field Theories: Re-
normalization on Physical Backgrounds.
Commun. Math. Phys. 208 (2000) 623 und
DESY 99-032, math-ph/9903028
- W. BUCHMÜLLER, L. COVI, D. DELEPINE
Inflation and Supersymmetry Breaking.
Phys. Lett. B491 (2000) 183 und DESY 00-082, hep-ph/0006168
- W. BUCHMÜLLER, S. FREDENHAGEN
Quantum Mechanics of Baryogenesis.
Phys. Lett. B483 (2000) 217 und DESY 00-056, hep-ph/0004145
- W. BUCHMÜLLER, M. PLÜMACHER
Neutrino Masses and the Baryon Asymmetry.
Int. J. Mod. Phys. A15 (2000) 5047 und
DESY 99-187, hep-ph/0007176
- A.J. BURAS, R. FLEISCHER
Constraints on the CKM Angle γ and Strong Phases from $B \rightarrow \pi K$
Decays.
Eur. Phys. J. C16 (2000) 97 und DESY 00-051, hep-ph/0003323
- M. CARENA, H. HABER, S. HEINEMEYER, W. HOLLIK, C.
WAGNER, G. WEIGLEIN
Reconciling the Two-Loop Diagrammatic and Effective Field
Theory Computations of the Mass of Lightest CP-Even Higgs
Boson in the MSSM.
Nucl. Phys. B580 (2000) 29 und DESY 99-197, hep-ph/0001002
- K.G. CHETYRKIN, J.H. KÜHN, M. STEINHAUSER
RunDec: A Mathematica Package for Running and Decoupling
of the Strong Coupling and Quark Masses.
Comput. Phys. Commun. 133 (2000) 43 und
DESY 00-034, hep-ph/0004189
- K.G. CHETYRKIN, M. STEINHAUSER
Three-Loop Non-Diagonal Current Correlators in QCD and NLO
Corrections to Single-Top-Quark Production.
Phys. Lett. B502 (2001) 104 und DESY 00-173, hep-ph/0012002
- S.Y. CHOI, A. DJOUADI, M. GUCAIT, J. KALINOWSKI, H.S.
SONG, P.M. ZERWAS
Reconstructing the Chargino System at e^+e^- Linear Colliders.
Eur. Phys. J. C14 (2000) 535 und DESY 00-001, hep-ph/0002033
- S.Y. CHOI, M. GUCAIT, J. KALINOWSKI, P.M. ZERWAS
Chargino Pair Production at e^+e^- Colliders with Polarized Beams.
Phys. Lett. 479 (2000) 235 und DESY 99-198, hep-ph/0001175
- S.Y. CHOI, M. GUCAIT, W.Y. SONG, H.S. SONG
Measuring CP Violating Phases in Correlated Supersymmetric
Trilepton Signature at the Tevatron.
DESY 00-105, hep-ph/0007276,
zur Veröffentl. in Phys. Rev. D

- M. CIAFALONI, D. COLFERAI, G.P. SALAM
On Factorization at Small- x .
JHEP 0007 (2000) 054 und DESY 00-209, hep-ph/0007240
- L. COVI, D.H. LYTH
Global Fits for the Spectral Index of the Cosmological Curvature Perturbation.
DESY 00-119, astro-ph/0008165,
zur Veröffentl. in Mon. Not. Roy. Astron. Soc.
- S. DITTMAIER, M. KRÄMER, Y. LIAO, M. SPIRA, P.M. ZERWAS
Higgs Radiation off Quarks in Supersymmetric Theories at e^+e^- Colliders.
Phys. Lett. B478 (2000) 247 und DESY 99-177, hep-ph/0002035
- M. DÜTSCH, K. FREDENHAGEN
Algebraic Quantum Field Theory, Perturbation Theory, and the Loop Expansion.
DESY 00-013, hep-th/0001129,
zur Veröffentl. in Commun. Math. Phys.
- I. DUNIETZ, R. FLEISCHER, U. NIERSTE
In Pursuit of New Physics with B_s Decays.
DESY 00-171, hep-ph/0012219
- R. ENBERG, G. INGELMAN, N. TIMNEANU
Rapidity Gaps at HERA and the Tevatron from Soft Colour Exchanges.
J. Phys. G: Nucl. Part. Phys. 26 (2000) 712
- J. ERLER, S. HEINEMEYER, W. HOLLIK, G. WEIGLEIN, P.M. ZERWAS
Physics Impact of GigaZ.
Phys. Lett. B486 (2000) 125 und DESY 00-050, hep-ph/0005024
- F. FARCHIONI, P. DE FORCRAND, I. HIP, C.B. LANG, K. SPLITTORFF
Microscopic Universality and the Chiral Phase Transition in Two Flavor QCD.
Phys. Rev. D62 (2000) 014503 und
DESY 99-185, hep-lat/9912004
- R. FLEISCHER
Constraining Penguin Contributions and the CKM Angle γ through $B_d \rightarrow \pi^+\pi^-$.
Eur. Phys. J. C16 (2000) 87 und DESY 00-014, hep-ph/0001253
- R. FLEISCHER, D. WYLER
Exploring CP Violation with B_c Decays.
Phys. Rev. D62 (2000) 057503 und
DESY 00-052, hep-ph/0004010
- A. FREITAS, W. HOLLIK, W. WALTER, G. WEIGLEIN
Complete Fermionic Two-Loop Results for the M_W - M_Z Interdependence.
Phys. Lett. B495 (2000) 338 und DESY 00-097, hep-ph/0007091
- P.A. GRASSI, T. HURTH, M. STEINHAUSER
Non-Invariant Two-Loop Counterterms for the Three-Gauge-Boson Vertices.
JHEP 0011 (2000) 37 und DESY 00-157, hep-ph/0011067
- P.A. GRASSI, B.A. KNIEHL, A. SIRLIN
Width and Partial Widths of Unstable Particles.
Phys. Rev. Lett. 86 (2001) 389 und DESY 00-074, hep-th/0005149
- G. GRINDHAMMER, B.A. KNIEHL, G. KRAMER (Eds.)
New Trends in HERA Physics 1999.
Proc. of the Ringberg Workshop, Tegernsee/D (1999)
Lecture Notes in Physics 546, Springer Heidelberg/D (2000)
- K. HAGIWARA, S. ISHIHARA, J. KAMOSHITA, B.A. KNIEHL
Prospects of Measuring General Higgs-Boson Couplings at Linear Colliders.
Eur. Phys. J. C14 (2000) 457 und DESY 99-190, hep-ph/0002043
- S. HANDS, I. MONTVAY, S. MORRISON, M. OEVERS, L. SCORZATO, J. SKULLERUD
Numerical Study of Dense Adjoint Matter in Two Color QCD.
Eur. Phys. J. C17 (2000) 285 und DESY 00-083, hep-lat/0006018
- S. HEINEMEYER, W. HOLLIK, G. WEIGLEIN
FeynHiggsFast: A Program for the Calculation of Masses and Mixing Angles in the Higgs Sector of the MSSM.
DESY 00-020, hep-ph/0002213
- Decay Widths of the Neutral CP-Even MSSM Higgs Bosons in the Feynman-Diagrammatic Approach.
Eur. Phys. J. C16 (2000) 139 und DESY 00-028, hep-ph/0003022
- A.H. HOANG, M. BENEKE, K. MELNIKOV, T. NAGANO, A. OTA, A.A. PENIN, A.A. PIVOVAROV, A. SIGNER, V.A. SMIRNOV, Y. SUMINO, T. TEUBNER, O. YAKOVLEV, A. YEL-KHOVSKY
Top-Anti-Top Pair Production close to Threshold: Synopsis of Recent NNLO Results.
Eur. Phys. J. direct C3 (2000) 1 und DESY 00-019,
CERN-TH/99-415, SLAC-PUB-8369, hep-ph/0001286
- F. IDDIR, A.S. SAFIR
The Decay of the Observed $J^{PC} = 1^{-+}$ (1400) and $J^{PC} = 1^{-+}$ (1600) Hybrid Candidates.
DESY 00-148, hep-ph/0010121, zur Veröffentl. in Phys. Lett. B
- B.A. KNIEHL, G. KRAMER, B. PÖTTER
Fragmentation Functions for Pions, Kaons, and Protons at Next-to-Leading Order.
Nucl. Phys. B582 (2000) 514 und DESY 00-086, hep-ph/0010289
- Strong Coupling Constant from Scaling Violations in Fragmentation Functions.
Phys. Rev. Lett. 85 (2000) 5288 und
DESY 00-053, hep-ph/0003297
- Testing the Universality of Fragmentation Functions.
DESY 00-158, hep-ph/0011155
- B.A. KNIEHL, J. LEE
Polarized J/ψ from χ_{cJ} and ψ' Decays at the Tevatron.
Phys. Rev. D62 (2000) 114027 und
DESY 00-107, hep-ph/0007292
- B.A. KNIEHL, F. MADRICARDO, M. STEINHAUSER
Gauge-Independent W-Boson Partial Decay Widths.
Phys. Rev. D62 (2000) 73010 und DESY 00-047, hep-ph/0005060

- B.A. KNIEHL, C.P. PALISOC
Full Gauge-Parameter-Independent Higgs-Boson Self-Energy.
Science Diliman 12 (2000) 29
- B.A. KNIEHL, C.P. PALISOC, A. SIRLIN
Higgs-Boson Production and Decay Close to Thresholds.
Nucl. Phys. B591 (2000) 296 und DESY 00-079, hep-ph/0007002
- B.A. KNIEHL, A.A. PENIN
Ultrasoft Effects in Heavy Quarkonium Physics.
Nucl. Phys. B563 (2000) 200 und DESY 99-099, hep-ph/9907489
- Order $\alpha_s^3 \ln^2(1/\alpha_s)$ Corrections to Heavy-Quarkonium Creation and Annihilation.
Nucl. Phys. B577 (2000) 197 und DESY 99-173, hep-ph/9911414
- Order $\alpha^3 \ln(1/\alpha)$ Corrections to Positronium Decays.
Phys. Rev. Lett. 85 (2000) 1210, Erratum: 85 (2000) 3065 und DESY 00-068, hep-ph/0004267
- Order $\alpha^7 \ln(1/\alpha)$ Contribution to Positronium Hyperfine Splitting.
Phys. Rev. Lett. 85 (2000) 5094 und DESY 00-123, hep-ph/0010159
- K. KRATZERT
Singularity Structure of the Two Point Function of the Free Dirac Field on a Globally Hyperbolic Spacetime.
Ann. Phys. (Leipzig) 9 (2000) 475 und DESY 00-043, math-ph/0003015
- J.H. KUHN, A.A. PENIN, V.A. SMIRNOV
Summing up Subleading Sudakov Logarithms.
Eur. Phys. J. C17 (2000) 97 und DESY 00-008, hep-ph/9912503
- J. LEE
Next-to-Leading Order Calculation of a Fragmentation Function in a Light-Cone Gauge.
DESY 00-092, hep-ph/0009111
- M. LÜSCHER
Lattice Regularization of Chiral Gauge Theories to all Orders of Perturbation Theory.
JHEP 06 (2000) 028 und CERN-TH/2000-165
- M. LÜSCHER, L. LELLOUCH
Weak Transition Matrix Elements from Finite-Volume Correlation Functions.
CERN-TH/2000-091, hep-lat/0003023
- D.H. LYTH, L. COVI
Observational Constraints on the Spectrum of the Cosmological Curvature Perturbation.
Phys. Rev. D62 (2000) 103504 und DESY 00-029, astro-ph/0002397
- G. MACK
Universal Dynamics, a Unified Theory of Complex Systems. Emergence, Life and Death.
(Dedicated to the Memory of Harry Lehmann)
DESY 00-146, hep-th/0011074, zur Veröffentl. in Commun. Math. Phys.
- G. MACK, J. WÜRTNER
Simulation of Complex Systems by Enzymatic Computation.
DESY 00-147, physics/0011020
- G. MOORTGAT-PICK, A. BARTL, H. FRAAS, W. MAJEROTTO
Impact of e^+ and e^- Beam Polarization on Chargino and Neutralino Production at a Linear Collider.
Eur. Phys. J. C18 (2000) 379 und DESY 00-098, hep-ph/0007222
- G. MOORTGAT-PICK, H. FRAAS
Implications of CP and CPT for Production and Decay of Majorana Fermions.
DESY 00-100, hep-ph/0012229
- G. PINTER
The Action Principle in Epstein Glaser Renormalization and Renormalization of the S-Matrix in ϕ^4 -Theory.
Ann. Phys. 10 (2001) 333 und DESY 99-168, hep-th/9911063
- The Hopf Algebra Structure of Connes and Kreimer in Epstein-Glaser Renormalization.
hep-th/0012057
- D. PRANGE
Energy Momentum Tensor in Local Causal Perturbation Theory.
DESY 00-176, zur Veröffentl. in Ann. Phys. (Leipzig)
- Operator Product Expansion in Local Causal Perturbation Theory.
DESY 00-177, zur Veröffentl. in Ann. Phys. (Leipzig)
- A. RINGWALD, F. SCHREMPF
Zooming-in on Instantons at HERA.
Phys. Lett. B503 (2001) 331 und DESY 00-172, hep-ph/0012241
- J.I. SKULLERUD, A.G. WILLIAMS
Quark Propagator in Landau Gauge.
Phys. Rev. D63 (2001) 54508 und DESY 00-099, ADP-00-40/T423, hep-lat/0007028
- H. SPIESBERGER, M. SPIRA, P.M. ZERWAS
The Standard Model: Physical Basis and Scattering Experiments.
DESY-T-00-01, MZ-TH-00-53, PSI-PR-00-17, hep-ph/0011255, zur Veröffentl. in: Scattering, P. Sabatier (Ed.), Academic Press, London/GB (2000)
- H. SPIESBERGER, P.M. ZERWAS
Gluon Fragmentation to Gluonium.
Phys. Lett. B481 (2000) 236 und DESY 00-04, hep-ph/0003148
- M. STEINHAUSER
MATAD: A Program Package for the Computation of MASSive TADpoles.
Comput. Phys. Commun. 134 (2001) 335 und DESY 00-124, hep-ph/0009029

Veröffentlichte Vorträge

- S. ABDULLIN et al.
The SUSY Working Group: Summary Report.
Proc. of the Workshop on Physics at TeV Colliders, Les Houches/F (1999) und hep-ph/0005142
- S. ABEL et al.
Report of the SUGRA Working Group.
Physics at Run II – Supersymmetry/Higgs Workshop, Fermilab Batavia/USA (1998), hep-ph/0003154

- M. ALBROW, M. CARENA, B.A. KNIEHL et al.
Report of the Tevatron Higgs Working Group.
Physics at Run II – Supersymmetry/Higgs Workshop, Fermilab Batavia/USA (1998), FERMILAB-CONF-00-279-T, hep-ph/0010338
- A. ALI
Photonic and Leptonic Rare B Decays.
Proc. of the 7th Int. Conf. on B-Physics at Hadron Machines, Sea of Galilee/IL (2000) (Nucl. Instrum. Methods A) und DESY 00-186, hep-ph/0101154
- A. ALI, D. LONDON
CP Violation and Quark Mixing.
Proc. of the 3rd Workshop on Physics and Detectors for DAPHNE, Frascati/I (1999) und DESY 00-026, hep-ph/0002167
- M. BARTELS, G. MACK, G. PALMA
1-Loop Improved Lattice Action for the Nonlinear σ -Model.
Proc. of the 17th Int. Sympos. on Lattice Field Theory, Pisa/I (1999) (Nucl. Phys. Proc. Suppl. 83 (2000) 881) und hep-lat/9909149
- A. BARTL, H. EBERL, H. FRAAS, S. KRAML, W. MAJE-ROTT, G. MOORTGAT-PICK, W. POROD
Production of Charginos, Neutralinos, and Third Generation Sfermions at an e^+e^- Linear Collider.
Proc. of the 4th Rencontres du Vietnam: Int. Conf. on Phys. at Extreme Energies, Hanoi/VN (2000) und hep-ph/0010018
- E.L. BERGER, M. KLASSEN
Constraints on the Proton's Gluon Density from Lepton-Pair Production.
Proc. of the 30th Int. Conf. on High Energy Physics (ICHEP2000), Osaka/J (2000) und DESY 00-135, hep-ph/0009257
- E.L. BERGER, M. KLASSEN, T.M.P. TAIT
Predictions for Associated Production of Gauginos and Gluinos at NLO in SUSY-QCD.
Proc. of the 35th Rencontres de Moriond: QCD and Hadronic Interactions, Les Arcs/F (2000) und DESY 00-076, hep-ph/0005199
Next-to-Leading Order SUSY-QCD Calculation of Associated Production of Gauginos and Gluinos.
Proc. of the 30th Int. Conf. on High Energy Physics (ICHEP2000), Osaka/J (2000) und DESY 00-134, hep-ph/0009256
- W. BERNREUTHER, A. BRANDENBURG, Z.G. SI
QCD Corrections to Top Quark Spin Correlations at Hadron Colliders.
Proc. of the 15th High-Energy Physics Int. Euroconf. in Quantum Chromodynamics, Montpellier/F (2000) und DESY 00-120, hep-ph/0008271
- W. BERNREUTHER, A. BRANDENBURG, P. UWER
Parity-Violating 3-Jet Observables for Massive Quarks to Order α_s^2 in e^+e^- Annihilation.
Proc. of the 15th High-Energy Physics Int. Euroconf. in Quantum Chromodynamics, Montpellier/F (2000) und DESY 00-129, Saclay/SPhT-T00/124, hep-ph/0009084
- R. BLAIR, G. GRINDHAMMER, M. KLASSEN, M. KRÄMER
Tests of QCD: Summary of DIS 2000.
Proc. of the 8th Int. Workshop on Deep Inelastic Scattering and QCD (DIS2000), Liverpool/GB (2000) und hep-ph/0008154
- C. BLOECHINGER, H. FRAAS, T. MAYER, G. MOORTGAT-PICK
Determination of the Gaugino Mass Parameter $M(1)$ in Different Linear Collider Modes.
Proc. of the 5th Int. Linear Collider Workshop (LCWS 2000), Batavia/USA (2000) und WUE-ITP-2001-003, hep-ph/0101176
- S. BLUDMAN
Quintessence Cosmology.
Proc. of the High Energy Astrophys. Meeting of the Am. Astron. Soc., Honolulu/USA (2000)
Proc. of the Int. Conf. on Cosmic Evolution, Paris/F (2000)
- E. BRAATEN, J. LEE
The Calculations of the Polarization of Charmonium and Bottomonium at the Tevatron.
Proc. of the Workshop on B Physics at the Tevatron – Run II and beyond, Fermilab Batavia/USA (2000)
- W. BUCHMÜLLER
Baryogenesis and Lepton Number Violation.
Lectures, Proc. of the NATO Adv. Study Inst. on Recent Developments in Part. Phys. and Cosmol., Cascais/P (2000) und DESY 00-194
Matter-Antimatter Asymmetry of the Universe.
Proc. of the Quantum Theory Centenary, Berlin/D (2000)
- W. BUCHMÜLLER, S. FREDENHAGEN
Elements of Baryogenesis.
Proc. of the Int. School of Astrophysics D. Chalonge, Erice/I (1999) und DESY 00-004, hep-ph/0001098
- A.J. BURAS, R. FLEISCHER
Constraints on γ and Strong Phases from $B \rightarrow \pi K$ Decays.
Proc. of the 30th Int. Conf. on High Energy Physics (ICHEP2000), Osaka/J (2000) und DESY 00-122, hep-ph/0008298
- K.G. CHETYRKIN, M. STEINHAUSER
The Relation between the $\overline{MS}$ and the On-Shell Quark Mass at Three-Loop Order in QCD.
Proc. of the 5th Zeuthen Workshop on Loops and Legs in Quantum Field Theory, Bastei/D (2000) (Nucl. Phys. B, Proc. Suppl. 89 (2000) 58)
- L. COVI
New Developments in Inflationary Models.
Proc. of the 2nd Int. Conf. on Physics beyond the Standard Model „Beyond the Desert“, Ringberg Castle, Tegernsee/D (1999) und DESY 99-172, hep-ph/9911401
Inflation Models, Spectral Index and Observational Constraints.
Proc. of the 35th Rencontres de Moriond: Energy Densities in the Universe, Les Arcs/F (2000) und DESY 00-046, astro-ph/0003458
Models of Inflation, Supersymmetry Breaking and Observational Constraints.
Proc. of the 3rd Int. Conf. on Dark Matter in Astro and Particle Physics (DARK 2000), Heidelberg/D (2000) und DESY 00-184, hep-ph/0012245
- A. DJOUADI et al.
The Higgs Working Group: Summary Report.
Proc. of the Workshop on Physics at TeV Colliders, Les Houches/F (1999) und PM-00-03, hep-ph/0002258

A. DJOUADI, W. KILIAN, M. MÜHLEITNER, P.M. ZERWAS
The Reconstruction of Trilinear Higgs Couplings.
Proc. of 5th Workshop of the 2nd ECFA/DESY Study on Physics and Detectors for a Linear Electron-Positron Collider, Obernai/F (1999) und DESY 99-171, hep-ph/0001169

F. FARCHIONI, A. FEO, T. GALLA, C. GEBERT, R. KIRCHNER, I. MONTVAY, G. MÜNSTER, A. VLADIKAS
SUSY Ward Identities in $N = 1$ SYM Theory on the Lattice.
Proc. of the 18th Int. Sympos. on Lattice Field Theory (LATTICE2000), Bangalore/IND (2000) und DESY 00-156, hep-lat/0010053

On the 1-Loop Lattice Perturbation Theory of the Supersymmetric Ward Identities.
Proc. of the 18th Int. Sympos. on Lattice Field Theory (LATTICE2000), Bangalore/IND (2000) und DESY 00-159, hep-lat/0011030

R. FLEISCHER
B Physics and CP Violation.
Lectures, Proc. of the NATO Adv. Study Inst. on Recent Developments in Part. Phys. and Cosmol., Cascais/P (2000) und DESY 00-170, hep-ph/0011323

Theoretical Overview of CP Violation in B-Meson Decay.
Proc. of the Int. Workshop on Production, Properties and Interaction of Mesons, Cracow/PL (2000) (Acta Phys. Pol. B31 (2000) 2633) und DESY 00-087, hep-ph/0006132

A. FREITAS, S. HEINEMEYER, W. HOLLIK, W. WALTER, G. WEIGLEIN
Calculation of Fermionic Two-Loop Contributions to Muon Decay.
Proc. of the 5th Zeuthen Workshop on Loops and Legs in Quantum Field Theory, Bastei/D (2000) (Nucl. Phys. B, Proc. Suppl. 89 (2000) 82) und DESY 00-101, hep-ph/0007129

L.T. HANDOKO
Isospin Symmetry Breaking and Direct CP Violation in $B \rightarrow \rho \gamma$ within and beyond the Standard Model.
Proc. of the 4th Int. Conf. on Hyperons, Charm and Beauty Hadrons, Valencia/E (2000) (Nucl. Phys. B, Proc. Suppl.) und DESY 00-128, hep-ph/0009023

S. HANDS, I. MONTVAY, M. OEVERS, L. SCORZATO, J. SKULLERUD
Numerical Study of Dense Adjoint 2-Color Matter.
Proc. of the 18th Int. Sympos. on Lattice Field Theory (LATTICE2000), Bangalore/IND (2000) und DESY 00-155, hep-lat/0010085

S. HEINEMEYER, W. HOLLIK, G. WEIGLEIN
Higher-Order Results in the Higgs Sector of the MSSM.
Proc. of the Int. Europhys. Conf. on High Energy Physics (EPS-HEP'99), Tampere/FIN (1999) und DESY 99-183, hep-ph/9912263

H. KIM
 χ_{cJ} ($J=0,1,2$) Production in B Decay: NRQCD Framework.
Proc. of the 17th Autumn School on QCD: Perturbative or Nonperturbative?, Lisbon/P (1999)

M. KLASSEN
Sfermion Production at Photon Colliders.
Proc. of the Int. Workshop on High-Energy Photon Colliders, Hamburg/D und DESY 00-113, hep-ph/0008082

J.H. KUHN, A.A. PENIN, V.A. SMIRNOV
Subleading Sudakov Logarithms in Electroweak Processes.
Proc. of the 5th Zeuthen Workshop on Loops and Legs in Quantum Field Theory, Bastei/D (2000) (Nucl. Phys. B, Proc. Suppl. 89 (2000) 94) und hep-ph/0005301

R. LAFAYE, D.J. MILLER, M. MÜHLEITNER, S. MORETTI
Double Higgs Production at TeV Colliders in the Minimal Supersymmetric Standard Model.
Workshop on Physics at TeV Colliders, Les Houches/F (1999) und DESY 99-192, hep-ph/0002238

J. LEE
Effective Theory for Heavy Quarkonium Production.
Proc. of the 14th Int. Sympos. on Spin Physics (SPIN2000), Osaka/J (2000)

Charmonium Polarization at the Tevatron.
Next-to-Leading Order Calculation of the Color-Octet 3S_1 Gluon Fragmentation Function for Heavy Quarkonium.
Proc. of the Meeting of the APS Division of Particles and Fields, Columbus/USA (2000) (Int. J. Mod. Phys. A)

Current Issues in Quarkonium Production.
Proc. of the 8th Int. Workshop on Deep Inelastic Scattering and QCD (DIS2000), Liverpool/GB (2000)

Polarization of Prompt J/ψ at the Tevatron.
Proc. of the 5th Workshop on QCD, Villefranche-sur-Mer/F (2000)

M. LÜSCHER
Von den Pionen zu den fundamentalen Parametern der Quantenchromodynamik: Ein Fall für die Gittereichtheorie.
DPG Frühjahrstagung Teilchenphysik, Dresden/D (2000), Phys. Bl. 56 (7/8) (2000) 65

C.B. MARIOTTO, M.B. GAY DUCATI, G. INGELMAN
Hard and Soft QCD in Charmonium Production.
Proc. of the 7th Workshop on Hadron Physics, Caragatatuba/BR und hep-ph/0008200,

D.J. MILLER
Can the Triple Higgs Self-Coupling be Measured at Future Colliders?
Proc. of the 5th Zeuthen Workshop on Loops and Legs in Quantum Field Theory, Bastei/D (2000) (Nucl. Phys. B, Proc. Suppl. 89 (2000))

D.J. MILLER, S. MORETTI
The Triple Higgs Self-Coupling at Future e^+e^- Colliders: A Signal-to-Background Study for the Standard Model.
Proc. of the 4th Workshop of the 2nd Joint ECFA/DESY Study on Physics and Detectors for a Linear Electron-Positron Collider, Hamburg/D (1999) und hep-ph/0001194

A. MONDRAGON, E. RODRIGUEZ-JAUREGUI

Quark Mixing Angles and CP-Violating Phase from Flavour Permutational Symmetry Breaking.

Proc. of the Int. Colloquium on Group Theoretical Methods in Physics, Dubna/RUS (2000)

G. MOORTGAT-PICK

Does Simultaneous Beam Polarization of Electrons and Positrons Give Additional Information?

Proc. of the 5th Workshop of the 2nd ECFA-DESY Study on Physics and Detectors for a Linear Electron-Positron Collider, Obernai/F (1999)

Status of Determining SUSY Parameters in Chargino/Neutralino Processes with Beam Polarization.

Proc. of the 6th Workshop of the 2nd ECFA-DESY Study on Physics and Detectors for a Linear Electron-Positron Collider, Padua/I (2000)

Use of Polarisation in LC Physics – The Gain of e^+ Polarisation.

Proc. of the 5th Int. Linear Collider Workshop (LCWS 2000), Batavia/USA (2000)

G. MOORTGAT-PICK, A. BARTL, H. FRAAS, W. MAJEROTTO
Exploiting Spin Correlations in Neutralino Production and Decay with Polarized e^- and e^+ Beams.

Proc. of the 5th Workshop of the 2nd ECFA-DESY Study on Physics and Detectors for a Linear Electron-Positron Collider, Obernai/F (1999) und DESY 00-002, hep-ph/0002253

Beam Polarization and Spin Correlation Effects in Chargino Production and Decay.

Proc. of the 5th Workshop of the 2nd ECFA-DESY Study on Physics and Detectors for a Linear Electron-Positron Collider, Obernai/F (1999) und DESY 00-003 hep-ph/0004181

A.A. PENIN

Top Quark Threshold Production in $\gamma\text{-}\gamma$ Collisions: Current Theoretical Issues.

Proc. of the Int. Workshop on High Energy Photon Colliders, DESY Hamburg/D (2000) und hep-ph/0009347

Heavy Quarkonium Physics beyond the Next-to-Next-to-Leading Order of NRQCD.

Proc. of the 15th High-Energy Physics Int. Euroconf. in Quantum Chromodynamics, Montpellier/F (2000) und DESY 00-140, hep-ph/0009324

A. RINGWALD, F. SCHREMPF

Instantons in Deep-Inelastic Scattering.

Proc. of the 8th Int. Workshop on Deep Inelastic Scattering and QCD (DIS2000), Liverpool/GB (2000) und DESY 00-089, hep-ph/0006215

J. SKULLERUD

Lattice Simulations of QCD-Like Theories at Non-Zero Density.

Proc. of the Workshop on Quark Matter in Astro- and Particle Physics, Rostock/D (2000) und DESY 00-175, hep-lat/0012012

M. SPIRA

Gaugino Pair Production at Hadron Colliders.

Proc. of the 5th Zeuthen Workshop on Loops and Legs in Quantum Field Theory, Bastei/D (2000) (Nucl. Phys. B, Proc. Suppl. 89 (2000) 222)

M. STEINHAUSER

The Three-Loop Conversion Formula between the $\overline{MS}$ and the On-Shell Quark Mass in QCD.

Proc. of the 35th Recontres de Moriond: QCD and Hadronic Interactions, Les Arcs/F (2000)

N. TIMNEANU, G. INGELMAN

Soft Remnant Interactions and Rapidity Gaps.

Proc. of the 8th Int. Workshop on Deep Inelastic Scattering and QCD (DIS2000), Liverpool/GB (2000) und hep-ph/0006227

P.M. ZERWAS

Higgs Physics and Electroweak Symmetry Breaking.

Proc. of the Epiphany Conf. on Electron-Positron Colliders, Cracow/PL (1999) (Acta Phys. Pol. B30 (1999) 1871)

Physics with an e^+e^- Linear Collider at High Luminosity.

14th Int. Workshop on High Energy Physics and Quantum Field Theory (QFTHEP'99), Moscow/RUS (1999) und DESY 99-178, hep-ph/0003221

Vorträge

A. ALI

Supersymmetric Effects on Isospin Symmetry Breaking and Direct CP Violation in $B \rightarrow \rho\gamma$.

SUSY2K Conf., CERN Geneva/CH (2000)

Rare B-Meson Decays and CP Violation in the Standard Model and Supersymmetry.

Lectures, Workshop on Particle Physics, Nat. Cent. Phys., Islamabad/PK (2000)

Quark Mixing

DESY Theory Workshop, Hamburg/D (2000)

Quark Mixing: Old and New Frontiers.

Kolloquiumsvortrag, Univ. Heidelberg/D (2000)

CKM Matrix and Rare Decays

Lectures, Int. School, Prerow/Univ. Rostock/D (2000)

O. BÄR

Witten's $SU(2)$ Anomaly on the Lattice.

Washington Univ., St. Louis/USA (2000)

MIT Cambridge/USA (2000)

Global Anomalies in Chiral Lattice Gauge Theories.

RWTH Aachen/D (2000)

NIC Jülich/D (2000)

Ringberg Workshop, Tegernsee/D (2000)

S. BLUDMAN

Vacuum Energy: Cosmological Constant or Quintessence?

ESA-CERN, Geneva/CH (2000)

Anthropic Principle.

Conf. Neutrino 2000, Sudbury/GB (2000)

Dark Matter.

Neutrinos with Mass.

Aspen Cent. Phys., Aspen/USA (2000)

Vacuum Energy: If Not Now, Then When?
Gran Sasso Summer Inst., L'Aquila/I (2000)

views from the Universe.
DESY Hamburg/D (2000)

Neutrino Masses and Oscillations.
EURESCO Conf., San Feliu de Guixols/E (2000)

Quintessence.
Univ. Halle/D (2000)

Quintessence Cosmology.
Hebrew Univ. Jerusalem/IL (2000)
Kyungji Nat. Univ./ROK (2000)
Chungnam Nat. Univ., Daejon/ROK (2000)

Neutrino Transport in Supernovae.
Hebrew Univ. Jerusalem/IL (2000)
Asia Pacific Cent. Theor. Phys., Seoul/ROK (2000)
Hangyang Univ., Seoul/ROK (2000)

Neutrino Masses & Oscillations.
Korea Phys. Soc., Pohang/ROK (2000)

Neutrino Physics.
Asia Pacific Cent. Theor. Phys., Seoul/ROK (2000)
Hangyang Univ., Seoul/ROK (2000)

Quintessence and the Anthropic Principle.
Korea Astron. Obs., Daejon/ROK (2000)

Neutrino Astrophysics.
Univ. of Helsinki/FIN (2000)

A. BRANDENBURG
Spin Effects in Top Quark Production and Decay.
CEN Saclay/F (2000)
Univ. Würzburg/D (2000)
DESY Hamburg/D (2000)

QCD Corrections to Spin Correlations of Top Quark Pairs.
Fermilab Batavia/USA (2000)

Gravitino Production in the Early Universe and Dark Matter.
RWTH Aachen/D (2000)

W. BUCHMÜLLER
Neutrino Masses and the Baryon Asymmetry.
PSI Villigen/CH (2000)
CERN/CH (2000)
Aachen/D (2000)

Neutrinos und der Ursprung der Materie.
Würzburg/D (2000)

Quantum Mechanics of Baryogenesis.
Castelvecchio/I (2000)

Neutrino Masses, Baryon Asymmetry and Dark Matter.
AEI, Golm/D (2000)

Grenzen und Erweiterungen des Standardmodells.
Maria Laach/D (2000)

CP Violation and Baryogenesis.
DESY Theory Workshop, Hamburg/D (2000)

L. COVI
Models of Inflation with a Running Mass.
Univ. Lancaster/GB (2000)

Inflazione cosmologica con correzioni radiative: teoria e limiti osservazionali.
Univ. Milano/I (2000)

Inflation and Supersymmetry Breaking.
COSMO 2000, Cheju Island/ROK (2000)

Inflationary Models and Global Fits for the Spectral Index of the Cosmological Curvature Perturbations.
KIAS, Seoul/ROK (2000)

Inflation and Supersymmetry Breaking.
DESY Theory Workshop, Hamburg/D (2000)

Inflationary Models, Spectral Index and Observational Bounds.
SISSA, Trieste/I (2000)
Gran Sasso Lab., L'Aquila/I (2000)

M. DÜTSCH
Does it Suffice to Know a QFT for Small Space Time Volumes?
DPG Frühjahrstagung Teilchenphysik, Dresden/D (2000)

Perturbative Quantization of Gauge Theories.
Univ. Kaiserslautern/D (2000)

A Local (Perturbative) Construction of Observables in Gauge Theories.
Int. Congr. on Math. Phys., London/GB (2000)

The Master Ward Identity – A Fundamental Symmetry in Perturbative Classical and Quantum Field Theory.
7th Workshop on Foundations and Constructive Aspects of QFT, Göttingen/D (2000)

F. FARCHIONI
Ginsparg-Wilson Fermions and Random Matrix Theory.
NIC, Jülich/D (2000)

R. FLEISCHER
CP-Verletzung im System der B-Mesonen.
Univ. München/D (2000)

CP Violation in B_s Decays.
DESY Theory Workshop, Hamburg/D (2000)

B-Physik und CP-Verletzung: Theoretische Grundlagen.
32. Herbstschule für Hochenergiephysik, Maria Laach/D (2000)

New Approaches to Explore CP Violation with B Decays.
TU München/D (2000)

CP Violation in the B System and Strategies to Extract CKM Phases.
Lectures, Univ. Blaise Pascal, Clermont-Ferrand/F (2000)

A. FREITAS

Zwei-Schleifen-Rechnungen im elektroschwachen Standardmodell.

DPG Frühjahrstagung Teilchenphysik, Dresden/D (2000)

A. FREITAS, S. HEINEMEYER, W. HOLLIK, W. WALTER, G. WEIGLEIN

Precise Prediction of the W Mass from Two-Loop Calculations. DESY Theory Workshop, Hamburg/D (2000)

S. GIESEKE

The $(\gamma^* \rightarrow q\bar{q})$ -Reggeon Vertex in NLO QCD.

QCDNET2000, Paris/F (2000)

γ^* Impact Factors for NLO BFKL.

Res. Workshop on Calc. for Modern and Future Colliders, Dubna/RUS (2000)

M. KLASSEN

Associated Production of Gauginos and Gluinos at Hadron Colliders.

Sympos. on Phenomenology for the Nu Century (PHENO2000), Madison/USA (2000)

Theor. Inst. on Supersymmetry and Higgs, ANL Argonne/USA (2000)

CERN Geneva/CH (2000)

DIS 2000: Tests of QCD.

Kolloquiumsvortrag, DESY Hamburg/D (2000)

Sfermion Production in $\gamma\gamma$ Collisions.

SUSY 2000, CERN Geneva/CH (2000)

Determination of $g(x, \mu_f^2)$ and $\Delta g(x, \mu_f^2)$ in Low Mass Lepton Pair Production.

NET2000, Paris/F (2000)

B.A. KNIEHL

Aktuelle Probleme in der Theoretischen Elementarteilchenphysik. Univ. Hamburg/D (1999)

Das Higgs-Boson der Teilchenphysik: Massenschranken und Suchstrategien.

Univ. Hamburg/D (1999)

Univ. Wien/A (1999)

Recent Results in Perturbative QCD.

Univ. of the Philippines, Diliman/RP (2000)

Univ. Würzburg/D (2000)

Inclusive Hadron Production.

Univ. of the Philippines, Diliman/RP (2000)

Prospects of Measuring General Higgs Couplings at e^+e^- Linear Colliders.

Univ. Padova/I (2000)

Light-Hadron Production at Next-to-Leading Order in QCD.

Univ. New York/USA (2000)

Univ. Hamburg/D (2000)

J. LEE

Next-to-Leading Order Calculation of a Fragmentation in a Light-Cone Gauge.

Conf. of the Korean Phys. Soc., Pohang/ROK (2000)

Quarkonium Polarization at the Tevatron.

Sympos. on Phenom. for the Nu Century (PHENO2000), Madison/USA (2000)

M. LÜSCHER

Chiral Lattice Gauge Theories.

UK Theory Meeting at RAL, Oxford/GB (1999)

Kaon Decay Rates from Finite-Volume Matrix Elements.

Workshop on Lattice Field Theory, Benasque/E (2000)

Weak Transition Matrix Elements from Finite-Volume Correlation Functions.

Univ. Milano/I (2000)

Chiral Gauge Theories Revisited.

Lectures, School of Subnuclear Physics, Erice/I (2000)

G. MACK

Physik aus dem Blickwinkel einer Theorie allgemeiner komplexer Systeme.

Ringvorlesung, Univ. Hamburg/D (2000)

Menschliche Bedürfnisse als Kräfte in der Dynamik in der menschlichen Gesellschaft.

Kolloquiumsvortrag, Hamburg/D (1999)

Mathematik des Lebendigen.

Ringvorlesung, Hamburg/D (1999)

The Effective Action for the $O(\mathcal{N} + 1)$ -Symmetric 2d Nonlinear σ -Model.

Bern/CH (1999)

M. MEIER-SCHELLERSHEIM

Mechanics of Cellular Behavior: Simulations and Data Management.

Novatis Workshop on In-Silico Biology, Basel/CH (2000)

I. MONTVAY

Dynamical Quarks in QCD Simulations.

TU München/D (2000)

Supersymmetric Yang-Mills Theory and Dynamical Fermions.

CCP, Univ. of Tsukuba/J (2000)

Tokyo Inst. Technol., Tokyo/J (2000)

Dynamical Fermions in QCD and in other Similar Theories.

Univ. Hiroshima/J (2000)

Phases of Supersymmetric Theories.

TMR Meeting, Univ. Glasgow /GB (2000)

Lattice Supersymmetry.

DESY Hamburg/D (2000)

Univ. of Swansea/GB (2000)

Lattice Supersymmetry and Dynamical Fermions.

Johns Hopkins Workshop, Budapest/H (2000)

G. MOORTGAT-PICK

Spin Correlations and Polarization Effects in the MSSM.

CERN Geneva/CH (2000)

Spin Dependent Observables in Production and Decay of Charginos and Neutralinos.

SUSY2K Conf., CERN Geneva/CH (2000)

Spinkorrelationen in Produktion und Zerfall von Majorana- und Dirac-Fermionen.

DPG Frühjahrstagung Teilchenphysik, Dresden/D (2000)

Spin Effects in Processes with SUSY Dirac- and Majorana Fermions.

DESY Theory Workshop, Hamburg/D (2000)

Impact of Spin Correlations on Physics at Present and Future Colliders.

RAL, Oxford/GB (2000)

Implications of CP and CPT in Production and Decay of Majorana Fermions.

Ec. Polytech., Palaiseau-Paris/F (2000)

M.M. MÜHLEITNER

Higgs Self-Couplings at Future Colliders.

Rencontre de Physique des Particules, LPMT Montpellier/F (2000)

The Production of MSSM Higgs Bosons in $\gamma\gamma$ Collisions.

Int. Workshop on High Energy Photon Colliders, DESY Hamburg/D (2000)

The Production of MSSM Higgs Bosons in $\gamma\gamma$ Collisions.

DESY Theory Workshop, Hamburg/D (2000)

M. OEVERS, L. SCORZATO, J. SKULLERUD

Numerical Study of Dense Adjoint 2-Colour Matter.

Workshop on Phase Transitions in Hot and Dense Matter, Glasgow/GB (2000)

A. RINGWALD

On Functional Integral Representations of S-Matrix Elements.

12th Workshop on Beyond the Standard Model, Bad Honnef/D (2000)

Theory and Phenomenology of Instantons at HERA.

2 Vorlesungen, Graduiertenkolleg Elementarteilchenphysik der Humboldt-Univ. zu Berlin, Zeuthen/D (2000)

Sensitivity of a km^3 Neutrino Telescope to Exotic Phenomena in UHE νN Scattering.

Gesprächskr. Kubik-km Neutrinoteleskope, Zeuthen/D (2000)

F. SCHREMPF

Dual QCD and Instantons.

12th Workshop on Beyond the Standard Model, Bad Honnef/D (2000)

Instantons in Deep-Inelastic Scattering.

8th Int. Workshop on Deep Inelastic Scattering and QCD (DIS2000), Liverpool/GB (2000)

Auf der Spur von Instantonen – grundlegenden Tunnelprozessen in der Teilchenphysik.

Univ. Mainz/D (2000)

Zooming-in on Instantons at HERA.

Univ. Warsaw/PL (2000)

J. SKULLERUD

The Gluon and Quark Propagators in Momentum Space.

Humboldt Univ. Berlin/D (1999)

QCD-like Theories at Finite Density from the Lattice.

Univ. Edinburgh/GB (2000)

CSSM, Univ. Adelaide/AUS (2000)

M. SPIRA

SUSY Particle Production at Hadron Colliders.

PSI Villigen/CH (2000)

Higgs Radiation off Quarks in Supersymmetric Models at e^+e^- Colliders.

Workshop RADCOR 2K, Carmel/USA (2000)

Search for Higgs Bosons at TESLA.

DESY Hamburg/D (2000)

SUSY-QCD Corrections to Higgs Boson Production at Hadron Colliders.

Workshop SUSY2K, CERN/CH (2000)

Search for Higgs and SUSY Particles at the Upgraded Tevatron.

NIKHEF Amsterdam/NL (1999)

Higgs Physik am LHC: Theoretische Basis und phenomenologische Aspekte.

Univ. Bonn/D (1999)

P.M. ZERWAS

Theorie der elektroschwachen Wechselwirkungen.

Kolloquiumsvortrag, Univ. Regensburg/D (1999)

Physics with Hadron and Lepton Colliders.

Canadian Winter School, Lake Louise/CAN (2000)

Physics with e^+e^- Linear Colliders.

Kolloquiumsvorträge, Univ. Warsaw/PL (2000) und

State Univ. of New York, Buffalo/USA (2000)

Univ. Durham/GB (2000)

Univ. Prague/CZ (2000)

Univ. of Rochester, New York/USA

Phenomenology of the Higgs Mechanism.

Higgs-Fest, Univ. Edinburgh/GB (2000)

Supersymmetry at TeV e^+e^- Linear Colliders.

Rencontre GDR SUSY, Ec. Polytech., Palaiseau/Paris/F (2000)

Physik des Standard Modells.

Herbstschule für Theor. Physik, Halle/D (2000)

Multi-TeV Lepton Colliders: The Physics Potential.

ECFA-HEP Study Group, DESY Hamburg/D (2000)

Testing Electroweak Symmetry Breaking at e^+e^- Colliders.

Univ. Warsaw/PL (2000)

Dissertationen

A.A. BARRIENTOS BENDEZU

Higgs-Erzeugung am Großen Hadronbeschleuniger LHC im Minimalen Supersymmetrischen Standardmodell.

Univ. Hamburg/D (2000)

O. BÄR

Global Anomalies in Chiral Lattice Gauge Theories.

Univ. Hamburg/D (2000)

DESY-THESIS-2000-022

M. BARTELS

Analytic Calculation of a 1-Loop Effective Action for the $O(\mathcal{N} + 1)$ -Symmetric 2-Dimensional σ -Model.
Univ. Hamburg/D (2000)

F. BOAS

Gauge Theories in Local Causal Perturbation Theory.
Univ. Hamburg/D (1999)
DESY-THESIS-1999-032

M. BOLZ

Thermal Production of Gravitinos.
Univ. Hamburg/D (2000)
DESY-THESIS-2000-013

K.P.O. DIENER

Quanteneffekte von Majorana-Neutrinos in Präzisionsobservablen.
Univ. Hamburg/D (2000)

R. KIRCHNER

Ward Identities and Mass Spectrum of $N=1$ Super Yang-Mills Theory on the Lattice.
Univ. Hamburg/D (2000)

M.M. MÜHLEITNER

Higgs Particles in the Standard Model and Supersymmetric Theories.
Univ. Hamburg/D (2000)
DESY-THESIS-2000-033, hep-ph/0008127

C.P. PALISOC

Threshold Singularities in Higgs Boson Production and Decay.
Univ. of the Philippines, Diliman/RP (2000)

G. PINTER

Epstein-Glaser Renormalization: Finite Renormalizations, the S-Matrix of ϕ^4 Theory and the Action Principle.
Univ. Hamburg/D (2000)
DESY-THESIS-2000-047

D. PRANGE

Energy Momentum Tensor and Operator Product Expansion in Local Causal Perturbation Theory.
Univ. Hamburg/D (2000)
DESY-THESIS 2000-037, hep-th/0009124

J. WÜRTHNER

Enzymatic Simulation of Complex Processes.
Univ. Hamburg/D (2000)
DESY-THESIS-2000-018

Diplomarbeiten**M. DE RIESE**

Polar Decomposition in General Complex Systems and Classification of Gauge-, Higgs- and Vierbeinfelds with it.
Univ. Hamburg/D (2000)

J. DOHRMANN

Higgsmechanismus in Eichtheorien, Axigluonen.
Univ. Hamburg/D (1999)

C. LEHMANN

Konvergenzeigenschaften von Mehrgitterverfahren für ungeordnete Systeme.
Univ. Hamburg/D (2000)

C. NEFF

Wickpolynome des freien Skalarfelds.
Univ. Hamburg/D (2000)

K. PETERS

Eine Abschätzung der Higher-Twist-Beiträge im kleinen x_B Bereich mit dem Saturationsmodell.
Univ. Hamburg/D (2000)

T. PRÜSTEL

Effektive Feldtheorien in Reeller Zeit.
Univ. Hamburg/D (2000)

D. RATHJE

Die Theorie kategorischer Systeme.
Univ. Hamburg/D (2000)

M. SCHRATTENHOLZER

Logik Lokal.
Univ. Hamburg/D (1999)

HASYLAB**Veröffentlichungen**

B. ADAMCZYK, O. BOESE, N. WEIHER, S.L.M. SCHRÖDER, E. KEMNITZ

Fluorine-Modified Chromium Oxide and its Impact on Heterogeneously Catalyzed Fluorination Reactions.
J. Fluorine Chem. 101 (2000) 239

B. ADAMS

Proposal for a Femtosecond X-Ray Detector.
Zur Veröffentl. in Nucl. Instrum. Methods A

B. ADAMS, P. FERNANDEZ, W.K. LEE, G. MATERLIK, D.M. MILLS, D.V. NOVIKOV

Parametric Down Conversion of X-Ray Photons.
J. Synchrotron Rad. 7 (2000) 81

B. ADAMS, Y. NISHINO, G. MATERLIK

A Novel Experimental Technique for Atomic X-Ray Holography.
J. Synchrotron Rad. 7 (2000) 274

R. ADELUNG, J. BRANDT, L. KIPP, M. SKIBOWSKI

Reconfiguration of Charge Density Waves by Surface Nanostructures.
Zur Veröffentl. in Phys. Rev. B

R. ADELUNG, J. BRANDT, K. ROSSNAGEL, O. SEIFARTH, L. KIPP, M. SKIBOWSKI, C. RAMIRES, T. STRASSER, W. SCHATTKER

Tuning Dimensionality by Nanowire Adsorption on Layered Materials.
Zur Veröffentl. in Phys. Rev. Lett.

- R. ADELUNG, J. BRANDT, L. TARCAK, L. KIPP, M. SKIBOWSKI
Charge Density Waves Affected by Rb Nanowire Network Formation on 1T-TaS₂.
Appl. Surf. Sci. 162-163 (2000) 666
- N. ALONSO-VANTE, P. BORTHEN, M. FIEBER-ERDMANN, H.H. STREHBLOW, E. HOLUB-KRAPPE
An in situ Grazing Incidence X-Ray Absorption Study of Ultra Thin Ru_xSe_y Cluster-Like Electrocatalyst Layers.
Electrochimica Acta 45 (2000) 4227
- M.YA. AMUSIA, A.S. BALTENKOV, U. BECKER
Strong Oscillations in the Photoionization of 5s-Electrons in @C60 Endohedral Atoms.
Phys. Rev. A62 (2000) 012701
- J. ANDRIESSEN, O.T. ANTONYAK, P. DORENBOS, P.A. RODNYI, G.B. STRYGANYUK, C.W.E. VAN EIJK, A.S. VOLOSHINOVSKI
Experimental and Theoretical Study of the Spectroscopic Properties of Ce³⁺ Doped LaCl₃ Single Crystals.
Opt. Commun. 178 (2000) 355
- J. ANDRUSZKOW et al.
First Observation of Self-Amplified Spontaneous Emission in a Free-Electron Laser at 109 nm Wavelength.
Phys. Rev. Lett. 85 (2000) 3825 und
DESY-00-066, physics/0006010
- A. ANGELOVA, R. IONOV, M.H.J. KOCH, G. RAPP
Interaction of the Peptide Antibiotic Alamethicin with Bilayer and Non-Bilayer Forming Lipids: Influence of Increasing Alamethicin Concentration on the Lipids Supramolecular Structures.
Arch. Biochem. Biophys. 378 (2000) 93
- J.J. APPERLOO, R.A.J. JANSSEN, M.M. NIELSEN, K. BECHGAARD
Doping in Solution as an Order Inducing Tool prior to Film Formation of Regio-Irregular Polyalkylthiophenes.
Adv. Mater. 12 (2000) 1594
- T. ARLT, M. BERMEJO, M.A. BLANCO, L. GERWARD, J.Z. JIANG, J. STAUN OLSEN, J.M. RECIO
High-Pressure Polymorphs of Anatase TiO₂.
Phys. Rev. B61 (2000) 14414
- M. ASPELMEYER, U. KLEMRADT, W. HARTNER, H. BACHHOFER, G. SCHINDLER
High-Resolution X-Ray Reflectivity Study of Thin Layered Electrodes for Integrated Ferroelectric Devices.
Zur Veröffentl. in J. Phys. D: Appl. Phys.
- J. AUGUSTIN, T. BÖKER, W. FRENTROP, H. DWELK, C. JANOWITZ, V. EYERT, R. MANZKE
Electronic Band Structure of the Layered Compound Td-WTe₂.
Phys. Rev. B62 (2000) 10812
- R. BACEWICZ, A. WOLSKA, P. SAINCTAVIT, K. LAWNICZAK-JABLONSKA
X-Ray Absorption Near-Edge Structure of CuInSe₂ Crystals.
J. Phys.: Condens. Matter 12 (2000) 7371
- A. BADER, D. ALBERT, W. FASCHINGER
Detecting Extremely Asymmetric Reflections: A Potential in situ Characterization Method.
Zur Veröffentl. in J. Phys. D: Appl. Phys.
- C. BAEHTZ, H. EHRENBURG, H. FUESS
Tetrathiavulvalene and 7,7,8,8,-Tetracyanoquinodimethane in Zeolite Faujasite.
Zur Veröffentl. in Phys. Chem. Chem. Phys.
- G. BALDINI, S. BERETTA, G. CHIRICO, H. FRANZ, E. MACCIONI, P. MARIANI, F. SPINOZZI
Salt-Induced Association of β -Lactoglobulin by Light and X-Ray Scattering.
Macromolecules 32 (2000) 6128
- F.J. BALTA-CALLEJA, M. CRUZ GARCIA, D.R. RUEDA, S. PICCAROLO
Density Fluctuations in Poly(ethylene terephthalate) Quenched from the Melt at High Cooling Rates: X-Ray Scattering and Microhardness Study.
Polymer 41 (2000) 4143
- K. BECHGAARD, M.M. NIELSEN, F.C. KREBS
(TMTSF)₂X Materials and Structural Implications for Low-Dimensional Polymeric and Disordered Molecular Semiconductors.
J. Phys. IV-10 (2000) 3
- U. BECKER
Angle-Resolved Electron-Electron and Electron-Ion Coincidence Spectroscopy – New Tools Photoionization Studies.
Zur Veröffentl. in J. Electr. Spectrosc. Rel. Phenom.
- U. BECKER, O. GESSNER, A. RÜDEL
Photoelectron Scattering in Molecules and Fullerenes.
J. Electr. Spectrosc. Rel. Phenom. 108 (2000) 189
- W. BECKER, J. MARXEN, M. EPPLER, O. REELEN
Influence of Microgravity on Crystal Formation in Biomineralisation.
Zur Veröffentl. in J. Appl. Physiology.
- P. BEHRENS
XANES, EXAFS and Related Techniques.
In: Molecular Sieves – Science and Technology, Vol. 4, H.G. Karge, J. Weitkamp (Eds.), Springer Verl. Heidelberg/D (2000)
- C.J. BENMORE, B. TOMBERLI, P.A. EGELSTATT, J. NEUEFEIND
Quantum Effects in the Structure of Liquid Benzene at Room Temperature.
Zur Veröffentl. in Molec. Phys.
- W. BIETSCH, J. BAO, J. LÜDECKE, S. VAN SMAALEN
Jahn-Teller Distortion and Merohedral Disorder of C60 – as Observed by ESR.
Chem. Phys. Lett. 324 (2000) 37
- D.H. BILDERBACK, A. FREUND, G.S. KNAPP, D.M. MILLS
The Historical Development of Cryogenically Cooled Monochromators for Third-Generation Synchrotron Radiation Sources.
J. Synchrotron Rad. 7 (2000) 53

U. BISMAYER

Hard Mode Spectroscopy of Phase Transitions.

In: Reviews in Mineralogy and Geochemistry, Vol. 39, P.H. Ribbe (Ed.) (2000)

U. BISMAYER, D. MATHES, M. AROYO, D. BOSBACH, A. PUTNIS, G. VAN TENDELOO, B. GÜTTLER

Ferroelastic Domains in Lead Phosphate-Arsenate: An AFM, X-Ray Diffraction, TEM and Raman Study.

Phase Transitions 71 (2000) 243

U. BISMAYER, D. MATHES, D. BOSBACH, A. PUTNIS, G. VAN TENDELOO, J. NOVAK, E.K.H. SALJE

Ferroelastic Orientation States and Domain Walls in Lead Phosphate-Type Crystals.

Mineralog. Mag. 64 (2000) 233

S. BOCHAROV, T. KIRCHNER, G. DRÄGER, O. SIPR, A. SIMUNEK

Dipole and Quadrupole Contributions to Polarized Cu K X-Ray Absorption Near-Edge Structure Spectra of CuO.

Zur Veröffentlich. in Phys. Rev. B,

T. BÖKER, R. SEVERIN, A. MÜLLER, C. JANOWITZ, R. MANZKE, D. VOSS, P. KRÜGER, A. MAZUR, J. POLLMANN

Band Structures of MoS₂, MoSe₂, and α -MoTe₂: Angular-Resolved Photoelectron Spectroscopy in the Constant-Final-State Mode and ab initio Calculations.

Zur Veröffentlich. in Phys. Rev. B

U. BONSE, F. BECKMANN

Multiple Beam X-Ray Interferometry for Phase-Contrast Microtomography.

Zur Veröffentlich. in J. Synchrotron Rad.

M. BOTEV, S. PICCAROLO, V. BRUCATO, M. GAHLEITNER

Dimensional Stability of Isotactic Polypropylenes Studied by Time-Resolved Density Measurement. Estimate of iPP Thermal Expansion Coefficient.

Zur Veröffentlich. in Macromol. Chem. & Phys.

M. BOTEV, J. RAULT, S. PICCAROLO

Stability of the „Smectic“ Phase in Quenched Isotactic Polypropylene.

Zur Veröffentlich. in J. Macromol. Sci.

D.T. BOWRON, M.H. KRISCH, A.C. BARNES, J.L. FINNEY, A. KAPROLAT, M. LORENTZEN

X-Ray-Raman Scattering from the Oxygen K Edge in Liquid and Solid H₂O.

Phys. Rev. B62 (2000) R9223

J. BRANDT, J. KANZOW, K. ROSSNAGEL, L. KIPP, M. SKIBOWSKI, E. KRASOWSKII, W. SCHATTKER, M. TRAVING, J. STETTNER, W. PRESS, C. DIEKER, W. JAEGER

Band Structure of the Misfit Compound (PbS)NbS₂ Compared to NbSe₂: Experiment and Theory.

Zur Veröffentlich. in J. Electr. Spectrosc. Relat. Phenom.

B. BRENNER, T. MATTEI, A. RADOCAJ, T. KRAFT

Kinetics and Structural Properties of Cross-Bridges during Isotonic Steady State Contraction.

Biophys. J. 78/1 (2000) 134A

B. BRENNER, R. STEHLE, T. MATTEI, A. RADOCAJ, T. KRAFT

Cross-Bridge Attachment during Isotonic Steady State Contraction: Kinetic and Structural Studies.

Pflüg. Arch. 439 (2000) R433

F. BRINGEZU, G. RAPP, B. DOBNER, P. NUHN, G. BREZE-SINSKI

Structures and Phase Transitions in Aqueous Dispersions of Branched-Chain Glycerophosphoethanolamines.

Phys. Chem. Chem. Phys. 2 (2000) 4509

V. BRUCATO, V. LA CARRUBBA, S. PICCAROLO, G. TITOMANLIO

Polymer Solidification under Pressure and High Cooling Rates.

Intern. Polym. Processing 15 (2000) 103

B. BÜHN, W. DÖRR, C.M. BRAUNS

Petrology and Age of the Otjisazu Carbonatite Complex, Namibia: Implications for the Pre- and Synorogenic Damaran Evolution.

J. Afr. Earth Sci. 31 (2000) 3

H.J. BUNGE, H. KLEIN, J.R. SCHNEIDER, T. TSCHENTSCHER, L. WCISLAK

Hard X-Ray Texture Measurements with an On-line Image Plate.

Zur Veröffentlich. in Nucl. Instrum. Methods A

E. BURKEL

Phonon Spectroscopy by Inelastic X-Ray Scattering.

Rep. Prog. Phys. 63 (2000) 171

I. CAMPOY, M.A. GÓMEZ, C. MARCO

Small Angle X-Ray Diffraction Study of Blends of Nylon 6 and a Liquid Crystal Copolyester.

Polymer 41 (2000) 2295

L.X. CAO, E. SOZONTOV, J. ZEGENHAGEN

The Effect of Epitaxial Strain on RbBa₂Cu₃O_{7- δ} .

phys. stat. sol. (a) 181 (2000) 387

R. CATTANEO, R. PRINS

QEXAFS Study of the Sulfidation of NiMo/Al₂O₃ Hydrotreating Catalysts.

Zur Veröffentlich. in J. Synchrotron Rad.

R. CATTANEO, F. ROTA, R. PRINS

An XAFS Study of the Different Influence of Chelating Ligands on the HDN and HDS of γ -Al₂O₃-Supported NiMo Catalysts.

Zur Veröffentlich. in J. Catalysis

R. CATTANEO, T. WEBER, T. SHIDO, R. PRINS

A Quick EXAFS Study of the Sulfidation of NiMo/SiO₂ Hydrotreating Catalysts Prepared with Chelating Ligands.

J. Catalysis 191 (2000) 225

M. CHALL, B. WINKLER, P. BLAHA, K. SCHWARZ

Structure and Properties of NaCl and the Suzuki Phase Na₆CdCl₈.

J. Phys. Chem. B104 (2000) 1191

T. CHATTERJI, G.J. MCINTYRE, W. CALIEBE, R. SURYANARAYANAN, G. DHALENNE, A. REVCOLEVSCHI

Reentrant Behavior of the Charge and Orbital Ordering and Antiferromagnetism in LaSr₂Mn₂O₇.

Phys. Rev. B61 (2000) 570

- B.S. CLAUSEN, J.K. NØRSKOV
Asymmetric Pair Distribution Functions in Catalysis.
Topics in Catalysis 10 (2000) 221
- C. COLLETTI, S. PICCAROLO, A. VALENZA
Solidification Behaviour of PA6/iPP Blends at High Cooling Rates.
Intern. Polym. Processing 15 (2000) 46
- U. DAHMEN-LEVISON, G. BREZESINSKI
Methyl-Branched Glycerophosphocholines: Monolayer Disorder and its Effect on the Rate of the Phospholipase A2 Catalyzed Hydrolysis.
Phys. Chem. Chem. Phys. 2 (2000) 4605
- U. DAHMEN-LEVISON, G. BREZESINSKI, H. MÖHWALD
Monolayer Structures of Triple-Chain Phosphatidylcholines as Substrates for Phospholipases.
Colloids & Surfaces A171 (2000) 97
- A. DANIEL, V. HOLY, Y. ZHUANG, T. ROCH, J. GRENZER, Z. BOCHNICEK, G. BAUER
GID Study of Strains in Si due to Patterned SiO₂.
Zur Veröffentlich. in J. Phys. D: Appl. Phys.
- A. DANIEL, S. RENNON, J.P. REITHMAIER, A. FORCHEL, J. GRENZER, N. DAROWSKI, U. PIETSCH
Grazing-Incidence Diffraction Strain Analysis of a Laterally-Modulated Multi-Quantum Well System Produced by Focused-Ion-Beam Implantation.
Zur Veröffentlich. in Appl. Phys. Lett.
- A.A. DARHUBER, G. BAUER, P. SCHITTENHELM, G. AB-STREITER
Structural Characterization of Self-Organized Ge Islands.
In: Self-Organized Quantum Dots, T.P. Pearsall (Ed.), Gordon & Breach (2000)
- J. DAVASAAMBUU, A. DANIEL, J. STAHN, U. PIETSCH
Harmonic and Anharmonic Thermal Vibrations in Cubic ZnSe.
Zur Veröffentlich. in Z. Krist.
- V.F. DEGTAREVA, O. DEGTAREVA, W.B. HOLZAPFEL, K. TAKEMURA
Phase Transitions of a Simple Hexagonal In_{0.2}Sn_{0.8} Alloy under High Pressure.
Phys. Rev. B61 (2000) 5823
- 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.
Phys. Rev. B61 (2000) 8462
- T. DILL, H. JOB, W.R. DIX, R. VENTURA, W. KUPPER, C.W. HAMM, T. MEINERTZ
Intravenöse Koronarangiographie mit Synchrotronstrahlung.
Z. Kardiol. 89 (2000) 1/27
- G. DÖRING, K. HÖPPNER, A. KAPROLAT, W. SCHÜLKE
3D Reconstruction of Electron Momentum Densities and Occupation Number Densities of Cu and CuAl Alloys.
In: Understanding Chemical Reactivity, Vol. 21, P.G. Mezey et al. (Eds.), Kluwer Academic Publ., Dordrecht/NL (2000)
- A.K. DOERR, M. TOLAN, J.P. SCHLOMKA, W. PRESS
Evidence for Density Anomalies of Liquids at the Solid/Liquid Interface.
Zur Veröffentlich. in Europhys. Lett.
- W. DROZDOWSKI, A.J. WOJTOWICZ,
Radiative Recombination in BaF₂:Pr.
J. Alloys & Compounds 300-301 (2000) 261
- W. DRUBE, H. SCHULTE-SCHREPPING, R. TREUSCH
Automatic Alignment of the HASYLAB BW2 Beamline.
Zur Veröffentlich. in Nucl. Instrum. Methods A
- M. DUBIEL, S. BRUNSCH, L. TRÖGER
Characterization of Nanoscale Silver Particles in Glasses by Temperature-Dependent EXAFS Spectroscopy.
J. Phys.: Condens. Matter 12 (2000) 4775
- L.C. DUDA, J. NORDGREN, G. DRÄGER, S. BOCHAROV, T. KIRCHNER
Polarized Resonant Inelastic X-Ray Scattering from Single-Crystal Transition Metal Oxides.
J. Electr. Spectr. Relat. Phenom. 110-111 (2000) 275
- C. DÜRR, S. LEGNER, R. RAYN, S.V. BORISENKO, Z. HU, A.THERESIAK, M. KNUPFER, M.S. GOLDEN, J. FINK, F. RONNING, Z.X. SHEN, H. EISAKI, S. UCHIDA, R.L. JOHNSON, K. ROSSNAGEL, L. KIPP, G. REICHARDT
Angle Resolved Photoemission Spectroscopy of Sr₂CuO₂Cl₂.
Zur Veröffentlich. in Phys. Rev. B
- S. EBBINGHAUS, Z. HU, A. RELLER
Determination of the Oxidation States of Cu and Ru in the System La_{2-x}Sr_xCu_{1-y}Ru_yO_{4-δ} by XANES Measurements.
Zur Veröffentlich. in J. Solid State Chem.
- A. EDELMANN, W. SCHIESSER, H. VINE, A. JENTYS
Oxidation State of Bimetallic PdCu Catalysts during Liquid Phase Nitrate Reduction.
Catal. Lett. 69 (2000) 11
- R. EDGAR, J.Y. HUANG, R. POPOVITZ-BIRO, K. KJAER, W.G. BOUWMAN, P.B. HOWES, J. ALS-NIELSEN, Y.R. SHEN, M. LAHAV, L. LEISEROWITZ
Absolute Orientation of Molecules of Amphiphilic Alcohols in Crystalline Monolayers at the Air-Water Interface.
J. Phys. Chem. B104 (2000) 6843
- T. EGUCHI, K. ARAKAWA, K. KAKINUMA, G. RAPP, S. GOSH, Y. NAKATANI, G. OURISSON
Giant Vesicles from 72-Membered Macrocyclic Archaeal Phospholipid Analogues: Initiation of Vesicle Formation by Molecular Recognition between Membrane Components.
Chem. Eur. J. 6 (2000) 3351
- H. EHRENBERG, M. KNAPP, T. HARTMANN, H. FUESS, T. WROBLEWSKI
Resonant X-Ray Diffraction Using High-Resolution Image-Plate Data.
J. Appl. Cryst. 33 (2000) 953

- H. EHRENBERG, G. WILTSCHEK, R. THEISSMANN, H. WEITZEL, H. FUESS, F. TROUW
The Magnetic Structure of FeNbO_4 .
J. Magn. Magn. Mater. 218 (2000) 261
- S. EIDEN-ASSMANN, A.M. SCHNEIDER, P. BEHRENS, M. WIEBCKE, G. ENGELHARDT, J. FELSCH
Lead Hydro Sodalite $[\text{Pb}(\text{OH})(\text{H}_2\text{O})_3]_2 [\text{Al}_3\text{Si}_3\text{O}_{12}]_2$: Synthesis and Structure Determination by Combining X-Ray Rietveld Refinement, FT-IR and XANES Spectroscopy.
Chem. Eur. J. 6 (2000) 292
- L. ENGELKE, M. SCHAEFER, W. BENSCH
Apparatus to Study Hydrothermal Reactions by in situ Energy Dispersive X-Ray Diffraction.
Zur Veröffentlich. in Eur. J. Solid State Inorg. Chem.
- L. ENGELKE, M. SCHUR, W. BENSCH
In-situ X-Ray Diffraction Studies of the Crystallisation of Layered Manganese Thioantimonates (III) under Hydrothermal Conditions.
Zur Veröffentlich. in Chem. Mater.
- H. ENKISCH, A. KAPROLAT, W. SCHÜLKE, M.H. KRISCH, M. LORENZEN
Resonant Inelastic Scattering of X-Rays from NiAl: Bloch k-Vector Selectivity.
J. Phys. Chem. Solids 61 (2000) 449
- M. EPPLER, M. PANTHÖFER, R. WALTHER, H.J. DEISEROTH
Crystal-Chemical Characterization of Mixed-Valent Indium Chalcogenides by X-Ray Absorption Spectroscopy (EXAFS).
Z. Krist. 215 (2000) 445
- J. ERBES, A. GABKE, G. RAPP, R. WINTER
Rate of Phase Transformations between Lyotropic Lipid Mesophases: A Time-Resolved Synchrotron X-Ray Diffraction Study Using the Pressure-Jump Relaxation Technique.
Phys. Chem. Chem. Phys. 2 (2000) 151
- C. ERN, W. DONNER, H. DOSCH, B. ADAMS, D. NOWIKOW
Temperature-Dependent Interfacial Stiffness of the Disorder Layer in a Thin Cu_3Au Alloy Film.
Phys. Rev. Lett. 85 (2000) 1926
- I. ESTRELA-LLOPIS, G. BREZESINSKI, H. MÖHWALD
Influence of Model Membrane Structure on Phospholipase D Activity.
Phys. Chem. Chem. Phys. 2 (2000) 4600
- B. FAATZ, A.A. FATEEV, J. FELDHAUS, J. KRZYWINSKI, J. PFLÜGER, J. ROSSBACH, E.L. SALDIN, J.R. SCHNEIDER, E.A. SCHNEIDMILLER, M.V. YURKOV
Development of a Pump-Probe Facility with Sub-Picosecond Time Resolution Combining a High-Power Ultraviolet Regenerative FEL Amplifier and a Soft X-Ray SASE FEL.
DESY 00-094, zur Veröffentlich. in Nucl. Instrum. Methods A
- B. FAATZ, J. PFLÜGER
Different Focusing Solutions for the TTF-FEL Undulator.
Zur Veröffentlich. in Nucl. Instrum. Methods A
- S. FAHSEL
Effect of lipid acyl Chain Length, Temperature, Pressure and Composition on the Mixtures.
Europ. Biophys. J. 29 (2000) 299
- G. FALKENBERG, O. CLAUSS, A. SWIDERSKI, T. TSCHENTSCHER
Upgrade of the X-Ray Fluorescence Beamline L at HASYLAB/DESY.
Zur Veröffentlich. in X-Ray Spectrometry
- G. FALKENBERG, R.L. JOHNSON, N. TAKEUCHI
Scanning Tunneling Microscopy and ab initio Calculations: $c(4 \times 8)$ Reconstructions of Pb on Si and Ge(001) Surfaces.
Zur Veröffentlich. in Phys. Rev. B
- G. FALKENBERG, T. TSCHENTSCHER, O. CLAUSS, A. SWIDERSKI
Optics for the X-Ray Fluorescence Beamline at HASYLAB.
Zur Veröffentlich. in Nucl. Instrum. Methods A
- 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).
Appl. Surf. Sci. 162-163 (2000) 256
- E. FELDDBACH, M. KIRM, A. LUSHCHIK, C. LUSHCHIK, I. MARTINSON
Excitonic and Electron-Hole Processes in NaCl and NaCl:Ag Crystals under Conditions of Multiplication of Electronic Excitations.
J. Phys.: Condens. Matter 12 (2000) 1991
- A. FERA, I. DOLBANYA, R. OPITZ, B.I. OSTROVSKII, W.H. DE JEU
Crystalline Smectic-B Films as Fluctuating Systems: Static and Dynamic X-Ray Scattering.
Zur Veröffentlich. in Phys. Rev. E
- 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.
Surf. Sci. 451 (2000) 41
- O. FRANCO, S. KATHOLY, K. MORAWETZ, J. REICHE, A. FREYDANK, L. BREHMER, J.A. DE SAJA
Monitoring of Counter-Ion Interaction with Langmuir- and LB-Films of Amphiphilic 1,3,4-Oxadiazoles.
Zur Veröffentlich. in Colloids & Surfaces A
- H. FRANZ, B. HUCKELMANN, J.R. SCHNEIDER
The Nuclear-Resonance-Scattering Station at the PETRA II Undulator Beamline.
Hyperfine Interactions 126 (2000) 397
- T. FRELLO, N.H. ANDERSEN, J. MADSEN, A.B. ABRAHAMSEN, M. VON ZIMMERMANN, T. NIEMÖLLER, J.R. SCHNEIDER, T. WOLF
Oxygen-Ordering Superstructures in $\text{NdBa}_2\text{Cu}_3\text{O}_{6.5}$ Single Crystals Investigated by Hard-X-Ray Diffraction.
Phys. Rev. B61 (2000) R9253

- H.P. FREUND, S.G. BIEDRON, R.J. DEJUS, S.V. MILTON, H.D. NUHN, B. FAATZ, S. REICHE
Multi-Dimensional Free-Electron Laser Simulation Codes: A Comparison Study.
Nucl. Instrum. Methods A445 (2000) 110
- P. FRIEDEL, D. POSPIECH, D. JEHNICHEN, J. BERGMANN, C.K. OBER
Polyesters with Semifluorinated Side Chains: A Proposal for the Solid State Structure.
J. Polym. Sci. Part B: Polym. Phys. 38 (2000) 1617
- S.S. FUNARI, G. RAPP, M. PERBRANDT, K. DIERKS, M. VALLAZZA, C. BETZEL, V.A. ERDMANN, D.I. SVERGUN
Structure of Free Thermus Flavus 5S rRNA at 1.3 nm Resolution from Synchrotron X-Ray Solution Scattering.
J. Biol. Chem. 275 (2000) 31283
- F. GALLI, S. RAMAKRISHNAN, T. TANIGUCHI, G.J. NIEUWENHUIS, J.A. MYDOSH, S. GEUPEL, J. LÜDECKE, S. VAN SMAALEN
Charge-Density-Wave Transitions in the Local-Moment Magnet $\text{Er}_5\text{Ir}_4\text{Si}_{10}$.
Phys. Rev. Lett. 85 (2000) 158
- G. GAVOILLE, N.K. HANSEN, R. WELTER, B. MALAMAN, P. HERZIG, H.G. KRANE
Electron Density of CaNi_2Si_2 Studied Using Synchrotron X-Ray Diffraction and First-Principles Calculations.
J. Phys.: Condens. Matter 12 (2000) 2667
- R. GEHRKE, A. KNÖCHEL, P. K. PRANZAS, D.I. SVERGUN, J. THIEME, R. WILLUMEIT
Characterization of Structure and Coagulation Behavior of Aquatic Humic Substances.
Zur Veröffentl. in J. Am. Chem. Soc.
- T. GERHARD, D. ALBERT, W. FASCHINGER
High Resolution X-Ray Diffraction Study of Degrading ZnSe-Based Structures.
J. Crystal Growth, 214-215 (2000) 1049
- J.W. GERLACH, D. SCHRUPP, R. SCHWERTBERGER, H. NEUMANN, M. ZEUNER, B. RAUSCHENBACH
Texture and Epitaxy by Ion Beam Assisted Deposition of Gallium Nitride.
Surface & Coat. Technol. 128-129 (2000) 286
- 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.
Phys. Rev. A61 (2000) 022713
- C. GERTH, T. LOKAJCZYK, R. TREUSCH, J. FELDHAUS
Photon Diagnostics for the Study of Electron Beam Properties of a VUV SASE-FEL.
Zur Veröffentl. in Nucl. Instrum. Methods A
- T. GEUE, O. HENNEBERG, J. GRENZER, U. PIETSCH, A. NATANSOHN, P. ROCHON, K. FINKELSTEIN
Formation of a Buried Density Grating Onat Thermal Erasure of Azobenzene Polymer Surface Gratings.
Zur Veröffentl. in Coll. Surf. A
- T. GEUE, M. SCHULTZ, J. GRENZER, U. PIETSCH, A. NATANSOHN, P. ROCHON
X-Ray Investigations of the Molecular Mobility within Polymer Surface Gratings.
J. Appl. Phys. 87 (2000) 7712
- I.S. GEUPEL, J. LÜDECKE, A. JOBST, S. VAN SMAALEN, E. MORRE, C. GEIBEL, H.G. KRANE
Tieftemperaturstruktur und Elektronendichte der Spin-Peierls-Verbindung $\alpha\text{-NaV}_2\text{O}_5$.
- E. GLAZOUNOV, T. FETT, J.T. RESZAT, M.J. HOFFMANN, D. MUNZ, T. WROBLEWSKI
Influence of Domain Switching State on R-Curves Interpreted by Using X-Ray Diffraction Study.
Zur Veröffentl. in J. Mat. Sci. Lett.
- J. GLODO, A.J. WOJTOWICZ,
Thermoluminescence and Scintillation Properties of LuAP and YAP.
J. Alloys & Compounds 300-301 (2000) 289
- U. GLOISTEIN, M. EPPLE, H.K. CAMMENGA
Influencing the Solid-Solid Phase Transition in Phenanthrene by Suitable Doping.
Z. Physikal. Chem. 214 (2000) 379
- E. GMINDER, M. KIRM, V. KISAND, B. STEEG, S. VIELHAUER, G. ZIMMERER
Creation of Secondary Excitons in Solid Ar Observed in the Luminescence of Molecular Self-Trapped Excitons (M-STE).
J. Luminesc. 87-89 (2000) 555
- T.M. GREHK, W. DRUBE, G. MATERLIK, L. KIPP, M. SKIBOWSKI
Backscattering X-Ray Standing Waves in the XUV Region.
Zur Veröffentl. in J. Synchrotron Rad.
- J. GRENZER, J.N. DAROWSKI, U. PIETSCH, A. DANIEL, J.P. REITHMEIER, S. RENNO, A. FORCHEL
Grazing-Incidence Diffraction Strain Analysis of a Laterally Modulated MQW System Produced by Focused Ion Beam Implantation.
Zur Veröffentl. in Appl. Phys. Lett.
- H. GRÜNSTEUDEL, H. PAULSEN, H. WINKLER, A.X. TRAUTWEIN, H. TOFTLUND
High-Spin Low-Spin Transition.
Hyperfine Interactions 123-124 (2000) 841
- J.D. GRUNWALDT, B.S. CLAUSEN
Combining XRD and EXAFS with On-line Catalytic Studies for in situ Characterization of Catalysts.
Zur Veröffentl. in Topics in Catalysis

J.D. GRUNWALDT, P. KAPPEN, B.S. HAMMERSHØI, L. TRÖGER, B.S. CLAUSEN

Fluorescence EXAFS for the in situ Study on the State of Promoters in Catalysis.

Zur Veröffentlich. in J. Synchrotron Rad.

J.D. GRUNWALDT, A.M. MOLENBROEK, N.Y. TOPSØE, H. TOPSØE, B.S. CLAUSEN

In situ Investigations of Structural Changes in Cu/ZnO Catalysts. J. Catalysis 194 (2000) 452

M.M. GÜNTHER, B. BEMS, R. SCHLÖGL, T. RESSLER

In situ Studies on the Structure of Copper Oxide/Zinc Oxide Catalysts.

Zur Veröffentlich. in J. Synchrotron Rad.

M.M. GÜNTHER, T. RESSLER, B. BEMS, C. BÜSCHER, T. GENDER, O. HINRICHSSEN, M. MUHLER, R. SCHLÖGL

Implication of the Microstructure of Binary Cu/ZnO Catalysts for their Catalytic Activity in Methanol Synthesis.

Zur Veröffentlich. in Catal. Lett.

T. GUTBERLET, A. WURLITZER, U. DIETRICH, E. POLITSCH, G. CEVC, R. STEITZ, M. LÖSCHE

Organisation of Tethered Polyoxazoline Polymer Brushes at the Air/Water Interface.

Physica B283 (2000) 37

J.S. GUTMANN, P. MÜLLER-BUSCHBAUM, D.W. SCHUBERT, N. STRIBECK, D. SMILGIES, M. STAMM

Roughness Correlations in Ultra-Thin Polymer Blend Films.

Physica B283 (2000) 40

E. GUZIEWICZ, B.J. KOWALSKI, J. MASEK, B.A. ORLOWSKI, R.L. JOHNSON

Transition Metal 3d States in HgSe-Based Diluted Magnetic Semiconductors.

Zur Veröffentlich. in J. Alloys & Compounds

E. GUZIEWICZ, B.J. KOWALSKI, B.A. ORLOWSKI, R.L. JOHNSON

Photoemission Study of Sm/CdTe Interface Formation.

Zur Veröffentlich. in Appl. Surf. Sci.

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.

Appl. Surf. Sci. 166 (2000) 231

M. HAAS, E. REALO, H. WINKLER, W. MEYER-KLAUCKE, A.X. TRAUTWEIN

SYNFOS.

Hyperfine Interactions 125 (2000) 189

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.

Phys. Rev. B61 (2000) 4155

F. HAASS, T. BUHRMESTER, M. MARTIN

High Temperature in situ X-Ray Absorption Studies on the Iron Valence in Iron Doped Nickel Oxide ($\text{Ni}_{1-x}\text{Fe}_x$)_{1- δ} O.

Zur Veröffentlich. in Solid State Ionics

S. HAFFNER, M. KNUPFER, S.R. KRISHNAKUMAR, K. RUCK, G. KRABBES, M.S. GOLDEN, J. FINK, R.L. JOHNSON

Analysis of the First Electron-Removal States of $\text{Ba}_2\text{Cu}_3\text{O}_4\text{Cl}_2$. Eur. Phys. J. B14 (2000) 251

U. HAHN, M. HESSE, T. KRACHT, E.W. WEINER, K. PORGES, U. MISSE

The Residual Gas Analyzer System for the HASYLAB Beamline Vacuum System.

Zur Veröffentlich. in Nucl. Instrum. Methods A

C. HAMMERL, C. KAUPP, B. RAUSCHENBACH

Study of Phase Formation of High Fluence Oxygen Implanted Titanium and Molybdenum by Means of in-situ Electrical Resistivity Measurements.

Surface & Coat. Technol. 128-129 (2000) 370

T.H. HANSTEEN, P.M. SACHS, F. LECHTENBERG

Partitioning Behaviour of Trace Elements between Granite and Fluid Changes from Solidus to Sub-Solidus Conditions: Fluid Inclusion Evidence.

Z. Eur. J. Mineral. 12 (2000) 74

Synchrotron-XRF Microprobe Analysis of Silicate Reference Standards Using Fundamental-Parameter Quantification.

Z. Eur. J. Mineral. 12 (2000) 25

T.H. HANSTEEN, V.R. TROLL, J. ARENSMEIER, M. SUMITA

Magma mixing during the 1991 Mt. Unzen Eruption, Japan, as

Evidenced from Glass Inclusions and Plagioclase Zoning.

Terra Nostra 2 (2000) 35

B. HASSE, H. EHRENBERG, J.C. MARXEN, W. BECKER, M. EPPLÉ

Calcium Carbonate Modifications of the Mineralized Shell of the Freshwater Snail *biomphalaria glabrata*.

Chem. Eur. J. 6 (2000) 3679

F. HATAMI, U. MÜLLER, H. KISSEL, K. BRAUNE, R.P. BLUM, S. ROGASCHESKI, H. NIEHUS, H. KIRMSE, W. NEUMANN,

M. SCHMIDBAUER, R. KÖHLER, W.T. MASSELINK

Planar Ordering of InP Quantum Dots on (100) $\text{In}_{0.48}\text{Ga}_{0.52}\text{P}$.

J. Cryst. Growth 216 (2000) 26

S. HEATHMAN, R.G. HAIRE, T. LE BIHAN, A. LINDBAUM, K. LITFIN, Y. MERESSE, H. LIBOTTE

Pressure Induces Major Changes in the Nature of Americium's 5f Electrons.

Phys. Rev. Lett. 85 (2000) 2961

O. HENNEBERG, T. GEUE, M. SAPHIANNIKOVA, U. PIETSCH, A. NATANSOHN, P. ROCHON, K. FINKELSTEIN

Investigation of Material Flow on Inscribing a Polymer Surface Grating Probing X-Ray and Vis Light Scattering.

Zur Veröffentlich. in Coll. Surf. A

O. HERZBERG, H. EHRENBERG, S.J. KITCHIN, K.D.M. HARRIS, M. EPPLÉ

Characterization of Alkali-4-Halogenomethyl Benzoates by Solid State NMR Spectroscopy and Structure Determination from Synchrotron Powder Diffraction Data.

Zur Veröffentlich. in J. Solid State Chem.

- O. HERZOG, O. NARWARK, E. THORN-CSÁNYI
Synthesis and Properties of Monoheptyl Substituted PV Oligomers.
Zur Veröffentl. in Synth. Met.
- F.U. HILLEBRECHT
Non-Linear Optics in the Soft X-Ray Regime Using Free Electron
Laser (FEL) Radiation.
Zur Veröffentl. in Nucl. Instrum. Methods A
- F.U. HILLEBRECHT, T. KINOSHITA, C. ROTH, H.B. ROSE,
E. KISKER
Spin-Resolved Fe and Co 3s Photoemission.
J. Magn. Magn. Mater. 212 (2000) 201
- T. HIORT, D.V. NOVIKOV, E. KOSSEL, G. MATERLIK
Quantitative Assessment of X-Ray-Fluorescence Holography for
bcc Fe as a Test Case.
Phys. Rev. B61 (2000) R830
- K. HÖLZER, E. WECKERT, K. SCHROER
Properties of an Electron-Density Map Derived from a Limited
Number of Experimentally Determined Triplet Phases.
Acta Cryst. D56 (2000) 322
- J.M. HOLOPAINEN, J. LEMMICH, F. RICHTER, O.G. MOU-
RITSEN, G. RAPP, P.K.J. KINNUNEN
Dimyristoylphosphatidylcholine/C16:0-Ceramide Binary Lip-
osomes Studied by Differential Scanning Calorimetry and Wide-
and Small-Angle X-Ray Scattering.
Biophys. J. 78 (2000) 2459
- V. HOLY, J. STANGL, G. SPRINGHOLZ, M. PINCZOLITS, G.
BAUER, I. KEGEL, T.H. METZGER
Lateral and Vertical Ordering of Self-Assembled PbSe Quantum
Dots Studied by High-Resolution X-Ray Diffraction.
Physica B283 (2000) 65
- U. HOPPE
Structure of Vitreous P_2O_5 – A Refined Reverse Monte Carlo
Analysis.
J. Phys.: Condens. Matter 12 (2000) 8809
- U. HOPPE, R. KRANOLD, A. BARZ, D. STACHEL, J. NEUE-
FEIND
The Structure of Vitreous P_2O_5 Studied by High-Energy X-Ray
Diffraction.
Solid State Commun. 115 (2000) 559
- U. HOPPE, R. KRANOLD, H.J. WEBER, J. NEUEFEIND, A.C.
HANNON
The Structure of Potassium Germanate Glasses – A Combined
X-Ray and Neutron Scattering Study.
Zur Veröffentl. in J. Non-Cryst. Solids
- U. HOPPE, G. WALTER, R. KRANOLD, D. STACHEL
Structural Specifics of Phosphate Glasses Probed by Diffraction
Methods: A Review.
J. Non-Cryst. Solids 264 (2000) 29
- Z. HU, H. VON LIPS, M.S. GOLDEN, J. FINK, G. KAINDL,
F.M.F. DE GROOT, S. EBBINGHAUS, A. RELLER
Multiplet Effects in the RU- $L_{2,3}$ X-Ray-Absorption Spectra of
Ru(IV) and Ru(V) Compounds.
Phys. Rev. B61 (2000) 5262
- 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 $SrTiO_3$: I. The Broad Component.
Zur Veröffentl. in Phys. Rev. B
- H. HÜNNEFELD, T. NIEMÖLLER, J.R. SCHNEIDER, U. RÜTT,
S. RODEWALD, J. FLEIG, G. SHIRANE
Influence of Defects on the Critical Behaviour at the 105 K
Structural Phase Transition of $SrTiO_3$: II. The Sharp Component.
Zur Veröffentl. in Phys. Rev. B
- D. HUPFELD, W. SCHWEIKA, J. STREMPFER, K. MATTEN-
BERGER, G.J. MCINTYRE, T. BRÜCKEL
Element Specific Magnetic Order and Competing Interactions in
 $Gd_{0.8}Eu_{0.2}S$.
Europhys. Lett. 49 (2000) 92
- N. ICHIKAWA, S. UCHIDA, J.M. TRANSQUADA, T. NIEMÖL-
LER, P.M. GEHRING, S.H. LEE, J.R. SCHNEIDER
Local Magnetic Order vs Superconductivity in a Layered Cuprate.
Phys. Rev. Lett. 85 (2000) 1738
- A.YU. IGNATOV, N. ALI, P.V. KONAREV, M. TISCHER, A.V.
TSVYASHCHENKO, L.N. FOMICHEVA
Local Structure of YNi_2B_2C Superconductor Determined by
X-Ray Absorption Spectroscopy.
Phys. Rev. B61 (2000) 3274
- A.YU. IGNATOV, J. FELDHAUS, V.A. CHERNOV, A.A. IVA-
NOV
X-Ray Absorption Study of the CuO_2 Plane in $Nd_{2-x}Ce_x CuO_{4-\delta}$.
Nucl. Instrum. Methods A448 (2000) 358
- G. IRMER, J. MONECKE, P. VERMA, G. GOERIGK, M. HERMS
Size Analysis of Nanocrystals in Semiconductor Doped Silicate
Glasses with Anomalous Small-Angle X Ray and Raman Scatter-
ing.
J. Appl. Phys. 88 (2000) 1873
- C. JANOWITZ, A. MÜLLER, A. KRAPF, R. MANZKE
 $Bi_2Sr_2Ca_{1-x}Y_xCu_2O_{8+\delta}$ – From Optimum Doping to the Anti-
ferromagnetic Insulating Regime.
Zur Veröffentl. in Phys. Rev. B
- C. JANOWITZ, N. ORLOWSKI, R. MANZKE, Z. GOLACKI
On the Band Structure of HgTe and HgSe – View from Photo-
emission.
Zur Veröffentl. in J. Alloys & Compounds
- K. JANSSENS, G. VITTIGLIO, I. DERAEDT, A. AERTS, B.
VEKEMANS, L. VINCZE, F. WIE, I. DERYCK, O. SCHALM,
F. ADAMS, A. RINDBY, A. KNÖCHEL, A. SIMIONVICI, A.
SNIJIREV
Use of Microscopic XRF for Non-Destructive Analysis in Art and
Archaeometry.
X-Ray Spectrom. 29 (2000) 73
- R.E. JENTOFT, A. HAHN, F.C. JENTOFT, T. RESSLER
Manganese, Iron and Sulfur K Edge XAFS of Promoted Sulfated
Zirconia Catalysts.
Zur Veröffentl. in J. Synchrotron Rad.

- J.Z. JIANG
Pressure Effect on Phase Transformation in Metallic Glasses.
Zur Veröffentlich. in Mater. Trans. JIM
- J.Z. JIANG, L. GERWARD, J.S. OLSEN
Pressure-Induced Phase Transformation in Nanocrystal SnO_2 .
Zur Veröffentlich. in Scripta Materialia
- J.Z. JIANG, J.S. OLSEN, L. GERWARD, S. ABDALI, J. ECKERT,
N. SCHLORKE, L. SCHULTZ, J. TRUCKENBRODT, P.X. SHI
Pressure Effect on Crystallization of $\text{Fe}_{72}\text{P}_{11}\text{C}_6\text{Al}_5\text{B}_4\text{Ga}_2$ Bulk
Metallic Glass Forming Alloy.
J. Appl. Phys. 87 (2000) 2664
- J.Z. JIANG, J.S. OLSEN, L. GERWARD, D. FROST, D. RUBIE,
J. PEYRONNEAU
Structural Stability in Nanocrystalline ZnO .
Europhys. Lett. 50 (2000) 48
- J.Z. JIANG, R. SECCO, D. FROST, L. GERWARD, J.S. OLSEN,
J. TRUCKENBRODT
Phase Transformation and Conductivity in Nanocrystal PbS .
J. Appl. Phys. Commun. 87 (2000) 2658
- J.Z. JIANG, K. STÅHL, R.W. BERG, D.J. FROST, T.J. ZHOU,
P.X. SHI
Structural Characterization of Novel Silicon Nitride.
Europhys. Lett. 51 (2000) 62
- J.Z. JIANG, T.J. ZHOU, H.K. RASMUSSEN, U. KUHN, J.
ECKERT, C. LATHE
Crystallization in $\text{Zr}_{41.2}\text{Ti}_{13.8}\text{Cu}_{12.5}\text{Ni}_{10}\text{Be}_{22.5}$ Bulk Metallic Glass
under Pressure.
Zur Veröffentlich. in Appl. Phys. Lett.
- J.Z. JIANG, Y.X. ZHUANG, H. RASMUSSEN, N. NISHIYAMA,
A. INOUE, C. LATHE
Eutectic Crystallization of $\text{Pd}_{40}\text{Cu}_{30}\text{Ni}_{10}\text{P}_{20}$ Bulk Glass under
Pressure.
Zur Veröffentlich. in Appl. Phys. Lett.
- J.E. JØRGENSEN, J.E. OLSEN, J.S. GERWARD
Phase Transitions in ReO_3 Studied by High-Pressure X-Ray Dif-
fraction.
J. Appl. Cryst. 33 (2000) 279
- R. JOHANN, C. SYMIETZ, D. VOLLHARDT, G. BREZESINSKI,
H. MÖHWALD
Influence of Cholesterol on Domain Shape and Lattice Structure
in Arachidic Acid Monolayers at High pH.
J. Phys. Chem. B104 (2000) 8512
- I.D. KAENDLER, O.H. SEECK, J.P. SCHLOMKA, M. TOLAN,
J. STETTNER, W. PRESS, L. KAPPIUS, C. DIEKER, S. MANTL
Structural Characterization of Oxidized Allotaxially Grown CoSi_2
Layers by X-Ray Scattering.
J. Appl. Phys. 87 (2000) 133
- T. KÄRNER, S. DOLGOV, M. KIRM, P. LIBLIK, A. LUSH-
CHIK, A. MAAROOS, S. NAKONECHNYI
Electronic Excitations and Luminescence in MgO:Ge Single Cry-
stals.
Nucl. Instrum. Methods B166-167 (2000) 232
- I.A. KAMENSKIKH, M. KIRM, V.N. KOLOBANOV, V.V. MIK-
HAILIN, P.A. OREKHANOV, I.N. SHPINKOV, D.A. SPASSKY,
A.N. VASIL'EV, G. ZIMMERER
Optical Properties and Luminescence Centres of Lead Tungstate,
Sulphate and Carbonate.
Zur Veröffentlich. in Rad. Effects and Defects in Solids
- I.A. KAMENSKIKH, V.N. KOLOBANOV, V.V. MIKHAILIN,
I.N. SHPINKOV, D.A. SPASSKY, G. ZIMMERER
VUV-Spectroscopy of Anisotropic Crystals Using SR Polarized
Properties.
Zur Veröffentlich. in Nucl. Instrum. Methods A
- P. KAPPEN, J.D. GRUNWALDT, B.S. HAMMERSHØI, L. TRÖ-
GER, G. MATERLIK, B.S. CLAUSEN
In situ Fluorescence XAFS Study on the State of the Cu Promo-
ter Atoms in High Temperature Shift Catalysts.
Zur Veröffentlich. in J. Catalysis
- The State of the Cu Promoter Atoms in High Temperature Shift
Catalysts – An in situ Fluorescence XAFS Study.
Zur Veröffentlich. in J. Catalysis
- P. KAPPEN, L. TRÖGER, K. HANSEN, C. RECKLEBEN, P.
LECHNER, L. STRÜDER, G. MATERLIK
Spatial Characterization of Monolithic Multi-Element Silicon-
Drift-Detectors for X-Ray Spectroscopic Applications.
Zur Veröffentlich. in Nucl. Instrum. Methods A
- A. KAPROLAT, K. HÖPPNER, C. STERNEMANN, W.
SCHÜLKE
New Lights on Electron Correlation in Simple Metals: Inelastic
X-Ray Scattering Results vs. Current Theoretical Treatment.
In: Understanding Chemical Reactivity, Vol. 21, P. G. Mezey et
al. (Eds.), Kluwer Academic Publ., Dordrecht/NL (2000)
- P. KEIL, D. LÜTZENKIRCHEN-HECHT, D.V. NOVIKOV, U.
HAHN, R. FRAHM
Reflectivity Studies on a Synchrotron Radiation Mirror in the Hard
X-Ray Regime.
Zur Veröffentlich. in Nucl. Instrum. Methods A
- E. KENTZINGER, U. RÜCKER, W. CALIEBE, G. GOERIGK, F.
WERGES, S. NERGER, J. VOIGT, W. SCHMIDT, B. ALEFELD,
C. FERMON, T. BRÜCKEL
Structural and Magnetic Characterization of Fe/d-Mn Thin Films.
Physica B276-278 (2000) 586
- N. KERNAVANOIS, P. DALMAS DE REOTIER, J.P. SANCHEZ,
A. YAOUANC, V. HONKIMÄKI, T. TSCHENTSCHER, J. MC-
CARTHY, A. ROGALEV, O. VOGT
Orbital and Spin Magnetism in US – Comparison with USe and
UTe.
Zur Veröffentlich. in J. Appl. Cryst.
- N.M. KHAIDUKOV, M. KIRM, S.K. LAM, D. LO, V.N. MAK-
HOV, G. ZIMMERER
VUV Spectroscopy of KYF_4 Crystals Doped with Nd^{3+} , Er^{3+}
and Tm^{3+} .
Opt. Commun. 184 (2000) 183

- A. KHARCHENKO, U. ENGLISCH, T. GEUE, J. GRENZER, U. PIETSCH, R. SIEBRECHT
Investigation of Partially Deuterated/Non-Deuterated Cd-Arachidate LB Multilayers by Means of X-Ray and Spin-Resolved Neutron Reflectometry.
Neutron News 11 (2000) 29
- L. KIPP, M. SKIBOWSKI
Aspects on Direct and Inverse Photoemission Studies of Layered Transition Metal Dichalcogenides.
In: Electron Spectroscopies Applied to Low-Dimensional Materials, H.I. Starnberg, H.P. Hughes (Eds.), Kluwer Academic Publ., Dordrecht/NL (2000)
- 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.
Physica B283 (2000) 184
- M. KNAPP, U. RUSCHEWITZ
Structural Phase Transitions in CaC_2 .
Zur Veröffentl. in Chem. Eur. J.
- N. KOCH, G. LEISING, L.M. YU, A. RAJAGOPAL, J.J. PIREAUX, R.L. JOHNSON
Bipolaron Formation in Para-Sexiphenyl Thin Films upon Cs Doping.
J. Vac. Sci. Technol. A18 (2000) 295
- N. KOCH, A. RAJAGOPAL, J. GHIJSEN, R.L. JOHNSON, G. LEISING, J.J. PIREAUX
Bipolaron: The Stable Charge Species in n-Doped p-Sexiphenyl.
J. Phys. Chem. B104 (2000) 1434
- N. KOCH, A. RAJAGOPAL, E. ZOJER, J. GHIJSEN, X. CRISPIN, G. POURTOIS, J.L. BREDAS, R.L. JOHNSON, J.J. PIREAUX, G. LEISING
The Influence of the Counterion on the Electronic Structure in Doped Phenylene-Based Materials.
Surf. Sci. 454-456 (2000) 1000
- R. KÖHN, F. BRIELER, M. FRÖBA
Ternary Transition Metal Oxides within Mesoporous MCM-48 Silica Phases: Synthesis and Characterization.
Stud. Surf. Sci. Catal. 129 (2000) 341
- R. KÖHN, M. FRÖBA
Nanoparticles of 3d Transition Metal Oxides in Mesoporous Silica Host Structures: Synthesis and Characterization.
Zur Veröffentl. in Catalysis Today
- R. KOLB, S. SEIFERT, N. STRIBECK, H.G. ZACHMANN
Simultaneous Measurements of Small- and Wide-Angle X-Ray Scattering during Low Speed Spinning of Poly(propylene) Using Synchrotron Radiation.
Polymer 41 (2000) 1497
- A. KOLMAKOV, J.O. LÖFKEN, C. NOWAK, F. PICUCCI, M. RIEDLER, C. RIENECKER, A. WARK, M. WOLFF, T. MÖLLER
Argon Coated Alkali Halide Clusters: The Effect of the Coating on the Ionization and Fragmentation Dynamics.
Chem. Phys. Lett. 319 (2000) 465
- D.C. KONINGSBERGER, M.K. OUDENHUIJZEN, J.H. BITTER, D.E. RAMAKER
Study of Geometrical and Electronic Effects Induced by Hydrogen Chemisorption on Supported Pt Particles. Analysis of Pt-H EXAFS and Pt-H Anti-Bonding State Shape Resonance.
Topics in Catalysis 10 (2000) 167
- Z. KOVATS, T.H. METZGER, J. PEISL, J. STANGL, M. MÜHLBERGER, Y. ZHUANG, F. SCHÄFFLER, G. BAUER
Investigation of β -SiC Precipitation in $\text{Si}_{1-y}\text{C}_y$ Epilayers by X-Ray Scattering at Grazing Incidence.
Appl. Phys. Lett. 76 (2000) 3409
- B.J. KOWALSKI, B.A. ORLOWSKI, E. JANIK, R.L. JOHNSON
Mn 3d Derived Contribution to the Valence Band of MBE Grown Cubic MnTe.
Zur Veröffentl. in J. Alloys & Compounds
- T. KRAFT, T. MATTEI, A. RADOCAJ, B. BRENNER
Actin Layer Line Profiles of Single Skinned Fibers of Rabbit Psoas Muscle during Isometric Contraction, Relaxation and Rigor at 20°C.
Biophys. J. 78/1 (2000) 228A
- T. KRAFT, T. MATTEI, A. RADOCAJ, C. NOCULA, B. PIEP, M. FURCH, B. BRENNER
Force Generating Cross-Bridges in Isometrically Contracting Skeletal Muscle are Structurally Different from Rigor-Like Cross-Bridges.
Pflug. Arch. 439 (2000) R408
- R. KRANOLD, A. HOELL, M. KAMMEL, U. LEMBKE, G. VON KROSIGK
Reversion of Precipitates in Phase Separated Soda Lime Silica Glass.
J. Appl. Cryst. 33 (2000) 492
- E. KRASOVSKII, O. TIEDJE, W. SCHATTKE, J. BRANDT, J. KANZOW, K. ROSSNAGEL, L. KIPP, M. SKIBOWSKI, M. HYTHA, B. WINKLER
Electronic Structure and UPS of the Misfit Chalcogenide $(\text{SnS})\text{NbS}_2$ and Related Compounds.
Zur Veröffentl. in J. Electron Spectr. Rel. Phen.
- N. KRASTEVA, D. VOLLHARDT, G. BREZESINSKI
Mixed Stearoyl-rac-glycerol/12-(hydroxy)stearoyl-rac-glycerol Monolayers on the Air/Water Interface: Brewster Angle Microscopy and Grazing Incidence X-Ray Diffraction Investigation.
J. Phys. Chem. B104 (2000) 8704
- C. KREIS, M. TRAVING, R. ADELUNG, L. KIPP, M. SKIBOWSKI
K-Resolved Electronic Structure of Quasi Free 2 Dimensional HfS_2 Clusters.
Europhys. Lett. 52 (2000) 189
- Tracing the Valence Band Maximum during Epitaxial Growth of HfS_2 on WSe_2 .
Appl. Surf. Sci. 166 (2000) 17
- P. KRÜGER, M. SCHALKE, J. LINDERHOLM, M. LÖSCHE
Multi-Purpose X-Ray Reflectometer Optimized for the Characterization of Organic Surface Films on Aqueous Subphases.
Zur Veröffentl. in Rev. Sci. Instrum.

- S. KÜCK, M. HENKE, K. RADEMAKER
Crystal Growth and Spectroscopic Investigation of Yb^{2+} -Doped Fluoride Crystals.
Zur Veröffentlich. in Laser Physics
- C. KUMPF, O. BUNK, J.H. ZEYSING, 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).
Surf. Sci. 448 (2000) L213
- C. KUMPF, O. BUNK, J.H. ZEYSING, Y. SU, M. NIELSEN, R.L. JOHNSON, R. FEIDENHANS'L, K. BECHGAARD
Low-Temperature Structure of Indium Quantum Chains on Silicon.
Phys. Rev. Lett. 85 (2000) 4916
- V. LA CARRUBBA, V. BRUCATO, S. PICCAROLO
Isotactic Polypropylene Solidification under Pressure and High Cooling Rates. A Master Curve Approach.
Zur Veröffentlich. in Polymer Engin. Sci.
- 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 of the Dimer Bond by the Addition of Hydrogen.
Surf. Sci. 453 (2000) 18
- K. LAWNICZAK-JABLONSKA, T. SUSKI, I. GORCZYCA, N. CHRISTENSEN, K. ATTENKOFER, R. PERERA, E. GULLIKSON, J. UNDERWOOD, D. EDERER, Z. LILIENTAL-WEBER
Electronic States in Valence and Conduction Bands of Group-III Nitrides: Experiment and Theory.
Phys. Rev. B61 (2000) 16623
- K. LEDERER, A. GODT, P.B. HOWES, K. KJAER, J. ALS-NIELSEN, M. LAHAV, G. WEGNER, L. LEISEROWITZ, I. WEISSBUCH
Crystalline Self-Assembly into Monolayers of Folded Oligomers at the Air-Water Interface.
Chem. Eur. J. 6 (2000) 2173
- H. LEHNERT, B. BOYSEN, J. SCHNEIDER, F. FREY, D. HOHLWEIN, P. RADAELLI, H. EHRENBURG
A Powder Diffraction Study of the Phase Transition in LaAlO_3 .
Z. Krist. 215 (2000) 536
- A. LEINWEBER, H. JACOBS, H. EHRENBURG
Crystal Structure of $\text{Ni}(\text{NH}_3)\text{Cl}_2$ and $\text{Ni}(\text{NH}_3)\text{Br}_2$.
Z. Anorg. Allg. Chem. 626 (2000) 2146
- O. LEUPOLD, H. WINKLER
Relaxation Experiments with Synchrotron Radiation.
Hyperfine Interactions 123-124 (2000) 571
- A. LINDBAUM, S. HEATHMAN, G. KRESSE, M. ROTTER, E. GRATZ, A. SCHNEIDEWIND, G. BEHR, K. LITFIN, T. LE BIHAN, P. SVOBODA
Structural Stability of LaCu_2 and YCu_2 Studied by High Pressure X-Ray Diffraction and ab-initio Total Energy Calculations.
J. Phys.: Condens. Matter 12 (2000) 3219
- A. LINDBAUM, S. HEATHMAN, T. LE BIHAN, P. ROGL
Pressure-Induced Orthorhombic Distortion of UMn_2 .
J. Alloys & Compounds 298 (2000) 177
- T. LIPPMANN, J.R. SCHNEIDER
Accurate Structure-Factor Measurements Using High Energy Synchrotron Radiation. A Test on Cuprite, Cu_2O .
J. Appl. Cryst. 33 (2000) 156
- Topological Analyses of Cuprite, Cu_2O , Using High-Energy Synchrotron Radiation Data.
Acta Cryst. A56 (2000) 575
- C. LIU, M. SCHRECK, A. WENZEL, B. MENSCHING, B. RAUSCHENBACH
Damage Buildup and Removal in Ca-Ion Implanted GaN.
Appl. Phys. A70 (2000) 53
- J. LÜDECKE, A. JOBST, S. VAN SMAALEN
The CDW Structure of the $m = 4$ Phosphate Bronze $(\text{PO}_2)_4(\text{WO}_3)_{2m}$.
Europhys. Lett. 49 (2000) 357
- 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 .
J. Sol. State Chem. 153 (2000) 152
- D. LÜTZENKIRCHEN-HECHT, R. FRAHM
Structural Investigations of Sputter Deposited Thin Films: Reflection Mode EXAFS, Specular and Non Specular X-Ray Scattering.
Physica B283 (2000) 108
- The Corrosion of Mo in KOH: Time Resolved XAFS Investigations.
Zur Veröffentlich. in J. Phys. Chem.
- D. LÜTZENKIRCHEN-HECHT, S. GRUNDMANN, R. FRAHM
Piezo-QEXAFS with Fluorescence Detection: Fast Time Resolved Investigation of Dilute Specimen.
Zur Veröffentlich. in J. Synchrotron Rad.
- D. LÜTZENKIRCHEN-HECHT, N. SCOTTI, H. JACOBS, R. FRAHM
XAFS Investigations of Tin Nitrides.
Zur Veröffentlich. in J. Synchrotron Rad.
- A. LUSHCHIK, M. KIRM, C. LUSHCHIK, I. MARTINSON, F. SAVIKHIN
Decay of Cation Excitons in Sodium Halide Crystals.
Zur Veröffentlich. in Rad. Eff. and Def. in Solids,
- A. LUSHCHIK, M. KIRM, C. LUSHCHIK, I. MARTINSON, G. ZIMMERER
Luminescence of Free and Self-Trapped Excitons in Wide-Gap Oxides.
J. Luminesc. 87-89 (2000) 232
- A. LUSHCHIK, M. KIRM, C. LUSHCHIK, E. VASIL'CHENKO
Excitonic and Electron-Hole Mechanisms of the Creation of Frenkel Defect in Alkali Halides.
Nucl. Instrum. Methods B166-167 (2000) 529

- C. LUSHCHIK, A. LUSHCHIK, T. KÄRNER, M. KIRM, S. DOLGOV
Relaxation, Self-Trapping and Decay of Electronic Excitations in Wide-Gap Oxides.
Izvest. VUZ, Fiz. N3 (2000) 5 (Russian Phys. J.)
- W. LUZNY, E.J. SAMUELSEN, D.W. BREIBY
Polyaniline Thin Films – Structural Anisotropy Study by Use of Synchrotron Radiation Surface Diffraction.
Zur Veröffentlich. in Synth. Met.
- V.N. MAKHOV, N.M. KHAIDUKOV, N.YU. KIRIKOVA, M. KIRM, J.C. KRUPA, T.V. OUVAROVA, G. ZIMMERER,
VUV Emission of Rare Earth Ions Doped into Fluoride Crystals.
J. Luminesc. 87-89 (2000) 1005
- T. MALCHEREK, C. PAULMANN, M.C. DOMENEGHETTI, U. BISMAYER
Diffuse Scattering Anisotropy and the P21/a $\leftrightarrow$ A2/a Phase Transition in Titanite, CaTiOSiO₄.
Zur Veröffentlich. in J. Appl. Cryst.
- B. MALIC, M. KOSEC, I. ARCON, A. KODRE
Influence of the Structure of Precursors on the Crystallization of PbTiO₃ Thin Films.
J. Sol-Gel Sci. Techn. 19 (2000) 153
- R. MANZKE, R. MÜLLER, C. JANOWITZ, M. SCHNEIDER, A. KRAPF, H. DWELK
Novel Fine-Structure in the Low-Energy Excitation Spectrum of a High-Tc Superconductor by Polarization Dependent Photoemission.
Zur Veröffentlich. in Phys. Rev. Lett.
- R. MANZKE, R. MÜLLER, M. SCHNEIDER, C. JANOWITZ, A. KRAPF, A. MÜLLER, H. DWELK
Electron Spectroscopy of Single-Layer (n=1) Bi₂Sr_{2-x}La_x CuO_{6+δ} Crystals at Optimal Doping.
J. Superconductivity 13 (2000) 883
- P. MARCZUK, P. LANG, M. MÖLLER
Amphiphilicity and Structure Formation of Semifluorinated Alkanes.
Zur Veröffentlich. in Colloids & Surfaces A
- P. MARTURANO, L. DROZDOVA, A. KOGELBAUER, R. PRINS
Fe/ZSM-5 Prepared by Sublimation of FeCl₃: The Structure of the Fe Species as Determined by IR, Al-27 MAS NMR, and EXAFS Spectroscopy.
J. Catalysis 192 (2000) 236
- N. MATTERN, U. KÜHN, J. NEUEFEIND, J. ECKERT
Formation of Ultrafine Nanostructure by Crystallization of Zr₅₂Al₆Cu₁₄Ni₈Fe₂₀ Metallic Glass.
Appl. Phys. Lett. 77 (2000) 1153
- N. MATTERN, J. NEUEFEIND, U. KÜHN, M. ZINKEVITCH, H. HERRMANN, J. ECKERT
Short-Range Order and Crystallization Behaviour of Zr-Based Bulk Amorphous Alloys.
Zur Veröffentlich. in J. Mat. Proc. Technol.
- P.J. MCNALLY, G. DILLIWAY, J.M. BONAR, A. WILLOUGHBY, T. TUOMI, R. RANTAMÄKI, A.N. DANILEWSKY, D. LOWNEY
Observation of Misfit Dislocation Strain-Induced Surface Features for a Si/Ge-Si Heterostructure Using Total Reflection X-Ray Topography.
phys. stat. sol. (a) 181 (2000) R1
- On the Use of Total Reflection X-Ray Topography for the Observation of Misfit Dislocation Strain at the Surface of a Si/Ge-Si Heterostructure.
Appl. Phys. Lett. 77 (2000) 1644
- D. MENZEL
Ultraschneller Ladungstransfer und lokalisierter Bindungsbruch.
Phys. Bl. 56 (2000) 81
- B.V. MERINOV, G. BOURENKOV, U. BISMAYER
High-Temperature Superionic Phase of Mixed Proton Conductor [Rb_{0.57}(NH₄)_{0.43}]H(SeO₄)₂: Dynamic Twinning and Anomalous Display of Dynamically Disordered Hydrogen Atoms.
phys. stat. sol. (b) 218 (2000) 365
- D.C. MEYER, K. RICHTER, P. PAUFLER, P. GAWLITZA, T. HOLZ
X-Ray Absorption Fine Structure Study of Short-Range Order of Iron in Fe/Al Multilayers.
J. Appl. Phys. 87 (2000) 7218
- V.V. MIKHAILIN
SR Study of Scintillators.
Nucl. Instrum. Methods A448 (2000) 461
- O.V. MISHIN, E.M. LAURIDSEN, N.C. KRIEGER LASSEN, G. BRÜCKNER, T. TSCHENTSCHER, B. BAY, D. JUUL JENSEN, H.F. POULSEN
Application of High-Energy Synchrotron Radiation for Texture Studies.
J. Appl. Cryst. 33 (2000) 364
- A.M. MOLENBROEK, J.K. NØRSKOV, B.S. CLAUSEN
Design of a Ni/Au Surface Alloy Catalyst for Steam Reforming.
ESRF Highlights (2000) 93
- M. MONEKE, I. ALIG, T. WROBLEWSKI, A. MEYER
Spatially Resolved Measurements of the Morphology in Injection Molded Polypropylene Plates.
Zur Veröffentlich. in Mat. Sci. Eng. A288 (2000)
- K. MORAWETZ, J. REICHE, H. KAMUSCOWITZ, H. KOSMELLA, R. RIES, M. NOACK, L. BREHMER
Deposition of Oriented Zeolite Particle Films via the Langmuir-Blodgett Techniques.
Zur Veröffentlich. in Colloids & Surfaces A
- M. MORGENSTERN, M. GETZLAFF, D. HAUDE, R. WIESEN-DANGER, R.L. JOHNSON
Coverage Dependence of the Fe-Induced Fermi-Level Shift and the Two-Dimensional Electron Gas on InAs(110).
Phys. Rev. B61 (2000) 13805
- R. MÜLLER, C. JANOWITZ, M. SCHNEIDER, A. KRAPF, H. DWELK, R. MANZKE
Lack of Photon Energy Dependence of the Fermi Surface of n=1 Bi₂Sr_{2-x}La_xCuO_{6+δ} Single Crystals.
Physica C341-348 (2000) 2109

- P. MÜLLER-BUSCHBAUM, J.S. GUTMANN, J. KRAUS, H. WALTER, M. STAMM
Suppression of Roughness Replication in Bilayer Films Prepared by Spin Coating.
Macromolecules 33 (2000) 569
- P. MÜLLER-BUSCHBAUM, J.S. GUTMANN, M. STAMM, R. CUBITT
Surface Structure Analysis of Thin Dewetted Polymer Blend Films.
Macromol. Symp. 149 (2000) 283
- P. MÜLLER-BUSCHBAUM, J.S. GUTMANN, M. STAMM, R. CUBITT, S. CUNIS, G. VON KROSIGK, R. GEHRKE, W. PETRY
Dewetting of Thin Polymer Blend Films: Examined with GISAS.
Physica B283 (2000) 53
- M. MUKHOPADHYAY, A. DATTA, M.K. SANYAL, T. GEUE, U. PIETSCH
Synchrotron Studies of Melting of Langmuir-Blodgett Films.
Zur Veröffentlich. in J. Phys. D
- O. MUTH, M. FRÖBA
On the Way to New Nanoporous Transition Metal Oxides.
Stud. Surf. Sci. Catal. 129 (2000) 357
- S.V. MYAGKOTA, A.V. GLOSKOVSKY, V.M. GABA, A.S. VOLOSHINOVSKII, I.V. STEFANSKII
X-Ray Luminescence of Pb-Based Microcrystals Dispersed in CsCl Matrix.
J. Appl. Spectrosc. 6 (2000) 480
- S.V. MYAGKOTA, A.V. GLOSKOVSKY, A.S. VOLOSHINOVSKII
Photo- and X-Ray Luminescence Spectra of CsPbX₃ Microcrystals, Dispersed in PbX₂ (X = Cl, Br) Matrices.
Optics & Spectrosc. 88 (2000) 538
- O. NARWARK, O. HERZOG, E. THORN-CSÁNYI
Substituted PV Oligomers in Thin Films.
Zur Veröffentlich. in Synth. Met.
- J. NEUEFEIND
An Potential Inversion Study of Liquid CuBr.
Zur Veröffentlich. in Phys. Rev. B
- High Energy XRD Investigations of Liquids.
Zur Veröffentlich. in J. Molec. Liquids
- J. NEUEFEIND, H.E. FISCHER, W. SCHRÖER
The Structure of Fluid Trifluoromethane and Methylfluoride.
J. Phys.: Condens. Matter 12 (2000) 8765
- The Structure of Supercritical HCF₃.
Physica B276-278 (2000) 481
- R. NEUTZE, R. WOUTS, D.V.D. SPOEL, E. WECKERT, J. HAJDU
Potential for Biomolecular Imaging with Femtosecond X-Ray Pulses.
Nature 408 (2000) 752
- R. NICULA, A. JIANU, U. PONKRATZ, E. BURKEL
High Pressure Stability of Ti-Zr-Ni Quasicrystals.
Phys. Rev. B62 (2000) 8844
- L.P. NIELSEN, S.V. CHRISTENSEN, H. TOPSØE, B.S. CLAUSEN
Changes in Metal Sulfur Bond Energy in Promoted and Unpromoted Molybdenum Catalysts.
Catal. Lett. 67 (2000) 81
- M. NIELSEN, R. FEIDENHANS'L, P.B. HOWES, F. GREY, K. RASMUSSEN, J. VEDDE
The Interface of Directly-Bonded Si Crystals Studied by Synchrotron X-Ray Diffraction.
In: Exploration of Subsurface Phenomena by Particle Scattering, N.Q. Lam et al. (Eds.), IASI Press, North East/USA
- L.P. NIELSEN, L. IBSEN, S.V. CHRISTENSEN, B.S. CLAUSEN
The Effect of NO Adsorption on the Chemical State of Promoted Hydrotreating Catalysts.
J. Mol. Catal. A: Chem. 162 (2000) 375
- R. NIETUBYC, E. SOBCZAK, J.B. PELKA, S. MACKOWSKI, E. JANIK, G. KARCEWSKI
Anomalous Small Angle Scattering Study of CdTe Quantum Dots in ZnTe.
Zur Veröffentlich. in J. Alloys & Compounds
- Y. NISHINO, G. MATERLIK
Holographies and EXAFS in Quantum Electrodynamics. (Erratum)
Phys. Rev. B61 (2000) 14845 (Phys. Rev. B60 (1999) 15074)
- Y. NISHINO, L. TRÖGER, P. KORECKI, G. MATERLIK
Photon Interference X-Ray Absorption Fine Structure.
Zur Veröffentlich. in Phys. Rev. Lett.
- C. NOTTHOFF, H. FRANZ, M. HANFLAND, D.M. HERLACH, D. HOLLAND-MORITZ, W. PETRY
Energy-Dispersive X-Ray Diffraction Combined with Electromagnetic Levitation to Study the Phase-Selection in Undercooled Melts.
Zur Veröffentlich. in Rev. Sci. Instrum.
- C. NOWAK, H. DÖLLEFELD, A. EYCHMÜLLER, J. FRIEDRICH, A. KOLMAKOV, J.O. LÖFKEN, M. RIEDLER, A. WARK, H. WELLER, M. WOLFF, T. MÖLLER
Innershell Absorption Spectroscopy on CdS: Free Clusters and Nanocrystals.
Zur Veröffentlich. in J. Chem. Phys.
- N. OBERENDER, M. FRÖBA
First Synthesis of Mesostructured Hexagonal Germanium Sulfides Using Gemini Surfactants.
Stud. Surf. Sci. Catal. 129 (2000) 367
- I.N. OGORODNIKOV, V.A. PUSTOVAROV, L.I. ISAENKO, A.V. KRUSHALOV
Kinetics of Nonequilibrium Processes in Non-Linear Crystals of Lithium Borates Excited by Synchrotron Radiation.
Nucl. Instrum. Methods A448 (2000) 467
- I.N. OGORODNIKOV, V.A. PUSTOVAROV, A.V. KRUSHALOV, L.I. ISAENKO, M. KIRM, G. ZIMMERER
Electronic Excitation and Luminescence in CsLiB₆O₁₀ Crystals.
Phys. Solid State (Transl.) 42 (2000) 1800
- Self-Trapped Excitons in Lithium Borates LiB₃O₅ and Li₂B₄O₇
Low-Temperature Luminescent VUV Spectroscopy with Time-Resolution.
Phys. Solid State (Transl.) 42 (2000) 454

- A.N. OGURTSOV, A.M. RATNER, E.V. SAVCHENKO, V. KISAND, S. VIELHAUER
Branched Relaxation of Electronic Excitations in Rare-Gas Crystals with Traps of Different Types.
J. Phys.: Condens. Matter 12 (2000) 2769
- N. ORLOWSKI, J. AUGUSTIN, Z. GOLACKI, C. JANOWITZ, R. MANZKE
Direct Evidence for the Inverted Band Structure of HgTc.
Phys. Rev. B61 (2000) R5058
- N. ORLOWSKI, C. JANOWITZ, R. MANZKE, Z. GOLACKI
Bulk Band Structure and Negative Band Gap of HgTe by Angle-Resolved Photoemission Spectroscopy.
In: Narrow Gap Semiconductors, N. Puhlmann et al. (Eds.), Berlin/D (2000)
- B.A. ORLOWSKI, B.J. KOWALSKI, E. GUZIEWICZ, K. SZAMOTA-SADOWSKA, N. BARRETT, C. GUILLOT, R.L. JOHNSON, J. GHIJSEN
Clean and Doped Surface Electronic Structure in Angle Resolved and Resonant Photoemission Study.
Zur Veröffentl. in Progress in Surf. Sci.
- J.E. ORTEGA, S. SPELLER, A.R. BACHMANN, A. MASCARAQUE, E.G. MICHEL, A. NÄRMANN, A. MUGARZA, A. RUBIO, F.J. HIMPSEL
The Electron Wave Function at a Vicinal Surface: Switch from Terrace to Step Modulation.
Phys. Rev. Lett. 84 (2000) 6110
- H. OUGHADDOU, B. AUFRAY, G. LELAY, J.M. GAY, J.H. ZEYSING, R.L. JOHNSON, N. BARRETT, C. GUILLOT
Semiconductor on Metal Adsorption: Ge Tetramers on the Ag(001) Surface.
Appl. Surf. Sci. 162-163 (2000) 74
- H. OUGHADDOU, J.M. GAY, B. AUFRAY, L. LAPENA, G. LELAY, O. BUNK, G. FALKENBERG, J.H. ZEYSING, R.L. JOHNSON
Ge Tetramer Structure of the $p(2\sqrt{2} \times 4\sqrt{2})R45^\circ$ Surface Reconstruction of Ge/Ag(001): A Surface X-Ray Diffraction and STM Study.
Phys. Rev. B61 (2000) 5692
- A. OWENS, M. BAVDAZ, V. GOSTILO, H. GRAAFSMA, I. LISJUTUN, A. PEACOCK, H. SIPILA, S. ZATOLOKA
The X-Ray Response of TlBr.
Zur Veröffentl. in J. Appl. Phys.
- A. OWENS, M. BAVDAZ, S. KRAFT, A. PEACOCK, S. NENONEN, H. ANDERSSON
The Hard X-Ray Response of Epitaxial GaAs Detectors.
Nucl. Instrum. Methods A442 (2000) 360
- A. OWENS, M. BAVDAZ, I. LISJUTUN, A. PEACOCK, S. ZATOLOKA
On the Development of Compound Semiconductor Thallium Bromide Detectors for Astrophysics.
Zur Veröffentl. in Nucl. Instrum. Methods A
- A. OWENS, M. BAVDAZ, D. MARTIN, A. PEACOCK
The Hard X-Ray Response of HgI₂.
Zur Veröffentl. in J. Appl. Phys.
- A. OWENS, M. BAVDAZ, A. PEACOCK, A. POELAERT, H. ANDERSSON, S. NENONEN, L. TRÖGER, G. BERTUCCIO
Hard X-Ray Spectroscopy Using Small Format GaAs Arrays.
Zur Veröffentl. in J. Appl. Phys.
- T. PASSOW, H. HEINKE, J. FALTA, K. LEONARDI, D. HOMMEL
Non-Destructive Detection of Stacking Faults for Optimization of CdSe/ZnSe Quantum Dot Structures.
Zur Veröffentl. in Appl. Phys. Lett.
- W. PASZKOWICZ, W. SZUSZKIEWICZ, J. DOMAGALA, E. DYNOWSKA, B. WITKOWSKA, M. MARCZAK, P. ZINN
Sphalerite-Cinnabar Phase Transition in Hg_{1-x}Fe_xS.
Mat. Sci. Forum 321-324 (2000) 893
- W. PASZKOWICZ, W. SZUSZKIEWICZ, E. DYNOWSKA, J.Z. DOMAGALA, J. TRUCKENBRODT, C. SKIERBISZEWSKI
High-Pressure Study of Hg_{1-x}TM_xS (TM = Mn, Fe, Co).
In: Synchrotron Radiation Studies of Materials, M. Lefeld-Sosnowska, J. Gronkowski (Eds.), Warsaw/PL (2000)
- C. PAULMANN, U. BISMAYER, L.A. GROAT
Thermal Annealing of Metamict Titanite: A Synchrotron Radiation and Optical Birefringence Study.
Zur Veröffentl. in Z. Krist.
- C. PAULMANN, R. KURTZ, U. BISMAYER
Software Development for Studies of Diffuse Scattering Using CCD-Detectors and Synchrotron Radiation Sources.
Zur Veröffentl. in Nucl. Instrum. Methods A
- R. PEETZ, O. NARWARK, O. HERZOG, S. BROCKE, E. THORN-CSÁNYI
Ringsubstituted PV Oligomers Synthesized via Olefin Metathesis: Fluorescence Properties.
Zur Veröffentl. in Synth. Met.
- E. PÉREZ, R. BENAVENTE, R. QUIJADA, A. NARVÁEZ, G. BARRERA GALLAND
Structure Characterization of Copolymers of Ethylene and 1-Octadecene.
J. Polym. Sci. Polym. Phys. 38 (2000) 1440
- E. PÉREZ, A. DEL CAMPO, A. BELLO, R. BENAVENTE
Synchrotron X-Ray Study of the Phase Transitions in Liquid Crystal Polyesters Derived from p,p'-Bibenzic Acid and Meso and R-3-Methyl-1,6-Hexanediol.
Macromolecules 33 (2000) 3023
- F. PETERS, K. SCHWARZ, M. EPPLER
The Structure of Bone Studied with Synchrotron X-Ray Diffraction, X-Ray Absorption Spectroscopy and Thermal Analysis.
Thermochim. Acta 361 (2000) 131
- S. PICCAROLO, V. BRUCATO, Z. KIFLIE
Non-Isothermal Crystallization Kinetics of PET.
Polym. Eng. & Sci. 40 (2000) 1263
- U. PIETSCH
Investigation of Semiconductor Surfaces and Interfaces by X-Ray Grazing-Incidence Diffraction.
Current Sci. 78 (2000) 1201

- A. PLECH, U. KLEMRADT, M. HUBER, J. PEISL
Wetting Transition of a Binary Liquid Mixture at a Solid Boundary.
Europhys. Lett. 49 (2000) 583
- A. PLECH, U. KLEMRADT, J. PEISL
Wetting Transition and Pretransitional Thin Films in a Binary Liquid Mixture.
Zur Veröffentlich. in *J. Phys.: Condens. Matter*
- P. POLOUCEK, U. PIETSCH, T. GEUE, C. SYMIETZ, G. BREZESINSKI
X-Ray Reflectivity Analysis of Thin Complex LB-Films.
Zur Veröffentlich. in *J. Phys. D*
- U. PONKRATZ, R. NICULA, A. JIANU, E. BURKEL
High-Pressure X-Ray Diffraction Experiments on Icosahedral Ti-Zr-Ni – Unusual Effects due to a Low Shear Modulus and a High Poisson's Ratio.
J. Phys.: Condens. Matter 12 (2000) 8071
- D. POSPIECH, L. HÄUSSLER, K. ECKSTEIN, D. JEHNICHEN, A. GOTTWALD, P. PÖTSCHKE
The Influence of Segmented Block Copolymers in Immiscible Polymer Blends.
Zur Veröffentlich. in *Macromol. Symposia*
- D. POSPIECH, L. HÄUSSLER, K. ECKSTEIN, H. KOMBER, D. VOIGT, D. JEHNICHEN, P. FRIEDEL, A. GOTTWALD, W. KOLLIG, H.R. KRICHELDORF
Synthesis of High-Performance Multiblock Copolymers by Polycondensation Reactions in the Melt.
Zur Veröffentlich. in *High Performance Polymers*
- G. PRÜMPER, B. ZIMMERMANN, B. LANGER, J. VIEFHAUS, R. HENTGES, N.A. CHEREPKOV, B. SCHMIDTKE, M. DRESCHER, U. HEINZMANN, U. BECKER, H. KLEINPOPPEN
Sudden Interchannel Coupling in the Tl 6p Ionization above the 5d Threshold.
Zur Veröffentlich. in *Phys. Rev. Lett.*
- V.A. PUSTOVAROV, A.V. KRUSHALOV, V.L. PETROV, B.V. SHULGIN, M. KIRM, G. ZIMMERER
Optical and Luminescent VUV Spectroscopy of $\text{La}_2\text{Be}_2\text{O}_5$ Single Crystals.
Physics of Solid State 42 (2000) 246
(Transl. from *Fizika Tverdogo Tela*)
- V.A. PUSTOVAROV, B.V. SHULGIN, M. KIRM, M.M. KIDIBAEV, A.A. ZHAMANGULOV
Vacuum Ultraviolet Spectroscopy of LiF-U,Cu and NaF-U,Cu Crystals.
Optics and Spectrosc. 88 (2000) 713
(Transl. from *Optica i Spektrosk.*)
- A. RAJAGOPAL, N. KOCH, J. GHIJSEN, R.L. JOHNSON, K. KAERIYAMA, G. LEISING, J.J. PIREAUX
Interfacial Electronic Structure for Ca and an Electroluminescent Polymer – Poly(2,5-diheptyl-1,4-phenylene-alt-2,5-thienylene).
J. Appl. Phys. 87 (2000) 1331
- H. RAPAPORT, I. KUZMENKO, M. BERFELD, K. KJAER, J. ALS-NIELSEN, R. POPOVITZ-BIRO, I. WEISSBUCH, M. LAHAV, L. LEISEROWITZ
From Nucleation to Engineering of Crystalline Architectures at Air-Liquid Interfaces.
J. Phys. Chem. B 104 (2000) 1399
- G. RAPP, S.S. FUNARI, F. RICHTER, D. WOO
X-Ray Diffraction Studies on the Effect of Additives on the Phase Behaviour of Lipids.
In: *Lipid Bilayers. Structure and Interactions*, J. Katsaras, T. Gutberlet (Eds.), Springer Heidelberg/D (2000)
- M. RAPPOLT, G. PABST, G. RAPP, M. KRIECHBAUM, H. AMENITSCH, C. KRENN, S. BERNSTORFF, P. LAGGNER
New Evidence for Gel-Liquid Crystalline Phase Co-Existence in the Ripple Phase of Phosphatidylcholines.
Eur. Biophys. J. 29 (2000) 125
- F.B. RASMUSSEN, A.M. MOLENBROEK, B.S. CLAUSEN, R. FEIDENHANS'L
Particle Size Distribution of an Ni/SiO₂ Catalyst Determined by ASAXS.
J. Catalysis 190 (2000) 205
- B. RAUSCHENBACH, J.W. GERLACH
Texture Development in Titanium Nitride Films Grown by Low-Energy Ion Assisted Deposition.
Crystal Res. Technol. (2000) 675
- M. REHBEIN, M. EPPLE, R.D. FISCHER
Preparation of Nanocrystalline Metal Oxides and Intermetallic Phases by Controlled Thermolysis of Organometallic Coordination Polymers.
Solid State Sci. 2 (2000) 473
- D. REHDER, C. SCHULZKE, H. DAU, C. MEINKE, J. HANSS, M. EPPLE
Water and Bromide in the Active Center of Vanadate-Dependent Haloperoxidases.
J. Inorganic Biochem. 80 (2000) 115
- H. REICHERT, O. KLEIN, H. DOSCH, M. DENK, V. HONKIMÄKI, T. LIPPMANN, G. REITER
Orientational Alignment and Local Symmetry of Liquid Lead in Contact with a Si(001) Wall.
Zur Veröffentlich. in *Nature*
- B. REINHOLD, M. WIENECKE
Shallow Doping of Wide-Band Gap II-VI-Compounds.
Physica B 273-274 (2000) 856
- R. REININGER, J. FELDHAUS, P. GÜRTLER, J. BAHRDT
Wavefront Propagation through Beamline Designed for Seeding the DESY XUV FEL.
Zur Veröffentlich. in *Nucl. Instrum. Methods A*
- N. REITZEL, D.R. GREVE, K. KJAER, P.B. HOWES, M. JAYARAMAN, S. SAVOY, R.D. MCCULLOUGH, J.T. MCDEVITT, T. BJÖRNHOLM
Self-Assembly of Conjugated Polymers at the Air/Water Interface. Structure and Properties of Langmuir and Langmuir-Blodgett Films of Amphiphilic Regioregular Polythiophenes.
J. Am. Chem. Soc. 122 (2000) 5788

- B. RENNER, C. HAMMERL, B. RAUSCHENBACH
Formation of Buried Oxide Layers in Molybdenum by High-Fluence Oxygen Ion Implantation.
Nucl. Instrum. Methods B160 (2000) 363
- T. RESSLER, R.E. JENTOFT, J. WIENOLD, M.M. GÜNTER, O. TIMPE
In situ X-Ray Absorption and Diffraction Studies on the Formation of Molybdenum Suboxides during Reduction of MoO₃.
J. Phys. Chem. B104 (2000) 6360
- T. RESSLER, R.E. JENTOFT, J. WIENOLD, O. TIMPE
Solid State Kinetics from Time-Resolved in situ XAFS Investigations: Reduction and Oxidation of Molybdenum Oxides.
Zur Veröffentl. in J. Synchrotron Rad.
- T. RESSLER, J. WIENOLD, R.E. JENTOFT
Formation of Bronzes during Temperature-Programmed Reduction of MoO₃ with Hydrogen – An in situ XRD and XAFS Study.
Zur Veröffentl. in Solid State Ionics
- T. RESSLER, J. WIENOLD, R.E. JENTOFT, M.M. GÜNTER
Kinetics of Solid-State Reactions in Heterogeneous Catalysis from Time-Resolved X-Ray Absorption Spectroscopy.
Zur Veröffentl. in Topics in Catalysis
- T. ROCH, V. HOLY, A. DANIEL, E. HÖFLINGER, M. MEDUNA, T.H. METZGER, G. BAUER, J. ZHU, K. BRUNNER, G. ABSTREITER
X-Ray Studies on Self-Organized Wires in SiGe/Si Multilayers.
Zur Veröffentl. in J. Phys. D: Appl. Phys.
- T. ROCH, V. HOLY, J. STANGL, E. HÖFLINGER, A. DANIEL, G. BAUER, I. KEGEL, H. METZGER, J. ZHU, K. BRUNNER, G. ABSTREITER
Structural Investigations on Self-Organized Si/SiGe Islands by Grazing Incidence Small Angle X-Ray Scattering.
Zur Veröffentl. in phys. stat. sol.
- J. ROCKENBERGER, U. ZUM FELDE, M. TISCHER, L. TRÖGER, M. HAASE, H. WELLER
Near Edge X-Ray Absorption Fine Structure Measurements (XANES) and Extended X-Ray Absorption Fine Structure Measurements (EXAFS) of the Valence State and Coordination of Antimony in Doped Nanocrystalline SnO₂.
J. Chem. Phys. 112 (2000) 4296
- P.A. RODNYI, V.B. MIKHAILIK, G.B. STRYGANYUK, A.S. VOLOSHINOVSKII, C.W.E. VAN EIJK, G.F. ZIMMERER
Luminescence Properties of Ce-Doped CS₂LiLaCl₆ Crystals.
J. Luminesc. 86 (2000) 161
- J. RÖHLER
Plane Dimpling and Cu 4s Hybridization in YBa₂Cu₃O_x.
Physica B284-288 (2000) 1041
- R. RÖHLSBERGER, T.S. TOELLNER, W. STURHAHN, K.W. QUAIST, E.E. ALP, A. BERNHARD, E. BURKEL, O. LEUPOLD, E. GERDAU
Coherent Resonant X-Ray Scattering from a Rotating Medium.
Phys. Rev. Lett. 84 (2000) 1007
- R. ROMBERG, S.P. FRIGO, A. OGURTSOV, P. FEULNER, D. MENZEL
Photon Stimulated Desorption of Neutral Hydrogen Atoms from Condensed Water and Ammonia by Resonant O1s and N1s Excitation: Search for the Signature of Ultrafast Bond Breaking.
Surf. Sci. 451 (2000) 116
- R. ROMBERG, N. HECKMAIR, S.P. FRIGO, A. OGURTSOV, D. MENZEL, P. FEULNER
Atom-Selective Bondbreaking in a Chemisorbed Homonuclear Molecule Induced by Core Excitations: N₂/Ru(001).
Phys. Rev. Lett. 84 (2000) 374
- Bond Surgery.
Chem. & Engin. News 78 (2000) 36
- Breaking the Bonds you Choose.
APS Focus 4 (2000)
- C. ROSENBLAD, J. STANGL, E. MÜLLER, G. BAUER, H. VON KÄNEL
Strain Relaxation of Graded SiGe Buffers Grown at Very High Rates.
Mater. Sci. & Eng. B71 (2000) 20
- E. ROSSMANITH
Approximate Calculation of Multiple Diffraction Patterns Based on Renninger's Kinematical Simplest Approach.
J. Appl. Cryst. 33 (2000) 921
- Extinction Corrected Mean Thickness and Integral Width Used in the Program UMWEG98.
J. Appl. Cryst. 33 (2000) 330
- Kinematical Intensity Profiles Obtained for Single and Multiple Diffraction in Perfect Spherical Crystals.
J. Appl. Cryst. 33 (2000) 323
- Kinematical Two-Dimensional Multiple Diffraction Intensity Profiles. Application to $\omega - \psi$ -Scans Obtained with CuK α Radiation.
Zur Veröffentl. in J. Appl. Cryst.
- Kinematical Two-Dimensional Multiple Diffraction Intensity Profiles. Application to $\omega - \psi$ -Scans of Silicon and Diamond Obtained with Synchrotron Radiation.
Zur Veröffentl. in J. Appl. Cryst.
- Response to the Comments on Extinction Corrected Mean Thickness and Integrated Width Used in the Program UMWEG98 by Larsen & Thorkildsen.
Zur Veröffentl. in J. Appl. Cryst.
- K. ROSSNAGEL, L. KIPP, M. SKIBOWSKI, S. HARM
A High Performance Angle-Resolving Electron Spectrometer.
Zur Veröffentl. in Nucl. Instrum. Methods A
- S. RUBINI, B. BONANNI, E. PELUCCHI, A. FRANCIOSI, A. GARULLI, A. PARISINI, Y. ZHUANG, G. BAUER, V. HOLY
ZnSe/CdTe/ZnSe Heterostructures.
J. Vac. Sci. Technol. B18 (2000) 2263
- S. RUBINI, E. MILOCCO, L. SORBA, E. PELUCCHI, A. FRANCIOSI, A. GARULLI, A. PARISINI, Y. ZHUANG, G. BAUER
Structural and Electronic Properties of ZnSe/AlAs Heterojunctions.
Zur Veröffentl. in Phys. Rev. B

- D.R. RUEDA, M.C. GARCIA GUTIERREZ, F.J. BALTÀ CALLEJA, S. PICCAROLO
Structural Development in Amorphous PET as Revealed by Microhardness: Physical Ageing and Creep Behaviour.
Zur Veröffentlich. in *Polymer*
- 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.*
- P.M. SACHS, H.F. GRAF
The Volcanic Impact on Global Atmosphere and Climate.
In: *Climate of the 21st Century: Changes and Risks – Scientific Facts*, L. Lozán et al. (Eds.), Verlag GEO (2000)
- P.M. SACHS, T.H. HANSTEIN
Pleistocene Underplating and Metasomatism of Lower Continental Crust: A Xenolith Study.
J. Petrol. 41 (2000) 331
- P.M. SACHS, E. HARMS
Atmospheric Release of Br, I, Cl, F and SO₂ by the Laacher See Volcanic Eruption (Germany), 12900 BP.
Z. Eur. J. Mineral. 12 (2000) 174
- N. SAITO, A. HEMPELMANN, F. HEISER, O. HEMMERS, K. WIELICZEK, J. VIEFHAUS, U. BECKER
Lifetime Effects on the Dissociation of Core Excited N₂ and CO Molecules.
Phys. Rev. A 61 (2000) 022709
- E.K.H. SALJE, U. BISMAYER, S. HAYWARD, J. NOVAK
Twin Walls and Hierarchical Mesoscopic Structures.
Mineralog. Mag. 64 (2000) 201
- D. SAPOUNDJIEVA, S. PICCAROLO, A. MARTORANA
Structural and Morphological Rearrangements in Quenched Polyethylene by Simultaneous SAXS/WAXD.
Zur Veröffentlich. in *J. Macromol. Sci.*
- T. SATTLER, T. TSCHENTSCHER, J.R. SCHNEIDER, M. VOS, A.S. KHEIFETS, D.R. LUN, E. WEIGOLD, G. DOLLINGER, H. BROSS, F. BELL
The Anisotropy of the Electron Momentum Density of Graphite Studied by (γ , $e\gamma$) and (e , $2e$) Spectroscopy.
Zur Veröffentlich. in *Phys. Rev. B*
- M. SCHALKE, P. KRÜGER, M. WEYGAND, M. LÖSCHE
Submolecular Organization of DMPA in Surface Monolayers.
Biophys. J. 78 (2000) 486A
- Submolecular Organization of DMPA in Surface Monolayers: Beyond the Two-Layer Model.
Biochim. Biophys. Acta 1464 (2000) 113
- M. SCHALKE, M. LÖSCHE
Phospholipid Surface Monolayer Structure from X-Ray and Neutron Reflectometry Measurements.
Zur Veröffentlich. in *Biochim. Biophys. Acta*
- W. SCHINDLER, T. KOOP, A. KAZIMIROV, G. SCHERB, J. ZEGENHAGEN, T. SCHULTZ, R. FEIDENHANS'L, J. KIRSCHNER
Non-Coherent Growth Patches in Pseudomorphic Films: Unusual Strain Relief in Electrodeposited Co on Cu(001).
Surf. Sci. 465 (2000) L783
- H. SCHLENZ, A. KIRFEL, K. SCHULMEISTER, N. WARTNER, W. MADER, W. RABERG, K. WANDELT, C. OLIGSCHLEGER, S. BENDER, R. FRANKE, J. HORMES, W. HOFFBAUER, V. LANSMANN, M. JANSEN, N. ZOTOV, C. MARIAN, H. PUTZ
Structure Analyses of Ba-Silicate Glasses: A Collaborative Study.
Zur Veröffentlich. in *J. Non-Cryst. Solids*,
- J.P. SCHLOMKA, M. TOLAN, W. PRESS
In-situ Growth Study of NiMnSb Films on MgO(001) and Si(001).
Appl. Phys. Lett. 76 (2000) 2005
- J. SCHMELZER, U. LEMBKE, R. KRANOLD
Nucleation and Growth of AgCl Clusters in a Sodium Borate Glass: Numerical Analysis and SAXS Results.
J. Chem. Phys. 113 (2000) 1268
- G. SCHMIDT, U. HAHN, M. MESCHKAT, F. RIDOUTT
First Results of the High Resolution Wire Scanners for Beam Profile and Absolute Beam Position Measurement at the TTF.
Zur Veröffentlich. in *Nucl. Instrum. Methods A*
- T. SCHMIDT, J. FALTA, G. MATERLIK
Initial Stage of the Bi Surfactant Mediated-Growth of Ge on Si(111): A Structural Study.
Appl. Surf. Sci. 166 (2000) 399
- V. SCHÜNEMANN, H. WINKLER
Structure and Dynamics of Biomolecules Studied by Mößbauer Spectroscopy.
Rep. Prog. Phys. 61 (2000) 263
- C. SCHUMACHER, A. BADER, W. FASCHINGER
Lateral Elastic Strain Relaxation during MBE Growth into Shadow Masks.
Zur Veröffentlich. in *J. Phys. D: Appl. Phys.*
- K.O. SCHWEITZ, J. BØTTIGER, J. CHEVALLIER, R. FEIDENHANS'L, M.M. NIELSEN, F.B. RASMUSSEN
Interface Stress in Au/Ni Multilayers.
J. Appl. Phys. 88 (2000) 1401
- O.H. SEECK
Continuum Description: Grazing Incidence Neutron Diffraction.
In: *Neutron Scattering*, Forschungszentrum Jülich GmbH, T. Brückel et al. (Eds.) (2000)
- O.H. SEECK, I.D. KAENDLER, S.K. SINHA, M. TOLAN, K. SHIN, M.H. RAFAILOVICH, J. SOKOLOV, R. KOLB
Analysis of X-Ray Reflectivity Data from Low Contrast Polymer Bilayers Using a Fourier Method.
Appl. Phys. Lett. 76 (2000) 2713
- O.H. SEECK, S.K. SINHA, I.D. KAENDLER, D. SHU, K. SHIN, M. RAFAILOVICH, J. SOKOLOV, M. TOLAN
Interfacial Properties of Soft Matter Thin Films Studied by X-Ray Scattering.
In: *Interfacial Properties on the Submicron Scale*, J. Frommer, R. Overney (Eds.), ACS/Oxford Press (2000)

- O.H. SEECK, S.K. SINHA, I.D. KAENDLER, J. WANG
Investigation of Confined Liquids with X-Ray and Neutron Scattering.
In: Exploration of Subsurface Phenomena by Particle Scattering, N.Q. Lam et al. (Eds.), IAS Press (2000)
- C. SELLE, U. DIETRICH, P. KRÜGER, M. WEYGAND, B. KOHLSTRUNK, T.R. JENSEN, M. LÖSCHE
Structure of Phosphoinositolphosphate Monolayers at the Air/Water Interface.
Eur. Biophys. J. 29 (2000) 297
- D. SENTENAC, A. FERA, R. OPITZ, B.I. OSTROVSKII, O. BUNK, W.H. DE JEU
X-Ray Scattering from Freely Suspended Smectic Films: Resolution and other Effects.
Physica B283 (2000) 232
- Y.V. SHVYD'KO, E. GERDAU, M. GERKAN, M. LUCHT, M. LERCHE, H.D. RÜTER, H.C. WILLE, P. MCNALLY, W. CHEN, E. ALP, H. SINN, J. SUTTER, A. ALATAS, T. TUOMI
Bragg Backscattering Mirrors for X-Rays and Mößbauer Radiation.
Zur Veröffentlich. in Nucl. Instrum. Methods A
- S. SIEGEL, D. VOLLHARDT, G. BREZESINSKI, F. BRINGEZU, H. MÖHWALD
Ordering in Langmuir Monolayers of Branched Chain Phospholipids.
Zur Veröffentlich. in Mater. Sci. Engin. C
- L. SIMON, J.G. VAN OMMEN, A. JENTYS, J.A. LERCHER
In situ XANES Study of Pt/Mordenite during Benzene Hydrogenation in the Presence of Thiophene.
Zur Veröffentlich. in J. Phys. Chem.
- Sulfur Tolerance of Pt Supported on LTL Zeolite for Benzene Hydrogenation.
Zur Veröffentlich. in J. Catalysis
- 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
Microstructure-Mobility Correlation in Self-Organised, Conjugated Polymer Field-Effect Transistors.
Synth. Met. 111 (2000) 129
- S. SIX, J.W. GERLACH, B. RAUSCHENBACH
Epitaxial Aluminum Nitride Films on Sapphire Formed by Pulsed Laser Deposition.
Thin Solid Films 370 (2000) 1
- G. SNELL, E. KUKK, B. LANGER, N. BERRAH
Angular Distribution Measurements of the Xenon $N_{4,5}$ $O_{2,3}$ $O_{2,3}$ Auger Electrons: Determination of Alignment and Intrinsic Parameters.
Phys. Rev. A61 (2000) 042709
- G. SNELL, N. MÜLLER, M. DRESCHER, U. HEINZMANN, U. HERGENHAHN, J. VIEFHAUS, U. BECKER
Photoionization of the Xenon N-O-Shells in the 4d Shape Resonance: New Insights Using Spin-Resolved Electron Spectroscopy.
Zur Veröffentlich. in Phys. Rev. A
- V.L. SOLOZHENKO
Synchrotron Radiation Studies of Kinetics and Mechanism of cBN Synthesis.
In: Science and Technology of High Pressure, Vol. 2, Univ. Press, Hyderabad/IND (2000)
- V.L. SOLOZHENKO, F.D. MEYER, H. HILLEBRECHT
300-K Equation of State and High-Pressure Phase Stability of Al_3BC_3 .
J. Solid State Chem. 154 (2000) 254
- V.L. SOLOZHENKO, I.A. PETRUSHA, F. ELF
In-situ Studies of the Threshold Pressure of the rBN-to-wBN Transformation.
In: Science and Technology of High Pressure, Vol. 2, Univ. Press Hyderabad/IND (2000)
- G. SPRINGHOLZ, M. PINCZOLITS, V. HOLY, S. ZERLAUTH, I. VAVRA, G. BAUER
Vertical and Lateral Ordering in Self-Organized Quantum Dot Superlattices.
Zur Veröffentlich. in Physica E
- A. SQUIRES, R.H. TEMPLER, O. CES, A. GABKE, J. WOENCKHAUS, J.M. SEDDON, R. WINTER
The Kinetics of Lyotropic Phase Transitions Involving the Inverse Bicontinuous Cubic Phases.
Langmuir 16 (2000) 3578
- J. STAHN, T. GEUE, J. GRENZER, U. PIETSCH
Interaction of Short-Chain Alkanes with Surface and Interfaces of Multilayer Films Built from Amphiphilic Molecules: An in-situ X-Ray and Neutron Scattering Probe.
Langmuir 16 (2000) 7764
- J. STAHN, U. PIETSCH, P. BLAHA, K.H. SCHWARZ
Electric Field Induced Charge-Density Variations in Covalently Bonded Compounds.
Zur Veröffentlich. in Phys. Rev. B
- J. STANGL, V. HOLY, T. ROCH, A. DANIEL, G. BAUER, J. ZHU, K. BRUNNER, G. ABSTREITER
GISAXS Study of Buried and Freestanding SiGe Islands in a SiGe/Si Superlattice.
Phys. Rev. B62 (2000) 7229
- F. STARROST, E. KRASOVSKII, W. SCHATTKKE, J. JOCKEL, U. SIMON, R. ADELUNG, L. KIPP
Ceteneites: Electronic, Optical, and Conduction Properties of Nanoporous Chalcogenoantimonates.
Phys. Rev. B61 (2000) 15697
- U. STAUB, L. DODERHOLM, S.R. WASSERMANN, F. FAUTH, A.G.O. CONNER, M.J. KRAMER, B. PATTERSON, M. SHI, M. KNAPP
Valence Determination as a Function of Doping in $PrBa_2Cu_3O_7$.
Phys. Rev. B61 (2000) 1548
- C. STERNEMANN, G. DÖRING, C. WITTKOP, W. SCHÜLKE, A. SHUKLA, T. BUSLAPS, P. SUORTTI
Influence of Lattice Dynamics on Electron Momentum Density of Lithium.
J. Phys. Chem. Solids 61 (2000) 379

- C. STERNEMANN, K. HÄMÄLÄINEN, A. KAPROLAT, G. DÖRING, C.C. KAO, S. MANNINEN, W. SCHÜLKE
Final-State Interaction in Compton Scattering from Electron Liquids.
Phys. Rev. B62 (2000) R7687
- C. STERNEMANN, A. KAPROLAT, M.H. KRISCH, W. SCHÜLKE
Evolution of the Germanium K β''' X-Ray Satellites from Threshold to Saturation.
Phys. Rev. A61 (2000) 020501
- J. STREMPFER, T. BRÜCKEL, W. CALIEBE, A. VERNES, W. PRANDL, J.R. SCHNEIDER
Form-Factor Measurement on Chromium with High-Energy Synchrotron Radiation.
Eur. Phys. J. B14 (2000) 92
- M. SUN, T. BÜRGI, R. CATTANEO, R. PRINS
TPS, XPS, and QEXAFS Investigation of the Sulfidation Behavior of Tungsten on Fluorine-Promoted Alumina.
Zur Veröffentl. in J. Catalysis
- P. SUORTTI, T. BUSLAPS, V. HONKIMÄKI, C. METZ, A. SHUKLA, T. TSCHENTSCHER, J. KWIATKOWSKA, F. MANIAWSKI, A. BANSIL, S. KAPRZYKK, A.S. KHEIFETS, D.R. LUN, T. SATTLER, J.R. SCHNEIDER, F. BELL
Fermi-Surface and Electron Correlation in Al Studied by Compton Scattering.
J. Phys. Chem. Solids 61 (2000) 397
- K. SZAMOTA-SADOWSKA, E. GUZIEWICZ, B.J. KOWALSKI, B. LESIAK, J. SADOWSKI, B.A. ORLOWSKI, N. BARRETT, C. GUILLOT, R.L. JOHNSON
Electronic Structure of MBE-Grown CdYbTe: Photoemission Studies.
Thin Solid Films 367 (2000) 193
- W. SZUSZKIEWICZ
Selected Properties of Zinc Blende Mercury Chalcogenides.
In: Physics of Semiconductor Devices, V. Kumar, S.K. Agarwal (Eds.), Allied Publ. New Delhi/IND (2000)
- B. TENCHOV, R. KOYNOVA, G. RAPP
New Ordered Metastable Phases between the Gel and Subgel Phases in Hydrated Phospholipids.
Zur Veröffentl. in Biophys. J.
- C.M. TEODORESCU, F. CHEVRIER, C. RICHTER, V. ILAKOVAC, O. HECKMANN, L. LECHEVALIER, R. BROCHIER, R.L. JOHNSON, K. HRICOVINI
Structure of Fe Layers Grown on InAs(100).
Appl. Surf. Sci. 166 (2000) 137
- J. THEY, R. KOTTHAUS, G. BUSCHHORN, D. PUGACHEV
A Compton Polarimeter for Parametric X-Radiation.
Zur Veröffentl. in Nucl. Instrum. Methods A
- E. THORN-CSANYI, O. KLOCKMANN
Morphology of a Homologous Series of Alkyl-Substituted PV Oligomers.
Synth. Met. 101 (2000) 664
- E. THORN-CSANYI, O. NARWARK, R. PEETZ, A. STRACHOTA
Diheptyloxy PV-Oligomers in Solution: Photochemistry.
Synth. Met. 101 (2000) 238
- G. THORWARTH, S. MÄNDL, B. RAUSCHENBACH
Plasma Immersion Ion Implantation Using Titanium and Oxygen Ions.
Surface & Coat. Technol. 128-129 (2000) 116
- M. TIEMANN, M. FRÖBA, G. RAPP, S.S. FUNARI
In situ Small Angle X-Ray Scattering (SAXS) Studies on the Formation of Mesostructured Aluminophosphate/Surfactant Composite Materials.
Stud. Surf. Sci. Catal. 129 (2000) 559
- Non-Aqueous Synthesis of Mesostructured Aluminophosphate/Surfactant Composites: Synthesis, Characterization, and in situ SAXS Studies.
Chem. Mater. 12 (2000) 1342
- M. TOLAN, O.H. SEECK, J. WANG, S.K. SINHA, M.H. RAFAILOVICH, J. SOKOLOV
X-Ray Scattering from Polymer Films.
Physica B283 (2000) 22
- Surface Structure of Soft-Matter Thin Films Probed by Diffuse X-Ray Scattering.
In: Exploration of Subsurface Phenomena by Particle Scattering, N.Q. Lam et al. (Eds.), IAS Press (2000)
- B.L. TOMBERLI, C.J. BENMORE, P.A. EGELSTAFF, J. NEUEFEIND, V. HONKIMÄKI
Isotopic Quantum Effects in Water Structure Measured with High Energy Photon Diffraction.
J. Phys.: Condens. Matter 12 (2000) 2597
- H. TOPSØE
In situ Characterization of Catalysts.
Stud. Surf. Sci. & Catal. 130 (2000) 1
- E. TRATAR PIRC, I. ARCON, P. BUKOVEC, A. KODRE
Preparation and Characterisation of Copper(II) Hyaluronate.
Carbohydr. Res. 324 (2000) 275
- A.X. TRAUTWEIN, H. WINKLER
Biophysical Applications.
Hyperfine Interactions 123-124 (2000) 561
- M. TRAVING, T. SEYDEL, L. KIPP, M. SKIBOWSKI, F. STAROST, E.E. KRASOVSKII, A. PERLOV, W. SCHATTKE
Combined Photoemission and Inverse Photoemission Study of HfS₂.
Zur Veröffentl. in Phys. Rev. B
- R. TREUSCH, C. GERTH, T. LOKAYCZYK, J. FELDHAUS
Photon Diagnostics on the VUV FEL at DESY: First Lasing around 100 nm.
Zur Veröffentl. in Nucl. Instrum. Methods A
- V.R. TROLL, P.M. SACHS, H.U. SCHMINCKE
REE Mineral Perrierite in Comenditic Magmas from Gran Canaria, Spain: A SYXRF-Probe Study.
Eur. J. Mineral. 12 (2000) 217

S. VAN SMAALEN, J. LÜDECKE

The Valence States of Vanadium in the Low-Temperature Super-Structure of NaV_2O_5 .

Europhys. Lett. 49 (2000) 250

L. VASILIU-DOLOC, S. ROSENKRANZ, R. OSBORN, S.K. SINHA, J.W. LYNN, J. MESOT, O.H. SEECK, G. PREOSTI, A.J. FREDO, J.F. MITCHELL

Charge Melting and Polaron Collapse in $\text{La}_{1.2}\text{Sr}_{1.8}\text{Mn}_2\text{O}_7$.

Adv. Photon Source Res. No. 3 (2000)

L. VASYLECHKO, A. AKSELRUD, W. MORGENROTH, U. BISMAYER, A. MATKOVSKII, D. SAVYTSKII

The Crystal Structure of NdGaO_3 at 100 K and 293 K Based on Synchrotron Data.

J. Alloys & Compounds 297 (2000) 46

L. VASYLECHKO, R. NIEWA, H. BORRMANN, M. KNAPP, D. SAVYTSKII, A. MATKOVSKII, U. BISMAYER, M. BERKOWSKI

R-3c – Pbnmp Phase Transition of $\text{La}_{1-x}\text{Sm}_x\text{GaO}_3$ ($0 < x < 0.3$) Perovskites and Crystal Structures of the Orthorhombic and Trigonal Phases.

Zur Veröffentlich. in Solid State Ionics

L. VASYLECHKO, D. SAVYTSKI, A. MATKOVSKII, M. BERKOWSKI, M. KNAPP, U. BISMAYER

Room and High Temperature Crystal Structures of $\text{La}_{1-x}\text{Nd}_x\text{GaO}_3$ ($x = 0.27$ and 0.37) Using Synchrotron Data.

Zur Veröffentlich. in J. Alloys & Compounds

A. VERWEYEN, P. WERNET, P. GLATZEL, B. SONNTAG, C. GERTH, K. GODEHUSEN, P. ZIMMERMANN

Resonant 3p Photoelectron Spectroscopy of Free Cu Atoms.

J. Phys. B: At. Mol. Opt. Phys. 33 (2000) 1563

C. VIROJANADARA, L.I. JOHANSSON, P.A. GLANZ, T. EICKHOFF, W. DRUBE

High Energy Photoemission Investigations of SiO_2/SiC Samples.

Zur Veröffentlich. in Appl. Surf. Sci.

M. VOGEL, C. MÜNSTER, W. FENZL, T. SALDITT

Thermal Unbinding of Highly Oriented Phospholipid Membranes.

Phys. Rev. Lett. 84 (2000) 390

V. VOHN, M. KNAPP, U. RUSCHEWITZ

Synthesis and Crystal Structure of SrC_2 .

J. Solid State Chem. 151 (2000) 111

A. VON DEM BORNE, R.L. JOHNSON, B. SONNTAG, M. TALKENBERG, A. VERWEYEN, P. WERNET, J. SCHULZ, K. TIEDTKE, C. GERTH, B. OBST, P. ZIMMERMANN, J.E. HANSEN

Suppression of the Low-Spin Multiplet Components in the 3p Photoelectron Spectra of Atomic and Solid 3d Metals.

Phys. Rev. A62 (2000) 052703

K. VON HAEFTEN, T. LAARMANN, H. WABNITZ, T. MÖLLER

A Time Resolved VUV Fluorescence Study of Hydrogen Clusters: Evidence of a Liquid Phase.

J. Electr. Spectrosc. Rel. Phenom. 106 (2000) 199

M. VON ZIMMERMANN, T. NIEMÖLLER, J.R. SCHNEIDER, T. FRELLO, N.H. ANDERSEN, J. MADSEN, M. KÄLL, O. SCHMIDT, H.F. POULSEN, T. WOLF, R. LIANG, P. DOSANJH, W.N. HARDY

Oxygen Ordering Superstructures and Structural Phase Diagram of $\text{YBa}_2\text{Cu}_3\text{O}_{6+x}$.

Zur Veröffentlich. in Phys. Rev. B

G. WALTER, U. HOPPE, A. BARZ, R. KRANOLD, D. STACHEL

Intermediate Range Structure of Mixed Phosphate Glasses by X-Ray Diffraction.

J. Non-Cryst. Sol. 263&264 (2000) 48

N. WANDERKA, M. SEIDEL, S. MECHLER, K. STÄHL, J.Z. JIANG, M.P. MACHT

Formation of Quasicrystals in $\text{Zr}_{46.8}\text{Ti}_{8.2}\text{Cu}_{7.5}\text{Ni}_{10}\text{Be}_{27.5}$ Bulk Glass.

Zur Veröffentlich. in Appl. Phys. Lett.

L. WCISLAK, J.R. SCHNEIDER, T. TSCHENTSCHER, H. KLEIN, H.J. BUNGE

Hard X-Ray Texture Measurements with an On-Line Image Plate Detector.

Zur Veröffentlich. in Nucl. Instrum. Methods A

N.B. WEBER, C. BETHKE, F.U. HILLEBRECHT, E. KISKER

Studying Magnetic Materials by High Efficiency Spin Resolved Photoemission, Magnetic Domain Microscopy and Soft X-Ray Magneto-Optics.

Zur Veröffentlich. in Nucl. Instrum. Methods A

S. WEICHEL, F. GREY, K. RASMUSSEN, M. NIELSEN, R. FEIDENHANS'L, P.B. HOWES, J. VEDDE

Fusion Bonding of Si Wafers Investigated by X-Ray Diffraction.

Appl. Phys. Lett. 76 (2000) 70

F. WEIGAND, E. GOERING, J. GEISSLER, M. JUSTEN, K. DÖRR, K. RUCK, G. SCHÜTZ

XMCD Study of the Ruddlesden-Popper Phase $\text{La}_{1.2}\text{Nd}_{0.2}\text{Sr}_{1.6}\text{Mn}_2\text{O}_7$.

Zur Veröffentlich. in J. Synchrotron Rad.

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.

Surf. Sci. 451 (2000) 124

I. WEISSBUCH, P.N.W. BAXTER, I. KUZMENKO, H. COHEN, S. COHNEN, K. KJAER, P.B. HOWES, J. ALS-NIELSEN, J.M. LEHN, L. LEISEROWITZ, M. LAHAV

Oriented Crystalline Monolayers and Bilayers of 2×2 Silver(I) Grid Architectures at the Air-Solution Interface: Their Assembly and Crystal Structure Elucidation.

Chem. Eur. J. 6 (2000) 725

T. WEITKAMP, J. NEUEFEIND, H.E. FISCHER, M.D. ZEIDLER

Hydrogen Bonding in Liquid Methanol at Ambient and High Pressures.

Molec. Phys. 98 (2000) 125

P. WERNET, J. SCHULZ, B. SONNTAG, K. GODEHUSEN, P. ZIMMERMANN, M. MARTINS, C. BETHKE, F.U. HILLEBRECHT

Core-Valence Interactions in the Linear Dichroism of Cr2p Photoelectron Spectra.

Zur Veröffentlichung in Phys. Rev. B

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

T. WIEBACH, M. SCHMIDBAUER, M. HANKE, H. RAIDT, R. KÖHLER, H. WAWRA

Strain and Composition in SiGe Nanoscale Islands Studied by X-Ray Scattering.

Phys. Rev. B61 (2000) 5571

J. WIENOLD, R.E. JENTOFT, T. RESSLER

Phase Formation during the Decomposition of Ammonium Heptamolybdate – An in situ XAFS and XRD Investigation.

Zur Veröffentlichung in J. Synchrotron Rad.

G. WIRNSBERGER, K. GATTERER, H.P. FRITZER, W. GROGGER, B. PILLEP, P. BEHRENS, M.F. HANSEN, C. BENDER-KOCH

Mesostructured Iron Oxyhydroxide. 2. Soft Hydrothermal Restructuring Processes.

Zur Veröffentlichung in Chem. Mater.

G. WIRNSBERGER, K. GATTERER, H.P. FRITZER, W. GROGGER, B. PILLEP, P. BEHRENS, M.F. HANSEN, C. BENDER-KOCH, S. MØRUP

Mesostructured Iron Oxyhydroxides. 1. Synthesis, Local Structure and Magnetism.

Zur Veröffentlichung in Chem. Mater.

C. WITTKOP, F.M.F. DE GROOT, W. SCHÜLKE

Magnetic Circular Dichroism in the 2p4d X-Ray Emission of EuO.

Phys. Rev. B61 (2000) 7176

S. WOEDTKE, A. MEEDER, R. ADELUNG, R. SCHWED-HELM, L. KIPP, M. SKIBOWSKI

Structural Properties of Chlorinated Epitaxial C60 Films.

Zur Veröffentlichung in Phys. Rev. B

J. WOENCKHAUS, R. KÖHLING, C. ROYER, R. WINTER

Using Pressure-Jump Techniques for Studying Protein Folding.

Europ. Biophys. J. 29 (2000) 274

A.J. WOJTOWICZ, P. SZUPRYCZYNSKI, W. DROZDOWSKI

Radiative Recombination in Ce-, Pr-, and Tb-Doped Barium Fluoride.

J. Alloys & Compounds 300-301 (2000) 199

A.J. WOJTOWICZ, P. SZUPRYCZYNSKI, J. GLODO, W. DROZDOWSKI, D. WISNIEWSKI

Radioluminescence and Recombination Processes in BaF₂:Ce.

J. Phys.: Condens. Matter 12 (2000) 4097

J. WOLLSCHLÄGER, T. HILDEBRANDT, R. KAYSER, J. VIERNOW, A. KLUST, J. BÄTJER, A. HILLE, T. SCHMIDT, J. FALTA

Effects of Electron Irradiation on the Structure and Morphology of CaF₂/Si(111).

Appl. Surf. Sci. 162-163 (2000) 309

T. WROBLEWSKI, E. WILD, T. POESTE, A. PYZALLA

Processing of X-Ray Diffraction Imaging Data Using Remote Sensing Techniques.

J. Mater. Sci. Lett. 19 (2000) 975

B.I. ZADNEPROVSKY, E.V. POLYANSKY, I.A. KAMENSKIKH, V.N. KOLOBANOV, V.V. MIKHAILIN, I.N. SHPINKOV, G. ZIMMERER, M. KIRM

Luminescence and Scintillation Properties of PbSO₄ Crystals.

Zur Veröffentlichung in Radiat. Meas.

B. ZEYSING, T. EICKHOFF, W. DRUBE, A. TERFORT

Improved X-Ray Stability of Self-Assembled Monolayers Made of Aromatic Thiols.

Zur Veröffentlichung in Langmuir

K. ZHANG, J. FALTA, T. SCHMIDT, C. HEYN, G. MATERLIK, W. HANSEN

Distribution and Shape of Self-Assembled InAs Quantum Dots Grown on GaAs(001).

Pure Appl. Chem. 72 (2000) 199

K. ZHANG, C. HEYN, W. HANSEN, T. SCHMIDT, J. FALTA

Ordering and Shape of Self-Assembled InAs Quantum Dots on GaAs(001).

Appl. Phys. Lett. 76 (2000) 2229

Strain Status of Self-Assembled InAs Quantum Dots.

Appl. Phys. Lett. 77 (2000) 1295

M. ZHANG, E. SALJE, T. MALCHEREK, U. BISMAYER, L.A. GROAT

Dehydration of Metamict Titanite: An Infrared Spectroscopic Study.

Canadian Mineralogist 38 (2000) 119

J. ZHAO, D. VOLLHARDT, G. BREZESINSKI, S. SIEGEL, J. WU, A.V. MAKIEVSKI, J.B. LI, R. MILLER

Effect of Protein Penetration into Phospholipid Monolayers: Morphology and Structure.

Colloids & Surfaces A171 (2000) 175

Y. ZHUANG, A. DANIEL, C. SCHELLING, F. SCHÄFFLER, G. BAUER, J. GRENZER, S. SENZ

Optical and Structural Properties of Si/SiGe Wires Grown on Patterned Si Substrates.

Zur Veröffentlichung in Thin Solid Films

Y. ZHUANG, V. HOLY, J. STANGL, S. ZERLAUTH, F. SCHÄFFLER, G. BAUER, U. PIETSCH, N. DAROWSKI

Inhomogeneous Strain Relaxation in Dry Etched Si/SiGe Wires: A High Resolution X-Ray Diffraction Study.

Zur Veröffentlichung in Phys. Rev. B

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.

Physica B283 (2000) 130

Y. ZHUANG, C. SCHELLING, J. STANGL, C. PENN, S. SENZ, F. SCHÄFFLER, A. DANIEL, U. PIETSCH, G. BAUER

Structural and Optical Properties of Si/Si_{1-x}Ge_x Wires.

Thin Solid Films 369 (2000) 409

Y.X. ZHUANG, J.Z. JIANG, Z.G. LIN, M. MEZOUAR, W. CRICHTON, A. INOUE
Evidence of Eutectic Crystallization and Transient Nucleation in $\text{Al}_{89}\text{La}_6\text{Ni}_5$ Amorphous Alloy.
Zur Veröffentl. in Appl. Phys. Lett.

Y.X. ZHUANG, J.Z. JIANG, T.J. ZHOU, H. RASMUSSEN, L. GERWARD, M. MEZOUAR, W. CRICHTON, A. INOUE
Pressure Effects on $\text{Al}_{89}\text{La}_6\text{Ni}_5$ Amorphous Alloy Crystallization.
Zur Veröffentl. in Appl. Phys. Lett.

J.C. ZIEGLER, O. BUNK, G. SCHERB, A. KAZIMIROV, L.X. CAO, J. ZEGENHAGEN
In situ X-Ray Investigation of the Structure of Electrodeposited Pb on Si(111):H.
Surf. Sci. 452 (2000) 150

J.C. ZIEGLER, A. REITZKE, O. BUNK, J. ZEGENHAGEN, D.M. KOLB
Metal Deposition on n-Si(111):H Electrodes.
Zur Veröffentl. in Electrochim. Acta

K.M. ZIMMERMANN, M. TOLAN, R. WEBER, J. STETTNER, A.K. DOERR, W. PRESS
Phase Determination of X-Ray Reflection Coefficients.
Phys. Rev. B62 (2000) 10377

L. ZUPANC-MEZNAR, R. CERC-KOROŠEC, P. BUKOVEC, J. PADEZNIK GOMILŠEK
 Eu^{3+} -Activated Silica Prepared by the Alkoxide Sol-Gel Method.
J. Vac. Sci. Technol. B18 (2000) 1097

Veröffentlichte Vorträge

V.E. ANTONOV, O.I. BARKALOV, M. CALDO-DAHLBORG, U. DAHLBORG, V.F. FEDOTOV, A.I. HARUNKOV, T. HANSEN, E.G. PONYATOVSKY, M. WINZENICK
Phase Transformations of the Amorphous Zn-Sb Alloy under High Pressures.
Proc. of NSHP-II (High Pressure Res. 17 (2000))

I. ARCON, A. KODRE
Material Characterisation by X-Ray Absorption Spectroscopy.
Proc. of the Int. Conf. of MIDEM, Postojna/SLO (2000)

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 $\text{TiH}_{0.74}$.
Proc. of NSHP-II (High Pressure Res. 17 (2000))

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.
In: Applications of Synchrotron Radiation Techniques to Materials Science V, S.R. Stock et al. (Eds.) (MRS Proc. Vol. 590 (2000))

F. BECKMANN, T. LIPPMANN, U. BONSE
High-Energy Microtomography Using Synchrotron Radiation.
Proc. of SPIE 4142 (2000)

B. BÜHN, F. WALL, M.J. LE BAS
Synchrotron Micro-XRF Analysis of Magmatic, Carbonatitic Fluorapatites: Implications for the Evolution of Carbonatite Magmas.
In: Modern Microbeam Techniques Applied to Fluid and Solid Species, IGC, Rio de Janeiro/BR (2000)

O. DEGTYAREVA, W.B. HOLZAPFEL
High Pressure Phase Diagrams of Binary Lanthanide Alloys between La, Ce, and Pr.
Proc. of the 37th EHPRG (High Pressure Res. 18 (2000))

M. DUBIEL, C. MOHR, S. BRUNSCH, H. HOFMEISTER
Nanoscale Ag Particles in Glass Studied by HREM and EXAFS.
Proc. of EUREM 12, Brno/CZ (2000)

S. EBBINGHAUS, A. RELLER, R. KÖHN, M. FRÖBA, P. FORTUNATO
Redox Processes in Polynary Copper Oxides and Copper Oxide/Mesoporous Silica Composites.
Mat. Res. Soc. Symp. Proc. 547 (2000)

J. FELDHAUS
Status and Perspectives of Single-Pass Free Electron Lasers for Short Wavelengths.
Proc. of the 7th Int. Conf. on X-Ray Lasers, Saint-Malo/F (2000)

U. HAHN, W. GRAEFF
Civil Engineering for the X-FEL Multi User Facility at DESY.
Proc. of SPIE, 45th Annual Meeting, San Diego/USA (2000)

V. HOLY, J. STANGL, G. SPRINGHOLZ, M. PINCZOLITS, G. BAUER
Lateral and Vertical Ordering of PbSe Self-Assembled Quantum Dots in PbSe/PbEuTe Superlattices.
Mat. Res. Soc. Proceedings (2000)

X. HUANG, J.A. WERT, H.F. POULSEN, N.C. KRIEGER LASSEN, F. INOKO
Characterization of Deformation Structure and Recrystallization in Tensile Deformed (100)Aluminum Single Crystal.
Proc. of the 21st Risø Int. Sympos. on Mater. Sci., Risø/DK (2000)

T. ITTNER, P. MÜLLER-BUSCHBAUM, W. PETRY
Surface Controlled Tack of Polymers.
Proc. of „Polymerwerkstoffe 2000“, Halle/D (2000)

V.YU. IVANOV, V.A. PUSTOVAROV, A.V. KRUSHALOV, M. KIRM, G. ZIMMERER, E.I. ZININ
Fast Exciton Relaxation in Oriented BeO Crystals after Pulse X-Ray and VUV Excitations.
Proc. of the 11th Int. Conf. on Radiation Physics and Chemistry of Condensed Matter, Tomsk/RUS (2000)

J.Z. JIANG, L. GERWARD, J.S. OLSEN, D. FROST, R. SECCO, J. PEYRONNEAU
Structural Stability of Nanocrystal ZnS.
Proc. of the Int. Sympos. on Metastable, Mechanically Alloyed and Nanocryst. Mater., Dresden/D (2000) (Mat. Sci. Forum 343-346 (2000))

D. JUUL JENSEN, H.F. POULSEN

Recrystallization in 3D.

Proc. of the 21st Risø Int. Sympos. on Mater. Sci., Risø/DK (2000)

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 (2000)

A. KAPROLAT, H. ENKISCH, M.H. KRISCH, W. SCHÜLKE

Electronic States of Metals and Alloys Investigated by High-Resolution Bloch-k Selective X-Ray Raman Scattering.

Proc. of the 18th Int. Conf. on X-Ray and Inner-Shell Processes, Chicago/USA (1999) (AIP Conf. Proc. 506 (2000))

M. KIRM, A. LUSHCHIK, C. LUSHCHIK, S. VIELHAUER, G. ZIMMERER

Influence of Uniaxial Stress and External Electric Field on Luminescence of KI Crystals under Selective VUV Excitation.

Proc. of the 5th Int. Conf. on Inorganic Scintillators and their Applications, Moscow/RUS (2000)

M. KIRM, A. LUSHCHIK, C. LUSHCHIK, G. ZIMMERER

Investigation of Pure and Ce^{3+} Doped $\text{Y}_3\text{Al}_5\text{O}_{12}$ Crystals Using VUV Radiation.

In: Physics and Chemistry of Luminescent Materials, C. Ronda et al. (Eds.), PV 99-40, The Electrochem. Soc. Proc. Series, Pennington/USA (2000)

M. KIRM, V. MIKHAILIN, A. ROMANENKO, N. SEMENOVA, I. SHPINKOV, G. ZIMMERER, M. DANILKIN,

SR Excited Photoluminescence Spectra of CaS:Ce and CaS:Eu . Abstracts of the Int. Workshop on Medical Appl. of Scintillators, Irkutsk/RUS (2000)

V. KISAND, E. GMINDER, M. KIRM, B. STEEG, S. VIELHAUER, G. ZIMMERER

Discrimination between Different Free Exciton Creation Processes in Solid Krypton.

Proc. of the 5th Int. Conf. on Inorganic Scintillators and their Applications, Moscow/RUS (2000)

V.N. KOLOBANOV, V.V. MIKHAILIN, I.N. SHPINKOV, D.A. SPASSKY, M. KIRM, G. ZIMMERER, V.N. MAKHOV

Optical Properties of Cadmium and Zinc Tungstate Single Crystals. Proc. of the 5th Int. Conf. on Inorganic Scintillators and their Applications, Moscow/RUS (2000)

K.Y.C. LEE, J. MAJEWSKI, T.L. KUHL, P.B. HOWES, K. KJAER, M.M. LIPP, A.J. WARING, J.A. ZASADZINSKI, G.S. SMITH

The Incorporation of Lung Surfactant Specific Protein SP-B into Lipid Monolayers at the Air-Fluid Interface: A Grazing Incidence X-Ray Diffraction Study.

In: Applications of Synchrotron Radiation Techniques to Materials Science V, S.R. Stock et al. (Eds.) (MRS Proc. Vol. 590 (2000))

C. LORENZ-HAAS, T. ITTNER, J. KRAUS, B. MAHLTIG, S. CUNIS, G. VON KROSIGK, R. GEHRKE, P. MÜLLER-BUSCHBAUM, C. CRETON, M. STAMM

Adhesion and Failure Mechanisms at Polymer Interfaces.

Proc. of „Polymerwerkstoffe 2000“, Halle/D (2000)

D. LOWNEY, P.J. MCNALLY, M. O'HARE, P.A.F. HERBERT, T. TUOMI, R. RANTAMÄKI, M. KARILAHTI, A.N. DANILEW-SKY

Failure Analysis of LED Arrays Using White Beam Synchrotron X-Ray Topography.

Proc. of the 3rd Int. Conf. on Materials for Microelectronics, Dublin/IRL (2000)

C. LUSHCHIK, A. LUSHCHIK, M. KIRM

Separation of Elementary Mechanisms of Photon Multiplication in Wide-Gap Crystals.

Proc. of the 5th Int. Conf. on Inorganic Scintillators and their Applications, Moscow/RUS (2000)

V.N. MAKHOV, J.Y. GESLAND, N.M. KHAIDUKOV, N.YU. KIRIKOVA, M. KIRM, J.C. KRUPA, T.V. OUVAROVA, G. ZIMMERER

VUV Scintillators Based on d-f Transitions in Rare Earth Ions.

Proc. of the 5th Int. Conf. on Inorganic Scintillators and their Applications, Moscow/RUS (2000)

V.N. MAKHOV, V.N. KOLOBANOV, M. KIRM, S. VIELHAUER, G. ZIMMERER

Phonon Broadening of Emission Spectra for STE and Auger-Free Luminescence.

Proc. of the Int. Conf. on Excitonic Processes in Condensed Matter, EXCON (2000)

B. MALIC, M. KOSEC, I. ARCON, A. KODRE, S. HIBOUX, P. MURALT

PZT Thin Films Prepared from Modified Zirconium Alkoxide.

Ext. Abstracts of the 12th Int. Sympos. and 3rd Europ. Meeting on Integrated Ferroelectrics, Aachen/D (2000)

N. MATTERN, M. ZINKEVITCH, H. EHRENBERG, M. KNAPP, A. HANDSTEIN

Crystal Structure and Magnetic Properties of $\text{Gd}_{1+n}\text{Fe}_{12-x-y}\text{Mo}_x\text{Ly}$ Solid Solutions.

Proc. of EPDIC VII, Barcelona/E (2000) (Mat. Sci. Forum (2000))

V. MIKHAILIN, I. KAMENSKIKH, V. KOLOBANOV, G. ZIMMERER

Optical Properties and Luminescence of Scintillating Crystals MeWO_4 (Me = Mg, Ca, Zn, Cd, Ba, Pb).

Abstracts of the Int. Workshop on Medical Appl. of Scintillators, Irkutsk/RUS (2000)

M. MONEKE, I. ALIG, T. WROBLEWSKI, H. MEYER

Spatially Resolved Measurements of the Morphology in Injection Moulded Polypropylene Plates.

Proc. of the Materials Week, München/D (2000)

P. MÜLLER-BUSCHBAUM, O. WUNNICKE, J.S. GUTMANN, M. WOLKENHAUER, M. STAMM, W. PETRY

Dewetting of Ultrathin Polymer Films.

Proc. of „Polymerwerkstoffe 2000“, Halle/D (2000)

- V. NAGIRNYI, E. FELDBACH, L. JÖNSSON, M. KIRM, A. KOTLOV, G. SVENSSON, M. ÅSBERG-DAHLBORG
Relaxation of Electronic Excitations in PbWO_4 and $\text{CaWO}_4\text{:Bi}$ Crystals.
Proc. of the 5th Int. Conf. on Inorganic Scintillators and their Applications, Moscow/RUS (2000)
- M. NOLAN, D. LOWNEY, P.J. MCNALLY, T.S. PEROVA, A. MOORE, H. GAMBLE, T. TUOMI, R. RANTAMAK, A.N. DANILEWSKY
Synchrotron X-Ray Topography and Micro-Raman Spectroscopy of Boron Doped Silicon Wafer Using Rapid Thermal Diffusion.
Proc. of the 3rd Int. Conf. on Materials for Microelectronics, Dublin/IRL (2000)
- M. O'HARE, P.J. MCNALLY, D. LOWNEY, T. TUOMI, R. RANTAMÄKI, A.N. DANILEWSKY,
Visualisation and Finite Element Modelling of Strain Fields in Silicon due to Integrated Circuit Metallisation.
Proc. of the 3rd Int. Conf. on Materials for Microelectronics, Dublin/IRL (2000)
- N. OBERENDER, M. FRÖBA
New Synthetic Pathways to Mesostructured Thiogermanates.
Mat. Res. Soc. Symp. Proc. 547 (2000)
- 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.
Proc. of the 5th Int. Conf. on Inorganic Scintillators and their Applications, Moscow/RUS (2000)
- Fast Physical Processes in Non-Linear Crystals $\text{CsLiB}_6\text{O}_{10}$ Excited by High-Power Synchrotron Radiation.
Proc. of the 11th Int. Conf. on Radiation Physics and Chemistry of Condensed Matter, Tomsk/RUS (2000)
- A. OWENS, M. BAVDAZ, H. ANDERSSON, S. NENONEN, H. SIPILA, V. GOSTILO, I. LISJUTIN, S. ZATOLOKA, G. GAGLIARDI, I. TAYLOR, L. TRÖGER, G. BERTUCCIO
Development of Compound Semiconductors for Planetary and Astrophysics Space Missions.
Proc. of SPIE 4012 (2000)
- X-Ray Measurements with Compound Semiconductor Arrays.
Proc. of SPIE (2000)
- U. PIETSCH, U. ZEIMER, L. HOFMANN, J. GRENZER, S. GRAMLICH
Strain Induced Compositional Modulations in AlGaAs Overlayers Induced by Lateral Surface Grating.
Mat. Res. Proc. Vol. 168 (2000)
- V.A. PUSTOVAROV, V.YU. IVANOV, M. KIRM, A.V. KRUSHALOV, G.N. KULIPANOV, I.N. OGORODNIKOV, G. ZIMMERER, E.I. ZININ
Time-Resolved Spectroscopy of Self-Trapped Exciton in Oriented BeO Crystals under X-Ray and VUV Excitation.
Proc. of the 5th Int. Conf. on Inorganic Scintillators and their Applications, Moscow/RUS (2000)
- V.A. PUSTOVAROV, V.YU. IVANOV, A.V. KOROTAEV, A.V. KRUSHALOV, M. KIRM, G. ZIMMERER
Time-Resolved Luminescent VUV-Spectroscopy of F and F^+ Centers in BeO Single Crystals.
Proc. of the 11th Int. Conf. on Radiation Physics and Chemistry of Condensed Matter, Tomsk/RUS (2000)
- V.A. PUSTOVAROV, A.V. KRUSHALOV, V.L. PETROV, B.V. SHULGIN, M. KIRM, G. ZIMMERER
Optical and Luminescent VUV-Spectroscopy of $\text{La}_2\text{Be}_2\text{O}_5$ Single Crystals.
Proc. of the 5th Int. Conf. on Inorganic Scintillators and their Applications, Moscow/RUS (2000)
- 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 the 5th Int. Conf. on Inorganic Scintillators and their Applications, Moscow/RUS (2000)
- V.A. PUSTOVAROV, V.Y. ZININ
Electronic Excitation and Energy Transfers in $\text{A}_2\text{SiO}_5\text{-Ce}$ ($\text{A}=\text{Y, Lu, Gd}$) and Sc_2SiO_5 Single Crystals.
Proc. of the 11th Int. Conf. on Radiation Physics and Chemistry of Condensed Matter, Tomsk/RUS (2000)
- M. SCHMIDBAUER, T. WIEBACH, H. RAIDT, P. SCHÄFER, M. HANKE, R. KÖHLER, W. NEUMANN, H. KIRMSE, M. RABE, F. HENNEBERGER, H. WAWRA
Evaluation of the Strain Field inside and around Growth Islands by Means of X-Ray Diffuse Scattering.
Mat. Res. Soc. Symp. Proc. Vol. 583 (2000)
- H. SCHULTE-SCHREPPING
Photon Beamlines at TESLA-FEL Undulators.
Proc. of SPIE, 45th Annual Meeting, San Diego/USA (2000)
- E. SOBCZAK, R. NIETUBYC, J.B. PELKA, S. MACKOWSKI, E. JANIK, G. KARCZEWSKI, G. GOERIGK
Anomalous Small Angle X-Ray Scattering Study of Self-Assembled Quantum Dots.
Proc. of the 108th Conf. on Applied Cryst., Katowice-Wisla/PL, World Scientific, Singapore (2000)
- J. STANGL, V. HOLY, A. DANIEL, T. ROCH, G. BAUER, T.H. METZGER, J. ZHU, K. BRUNNER, G. ABSTREITER
Shape and Size of Buried SiGe Islands.
Proc. of the 25th Int. Conf. on the Physics of Semiconductors, Osaka/J (2000)
- J. THEY, R. KOTTHAUS, G. BUSCHHORN, D. PUGACHEV
A Compact Compton Polarimeter Utilizing Silicon Drift Detectors.
Proc. of SPIE 4138 (2000) und MPI-PhE/2000-16
- C. TOMMASEO, M. KERSTEN
X-Ray Absorption Studies of Zn-Doped Cement Phases.
Proc. of the 2nd Euroconf. and NEA Workshop on Speciation, Techniques and Facilities for Radioactive Materials at Synchrotron Light Sources, Villigen/CH (2000)
- C. TOMMASEO, D. KULIK, M. KERSTEN
EXAFS Studies of Zn Intercalation in CSH.
Proc. of the Int. Congress on Appl. Mineralogy, Göttingen/D (2000)

E. WEIDNER, K. HRADIL, F. FREY, M. DE BOISSIEU, A. LE-TOUBLON, W. MORGENROTH, H.G. KRANE, M. CAPITAN, A.P. TSAI

High Resolution X-Ray and Neutron Diffraction of Super- and Disorder in Decagonal Al-Co-Ni

Proc. of the 7th Int. Conf. on Quasicrystals (2000) (Mater. Sci. Eng. (2000))

M. WOLKENHAUER, P. MÜLLER-BUSCHBAUM, O. WUNNICKE, B. MAHLTIG, M. STAMM, J. ROOVERS, R. CUBITT, G. VON KROSIGK

Analysis of the Structure of Adsorbed Star Polymers.

Proc. of „Polymerwerkstoffe 2000“, Halle/D (2000)

T. WROBLEWSKI

X-Ray Imaging Using the Radiation Diffracted by Polycrystalline Materials.

Proc. of ISRP-8, Prague/CZ (Radiat. Phys. Chem. (2000))

T. WROBLEWSKI, J. ALMANSTÖTTER, O. CLAUSS, M. MO-NEKE, T. PIRLING, P. SCHADE

Strain Mapping by Diffraction Imaging.

Proc. of the E-MRS Symposium, Strasbourg/F (2000) (Mater. Sci. Eng. A288 (2000))

T. WROBLEWSKI, E. WOLDT

Non-Ambient μ -Diffraction.

Proc. of the 47th Denver X-Ray Conf., Colorado Springs/USA (Adv. X-Ray Anal. 42 (2000))

O. WUNNICKE, P. MÜLLER-BUSCHBAUM, M. STAMM

Dewetting and Structure Formation in Polymer Films.

Proc. of „Polymerwerkstoffe 2000“, Halle/D (2000)

J. ZEGENHAGEN, A. KAZIMIROV, L.X. CAO, M. KONUMA, E. SOZONTOV, D. PLACHKE, H.D. CARS, G. BILGER, E. HALLER, V. KOHN, M. CARDONA

Isotopic Mass and Lattice Constants of Si and Ge: X-Ray Standing Wave Measurements.

Proc. of the 25th Int. Conf. on the Physics of Semiconductors, Osaka/J (2000)

K. ZHANG, J. FALTA, C. HEYN, T. SCHMIDT, W. HANSEN

Lateral Distribution of Buried Self-Assembled InAs Quantum Dots in GaAs.

Proc. of the 25th Int. Conf. on the Physics of Semiconductors, Osaka/J (2000)

K. ZHANG, C. HEYN, W. HANSEN, T. SCHMIDT, J. FALTA

Structural Characterization of Self-Assembled InAs Quantum Dots Grown by MBE.

Proc. of the 11th Conf. on Molecular Beam Epitaxie, Beijing/PRC (J. Cryst. Growth (2000))

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. In: Applications of Synchrotron Radiation Techniques to Materials Science V, S.R. Stock et al. (Eds.) (MRS Proc. Vol. 590 (2000))

Weitere Vorträge wurden von HASYLAB-Mitarbeitern auf folgenden Konferenzen und Tagungen gehalten

8. Jahrestagung der DGK, Aachen/D (2000)

8th Int. Conf. on the Structure of Non-Crystalline Materials, Aberystwyth/GB (2000)

11th Int. Conf. on X-Ray Absorption Fine Structure (XAFS11), Ako/J (2000)

MRS Spring Meeting, Amherst/USA (2000)

Workshop on Materials Research at SESAME, Ankara/TR (2000)

10th Int. Symposium on Small Particles and Inorganic Clusters, Atlanta/USA (2000)

Wilhelm und Else Heraeus-Seminar Workshop on Many-Particle Dynamics in Coulomb Systems, Bad Honnef/D (2000)

Int. Conf. on Access in Nanoporous Materials II, Banff/CAN (2000)

7th Europ. Powder Diffraction Conf. (EPDIC7), Barcelona/E (2000)

2nd Int. Forum on New Developments in Mesophase Materials, Bayreuth/D (2000)

Conf. on Properties of Materials at High Pressures and Temperatures, Bayreuth/D (2000)

8th Int. Conf. on Electronic Spectroscopy & Structure (ICESS8), Berkeley/USA (2000)

4th Slovenian-German Seminar on Joint Projects in Materials Science & Technology, Berlin/D (2000)

7th Int. Conf. on Synchrotron Radiation Instrumentation (SRI2000), Berlin/D (2000)

IBFM Meeting, Berlin/D (2000)

Optics in Advanced Technologies, Berlin/D (2000)

Workshop on X-Ray Absorption Spectroscopy – An Access to Local Structures, Berlin/D (2000)

Sienta Europ. Symposium, Bischofshausen/F (2000)

9th Ann. Int. Workshop on Laser Physics (LPHYS2000), Bordeaux/F (2000)

10th IACIS Meeting on Colloid and Interface Science, Bristol/GB (2000)

14th Int. Symposium on the Reactivity of Solids, Budapest/H (2000)

Symposia on Surface Physics, Calcutta/IND (2000)

Int. Workshop on Photoionization, Carry le Rouet/F (2000)

EURESCO Conf. on Cluster-Surface Interaction, Castelvechio Pascoli/I (2000)

31st Danish Crystallography Meeting and 3rd Dansync Annual Meeting, Copenhagen/DK (2000)

Europ. Conf. on Energy Dispersive X-Ray Spectrometry (EDXRS2000), Cracow/PL (2000)

Nobugs 2000, Daresbury/GB (2000)

Workshop on Dynamical Approaches in Atomic and Cluster Physics, Dresden/D (2000)

The Yearly Dutch Catalysis Meeting (NCCC2000), Dronen/NL (2000)

22nd Int. Free Electron Laser Conf. (FEL2000), Durham/GB (2000)

Symposium on Fluorine Chemistry, Durham/GB (2000)

Int. School of Crystallography: NATO Advanced Study Institute, Erice/I (2000)

Int. Conf. on Atomic Physics, Florence/I (2000)

EUPOC 2000 Meeting on Crystallization of Polymers, Gargnano/I (2000)

7th Int. Conf. on Plasma Surface Engineering, Garmisch-Partenkirchen/D (2000)

12th Int. Congress on Catalysis, Granada/E (2000)

50. Jahrestagung, Österreichische Physikalische Gesellschaft, Graz/A (2000)

Conference on Biological Physics and Synchrotron Radiation, Grenoble/F (2000)

ESRF-Workshop on Fast Structural Changes, Grenoble/F (2000)

Workshop on Surface Science 2000: Self-Organization at Interfaces and in Thin Films, Grenoble/F (2000)

Workshop on The Structure and Dynamics of Liquid and Glassy States: X-Rays and Complementary Methods, Grenoble/F (2000)

EPS Conference, Guimaraes/P (2000)

Int. Conf. „Polymerwerkstoffe 2000“, Halle/D (2000)

Conf. on Many-Particle Spectroscopy of Atoms, Molecules and Surfaces, Halle/D (2000)

3rd Harima-Conference (SPRING8), Harima/J (2000)

3rd Int. Workshop on Crystallography at High Pressure and High Temperature Using X-Rays and Neutrons, Harima/J (2000)

SMARTON 3, Hindsgavl/DK (2000)

6th Int. Conf. on Materials and Mechanisms of Superconductivity and High Temperature Superconductors, Houston/USA (2000)

12th Int. Conf. on Ternary and Multinary Compounds, Hsinchu/RC (2000)

Österreichische Chemietage, Innsbruck/A (2000)

Euromembrane 2000, Jerusalem/IL (2000)

14th Int. Conf. on Defects in Insulating Materials (ICDIM2000), Johannesburg/ZA (2000)

Conf. on Major Trends in Superconductivity in the Millennium (MTSC2000), Klosters/CH (2000)

Int. Conf. on Solid State Crystals, Materials Science and Applications, Koscielisko Zakopane/PL (2000)

SLAP 2000, La Habana/C (2000)

Int. Conf. on Self-Organization Phenomena of Nanoparticles, Liverpool/GB (2000)

General Scientific Meeting of the Belgian Physical Society, Louvain La Neuve/B (2000)

ESF Seminar on Molecular Magnets, Lübeck/D (2000)

IEEE Nucl. Sci. Sympos., Lyon/F (2000)

Discussion Meeting on Catalysis from First Principles, Lyon/F (2000)

Synchrotron Radiation Center Workshop, Madison/USA (2000)

19th Europ. Conf. on Surface Science (ECOSS19), Madrid/E (2000)

4th Int. Conf. on f-Elements (ICFS4), Madrid/E (2000)

Ann. Meeting of the APS, Minneapolis/USA (2000)

Ecole Thématique Rayonnement Synchrotron et Magnétisme, Mittelwihr/F (2000)

18th Gen. Conf. of the Condensed Matter Division of the EPS, Montreux/CH (2000)

12. Deutsche Zeolith-Tagung, München/D (2000)

Analytica Conf. 2000, München/D (2000)

10th Symposium on Solid State Chemistry and Materials Research of the German Chemical Society, Münster/D (2000)

Int. Workshop on Nitride Semiconductors, Nagoya/J (2000)

19th Europ. Crystallographic Meeting (ECM19), Nancy/F (2000)

ECM19 Satellite Meeting on Surface Crystallography, Nancy/F (2000)

44th Biophysical Society Meeting, New Orleans/USA (2000)

Faraday, Mai 2000, New York/USA (2000)

Conf. on Lasers and Electro-Optics-Europe, Nice/F (2000)

APERIODIC 2000, Nijmegen/NL (2000)

13th Russian Conf. on Synchrotron Radiation Applications, (SR2000), Novosibirsk/RUS (2000)

Danish Phys. Soc. Ann. Meeting, Nyborg Strand/DK (2000)

3rd TMR-TOSS Meeting, Oestgeest/NL (2000)

Int. Sympos. on Physical Basis of Adsorption, Okayama/J (2000)

4th Int. Conf. on Excitonic Processes in Condensed Matter, Osaka/J (2000)

Conf. on Real Time Probing of Elementary Chemical Processes in Liquids, Paris/F (2000)

9th Int. Symposium on the Physics and Chemistry of Luminescent Materials, Phoenix/USA (2000)

NATO-ASI: Ring Opening Metathesis Polymerisation and Related Chemistry, Polanica-Zdroj/PL (2000)

9th Int. Conf. on Organised Molecular Film (LB9), Potsdam/D (2000)

Workshop on Biocrystallography with Synchrotron Radiation – Future Perspectives (BioXSR), Poznan/PL (2000)

Int. Conf. on Solid State Chemistry, Prague/CZ (2000)

2nd Int. Symposium on Mesoporous Molecular Sieves (ISMMS2000), Quebec City/CAN (2000)

Int. Conf. on Magnetism (ICM2000), Recife/BR (2000)

4th Euroconf. on Luminescent Detectors and Transformers of Ionizing Radiation (LUMDETR2000), Riga/LV (2000)

Euro Summer School on New Materials and their Dynamics: Advances through Synchrotron Radiation, Rostock-Warnemünde/D (2000)

11th CRC Int. Symposium on Frontier of XAFS Spectroscopy and its Application to Catalyst and Interfaces, Sapporo/J (2000)

5th Int. Symposium on Amorphous and Nanostructured Materials, Sendai/J (2000)

Ann. Meeting of the Am. Crystal. Assoc., St. Paul/USA (2000)

Conf. on Charge, Spin and Momentum Densities (SAGAMORE 13), Stare Jablonski/PL (2000)

9th Nordic Symposium on Catalysis, Stockholm/S (2000)

3rd ESAFORM Conf. on Material Forming, Stuttgart/D (2000)

Int. Conf. on Cryocrystals and Quantum Crystals (CC2000), Szklarska Poreba/PL (2000)

12th Workshop on Strongly Correlated Electron Systems, Trieste/I (2000)

Int. Workshop on High Precision, High-Resolution Analysis Methods of Electronic States of Solids, Tsukuba/J (2000)

29th Int. School on Physics of Semiconducting Compounds, Ustron-Jaszowiec/PL (2000)

5th Biennial Conf. on High Resolution X-Ray Diffraction and Topography (X-Top2000), Ustron-Jaszowiec/PL (2000)

Réunion GFSM2000 – La spectrométrie Mößbauer dans tous ses états, Versailles et Gif sur Yvette/F (2000)

8th Conf. on Total Reflection X-Ray Fluorescence Analysis and Related Methods, Vienna/A (2000)

1st Int. Workshop on Mechanical Engineering Design of Synchrotron Radiation Equipment and Instrumentation (MEDSI2000), Villigen/CH (2000)

Int. Conf. on Thin Film Deposition of Oxide Multilayers (TFDOM), Vilnius/LT (2000)

Conf. on Applied Superconductivity, Virginia Beach/USA (2000)

24th Meeting on Condensed Matter Physics, Wagga/AUS (2000)

World Polymer Congress (IUPAC MACRO2000), Warsaw/PL (2000)

Rietveld Method Workshop, Wisla/PL (2000)

42th Polish Crystallographic Meeting, Wroclaw/PL (2000)

2nd Nat. Conf. on Basic Research in Physics, Zrece/SLO (2000)

Habilitationen

B. BÜHN

Fraktionierung fester und flüchtiger Phasen in karbonatischen und Alkalisilikatischen Mantelmagmen.
Univ. Gießen/D (2000)

M. FRÖBA

Mesostructured Materials: Synthesis and Characterization.
Univ. Hamburg/D (2000)

T.H. HANSTEEN

Fluid and Melt Inclusions in Phenocrysts and Xenoliths as Indicators of Petrogenetic Processes.
Univ. Kiel/D (2000)

T. KRAFT

Die Muskelkontraktion. Molekularphysiologische Aspekte der Kraftentwicklung und ihrer Regulation.
Medizinische Hochschule Hannover/D (2000)

D. POSPIECH

Untersuchungen zu Multiblockcopolymeren mit Segmenten unterschiedlicher Flexibilität.
TU Dresden/D (2000)

Dissertationen

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 (2000)

S. BRUNSCH

Strukturuntersuchungen zum Einbau von Fremdionen und Nanoskaligen Silberteilchen in Silikatgläser mit Hilfe der Röntgenabsorptionsspektroskopie.
Univ. Halle-Wittenberg/D (2000)

M. CASAGRANDE

Untersuchung der Ordnung und Diffusion von Polymerdispersionen bei ihrer Verfilmung.
Univ. Mainz /D (2000)

R. CATTANEO

Why do Chelating Ligands Improve the Activity of NiMo Hydrotreating Catalysts?
ETH Zürich/CH (2000)

K.N. DAROWSKI

Charakterisierung mesoskopischer Halbleiter-Lateralstrukturen mittels PL-Spektroskopie und GID.
Univ. Potsdam/D (2000)

A. DEL CAMPO

Effect of the Nature of the Spacer on the Properties of Thermotropic Liquid Crystalline Polymers.
Univ. Madrid/E (2000)

A. GABKE

Strukturen und Kinetik der Phasenumwandlungen von Modellbiomembranen.
Univ. Dortmund/D (2000)

J. GERLACH

Ionenstrahlgestütztes Epitaktisches Wachstum hexagonaler Galliumnitrid-Schichten auf c-Saphir.
Univ. Augsburg/D (2000)

J. GLODO

Radiative Recombination Processes in Cerium Activated YAlO_3 and LuAlO_3 Crystals.
Univ. of Torun/PL (2000)

E. GMINDER

Lumineszenzspektroskopische Untersuchung der Erzeugung sekundärer Exzitonen in den festen Edelgasen Argon und Neon.
Univ. Hamburg/D (2000)

A. GOTTWALD

Untersuchung der Phasenseparation in Multiblockcopolymeren.
TU Dresden/D (2000)

J.S. GUTMANN

Strukturbildung in dünnen Filmen aus Mischungen statistischer Copolymere.
Univ. Mainz/D (2000)

T. HIORT

X-Ray Fluorescence Holography and Multiple Energy X-Ray Holography: A Comparative Study.
Univ. Hamburg/D (2000)

H. HÜNNEFELD

Einfluss von Defekten auf den strukturellen Phasenübergang in Strontiumtitanat.
Univ. Hamburg/D (2000)

M.N. KATSIKINI

Characterization of III-V Nitrides with X-Ray Absorption Techniques.
Univ. of Thessaloniki/GR (2000)

P. KEIL

Charakterisierung von Synchrotronstrahlungsoptiken im harten Röntgenbereich.
Univ. Düsseldorf/D (2000)

D. KOSCIESZA

Hochzeitaufgelöste Beugungsmessungen an Haem-Proteinen mittels Laue-Verfahren.
Univ. Hamburg/D (2000)

J. KRAUS

Einfluss der eingeschränkten Dimension auf die Kettenkonformation und Rauigkeit in dünnen Polymerfilmen im Glaszustand.
Univ. Mainz/D (2000)

G. LANDMESSER

Untersuchung von phononischen Vorläufereffekten displaziver Phasenumwandlungen an einer freien Ni_2MnGa -Oberfläche mittels Röntgenstreuung unter streifenden Winkeln.
Univ. München/D (2000)

D. LOWNEY

Photoacoustic Spectroscopy and Synchrotron X-Ray Topography Studies of Semiconductor Materials and Devices.
Univ. of Dublin/IRL (2000)

D. LÜBBERT

Strain and Lattice Distortion in Semiconductor Structures: A Synchrotron Radiation Study.
Univ. Potsdam/D (2000)

A. MÜLLER

Interlayer Coupling and Non-Fermi Liquid Behavior in p-Type High Tc Superconductors.
Humboldt-Univ. Berlin/D (2000)

O. MUTH

Synthese und Charakterisierung von mesostrukturierten Übergangsmetalloxiden.
Univ. Hamburg/D (2000)

T. NIEMÖLLER

Röntgendiffraktometrische Untersuchungen der Ladungsordnungen in Selten-Erd-dotiertem $\text{La}_{2-x}\text{Sr}_x\text{CuO}_4$ und in $\text{La}_{1-x}\text{Sr}_x\text{MnO}_3$.
Univ. Hamburg/D (2000)

N. ORLOWSKI

Untersuchung der elektronischen Struktur von HgSe und HgTe mittels winkelaufgelöster Photoemission.
Humboldt-Univ. Berlin/D (2000)

S. PETERSEN

Charakterisierung von ionischen Zentren in Edelgasmatrizen mit Lumineszenz- und Photoelektronenspektroskopie.
Univ. Hamburg/D (2000)

A. PLECH

Benetzungsphasenübergänge in binären flüssigen Mischungen: Untersuchung der Struktur und Thermodynamik mit Röntgenstreuung unter streifenden Winkeln.
Univ. München/D (2000)

U. PONKRATZ

Energiedispersive Röntgenbeugung an Quasikristallen unter hohem Druck.
Univ. Rostock/D (2000)

R. PREŠEREN

Deep Double Photoexcitation in Atom.
Univ. of Ljubljana/SLO (2000)

G. REISS

Energiedispersive Röntgenbeugungsuntersuchungen an einigen Laves-Phasen unter hohem Druck.
Univ. Paderborn/D (2000)

M. SCHALKE

Konformation und Hydratation von Phospholipiden in Oberflächenmonoschichten: Röntgenreflexion und IR-Spektroskopie.
Univ. Leipzig/D (2000)

M.A. SCHROEDER

Magneto-optische Kerr-Effekte im VUV an Eisen und Eisensystemen.
Univ. Hamburg/D (2000)

T. SEYDEL

Glasoberflächen – Einfrieren von Kapillarwellen?
Univ. Kiel/D (2000)

L. SIMON,

On the Sulfur Tolerance of Zeolite Supported Pt Catalysts for Benzene Hydrogenation.
Univ. of Twente/NL (2000)

J. STAHN

Strukturfaktoränderungen von GaAs und ZnSe unter dem Einfluss eines äußeren elektrischen Feldes.
Univ. Potsdam/D (2000)

J. STANGL

High-Resolution X-Ray Diffraction Studies of Self-Organized SiGe(C) Islands.
Univ. of Linz/A (2000)

B. STEEG

Erzeugung sekundärer Exzitonen in festem Xenon untersucht mit Hilfe der Lumineszenzspektroskopie.
Univ. Hamburg/D (2000)

C. STERNEMANN

Final State Interaction and Temperature Effects in Compton Scattering from Lithium.
Univ. Dortmund/D (2000)

P. WERNET

Magnetischer Dichroismus in der Cr 2p-Photoionisation.
Univ. Hamburg/D (2000)

M. WEYGAND

Struktur und mikroskopische Charakterisierung der Wechselwirkung von S-Schicht-Proteinen mit Phospholipiden: Röntgen- und Neutronenstreuuntersuchungen.
Univ. Leipzig/D (2000)

T. WIEBACH

Röntgenographische Untersuchungen von $\text{Si}_{1-x}\text{Ge}_x$ -Stranski-Krastanov-Inseln auf Silizium(001).
Humboldt-Univ. Berlin/D (2000)

C. WITTKOP

Spinselektive Messung der unbesetzten 5d Zustandsdichte von EuO mit resonanter unelastischer Röntgenstreuung.
Univ. Dortmund/D (2000)

F. WOHLERT

Ein hochauflösendes Spektrometer für die resonante unelastische Röntgen-Streuung.
Univ. Dortmund/D (2000)

R. ZAEPPER

Design und Charakterisierung eines schnellen Röntgenmonochromators für Synchrotronstrahlung.
Univ. Düsseldorf/D (2000)

J.H. ZEYSING

STM-Untersuchungen zur Strukturaufklärung reiner und adsorbatbedeckter hochindizierter Halbleiteroberflächen und niedrigindizierter Kupfer-Gold-Legierungsoberflächen.
Univ. Hamburg/D (2000)

Y. ZHUANG

Fabrication and Characterization of Laterally Structured Si/SiGe-Heterostructures.
Univ. of Linz/A (2000)

B. ZIMMERMANN

Vollständige Experimente in der atomaren und molekularen Photoionisation.
TU Berlin/D (2000)

Diplomarbeiten

E. ALONSO

A Thermotropic Polymer with Double Tg and Abnormal Orientation.
Univ. Madrid/E (2000)

F. BRIELER

Nanostrukturierte II/VI-Halbleiterverbindungen in mesoporösen M41S-Silicaphasen.
Univ. Hamburg/D (2000)

O. BRUNKE

Untersuchung der Adsorption von N auf Si(111) mit Hilfe von stehenden Röntgenwellenfeldern (XSW) und Röntgenphotoemissionsspektroskopie (XPS).
Univ. Bremen/D (2000)

B. BÜHN

Fraktionierung fester und flüchtiger Phasen in karbonatischen und alkausilikatischen Mantelmagmen.
Univ. Gießen/D (2000)

A. DANIEL

Experimentelle Bestimmung der Elektronendichte von Zinkselenid.
Univ. Potsdam/D (2000)

M. DOMMACH

Aufbau und Test eines Monochromators für Phononenspektroskopie.
FH Lübeck/D (2000)

D. EHLERS

Untersuchung der reinen und adsorbatbedeckten Silizium (115)-Oberfläche mittels Rastertunnelmikroskopie.
Univ. Hamburg/D (2000)

M. KAMMEL

Untersuchungen zur Auflösung von Entmischungsbezirken in einem Natrium-Kalzium-Silikatglas mit der Methode der Röntgenkleinwinkelstreuung.
Univ. Rostock/D (2000)

D. KNABBEN

Magnetisch sensitive Rumpfniveauspektroskopie an dünnen Schichten, Schichtsystemen und Nanoclustern.
Univ. Düsseldorf/D (2000)

S. KRIESEN

Charakterisierung des Wachstums von Kupferchlorid-Nanokristallen in einer Natriumchlorid-Matrix mit der Methode der Röntgen-Kleinwinkelstreuung.
Univ. Rostock/D (2000)

T. KURBUHN

Untersuchung von Benetzungsfilmen des binären Systems Perfluorhexan/Hexan mit Röntgenstreuung.
Univ. Kiel/D (2000)

A. MEEDER

Photoelektronenspektroskopie und Rastertunnelmikroskopie an reinen und p-dotierten C60-Schichten.
Univ. Kiel/D (2000)

S. NERGER

Struktur und magnetische Kopplung in $\text{Fe}_x\text{Co}_{1-x}/\text{Mn}/\text{Fe}_x\text{Co}_{1-x}$ Schichtsystemen.
RWTH Aachen/D (2000)

K. RADEMAKER

Präparation und spektroskopische Charakterisierung von Yb^{2+} in Fluoridkristallen.
Univ. Hamburg/D (2000)

M. SCHAEFER

In-situ-Untersuchungen zur Bildung von Thioantimonaten unter solvothermalen Bedingungen.
Univ. Kiel/D (2000)

R. SCHARDIN

Fermi-Flächen-Bestimmung von hochkorrelierten Elektronensystemen mittels winkelaufgelöster Photoemissionsspektroskopie.
Humboldt-Univ. Berlin/D (2000)

O. SEIFARTH

Der Einfluss von Dimensionalität und Ladungsdichtewellen auf die Fermifläche von Schichtkristallen: Untersuchungen mit höchstauflösender Photoelektronenspektroskopie.
Univ. Kiel/D (2000)

R. SEVERIN

Herstellung von MoSe_2 - und Mo_6Se_8 -Filmen mit der van der Waals-Epitaxie und strukturelle und elektronische Untersuchungen an diesen Filmen.
Humboldt-Univ. Berlin/D (2000)

R.S. UNGER

Herstellung und Charakterisierung von supraleitenden $\text{Bi}_2\text{Sr}_2\text{CaCu}_2\text{O}_{8+\delta}$ -Filmen.
Humboldt-Univ. Berlin/D (2000)

J. VOIGT

Elementspezifische Magnetisierungsdichteverteilungen in Selten-Erd-Übergittern.
RWTH Aachen/D (2000)

M. WAHLERS

Laserablation zur Präparation dünner Schichten magnetischer Oxide.
Univ. Düsseldorf/D (2000)

F. WEBER

Untersuchung von Gradienten-Multilayern und korrelierter Rauigkeit mittels Röntgenstreuung.
Univ. Kiel/D (2000)

S. WERTH

Elektronische und strukturelle Eigenschaften dünner epitaktischer Schichten von Heterokontakten aus Übergangsmetalldichalkogeniden.
Univ. Kiel/D (2000)

K.M. ZIMMERMANN

Untersuchung der Grenzflächenstruktur von Metall/Polymer-Systemen mittels Röntgenstreuung im Bereich der Totalreflexion.
Univ. Kiel/D (2000)

EMBL

Für eine Liste der Veröffentlichungen und Vorträge wird auf den EMBL-Jahresbericht verwiesen.

Max-Planck-Gesellschaft

Veröffentlichungen

M. ACKMANN, H. WIECH, E. MANDELKOW

Nonsaturable Binding Indicates Clustering of Tau on the Microtubule Surface in a Paired Helical Filament-Like Conformation.
J. Biol. Chem. 275 (2000) 30 335

A.E. ALESHIN, C. KIRBY, X. LIU, G.P. BOURENKOV, H.D. BARTUNIK, H.J. FROMM, R.B. HONZATKO

Crystal Structures of Mutant Monomeric Hexokinase I Reveal Multiple ADP Binding Sites and Conformational Changes Relevant to Allosteric Regulation.
J. Mol. Biol. 296 (2000) 1001

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.
J. Biomol. Struct. Dyn. 17 (2000) 617

S. BARGHORN, Q. ZHENG-FISCHHÖFER, M. ACKMANN, J. BIERNAT, M. VON BERGEN, E.M. MANDELKOW, E. MANDELKOW

Structure, Microtubule Interactions, and Paired Helical Filament Aggregation by Tau Mutants of Frontotemporal Dementias.
Biochemistry 39 (2000) 11 714

- H. BARTELS, M. GLÜHMANN, D. JANELL, F. SCHLÜNZEN, A. TOCILJ, A. BASHAN, I. LEVIN, H.A.S. HANSEN, J. HARMS, M. KESSLER, M. PIOLETTI, T. AUERBACH, I. AGMON, H. AVILA, M. SIMITSOPOULOU, S. WEINSTEIN, M. PERETZ, W.S. BENNETT, F. FRANCESCHI, A. YONATH
Targeting Exposed RNA Regions in Crystals of the Small Ribosomal Subunits at Medium Resolution.
Cell. Mol. Biol. 46 (2000) 871
- H. BLUME, P. BÖSECKE, G.P. BOURENKOV, D. KOSCIESZA, H.D. BARTUNIK
The Protein Crystallography Beamline BW6 at DORIS – Automatic Operation and High-Throughput Data Collection.
Zur Veröffentlichung in Nucl. Instrum. Methods
- M. BOCHTLER, C. HARTMANN, H.K. SONG, G.P. BOURENKOV, H.D. BARTUNIK, R. HUBER
The Structures of HsIU and the ATP-Dependent Protease HsIU-HsIV.
Nature 403 (2000) 800
- P. BURKHARD, R.A. KAMMERER, M.O. STEINMETZ, G.P. BOURENKOV, U. AEBI
The Coiled-Coil Trigger Site of the Rod Domain of Corticillin I Unveils a Distinct Network of Interhelical and Intrahelical Salt Bridges.
Structure Fold. Des. 8 (2000) 223
- T. CLAUSEN, A. SCHLEGEL, R. PEIST, E. SCHNEIDER, C. STEEGBORN, Y.S. CHANG, A. HAASE, G.P. BOURENKOV, H.D. BARTUNIK, W. BOOS
X-Ray Structure of MalY from Escherichia Coli: A Pyridoxal 5'-Phosphate-Dependent Enzyme Acting as a Modulator in Mal Gene Expression.
EMBO J. 19 (2000) 831
- P. FRIEDHOFF, M. VON BERGEN, E.M. MANDELKOW, E. MANDELKOW
Structure of Tau Protein and Assembly into Paired Helical Filaments.
Biochim. Biophys. Acta – Mol. Basis of Disease 1502 (2000) 122
- A. HOENGER, M. DOERHOEFER, G. WOHLKE, P. TITTMANN, H. GROSS, Y.H. SONG, E. MANDELKOW
Surface Topography of Microtubule Walls Decorated with Monomeric and Dimeric Kinesin Constructs.
Biological Chemistry 381 (2000) 1001
- A. HOENGER, M. THORMÄHLEN, R. DIAZ-AVALOS, M. DOERHOEFER, K.N. GOLDIE, J. MÜLLER, E. MANDELKOW
A New Look at the Microtubule Binding Patterns of Dimeric Kinesins.
J. Mol. Biol. 297 (2000) 1087
- J.T. KAISER, T. CLAUSEN, G.P. BOURENKOV, H.D. BARTUNIK, S. STEINBACHER, R. HUBER
Crystal Structure of a NifS-Like Protein from Thermotoga maritima: Implications for Iron Sulphur Cluster Assembly.
J. Mol. Biol. 297 (2000) 451
- S. LECLERC, M. GARNIER, R. HOESSEL, D. MARKO, J.A. BIBB, G.L. SNYDER, P. GREENGARD, J. BIERNAT, Y.Z. WU, E.M. MANDELKOW, G. EISENBRAND, L. MEIJER
Indirubins Inhibit Glycogen Synthase Kinase-3 beta and CDK5/P25, Two Protein Kinases Involved in Abnormal Tau Phosphorylation in Alzheimer's Disease – A Property Common to Most Cyclin-Dependent Kinase Inhibitors?
J. Biol. Chem. 276 (2001) 251
- M. LEOST, C. SCHULTZ, A. LINK, Y.Z. WU, J. BIERNAT, E.M. MANDELKOW, J.A. BIBB, G.L. SNYDER, P. GREENGARD, D.W. ZAHAREVITZ, R. GUSSIO, A.M. SENDEROWICZ, E.A. SAUSVILLE, C. KUNICK, L. MEIJER
Paullones are Potent Inhibitors of Glycogen Synthase Kinase-3 beta and Cyclin-Dependent Kinase 5/P25.
Eur. J. Biochem. 267 (2000) 5983
- A. MARX, J. PLESS, E.M. MANDELKOW, E. MANDELKOW
On the Rigidity of the Cytoskeleton: Are Maps Crosslinkers or Spacers of Microtubules?
Cell. Mol. Biol. 46 (2000) 949
- H. MASUMOTO, K. NAKAGAWA, S. IRIE, H. SORIMACHI, K. SUZUKI, G.P. BOURENKOV, H.D. BARTUNIK, C. FERNANDEZ-CATALAN, W. BODE, S. STROBL
Crystallization and Preliminary X-Ray Analysis of Recombinant Full-Length Human m-calpain.
Acta. Cryst. D, Biol. Crystallogr. 56 (2000) 73
- L. MEIJER, A. THUNNISSEN, A.W. WHITE, M. GARNIER, M. NIKOLIC, L.H. TSAI, J. WALTER, K.E. CLEVERLEY, P.C. SALINAS, Y.Z. WU, J. BIERNAT, E.M. MANDELKOW, S.H. KIM, G.R. PETTIT
Inhibition of Cyclin-Dependent Kinases, GSK-3 beta and CK1 by Hymenialdisine, a Marine Sponge Constituent.
Chemistry & Biology 7 (2000) 51
- B. MERINOV, G. BOURENKOV, U. BISMAYER
High-Temperature Superionic Phase of Mixed Proton Conductor $[Rb_{0.57}(NH_4)_{0.43}]_3H(SeO_4)_2$: Dynamic Twinning and Anomalous Display of Dynamically Disordered Hydrogen Atoms.
Phys. stat. sol. (b) 218 (2000) 365
- R. MORALES, H.H. CHARON, G. KACHALOVA, L. SERRE, M. MEDINA, C. GOMEZ-MORENO, M. FREY
A Redox-Dependent Interaction between Two Electron-Transfer Partners Involved in Photosynthesis.
EMBO Reports 1 (2000) 271
- J.J. MULLER, A. LAPKO, G. BOURENKOV, K. RUCKPAUL, U. HEINEMANN
Adrenodoxin Reductase – Adrenodoxin Complex Structure Suggests Electron Transfer Path in Steroid Biosynthesis.
Zur Veröffentlichung in J. Biol. Chem.
- C. SCHEUFELER, A. BRINKER, G.P. BOURENKOV, S. PEGORARO, L. MORODER, H.D. BARTUNIK, F.U. HARTL, I. MOAREFI
Structure of TPR Domain-Peptide Complexes: Critical Elements in the Assembly of the Hsp70-Hsp90 Multichaperone Machine.
Cell 101 (2000) 199

F. SCHLÜNZEN, A. TOCILJ, R. ZARIVACH, J. HARMS, M. GLÜHMANN, D. JANELL, A. BASHAN, H. BARTELS, I. AGMON, F. FRANCESCHI, A. YONATH
Structure of Functionally Activated Small Ribosomal Subunit at 3.3 Ångström Resolution.
Cell 102 (2000) 615

C. SEEBERGER, E. MANDELKOW, B. MEYER
Conformational Preferences of a Synthetic 30mer Peptide from the Interface between the Neck and Stalk Regions of Kinesin.
Biochemistry 39 (2000) 12 558

T. SOULIMANE, G. BUSE, G.P. BOURENKOV, H.D. BARTUNIK, R. HUBER, M.E. THAN
Structure and Mechanism of the Aberrant ba(3)-cytochrome c oxidase from *Thermus thermophilus*.
EMBO J. 19 (2000) 1766

S. STROBL, C. FERNANDEZ-CATALAN, M. BRAUN, R. HUBER, H. MASUMOTO, K. NAKAGAWA, A. IRIE, H. SORIMACHI, G.P. BOURENKOW, H.D. BARTUNIK, K. SUZUKI, W. BODE
The Crystal Structure of Calcium-Free Human m-calpain Suggests an Electrostatic Switch Mechanism for Activation by Calcium.
Proc. Natl. Acad. Sci. USA 97 (2000) 588

M. THORMÄHLEN, J. MÜLLER, E. MANDELKOW
Crystallization of Kinesin.
In: Methods in Molecular Biology, Vol. 164, Kinesin Protocols, I. Vernos (Ed.), Humana Press, Totowa (2001) 223

M. VON BERGEN, P. FRIEDHOFF, J. BIERNAT, J. HEBERLE, E.M. MANDELKOW, E. MANDELKOW
Assembly of Tau Protein into Alzheimer Paired Helical Filaments Depends on a Local Sequence Motif ((306)VQIVYK(311)) Forming beta Structure.
Proc. Natl. Acad. Sci. USA 97 (2000) 5129

M.C. WAHL, G.P. BOURENKOV, H.D. BARTUNIK, R. HUBER
Flexibility, Conformational Diversity and Two Dimerization Modes in Complexes of Ribosomal Protein L12.
EMBO J. 19 (2000) 174

Dissertationen

M. ACKMANN
Mechanismus der Bindung von Tau an Mikrotubuli.
Univ. Witten-Herdecke/D (2000)

J. MÜLLER
Biochemische und strukturelle Untersuchungen an rekombinant exprimierten Mikrotubuli-Motorproteinen der Ratte, *Rattus norvegicus* (Berkenhout, 1879), des Tintenfisches, *Loligo pealei* (Le Sueur, 1821) und der Fruchtfliege, *Drosophila melanogaster* (Meigen, 1830).
Univ. Hamburg/D (2000)

S. REICHARDT
Untersuchungen des Problems der Strahlenschädigung in der Ribosomenkristallographie.
Univ. Hamburg/D (2000)

A. SCHNEIDER
Phosphorylierung von Tau-Protein und ihr Einfluss auf die Aggregation von Alzheimer-Filamenten.
Univ. Hamburg/D (2000)

J. ZHOU
Generation of scFv Recombinant Antibodies with the Help of the Phage Display System against the Microtubule Associated Protein Tau and the Protein Kinase MARK.
Univ. Hamburg/D (2000)

FE

Veröffentlichungen

R. LORENCZ, C. RECKLEBEN, K. HANSEN
A Novel Extraction Method for BJT-Parameters.
J. Electr. Eng. 51 (2000) 22

K. HANSEN, L. TRÖGER
A Novel Multi-Cell Silicon Drift Detector Module for X-Ray Spectroscopy and Imaging Applications.
IEEE Trans. Nucl. Sci. 48 (2000)

Veröffentlichter Vortrag

J.S.T. NG, K. HANSEN, U.C. MÜLLER, P. HOLL, J. KEMMER, P. LECHNER, L. STRÜDER
Silicon Pixel Detector for the TTF-FEL Beam Trajectory Monitor.
Proc. of the 8th Europ. Symp. on Semicond. Detectors, Elmau/D (1998) (Nucl. Instrum. Methods A439 (2000) 601)

Bibliothek und Dokumentation

Veröffentlichung

D. SCHMIDT
Die Eingruppierung von Büchereiangestellten des mittleren Dienstes an wissenschaftlichen Spezialbibliotheken nach dem BAT: Eine Arbeits- und Argumentationshilfe für Bibliotheksleiter.
Bibliotheksdienst 34 (2000) 408

Vortrag

D. SCHMIDT
Die Vergütung der Büchereiangestellten des einfachen und mittleren Dienstes nach dem BAT.
HGF-Arbeitskreis Bibl.- und Inf.wesen, St. Augustin/D (2000)

DESY Zeuthen

Veröffentlichungen

AMANDA COLLABORATION, E. ANDRES et al.
The AMANDA Neutrino Telescope: Principle of Operation and First Results.
Astropart. Phys. 13 (2000) 1

Observation of High Energy Neutrinos with Cherenkov Detectors Embedded in Deep Antarctic Ice.
Zur Veröffentl. in Nature

BAIKAL COLLABORATION, V.A. BALKANOV et al.
Registration of Atmospheric Neutrinos with the Baikal Neutrino Telescope NT-96.
Astropart. Phys. 12 (1999) 75

An Upper Limit on the Diffuse Flux of High Energy Neutrinos Obtained with the Baikal Detector NT-96.
Astropart. Phys. 14 (2000) 61

L3 COLLABORATION, M. ACCIARI et al.
Measurement of the Running of the Fine-Structure Constant.
Phys. Lett. B476 (2000) 40

Measurement of the $e^+e^- \rightarrow Z\gamma\gamma$ Cross Section and Determination of Quartic Gauge Boson Couplings at LEP.
Phys. Lett. B478 (2000) 39

Search for Charginos with a Small Mass Difference to the Lightest Supersymmetric Particle at $\sqrt{s} = 189$ GeV.
Phys. Lett. B482 (2000) 31

Measurements of Cross Sections and Forward-Backward Asymmetries at the Z Resonance and Determination of Electroweak Parameters.
Eur. Phys. J. C16 (2000) 1

Inclusive Σ^+ and Σ^0 Production in Hadronic Z Decays.
Phys. Lett. B479 (2000) 79

Measurement of the Photon Structure Function at High Q^2 at LEP.
Phys. Lett. B483 (2000) 373

Measurement of the Lifetime of the Tau Lepton.
Phys. Lett. B479 (2000) 67

Search for an Invisibly Decaying Higgs Boson in e^+e^- Collisions at $\sqrt{s} = 183 - 189$ GeV.
Phys. Lett. B485 (2000) 85

Measurements of the $b\bar{b}$ Production Cross Section and Forward-Backward Asymmetry at Centre-of-Mass Energies above the Z Pole at LEP.
Phys. Lett. B485 (2000) 71

Search for Anomalous $ZZ\gamma$ and $Z\gamma\gamma$ Couplings in the Process $e^+e^- \rightarrow Z\gamma$ at LEP.
Phys. Lett. B489 (2000) 55

QCD Studies in e^+e^- Annihilation from 30 GeV to 189 GeV.
Phys. Lett. B489 (2000) 65

Search for Manifestations of New Physics in Fermion-Pair Production at LEP.
Phys. Lett. B489 (2000) 81

Production of Single W Bosons at $\sqrt{s} = 189$ GeV and Measurement of $WW\gamma$ Gauge Couplings.
Phys. Lett. B487 (2000) 229

Measurement of Bose-Einstein Correlations in $e^+e^- \rightarrow W^+W^-$ at $\sqrt{s} = 189$ GeV.
Phys. Lett. B493 (2000) 233

Determination of γ/Z Interference in e^+e^- Annihilation at LEP.
Phys. Lett. B489 (2000) 93

Measurement of the $W^+W^-\gamma$ Cross Section and Direct Limits on Anomalous Quartic Gauge Boson Couplings at LEP.
Phys. Lett. B490 (2000) 187

Search for Anomalous Couplings in the Higgs Sector at LEP.
Phys. Lett. B489 (2000) 102

Search for a Higgs Boson Decaying into Two Photons in e^+e^- Interactions at $\sqrt{s} = 189$ GeV.
Phys. Lett. B489 (2000) 115

Measurement of the W-Pair Production Cross Section and W-Decay Branching Fractions in e^+e^- Interactions at $\sqrt{s} = 189$ GeV.
Phys. Lett. B496 (2000) 19

Search for Charged Higgs Bosons in e^+e^- Collisions at Centre-of-Mass Energies up to 202 GeV.
Phys. Lett. B496 (2000) 34

Study of Z Boson Pair Production in e^+e^- Interactions at $\sqrt{s} = 192 - 202$ GeV.
Phys. Lett. B497 (2000) 23

Light Resonances in $K_S^0 K^\pm \pi^\mp$ and $\eta \pi^+ \pi^-$ Final States in $\gamma\gamma$ Collisions at LEP.
Phys. Lett. B501 (2001) 1 und
CERN-EP-2000-129, hep-ex/0011035

Search for R-Parity Violating Decays of Supersymmetric Particles at $\sqrt{s} = 189$ GeV.
CERN-EP-2000-130, hep-ex/0011087,
zur Veröffentl. in Eur. Phys. J. C

$K_S^0 K_S^0$ Final State in Two-Photon Collisions and Implications for Glueballs.
Phys. Lett. B501 (2001) 173 und CERN-EP-2000-135, hep-ex/0011037

Measurements of the Cross Sections for Open Charm and Beauty Production in $\gamma\gamma$ Collisions at $\sqrt{s} = 189 - 202$ GeV.
Phys. Lett. B503 (2001) 10 und
CERN-EP-2000-130, hep-ex/0011070

Search for Excited Leptons in e^+e^- Interactions at $\sqrt{s} = 192 - 202$ GeV.
Phys. Lett. B502 (2001) 37 und
CERN-EP-2000-143, hep-ex/0011068

- Higgs Candidates in e^+e^- Interactions at $\sqrt{s} = 206.6$ GeV.
Phys. Lett. B495 (2000) 18
- Search for Neutral Higgs Bosons of the Minimal Supersymmetric Standard Model in e^+e^- Interactions at $\sqrt{s} = 192 - 202$ GeV.
Phys. Lett. B503 (2001) 21
- Search for the Standard Model Higgs Boson in e^+e^- Collisions up to 202 GeV.
CERN-EP-2000-146, hep-ex/0012019,
zur Veröffentlichung in Phys. Lett. B
- Measurement of the Charm Production Cross Section in $\gamma\gamma$ Collisions at LEP.
CERN-EP-2000-155, hep-ex/0101025,
zur Veröffentlichung in Phys. Lett. B
- THE LEP COLLABORATIONS, et al.
Combination Procedure for the Precise Determination of Z Boson Parameters from Results of the LEP Experiments.
CERN-EP-2000-153, hep-ex/0101027
- A. AIRAPETIAN et al.
Evidence for a Single-Spin Azimuthal Asymmetry in Semi-Inclusive Pion Electro-Production.
Phys. Rev. Lett. 84 (2000) 4047 und DESY 99-149, hep-ex/9910062
- J. BLÜMLEIN
Analytic Continuation of Mellin Transforms up to Two-Loop Order.
Comput. Phys. Commun. 133 (2000) 76 und
DESY 98-149, hep-ph/0003100
- J. BLÜMLEIN, T. RIEMANN (Eds.)
Proc. of the 5th Zeuthen Workshop on Elementary Particle Theory, „Loops and Legs in Quantum Field Theories“, Bastei/D (2000).
Nucl. Phys. B, Proc. Suppl. 89 (2000)
- J. BLÜMLEIN, D. ROBASCHIK
On the Structure of the Virtual Compton Amplitude in the Generalized Bjorken Region: Integral Relations.
Nucl. Phys. B581 (2000) 449 und DESY 00-005, hep-ph/0002071
- J. BLÜMLEIN, V. RAVINDRAN, W.L. VAN NEERVEN
On the Drell-Levy-Yan Relation to $O(\alpha_s^2)$.
Nucl. Phys. B586 (2000) 349 und DESY 98-144, hep-ph/0004172
- E. BOOS et al.
Branching Fraction Measurement of the SM Higgs with a Mass of 160 GeV at Future Linear e^+e^- Colliders.
Eur. Phys. J. direct C5 (2000) 1
- Probing of the Wtb Coupling in $t\bar{t}$ Pair Production at Linear Colliders.
Eur. Phys. J. C16 (2000) 269
- M. CASELLE, F. GLIOZZI, S. NECCO
Thermal Operators and Cluster Topology in q State Potts Model.
J. Phys. A34 (2001) 351 und cond-mat/0006204
- M. CZAKON, J. GLUZA
Single Chargino Production with R Parity Lepton Number Violation in Electron-Electron and Muon-Muon Collisions.
hep-ph/0003228
- M. CZAKON, J. GLUZA, M. ZRALEK
Perspectives on Finding the Neutrino Nature.
hep-ph/0003161
- S. ERHAN, P. KRIZAN, T. LOHSE
B-Physics at Hadron Machines.
Nucl. Instrum. Methods A446 (2000) 1
- J. FLEISCHER, M.YU. KALMYKOV
ON-SHELL2: FORM Based Package for the Calculation of Two-Loop Self-Energy Single Scale Feynman Diagrams Occurring in the Standard Model.
Comput. Phys. Commun. 128 (2000) 531 und hep-ph/9907431
- C. FORD, G. JORJADZE, G. WEIGT
Integration of the $SL(2, R)/U(1)$ Gauged WZNW Theory by Reduction and Quantum Parafermions.
hep-th/0003246, zur Veröffentlichung in Theor. Math. Phys.
- C. FORD et al.
ADHM Construction of Instantons on the Torus.
Nucl. Phys. B596 (2001) 387 und DESY 00-080, hep-th/0005221
- R. FREZZOTTI et al.
Comparative Benchmarks of Full QCD Algorithms.
Eur. Phys. J. C16 (2000) 87 und DESY 00-104
- M. GRÜNEWALD et al.
Four Fermion Production in Electron Positron Collisions.
Four-Fermion Working Group Report of the LEP-2 Monte Carlo Workshop, CERN Geneva (1999/2000)
CERN 2000-009, hep-ph/0005309
- M. GUAGNELLI et al.
Non-Perturbative Results for the Coefficients b_m and $b_a - b_p$ in $O(a)$ Improved Lattice QCD.
Nucl. Phys. B595 (2001) 44 und DESY 00-131
- J. HEITGER, R. SOMMER, H. WITTIG
Effective Chiral Lagrangians and Lattice QCD.
Nucl. Phys. B588 (2000) 377 und DESY 00-090
- J.I. ILLANA, T. RIEMANN
Charged Lepton Flavor Violation from Massive Neutrinos in Z Decays.
Phys. Rev. D63 (2001) 053004 und
DESY 00-127, hep-ph/0010193
- F. JEGERLEHNER
Facts of Life with γ_5 .
Eur. Phys. J. C18 (2001) 673 und DESY 00-075, hep-th/0005255
- F. JEGERLEHNER et al.
Requirements for High Performance Computing for Lattice QCD: Report of the ECFA Working Panel.
CERN-2000-002, ECFA-00-200
- F. JEGERLEHNER, K. KOŁODZIEJ
Fermion Mass Effects in $e^+e^- \rightarrow 4f$ and $e^+e^- \rightarrow 4f\gamma$ with Cuts.
DESY 00-164
- G. JIKIA, A. TKABLADZE
Heavy Quark Pair Production in Polarized Photon-Photon Collisions.
DESY 00-057, hep-ph/0004068

M.YU. KALMYKOV, O. VERETIN

Single Scale Diagrams and Multiple Binomial Sums.
Phys. Lett. B483 (2000) 315

R. KERÄNEN et al.

Study of Scalar Top Quarks into Neutralino and Chargino Decay Channels at a Future e^+e^- Linear Collider.
Eur. Phys. J. direct C7 (2000) 1

F. KNECHTLI, R. SOMMER

String Breaking as a Mixing Phenomenon in the SU(2) Higgs Model.
Nucl. Phys. B590 (2000) 309 und DESY 00-078

M. KOBEL et al.

Two Fermion Production in Electron Positron Collisions.
Two-Fermion Working Group Report of the LEP-2 Monte Carlo Workshop, CERN Geneva (1999/2000)
CERN 2000-009, hep-ph/0007180

M. KOWALSKI

Tracing Tau-Neutrinos from WIMP-Annihilation.
DESY 00-125, BA-00-37, hep-ph/000918,
zur Veröffentl. in Phys. Rev. D

M. KURTH, R. SOMMER

Renormalization and O(a)-Improvement of the Static-Light Axial Current.
Nucl. Phys. B597 (2001) 488 und DESY 00-091

L. MOSCOSO, C. SPIERING

Very High Energy Neutrinos.
C.R. Acad. Sci. Paris T.1, Ser. IV (2000) 199

K.O. OGANESEYAN et al.

Investigation of Single Spin Asymmetries in π^+ Electroproduction.
hep-ph/0010261, zur Veröffentl. in Nucl. Phys. A

C. SPIERING

Neutrino-Astronomie bei hohen Energien.
Phys. Bl. 56 (2000) 53

Das Neutrino-Teleskop im ewigen Eis.

Phys. in unserer Zeit 2 (2000) 56

Neutrinojagd im tiefsten See der Welt.

In: Humboldts Erben, G. Graichen (Hrsg.), Lübbe Verl. (2000)

P. VAN ESCH et al.

The H1 Forward Proton Spectrometer at HERA.
Nucl. Instrum. Methods A446 (2000) 409

Veröffentlichte Vorträge

Proc. of the 5th Int. Zeuthen Workshop on Elementary Particle Theory, Loops and Legs in Quantum Field Theory, Bastei/D (2000) (Nucl. Phys. B, Proc. Suppl. 89 (2000))

J. BLÜMLEIN et al.

Quantum Field Theoretic Treatment of the Non-Forward Compton Amplitude in the Generalized Bjorken Region.
DESY 00-045, hep-ph/0007125

A.I. DAVYDYCHEV, M.YU. KALMYKOV

Some Remarks on the ϵ -Expansion of Dimensionally Regulated Feynman Diagrams.
hep-th/0005287

J. ILLANA, T. RIEMANN

Predictions for Lepton Flavor Violation in Z Decays.
DESY 00-072, hep-ph/0006055

M. JACK et al.

Predictions for Fermion Pair Production at e^+e^- Colliders.
DESY 00-073, hep-ph/0007046

O. VERETIN

Progress in the Calculation of Massless On-Shell Double Boxes.

AMANDA COLLABORATION, X. BAI et al.

WIMP Searches with AMANDA-B10.
Proc. of the 3rd Int. Workshop on the Identification of Dark Matter (IDM2000), York/GB (2000) und astro-ph/0012285

AMANDA COLLABORATION, S. BARWICK et al.

Results from the AMANDA High Energy Neutrino Detector.
Proc. of the 19th Int. Conf. on Neutrino Phys. and Astrophys., Sudbury/CAN (2000) (Nucl. Phys. B, Proc. Suppl. 91 (2001) 423) und astro-ph/0009242

AMANDA COLLABORATION, A. BIRON et al.

Physics Results from the AMANDA-B10 Experiment.
Proc. of the Int. Workshop on Non-Accelerator New Physics in Neutrino Observations (NANPino 2000), Dubna/RUS (2000)

BAIKAL COLLABORATION, V. BALKANOV et al.

Lake Baikal Neutrino Experiment: Selected Results.
Proc. of the 2nd Int. Conf. on Nonaccel. New Phys. (NANP99), Dubna/RUS (1999) (Phys. At. Nucl. 63 (2000)) und astro-ph/0001151

The Lake Baikal Neutrino Experiment.

Proc. of the 6th Int. Workshop on Topics in Astroparticle and Underground Physics (TAUP99), Paris/F (1999) (Nucl. Phys. B, Proc. Suppl. 87 (2000)) und astro-ph/000114

BAIKAL COLLABORATION, G. DOMOGATSKY et al.

The BAIKAL Neutrino Project: Status Report.
Proc. of the 19th Int. Conf. on Neutrino Phys. and Astrophys., Sudbury/CAN (2000) (Nucl. Phys. B, Proc. Suppl. 91 (2001) 431) und astro-ph/0011313

V.A. BALKANOV et al.

Water Luminescence in Lake Baikal.
1st BAIKAL-SED Int. Workshop, Berlin/D (1999) (Terra Nostra 9 (2000))

J. BLÜMLEIN

On the Relations between Polarized Structure Functions.
Proc. of the Sympos. on High Energy Spin Physics, Riken/J (1999) (RIKEN Rev. 28 (2000)) und hep-ph/9912550

Precision of Electroweak Couplings of Scalar Leptoquarks at TESLA.

Proc. of the 7th Workshop of the 2nd ECFA/DESY Study of Physics and Detectors for a Linear Electron-Positron Collider, Hamburg/D (2000) und hep-ph/0009323

J. BLÜMLEIN, A. KRYUKOV

Leptoquark Pair Production in $\gamma\gamma$ Scattering: Threshold Resummation.

Proc. of the Int. Workshop on High Energy Photon Colliders, Hamburg/D (2000) (Nucl. Instrum. Methods A) und DESY 99-072, hep-ph/0008097

E. BOOS et al.

Measuring the Higgs Branching Fraction into Two Photons at Future Linear e^+e^- Colliders.

Proc. of the 5th Int. Linear Collider Workshop (LCWS 2000), Batavia/USA (2000) und DESY 00-162

H. BÖTTCHER

The Polarized Structure Function g_1^p at Low Bjorken- x and Low Q^2 and Polarized Parton Distributions at HERMES.

Proc. of the 14th Rencontres de Physique de la Vallée d'Aoste, La Thuile/I (2000)

P. CHRISTOVA et al.

Radiative Corrections to $e^+e^- \rightarrow f\bar{f}$.

Proc. of the 2nd Joint ECFA-DESY Workshop on Physics and Detectors for a Linear Electron-Positron Collider, Oxford/GB (1999) und hep-ph/0002054

M. CZAKON et al.

GENIUS Project, Neutrino Oscillations and Cosmology: Neutrinos Reveal their Nature?

Proc. of the Cracow Epheny Conf. on Neutrinos in Physics and Astrophysics, Cracow/PL (2000) (Acta Phys. Pol. B31 (2000))

F. ELLINGHAUS

Polarized Electron-Nucleon Scattering at TESLA.

Proc. of the Int. Workshop on Symmetries and Spin, Prague/CZ (2000)

F. ELLINGHAUS, E.C. ASCHENAUER

TESLA-N: Polarized Electron-Nucleon Scattering at TESLA.

Proc. of the 14th Int. Spin Physics Sympos., Osaka/J (2000)

C. FORD

QCD in a Box.

Proc. of the 32nd Int. Sympos. Ahrenschoop on the Theory of Elem. Part., Buckow/D (1998) (Fortschr. Phys. 48 (2000) 107)

Quantum Parafermions in the $SL(2, R)/U(1)$ WZNW Black Hole Model.

Proc. of the 32nd Sympos. on Math. Phys., Torun/PL (2000) (Rep. Math. Phys.) und hep-th/0010123

P. GARCIA-ABIA, W. LOHMANN, A. RASPEREZA

Measuring the Higgs at TESLA.

Proc. of the 5th Int. Linear Collider Workshop (LCWS 2000), Batavia/USA (2000)

J. GUASCH et al.

Top Quark Production and Decay in the MSSM.

Proc. of the 2nd Joint ECFA-DESY Workshop on Physics and Detectors for a Linear Electron-Positron Collider, Obernai/F (1999) und DESY 00-036, hep-ph/0003109

T. HEBBEKER et al.

First Results from the L3+C Experiment at CERN.

Proc. of the 30th Int. Conf. on High-Energy Physics (ICHEP 2000), Osaka/J (2000) und DESY 00-138

J. HEITGER

Applications of Non-Perturbative Renormalization.

Proc. of the 30th Int. Conf. on High-Energy Physics (ICHEP 2000), Osaka/J (2000) und DESY 00-138

S. HILLERT et al.

The Beam Trajectory Monitor for TTF-FEL at DESY.

Proc. the 7th Europ. Part. Accel. Conf. (EPAC 2000), Vienna/A (2000)

I. IASHVILI

MSSM SUSY Searches at LEP-2.

Proc. of the 35th Rencontres de Moriond: Electroweak Interactions and Unified Theories, Les Arcs/F (2000) und hep-ex/0007001

J. ILLANA

Resonant Production of Heavy MSSM Higgs Bosons at the Photon Collider.

Proc. of the 2nd Joint ECFA-DESY Workshop on Physics and Detectors for a Linear Electron-Positron Collider, Oxford/GB (1999) und DESY-99-167, hep-ph/9912467

J. ILLANA, M. JACK, T. RIEMANN

Predictions for $Z \rightarrow \text{Muon} + \text{Tauon}$ and Related Reactions.

Proc. of the 2nd Joint ECFA-DESY Workshop on Physics and Detectors for a Linear Electron-Positron Collider, Obernai/F (1999) und DESY-99-165, hep-ph/0001273

R. KAISER

Measurement of g_1^p in the Low- x and Low- Q^2 Region at HERMES.

A Polarized Electron-Nucleon Scattering Experiment at TESLA. Proc. of 7th Conf. on the Intersections of Part. and Nucl. Physics (CIPANP 2000), Quebec City/CAN (2000)

T. KAMPS, W. RIESCH, F. TONISCH

First Operational Results of the Waveguide BPM System for the TESLA Test Facility Free Electron Laser.

Proc. of the 7th Europ. Part. Accel. Conf. (EPAC 2000), Vienna/A (2000)

M. KLEIN

THERA – Electron Proton Scattering at $\sqrt{s} \simeq 1$ TeV.

Proc. of the 8th Int. Workshop on Deep Inelastic Scattering and QCD (DIS 2000), Liverpool/GB (2000)

V.A. KOROTKOV, W.D. NOWAK

Future Measurements of Transversity.

Proc. of the Int. Workshop on Symmetries and Spin (Praha Spin 2000), Prague/CZ (2000)

Future Transversity Measurements with HERMES.

Future Transversity Measurements with TESLA-N.

Proc. of the Workshop on Future Transversity Measurements, Upton/USA (2000)

TESLA-N: Electron Scattering with Polarized Targets at TESLA.
Proc. of the 2nd Workshop on Physics with an Electron Polarized
Light Ion Collider (EPIC 2000), Cambridge/USA (2000)

H. LEICH et al.

The AMANDA dAOM Project – An Example of a Distributed
DAQ and Slow Control System.
Proc. of DANEF2000, Dubna/ RUS (2000)

W. LOHMANN

General Particle Searches at LEP.
Proc. of the 30th Int. Conf. on High-Energy Physics (ICHEP
2000), Osaka/J (2000)

K. MÖNIG

What is the Case to Return to the Z-Pole? (Plenary Talk)
Forward Tracking and Measurement of the Luminosity Spectrum
at TESLA.
Proc. of the 5th Int. Linear Collider Workshop (LCWS 2000),
Batavia/USA (2000)

Future Plans of DESY, Including TESLA.

Proc. of the Int. Sympos. on LHC Physics and Detectors,
Dubna/RUS (2000)

U. MÜLLER, G. WEIGT

The Poisson Bracket Structure of the SL(2,R)/U(1) Gauged WZNW
Model with Periodic Boundary Conditions.
Proc. of the 32nd Int. Sympos. Ahrenschoop on the Theory of
Elem. Part., Buckow/D (1998) (Fortschr. Phys. 48 (2000) 179)

H. NOWAK, A. SOPCZAK

Light Scalar Top Study: Charm-Neutralino and Bottom-Chargino
Channels at Future Linear Colliders.
Proc. of the 5th Int. Linear Collider Workshop (LCWS 2000),
Batavia/USA (2000)

B. PETERSEN et al.

First Results from the L3+C Experiment at CERN.
Proc. of the Chacaltaya Meeting on Cosmic Ray Physics, La
Paz/BOL (2000)

M. POHL, H.J. SCHREIBER

SIMDET – A Parametric Monte Carlo for a TESLA Detector.
Proc. of the 5th Int. Linear Collider Workshop (LCWS 2000),
Batavia/USA (2000)

R. RAMELLI et al.

Preliminary Results about Atmospheric Muons from the L3+C
Experiment at CERN.
Proc. of the Vulcano Workshop 2000: Frontier Objects in Astro-
physics and Particle Physics, Vulcano/I (2000)

A. RASPEREZA

Search for Neutral Higgs Bosons of MSSM with L3 Detector at
LEP.
Proc. of the Meeting of the APS Division of Particles and Fields,
Columbus/USA (2000) (Int. J. Mod. Phys. A)

S. RIEMANN

Indications of New Physics in Fermion Pair Production.
Proc. of the 5th Int. Linear Collider Workshop (LCWS 2000),
Batavia/USA (2000)

M. SACHWITZ

The TESLA Project.
Proc. of the 15th Int. Workshop on High-Energy Physics and
Quantum Field Theory (QFTHEP 2000), Tver/RUS (2000)

A. SOPCZAK et al.

Study of Stop into Charm Neutralino and Bottom Chargino at a
Future Linear Collider.
Proc. of the Worldwide Study on Physics and Experiments with
Future Linear e^+e^- Colliders, Sitges/Spain (1999)

C. SPIERING

Future High Energy Neutrino Telescopes.
Proc. of the 19th Int. Conf. on Neutrino Physics and Astrophysics,
Sudbury/CAN (2000) (Nucl. Phys. B, Proc. Suppl. 91 (2001) 445)
und astro-ph/0012532

Neutrino-Astrophysics with AMANDA.

Proc. of Quantum Theory Centenary Symposia, Berlin/D (2000)
(Ann. Phys. (Leipzig) 10 (2001) 131)

F. STEPHAN et al.

Photo Injector Test Facility under Construction at DESY Zeuthen.
Proc. of the 22nd Int. Free Electron Laser Conf. and 7th FEL Users
Workshop, Durham/USA (2000) (Nucl. Instrum. Methods A)

K.H. SULANKE

High Speed Links – Two Examples of their Application in Physics
Experiments and Networks.
Proc. of DANEF2000, Dubna/RUS (2000)

H. VOGT

Event Visualization.
Proc. of the 5th Int. Linear Collider Workshop (LCWS 2000), Ba-
tavia/USA (2000)

Vorträge

DPG Frühjahrstagung Teilchenphysik, Dresden/D (2000)

AMANDA COLLABORATION, A. BIRON et al.
Neutrinokandidaten im AMANDA-Detektor.
Cutentwicklung und -Prüfung für AMANDA-B10.

AMANDA COLLABORATION, A. BOUCHTA et al.
Overview over Physics Results from AMANDA.
Seasonal Variations of Muon Trigger Rates.

AMANDA COLLABORATION, M. KOWALSKI et al.
Rekonstruktion kaskadenartiger Ereignisse in AMANDA.

AMANDA COLLABORATION, M. LEUTHOLD et al.
Energienmessung atmosphärischer Neutrinos: AMANDA und Ice-
Cube.

AMANDA COLLABORATION, A. SYLVESTRI et al.
Supernova-Analyse mit dem AMANDA-B10 Detektor

D. ECKSTEIN

Messung der Strukturfunktion F_L mit H1.

A. KRÜGER

R_b Messung und Suche nach neuen Phänomenen in der Physik.

S. LIKHODET

Search for the SM Higgs Boson in L3 Experiment at LEP Highest Energies.

A. RASPEREZA

Search for the Higgs Bosons of the MSSM.

U. SCHWANKE

Studien für einen L3-Trigger im HERA-B-Experiment.

6th Workshop of the 2nd ECFA/DESY Study on Physics and Detectors for a Linear Electron-Positron Collider, Padua/I (2000)

F. JEGERLEHNER

Loops for Linear Collider Physics.

K. MÖNIG

Forward Tracking.

K. MÖNIG, A. TONAZZO

W-Mass from Direct Reconstruction.

W.D. NOWAK

Polarized Electron-Nucleon Scattering at TESLA.

S. RIEMANN

Sensitivity to New Physics: $e^+e^- \rightarrow f\bar{f}$.

H.J. SCHREIBER

The Program SIMDET – Status Report.

Muon Background in a TESLA Detector.

A. SOPCZAK et al.

Study of Stop into Charm Neutralino and Bottom Chargino at a Future Linear Collider.

H. VOGT

Linear Collider Detector Simulation Event Display.

J. BLÜMLEIN

Harmonic Sums and Mellin Transforms to $O(\alpha_s^2)$.

Future Goals in Deep Inelastic Scattering (THERA).

QED Corrections to Polarized Deep Inelastic Scattering.

Hamburg/D (2000)

The Structure of the Non-Forward Compton Amplitude.

Cracow/PL (2000)

Deep Inelastic Non-Forward Scattering and Twist-2 Integral Relations.

Bochum/D (2000)

The Structure of the Proton at Short Distances.

Bielefeld/D (2000)

Recombination Corrections to Deep Inelastic Structure Functions at Small x .

Oxford/GB (2000)

Field-Theoretic Approach to Non-Forward Compton Scattering: Twist 2 Contributions.

Leiden/NL (2000)

The Drell-Yan-Levy Relation to $O(\alpha_s^2)$.

Carmel/USA (2000)

Recent Developments in the Theory of Deep Inelastic Scattering.

Wien/A (2000)

M. CZAKON et al.

Mass Spectrum and the Nature of Neutrinos.

4th Rencontres du Vietnam, Hanoi/VN (2000)

C. FORD

CFT Black Hole Models.

12th Workshop on Beyond the Standard Model, Bad Honnef/D (2000)

ADHM on the Torus.

Bonn/D (2000)

The Nahm Transformation on $T^2 \times R^2$.

John Hopkins Workshop on Non-Perturbative QFT, Budapest/H (2000)

CFT Black Hole Models.

Erlangen/D (2000)

A. GELLRICH

A Large Linux-PC Farm for Online Event Reconstruction at HERA-B.

7th Int. Workshop on Advanced Computing and Analysis Techniques in Physics Research (ACAT 2000), Batavia/USA (2000)

The HERA-B Experiment: An Introduction.

Purdue Univ. West Lafayette/USA (2000)

U. GENSCH

Status of the TESLA Project.

Parallel Computing at DESY Zeuthen: Usage and Development of Massive Parallel Computers.

Minsk/BY (2000)

Research at DESY Zeuthen.

RECFA, Berlin/D (2000)

J. HEITGER

Towards α_s for $N_f = 2$ from the Lattice.

Leipzig/D (2000)

Running of α_s with two Flavours of Dynamical Fermions.

Glasgow/GB (2000)

J. HERNANDEZ

HERA-B Overview.

5th Workshop on Heavy Quarks at Fixed Target, Rio de Janeiro/BR (2000)

Farming in the HERA-B Experiment.

DAQ2000 Workshop, IEEE Nucl. Sci. Sympos., Lyon/F (2000)

F. JEGERLEHNER

Die hadronischen Beiträge zur Photon-Vakuumpolarisation und ihre Rolle in der Präzisionsphysik.

Univ. Mainz/D (2000)

Status and Recent Improvements in the Evaluation of the Running Fine Structure Constant and the Hadronic Contribution to $(g-2)_\mu$.

PSI Villigen/CH (2000)

Der Mini-Urknall im Labor: Über Materie und Antimaterie.
Humboldt-Univ. Berlin/D (2000)

Precision Measurements of $\sigma(e^+e^- \rightarrow \gamma^* \rightarrow \text{Hadrons})$ at Low Energies.
Univ. Granada/E (2000)

Confronting Electroweak Precision Measurements with New Physics Models.
Univ. Lisbon/P (2000)

The Hadronic Cross-Section in Electron Positron Annihilation at Low Energies: Introduction.
FNL INFN Frascati/I (2000)

Presentation of the Node DESY Zeuthen + Univ. Karlsruhe.
EURODAΦNE mid Term Rev. Meeting, Frascati/I (2000)

Lattice Results on QCD and CP Violation.
Univ. Rostock/D (2000)
CP-School, Prerow/D (2000)

Non-QCD Physics.
ECFA Workshop on High Performance Computing, DESY/NIC Zeuthen/D (2000)

Hadronic Contributions to the Photon Vacuum Polarization and their Role in Precision Physics.
Univ. New York/USA (2000)

R. KAISER
Particle Identification at HERMES.
ELFE Detector Workshop, CERN Geneva/CH (2000)

The HERMES RICH Detector.
GSI Darmstadt/D (2000)
RIKEN/BNL, Upton/USA (2000)

Polarized Electron-Nucleon Scattering at TESLA.
RIKEN/BNL, Upton/USA (2000)

TESLA-N: Polarized Electron-Nucleon Scattering at TESLA.
Int. Workshop on Skewed Parton Distributions and Lepton-Nucleon Scattering, DESY Hamburg/D (2000)

M.YU. KALMYKOV
Calculations of Multiloop Single Scale Diagrams: From Analytical Calculations to Computer One.
Res. Workshop on Calculations for Modern and Future Colliders, Dubna/RUS (2000)

M. KLEIN
Inclusive Deep Inelastic Scattering at Large x.
Int. Workshop on Nucleon Structure at High x, Philadelphia/USA (2000)

Lepton Scattering and the Structure of the Proton.
Kolloquiumsvortrag, Univ. Heidelberg/D (2000)

Low x Physics with H1.
Forum on Low x Physics, DESY Hamburg/D (2000)

H. KOLANOSKI
Investigation of Aging in the HERA-B Outer Tracker Drift Tubes.
IEEE Nucl. Sci. Sympos., Lyon/F (2000)

M. KURTH
Renormalisation of the B-Meson Axial Current.
Berlin/D (2000)

Renormalisation and Improvement for Static Quarks.
Glasgow/GB (2000)

M. LEUTHOLD
AMANDA – Eine Einführung für Schüler.
John-F. Kennedy Schule, Berlin/D

W. LOHMANN
 e^+e^- Physics with LEP and beyond.
28th ITEP Winter School of Physics, Moscow/RUS (2000)

K. MÖNIG
TESLA Machine Activities. (Plenary Talk)
The ECFA/DESY-Simulation Project.
Global Tracking Issues in the ECFA Detector Design.
US Linear Collider Workshop, Berkeley/USA (2000)

The Tracking Section in the TDR.
Electroweak Gauge Bosons. (Plenary Talk)
7th Workshop of the 2nd ECFA/DESY Study of Physics and Detectors for a Linear Electron-Positron Collider, Hamburg/D (2000)

Physics with Next Generation Linear Colliders.
CERN Geneva/CH (2000)
DESY Hamburg/D (2000)

Absolute and Relative Luminosity Measurements at TESLA.
CERN Geneva/CH (2000)

T. NAUMANN
Struktur der Materie – Teilchenphysik.
Vorlesungen, Univ. Leipzig/D (2000)

S. NECCO
The Topological Cluster Structure in Ising and Potts Models.
Humboldt-Univ. Berlin/D (2000)
Herbstschule für Hochenergiephysik, Maria Laach/D (2000)

K. NEGODAEVA
Vector Meson Production at HERMES.
Herbstschule für Hochenergiephysik, Maria Laach/D (2000)

W.D. NOWAK
Rates and Luminosity in $e\bar{N}$ Scattering at TESLA.
Int. Meeting on Electron Nucleon Polarized Scattering at TESLA, Regensburg/D (1999)

A. RASPEREZA
Measuring the Higgs Mass with Six Jet Events.
7th Workshop of the 2nd ECFA/DESY Study of Physics and Detectors for a Linear Electron-Positron Collider, DESY Hamburg/D (2000)

S. RIEMANN
Neue Resultate von den Experimenten am LEP-Beschleuniger.
Kolloquiumsvortrag, Univ. Hamburg/D

T. RIEMANN
Applying the S-Matrix Approach to the Z Line Shape.
Res. Workshop on Calculations for Modern and Future Colliders, Dubna/RUS (2000)

S-Matrix Approach to the Z Resonance.
5th Int. Sympos. on Radiative Corrections, Carmel/USA (2000)

T. SCHMIDT

AMANDA – Neutrinojagd am Südpol.

Tage der Physik, Cottbus/D (2000)

The Digitally Controlled Analog Optical Module for AMANDA/
IceCube.

3rd Int. Photosensor Workshop, Paris/F (2000)

Vom „Angesicht Gottes“ und „Geisterteilchen“: Astrophysik am
Südpol.

Marie-Curie-Gymnasium, Berlin/D

H.J. SCHREIBER

SIMDET – Status and Future Plans.

Muon Background Estimates in a TESLA Detector.

7th Workshop of the 2nd ECFA/DESY Study of Physics and
Detectors for a Linear Electron-Positron Collider, Hamburg/D
(2000)

Muon Background at Linear Colliders.

CERN Geneva/CH (2000)

H. SIMMA

APEmille: Status and First Physics Runs.

10th Workshop on Statistical Mechanics and Non-Perturbative
Field Theory, Bari/I (2000)

Compute Engines for Lattice QCD.

Zeuthen/D (2000)

Lattice QCD: Algorithms and Machines.

Paderborn/ D (2000)

TFlops Computing in Theoretical High Energy Physics.

Int. Comput. Accel. Phys. Conf., Darmstadt/D (2000)

R. SOMMER

The Strange Quark's Mass.

Determining the Strong Coupling α_s by Lattice Gauge Theory.
Hamburg/D (2000)

From Lattice Field Theory to the Fundamental Parameters of
Quantum Chromo Dynamics.

Heidelberg/D (2000)

Non-Perturbative Renormalization.

Glasgow/GB (2000)

QCD with Dynamical Quarks.

Wiss. Rat, DESY/NIC, Zeuthen/D (2000)

The ALPHA Collaboration.

ECFA Workshop on High Performance Computing, DESY/NIC
Zeuthen/D (2000)

C. SPIERING

Der wilde Tanz der Teilchen: Die Geschichte vom Anfang der
Welt.

Jahr der Physik, URANIA, Berlin/D

Neutrino-Astronomie mit AMANDA.

Kolloquiumsvorträge,

Univ. Bonn/D

Univ. Cottbus/D

Univ. Tübingen/D

High Energy Neutrino Astronomy.

Graduiertenkolleg, Weissig/D (2000)

AMANDA: Neutrino-Astronomie am Südpol.

DPG Tagung Extraterr. Physik, Bremen/D (2000)

Status of Underwater Neutrino Telescopes.

Nat. Sci. Found. Washington/USA (2000)

Physics Results from AMANDA.

SAGENAP, Washington/USA (2000)

Astroparticle Physics in Germany.

RECFA-Tagung, Berlin/D (2000)

P. STEFFEN

Results from the AMANDA Neutrino Telescope.

Univ. Pisa/I (2000)

F. STEPHAN

Status of the Photo Injector Test Facility in DESY Zeuthen.

Accel. Phys. Seminar, Grömitz/D (2000)

A. TKABLADZE

Spin Effects and Models of Heavy Quarkonium Production.

Heavy Quark Pair Production in Polarized Photon Photon Colli-
sions.

Int. Workshop CALC2000, Dubna/RUS (2000)

O. VERETIN

Evaluation of Massive Multiloop Diagrams: From Aproximate to
Exact Results.

ECFA/DESY Workshop, Hamburg/D (2000)

Evaluation of Massive Multiloop Diagrams.

Int. Workshop on Calculations for Modern and Future Colliders,
Dubna/RUS (2000)

G. WEIGT

The Classical and Quantum Mechanical $SL(2,R)/U(1)$ Theory.

Workshop on Recent Developments in String Theory, Conformal
Field Theory and Integrable Models, Tel Aviv/IL (2000)

The Two-Dimensional Black Hole Model in Gauged WZNW
Theories.

Univ. Mainz/D (2000)

The Classical and Quantum Structure of Gauged WZNW Theories.

Int. Workshop on Math. Phys., Tbilisi/GE (2000)

C. WIEBUSCH

Atmospheric Neutrino Analysis with AMANDA-B.

Int. Workshop on Neutrinos with Mass, Aspen/USA (2000)

Dissertationen

D. HASCH

Messung der polarisierten Strukturfunktion $g_1(x, Q^2)$ des Protons mit dem HERMES-Experiment.
Humboldt-Univ. Berlin/D (2000)
DESY-THESIS-2000-032

I. IASHVILI

Search for SUSY Partners of Fermions at LEP and Prospects for SUSY at LHC.
Humboldt-Univ. Berlin/D (2000)

M. JACK

Semianalytical Calculation of QED Radiative Corrections to $e^+e^- \rightarrow \bar{f}f$ with Special Emphasis on Kinematical Cuts to The Final State.
Humboldt-Univ. Berlin/D (2000)
DESY-THESIS-2000-030, hep-ph/0009068

M. KURTH

Non-Perturbative Renormalization of the B-Meson Axial Current.
Humboldt-Univ. Berlin/D (2000)

Diplomarbeit

A. SILVESTRI

Search for Neutrino Bursts from Supernovae with the AMANDA Detector.
Humboldt-Univ. Berlin/D (2000)
DESY-THESIS 2000-028

Linear-Collider Notes

G. ALEXANDER, J. COHEN

Møller Scattering Polarimetry for High Energy e^+e^- Linear Colliders.
LC-DET-2000-046

R. CASALBUONI et al.

Z' Indication from new APV Data in Cesium and Searches at Linear Colliders.
LC-TH-2000-006

R. KERÄNEN et al.

Study of Scalar Top Quarks into Neutralino and Chargino Decay Channels at a Future e^+e^- Linear Collider.
LC-PHSM-2000-026

K. MÖNIG

The Use of Positron Polarization for Precision Measurements.
LC-PHSM-2000-059

Measurement of the Differential Luminosity Using Bhabha Events in the Forward-Tracking Region at TESLA.
LC-PHSM-2000-060

M-Bereich

Veröffentlichungen

J. ANDRUSZKOW et al.

First Observation of Self-Amplified Spontaneous Emission in a Free-Electron Laser at 109 nm Wavelength.
Phys. Rev. Lett. 85 (2000) 3825 und
DESY 00-066, physics/0006010

B. AUNE et al.

The Superconducting TESLA Cavities.
Phys. Rev. STAB 3 (2000) 092001 und DESY 00-031

V. BALANDIN, H. MAIS

Some Limit Theorems for Linear Oscillators with Noise in the Coefficients.
DESY 00-165

H. DINTER, A. LEUSCHNER, K. TESCH, D. DWORAK, J. LOSKIEWICZ

Calculation of Hadron Yields around Thick Targets and Doses behind Concrete Shielding of High Energy Electron Accelerators.
Nucl. Instrum. Methods A455 (2000) 460

M. DOHLUS, A. KABEL, T. LIMBERG

Numerical Calculation of Coherent Synchrotron Radiation Effects Using Traffic **4.
Nucl. Instrum. Methods A455 (2000) 185

K. EHRET, M. FUNCKE, S. ISSEVER, T. JAGLA, S. SCHALLER, S. SPRATTE, M. SYMALLA, Y. VASSILIEV, D. WEGENER, J. KLUTE, C. MONTAG

Observations of Coasting Beam at the HERA Proton Ring.
DESY 00-018, hep-ex/0002002,
zur Veröffentl. in Nucl. Instrum. Methods A

B. FAATZ, A.A. FATEEV, J. FELDHAUS, J. KRZYWINSKI, J. PFLÜGER, J. ROSSBACH, E.L. SALDIN, E.A. SCHNEIDMILLER, M.V. YURKOV

Development of a Pump-Probe Facility with Sub-Picosecond Time Resolution Combining a High Power Ultraviolet Regenerative FEL Amplifier and a Soft X-Ray SASE FEL.
DESY 00-094

Development of a Pump-Probe Facility Combining a Far-Infrared Source with Laser-Like Characteristics and a VUV Free Electron Laser.

DESY 00-095

I. FLEGEL, J. ROSSBACH

The Bright Future of X-Ray Sources: Linac-Based Free Electron Lasers.
Europhys. News, Special Issue (2000)

Towards the Ultimate X-Ray Source: The X-Ray Laser.
CERN Cour. 40 (2000) 6

G.H. HOFFSTAETTER

Successive Approximations for Charged Particle Motion.
Ultramicroscopy 81 (2000) 3 und DESY 00-060

H.D. NUHN, J. ROSSBACH

Linac-Based Short Wavelength FELs: The Challenge to be Overcome to Produce the Ultimate X-Ray Source – The X-Ray Laser. Synchrotron Radiat. News 13 (2000) 18

C. PAGANI, E.L. SALDIN, E.A. SCHNEIDMILLER, M.V. YURKOV

Design Considerations of a MW-Scale, High Efficiency, Industrial Use, Ultraviolet FEL Amplifier.

Nucl. Instrum. Methods A455 (2000) 733 und DESY 00-015

Design Considerations of 10 kw-Scale Extreme Ultraviolet SASE FEL for Lithography.

DESY 00-115

J. ROSSBACH

Ultraviolet Laser at DESY.

Phys. News (2000)

J. ROSSBACH, P. SCHMÜSER

Wenn Wellenreiter strahlen.

Phys. unserer Zeit (2000)

M. SEIDEL, J. KOUPTSIDIS, G. NAWRATH, U. SCHNEEKLOTH, K. ZAPFE

The Vacuum System for the Upgraded HERA Interaction Regions. Vacuum 60 (2001) 267

Veröffentlichte Vorträge

Proceedings, DESY Beschleuniger-Betriebsseminar, Grömitz/D (2000) (DESY M 00-05, DESY M 00-06 (Nachtrag))

R. BACHER

Das Beschleunigerkontrollsystem im BKR.

W. BIALOWONS

Stand der TESLA Planung.

M. BIELER

HERA-Betrieb 1999/2000.

F. BRINKER

DORIS – The Next Generation.

R. BRINKMANN

TESLA Challenges.

H.D. BRÜCK

Supraleitende Magnete für den HERA Lumi-Upgrade – Testergebnisse.

M. DOHLUS

Berechnung von Wakepotentialen.

H.T. DUHME

Feedbackelektronik TTF.

H. EHRLICHMANN

Neues von PETRA.

F. FAUBLADIER

Vorstellung und Auswertung des elektronischen MKK-Logbuchs.

K. FLÖTTMANN

Der Freie Elektronen Laser am TESLA Linac.

E. GIANFELICE-WENDT

Polarisation 2001.

S. HERB

Networks and Fieldbusses: Some Trends.

G.H. HOFFSTAETTER

HERA Accelerator Studies 2000.

K. HONKAVAARA

Neue Strahldiagnostik TTF.

W. KRIENS

Neue Kontrollen für die Frequenzsteuerung und Synchronisation bei HERA-p.

L. LILJE

Supraleitende Hochfrequenzresonatoren für TESLA.

M. MINTY

Emittance Preservation in Linear Accelerators.

C. MONTAG

Coasting Beam Experience in HERA-p.

M. NAGL

LINAC/PIA News.

J. PFLÜGER

Undulator Systems for the TESLA X-FEL.

D. RAMERT

Ein neues Personeninterlock an den Beschleunigern bei DESY.

D. RENKEN

S.L. Cavity-Betrieb.

F. STULLE

HERA Strahlkontrollen, neue Wechselwirkungszonen.

E. VOGEL

On the Longitudinal Stability in the HERA Proton Storage Ring.

R. WANZENBERG

TESLA Strahldynamik.

H. WEISE

TTF Überblick.

M. WERNER

Neue Wirescanner.

F. WILLEKE

HERA Luminosity Upgrade Commissioning.

Proc. of the 7th Europ. Part. Accel. Conf. (EPAC 2000), Vienna/A (2000)

R. ASSMANN et al.

Stability Considerations for Final Focus Systems of Future Linear Colliders.

N. BABOI, R. BRINKMANN, H. CHEN, M. LIEPE, J. SEKU-TOWICZ

HOM Damping Requirements for the TESLA Superstructures.

N. BABOI, M. DOHLUS, C. MAGNE, A. MOSNIER, O. NAPOLY, H.W. GLOCK

Investigation of a High-Q Dipole Mode at the TESLA Cavities.

V.V. BALANDIN, N.I. GOLUBEVA, L.V. KRAVCHUK, V.A. MOISEEV, V.V. PARAMONOV, K. FLÖTTMANN

The Positron Injector Linac for TESLA.

D.P. BARBER, R.A. MELIKIAN

On the Possibility of Precise Measurement of Electron Beam Energy Using Resonance Absorption of Laser Light by Electrons in a Static Magnetic Field.

G. BISOFFI et al.

First Results with the Full Niobium Superconducting RFQ Resonator at INFN-LNL.

TUOAF 202

H.H. BRAUN, R. CORSINI, L. GROENING, F. ZHOU, A. KABEL, T.O. RAUBENHEIMER, R. LI, T. LIMBERG

Emittance Growth and Energy Loss Due to Coherent Synchrotron Radiation in the Bunch Compressor of the CLIC Test Facility (CTF II).

F. BRINKER, A. FEBEL, G. HEMMIE, N. LIU, H. NESEMANN, M. SCHMITZ, K. TESCH, S. WIPF

ARI – A Storage Ring for Non-Invasive Coronary Angiography.

R. BRINKMANN, YA.S. DERBENEV, K. FLÖTTMANN

A Low Emittance, Flat-Beam Electron Source for Linear Colliders.

R. BRINKMANN, M. DOHLUS, D. TRINES, A. NOVOKHATSKI, M. TIMM, T. WEILAND, P. HÜLSMANN, C.T. RIECK, K. SCHARNBERG, P. SCHMÜSER,

Terahertz Wakefields and their Effect on the Superconducting Cavities in TESLA.

R. BRINKMANN, N. WALKER, O. NAPOLY, J. PAYET

A New Beam Delivery System (BDS) for the TESLA Linear Collider.

W. DECKING, R. BRINKMANN

Space Charge Problems in the TESLA Damping Ring.

YA.S. DERBENEV

Prospects of High Energy Electron Cooling.

M. DOHLUS, S.G. WIPF

Numerical Investigations of Waveguide Input Couplers for the TESLA Superstructure.

G.V. DOLBILOV et al.

Compact Infrared FEL for Scientific Applications.

H.J. ECKOLDT, F. FAUBLADIER, N. HEIDBROOK

Constant-Power Power Supplies for the TESLA Modulators.

K. FLÖTTMANN, V.V. PARAMONOV

A Method for Reduction of the Reflected Power and Overvoltage in RF Systems.

S. HILLERT, P. HOLL, P. LECHNER, R. ISCHEBECK, S. KARS-TENSEN, U.C. MÜLLER, J.S.T. NG, S. ROTH, G. PETZOLD, H. THOM

The Beam Trajectory Monitor for the TTF-FEL at DESY.

G.H. HOFFSTAETTER

Future Possibilities for HERA.

Electron Dynamics after the HERA Luminosity Upgrade.

B. HOLZER, C. MONTAG

Reproducibility and Predictability of Persistent Current Effects in the HERA Proton Storage Ring.

W. KRIENS, M. MINTY

Longitudinal Schottky Signal Monitoring for Protons in HERA.

YU. MARTIROSYAN, V. AYVAZYAN, K. BALEWSKI, R. BRINKMANN, P. WESOŁOWSKI, YA.S. DERBENEV

Conceptual Design of Recirculator Ring for Electron Cooling at PETRA-p.

E. MERKER, I. YAZYNNIN, O. NAPOLY, R. BRINKMANN, N. WALKER, A. DROZHDIN

Design of Beam and Beamstrahlung Extraction Lines for TESLA.

I.N. MESHKOV, E.L. SALDIN, E.A. SCHNEIDMILLER, E.M. SYRESIN, M.V. YURKOV

Perspective of DELSY for the Fourth Generation SR Facility.

M. MINTY

Collective Effects Associated with Ultra-High Beam Intensities in Factories.

V.A. MOISEEV, V.V. PARAMONOV, K. FLÖTTMANN

Comparison of Standing and Travelling Wave Operations for a Positron Pre-Accelerator in the TESLA Linear Collider.

C. MONTAG

Ground Motion Measurements in a HERA Interaction Region.

C. MONTAG, J. KLUTE

Unbunched Beam Cleaning in HERA-p.

C. MONTAG, F. STULLE

Simulation of Orbit Correction and Synchrotron Radiation Aspects in the Upgraded HERA Interaction Regions.

C. PAGANI, E.L. SALDIN, E.A. SCHNEIDMILLER, M.V. YURKOV

Design Considerations of a MW-Scale, High Efficiency, Industrial Use, Ultraviolet FEL Amplifier.

J. PETERS

Review of High Intensity H^- Sources and Ultra-Short Electron Bunches.

I. REYZL

Stabilization of Beam Interaction in the TESLA Linear Collider.

I. REYZL, S. SCHREIBER

Luminosity Issues for the e^-e^- Option of the TESLA Linear Collider.

D. ROBIN, C. STEIER, J. SAFRANEK, W. DECKING
Enhanced Performance of the Advanced Light Source through
Periodicity Restauration of the Linear Lattice.

J. ROSSBACH
Recent SASE Free Electron Laser Results.

H. SCHLARB
Diagnostic Tools for Ultra-Low Emittance and Ultra-Short Electron
Bunches.

S. SCHREIBER (for the TESLA Collaboration)
Performance Status of the RF-Gun Based Injector of the TESLA
Test Facility Linac.

M. SEIDEL, F. WILLEKE
Layout of the Upgraded HERA Interaction Regions.

W. SINGER, I. GONIN, I. JELEZOV, H. KAISER, T. KHABI-
BOULINE, P. KNEISEL, K. SAITO, X. SINGER
Hydro Forming of TESLA Cavities at DESY.

P. WESOLOWSKI
Electron Cooling at PETRA Using a Bunched Beam.

P. WESOLOWSKI, K. BALEWSKI, R. BRINKMANN, K.
FLÖTTMANN, YA. DERBENEV, YU. MARTIROSYAN
Electron Cooling at PETRA Using a Bunched Beam.

A. ZHOLENTS, W. DECKING
Non-Gaussian Beam Tails at the Advanced Light Source.

**Proc. of the 22nd Int. FEL Conf. and 7th FEL Users Work-
shop, Durham/USA (2000)**

B. FAATZ, A.A. FATEEV, J. FELDHAUS, H. FRANZ, J. KRZY-
WINSKI, J. PFLÜGER, J. ROSSBACH, E.L. SALDIN, J.R.
SCHNEIDER, E.A. SCHNEIDMILLER, M.V. YURKOV
Development of a Facility for Probing the Structural Dynamics
of Materials with Femtosecond X-Ray Pulses.

B. FAATZ, A.A. FATEEV, J. FELDHAUS, J. KRZYWINSKI, J.
PFLÜGER, J. ROSSBACH, E.L. SALDIN, E.A. SCHNEIDMIL-
LER, M.V. YURKOV
Development of a Pump-Probe Facility Combining a Far-Infrared
Source with Laser-Like Characteristics and a VUV Free Electron
Laser.

B. FAATZ, A.A. FATEEV, J. FELDHAUS, J. KRZYWINSKI, J.
PFLÜGER, J. ROSSBACH, E.L. SALDIN, J.R. SCHNEIDER,
E.A. SCHNEIDMILLER, M.V. YURKOV
Development of a Pump-Probe Facility with Sub-Picosecond Time
Resolution Combining a High-Power Ultraviolet Regenerative FEL
Amplifier and a Soft X-Ray SASE FEL.

B. FAATZ, J. PFLÜGER
Different Focusing Solutions for the TTF-FEL Undulator.

C. GERTH, B. FAATZ, T. LOKAJCZIK, R. TREUSCH, J. FELD-
HAUS
Photon Diagnostics for the Study of Electron Beam Properties of
a VUV SASE FEL at DESY.

M. HÜNING, P. PIOT, H. SCHLARB
Observation of Longitudinal Phase Space Fragmentation at the
TESLA Test Facility Free Electron Laser.

T. LIMBERG, P. PIOT, E. SCHNEIDMILLER
An Analysis of Longitudinal Phase Space Fragmentation at the
TESLA Test Facility.

C. PAGANI, E.L. SALDIN, E.A. SCHNEIDMILLER, M.V. YUR-
KOV
Design Considerations of 10 kW-Scale Extreme Ultraviolet SASE
FEL for Lithography.

Design Considerations of a MW-Scale, High-Efficiency, Indus-
trial-Use, Ultraviolet FEL Amplifier.

J. ROSSBACH
Observation of Self-Amplified Spontaneous Emission in the Wave-
length Range from 80 nm to 180 nm at the TESLA Test Facility
FEL at DESY.

S. ROTH, S. SCHAEEL, G. SCHMIDT
A Test of the Laser Alignment System ALMY at the TTF-FEL.

E.L. SALDIN, E.A. SCHNEIDMILLER, V. SHVYDKO, M.V.
YURKOV
X-Ray FEL with meV Bandwidth.

E.L. SALDIN, E.A. SCHNEIDMILLER, M.V. YURKOV
Diffraction Effects in the SASE FEL: Numerical Simulation and
Theory.
The General Solution of the Eigenvalue Problem for a High-Gain
FEL.

G. SCHMIDT, U. HAHN, M. MESCHKAT, F. RIDOUT
First Results of the High Resolution Wire Scanners for Beam
Profile and Absolute Beam Position Measurement at the TTF.

D. SERTORE, S. SCHREIBER, K. ZAPFE, D. HUBERT, P. MI-
CHELATO
Dark Current at TTFEL RF Gun.

**Proc. of the 21st Int. Conf. on Free Electron Laser and 6th
FEL Applications Workshop (FEL'99), Hamburg/D (1999)
(Nucl. Instrum. Methods A445 (2000))**

H. EDWARDS, M. CASTELLANO, L. CATANI, A. CIANCHI,
M. FERRARIO, M. GEITZ, S. SCHREIBER, D. SERTORE, F.
STEPHAN
Transverse Emittance Measurements in the TTF Injector.

J. STANGL
High-Resolution X-Ray Diffracton Studies of Self-Organized
SiGe(C) Islands.
Univ. of Linz/A (2000)

M. GEITZ, S. SCHREIBER, G. VON WALTER, D. SERTORE,
M. BERNARD, B. LEBLOND
Determination of the Longitudinal Phase Space Distribution Prod-
uced with the TTF Photo Injector.

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 of the Silicon Pixel Detector for the TTF-FEL Beam Trajectory Monitor.

P. MICHELATO, D. SERTORE, C. GESMUNDO
High Quantum Efficiency Photocathode Preparation System for TTF Injector II.

J. PFLÜGER, P. GIPPNER, A. SWIDERSKI, T. VIELITZ
Magnetic Characterization of the Undulator for the VUV-FEL at the TESLA Test Facility.

S. SCHREIBER (for the TESLA Collaboration)
First Running Experience with the RF Gun Based Injector of the TESLA Test Facility Linac.

S. SCHREIBER, D. SERTORE, P. MICHELATO, M. FERRARIO, G. VON WALTER, N. WALKER
Measurement of Space Charge Effects and Laser Pulse Length in the TTF RF Gun Using the Phase Scan Technique.

I. WILL, S. SCHREIBER, A. LIERO, W. SANDNER
The TTF Photocathode Laser.

F. ZHOU, M. DOHLUS
Wakefield Induced Correlated Energy Spread and Emittance Growth at TTF FEL.

Proc. of the 3rd Int. Workshop on PCs and Part. Accel. Controls (PCaPAC), Hamburg/D (2000)

A. AGABABYAN, V. KOCHARYAN, K. REHLICH
An Integrated Finite State Machine to Automate TTF Operation.

R. BACHER
Status of the DESY Accelerator Control Systems.

R. BACHER, J. NETCHAEV, V. SOLOVIEV
PC Based State and Permit Server for the HERA Machine.

M. BIELER, P. DUVAL, A. KURAKIN, V. SOLOVIEV, V. YARIGIN
New Features of the Alarm System for the HERA Machine.

M. CLAUSEN
SCADA – Current State and Perspective.

P. DUVAL
The TINE Control System Protocol: Status Report.

W. GERHARDT, U. GLÖER, K. HINSCH, G. MANN, F. WEDTSTEIN
The PC Control System for LINAC-2.

O. HENSLER, K. REHLICH
UNIX Based Front-End Processors Used for DOOCS at the TESLA Test Facility.

Z. KAKUCS, P. DUVAL, M. CLAUSEN
An EPICS to TINE Translator.

T. KLEINWORT, K. WOLLER

YaST 2 Based Automated Linux Installations at DESY – Taking Central Linux Support to the Next Level.

A. KURAKIN
Using NT as the High Level Automation Component for Magnetic Measurements of the Superconducting HERA Magnets.

A. LABUDDA
Controlled Access to Restricted Areas of DESYs Accelerators.

A. LABUDDA, R. SCHRÖDER
Fit Algorithm for Beam Position Measurement.

U. LAUSTRÖER, R. SCHMITZ, R. STADTMÜLLER
Managing the PCs of the Control System for the DESY Accelerators.

J. MAASS
The HERA Sequencer.

W. SCHÜTTE
A Survey of Basic Storage Systems for Large Amounts of Particle Accelerator Data.

J. SCHWARZ
The Res-Gas Ionization Monitor in PETRA.

F. SOLODOVNIK, K. WITTENBURG
High Performance Multiprotocol Network Video Application for Beam Diagnostics.

J. WILGEN
Beam Position Control at DORIS.
Linux in HERA Controls.

S. WILKE, H. EHRLICHMANN
Expectations to a Control System from Different User Groups.

Proc. of the 20th Int. Linear Accel. Conf. (LINAC 2000), Monterey/USA (2000)

N. BABOI, M. LIEPE, J. SEKUTOWICZ, M. FERRARIO
Superconducting Superstructure for the TESLA Collider.

A. BLEDNYKH et al.
Rectangular Waveguide HOM Couplers for a TESLA Superstructure.

R. BRINKMANN
TESLA Linear Collider – Design and R&D Status.

P. CASTRO
Overview of SASE Experiments.

M. LIEPE
Pulsed Superconductivity Acceleration.

R. WANZENBERG
A Fast Switchyard for the TESLA FEL-Beam Using a Superconducting Transverse Mode Cavity.
Lattice Matching with a Quadrupole Missing.

Proc. of the TESLA Input Coupler Workshop at LAL, Orsay/F (2000)

C. BENVENUTI, D. PROCH

Thin Film NEG Coating for RF-Couplers.

G. DEVANZ

Multipactor Calculations.

M. DOHLUS, H. HARTWIG, J. BOSTER, M. SEIDEL, A. ZAVADTSEV

TESLA Waveguide Coupler.

T. GARVEY

Summary of Input Coupler Workshop.

L. GRANDSIRE

The Orsay-Saclay Coupler Design.

D.V. KOSTIN, M.V. LALAYAN, W.D. MÖLLER, D. PROCH, S.N. YARIGIN

TTF Linac ACC1 (Module 3) Input Couplers Performance.

D.V. KOSTIN, M.V. LALAYAN, W.D. MÖLLER, D. PROCH, S.N. YARIGIN, A. ZAVADTSEV

Argon Discharge Treatment of Input Couplers.

P. LEQERCQ, T. GARVEY, R. PANVIER, C. TRAVIER, S. CHEL, M. DESMONS

Low Level Measurements on Reduced Height Waveguide Transition.

J. LORKIEWICZ, B. DWERSTEG

Current Activities in TiN Coating at DESY.

C. MARTENS

Experiences and Problems in Designing and Manufacturing Coaxial Couplers.

D. PROCH, B. DWERSTEG

Coaxial Input Coupler Design for the TTF Superstructure.

R. ROUVIERE

Conditioning Couplers and Preventive Measures.

J. SEKUTOWICZ

Update on Input Coupler Specification for the TESLA Superstructure.

C. TRAVIER

Results from the Travelling Wave Window Tests.

Second Lambda/2 Window Preliminary Results.

S.N. YARIGIN

Conditioning of TTF Input Couplers.

A. ZAVADTSEV

Rectangular Waveguide Input Coupler for Superstructure.

A. ZAVADTSEV, D. PROCH

RF Losses in Cu Surface with TiZrV Coating.

D.P. BARBER

Electron/Positron Polarization at HERA.

Proc. of the 2nd ERIC Workshop, New Haven/USA (2000)

Electron and Positron Polarization at HERA: Past and Future.
Proton and Electron Polarization in Storage Rings: Some Basic Concepts.

Proc. of the 2nd Workshop on Phys. with a Polarized-Electron Light-Ion Collider (EPIC), Boston/USA (2000)

D.P. BARBER, J. ELLISON, K. HEINEMANN

Quasi-Periodicity of Spin Motion in Storage Rings – A New Look at Spin Tune.

Proc. of the 14th Int. Spin Phys. Sympos., Osaka/J (2000)

D.P. BARBER, G.H. HOFFSTAETTER, M. VOGT

Proton and Electron Polarization in Storage Rings: Some Basic Concepts.

Proc. of the 2nd Workshop on Phys. with a Polarized-Electron Light-Ion Collider (EPIC), Boston/USA (2000)

Using the Amplitude Dependent Spin Tune to Study High Order Spin-Orbit Resonances in Storage Rings.

Proc. of the 14th Int. Spin Phys. Sympos., Osaka/J (2000)

H.G. BROCKMEIER, W. SINGER, H. KAISER

Influence of Pre-Annealing on the Texture of a Niobium Tube.

Proc. of the Int. Conf. on Processing & Manufacturing of Adv. Materials (THEMEC 2000), Las Vegas/USA (2000)

W. DECKING

Small Horizontal Emittance in the TESLA Damping Ring.

Proc. of the Int. Workshop on High Energy Proton Colliders, Hamburg/D (2000)

The TESLA Linear Collider.

Proc. of the Meeting of the APS Division of Particles and Fields, Columbus/USA (2000) (Int. J. Mod. Phys. A)

M. DOHLUS

Wake Fields of Bunches on Curved Trajectories.

Proc. of the 6th Int. Conf. on Comput. Accel. Phys. (ICAP 2000), Darmstadt/D (2000)

D. DWORAK, J. LOSKIEWICZ

Direct Energy Deposition in the Lateral Concrete Shielding of the TESLA Water Dump and the Rise of Shielding Temperature.

Proc. on INP, Krakow/PL und Report No. 1854/PH (2000)

P. DUVAL

Use of TINE at DESY.

Latest Features of ACOP.

Proc. of the COACK Workshop, KEK Tsukuba/J (2000)

YU.P. FILIPPOV, E.N. KULAGIN, V.M. MIKLAYEV, A.K. SUKHANOVA, S. WOLFF

Tests of the Cryogenic Thermometers at Very Big Doses of Gamma Radiation.

Proc. of the 18th Int. Cryogenic Engineering Conf. (ICEC 18), Mumbai/I (2000)

E. GADWINKEL, H. HERZOG, H. LIERL, F. QUAST

Investigation of Damages of the Slide Bearings in the HERA Helium Screw Compressors.

Proc. of the 18th Int. Cryogenic Engineering Conf. (ICEC 18), Mumbai/I (2000)

A. GAMP

Recent Progress at the TESLA Test Facility.
Proc. of the Nat. 17th Conf. on Accel., Protvino/RUS (2000)

Servo Control of RF Cavities under Beam Loading.
Proc. of the CERN Accel. School on RF Engineering, Seeheim/D (2000) und DESY HERA 00-04

E. GIANFELICE-WENDT, D.P. BARBER, M. BERGLUND
Polarized Electrons at HERA: Experience and Expectations after the Luminosity Upgrade.
Proc. of the 14th Int. Spin Phys. Sympos., Osaka/J (2000)

H. HENSCHER, O. KÖHN, M. KÖRFER, T. STEGMANN, K. WITTENBURG, F. WULF
Optical Fiber Dosimetry at the TESLA Test Facility (TTF).
Proc. of the 9th Beam Instrum. Workshop (BIW 2000), Cambridge/USA (2000)

G.H. HOFFSTAETTER

State of the Art in Particle Tracking.
Proc. of the 6th Int. Conf. on Comput. Accel. Phys. (ICAP 2000), Darmstadt/D (2000)

A. LEUSCHNER

Calculation of Hadron Yields around Thick Targets and Doses behind Concrete Shielding of High Energy Electron Accelerators.
Proc. of the 5th Specialist Meeting on Shielding Aspects of Accel., Targets and Irrad. Facilities (SATIF 5), Paris/F (2000)

J. LUND-NIELSEN, K. REHLICH, S. SIMROCK, T. CHERNOUSKO
Hardware Developments for the Low Level RF System at the TESLA Test Facility.
Proc. of the Nat. 17th Conf. on Accel., Protvino/RUS (2000)

H. MAIS

Computational Needs for Large Circular Accelerators.
Proc. of the 6th Int. Conf. on Comput. Accel. Phys. (ICAP 2000), Darmstadt/D (2000)

Stochastic Beam Dynamics.
Summary Report of Working Group – Beam Dynamics and Quantum Fluctuations.
Proc. of the 18th Adv. ICFA Beam Dynamics Workshop on Quantum Aspects of Beam Physics, Capri/I (2000)

C. MONTAG, B. HOLZER

Persistent Current Effects in HERA-p.
US-LHC Collaboration Meeting on Accel. Phys. Experiments for Future Hadron Colliders, Upton/USA (2000)

B. PETERSEN, S. WOLFF

Numerical Simulations of Possible Fault Conditions in the Operation of the TTF/FEL and TESLA Linear Accelerators.
Proc. of the 18th Int. Cryogenic Engineering Conf. (ICEC 18), Mumbai/I (2000)

F. SOLODOVNIK

Distributed Real Time TV Beam Diagnostic System.
Proc. of the Nat. 17th Conf. on Accel., Protvino/RUS (2000)

H.M. WEN, W. SINGER, D. PROCH, L.Z. LIN, L.Y. XIAO
Cavity RRR Test with Eddy Current Method for TESLA Test Facility.
Proc. of the 18th Int. Cryogenic Engineering Conf. (ICEC 18), Mumbai/I (2000)

M. WENDT, J.R. MAIDMENT

The DESY III Beam Orbit Measurement System.
Proc. of the 9th Beam Instrum. Workshop (BIW 2000), Cambridge/USA (2000)

K. WITTENBURG

(Anlässlich der Verleihung des 2000 Faraday Cup Award for Innovative Achievement in Instrument Design)
The Pin-Diode Loss Monitors System at HERA.
Proc. of the 9th Beam Instrum. Workshop (BIW 2000), Cambridge/USA (2000)

Vorträge**W. BIALOWONS**

TESLA: Ein supraleitender Linear Collider mit integrierten Röntgenlasern und ein neues interdisziplinäres Forschungszentrum in Ellerhoop.
Einwohnervers. der Gemeinde Kummerfeld/D (2000)

Ein Tunnel unter Halstenbek: TESLA: Ein supraleitender Linear Collider mit integrierten Röntgenlasern und ein neues interdisziplinäres Forschungszentrum in Ellerhoop.
Einwohnervers. der Gemeinde Halstenbek/D (2000)

TESLA: Ein Tunnel und ein interdisziplinäres Zentrum für die Forschung.
IWW-Forum, Ellerhoop/D (2000)

Conventional Facilities for TESLA: A Superconducting Linear Collider with an Integrated X-Ray Free Electron Laser Facility at DESY.
Workshop on Infrastructure for a Linear Collider and Accel. Phys. at Fermilab, Batavia/USA (2000)

TESLA: Ein außergewöhnlicher Tunnel für die Forschung.
Forum Geotechnik und Baubetrieb der TU Hamburg-Harburg, Hamburg/D (2000)

W. BIALOWONS, H. KRECH

TESLA: Ein supraleitender Linear Collider mit integrierten Röntgenlasern und ein neues interdisziplinäres Forschungszentrum in Ellerhoop: Die TESLA Tunneltrasse in Rellingen.
Informationsvers. der ev.-luth. Kirchengem. Rellingen/D (2000)

S. CHORоба

The TESLA Klystron and Modulator.
CERN Geneva/CH (2000)

M. EBERT

Conception and Operational Experiences of the 500 MHz RF Systems at DESY.
Automatic Phasing of the HERA-e RF Systems.
CW RF Users Group Meeting, Argonne/USA (2000)

A. GAMP

RF Systems.

Lectures, SESAME Workshop, Amman/JO (2000)

G.H. HOFFSTAETTER

Chaos oder Stabilität im Sonnensystem.

Habilitationsvortrag, Darmstadt/D (2000)

HERA Accelerator Studies.

BESSY II, Berlin/D (2000)

Review of Special Relativity.

Review of Electro-Magnetism.

Joint Univ. Accel. School, Archamps/F (2000)

The Physics of Particle Accelerators.

DESY Summer School, Hamburg/D (2000)

H. MAIS

Theoretische Probleme der Beschleunigerphysik.

Graduiertenkolleg, Hamburg/D (2000)

C. MONTAG

Luminositätssteigerung beim Elektron-Proton Collider-Ring HERA.

Dortmund/D (2000)

Unbunched Beam Cleaning in HERA-p.

BNL Upton/USA (2000)

Fermilab Batavia/USA (2000)

W. SINGER

Hydroforming of Nb/Cu Cavities.

Joint Meeting of KEK and DESY, Hamburg/D (2000)

W. SINGER, A. BRINKMANN, H. KAISER, D. PROCH

Diagnostic of Defects in High Purity Niobium for Superconducting Radiofrequency Cavity.

Heraeus-Seminar on Challenges of Applied Cryoelectronics, Ebsdorf/germany/D (2000)

W. SINGER, H. KAISER, D. PROCH

Application of High Purity Niobium for Superconducting TESLA Cavities.

Tantalum and Niobium Sympos., San Francisco/USA (2000)

E. VOGEL

Nachweis von longitudinalen Multibunch-Schwingungen im Protonenspeicherring von HERA.

DPG Frühjahrstagung Teilchenphysik, Dresden/D (2000)

F. WILLEKE

Emittance Preservation in Hadron Accelerators.

CERN-School JAS 2000, St. Petersburg–Moscow/RUS (2000)

K. WITTENBURG

Emittance Measurement in the Proton Accelerators at DESY.

LHC Emittance Workshop, Geneva/CH (2000)

S.WOLFF

The Large Helium Cryogenic Systems of HERA and TESLA – A Report on Experience and Planning.

Workshop on Cryogenics for Large Systems, Gandhinagar/I (2000)

Habilitation

G.H. HOFFSTAETTER

Aspects of the Invariant Spin Field for High Energy Polarized Proton Beams.

Darmstadt/D (2000)

Dissertationen

S. REICHE

Numerical Studies for a Single Pass High Gain Free-Electron Laser.

Univ. Hamburg/D (2000)

DESY-THESIS-2000-012

M. VOGT

Bounds on the Maximum Attainable Equilibrium Spin Polarization of Protons at High Energy in HERA.

Univ. Hamburg/D (2000)

DESY-THESIS-2000-054

Diplomarbeit

F. STULLE

Einfluss externer Störungen auf die Stabilität des Wechselwirkungspunktes bei HERA.

Univ. Hamburg/D (2000)

DESY-THESIS-2000-053

HERA Berichte

C. MONTAG

Momentum Collimation in the HERA Proton Storage Ring.

DESY HERA 00-05

M. SEIDEL

The Upgraded Interaction Regions of HERA.

DESY HERA 00-01

E. VOGEL

Realtime Measurement of Single Bunch Phase and Lengths at the HERA Proton Storage Ring and the Observation of Multibunch Oscillations.

DESY HERA 00-08

E. VOGEL, W. KRIENS, U. HURDELBRINK

Measurement Setup for Bunched Beam Echos in the HERA Proton Storage Ring.

DESY HERA 00-09

K. WITTENBURG

The PIN-Diode Beam Loss Monitor System at HERA.

DESY HERA 00-03

M.P. ZORZANO, R. WANZENBERG

Intrabeam Scattering and the Coasting Beam in the HERA Proton Ring.

DESY HERA 00-06

HERA Accelerator Studies 1999 DESY HERA 00-02

G.H. HOFFSTAETTER (Ed.)

Y. ALEXAHIN, F. BRINKER, G.H. HOFFSTAETTER
Detection of Localized Sources of Coupling and Focusing Perturbations from Injected Beam First Turn Trajectories.

M. BIELER, E. GIANFELICE, G.H. HOFFSTAETTER, T. LIMBERG, M. MINTY, F. WILLEKE
Experiments about the Beam-Beam Effect at HERA.

M. EBERT, K. RUTSCH, F. WILLEKE
Experiment zum transienten Beamloading im HERA Elektronenring.

G.H. HOFFSTAETTER
Luminosity and Dynamic Aperture of a 72° HERA-e Optics.

B. HOLZER
Measurement of the Center Frequency in the HERA Electron Ring.

B. HOLZER, A. MESECK
Measurement of the Beta Function and the Dispersion in the HERA Proton Ring.

O.R. JONES, C. MONTAG, M. WENDT
Excitation Studies for the „Head-Tail“ Phase Shift Chromaticity Measurement Method.

A. MESECK
Tail Scan Experiments I at HERA-e.
Tail Scan Experiments II at HERA-e.
Dispersion Measurement at HERA-e.

C. MONTAG
Coasting Beam Studies.
HERA-p Tail Shaping Using Dipole Kicks.

C. MONTAG, K. EHRET, S. ISSEVER
Stabilization of HERA-B Interaction Rates Using Tune Modulation.

S. SPRATTE
Comparison between Coasting Beam at 820 GeV and 920 GeV.

E. VOGEL, W. KRIENS, U. HURDELBRINK
Longitudinal Beam-Transfer-Function Measurements for HERA-p.

K. WITTENBURG
Improvements of the HERA Electron Beam Loss Monitor System.

HERA Accelerator Studies 2000 DESY HERA 00-07

G.H. HOFFSTAETTER (Ed.)

F. BRINKER, E. GIANFELICE
Measurements of Beam Lifetime versus RF Voltage at HERA-e.

H. BURKHARDT, U. HURDELBRINK, W. KRIENS
Energy Loss Measurement at HERA-p.

W. DECKING
Simultaneous Global Orbit and Dispersion Correction.

W. FISCHER, F. SCHMIDT, R. TOMAS, S. HERB, M. WERNER
Measurement of Dynamic Aperture and Resonant Terms at HERA-p at Injection Energy.

E. GIANFELICE
Measurement of Beam Polarization in a 72° Spin Matched Optics.

G.H. HOFFSTAETTER
Observations about the HERA Luminosity.
Luminosity Scans for a 60° and a 72° Optics in HERA-e.
Optimized Luminosity Scans for a Spinmatched 72° Optics in HERA-e.

C. MONTAG, K. EHRET, M. FUNCKE
Systematic Tune Modulation Frequency Scans.

F. STULLE
Orbit Effect of a Misaligned Magnet Girder.

E. VOGEL
Measurement of Multi Bunch Oscillations at Different Fill Patterns of the HERA Proton Storage Ring.

E. VOGEL, W. KRIENS, U. HURDELBRINK
Measurement Setup for Bunched Beam Echoes in the HERA Proton Storage Ring.

A.M. XIAO
Measurement of the Beam Response Matrix of HERA-e.

Interne Berichte

Contributions to the 7th Europ. Part. Accel. Conf. (EPAC 2000), Vienna/A (2000)
DESY M 00-04

F. BRINKER, A. FEBEL, G. HEMMIE, N. LIU, H. NESEMANN, M. SCHMITZ, K. TESCH, S. WIPF
Feasibility Study of an Electron Storage Ring for Coronary Angiography.
DESY M 00-01

F. OBIER
TTF Feedback-Kicker.
DESY M 00-02

J. RÜMMLER
A Kicker System for the TESLA Transverse Feedback.
DESY M 00-03

TESLA Berichte

Transparencies from the TESLA Meeting at ANL, Argonne/USA (1999).
DESY-TESLA 2000-02

Transparencies from the TESLA Input Coupler Workshop at LAL, Orsay/F (2000).
DESY-TESLA 2000-06

- P. AVRAKHOV
Estimation of Relative Field Unflatness and Effective Gradient in TESLA Superstructures.
DESY-TESLA 2000-19
- N. BABOI, R. BRINKMANN
Higher Order Mode Effects and Multi-Bunch Orbit Stability in the TESLA Main Linac.
DESY-TESLA 2000-28
- A. BATALOV, K. WITTENBURG
Beam Loss Monitors for TESLA.
DESY-TESLA 2000-31
- A. BLEDNYKH et al.
HOM Damping in a TESLA Cavity Model Using a Rectangular Waveguide.
DESY-TESLA 2000-34
- E. BONDARCHUK, N. DOINIKOV, V. MURATOV, V. PEREGUD, A. POPOV
A Technical Proposal for the Development and Manufacturing of Electromagnets for the TESLA BDS.
DESY-TESLA 2000-23
- R. BRINKMANN, M. DOHLUS, D. TRINES, A. NOVOKHATSKI, M. TIMM, T. WEILAND, P. HÜLSMANN, C.T. RIECK, K. SCHARNBERG, P. SCHMÜSER,
Terahertz Wakefields in the Superconducting Cavities of the TESLA-FEL Linac.
DESY-TESLA 2000-07
- R. BRINKMANN, E. MERKER, O. NAPOLY, N. WALKER, I. YAZYININ
Design of Beam Extraction Line for TESLA.
DESY-TESLA 2000-21
- W. DECKING, G.H. HOFFSTAETTER, T. LIMBERG
Bunch Compressor for the TESLA Linear Collider.
DESY-TESLA 2000-40
- M. DOHLUS, A. JÖSTINGMEIER, C. CRAMER
Photon Diffusion Model for TTF-2.
DESY-TESLA 2000-11
- M. DOHLUS, H.P. WEDEKIND, D. ZAPFE
Wakefield Induced Losses in the Manual Valves of the TESLA Cryomodule.
DESY-TESLA 2000-39
- K. FLÖTTMANN, V.V. PARAMONOV (eds.)
Conceptual Design of a Positron Injector for the TESLA Linear Collider.
DESY-TESLA 2000-12
- H. HENSCHER, O. KÖHN, M. KÖRFER, T. STEGMANN, F. WULF
Preliminary Trials with Optical Fiber Dosimeters at TTF.
DESY-TESLA 2000-25
- H. HENSCHER, M. KÖRFER, K. WITTENBURG, F. WULF
Fiber Optic Radiation Sensing Systems for TESLA.
DESY-TESLA 2000-26
- S. HILLERT
Ein Silizium-Pixeldetektor für den Strahlungsmonitor BTM am FEL der TESLA Testanlage.
DESY-TESLA 2000-04
- K. HONKAVAARA, P. PIOT, S. SCHREIBER, D. SERTORE
Bunch Length Measurements at TTF with a Streak Camera.
DESY-TESLA 2000-38
- E. JANATA, M. KÖRFER
Radiation Detection by Cerenkov Emission in Optical Fibers at TTF.
DESY-TESLA 2000-27
- A. JÖSTINGMEIER, M. DOHLUS, M. WENDT, C. CRAMER
Theoretical and Practical Investigations Concerning the Design of a HOM Broadband Absorber for TESLA.
DESY-TESLA 2000-10
- C. MAGNE, M. WENDT
Beam Position Monitors for the TESLA Accelerator Complex.
DESY-TESLA 2000-41
- C. MONTAG
Simulation of the Fast Beam-Ion Instability in the TESLA Electron Damping Ring.
DESY-TESLA 2000-16
- Simulation of the Fast Beam-Ion Instability in the TESLA FEL Transfer Line.
DESY-TESLA 2000-17
- A. NOVOKHATSKI, M. TIMM, T. WEILAND
Transition Dynamics of the Wake Fields of Ultra Short Bunches.
DESY-TESLA 2000-03
- J. PAYET, O. NAPOLY
A Proposal for the TESLA High Energy Beam Switchyard.
DESY-TESLA 2000-24
- G. POPLAU, U. VAN RIENEN
Fast Multigrid Algorithms for the Tracking of Electron Beams.
DESY-TESLA 2000-30
- D. PROCH
Transparencies from the Workshop on Thin Film Coating Methods for SC Accelerating Cavities.
DESY-TESLA 2000-15
- S. ROTH, S. SCHAEEL, G. SCHMIDT
A Test of the Laser Alignment System ALMY at the TTF-FEL.
DESY-TESLA 2000-09
- K. ROTHEMUND, H.W. GLOCK, U. VAN RIENEN
Calculation of Wake Fields in the Bellows of TTF Bunch Compressor.
DESY-TESLA 2000-32
- K. ROTHEMUND, H.W. GLOCK, M. BORECKY, U. VAN RIENEN
Eigenmode Calculation in Long and Complex RF Structures Using the Coupled S-Parameter Calculation Technique.
DESY-TESLA 2000-33

T. SCHOLZ
Some Error Estimations for Beam Position Monitors.
DESY-TESLA 2000-01

R. SCHUHMANN, T. WEILAND
Rigorous Analysis of Trapped Modes in Accelerating Cavities.
DESY-TESLA 2000-08

M. TISCHER, J. PFLÜGER, W. DECKING
A Compact Damping Wiggler Based on Permanent Magnet Technology for the TESLA Damping Rings.
DESY-TESLA 2000-20

N. WALKER
Linear Tuning and Estimates for the Initial Beam Based Alignment Requirements for the TESLA BDS.
DESY-TESLA 2000-29

N. WALKER, A. WOLSKI
Luminosity Stability Issues for the TESLA Beam Delivery System (BDS).
DESY-TESLA 2000-22

K. WITTENBURG
Conventional Wire Scanners for TESLA.
DESY-TESLA 2000-18

A. WOLSKI
Compensation of Solenoid Effects at the TESLA Interaction Point.
DESY-TESLA 2000-13

K. ZAPFE (for the TESLA Collaboration)
The Vacuum System for the Superconducting Linac of the TESLA Test Facility.
DESY-TESLA 2000-05

TESLA FEL Berichte

Contributions to the FEL2000 Conf., Durham/USA (2000).
DESY-TESLA-FEL 2000-05

Proc. of the Workshop on Methods and Instrumentation for an X-FEL, Hamburg/D (2000).
DESY-TESLA-FEL 2000-06

Proc. of the Workshop on Surfaces and Interface Physics with the FEL Facility, Hamburg/D (2000).
DESY-TESLA-FEL 2000-17

Proc. of the Workshop on Chemical Applications of the FEL Facility, Hamburg/D (2000).
DESY-TESLA-FEL 2000-18

Proc. of the Workshop on Nuclear Resonance Scattering at the Free Electron-Laser Facility, Hamburg/D (2000).
DESY-TESLA-FEL 2000-19

Proc. of the Workshop on Non-Linear Optics, Quantum Optics and Ultrashort Phenomena, Hamburg/D (2000).
DESY-TESLA-FEL 2000-20

Proc. of the Workshop on Hard Condensed Matter Physics, Hamburg/D (2000).
DESY-TESLA-FEL 2000-22

Proc. of the Workshop on Atomic, Molecular and Cluster Physics with Short Wavelength Radiation from Free-Electron Lasers, Hamburg/D (2000).
DESY-TESLA-FEL 2000-23

Proc. of the Workshop on Life Sciences at the Free-Electron Laser (X-FEL), Hamburg/D (2000).
DESY-TESLA-FEL 2000-24

J. BAHRDT, U. ENGLISCH, W. FRENTROP, A. GAUPP, M. SCHEER
Conceptual Design of a Helical Undulator for a TESLA SASE FEL.
DESY-TESLA-FEL 2000-11

M. DOHLUS, M.I. IVANYAN, V.M. TSAKANOV
The Roughness Study for TESLA-FEL.
DESY-TESLA-FEL 2000-26

P. ELLEAUME, J. CHAVANNE, B. FAATZ
Design Considerations for a 1 Ångström SASE Undulator.
DESY-TESLA-FEL 2000-16

B. FAATZ
Influence of Different Focusing Solutions for the TESLA X-Ray FELs on Debunching of the Electron Beams.
DESY-TESLA-FEL 2000-15

K. FLÖTTMANN, V.V. PARAMONOV (Eds.)
Study of a Beam Transport and Distribution System for the TESLA X-Ray Facility.
DESY-TESLA-FEL 2000-21

P. ILINSKI, M. TISCHER
Optical Diagnostics for the X-Ray FELs at TESLA.
DESY-TESLA-FEL 2000-13

M.I. IVANYAN, V.M. TSAKANOV
Summary of the Resistive Wake-Field Effects in TESLA-FEL Transfer Line.
DESY-TESLA-FEL 2000-25

T. KAMPS
Monitoring the Electron Beam Position at the TESLA Test Facility Free Electron Laser.
DESY-TESLA-FEL 2000-01

P. PIOT, K. FLÖTTMANN, S. SCHREIBER, D. SERTORE, A. CIANCHI, L. CATANI
Transverse Phase Space Studies in TTF Photoinjector During Run 00/01. A Comparison between Simulation and Experiment.
DESY-TESLA-FEL 2000-04

M. RÜTER, J. PFLÜGER

Conceptual Design of the Gap Separation Drives for the Undulators for the TESLA X-FEL.

DESY-TESLA-FEL 2000-07

E.L. SALDIN, E.A. SCHNEIDMILLER, M.V. YURKOV

Diffraction Effects in the SASE FEL Numerical Simulation and Theory.

DESY-TESLA-FEL 2000-02

Strahlenschutz

Interne Berichte

H. DINTER

Ergebnisse von Strahlenschutzmessungen am DESY im Jahre 1999. DESY D3-96

Änderungen der Zugangsmöglichkeiten zum Strahlführungskanal zwischen DESY und DORIS.

DESY D3-107

Beurteilung der Bereiche der EXPO-Ausstellung in der Nähe des PETRA-Tunnels hinsichtlich der Sicherheit gegenüber ionisierender Strahlung.

DESY D3-110

Abschirmung des Tunnels für die Strahlführung zum XFEL-Labor und des Strahlabsorbers.

DESY D3-112

H. DINTER, A. LEUSCHNER

Betrieb des XFEL-Labors während der Zeit der Baumaßnahmen für die 2. TESLA-Experimentierhalle.

DESY D3-106

H. DINTER, A. LEUSCHNER, K. TESCH, D. DWORAK, J. LOSKIEWICZ

Calculation of Hadron Yields around Thick Targets and Doses behind Concrete Shielding of High Energy Electron Accelerators.

DESY D3-95

K. KLIMEK, A. LEUSCHNER

Prototyp der neuen Strahlenüberwachungsanlage.

DESY D3-108

A. LEUSCHNER, S. SIMROCK

Radiation Field inside the Tunnel of the Linear Collider TESLA.

DESY D3-113

B. RACKY

Information zum Tritiumnachweis in Wasser.

DESY D3-105

F. STEPHAN, K. TRÜTZSCHLER, A. LEUSCHNER

Sicherheitsbericht zum Antrag auf Errichtungsgenehmigung eines Hochfrequenz-Photoinjector-Teststandes bei DESY Zeuthen.

DESY D3-111

K. TESCH, H. DINTER,

Abschätzung von Dosen durch e- γ -Streustrahlung im Winkelbereich 1° bis 10°.

DESY D3-109

Z-Bereich

Veröffentlichter Vortrag

C.G. WALDMAN, P. FUHRMANN, M. GASTHUBER

A Distributed Rate-Adapting Buffer Cache for Mass Storage Systems.

Proc. CHEP 2000, Padua/I (2000)

Vorträge

R. BALTRUSCH

Experience with Windows 2000 Remote Installation Services at DESY.

HEPiX/NT, Jefferson Lab. Newport News/USA (2000)

C. CARO

Mailmigration at DESY.

Windows 2000 Coordination Group.

HEPiX/NT, Braunschweig/D (2000)

Results from the First Meeting of the Windows 2000 Coordination Group.

HTASC, CERN Geneva/CH (2000)

System Management in a Windows Based Control Environment.

3rd Int. Workshop on Personal Computer and Part. Accel. Controls (PCaPAC 2000), Hamburg/D (2000)

Windows 2000 Coordination Group.

Windows 2000 Deployment Plans @ DESY.

Application Support with MSI.

HEPiX/NT, Jefferson Lab. Newport News/USA (2000)

J. DICKE

Angewandte Schweißverfahren und Fügetechniken für spezielle Anforderungen beim Deutschen Elektronen-Synchrotron DESY.

SLV Nord, Handelskammer Hamburg/D (2000)

Orbital-, Rundnahtschweißsysteme: Problemlösungen für TESLA mit den Verfahren: WIG, Laser, EB für Innen- und Außenschweißungen.

HGF-Ausschuss Technische Dienste, GKSS Geesthacht/D (2000)

M. ERNST

The DiskCache Project at DESY.

Workshop on Data Management Strategies, Fermilab Batavia/USA (2000)

Update on Computing at DESY.

FOCUS Meeting, CERN Geneva/CH (2000)

H. MÜNCH

Collaborative Engineering and CAD DESY Experiences.

HEP CCC, CERN Geneva/CH (2000)

R. PAMPERIN

Gegenüberstellung organisatorischer Konzepte für die Technischen Dienste DESY: Konzept eines Beraters / eigenes Konzept.

HGF-Ausschuss Technische Dienste, GKSS Geesthacht/D (2000)





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: www.desy.de

Zweiter Standort:
DESY Zeuthen
Platanenallee 6, D - 15738 Zeuthen
Telefon: (033762) 77-0, Telefax: (033762) 77-330

DESY ist Mitglied der Hermann von Helmholtz-Gemeinschaft
Deutscher Forschungszentren (HGF)

Drucklegung: Juni 2001
Verfügbar unter: www.desy.de/f/jb2000

Herstellung und Gestaltung:
Manfred Fleischer, Bereichsreferent Forschung
Annemarie Blobel, Bibliothek und Dokumentation

Satz und Layout:
 $\text{\LaTeX}$
LE-TeX, Jelonek, Schmidt und Vöckler GbR, Leipzig

Druck und Verarbeitung:
K. Triltsch GmbH, Ochsenfurt-Hohestadt

Titelbild:
Blick in südliche Richtung auf das DESY-Gelände und die Elbe. In der Bildmitte befindet sich die TESLA-Test-Anlage. Der VUV-FEL-Tunnel verbindet die TESLA-Test-Anlage mit der zukünftigen Experimentierhalle (im Vordergrund), die für die DESY EXPO2000-Ausstellung „Licht der Zukunft“ genutzt wurde.

I S S N 0179-9282
