
Wissenschaftlicher Jahresbericht

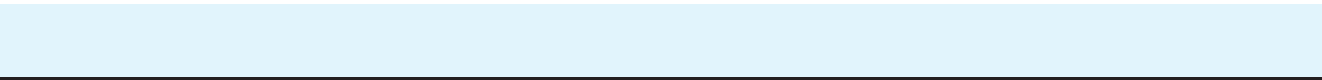
2004

Deutsches Elektronen-Synchrotron

DESY

Inhalt

| | |
|-------------------------------------|-----|
| Vorspann | 5 |
| Bereich Forschung Hochenergiephysik | 33 |
| Bereich Forschung mit Photonen | 123 |
| DESY, Standort Zeuthen | 151 |
| Bereich Beschleuniger | 179 |
| Zentrale Dienste | 253 |
| Veröffentlichungen und Vorträge | 293 |



Vorspann

Inhalt

| | |
|---|----|
| Vorwort | 7 |
| Organigramm | 10 |
| Organe der Stiftung und weitere Gremien | 11 |
| Nationale und Internationale Zusammenarbeit | 19 |



Abbildung 1: *Prof. D. Gross (rechts), Physik-Nobelpreisträger 2004, und Prof. A. Wagner im Gespräch anlässlich der Vorlesung von D. Gross im Rahmen der Willibald-Jentschke Lectures. Mit der jährlich stattfindenden Willibald-Jentschke Lecture erinnert DESY an seinen 2002 verstorbenen Gründungsvater.*

Vorwort

Das Jahr 2004 war auf Grund einer Reihe von Entscheidungen für die Zukunft des Deutschen Elektronen-Synchrotron DESY von hoher Bedeutung. Diese Entscheidungen erfolgten in Anerkennung der im Rahmen von internationalen Kollaborationen geleisteten Arbeit und stellen eine große Herausforderung für die Zukunft dar. Der vorliegende Jahresbericht soll einen Überblick über die wesentlichen Ergebnisse des Jahres geben.

DESY ist eines der 15 Institute der Helmholtz-Gemeinschaft der deutschen Großforschungszentren. Vor 45 Jahren in Hamburg gegründet, wurde DESY nach der deutschen Vereinigung 1992 um einen zweiten Standort in Zeuthen bei Berlin erweitert, dem ehemaligen Institut für Hochenergiephysik der DDR.

Die Forschung bei DESY gliedert sich in die Bereiche Beschleunigerentwicklung, Elementarteilchen- und Astroteilchenphysik und Forschung mit Photonen. Große Beschleunigeranlagen bilden die Grundlage für die Erforschung der elementaren Teilchen und Kräfte der Materie ebenso wie für die Analyse von Kristallen und komplexen Molekülen mit Hilfe der Synchrotronstrahlung und neuartiger Laserlichtquellen im UV- und Röntgenbereich. In der Astroteilchenphysik ist DESY an neuen Experimenten beteiligt, mit denen erstmals der Himmel nicht mit Licht (Photonen), sondern durch kosmische Neutrinos abgebildet wird. Neben der experimentellen Forschung finden bei DESY herausragende theoretische Arbeiten statt.

DESY wird durch die Bundesrepublik Deutschland (90%) und die Länder Hamburg und Brandenburg (10%) finanziert. Von den etwa 3000 Nutzern der Forschungsanlagen kamen im Jahr 2004 die Hälfte aus dem Ausland.

Die Forschungsprogramme von DESY wurden im Rahmen der Helmholtz-Gemeinschaft (HGF) 2004 erstmals strategisch begutachtet. Die gesamte Forschung bei DESY ist Teil des Forschungsbereichs „Struktur

der Materie“, einem der sechs Forschungsbereiche der HGF. Hochrangige internationale Gutachter haben die hohe Bedeutung der Forschung bei DESY und ihre herausragende internationale Sichtbarkeit hervorgehoben. Im Oktober 2004 legte der Senat der HGF auf Grundlage der Evaluation das Budget für DESY von 2005 bis 2009 fest. Damit hat DESY für die kommenden fünf Jahre eine klare Perspektive und Sicherheit in der Finanzplanung.

Neben der erfolgreichen Begutachtung durch die HGF konnte DESY zusammen mit seinen europäischen Partnern in 2004 substantielle Unterstützung für den europäischen Röntgenlaser (XFEL) und den International Linear Collider (ILC) durch die Europäische Union einwerben.

Beschleuniger

DESY betreibt Beschleunigeranlagen von etwa 16 km Länge: den weltweit einmaligen Elektron-Proton Collider HERA (für die Elementarteilchenphysik) und DORIS (für die Forschung mit Synchrotronstrahlung) sowie die zugehörigen Vorbeschleuniger. 2004 wurden die Entwicklungsarbeiten für den Umbau des Beschleunigers PETRA in eine dedizierte Synchrotronstrahlungsquelle PETRA III abgeschlossen. Der Umbau soll nach dem Ende des HERA Betriebs im Sommer 2007 beginnen, 2009 soll der Nutzerbetrieb anfangen.

Ein anderer Schwerpunkt der Arbeiten lag auf der Weiterentwicklung der supraleitenden TESLA-Technologie, die im Linearbeschleuniger des VUV-FEL bei DESY, im europäischen Röntgenlaserprojekt und beim internationalen Linear Collider ILC verwendet werden wird. Die Anwendung der gleichen Technologie in ganz unterschiedlichen Forschungsprogrammen ist die Folge der engen Zusammenarbeit unterschiedlicher wissenschaftlicher Richtungen bei DESY.

Die TESLA-Technologie wird sowohl durch die Forschung mit Photonen als auch durch die Elementarteilchenphysik motiviert und führt für beide Forschungsfelder zu völlig neuartigen Messmöglichkeiten.

Elementarteilchenphysik

HERA konnte 2004 einen neuen Luminositätsrekord erzielen. Erste Physikresultate aus Kollisionen polarisierter Positronen mit Protonen wurden veröffentlicht. Damit sind gute Voraussetzungen für die Datennahme bis Mitte 2007 geschaffen.

Ein für DESY wichtiger Schritt war die Entscheidung des International Committees for Future Accelerators (ICFA) vom August 2004 den ILC, das nächste große Projekt der internationalen Hochenergiephysik, in der supra-leitenden Beschleunigertechnologie zu realisieren. Diese Technologie wurde seit über 10 Jahren von der TESLA-Kollaboration bei DESY entwickelt. Die Entscheidung basierte auf technischen Gründen und auf Vorteilen, die sich aus dem Bau des Linearbeschleunigers für den europäischen Röntgenlaser XFEL in der gleichen Technologie ergeben. Mit dieser Entscheidung hat sich eine starke Synergie zwischen dem ILC und dem XFEL ergeben. Viele Detailfragen zum Bau und Betrieb und auch zur Industrialisierung von Komponenten sind für den Linear Collider und den Linearbeschleuniger des XFEL praktisch identisch. DESY wird sich an den internationalen Arbeitsgruppen zum ILC beteiligen und ein zentraler Partner für die europäischen Aktivitäten zum Design, Bau und zukünftigen Betrieb eines Detektors am ILC sein.

Astroteilchenphysik

Die Neutrinooteleskope am Südpol (AMANDA) und am Baikal-See lieferten auch 2004 weitere interessante Daten. Für das Kubikkilometer große Experiment IceCube (ebenfalls am Südpol) wurden in Zeuthen die ersten optischen Module gefertigt. Im antarktischen Sommer 2004/2005 konnte die internationale Kollaboration erfolgreich das erste 2,4 km tiefe Loch bohren und einen ersten „String“ optischer Module in das Eis des Südpols einbringen.

Forschung mit Photonen

Der Betrieb von DORIS für die Forschung mit Photonen verlief problemlos. Das Forschungszentrum GKSS schloss den Aufbau einer neuen Beamline für Materialforschung ab.

PETRA III wird als Synchrotronstrahlungsquelle der dritten Generation in vielen Aspekten weltweit einzigartige Messmöglichkeiten bieten. Nach einer externen Begutachtung des Technischen Design Reports genehmigten der DESY-Verwaltungsrat und das Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF) im Herbst 2004 den Bau von PETRA III.

Die Inbetriebnahme des VUV-FEL begann im Herbst 2004 wie geplant. Der VUV-FEL basiert auf einem Linearbeschleuniger in supraleitender TESLA-Technologie und ist eine Weiterentwicklung der TESLA Test Facility TTF I. Bereits im Februar 2005 konnte erstes Laserlicht bei einer Wellenlänge von 32 nm gemessen werden. Im Mai 2005 soll der Nutzerbetrieb aufgenommen werden. Die erfolgreiche Inbetriebnahme des VUV-FEL stellt einen wichtigen Schritt in Richtung des europäischen Röntgenlaserlabors XFEL dar, da der VUV-FEL in nahezu allen technologischen Gesichtspunkten ein Prototyp des XFEL ist.

Das BMBF hat 2003 den Bau eines europäischen Röntgenlaserlabors XFEL bei DESY vorgeschlagen und interessierten Ländern angeboten, 50% der Baukosten zu übernehmen. Im Februar 2004 fand die erste Sitzung eines International Steering Committees für den XFEL statt. Dabei wurden zwei Arbeitsgruppen, zu technisch-wissenschaftlichen (STI) und administrativ-finanziellen (AFI) Fragen, eingerichtet. Die Arbeitsgruppe AFI hat zunächst ein Memorandum of Understanding für die Vorbereitungsphase zum XFEL ausgearbeitet, das bis Anfang 2005 bereits von 10 europäischen Ländern unterzeichnet wurde.

In der STI-Arbeitsgruppe wurde ein Interim-Report zu den zentralen Eigenschaften des europäischen XFEL erstellt. Es ist geplant, alle für eine Genehmigung des XFEL notwendigen Unterlagen bis Ende 2005 zu erstellen, so dass der Bau des XFEL im Herbst 2006 beginnen könnte. Die Arbeiten zum XFEL konzentrierten sich in 2004 auf den supraleitenden Linearbeschleuniger und die Vorbereitung des für die baurechtliche Genehmigung notwendige Planfeststellungsverfahrens.

Mit Blick auf die Zukunftsprojekte bei DESY zur Forschung mit Photonen hat das European Molecular Biology Laboratory (EMBL) seinen Kooperationsvertrag mit DESY um 10 Jahre verlängert.

Verschiedenes

DESY konnte 2004 zwei Jubiläen feiern. Vor 40 Jahren begann bei DESY als einem der ersten Labors weltweit die Forschung mit Synchrotronstrahlung, die sich mittlerweile zu einem nicht mehr wegzudenkenden Instrument für vielfältigste Anwendungen zur Material- und Strukturanalyse entwickelt hat. Vor 25 Jahren wurden am Beschleuniger PETRA bei DESY die Gluonen erstmals experimentell nachgewiesen werden. Gluonen sind die Vermittler der starken Wechselwirkung und beispielsweise für den Zusammenhalt der Atomkerne verantwortlich.

Im Oktober 2004 hat der Verwaltungsrat Rolf-Dieter Heuer zum Nachfolger von Robert Klanner als Forschungsdirektor für die Teilchen- und Astroteilchenphysik berufen. Robert Klanner kehrte im Dezember auf eigenen Wunsch an die Universität Hamburg zurück, um sich wieder mehr der Forschung zu widmen. Gleichzeitig hat der Verwaltungsrat die Direktoren Jochen R. Schneider (Forschung mit Photonen) und Dieter Trines (Beschleuniger) für eine weitere Amtszeit berufen.

Für die Forschung bei DESY war die Verleihung des Physik-Nobelpreises 2004 ein besonderes Ereignis. Den Preisträgern David Gross, David Politzer und Frank Wilczek wurde die hohe Auszeichnung für ihre theoretischen Arbeiten zur starken Wechselwirkung von Quarks und Gluonen zugesprochen. Messungen bei DESY an den Speicherringen PETRA und HERA haben ganz wesentlich zur experimentellen Bestätigung dieser Theorien beigetragen.



Albrecht Wagner
Vorsitzender des DESY-Direktoriums

DEUTSCHES ELEKTRONEN-SYNCHROTRON DESY

Organigramm für das Geschäftsjahr 2004
Stand: 31. Dezember 2004

(Stiftung privaten Rechts)
NORDSTRASSE 85 ZOO HAMBURG
22609 HAMBURG
TEL. 040 33 63 10 00 FAX 040 33 63 10 01
PLATANENALLEE 6 - 15738 ZEUTHEN
TEL. 0337 62177-0 / FAX 0337 62177-413

MAC
Machine Advisory Committee
Vorsitzender: Dr. S. Myers

PRC
Physics Research Committee
Vorsitzende: Prof. Dr. Y. K. Kim

PSC
Photon Science Committee
Vorsitzender: Prof. Dr. P. Franz

WA
Wissenschaftlicher Ausschuss
Vorsitzender: Dr. T. Behnske

Wissenschaftlicher Rat
Vorsitzender: Prof. Dr. R. Rückl

DIREKTORIUM
Vorsitzender: Prof. Dr. A. Wagner
Prof. Dr. R.-D. Heuer, Ch. Scherf,
Prof. Dr. J. R. Schneider, Dr. D. Trines

DIB Direktoriumbüro
Dr. A. Lindner

Verwaltungsrat
3 Vertreter der
Bundesrepublik Deutschland
2 Vertreter der
Freien und Hansestadt Hamburg
und 2 Mitglieder des
Landes Brandenburg
Vorsitzender: MinDir. Dr. H. Schunck

Betriebsrat
Hamburg
Vorsitzender:
R. Krauth
Zeuthen
Vorsitzender:
Dr. H. Reiff
Gesamt-Betriebsrat
Dr. C. Gerke

Frauenvertretung
Ansprechpartner: K. Lande

PR Presse- und Öffentlichkeitsarbeit

DZ Internationales

D4 IT-Sicherheit

D5 Sicherheit und Umweltschutz

BA Betriebsarzt

TT Technologietransfer

GB Gleichstellungsbeauftragte

FORT Fortbildung

HGF Angelegenheiten

EUP Projekte

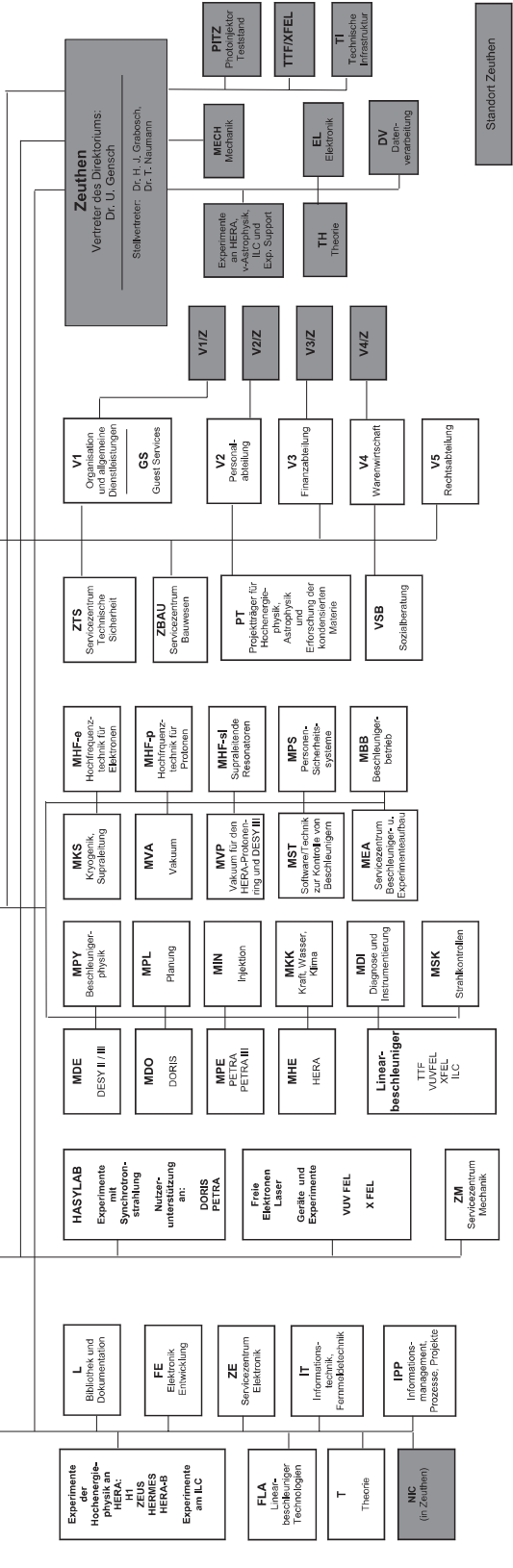
Schwerbehinderten-Vertretung
Hamburg/Zeuthen
W. Schneider

-FH- FORSCHUNG
Hochenergiephysik
Prof. Dr. R.-D. Heuer
Bereichsreferent: Dr. M. Fleischer-FHR-

-FS- FORSCHUNG
Synchrotronstrahlung
Prof. Dr. J. R. Schneider
Bereichsreferent: Dr. P. Gürtler-FSR-

-M- BESCHLEUNIGER
Dr. D. Trines
Bereichsreferent: Dr. A. Gamp-MR-

-V- VERWALTUNG
C. Scherf
Referentin: P. Lemcke-VR-



Standort Zeuthen

Organe der Stiftung und weitere Gremien

Verwaltungsrat

Vertreter der Bundesrepublik Deutschland:

MinDir Dr. **H. Schunck** (Vorsitzender)

MinR Dr. **R. Koepke**
(Bundesministerium für Bildung und Forschung)

MinR **H. J. Hardt**
(Bundesministerium der Finanzen)

Vertreter der Freien und Hansestadt Hamburg:

SR Prof. Dr. **R. Salchow**
(Behörde für Wissenschaft und Forschung)

Dr. **H. W. Seiler**
(Finanzbehörde)

Vertreter des Landes Brandenburg:

MinDirig Dr. **J. Glombik** (Stellvertr. Vorsitzender)
(Ministerium für Wissenschaft, Forschung und Kultur)

U. Mattusch
(Ministerium der Finanzen)

Direktorium

Prof. Dr. **R. Klanner** (Bereich Forschung – Hochenergiephysik) bis 30.11.2004

Prof. Dr. **R.-D. Heuer** (Bereich Forschung – Hochenergiephysik) ab 01.12.2004

C. Scherf (Bereich Verwaltung)

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
(Vorsitzender)

Prof. Dr. **G. Herten**

Albert-Ludwigs-Universität Freiburg

Prof. Dr. **St. D. Holmes**

Fermi National Accelerator Laboratory, Batavia IL (USA)

Prof. Dr. **F. Krausz**

Technische Universität Wien (A)

Prof. Dr. **B. Naroska**

Universität Hamburg

Prof. Dr. **F. Pauss**

European Organization for Particle Physics CERN, Geneva (CH)

Dr. **N. Roe**

Lawrence Berkeley Laboratory, Berkeley CA (USA)

Prof. Dr. **R. Rückl**

Institut für Theoretische Physik, Universität Würzburg

Prof. Dr. **R. Sauerbrey**

Friedrich-Schiller Universität, Jena

Prof. Dr. **F. Sette**

European Synchrotron Radiation Facility ESRF, Grenoble (F)

Prof. Dr. **M. Tolan**

Universität Dortmund

Dr. **H. Wenninger**

European Organization for Particle Physics CERN, Geneva (CH)

Dr. **A. Wrulich**

Paul Scherrer Institut, Villigen (CH)

Erweiterter Wissenschaftlicher Rat (EWR)

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

Prof. Dr. **J. Hastings**
Stanford Linear Accelerator Center, Stanford CA (USA)

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)

sowie die Vorsitzenden

Dr. **St. Myers** (MAC)
European Organization for Particle Physics CERN, Geneva (CH)

Prof. Dr. **L. Rolandi** (PRC)
European Organization for Particle Physics CERN, Geneva (CH)

Prof. Dr. **H. Schmidt Böcking** (FBS*)
Johann-Wolfgang Goethe Universität, Frankfurt am Main (D)

und die Mitglieder des **Wissenschaftlichen Rates**.

*In Zukunft PSC

Physics Research Committee (PRC)

Prof. Dr. **S. Bertolucci**

Laboratori di Frascati dell'INFN (I)

Prof. Dr. **H. Blümer**

Forschungszentrum Karlsruhe

Prof. Dr. **J. E. Brau**

University of Oregon, Eugene OR (USA)

Dr. **R. Forty**

European Organization for Particle Physics CERN, Geneva (CH)

Prof. Dr. **W. Hollik**

Max-Planck-Institut für Physik, München)

Prof. Dr. **Y. K. Kim**

University of Chicago, Chicago IL (USA)

Prof. Dr. **J. Kühn**

Universität Karlsruhe

Prof. Dr. **T. Lohse**

Humboldt-Universität Berlin

Prof. Dr. **J. Mnich**

RWTH Aachen

Dr. **L. Rolandi**

European Organization for Particle Physics CERN, Geneva (CH)
(Vorsitzender)

Prof. Dr. **N. Saito**

Kyoto Universität (J)

Dr. **U. Schneekloth** (DESY)

(ex officio)

Prof. Dr. **B. Spaan**

Technische Universität Dresden

Dr. **J. Timmermans**

NIKHEF, Amsterdam (NL)/CERN, Geneva (CH)

Photon Science Committee (PSC*)

Prof. Dr. **P. Fratzl**
MPI Potsdam (D)
(Vorsitzender)

Prof. Dr. **A. Pyzalla**
TU Wien (A)
(Stellvertreterin)

Prof. Dr. **G. Bauer**
Universität Linz (A)

Prof. Dr. **F. J. Baltá-Calleja**
CSIC Madrid (E)

Prof. Dr. **D. Bilderback**
Cornell University (USA)

Prof. Dr. **S. Förster**
Universität Hamburg (D)

Dr. **P. Elleaume**
ESRF Grenoble (F)

Prof. Dr. **J. Hajdu**
Universität Uppsala

Dr. **R. Horisberger**
Paul Scherrer Institut Villigen (CH)

Prof. Dr. **K. Janssens**
Universität Antwerpen (B)

Prof. Dr. **R. Klanner**
DESY
(ex-officio)

Prof. Dr. **C. Norris**
Diamond, CCLRC (GB)

Dr. **H. Reichert**
MPI Stuttgart (D)

Prof. Dr. **J. R. Schneider**
DESY
(ex-officio)

Dr. **P. Siddons**
NSLS Brookhaven National Laboratory (USA)

Dr. **S. Techert**
MPI Göttingen (D)

Prof. Dr. **J. Ullrich**
MPI Heidelberg (D)

Dr. **J. Zegenhagen**
ESRF Grenoble (F)

*Ersetzt den Forschungsbeirat Synchrotronstrahlung (FBS) aus den Vorjahren.

Machine Advisory Committee (MAC)

Dr. C. Bocchetta

Elettra, Trieste (I)

Dr. J. Galayda

Stanford Linear Accelerator Center, Stanford CA (USA)

Dr. M. Harrison

Brookhaven National Laboratory, Upton NY (USA)

Dr. St. Myers

European Organization for Particle Physics CERN, Geneva (CH)
(Vorsitzender)

Dr. L. Rivkin

Paul Scherrer Institut, Villigen (CH)

Dr. J. Seemann

Stanford Linear Accelerator Center, Stanford CA (USA)

Dr. N. Toge

KEK, Tsukuba (J)

Prof. Dr. A. Wrulich

Paul Scherrer Institut, Villigen (CH)

Wissenschaftlicher Ausschuss (WA)

R. Bacher (DESY)
(Vorsitzender)

T. Behnke (DESY)

M. Bieler (DESY)

R. Brinkmann (DESY)

W. Buchmüller (DESY)

W. Clement (DESY)

J. Ebert (Univ. Wuppertal)

H.-J. Eckoldt (DESY)

E. Elsen (DESY)

J. Feldhaus (DESY)

T. Finnern (DESY)

A. Gamp (DESY)

G. Goerigk (FZ Jülich)

H. Grabe-Celik (DESY)

I. M. Gregor (DESY)

G. Grindhammer (MPI München)

V. Gülzow (DESY)

G. Grübel (DESY)

D. Haidt (DESY)

B. Holzer (DESY)

H.-P. Jakob (Univ. Bonn)

F. Jegerlehner (DESY)

M. Kasemann (DESY)

K. Krüger (Univ. und MPI Heidelberg)

B. Lühr (DESY)

H. U. Martyn (RWTH Aachen)

A. Meyer (Univ. Hamburg)

M. Minty (DESY)

K. Mönig (DESY)

A. Nass (Univ. Erlangen-Nürnberg)

T. Naumann (DESY)

M. zur Nedden (Humboldt-Universität Berlin)

C. Pegel (Univ. Hamburg)

E. Pohl (EMBL)

S. Riemann (DESY)

M. Schmitz (DESY)

H. Schulte-Schrepping (DESY)

A. Schwarz (DESY)

F. Sefkow (DESY)

A. Stahl (DESY)

U. Stöblein (DESY)

T. Tschentschner (DESY)

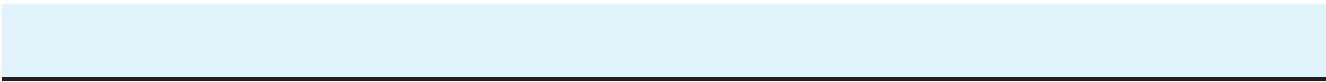
E. Weckert (HASYLAB)

S. Wilke (DESY)

F. Willeke (DESY)

Ch. Wissing (Univ. Dortmund)

T. Zeuner (Univ. Siegen)



Nationale und Internationale Zusammenarbeit

HERA Experimente

H1

I. Physikalisches Institut, RWTH Aachen
Universiteit Antwerpen (B)
School of Physics and Space Research, University of Birmingham (GB)
Inter-University Institute for High Energies ULB-VUB, Brussels (B)
Rutherford Appleton Laboratory, Chilton, Didcot (GB)
Institute of Nuclear Physics, Cracow (PL)
Institut für Physik, Universität Dortmund
Joint Institute for Nuclear Research (JINR), Dubna (RUS)
CEA, DSM-DAPNIA, CE Saclay, Gif-sur-Yvette (F)
Deutsches Elektronen-Synchrotron DESY, Hamburg
Institut für Experimentalphysik, Universität Hamburg
Max-Planck-Institut für Kernphysik, Heidelberg
Kirchhoff Institut für Physik, Universität Heidelberg
Physikalisches Institut, Universität Heidelberg
Institut für Experimentelle und Angewandte Physik, 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)
Physics Department, University of Manchester (GB)
CPPM, Université de la Méditerranée, IN2P3-CNRS, Marseille (F)
Departamento de Física Aplicada, CINVESTAV, Mérida (MEX)
Departamento de Física, CINVESTAV, México (MEX)
Institute for Theoretical and Experimental Physics (ITEP), Moscow (RUS)
Lebedev Physical Institute, Moscow (RUS)
Max-Planck-Institut für Physik, München
LAL, Université Paris-Sud, IN2P3-CNRS, Orsay (F)

Laboratoire Louis Leprince Ringuet, LLR, IN2P3-CNRS, Palaiseau (F)
LPNHE, Université Paris VI et VII, IN2P3-CNRS, Paris (F)
Faculty of Natural Sciences and Mathematics, University of Montenegro, Podgorica (YU)
Institute of Physics, Academy of Sciences of the Czech Republic, Prague (CZ)
Faculty of Mathematics and Physics, Charles University, Prague (CZ)
Dipartimento di Fisica, Università Roma 3 and INFN Roma 3, Rome (I)
Institute for Nuclear Research and Nuclear Energy, Sofia (BG)
Paul-Scherrer-Institut, Villigen (CH)
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

Department of Engineering in Management and Finance, University of the Aegean (GR)
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)
Institut für Physik der Humboldt Universität zu Berlin, Berlin
Andrews 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)
Institute of Nuclear Physics, Cracow (PL)
Department of Physics, Jagellonian University, Cracow (PL)
Faculty of Physics and Nuclear Techniques,
AGH-University of Science and Technology, Cracow (PL)
University and INFN, Florence (I)
Fakultät für Physik, Universität Freiburg
Department of Physics and Astronomy, University of Glasgow (GB)
Deutsches Elektronen-Synchrotron DESY, Hamburg
Institut für Experimentalphysik, Universität Hamburg
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)
 Institute de Physique Nucléaire, Université Catholique de Louvain, Louvain-la-Neuve (B)
 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)
 Max-Planck Institut für Physik, München
 Department of High Energy Physics, Yale University, New Haven (USA)
 Department of Physics, York University, North York (CAN)
 Department of Physics, University of Oxford (GB)
 Dipartimento di Fisica, University and INFN, Padova (I)
 Department of Particle Physics, Weizmann Institute, Rehovot (IL)
 Dipartimento di Fisica, Università „La Sapienza“ and INFN, Rome (I)
 Polytechnic University, Sagamihara (J)
 University of California, Santa Cruz CA (USA)
 Department of Physics, Ewha Womans University, Seoul (ROK)
 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, Università di Torino (I)
 Università del Piemonte Orientale, Novara and INFN, Torino (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 for Nuclear Studies, Warsaw (PL)
 Institut of Experimental Physics, University of Warsaw (PL)
 Faculty of General Education, Meiji Gakuin University, Yokohama (J)
 Deutsches Elektronen-Synchrotron DESY, Zeuthen

HERMES

National Institute for Nuclear and High Energy Physics (NIKHEF), Amsterdam (NL)
 Department of Physics and Astronomy, Vrije Universiteit, 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)
School of Physics, Peking University, Beijing (VRC)
Nuclear Physics Laboratory, University of Colorado, Boulder CO (USA)
Joint Institute for Nuclear Research (JINR), Dubna (RUS)
Physikalisches Institut, Universität Erlangen-Nürnberg
Dipartimento di Fisica dell'Università and INFN, Ferrara (I)
Laboratori Nazionali di Frascati, INFN, Frascati (I)
Department of Subatomic and Radiation Physics, University of Gent (B)
II. Physikalisches Institut, Universität Gießen
Department of Physics and Astronomy, University of Glasgow (GB)
Deutsches Elektronen-Synchrotron DESY, Hamburg
Modern Physics Department, University of Science and Technology of China, Hefei (VRC)
P. N. Lebedev Physical Institute, Moscow (RUS)
Institute for High Energy Physics (IHEP), Protvino (RUS)
Institut für Theoretische Physik, Universität Regensburg
Gruppo Sanità, INFN and Physics Laboratory, Istituto Superiore di Sanità, Rome (I)
Petersburg Nuclear Physics Institute (PNPI), Russian Academy of Sciences, St. Petersburg (RUS)
Department of Physics, Tokyo Institute of Technology, Tokyo (J)
Department of Physics, University of Illinois, Urbana IL (USA)
TRIUMF, Vancouver (CAN)
Andrzej Soltan Institute for Nuclear Studies, Warsaw (PL)
Yerevan Physics Institute, Yerevan (ARM)
Deutsches Elektronen-Synchrotron DESY, Zeuthen

HERA-B

National Institute for Nuclear and High Energy Physics (NIKHEF), Amsterdam (NL)
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)
Niels Bohr Institute, Copenhagen (DK)
Wayne State University, Detroit MI (USA)

Institut für Physik, Universität Dortmund
Joint Institute for Nuclear Research (JINR), Dubna (RUS)
Deutsches Elektronen-Synchrotron DESY, 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)
LIP, Departamento de Física and FNCUL, University of Lisbon (P)
Institute Jozef Stefan and Department of Physics, University of Ljubljana (SLO)
Physics Department, University of California, Los Angeles CA (USA)
Institut für Informatik, Universität Mannheim
Institute for Theoretical and Experimental Physics (ITEP), 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
Subatomic Physics Department, University of Utrecht (NL)
Deutsches Elektronen-Synchrotron DESY, Zeuthen
Physik Institut, Universität Zürich (CH)

HASYLAB

II. Physikalisches Institut, RWTH Aachen
Department of Chemistry, University of Aarhus (DK)
Department of Chemistry, University of Antwerpen (B)
Advanced Photon Source, Argonne National Laboratory, Argonne (USA)
Institut für Festkörperchemie, Universität Augsburg
Laboratorium für Kristallographie, Universität Bayreuth
Ben Gurion University, Beer Sheva (IL)
Departament de Química, Universitat Autònoma de Barcelona, Bellaterra (E)
Inst. für Physikal. und Theoret. Chemie, Freie Universität Berlin
Institut für Kristallographie, Freie Universität Berlin
Hahn-Meitner-Institut, Berlin
AG Röntgenbeugung, Humboldt-Universität zu Berlin
Institut für Physik, Humboldt-Universität zu Berlin
Institut für Chemie, Humboldt-Universität zu Berlin

Fritz-Haber-Institut der Max-Planck-Gesellschaft, Berlin
Institut für Chemie, TU Berlin
Institut für Metallphysik, TU Berlin
Max Born Institut, Berlin
Institute of Experimental Physics, University at Bialystok (PL)
Dpto. Fisica Aplicada I, Universidad del Pais Vasco, Bilbao (E)
Dpto. de Ciencias Quimicas, Universidad San Pablo-CEU, Boadilla del Monte (E)
Fakultät für Chemie, Ruhr-Universität Bochum
Fakultät für Geowissenschaften, Ruhr-Universität Bochum
Fakultät für Physik und Astronomie, Ruhr-Universität Bochum
Institut für Werkstoffe, Ruhr-Universität Bochum
Mineralogisch-Petrologisches Institut, Universität Bonn
Physikalisches Institut, Universität Bonn
Slovak University of Technology, Bratislava (SLO)
Physikalisch-Technische Bundesanstalt, Braunschweig
Institut für Festkörperphysik, Universität Bremen
Institut für Werkstofftechnik, Universität Bremen
Polymer Physics Laboratory, Free University of Brussels (B)
Budapest University of Technology & Economics, Budapest (H)
Hungarian Academy of Sciences, Budapest (H)
Atomic Energy Research Institute, KFKI, Budapest (H)
Institut für Physik, Budapest (H)
Inst. of Agrochemistry and Food Technology, CSIC, Burjassot (E)
University Jaume I, Castellon (E)
Institut für Physik, TU Chemnitz-Zwickau, Chemnitz
Department of Chemistry, Chicago University (USA)
Inst. für Physik und Phys. Technologie, TU Clausthal
Deutsches Kunststoff Institut, TU Darmstadt
Ernst-Berl-Institut, TU Darmstadt
Fachbereich Material- und Geowissenschaften, TU Darmstadt
Institute of Nuclear Research, Hungarian Academy of Sciences, Debrecen (H)
Institute of Experimental Physics, University of Debrecen (H)
IRI, Technical University Delft (NL)
Cryst. G, Department of Applied Physics, Delft (NL)
Dept. of Environmental Biology & Chemistry, University of Bari, Dibca (I)
Anorganische Chemie, Universität Dortmund
Fakultät Maschinenbau, Universität Dortmund

Lehrstuhl für Qualitätswesen, Universität Dortmund
IFW Dresden, Leibniz Institut für Festkörper- und Werkstofforsch.
Institut für Chem. Physik fester Stoffe, Max-Planck-Gesellschaft, Dresden
Inst. für Kristallographie und Festkörperphysik, TU Dresden
Institut für Strukturphysik, TU Dresden
Institut für Werkstoffwissenschaft, TU Dresden
Max-Bergmann-Zentrum für Biomaterialien, TU Dresden
Institut für Polymerforschung Dresden e.V.
School of Electronic Engineering, Dublin City University (IRL)
Joint Institute for Nuclear Research, Dubna (RUS)
Department of Physics, University of Durham (UK)
EMPA, Eidgen. Materialprüfungs- und Forschungsanstalt, Dübendorf (CH)
Alberta Synchrotron Institute, University of Alberta, Edmonton (CAN)
Dept. of Polymer Chemistry and Techn., University Eindhoven (NL)
TNO Industrial Technology, Eindhoven (NL)
Eindhoven University of Technology, Eindhoven (NL)
Experimental Physics, Ural State Technical University, Ekaterinburg (RUS)
Universität Erlangen-Nürnberg, Erlangen
Optoelectronics Laboratory, Helsinki University of Technology, Espoo (FIN)
Institut für Anorganische Chemie, Universität Duisburg-Essen
Department of Physics, Algarve University, Faro (P)
Joh. Wolfgang Goethe-Universität Frankfurt/Main
Institut für Metallkunde, TU Bergakademie Freiberg
Inst. für Kristallographie, LMU München, Garching
Max-Planck-Institut für Plasmaphysik, Garching
Biophysik E22, TU München, Garching
Lehrstuhl für Technische Chemie II, TU München, Garching
Physik Department E13, TU München, Garching
Physik Department E15, TU München, Garching
Physik Department E17, TU München, Garching
EC Institute for Reference Materials and Measurements, Geel (B)
IWW-TU Clausthal Außenstelle Geesthacht
GKSS Forschungszentrum Geesthacht GmbH, Geesthacht
University of Genova (I)
Department of Analytical Chemistry, University of Gent (B)
Justus-Liebig-Universität Gießen
CEA Saclay, Gif sur Yvette (F)

Max-Planck-Institut für Kolloid- und Grenzflächenforschung, Golm/Potsdam
Institut für Festkörperphysik, Universität Graz (A)
Institut für Chemie und Biochemie, Universität Greifswald
Institut für Physik, Universität Greifswald
Dept. of Polymer Engineering, University of Minho, Guimaraes (P)
Institut für Materialphysik, Universität Göttingen
Institut für Röntgenphysik, Universität Göttingen
Mineralogisch-Kristallogr. Institut, Universität Göttingen
Fachbereich Ingenieurwissenschaften, Universität Halle
Fachbereich Physik, Universität Halle
Institut für Physikalische Chemie, Universität Halle
Pharmazeutische Techn. und Biopharmazie, Universität Halle
AG für Strukturelle Molekularbiologie, Max-Planck-Gesellschaft, Hamburg
Inst. für Techn. und Makromol. Chemie, Universität Hamburg
Inst. für Anorgan. und Angewandte Chemie, Universität Hamburg
Institut für Experimentalphysik, Universität Hamburg
Institut für Laserphysik, Universität Hamburg
Institut für Physikalische Chemie, Universität Hamburg
Department of Orthopaedic Surgery, Med. Hochschule Hannover
Molekular- und Zellphysiologie, Med. Hochschule Hannover
Institut für Mineralogie, Universität Hannover
Mineralogisches Institut, Universität Heidelberg
Division of X-ray Physics, University of Helsinki (FIN)
Department of Medical Physics, Helsinki (FIN)
Röntgen-Analytic-Service, Itzehoe
Forschungszentrum Jülich
Europäisches Inst. für Transurane, Forschungszentrum Karlsruhe
Institut für Festkörperphysik, Forschungszentrum Karlsruhe
Institut für Nukl. Entsorgungstech., Forschungszentrum Karlsruhe
Institut für Mineralogie u. Geochemie, Universität Karlsruhe
Werkstoffkunde I, Universität Karlsruhe
Institut für Werkstofftechnik, Universität-GH Kassel
Politechnical Institute, National Technical University Kharkov (UA)
Verkin Institute for Low Temperature Physics, Kharkov (UA)
GEOMAR FZ für Marine Geowissenschaften, Kiel
Institut für Anorganische Chemie, Universität Kiel
Institut für Exp. und Angewandte Physik, Universität Kiel

Institut für Geowissenschaften, Universität Kiel
Institut für Mineralogie, Universität Kiel
Institut für Physikalische Chemie, Universität Kiel
Fachbereich Physik, Universität Konstanz
CISMI, University of Copenhagen, Copenhagen (DK)
Niels Bohr Institut, University of Copenhagen, Copenhagen (DK)
AGH-University of Science and Technology, Krakow (PL)
Histology Dept. Collegium Medicum, Jagiellonian University, Krakow (PL)
Institute of Physics, Jagiellonian University, Krakow (PL)
Regional Laboratory, Jagiellonian University, Krakow (PL)
Dept. of Solid State Phys., University of Mining and Metallurgy, Krakow (PL)
Faculty of Physics, University of Mining and Metallurgy, Krakow (PL)
Bayer AG, H.C. Starck, Krefeld
Kumoh National University, Kumi (Korea)
II. Physikalisches Institut, Universität Köln
Institut für Geologie, Universität Köln
Institut für Mineralogie und Geochemie, Universität Köln
Fakultät für Physik und Geowissenschaften, Universität Leipzig
Fakultät für Chemie und Mineralogie, Universität Leipzig
Inst. für med. Physik und Biophysik, Universität Leipzig
Institut für Experimentalphysik I, Universität Leipzig
Erich Schmid Institut, Montanuniversität Leoben (A)
Institut für Metallphysik, Montanuniversität Leoben (A)
Dept. of Applied Geosciences, Montanuniversität Leoben (A)
Université de Limoges (F)
Dept. of Physics & Measurement Techn., Linköping University, Linköping (S)
Institut für Halbleiterphysik, Universität Linz (A)
Lawrence Livermore National Laboratory, Livermore (USA)
Institute Jozef Stefan, University of Ljubljana (SLO)
Department of Radiography, City University London (UK)
Los Alamos National Laboratory, Los Alamos (USA)
Department of Chemistry, Lublin Catholic University, Lublin (PL)
Dept. of Physiological Sciences, University of Lund (S)
Physics Department, Ivan Franko Nat. University of Lviv (UA)
Semiconductor Electr. Dept. Lviv, Ivan Franko Nat. University of Lviv (UA)
Haldor Topsøe AS Research Laboratory, Lyngby (DK)
Department of Physics, TU of Denmark, Lyngby (DK)

Department of Chemistry, TU of Denmark, Lyngby (DK)
Interdisciplinary Res. Centre for Catalysis, TU of Denmark, Lyngby (DK)
Instituto de Estructura de la Materia, CSIC, Madrid (E)
Ito. Ciencia y Tecnologia de Polimeros, CSIC, Madrid (E)
Dpto. Fisica de la Materia Condensada, Univ. Autonoma Madrid (E)
Fac. Quim. Dto. de Quimica Inorg., Univ. Complutense Madrid (E)
Institut für Physikalische Chemie, Universität Mainz
Max-Planck-Institut für Polymerforschung, Mainz
University of Maribor (SLO)
School of Physics & Materials Engineering, Monash University, Melbourne (Australia)
Universita degli studi di Milano (I)
Dipartimento di Fisica, University of Modena (I)
Inst. di Fisica, Universita di Cagliari, Monserrato (I)
Moscow Engineering Physics Institute, Moscow State University, Moskau (RUS)
Physics Department, Moscow State University, Moskau (RUS)
Lebedev Physical Institute, Russian Academy of Science, Moskau (RUS)
Institut für Kristallographie, LMU München
Sektion Physik, LMU München
Lehrst. für Techn. Elektrophysik, TU München
Physikalisches Institut, Universität Münster
Laboratoire L.P.M.E., Universite Notre Dame de la Paix Namur (B)
Institut des Materiaux Jean Rouxel, CNRS, Nantes (F)
Institute of Geology, Université de Neuchatel (CH)
Department of Chemistry, Princeton University, New Jersey (USA)
Nova Gorica Polytechnic, Nova Gorica (SLO)
Université Paris Sud, LURE, Orsay (F)
Institute of Atomic Energy, Otwock-Swierk (PL)
Oxford Instruments, Oxford (UK)
Dept. of Physics, University of Oxford (UK)
Fachbereich 6 – Physik, Universität Paderborn
Departement of Physics, Universita di Palermo (I)
Dip. to Scienze Fisiche ed Astronomiche, Universita di Palermo (I)
University of the Balearic Islands, Palma de Mallorca (E)
Groupe de Physique des Solides, Ministere de l'Education Nat., Paris (F)
Institut für Geowissenschaften, Universität Potsdam
Institut für Physik, Universität Potsdam
Geoforschungszentrum Potsdam

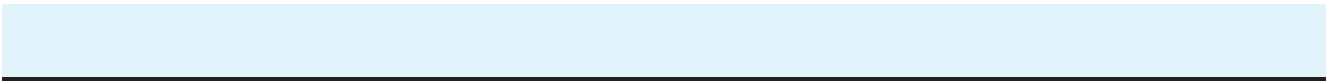
Dept. of Magnetochem., Adam Mickiewicz University Poznan (PL)
 Dept. of Physics, Adam Mickiewicz University Poznan (PL)
 Faculty of Mathematics and Physics, Charles University, Prague (CZ)
 Polymerphysik, Universität Regensburg
 Dept. of Materials and Interfaces, Weizmann Institute of Science, Rehovot (IL)
 Universidade Federal do Rio de Janeiro (BR)
 Materials Research Department, Risoe National Laboratory, Roskilde (DK)
 Physics Department, Risoe National Laboratory, Roskilde (DK)
 Fachbereich Physik, Universität Rostock
 Chemie, Universität des Saarlandes, Saarbrücken
 Experimentalphysik, Universität des Saarlandes, Saarbrücken
 Ioffe Institute, Russian Academy of Science, Saint-Petersburg (RUS)
 Quimica-fisica, Universidad Espania, Sevilla (E)
 Fachhochschule Münster, Steinfurt
 Max-Planck-Institut für Festkörperforschung, Stuttgart
 Max-Planck-Institut für Metallforschung, Stuttgart
 Biologisches Institut, Universität Stuttgart
 Institut für Physikalische Chemie, Universität Stuttgart
 Institute of Physics, University of Tartu (EW)
 Tel-Aviv University, Tel Aviv (IL)
 Institute of Physics, N. Copernicus University, Torun (PL)
 Abteilung für Experimentelle Physik, Universität Ulm
 Physics Institute, Uppsala University, Uppsala (S)
 Debye Institute, University of Utrecht (NL)
 Valladolid, Universidad de Valladolid (E)
 Valldoreix, Envirois, Valldoreix (E)
 LCM3B, Universite Henri Poincare, Vandoeuvre-les-Nancy (F)
 Institut Français du Pétrole (IFP), Vernaison (F)
 LIMHP Centre Paris-Nord, Universite Paris Nord, Villetaneuse (F)
 Lab. de Physico-Chimie des Materiaux, Universite Lyon I, Villeurbanne (F)
 Paul-Scherrer-Institut, Villigen (CH)
 Fizikos Institutas, Vilnius (Lithuania)
 Institute of Electronic Materials Technology, Warsaw (PL)
 Institute of Nuclear Chemistry, Warsaw (PL)
 Faculty of Physics, Warsaw University of Technology, Warsaw (PL)
 Institute of Physics, Warsaw (PL)
 Inst.of Biorg. Chemistry, Polish Academy of Science, Warsaw (PL)

Inst. of Low Temp. & Struct. Res., Polish Academy of Science, Warsaw (PL)
High Pressure Research Center, Polish Academy of Science, Warsaw (PL)
Institute of Physical Chemistry, Polish Academy of Science, Warsaw (PL)
Institute of Physics, Polish Academy of Science, Warsaw (PL)
Institute of Physics, University of Warsaw (PL)
Atominstytut Wien, TU Wien (A)
Institut für Werkstoffkunde, TU Wien (A)
Materials Science and Testing, TU Wien (A)
Univ.-Klinik für Innere Medizin IV, Universität Wien (A)
Fachbereich 8 – Physik, Universität Wuppertal
Fraunhofer-Institut für Silikatforschung, Würzburg
Experimentelle Physik II, Universität Würzburg
Institut für Anorganische Chemie, Universität Würzburg
Physikalisches Institut, Universität Würzburg
Space Environment Section, Soreq Nuclear Research Center, Yavne (IL)
Universidad Zaragoza (E)
Inst. for Chemical- and Bioengineering, ETH Zürich (CH)
Laboratory for Technical Chemistry, ETH Zürich (CH)

TESLA Kollaboration

Rheinisch-Westfälische Technische Hochschule, Aachen
Argonne National Laboratory (ANL), Argonne IL (USA)
Fermi National Accelerator Laboratory (FNAL), Batavia IL (USA)
Beijing University, Beijing (VRC)
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
Massachusetts Institute of Technology (MIT), Cambridge MA (USA)
Institute of Nuclear Physics, Cracow (PL)
Technische Universität Darmstadt
CCLRC, Daresbury & Rutherford Appleton Laboratory, Chilton, Didcot (GB)
Technische Universität Dresden

Joint Institute for Nuclear Research (JINR), Dubna (RUS)
Universität Frankfurt
Laboratori Nazionali di Frascati, INFN, Frascati (I)
GKSS-Forschungszentrum Geesthacht
CEA/DSM DAPNIA, CE-Saclay, Gif-sur-Yvette (F)
Deutsches Elektronen-Synchrotron DESY, Hamburg
Universität Hamburg
Institute of Physics, Helsinki (SF)
Cornell University, Ithaca NY (USA)
Forschungszentrum Karlsruhe
Istituto Nazionale di Fisica Nucleare (INFN), Legnaro (I)
Royal Holloway University of London (RHUL), London (GB)
Queen Mary University of London (QMUL), London (GB)
University College London (UCL), London (GB)
University of California Los Angeles CA (USA)
Centro de Investigaciones Energéticas, Medioambientales y Tecnológicas (CIEMAT), Madrid (E)
Istituto Nazionale di Fisica Nucleare (INFN), Milan (I)
Institute for Theoretical and Experimental Physics (ITEP), Moscow (RUS)
Moscow Engineering and Physics Institute, Moscow (RUS)
Jefferson Lab, Newport News VA (USA)
Budker Institute for Nuclear Physics (BINP), Protvino (RUS)
University of Oxford (GB)
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
Sincrotrone Trieste (I)
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)
Polish Atomic Energy Agency, Warsaw (PL)
Faculty of Physics, University of Warsaw (PL)
Bergische Universität-GH Wuppertal
CANDLE, Yerevan (ARM)
Yerevan Physics Institute, Yerevan (ARM)
Deutsches Elektronen-Synchrotron DESY, Zeuthen



Bereich Forschung Hochenergiephysik

Inhalt

| | |
|---|-----|
| Übersicht | 35 |
| H1 Experiment | 39 |
| ZEUS Experiment | 55 |
| HERMES Experiment | 67 |
| HERA-B Experiment | 79 |
| Theoretische Physik | 85 |
| Forschung für den International Linear Collider | 99 |
| Forschung Linearbeschleuniger-Technologien | 117 |

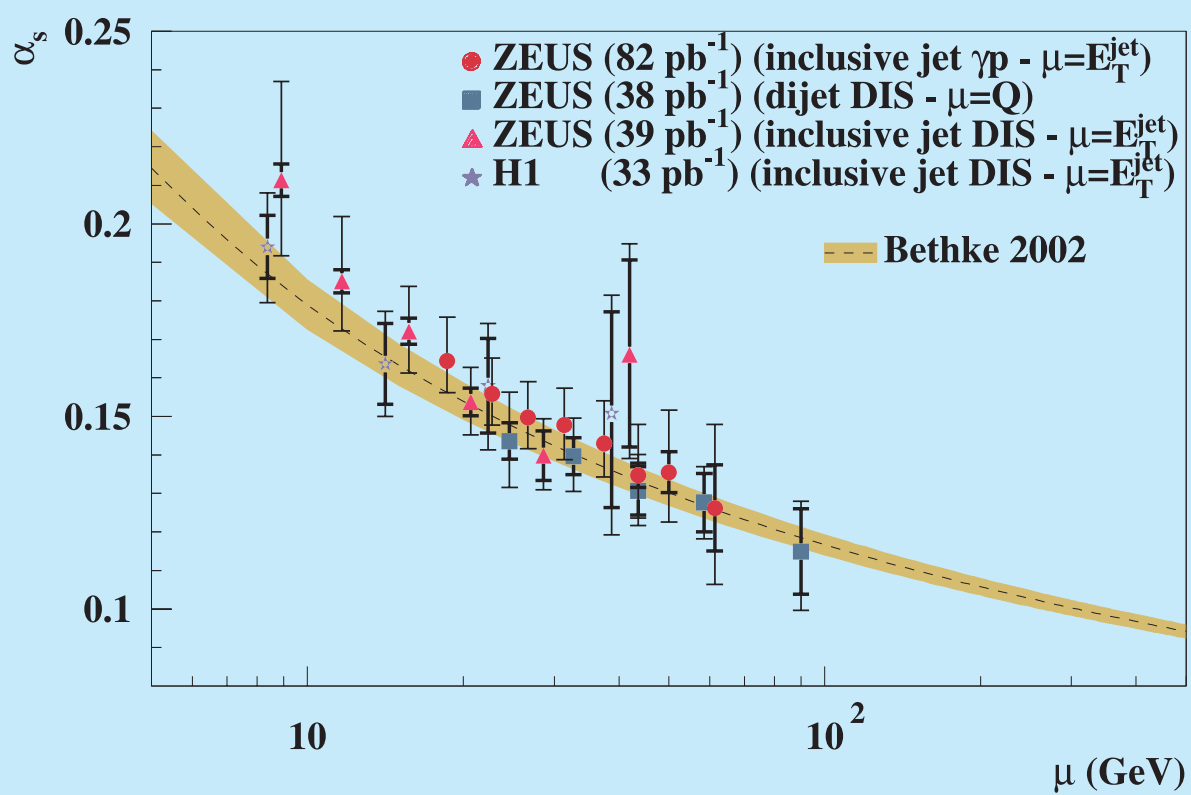


Abbildung 2: Abnahme der starken Kopplungskonstanten α_s mit zunehmender Energie gemessen von H1 und ZEUS in verschiedenen Analysen.

Übersicht Forschung Hochenergiephysik

Im Berichtsjahr fanden eine Anzahl von Ereignissen statt, die für die mittel- und längerfristige Entwicklung der Teilchenphysik weltweit, in Deutschland und am DESY von maßgeblicher Bedeutung sind.

Mit der Vergabe des Nobelpreises der Physik an D. Gross, D. Politzer und F. Wilczek für die Entdeckung der asymptotischen Freiheit wurde auch die Bedeutung des Studiums der starken Wechselwirkung gewürdigt. DESY hat mit der Entdeckung der Gluonen bei PETRA, den Präzisionsmessungen der starken Kopplungskonstanten bei PETRA und HERA, sowie den detaillierten Ergebnissen zur Protonstruktur und zur QCD-Strahlung bei HERA ganz wesentlich zu diesem bei weitem noch nicht abgeschlossenen Forschungsgebiet experimentell und theoretisch wesentliche Beiträge geliefert. So konnte zum Beispiel die Energieabhängigkeit der starken Kopplungskonstanten α_s in einem großen Energiebereich von H1 und ZEUS bestimmt und mit der theoretischen Vorhersage verglichen werden (siehe Abb. 2).

Dank besonderer Anstrengungen der HERA Maschinengruppe und der Mitarbeiter der HERA Experimente gelang es im Berichtsjahr die HERA II Designwerte zu erreichen und den Untergrund so zu reduzieren, dass alle drei HERA Experimente mit hoher Effizienz Daten nehmen konnten. Dadurch wurde mit 92 pb^{-1} die bisher höchste integrierte Luminosität pro Jahr erreicht. Neu bei HERA II ist die Polarisation der Positronen für die Kolliderexperimente H1 und ZEUS, die 2004 im Mittel 40% betrug. Bereits zu den Sommerkonferenzen konnten die ersten Ergebnisse, wie z. B. die Paritätsverletzung der schwachen Wechselwirkung bei höchsten Impulsüberträgen, vorgestellt werden. Im Herbst 2004 wurde HERA erfolgreich auf den Betrieb mit Elektronen umgestellt. Dies geschah erfreulich schnell und problemlos, mit einer Luminosität ähnlich wie beim Betrieb mit Positronen. Damit wird es möglich sein im Sommer 2005 über die de-

taillierte Planung des Betriebs bis zum Abschalten von HERA Mitte 2007 zu entscheiden. Inzwischen haben die HERA Experimenten die Analyse der in den Jahren 1992–2000 genommenen Daten weitgehend abgeschlossen und veröffentlicht. Auch weiterhin zählen die Ergebnisse der HERA Experimente zu den meist zitierten Publikationen der experimentellen Hochenergiephysik.

Im März begann der Workshop „HERA and the LHC“ mit einem Auftakt Meeting bei CERN (Genf), der im Frühjahr 2005 zu Ende gehen soll. Ziel dieses Workshops ist es, die Verbindung der Physik bei HERA und dem LHC zu untersuchen und zu vertiefen. In einer Reihe von Arbeitstreffen wurde immer wieder die große Bedeutung der Physik und der Messungen der HERA Experimente betont, insbesondere im Hinblick auf das Physik Program bei LHC. Gerade das Verständnis und die Messung der Partonverteilungen im Proton ist von ganz besonderer Bedeutung.

Die Verbindung der Physik bei HERA und LHC zeigt die Stärke und den Erfolg des gesamten HERA Programs. Es ist offensichtlich, dass HERA das einzige Instrument weltweit ist, wo viele der grundsätzlichen Fragen überhaupt untersucht und beantwortet werden können.

In enger Zusammenarbeit mit den DESY IT-Gruppen gelang den HERA Experimenten ein großer Fortschritt bei dem Einsatz von „Grid“-Werkzeugen bei der Datenanalyse: so hat z. B. das ZEUS Experiment einen Großteil der simulierten Daten weltweit verteilt erzeugt.

Im Betriebsjahr gab es wichtige Meilensteine für das IceCube Experiment, das das Eis der Antarktis als 1 km^3 großen Detektor zur Suche nach hochenergetischen Neutrinos aus dem Kosmos verwenden wird: die internationale Finanzierung ist nun sichergestellt, und die Vorbereitungen für das Versenken der Photodetektoren im Eis konnte abgeschlossen werden, so dass Anfang



Abbildung 3: Das ITRP hat in 2004 die von der TESLA Kollaboration entwickelte supraleitende Technologie für den ILC empfohlen.

2005 der erste Tross von Photoröhren erfolgreich versenkt, und die ersten Neutrinoereignisse nachgewiesen wurden. Wesentliche Komponenten wurden dazu von DESY, Standort Zeuthen, geliefert.

Dieses Berichtsjahr war auch ein sehr wichtiges Jahr für den International Linear Collider (ILC). Im Januar haben die Wissenschaftsminister der OECD Mitgliedsstaaten das wissenschaftliche Potenzial und die Roadmap des ILC zustimmend zur Kenntnis genommen. Die internationale Gemeinschaft der Teilchenphysiker hatte Ende 2003 das ITRP (International Technology Recommendation Panel, siehe Abb. 3) unter der Leitung von B. Barish (CALTECH) beauftragt, bis Ende 2004 eine Empfehlung zur Beschleunigertechnologie für den ILC zu geben. Im April 2004 besuchte das ITRP Hamburg, um die supraleitende Technologie, die seit 1992 von der TESLA Kollaboration entwickelt wurde, zu begutachten. Bereits im August 2004 hat das ITRP

bei der Internationalen Konferenz für Hochenergiephysik (ICHEP 2004) in Peking die Empfehlung für die TESLA Technologie ausgesprochen. Die Empfehlung wurde dann einstimmig von ICFA (International Committee for Future Accelerators), in dem auch die Direktoren der großen Beschleunigerlabors vertreten sind, angenommen. Diese Entscheidung ist ein großer Erfolg für die Gemeinschaft der Teilchenphysiker, aber auch für DESY und die TESLA Kollaboration. Mit dieser Entscheidung ergibt sich eine große Synergie mit dem Europäischen Röntgenlaser XFEL am DESY, dessen Beschleuniger ebenfalls die supraleitende Technologie verwendet.

Im November 2004 wurde bei DESY die Projektgruppe ILC (International Linear Collider) gegründet, die alle ILC Aktivitäten bei DESY koordiniert, von den Beschleunigerarbeiten über Detektorentwicklung bis hin zu Physikstudien.

Unter der Federführung DESY's wurde im März 2004 von einem Konsortium von mehr als zwanzig europäischen Labors der EUROTeV Vorschlag bei der Europäischen Union eingereicht. Ziel ist es, die für einen Linear Collider notwendigen Technologien, mit Ausnahme der Beschleunigungstechnologie, die bereits im Rahmen des EU Projekts CARE gefördert wird, in europäischer Zusammenarbeit weiter zu entwickeln. Unter mehr als hundert Vorschlägen wurde EUROTeV, gemeinsam mit dem ebenfalls unter Federführung DESY's vorgelegten Vorschlag EUROFEL von den Gutachtern auf die ersten beiden Plätze gesetzt.

Anfang 2004 fand die Evaluation des Programms des HGF Forschungsbereichs „Struktur der Materie“ für die Zeit 2005 bis 2009 statt. Der DESY Bereich „Forschung Hochenergiephysik“ ist in den beiden Forschungsprogrammen „Elementarteilchenphysik“ und „Astroteilchenphysik“ maßgeblich beteiligt. Das von DESY vorgelegte Programm wurde weitgehend exzellent und mit den höchsten Noten beurteilt. Das Basisprogramm wurde wie vorgeschlagen genehmigt. Trotz der ausgezeichneten Beurteilung konnten wegen der begrenzten Ressourcen zusätzliche Mittel im Rahmen so genannter Überzeichnungen nur für zwei Themen, „HERA“ und „Vorbereitungen für Linearbeschleuniger“ eingeworben werden.

Öffentlichkeitsarbeit und spezielle Angebote für Schüler (physik.begreifen@desy.de und

faszination.physik@desy.de) sowie Studenten (Sommerstudentenprogramm) besitzen einen hohen Stellenwert bei DESY und im Bereich Forschung Hochenergiephysik. Dies soll am Beispiel der Schülerlabors physik.begreifen in Hamburg und Zeuthen verdeutlicht werden. Beide haben sich zu einem wichtigen und äußerst gefragten Instrument entwickelt, um Schüler an die Naturwissenschaften, insbesondere die Physik heranzuführen und zu begeistern. Die Statistik im Berichtsjahr spricht für sich: in Hamburg wurden 200 Gruppen mit insgesamt 4180 Schülern in den Bereichen Vakuum und Radioaktivität betreut, in Zeuthen seit der Eröffnung im Mai 61 Gruppen mit 1300 Schülern im Bereich Vakuum.

Im Berichtsjahr wurden im Bereich Forschung Hochenergiephysik die Berufungsverhandlungen mit zwei Leitenden Wissenschaftlern erfolgreich abgeschlossen: Am 1.1.2005 tritt Herr J. Mnich die Nachfolge von G. Wolf (Experimentelle Teilchenphysik) und im Mai 2005 Herr V. Schomerus die Nachfolge von M. Lüscher (Theoretische Teilchenphysik) an. 2004 gingen die Leitenden Wissenschaftler D. Haidt und F. Jägerlehner in den Ruhestand und A. Stahl wurde auf eine C4-Professur an die RWTH-Aachen berufen. Die Amtszeit von R. Klanner als Mitglied des DESY Direktoriums und Leiter des Bereichs Forschung Hochenergiephysik ging Ende November 2004 zu Ende. Seine Nachfolge trat am 1.12.2004 R.-D. Heuer von der Universität Hamburg an.

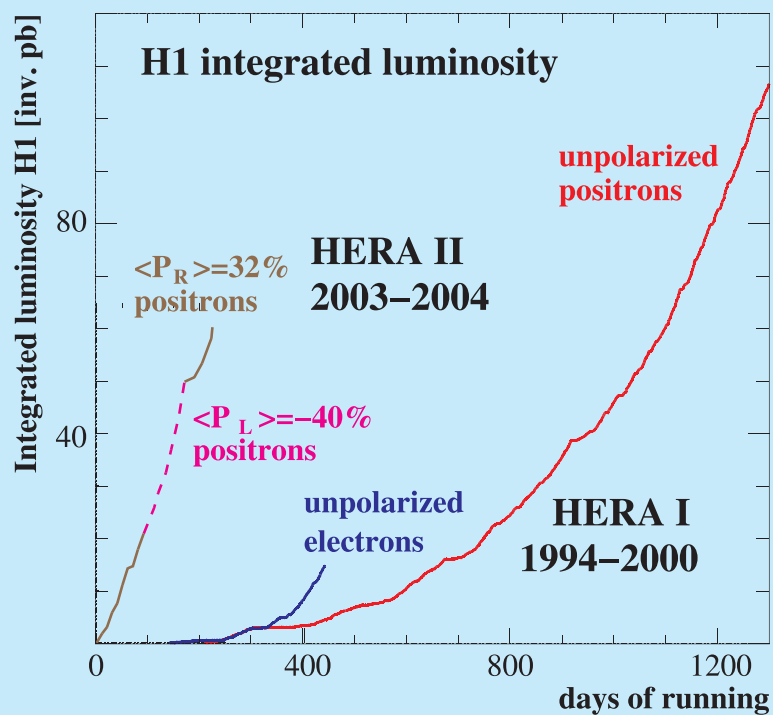


Abbildung 4: Die von H1 aufgezeichnete Luminosität als Funktion der Anzahl der Messtage, getrennt für die HERA I Periode (1994–2000), sowie für den Anfang der HERA II Periode (2003–2004). Die bis jetzt erreichte mittlere longitudinale Polarisierung des Positronstrahles in der HERA II Periode beträgt 32% und –40% für rechts- bzw. linkshändige Polarisierung.

H1 Experiment

Beteiligte Institute: RWTH Aachen, Univ. Antwerpen, Univ. of Birmingham, Inter-Univ. ULB-VUB Brussels, Rutherford Appleton Lab. Chilton, Inst. for Nucl. Phys. Cracow, Univ. Dortmund, JINR Dubna, CEA Saclay, DESY Hamburg, 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. Marseille, CINVESTAV Merida und Mexico, ITEP und Lebedev Inst. Moscow, MPI Phys. München, Univ. de Paris-Sud Orsay, Ec. Polytech. Palaiseau, Univ. Paris VI und VII, Univ. of Montenegro Podgorica, Czech Acad. Sci. und Charles Univ. Prag, INFN und Univ. 3 Rom, Inst. for Nucl. Research and Nucl. Energy Sofia, Paul Scherrer Inst. Villigen, Univ.-GH Wuppertal, Phys. Inst. Yerevan, DESY Zeuthen, ETH und Univ. Zürich.

Sprecher: M. Klein, DESY

Ende 2003 wurde mit der Realisierung des HERA II Programmes begonnen, nachdem in den vorangegangenen Jahren zunächst schwierige Strahluntergrundprobleme zu bewältigen waren. Bis zum August 2004 lief HERA mit Positronen und Protonen, wobei das H1-Experiment etwas mehr Luminosität registrieren konnte als im bisher erfolgreichsten Jahr 2000. Im Herbst 2004 wurde der Beschleuniger auf den Betrieb mit Elektronen umgestellt.

Im Unterschied zur ersten Phase von HERA werden jetzt Kollisionen von polarisierten Leptonen mit Protonen aufgezeichnet. Durch den Sokolov-Ternov-Effekt werden im Speicherring die Positronen oder Elektronen transversal polarisiert. Durch Rotation der Spinorientierung an den ep-Wechselwirkungspunkten wird der Spin longitudinal ausgerichtet und ermöglicht damit Tests der schwachen Wechselwirkung. Erstmals konnte somit die Polarisationsabhängigkeit des Streuquerschnitts der geladenen Stromwechselwirkung gemessen werden. Die entsprechenden Daten wurden auf der ICHEP, der internationalen Konferenz für Hochenergiephysik, im August 2004 in Beijing vorgestellt.

Unter Verwendung aller in den letzten 10 Jahren aufgezeichneten Daten des H1-Experiments wurden,

ebenfalls zur ICHEP-Konferenz, die Analysen von Ereignissen mit isoliert auftretenden Leptonen und großem fehlenden Transversalimpuls präsentiert, deren Häufigkeit die Erwartung des Standardmodells übertrifft. Mit einer bis August integrierten Luminosität von 171 pb^{-1} wurden 10 Ereignisse nachgewiesen, bei denen das isolierte Lepton ein Elektron oder Positron ist, wohingegen nur 2.7 Ereignisse erwartet werden. Im Myonkanal stehen 6 gemessene Ereignissen mit isoliertem Myon einer Erwartung des Standardmodells von 2.6 gegenüber. Bei der Suche nach Ereignissen mit isolierten Taus wurde kein Kandidat gefunden. Beide Analysen, die der „Charged Current Events“ sowie die der „Isolated Leptons“, konnten nahezu Online durchgeführt werden, unter Benutzung neuentwickelter H1 Software im „Object Oriented“ Standard, sowie der parallel zur Datennahme erfolgenden Kalibrationen des Detektors.

Der H1-Detektor konnte im Jahre 2004 zuverlässig betrieben werden. Wesentliche Elemente des Experiments wurden weiterentwickelt, so die auf den Signalen der Drift- und Proportionalkammern basierenden Spurtrigger, der „Jet“-Kalorimetertrigger, das zentrale System der Datenaufnahme, die Rechnerleistung und Analysesoftware, die Protonspektrometer im Vorwärtsbereich und andere.

Die Kollaboration reichte 45 wissenschaftliche Arbeiten bei der ICHEP Konferenz ein, von denen 13 in diesem Jahr publiziert wurden. Wie im Folgenden ausgeführt, setzt die H1-Kollaboration damit die Suche nach neuer Physik bei höchsten Energien, sowie die Analyse der Protonstruktur und der starken Wechselwirkung fort. Herausragende Resultate waren die erste Messung der Dichte der Beauty-Quarks im Proton, die vollständige Analyse der Erzeugung von Lepton- und Jetsignaturen bei hohen Transversalimpulsen im Vergleich mit dem Standardmodell und der Nachweis eines möglicherweise aus 5 Quarks bestehenden gebundenen D^*p Zustands. Wie in Beijing hervorgehoben wurde, sind die HERA-Analysen von entscheidender Bedeutung für die Weiterentwicklung der QCD, so auf dem Gebiet der Partonkorrelationen, verallgemeinerter und unintegrierter Partondichten oder der Diffraktion.

Physiker der H1-Kollaboration nahmen mit wissenschaftlichen und organisatorischen Arbeiten an der Durchführung des HERA-LHC Physik Workshops teil. In mehreren Treffen von Mitgliedern von HERA- und LHC-Experimenten mit theoretischen Physikern wurde in fünf großen Arbeitsgruppen die Bedeutung der HERA-Resultate für die Physik am LHC herausgearbeitet. Die Ergebnisse des Workshops werden im Jahr 2005 vorliegen.

Die H1-Kollaboration nahm mit Physikern aus dem Institut für Kernforschung und Kernenergie der Bulgarischen Akademie der Wissenschaften, Sofia, sowie der Universität Podgorica (Montenegro) zwei weitere Gruppen als Mitglieder auf. Sie besteht damit jetzt aus 41 Instituten aus insgesamt 15 Ländern.

Der H1-Detektor

Datennahme

Der Datennahme-Betrieb wurde zum Jahreswechsel ohne jegliche Unterbrechung fortgesetzt. Die Vakuumbedingungen im Bereich der H1-Wechselwirkungszone verbesserten sich im Laufe des Jahres stetig, so dass die parallel erfolgende kontinuierliche Erhöhung der HERA-Strahlströme nicht mehr zu unakzeptabel hohem Untergrund im H1-Detektor führte. Ab Mitte Fe-

bruar 2004 stellten die Untergrundverhältnisse im H1-Detektor keine Beschränkung mehr für die Strahlintensität dar und Anfang Juni erreichte die Datennahmeeffizienz für Betrieb mit eingeschalteter Hochspannung sogar wieder Werte von mehr als 85%, die zuvor nur im Jahr 2000 erreicht worden waren. Ab Mitte Juni verschlechterten Probleme mit dem HERA-Vakuumsystem auf der rechten Seite von H1 die Datennahmebedingungen allerdings wieder erheblich. Zunächst trat erneut ein Vakuumleck an einer der kritischsten Stellen von H1 auf, 11 m vor dem Wechselwirkungspunkt. An dieser Stelle treffen drei verschiedene Strahlrohre an einem Absorber für die Synchrotronstrahlung auf engstem Raum zusammen. Die Flanschdichtung des Protonstrahlrohres hatte den hohen thermischen und mechanischen Belastungen nicht standgehalten und musste ausgetauscht werden. Durch die damit verbundene Belüftung des Strahlrohres verschlechterten sich die Vakuumbedingungen wieder. Ein zusätzliches Problem trat kurze Zeit später durch die infolge von Überhitzung entstandene lokale Verformung des Elektronstrahlrohres um einige mm in einem Abstand von 6 m vor H1 auf. Um Gasausbrüche im Vakuum und damit verbundene Strahlverluste zu vermeiden, wurde der verfügbare Parameterraum für den HERA Betrieb stark eingeschränkt.

Trotz dieser Schwierigkeiten war die Datennahme im Positron-Proton Betrieb sehr erfolgreich. H1 konnte insgesamt die Rekordluminosität von 84 pb^{-1} aufzeichnen, von der 57 pb^{-1} mit voll eingeschalteter Hochspannung genommen wurden. Während des Betriebs wurde zweimal die Richtung der longitudinalen Positron-Polarisation gewechselt, so dass je etwa gleichviel Daten mit beiden Polarisationszuständen, mit einer mittleren Polarisation von +32% bzw. -40%, vorhanden sind. Eine vorläufige Analyse dieser Daten ermöglichte die erste Messung der Polarisationsabhängigkeit des Wirkungsquerschnitts der geladenen schwachen Wechselwirkung.

In der von Mitte August bis Mitte Oktober dauernden Betriebsunterbrechung von HERA konnten defekte Komponenten des Vakuumsystems ausgetauscht und verbesserte technische Lösungen realisiert werden. So verhindert ein Einsatz im oben erwähnten neu eingebauten Absorber, dass das dahinter liegende Strahlrohr von direkter Synchrotronstrahlung getroffen wird. Schweißverbindungen anstelle von geschraubten

Flanschverbindungen sorgen nun ebenfalls für eine erhöhte Betriebssicherheit. Eine verbesserte Instrumentierung mit Temperatursensoren soll zukünftig eine Überhitzung des ausgetauschten Elektronstrahlrohres verhindern.

Die anschließende Umstellung von HERA auf Elektron-Proton-Betrieb machte eine Verschiebung mehrerer HERA-Magnete und des H1-Detektors erforderlich. Obwohl die Strahlströme mit Rücksicht auf die nach den Umbauten des Vakuumsystems anfänglich schlechten Vakuumbedingungen zunächst reduziert waren, gelang es rasch, den Luminositätsbetrieb wiederaufzunehmen, wobei Rekordwerte für die spezifische Luminosität erreicht wurden.

Reparaturen und Erweiterungen

Durch ein im Mai aufgetretenes Leck an einer schadhafte Verbindung im Wasserkühlkreis für den Vorwärts-Siliziumdetektor (FST) wurde ein großer Teil der FST-Sensoren und der Ausleseelektronik so stark beschädigt, dass dieser Detektor nicht mehr betrieben werden konnte. Die genaue Inspektion nach dem Ausbau der Siliziumdetektoren ergab, dass für eine erfolgreiche Reparatur eine Neubeschaffung aller Sensoren und ein Neubau der Frontendelektronik notwendig waren. Da die noch zu erwartende integrierte Strahlenbelastung in der verbleibenden Laufzeit von HERA nahe an die tolerierbare Grenze des bisher verwendeten Auslesechips reicht, wurde beschlossen, den Chip in strahlenresistente Technologie zu übertragen und neu zu bauen. Darüberhinaus zeigte sich, dass eine Überarbeitung des gesamten Kühlkreislaufs auch im Falle des gleichzeitig ausgebauten Rückwärts-Siliziumdetektors (BST) notwendig war. Da diese sehr aufwändigen Reparaturarbeiten nicht vor Beendigung der HERA Betriebsunterbrechung fertiggestellt werden konnten, werden FST und BST erst im Sommer 2005 wieder eingebaut. Die Funktion des BST als Strahlungsmonitor wird mit einem neuen segmentierten Szintillator erfüllt, der anstelle des BST hinter dem zentralen Siliziumdetektor (CST) installiert wurde. Die Zugangsmöglichkeit zum H1-Detektor im Sommer 2004 wurde auch genutzt, um Reparaturen am CST vorzunehmen, der zuvor wegen eines Kurzschlusses an der Frontendelektronik nur zu 75% aktiv war. Ebenso konnten eine Anzahl fehlerhafter Frontendkarten der inneren Proportionalkam-

mer (CIP) ersetzt werden, so dass der für die effiziente Datennahme wichtige CIP-Trigger wieder mit erhöhter Redundanz betrieben werden kann. Ein wichtiger Schritt war auch die erfolgreiche Inbetriebnahme der ersten von insgesamt drei Triggerstufen des neuen „Fast Track Triggers“ (FTT), der es zukünftig erlauben wird, exklusive Endzustände mit geladenen Teilchen Online zu selektieren. Das im Zuge der Installation des neuen Vorwärtsspektrometers (VFPS, bei 220 m in Protonstrahlrichtung) entwickelte hochpräzise System für die kontrollierte Führung der Faserdetektoren an den Protonstrahl, wurde auch in die Stationen des existierenden FPS-System eingebaut und erlaubt einen zuverlässigeren Betrieb dieser Detektoren, die für die diffraktive Physik von großer Bedeutung sind. Mit großem Erfolg konnte nach der HERA-Betriebspause der existierende optische Faser-Ring für die zentrale Datenakquisition, durch ein auf VME PCs und Fast Ethernet basierendes System ersetzt werden. Damit wurden Zuverlässigkeit und Wartungsmöglichkeit dieser wesentlichen Komponente deutlich verbessert.

Physikalische Ergebnisse

Die Auswertung der zahlreichen Messdaten von HERA I wurde fortgesetzt, was zu einer gegenüber 2003 deutlich erhöhten Anzahl von Publikationen führte. Im Folgenden werden wichtige, im Berichtsjahr abgeschlossene Analysen etwas näher erläutert.

QCD und Protonstruktur

Die Erforschung der Protonstruktur und die kritische Überprüfung der Quantenchromodynamik (QCD), der Theorie der starken Wechselwirkung, ist eine der Hauptaufgaben der HERA-Physik.

In zwei Veröffentlichungen wurden exklusive Endzustände ausgewählt, in welchen ein energetisches Photon bzw. ein energetisches neutrales π -Meson (π^0) nachgewiesen wurde, um die Gültigkeit der QCD in speziellen Bereichen des Phasenraums zu prüfen. Außerdem wurde in einer Veröffentlichung die Strukturfunktion des Protons bei sehr niedrigen Viererimpulsüberträgen (Q^2) mit Hilfe sogenannter QED Compton-Ereignisse bestimmt.

Bei der tiefunelastischen Elektron-Proton-Streuung wird ein Eichboson (dominant ein virtuelles Photon) zwischen dem Elektron und dem Proton ausgetauscht, wobei der Viererimpulsübertrag Q^2 ein Maß für die Auflösung ist, mit welcher die Protonstruktur untersucht wird. Das ausgetauschte Eichboson streut an einem Quark oder Gluon (so genannte Partonen) im Proton. Die Protonstruktur wird dann durch Strukturfunktionen beschrieben, die von der Variablen x abhängen, dem Anteil des Protonimpulses, der von dem wechselwirkenden Parton getragen wird. Im größten Teil des Phasenraums bei HERA ist der Streuquerschnitt proportional zu der Strukturfunktion $F_2(x, Q^2)$. Die HERA-Experimente H1 und ZEUS haben in mehreren früheren Veröffentlichungen gezeigt, dass die gemessene Funktion F_2 über einen großen Bereich der Variablen x und Q^2 sehr gut von der QCD beschrieben werden kann. Bei kleinen Werten von $Q^2 < 1 \text{ GeV}^2$ kann jedoch die QCD in Störungsrechnung nicht angewendet werden; hier werden stattdessen phänomenologische Modelle zur Beschreibung angesetzt, insbesondere solche, die auf der Regge-Theorie basieren. Besonderes Interesse gilt daher dem Übergangsbereich von perturbativer QCD zur niederenergetischen Phänomenologie.

Messungen bei kleinen Impulsüberträgen erfordern spezielle Experimentiertechniken, weil das gestreute Elektron häufig den Detektor unter sehr kleinen Streuwinkeln verlässt, ohne nachgewiesen zu werden. In der erwähnten Veröffentlichung wurde ausgenutzt, dass in einem kleinen Teil dieser Streuprozesse das Elektron schon vor der Kollision mit dem Parton ein so genanntes QED-Compton-Photon abstrahlt. Auf diese Weise erhält das Elektron einen Transversalimpuls und kann daher selbst bei kleinen Werten von Q^2 in das rückwärtige Kalorimeter gestreut werden. Durch Nachweis sowohl des Photons als auch des Elektrons wird die Ereigniskinematik der QEDC-Prozesse rekonstruiert.

Der x -Bereich wurde zu großen Werten hin erweitert, als Folge der QEDC-Kinematik sowie auch durch eine verbesserte Rekonstruktion des hadronischen Endzustandes, der aus dem gestreuten Parton hervorgeht. Hierdurch wurde eine x -Region erreicht, in der sonst nur Daten aus älteren, so genannten „Fixed Target“ Experimenten vorliegen, was einen direkten Vergleich mit diesen ermöglicht. Abbildung 5 zeigt die Strukturfunktion F_2 , aufgetragen gegen x , für drei Werte von Q^2 .

Die neuen Messungen von H1 stimmen gut mit den früheren Experimenten (E665, NMC, SLAC) überein.

Um die Emission von hochenergetischen Photonen geht es auch in einer anderen Veröffentlichung, wobei die Photonen hier vom hadronischen System abgestrahlt werden. In diesen Ereignissen, die einen sehr kleinen Teil der totalen Wechselwirkungsrate ausmachen, werden die Photonen „prompt“ genannt. Sowohl das Photon als auch das hadronische System werden im Flüssig-Argon Kalorimeter nachgewiesen. Dabei ist wichtig, dass die Photonen, dank der hohen Granularität des Kalorimeters, aufgrund ihres besonders engen Schauerprofils vom Untergrund statistisch gut getrennt werden können. So konnten Wirkungsquerschnitte als Funktion von sowohl der transversalen Energie als auch der Pseudorapidität des Photons gemessen werden, wobei die Pseudorapidität ein Maß für den Streuwinkel bezüglich der Strahlrichtung ist. In Abbildung 6 werden die gemessenen Wirkungsquerschnitte mit mehreren Störungsrechnungen der QCD verglichen, sowohl in führender (LO) als auch in nächst-führender Ordnung (NLO) der starken Kopplungskonstanten α_s . Man sieht, dass die Vorhersagen dieser Rechnungen mindestens 30% unter den Daten liegen. Die Diskrepanz zwischen Daten und Theorie wurde auch untersucht, wenn zusätzlich zum prompten Photon ein hadronischer „Jet“ verlangt wird. Ein „Jet“ entspricht einem energetischen Parton, das im Kollisionsprozess in ein enges Bündel von Hadronen fragmentiert. Wirkungsquerschnitte, gewonnen für Ereignisse mit promptem Photon und einem hadronischen Jet, sind ebenfalls in Abbildung 6 gezeigt und mit den Rechnungen der QCD verglichen. Die Übereinstimmung zwischen Daten und Vorhersagen der Rechnungen ist hier besser, obwohl die Daten immer noch etwas über den Vorhersagen liegen. Da in diesem Fall die so genannten hadronischen Korrekturen kleiner sind als im Falle der inklusiven prompten Photonen, kann man vermuten, dass die Diskrepanzen im inklusiven Fall auf den noch nicht berechneten höheren Ordnungen jenseits von NLO beruhen.

In einer weiteren Veröffentlichung wurden Endzustände mit einem energetischen neutralen π -Meson (π^0) untersucht. Da das π^0 in zwei Photonen zerfällt, kann es im Flüssig-Argon Kalorimeter nachgewiesen und aufgrund des breiteren Schauerprofils statistisch gut von den prompten Photonen (siehe oben) getrennt werden. Die Untersuchungen konzentrieren sich auf den Pha-

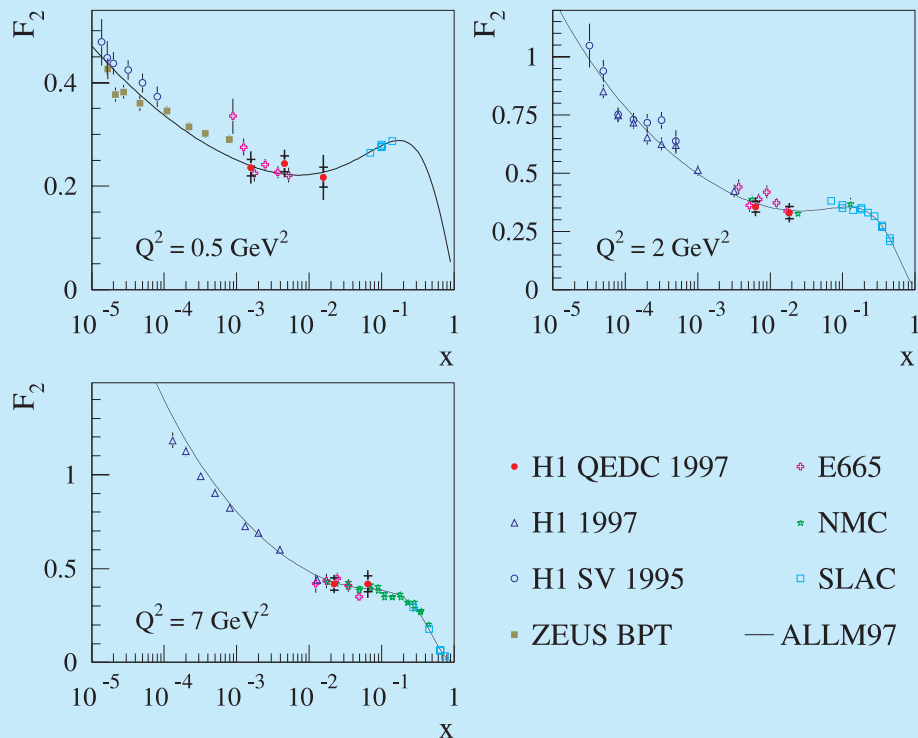
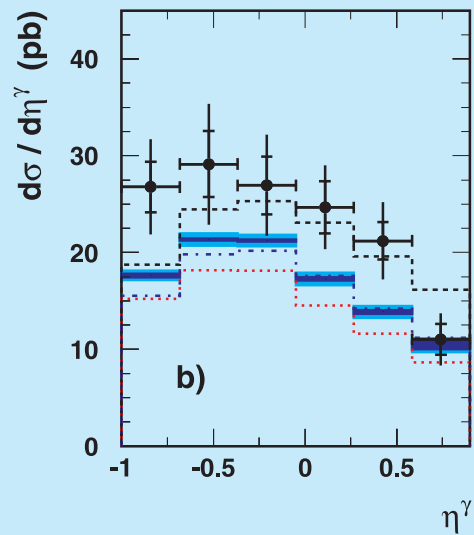
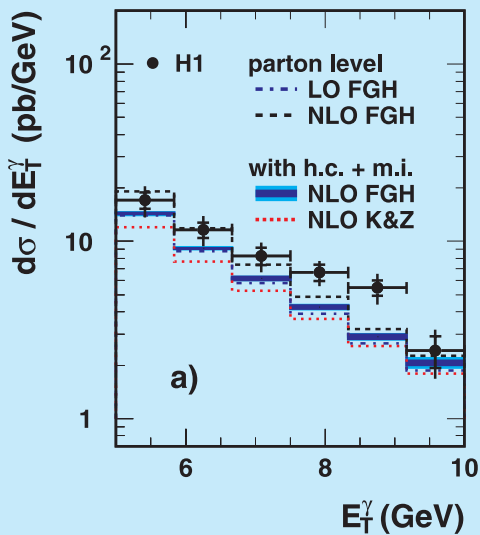


Abbildung 5: Messungen der Proton Strukturfunktion F_2 mit Hilfe von QED Compton-Ereignissen („H1 QEDC“) verglichen mit früheren Messungen bei HERA sowie mit Messungen aus „Fixed Target“ Experimenten. Die durchgezogene Kurve zeigt eine Parameterisierung der Strukturfunktion, die auf einer Verbindung der Regge-Theorie mit perturbativer QCD basiert.

senraumbereich nahe an der Richtung des ausgehenden Protons, die als „Vorwärts“-Richtung bezeichnet wird. Aufgrund des hohen Transversalimpulses des π^0 können hier Störungsrechnungen in der QCD vorgenommen werden. Interessant ist dabei, dass es im Bereich der Vorwärtsrichtung bei kleinen Werten von x noch keine eindeutige theoretische Beschreibung gibt, und dieser daher als Testbereich für verschiedene Ansätze der Rechnungen dienen kann. In einer früheren Studie (siehe Jahresbericht 1999) konnte schon gezeigt werden, dass die so genannte DGLAP-Approximation der Parton-Kaskade, die sonst in einem sehr großen Bereich von Q^2 und x die Daten gut beschreibt, hier deut-

lich unter den Daten liegt. Allerdings gab es damals nur Rechnungen in führender Ordnung. In der vorliegenden Studie konnte die Daten-Statistik verdreifacht und Wirkungsquerschnitte als Funktion von mehreren Variablen, z. B. des Transversalimpulses und der Pseudorapidität des π^0 , gemessen werden. Auch wurde jetzt zum erstenmal die Energieverteilung des übrigen hadronischen Systems neben dem π^0 bestimmt. Die Vergleiche mit neueren QCD-Rechnungen, nun auch in nächstführender Ordnung, zeigen im Allgemeinen gute Übereinstimmung mit den Daten, ausgenommen für solche Modelle, die das ausgetauschte virtuelle Photon als strukturlos behandeln.

Inclusive prompt photon



Prompt photon + jet

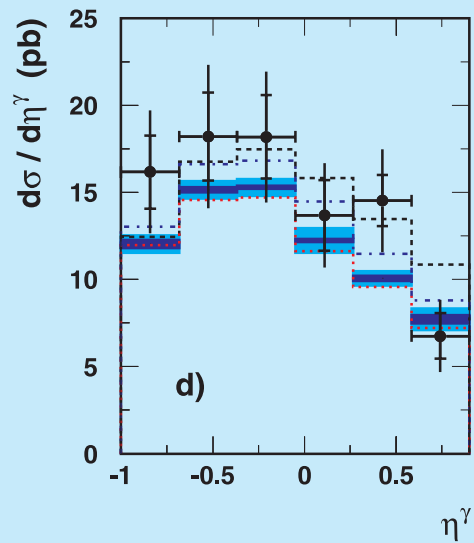
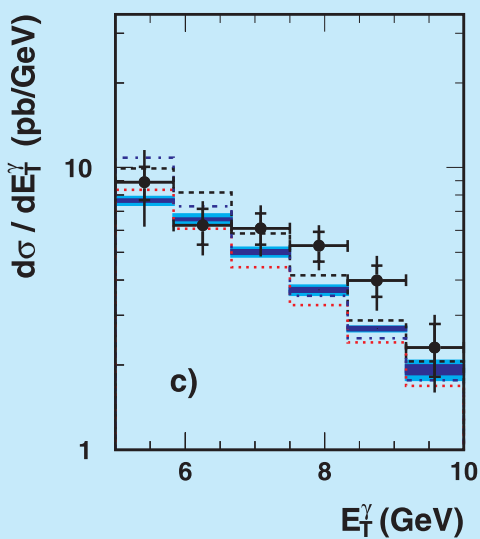


Abbildung 6: Wirkungsquerschnitte der Erzeugung von direkten Photonen in ep -Kollisionen als Funktion der Transversalenergie und der Pseudorapidität des Photons (a,b). In (c,d) sind die entsprechenden Wirkungsquerschnitte aufgetragen, wenn zusätzlich zum direkt erzeugten Photon noch ein hadronischer Jet verlangt wird. QCD-Rechnungen in führender (LO) und nächst-führender (NLO) Ordnung sind mit den Daten verglichen.

Produktion von 2-Jet Ereignissen mit assoziiertem, führendem Neutron

Etwa 10% der Ereignisse in der tief-unelastischen ep-Streuung sind diffraktiver Natur. Bei solchen Ereignissen verliert das Proton nur wenig an Energie und bleibt entweder „intakt“ oder „dissoziiert“ in ein System mit einer Masse von einigen GeV. Bleiben zudem die Quantenzahlen unverändert, spricht man von „Pomeron“-Austausch. Diese Klasse von Ereignissen wurde bereits in vielen Studien bei HERA untersucht.

In einem Teil der Ereignisse gibt das Proton aber seine elektrische Ladung ab und verwandelt sich in ein Neutron, das in einem speziellen Kalorimeter nachgewiesen wird, welches sich in Protonrichtung, etwa 100 m vom Hauptdetektor entfernt, befindet. Das vom Proton ausgetauschte System trägt nun positive elektrische Ladung und man spricht von „Reggeon“-Austausch. Der wahrscheinlichste Kandidat hierfür ist ein geladenes Pion, und Modelle, die auf Pion-Austausch (OPE, One Pion Exchange) basieren, konnten in früheren Studien erfolgreich zur Beschreibung dieser Reaktionen eingesetzt werden.

In einer Veröffentlichung wurden im Berichtsjahr solche Neutron-Ereignisse eingehender studiert, wobei verlangt wurde, dass das hadronische System im Hauptdetektor zwei energetische Jets aufweist, so genannte Dijet-Ereignisse. Die Energie der Jets dient als Skala für den harten Streuprozess in den QCD-Rechnungen. Ereignisse, sowohl aus Photoproduktion als auch aus tief-unelastischer Streuung, wurden selektiert und Wirkungsquerschnitte als Funktion von Q^2 , von Transversalenergie und Pseudorapidität der Jets, als auch von anderen kinematischen Variablen gemessen.

Vergleiche von verschiedenen QCD-Rechnungen mit den Daten bestätigen die früheren Resultate, nämlich dass auf Pion-Austausch basierende Modelle die Daten gut beschreiben. Dagegen liefern Modelle, die diesen Pion-Austausch nicht beinhalten, im Allgemeinen eine schlechtere Beschreibung. Zum erstenmal konnten auch QCD-Rechnungen in nächst-führender Ordnung (NLO) zum Vergleich herangezogen werden. Abbildung 7 zeigt, dass diese Rechnungen die Daten recht gut beschreiben.

Des Weiteren wurden die Dijet-Daten mit führendem Neutron mit inklusiven Dijet-Daten verglichen. Da-

bei sollte das Verhältnis zwischen den jeweiligen Wirkungsquerschnitten unabhängig von den kinematischen Variablen bleiben, wenn der grundlegende Mechanismus für die Jetproduktion in beiden Fällen der gleiche ist. Die Daten unterstützen im Allgemeinen diese Hypothese, mit einigen Ausnahmen. So steigt z. B. das Verhältnis mit zunehmendem Impulsanteil, mit dem das ausgetauschte virtuelle Photon an der Kollision teilnimmt, an. Dies kann so interpretiert werden, dass bei Neutron-assoziiertes Dijet-Produktion der Beitrag von Photonen, die vor der harten Streuung nicht in ein hadronisches System fluktuieren, sondern direkt an der Wechselwirkung teilnehmen, eine größere Rolle spielt als im inklusiven Fall.

Physik schwerer Quarks

Erzeugung und Zerfall schwerer Quarks (Charm c und Beauty b) in unelastischer ep-Streuung bei HERA-Energien sind von herausragendem Interesse zur Erforschung der Protonstruktur sowie der Quantenchromodynamik. Der dominante Mechanismus der Erzeugung schwerer Quarks führt über die Fusion des virtuellen Photons mit einem Gluon aus dem Proton zur Bildung eines Paares schwerer Quarks, d. h. $\gamma^*g \rightarrow c\bar{c}$ oder $b\bar{b}$. Die schweren Quarks bilden häufig mit leichteren Quarks Charm- oder Beauty-Hadronen, d. h. Mesonen oder Baryonen, die eine endliche Lebensdauer haben, welche einer Zerfallslänge von 100–500 μm entspricht und folglich im zentralen Siliziumdetektor (CST) von H1 nachweisbar ist. In Abhängigkeit von der Größe des durch das Photon übertragenen Viererimpulses, Q^2 , kann man die schweren Quarks als dem Proton zugehörig oder, bei kleinen Q^2 , als außerhalb des Protons erzeugt betrachten. Die erhöhte Luminosität sowie die Siliziumdetektortechnik erlauben es, die Untersuchung schwerer Quarks mit dem H1-Experiment wesentlich weiterzuentwickeln. Dieser Thematik dienten, mit unterschiedlichem Fokus, drei Publikationen, die zu den herausragenden Arbeiten der Charm- und Beauty-Physik bei HERA zählen.

Die klassische Methode zum Nachweis von Charm-Teilchen bei HERA besteht in der Rekonstruktion des D^* -Mesons, das über den Zwischenzustand eines neutralen D^0 -Mesons in die Endzustandsteilchen $K\pi\pi$ zerfällt. Da die Massen von D^* und D^0 nahezu gleich sind,

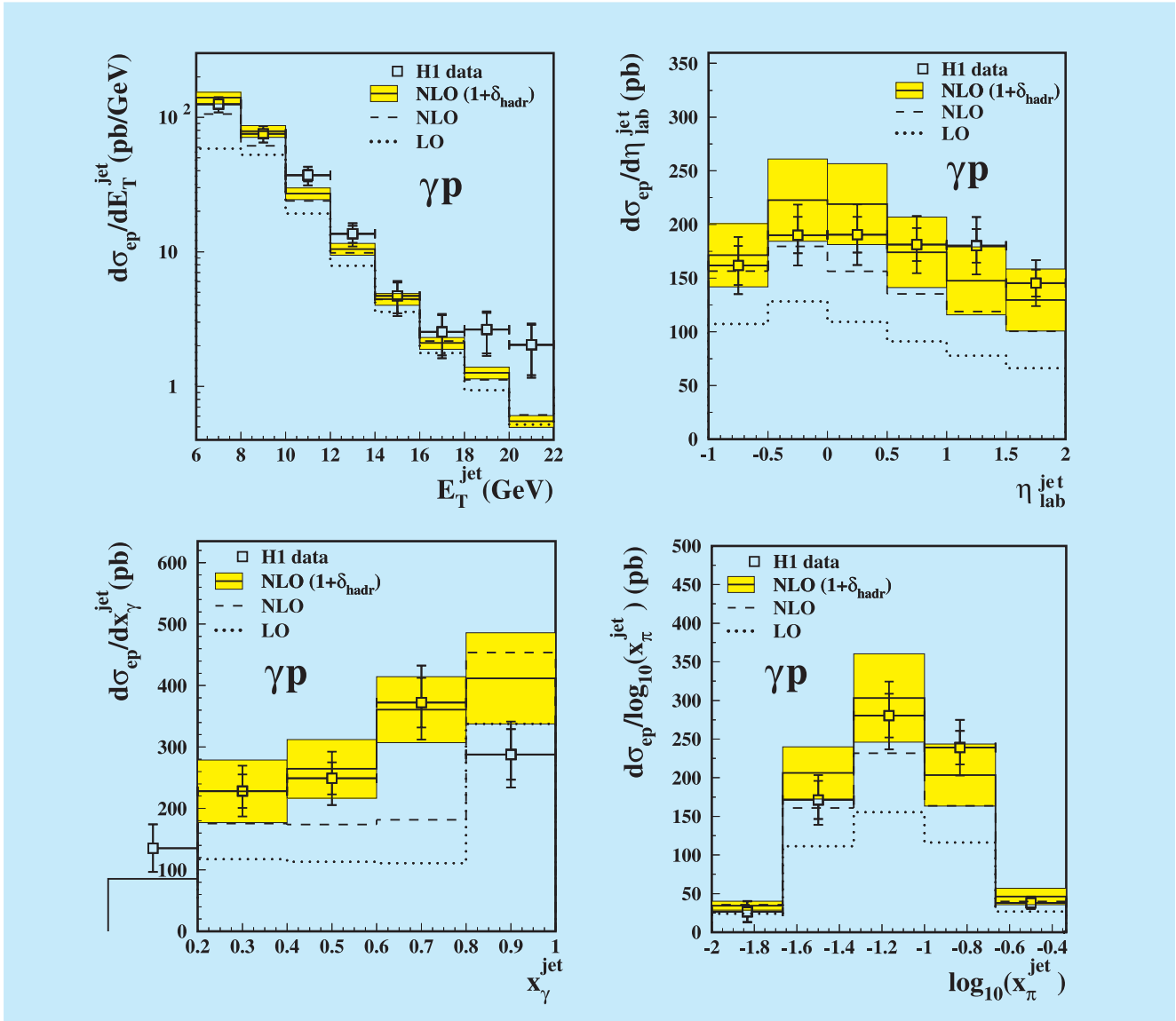


Abbildung 7: Wirkungsquerschnitte für die Photoproduktion von Dijet-Ereignissen mit assoziiertem, führendem Neutron als Funktion von mehreren kinematischen Variablen. Die Daten sind mit QCD-Rechnungen in führender (LO) und nächst-führender (NLO) Ordnung verglichen, wobei Unsicherheiten der Rechnungen als Bänder dargestellt sind.

ist eines der Pionen sehr langsam. In der experimentellen Verteilung der Massendifferenz $M(K\pi\pi) - M(K\pi)$ ist das D^* -Meson folglich als klar erkennbare Resonanz gut nachweisbar.

In einer der Publikationen wurde in Ereignissen mit auf diese Weise identifizierten D^* -Mesonen nach zu-

sätzlichen Protonen bzw. Anti-Protonen gesucht und die invariante Masse des D^*p -Paares gebildet. Wie in Abbildung 8 gezeigt, wurde in den Daten ein gebundener Zustand des D^* mit einem (Anti-)Proton bei einer Masse von etwa 3100 MeV nachgewiesen. Das Interesse an diesem erstmalig beobachteten Zustand ergibt sich aus seiner Masse, der engen Breite sowie der exo-

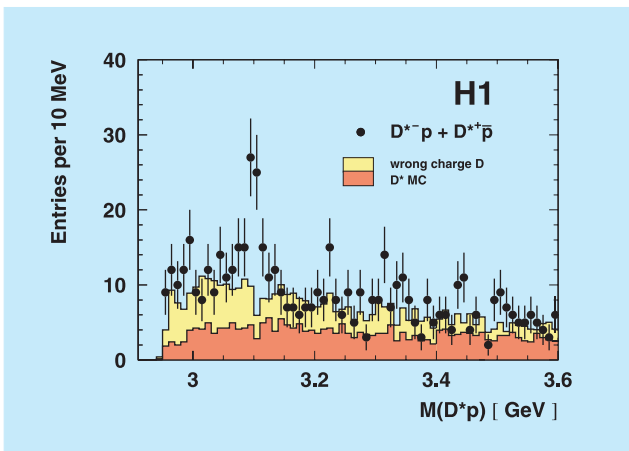


Abbildung 8: Verteilung der invarianten Masse $M(D^*p)$ für entgegengesetzte Ladungen des D^* -Mesons und des (Anti)protons, für in tief-unelastischer Streuung registrierte Ereignisse. Der Untergrund wird durch die Summe von Charm- (rot) und nicht-Charm-Anteilen (gelb) beschrieben. Bei 3.1 GeV ist eine resonante Struktur zu erkennen, die als Charm-Pentaquark interpretiert werden kann.

tischen Kombination von Teilchen: Im Quark-Modell kann man die D^*p -Resonanz als 5-Quark-Zustand, so genanntes Pentaquark, bestehend aus zwei leichten Up-Quarks (u), zwei leichten Down-Quarks (d) sowie einem schweren Anti-Charm-Quark (\bar{c}), beschreiben. Im Quark-Modell bestehen Mesonen aus gebundenen Zuständen von Quarks und Antiquarks, wie z. B. das Pion π^+ ($u\bar{d}$), und Baryonen aus 3 Quarks, wie z. B. das Proton p (uud).

Seit Jahren suchte man nach exotischen, gebundenen Zuständen von mehr als 3 Quarks. Zunächst ohne Erfolg, bis im Jahr 2003 von mehreren Experimenten gebundene 5-Quark-Zustände bei einer Masse von etwa 1530 MeV nachgewiesen wurden, die in ein Neutron und ein K^0 zerfallen und daher einen $udd\bar{s}$ Zustand bilden, wobei \bar{s} das Anti-Strange-Quark ist. Das Interesse an solchen Mehrquarkzuständen wurde erheblich durch das „Chiral Quark Soliton Model“ gefördert, in dem 5 Quarks metastabile, gebundene Zustände bilden können, was zu ganzen Multipletts von Strange- oder Charm-Pentaquarks führt, deren Mitglieder eine enge Breite und vorhersagbare Masse besitzen. Die experimentelle Evidenz beider Arten von Pentaquarks ist bisher allerdings noch kontrovers. Der bei H1 be-

obachtete Zustand wurde in verschiedenen Datenperioden, unabhängigen Analysen und sowohl in Photoproduktion als auch in der tief-unelastischen Streuung konsistent beobachtet und nach eingehender Prüfung publiziert.

In einer weiteren Publikation wurde die Erzeugung von D-Mesonen, D^+ , D^0 , D_s und D^* , eingehend untersucht, vgl. Abbildung 9. Die Häufigkeit für die Produktion der D-Mesonen in ep-Streuung berechnet sich aus der Faltung der Wahrscheinlichkeit für die Erzeugung eines Charm-Quarks mit der Fragmentationsfunktion, die die Entstehung eines D-Mesons aus einem virtuellen c-Quark beschreibt. Während die Charm-Quark-Produktion störungstheoretisch berechenbar ist, kann man die Fragmentationsfunktion nur phänomenologisch darstellen. Die Messung einer Vielzahl von D-Mesonen mit verschiedenem Quarkinhalt, sowie der Vergleich mit Daten aus e^+e^- Experimenten und mit Photoproduktionsdaten von ZEUS erlaubt es daher, zu untersuchen, inwieweit deren Erzeugung vom Quarkinhalt und von der Art der Reaktion abhängt. Es zeigt sich, dass die Wahrscheinlichkeit der Heranziehung anderer, leichter Quarks zur Bildung von D-Mesonen im Rahmen der erzielten Genauigkeit unabhängig vom Reaktionstyp ist. Das bedeutet, dass die Fragmentationsfunktion universell ist, unabhängig vom harten Streuprozess und auch von der Skala, bei der Charm-Teilchen erzeugt werden.

Ebenso wie die D-Meson-Analyse machte die dritte Publikation zu schweren Quarks Gebrauch von der charakteristischen Lebensdauer der Charm- und Beauty-Teilchen. In einer erstmalig durchgeführten, inklusiven Analyse der Zerfallslängen konnte der CST-Detektor dazu benutzt werden, Ereignisse mit Charm- und Beauty-Teilchen anzureichern und ihre relativen Anteile zu bestimmen, ohne explizite Rekonstruktion einzelner D- oder B-Mesonen. Diese Methode erlaubte, die Anteile der schweren Quarks an der Protonstruktur zu messen, siehe Abbildung 10. Die Resultate bestätigten die Erwartungen in hervorragender Weise: für die Charm-Strukturfunktion F_2^c stimmten sie gut mit den bisher aus D^* -Rekonstruktionen, sowohl von H1 als auch von ZEUS extrapolierten Werten, überein. Die Strukturfunktion der Beauty-Quarks, F_2^b , wurde erstmalig gemessen. Im erfassten kinematischen Bereich großer Impulsüberträge Q^2 und nicht zu kleiner Partonimpulsanteile x haben Beauty-Quarks nur etwa

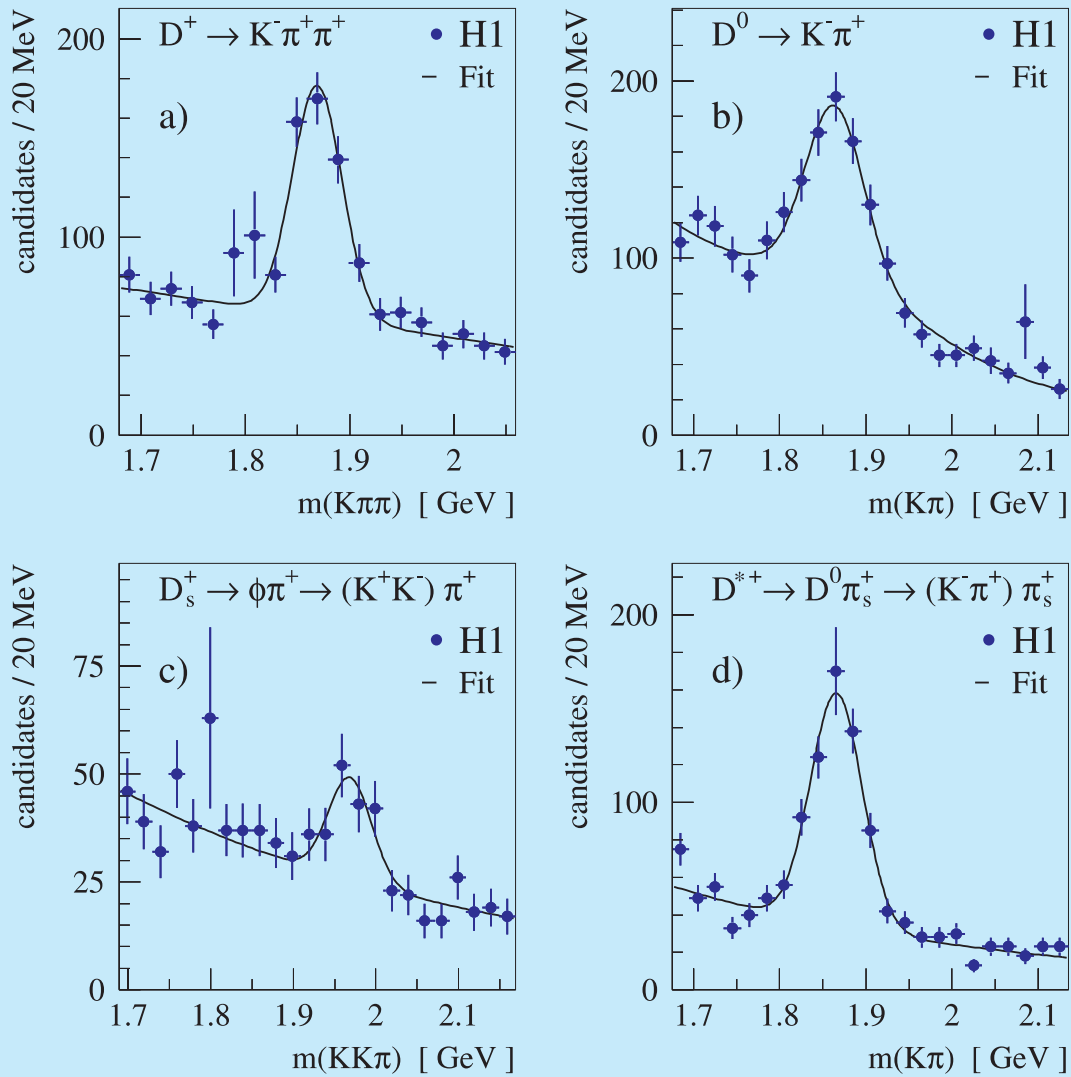


Abbildung 9: Rekonstruktion der vier untersuchten D -Mesonenzustände D^+ , D^0 , D_s^+ und D^{*+} . Die Signifikanz der Signale ist erhöht, da in der Messung der CST-Siliziumdetektor zur Anreicherung der Charm-Signale benutzt wurde.

3% Anteil an der Gesamtdichte. Dieses Ergebnis wird recht genau durch die Analyse der Skalenverletzungen der diese Dichte beschreibenden Strukturfunktion $F_2(x, Q^2)$ in der QCD vorhergesagt (Abbildung 10). Die

genaue Messung der Beauty-Quarkdichte im Proton ist eine herausragende Aufgabe, sowohl im Hinblick auf die Ausarbeitung der QCD als auch in Vorbereitung kommender Experimente am LHC bei CERN.

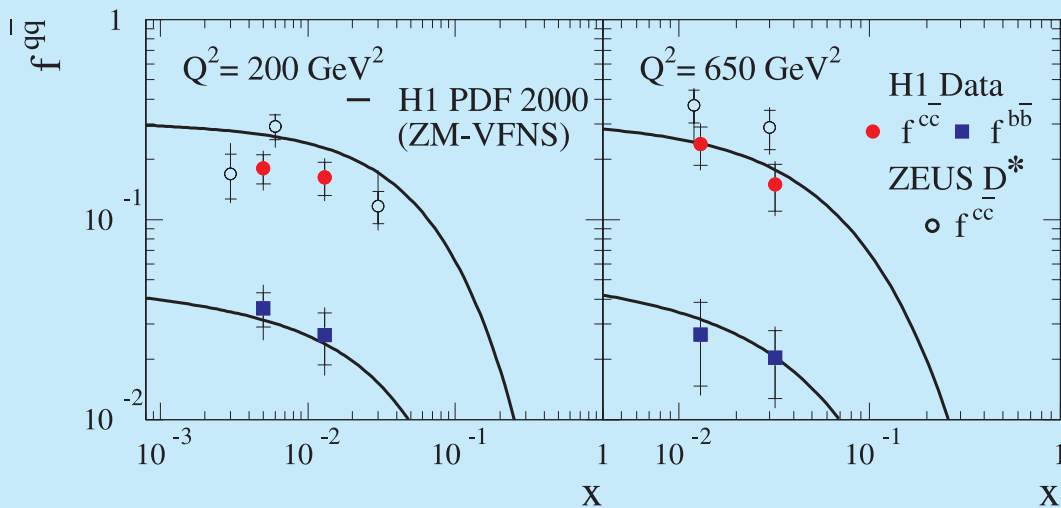


Abbildung 10: Relativer Beitrag der Charm- und Beauty-Erzeugung zum Gesamtwirkungsquerschnitt als Funktion von x bei verschiedenen, hohen Werten von Q^2 . Die Charm-ZEUS-Daten wurden aus D^* -Analysen erhalten. Der Beauty-Anteil wurde erstmalig bestimmt. Die Kurven sind absolute Vorhersagen einer NLO QCD-Analyse der Skalenverletzungen der Strukturfunktion F_2 .

Anti-Deuteron Produktion und Suche nach schweren geladenen Teilchen

Eine weitere Veröffentlichung beschäftigte sich mit der direkten Suche nach langlebigen, schweren geladenen Teilchen, die bei der Kollision von Photonen und Protonen erzeugt werden. Die Analyse ist unabhängig davon, ob es sich um bekannte oder um neuartige Teilchen außerhalb des Standardmodells handelt. Charakteristisch für solche Objekte ist ihr hoher spezifischer Energieverlust, der mit guter Genauigkeit in der zentralen Spurkammer gemessen wird. Im Fall von negativ geladenen Teilchen wurde kein Kandidat schwerer als ein Anti-Deuteron – dem Kern von Anti-Deuterium – und für positive Ladungen kein Teilchen schwerer als ein Triton – dem Kern von Tritium – gefunden. Hieraus konnte eine obere Grenze von 0.19 nb für den Produktionsquerschnitt ermittelt werden.

Dagegen wurden unter den negativ geladenen Teilchen 45 Anti-Deuteron Kandidaten beobachtet, die

aus einem Anti-Neutron und einem Anti-Proton bestehen. Die Erzeugung von Anti-Deuteronen kann mit Hilfe des so genannten Koaleszenz-Modells verstanden werden. Im Rahmen dieses Modells ist die Wahrscheinlichkeit, ein Anti-Deuteron zu produzieren, proportional zum Produkt der Einzelwahrscheinlichkeiten für die Erzeugung eines Anti-Protons und eines Anti-Neutrons bei der Kollision. Die Proportionalitätskonstante B_2 ist dabei ein Maß für die Wahrscheinlichkeit, dass Anti-Proton und Anti-Neutron räumlich dicht beieinander und mit kleiner relativer Geschwindigkeit zueinander erzeugt werden und damit für den inversen Radius des bei der Kollision entstehenden „Feuerballs“. Der Vergleich der H1-Daten mit Resultaten, die in Proton-Proton- (pp), Proton-Nukleus- (pA) bzw. Nukleus-Nukleus- (AA) Kollisionen gewonnen wurden, kann so interpretiert werden, dass die Größe des Wechselwirkungsvolumens zum Zeitpunkt der Formation von Nukleonen bei der Kollision von elementarerer Objekten, wie Photon oder Proton, erheblich kleiner ist als im Falle von Kollisionen schwerer Ionen. Abbildung 11 verdeutlicht, dass dieser Unterschied mit zunehmender Schwerpunktenenergie wächst.

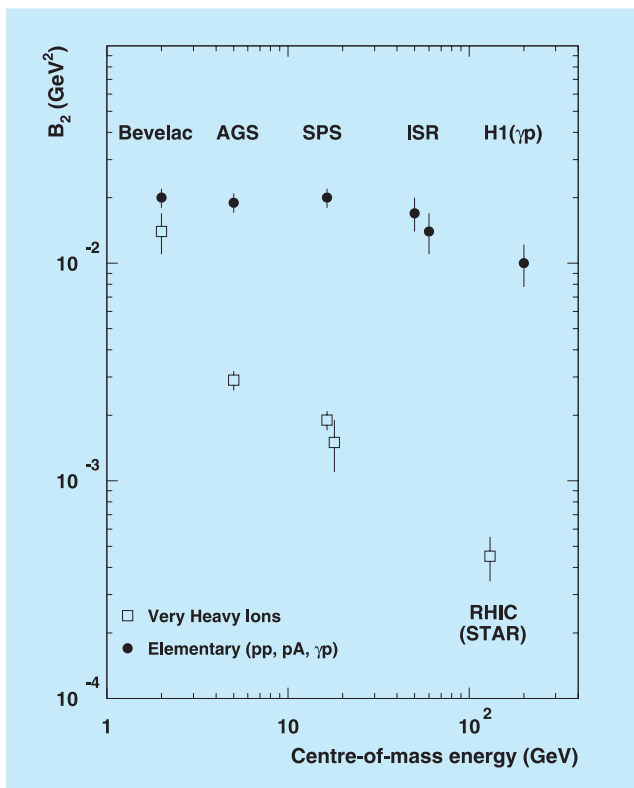


Abbildung 11: Der Parameter B_2 in Abhängigkeit von der Schwerpunktsenergie für Kollisionen von schweren Ionen (offene Quadrate) und elementareren Teilchen (schwarze Punkte). B_2 ist ein Maß für den inversen Radius des bei der Kollision entstehenden Feuerballs. Die Größe des Wechselwirkungsvolumens zum Zeitpunkt der Erzeugung von Nukleonen in der Kollision von elementareren Objekten, wie Photon oder Proton, ist erheblich kleiner als im Falle von Kollisionen schwerer Ionen. Diese Tendenz wächst mit zunehmender Schwerpunktsenergie.

Physik jenseits des Standardmodells

Obwohl es bisher kein etabliertes experimentelles Resultat gibt, das dem Standardmodell der Elementarteilchenphysik widerspricht, gibt es verschiedene Hinweise darauf, dass dieses Modell erweitert werden muss. Insofern ist die Suche nach Physik jenseits des Standardmodells bei jedem Vorstoß in einen höheren Energiebereich, wie auch HERA ihn darstellt, von größter Bedeutung.

Im Berichtsjahr wurden fünf Veröffentlichungen publiziert, in denen nach Physik jenseits des Standardmodells gesucht wurde. Eine dieser Veröffentlichungen beinhaltet eine generische, modellunabhängige Suche, drei beziehen sich auf die Suche nach supersymmetrischen Teilchen und in einer weiteren werden magnetische Monopole gesucht.

In bisherigen Suchen nach neuer Physik bei H1 wurden die Messdaten derart analysiert, dass nach Merkmalen eines spezifischen neuen Effektes (z. B. Existenz eines neuen Teilchens) gesucht wurde. Dagegen wurde in der im Folgenden besprochenen Veröffentlichung eine allgemeine Suche nach irgendeiner Abweichung von den Erwartungen des Standardmodells durchgeführt. Diese Suche ist modellunabhängig und somit sensitiv auf neue Physik, von der man möglicherweise heute noch keine konkreten Vorstellungen hat. Da neue Physik mit sehr hoher Wahrscheinlichkeit zuerst im Bereich hoher Teilchenenergien sichtbar wird, konzentrierte sich diese „generische“ Suche auf Streuereignisse, in denen Teilchen (Elektronen, Myonen, Photonen, Jets und Neutrinos) mit Transversalimpulsen größer als 25 GeV nachgewiesen wurden. Dabei wurden alle Ereignisse klassifiziert, die wenigstens zwei dieser hochenergetischen Teilchen aufwiesen, und dann die Massen und totalen transversalen Energien dieser Teilchensysteme bestimmt. Für jeden möglichen Kanal (z. B. e - j - ν , d. h. Elektron + Jet + Photon) wurde die Anzahl der gemessenen Ereignisse mit der Erwartung aus dem Standardmodell verglichen. Abbildung 12 zeigt, dass für nahezu alle erfassten Kanäle eine gute Übereinstimmung mit der Erwartung gegeben ist. Nur die Ereignisklasse μ - j - ν , mit Muon, Jet und Neutrino, zeigt eine größere Abweichung. Die Wahrscheinlichkeit, dass solch eine Abweichung als statistische Fluktuation der Erwartung des Standardmodells eintritt, beträgt jedoch einige Prozent, d. h. sie ist nicht so signifikant, dass man die Entdeckung eines neuen Effektes behaupten könnte. Der Überschuss von Ereignissen dieser Topologie wurde auch schon in früheren spezifischen Analysen beobachtet (siehe Jahresberichte 2002 und 2003) und ist eines der hochinteressanten Rätsel in den HERA-Daten. Die erwartete signifikante Erhöhung der Luminosität in der HERA II Periode sollte erlauben, die Frage der Herkunft dieser Ereignisse schlüssig zu beantworten.

Symmetrie ist in der Physik ein sehr erfolgreiches Prinzip zum Verständnis von Zusammenhängen. Im Stan-

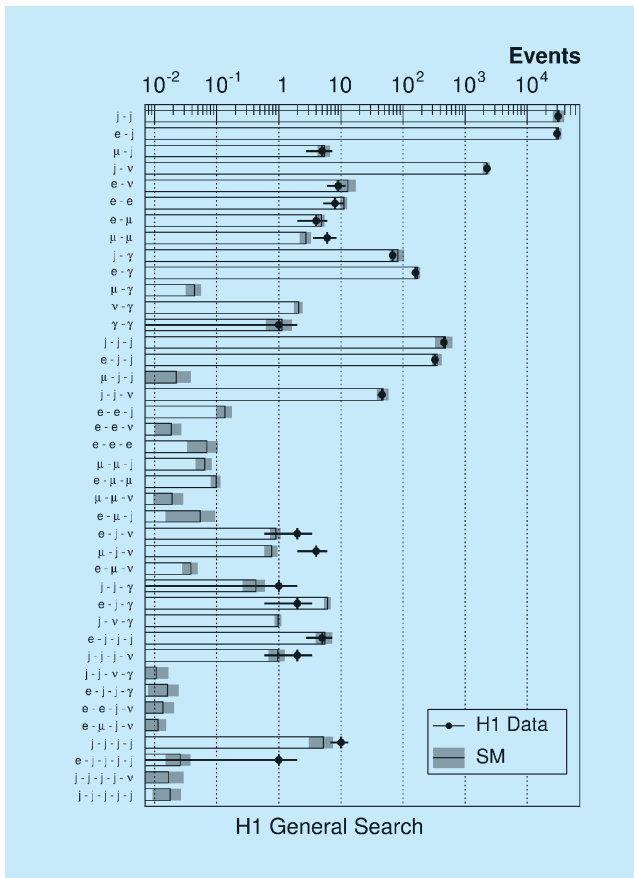


Abbildung 12: Allgemeine Suche nach Physik jenseits des Standardmodells (SM). Ereigniszahlen für Daten (Messpunkte) und die Simulation (Histogramm) für alle untersuchten Reaktionskanäle ($e = \text{Elektron}$; $\mu = \text{Muon}$; $j = \text{Jet}$; $v = \text{Neutrino}$; $\gamma = \text{Photon}$). Die Fehlerbänder an der Erwartung beinhalten die Modellunsicherheiten und die experimentellen systematischen Fehler.

Standardmodell gibt es bezüglich des Spins der Teilchen eine Asymmetrie: die Materieteilchen (Quarks und Leptonen) sind Fermionen mit halbzahligen Spin, wohingegen die für die Wechselwirkungen verantwortlichen Austauschteilchen Bosonen mit ganzzahligen Spin sind. Ein theoretisch sehr vielversprechendes Modell, die Supersymmetrie, stellt eine neue Verbindung zwischen den Materieteilchen und den Eichbosonen her. Die Supersymmetrie postuliert für jedes uns heute bekannte Quark und Lepton einen supersymmetrischen Partner, Squark und Slepton, mit Spin 1/2 und umgekehrt zu jedem Eichboson einen Partner, Gaugino, mit halb-

zahligen Spin. Da diese supersymmetrischen Partner bis heute nicht gefunden wurden, ist die Supersymmetrie sicherlich gebrochen und diese neuen Teilchen haben hohe Massen. Theoretische Überlegungen zeigen jedoch, dass einige supersymmetrische Teilchen unter Umständen im HERA energetisch zugänglichen Bereich produziert werden könnten. Die neuen supersymmetrischen Teilchen werden durch eine neue Quantenzahl (R -Parität) mit $R = -1$ charakterisiert, wogegen alle uns „bekannten“ Teilchen $R = 1$ besitzen. Die im Folgenden besprochenen Veröffentlichungen zur Suche nach supersymmetrischen Teilchen konzentrieren sich auf Prozesse, in denen supersymmetrische Teilchen einzeln produziert werden, und in denen somit die R -Parität nicht erhalten ist.

In einer Veröffentlichung wurde nach Squarks gesucht, die in der Elektron-Quark-Fusion produziert werden ($\text{Elektron} + \text{Quark} \rightarrow \text{Squark}$). Es wurde eine große Anzahl möglicher Zerfallskanäle des Squarks untersucht, sowohl solche, in denen die R -Parität auch im Zerfall verletzt ist, als auch solche, in denen am Ende der Zerfallskaskade das leichteste supersymmetrische Teilchen auftritt, das dann den Detektor ungesehen verlässt und dadurch zu einer messbaren Verletzung der transversalen Energiebilanz führt. In allen untersuchten Kanälen wurden Ereignisraten gesehen, die gut mit den Erwartungen des Standardmodells ohne supersymmetrische Erweiterung übereinstimmen. In Abbildung 13 ist dies

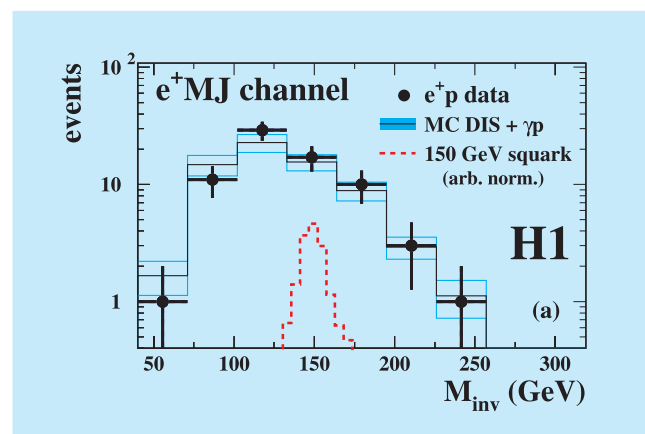


Abbildung 13: Spektrum der Elektron-Multijet-Masse verglichen mit der Erwartung des Standardmodells. Gestrichelt eingezeichnet ist die Erwartung für ein Squark der Masse 150 GeV in frei gewählter Normalisation.

exemplarisch für die Ereignisklasse Elektron + Multijet gezeigt. Aus der Nichtbeobachtung von Squarks kann man eine obere Grenze für deren Produktionswahrscheinlichkeit bestimmen und damit Einschränkungen der möglichen Parameter supersymmetrischer Modelle herleiten. Diese ergeben z. B., dass für eine Stärke der hier relevanten R-paritätsverletzenden supersymmetrischen Kopplung λ in der Größenordnung der elektromagnetischen Kopplungsstärke die Existenz von Squarks unterhalb einer Masse von 275 GeV ausgeschlossen werden kann.

Das Standardmodell der Elementarteilchenphysik gibt keine Erklärung für die Massen der elementaren Teilchen. Besonders das Top-Quark zeichnet sich durch seine extrem große Masse von 178 GeV aus, eine bislang nicht verstandene Tatsache. Auch in supersymmetrischen Modellen fällt dem Partner des Top, dem Top-Squark oder Stop, möglicherweise eine besondere Rolle zu. In der zweiten Veröffentlichung zur Supersymmetrie wird nach einem speziellen Zerfallskanal, dem bosonischen Zerfall des Stop gesucht. Das in der Fusion von Positron und Down-Quark produzierte Stop zerfällt dabei in ein Beauty-Squark und ein reelles W-Boson. Wenn das W-Boson in Lepton und Neutrino zerfällt, haben diese Ereignisse die Topologie der oben schon erwähnten, bei H1 gefundenen Ereignisse mit einem Lepton, einem Jet und fehlendem Transversalimpuls. In der speziell für die Stop-Suche durchgeführten Analyse wurden diese Ereignisse auch wiedergefunden, jedoch konnte im hadronischen Zerfall des W kein äquivalentes Signal etabliert werden. Somit ist diese Interpretation der Ereignisse nicht wahrscheinlich. Aus der Nichtbeobachtung eines signifikanten Signals kann eine Masse des Top-Squarks unterhalb von 260 GeV ausgeschlossen werden, sofern das Top-Squark mit der Stärke der elektromagnetischen Wechselwirkung koppelt.

In der dritten Veröffentlichung zur Supersymmetrie wurde nicht nach Squarks sondern nach supersymmetrischen Partnern der Eichbosonen gesucht. Im untersuchten Kanal produziert das einlaufende Elektron unter Austausch eines Selektrens, des supersymmetrischen Partners des Elektrons, mit einem Quark des Protons ein Neutralino und ein auslaufendes Quark, das als Teilchenjet nachgewiesen wird. Das Neutralino zerfällt in diesem Szenario dann in ein Photon und ein Gravitino (supersymmetrischer Partner des Gravitons), das den Detektor unbeobachtet verlässt. Die gesuchte Ereignis-

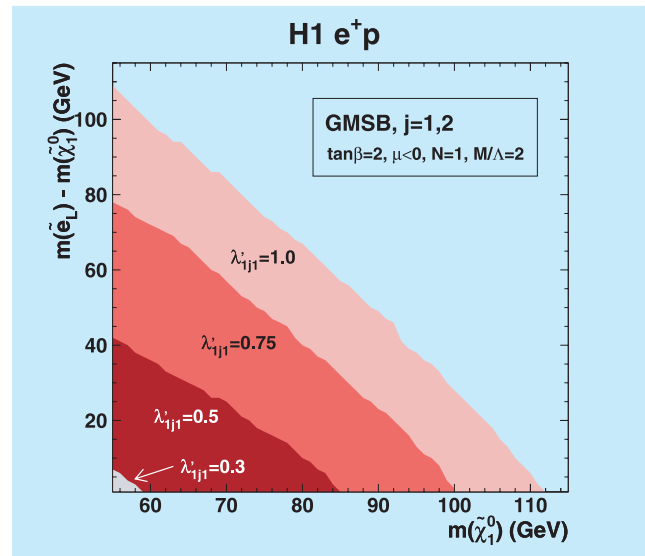


Abbildung 14: Ausschlussbereiche (dunkle Flächen) für die Masse des Neutralinos und die Massendifferenz zwischen Neutralino (χ) und Selektion als Funktion der Stärke λ der R-paritätsverletzenden Kopplung.

topologie besteht daher aus einem Jet, einem Photon und einer dem Gravitino zugeschriebenen Unbalance des Transversalimpulses. Nach der Selektion bleibt in den Daten nur ein einziges Ereignis übrig, in guter Übereinstimmung mit der Erwartung des Standardmodells, die durch radiative Charged-Current-Ereignisse gegeben ist. Aus der Nichtbeobachtung eines signifikanten Signals können im Rahmen spezifischer Modelle der Supersymmetrie Grenzen für die Masse des Neutralinos und die Massendifferenz zwischen Neutralino und Selektion gewonnen werden. Diese Grenzen, die in Abbildung 14 gezeigt sind, sind unabhängig vom Squarksektor des Modells. Unter der Annahme einer Kopplungsstärke von $\lambda = 1$ können untere Grenzen für die Masse des Selektrens von bis zu 112 GeV und des Neutralinos von bis zu 164 GeV erreicht werden.

Die letzte der fünf Veröffentlichungen zur Suche nach Physik jenseits des Standardmodells beinhaltet die Suche nach magnetischen Monopolen. Dirac zeigte 1931, dass magnetische Monopole eine Erklärung der Quantisierung der elektrischen Ladung liefern. Bisher hatten alle Suchen nach diesen Teilchen negative Resultate. H1 ist das erste Experiment, in dem

nach der Produktion von magnetischen Monopolen in hochenergetischer Elektron-Proton-Streuung gesucht wird. In diesen Streuprozessen produzierte Monopole würden aufgrund ihrer extrem hohen Ionisationsdichte mit großer Wahrscheinlichkeit im Material des den Wechselwirkungspunkt umgebenden Strahlrohres permanent steckenbleiben. Teile des in den Jahren 1995–1997 verwendeten Strahlrohres wurden in einem SQUID (Superconducting Quantum Mechanical Interference Device) auf das Vorhandensein magnetischer Monopole hin untersucht. Während beim Durchgang eines Dipols die beiden Pole genau gleich große, jedoch entgegengesetzte Ströme in der Leiterschleife induzieren, die sich nach dem Durchgang daher vollständig kompensieren, würde beim Passieren eines Monopols ein permanenter Strom in der hochempfindlichen supraleitenden Leiterschleife induziert. Die Untersuchung vieler einzelner Teilstücke des Strahlrohrs ergab keinen Hinweis auf das Vorhandensein eines magnetischen Monopols. Dieses Nullresultat erlaubt es, die in Abbildung 15 dargestellten oberen Grenzen für die Produktionsrate von Monopolen als Funktion der Monopolmasse und Monopolstärke zu bestimmen.

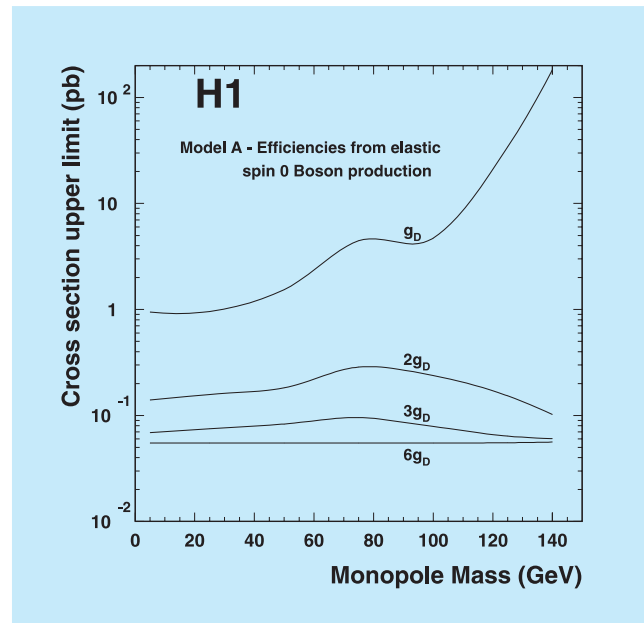


Abbildung 15: Obere Grenze des Wirkungsquerschnitts für die Produktion eines magnetischen Monopols als Funktion der Monopolmasse für Monopolstärken von einer bis zu 6 Diracmonopoleinheiten (g_D).

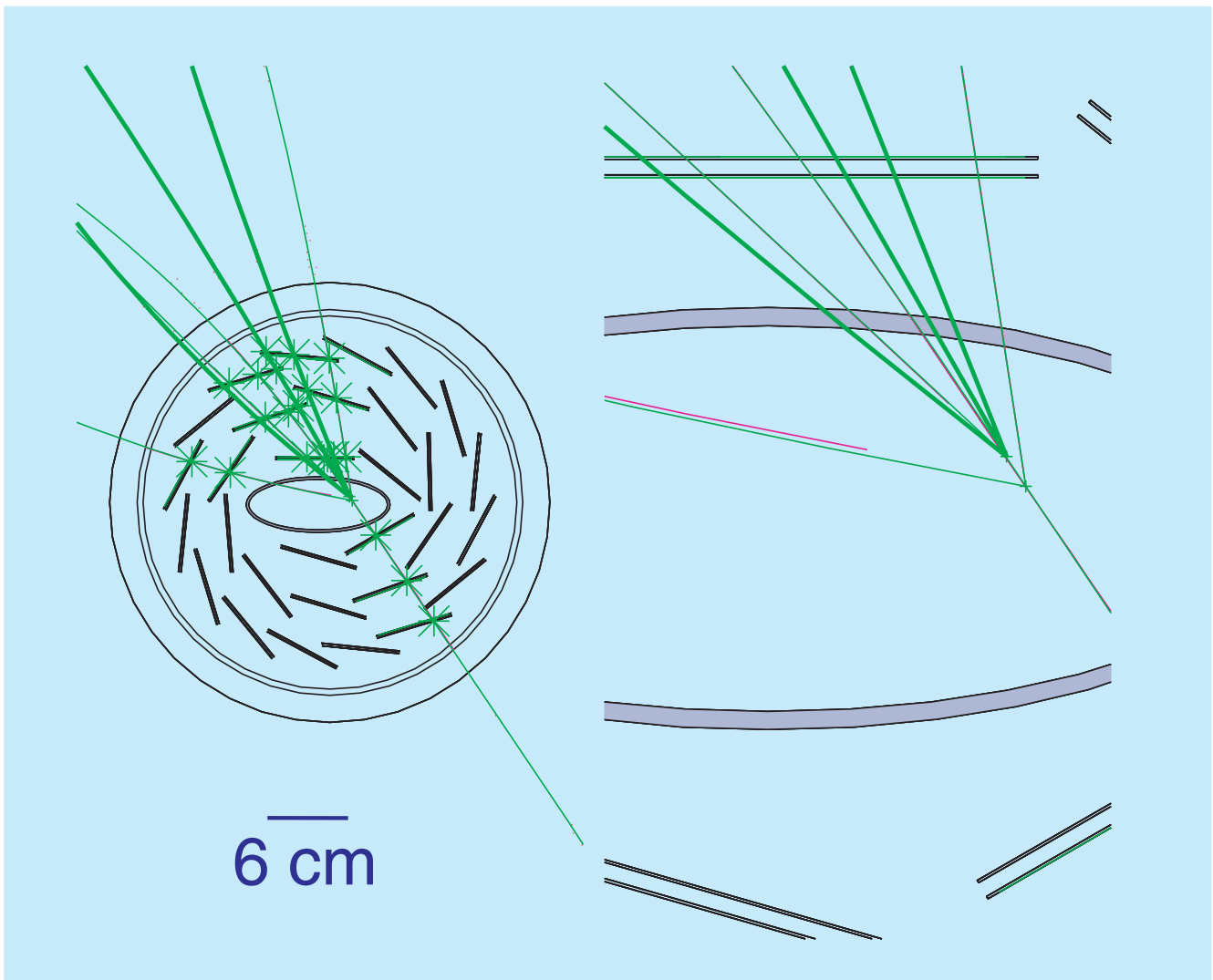


Abbildung 16: Ereignis mit einem rekonstruierten sekundären Vertex im ZEUS Mikrovertexdetektor. Das Ereignis ist ein Kandidat für den Zerfall eines Beauty-Quarks.

ZEUS Experiment

Beteiligte Institute: Univ. of the Aegean Chios, Inst. Phys. Technol. Almaty, NIKHEF und Univ. Amsterdam, ANL Argonne, Humboldt Univ. Berlin, Andrews Univ. Berrien Springs, Univ. und INFN Bologna, Univ. Bonn, Univ. Bristol, RAL Chilton, Ohio State Univ. Columbus, Univ. della Calabria und INFN Cosenza, Inst. of Nucl. Physics und Jagellonian Univ. Cracow, AGH Univ. Cracow, Univ. und INFN Firenze, Univ. Freiburg, Univ. Glasgow, DESY und Univ. Hamburg, Columbia Univ. Irvington, FZJ Jülich, Chonnam Nat. Univ. Kwangju, Imperial Coll. und Univ. Coll. London, Univ. Cathol. de Louvain, Univ. of Wisconsin Madison, Univ. Autónoma Madrid, McGill Univ. Montreal, Engin. Phys. Inst. und State Univ. Moscow, MPI München, Yale Univ. New Haven, York Univ. North York, Oxford Univ., Univ. und INFN Padova, Weizmann Inst. Rehovot, Univ. La Sapienza und INFN Roma, Polytech. Univ. Sagamihara, Univ. of California Santa Cruz, Ewha Womans Univ. Seoul, Kyungpook Nat. Univ. Taegu, Tel Aviv Univ., Inst. of Technol. Tokyo, Metropolitan Univ. und Univ. Tokyo, Univ. und INFN Torino, Univ. del Piemonte Orientale Novara, Univ. Toronto, KEK Tsukuba, Pennsylvania State Univ. University Park, Inst. for Nucl. Stud. und Univ. Warsaw, Meiji Gakuin Univ. Yokohama, DESY Zeuthen.

Sprecher: R. Yoshida, Argonne Natl. Lab, USA

Von Januar bis Mitte August lieferte HERA sehr erfolgreich Luminosität mit Positronen. Im Juni wurden mit etwa 100 mA Protonstrom und fast 50 mA Positronenstrom die Designwerte erreicht. Die Polarisation erreichte regelmäßig Werte über 40%. Nach der Reparatur eines Vakuumlecks nahe der H1 Wechselwirkungszone Ende Juni musste bis Mitte August der Strom auf 90 mA für den Protonenstrahl und etwa 40 mA für den Positronenstrahl begrenzt bleiben um Strahlenschäden am H1 Detektor zu vermeiden. Von 78 pb^{-1} die HERA geliefert hat wurden 42 pb^{-1} von ZEUS aufgezeichnet. Die Verluste lagen hauptsächlich am hohen Protonuntergrund von HERA und an Instabilitäten des Datennahmesystems. Beide Probleme wurden im Juni gelöst. Mitte August begann eine etwa 8 wöchige Betriebsunterbrechung, in der bei ZEUS lediglich kleinere Wartungs- und Reparaturarbeiten durchgeführt wurden. Nach dieser Unterbrechung wurde HERA auf Elektronen umgestellt. Seit Anfang Dezember produziert HERA routinemäßig Luminosität mit Elektronen. Die Strahlströme sind noch begrenzt, da nach umfangreichen Umbauarbeiten in der Wechselwirkungsregion von H1,

das Vakuum dort konditioniert werden muss. Die spezifische Luminosität ist mit Werten von über $2 \times 10^{30} \text{ cm}^{-2} \text{ s}^{-1} \text{ mA}^{-2}$ höher als der Designwert, damit werden trotz begrenzter Ströme hohe Luminositäten erreicht.

Für die Analyse beginnen die neuen, seit 2003 genommenen Daten, zunehmend wichtig zu werden. So wurden im Sommer vier Konferenzpapiere mit Analysen der neuen Daten zur Internationalen Hochenergiephysik Konferenz (ICHEP) in Peking geschickt. Darin werden erste Messungen des geladenen Stromes mit polarisierten Positronen, sowie Messungen schwerer Quarks mit dem Silizium-Mikrovertexdetektor beschrieben. Darüberhinaus hat ZEUS neun weitere Analysen mit den bis zum Jahr 2000 genommenen Daten veröffentlicht.

ZEUS Betrieb

HERA lieferte von Beginn des Jahres an regelmäßig Luminosität. Da im Shutdown des Vorjahres umfangrei-

che Arbeiten an den Wechselwirkungszonen der Experimente durchgeführt worden waren, wurden die Strahlströme langsam gesteigert, um das Vakuum zu konditionieren. Die in der Nähe des Wechselwirkungspunktes gelegenen Absorber für reflektierte Synchrotronstrahlung waren im Shutdown 2003 modifiziert worden. Seitdem spielt reflektierte Synchrotronstrahlung keine signifikante Rolle mehr beim Untergrund in ZEUS. Das Hauptproblem für eine effiziente Datennahme war Untergrund vom Protonstrahl. Häufige, kurze und sehr hohe Spitzen im Protonuntergrund führten regelmäßig zur Abschaltung der Hochspannung in der zentralen Driftkammer. In der ersten Hälfte des Jahres musste der Datennahmebetrieb wegen dieser Spitzen häufig für mehrere Stunden unterbrochen werden. Im Juni waren alle technischen Probleme im Protonspeicherring soweit unter Kontrolle gebracht, dass die Datennahme mit Strahlströmen von 100 mA Protonen auf fast 50 mA Positronen möglich wurde. Mitte Juni führte ein Vakuumleck in der Nähe der H1 Wechselwirkungszone zu einer etwa einwöchigen Betriebsunterbrechung, in der umfangreiche Reparaturen an der Strahlführung durchgeführt wurden. In der Folge musste der Strahlstrom auf etwa 90 mA Protonen und etwa 40 mA Positronen begrenzt bleiben, da sonst die Strahlrestgaswechselwirkungen zu Beschädigungen des H1 Detektors geführt hätten. Bis zur Betriebsunterbrechung im Sommer hat HERA 78 pb^{-1} geliefert, von denen 45 pb^{-1} mit rechteckhändig und 33 pb^{-1} mit linkshändig polarisierten Positronen produziert wurden. Davon hat ZEUS 42 pb^{-1} aufgezeichnet (25 pb^{-1} rechteckhändig und 17 pb^{-1} linkshändig polarisiert). Neben den Untergrundproblemen haben auch einige Instabilitäten des Datennahmesystems zu den Verlusten beigetragen. Im Juni war das Datennahmesystem soweit stabilisiert, dass die Effizienz der Datennahme wieder mit den besten Werten des Jahres 2000 vergleichbar war.

Am 16. August begann eine achtwöchige Betriebsunterbrechung, die bei ZEUS für kleinere Reparaturen sowie für Wartungsarbeiten benutzt wurden.

Während der Datennahme zeigte der supraleitende Solenoid Temperaturschwankungen, die gelegentlich zur Abschaltung führten. Im Juni wurde entdeckt, dass diese Temperaturschwankungen mit dem Ein- und Ausschalten der Niederspannungsversorgung des Straw-Tube-Trackers (STT) korreliert sind. Der STT wurde ursprünglich nur während der Datennahme eingeschaltet,

da trotz Kühlung in einigen Teilen des Detektors hohe Temperaturen beobachtet worden waren. Nach Entdeckung der Korrelation wurde der STT eingeschaltet gelassen. Der Solenoid lief daraufhin stabil, allerdings mit einem relativ hohen Heliumverbrauch. Während der Wartungsperiode wurde der Solenoid aufgewärmt und es stellte sich heraus, dass sich während des Ein- und Ausschaltens des STT das Isoliervakuum des Solenoiden kurzzeitig stark verschlechtert. Genauere Untersuchungen zeigten, dass eine Dichtung des Solenoiden, die in der Nähe des STT liegt, vorübergehend undicht wird, solange der STT nicht im thermischen Gleichgewicht ist. Offenbar führen Temperaturänderungen am Frustum, an dem der Solenoid hängt, zu mechanischen Spannungen am Flansch des Magneten, der die Dichtung enthält. Dieses temporäre Leck erklärt die Temperaturschwankungen während des Betriebes. Aus Zeitgründen war eine Reparatur innerhalb der laufenden Betriebsunterbrechung nicht möglich. Um einen stabilen Betrieb des Magneten zu gewährleisten und die Gefahr eines permanenten Lecks so gering wie möglich zu halten, wurde beschlossen, den STT zunächst nicht wieder in Betrieb zu nehmen. Mit der Planung einer möglichen Reparatur wurde sofort begonnen, um sie während der Betriebsunterbrechung im Sommer 2005 durchführen zu können. Jeder Zugang zur Elektronik des Vorwärtsdetektors sowie zum Frustum und der betroffenen Dichtung des Solenoiden erfordert den Ausbau des gesamten Vorwärtsdetektors. Um die Reparaturzeit zu minimieren und ein Belüften des Strahlrohres zu vermeiden, ist geplant eine Vorrichtung zu bauen, die es erlauben wird, den Vorwärtsdetektor über das Strahlrohr und den ersten Magneten nach vorne aus dem Detektor zu ziehen und in dieser Position die notwendigen Reparaturen vorzunehmen.

Am 5.11.2004 begann HERA mit Elektronenbetrieb, nachdem der Beschleuniger zunächst mit Positronen in Betrieb genommen und dann auf Elektronen umgestellt worden war. Seit dem 5.12. liefert HERA regelmäßig Luminosität mit langsam steigenden Strahlströmen. Die Strahlströme sind noch begrenzt, da nach umfangreichen Umbauarbeiten in der Wechselwirkungsregion von H1, das Vakuum dort konditioniert werden muss. Die spezifische Luminosität ist mit Werten von über $2 \times 10^{30} \text{ cm}^{-2} \text{ s}^{-1} \text{ mA}^{-2}$ höher als der Designwert. Damit werden trotz begrenzter Ströme hohe Luminositäten erreicht. Der Detektor, Trigger und Datennahme laufen stabil. Die Effizienz der Datennahme sowie die Daten-

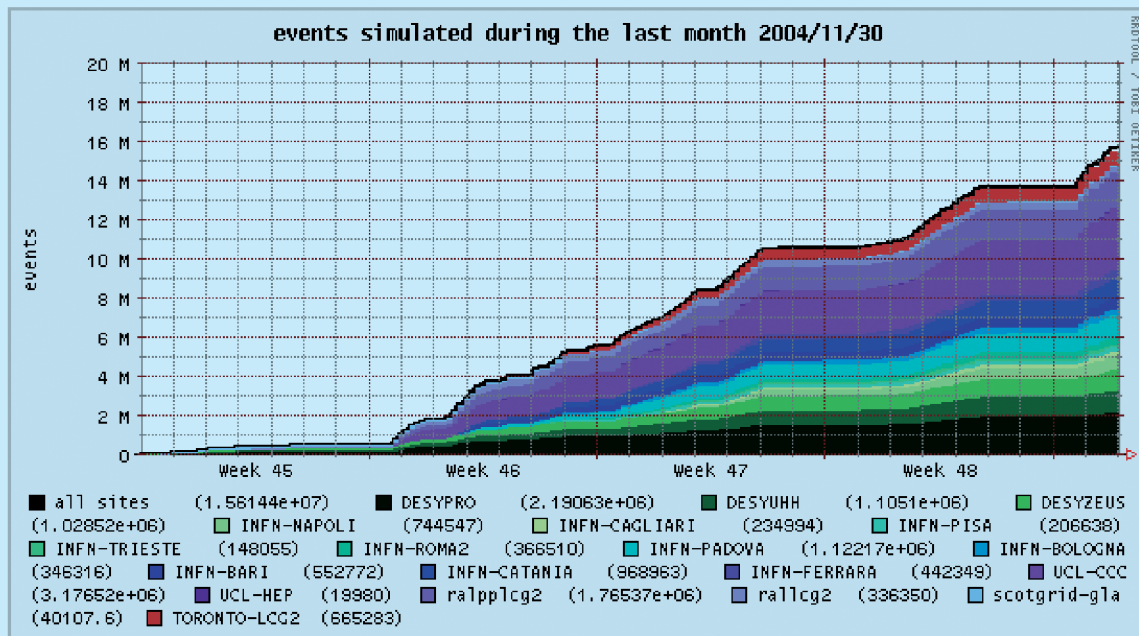


Abbildung 17: Anlauf der Grid-basierten Monte Carlo-Produktion bei ZEUS im November 2004. Gezeigt sind die integrierten Ereignisraten, farblich differenziert nach den einzelnen Produktionsstätten in Deutschland (DESY und Univ. Hamburg), Großbritannien (UCL, RAL und Scotgrid), Italien (INFN) und Kanada (Toronto).

qualität sind sehr gut. Die Kammerströme sind weit von jeder Begrenzung entfernt und die Untergrundsituation lässt sicher erwarten, dass ZEUS in der Lage ist auch bei höchsten Strahlströmen problemlos zu messen.

ZEUS Datenverarbeitung

Die Rohdaten der bis August andauernden e^+p -Runperiode wurden zunächst zeitnah auf der neuen Rekonstruktionsfarm mit 70 Prozessoren von 3 GHz Taktfrequenz rekonstruiert. Nach dem Ende des Positronenbetriebs wurden die Daten mit erheblichen Verbesserungen in der Rekonstruktionssoftware sowie im Vertexdetektor-Alignment innerhalb eines Monats reprozessiert, wobei eine maximale Produktionsrate von 3.2 Millionen Ereignissen pro Tag erreicht wurde. Die Leistung des zentralen Analysesystems ZARAH konnte

ebenfalls weiter gesteigert werden: im Laufe des Jahres 2004 wurden rund 630 000 Analysejobs gerechnet.

Im Bereich der Monte Carlo Simulation sind die Anforderungen an die Rechenleistung durch die größere Komplexität der HERA II Ereignisse erheblich gestiegen. Aus diesem Grunde war bereits im Herbst 2003 das „ZEUS Grid Projekt“ gestartet worden, in dessen Rahmen das ZEUS Produktionssystem auf die Erfordernisse des modernen „Grid-Computings“ umgestellt wurde. Diese Arbeit wurde in enger Zusammenarbeit mit der DESY IT-Gruppe durchgeführt. Im November 2004 lief erstmals die automatisierte Produktion auf dem Grid an (Abb. 17), wobei auf Anhieb tägliche Produktionsraten von 1 Million Ereignissen erreicht und überschritten wurden. Zur Zeit sind dem ZEUS-Produktionssystem weltweit 19 Grid-Cluster angeschlossen, die sich an Instituten in Großbritannien, Italien, Kanada und Deutschland befinden.

Physikalische Ergebnisse

Im Berichtszeitraum wurden die ersten Resultate basierend auf den in den Jahren 2003 und 2004 aufgezeichneten Positron-Proton Kollisionen auf internationalen Konferenzen vorgestellt. Diese Daten entsprechen etwa einem Drittel des Datensatzes der Jahre 1994–2000. Der größte Teil der neuen Daten wurde mit longitudinal polarisiertem Positronstrahl gewonnen und zwar etwa jeweils zur Hälfte links- beziehungsweise rechtshändig. Außerdem ermöglichen die zusätzlich im Jahr 2000 installierten Komponenten des ZEUS Detektors, der Mikrovertexdetektor und der Straw-Tube-Tracker, entscheidende Verbesserungen bei Spur- und Vertexrekonstruktion. Diese Veränderungen verlangen aber andererseits umfangreiche systematische Studien bevor sie ausreichend verstanden sind, um sie in physikalischen Publikationen verwenden zu können. Wir diskutieren hier zunächst einige dieser vorläufigen Ergebnisse, wie sie als sogenannte „Preliminary Results“ auf internationalen Fachtagungen vorgestellt worden sind.

Im Übrigen kommt die Analyse der HERA I Daten der Jahre 1994–2000 allmählich zum Abschluss. Hier dominieren nun jene Untersuchungen, die sehr umfangreiche Studien der systematischen Messfehler erfordern. In diesem Bericht stellen wir einen Querschnitt dieser Ergebnisse vor. Schließlich geben wir einen Ausblick auf die für diese Resultate zu erwartenden Verbesserungen in den kommenden Jahren.

Verletzung der Parität in der schwachen Wechselwirkung

Seit den theoretischen Arbeiten von Lee und Yang und den Experimenten von C.S. Wu in den späten 50er Jahren wissen wir, dass die schwache Kraft, die zum Beispiel für den radioaktiven Betazerfall verantwortlich ist, die Symmetrie gegenüber Raumspiegelungen maximal verletzt. Das heißt, die schwache Kraft koppelt jeweils nur an linkshändige Teilchen, bzw. rechtshändige Antiteilchen. Die Natur kann somit eindeutig links und rechts unterscheiden. Die Ereignisse des geladenen Stromes bei HERA unterliegen denselben Regeln. Die im Rahmen des HERA Upgrade eingebauten Spinrotatoren ermöglichen es, einen wohldefinierten lon-

gitudinalen Spinzustand des Positron- bzw. Elektronstrahls einzustellen und die Paritätsverletzung genau zu vermessen. Durch Einstellen des bevorzugten oder des unterdrückten longitudinalen Spinzustands (man bezeichnet diesen auch als Helizität) können wir die schwache Wechselwirkung verstärken oder abschwächen. Wenn der Strahl vollständig polarisiert wäre, sollte man die schwache Wechselwirkung sogar vollständig aus- bzw. einschalten können. Abweichungen von diesem erwarteten Verhalten könnten Hinweise auf die Existenz bisher unbekannter schwerer W Bosonen mit rechtshändiger Kopplung liefern.

Für diese Analysen stehen aus den Jahren 2003 und 2004 Daten mit einer integrierten Luminosität von etwa 40 pb^{-1} zur Verfügung. Diese Daten sind etwa zur Hälfte links- beziehungsweise rechtshändig polarisiert. Der Grad der Polarisation liegt bei durchschnittlich 31%. Mit dieser Datenmenge erwartet man noch keine Empfindlichkeit für Phänomene außerhalb des Standardmodells der Teilchenphysik. Diese Analysen dienen jedoch dazu, die Methode zu testen und zu etablieren.

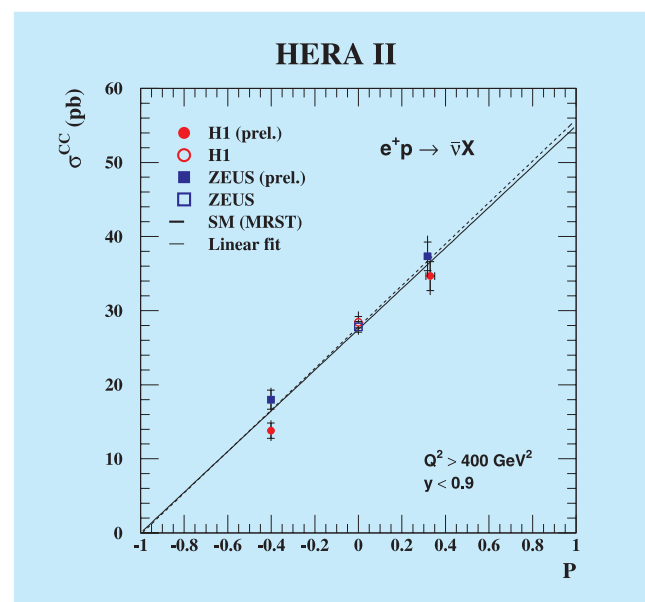


Abbildung 18: Der totale Wirkungsquerschnitt für Ereignisse des geladenen Stromes in tiefinelastischen e^+p Kollisionen als Funktion der longitudinalen Polarisation des Positronenstrahls. Die durchgezogene schwarze Linie zeigt die Erwartung des Standardmodells der Teilchenphysik.

Die vorläufigen Ergebnisse dieser Messungen sind in Abbildung 18 dargestellt. Im Einzelnen sind die Werte des Wirkungsquerschnitts für geladene Stromereignisse als Funktion des durchschnittlichen Polarisationsgrades aufgetragen. Die Punkte bei Polarisationsgrad $\mathcal{P} = 0$ stammen aus den Messungen mit unpolarisierten Leptonen bei HERA I. Sowohl die vorläufigen Ergebnisse von ZEUS als auch die von H1 sind zu sehen. Eine lineare Extrapolation der Ergebnisse zu $\mathcal{P} = -1$, d. h. zu vollständig linkshändiger Polarisation (in der Abbildung als Gerade dargestellt) zeigt in der Tat, dass dort der Wirkungsquerschnitt nahezu null ist. Das bedeutet, dass die schwache Wechselwirkung nicht an linkshändige Antiteilchen koppelt. Diese Darstellung demonstriert eindrucksvoll das Potenzial von HERA bei voller Luminosität. Allerdings ist zum jetzigen Zeitpunkt die Aussage noch mit einem recht großen statistischen Fehler verbunden.

Identifikation schwerer Quarks durch Messung des Stoßparameters

Aus den Produktionsraten der schweren Quarks, Charm (c) und Beauty (b), bei HERA lassen sich wichtige Einblicke in Mechanismen der starken Wechselwirkung gewinnen. Diese wird, so glauben wir, von der Quantenchromodynamik (QCD) beschrieben. Die mathematische Komplexität der QCD erlaubt allerdings nur wenige präzise Vorhersagen. Die Vorhersagen der Produktionsraten für c und b sollten jedoch, aufgrund ihrer vergleichsweise großen Massen, verlässlich sein. Diese Vorhersagen zu überprüfen, ist daher Teil des Programms des Studiums der starken Kraft bei HERA. Des Weiteren sind diese Produktionsraten eng mit den Partondichten im Proton verknüpft. Ein detailliertes Verständnis dieser Raten sollte daher auch das Wissen um die Struktur von Hadronen wesentlich voranbringen.

Schwere Quarks können auf unterschiedliche Weise identifiziert werden. Eine bewährte Standardmethode zum Identifizieren von c-Quarks verwendet die Zerfallskette über ein D-Meson, das ein c-Quark enthält. Bei b-Quarks bietet sich dagegen die hohe Masse von ca. 4 GeV als Unterscheidungsmerkmal an. Hierzu betrachtet man die Verteilung des Transversalimpulses in Jets, die als Kandidaten für den Zerfall eines schweren Quarks in Betracht kommen. Diese Verteilung ist

bei b-Quarks zu sehr viel höheren Werten verschoben als bei leichteren Quarks wie c, u, d und s. Diese Verschiebung erlaubt eine statistische Trennung der b-Quarks.

Eine andere vielversprechende Methode macht sich die lange Lebensdauer der schweren Quarks zu Nutze. Dabei versucht man den makroskopischen Stoßparameter des Quarks im Detektor zu rekonstruieren. Für b-Quarks liegt dieser bei 500 μm . Bei c-Quarks sind es um zwischen 100 und 300 μm . Mithilfe des ZEUS Mikrovertexdetektors, der speziell dafür entworfen und gebaut wurde, kann diese Methode nun zum ersten Mal bei ZEUS angewendet werden. Abbildung 16 zeigt ein Ereignis im ZEUS Mikrovertexdetektor mit einem sekundären Vertex, der vom Zerfall eines schweren Quarks stammen könnte. Für diese Messung muss allerdings die Position des ZEUS Mikrovertexdetektors relativ zum zentralen Spurdetektor von ZEUS mit hoher Genauigkeit bestimmt und die Ausrichtung aller Messebenen im Innern errechnet werden. Dieses sogenannte „Alignment“ verlangt viel Sorgfalt und Zeit und hat die endgültige Präzision noch nicht erreicht. Die Präzision ist jedoch für erste Untersuchungen ausreichend. Zwei dieser vorläufigen Messungen werden im Folgenden beschrieben.

Die erste Messung betrifft die Verbesserung der Identifikation von geladenen D^\pm Mesonen. Zunächst werden in guten Positron-Proton Ereignissen ein Kaon- und zwei gegensätzlich geladene Pionkandidaten kombiniert. Dann wird für diejenigen Kombinationen, deren Massen mit der eines geladenen D^\pm Mesons verträglich sind, die Vertexrekonstruktion wiederholt und überprüft, ob sich die rekonstruierten Spuren der drei Zerfallsprodukte des geladenen D^\pm zu einem, vom Primärvertex des Ereignisses wohl separierten sekundären Vertex, kombinieren lassen. In Abbildung 19 ist die Signifikanz des Abstandes dieser Sekundärvertices vom Primärvertex aufgetragen. Die Signifikanz ist der Quotient aus gemessenem Abstand und dem erwarteten Fehler der Messung. Diese Größe trägt außerdem ein Vorzeichen, und zwar positiv, wenn der Sekundärvertex auf der richtigen Seite des Primärvertex, also in Flugrichtung des rekonstruierten D^\pm liegt. Fällt der Sekundärvertex in die entgegengesetzte Hemisphäre des Ereignisses, dann ist die Signifikanz negativ. Negative Signifikanzen kommen durch das begrenzte Auflösungsvermögen des Detektors zustande: liegt der Se-

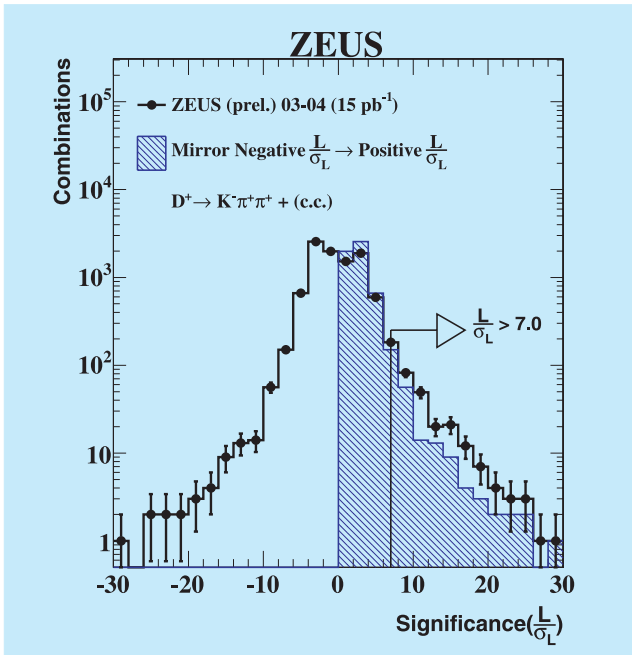


Abbildung 19: Verteilung der Signifikanz des transversalen Abstandes des Sekundärvertex vom Primärvertex für Ereignisse mit rekonstruierten D^\pm Kandidaten.

kundärvertex zu nahe am Primärvertex, dann kann der Detektor die Vertices nicht wirklich trennen und der Sekundärvertex wird in 50% der Fälle auf der „falschen“ Seite des Primärvertex rekonstruiert. Dieser Effekt ist allerdings für die Extraktion der wahren Abstandsverteilung von großem Nutzen. Man verwendet nämlich den negativen Teil der Verteilung, um den entsprechenden Anteil im positiven Teil der Verteilung abzuschätzen und entsprechend abzuziehen. Das was nach dieser statistischen Subtraktion übrig bleibt, ist der Anteil der Vertices, die einen echten messbaren Abstand vom Primärvertex haben.

Abbildung 20 zeigt das Ergebnis dieser Messung. Man sieht die Verteilung der invarianten Masse der D^\pm Kandidaten nach der oben beschriebenen statistischen Subtraktion. Zum Vergleich ist, klein dargestellt, dieselbe Verteilung ohne Anwendung der Sekundärvertexmessung zu sehen. Die Sekundärvertexmethode liefert ein gutes Signal zu Untergrund Verhältnis, während ohne diese Methode, siehe kleines Bild, praktisch kein Signal zu erkennen ist.

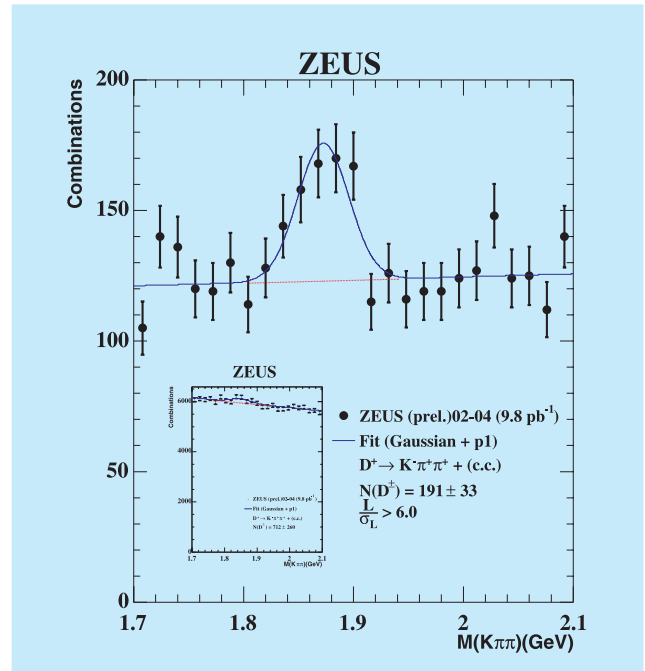


Abbildung 20: Invariante Masse der D^\pm Kandidaten nach Subtraktion des negativen Anteils der Signifikanzverteilung des Sekundärvertexabstands für Signifikanzen $\frac{L}{\sigma_L} > 6$. Zum Vergleich, klein gezeigt, ist die entsprechende Massenverteilung dargestellt ohne die Verwendung des Vertexabstands.

Die zweite Messung, die hier beschrieben werden soll, befasst sich mit der Bestimmung von b-Quarks in Photoproduktionsereignissen. Zunächst wurde eine Vorauswahl von Ereignissen mit zwei Teilchenjets mit großem Transversalimpuls getroffen, wobei einer der Teilchenjets ein Myon enthält. Das Myon ist dabei ein Hinweis auf einen semileptonischen Zerfall eines b-Quarks in ein c-Quark. Aufgrund der großen Masse des b-Quarks erwartet man in solchen Ereignissen, dass, im Vergleich zu leichteren Quarks, der Transversalimpuls des Myons relativ zum assoziierten Jet, p_T^{rel} , zu hohen Werten verschoben ist. Das erlaubt eine statistische Separation der b-Quarks von den leichteren Quarks.

Auch hier kann man die Messgenauigkeit des Mikrovertexdetektors zur Anwendung bringen. Bei dieser Messung wird allerdings, anders als bei der zuvor beschriebenen, kein Sekundärvertex rekonstruiert. Man

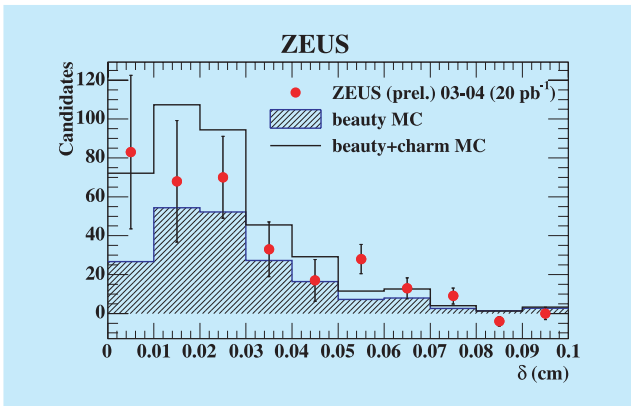


Abbildung 21: Verteilung des Stoßparameters δ von mit Jets assoziierten Myonen in Photoproduktionsergebnissen nach Subtraktion des negativen Anteils der Signifikanzverteilung. Die Punkte sind die vorläufigen Messdaten von ZEUS, das offene Histogramm zeigt die Erwartung für c - und b -Quark-Produktion und das schraffierte Histogramm zeigt die Erwartung für den b -Anteil.

verwendet hier den gemessenen Stoßparameter des assoziierten Myons, das heißt den transversalen Abstand des Perihels der Myonspur (der Punkt auf der Spur mit dem geringsten Abstand zum HERA Strahl). Dieser Abstand wird wiederum, wie zuvor beschrieben, in Form einer Signifikanz mit einem Vorzeichen dargestellt, wobei der negative Anteil der Verteilung die Abschätzung der Detektorauflösung ermöglicht.

Die Punkte in Abbildung 21 zeigen die Verteilung des Stoßparameters des assoziierten Myons nach Anwendung der statistischen Subtraktion im Bereich bis 0.1 cm. Ebenfalls dargestellt sind die Erwartungen für c und b (offenes Histogramm) und für b alleine (schraffiertes Histogramm). Allerdings sind die relativen Anteile von c und b aus der klassischen p_T^{rel} -Methode entnommen, da die noch relativ großen Fehler der Stoßparametermethode keine zuverlässige Extraktion dieser Anteile erlauben. Es handelt sich somit hier um keine eigenständige Messung, sondern lediglich um eine Überprüfung der Konsistenz.

In der Zukunft wird die Qualität dieser Ergebnisse noch stark gesteigert werden, insbesondere wenn die volle Präzision des Mikrovertexdetektors durch eine

entsprechende Kalibration vollständig ausgenutzt werden kann. Die Ergebnisse demonstrieren aber schon jetzt eindrucksvoll die Leistungsfähigkeit dieser Erweiterung des ZEUS Detektors.

Prompte Photonen

Obwohl die QCD, die Theorie der starken Kraft, seit nun 25 Jahren etabliert ist, sind bisher nur sehr wenige exakte Vorhersagen bekannt. Insbesondere das Phänomen des „Confinement“, das heißt die Tatsache, dass wir in der Natur keine freien Quarks und Gluonen beobachten, entzieht sich weiterhin einer quantitativen Beschreibung. In der Praxis bedeutet das, dass wir Vorhersagen für die elementaren Reaktionen, in denen Quarks und Gluonen erzeugt werden, nur mit Messungen von Hadronen bzw. Teilchenjets überprüfen können. Für den Übergang von Quarks und Gluonen zu Hadronen gibt es eine Vielzahl verschiedener phänomenologischer Modelle. In Abhängigkeit vom untersuchten physikalischen Prozess sagen diese Modelle unterschiedlich große Korrekturen für die Hadronisation, also den Übergang von Quarks zu Hadronen, voraus. Ihre Vorhersagen sind in sorgfältiger Kleinarbeit über die Jahre immer weiter verbessert worden, so dass man daraus für viele Messungen einigermaßen verlässliche Korrekturen errechnen kann. Einen quantitativen Zugang zum Phänomen der Hadronisation gewinnt man dadurch aber leider nur sehr unzureichend.

Eine Möglichkeit, sozusagen durch eine Hintertür hindurch, die Eigenschaften der primären Quarks zu untersuchen, bietet allerdings ein Prozess, der im Berichtsjahr zum ersten Mal bei HERA nachgewiesen werden konnte. Dabei handelt es sich um die Abstrahlung eines hochenergetischen Photons direkt von einem der an der primären Reaktion beteiligten Quarks in tiefunelastischen Stoßprozessen. Man bezeichnet solche Photonen als prompte Photonen. Mit der Untersuchung der Eigenschaften dieser Photonen hat man sozusagen einen Durchgriff direkt auf die elementaren Reaktionsprodukte ohne von den Vorhersagen der Hadronisationsmodelle abhängig zu sein.

Diese Untersuchung bereitet allerdings beträchtliche experimentelle Schwierigkeiten, die sich daraus ergeben, dass in Teilchenreaktionen eine Vielzahl von

Photonen erzeugt werden, aus denen die sogenannten prompten Photonen herausgefiltert werden müssen. Insbesondere die neutralen Mesonen, π^0 und η , die beide in je zwei Photonen zerfallen, bereiten die größten Schwierigkeiten. Die beiden Photonen aus dem Zerfall der Mesonen liegen nämlich typischerweise im Detektor so dicht beieinander, dass sie zunächst als einzelnes Photon erkannt werden. Erst eine sorgfältige Analyse der Energiedepositionen im Kalorimeter erlaubt eine statistische Trennung der prompten Photonen vom Untergrund. Die hier diskutierte Messung basiert auf dem vollständigen Datensatz der Jahre 1996–2000 und entspricht einer integrierten Luminosität von 122 pb^{-1} . In einer Vorauswahl von tiefunelastischen Streueignissen mit Teilchenjets werden isolierte elektromagnetische Schauer anhand ihrer Ausdehnung und Form im Kalorimeter identifiziert.

Details dieser statistischen Trennung sind in Abbildung 22 dargestellt, die die Verteilung der Observablen $\langle \delta Z \rangle$, einem Maß für die Breite der elektromagnetischen Schauer, zeigt. Die Verteilung enthält drei lokale

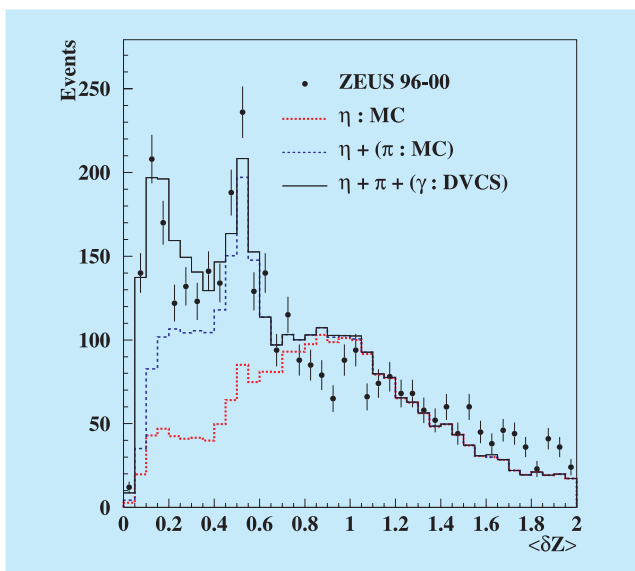


Abbildung 22: Verteilung der Breite elektromagnetischer Schauer, $\langle \delta Z \rangle$, im ZEUS Kalorimeter. Die Punkte stellen die ZEUS Daten dar. Die drei verschiedenen Histogramme entsprechen der statistischen Zerlegung mit Hilfe von Simulationen für die Photonen aus η und π^0 Zerfällen und wohl identifizierten Photonen aus „deep virtual compton scattering“ (DVCS) Ereignissen.

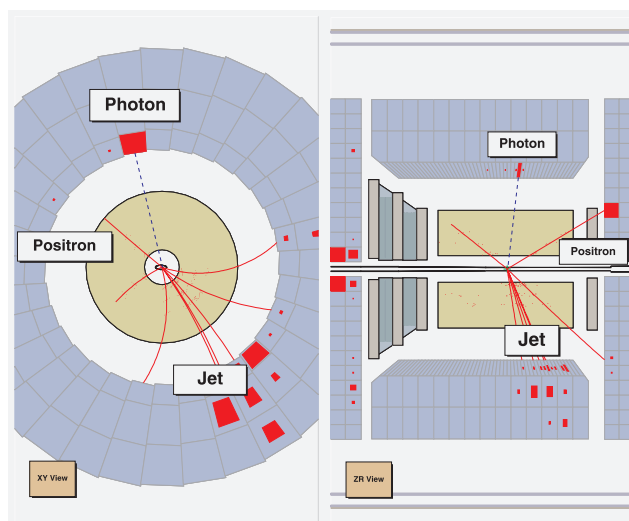


Abbildung 23: Tiefunelastisches Streueignis mit einem prompten Photon im ZEUS Detektor.

Maxima, die von den drei diskutierten Komponenten stammen. Die Photonenpaare aus den Zerfällen von η und π^0 Mesonen tragen typischerweise bei höheren Werten von $\langle \delta Z \rangle$ bei. Die einzelnen prompten Photonen sind als schmales Maximum bei niedrigen Werten von $\langle \delta Z \rangle$ zu sehen. Die Werte der einzelnen Beiträge werden durch statistische Anpassung einer Mischung der einzelnen Komponenten an Verteilungen wie diese errechnet. Ein Ereignis, das auf diese Weise extrahiert wurde ist in Abbildung 23 gezeigt.

Auf diese Weise wurden 572 Ereignisse über einem Untergrund von 1303 Ereignissen gefunden. Der sichtbare Wirkungsquerschnitt beträgt $\sigma(ep \rightarrow e\gamma X) = 5.64 \text{ pb}$ mit einem Fehler von etwa 10%. Damit ist die Existenz dieses Prozesses unzweifelhaft nachgewiesen und der Weg für weitere Untersuchungen an diesen interessanten Ereignissen gebahnt. Zukünftige Messungen mit höherer Statistik bei HERA II werden dann interessante neue Einblicke in den Hadronisationsprozess ermöglichen.

Pentaquarks

Nur zwei Arten von Quarkkombinationen sind notwendig, um alle bekannten stark wechselwirkenden Elementarteilchen zu erklären: Baryonen, bestehend aus

drei, und Mesonen, bestehend aus zwei Quarks. Beispiele für Mesonen sind das Pion und das η , die bereits im vorigen Abschnitt erwähnt wurden. Das Proton und das Neutron sind die bekanntesten Vertreter der Baryonen.

Mit diesem einfachen Konstruktionsprinzip werden alle der vielen hundert bekannten stark wechselwirkenden Elementarteilchen erfasst. Es könnte aber auch andere Kombinationen von Quarks und von Quarks mit Gluonen geben. Die Theorie der starken Wechselwirkung, die QCD, schließt andere Kombinationen nicht aus und in mehreren theoretischen Arbeiten werden die Eigenschaften dieser Teilchen vorhergesagt. Ein besonders interessanter Fall ist das Θ^+ , das aus zwei u -, zwei d -, und einem Anti- s -Quark bestehen soll. Damit wäre das Θ^+ das einfachste Pentaquark und außerdem ein „exotisches“ Baryon, weil es ein ungepaartes Antiquark enthält. Für das Θ^+ hatte bereits 1997 eine Gruppe von russischen Theoretikern eine Masse von 1530 MeV und eine schmale Zerfallsbreite vorhergesagt, die es ermöglichen sollte, das Teilchen zu beobachten.

Im Juli 2003 behaupteten zuerst Arbeitsgruppen aus Japan und USA, das Θ^+ beobachtet zu haben. Seitdem haben wenigstens 11 weitere Experimente weltweit diese Ergebnisse bestätigt. Auch das ZEUS Experiment hat im Berichtszeitraum einen Beitrag zum Verständnis dieses wichtigen Themas geleistet.

Bei ZEUS wurde speziell nach dem Zerfall dieses hypothetischen Teilchens in neutrale Kaonen und Protonen gesucht. Ein Teilchen, das in ein Proton und ein neutrales Kaon zerfällt, muss aus mindestens 5 Quarks bestehen. Allerdings muss man dafür die neutralen Kaonen von ihren Antiteilchen unterscheiden können. Bei ZEUS wurden die Kaonen mittels des Zerfalls in zwei geladene Pionen, $K_S^0 \rightarrow \pi^+ \pi^-$, identifiziert. Die Protonauswahl wurde anhand der Energieverlustverteilung im zentralen Spurdetektor getroffen. Das Ergebnis dieser Untersuchung ist in Abbildung 24 gezeigt, in der die Verteilung der invarianten Masse der Kaon-Proton Kombinationen aufgetragen ist.

Deutlich ist eine resonanzähnliche Anhäufung von Ereignissen bei 1521 MeV über einem breiten Untergrund zu erkennen. An die Daten wurde eine Funktion bestehend aus einem Untergrundanteil und zwei Gaußkurven angepasst. Die breitere der beiden Gaußkurven liegt bei 1465 MeV und hat eine Breite von 16 MeV.

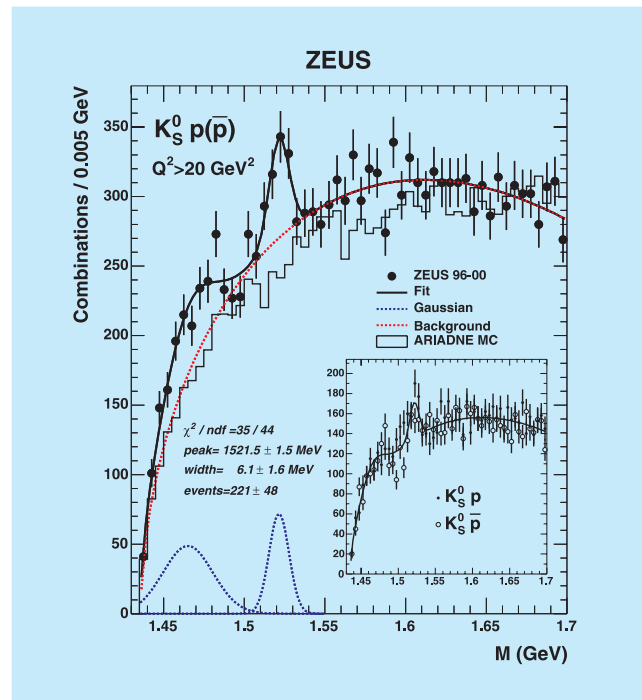


Abbildung 24: Invariante Massenverteilung der Kombinationen aus neutralen Kaonen und Protonen beziehungsweise Antiprotonen.

Dabei handelt es sich möglicherweise um das $\Sigma(1480)$, eine nicht gesicherte Resonanz. Die schmalere Gaußkurve liegt bei 1521 MeV, hat eine Breite von 8 ± 4 MeV und eine statistische Signifikanz von 3.9 Standardabweichungen. Die Position, Breite und der Zerfallskanal dieser Resonanz legen die Annahme nahe, dass es sich hierbei um das Θ^+ handeln könnte. Man muss allerdings einschränkend anmerken, dass in dieser Analyse die neutralen Kaonen nicht von ihren Antiteilchen unterschieden werden konnten. Die beobachtete Resonanz ist somit nicht zwingend exotisch. Außerdem liegt die Resonanz im Vergleich zu den anderen veröffentlichten Ergebnissen, die überwiegend zwischen 1530 und 1540 GeV zu finden sind, ein klein wenig zu niedrig. Klarheit wird vermutlich die Analyse weiterer Zerfallskanäle sowie die höhere Statistik der HERA II Daten bringen. Sollte es sich bei diesem Signal allerdings tatsächlich um das Θ^+ handeln, dann hätte ZEUS die erste Evidenz für das Antiteilchen des Θ^+ , nämlich das Θ^- , geliefert, wie das kleine eingefügte Diagramm in Abbildung 24 zeigt. Dort ist das Signal nämlich sowohl im Kanal $K_S^0 p$ als auch im Kanal $\bar{K}_S^0 \bar{p}$ zu sehen. Allerdings

wird hier noch einmal daran erinnert, dass zwischen K_S^0 und \bar{K}_S^0 in dieser Analyse nicht unterschieden werden kann.

Eine weitere mögliche Entdeckung sorgte im Berichtsjahr für Aufregung. Im März veröffentlichte die H1 Kollaboration die Beobachtung einer resonanz-artigen Struktur bei 3.1 GeV in Kombinationen eines $D^*(2010)$ Mesons mit einem Proton. Ein Objekt, das auf diese Weise zerfällt, müsste ebenfalls aus mindestens fünf Quarks bestehen, und zwar aus je zwei u-, zwei d- und einem Anti-c-Quark. Es wäre ein naher Verwandter des Θ^+ , bei dem das Anti-Strange-Quark durch ein Anti-c-Quark ersetzt ist und das man als Θ_C bezeichnet. Auch die Existenz dieses Pentaquarks wird in theoretischen Arbeiten vorhergesagt, allerdings mit einer Masse unter 3 GeV. Außer H1 hatte bisher kein anderes Experiment das Θ_C beobachtet. Somit war es von allerhöchster Wichtigkeit, auch in den Daten von ZEUS nach Hinweisen auf das Θ_C zu suchen. Die Methode, die bei ZEUS dafür verwendet wurde, und die Ergebnisse dieser Untersuchung werden im Folgenden präsentiert.

Der Ausgangspunkt sind Ereignisse, in denen ein $D^*(2010)$ Meson vorhanden ist. In den ZEUS Daten findet man ca. 40 000 dieser Mesonen. Wenn das Θ_C dort mit einem Anteil, vergleichbar dem von H1 angegebenen, vorhanden ist, dann müsste man an die 400 Θ_C bei ZEUS finden können. In diesen Ereignissen wurde dann nach Protonen und Antiprotonen gesucht und diese mit den $D^*(2010)$ Mesonen kombiniert.

Die Ergebnisse sind in Abbildung 25 zu sehen. Dort werden vier verschiedene Fälle gezeigt. Diese unterscheiden sich im Zerfallskanal des $D^*(2010)$ und im kinematischen Bereich der untersuchten Daten. Diese Unterscheidung wurde vorgenommen, da das Θ_C bei H1 in verschiedenen kinematischen Bereichen unterschiedlich klar zu sehen ist. Außerdem wurden bei ZEUS auch die Ereignisse berücksichtigt, bei denen das $D^*(2010)$ in ein Kaon und drei Pionen zerfällt. H1 hat diesen Zerfallskanal bisher nicht betrachtet. Die in der Abbildung unterlegt dargestellte schmale Struktur zeigt die Größe des gemäss der H1 Beobachtung erwarteten Signals. In keinem der vier untersuchten Fälle konnte irgendein Hinweis auf ein Θ_C Signal von annähernd vergleichbarer Größe beobachtet werden. Aus der Tatsache, dass in den Daten von ZEUS nichts zu

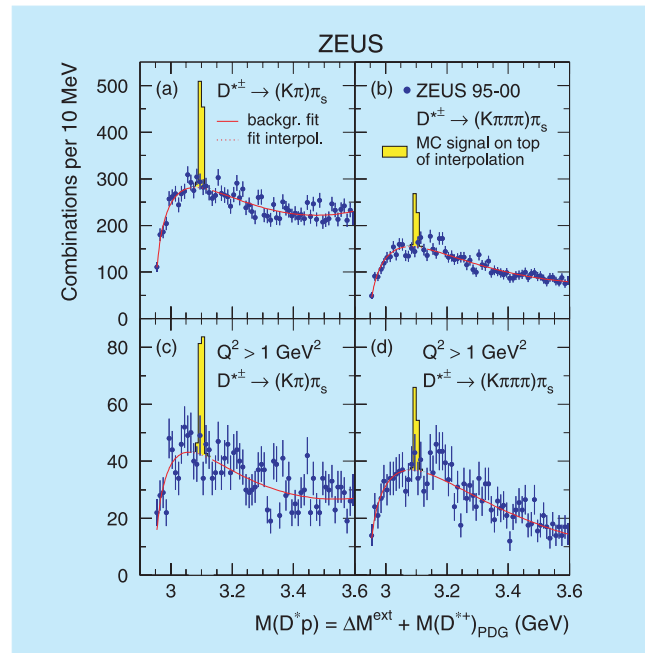


Abbildung 25: Invariante Massenverteilung der Kombinationen aus $D^*(2010)$ Mesonen mit Protonen beziehungsweise Antiprotonen.

sehen ist, wurde eine obere Schranke von 0.23% aller $D^*(2010)$ Mesonen für das maximal mögliche Θ_C Signal errechnet. Der von H1 angegebene Anteil des Θ_C Signals an allen Ereignissen mit einem $D^*(2010)$ beträgt dagegen 1%. Damit ist das Ergebnis von ZEUS mit dem von H1 klarerweise unverträglich.

Exklusive Produktion von J/ψ Mesonen

Seit seiner Entdeckung vor 30 Jahren im November 1974 spielt das J/ψ Meson eine wichtige Rolle für unser Verständnis der Physik der kleinsten Teilchen. Das J/ψ ist ein gebundener Zustand bestehend aus einem Charm- und einem Anti-Charm-Quark. Die Masse beträgt 3.1 GeV und die Zerfallsbreite ist extrem schmal. Die Entdeckung des J/ψ war der entscheidende experimentelle Schritt zum Verständnis des Quark Modells und eröffnete den Blick in die reichhaltige Welt der Charm-Mesonen. Insbesondere die Vermessung der

Teilchenspektren im Charm-Sektor lieferte die Verifikation der von Gell-Mann und Zweig vorgeschlagenen Theorie der starken Wechselwirkung.

Bei HERA erlaubt die exklusive Produktion von J/ψ Mesonen, ähnlich wie im Falle der Produktion von prompten Photonen, einen sehr direkten Rückschluss auf die elementaren Reaktionsprodukte in der Elektron-Proton Streuung. So kann man zusätzliche Informationen über die Gluonverteilung im Proton gewinnen.

Beispielhaft für diese Messungen sind in Abbildung 26 die Wirkungsquerschnitte für die Reaktion $ep \rightarrow epJ/\psi$ als Funktionen der invarianten Masse des Photon-Proton Systems, W , und der Virtualität des Photons, Q^2 , dargestellt. Man findet, dass diese Daten durch sehr einfache funktionale Zusammenhänge beschrieben werden, für die nur die Masse und der Spinzustand des J/ψ eine Rolle spielen. Die Ergebnisse sind außerdem mit den Messungen in der Photoproduktion konsistent. Somit kann man sagen, dass der Produktionsmechanismus des J/ψ wohlverstanden ist und die Methoden der perturbativen QCD Anwendung finden können. Sobald die notwendigen theoretischen Werkzeuge zur Verfügung stehen, wird es daher möglich sein, diese Daten zur Bestimmung der Gluonverteilung im Proton mit heranzuziehen.

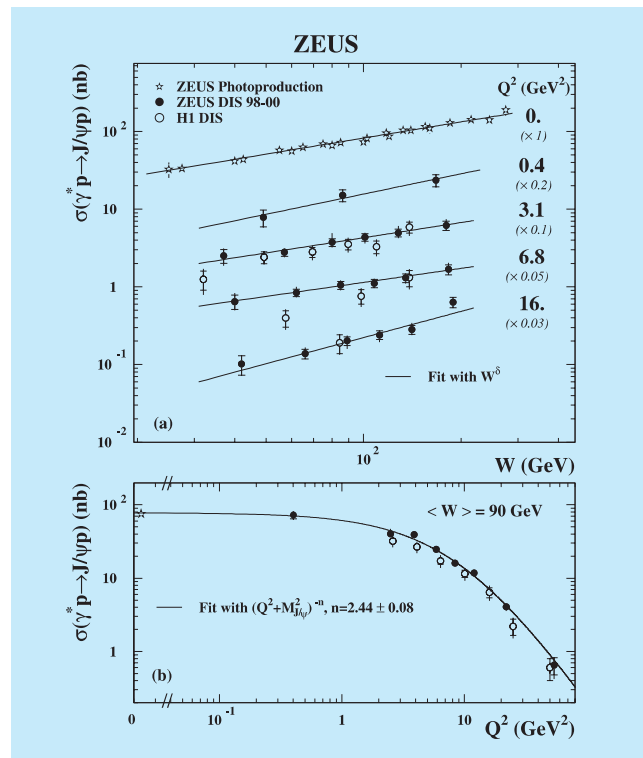


Abbildung 26: Wirkungsquerschnitt der Reaktion $ep \rightarrow epJ/\psi$ (a) als Funktion der invarianten Masse des Photon-Proton Systems, W , und (b) als Funktion der Virtualität des Photons, Q^2 .

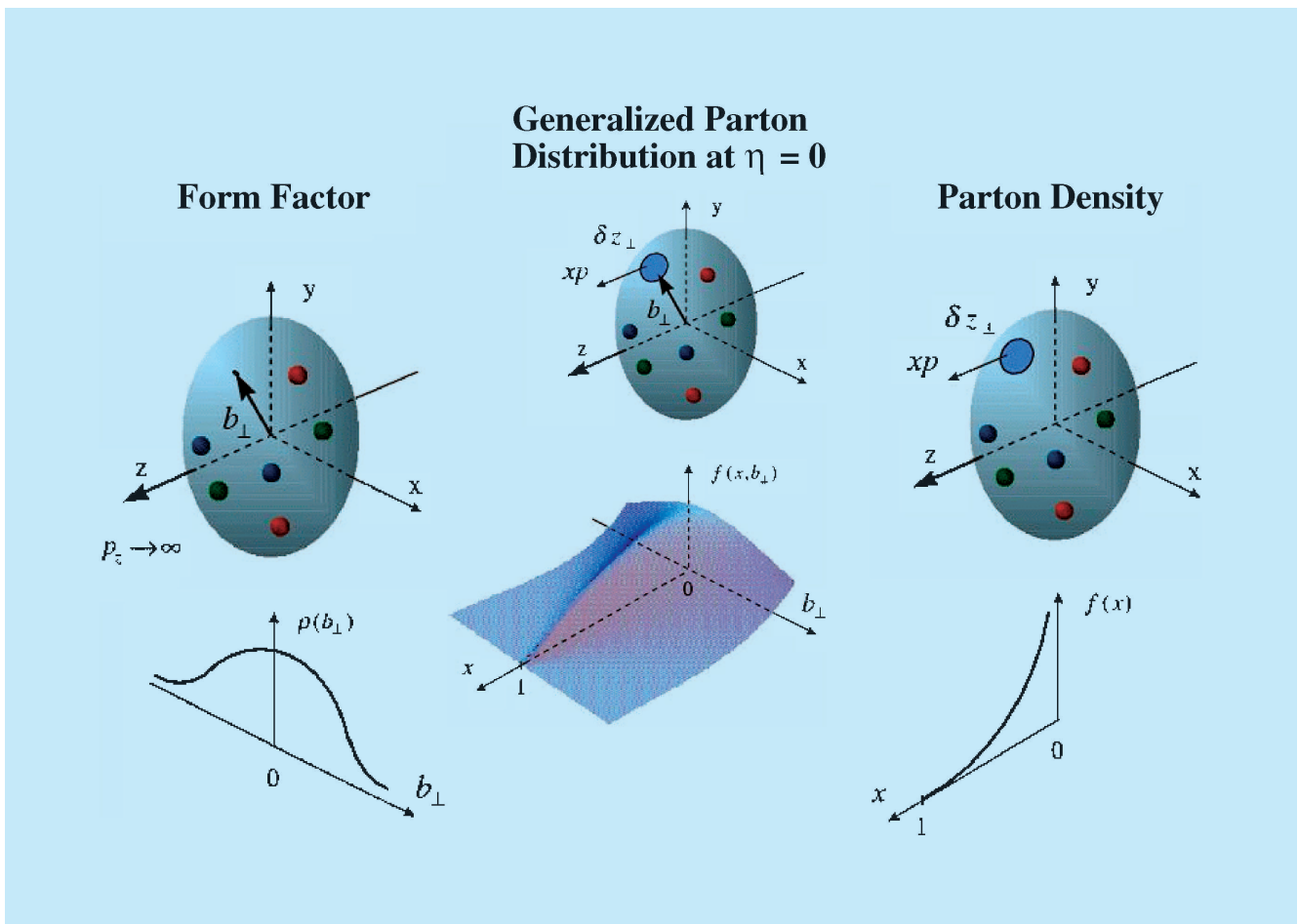


Abbildung 27: Schematische Darstellung der Struktur der Generalisierten Parton Verteilungen.

HERMES Experiment

Beteiligte Institute: NIKHEF und Vrije Universiteit Amsterdam, Univ. of Michigan Ann Arbor, ANL Argonne, Univ. und INFN Bari, Beijing Univ., Univ. of Colorado Boulder, JINR Dubna, Univ. Erlangen-Nürnberg, Univ. und INFN Ferrara, INFN Frascati, Univ. Gent, Univ. Gießen, Univ. Glasgow, DESY Hamburg, Univ. Sci. Technol. Hefei, P. N. Lebedev Inst. Moscow, IHEP Protvino, Univ. Regensburg, INFN und Ist. Sup. Sanità Rome, St. Petersburg Nucl. Phys. Inst., Tokyo Inst. Technol., Univ. of Illinois Urbana-Champaign, TRIUMF Vancouver, Andrzej Soltan Inst. Warsaw, Yerevan Phys. Inst., DESY Zeuthen

Sprecher: E.C. Aschenauer, DESY Zeuthen

Der Schwerpunkt der HERMES Datennahme lag in der Aufzeichnung von tiefinelastischen Streuereignissen an einem transversal polarisierten Wasserstofftarget. Im Jahre 2004 konnte die Statistik solcher Ereignisse im Vergleich zur Datennahme 2002/03 verdreifacht werden. Diese Daten werden die Signifikanz der weltweit ersten Publikation von semi-inklusiven azimuthalen Wirkungsquerschnitts-Asymmetrien von Pionen, produziert an einem transversal polarisierten Target, erheblich erhöhen. Bis zum Sommer 2005 werden diese Messungen weiterhin Schwerpunkt der HERMES-Datennahme sein.

Aus den bei HERMES in den Run-I aufgenommen polarisierten und unpolarisierten Wasserstoff- und Deuteriumdaten wurden weitere Ergebnisse extrahiert. So wurde unter Verwendung von Doppelspin-Asymmetrien, gemessen für inklusiv erzeugte Hadronen, erstmalig die Gluonpolarisation als Funktion des Transversalimpulses der Hadronen bestimmt.

Desweiteren wurden mit hoher Genauigkeit die Multiplizitäten von Pionen und Kaonen gemessen. Die Kombination der Hadronmultiplizitäten ermöglicht die Extraktion von Fragmentati-

onsfunktionen als Voraussetzung für die Bestimmung der polarisierten Quarkverteilungsfunktionen Δq in nächster Ordnung der QCD-Störungstheorie.

Ein weiterer Schwerpunkt in der Datenanalyse war die Fortführung der Untersuchungen von exklusiven Prozessen. Sie erlauben, wie bereits in vorherigen Jahresberichten beschrieben, die Bestimmung der generalisierten Partonverteilungen (GPD). Um ein vollständiges Bild zu erhalten, ist es wichtig, möglichst viele verschiedene exklusive Prozesse zu studieren. HERMES hat hierfür die Produktion von π^+ -Mesonen sowie von $\pi^+\pi^-$ -Mesonpaaren untersucht. Zudem wurden neue Ergebnisse für azimuthale Asymmetrien in der Produktion reeller Photonen (Tief-Virtuelle Compton Streuung) an einem Wasserstoff- und Deuteriumtarget extrahiert.

Um exklusive Prozesse noch genauer studieren zu können, wird das HERMES-Spektrometer durch einen Detektor zum Nachweis der langsamen Rückstoßprotonen erweitert. Exemplarisch für die verschiedenen Teststrahl-Studien der Einzelkomponenten des HERMES-Rückstoßdetektors werden die Ergebnisse für den Siliziumdetektor vorgestellt.

Physikalische Ergebnisse mit polarisierten Targets

Semi-inklusive azimuthale Einzelspin-Asymmetrien

Die Beschreibung der Nukleonstruktur erfolgt häufig durch Quarkverteilungsfunktionen. Diese Funktionen geben an, wieviele Quarks mit einem bestimmten Impulsbruchteil x und einer vorgegebenen Spinausrichtung im Nukleon vorgefunden werden. Die Theorie der starken Wechselwirkung verlangt dabei nach drei fundamentalen Quarkverteilungen, von denen zwei – die unpolarisierte Quarkverteilung und die Helizitätsverteilung – schon in verschiedenen Experimenten gemessen wurden. Die verbleibende *Transversity*-Verteilung, die Differenz der Anzahl von Quarks mit Spin in der gleichen bzw. entgegengesetzten Richtung zum Spin des Nukleons, wobei das Nukleon transversal, d. h. senkrecht, zu seiner Bewegungsachse polarisiert ist, entzog sich bisher jeglichen Messversuchen. Dies verdankt sie ihrem Verhalten unter Chiralitätstransformationen: *Transversity* ist chiral-ungerade. Chiralität ist in harten

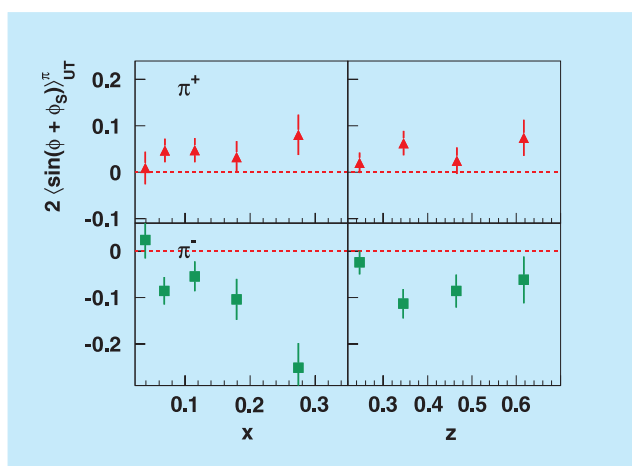


Abbildung 28: HERMES-Ergebnisse zu semi-inklusive azimuthalen Wirkungsquerschnitts-Asymmetrien von geladenen Pionen an einem transversal polarisierten Wasserstofftarget. Gezeigt sind die Asymmetrien im sogenannten Collinswinkel, welche proportional zur *Transversity*-Verteilung sind.

Streuprozessen jedoch eine Erhaltungsgröße, weswegen die *Transversity*-Verteilung in solchen Prozessen zu anderen chiral-ungeraden Größen, z. B. Fragmentationsfunktionen, gekoppelt werden muss.

Verschiedene chiral-ungerade Fragmentationsfunktionen können verwendet werden, um die *Transversity*-Verteilung zu messen. Sie haben jedoch alle gemeinsam, dass sie bisher noch nicht direkt nachgewiesen wurden. Die Collins Fragmentationsfunktion ist ein Beispiel. Sie verursacht eine asymmetrische Verteilung der produzierten Hadronen, wenn sie von einem transversal polarisierten Quark stammen. Eine andere Möglichkeit bietet das Studium von Hadronpaaren. Die Interferenz von Hadronpaaren in unterschiedlichen Drehimpulszuständen wird durch Interferenzfragmentationsfunktionen beschrieben. Auch sie verursachen spinabhängige azimuthale Asymmetrien, diesmal jedoch in der Ausrichtung der Ebene, die durch die beiden produzierten Hadronen aufgespannt wird.

Ein bedeutender Unterschied zwischen den beiden genannten Fragmentationsfunktionen ist, dass die Collins Fragmentationsfunktion zur Klasse der transversalimpuls-abhängigen Funktionen gehört. Diese Funktionen hängen, im Gegensatz zu z. B. eingangs erwähnten Quarkverteilungen, explizit vom transversalen Impuls der Quarks ab. Integriert man über diesen Impuls, verschwinden die meisten der Funktionen und es

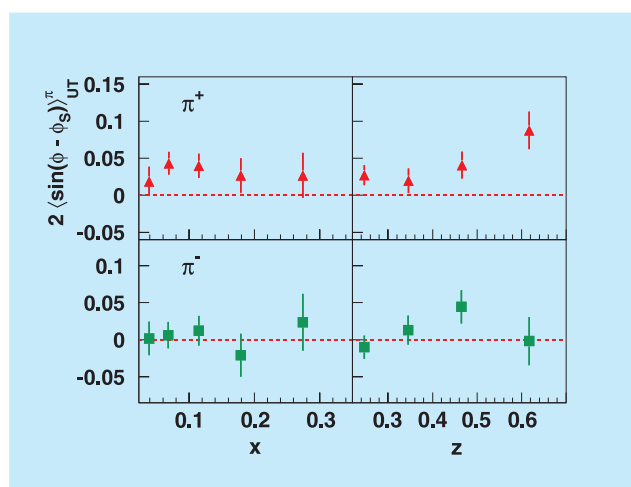


Abbildung 29: HERMES-Ergebnisse zu den Siversasymmetrien für geladene Pionen von einem transversal polarisiertem Wasserstofftarget.

bleiben, im Falle der Quarkverteilungen, nur die drei obigen Quarkverteilungen übrig. Die zusätzliche Komplexität, die man durch die explizite Abhängigkeit vom Transversalimpuls erhält, erlaubt aber auch neue, bisher unerwartete Effekte. Die Siversfunktion z. B. beschreibt die Verteilung unpolarisierter Quarks in transversal polarisierten Nucleonen. Sie ist ungerade unter Zeitumkehr, was bisher als verboten angesehen war. In semi-inklusiven tiefunelastischen Streuprozessen führt sie, ähnlich der Collins Fragmentationsfunktion, zu einer asymmetrischen Verteilung der produzierten Hadronen – diesmal aber bzgl. des transversalen Spins des Nucleons.

Im ersten Datennahmejahr mit einem transversal polarisierten Wasserstofftarget wurden genügend Streueignisse registriert, um einen ersten Blick auf die Collins- und Siversasymmetrien zu werfen. Diese semi-inklusiven Wirkungsquerschnitt-Asymmetrien in der azimuthalen Verteilung von geladenen Pionen sind in den Abbildungen 28 und 29 als Funktionen des Impulsbruchteils x und des Energiebruchteils z vom virtuellen Photon, welchen das produzierte Pion besitzt, zu sehen. Sie sind die weltweit ersten Ergebnisse dieser Art. Die nicht verschwindenden Collinsasymmetrien geben Hoffnung, dass man mit mehr Daten auf diesem Weg Zugang zur *Transversity*-Verteilung erlangt.

Ebenso bedeutend ist die erste Messung der Siversasymmetrie. Sie zeigt, dass zeitumkehr-ungerade Quarkverteilungsfunktionen tatsächlich existieren. Jedoch ist bei dieser Interpretation zu beachten, dass bei solch kleinen Asymmetrien wie den Siversasymmetrien Beiträge von anderen Prozessen auch eine Rolle spielen können. Ein Bruchteil der detektierten Pionen stammt in der Tat vom Zerfall exklusiv produzierter Vektormesonen, deren azimuthale Asymmetrie nicht bekannt ist. Für deren Bestimmung sind zusätzliche Daten nötig, wie sie z. Zt. bei HERMES genommen werden.

Ein anderer Zugang zur *Transversity*-Verteilung ist über die Interferenzfragmentation. Obwohl die Daten an einem transversal polarisierten Target dafür noch nicht ausreichend waren, hat HERMES erste vorläufige Ergebnisse zur Interferenzfragmentation vorgelegt, diese jedoch von longitudinal polarisiertem Deuterium. Die azimuthale Einzelspin-Asymmetrie, die durch Interferenzfragmentation hervorgerufen wird, ist in Abbildung 30 zu sehen. Sie ist verträglich mit Null, was jedoch kein schlechtes Zeichen für deren Verwendung

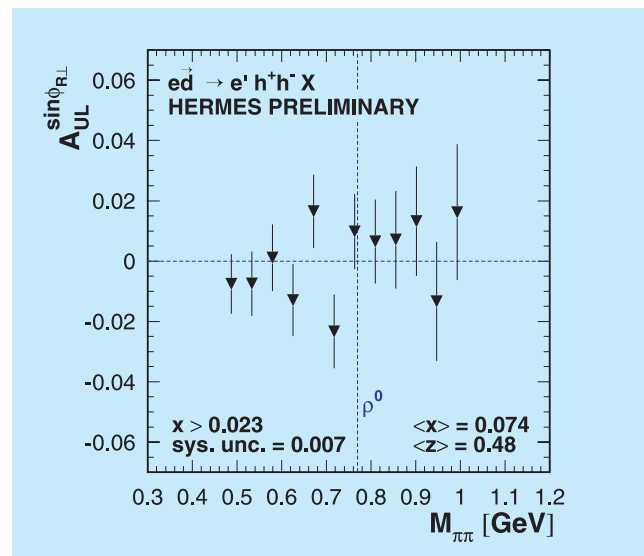


Abbildung 30: Vorläufige HERMES-Ergebnisse zu den semi-inklusiven azimuthalen Wirkungsquerschnitt-Asymmetrien der 2-Hadron-Ebene mit einem longitudinal polarisiertem Deuteriumtarget als Funktion der invarianten Masse des Hadronenpaares.

im Fall eines transversal polarisierten Target sein muss, da sie im longitudinalen Fall stark unterdrückt ist.

Wann immer man Messungen an einem Target vornimmt, welches bzgl. der Strahlrichtung polarisiert ist, muss man die verschiedenen Polarisationskomponenten entlang der Impulsachse des virtuellen Photons beachten. So hat man bei einem longitudinal polarisierten Target eine Polarisationskomponente, die transversal zum virtuellen Photon ist. Gemessene Asymmetrien enthalten daher Beiträge von beiden Polarisationskomponenten, den Komponenten longitudinal und transversal zum virtuellen Photon. Eine Entflechtung beider Beiträge ist durch Daten von longitudinal und transversal zur Strahlrichtung polarisierten Targets möglich. HERMES Daten von longitudinal und transversal polarisiertem Wasserstoff wurden vereint, um die rein longitudinalen Einzelspin-Asymmetrien in der Verteilung von semi-inklusiven Pionen zu bestimmen. Vorläufige Ergebnisse (siehe Abb. 31) zeigen, dass die Asymmetrien an longitudinal zur Strahlrichtung polarisiertem Wasserstoff vom Beitrag der longitudinalen Komponente bzgl. der Photonrichtung dominiert wird. Dies war nicht unbedingt erwartet worden, da dieser Beitrag im Wirkungsquerschnitt unterdrückt ist.

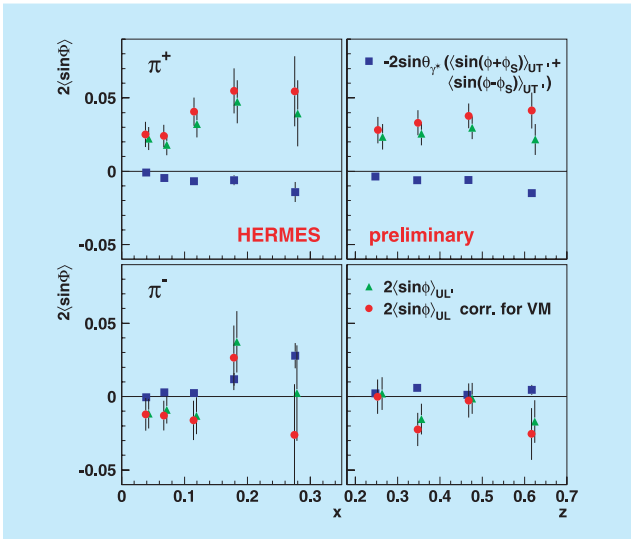


Abbildung 31: Vorläufige HERMES-Ergebnisse zu den einzelnen Beiträgen (Kreise und Quadrate) zu den azimuthalen Wirkungsquerschnitt-Asymmetrien (Dreiecke) von der zum Photon transversalen und longitudinalen Polarisationskomponenten eines zur Strahlrichtung longitudinal polarisiertem Wasserstofftarget. Die Ergebnisse für geladene Teilchen sind als Funktion von x und z dargestellt. Der im Wirkungsquerschnitt unterdrückte Beitrag von der longitudinalen Komponente (Kreise) dominiert in den gemessenen Asymmetrien.

Bestimmung der Gluon-Polarisation

Ein wesentliches ungelöstes Problem der heutigen Hadronphysik besteht darin, dass die Zusammensetzung des Gesamt-Drehimpulses von Nukleonen aus denjenigen seiner partonischen Bestandteile bisher nur zu einem kleinem Teil bekannt ist. Im HERMES-Experiment wurden Doppelspin-Asymmetrien gemessen im Wirkungsquerschnitt inklusiver Hadronen, z. B. π^\pm , K^\pm . Ein Bruchteil dieser Teilchen wird erzeugt durch Wechselwirkung des vom Strahlteilchen (e^\pm) abgestrahlten virtuellen Photons (γ^*) mit einem Gluon (g) im Nukleon und nicht, wie in den meisten Fällen, einem Quark (q). Im Rahmen eines QCD-basierten Quark-Parton-Modells bietet diese Reaktion die Möglichkeit, den Anteil der Gluonen am Gesamt-Spin des Nukleons ($\Delta G/G$) zu ermitteln. Insbesondere werden Hadronen gebraucht, die mit möglichst hohem Transversalimpuls

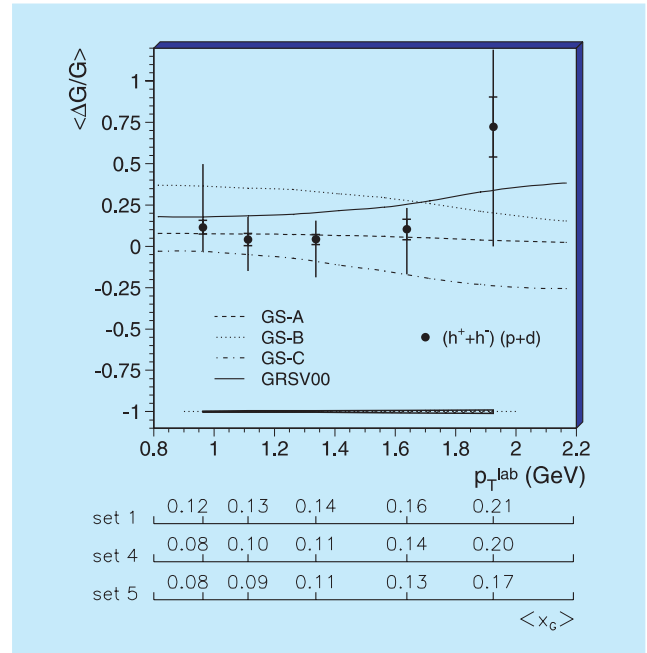


Abbildung 32: Vorläufige HERMES-Ergebnisse der polarisierten Gluonverteilung als Funktion des Transversalimpulses. Die Kurven zeigen Vorhersagen aus verschiedene QCD Analysen der polarisierten Strukturfunktion g_1 . Die unteren Skalen zeigen die Entsprechung des gemessenen Transversalimpulses zum x -Wert des Gluons für unterschiedliche Modellannahmen.

(p_T^{lab}) erzeugt worden sind, weil dieser bevorzugt bei der harten γ^* g -Streuung entsteht. Der o. g. Bruchteil ist a priori unbekannt und muss in einer Monte Carlo Simulation ermittelt werden. Bei der relativ niedrigen Energie, die im HERMES-Experiment zur Verfügung steht, sind die verschiedenen, dabei zu modellierenden Prozesse nicht genügend genau bekannt. Diese Ungenauigkeit stellt den Hauptanteil des systematischen Fehlers der Messung dar, welcher erstmalig überhaupt im Rahmen einer Doktorarbeit ermittelt werden konnte. Die in Abbildung 32 gezeigten Messpunkte zeigen weltweit erstmalig, wie $(\Delta G/G)$ von p_T^{lab} abhängt. Der innere Bereich des Fehlerbalkens zeigt die statistische Ungenauigkeit, der gesamte Balken die kombinierte statistische und systematische Ungenauigkeit. Die unteren Skalen zeigen, wie die p_T^{lab} -Abhängigkeit übersetzt werden kann, wenn auch nur im Sinne von Mittelwerten von jeweils breiten Verteilungen, in eine Abhängigkeit vom Anteil x_G des Gluons am Gesamtimpuls des Nukleons. Diese Skalen variieren leicht für verschiedene

Modellversionen und demonstrieren einen Teil der Modellabhängigkeit der Analyse. Die Kurven in der Abbildung zeigen die Ergebnisse von QCD-Analysen inklusiver Daten. Deren relative Variation repräsentiert den Stand der Unkenntnis der jetzt gemessenen Observablen $\Delta G/G$. Die HERMES-Ergebnisse sind mit den bisherigen Vorhersagen verträglich.

Physikalische Ergebnisse mit unpolarisierten Targets

Ladungsseparierte Hadronmultiplizitäten

Die Fragmentation eines Quarks, das das Nukleon verlässt, in ein oder mehrere Hadronen ist ein langreichweitiger Prozess und lässt sich damit nicht störungstheoretisch berechnen. Stattdessen wird der Vorgang durch sogenannte Fragmentationsfunktionen parametrisiert. Die Funktion D_q^h beschreibt die mittlere Anzahl der Hadronen des Typs h , die bei Streuung an einem Quark der Sorte q erzeugt werden. Die experimentelle Grundlage zur Analyse der Fragmentationsfunktionen bildet die Extraktion von Hadronmultiplizitäten

$$\frac{1}{N^{\text{DIS}}} \frac{dN^h}{dz} = \frac{\sum_f e_f^2 \int_0^1 dx q_f(x, Q^2) D_f^h(z, Q^2)}{\sum_f e_f^2 \int_0^1 dx q_f(x, Q^2)},$$

die die Verbindung der Fragmentationsfunktionen, der Quarkverteilungsfunktionen $q_f(x, Q^2)$ sowie der Lepton-Quark-Wechselwirkung darstellen. Die Observable z steht dabei für den Anteil der Hadronenergie E_h an der insgesamt verfügbaren (Photonen-)Energie ν .

Bereits im Jahre 1999 wurden von HERMES Ergebnisse über die Fragmentation von geladenen und neutralen Pionen aus der Positronstreuung am Wasserstofftarget vorgestellt. Die jetzt vorliegenden neuen Ergebnisse stellen in verschiedenen Bereichen einen signifikanten Fortschritt da. Zum einen stand mit den HERMES-Daten des Jahres 2000 ein Datensatz hoher Statistik zur Verfügung, der durch die Verwendung des RICH-Detektors (Ring-Imaging Čerenkov Detektor) erstmals die Separation der Hadronen in Pionen, Kaonen und Protonen ermöglichte.

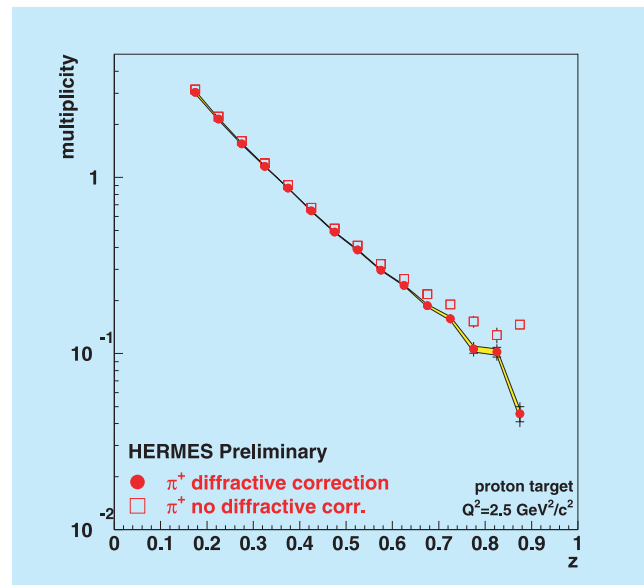


Abbildung 33: Vorläufige HERMES-Ergebnisse der Multiplizitäten von positiven Pionen als Funktion von z . Dargestellt sind die Ergebnisse mit und ohne Korrektur für diffraktive Prozesse.

Zum Anderen konnte die Analysemethode verbessert werden. So kam zur Korrektur von Akzeptanzeffekten und von Einflüssen durch Strahlungsprozesse eine verbesserte Methode zur Anwendung. Berücksichtigt wurden auch erstmals Korrekturen für Hadronen, die durch diffraktive Prozesse erzeugt wurden. Ein Beispiel hierfür sind Pionen, die durch den Zerfall des ρ^0 -Vektormesons entstehen. In beiden Fällen profitierte die Analyse von Verbesserungen der Monte Carlo-Simulationen in den letzten Jahren.

Abbildung 33 zeigt die Multiplizität positiver Pionen als Funktion von z . Deutlich ist der Einfluss diffraktiver Prozesse bei hohem z zu beobachten. Grund hierfür ist der nicht symmetrische Zerfall $\rho^0 \rightarrow 2\pi$, der zur Konzentration der entstehenden Pionen bei kleinem und hohem z führt, wobei sie bei letzterem einen hohen Anteil an der Gesamtstatistik bilden. Für Kaonen (Abb. 34) trägt der Zerfall des ϕ -Vektormesons nur unwesentlich zur Gesamtstatistik bei.

Das Band markiert den systematischen Fehlerbereich, der durch die Korrektur für Fehlidentifikationen des RICH-Detektors zustande kommt. Der insbesondere für Kaonen (Abb. 34) signifikante Fehlerbereich wird sich

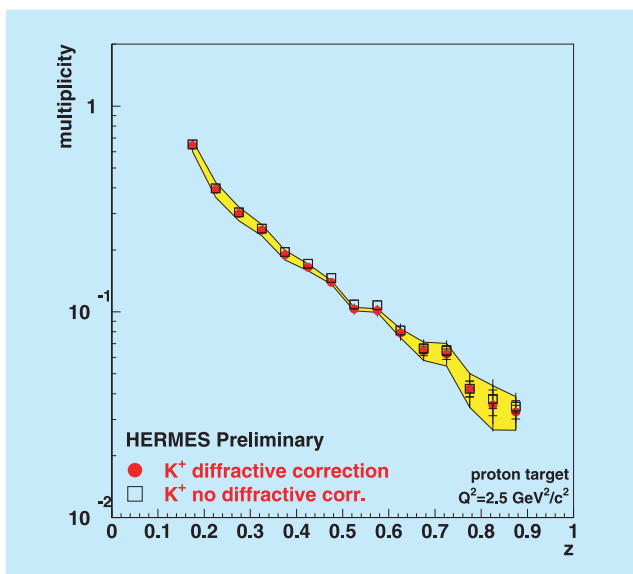


Abbildung 34: Vorläufige HERMES-Ergebnisse der Multiplizitäten von positive Kaonen als Funktion von z .

durch ein besseres Verständnis der Systematik noch verringern lassen.

Neben der z -Abhängigkeit der Multiplizitäten wurde auch ihr Verlauf als Funktion der Variablen x_{Bj} und Q^2 untersucht. Abbildung 35 zeigt die weitgehende Unabhängigkeit der Multiplizität geladener Pionen von x_{Bj} . Dies ist in Einklang mit der Theorie, dass der Fragmentationsprozess und der vorausgehende Streuprozess faktorisieren. Die gezeigten HERMES-Daten wurden zu $Q^2 = 2.5 \text{ GeV}^2$ entwickelt.

Die gewonnenen Informationen werden derzeit durch eine Analyse der Streudaten an einem Deuteriumtarget vervollständigt. Durch die Kombination der Ergebnisse sollen Fragmentationsfunktionen extrahiert werden. Diese sind Voraussetzung für die Bestimmung der polarisierten Quarkverteilungsfunktionen Δq in nächster Ordnung der QCD-Störungstheorie.

Exklusive Prozesse

Seit einigen Jahren existiert ein neuer vereinheitlicher Formalismus zur kohärenten Beschreibung der Struktur der Hadronen im Rahmen der Quantenfeld-

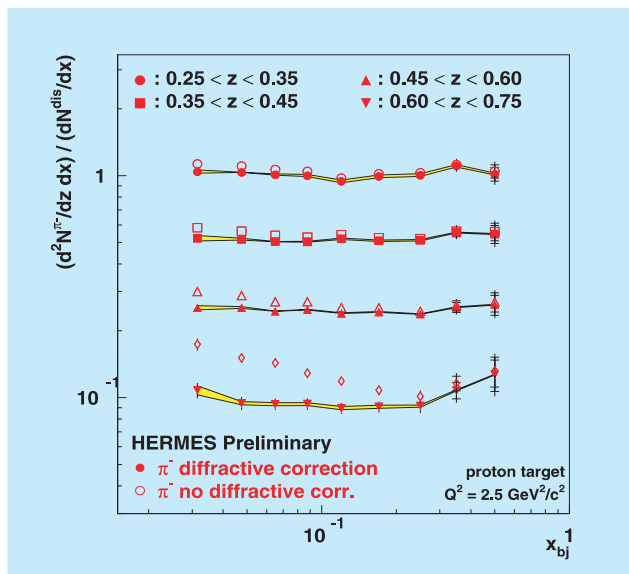


Abbildung 35: Vorläufige HERMES-Ergebnisse der Multiplizitäten von negativen Pionen als Funktion von x_{Bj} in 4 verschiedenen z Bins.

theorie. Dieser Formalismus führt die so genannten Generalisierten Partonverteilungen (Generalised Parton Distribution – GPD) ein. Die herkömmlichen Partonverteilungen und die Formfaktoren ergeben sich aus den kinematischen Limits bzw. aus den Momenten der GPDs. Eine der interessantesten Perspektiven des GPD Formalismus ist die bisher einzige Beschreibung zur Messung des Bahndrehimpulses der Quarks im Nukleon. Jüngste theoretische Entwicklungen betonen das Potential der GPDs, die dreidimensionale Struktur von Hadronen durch die Bestimmung der Korrelation von transversaler Position und longitudinalem Impuls zu untersuchen. GPDs können in harten Streuprozessen gemessen werden in denen Mesonen oder reale Photonen (Tiefvirtuelle Compton-Streuung – DVCS) ohne Fragmentation des rückwärts gestreuten Nukleons erzeugt werden.

Die verschiedenen Prozesse erlauben den Zugang zu unterschiedlichen GPDs. Exklusive Vektormesonproduktion ist sensitiv auf die unpolarisierten GPDs, die exklusive Produktion pseudoskalarer Mesonen dagegen auf die polarisierten GPDs. Der direkte Zugang zu den neuen Funktionen ergibt sich aus der Messung der Tiefvirtuellen Compton-Streuung. Die multidimensionale Struktur der GPDs (sie sind Funktionen von drei

kinematischen Variablen und zusätzlich von der Photonvirtualität Q^2) kompliziert ihre Entfaltung aus den gemessenen Observablen. Das Studium unterschiedlicher Prozesse und eine globale Analyse aller verfügbaren Daten ist daher notwendig, um die Generalisierten Partonverteilungen zu bestimmen.

Die Messung exklusiver Prozesse ist experimentell äußerst anspruchsvoll aufgrund der gleichzeitigen Anforderungen von hoher Luminosität (aufgrund der niedrigen Wirkungsquerschnitte), hoher Auflösung (zur Trennung der exklusiven Prozesse von den semi-inklusiven mit Fragmentation) und hoher Strahlenergie (zur Sicherstellung der Faktorisierung).

HERMES hat bereits erste Ergebnisse der Messung exklusiver Mesonproduktion und von DVCS Prozessen vorgestellt. Bisher konnte das rückwärts gestreute Nukleon nicht nachgewiesen werden und die Exklusivität des Ereignisses wird durch die Forderung einer Entsprechung der rekonstruierten fehlenden Masse und der Nukleonmasse (*missing mass technique*) sichergestellt.

Nachfolgend werden einige neue HERMES Ergebnisse der exklusiven Produktion von Pionen sowie von DVCS Prozessen vorgestellt.

Exklusive Meson Produktion

Wirkungsquerschnitt der exklusiven π^+ -Produktion

Die Faktorisierung exklusiver Prozesse mit Mesonen im Endzustand konnte bisher nur für longitudinale virtuelle Photonen formell bewiesen werden. Um solche Messungen mit Modellrechnungen vergleichen zu können, sollten daher die Beiträge longitudinaler (σ_L) und transversaler (σ_T) virtueller Photonen zum Wirkungsquerschnitt (σ_{tot})

$$\sigma_{\text{tot}} = \sigma_T + \epsilon \sigma_L$$

getrennt werden (ϵ ist der Parameter der virtuellen Photonpolarisation, der maximal 1 sein kann). Während in Prozessen mit Vektormesonen im Endzustand die Winkelverteilung ihrer Zerfallsprodukte die Separation dieser beiden Beiträge erlaubt, müssen im Falle

der Produktion pseudoskalarer Mesonen die Wirkungsquerschnitte bei unterschiedlichen Strahlenergien gemessen werden (Rosenbluth-Separation). Letzteres ist bei HERMES nicht möglich. Im Rahmen des Beweises der Faktorisierung konnte allerdings gezeigt werden, dass σ_T um die Größenordnung $1/Q^2$ gegenüber σ_L unterdrückt ist und letzterer folglich bei hohen Photonvirtualitäten Q^2 den Wirkungsquerschnitt dominiert. Die Überprüfung der Q^2 -Abhängigkeit des Wirkungsquerschnitts ist daher essentiell für die Interpretation der Ergebnisse und gibt Aufschluss über die Dominanz des longitudinalen Beitrages.

Eines der jüngsten Ergebnisse des HERMES Experimentes ist die Messung des Wirkungsquerschnitts der exklusiven π^+ -Produktion an einem Wasserstofftarget bei hohen Photonvirtualitäten $Q^2 > 1 \text{ GeV}^2$. Der Wirkungsquerschnitt dieses Prozesses ist durch den sogenannten Pion-Pol dominiert der durch den Pion-Formfaktor parametrisiert wird. Die Messung der Abhängigkeit des Wirkungsquerschnitts vom Energie-Impulsübertrag auf das Nukleon t und die Extrapolation $t \rightarrow 0$ ermöglicht die Bestimmung des Pion-Formfaktors bei bisher ungemessenen hohen Werten von Q^2 .

Der exklusive Kanal der π^+ -Produktion wird durch den Nachweis des gestreuten Leptons und des erzeugten π^+ -Mesons sowie die Forderung nach einer Entsprechung der rekonstruierten fehlenden Masse und der Masse des Targetnukleons ausgewählt. Als Abschätzung für den nicht-exklusiven Untergrund wurde die Verteilung der π^- -Mesonen, normiert auf die π^+ -Mesonverteilung, im Bereich der fehlenden Masse die der Nukleonmasse entspricht verwendet. Die kinematischen Verteilungen der exklusiven Ereignisse (in Q^2 , x , t) stimmen mit Monte-Carlo Simulationen überein, die auf einem Modell für die Generalisierten Parton Verteilungen basieren. Abbildung 36 zeigt einen Vergleich der Verteilung des Energie-Impulsübertrages zum Nukleon t aus Monte-Carlo Simulationen mit den Daten. Die Simulationen ermöglichen die Bestimmung der Effizienzen und der Akzeptanzkorrektur des exklusiven Prozesses.

Der extrahierte Wirkungsquerschnitt der exklusiven π^+ -Produktion an einem Wasserstofftarget $ep \rightarrow e\pi^+$ ist in Abbildung 37 als Funktion der Photonvirtualität Q^2 für drei verschiedene x -Bereiche dargestellt.

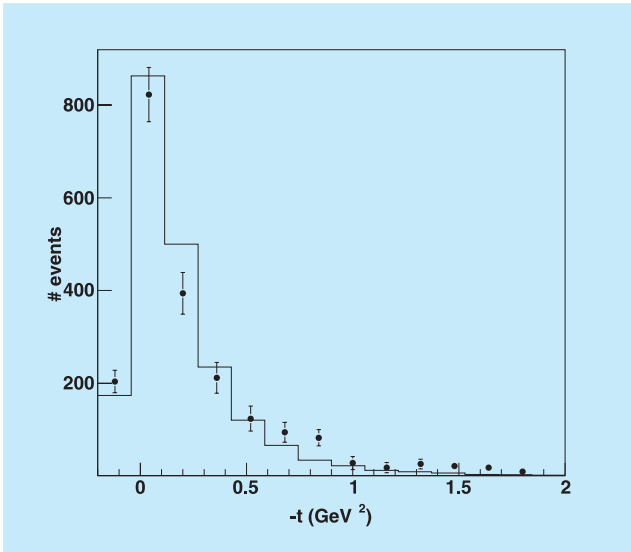


Abbildung 36: Verteilung des Energie-Impulsübertrages auf das Nukleon t aus Monte-Carlo Simulationen (Histogramm) mit den Daten (Punkte) für die exklusive π^+ -Produktion an einem Wasserstofftarget.

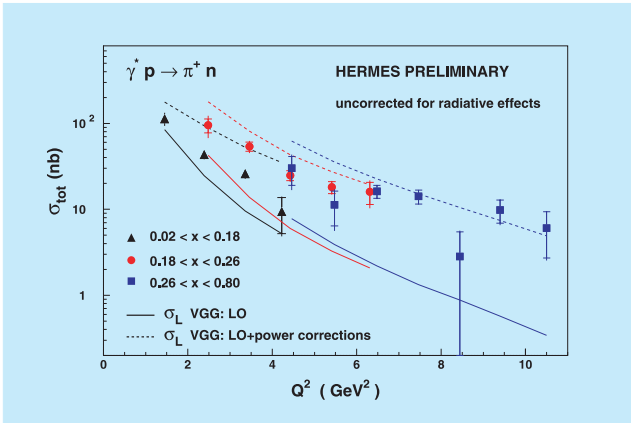


Abbildung 37: Vorläufige HERMES-Ergebnisse für den Wirkungsquerschnitt des Prozesses $ep \rightarrow e\pi^+n$ als Funktion von Q^2 für drei verschiedene x -Bereiche. Die Kurven zeigen Berechnungen basierend auf einem Modell für die GPDs.

Die Ergebnisse werden verglichen mit Rechnungen für den Beitrag longitudinaler virtueller Photonen zum Wirkungsquerschnitt, basierend auf einem Modell für die Generalisierten Partonverteilungen. Die durchgezogenen Kurven zeigen die Berechnungen in führender Ordnung QCD (Leading Order – LO) während die gestri-

chenen Kurven Rechnungen unter zusätzlicher Berücksichtigung von Korrekturen höherer Ordnung (*power corrections*) aufgrund der intrinsischen transversalen Impulse der Partonen im Nukleon und der Beiträge zur Pionproduktion durch den Überlagerungsbereich von Meson und Nukleon (*soft overlap*) darstellen. Während die Rechnungen in führender Ordnung den gemessenen Wirkungsquerschnitt unterschätzen, erscheinen die unter Berücksichtigung der *power corrections* erhaltenen Kurven deutlich zu hoch. Ein sehr wichtiges Ergebnis ist allerdings dass die Q^2 -Abhängigkeit des Wirkungsquerschnitts mit der für σ_L erwarteten generell übereinstimmt. Dies lässt die Schlussfolgerung zu, dass der Beitrag longitudinaler virtueller Photonen dominiert, was Rückschlüsse auf die Modellierung der GPDs erlaubt.

Die gegenwärtig laufende Analyse der Daten berücksichtigt Strahlungskorrekturen zum gemessenen Wirkungsquerschnitt, welche einen Effekt von etwa 20–25% darstellen, und legt Augenmerk auf die Bestimmung seiner Abhängigkeit vom Energie-Impuls-Übertrag t auf das Proton. Die gemessene t -Abhängigkeit des Wirkungsquerschnittes erlaubt die Bestimmung des Pion-Formfaktors welcher für höhere Werte von Q^2 noch völlig unbekannt ist.

Exklusive $\pi^+\pi^-$ -Paarproduktion

HERMES hat mit der Messung exklusiver $\pi^+\pi^-$ -Paarproduktion eine weitere interessante Observable untersucht, die Informationen über die Generalisierten Parton Verteilungen enthält. Die Wechselwirkung des virtuellen Photons mit dem Targetnukleon erfolgt hierbei über die Abstrahlung und nachfolgende Absorption eines Quarks (Quark-Austauschmechanismus) oder Gluons (2-Gluon-Austauschmechanismus). Aus der Wechselwirkung der erzeugten Partonen entsteht entweder direkt das $\pi^+\pi^-$ -Paar oder ein instabiles Teilchen (Resonanz), welches anschließend in zwei Pionen zerfällt. Die unterschiedlichen Produktionsmechanismen sind durch verschiedene mögliche Werte des Gesamtdrehimpulses J des Pionpaares charakterisiert. Während der Quark-Austauschmechanismus Pionpaare mit geraden ($J = 0, 2, \dots$) und ungeraden ($J = 1, 3, \dots$) Werten des Gesamtdrehimpulses erzeugt, führt der Gluon-Austauschmechanismus ausschließlich zu Pionpaaren mit ungeraden Werten J .

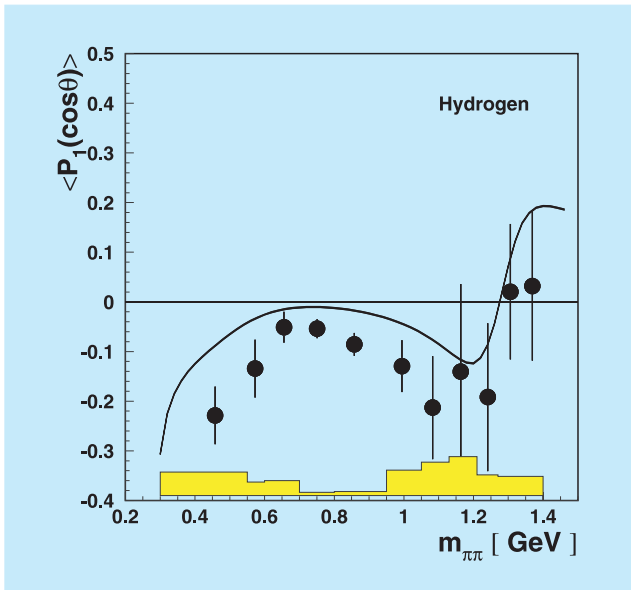


Abbildung 38: HERMES-Ergebnisse für das erste Legendre-Moment als Funktion der invarianten Masse des Pionpaares für die exklusive $\pi^+\pi^-$ -Paarproduktion an einem Wasserstofftarget. Die Kurve zeigt Berechnungen basierend auf einem Modell für GPDs.

Der dominante Produktionsmechanismus ist dabei der P-Wellen-Zustand des Pionpaares mit $J = 1$. Um trotz des dominanten Prozesses die unterschiedlichen Produktionsmechanismen studieren zu können, wurde eine Observable identifiziert, die auf die Interferenz der beiden Prozesse sensitiv ist. Zu diesem Zweck wurden die Legendre-Momente $\langle P_n(\cos\theta) \rangle$ gemessen, welche das Integral n-ter Ordnung der Legendre-Polynome $P_n(\cos\theta)$, gewichtet mit dem differentiellen Wirkungsquerschnitt $d\sigma^{\pi^+\pi^-}/d\cos\theta$ darstellen. Hierbei ist θ ein bestimmter Streuwinkel des π^+ -Mesons. Abbildung 38 zeigt das erste Moment $\langle P_1 \rangle$, welches auf die Interferenz zwischen P-Wellen und S- bzw. D-Wellen ($J = 0$ bzw. $J = 2$) sensitiv ist, als Funktion der invarianten Masse des exklusiv erzeugten Pionpaares $m_{\pi\pi}$.

Die starke Variation von $\langle P_1 \rangle$ für verschiedene Werte $m_{\pi\pi}$ kann als Signal der Interferenz zwischen den verschiedenen Zuständen interpretiert werden: die ρ -Resonanz mit $J = 1$ zerfällt in Pionen über das gesamte $m_{\pi\pi}$ Intervall mit einem Maximum bei $m_{\pi\pi} \approx 0.77$ GeV; die f_2 -Resonanz mit $J = 2$ dagegen

zerfällt nur für Werte $m_{\pi\pi} \approx 1.1$ GeV mit einem Maximum bei $m_{\pi\pi} \approx 1.27$ GeV; nicht-resonante $\pi^+\pi^-$ Produktion mit $J = 0$ zeigt ein Maximum bei niedrigen $m_{\pi\pi}$ Werten. Die signifikanten Werte von $\langle P_1 \rangle$ bei niedrigen $m_{\pi\pi}$ -Werten deuten auf eine Interferenz zwischen dem unteren Ausläufer des ρ -Mesons mit der nicht-resonanten $\pi^+\pi^-$ Produktion. Im Dominanzbereich des ρ -Mesons ($m_{\pi\pi} \approx 0.77$ GeV) zeigt der Absolutwert von $\langle P_1 \rangle$ ein Minimum. Bei hohen Werten $m_{\pi\pi}$ im Bereich der f_2 -Resonanz, deuten die Daten auf einen Vorzeichenwechsel von $\langle P_1 \rangle$ aufgrund der Interferenz des oberen Ausläufers der ρ -Resonanz mit der f_2 -Resonanz hin. Die dargestellten Kurven zeigen Berechnungen von $\langle P_1 \rangle$ in einem GPD-Modell, welches Beiträge des Quark- und des 2-Gluonaustausches berücksichtigt, die den qualitativen Verlauf der Daten gut beschreiben.

Tiefvirtuelle Compton-Streuung an Wasserstoff und Deuterium

Der Prozess der Tiefvirtuellen Compton-Streuung (DVCS) bietet die Möglichkeit, sowohl die Amplitude als auch die Phase der Streuamplitude zu messen, da ein Prozess mit gleichem Endzustand existiert, mit dem die exklusive Reaktion interferiert. Dieser Prozess ist als Bremsstrahlung bekannt und wird im Wesentlichen durch die Abbremsung der Elektronen im elektromagnetischen Feld der Atomkerne erzeugt (Bethe-Heitler Prozess). Der Interferenzterm zwischen beiden Prozessen erlaubt einen direkten Zugang zu beiden Teilen der DVCS Streuamplitude, dem Imaginär- und dem Realteil.

Der Imaginärteil ist zugänglich durch die Messung der Asymmetrie bezüglich des Winkels ϕ zwischen Leptonstreuungsebene und Photonproduktionsebene, die ihr Vorzeichen wechselt, wenn die longitudinale Strahlpolarisation P das Vorzeichen wechselt. Die Asymmetrie A_{LU} wird dann aus den Raten \vec{N} und \overleftarrow{N} für Ereignisse mit positiver bzw. negativer Strahlhelizität (L) berechnet, wobei das Targetgas unpolarisiert (U) ist:

$$A_{LU}(\phi) = \frac{1}{\langle P \rangle} \frac{\vec{N}(\phi) - \overleftarrow{N}(\phi)}{\vec{N}(\phi) + \overleftarrow{N}(\phi)}$$

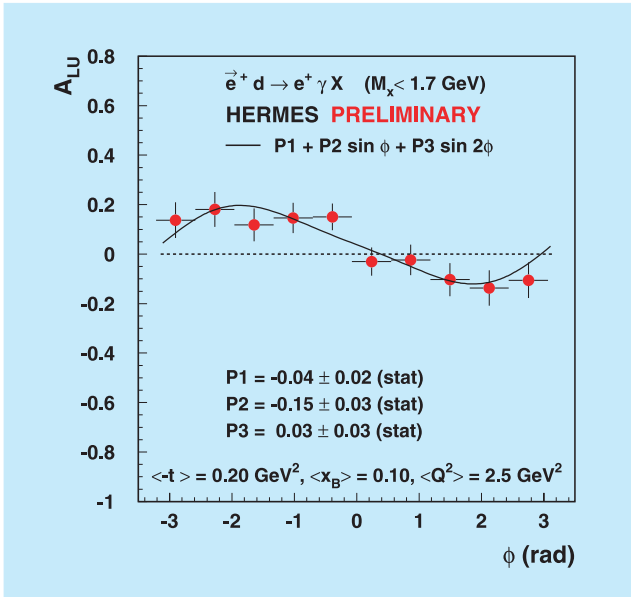


Abbildung 39: Vorläufige HERMES-Ergebnisse der Leptonen-Spin-Asymmetrie für unpolarisiertes Deuterium als Funktion von ϕ .

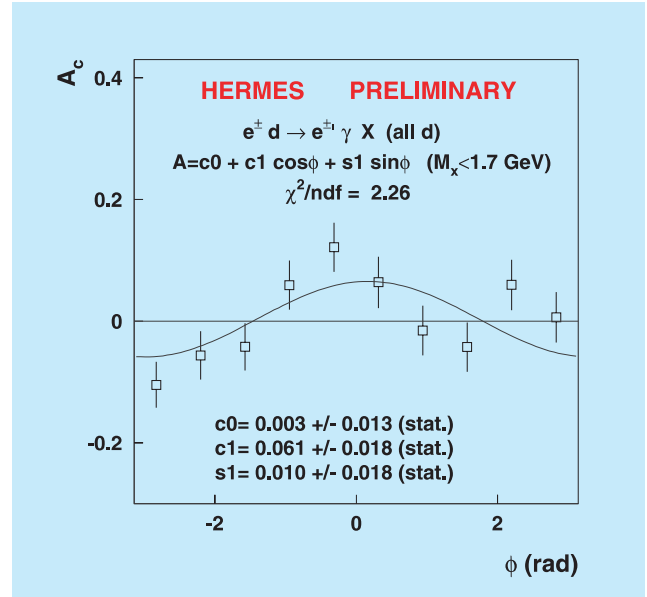


Abbildung 40: Vorläufige HERMES-Ergebnisse der Leptonen-Ladungs-Asymmetrie für unpolarisiertes Deuterium als Funktion von ϕ .

Der Realteil ist durch eine ähnliche Asymmetrie extrahierbar, doch statt der Strahlpolarisation wird in diesem Fall die unterschiedliche Ladung N^+ und N^- des Leptonenstrahls (Elektronen und Positronen) genutzt:

$$A_C(\phi) = \frac{N^+(\phi) - N^-(\phi)}{N^+(\phi) + N^-(\phi)}$$

Die Leptonen-Spin- und Leptonen-Ladungs-Asymmetrie sind für ein unpolarisiertes Deuterium-Target in den Abbildungen 39 und 40 gegen den Winkel ϕ aufgetragen.

In führender Ordnung wird für die Leptonen-Spin-Asymmetrie ein Sinus-Verhalten und für die Leptonen-Ladungs-Asymmetrie ein Cosinus-Verhalten vorhergesagt, was experimentell gut bestätigt werden konnte.

Um Schlussfolgerungen über die Dynamik der einzelnen Teile des Nukleons zu bekommen, ist es nötig, das Verhalten der Asymmetrien in Abhängigkeit vom Energie-Impuls Übertrag t auf das Nukleon zu studieren.

Abbildung 41 zeigt die $\cos \phi$ Amplitude von Wasserstoff und Deuterium als Funktion von t . Ebenfalls

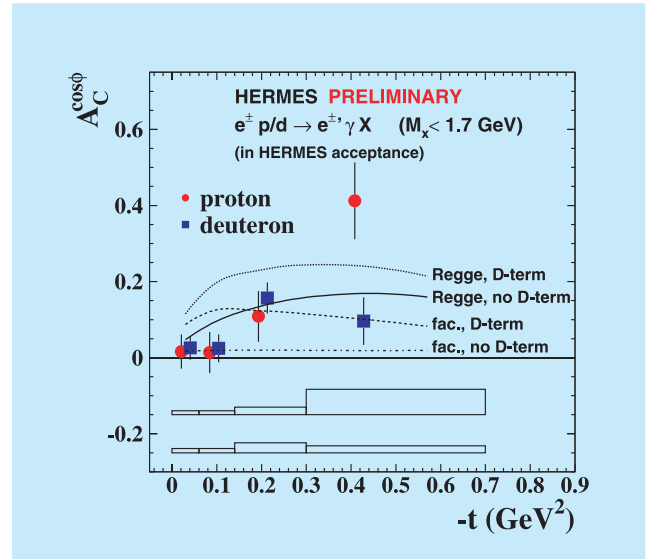


Abbildung 41: Vorläufige HERMES-Ergebnisse für die $\cos \phi$ Amplitude der Ladungs-Asymmetrie für Wasserstoff und Deuterium als Funktion von t . Die GPD Modell Berechnungen benutzen eine Faktorisierung oder eine Art Regge t -Abhängigkeit mit oder ohne D-Term.

sind verschiedene theoretische Berechnungen abgebildet, die auf unterschiedlichen GPD Modellen beruhen. Obwohl nur eine kleine Datenmenge analysiert wurde, ist es offensichtlich, dass die Messung der Leptonen-Ladungs-Asymmetrie sehr geeignet ist, um zwischen verschiedenen GPD Modellen zu unterscheiden.

Um die t -Abhängigkeit der beiden oben genannten Asymmetrien genauer zu untersuchen, wird im Spätsommer 2005 der Rückstoßdetektor installiert. Dieser Detektor ermöglicht den direkten Nachweis langsamer Rückstoßprotonen, die bisher nur durch indirekte Methoden bestimmt werden konnten.

Der HERMES Rückstoßdetektor

Zur Messung exklusiver Reaktionen plant die HERMES Kollaboration den Einbau eines neuen Detektors. Dieser umgibt das Target und soll Reaktionsprodukte moderaten Impulses unter großen Winkeln messen. Diese Reaktionsprodukte liegen außerhalb des Nachweisbereichs des existierenden HERMES Spektrometers; ihr Nachweis ist allerdings für die Identifikation mit geringem Untergrund dieser Klasse von Reaktionen unabdingbar. Der Rückstoßdetektor besteht

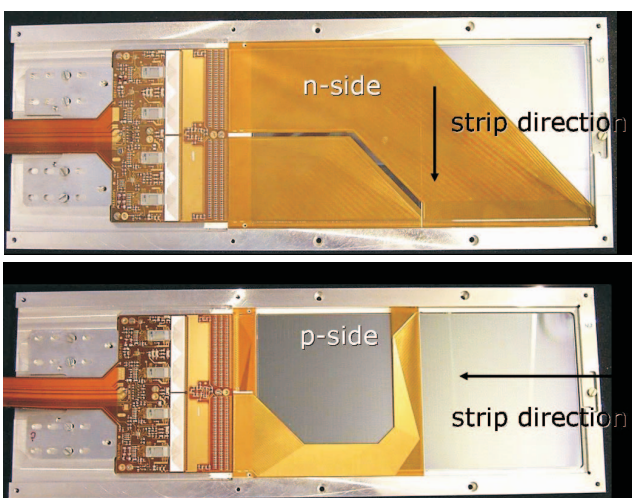


Abbildung 42: Bilder von der Vorder- und Rückseite eines Siliziummoduls des HERMES Rückstoßdetektors.



Abbildung 43: Bild vom fertiggestellten Detektor aus szintillierenden Fasern des HERMES Rückstoßdetektors.

aus einem supraleitenden Magneten, einem Wolfram-Szintillator Kalorimeter, einem Detektor aus szintillierenden Fasern und einem doppelseitigem Silizium-Streifendetektor.

Das Jahr 2004 war dem Bau und der ersten Vermessung dieser Einzelkomponenten gewidmet. Abbildung 42 zeigt Bilder von der Vorder- und Rückseite des Siliziummoduls und Abbildung 43 den fertiggestellten Detektor aus szintillierenden Fasern. Als Beispiel aus den verschiedenen durchgeführten Studien werden die Ergebnisse der Teststrahlstudien des Siliziumdetektors zusammengefasst.

Die Siliziummodule für den Rückstoßdetektor wurden im T22 Teststrahl bei DESY mit 3 GeV Elektronen getestet. Mit diesem Teststrahl sollten Informationen über das Verhalten der Sensoren auf minimal ionisierende Teilchen überprüft werden. Weitere Informationen bezüglich der Auflösung und der Effizienz konnten aus diesen Daten gewonnen werden.

Der Siliziumdetektor des Rückstoßdetektors ist darauf ausgelegt, auch große Signale zu messen, die durch langsame Protonen erzeugt werden. Dementsprechend ist das Signal eines minimal ionisierenden Teilchens

an der unteren Grenze des sensitiven Bereichs und eine besondere Herausforderung an die Analysetechnik.

In Abbildung 44 ist die Pulshöhenverteilung (in ADC Kanälen) für einen Beispielstreifen aufgetragen. Die Spitze in der linken Bildhälfte stellt das Pedestal mit Rauschen (den Nullwert) dar, während die Pulshöhenverteilung oberhalb von 25 ADC Kanälen der theoretisch erwarteten Verteilung für minimal ionisierende Teilchen gut folgt. Eine Extrahierung der Signale von Teilchen wurde erreicht indem die Pedestalverteilung mit der Gaußverteilung gefittet und anschließend von der gesamten Verteilung subtrahiert wurde. Dies ist möglich weil die Signalverteilung gut von der Untergrundverteilung getrennt ist.

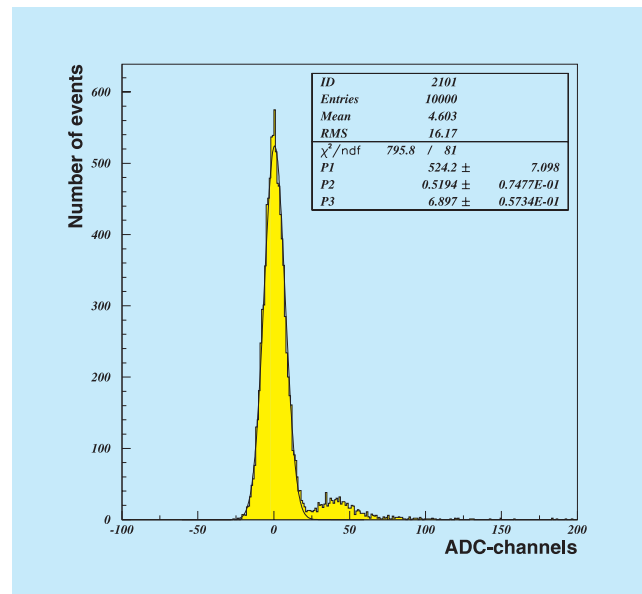


Abbildung 44: Die Pulshöhenverteilung (in ADC Kanälen) für einen Beispielstreifen des Siliziumdetektors des HERMES Rückstoßdetektors.

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, Niels Bohr Inst. Copenhagen, Wayne State Univ. Detroit, Univ. Dortmund, JINR Dubna, DESY Hamburg, MPI Kernphys. und Univ. Heidelberg, Univ. of Houston, INR Kiev, LIP und Univ. Lissabon, Jozef Stefan Inst. und Univ. Ljubljana, UC Los Angeles, Univ. Mannheim, ITEP Moscow, MPI Phys. München, Univ. Oslo, Univ. Rostock, Univ. Siegen, Univ. Utrecht, DESY Zeuthen, Univ. Zürich.

Sprecher: M. Medinnis, DESY

Mit dem HERA-B-Experiment soll insbesondere die Produktion schwerer Quarks in hochenergetischen Wechselwirkungen von Protonen mit Kernen untersucht werden. Das Experiment benutzt den HERA-Protonenstrahl, dessen Halo an den Atomkernen verschiedener dünner Drahttargets gestreut wird. Mit einer großen Akzeptanz, vorzüglicher Teilchenidentifikation und einem hochauflösenden Vertexdetektor bietet das HERA-B-Spektrometer die besten Voraussetzungen für detaillierte Studien komplexer Vielteilchen-Endzustände. Der Zwei-Lepton-Trigger von HERA-B kann mit einer ausgeklügelten, schnellen Elektronik Ereignisse, welche zwei Leptonen enthalten, aus einem hohen Untergrund selektieren. Zum Beispiel werden die Zerfälle von J/ψ -Mesonen in Leptonpaare unter einer milliardenfach höheren Zahl von anderen Ereignissen herausgefiltert. Durch die Benutzung von Targetdrähten aus verschiedenen Materialien (Kohlenstoff, Titan, Wolfram) kann mit HERA-B die Abhängigkeit der Teilchenproduktion von der Kernladungszahl untersucht werden.

Im letzten Jahr hat die Kollaboration an der Analyse der in der Datennahmeperiode 2002/03 von HERA-B genommenen Daten gearbeitet. Diese Daten enthalten etwa 150 Millionen Ereignisse, die mit dem Zwei-Lepton-Trigger aufgenommen wurden und von denen etwa 300 000 Ereignisse ein J/ψ -Meson im Endzustand enthalten. Zusätzlich wurden etwa 200 Millionen Ereignisse mit einem sogenannten „Minimum Bias Trig-

ger“ aufgenommen, die allgemeine Studien inelastischer Proton-Kern-Reaktionen erlauben.

Auf der Basis dieser Daten bereitet die HERA-B-Kollaboration verschiedene Veröffentlichungen über die Produktion schwerer Quarks (Bottom-, Charm- und Strange-Quarks) vor. Im Berichtsjahr sind zwei Analysen veröffentlicht worden: Grenzen auf flavour-ändernde neutrale Ströme im Zerfall neutraler D-Mesonen und Grenzen für die Produktion von Pentaquarkzuständen mit Strangeness. Beide Veröffentlichungen sind mit großem Interesse aufgenommen worden, was bei der Pentaquark-Analyse auch durch die Veröffentlichung in Physics Review Letters unterstrichen wird. Im Folgenden wird auf die im Berichtsjahr am weitesten fortgeschrittenen Analysen eingegangen.

Suche nach Pentaquarkzuständen

Der „Minimum Bias“ Datensatz wurde nach einer Signatur für die Produktion der exotischen Baryonen $\theta^+(1530)$ und $\Xi^-(1860)$ durchsucht. Diese neuen Baryonen wurden kürzlich in anderen Experimenten beobachtet und vorläufig als Bindungszustände von fünf Quarks, „Pentaquarks“, identifiziert, wie sie unter anderem von dem „Chiral Soliton Model“ vorhergesagt wurden. In HERA-B wurden diese Zustände nicht beobachtet. Die daraus abgeleiteten oberen Grenzen für deren Produktion sind äußerst einschränkend für theo-

retische Modelle, die Voraussagen für die Produktion solcher Zustände gemacht haben.

Der erste Hinweis auf die Existenz des $\theta^+(1530)$ -Baryons kam 2003 von dem LEPS-Experiment in der japanischen Forschungseinrichtung Spring-8. Mehrere Experimente, so auch ZEUS und HERMES an HERA, haben danach die Produktion dieses Zustandes bestätigt. Der Zustand $\Xi^-(1860)$ wurde bisher nur in dem CERN-Experiment NA49 beobachtet, bislang ohne Bestätigung von anderen Experimenten. HERA-B berichtete als erstes Experiment über die Nicht-Beobachtung dieser Zustände. Im Laufe des Berichtsjahres schlossen sich dann mehrere Experimente dieser Aussage an. Obwohl die Nicht-Beobachtungen die positiven Evidenzen nicht direkt widerlegen können, weisen sie doch darauf hin, dass die Produktionsmechanismen ähnlich exotisch wie die Teilchen selbst sein müssen. Durch die Bestimmung der oberen Grenzen für die Produktionsraten und, vielleicht noch wichtiger, durch obere Grenzen auf die Verhältnisse zu den Produktionsraten von wohlbekannten Zuständen, trägt HERA-B wesentlich zum Verständnis der Produktionsmechanismen bei und vielleicht auch zum Verständnis der Natur dieser Zustände selbst – wenn sie denn existieren.

Der J/ψ -Wirkungsquerschnitt

Der Wirkungsquerschnitt für J/ψ -Produktion in proton-induzierten Reaktionen wurde über einen weiten Bereich von Schwerpunktsenergien durch verschiedene Gruppen am Fermilab, CERN und kürzlich auch am RHIC gemessen. Allerdings ist die Situation nicht wirklich zufriedenstellend, da Messungen bei gleichen oder ähnlichen Energien zum Teil bis zu einem Faktor 2 differieren, weit außerhalb der angegebenen Fehler. Für HERA-B stellt diese Unsicherheit ein großes Problem dar, weil der J/ψ -Wirkungsquerschnitt als Referenz zur Normierung der mit dem Zwei-Lepton-Trigger genommenen Daten dient. Deshalb bemüht sich die HERA-B-Kollaboration, den J/ψ -Wirkungsquerschnitt selbst zu bestimmen, und zwar mit Hilfe des „Minimum Bias“ Datensatzes.

Abbildung 45 zeigt das aus diesen Daten gewonnene, sehr saubere Signal, das allerdings viel weniger J/ψ -Mesonen enthält als der getriggerte Datensatz (etwa 150

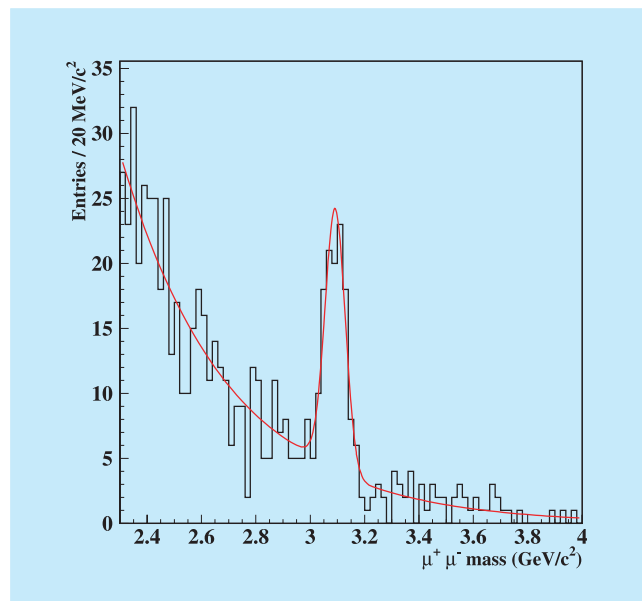


Abbildung 45: Das $\mu^+\mu^-$ -Massenspektrum im „Minimum Bias“ Datensatz. Die prominente Überhöhung bei etwa $3.1 \text{ GeV}/c^2$ stammt von Zerfällen des J/ψ .

im Vergleich zu den 300 000 J/ψ mit Trigger). Der Vorteil des „Minimum Bias“ Datensatzes besteht darin, dass die Nachweiswahrscheinlichkeit weitaus einfacher und zuverlässiger bestimmt werden kann. Das vorläufige Ergebnis für den Wirkungsquerschnitt ist zusammen mit anderen Messungen in Abbildung 46 gezeigt. Die Proton-Kern Ergebnisse (pN) wurden auf die gleiche A-Abhängigkeit ($\alpha = 0.96$) umgerechnet. Die Analyse steht kurz vor dem Abschluss und soll in Kürze veröffentlicht werden. Diese neue Wirkungsquerschnittsmessung, kombiniert mit anderen Ergebnissen und theoretischen Annahmen für die Anpassung bei verschiedenen Energien, wird in Zukunft als Referenz für die Normierung anderer HERA-B-Messungen dienen: Ein Beispiel dafür ist die Bestimmung des Wirkungsquerschnittes der Beauty-Produktion, die im Folgenden beschrieben wird.

Die Erzeugung von Beauty-Quarks

Die Erzeugung von Bottom- und Antibottom-Quarks (b - und \bar{b} -Quarks mit der Quantenzahl Beauty) in

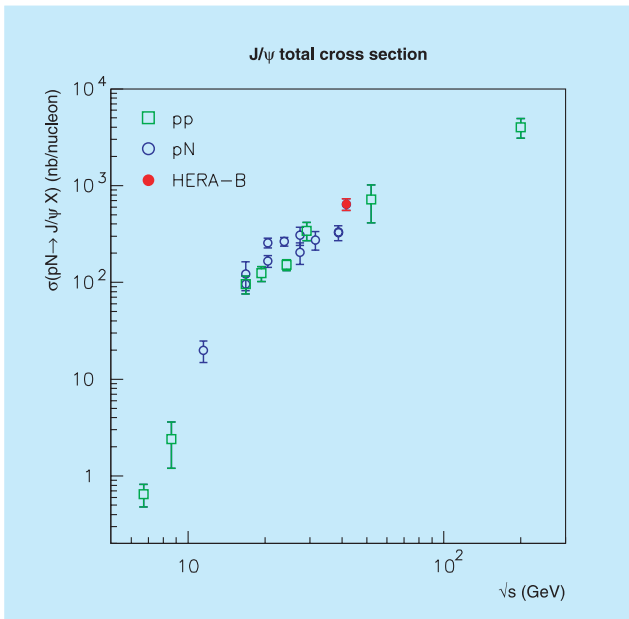


Abbildung 46: Zusammenstellung von Messungen des totalen Wirkungsquerschnitts für J/ψ -Produktion als Funktion der Schwerpunktsenergie.

proton-induzierten Reaktionen ist ebenfalls ein Gebiet, in dem die vorhandenen Messergebnisse widersprüchlich sind. In Reaktionen, die durch die starke Kernkraft vermittelt werden, wird immer ein Quark mit seinem Antiquark gemeinsam erzeugt. Nach der Erzeugung können sich sowohl das b - als auch \bar{b} -Quark mit leichteren Quarks und Antiquarks zu Bottom-Hadronen vereinen, die offen die Beauty-Quantenzahl des b - oder \bar{b} -Quarks tragen („open beauty“). Das Quark-Antiquark-Paar kann aber auch direkt einen Zustand der Υ -Familie bilden, wobei sich die Beauty-Quantenzahlen nach außen aufheben („hidden beauty“). Außer der HERA-B-Messung gibt es nur zwei weitere Messungen des „open beauty“ Wirkungsquerschnitts in dem gleichen Energiebereich, die aber nicht miteinander konsistent sind.

Um mit HERA-B den „open beauty“ Wirkungsquerschnitt zu messen, wird nach Zerfällen von Bottom-Hadronen in J/ψ gesucht. Die J/ψ -Zerfälle in Leptonen lassen sich sehr effizient mit dem Zwei-Lepton-Trigger selektieren. Die Abtrennung der J/ψ 's, die aus Zerfällen von Bottom-Hadronen stammen, von den weitaus überwiegenden direkt produzierten J/ψ 's gelingt durch Nut-

zung der endlichen Lebensdauer der Bottom-Hadronen: im HERA-B Detektor fliegt ein Bottom-Hadron typischerweise etwa 1 cm bevor es in andere Teilchen zerfällt. Dieser von dem Targetdraht separierte Zerfallsvertex kann mit dem Vertexdetektor sehr genau vermessen werden. Die Wirkungsquerschnittsmessung besteht nun darin, die Anzahl der „detached“ J/ψ 's mit der Anzahl der „direkten“ J/ψ 's zu vergleichen. Da aus anderen Experimenten bekannt ist, mit welcher Wahrscheinlichkeit Bottom-Hadronen in J/ψ 's zerfallen, lässt sich das Verhältnis des Bottom- zum J/ψ -Wirkungsquerschnitt bestimmen. Eine solche Relativmessung bietet den Vorteil, dass die Unsicherheiten in der Bestimmung der Effizienz des Zwei-Lepton-Triggers erheblich reduziert werden.

Entsprechend wurde der Υ -Wirkungsquerschnitt relativ zum J/ψ -Wirkungsquerschnitt bestimmt. Die Analyse beider relativen Wirkungsquerschnitte ist abgeschlossen. Die endgültigen Zahlen werden veröffentlicht, sobald der endgültige Wert des absoluten J/ψ -Wirkungsquerschnittes vorliegt.

A-Abhängigkeit der J/ψ -Produktion

Naiv würde man erwarten, dass der Wirkungsquerschnitt für selten erzeugte Teilchen, wie das J/ψ , einfach von der Anzahl der Nucleonen abhängt, die das einfallende Proton „sieht“, wenn es den Kern durchquert. Dann würde der Wirkungsquerschnitt linear von der Massenzahl des Targetkerns abhängen:

$$\sigma_{pA} = \sigma_{pN} \cdot A.$$

Dabei ist σ_{pA} der Wirkungsquerschnitt für J/ψ -Produktion in einer Kollision eines Protons mit einem Kern der Massenzahl A und σ_{pN} ist der gleiche Wirkungsquerschnitt für die Kollision eines Protons mit einem einzelnen Nukleon (Proton oder Neutron). Experimentell ergibt sich allerdings, dass die obige Gleichung modifiziert werden muss, um die Beobachtungen zu beschreiben:

$$\sigma_{pA} = \sigma_{pN} \cdot A^\alpha,$$

wobei der neu eingeführte Parameter α zu etwas weniger als 1 gemessen wird (im Mittel etwa 0.96) und vom

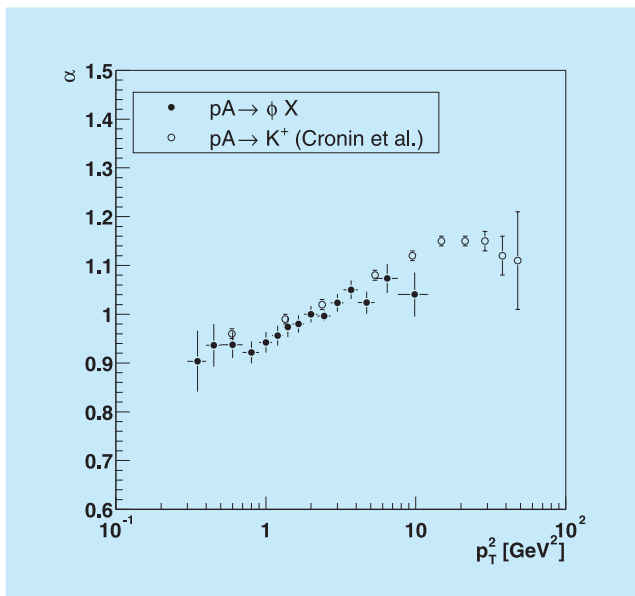


Abbildung 47: Die Abhängigkeit der „nuklearen Unterdrückung“ α (siehe Text) vom dem Impuls des J/ψ transversal zur Strahlrichtung.

Impuls des erzeugten J/ψ abhängt. Es gibt verschiedenen Spekulationen über den Grund für diese „ J/ψ -Unterdrückung“: mögliche Modifikationen der Partonimpulse der Nukleonen, wenn sie in einem Kern eingebettet sind, Modifikationen der Impulse der Partonen im Anfangszustand des Protons als Folge von Kollisionen in dem Kern vor der Erzeugung des J/ψ („re-scattering“), Aufbrechen des J/ψ in Kollisionen mit den anderen Nukleonen oder mit anderen in der Reaktion erzeugten Teilchen nach der J/ψ -Produktion und Quanteninterferenz-Effekte im Erzeugungsprozess. In Abbildung 47 ist ein vorläufiges Resultat von HERA-B für die Messung von α als Funktion des J/ψ -Impulses transversal zu der Strahlrichtung (p_T) im Vergleich zu einer Messung des Fermilab-Experimentes E866 gezeigt.

Die beiden Messungen stimmen gut überein. Die beobachtete Abhängigkeit vom Transversalimpuls lässt sich am ehesten mit dem oben erwähnten „re-scattering“-Mechanismus erklären. Wenn die Analysen abgeschlossen sind, wird HERA-B die Messungen von E866 in den theoretisch interessanten Bereich kleiner J/ψ -Longitudinalimpulse (parallel zur Strahlrichtung) erweitern.

Produktion von ψ' -Mesonen

Die theoretischen Modelle für die Produktion von Charmonium-Zuständen in hadronischen Reaktionen unterscheiden sich in den Vorhersagen der relativen Produktionsraten der verschiedenen Charmonium-Zustände wie η_c , J/ψ , ψ' , χ_c . Die Messung dieser verschiedenen Produktionsraten ist also wichtig, um die Modelle zu überprüfen und eventuell weiterzuentwickeln. Außerdem sind diese Messungen notwendig zum Verständnis der J/ψ -Raten, weil die beobachteten J/ψ 's zum Teil aus Zerfällen von anderen Charmonium-Zuständen stammen.

Nachdem HERA-B im letzten Jahresbericht bereits über die χ_c -Analyse berichtet hat, soll hier die Analyse der ψ' -Produktion dargestellt werden. Die ψ' -Produktion in proton-induzierten Reaktionen ist in einen weiten Energiebereich von Experimenten am Fermilab und CERN gemessen worden. Allerdings erlauben die experimentellen Daten auch in diesem Fall noch keine Beantwortung der angesprochenen Fragen. Gründe dafür sind geringe Statistik oder zu geringe Massenauflösung, um die Zustände trennen zu können. Das von HERA-B gemessene Massenspektrum von Myonpaaren in Abbildung 48 mit den prominenten Überhöhungen bei den J/ψ - und ψ' -Massen enthält etwa 150 000 J/ψ und 3000 ψ' . Daraus hat HERA-B das Produktionsverhältnis von ψ' zu J/ψ (jeweils für den Zerfall

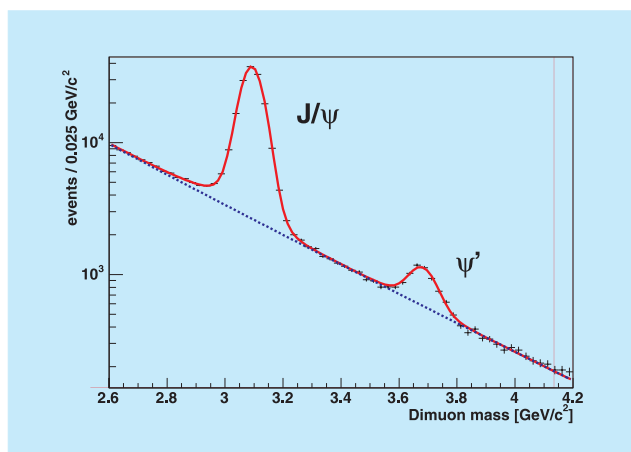


Abbildung 48: Massenspektrum von $\mu^+\mu^-$ -Paaren gemessen in Proton-Kern-Reaktionen mit den Signalen für J/ψ - und ψ' -Erzeugung.

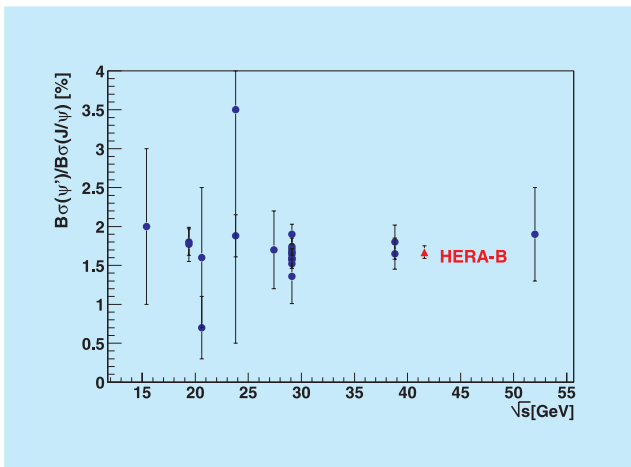


Abbildung 49: Messungen des Produktionsverhältnisses von ψ' zu J/ψ als Funktion der Energie. Die HERA-B-Messung hat den kleinsten statistischen Fehler. Die Messungen sind verträglich mit einer Energieunabhängigkeit.

in Myonpaare) bestimmt. In Abbildung 49 wird diese Messung mit denen anderer Experimente bei anderen Energien verglichen. Offensichtlich trägt HERA-B mit dem kleinen Fehler, der durch Hinzunahme des e^+e^- -Zerfallskanals noch verringert werden kann, wesentlich zur Verbesserung der experimentellen Situation bei.

A-Abhängigkeit der $\phi(1020)$ -Produktion

HERA-B hat erstmals die A-Abhängigkeit der $\phi(1020)$ -Produktion in Proton-Kern Reaktionen bestimmt. Wie das J/ψ ist das ϕ -Meson ein gebundener Zustand eines Quarks mit seinem eigenen Antiquark; in diesem Fall ist es ein Quark-Paar mit Strangeness und Anti-Strangeness. Auch hier wird die A-Abhängigkeit mit einem Potenzgesetz $\sim A^\alpha$ parametrisiert. Die Abhän-

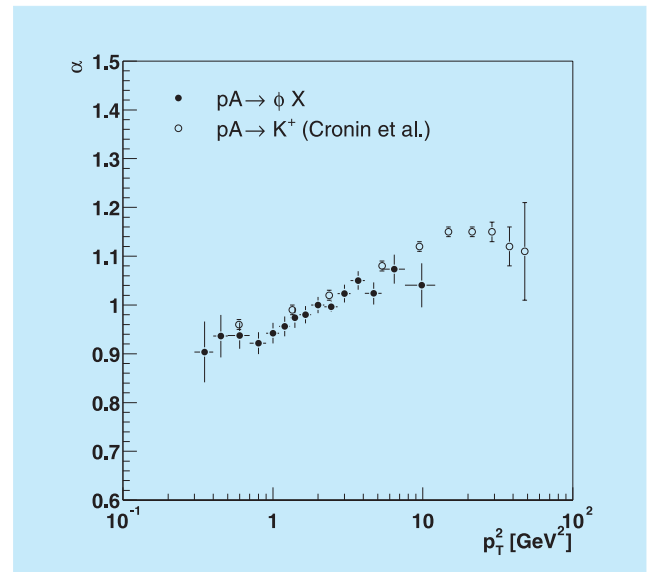


Abbildung 50: Die Abhängigkeit der „nuklearen Unterdrückung“ α (siehe Text) vom dem Impuls des $\phi(1020)$ transversal zur Strahlrichtung. Zum Vergleich wird eine Messung von α für die Produktion von K^+ -Mesonen gezeigt.

gigkeit des Exponenten α vom Transversalimpuls des ϕ -Mesons ist in Abbildung 50 gezeigt. Die Abbildung enthält auch einen Vergleich mit einer entsprechenden Fermilab-Messung für K^+ -Mesonen. Beide Messungen stimmen untereinander und auch mit den J/ψ -Daten überein, was dem „re-scattering“ Mechanismus, der im vorigen Abschnitt als primäre Erklärung für den Anstieg mit dem Transversalimpuls herangezogen wurde, zusätzliche Glaubwürdigkeit verleiht.

Die Veröffentlichung dieses Ergebnisses, zusammen mit der ebenfalls bestimmten A-Abhängigkeit des $K^*(892)$ -Zustandes und den differentiellen Wirkungsquerschnitten der Produktion der Vektormesonen $\phi(1020)$ und $K^*(892)$, ist in Vorbereitung.

Theoretische Physik

Sprecher: F. Schrempp

Das wissenschaftliche Programm der DESY-Theoriegruppe und des II. Instituts für Theoretische Physik hatte folgende Schwerpunkte:

- HERA-Physik und QCD;
- Gittereichtheorie;
- B-Physik;
- Collider-Physik;
- Neutrino-Physik und Kosmologie;
- Vereinheitlichte Theorien;
- Stringtheorie;
- Mathematische Physik.

HERA-Physik und QCD

Small-x Physik

Die Messungen der tiefinelastischen Elektron-Proton-Streuung bei HERA haben intensive Untersuchungen der Physik kleiner Bjorken- x angeregt. Im letzten Jahr sind vor allem zwei Forschungsrichtungen verfolgt worden: ein genaueres Verständnis der BFKL-Dynamik sowie theoretische und numerische Untersuchungen von nichtlinearen Korrekturen zu den Evolutionsgleichungen der QCD (BFKL bzw. DGLAP).

Zum konsistenten Test der BFKL-Dynamik in der nächstführenden Ordnung (NLO) fehlen zur Zeit noch die NLO-Korrekturen zu den Impaktfaktoren, welche die Ankopplung der BFKL-Green-Funktion an äußere Teilchen beschreiben (die NLO-Korrekturen zur Green-Funktion sind seit einigen Jahren bekannt). Für den Photon-Impaktfaktor, der sowohl in der tiefinelastischen Streuung bei HERA als auch an einem e^+e^- -Linear Collider eine zentrale Rolle spielt, wurden die

analytischen Rechnungen soweit zu Ende geführt, dass nun numerische Rechnungen in Angriff genommen werden können. Erste numerische Resultate zu den reellen Korrekturen sind in [DESY 04-116] veröffentlicht. Für praktische Anwendungen ist die Entwicklung von effektiven numerischen Integrationsprogrammen von hoher Bedeutung. Erste Resultate mit einem solchen Computer-Algorithmus wurden in [hep-ph/0408008] vorgestellt. Zu den möglichen praktischen Anwendungen zählen auch Prozesse an Hadron Collidern, z. B. die W-Produktion [hep-ph/0409206, hep-ph/0409337]. Im Hinblick auf einen möglichen Zusammenhang der BFKL-Dynamik mit Stringtheorien ist die Erweiterung von der QCD auf supersymmetrische Eichtheorien von Interesse. In [DESY 04-085] wird die Erweiterung der BFKL-Green-Funktion auf $N = 4$ supersymmetrische Theorien beschrieben.

Die Balitsky-Kovchegov- (BK) Gleichung liefert einen attraktiven theoretischen Rahmen für die Untersuchung nichtlinearer Effekte bei hohen Gluondichten, die zum Phänomen der Saturation führen. Diese Gleichung wird vorwiegend im Farbdipol-Bild hergeleitet und diskutiert; der Vorteil dieser Beschreibungsweise liegt vor allem in seiner physikalischen Anschaulichkeit. Zum Verständnis physikalischer Endzustände und zur Berechnung von Wirkungsquerschnitten ist es notwendig, diese Gleichung auch im Impulsraum zu analysieren: in [DESY 04-067] wird eine Herleitung der Gleichung im Impulsraum beschrieben. Hierbei spielen die Symmetrieeigenschaften der BFKL-Näherung eine zentrale Rolle. Der Impulsraum-Zugang erlaubt es auch, Korrekturen zum Integralkern der BK-Gleichung zu berechnen. Von besonderem Interesse ist der Zusammenhang der BK-Gleichung mit diffraktiven Endzuständen. In [DESY 04-252] wurde gezeigt, dass die BK-Gleichung nur einen Teil des elastischen diffraktiven Endzustands enthält. Bisher stützen sich die Untersuchungen von Lösungen der nichtlinearen BK-Gleichung vor allem auf numerische Untersuchungen

gen; insbesondere wurde auf diese Weise die Existenz von Soliton-Lösungen gezeigt. Als erster Schritt auf dem Wege zu analytischen Lösungen wurde in [DESY 04-104] die BK-Gleichung in $2 + 1$ Dimensionen untersucht. Dabei wurde gezeigt, dass die Gleichung zur Klasse der Painlevé-Gleichungen gehört. Eine numerische Abschätzung höherer Korrekturen zur BK-Gleichung wird in [DESY 04-153] durch die Einführung eines Rapidity-Vetos berechnet.

Die Beschreibung der HERA-Daten für Elektron-Proton-Streuung bei kleiner Photonvirtualität Q^2 führt im Standardformalismus der tiefinelastischen Streuung zu Problemen. Insbesondere liefern Fits an die Daten eine unphysikalische, negative Gluondichte bei kleinen Q^2 . Ausgehend von der Überlegung, dass Photonen mit kleinem Q^2 einzelne Partonen im Proton nicht auflösen können, wurde in [hep-ph/0402248] eine phänomenologische Beschreibung im Rahmen der verallgemeinerten Vektormeson-Dominanz vorgeschlagen. Mit nur wenigen Parametern wurde gute Übereinstimmung mit den gemessenen Strukturformfaktoren bei kleinem Q^2 erreicht. Eine Kombination dieses Zugangs mit dem Formalismus der Partondichten erlaubt eine gute Beschreibung der Daten im gesamten Bereich von Q^2 und Bjorken- x .

Instantonen und Saturation

Als klassische, nichtperturbative und explizit bekannte Fluktuationen des Gluon-Feldes $\propto 1/\sqrt{\alpha_s}$ stellen *Instantonen* einen interessanten alternativen Zugang zum Saturationphänomen dar. Im kinematischen Bereich der Saturation ist die mögliche Relevanz solcher nichtperturbativen Feldkonfigurationen der QCD wohl motiviert. Ihre Untersuchung wurde daher intensiv weiterverfolgt [hep-ph/0401137, DESY 04-124]. Wichtigstes Ergebnis dieses Zugangs ist, dass Instantonen als klassische Hintergrundfelder tatsächlich Anlass zur Gluonsaturation geben. Als charakteristische Saturationsskala ergibt sich die von Gittersimulationen bekannte mittlere Instantongröße $\langle \rho \rangle \approx 0.5$ fm. Besonders interessant erscheint schließlich die Identifikation des „Farbglas-Kondensats“ mit dem QCD-Sphaleron [DESY 04-124], einem wohlbekannten, kohärenten Multi-Gluon-Zustand auf dem Gipfel der Potentialbarriere, die im Instantonbild benachbarte, topologisch nicht äquivalente Vakua trennt.

Diffraktion

Ein neuer Zugang zur Dynamik der diffraktiven tiefinelastischen Streuung wurde in [hep-ph/0409119] vorgestellt. Die Vielfachstreuung des vom Photon ausgelösten Quarks im Proton wird im Grenzfall großer Q^2 durch Wilson-Linien beschrieben, welche in der feldtheoretischen Definition der Partondichten auftreten. Durch diese Vielfachstreuung wird eine effektive Neutralisation von Farbladungen ermöglicht, die ein (für diffraktive Prozesse charakteristisches) intaktes schnelles Proton im Endzustand erlaubt. Diese Überlegungen liefern eine theoretische Motivation für das phänomenologische Modell der „Soft Color Interactions“, welches durch eine Rekombination der Farbladungen sowohl diffraktive als auch nichtdiffraktive Endzustände gut beschreibt.

Für diffraktive Prozesse in der tiefinelastischen Streuung existieren Faktorisierungstheoreme, die deren Beschreibung mit Hilfe von „diffraktiven Partondichten“ erlauben. Die theoretische Analyse sagt eine Brechung dieser Faktorisierung in der Photoproduktion vorher. Die Stärke dieser Brechung ist auch mit Blick auf Anwendungen in Proton-Proton-Stößen am LHC von Bedeutung. In [DESY 04-011] wurde die diffraktive Photoproduktion von hadronischen Di-Jets zur nächstführenden Ordnung in α_s berechnet. Ein Vergleich mit vorläufigen Daten der H1-Kollaboration zeigt eine deutliche Brechung der Faktorisierung um etwa einen Faktor 3 im Wirkungsquerschnitt. In [hep-ph/0410105] wurde diese Analyse auf den Fall endlicher kleiner Q^2 ausgeweitet.

Verallgemeinerte Partondichten

Verallgemeinerte Partondichten beschreiben grundlegende Aspekte der Struktur des Protons auf der Ebene von Quarks und Gluonen. Die Messung dieser Größen in exklusiven Streuprozessen wird aktiv von den HERA-Experimenten verfolgt. Der Buchbeitrag [Burkert und Diehl, 2004] gibt eine Übersicht über die relevanten theoretischen und experimentellen Ergebnisse. Summenregeln verknüpfen verallgemeinerte Partondichten mit den elektromagnetischen Formfaktoren, die in elastischer Lepton-Nukleon-Streuung sehr gut gemessen sind. In [DESY 04-146] wurde eine Parametrisierung der verallgemeinerten Dichten entwickelt und

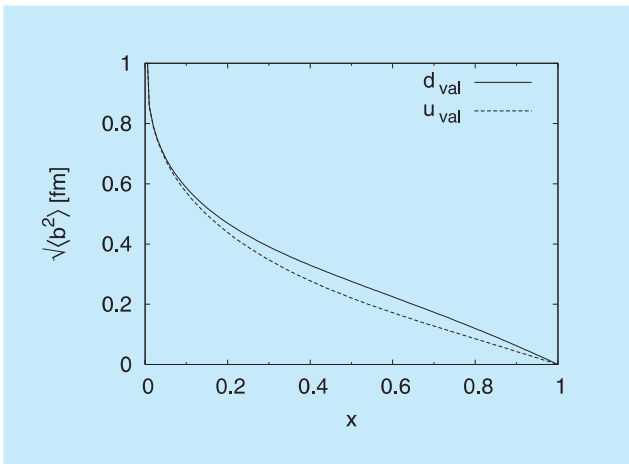


Abbildung 51: Mittlerer Radius $\sqrt{\langle b^2 \rangle}$ der transversalen räumlichen Verteilung eines Valenzquarks in Abhängigkeit vom Impulsbruchteil x des Quarks im schnell bewegten Proton.

an die experimentell gemessenen Formfaktoren angepasst. Ergebnisse dieser Studie stimmen qualitativ mit ersten Berechnungen in der Gittereichtheorie überein. Insbesondere wird die räumliche Verteilung von Valenzquarks in der Ebene senkrecht zum Impuls eines schnell bewegten Protons mit zunehmendem Impuls des Quarks (Abb. 51) deutlich kompakter. Weiterhin wurde der Beitrag des Bahndrehimpulses von Valenzquarks zum Gesamtspin des Protons abgeschätzt: die Beiträge von u - und d -Quarks sind für sich genommen groß, kompensieren sich jedoch weitgehend in ihrer Summe.

Fragmentation

In der QCD wird die inklusive Erzeugung von Hadronen mit Hilfe von Fragmentierungsfunktionen beschrieben. Das Faktorisierungstheorem der QCD sagt für diese Objekte zwei wichtige Eigenschaften vorher, die experimentell überprüft werden können, nämlich Universalität und wohldefiniertes Skalenverhalten. Im Bereich kleiner Impulsüberträge z vom Mutterparton an das Hadron überwiegt die Fragmentierung des Gluons, und die Skalenabhängigkeit weicht in charakteristischer Weise von der wohlbekannten DGLAP-Evolution ab. Dort findet die modifizierte Näherung durch führende Logarith-

men (MLLA) Anwendung. Im Rahmen dieses Formalismus wurden die Gluon-Fragmentierungsfunktion für leichte Hadronen (π^\pm , K^\pm und p/\bar{p}) und der asymptotische Skalenparameter Λ_{QCD} durch einen globalen Fit an Daten der e^+e^- -Annihilation bei kleinen z -Werten und verschiedenen Energien bestimmt. Hierbei wurde eine vorzügliche Beschreibung der Daten über den wohlbekannten Gaußschen Höcker (*hump-backed plateau*) hinweg erzielt [DESY 04-039]. Ferner wurde gezeigt, dass die höheren Momente der MLLA-Evolution als unvollständige Terme höherer Ordnung betrachtet werden müssen, und dass die Beschreibung der Daten verbessert wird, wenn diese Terme weggelassen werden [DESY 04-142].

Die inklusive Produktion leichter Hadronen in der tiefinelastischen Lepton-Nukleon-Streuung wurde zur nächstführenden Ordnung (NLO) in der starken Kopplungskonstanten α_s unter Verwendung der Fragmentierungsfunktionen aus [DESY 00-086] behandelt [DESY 04-224]. Die gefundenen NLO-Korrekturen sind in gewissen Phasenraumbereichen, insbesondere bei kleinen Werten von Bjorken- x , von beträchtlicher Größe und führen zu einer guten Übereinstimmung mit den von der H1- bzw. ZEUS-Kollaboration bei HERA gemessenen Verteilungen der Wirkungsquerschnitte für neutrale Pionen und geladene Hadronen.

Die inklusive Photoproduktion von D^* -Mesonen zusammen mit hadronischen Jets wurde in der Näherung masseloser Quarks unter Verwendung der Fragmentierungsfunktionen aus [DESY 97-241] zu NLO berechnet [DESY 04-181]. Die gute Übereinstimmung mit jüngsten ZEUS-Daten stellt einen wertvollen Test für die Universalität der Fragmentierungsfunktionen dar. Weiterhin konnte die Gegenwart sogenannter intrinsischer Charm-Quarks im aufgelösten Photon nachgewiesen werden.

Die inklusive Hadroproduktion schwerer Hadronen (D , B) im Übergangsbereich zwischen kleinen ($p_T \lesssim m_h$) und großen ($p_T \gg m_h$) Transversalimpulsen wurde in NLO im Rahmen eines theoretischen Formalismus behandelt, der einerseits Massenkorrekturen vollständig berücksichtigt und andererseits die Universalität und Skalenverletzung der Fragmentierungsfunktionen gewährleistet. Theoretische Vorhersagen für die inklusive D^* -Erzeugung in Proton-Antiproton-Stößen am Tevatron stimmen innerhalb der Fehler mit Daten der CDF-Kollaboration überein [DESY 04-172]. Vor-

läufige Daten zur inklusiven D^* -Photoproduktion bei ZEUS werden ebenfalls in diesem Formalismus relativ gut beschrieben [DESY 04-196].

Nichtrelativistische QCD

Die Faktorisierungshypothese der nichtrelativistischen QCD (NRQCD) sagt die Existenz sogenannter Farboktettprozesse vorher, d. h. schwere Quarkonia können auch aus Quark-Antiquark-Paaren entstehen, wenn deren Farbladungen nicht neutralisiert sind. Da die Überprüfung dieser Theorie in niederster Ordnung durch beträchtliche Skalenunsicherheiten erschwert wird, ist ihre Behandlung in nächstführender Ordnung in α_s bzw. der Relativgeschwindigkeit v der gebundenen Quarks nötig. Als ein erster Schritt in diese Richtung wurde die Erzeugung von prompten J/ψ -Mesonen zusammen mit hadronischen Jets [DESY 04-080] bzw. prompten Photonen [DESY 04-149] durch direkte Photoproduktion in Zwei-Photon-Stößen an einem e^+e^- -Collider betrachtet. Dabei wurden signifikante NLO-Korrekturfaktoren gefunden. Diese Untersuchungen sind auch in konzeptioneller Hinsicht lehrreich, da verschiedene Typen von Singularitäten zusammenwirken und die Mischung der beitragenden NRQCD-Operatoren unter Renormierung berücksichtigt werden muss.

Das Potential zwischen einem statischen Quark und seinem Antiquark wurde in der Zweischleifenordnung für den Fall berechnet, dass sich das gebundene System im Farboktettzustand befindet. Während das Ergebnis zu einer Schleife mit demjenigen für den Farbsingulettzustand übereinstimmt, tritt in der Zweischleifenordnung erstmals eine Abweichung auf. Dieses Ergebnis wird in der NRQCD zur Behandlung ultraweicher Gluonen in höheren Ordnungen der Störungstheorie benötigt. Ferner wird es für die Untersuchung der Gluino-Antigluino-Paarerzeugung in der Schwellenregion gebraucht und bestimmt die Eigenschaften von „Glueballinos“, den supersymmetrischen Partnern der Gluebälle [DESY 04-232].

QCD und elektroschwache Physik

Theorien zur Vereinheitlichung der fundamentalen Wechselwirkungen (GUT) sagen vorher, dass gewisse

Klassen laufender Kopplungen sich an der GUT-Energieskala treffen. Um diese laufenden Kopplungen an der elektroschwachen Energieskala durch die experimentell ermittelten Werte der Kopplungen und Massen auszudrücken, werden sogenannte Schwellenrelationen benötigt. Für die laufenden Yukawakopplungen der ersten fünf Quark-Flavors wurden diese Schwellenrelationen in der dominanten Zweischleifenordnung $\mathcal{O}(\alpha_{em}\alpha_s)$ berechnet [DESY 04-108].

Die NuTeV-Kollaboration hat den elektroschwachen Mischungsparameter $\sin^2 \theta_W$ in der Streuung von Neutrinos oder Antineutrinos am Nukleon bestimmt. Das Ergebnis ist als Hinweis auf neue Physik jenseits des Standardmodells interpretiert worden. Die Extraktion von $\sin^2 \theta_W$ hängt jedoch von einer möglichen Asymmetrie in der Verteilung von s -Quarks und Antiquarks im Nukleon ab, welche in einem phänomenologisch erfolgreichen Modell für Partonverteilungen abgeschätzt wurde. Das Ergebnis dieser Abschätzung reduziert die Abweichung des NuTeV-Resultats vom Standardmodell auf etwa zwei Standardabweichungen, so dass die Messung keinen signifikanten Nachweis für neue Physik liefert [hep-ph/0407364].

Gittereichtheorie

Die Aktivitäten im Bereich Gittereichtheorie konzentrierten sich einerseits auf Simulationen der QCD mit dynamischen Quarks, andererseits auf Rechnungen mit exakter chiraler Symmetrie, die wegen des hohen numerischen Aufwands bislang noch in der *quenched* Approximation durchgeführt werden müssen.

Ziel dieser Rechnungen ist die Bestimmung von effektiven Kopplungskonstanten („Gasser-Leutwyler-Konstanten“) der chiralen Störungstheorie aus Simulationsdaten. Langfristig erhofft man sich dadurch Aufschluss über phänomenologische Fragen wie die Möglichkeit eines masselosen Up-Quarks oder der Erklärung der $\Delta I = 1/2$ -Regel.

Gitter-QCD mit leichten Quarks

Die $qq + q$ -Kollaboration hat die numerischen Simulationen der QCD mit zwei leichten, dynamischen Quarks

fortgesetzt. Mit Hilfe der Untersuchung der Quarkmassenabhängigkeit der Pion-Masse und der Pion-Zerfallskonstanten wurden die ersten Abschätzungen bestimmter Kombinationen von Gasser-Leutwyler-Koeffizienten veröffentlicht [DESY 04-046, 04-158].

Um die Extrapolation zum Kontinuumslimit zu erleichtern, wurden die numerischen Simulationen mit leichten Quarks – in einer erweiterten Kollaboration mit der NIC-Forschungsgruppe am DESY in Zeuthen – in der sogenannten „Twisted-Mass-Formulierung“ der QCD fortgesetzt [DESY 04-098, DESY 04-162, DESY 04-188]. Dabei wurde in erster Linie die Phasenstruktur um die Singularität bei verschwindender Quarkmasse untersucht. Es wurde gezeigt, dass bei verschwindender Quarkmasse ein Phasenübergang erster Ordnung existiert, dessen Stärke von der Wahl der Eichwirkung abhängt.

QCD im ϵ -Regime

Als ϵ -Regime der QCD bezeichnet man den kinematischen Bereich, der durch ein endliches Volumen bei beliebig kleinen Quarkmassen definiert ist. Die chirale Störungstheorie lässt sich auch auf diese Situation

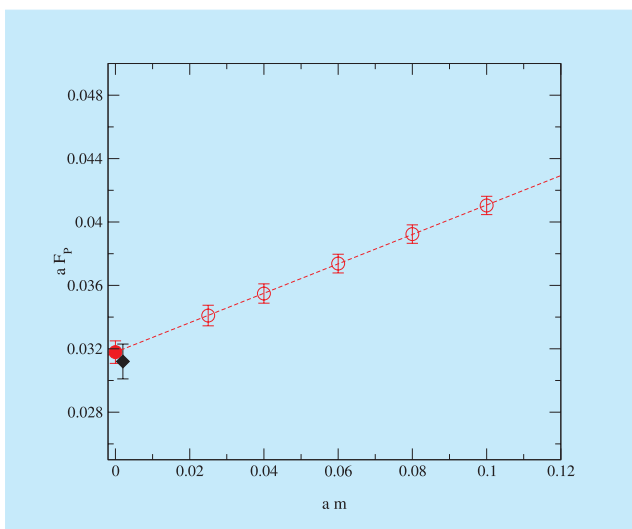


Abbildung 52: Berechnung der Pion-Zerfallskonstanten im ϵ -Regime (schwarze Raute), sowie durch chirale Extrapolation der Daten im p -Regime (rote Punkte und Linie).

anwenden, wobei die chirale Entwicklung durch dieselben Gasser-Leutwyler-Koeffizienten parametrisiert wird wie die Theorie im physikalisch großen Volumen (p -Regime). Durch Vergleich mit Gitterdaten der QCD im ϵ -Regime können diese Koeffizienten mit *finite-size scaling* Verfahren bestimmt werden.

In einer ersten Rechnung [DESY 04-009] konnte die Parametrisierung beider kinematischer Bereiche durch einen konsistenten Satz von effektiven Kopplungskonstanten explizit verifiziert werden. Hierzu wurde die Pion-Zerfallskonstante in zwei voneinander unabhängigen Simulationen im ϵ - und p -Regime bestimmt (Abb. 52). Eine technische Schwierigkeit der Simulation im ϵ -Regime bestand in der extremen statistischen Fluktuation der relevanten Korrelationsfunktionen. Unsere Gruppe hat eine Methode entwickelt, die die Beiträge der niedrigen Eigenmoden des Gitter-Dirac-Operators zu Korrelationsfunktionen exakt berücksichtigt. Durch dieses sogenannte *low-mode averaging* konnte das statistische Signal entscheidend verbessert werden.

$K \rightarrow \pi\pi$ und die $\Delta I = 1/2$ Regel

In einer weiteren Publikation [DESY 04-081] wurde eine Strategie vorgestellt, die es ermöglichen soll, die Ursachen der bekannten $\Delta I = 1/2$ -Regel im Zerfall $K \rightarrow \pi\pi$ zu untersuchen. Im Zentrum des Interesses steht die Frage nach der Rolle des Charm-Quarks, und ob seine relativ große Masse den Zerfall in den $\pi\pi$ -Endzustand mit Isospin 0 begünstigt. Insbesondere versucht man die Effekte des Charm-Quarks von den übrigen QCD-Effekten zu isolieren. Dies soll durch den Vergleich der Resultate für den Fall eines unphysikalisch leichten Charm-Quarks ($m_c = m_u$) mit der physikalischen Situation erreicht werden. Die Zerfallsamplituden für $K \rightarrow \pi\pi$ lassen sich durch effektive Kopplungskonstanten der chiralen Störungstheorie ausdrücken, und das Ziel der Gitterrechnung ist die Bestimmung dieser Kopplungsparameter, analog zum Fall der Pion-Zerfallskonstante. Ein zentraler Bestandteil unserer Strategie ist die Verwendung des ϵ -Regimes: durch das veränderte chirale Zählschema wird ein Vergleich von Gitterdaten mit den Ausdrücken der chiralen Störungstheorie zur nächstführenden Ordnung ermöglicht. Im p -Regime ist das entsprechende *matching* zu dieser Ordnung i. a. nicht durchführbar. Die Verwendung

von Gitter-Fermionen mit exakter Symmetrie ist ein weiterer großer Vorteil bei der Berechnung der nötigen Operatormatrixelemente, da keine Mischung mit Operatoren verschiedener Chiralität auftritt, und die schwierige nichtperturbative Subtraktion von Operatoren niedriger Dimensionen völlig vermieden werden kann.

Die Simulationen im ϵ -Regime sind allerdings technisch sehr aufwendig und kostspielig. Insbesondere sind die statistischen Fluktuationen in den betrachteten 3-Punkt-Korrelationsfunktionen so groß, dass *low-mode averaging* nur mit einer hohen Zahl berechneter Eigenmoden eine befriedigende Wirkung zeigt [DESY 04-171]. Konkrete Resultate werden in nächster Zeit erwartet.

B-Physik

Theoretische Untersuchungen der Physik schwerer Quarks sind ein wesentlicher Bestandteil der seit einigen Jahren in der DESY-Theoriegruppe und am II. Institut für Theoretische Physik durchgeführten Arbeiten. Die B-Fabriken am KEK (Japan) und PEP (USA) sowie die Experimente CDF und D0 am Fermilab (USA) liefern die wichtigsten experimentellen Ergebnisse, die für die Präzisionsphysik der B-Mesonen von zentraler Bedeutung sind. Mit besonderer Aufmerksamkeit wurden die Daten für die seltenen B-Zerfälle und die CP-Asymmetrie in B-Meson-Übergängen verfolgt.

Der Zerfall $B \rightarrow X_s \gamma$ spielt als Präzisionstest der Flavorübergänge im Standardmodell und in supersymmetrischen Theorien eine wichtige Rolle. Um die Abschätzungen im Standardmodell zu untermauern, ist die Next-to-next-to-leading-Ordnung (NLL) der QCD-Strahlungskorrekturen für die Zerfallsrate $\Gamma(B \rightarrow X_s \gamma)$ erforderlich. Ein wesentlicher Teil dieser Strahlungskorrekturen (3-loop-Matching) wurde berechnet [DESY 04-001]. Der Zerfall $B \rightarrow X_d \gamma$ liefert wichtige Information über das Element V_{td} der Cabibbo-Kobayashi-Maskawa-Matrix (CKM). Der inklusive Zerfall ist aber bis jetzt wegen des Kontinuum-Hintergrunds experimentell nicht zugänglich. Die exklusiven Zerfälle $B \rightarrow (\rho, \omega) \gamma$ stellen eine Alternative dar und sind in NL-Ordnung theoretisch berechnet worden [DESY 04-065]. Die Übergänge $B \rightarrow (\rho, \omega) \gamma$

sind zwar noch nicht gemessen worden, aber die vorhandenen oberen Schranken sind für die CKM-Phänomenologie schon interessant und liefern komplementäre Information über das CKM-Unitaritätsdreieck.

Die Experimente BABAR und BELLE haben Messungen der zeitabhängigen CP-Asymmetrie in den Zerfällen $B^0 \rightarrow \pi^+ \pi^-$ und $\bar{B}^0 \rightarrow \pi^+ \pi^-$ sowie die erste statistisch signifikante Messung der sogenannten direkten CP-Verletzung in den Zerfällen $B^0 \rightarrow K^+ \pi^-$ und $\bar{B}^0 \rightarrow K^- \pi^+$ veröffentlicht. Diese Messungen liefern wichtige Hinweise auf die Winkel des Unitaritätsdreiecks sowie auf mögliche Physik jenseits des Standardmodells und sind für die Entschlüsselung der Flavordynamik der B-Mesonen sehr hilfreich. Sie wurden, zusammen mit anderen Messungen der CP-Asymmetrien und der CKM-Matrix, phänomenologisch untersucht [DESY 04-036]. Die erlaubten Werte (berechnet mit 68% C.L.), $81^\circ \leq \alpha \leq 103^\circ$, $21.9^\circ \leq \beta \leq 25.5^\circ$ und $54^\circ \leq \gamma \leq 75^\circ$, sind mit deren indirekten Abschätzungen innerhalb des Standardmodells in sehr guter Übereinstimmung.

Weitherhin wurden die Eigenschaften des Systems schwerer Quarks $\bar{b}c$ theoretisch untersucht. Die Hyperfeinaufspaltung im System $\bar{b}c$ in der NL-Ordnung wurde mit Hilfe der nichtrelativistischen Renormierungsgruppe berechnet. Das Ergebnis $M(B_c^*) - M(B_c) = 65 \pm 24(\text{th})_{-16}^{+19}(\delta\alpha_s)$ MeV [DESY 04-042] ist experimentell noch nicht überprüft worden. Der Wirkungsquerschnitt $\sigma(p\bar{p} \rightarrow B_c^* X)$ wurde mit Hilfe der sogenannten k_\perp -Faktorisierungsmethode berechnet und ist in guter Übereinstimmung mit den experimentellen Messungen am Tevatron [DESY 04-220]. Eine Zusammenfassung der theoretischen Aspekte der Physik schwerer Quarks in zahlreichen Zerfällen von B-Mesonen wurde zusammen mit den experimentellen Ergebnissen veröffentlicht und führt zum Schluss, dass das Standardmodell alle Flavorübergänge gut beschreibt [DESY 04-236].

Collider-Physik

Der Protonen Collider LHC und der e^+e^- -Linear Collider ILC sind die entscheidenden experimentellen Instrumente, um in naher Zukunft die grundlegenden Aspekte der Physik bei hohen Energien im TeV-Bereich

verstehen zu können. Sie werden es erlauben, ein klares Bild der Massenerzeugung im Higgs-Mechanismus des Standardmodells oder der in jüngster Zeit entwickelten Alternativen, wie etwa Little-Higgs-Modellen, zu entwerfen.

Von physikalisch großer Attraktivität ist die supersymmetrische Erweiterung des Standardmodells, die stabile Verbindungen bis zur Planck-Skala aufzubauen gestattet, wo die Teilchenphysik mit der Gravitation vereinheitlicht wird. Um in diesen Bereich vordringen zu können, müssen Extrapolationen ausgeführt werden, welche ein genaues physikalisches Bild an der elektroschwachen Skala erfordern. Auf diese Weise lassen sich die fundamentale supersymmetrische Theorie und ihr Brechungsmechanismus rekonstruieren. Supergravitationstheorien sind, neben anders gearteten, kosmologisch motivierten Alternativen, hervorragende Kandidaten, die zu einem vereinheitlichten Bild führen. Ihre Eigenschaften können in Experimenten an den zukünftigen TeV-Collidern eindeutig und präzise erfasst werden.

Higgs-Physik

Higgs-Physik am LHC und ILC

Die Suche nach dem Higgs-Boson H , dem fehlenden Glied im Standardmodell der Elementarteilchen, stützt sich am LHC im Massenbereich unterhalb von etwa 140 GeV vor allem auf das photonische Zerfallssignal, so dass eine möglichst genaue theoretische Vorhersage des entsprechenden Verzweigungsverhältnisses benötigt wird. Der Zerfall $H \rightarrow \gamma\gamma$ vollzieht sich in niederster Ordnung der Störungsrechnung durch Feynman-Diagramme, in denen ein virtuelles W -Boson oder Top-Quark zirkuliert. Die führenden Korrekturen der starken Wechselwirkung (in $\mathcal{O}(\alpha_s)$) wurden vor mehr als einem Jahrzehnt von einer DESY-Gruppe berechnet. Kürzlich wurden die führenden elektroschwachen Korrekturen (in $\mathcal{O}(G_F m_t^2)$), die durch die große Top-Yukawakopplung hervorgerufen werden, mit Hilfe der Methode der asymptotischen Entwicklung ausgewertet. Kurioserweise stellt sich heraus, dass diese beiden Korrekturen sich näherungsweise gegenseitig aufheben [DESY 04-040].

Die Reaktion $pp \rightarrow t\bar{t} + \text{jet}$ am LHC ist ein wichtiger Untergrund für die Suche nach dem Higgs-Boson im

Massenbereich $m_H < 200$ GeV. Der wichtige Signalprozess ist hier die Vektorboson-Fusion mit anschließendem Zerfall $H \rightarrow WW$. Der Wirkungsquerschnitt für $t\bar{t} + \text{jet}$ -Produktion muss besser als auf 10% genau bekannt sein, um die theoretische Unsicherheit in der Bestimmung von $\sigma_H = \sigma_{\text{VBF}} \times B(H \rightarrow WW)$ zu beherrschen. Dies wird durch die Berechnung der QCD-Korrekturen erreicht; erste Ergebnisse dieses aufwendigen Projekts sind in [DESY 04-111] dargestellt.

Weiterhin werden die Experimente am LHC einen ersten Zugang zu den Kopplungen des Higgs-Bosons an die elektroschwachen Eichbosonen und Fermionen des Standardmodells bieten. Unter Zuhilfenahme von Modellannahmen können in einer globalen Analyse von Produktionskanälen und Zerfallsmoden für einige der Higgskopplungen Genauigkeiten im Bereich von 10% erreicht werden [DESY 04-089].

Als Folge der hohen Masse sollten mögliche Abweichungen vom Higgsmechanismus des Standardmodells bevorzugt im Top-Quark-Sektor beobachtet werden. Die Produktion von Top-Quark-Paaren ist daher auch ein interessanter Signalprozess für Präzisionsstudien. Im Rahmen der perturbativen QCD können genaue Vorhersagen über die Verteilungen der Zerfallsprodukte des Top-Quarks gemacht werden. Eine vollständige Beschreibung von hadronischer Top-Quark-Paarproduktion und -Zerfall bis zur Ordnung α_s^3 der QCD unter Berücksichtigung des Top-Quark-Spins wurde in [DESY 04-026] gegeben. Mit Hilfe dieser Ergebnisse kann die Produktions- und Zerfallsdynamik von Top-Quarks präzise getestet werden.

Die Faktorisierungshypothese der nichtrelativistischen QCD sagt die Existenz sogenannter Farboktettprozesse voraus, d. h. schwere Quarkonia können auch aus Quark-Antiquark-Paaren entstehen, wenn deren Farbladungen nicht neutralisiert sind. Im Rahmen dieser Theorie wurden Vorhersagen für die assoziierte Hadroproduktion von Bottomonia ($\eta_b(nS)$, $\Upsilon(nS)$, $h_b(nP)$ und $\chi_{bJ}(nP)$) mit den neutralen Higgs-Bosonen h^0 , H^0 und A^0 des minimalen supersymmetrischen Standardmodells bereitgestellt. Dieser Erzeugungskanal, der hier erstmals untersucht wurde, liefert für kleine Massenwerte und große Werte des Parameters $\tan\beta$, der das Verhältnis der Vakuumerwartungswerte der beiden Higgsdubletts misst, signifikante Wirkungsquerschnitte. Beispielsweise werden für die Signale

$\Upsilon(1S) + h^0/A^0 \rightarrow l^+l^- + b\bar{b}$ mit $m_{h^0/A^0} = 100$ GeV und $\tan\beta = 50$ am LHC etwa 3000 Ereignisse pro Jahr erwartet [DESY 04-23].

Little-Higgs-Modelle

Die Higgs-Masse im Standardmodell kann durch das Postulat einer erweiterten Symmetriestruktur erklärt werden, die mit neuen Vektorbosonen, Quarks und Skalaren im TeV-Bereich einhergeht und das Higgs-Boson als Goldstone-Boson erscheinen lässt. Viele der so konstruierten „Little-Higgs-Modelle“ sagen eine zusätzliche $U(1)'$ -Symmetrie voraus, die durch ein Z' -Vektorboson vermittelt wird.

Bei einer alternativen Realisierung der $U(1)'$ -Symmetrie würde statt des Z' ein leichtes Pseudo-Axion η im Spektrum erscheinen. An ein solches Teilchen bestehen gegenwärtig nur wenig Einschränkungen. Eine Entdeckung an zukünftigen Collidern ist aber möglich: Abhängig von den Details des Modells ist ein η -Boson am LHC über Gluon-Fusion und Zerfall in ein Photon-paar oder auch als Zerfallsprodukt der neuen schweren Quarks nachzuweisen. Am ILC kann es im e^+e^- -Modus über Abstrahlung von Top-Quarks beobachtbar sein. Im $\gamma\gamma$ -Modus würde es wiederum als Resonanz im $b\bar{b}$ -Endzustand erscheinen [DESY 04-137].

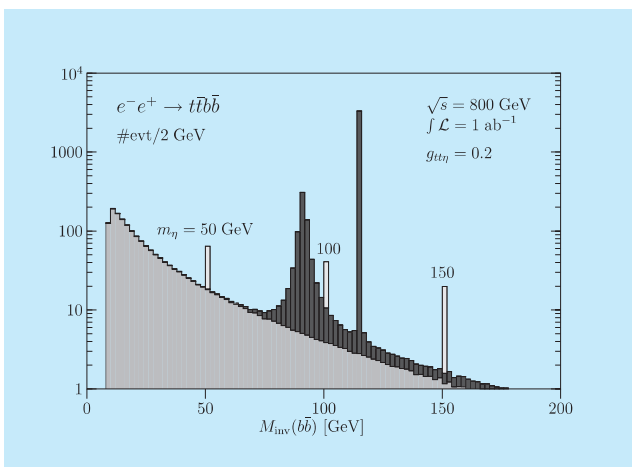


Abbildung 53: Mögliche Signale eines Pseudo-Axions η an einem e^+e^- -Linear Collider über dem elektroschwachen und dem QCD-Untergrund.

Supersymmetrie

Die Wurzeln des Standardmodells liegen mit hoher Wahrscheinlichkeit im Bereich der Planck-Skala, an der die Gravitation sich mit der Teilchenphysik verbindet. Eine stabile Brücke zwischen der elektroschwachen Skala von 100 GeV und der Planck-Skala von 10^{19} GeV wird von der Supersymmetrie hergestellt. Daher müssen Methoden ausgearbeitet werden, die es erlauben, Physik-Szenarien an der Planck-Skala mittels experimenteller Resultate bei niedrigen Energien zu studieren.

Aufgrund der weitreichenden Extrapolationen muss das physikalische Bild an der elektroschwachen Skala sehr akkurat bestimmt werden. Dazu bedarf es der Verknüpfung von experimentellen Observablen mit den Wechselwirkungsparametern der Theorie. Diese Aufgabe ist systematisch für mehrere Sektoren der Supersymmetrie gelöst worden.

SUSY-Higgs-Physik

Ein wichtiger Parameter im Higgs-Sektor supersymmetrischer Theorien ist der Mischungswinkel $\tan\beta$. Wenn $\tan\beta$ den Wert von 10 überschreitet, ist es sehr schwer, diesen Parameter zu messen. Als eine überraschend gute Methode [DESY 04-077] hat sich die Messung der $\tau\tau$ -Formation von Higgs-Bosonen herausgestellt, die quadratisch mit $\tan\beta$ ansteigt. Die τ -Strahlen lassen sich durch Splitting von hochenergetischen Photonen in Collidern in großer Zahl gewinnen, so dass Genauigkeiten im Prozentbereich für große $\tan\beta$ erreicht werden können.

In CP-nichtinvarianten supersymmetrischen Theorien treten im Grenzfall hoher Massen große Mischungseffekte zwischen den schweren Higgs-Bosonen auf. Die Mischungen führen zu charakteristischen Verschiebungen der Higgs-Massen und ihrer Lebensdauern. Um diese Effekte theoretisch zu beherrschen, ist ein komplexer Mischungsformalismus in [DESY 04-055] entwickelt worden, der die resultierenden experimentellen Phänomene elegant beschreibt. Als besonders interessantes Anwendungsgebiet hat sich die Formation von Higgs-Bosonen in hochenergetischen Photon-Collidern erwiesen, bei der CP-verletzende Mischungen zu großen Asymmetrien bei Verwendung polarisierter Strahlen und in Top-Quark-Endzuständen führen.

Supersymmetrische Teilchen

Unter den supersymmetrischen Materieteilchen sind die skalaren Leptonen von besonderer Bedeutung, da ihre Eigenschaften wesentlich besser bestimmt werden können als die Eigenschaften von Squarks. Jedoch ist die Analyse von Sneutrinos wegen des Zerfalls in Endzustände, die bevorzugt unsichtbare Teilchen umfassen, schwierig. Nichtsdestoweniger konnte in [DESY 04-133] gezeigt werden, dass ein zufriedenstellendes Bild dieser Teilchen im Linear Collider aus Zerfallscharakteristiken und Produktionsraten erschlossen werden kann.

Wenn die Supersymmetrie nicht in einem minimalistischen Szenario realisiert ist, so wird eine Vielfalt von neuen Teilchen vorhergesagt, unter anderem im Sektor der Neutralinos, der Superpartner von elektroschwachen Eichbosonen und Higgs-Bosonen. Entsprechend komplex wird die theoretische Analyse. Jedoch gelingt es, in Bereichen schwacher Kopplung zwischen den supersymmetrischen Standardteilchen und den zusätzlichen neuen Teilchen analytische Approximationsverfahren zu entwickeln [DESY 04-088], mit denen solche Szenarien transparent dargestellt werden können.

SUSY-Parameteranalysen an der Planck-Skala

Kohärente Analysen supersymmetrischer Teilchen am Proton Collider LHC und am Linear Collider ILC sind notwendig, um ein umfassendes und genaues Bild des gesamten Ensembles der supersymmetrischen Teilchen zu entwerfen [DESY 04-206]. Sobald dies gelungen ist, können Extrapolationen der relevanten supersymmetrischen Parameter zur Großen-Vereinigungs-Skala und zur Planck-Skala ausgeführt werden [DESY 04-044]. Sie erlauben die Rekonstruktion der fundamentalen supersymmetrischen Theorie und ihres mikroskopischen Brechungsmechanismus. In Abbildung 54 wird dargestellt, mit welcher hoher Präzision die Massenparameter im supersymmetrischen Eichsektor bis zum Erreichen universeller Werte in minimaler Supergravitation extrapoliert werden können.

Gravitino in Supergravitationsmodellen

Ein natürlicher Kandidat für den Hauptbestandteil der kalten dunklen Materie ist in Supergravitationstheorien das Gravitino, der Superpartner des Gravitons. Im

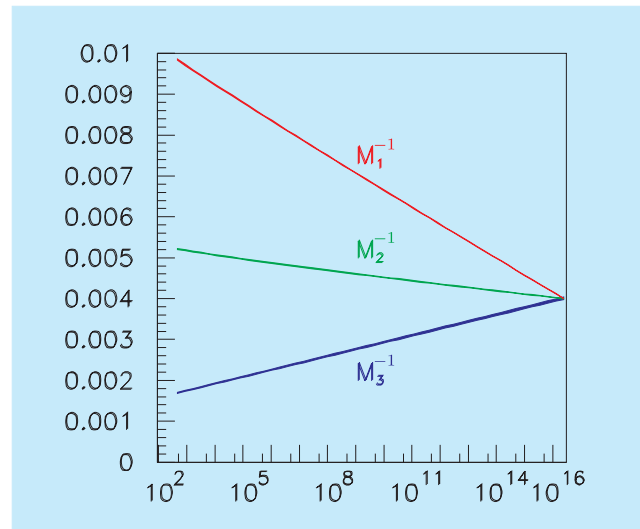


Abbildung 54: Evolution von inversen Massenparametern (in GeV^{-1}) mit der Energieskala (in GeV) bis zum Skalenbereich, in dem universelle Werte in minimaler Supergravitation vorausgesagt werden. Die Breite der Linien entspricht der erwarteten Unsicherheit aus kohärenten LHC- und ILC-Analysen.

Gegensatz zum Standardkandidaten der Supersymmetrie, dem leichtesten Neutralino, hat das Gravitino nur die extrem schwache Gravitationswechselwirkung mit anderen Teilchen. Im Hinblick auf einen möglichen experimentellen Nachweis erscheint deshalb zunächst das Neutralino bevorzugt. Aufgrund des Erfolgs der Leptogenese, dem gegenwärtig führenden Modell zur Erklärung der Materie-Antimaterie-Asymmetrie, besteht seit einigen Jahren jedoch auch starkes Interesse an Modellen, in denen das Gravitino das leichteste Super-Teilchen ist. Das nächst leichteste Super-Teilchen ist dann in vielen Modellen ein quasistabiles skalares τ -Lepton, ein Superpartner des τ -Leptons. Dies führt zu sehr interessanten Möglichkeiten, das Gravitino in Experimenten am LHC und ILC zu entdecken und seine Masse, eventuell auch seinen Spin, zu messen [DESY 04-010]. Dies würde die Supergravitation als Eichtheorie bestätigen.

Split-SUSY

Es widerspricht nicht einer Vereinigung der bekannten Wechselwirkungen bei hohen Energien, wenn die zusätzlichen skalaren Teilchen in supersymmetrischen

Modellen eine Masse $m_s \gg 1$ TeV besitzen. Ein solches Spektrum, „Split-SUSY“, würde einerseits alle Schwierigkeiten mit Flavor- und CP-verletzenden Effekten beseitigen, andererseits die Voraussage dunkler Materie und des schwachen Mischungswinkels $\sin^2 \theta_w$ erhalten. Die Supersymmetrie könnte dann allerdings nicht die Hierarchie der elektroschwachen Skala stabilisieren.

Aus phänomenologischer Sicht zeichnet sich dieses Szenario durch metastabile Gluinos und moderat leichte Charginos und Neutralinos aus. Wie in [DESY 04-136] gezeigt wurde, ist die Beobachtung der Gluinos in Form von farbneutralen gebundenen Zuständen (R-Hadronen) bis zu einer Masse von 1.2–1.7 TeV am LHC möglich. Für einen Nachweis der zugrundeliegenden Supersymmetrie ist es zusätzlich erforderlich, die Mischungsmatrizen der Charginos und Neutralinos zu vermessen. Während LHC-Daten dafür nur wenig Information liefern, würde die Messung der Produktionswirkungsquerschnitte am ILC nicht nur den Rückschluss auf Supersymmetrie erlauben, sondern mit ihrer Präzision die anomalen Quantenkorrekturen durch schwere Skalarteilchen identifizieren und damit das Modell selbst etablieren.

Neutrino-physik und Kosmologie

In den kommenden zehn Jahren gehen immer größer werdende Detektoren für kosmische Strahlung (Pierre Auger Observatory, IceCube, ANITA, EUSO, SaSA) in Betrieb, welche den Nachweis extrem energetischer kosmischer Neutrinos via Neutrino-Nukleonstreuung ermöglichen. Gemäß verschiedener realistischer Flussvorhersagen dieser Neutrinos bestehen sehr gute Chancen, dass die genannten Kollaborationen in einem Jahrzehnt über Aufzeichnungen sehr vieler entsprechender Ereignisse im Energiebereich oberhalb von 10^8 GeV, entsprechend einer Schwerpunktsenergie oberhalb von 14 TeV, verfügen werden. Diese Messungen könnten Informationen über die Teilchenphysik bei Skalen jenseits der Reichweite von HERA, Tevatron und LHC liefern [DESY 04-014, 031, 180, 192]. Des Weiteren eröffnen sie die Möglichkeit, den kosmischen Hintergrund von Urknallneutrinos anhand von Absorptionsmerkmalen in den Neutrino-Energiespektren nachzuweisen [DESY 03-219, 04-180]. Ein direkter Nachweis der Urknallneutrinos in einem erdgebundenen Detektor ist jedoch mit dem gegenwärtigen Stand der Technik nicht

möglich, selbst wenn man die gravitative Erhöhung ihrer lokalen Dichte auf Grund der nichtverschwindenden Neutrinomasse berücksichtigt [DESY 04-147, 242].

Das Axino ist ein interessanter Kandidat für die dunkle Materie im Universum. Es trägt weder elektrische noch Farbladung, wechselwirkt nur sehr schwach und könnte das leichteste supersymmetrische Teilchen sein, welches bei Annahme von R-Paritätserhaltung stabil ist. In supersymmetrischen Erweiterungen des Standardmodells, in denen das CP-Problem der starken Wechselwirkung durch den Peccei-Quinn-Mechanismus gelöst wird, tritt das Axino als fermionischer supersymmetrischer Partner des Axions auf. In [DESY 04-082] wurde die thermische Produktionsrate von Axinos im Rahmen der supersymmetrischen QCD berechnet. Durch Verwendung der „hard thermal loop resummation“-Methode erhält man ein endliches eichinvariantes Resultat, welches die Debye-Abschirmung im heißen Plasma aus Quarks, Gluonen, Squarks und Gluinos berücksichtigt. Daraus kann der Beitrag von thermisch erzeugten Axinos zur dunklen Materie als Funktion der Temperatur nach der Inflation berechnet werden. Es zeigt sich, dass Axinos den dominanten Anteil der dunklen Materie bilden können, wenn z. B. ihre Masse um 100 keV liegt und die Temperatur nach der Inflation etwa 10^6 GeV war.

Der Mechanismus der „Leptogenese“ führt die kosmologische Materie-Antimaterie-Asymmetrie des Universums auf Wechselwirkungen schwerer Majorana-Neutrinos in der thermischen Phase des frühen Universums zurück. Dies führt zu Vorhersagen für die Massen der leichten Neutrinos sowie ihrer schweren „Seesaw“-Partner, die in einer detaillierten Untersuchung analytisch berechnet wurden [DESY 03-100]. Die für die Leptogenese benötigte hohe Temperatur im frühen Universum schränkt in supersymmetrischen Theorien das Massenspektrum der Super-Teilchen und die Natur des leichtesten Super-Teilchens (LSP) stark ein [DESY 04-093].

In höherdimensionalen supersymmetrischen Theorien werden Eichkopplungen dynamisch durch skalare Felder bestimmt. Damit verändern sich diese unter extremen Bedingungen, insbesondere bei hohen Temperaturen. Dieser Effekt beeinflusst die Stabilität der kompakten zusätzlichen Raumdimensionen und führt damit zu einer Maximaltemperatur im frühen Universum [DESY 04-062, 216].

Vereinheitlichte Theorien

Die aufgrund experimenteller Daten naheliegende Vereinigung der Standardmodell-Eichkopplungen im Rahmen minimaler supersymmetrischer Erweiterungen ist eine der Hauptstützen der Niederenergie-Supersymmetrie und deren Einbettung in die heterotische Stringtheorie. Die Attraktivität eines solchen Szenarios für Physik jenseits des Standardmodells wird nicht zuletzt auch dadurch getragen, dass die so gefundene Vereinigungs- oder GUT-Skala (vgl. „Grand Unified Theory“) in der Nähe der heterotischen String-Skala liegt. Allerdings ist die Übereinstimmung mit der String-Skala nicht perfekt, was von vielen Theoretikern als ernstes Problem des obigen heterotischen String-GUT-Szenarios gesehen wird. Eine mögliche Lösung dieses Problems im Rahmen sogenannter Orbifold-GUTs wurde in [DESY 04-214] vorgeschlagen. Die Orbifold-GUTs, deren Entwicklung in den letzten Jahren wesentlich von der DESY-Theorie-Gruppe mitgetragen wurde, versuchen die Brechung der vereinigten Symmetrie im Rahmen höherdimensionaler Eichtheorien zu beschreiben. Im oben angesprochenen Zugang wird gezeigt, dass String-Kompaktifizierungen in stark asymmetrischen Orbifold-Geometrien auf natürliche Weise eine Trennung von String- und GUT-Skala und ein Auftreten höherdimensionaler Eichtheorien im Zwischenbereich erklären können, ohne dass es zu einer Einbuße der Präzision der Eichvereinigung kommt. Die Arbeit benutzt den geometrischen Mechanismus nichtlokaler diskreter Wilsonlinien und beinhaltet auch eine quantitative Analyse des perturbativen Regimes der zugrundeliegenden heterotischen Stringtheorie.

Orbifold-GUT-Modelle machen spezifische Vorhersagen für den Protonzerfall, die signifikant von den Vorhersagen konventioneller vereinheitlichter Theorien abweichen. Die Analyse eines von der DESY-Gruppe vorgeschlagenen SO(10)-Modells in sechs Raum-Zeit-Dimensionen ergab eine starke Unterdrückung des Zerfalls $p \rightarrow \mu^+ K^0$. Die berechnete Lebensdauer $\tau(p \rightarrow e^+ \pi^0) \simeq 1 \times 10^{35}$ Jahre liegt im Bereich der Sensitivität des geplanten Hyper-Kamiokande-Detektors [DESY 03-202, DESY 04-121]. In einer Orbifoldkompaktifizierung des heterotischen String, die das supersymmetrische Standardmodell als Niederenergielimes enthält, ergaben sich Orbifold-GUT-Modelle als Zwischenstufe [DESY 04-237]. Verschiedene theoretische

und phänomenologische Aspekte dieser interessanten Modelle werden gegenwärtig weiter untersucht.

Die oben erwähnte Eichvereinigung in String-Modellen sowie auch in rein feldtheoretischen höherdimensionalen Konstruktionen kann durch das Auftreten potenzartiger Korrekturen stark beeinflusst werden. Dieser auch als Power-Law-Running bekannte Effekt wurde, nach anfänglicher Euphorie, als nicht quantitativ kontrollierbar eingestuft. Wie nun eine detaillierte Analyse in [DESY 04-109] gezeigt hat, gibt es jedoch eine große Klasse von Modellen, in denen die Power-Law-Korrekturen aufgrund der hohen Symmetrie der fünfdimensionalen Super-Eichtheorie exakt rechenbar werden. Es wurde insbesondere ein Modell identifiziert, in dem dieser Effekt exakt mit dem gewöhnlichen 1-Loop-Laufen der Kopplungen des supersymmetrischen Standardmodells übereinstimmt. Weitere Anwendungen, insbesondere die Frage nach dem Zusammenhang mit String-Threshold-Korrekturen, sind in Arbeit.

Stringtheorie

Die Arbeitsgruppe „Stringtheorie und supersymmetrische Quantenfeldtheorien“ am II. Institut für Theoretische Physik arbeitete im Berichtszeitraum an verschiedenen Aspekten der Stringtheorie. In [Nucl. Phys. B699 (2004) 387], [Nucl. Phys. B705 (2004) 167] und [hep-th/0412277] wird die effektive Niederenergielwirkung für Calabi-Yau-Orientifold-Kompaktifizierungen mit D-Branes und Hintergrundflüssen mit Hilfe einer Kaluza-Klein-Reduktion berechnet, und es werden die teilchenphysikalischen Eigenschaften untersucht. Dabei treten insbesondere massive Tensor-Multipletts auf, die von einem supersymmetrischen Standpunkt aus in [JHEP 0411 (2004) 028], [Phys. Lett. B602 (2004) 130], [Nucl. Phys. B682 (2004) 243] und [hep-th/0410149] untersucht wurden. Diese Arbeiten legen eine interessante geometrische Verallgemeinerung der Mirrorsymmetrie von Calabi-Yau-Mannigfaltigkeiten in Anwesenheit von Hintergrundflüssen nahe [DESY 04-211], [DESY 04-234]. Aspekte von spontaner $N = 2 \rightarrow N = 1$ Supersymmetriebrechung in diesen Wirkungen wurde in [Class. Quant. Grav. 21 (2004) 4607] behandelt. Die Struktur der zugrundeliegenden Niederenergielwirkung einer geeichten Supergravitation mit Tensor-Multipletts wurde durch einen universellen Zugang in [Phys. Lett. B583 (2004) 338] und

[DESY 04-245] für $N = 8$ Theorien auf ein konzeptionell befriedigendes Fundament gestellt.

Die Eigenschaften von D-Branes auf gekrümmten Mannigfaltigkeiten sind aus mathematischer Sicht außerordentlich interessant und zur Zeit ein aktives Forschungsfeld. In den Arbeiten [DESY 04-054] und [DESY 04-063] werden gewristete K-Gruppen berechnet, die relevant für Eigenschaften von D-Brane-Ladungen in der Stringtheorie sind.

Die AdS/CFT-Korrespondenz führt zu interessanten Beziehungen zwischen Supergravitationstheorien und stark gekoppelten (supersymmetrischen) Eichtheorien. Diese Korrespondenz ist zwar eine Vermutung, kann aber an vielen, oft äußerst nichttrivialen Relationen überprüft werden [JHEP 0407 (2004) 058], [Phys. Rev. D70 (2004) 026005] und [DESY 04-229]. Dabei haben sich auch überraschende Zusammenhänge mit integralen Modellen ergeben [DESY 04-250].

Kosmologische Aspekte der Stringtheorie oder allgemeiner einer Quantengravitation sind durch die neuen experimentellen Beobachtungen besonders interessant. In diesem Zusammenhang wurden in [gr-qc/0411076] Gravitationstheorien, deren Lösungen einer oberen und unteren Beschränkung auf die Schnittkrümmung der Raumzeit genügen, untersucht. Für statisch sphärisch symmetrische Lösungen zeigt sich, dass Theorien mit einem Kepler-Bereich keine schwarzen Löcher produzieren.

Mathematische Physik

Eine störungstheoretische Konstruktion der Algebren von Observablen der Quantenfeldtheorie wurde auf der

Grundlage älterer Arbeiten von Steimann und Epstein-Glaser durchgeführt [hep-th/0403213]. Dabei konnte gezeigt werden, dass in einem Off-Shell-Formalismus die zeitgeordneten sowie die retardierten Produkte von Feldern so definiert werden können, dass sie mit Ableitungen vertauschen (*Action Ward Identity*). Dies ermöglicht eine lokale Definition der Renormierungsgruppe nach Stückelberg und Petermann, wie sie für die kovariante Formulierung der Quantenfeldtheorien auf gekrümmten Raumzeiten erforderlich ist. Darüber hinaus wurde eine hintergrundunabhängige Formulierung der perturbativen Quantengravitation vorgeschlagen [hep-th/0403007].

Die Versuche, Quantenfeldtheorien auch auf nichtkommutative Räume auszudehnen, führte zur Einführung sogenannter quasiplanarer Wickprodukte, die aus den (divergenten) Produkten durch Subtraktion lokaler Gegenterme entstehen [Phys. Rev. D71 (2005) 025022]. Der Verzicht auf nichtlokale Gegenterme hat allerdings starke Auswirkungen auf das Infrarotverhalten der Theorie. Diese stellen möglicherweise einen sensitiven Test für nichtkommutative Feldtheorien dar. Eine durch die Nichtkommutativität bewirkte Modifikation der Dispersionsrelation für elektromagnetische Wellen wurde mit Hilfe der Methode der kovarianten Koordinaten gefunden [Phys. Rev. D70 (2004) 107704].

Eine neue Idee, konforme Feldtheorien in höherdimensionalen Räumen einzuführen, wurde auf der Basis gruppentheoretischer Überlegungen entwickelt [hep-th/0410277].

Weiter wurden neue Aspekte des Spin-Statistik-Zusammenhangs diskutiert, und es wurde gezeigt, wie dieser Zusammenhang aus Eigenschaften der Theorie unter Spiegelungen hergeleitet werden kann [hep-th/0412060].

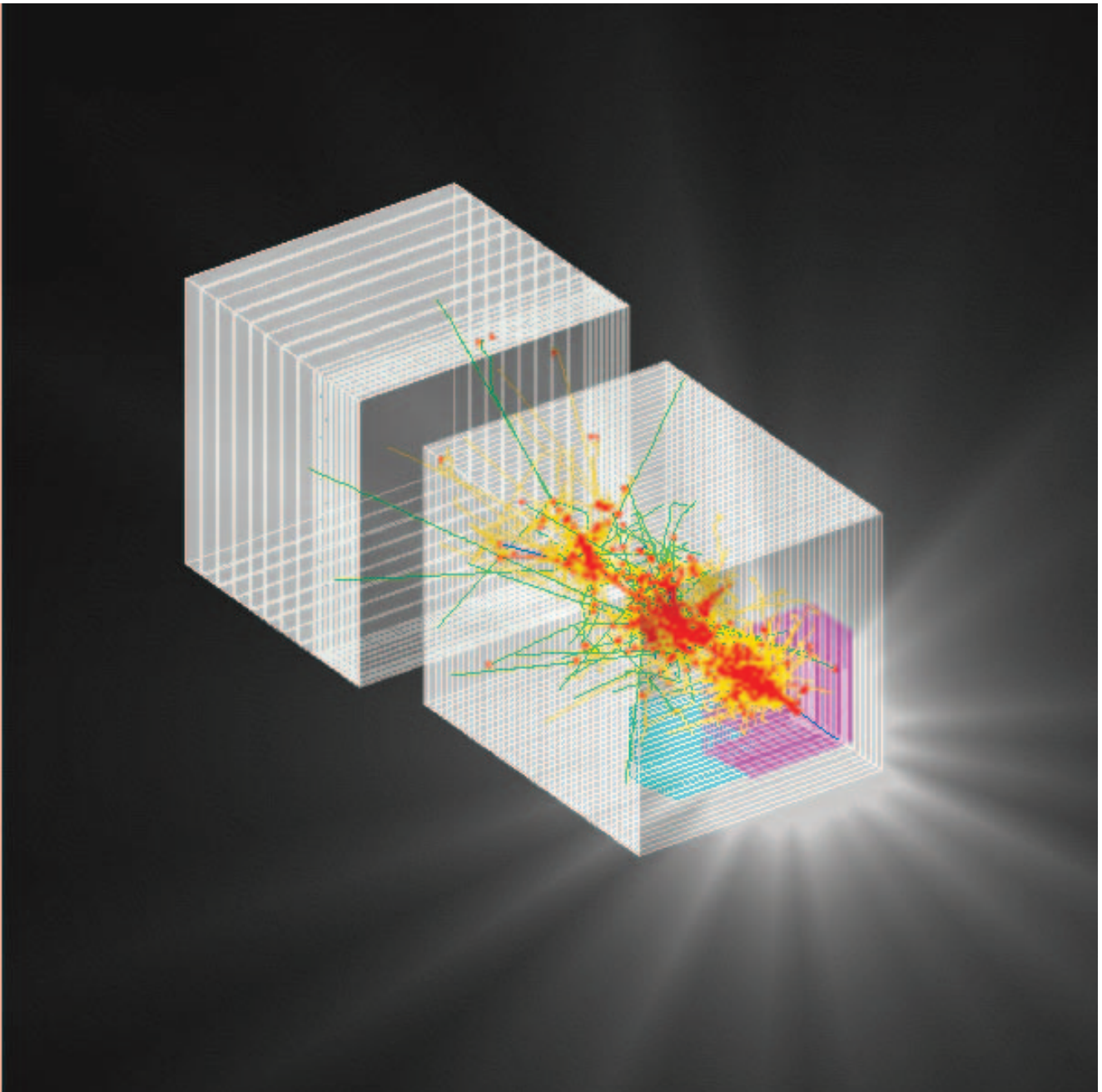


Abbildung 55: *Simuliertes Ereignis im Kalorimeter Prototypen für den ILC. Drei Detektoren – ECAL, HCAL und tail catcher, sind hintereinander angeordnet. Ein 10 GeV Pion trifft auf die Frontseite des Prototypen auf und wird im Kalorimeter absorbiert. Gezeigt werden die Monte Carlo Teilchen (Linien) und die rekonstruierten Treffer in den Kalorimetern (Punkte).*

Forschung für den International Linear Collider

ILC-Projektgruppe: Mitglieder und Gäste der Gruppen aus M (DESY, Hamburg), LC (DESY, Zeuthen – Leiter: A. Stahl (bis Okt. 2004); H.J. Schreiber (ab Okt. 2004)) und dem FH-Bereich (DESY, Hamburg), darunter insbesondere die Gruppe FLC (Leiter: T. Behnke), sowie etwa 66 Institute aus 17 Ländern (im Rahmen der ECFA Studie).

ILC-Projektleiter: T. Behnke, E. Elsen und N. Walker, DESY

Das Jahr 2004 war für den e^+e^- -Linearbeschleuniger entscheidend von der Arbeit des International Technology Recommendation Panel (ITRP) geprägt. Das von ICFA eingesetzte ITRP begann seine Arbeit Ende 2003 und verkündete nach einer Serie von Treffen in Asien, Europa und Amerika auf der Internationalen Konferenz für Hochenergiephysik (ICHEP) in Peking bereits im August 2004 seine Entscheidung. Danach soll der zukünftige Linearbeschleuniger mit der im Rahmen der TESLA Kollaboration am DESY federführend entwickelten supraleitenden Beschleunigertechnologie im L-Band betrieben werden. Die Verlässlichkeit dieser Technologie wurde vom Panel als höher eingestuft als die X-Band Beschleunigung bei höheren Frequenzen (NLC/GLC-Design). Die Notwendigkeit für eine frühe Technologieentscheidung, wie auch die Entscheidung selbst, wurde von allen Experten anerkannt. Die Einstimmigkeit der Vorgehensweise wurde bereits im November, auf dem ersten weltweiten Treffen der Maschinenexperten, eindrucksvoll demonstriert. Der Name „International Linear Collider“ (ILC) wurde für das gemeinsame Projekt vereinbart.

Gruppen des DESY waren an zentraler Stelle im Entscheidungsprozess des ITRP beteiligt und stellten dem Komitee Materialien zum kalten Beschleuniger und zum Experimentieren an einer kalten Maschine zur Verfügung. Im Sommer 2004 wurde eine von der Europäischen Union geförderte und von DESY koordinierte Design-Studie (EUROTeV) zum Linearbeschleuniger bewilligt. Diese Studie vereint

28 Labors in Europa bei der Forschung zur Optimierung des Beschleunigers und der Weiterentwicklung des Projekts zur Entscheidungsreife und hat bei einer Laufzeit von drei Jahren einen finanziellen Rahmen von mehr als 27 Millionen €. Gleichfalls im November des Jahres wurde bei DESY eine ILC-Projektgruppe installiert, die bereichsübergreifend, die Tätigkeiten für den ILC bei DESY koordiniert. Darin eingeschlossen sind die in den Vorjahren begonnenen Arbeiten zur Entwicklung neuer, anspruchsvoller Detektortechnologien und verschiedene Studien zur Physik am ILC. Diese Untersuchungen fanden im Rahmen der ECFA Studie zur Physik und dem Detektor an einem Linearbeschleuniger statt.

Im Folgenden werden die Aktivitäten zu diesem Thema für die beiden DESY Standorte Hamburg und Zeuthen zusammengefasst und erst am Ende des Abschnitts nach Standorten aufgeschlüsselt.

Physikstudien für den ILC

Physikstudien für den ILC konzentrieren sich auf folgende Themen:

- LHC/ILC-Arbeitsgruppe
- Präzisionsanalysen von supersymmetrischen Modellen
- Präzisionsanalysen von Higgs-Bosonen

- Einfluss der Zeitstruktur der Linear Collider Strahlen auf die Physikanalyse

In der seit 2003 laufenden ECFA-Studie spielt die DESY Gruppe weiterhin eine führende Rolle. Auf dem internationalen Linear Collider Workshop LCWS'04 in Paris wurden zahlreiche Beiträge der Gruppe vorgestellt.

Die Zielsetzungen der obengenannten Themenbereiche sowie aktuelle Beiträge der Gruppe werden im Folgenden erläutert.

LHC/ILC-Arbeitsgruppe

Ziel der internationalen LHC/ILC-Arbeitsgruppe ist es, an konkreten Beispielen zu untersuchen, wie sich der LHC und der ILC gegenseitig ergänzen. Hierbei arbeiten Experimentalphysiker am ILC und am LHC sowie Theoretiker eng zusammen. Der erste Bericht dieser Arbeitsgruppe ist 2004 erschienen.

Higgs-Boson: In supersymmetrischen Modellen unterscheidet sich das leichteste neutrale Higgs-Boson häufig nur geringfügig von dem des Standardmodells. Die schwereren supersymmetrischen Higgs-Bosonen liegen oft außerhalb der kinematischen Reichweite des ILC. Da auch am LHC diese Teilchen nicht immer beobachtet werden können, ist es besonders wichtig, indirekte Information über die Massen der schweren neutralen Higgs-Bosonen, insbesondere über das CP-ungerade A^0 , zu erhalten. In früheren ILC-Studien wurde gezeigt, dass die Verzweigungsverhältnisse des leichten Higgs-Bosons h vom Massenwert M_A des A^0 abhängen. Allerdings hängt diese Masse auch vom Spektrum der supersymmetrischen Teilchen, insbesondere der dritten Generation, ab. Unter diesen sind die Squarks am einfachsten am LHC zu beobachten. Weiterhin spielt die genaue Messung der Top-Masse am ILC eine wichtige Rolle. In einer neuen Studie, die von Physikern der Gruppe FLC zusammen mit dem Weizmann Institut in Israel, der TU München und dem IPPP in Durham durchgeführt wurde, wurde nun erstmals das Zusammenspiel der verschiedenen sensitiven Observablen untersucht. Nur durch Verwendung der Messungen von ILC und LHC zusammen lässt sich die A^0 -Masse einschränken. Für eine A^0 -Masse von 800 GeV erreicht man eine Genauigkeit von etwa 30% (siehe Abb. 56).

Im Jahr 2004 konzentrierten sich die Studien auf Fragen, ob und wie gut es möglich ist, die verschiedenen neutralen Higgs-Bosonen des Minimalen Supersymmetrischen Standardmodells (MSSM) im Regime intensiver Kopplungen zu erkennen und deren Eigenschaften zu vermessen. Im Vergleich mit dem LHC ist ein Linear Collider eindeutig besser zur Bestimmung des Profils solcher Teilchen geeignet. Insbesondere ist eine Differenzierung der drei möglichen neutralen Higgs-Bosonen beim ILC möglich und ihre Massen sind mit Genauigkeiten von 100 bis 500 MeV bestimmbar.

SUSY: Die Studien zu Präzisionsanalysen supersymmetrischer Modelle wurden in 2004 weiter fortgeführt. So ist es erstmals gelungen, zu zeigen, dass die Parameter des MSSM aus den Observablen von ILC und LHC in einem globalen Fit extrahiert werden können. Im Gegensatz zu früheren Studien zur Parameterbestimmung wurden Korrekturen höherer Ordnung berücksichtigt. Diese führen dazu, dass sich die einzelnen Sektoren des Modells nicht mehr unabhängig behandeln lassen. Es wurde ein neues Fit-Programm (Fittino) entwickelt, das experimentelle und theoretische Unsicherheiten sowie deren Korrelationen berücksichtigt und die Parameterbestimmung ohne a-priori-Annahmen durchführt. Aufgrund der großen Anzahl von Parametern kommen herkömmliche Fit-Algorithmen an ihre Grenzen. Ein neuer thermodynamisch inspirierter Algorithmus (simulated annealing) wurde erstmals für solche Zwecke eingesetzt und liefert stabile Ergebnisse. Es wurde gezeigt, dass sich in den untersuchten Szenarien das richtige globale Minimum erreichen lässt und dass die Fehlerbestimmung der Parameter zuverlässig ist.

Stop: Untersuchungen zur Messung der Masse des supersymmetrischen Top-Quarks (Stop) wurden gemeinsam mit der Universität Lancaster durchgeführt. Dabei wurden vier verschiedene Methoden angewendet, um Masse und Mischungswinkel des Stops zu bestimmen. Eine präzise Messung der Wirkungsquerschnitte bei verschiedenen Polarisationszuständen der Elektron- und Positronstrahlen ergibt die höchste Genauigkeit von 0.57 GeV für die Stop-Masse. Eine Messung der Wirkungsquerschnitte nahe der Erzeugungsschwelle von skalaren Tops gestattet es, die Masse auf 1.2 GeV genau zu bestimmen. Weiterhin wurde versucht, die Stop-Masse aus den Eigenschaften der Charm-Jets zu bestimmen. Beide hier angewandten Methoden ergaben eine Genauigkeit von etwa 1.5 GeV.

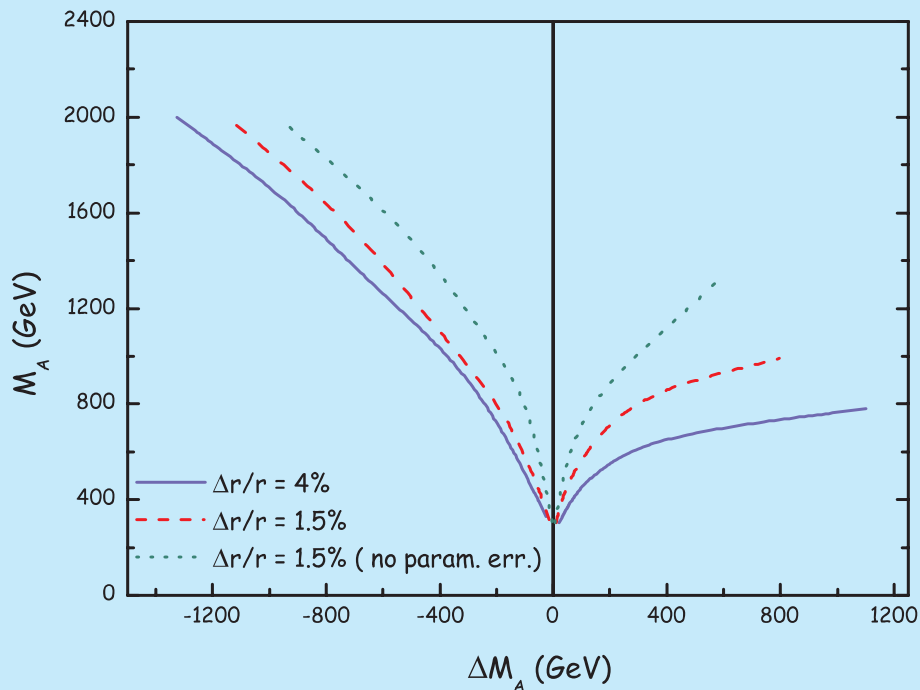


Abbildung 56: Die Variation ΔM_A des Messwertes der Masse M_A des A^0 als Funktion von M_A abgeleitet aus der Präzisionsmessung von Verzweigungsverhältnissen am ILC ($r = [BR(h \rightarrow b\bar{b})/BR(h \rightarrow WW)]_{obs}/[BR(h \rightarrow b\bar{b})/BR(h \rightarrow WW)]_{SM}$). Die durchgezogene Linie bezieht sich auf eine r -Präzision von 4% (möglich bei ILC500), die gestrichelte Linie auf 1.5% (ILC500 + ILC1000). Die Unsicherheiten der MSSM-Vorhersage aufgrund der anderen MSSM-Parameter, die sich aus den Fehlern der LHC/ILC-Messungen der SUSY-Teilchen (insbesondere Squark-Massen) ergeben, sind berücksichtigt. Die gepunktete Linie zeigt die Genauigkeit, die erreichbar wäre, wenn die Eigenschaften der SUSY-Teilchen exakt bekannt wären.

Präzisionsanalysen von Higgs-Bosonen

Zu den seit langem bekannten Stärken des ILC gehört die Möglichkeit ein standardmodellartiges Higgs-Boson detailliert zu untersuchen. Die Messung der Masse und der Verzweigungsverhältnisse eines leichten Higgs-Bosons stellen hierbei Referenzanalysen dar, deren Untersuchung die Entwicklung

des Detektordesigns ständig begleiten. In 2004 wurden Untersuchungen zum systematischen Fehler der Higgs-Massenbestimmung aufgrund der Unsicherheiten der Strahlparameter (Energiekalibration, Energieprofil, Beamstrahlung) durchgeführt. Es zeigt sich, dass Energieprofil und Beamstrahlung nur einen kleinen Einfluss auf die Genauigkeit der Massenbestimmung haben, vorausgesetzt, die geplante Maschinenpräzision wird eingehalten und die Beamstrahlung wird aus

der Akoplanarität von Bhabha-Ereignissen bestimmt. Die absolute Energiekalibration überträgt sich in etwa 1:1 auf die Präzision der Higgs-Masse. Bei einer gewünschten Unsicherheit von weniger als 40 MeV für eine Higgs-Masse von 120 GeV ergibt sich hieraus eine Anforderung für die Energiekalibration von $3 \cdot 10^{-4}$.

Die Analyse der hadronischen Verzweigungsverhältnisse eines leichten Higgs-Bosons wurde weiter vervollständigt und als Referenzanalyse auf dem LCWS'04 vorgestellt. Frühere Unstimmigkeiten in der Literatur über die erreichbare Präzision konnten aufgeklärt werden. Im Vergleich zu den im TESLA-TDR vorgestellten Ergebnissen zeigt sich, dass der Fehler auf das Verzweigungsverhältnis in b-Quarks reproduziert werden konnte, während die Fehler für Charm-Quarks und Gluonen etwa 50% (relativ) größer sind. Der Grund liegt vor allem in einer wesentlich realistischeren Simulation der Rekonstruktion sekundärer Zerfallsvertices.

Wenn kein leichtes Higgs-Boson existiert, werden die Eichkopplungen bei Energien in der Nähe von $\sqrt{s} \sim 1$ TeV stark. Dieses Szenario wurde an Hand der WW Streuung detailliert untersucht. Auch hier ist der ILC dem LHC auf Grund der eindeutig identifizierbaren Subprozesse bei ausreichend hoher Luminosität überlegen.

Einfluss der Zeitstruktur der Linear Collider Strahlen auf die Physikanalyse

In Vorbereitung der ITRP-Entscheidung wurde im Herbst 2004 an Beispielen untersucht, wie sich die unterschiedlichen Zeitstrukturen der beiden Beschleunigertechnologien auf die erreichbare Präzision von Observablen aus der Higgs-Physik auswirken.

Die Zeitstruktur der kollidierenden Teilchenbündel (Bunches) unterscheidet sich für einen auf TESLA-Technologie basierenden Linear Collider deutlich von dem normalleitenden NLC/GLC-Design. So folgen im NLC/GLC-Design Bunches im Abstand von 1.4 ns, während dies im TESLA-Design mit 180–340 ns geschieht. Während letzteres für moderne Detektoren kein Problem darstellt, ist es eine Herausforderung Ereignisse im Abstand von 1.4 ns zu separieren. Sollte dies technologisch nicht möglich sein, so integriert der Detektor Untergrund aus aufeinanderfolgenden Bunch-Crossings. In der Gruppe FLC wurde zur Vorbereitung

der Technologieentscheidung studiert, welchen Einfluss ein solcher integrierter Untergrund auf die Rekonstruktion von Higgs-Ereignissen in verschiedenen Endzuständen haben kann. Als Untergrund wurde vor allem die Produktion von Hadronen aus der Kollision hochenergetischer Beamstrahlung-Photonen untersucht. Im Mittel werden in etwa 0.4/0.27 (TESLA/NLC) solcher Ereignisse pro Bunch-Crossing erwartet, die jeweils zu einigen Hadronen im Detektor führen. Wird ein solcher Untergrund über mehrere Bunch-Crossings integriert, führt die zusätzliche Energiedeposition zu einer Verschlechterung der Massenauflösung und der Trennbarkeit von Higgs-Ereignissen von anderen Physik-Ereignissen. Es wurden Algorithmen entwickelt, mit deren Hilfe der Einfluss dieses hadronischen Untergrundes minimiert wird. Dennoch zeigt sich eine signifikante Verschlechterung der Massenauflösung für ein leichtes Higgs-Boson im Higgs-Strahlung-Prozess und ein schlechteres Signal-zu-Untergrund Verhältnis in WW-Fusion wenn der Detektor über 18 Bunch-Crossings (etwa 25 ns für NLC/GLC-Design) integriert.

Beschleuniger Entwicklungen

Die Forschungsarbeiten zum Linear Collider im Jahr 2004 sind eng mit den Arbeiten der TESLA-Kollaboration und der Vorbereitung für den XFEL verbunden. Der Schwerpunkt in der ersten Hälfte des Jahres lag in der Vorbereitung der Technologie-Entscheidung. Anfang April besuchte das ITRP-Experten-Gremium DESY, um sich vor Ort über den Stand der Entwicklungen zu informieren. Die TESLA-Kollaboration hatte zu diesem Ereignis sowohl externe Mitglieder der Kollaboration als auch die Vertreter der beteiligten oder interessierten Industriefirmen eingeladen. In Plenarvorträgen, wie auch in detaillierte Posterausstellungen, hatte das Gremium Gelegenheit, sich zu informieren und Kontakt mit den Experten aufzunehmen. In Folgetreffen an den Standorten der anderen Labors war DESY durch Experten jeweils vertreten und konnte dem Gremium Rede und Antwort stehen. Die behandelten Themen sind im Detail weiter unten aufgeführt.

Im März 2004 hatte ein Konsortium bestehend aus mehr als zwanzig europäischen Labors unter Federführung von DESY eine Design-Studie bei der Europäischen Union eingereicht, um die Forschung für



Abbildung 57: Die Beschleunigerexperten aus aller Welt treffen sich beim ersten ILC-Workshop am KEK-Labor in Japan.

den Linearbeschleuniger voranzubringen. Dieser so genannte EUROTeV Vorschlag umschließt in seinem Arbeitsprogramm viele der unten aufgeführten Themen mit Ausnahme der „supraleitenden Technologie“, die bereits in der EU-geförderten „Joint Research Activity“ zur Superconducting RF (SRF) als Teil des „CARE“-Förderprojektes abgedeckt ist. Der EUROTeV-Vorschlag wurde zusammen mit dem ebenfalls unter DESYs Federführung eingereichten Vorschlag EUROFEL von den Gutachtern auf die beiden ersten Plätze unter mehr als Hundert eingereichten Vorschlägen gesetzt und zur Förderung von der europäischen Union ausgewählt. DESY selbst gewinnt auf diese Weise sechs Nachwuchswissenschaftler zur Forschung am ILC. Gleichzeitig intensiviert das Projekt die internationale Zusammenarbeit am Linear Collider. In einem Kick-Off Meeting Ende November am DESY wurde das Projekt der Öffentlichkeit vorgestellt und das detaillierte Programm besprochen. Auszüge aus dem Arbeitsprogramm von EUROTeV finden sich in den aufgeführten Abschnitten wieder.

Im November wurde bei DESY die ILC-Projektgruppe mit der Aufgabe gegründet, die ILC spezifischen Aktivitäten bei DESY zu koordinieren und die bestmögliche Synergie mit den TTF- und XFEL-Projekten herzustellen. Die Bedeutung von TTF und XFEL für den ILC ist außerordentlich. Ein Erfolg des XFEL ist nach der Entscheidung für die kalte Technologie unabdingbar und umgekehrt gibt es viele originäre Beiträge aus dem Feld des ILC, die für den XFEL interessant werden. Es ist abgeschätzt worden, dass etwa 90% der XFEL-

Arbeitsfelder (unter Einschluss der Industriearbeiten) direkt relevant sind für den ILC. Unter diesem Licht hat beispielsweise die TESLA-Kollaboration auf ihrem Treffen in Orsay im Herbst 2004 beschlossen, die Arbeit mit Konzentration auf die kalte Beschleuniger-Technologie weiter zu führen. Experimentelle Grundlage bleibt der Weiterbetrieb der TTF (TTF II), der DESY eine federführende Rolle in der Kollaboration einräumt.

Ebenfalls im November fand der erste ILC-Workshop am KEK in Japan statt, auf dem auch DESY gut vertreten war (siehe Abb. 57). Dieser Workshop demonstrierte eindrucksvoll das große internationale Interesse und den Willen, nach der Wahl der Beschleuniger-Technologie, die Realisierung des Projektes gemeinsam im internationalen Umfeld anzugehen.

Entwicklung der supraleitenden Technologie

Die TESLA-Kollaboration hat bereits Kavitäten mit Gradienten von mehr als 35 MV/m hergestellt und betrieben. Die gegenwärtig bei ZANON in der Entwicklung befindlichen Kavitäten werden die bisher kleine Produktionsstatistik verbessern. Der Test neun solcher Kavitäten in einem Kryostaten bei gleichem mittleren Gradienten konnte wegen fehlender Infrastruktur bisher nicht im Teilchenstrahl erfolgen. Das Modul 6 ist für solche Tests an der TESLA Test Facility (TTF) vorgesehen. Solche Kavitäten ermöglichen den Betrieb

des VUV-Lasers mit Elektronenenergien jenseits von 1 GeV und den Betrieb des XFEL bei kleinsten Wellenlängen oder wegen Verminderung der Verlustleistung bei höherer Bunchrate.

Schlüsselfrage bei der Begutachtung durch das ITRP war die Frage nach der weiteren Industrialisierung des Herstellungsprozesses. Die Erwartung ist, dass durch noch weiter verbesserte Produktionsprozesse die Qualität der Module gesteigert werden kann, so dass aufwändige Tests entfallen. Die Behandlung durch „Electro-Polishing“ scheint viele Qualitätsanforderungen in diesem Zusammenhang zu erfüllen und wird für die Herstellung der Kavitäten mit hohem Gradienten benutzt. Neben diesem Basisprogramm zur Konsolidierung des Produktionsprozesses beteiligt DESY sich aktiv an der Entwicklung von Kavitäten mit noch höherer Beschleunigungsspannung in Zusammenarbeit mit Experten aus Japan und USA.

Die außerordentliche Güte der Kavitäten bei hoher Beschleunigungsspannung lässt sich nur dann effizient zur Beschleunigung ausnutzen, wenn der Verstimmung der Kavitäten aufgrund der Lorentzkraft entgegengewirkt wird. Bei TESLA sind Piezo-Tuner in der Entwicklung, die dynamisch der Deformation beim „Füllen“ der Kavität entgegenwirken. Die Herstellung dazu passender, höchstintegrierter Steuerelektronik ist Aufgabe der LLRF Gruppe bei DESY, während die mechanischen Tuner in Zusammenarbeit mit Saclay entwickelt werden.

Dämpfungsringe

Der lange Pulszug beim ILC von 1 ms macht es erforderlich, dass die einzelnen Pakete in den Dämpfungsringen eng gepackt werden. Im TESLA-Vorschlag wurde ein so genanntes „Dog-bone“-Konzept entwickelt, bei dem die Dämpfungsringe zum Teil im langen Beschleunigertunnel aufgebaut sind. Andere Konzepte mit kreisförmigen Dämpfungsringen von 6 oder sogar nur 3 km Umfang werden ebenfalls diskutiert. Solche Vorschläge erfordern jedoch extrem schnelle „Kicker“ für die Ejektion der Pakete. Grundlage der weiteren Diskussion bleibt deshalb gegenwärtig das Konzept aus dem TESLA-Vorschlag.

Weiteres Studium scheint auch notwendig für den so genannten „Electron-Cloud“-Effekt, bei dem sich heraus-

geschlagene Elektronen auf der Strahlachse akkumulieren und die dicht nachfolgenden Bündel beeinflussen, so dass die Strahlemittanz bereits im Dämpfungsring leidet. Dieser Effekt wird gleichsam für LHC von Bedeutung sein und stellt ein spezielles Forschungsthema dar, das auch von EUROTeV behandelt wird.

Strahldynamik und Physik

Die gute Emittanz der Strahlen nach den Dämpfungsringen kann in den Bunch-Kompressoren, im eigentlichen Linac und im Strahlzuführungssystem beeinflusst werden. Hier ist es notwendig, durch robuste Algorithmen die Optimierung des Strahls zu erreichen. Ausschlaggebend sind hier Feedback-Systeme, die von Puls zu Puls die Strahlage nachsteuern. Wichtig in diesem Zusammenhang ist auch der Einfluss von Bodenbewegungen, die bei vertikalen Strahlabmessungen von einigen Nanometern aktiv kompensiert werden müssen.

Positronenquelle

Nach einem Vorschlag von Beschleuniger Experten aus Protvino (Russland) war im TESLA Technical Design Report die Erzeugung der Positronen aus einem hochenergetischen Elektronenstrahl in einem Undulator vorgesehen. Gegenüber konventionellen Vorschlägen mit einem Festkörper-Target gewinnt man hier vor allem wegen der geringeren Materialbelastung im dünnen Target. Gleichzeitig ist es möglich, auch den Positronenstrahl longitudinal zu polarisieren.

Intensive Vorstudien hierzu wurden im Experiment E166 am SLAC, USA, aufgenommen, das weiter unten beschrieben ist. Für die Verwendung am ILC muss gleichzeitig die Ausweitung des Konzeptes auf einen 100-fach längeren Undulator berücksichtigt werden und der Transport des Spins über die lange Strecke von Erzeugung über Dämpfungsring bis zum Kollisionspunkt betrachtet werden.

Global Accelerator Network

Der Bau des ILC erfordert neue Wege der internationalen Zusammenarbeit. Anders als bei früheren Großprojekten der Teilchenphysik, werden für den ILC technisch anspruchsvolle Komponenten weit entfernt vom

Standort des Beschleunigers entwickelt und gebaut. Selbst die Expertise zum Betrieb der Komponenten wird großteils nur aus der Entfernung abrufbar sein. Unabdingbar für eine solche Betriebsweise sind deshalb Kommunikationsmittel, die den „Live“ Eindruck der Beschleunigerkomponente entfernt übermitteln. Im EUROTeV Projekt ist deshalb die Entwicklung eines virtuellen Labors vorgesehen, das Messgrößen standardisiert aufnimmt und in Echtzeit übermittelt.

Gleichzeitig bemühen sich diese Experten um die Verbreitung der audiovisuellen Kommunikationsmittel. Ziel ist hier aus dem sich schnell entwickelnden Marktangebot die geeignete Lösung herauszusuchen.

Verfügbarkeit des Beschleunigers

Die hohe Zahl von Komponenten für den Beschleuniger beeinflusst dessen Betriebsverhalten und Einzelausfälle könnten die integrierte Luminosität empfindlich schmälern. Es ist deshalb notwendig, die Schwachstellen zu identifizieren und Gegenmaßnahmen zu ergreifen. Wegen der großen Zahl an Komponenten sind hier Untersuchungsmethoden angemessen, die auf statistische Methoden bei der Modellierung der Ausfälle zurückzugreifen. Solche Modelle sind insbesondere bereits in Amerika für vergleichende Studien der verschiedenen Beschleunigerkonzepte eingesetzt worden. Die Fragen haben Auswirkungen auf zukünftige Designentscheidungen, bei denen u. a. ein zweiter Tunnel als Servicetunnel mit schnellerem Zugang diskutiert wird. Der TESLA-Vorschlag favorisiert einen Ein-Tunnelvorschlag, in dem der Linac an der Tunneldecke angebracht wird. Eine solche Lösung erlaubt relativ ungehinderten Zugang zum Beschleuniger, allerdings nur in den Betriebspausen.

Detektorentwicklungen

Auch im Jahre 2004 wurden an beiden DESY Standorten intensive Arbeiten zur Entwicklung von Detektoren für einen Linearbeschleuniger durchgeführt. Die Hauptgebiete sind: strahlnahe Kalorimetrie (Zeuthen), hadronisches Kalorimeter (Hamburg), Zeit-Projektionskammer (Hamburg) und MAPS-Pixel Detektoren (Hamburg). Darüber hinaus arbeitet DESY am

Experiment zur Entwicklung einer polarisierten Positronenquelle mit (E166, in Zeuthen und in Hamburg) und entwickelt präzise Strahllagemonitore, die für einen Einsatz in einem Energiespektrometer gedacht sind (Zeuthen).

F&E für strahlnahe Kalorimeter eines ILC Detektors

In der strahlnahen Region des ILC Detektors sind zwei Kalorimeter vorgesehen, welche extremen Anforderungen genügen müssen und daher intensive Grundlagenforschung erfordern. Das BeamCal, welches direkt an der Strahlröhre anliegt und einen Polarwinkel von 4 bis 28 mrad überdeckt, muss unter sehr hoher Strahlenbelastung funktionstüchtig bleiben. Elektronen und Positronen der „Beamstrahlung“ deponieren eine Dosis von etwa 10 MGy pro Jahr. Das sich radial anschließende LumiCal bei Polarwinkeln zwischen 26 und 82 mrad ist ein Instrument zur präzisen Luminositätsmessung.

Eine eigene Kollaboration für Kalorimetrie in Vorwärtsrichtung (FCAL) erarbeitet ein technisches Design für beide Kalorimeter. Im Berichtszeitraum wurden umfangreiche Monte Carlo Rechnungen zur Optimierung der Strukturen durchgeführt. Parallel dazu wurden Sensor Prototypen getestet und Vorbereitungen für den Aufbau von Prototypen der Kalorimeter getroffen.

Die Verteilung der Beamstrahlung im Bereich des BeamCal kann zur Strahldiagnose und Korrektur genutzt werden. Einzelne hochenergetische Elektronen müssen bis zu kleinsten Polarwinkeln erkannt werden, da diese sonst zum Untergrund bei der Suche nach neuen Teilchen beitragen. Für diese Zwecke muss das innere Kalorimeter sehr kompakt sein und eine hohe Granularität besitzen. Mögliche Varianten sind ein Diamant-Wolfram Sandwich Kalorimeter oder ein Kalorimeter aus Szintillatorkristallen. Die Segmentierung der Sensoren oder Kristalle wurde nach Monte Carlo Studien festgelegt.

Diamant-Sensoren, die das Fraunhofer Institut für angewandte Festkörperphysik in Freiburg angefertigt hat, wurden in einem Teststrahl in einem großen Intensitätsbereich untersucht. Ein Sensor der Größe $12 \times 12 \text{ mm}^2$ ist in Abb. 58 gezeigt. Linearität und Homogenität

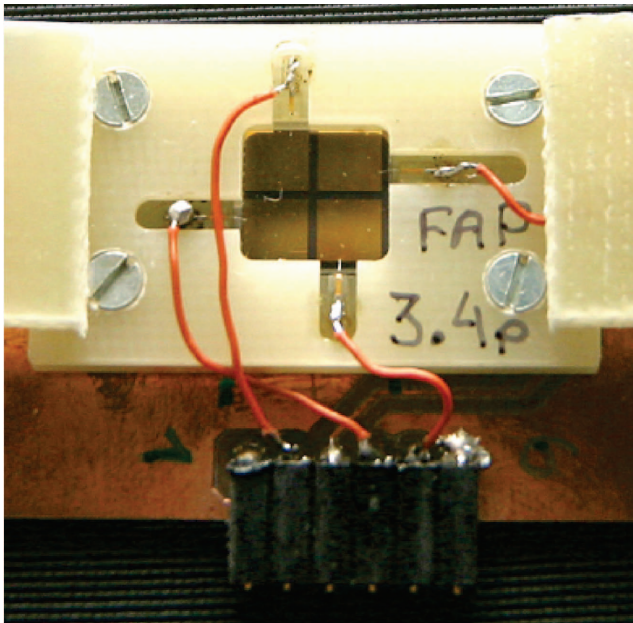


Abbildung 58: Ein Diamantsensor für Untersuchungen im Teststrahl. Die Elektrode besteht aus vier Teilflächen etwa der Größe, die für das Kalorimeter optimal ist. Jede Teilfläche wird separat ausgelesen.

wurden getestet. Die vorläufigen Resultate sind sehr zufriedenstellend.

Aus Plastik-Szintillatoren wurden Segmente gefertigt, welche etwa den Abmessungen der Kristalle im BeamCal entsprechen, mit optischen Fasern zur Lichtauskopplung versehen und zu einem Mini-Modul zusammengesetzt. Die Lichtmenge vom Durchgang kosmischer Myonen wurde direkt am Szintillator und am Ende der optischen Faser gemessen. Etwa 10% des Lichtes wird ausgekoppelt. Das ist ausreichend für die Anwendung im Kalorimeter.

Für das Design des LumiCal wurden detaillierte Monte Carlo Rechnungen von anderen Partnern der FCAL Kollaboration durchgeführt. Auf deren Grundlage wurde in Zeuthen ein mechanisches Design entwickelt, welches in Abb. 59 gezeigt ist.

Die Position der Sensoren muss mit einer Präzision von einem Mikrometer kontrolliert werden. Deshalb sind getrennte Halterungen für die Sensoren und die Absorberringe notwendig.

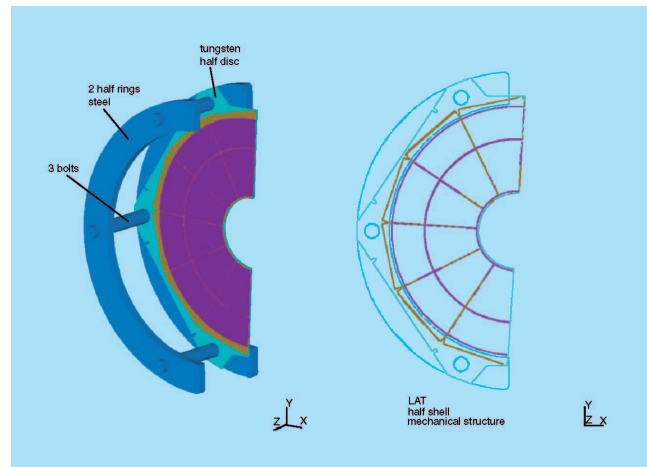


Abbildung 59: Der mechanische Aufbau des LumiCal. Die linke Figur zeigt die Aufhängung eines Sensormoduls. Auf der rechten Seite ist der Aufbau eines Sensormoduls aus mehreren Silizium Sensoren gezeigt.

F&E für ein hadronisches Kalorimeter am ILC

Bei vielen Schlüsselreaktionen am Linear Collider werden schwere Bosonen, z. B. W, Z oder Higgs-Teilchen erzeugt, die ihrerseits überwiegend in Jets zerfallen. Die zugrundeliegende Physik im Energiebereich des ILC erschließt sich aus der präzisen Vermessung solcher Prozesse. Die schweren Teilchen können in den Multi-Jet-Endzuständen nur anhand ihrer invarianten Massen identifiziert werden. Dazu müssen die Energien der Jets sehr genau gemessen werden, und zwar wesentlich genauer, als dies mit bisher gebauten Detektoren an Beschleunigern möglich ist. Diese Forderung ergibt sich unter anderem direkt aus den Massenwerten der schweren Bosonen bzw. deren Abstand voneinander. Die Physikstudien der vergangenen Jahre haben hier eine gewaltige Herausforderung an die Detektorentwicklung aufgezeigt.

Im Prinzip kann die nötige Präzision erreicht werden, wenn jedes Teilchen im Ereignis einzeln im Detektor nachgewiesen und mit der Komponente gemessen wird, die dafür am besten geeignet ist: also geladene Teilchen mit dem Spurdetektor, und neutrale im Kalorimeter. Bei dieser „particle flow“ genannten Methode müssen die Teilchensignale im Kalorimeter räumlich voneinander

getrennt werden. Die Trennung ist umso erfolgreicher, je stärker das Magnetfeld ist, das die geladenen Teilchen von der Jet-Richtung ablenkt, je weiter entfernt vom Wechselwirkungspunkt die Teilchen auf das Kalorimeter treffen, und je feiner dessen Granularität ist. Dem stehen offensichtliche technische und budgetäre Grenzen gegenüber; der Auslegung der Magnetspule und des Kalorimeters kommt eine besondere Bedeutung bei der sorgfältigen Optimierung des Detektorkonzepts zu.

Die Gruppe FLC arbeitet zusammen mit Partnerinstituten in Frankreich, Großbritannien, Russland, den USA und Tschechien im Rahmen der CALICE-Kollaboration an der Entwicklung eines hadronischen Kalorimeters (HCAL) mit Eisen als Absorber und Szintillatorauslese. Dank neu entwickelter Photodetektor-Technologien können hier deutlich kleinere Auslesezellen als früher realisiert werden. Winzige, 1 mm^2 messende Halbleiterdetektoren, „Silizium-Photomultiplier“ (SiPM), die auf einem kurzen Wellenlängenschieber direkt auf die Szintillatorplättchen montiert werden, übernehmen dabei die Rolle der vormals verwendeten Vakuum-Photovervielfacher, zu denen das Szintillationslicht über komplizierte Lichtleitersysteme aus dem Detektorvolumen herausgeführt werden musste.

In einem „particle flow“-Kalorimeter spielt die Ortsauflösung eine mindestens genauso große Rolle wie die Energieauflösung. Diese Gesichtspunkte auszubalancieren ist eines der Ziele des Entwicklungsprogramms. In einer radikaleren Variante kann sogar auf die Amplitude der Kalorimetersignale ganz verzichtet werden: das „digitale Kalorimeter“ misst die Energie durch Zählen der Treffer in sehr feiner (1 cm^2) Segmentierung. Für diesen Ansatz kommen auch Gas-Detektoren als Auslesemittel in Frage, eine Option, die von anderen Gruppen in CALICE untersucht wird.

Für dieses Programm ist der Bau von Kalorimeter-Prototypen für Teststrahlexperimente unverzichtbar. Zum einen müssen die neuen Technologien über den Labormaßstab hinaus und unter realistischen Bedingungen erprobt werden, zum anderen sind die Modelle, die der Computersimulation hadronischer Schauer zugrundeliegen, zu ungenau, als dass die Optimierung eines „particle flow“-Kalorimeters sich darauf stützen könnte. Daten von elektronischen und hadronischen Teststrahlen sind nicht zuletzt nötig, um das Konzept überhaupt

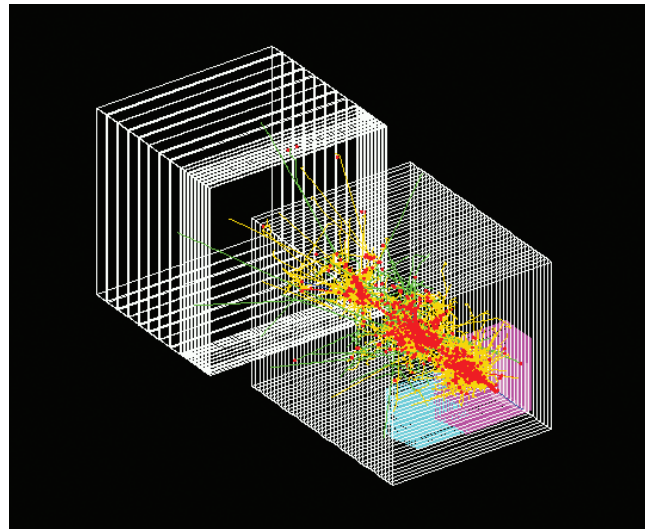


Abbildung 60: Simulation eines Ereignisses im kompletten Prototypen (ECAL, HCAL und tail catcher).

auf eine experimentelle Basis zu stellen. Die Größe des zur Zeit im Bau befindlichen „Kubikmeter“-Prototypen ist dabei durch die Ausdehnung hadronischer Schauer bei ILC typischen Energien vorgegeben, die Granularität und damit die Zahl der elektronischen Kanäle (ca. 8000) durch die bei der Rekonstruktion der Schauer aufzulösenden Substrukturen. Ein simuliertes Ereignis in der geplanten Konfiguration aus elektromagnetischem und hadronischem Kalorimeter sowie „tail catcher“ ist in Abb. 60 gezeigt.

In einer Vorstudie ist ein kleineres Kalorimeter („Minical“) mit ca. 100 SiPMs gebaut und 2003 im Elektronen-Teststrahl am DESY untersucht worden. Im Jahre 2004 wurde die Datenanalyse mit einer Publikation abgeschlossen. Die Messungen wurden außerdem ergänzt durch Vergleiche mit einer mit Avalanche-Photodioden instrumentierten Variante. Die Resultate in Abb. 61 zeigen, dass die erzielten Auflösungen praktisch gleich und anhand von Simulationen gut verstanden sind. SiPMs haben eine Pixel-Struktur und erzeugen ein Signal, das der Zahl der von Photonen getroffenen Pixel entspricht. Damit gehen Sättigungseffekte einher. Ein wichtiges Ergebnis des Minical-Teststrahlprogramms ist, dass diese Effekte zuverlässig korrigiert werden können und ohne nennenswerten Einfluss auf die Auflösung bleiben.

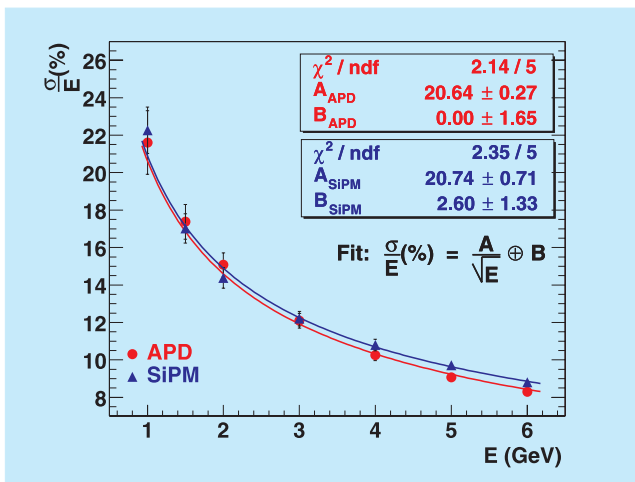


Abbildung 61: Mit zwei Auslesetechniken gemessene Auflösung für Elektronen im Minical (siehe Text).

Für den Kubikmeter-Prototypen war das gesamte elektro-mechanische Konzept zu erarbeiten. Die Absorberstruktur wurde dabei so flexibel ausgelegt, dass neben Szintillator-Modulen auch andere Auslesetechnologien getestet werden können, z. B. ein digitales HCAL auf Gas Basis. Konnte das „Minical“ noch mit Elektronik-Komponenten aus der Zeit der PETRA-Experimente ausgelesen werden, wurde 2004 mit der Entwicklung neuer Frontend-Elektronik begonnen. Das Konzept ist ähnlich dem ebenfalls in der CALICE-

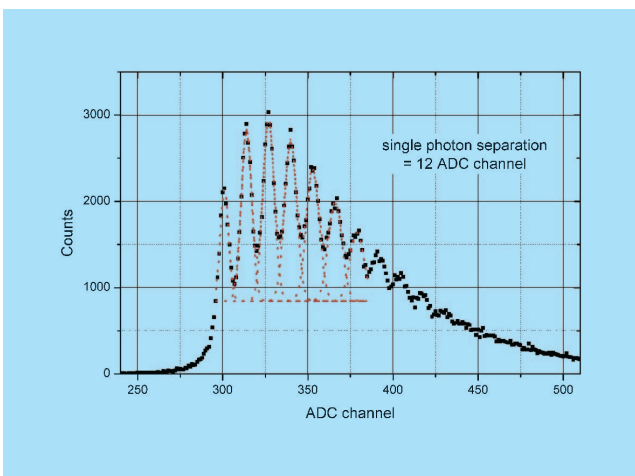


Abbildung 62: Pulshöhenspektrum eines Silicon Photomultipliers. Deutlich erkennbar sind die äquidistanten Signale für einzelne Photoelektronen.

Kollaboration gebauten elektromagnetischen Silizium-Wolfram-Teststrahlkalorimeters (ECAL), so dass sich das HCAL in die ECAL-Datenakquisition integrieren lässt. Die Elektronik-Karten für das HCAL wurden in enger Zusammenarbeit zwischen den DESY-Gruppen FLC und FEB entwickelt. Ihr Herzstück ist ein am LAL in Orsay entwickelter ASIC-Chip mit Vorverstärkern für 18 Kanäle. Am Ende des Berichtsjahres konnte der Bau der ersten Detektorebene mit den ersten 220 mit SiPMs versehenen Szintillatorplättchen beginnen, und die ersten Chips der Serienproduktion erfolgreich getestet werden. Abb. 62 zeigt ein dabei aufgenommenes Pulshöhenspektrum; zu erkennen sind die für die Kalibration der SiPMs wichtigen Signale einzelner Photoelektronen.

Studien zum Vertexdetektor an MAPS Sensoren

Für den Vertexdetektor eines ILC-Detektors werden mehrere Technologien studiert. DESY beteiligt sich im Rahmen der „Monolithic Active Pixel Sensor“ Gruppe an Studien zum Verhalten dieser Sensoren, zur mechanischen Aufhängung und zur Kühlung durch Verdampfungskühlung. IReS in Strasbourg hat einen ersten großen Sensor entwickelt: Mimosa V, 18 mm × 18 mm groß, mit 256 kpixel und einer Pixelgröße von 17 μm. Dieser Sensor ist die Grundlage für die Studien bei DESY. Um das Verhalten dieses Pixeldetektors kennenzulernen, sind drei Sensoren, die IReS DESY zur Verfügung gestellt hat, in ausführlichen Tests mit einer Fe55-Quelle und im Teststrahl vermessen worden. Dafür musste das vorhandene Datenerfassungssystem für das Test-Teleskop modernisiert und den Anforderungen des Pixeldetektors angepasst werden.

Abbildung 63 zeigt ein typisches Ereignis, das im Teststrahl aufgenommen wurde. Man unterscheidet klar 2 typische Cluster, die aus mehreren Pixeln bestehen und 2 „heiße“ Pixel. Die Analyse der Daten ist noch nicht abgeschlossen. Insbesondere werden die Ortsauflösung und die Nachweiswahrscheinlichkeit noch untersucht. Der Ortsauflösung sind, bedingt durch den niedrigen Impuls der Elektronen von 6 GeV/c, Grenzen durch die Vielfachstreuung gesetzt.

Um das bestmögliche Verhalten des Vertexdetektors zu erreichen, muss die Materie, die die Teilchen durchdrin-

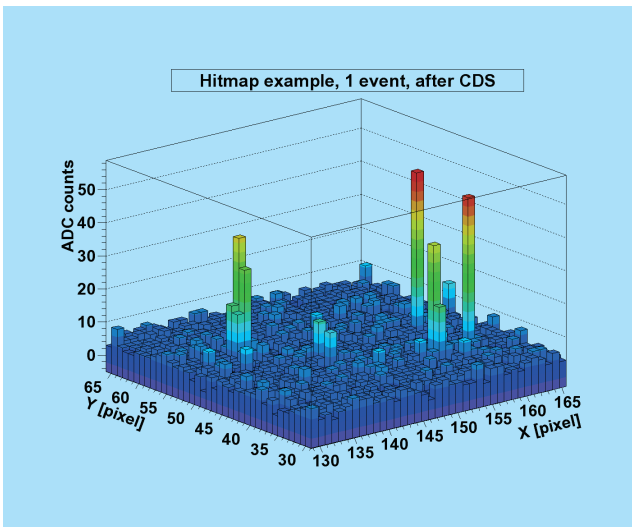


Abbildung 63: Beispiel eines guten Ereignisses im MAPS-Prototypen mit 2 Clustern und 2 „heißen“ Pixeln.

gen, so dünn wie nur möglich sein, um Vielfachstreuung zu reduzieren. Neben der Reduzierung der Sensordicke muss die mechanische Halterung wie alle anderen Materialien auf das Minimum reduziert werden. Auf der Suche nach geeignetem Material für die Tragestrukturen (Leiter) zeigte sich neben CVD-Diamant auch „geschäumtes“ Siliziumkarbid (SiC) als sehr gut geeignet. Erste Leitern aus SiC sind gefertigt worden.

Weitere Studien befassten sich mit dem Aufbau eines Kühlsystems, das entlang einer Leiter eine gleichmäßige Wärmeabfuhr garantieren soll. Dabei wird das Verfahren der Verdampfungskühlung in sehr dünnen Röhrchen benutzt. Abbildung 64 zeigt den Messaufbau, in dem die verschiedenen Aspekte des mechanischen Aufbaus und des Kühlsystems getestet werden sollen.

Zeit-Projektions-Kammer

Als eine wichtige Komponente des Spurerkennungssystems für einen Detektor am ILC ist eine Zeit-Projektions-Kammer (TPC) in Diskussion. Der Schwerpunkt der F&E-Aktivitäten am DESY liegt bei der Untersuchung eines neuartigen Gasverstärkungssystems basierend auf Gas-Elektronen-Vervielfacher (GEM). Ziel ist eine Ortsgenauigkeit von besser als $100\ \mu\text{m}$ über dem gesamten Kammervolumen.

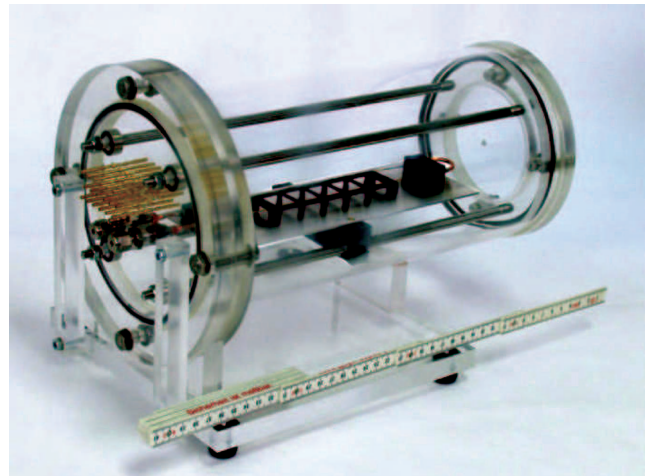


Abbildung 64: Messaufbau zum Testen des mechanischen Aufbaus und des Kühlsystems.

In den vergangenen Jahren sind bereits eine Reihe vielversprechender, grundlegender Versuche zum Einsatz von GEMs in einer TPC in enger Zusammenarbeit mit anderen Instituten in Deutschland, Frankreich und Kanada durchgeführt worden. Im Jahr 2003 ist ein spezieller TPC-Prototyp bei DESY entwickelt und gebaut worden. Dieser ist so konstruiert, dass er in der Hoch-Magnetfeld-Testanlage, die seit 2002 bei DESY zur Verfügung steht, betrieben werden kann.

Im Jahr 2004 wurden insgesamt rund eine halbe Million Spuren von kosmischen Myonen mit dem neugebauten TPC-Prototypen in der Hochfeld-Testanlage aufgezeichnet. Die gewonnenen Daten dienen vornehmlich der Untersuchung des räumlichen Auflösungsvermögens einer TPC. Abbildung 65 zeigt ein vorläufiges Ergebnis der Studien. Um den Einfluss verschiedener Faktoren auf die Ortsauflösung studieren zu können, wurden Daten mit unterschiedlichen Auslesegeometrien und Gasen als Funktion der Kammerpositionen aufgezeichnet. Desweiteren stehen noch rund 300 000 Ereignisse, die im Jahr 2004 in einem Elektronenteststrahl am DESY aufgezeichnet wurden, für Auflösungsstudien zur Verfügung. Im Zuge der noch nicht abgeschlossenen Datenanalyse wurde die verwendete Rekonstruktions- und Simulationssoftware weiterentwickelt und verbessert. Ziel der Untersuchung ist es, zu verstehen, welche Faktoren die Auflösung limitieren, um die Leistungsfähigkeit der Kammer dann in einem weiteren Schritt optimieren zu können.

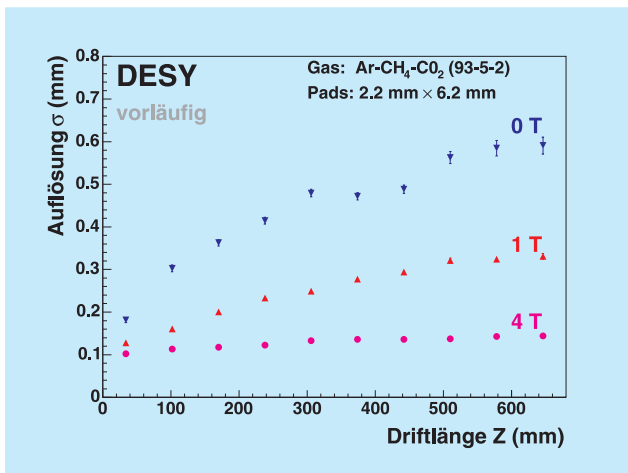


Abbildung 65: Räumliches Auflösungsvermögen einer TPC in transversaler Richtung als Funktion der Driftlänge bei unterschiedlichen Magnetfeldstärken.

Neben der Untersuchung der Ortsauflösung einer TPC mit GEM-Verstärkungssystem sind auch Untersuchungen zur Bestimmung der Doppelspurtrennung der Kammer begonnen worden. Hierzu kam ein UV-Laser zum Einsatz, dessen Licht in zwei Strahlen aufgespalten wurde. In den letzten Monaten begann die Entwicklung eines Strahlführungssystems, das die Strahlteilung und -fokussierung leistet. Ferner sind für die Messungen notwendige Modifikationen an dem TPC-Prototypen durchgeführt worden, die es ermöglichen, das Laserlicht in das Driftvolumen der Kammer einzuspeisen.

Der Hoch-Magnetfeld-Teststand hat sich in dieser ersten Messreihe bewährt. Eine weitere Nutzung dieser „Infrastruktur“ ist für fortgesetzte Studien zur Ortsauflösung auch für andere Spurdetektoren vorgesehen.

Polarisierte Positronenquelle (E166)

In den vergangenen Jahren wurde im Rahmen der Studien für einen Linearbeschleuniger gezeigt, dass die Polarisierung beider Strahlen – Positronen sowie Elektronen – das Physikpotential erheblich erweitert. Während die Methode zur Erzeugung polarisierter Elektronen durch Photoemission an geeigneten GaAs-Strukturen inzwischen weit fortgeschritten ist und hohe Polarisationsgrade erreicht werden, ist die Erzeugung polarisierter Positronen vergleichsweise Neuland. Mit dem

E166 Experiment am Stanford Linear Accelerator Center (SLAC) soll erstmals die Produktion polarisierter Positronen mit einem wendelförmigen Undulator experimentell demonstriert werden. Diese Idee geht auf eine Arbeit von Balakin und Mikhailichenko aus dem Jahre 1979 zurück: ein hochenergetischer Elektronenstrahl wird durch einen wendelförmigen Undulator geschickt. Dabei entsteht zirkular polarisierte Gammastrahlung, die hinter dem Undulator auf ein dünnes Target trifft und Elektron-Positron Paare erzeugt. Fängt man mit der nachfolgenden Strahloptik lediglich die hochenergetischen Positronen ein, erwartet man Polarisationsgrade bis zu 60%.

Das E166 Experiment wird am SLAC FFTB unter internationaler Beteiligung durchgeführt. DESY hat die Verantwortung für Design, Bau, Betrieb und Auswertung des Polarimeters übernommen, mit dem die erreichte Polarisierung der Positronen vermessen werden wird. Es handelt sich hierbei um ein Comptontransmissionspolarimeter, das aus einem Analysiermagneten (Verantwortung DESY Hamburg) und einem CsI(Tl) Kalorimeter (Verantwortung DESY Zeuthen) besteht. Ein weiterer Analysiermagnet wird im Polarimeter zur Messung der Photonpolarisation eingesetzt.

Die beiden Analysiermagnete (Abb. 66) wurden von DESY Hamburg konzipiert und vom Efremov-Institut St. Petersburg hergestellt. Ein in den Magneten eingebetteter Ferromagnet wird durch ein solenoidales Feld auf über 2 T magnetisiert, dabei werden die Elektronen in den unvollständig besetzten inneren 3d-Atomshalen des Eisens polarisiert. In der Compton Polarimetrie werden nun polarisierte Photonen an den polarisierten Elektronen im Eisen gestreut. Aufgrund der Spinabhängigkeit des Compton-Prozesses ergibt sich bei Umkehrung der Magnetisierung eine Asymmetrie des Transmissionssignals. Die Analysiermagnete sind im Photonarm und im Positronarm, hier zusammen mit dem CsI Kalorimeter, installiert. Im Positronarm werden die erzeugten polarisierten Positronen am Eingang des Analysiermagneten in Photonen rückkonvertiert. Die Polarisierung der Positronen ergibt sich dann aus der gemessenen Asymmetrie der Signale im CsI(Tl)-Kalorimeter.

Zwei Kalorimeter-Prototypen, jeweils bestehend aus einem CsI(Tl) Kristall, aber mit unterschiedlicher Lichtauslese (Photomultiplier bzw. zwei großflächigen Photodioden), wurden Anfang des Jahres noch einmal ausgiebig getestet und dann am SLAC am zukünftigen

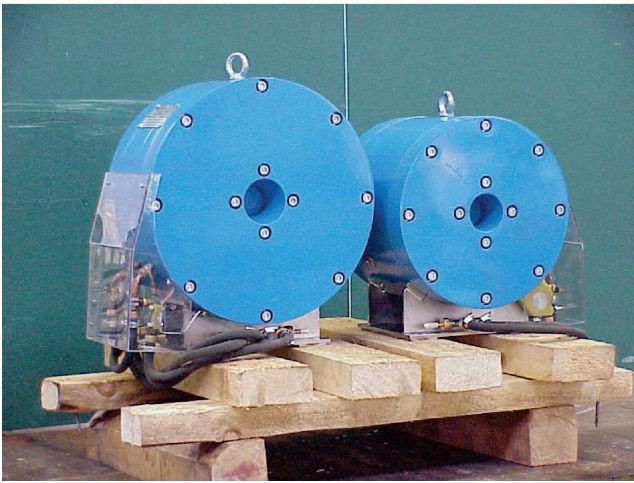


Abbildung 66: Die Analysiermagnete für das E166 Experiment am SLAC. Links ist der Magnet für den Positronarm und rechts ist der Magnet für den Elektronarm zu sehen. Weiterhin sind die Anschlüsse für die Wasserkühlung und die Stromversorgung zu erkennen.

gen Experimentierplatz eingebaut. Beide Prototypen funktionierten einwandfrei; da die Lichtauslese mittels Photodioden einfacher zu kalibrieren war, wurde entschieden, das Kalorimeter mit Photodioden auszustatten. Parasitär zum Betrieb anderer Experimente konnten die Prototypen unter tatsächlichen Strahlbedingungen getestet werden.

Im Laufe des Jahres wurde das Design des Polarimeters vervollständigt. Das Kalorimeter (Abb. 67) besteht aus 9 CsI(Tl) Kristallen mit einer Größe von je $6\text{ cm} \times 6\text{ cm} \times 28\text{ cm}$ angeordnet in einer 3×3 Matrix.

Die Kristalle wurden von der Firma AMCRYS-H LIMITED aus der Ukraine geliefert und in Zeuthen eingehend auf ihre Szintillationseigenschaften hin untersucht. Alle zeigten hinreichende Qualität. Die mechanische Struktur des Kalorimeters wurde von der Humboldt-Universität, die Verstärker für den Signaltransport wurden gemeinsam mit der Humboldt-Universität entwickelt und gebaut. Das Kalorimeter wurde im Teststrahl am DESY II in Hamburg getestet, bevor es im Sommer zum SLAC gebracht und dort im Experiment installiert wurde. Simulationen mit Hilfe von GEANT3 haben gezeigt, dass man das Kalorimeter durch geeignete Blei- und Wolframwände nahezu vollständig gegen Photonenuntergrund schützen kann. Im

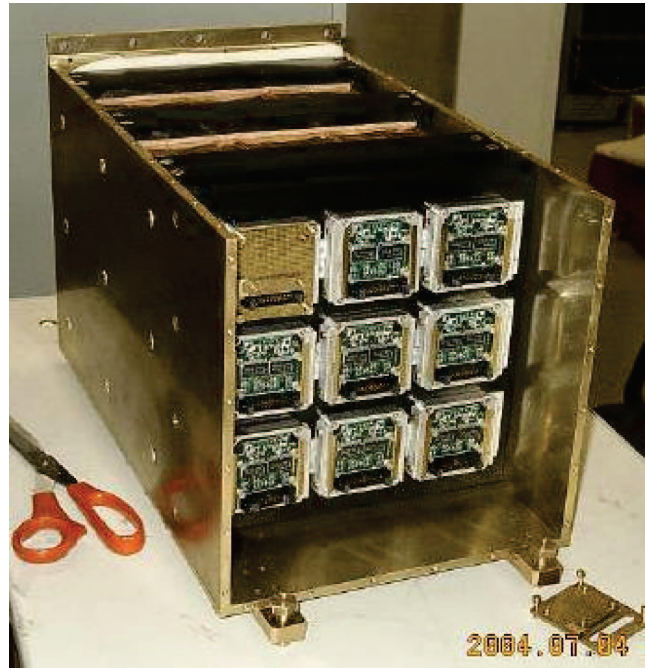


Abbildung 67: Die Anordnung der CsI(Tl) Kristalle im Kalorimeter für das E166 Experiment am SLAC. Die Lichtauslese erfolgt mittels Photodioden; hier ist die Ausleseelektronik zu sehen.

Oktober begann die erste Datennahme für das E166 Experiment, doch aufgrund eines schweren elektrischen Unfalles, der nicht im Zusammenhang mit dem Experiment stand, wurde der Beschleunigerbetrieb nach zweieinhalb Tagen für unbestimmte Zeit unterbrochen. In Abhängigkeit vom Zeitpunkt der Wiederaufnahme des Strahlbetriebs sind für das Jahr 2005 zwei je ca. 4-wöchige Strahlzeiten geplant.

Die zweieinhalb Tage Strahlzeit bei 28 GeV dienten der ersten Strahljustierung und Untergrunderfassung. Der Undulator war zu diesem Zeitpunkt noch nicht installiert. Das wohl wichtigste und erfreulichste Ergebnis dieser kurzen Strahlzeit war, dass das CsI-Kalorimeter unter realistischen Strahlbedingungen keinen nennenswerten Untergrund registrierte, der direkt vom hochenergetischen Elektronstrahl oder indirekt über Neutronen vom „Strahldump“ ausgeht.

Das Kalorimeter funktionierte unter realistischen Bedingungen ausgezeichnet. Die gewonnenen Daten wurden in Bezug auf Kalibration und Linearität untersucht und bisher konnte eine Genauigkeit der Energiemes-

sung von etwa 20% erreicht werden. Ziel ist es, diese auf etwa 5% zu verbessern. Parallel zur Auswertung der Daten soll die vollständige Simulation des Experimentes mittels GEANT4 vorbereitet werden. Dabei ist zu erwähnen, dass hier auch Entwicklungsarbeit an GEANT4 geleistet werden musste, um die Polarisationsabhängigkeit wichtiger Prozesse in das Programm zu integrieren.

Die Analysiermagnete wurden vor der Installation am SLAC im August 2004 am DESY in Hamburg getestet. Beide Magnete konnten bis zu ihrem gewünschten Maximalwert von ± 60 A hochgefahren werden. Entscheidend für die Bestimmung der Magnetisierung des Eisens ist die Messung des magnetischen Flusses, die mit Hilfe von Induktionsspulen erfolgt, die um den Ferromagneten gewickelt sind. Eine am DESY durchgeführte Messung ergab einen Wert von 0.680 Vs, was sehr gut mit dem erwarteten Wert übereinstimmt.

Beide Magnete wurden Mitte September am SLAC im FFTB-Tunnel installiert. Leider ist ein Betrieb der Magnete nach dem erwähnten Unfall am SLAC bisher nicht möglich gewesen.

Arbeiten zum Energiespektrometer

Gemeinsam mit dem VIK Dubna, Dzhelapov Laboratorium für Kernprobleme und der Technischen Universität Berlin, Fachgebiet Theoretische Elektrodynamik, wurde eine Initiative gestartet, ein für den Linear Collider notwendiges Spektrometer zur Messung der Strahlenergie mit einer relativen Genauigkeit von besser als 10^{-4} zu entwickeln. Ausgehend von den Forderungen des Physikprogramms beim ILC wurden Design und Parameter der Magnete und der hochauflösenden Strahllagemonitore festgelegt. An der Technischen Universität Berlin wurden Monitore entwickelt, die einige zehn Nanometer Positionsgenauigkeit für den Einzelpaketbetrieb besitzen. Die 5.5 GHz Variante dieser Monitore erlaubt den Ort des Teilchenpakets (mit einer provisorischen Elektronik) mit 200 nm Präzision über eine Distanz von ± 1.5 mm zu bestimmen. Die theoretischen Erwartungen an diesen Monitor Typ (Cavity Monitor mit speziellen Wellenleitern, siehe auch Abb. 68) wurden durch Messungen an der Beschleunigeranlage ELBE in Rossendorf bei Dresden weitestgehend bestätigt.

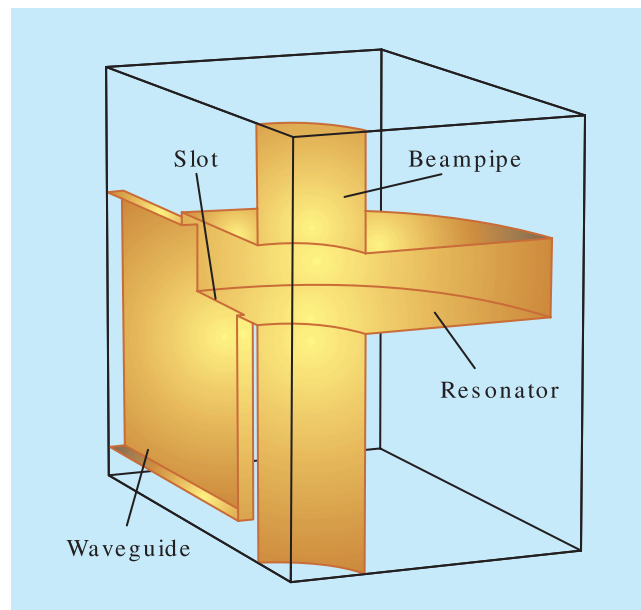


Abbildung 68: RF Monitor mit Koppelschlitz und Wellenleiter.

Darüber hinaus wurden Fragen zur Präzisionsausrichtung und Stabilisierung der Komponenten des Energiespektrometers sowie ihrer Überwachung untersucht und Vorschläge hierzu erarbeitet. Die erzielten Resultate sind in einem Technischen Design Report (LC Note) zusammengefasst.

Komplementäre Möglichkeiten zur Bestimmung der Strahlenergie („radiative return“ Ereignisse, Nutzung der Synchrotronstrahlung) wurden ebenfalls initiiert. In Zeuthen wurden „radiative return“ Ereignisse vom Typ $e^+e^- \rightarrow \mu^+\mu^-\gamma$ als erstes wegen ihrer Einfachheit bei 350 GeV analysiert. Mit einer integrierten Luminosität von 100 fb^{-1} konnte ihre Nutzbarkeit zur Messung der Strahlenergie nachgewiesen werden. Der nur von der Statistik herrührende Fehler von über 10^{-4} für die Strahlenergie erfordert aber, weitere Prozesse in die Untersuchungen einzubeziehen.

Weiterentwicklung der ILC Simulations-Software

Die DESY LC Gruppen tragen in enger Zusammenarbeit mit DESY IT wesentlich zur Entwicklung eines

Software Systems für Studien für den ILC bei. In den letzten Jahren wurde in enger Kooperation mit dem SLAC ein Datenformat entwickelt, in dem Daten für den ILC Detektor abgespeichert und verarbeitet werden können (LCIO). Im Jahre 2004 wurde dieses Format weiterentwickelt, und fand immer weitere Akzeptanz bei Gruppen, die am ILC arbeiten. Ein Fortran Interface für LCIO einschließlich Dokumentation wurde im Berichtszeitraum erstellt.

Nach der LCWS'04 wurde mit der Entwicklung eines Programms begonnen, das die einfache Analyse von LCIO basierenden Daten erlaubt. Dieses Program, MARLIN (modular analysis and reconstruction system for the international linear collider) konnte im Herbst in einer ersten Version bereitgestellt werden. Seitdem werden von mehreren Gruppen Module entwickelt, die in der Simulation, Digitalisierung und in der Rekonstruktion Anwendung finden werden.

Als erster Test dieses Software Systems dienen die Detektor Entwicklungsarbeiten. Die Daten sowohl für den Kalorimeter Test wie auch für den TPC Test werden als LCIO Daten abgespeichert. Die Entwicklung der Analyse-Software im MARLIN System hat bereits begonnen.

Neben den neuen, C++ basierenden Paketen werden die existierenden, Fortran basierenden Programme weiterhin unterstützt. Das Detektorsimulationspaket BRAHMS wurde so modifiziert, dass variable Zell-Größen im Kalorimeter berücksichtigt werden können und das Einlesen (bzw. die Ausgabe) der Simulationsergebnisse von (in) einem LCIO file ermöglicht wird.

Das schnelle Detektorsimulationsprogramm SIMDET wurde weiter gepflegt und neue Entwicklungen wurden eingearbeitet. Die erwähnten Software-Pakete werden in einem eigens eingerichteten CVS-Server den Nutzern weltweit zur Verfügung gestellt.

Das Zentrale Datennahme System

Ein wichtiger Aspekt der Detektorentwicklung ist das Zentrale Datennahmesystem, mit dessen Hilfe die Vielzahl der Signale der verschiedenen Detektorkomponenten erfasst, für die spätere Analyse aufbereitet und gespeichert werden. Das Hauptaugenmerk liegt hierbei

auf einer verlustfreien Datenerfassung, um das physikalische Potential des ILC voll auszuschöpfen und gleichzeitig den Aufwand im Rahmen zu halten.

Beim ILC treten Kollisionen nur 5 mal pro Sekunde in einem Zeitfenster von etwa einer Millisekunde auf. In dieser einen Millisekunde treffen etwa 3000 Teilchenpakete im zeitlichen Abstand von wenigen hundert Nanosekunden aufeinander.

Diese Zeitstruktur des ILC erlaubt es, die anfallende Datenmenge während der Periode, in der die Kollisionen stattfinden, lokal in den Detektorkomponenten zu erfassen, zu speichern und in der verbleibenden Zeit von etwa 0.2 Sekunden vor der nächsten Kollision die Daten vom Detektor über ein Datennetzwerk in eine Rechnerfarm zu übertragen. In dieser werden die Daten weiterverarbeitet, die interessanten Ereignisse selektiert und letztlich die relevante Information zum Speichern für die Analyse aufbereitet. Dieses Konzept erlaubt es, auf einen konventionellen Hardware Trigger zu verzichten.

Dieses Konzept des „Software Triggers“ wurde in der ECFA/DESY Studie entwickelt und ist im TDR bereits prinzipiell beschrieben. In der anschließenden ECFA Studie sowie den Studien in Amerika und Asien wird dieses Konzept im Rahmen der interregionalen Zusammenarbeit weiterentwickelt und die Auswirkungen auf die verschiedenen Detektorkomponenten untersucht und mögliche Probleme sowie deren Lösungen erörtert.

Im Bereich der zentralen Datenerfassung sind konzeptionelle Studien über die notwendige Netzwerkbandbreite, die Rechenleistung und die Speicherkapazität notwendig. Dazu werden Abschätzungen der Ereignisgrößen in Abhängigkeit der eingesetzten Detektorkomponenten erarbeitet. Fragen der Kalibration sowie der Überwachung und Steuerung der Detektoren insbesondere im Hinblick auf die Anforderungen für das Global Detector Network sind ebenfalls Gegenstand der Untersuchungen.

Ausbildung

Ein wesentlicher Teil der Arbeiten zum ILC, besonders im Bereich der Physik und der Detektorentwicklungen, wird von Doktoranden und Diplomanden durchgeführt.

Das Interesse an Arbeiten im Bereich des ILC hat auch in diesem Jahr angehalten. Die Verbindung von der Entwicklung anspruchsvoller Nachweisgeräte, interessanter Physik und einer sehr internationalen Atmosphäre des Projektes hat eine hohe Attraktivität. Daneben haben etwa 10 Schüler die Möglichkeit wahrgenommen, im Laufe des Jahres zwei- bis dreiwöchige Praktiken in der ILC Arbeitsgruppe zu absolvieren. Die Schüler nehmen am „Leben“ der Forschungsgruppe teil, und verfolgen daneben ein eigenständiges, kleines Projekt, das ihnen die Möglichkeit gibt, einen Einblick in wissenschaftliches Arbeiten zu bekommen. In der Abbildung 69 ist der experimentelle Aufbau zu sehen, an dem die Schüler arbeiten.

Zusammenfassung und Ausblick

Beide Standorte DESYs, Hamburg und Zeuthen, engagieren sich in den Arbeiten am ILC. Studien zur Physik am ILC werden an beiden Orten intensiv durchgeführt. Die Maschinenphysik hat naturgemäß ihr Schwergewicht in Hamburg, wo die großen Anlagen installiert sind. Zeuthen engagiert sich hier vor allem im Bereich der Quelle (PITZ) und der Erzeugung polarisierter Positronen. In Hamburg profitieren die Arbeiten am ILC vor allem von der Synergie mit der Entwicklung des XFEL, insbesondere in der Weiterentwicklung der supraleitenden Technologie. Darüber hinaus werden originäre Arbeiten zum Thema der Dämpfungsringe, der Strahldynamik und des Global Accelerator Networks weitergeführt. Arbeiten zum Detektor konzentrieren sich in Hamburg auf TPC Entwicklungen und die Entwicklung, den Bau und die Inbetriebnahme des HCAL Prototypen. In Zeuthen wird an der Instrumentierung der Vorwärtsrichtung gearbeitet. Alle anderen Arbeiten, speziell auch die Entwicklungen der Software, finden in enger Zusammenarbeit und Abstimmung beider Labore statt.

Im nächsten Jahr wird einer der Schwerpunkte der Arbeiten die Inbetriebnahme des großen HCAL Proto-

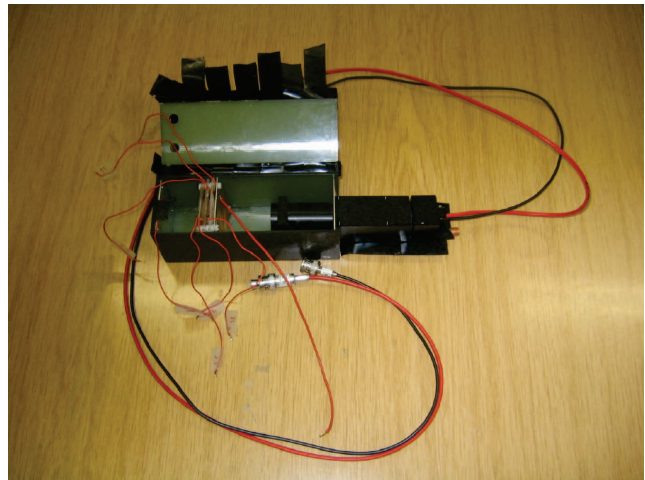


Abbildung 69: *Experimenteller Aufbau, der von Schülerinnen und Schülern im Rahmen mehrerer mehrwöchiger Praktika erstellt worden ist.*

typen sein. Zusammen mit Gruppen aus Frankreich, Großbritannien, der tschechischen Republik und Russland wird dieser im DESY Teststrahl zusammen mit einem ECAL Modul ausgetestet werden, bevor er dann im Jahre 2006 vermutlich ans Fermilab an einen hadronischen Teststrahl geht. Die Arbeiten im Bereich der anderen Detektorprojekte werden auf annähernd konstantem Niveau weitergeführt.

Nach der internationalen Entscheidung der Teilchenphysiker, den Beschleuniger in der kalten Technologie zu bauen, werden in den kommenden Jahren verstärkt Aktivitäten der FH Gruppen im Bereich der Maschine sichtbar werden. So haben bereits Arbeiten angefangen, um die Zuverlässigkeit des Beschleunigers zu simulieren. Arbeiten im Bereich der Maschineninstrumentation sind in mehreren Bereichen geplant. Insgesamt werden sich die Aktivitäten zum ILC weiter ausdehnen, und auch verstärkt Beiträge aus anderen DESY Bereichen integrieren. Dem hat auch die Gründung des ILC Projektes (<http://ilc.desy.de>) am DESY Rechnung getragen.

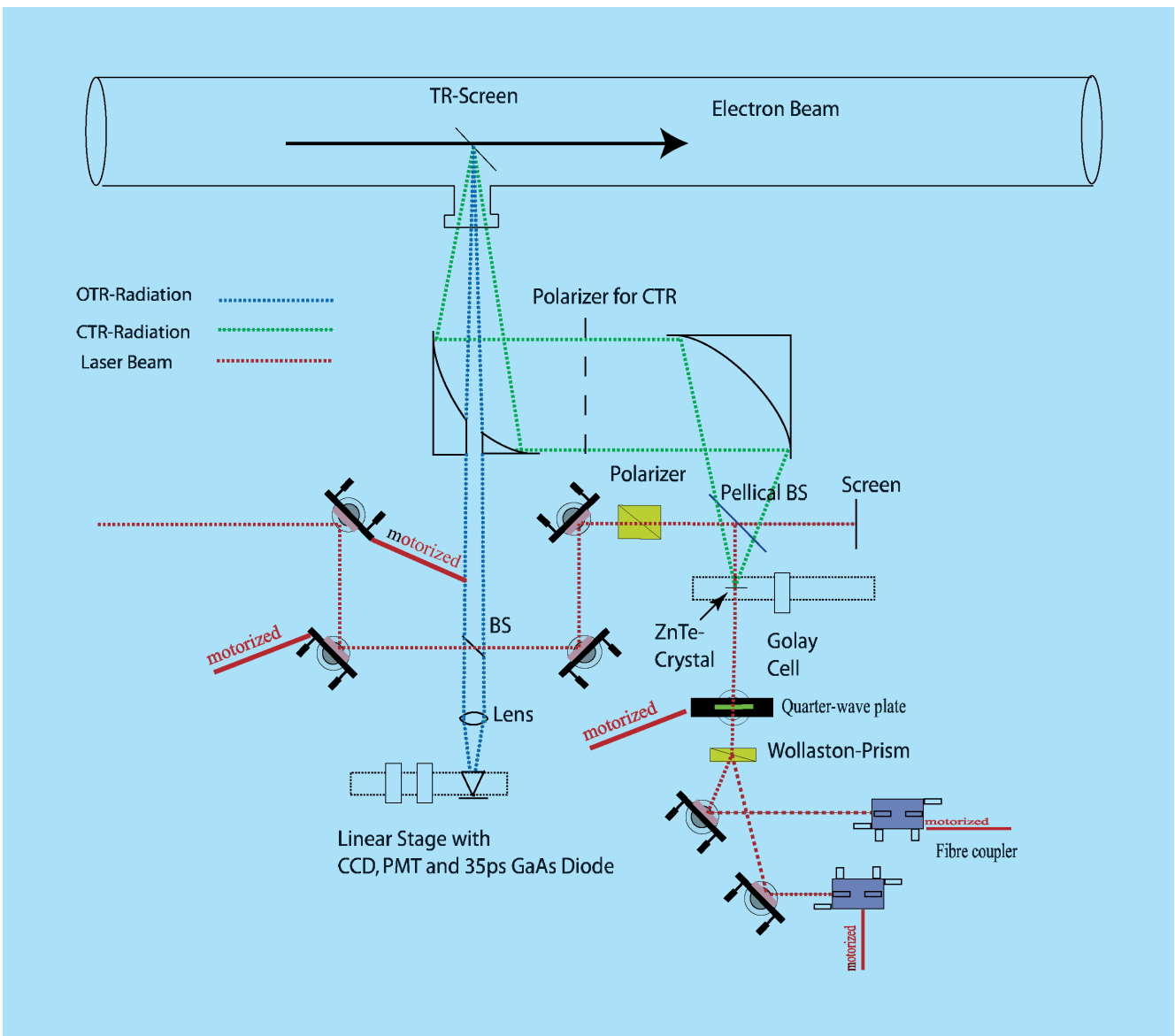


Abbildung 70: Aufbau des EOS-Experiments am 100 MeV-Linac der Swiss Light Source.

Forschung Linearbeschleuniger-Technologien

Gruppenleiter: B. Schmidt

Die Gruppe „Forschung Linearbeschleuniger-Technologien“ (FLA) ist Anfang 2004 aus dem Zusammenschluss der Gruppe FDET und eines Teils der Gruppe HERA B hervorgegangen. Die in den Vorjahren von FDET durchgeführten Untersuchungen zu supraleitenden Resonatoren mit höchsten Gradienten und die Messungen zur Oberflächensupraleitung sind im Wesentlichen Ende 2003 abgeschlossen worden. Im Jahr 2004 hat sich die Gruppe FLA darauf konzentriert, an höchstauflösenden Systemen zu arbeiten, die für die Strahldiagnose an supraleitenden Linearbeschleunigern benötigt werden mit der Zielrichtung Linear Collider und VUV/Röntgen-FEL. Eine Besonderheit dieser neuen Beschleuniger sind die extrem kurzen Elektronenbunche, die insbesondere beim FEL nötig sind, um hohe Laser-Verstärkung in den Undulatormagneten zu erreichen.

Die experimentelle Analyse dieser Bunche wird einmal durch direkte Zeitmessungen mit Hilfe der elektrooptischen Abtastung durchgeführt. Zum Anderen ist ein optisches Strahltransportsystem für Übergangsstrahlung im Bereich von 0.2 bis etwa 30 THz entwickelt worden, um durch Messungen im Frequenzbereich feinste Strukturen in den Ladungspaketen identifizieren zu können. Die Anwendung komplementärer Messmethoden hat sich schon bei unseren bisherigen Arbeiten zur Strahldiagnose als sehr wertvoll erwiesen.

Aus den Arbeiten zur höchstauflösenden Bunchlängendiagnostik hat sich als neues Arbeitsfeld die Entwicklung optischer Methoden zur Synchronisation der Beschleunigerkomponenten (Injektor, HF-Resonatoren usw.) und der Experimente mit Femtosekundengenauigkeit ergeben. In diesem Aufgabenfeld wurden eine Doktorarbeit begonnen und bereits erste Erfolge erzielt.

Die Gruppe FLA hat im Jahr 2004 mit Wissenschaftlern der Universität Hamburg, der RWTH Aachen und des Paul-Scherrer-Instituts zusammengearbeitet. Es sind

zwei Diplomarbeiten abgeschlossen worden. Eine Dissertation ist nahezu fertiggestellt, an drei weiteren wird gearbeitet.

Arbeiten zur elektro-optischen Abtastung der Elektronen-Bunche in Linearbeschleunigern

Experimente an der Swiss Light Source

Die in den Vorjahren begonnenen Messungen der longitudinalen Ladungsverteilung in den Elektronenpaketen wurden erfolgreich fortgesetzt. Die Methode der elektro-optischen Abtastung (electro-optic sampling EOS) wurde angewandt, um die Bunch-Länge am 100 MeV-Linac der Swiss Light Source zu bestimmen. Das Experiment, das in Kooperation mit dem Paul-Scherrer-Institut durchgeführt wurde, ist in Abb. 70 dargestellt. Die von den Elektronenpaketen erzeugte kohärente Übergangsstrahlung (coherent transition radiation CTR) wird aus dem Linac-Strahlrohr ausgekoppelt und mit zwei Paraboloid-Spiegeln auf den ZnTe-Kristall fokussiert. Der optische Anteil der Strahlung wird durch ein Loch im ersten Paraboloid-Spiegel geleitet und auf einen Photomultiplier abgebildet. Ein Teilstrahl des Titan-Saphir-Lasers wird ebenfalls auf den Multiplier geführt, der einen Zeitabgleich der beiden Signale mit einer Genauigkeit von 500 ps erlaubt. Der andere Teilstrahl des Femtosekundenlasers durchläuft einen Polarisator und wird auf den ZnTe-Kristall fokussiert. Hinter dem Kristall befindet sich eine $\lambda/4$ -Platte und ein Wollaston-Prisma, welches die beiden orthogonalen Polarisationszustände des Laserstrahls trennt, die dann in zwei optische Fasern eingekoppelt und zum Diodendetektor außerhalb des Linac-Tunnels geleitet werden. Eine anspruchsvolle Aufgabe bestand

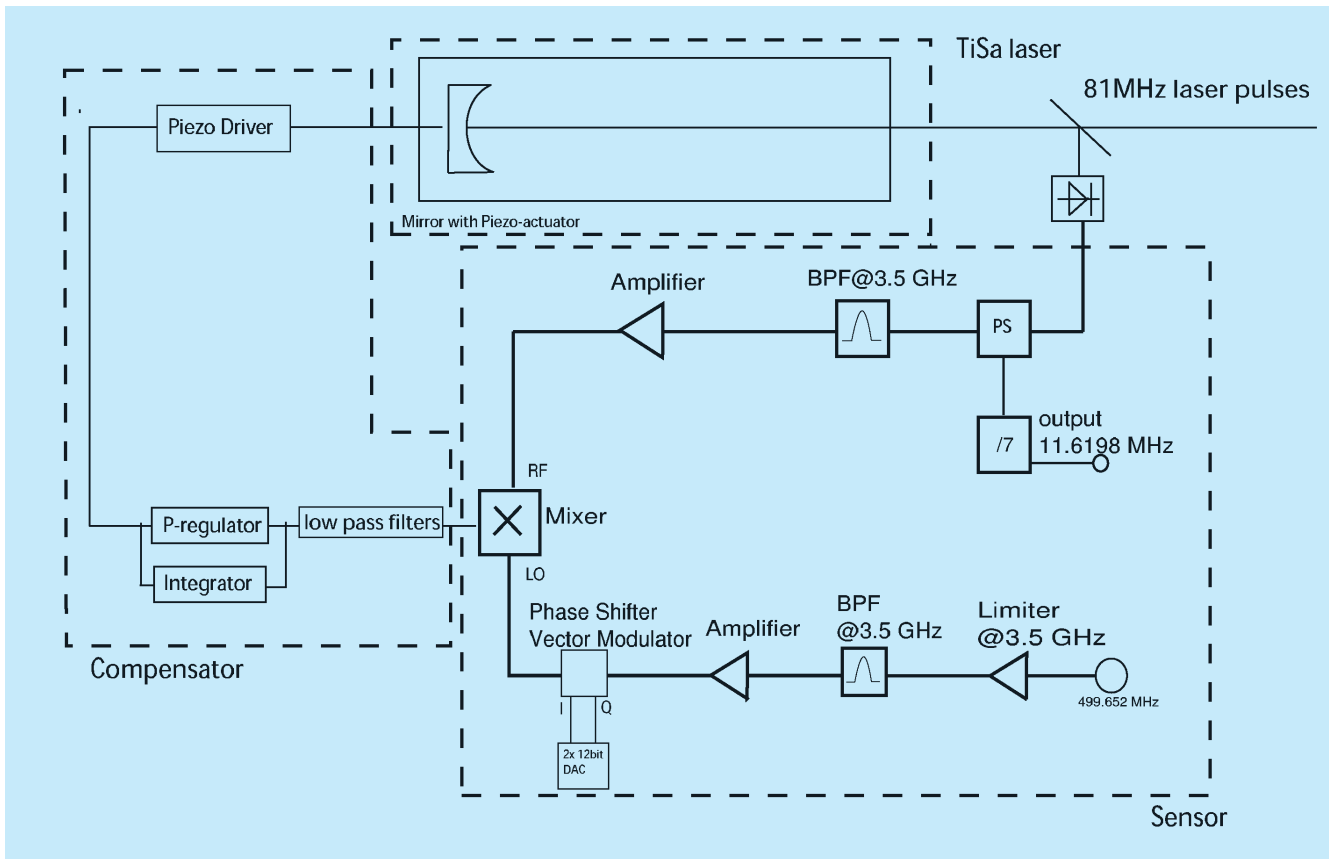


Abbildung 71: Elektronik zur Synchronisation des Titan-Saphir-Lasers mit der HF des SLS-Linacs.

darin, den Femtosekundenlaser mit einer Repetitionsrate von 81 MHz mit der 500 MHz-Hochfrequenz des PSI-Linacs zu synchronisieren. Dies wurde über eine Vergleichsfrequenz von 3.5 GHz bewerkstelligt, die die 7. Harmonische der Linac-HF und die 43. Harmonische der Laserfrequenz ist. Die dazu benötigte Elektronik (siehe Abb. 71) wurde in unserer Gruppe entwickelt und in Zusammenarbeit mit der Gruppe MHF gebaut.

Sind die beiden 3.5 GHz-Signale nicht exakt frequenzgleich, liefert ein Mischer ein Signal, mit dessen Hilfe die Resonatorlänge des Lasers über einen Piezospiegel nachgeregelt wird. Aus dem Rauschspektrum am Ausgang des Mixers kann man die Zeitschwankungen (time jitter) in der Laser-Synchronisation relativ zur Linac-HF bestimmen. Diese liegen unter 40 fs (Femtosekunden) und sind damit sehr viel geringer als die zeitlichen Schwankungen der Elektronen-Bunche relativ zur HF des Linacs.

Abbildung 72 zeigt die Signale des zeitdefinierenden Photomultipliers und des Diodendetektors auf einem 2 GHz-Oszilloskop.

Die Experimente zur Abtastung der Elektronenbunche am PSI-Linac sind im Sommer 2004 erfolgreich abgeschlossen worden. Eine gemessene Zeitverteilung wird in Abb. 73 gezeigt. Die Unterschwinger im Signal werden durch Beugungseffekte beim Auskoppeln und Fokussieren der Übergangsstrahlung verursacht. Die gemessene Bunchlänge von 2 ps (Halbwertsbreite) ist in Übereinstimmung mit den theoretischen Erwartungen.

Elektro-optischer Aufbau am Linac des VUV-FEL

Am Linac des VUV-FEL ist vor dem Eintritt des Elektronen-Strahls in den Undulatorbereich ein EOS-

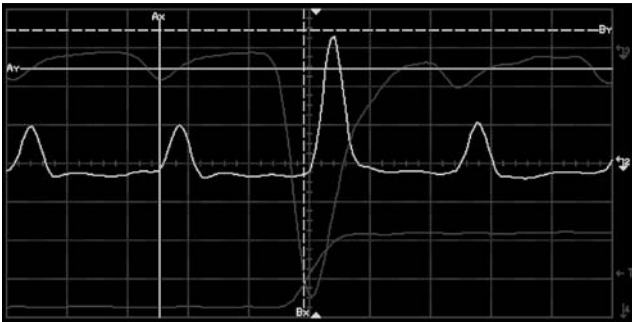


Abbildung 72: Oszillographenbild der Signale des zeitdefinierenden Photomultipliers (obere Spur, negative Pulse) und des Diodendetektors (mittlere Spur, positive Pulse). Die Zeitskala beträgt 5 ns/Einteilung. Die Pulse des Titan-Saphir-Lasers (TiSa) haben einen Abstand von 12.3 ns. In der Mitte des Bildes bei $t \approx 0$ sieht man die Überlappung des TiSa-Signals mit dem Puls der optischen Übergangsstrahlung. Der Multiplier dient dazu, die zeitliche Koinzidenz mit einer Genauigkeit von 500 ps herzustellen. Der Diodendetektor hat bei $t \approx 0$ ebenfalls ein großes Signal: dies ist ein Beweis dafür, dass der TiSa-Puls genau zu dem Zeitpunkt den ZnTe-Kristall durchläuft, bei dem dieser durch den CTR-Puls des Bunches doppelbrechend gemacht worden ist. Damit ist die Überlappung von TiSa- und CTR-Puls auf einer Pikosekunden-Zeitskala realisiert.

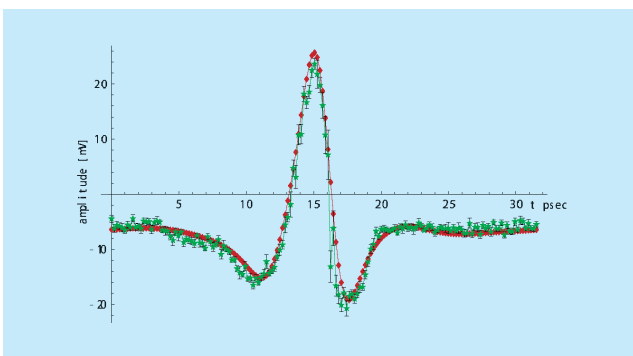


Abbildung 73: Das gemessene Zeitprofil der SLS-Linac-Bunche (Punkte mit Fehlerbalken) im Vergleich mit einer Anpassungsrechnung, die die Beugung der Übergangsstrahlung berücksichtigt.

Experiment aufgebaut worden, bei dem das mitgeführte Ladungsfeld der Elektronenpakete direkt gemessen werden kann. Auf die Weise entfallen die Beugungsverluste, die bei Messungen mit kohärenter Übergangsstrahlung das Frequenzspektrum nach unten beschnei-

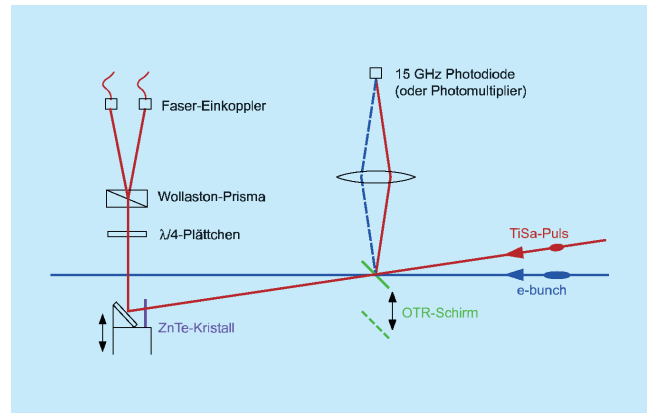


Abbildung 74: EOS-Aufbau am Linac des VUV-FEL.

den und damit Verzerrungen des Ladungsprofils vortäuschen. Es wurde eine spezielle Vakuumkammer entworfen und gebaut, in die der Laserstrahl durch ein dünnes Fenster unter einem Winkel von 6° gegen den Elektronenstrahl eintritt. Mittels eines fahrbaren Schirms können der Laserstrahl und die optische Übergangsstrahlung (optical transition radiation OTR) auf eine schnelle Photodiode (oder wahlweise einen Photomultiplier) geleitet werden, mit deren Hilfe die zeitliche Synchronisation der Laserpulse mit den Elektronenbunchen mit ca. 100 ps Genauigkeit eingestellt werden kann. Vor Beginn der elektro-optischen Abtastung wird der OTR-Schirm herausgefahren. Der schematische Aufbau ist in Abb. 74 dargestellt.

Das Experiment ist weitgehend fernsteuerbar aufgebaut, da der Zugang zum Beschleuniger nur beschränkt möglich ist. Die Synchronisation des TiSa-Lasers (81 MHz) mit der Linac-HF (1300 MHz) erfolgt mit einer neu gebauten Elektronik (Abb. 71), in der die 16. Harmonische der Laserfrequenz mit der Linac-HF gemischt wird. Der EOS-Aufbau ist ausgetestet und betriebsbereit, die Messungen können beginnen, sobald Strahlzeit am Linac zur Verfügung steht.

Numerische Studien zur Pulsverbreiterung in elektro-optischen Kristallen

Die Anregung transversal-optischer (TO) Gitterschwingungen setzt eine untere Grenze für die kürzeste auflösbare Pulsdauer. Für Zink-Tellurid (ZnTe) liegt die niedrigste TO-Schwingung bei 5.3 THz, dort zeigt

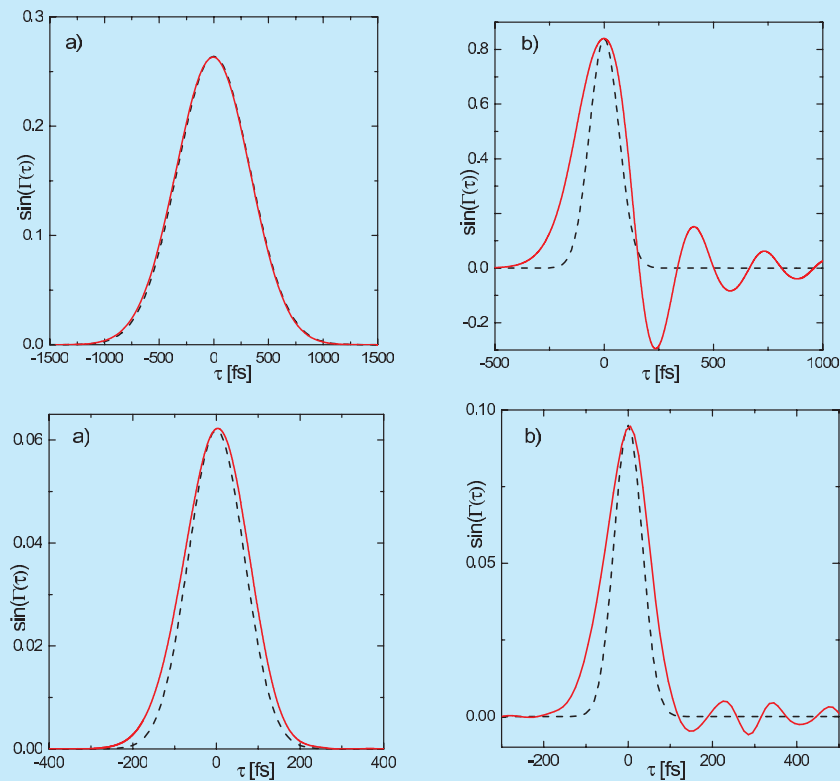


Abbildung 75: Erwartetes Signal im Diodendetektor des EOS-Aufbaus (durchgezogene Kurven) im Vergleich zu Originalform des Bunches (gestrichelte Kurven).
 Obere Bilder: ZnTe-Kristall von 300 μm Dicke; links: $\sigma = 100 \mu\text{m}$, rechts: $\sigma = 20 \mu\text{m}$.
 Untere Bilder: GaP-Kristall von 100 μm Dicke; links: $\sigma = 20 \mu\text{m}$, rechts: $\sigma = 10 \mu\text{m}$

der Brechungsindex ein resonanzartiges Verhalten. Es sind detaillierte numerische Studien zur Signalverbreiterung und -verformung in elektro-optischen Kristallen durchgeführt worden um zu ermitteln, ob ultrakurze Elektronen-Bunche noch unverfälscht rekonstruiert werden können. Bei ZnTe beginnt eine merkliche Verbreiterung für Pulslängen von weniger als 30 μm (rms). Der TiSa-Laser-Puls wird ebenfalls breiter und hat eine geringere Gruppengeschwindigkeit als der THz-Puls. Die Verbreiterung und die verschiedenen Gruppengeschwindigkeiten haben eine Signalverzerrung im Diodendetektor zur Folge, siehe Abbildung 75.

Es zeigt sich, dass ein gaußförmiger Elektronen-Bunch mit $\sigma \geq 40 \mu\text{m}$ perfekt durch die elektro-optische Abtastung in ZnTe rekonstruiert werden kann. Kürzere Bunche erscheinen dagegen verlängert, bei $\sigma = 20 \mu\text{m}$ fast um einen Faktor 2, und außerdem entwickeln sich Oszillationen, die man durch resonante Verstärkung der Fourierkomponenten nahe der TO-Gitterschwingung erklären kann.

Gallium-Phosphid (GaP) hat seine niedrigste TO-Schwingung bei 11 THz und ermöglicht daher die Messung von kürzeren Pulsen. Der 20 μm -Puls wird bei Abtastung in GaP praktisch originalgetreu wiederge-

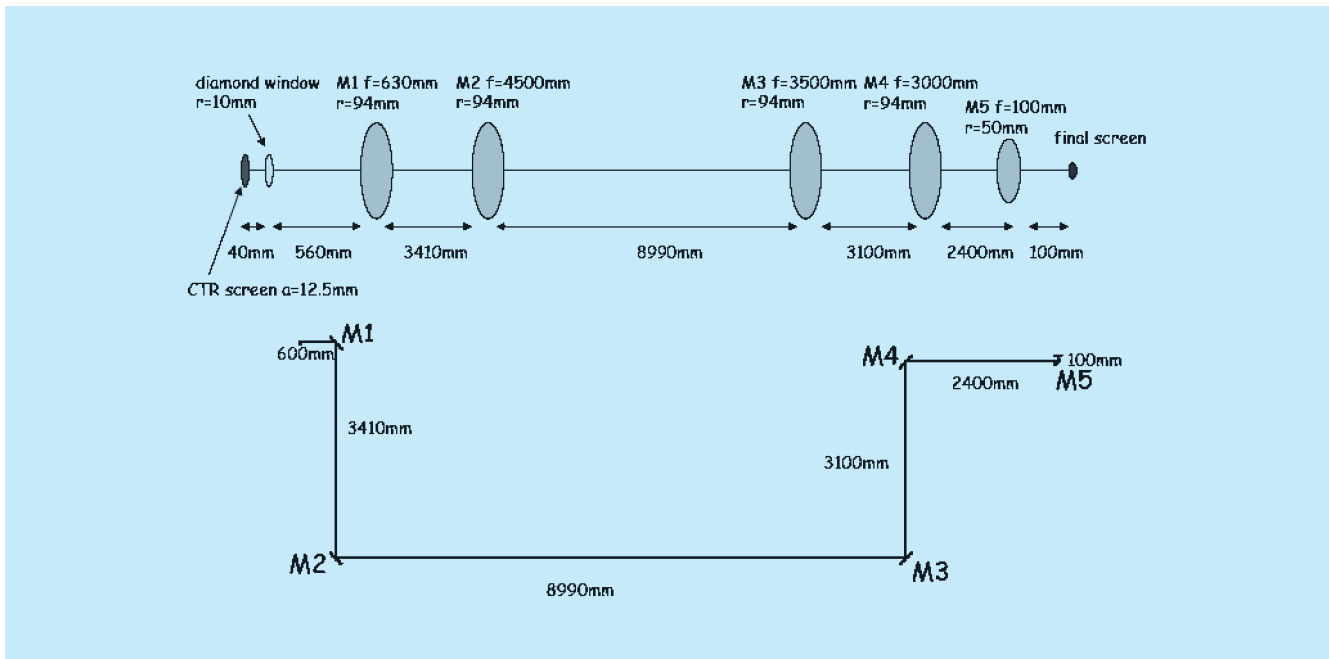


Abbildung 76: Schematische Darstellung der Auskopplung der THz-Strahlung und des optischen Transportweges vom Beschleunigerbereich bis in die Messhütte.

geben, erst ein Puls mit $\sigma = 10 \mu\text{m}$ erscheint deutlich breiter. Die kürzeste Halbwertsbreite, die mit ZnTe als EO-Kristall aufgelöst werden kann, beträgt 200 fs, bei GaP sind es 100 fs. Allerdings ist der elektro-optische Koeffizient von GaP um einen Faktor 8 kleiner, und die Detektorsignale sind entsprechend niedriger. Am EOS-Aufbau an der 140 m-Position des VUV-FEL Linacs sollen ZnTe, GaP und evtl. andere elektro-optische Materialien verglichen werden.

Spektroskopie kohärenter Übergangsstrahlung

Die Spektroskopie der kohärenten Übergangsstrahlung im THz-Bereich ist eine Methode, die Zeitstruktur der Elektronenbunche auf der Skala von 10–100 fs zu studieren. Dieser Zeitbereich ist mit elektro-optischen Techniken kaum zugänglich. Um die im Beschleunigervakuum erzeugte Übergangs- oder Diffraktions-

strahlung optimal für Diagnosezwecke nutzen zu können, ist es zweckmässig, die Strahlung aus dem Beschleunigerbereich herauszuführen. Zu diesem Zweck wurde eine quasi-optische Strahlführung auf der Basis von Metallspiegeln entwickelt, die es erlaubt, THz-Strahlung von 0.2 THz bis 30 THz mit hoher Effizienz vom Beschleunigerbereich in eine externe Messhütte zu leiten. Die Strahlführung ist so ausgelegt, dass sowohl Messungen der spektralen Intensitätsverteilung als auch zeitaufgelöste Messungen mit EO-Techniken oder Streak-Kameras möglich sein werden.

Die Propagation der THz Strahlung durch das optische System wird auf Grund der langen Wellenlängen (10 μm bis 1 mm) wesentlich durch Beugungseffekte an den Strahlbegrenzungen und den optischen Elementen bestimmt. Da kommerziell verfügbare Computerprogramme sich in diesem Wellenlängenbereich als unzureichend erwiesen, die Details der Beugungsphänomene korrekt zu beschreiben, wurde ein eigenes *Mathematica* Programmpaket zur Lösung dieses Problems entwickelt.

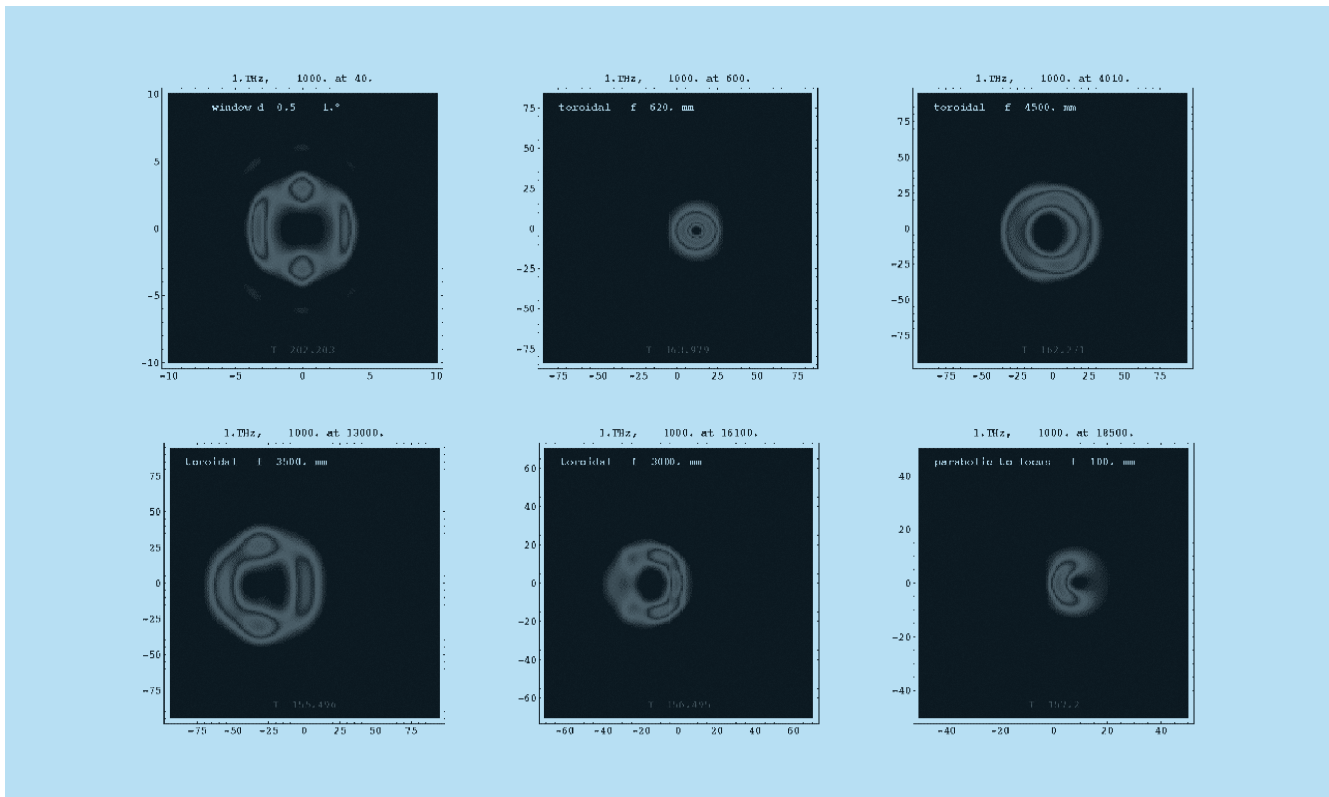


Abbildung 77: Intensitätsverteilung der kohärenten Übergangsstrahlung auf den optischen Elementen der THz-Strahlführung (Diamantfenster und fünf Spiegel).

Das Programm *THz-Transport* umfasst die Behandlung von Nah- und Fernfeldbeugung und erlaubt die Beschreibung von sphärischen, elliptischen, parabolischen und toroidalen Spiegelementen. Zudem können planparallele und keilförmige Fenster erfasst werden. Basierend auf Berechnungen mittels dieses Programms, dessen Entwicklung ca. 8 Monate in Anspruch nahm, wurden die Metallspiegel der Strahlführung und das Diamantfenster zur Auskopplung der

THz-Strahlung aus dem Beschleunigervakuum optimiert. Diese Komponenten wurden inzwischen bestellt und befinden sich in der industriellen Fertigung. Die Anordnung der optischen Elemente ist schematisch in Abb. 76 dargestellt (planare Spiegel sind nicht gezeigt), Abb. 77 zeigt exemplarisch die berechnete Intensitätsverteilung auf den optischen Elementen für eine Wellenlänge von 0.3 mm ($f = 1$ THz).

Bereich Forschung mit Photonen

Inhalt

| | |
|--|-----|
| Übersicht Forschung mit Photonen | 125 |
| Hamburger Synchrotronstrahlungslabor HASYLAB | 127 |
| Europäisches Laboratorium für Molekularbiologie EMBL | 137 |
| Max-Planck-Gesellschaft Arbeitsgruppen für Strukturelle Molekularbiologie | 145 |



Abbildung 78: Der „Vater“ der Forschung mit Photonen bei DESY, Prof. Peter Stähelin (5ter von rechts), umringt von den Jubiläumsgästen der Feier 40 Jahre Forschung mit Synchrotronstrahlung bei DESY. Prof. Stähelin feierte 2004 seinen 80sten Geburtstag.

Übersicht Forschung mit Photonen

Im Jahr 2004 konnten besondere Jubiläen gefeiert werden: Gemeinsam mit 250 Gästen aus aller Welt, darunter viele Pioniere der ersten Stunde, feierte DESY im Mai 2004 40 Jahre Forschung mit Synchrotronstrahlung in Hamburg. Dieses Jubiläum fiel mit dem 80. Geburtstag von Professor Peter Stähelein zusammen, dem damaligen Forschungsdirektor von DESY, der als Erster die experimentellen Nutzungsmöglichkeiten der Synchrotronstrahlung erkannt hat. Im September 2004 feierte die EMBL-Außenstelle ihr 30-jähriges Bestehen auf dem DESY-Gelände mit einer 3-tägigen Konferenz, zu der zahlreiche namhafte Wissenschaftler geladen waren, die aus den Anfangszeiten berichteten.

Das zukünftige Forschungsprogramm für die Zeit von 2005 bis 2009 stellte DESY mit Unterstützung des Erweiterten Wissenschaftlichen Rats (EWR) und des Machine Advisory Committee (MAC) der Helmholtz-Gemeinschaft Deutscher Forschungszentren (HGF) zur strategischen Begutachtung vor. Im Rahmen des Forschungsbereichs „Struktur der Materie“ nimmt der Bereich Forschung mit Photonen bei DESY an dem HGF-Programm „Großgeräte für die Forschung mit Photonen, Neutronen und Ionen (PNI)“ teil. Die Ergebnisse der Evaluierung aller drei Programme durch hochrangige internationale Gutachtergremien waren sehr gut, die Forschung mit Photonen bei DESY erzielte die höchstmögliche Wertung. Außerdem wurde empfohlen, die hausinterne Forschung mit Photonen durch das vorgeschlagene Zentrum für XFEL-Wissenschaften zu stärken.

Die Evaluierung durch die HGF hat im Bereich der Forschung mit Photonen zur Folge, dass DESY zwei weitere Stellen für Leitende Wissenschaftler ausschreiben und die Anzahl der Mitarbeiter in der hausinternen Forschung von heute 15 auf etwa 90 Personennjahre im Jahr 2009 erhöhen wird. Darüber hinaus wird durch Zusammenlegung von Ressourcen aus den

Bereichen Forschung mit Photonen und Teilchenphysik bei DESY eine starke hausinterne Gruppe für die Detektorentwicklung aufgebaut. Der HGF-Senat bewilligte die ursprünglich von DESY vorgeschlagene Ressourcenverteilung.

Für die Forschung mit Photonen bei DESY war 2004 insgesamt ein äußerst erfolgreiches Jahr. An DORIS III wurde der neue HARWI-Wiggler installiert, der hoch energetische Synchrotronstrahlung für das von der GKSS betriebene Labor für Materialforschung liefern wird, die Instrumentierung für die Kleinwinkelstreuung wurde modernisiert, sowie an Strahlführungen BW5 und W1 neue Geräte aufgebaut. Eine sehr erfolgreiche Machbarkeitsstudie zum „Top-up-Betrieb“ an DORIS III hat gezeigt, dass dieser Betriebsmodus möglich ist, sobald PETRA III läuft.

Der knapp 550 Seiten lange technische Projektvorschlag für PETRA III wurde im Februar 2004 veröffentlicht. Im November 2004 gab das Bundesministerium für Bildung und Forschung BMBF grünes Licht für den Baubeginn der Anlage. PETRA III wird den Nutzern ab 2009 zur Verfügung stehen. Für Mai 2005 ist die Aufnahme des VUV-FEL Nutzerbetriebs geplant. Über ein Jahr lang wurde der FEL an der TESLA-Testanlage um- und ausgebaut. Am 13. Dezember 2004 konnte die erste spontane Undulatorstrahlung beobachtet und charakterisiert werden.

Sehr wichtige Fortschritte wurden auch auf dem Weg zur geplanten europäischen XFEL-Röntgenlaseranlage in Hamburg gemacht: Acht europäische Staaten unterzeichneten ein „Memorandum of Understanding“ für die Vorbereitungsphase. Im Dezember 2004 unterzeichneten auch schwedische Universitäten und Institute eine Absichtserklärung zur Zusammenarbeit mit DESY.

Die Unterstützung der Forschung mit Photonen bei DESY durch das Programm der Verbundforschung des

BMBF und durch die Europäische Union im Rahmen der „Integrierten Initiative (I3) zu Synchrotrons und FELs“ und der „Europäischen FEL Designstudie (EUROFEL)“ ist für DESY sehr wichtig. EUROFEL beinhaltet Aktivitäten von allen 13 europäischen Laboratorien, die derzeit an F&E für Freie-Elektronen-Laser interessiert sind und wird von DESY koordiniert.

Das Europäische Laboratorium für Molekularbiologie (EMBL) und DESY haben im Mai 2004 ein „Partnership Agreement“ für eine neue interdisziplinäre Partnerschaft für die kommenden zehn Jahre unterzeichnet mit dem Ziel, erstklassige Forschungsinfrastrukturen an Lichtquellen der neuen Generation für Anwendungen in den Lebenswissenschaften anzubieten. Zu diesem Zweck ist von einer Arbeitsgruppe des EMBL-Hamburg ein Vorschlag über ein integriertes Zentrum für Strukturbiologie an PETRA III ausgearbeitet worden, der von einem international besetzten EMBL-Gutachterausschuss starke Unterstützung erfahren hat.

EMBL hat in 2004 die SAXS-Strahlführung X33 ausgebaut und u.a. mit einem neuen horizontal fokussierenden Monochromator versehen. Die Max-Planck Arbeitsgruppen für strukturelle Molekularbiologie haben die experimentellen Bedingungen an der BW6 Strahlführung stetig verbessert und die Datenverarbeitungsrate weiter erhöht.

Im Jahr 2004 wurde auch eine Reihe von Workshops und Ausbildungsaktivitäten für Wissenschaftler und Studenten organisiert: der VUV-FEL Nutzer Workshop über technische Aspekte und erste Experimente im August, zusammen mit der ESRF in Grenoble der Europäische Workshop über resonante nukleare Streuung mit Synchrotronstrahlung zur Untersuchung von Nanostrukturen im März, sowie im Rahmen des DESY-Sommerstudentenprogramms ein Kurs zur Forschung mit Photonen. EMBL hat zwei EMBO-Trainingskurse zur Proteinkristallisation und zur Streuung an biologischen Makromolekülen veranstaltet.

Hamburger Synchrotronstrahlungslabor HASYLAB

Leiter: J. R. Schneider, DESY

Gemeinsam mit 250 Gästen aus aller Welt, die von Albrecht Wagner begrüßt wurden, feierte DESY am 19. Mai 2004 40 Jahre Forschung mit Synchrotronstrahlung bei DESY in Hamburg. Dieses Jubiläum fiel mit dem 80. Geburtstag von Professor Peter Stähelin zusammen, dem damaligen Forschungsdirektor von DESY. Er hatte als Erster die experimentellen Nutzungsmöglichkeiten der Synchrotronstrahlung erkannt, die in den Ablenkmagneten des damals neuen 6 GeV-Elektronensynchrotrons DESY erzeugt wurde. Unter den Vortragenden des Kolloquiums fanden sich einige Pioniere der Forschung mit Synchrotronstrahlung in Hamburg: Ruprecht Haensel, Wulf Steinmann, Taizo Sasaki, Gerd Rosenbaum, Christof Kunz und Wolfgang Eberhardt. Sie fesselten das Publikum mit Berichten über die allererste Zeit und die mit großer Begeisterung verfolgte parasitären Nutzung der auf- und abflackernden Strahlung aus den Teilchenphysikmaschinen – die im krassen Gegensatz zu der erwarteten Leistung der Speicherringanlage PETRA III steht, wie sie von Edgar Weckert vorgestellt wurde.

Mit der Nutzereinrichtung VUV-FEL, die Josef Feldhaus beschrieb, treibt DESY die Forschung mit Freie-Elektronen-Lasern voran. Der Nutzerbetrieb wird im April 2005 beginnen – und man darf gespannt sein, was für Geschichten die Pioniere in 40 Jahren erzählen werden. Die geplante europäische Röntgenlaseranlage XFEL wurde von Jochen Schneider vorgestellt. Mit dieser Art von Strahlungsquelle wird es erstmals möglich sein, neue Materiezustände direkt auf atomarer Längen- und Zeitskala zu untersuchen. Entsprechend hoch sind die Erwartungen der wissenschaftlichen Gemeinschaft. Der Generaldirektor der Europäischen Synchrotronstrahlungseinrichtung ESRF in Grenoble, William G. Sterling, überbrachte die Glückwünsche des weltweit führenden Partnerinstituts. Alle neuen Projekte lassen sich nur mit starker Unter-



Abbildung 79: Feier von 40 Jahren Forschung mit Synchrotronstrahlung bei DESY: Vielen Dank an Professor Peter Stähelin anlässlich seines 80. Geburtstags, für die Förderung der Forschung mit Synchrotronstrahlung bei DESY. (Von links nach rechts: A. Wagner, B. Sonntag (Univ. Hamburg), J.R. Schneider und Peter Stähelin.)

stützung der Öffentlichkeit und der Politik realisieren. Die ermutigenden Ansprachen von Dr. Jörg Dräger, Wissenschafts- und Gesundheitssenator der Stadt Hamburg, und Ministerialdirektor Dr. Hermann Schunck, Leiter des Geschäftsbereichs Forschung, Verkehr und Raumfahrt am Bundesministerium für Bildung und Forschung BMBF, waren deshalb sehr willkommen. Die 40-Jahr-Feier der Forschung mit Synchrotronstrahlung in Hamburg spannte sehr schön den Bogen von der Pionierarbeit mit Synchrotronstrahlung bis hin zu den ersten Tagen der Forschung mit Freie-Elektronen Lasern bei DESY. Während des Empfangs und der abendlichen Feier fanden dementsprechend zahlreiche anregende Diskussionen statt.

Nach intensiver Vorbereitung im Jahr 2003 und mit Unterstützung des Erweiterten Wissenschaftlichen Rats (EWR) und des Machine Advisory Committee (MAC) stellte DESY seine Forschungsprogramme für die Zeit von 2005 bis 2009 der Helmholtz-Gemeinschaft Deutscher Forschungszentren (HGF) zur strategischen Begutachtung vor. Im Rahmen des Forschungsbereichs Struktur der Materie nimmt DESY an drei Programmen teil:

- Elementarteilchenphysik
- Astroteilchenphysik und
- Großgeräte für die Forschung mit Photonen, Neutronen und Ionen (PNI)

Die Ergebnisse der Evaluierung aller drei Programme durch hochrangige internationale Gutachtergremien waren sehr gut, die Forschung mit Photonen bei DESY erzielte die höchstmögliche Wertung. Der Senat der Helmholtz-Gemeinschaft folgte den Empfehlungen der Gutachter, die wie folgt zusammengefasst wurden:

„Das PNI-Programm ist das Flaggschiff der Helmholtz-Gemeinschaft hinsichtlich ihrer Mission, Großgeräte als Nutzeranlagen zu planen und zu betreiben. Der Gutachterausschuss kommt zu dem Gesamturteil, dass das PNI-Programm der Helmholtz-Gemeinschaft wirklich herausragend ist, insbesondere, da es sich um ein Programm auf nationaler Basis und nicht etwa ein internationales Programm handelt. Der Gutachterausschuss ist beeindruckt von den in der Helmholtz-Gemeinschaft gebotenen Forschungsmöglichkeiten und der hohen Leistung, die an diesen Anlagen erbracht wird. Die wissenschaftliche Qualität der an den Anlagen durchgeführten und von ihnen ermöglichten Forschung ist ebenso herausragend wie die Unterstützung der Nutzer.

Die Photonenquellen, die von DESY entweder entwickelt oder vorgeschlagen werden, sind die spannendsten Projekte im Programmenthema ‚Photonen‘. Dies verspricht, Deutschland, der Helmholtz-Gemeinschaft und DESY eine weltweit führende Position zu eröffnen.

Die Entwicklung von PETRA III wird mittelfristig eine detaillierte Begutachtung der zukünftigen Rolle von DORIS III erfordern, d. h. im Jahr 2007.“

Der Gutachterausschuss empfahl außerdem nachdrücklich, die hausinterne Forschung mit Photonen durch das vorgeschlagene Zentrum für XFEL Wissenschaften zu stärken, das als ein Ankerpunkt für die Vorbereitung der wissenschaftlichen Programme am VUV-FEL und dem geplanten europäischen XFEL Röntgenlaserlabor dienen wird. Das Zentrum wird zudem die notwendigen F&E Programme für Undulatoren, Strahlführungen, Instrumentierung, Detektoren und Datenverarbeitung koordinieren.

Als Folge der Evaluierung durch die HGF wird DESY zwei weitere Stellen für Leitende Wissenschaftler (C4) im Bereich der Forschung mit Photonen ausschreiben und die Anzahl der Mitarbeiter in der hausinternen Forschung von heute 15 auf etwa 90 Stellen im Jahr 2009 erhöhen. Durch Zusammenlegung von Ressourcen aus den Bereichen Forschung mit Photonen und Teilchenphysik wird DESY eine starke hausinterne Gruppe für die Detektorentwicklung aufbauen, und außerdem intensiv mit Detektorgruppen an Universitäten und anderen Forschungszentren kooperieren.

Der HGF-Senat bewilligte die von DESY vorgeschlagene Ressourcenverteilung auf die drei Programme. Abbildung 80 zeigt die Verteilung der finanziellen Mittel für die hausinterne Forschung und die Forschungsanlagen im Bereich der Teilchenphysik und der Forschung mit Photonen. Die Ressourcen für Infrastruktur in Höhe von etwa 50 Mill. € pro Jahr wurden nicht begutachtet und sind hier nicht darge-

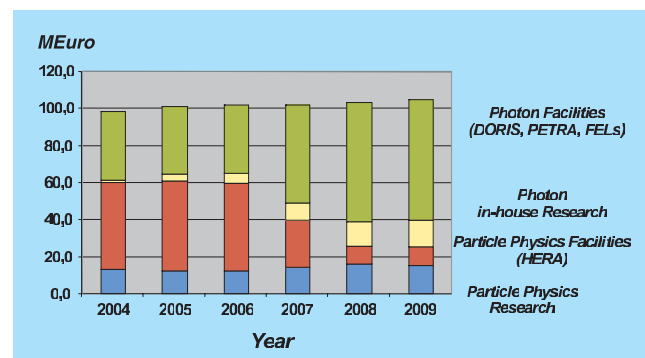


Abbildung 80: Verteilung der Ressourcen für hausinterne Forschung und Anlagen in der Teilchenphysik und der Forschung mit Photonen, wie sie vom Senat der Helmholtz-Gemeinschaft für die Jahre 2005 bis 2009 bewilligt wurde.

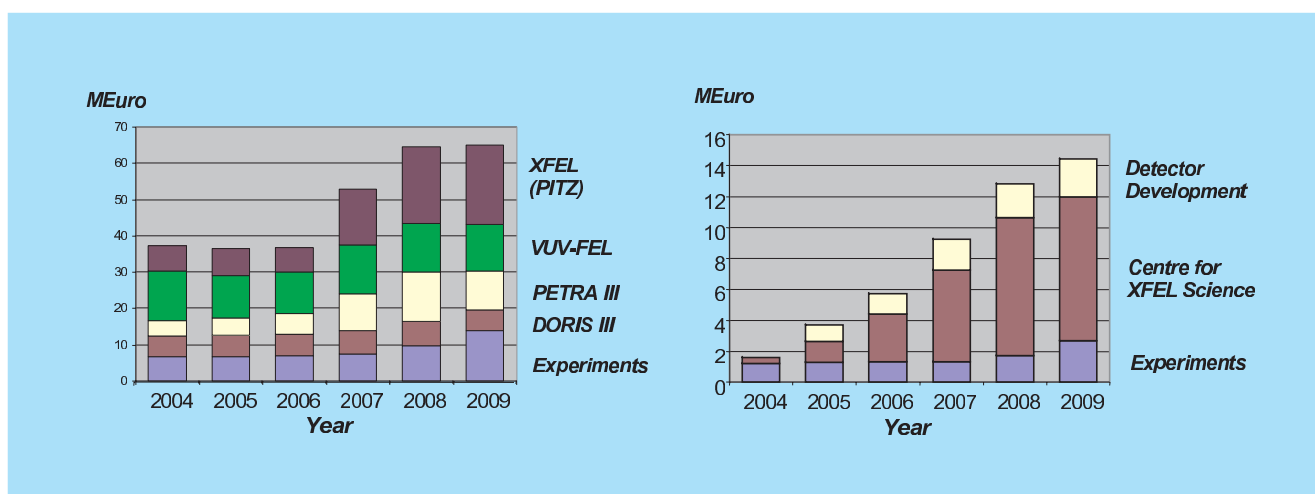


Abbildung 81: Für Photonenanlagen und hausinterne Forschung mit Photonen bei DESY zur Verfügung stehende Ressourcen.

stellt. Die für die Forschung in der Teilchenphysik vorgesehenen finanziellen Mittel werden im Jahr 2007 leicht erhöht, um DESYs Beteiligung an den Vorbereitungen für den Internationalen Linear Collider (ILC) zu verstärken. Das Physikprogramm an HERA II kommt 2007 zum Abschluss, weshalb die Ressourcen für die Teilchenphysikanlagen entsprechend abnehmen. Aufgrund von DESYs Verpflichtungen mit PETRA III und der europäischen XFEL Anlage steigt andererseits im Jahr 2007 die Finanzierung für die Photonquellen, die Ressourcen für die hausinterne Forschung mit Photonen werden deutlich erhöht.

Die linke Seite von Abbildung 81 zeigt die für Photonquellen und hausinterne Forschung mit Photonen zur Verfügung stehenden Ressourcen im Detail. Die Mittel für Experimente beinhalten die Betriebs- und Ausbaurkosten der Photonstrahlführungen an DORIS III, dem VUV-FEL und PETRA III. Die restlichen Mittel werden benötigt, um DORIS III und den VUV-FEL zu betreiben und weiterzuentwickeln, sowie als Beteiligung von DESYs institutioneller Finanzierung an der Realisierung der Projekte PETRA III und dem europäischen XFEL Labor. Die rechte Seite von Abbildung 81 zeigt die Verteilung der Mittel, die für die hausinterne Forschung mit Photonen an DORIS III, dem VUV-FEL und PETRA III (Experimente), für das Zentrum für XFEL

Wissenschaften und für die Detektorentwicklung zur Verfügung stehen.

Insgesamt war 2004 ein äußerst erfolgreiches Jahr für die Forschung mit Photonen bei DESY. An DORIS III wurde der neue HARWI-Wiggler installiert, der hochenergetische Synchrotronstrahlung für das von der GKSS betriebene Labor für Materialforschung liefern wird, die Instrumentierung für die Kleinwinkelstreuung wurde modernisiert, ein neuer 10-T Kryomagnet an der Wiggler-Strahlführung BW5 erfolgreich in Betrieb genommen und ein neues, hochauflösendes Röntgen-Fluoreszenzspektrometer an der Strahlführung W1 aufgebaut. Eine sehr erfolgreiche Machbarkeitsstudie zum „Top-up“-Betrieb an DORIS III hat gezeigt, dass dieser Betriebsmodus möglich ist, sobald PETRA III läuft. Dies würde die Strahlstabilität von DORIS III weiter verbessern.

Im Jahr 2004 lieferte DORIS III 4781 Stunden planmäßiger dedizierter Messzeit für Nutzer bei einer Betriebseffizienz von 93.1%. Für Experimente, die eine spezielle Zeitstruktur benötigen, wurde der Speicherring während etwa 8% der Betriebszeit mit reduzierter Bunchanzahl betrieben. Im Sommer war eine Betriebsunterbrechung von 12 Wochen notwendig, um verschiedene Arbeiten zur Verbesserung der Strahlstabilität durchzuführen und den neuen HARWI-Wiggler

zu installieren. Der Betrieb von PETRA II als Synchrotronstrahlungsquelle war auf etwa 630 Stunden begrenzt.

Der technische Projektvorschlag (TDR-*Technical Design Report*) für PETRA III wurde im Februar 2004 veröffentlicht. Am 25. November 2004 gab das Bundesministerium für Bildung und Forschung BMBF grünes Licht für den Baubeginn der Anlage. PETRA III wird den Nutzern ab 2009 zur Verfügung stehen.

Über ein Jahr lang wurde der FEL an der TESLA-Testanlage (TTF) umgebaut und zur VUV-FEL Nutzereinrichtung ausgebaut, die einen leuchtstarken und hochbrillanten Photonenstrahl mit einer Wellenlänge zwischen 6 und 120 nm liefern wird. Am 13. Dezember 2004 konnte die erste spontane Undulatorstrahlung beobachtet und charakterisiert werden. Die Aufnahme des ersten VUV-FEL Nutzerbetriebes ist für Mai 2005 geplant.

Bedeutende Fortschritte wurden auf dem Weg zur geplanten europäischen XFEL Röntgenlaseranlage in Hamburg gemacht: Acht europäische Staaten unterzeichneten ein „*Memorandum of Understanding*“ für die Vorbereitungsphase des XFEL, und eine Experten-Gruppe mit Mitgliedern aus elf europäischen Ländern bereite einen Zwischenbericht über die wissenschaftlichen und technischen Aspekte der XFEL Anlage vor. Bei DESY wurde eine Projektgruppe gebildet, die für insgesamt 37 Arbeitspakete zuständig ist. Sie erstellt auch die Unterlagen für das Planfeststellungsverfahren, die im März 2005 fertig sein werden. Im Dezember 2004 unterzeichneten die Universität Uppsala, die Universität Stockholm, das königliche Institut für Technologie (KTH) und DESY eine Absichtserklärung (*Letter of Intent*) zur Zusammenarbeit im Bereich der technischen und wissenschaftlichen Entwicklungen für die Forschung mit Freie-Elektronen-Lasern.

Die Unterstützung der Forschung mit Photonen bei DESY durch das Programm der Verbundforschung des Bundesministeriums für Bildung und Forschung BMBF und durch die Europäische Union im Rahmen der „Integrierten Initiative (I3) zu Synchrotrons und FELs“ und der „Europäischen FEL Designstudie (EUROFEL)“ schätzt DESY sehr. EUROFEL beinhaltet Aktivitäten von allen 13 europäischen Laboratorien, die derzeit an F&E für Freie-Elektronen-Laser interessiert sind. Das Projekt wird von DESY koordiniert.

Die im Jahr 2004 erzielten Erfolge waren nur möglich dank der hohen Motivation der HASYLAB- und FS-Mitarbeiter und -Mitarbeiterinnen, aller Kollegen bei DESY und der verschiedenen Außenstationen bei DORIS. Die Zusammenarbeit mit unseren Nutzern und deren starkes Engagement für die Forschungseinrichtung sind entscheidend für den Erfolg des Labors und werden von uns hoch geschätzt. Gemeinsam sehen wir faszinierenden Zeiten für die Forschung mit Photonen bei DESY entgegen.

Spektroskopische Identifizierung von katalytisch aktiven Spezies in überkritischem Kohlendioxid

Die Anwendung überkritischer Fluide in der Katalyse ist ein viel versprechender Ansatz, um Reaktionen effizienter und selektiver durchzuführen [3,4]. In der Nähe des kritischen Punktes können Dichte und Viskosität über weite Bereiche variiert werden, mit diesen Größen verknüpft sind auch Solvationsvermögen und Transporteigenschaften. Zudem lassen sich gas-flüssig Reaktionen im Idealfall in eine einzige überkritische Phase überführen. Besonders attraktiv ist die Verwendung eines heterogenen Katalysators in der Form eines Feststoffes. So ist das Produktgemisch leicht vom Katalysator abtrennbar, und der Prozess kann in einem kontinuierlichen Verfahren durchgeführt werden. Grunwaldt et al. [1,2] haben beispielsweise kürzlich entdeckt, dass die selektive Oxidation von Benzylalkohol zu Benzaldehyd sehr gut in überkritischem Kohlendioxid mittels eines Palladiumkatalysators ($\text{PdO}_x/\text{Al}_2\text{O}_3$) durchgeführt werden kann – wobei die Reaktionsgeschwindigkeit etwa 20–100 Mal höher als in konventionellen Lösungsmitteln ist [2].

Obwohl in einer Reihe von Reaktionen in überkritischem Kohlendioxid höhere Reaktionsraten als in konventionellen Lösungsmitteln gefunden wurden, gibt es kaum Untersuchungen, die auf ein besseres fundamentales Verständnis solcher Reaktionen abzielen [5]. Neben in situ Beobachtungen des Phasenverhaltens ist vor allem die Charakterisierung des Feststoffkatalysators ein wichtiger Aspekt. Die notwendigen spek-

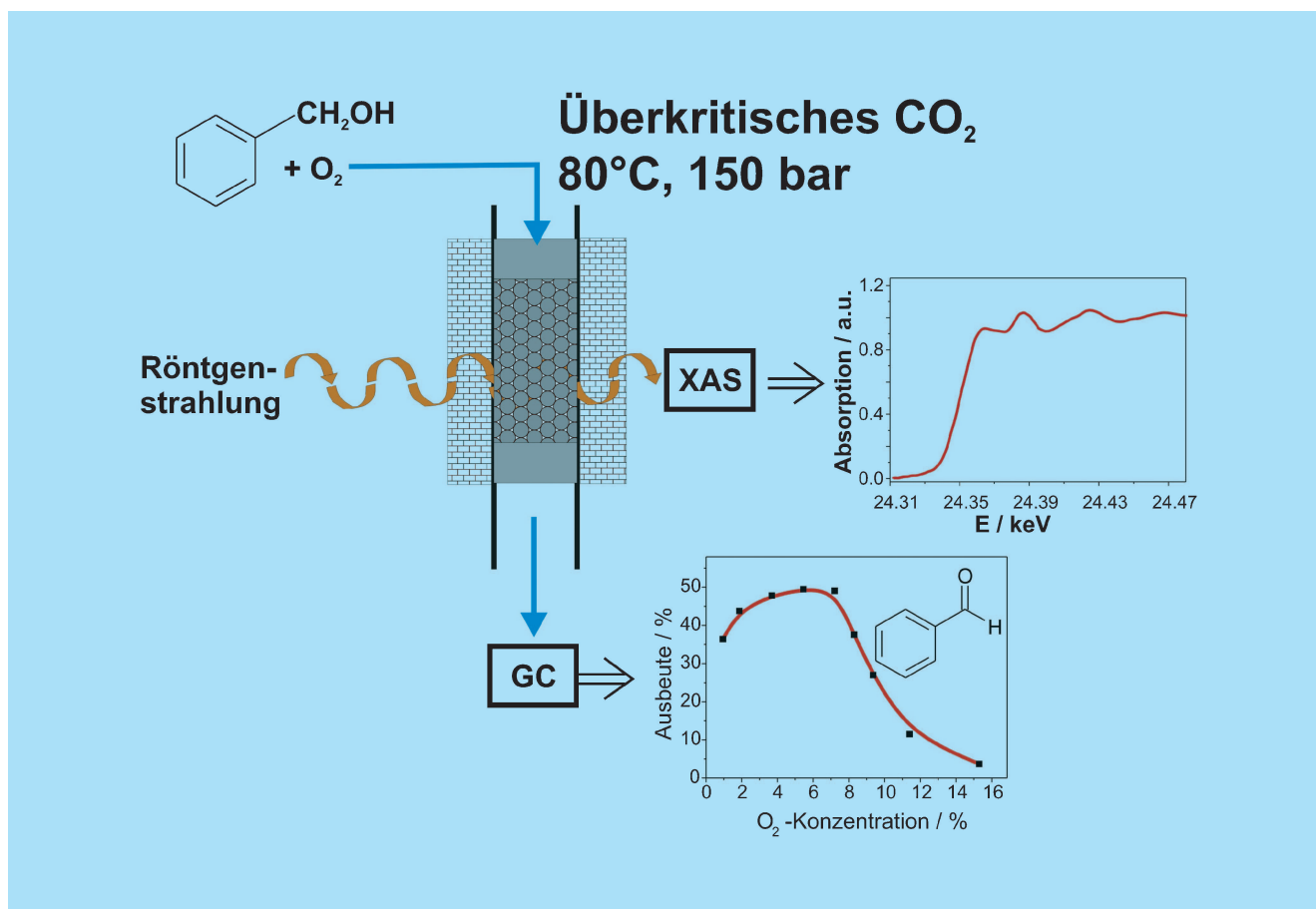


Abbildung 82: Die Oxidation von Benzylalkohol zu Benzaldehyd mit molekularem Sauerstoff in überkritischem Kohlendioxid über einem Pd/Al₂O₃-Katalysator und das Prinzip der gleichzeitigen Bestimmung der Struktur des eingesetzten Katalysators und dessen katalytischen Aktivität, um Einblick in den Mechanismus und die aktiven Zentren zu erhalten.

troskopischen in situ Messungen bei erhöhtem Druck sind auf wenige Methoden limitiert. Neben Infrarot-Spektroskopie ist vor allem die Röntgenabsorptionsspektroskopie (X-ray absorption spectroscopy, XAS) aufschlussreich. In der vorliegenden Arbeit ist es erstmals gelungen, wertvolle strukturelle Information über einen Feststoffkatalysator während der Reaktion in überkritischem Kohlendioxid zu erhalten, wie es in Abbildung 82 gezeigt ist [1,2,6].

Als Modellreaktion wurde die selektive Oxidation von Benzylalkohol zu Benzaldehyd mit molekularem Sauerstoff über Pd/Al₂O₃ gewählt. Ziel der Messungen war, den Oxidationszustand der fein dispergierten Palladiumpartikeln auf Aluminiumoxid als Träger zu er-

mitteln. In Laborversuchen wurde weiterhin folgende wichtige Beobachtung gemacht: Die Reaktionsrate der selektiven Benzylalkohol-Oxidation zeigte eine charakteristische Abhängigkeit von der Sauerstoffkonzentration mit einem Maximum bei 6 mol% Sauerstoff. Eine Erklärung für das Auftreten eines Maximums ist: Metallisches Palladium dehydriert den Alkohol zum Aldehyd; ist die Sauerstoffkonzentration zu hoch, werden die Palladiumpartikel oxidiert, was zu einer Herabsetzung der Aktivität führt. Um diese Hypothese zu bestätigen, wurden Struktur-Aktivitäts-Beziehungen untersucht. Ziel war es, spektroskopische Information (XAS) während der katalytischen Reaktion (katalytische Aktivität bestimmt durch gaschromatographische Produktanalyse) zu erhalten.

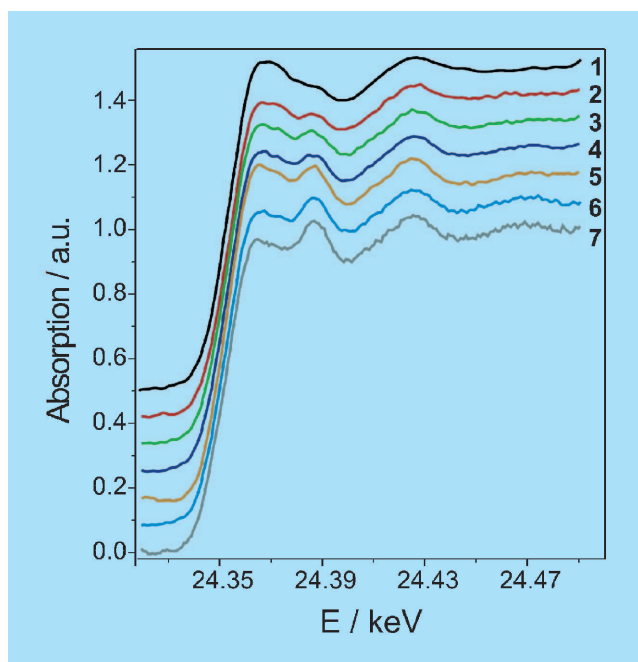


Abbildung 83: Röntgenabsorptions-Spektren während der Reduktion des 0.5% Pd/Al₂O₃-Katalysators in überkritischem Kohlendioxid durch Benzylalkohol: (1) der an Luft oxidierte Katalysator; (2) Start des Benzylalkohol-Zustroms; (3) 6 min; (4) 12 min; (5) 24 min; (6) 30 min; (7) 48 min Reduktion durch den Alkohol (Bedingungen: 80°C, 150 bar, 0.002 mol/min Alkohol, 0.3 g Katalysator).

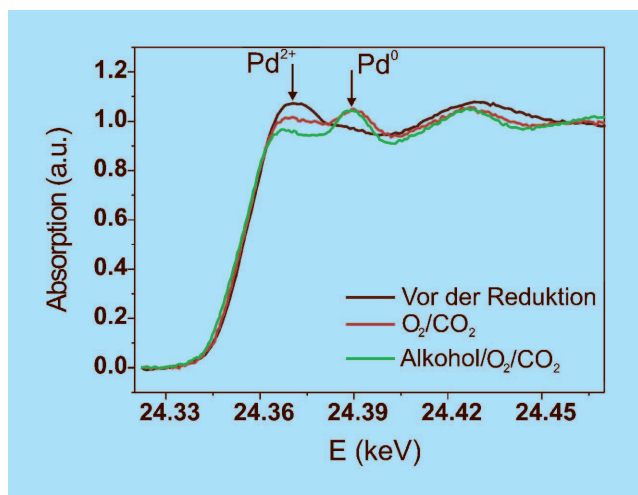


Abbildung 84: Ausgewählte Röntgenabsorptions-Spektren des 0.5% Pd/Al₂O₃-Katalysators vor der Reduktion, in 1.9% Benzylalkohol/1.9% O₂/scCO₂ und 1.9% O₂/scCO₂.

Dazu wurde eine in situ Zelle entwickelt, deren Prinzip in Abbildung 82 gezeigt ist und die zugleich als katalytischer Reaktor und als spektroskopische Zelle dient. Für Röntgenlicht durchlässige Berylliumfenster erlauben die Aufnahme von Röntgenabsorptionsspektren. Da die Zelle im kontinuierlichen Betrieb arbeitet, kann gleichzeitig die katalytische Aktivität für die Benzylalkohol-Oxidation bestimmt werden. Dazu wurden die experimentellen Bedingungen so nah wie möglich an diejenigen im Labor an der ETH Zürich angepasst. Aus Sicherheitsgründen wurde aber das Volumen der spektroskopischen Zelle so klein wie möglich gewählt (ca. 0.5 ml). Wie beim Laborexperiment wurde flüssiges Kohlendioxid mit einem Kompressor, der Alkohol über eine Flüssigkeitspumpe und der Sauerstoff mittels eines Dosierventils zugegeben [1]. Das Experiment wurde an der Beamline X1 am ROEMO II (HASYLAB/DESY) realisiert.

Im ersten Schritt wurde der an Luftsauerstoff oxidierte Katalysator unter Reaktionsbedingungen (80°C, 150 bar) ausschliesslich mit dem Alkohol in überkritischem Kohlendioxid untersucht. Die in Abbildung 83 gezeigten Spektren weisen auf eine Reduktion des Palladiums hin, da die Whiteline bei 24.36 keV abnimmt und die Schulter bei 24.39 keV zunimmt. Kürzlich durchgeführte EXAFS-Messungen untermauern diese Beobachtungen.

Dann wurde der PdO_x/Al₂O₃-Katalysator unter Reaktionsbedingungen mit optimalem Sauerstoff/Alkohol-Verhältnis untersucht. Einige Resultate sind in Abbildung 84 und Tab. 1 gezeigt. Das Palladium war unter Reaktionsbedingungen überwiegend reduziert (1.9 mol% Benzylalkohol, 0.95 mol% O₂, in überkritischem Kohlendioxid). Die Rekonstruktion der Spektren durch Linearkombination aus Pd²⁺- und Pd⁰-Referenzspektren zeigte, dass die Palladiumpartikel anders als bei der Alkohol-Oxidation in der flüssigen Phase partiell oxidiert waren. Die Reaktionsrate war mit 1480 mol_{alc} mol_{Pd}⁻¹ h⁻¹ ähnlich hoch wie im Laborexperiment und stieg mit zunehmender Sauerstoffkonzentration wie erwartet weiter an (Tab. 1). Beim Wechsel auf 1.9% O₂/scCO₂ ohne Benzylalkohol wurde das Palladium weiter oxidiert. Zudem zeigte sich auch ein markanter Einfluss auf die Aktivität: Als wieder zurück auf das Reaktionsgemisch 1.9 mol% Benzylalkohol/1.9 mol% O₂ in überkritischem Kohlendioxid gewechselt wurde, war die Aktivität zunächst

| Experimentelle Bedingungen (in scCO ₂) | Alkohol=0% O ₂ = 0% (nach Reduktion) | Alkohol=1.9% O ₂ = 0.95% | Alkohol=1.9% O ₂ =1.9% | Alkohol=0% O ₂ =1.9% | Alkohol=1.9% O ₂ =1.9% |
|--|---|--|--------------------------------------|------------------------------------|--------------------------------------|
| Reaktionsrate (h ⁻¹) | – | 1480 | 1890 | – | 1280 |
| Selektivität (%) | – | 96.3 | 95.7 | – | 94.4 |
| Relatives Pd ⁰ /Pd ²⁺ Verhältnis | 0.92/0.08 | 0.87/0.13 | 0.86/0.14 | 0.67/0.33 | 0.77/0.23 |

Tabelle 1: Katalytische und XAS-Ergebnisse der aeroben Oxidation von Benzylalkohol in überkritischem Kohlendioxid bei 150 bar und 80°C (Prinzip, siehe Abb. 82). Das relative Pd⁰/Pd²⁺ Verhältnis wurde durch Linearkombination von XANES-Referenzspektren bestimmt, die katalytische Aktivität durch GC-Analyse (Details, vergl. [1]).

kleiner und der Anteil an oxidiertem Palladium größer als vor der Oxidation in 1.9% O₂/scCO₂. Mit der Zeit fand eine Reaktivierung des Katalysators statt, was auch in Laborexperimenten bestätigt wurde.

Dies legt nahe, dass metallisches Palladium essentiell für die Oxidation des Alkohols ist und die Präsenz von zu viel Sauerstoff zu einer „Überoxidation“ der Palladi-

umpartikel führt. Abbildung 85 zeigt ein vereinfachtes Modell für dieses Verhalten. Neben der ungünstigeren Lage des chemischen Gleichgewichts wird bei niedriger Sauerstoffkonzentration die Reaktion dadurch verlangsamt, dass sich der bei der Dehydrierung gebildete Wasserstoff in den Palladiumpartikeln anreichert und die aktive Oberfläche belegt. Bei höheren Sauerstoffkonzentrationen wird der Wasserstoff schneller oxidiert

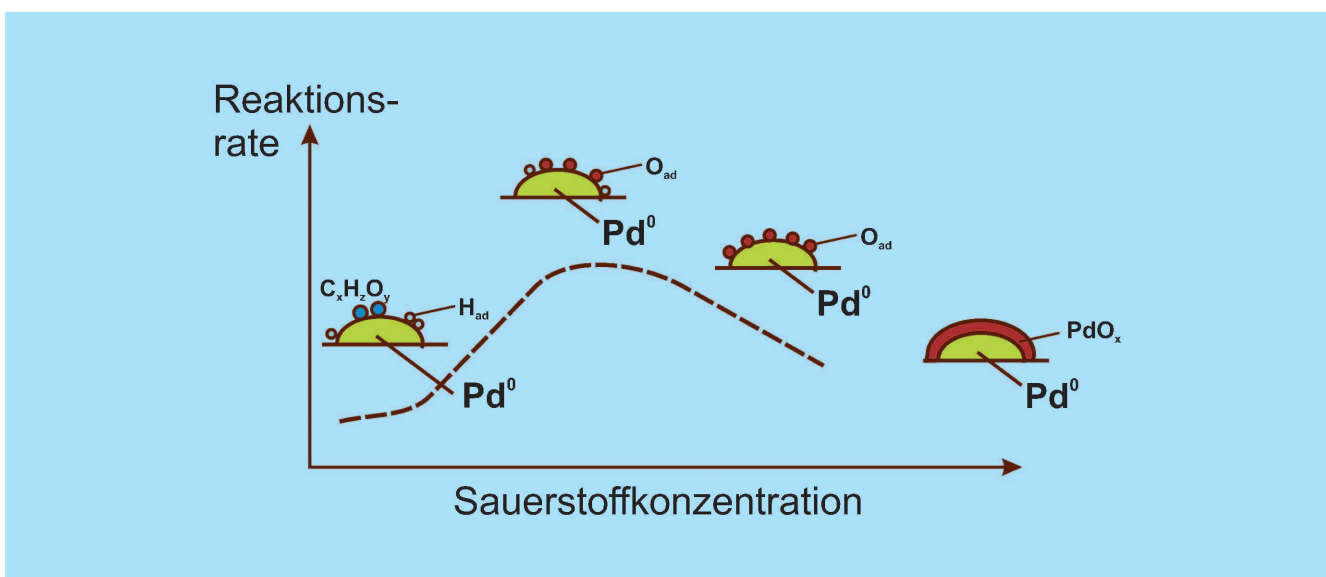


Abbildung 85: Modell für die beobachteten Struktur-Aktivitäts-Relationen während der Palladium-katalysierten Oxidation von Benzylalkohol in überkritischem Kohlendioxid.

und damit entfernt. Deshalb ist die Oxidation des Alkohols bei höheren Sauerstoffkonzentrationen begünstigt. Wahrscheinlich verursacht die höhere Sauerstoffkonzentration auch eine vermehrte Oxidation organischer Verunreinigung auf der Katalysatoroberfläche und bewirkt dadurch deren Entfernung. Bei einer zu hohen Sauerstoffkonzentration führt jedoch die Oxidation der Oberfläche der Palladiumpartikel zu einer Deaktivierung. Die Studie zeigt, dass selbst unter den drastischen Bedingungen, wie sie überkritische Fluide erfordern, in situ Messungen an einem heterogenen Katalysator möglich sind und Struktur-Aktivitäts-Beziehungen Einblicke in die Wirkungsweise des Katalysators geben können.

Literatur:

- [1] J.-D. Grunwaldt, M. Caravati, M. Ramin, and A. Baiker, *Catal. Lett.*, 90 (2003) 221.
- [2] M. Caravati, J.-D. Grunwaldt, and A. Baiker, *Catal. Today*, 91-92 (2004) 1.
- [3] A. Baiker, *Chem. Rev.*, 99 (1999) 453.
- [4] P. G. Jessop, T. Ikariya, and R. Noyori, *Chem. Rev.*, 99 (1999) 475.
- [5] J.-D. Grunwaldt, R. Wandeler, A. Baiker, *Catal. Rev. Sci. Eng.* 45 (2003) 1.
- [6] J.-D. Grunwaldt, M. Caravati, M. Ramin, and A. Baiker, *HASYLAB Highlight Research Report, Newsletter 08-2004* (2004).

Status des VUV-FEL

Eine Zusammenfassung der Arbeiten zum VUV-FEL ist auf Seite 195 (M-Bereich) zu finden.

Status des PETRA III Projekts

Ein wichtiges Ereignis im Jahr 2004 war die Fertigstellung des technischen Projektvorschlags (*Technical Design Report*, TDR) für PETRA III. Insgesamt trugen 208 Autoren aus 65 Institutionen weltweit zu dem 544 Seiten starken Bericht bei. Der TDR wurde Ende Februar 2004 veröffentlicht, siehe <http://www-hasyllab.desy.de/facility/>

[upgrade/petra_tdr.htm](http://www-hasyllab.desy.de/facility/upgrade/petra_tdr.htm). Die Kurzfassung (*executive summary*) des TDR, die einen allgemeinen Überblick über das gesamte Projekt bietet, wurde außerdem als separates Dokument im Internet veröffentlicht. Der TDR selbst beschreibt im Detail den Ausbau des PETRA-Speicherrings zu einer Maschine mit einer außergewöhnlich niedrigen Emittanz von 1 nrad. Nach einem Überblick über verschiedene Arten von Undulatoren, die speziell für den Betrieb an PETRA III optimiert sind, werden mögliche Strahlführungen und Messplätze vorgeschlagen. Der Bericht schließt mit Ausführungen zu Bau, Projektkosten, Personal und Management.

Der neue Oktant des PETRA III Speicherrings beinhaltet neun gerade Abschnitte für Undulatoren. Jeder gerade Abschnitt kann entweder mit einem einzelnen, 5 m langen Undulator ausgerüstet werden, oder mit zwei 2 m langen Undulatoren, die gegeneinander um 5 mrad verkantet sind. Besonders hervorzuheben ist ein spezieller, 20 m langer Undulator für Experimente, die einen besonders hohen Photonfluss benötigen, wie unelastische Röntgenstreuung und Kernresonanzstreuung. Das derzeitige Design der Anlage sieht 13 Strahlführungen an unabhängigen Undulatoren vor. Sieben dieser Strahlführungen werden von DESY gebaut und betrieben, alle anderen werden von externen Institutionen wie EMBL, GKSS und MPG gebaut oder finanziert.

Der TDR enthält insgesamt 22 Vorschläge für Strahlführungen. Da nur 13 unabhängige Undulatoren zur Verfügung stehen, muss auf der Basis der Vorschläge im TDR eine Auswahl getroffen werden. Diese Aufgabe wurde an ein Auswahlgremium übergeben, das die Strahlführungsvorschläge begutachten und eine Empfehlung aussprechen sollte. Dieses Komitee unter der Leitung von Prof. Friso van der Veen (*Swiss Light Source*) setzte sich aus 20 Experten von verschiedenen Universitäten, Forschungseinrichtungen und Synchrotronstrahlungsanlagen zusammen. Um eine offene Diskussion zwischen den Vorschlagenden und dem Komitee zu erleichtern, wurde am 9.–10. September 2004 ein Workshop abgehalten, in dem die wissenschaftlichen Hintergründe und technischen Aspekte der möglichen Strahlführungen und Messplätze vorgestellt wurden.

Das Komitee gab seinen Bericht im Oktober 2004 ab. Obwohl im derzeitigen Stadium noch keine genauen

Details angegeben werden können, kamen die Gutachter insgesamt zu dem Schluss, dass der TDR in seiner vorgestellten Form Spitzenforschung beschreibt, die durch die extrem niedrige Emittanz der Maschine möglich gemacht wird. Die meisten der vorgeschlagenen Strahlführungen werden direkt von der besseren Emittanz von PETRA III profitieren.

Die Empfehlungen bezüglich der Strahlführungsauswahl an PETRA III werden derzeit vom *Photon Science Committee* (PSC) von DESY evaluiert. Eine endgültige Entscheidung zur Auswahl der Strahlführungen sollte Anfang 2005 erfolgen.

Die planmäßige Entwicklung des gesamten Projekts erfordert eine entsprechende Organisation und ein entsprechendes Projektmanagement. Zu diesem Zweck wurde das PETRA III Projekt in drei Hauptzweige gegliedert, den Beschleuniger, die Experimente und die Gebäude. Jeder dieser Zweige ist wiederum in Arbeitspakete untergliedert, deren Leiter größtenteils bereits ausgewählt wurden.

Der Status des PETRA III Umbaus und die Organisationsstruktur können über die kürzlich eingerichtete Webseite des Projekts verfolgt werden (siehe <http://petra3.desy.de/>). Hier finden sich

grundlegende Informationen über die Ziele der Arbeitspakete sowie aktuelle Neuigkeiten.

Die Forschungs- und Entwicklungsarbeiten für PETRA III haben im Jahr 2004 bereits begonnen. Auf der Beschleunigerseite wurde die Optik der Maschine überarbeitet und verbessert. Für das Orbitstabilisierungssystem wurde ein Konzeptdesign entworfen. Die Konzeption zahlreicher Hardwarekomponenten (Vakuumkammern, Dipole und Sextupole) konnte abgeschlossen werden, erste Prototypen wurden gebaut. Für die Entwicklung der Strahlführungen wird derzeit ein auf flüssigem Stickstoff basierendes Tieftemperaturkühlsystem für erste Tests der Monochromatorkühlung in Betrieb genommen.

Die Besetzung von Stellen für Techniker, Ingenieure und Wissenschaftler für die Vielzahl an Aktivitäten innerhalb des PETRA III Projekts ist angelaufen und wird sich in den nächsten Jahren fortsetzen.

Status des Europäischen Röntgenlaserprojektes XFEL

Eine Zusammenfassung des Standes des Projektes ist auf Seite 199 (M-Bereich) zu finden.

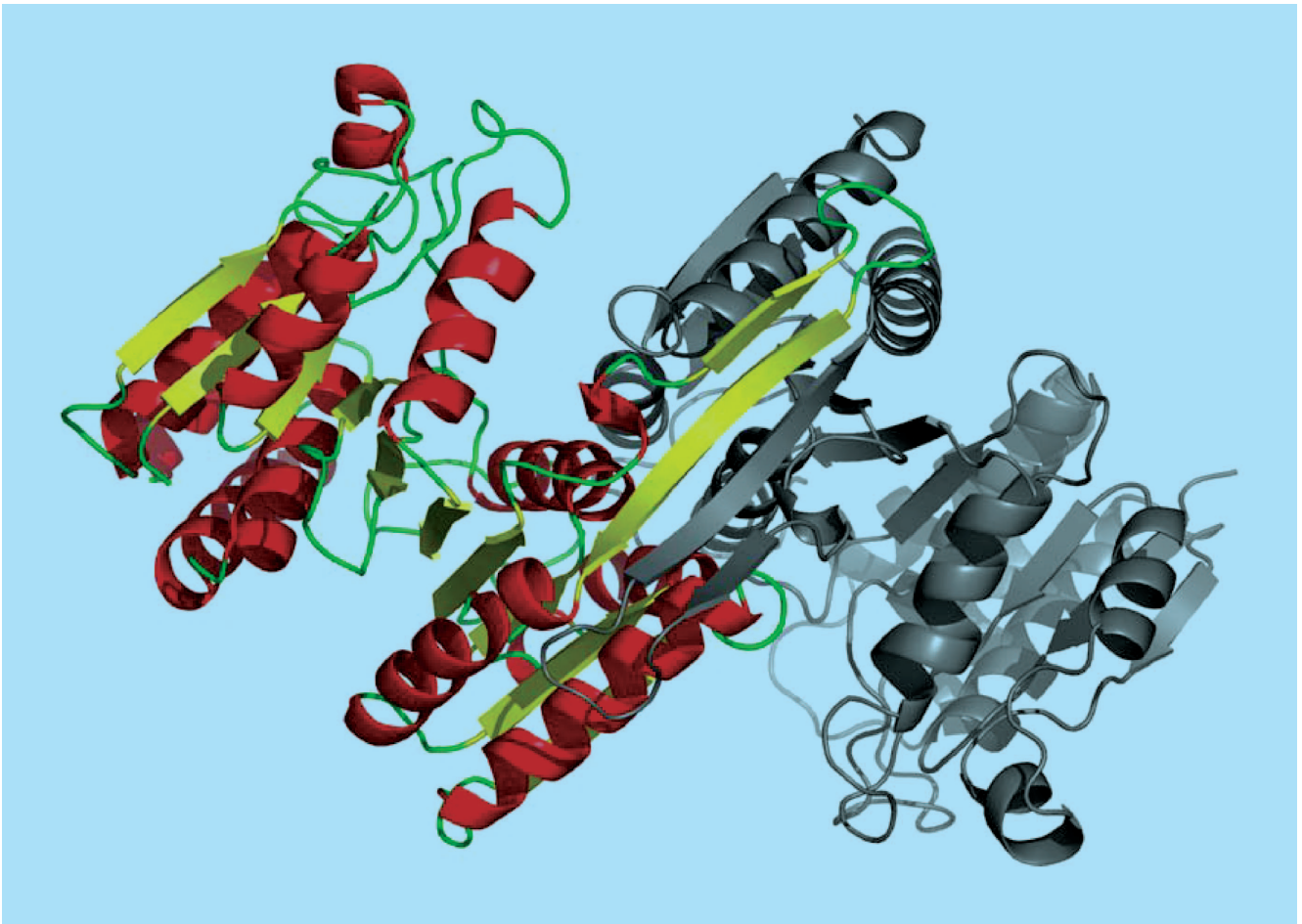


Abbildung 86: *Dreidimensionale Struktur der Isopropylmalatdehydrogenase aus M. tuberculosis. Eine Untereinheit des Homodimers ist in Farbe gezeichnet, die andere in grau. Zu erkennen sind die α -Helizes in rot und die β -Stränge in gelb. Das aktive Zentrum befindet sich in der sichtbaren Spalte zwischen den beiden Domänen jeder Untereinheit.*

Europäisches Laboratorium für Molekularbiologie EMBL –Außenstelle Hamburg–

Leitung: M. Wilmanns, V. Lamzin

Für ein paar Tage ging unser Blick zurück auf das 30-jährige Bestehen der Außenstelle Hamburg des Europäischen Laboratoriums für Molekularbiologie (EMBL). Gemeinsam mit unseren Kollegen von DESY und vielen auswärtigen Gästen feierten wir das Jubiläum mit einer internationalen Konferenz „Structural Biology at Crossroads“. Eine neue Vereinbarung zwischen DESY und EMBL über eine interinstitutionelle Partnerschaft wurde am 19.05.2004 von den Direktoren beider Institute, Prof. Albrecht Wagner und Prof. Fotis Kafatos, feierlich unterzeichnet.

Wichtiger als der Blick in die Vergangenheit sind aber die Zukunftsperspektiven für unser Institut, und damit auch für viele Wissenschaftler aus meist europäischen Ländern, die Synchrotronstrahlung für Anwendungen in den Lebenswissenschaften in Hamburg nützen. Der zukünftige Speicherring PETRA III bietet herausragende Möglichkeiten für EMBL, die von uns derzeit betriebenen Strahlrohre durch erstklassige, neue Einrichtungen zu ersetzen. Dafür haben wir einen Vorschlag mit dem Titel „Integrated Centre in Structural Biology at PETRA III“ eingereicht. Die konkreten Planungen haben bereits – in Abstimmung mit DESY – begonnen und wir hoffen, demnächst mit der Rekrutierung eines exzellentes Teams für den Bau der geplanten Einrichtungen beginnen zu können.

Im Folgenden sind die wissenschaftlichen Aktivitäten der Forschungsgruppen aus den Bereichen Instrumentierung (Christoph Hermes), Biokristallographie (Victor Lamzin, Jochen Müller-Dieckmann, Paul Tucker, Manfred S. Weiss, Matthias Wilmanns) und Kleinwinkelstreuung (Dmitri Svergun) zusammen gefasst.

Instrumentelle Entwicklungen an der EMBL Außenstelle Hamburg in 2004

Um der zunehmenden Bedeutung der Kleinwinkelstreuung für die Strukturbestimmung innerhalb der Lebenswissenschaften angemessen Rechnung zu tragen, wurde eine gründliche Überholung der EMBL-Strahlführung X33 beschlossen, die seit mehr als 15 Jahren erfolgreich für Messungen an nicht-kristallinen Proben verwendet wurde. Wichtige Teile der Röntgenoptik (Monochromator, Spiegel) und die rechnergesteuerte Kontrolle und Überwachung aller Komponenten der Strahlführung werden vollständig erneuert. Die Probenumgebung wird neu gestaltet und Detektor und Datenerfassungssystem werden erneuert. In einem ersten Schritt wurde in der Sommerpause 2004 der horizontal fokussierende Si(111) Monochromator durch eine verbesserte Variante ersetzt, dessen Prinzip sich bereits an den Strahlführungen für die Proteinkristallographie bewährt hatte. Der Monochromator, als erstes optisches Element der Strahlführung, muss die gesamte thermische Last der weißen Synchrotronstrahlung aufnehmen, ohne dass dies zu einer wesentlichen Verschlechterung der Strahlcharakteristik führt. Das neue Konzept wird im Folgenden kurz erläutert. Die weiße Synchrotronstrahlung trifft auf einen Si-Kristall in Form eines gleichschenkligen Dreiecks der an der Basis fixiert ist. Da die reflektierenden (111)-Netzebenen einen Winkel von 8.5° mit der Kristalloberfläche bilden (asymmetrische Reflexion), wird der horizontale Querschnitt des reflektierten Strahls der Wellenlänge 1.5 \AA um das 4-fache reduziert. Eine weitere Fokussierung erreicht man durch Biegen des Monochromators, indem die Spitze des Si-Dreiecks horizontal verschoben wird. Hierzu wurde ein hochgenaues Aktuatorsystem mit Picomotor entwickelt. Die Feinregulierung des Braggwinkels erfolgt mittels eines Piezoantriebs, so dass eine exakte horizontale Positionierung des Röntgenstrahls möglich ist. Die wichtigste Verbesserung ge-

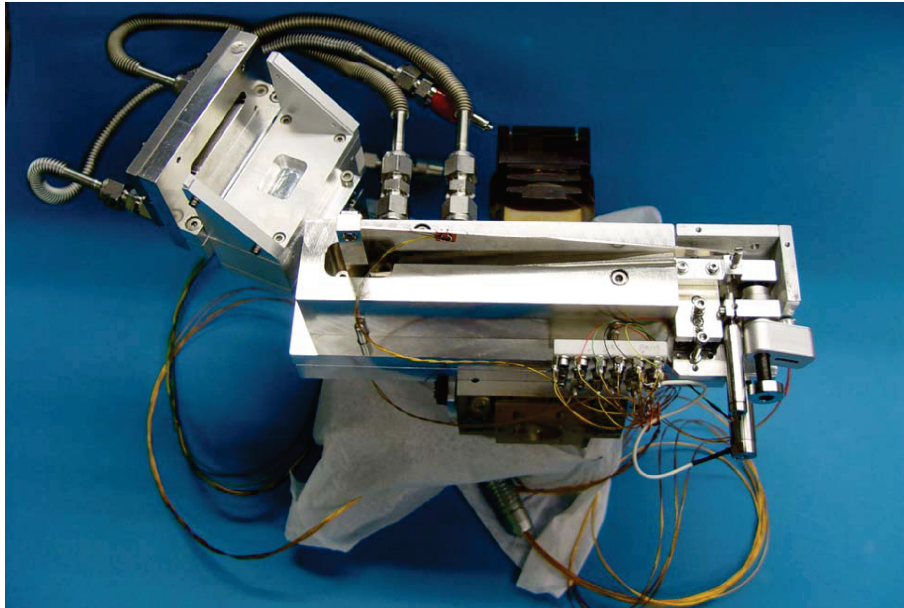


Abbildung 87: Monochromatoraufbau der EMBL-Strahlführung X33. Die weiße Synchrotronstrahlung fällt von links durch einen wassergekühlten Spalt mit integriertem Intensitätsmonitor auf den dreieckigen Si-Kristall. Der Kristall ist in einem wassergekühlten Edelstahlbehälter montiert, der mit flüssigem Metall-Eutektikum gefüllt wird (Galinstan). Rechts im Bild sind die Feineinstellungen für die Biegung und den Braggwinkel zu sehen.

genüber der Vorgängerversion liegt in der entscheidend verbesserten Kühlung des Monochromators mittels eines flüssigen Eutektikums (Galinstan), in das die untere Hälfte des Si-Kristalls taucht. Das Eutektikum befindet sich in einem Behälter aus Edelstahl, der von Kühlwasser durchflossen wird. Dadurch ließen sich Stahlbewegungen, die das Arbeiten früher sehr erschwerten, vollständig eliminieren. Abb. 87 zeigt den verbesserten Monochromatoraufbau. Es zeigte sich, dass durch die oben geschilderten Verbesserungen ein deutlich erhöhter Photonenfluss für Kleinwinkel Streuexperimente zur Verfügung steht, bei gleichzeitig signifikant verbesserter Langzeitstabilität. Für die Sommerpause 2005 ist der Einbau eines neuen Röntgenspiegels geplant.

Röntgenkleinwinkelstreuung (SAXS) am EMBL Hamburg

Die Hauptaktivitäten der Kleinwinkelstreuerguppe um Dmitri Svergun konzentrierten sich im Jahr 2004 auf die

Bereitstellung von Strahlzeit für SAXS an biologischen Materialien und die Betreuung von internationalen Nutzergruppen. Dazu wurden neue Methoden für die Datenauswertung und Interpretation entwickelt, sowie die Experimentieranlage X33 am Strahl D1 von DORIS III weiter ausgebaut. Die Anzahl der Nutzergruppen steigt seit fünf Jahren kontinuierlich um 20% per Jahr an. Um diese vornehmlich biologisch orientierten Fragestellungen zu bearbeiten, werden fast alle Projekte in enger Zusammenarbeit mit den Nutzergruppen ausgeführt. Dies beinhaltet in vielen Fällen die Probenvorbereitung in den EMBL Biochemielabors, die gemeinsame Datenaufnahme am Experiment sowie die Erarbeitung fertiger Strukturmodelle und deren Interpretation. Um mit der weiteren Verfeinerung der computergestützten Modellierungssoftware Schritt zu halten, wurden im Laufe des Jahres 2004 weitreichende Umbauten an der Strahlanlage durchgeführt. So wurde z. B. um eine stabilere Strahlage zu erreichen ein neuer Monochromator mit verbesserter Kühlung eingebaut. Desweiteren dient nun ein zweidimensionaler Flächendetektor (MAR345 Imageplate) als Standard SAXS Detektor.

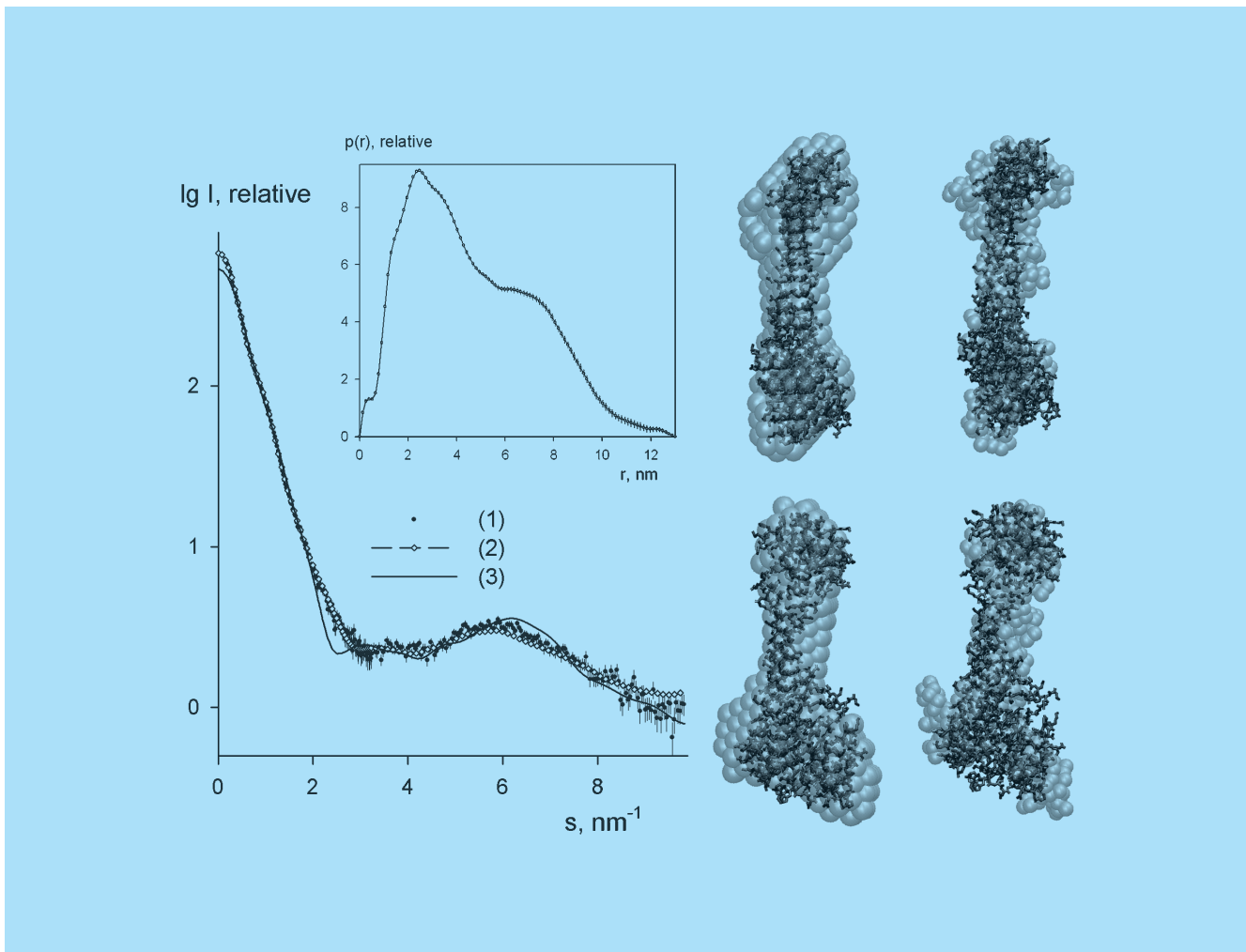


Abbildung 88: Experimentelle SAXS Daten der Vma5p Untereinheit aus Hefe und die daraus abgeleiteten *ab initio* Modelle. A) DAMMIN Dummy Atom Model und B) GASBOR Dummy Residue Model in Vergleich mit später der veröffentlichte Kristallstruktur.

Untersuchung der Struktur und Funktion einer Untereinheit der Vma5p ATPase aus Hefe

Die Aufgabe der Proteine aus der Familie der membran-gebundenen V-ATPasen, die in allen eukaryotischen Zelle zu finden sind, ist es, Ionen durch die Zellmembran zu pumpen. Die Struktur und Funktion einer Untereinheit der Vma5p ATPase aus Hefe wurde in Zusammenarbeit mit G. Grüber (Universität des Saarlandes)

untersucht. Die stiehlförmige Vma5p Untereinheit des Hefeproteins V1 wurde in seiner wasserlöslichen Form in *E. coli* exprimiert und aufgereinigt. Die Funktionalität der Vma5p Untereinheit wurde durch biochemische Voruntersuchungen, wie Fluoreszenzspektroskopie und Zirkulardichromismus belegt. Mit Hilfe der Röntgenkleinwinkelstreuung war es möglich, die Struktur *ab initio* (also ohne vorab Informationen der Struktur zu verwenden) bei niedriger Auflösung zu berechnen (Armbrüster et al., FEBS Lett. **570** (2004) 119–125.) Die aus den Streudaten abgeleiteten Strukturen der

Vma5p Untereinheit zeigen eine stiefel-ähnliche Form, die sich aber deutlich in zwei unterschiedliche Domänen einteilen lässt. Dieses Ergebnis wurde durch eine weitere unabhängige *ab initio* Modellierung bestätigt. In Abb. 88 sind die beiden durch unterschiedliche Methoden gewonnenen SAXS Modelle dargestellt. Für beide Fälle wurden diese Modelle mit einer Proteinstruktur mit atomarer Auflösung verglichen, die nach der Veröffentlichung der SAXS Modelle im Laufe des Jahres 2004 von einer anderen Gruppe vorgestellt wurde (Drory et al., EMBO Rep. 5 (2004) 1148-1152). Dieser Vergleich zeigt, dass die aus den SAXS Daten gewonnenen Strukturen eine sehr gute Vorhersage der räumlichen Anordnung und der Form des Proteins zulassen.

ARP/wARP beschleunigt die Proteinkristallographie für ihren Einsatz in Hochleistungsanwendungen

Nachdem das röntgenkristallographische Experiment durchgeführt und das Phasenproblem gelöst worden ist, muss als nächstes ein aus chemischer Sicht plausibles Modell des Makromoleküls erstellt werden. Für Projekte aus der Strukturgenomik und anderer Hochleistungsanwendungen aus dem Bereich der Strukturbestimmung muss der normalerweise zeit- und arbeitsaufwendige Schritt des Modellbauens schnell, zuverlässig und hoch automatisiert sein. Die ARP/wARP Software, die in Zusammenarbeit mit einer Forschergruppe des NKI in Amsterdam entwickelt wird (Perrakis et al., Nature Struct. Biol. 6 (1999) 458-463), geht dieses Problem erfolgreich an und ist in der Lage, automatisch ein im Wesentlichen vollständiges Modell zu produzieren. Im Juli 2004 wurde die Version 6.1 der Software, die einige Neuerungen beinhaltet, der wissenschaftlichen Öffentlichkeit zur Verfügung gestellt. Selbst bei einer Auflösung von nur 2.6 Å können nun bereits genaue Proteinmodelle erzeugt werden. Bei noch niedrigerer Auflösung können α -helikale Fragmente des Proteins modelliert werden. Sehr rechenaufwendige Aufgaben können nun im Fernbetrieb auf einer im EMBL-Hamburg speziell dafür aufgebauten Multiprozessoreinheit ausgeführt werden. Doch nicht nur der Proteinanteil einer Kristallstruktur, sondern auch gebundene Ligandenmoleküle können mit der neuen Version von ARP/wARP automatisch modelliert wer-

den (Zwart et al., Acta Cryst. D60 (2004) 2230-2239). Das Problem der Modellierung von Liganden ist von besonderem Interesse sowohl von einem theoretischen wie auch praktischen Standpunkt. Das praktische Interesse leitet sich größtenteils vom Bestreben ab, die Automatisierung in der Medikamentenentwicklung voranzutreiben, und auch dazu, die Kristallographie hier als selektiv richtungsweisend bei der optimierten Informationsgewinnung in der Forschung einzusetzen. Die Handhabung der chemischen Information eines Liganden stellt eine besondere Herausforderung bei der Interpretation von Elektronendichten dar, die weniger als atomare Auflösung und obendrein Phasenfehler besitzen. Mit ARP/wARP können Liganden von mittlerer Größe in etwa 10 Minuten modelliert werden (Abb. 89), während die Modellierung eines 44-atomigen NAD Moleküls ca. eine Stunde dauert. Zukünftige Implementierungen der Algorithmen werden auf noch mehr Effizienz getrimmt sein. Ein wichtiger Teil der weiteren Entwicklung ist die Modellierung teilweise ungeordneter Liganden.

Strukturelle Studien an Enzymen aus der Leuzin- und Lysin-Biosynthese von *Mycobacterium tuberculosis*

Sowohl Lysin wie auch Leuzin zählen zu den essentiellen Aminosäuren in Säugern. Da Bakterien diese Aminosäuren synthetisieren müssen, stellen die Enzyme der entsprechenden Biosynthesewege interessante Targets für neue Antibiotika dar. In Säugern gibt es diese Enzyme nicht, daher sollte die Inhibition der bakteriellen Enzyme weitestgehend ohne Nebenwirkungen ablaufen. In unseren Forschungen haben wir uns auf insgesamt 13 Enzyme aus *Mycobacterium tuberculosis* konzentriert, 4 davon stammen aus der Leuzinbiosynthese, und die anderen 9 aus der Lysinbiosynthese. Im letzten Jahr gelang es uns, die Strukturen von insgesamt 4 Enzymen aufzuklären, die der Isopropylmalatdehydrogenase (IPMDH) aus der Leuzinbiosynthese (Singh et al., J. Mol. Biol. 346 (2005) 1-11), und die Strukturen von Dihydrodipicolinatsynthase (DHDPS), Dihydrodipicolinatreduktase (DHDPR) und die von Diaminopimelatdecarboxylase (DAPDC) aus der Lysinbiosynthese. Insbesondere die Struktur der IPMDH (Abb. 86) stellt dabei einen wichtigen Meilenstein dar, weil es uns in diesem Fall gelang, in Zusammenar-

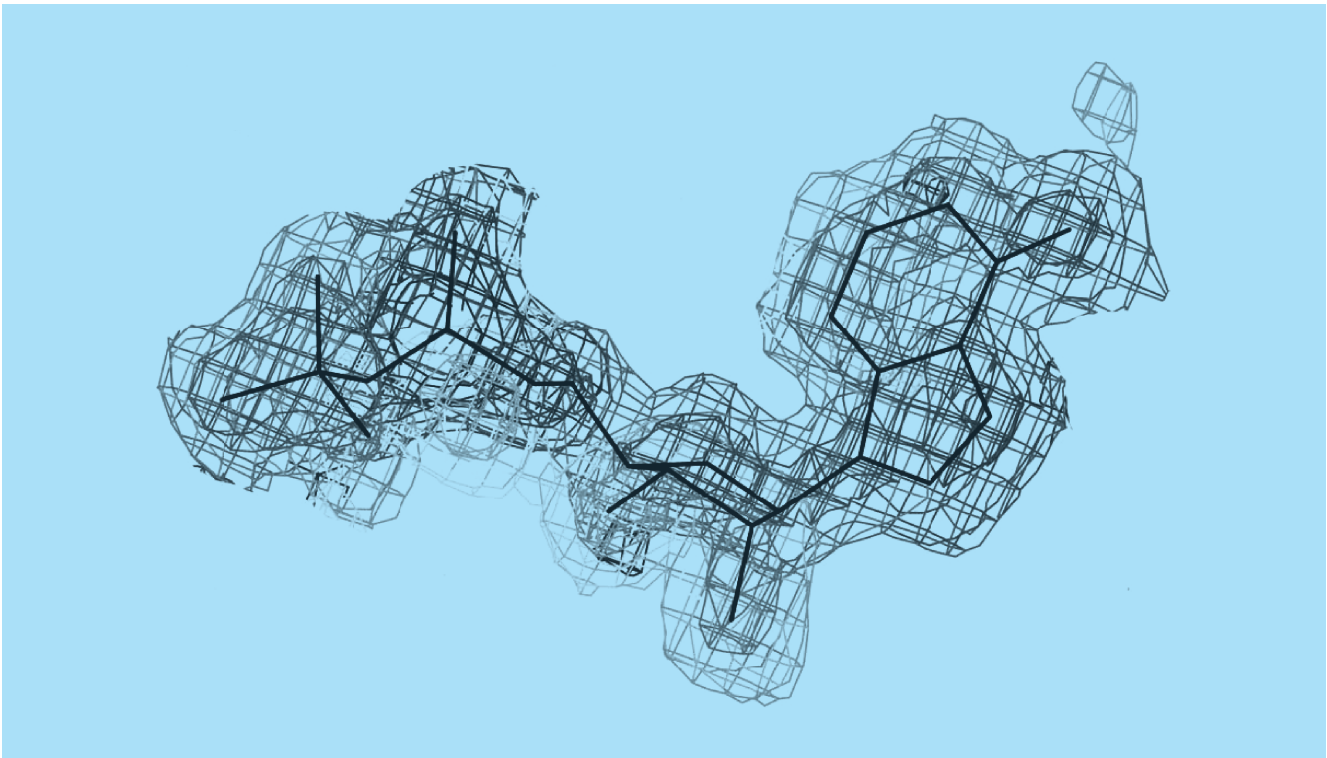


Abbildung 89: *Automatisch von ARP/wARP modelliertes ADP.*

beit mit Dr. Jens-Peter von Kries vom FMP Berlin in einem Screening-Experiment vielversprechende Substanzen zu identifizieren, die möglicherweise dazu geeignet sind, als Leitverbindungen für neue antimykobakteriellen Medikamente weiterentwickelt zu werden.

Aufbau einer Hochdurchsatz-Kristallisations-Anlage

Grundvoraussetzung jedes erfolgreichen Biokristallographieprojekts ist die Überführung hochreiner Lösungen von Biomakromolekülen in den kristallinen Zustand. Aufgrund ihrer hohen chemischen und strukturellen Variabilität ist es bisher nicht möglich, die exakten Bedingungen dafür vorherzusagen. In einem „trial-and-error“ Verfahren werden deshalb die wichtigsten Kristallisationsparameter, wie Temperatur, pH-

Wert und chemische Komposition der Kristallisationslösung in bis zu 1000 unterschiedlichen Experimenten durchgetestet. Zur strukturellen Stabilisierung des oft sehr flexiblen Biomakromoleküls werden gleichzeitig verschiedene Liganden eingesetzt, wodurch sich die Anzahl möglicher Experimente weiter erhöht. Um Materialverbrauch (die Herstellung hochreiner Biomakromoleküllösungen ist teuer und arbeitsintensiv) und Zeitaufwand zu minimieren, wurden im Lauf der letzten Jahre Verfahren zur Miniaturisierung und zur Automatisierung dieses Prozesses entwickelt. Das EMBL hat eine solche Anlage in dafür vom DESY neu angemieteten und umgebauten Laborräumen in Gebäude 3 aufgebaut. Die Anlage besteht aus 2 hochautomatisierten Einheiten. Mit Hilfe dieser Anlage können sämtliche Kristallisationslösungen, ausgehend von wenigen Stammlösungen hergestellt werden. Anschließend werden diese in speziellen Mikrotiterplatten mit Proteinlösung zum eigentlichen Kristallisationsexperiment versetzt. Dabei kann das Volumen pro Experiment auf

wenige hundert Nanoliter begrenzt werden. Die zahlreichen Experimente werden dann von computerkontrollierten und hochauflösenden Kameras in regelmäßigen Abständen dokumentiert und den Wissenschaftlern, zusammen mit anderen wichtigen Daten, per Internet zur Verfügung gestellt.

Etablierung des Zusammenhangs zwischen Phosphorylierungskaskade in bakteriellen Zweikomponentensystemen und der Antitermination bei der Transkription.

Ein typisches Zweikomponentensystem besteht aus einer Histidinkinase (HK) und einem Responsregulator (RR). Die HK wird üblicherweise durch ein externes Signal aktiviert. Dies führt zur Autophosphorylierung eines Histidinrestes durch ein γ -Phosphat von ATP. Der zugehörige RR katalysiert dann den Transfer des Phosphats auf ein konserviertes Aspartat in seiner sogenannten Receiver-Domäne. Die darauf folgende Konformationsänderung führt zu einer Verstärkung der Bindung von RR an DNS. RR kann dabei als Aktivator oder auch als Repressor für die Transkription wirken. In Rahmen unserer strukturellen Arbeiten an Rv1626 (Morth et al., *Structure* **12** (2004) 1595-605), einem offenen Leseraster im Genom von *Mycobacterium tuberculosis*, konnten wir zeigen, dass der Phosphoryltransfer auch die Termination der Transkription regulieren kann. Um diese Hypothese zu untermauern, identifizierten wir die zu Rv1626 gehörige HK und zeigten, dass der Phosphoryltransfer in der Tat spezifisch statt findet. Dieses Proteinpaar gehört damit zu den 5 Zweikomponentensystemen, die in allen mykobakteriellen Spezies konserviert sind. Obwohl die Funktion dieses Paares bis jetzt noch nicht bekannt ist, ist es aufgrund der Konservierung sehr wahrscheinlich, dass es für Mykobakterien eine wichtige, regulative Rolle spielt.

Die Verankerung des größten menschlichen Proteins Titin in der Muskelzelle

Die Z-Scheibe in menschlichen Muskelzellen verbindet benachbarte Zelleinheiten, die sogenannten Sarkomere. Sie bietet eine Basis, die größten bekannten Filamentsysteme aus Muskelzellen durch ein weitreichendes Netzwerk von Interaktionen verschiedener Proteine zu verankern. Letztes Jahr haben wir herausgefunden, wie das größte dieser Filamentsysteme, Titin mit ca. 38000 Aminosäuren, durch einen Komplex mit dem Z-Scheibenprotein Telethonin assembliert und in der Z-Scheibe verankert ist. Entgegen früheren Erwartungen bildet es einen antiparallelen (2:1) Sandwich-Komplex. Die überraschende pseudo-symmetrische Struktur von Telethonin ermöglicht ein palindromisches, d. h. symmetrisches, Arrangement von zwei Titinmolekülen in diesem Komplex. Eine derartige Architektur ist noch niemals zuvor in einem Protein-Protein-Komplex gefunden wurden. Um sicher zu stellen, dass die gefundene Struktur im Kristall einen Komplex unter physiologischen Bedingungen darstellt, haben wir unsere Ergebnisse mit komplementären Imagingtechniken bestätigt. Sowohl ein *in vivo* Fluoreszenz-Komplementierungsassay als auch eine sogenannte FRET (Förster Resonanz Energie Transfer)-Analyse bestätigten unsere kristallographischen Ergebnisse. Damit ist uns nach der Strukturbestimmung der Proteinkinase von Titin (Mayans et al., *Nature* **395** (1998) 863–869) ein weiterer wichtiger Schritt in die Gesamtstrukturbestimmung dieses riesigen Proteins gelungen. Die kristallographischen Daten wurden an Synchrotron-Messstationen unserer Kollegen der Max-Planck-Gesellschaft und von EMBL aufgenommen. Eine niedrig aufgelöste Analyse dieses Komplexes mit Hilfe von Kleinwinkelstreuung wurde in Zusammenarbeit mit der Gruppe von Dr. M. Koch bereits publiziert (Zou et al., *J. Biol. Chem.* **278** (2003) 2636–2644).

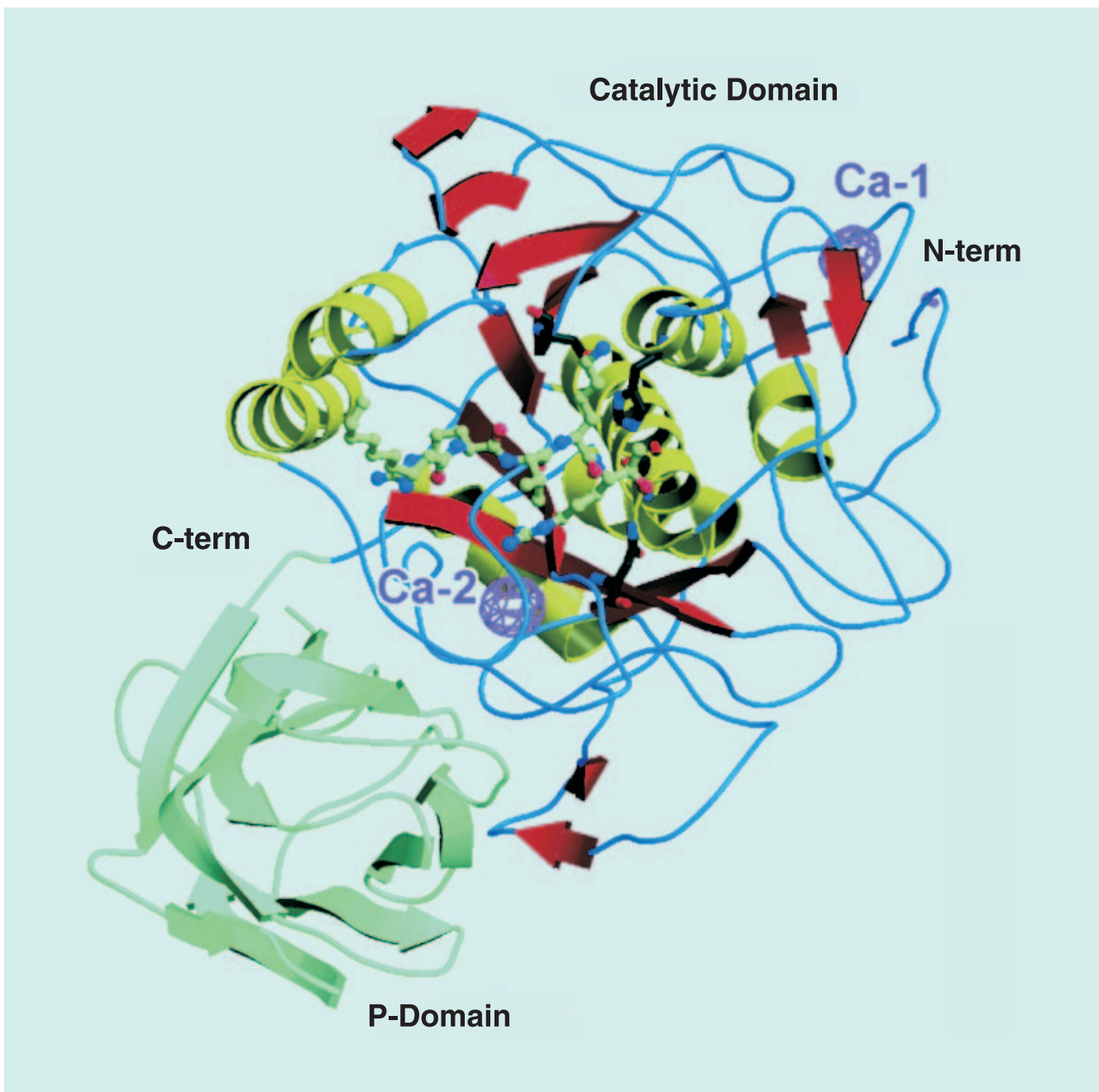


Abbildung 90: Ca^{2+} -Bindungsstellen in Maus-Furin (Than et al., 2005). Die anomale Differenzelektronendichte (Ca-1, Ca-2) resultierte aus Beugungsmessungen zu beiden Seiten der K-Absorptionskante von Calcium, die bei einer Röntgenwellenlänge von 3.07 Å liegt.

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. Weitere Informationen unter www.mpasmb-hamburg.mpg.de

Proteindynamik

Die MPG-Arbeitsgruppe für Proteindynamik untersucht die Struktur und Dynamik von Proteinen in Beziehung zur biologischen Funktion. Einen aktuellen Schwerpunkt bilden dabei Anwendungen auf Proteine, die für eine mögliche Entwicklung neuer Wirkstoffe gegen Tuberkulose von potentieller Bedeutung sind. Darüber hinaus entwickelt die Gruppe Methoden der Proteinstrukturanalyse. Dazu gehören insbesondere Verfahren zur Nutzung anomaler Röntgenbeugung sowie zur Automatisierung von Beugungsmessungen und ihrer Auswertung.

Die Max-Planck-Beamline BW6 an DORIS, an der alle Röntgenbeugungsmessungen durchgeführt wurden, ist eine der wenigen weltweit verfügbaren Synchrotronmessstationen, die neben der Nutzung harter Röntgenstrahlung auch den Einsatz langwelliger Röntgenstrahlung in der Kristallstrukturanalyse biologischer Makromoleküle ermöglichen. Die Messung anomaler Röntgenbeugung zu beiden Seiten von Röntgenabsorptionskanten bei Wellenlängen bis zu 3.1 Å kann zur Identifikation relativ leichter Elemente wie Calcium, Kalium, Mangan u.a. angewandt werden. Ein Beispiel für eine derartige Anwendung stellt eine Untersuchung des Enzyms Furin der Maus dar. Furin gehört zur eukaryontischen Familie der Proprotein-Konvertasen, die viele Sekretproteine und Peptidhormone aus größeren Vorläufermolekülen ausschneiden und aktivieren. Furin ist an der Embryogenese, aber auch an einer Reihe pathologischer Prozesse, etwa bei Tumormetastasierung und Neurodegenerationen, beteiligt. Es ist u. a. ein Schlüsselenzym der Aktivierung von Glykoproteinen vieler lipidumhüllter pathogener Viren. Die Kristallstruktur von Furin wurde bereits zuvor auf der Grundlage von MAD-Messungen an BW6 gelöst (Henrich et al., *Nature Struct. Biol.* **10**, (2003) 520–526). In einem weiteren Experiment wurden vor kurzem die chemische Natur und die Lage der für die enzymatische Funktion wesentlichen Bindungsstellen aufgeklärt (Than et al., 2005). Mit Hilfe anomaler Beugung zu beiden Seiten der Calcium-K-Kante ($\lambda = 3.07 \text{ \AA}$) konnten Ca^{2+} -Ionen in zwei Bindungsstellen eindeutig identifiziert werden (Abb. 90).

In kollaborativen Projekten wurde eine Reihe neuer Proteinstrukturen gelöst, teilweise unter Anwendung anomaler Phasierungsverfahren. Ein erstes Beispiel stellt p14/MP1 dar, ein Signalkomplex (Kurzbauer et al., 2004). Der p14/MP1-Komplex ist innerhalb der Zelle an Endosomen lokalisiert. Die beiden Proteine bilden zusammen eine Gerüstplattform, an die Signale weiterleitende Enzymkomplexe (MAP-Kinasen) binden kön-

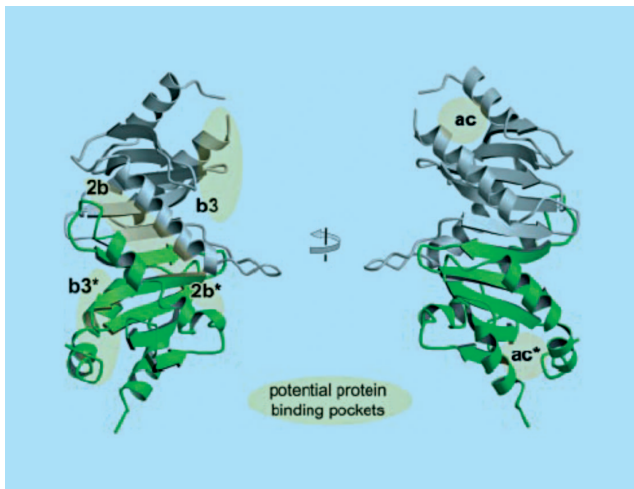


Abbildung 91: Kristallstruktur des p14/MP1-Heterodimers der Maus mit Bindungsstellen für Protein-Protein-Wechselwirkungen (Kurzbaauer et al., 2004).

nen. Die Struktur (Abb. 91) zeigt insbesondere auch die möglichen Bindungsstellen für Protein-Protein-Wechselwirkungen. Dieses Kenntnis schafft eine Basis für potentielle therapeutische Nutzung.

Weitere Kristallstrukturanalysen wurden insbesondere an Proteinen von *Mycobacterium tuberculosis* (MTB) im Rahmen des vom BMBF geförderten XMTB-Strukturgenomik-Konsortiums durchgeführt. Bei diesem Projekt gilt das Interesse bestimmten Proteinen, die für die Entwicklung neuartiger Therapien gegen Tuberkulose (TB) von potentieller Bedeutung sind. Die Gefährdung durch TB-Erkrankungen hat sich durch die pandemische Ausbreitung von HIV/AIDS und das zunehmende Auftreten von Resistenzen gegen bereits bekannte Antibiotika weiter erhöht. Das XMTB-Konsortium klärt die dreidimensionale Struktur der Zielproteine auf, untersucht Wechselwirkungen mit niedrigmolekularen Liganden und schafft damit einen wichtigen Ausgangspunkt für eine gezielte Entwicklung neuer Wirkstoffe. Die MTB-Proteine wurden in *E. coli* exprimiert, mit Verfahren der Affinitätschromatographie aufgereinigt und schließlich kristallisiert. Ein Beispiel stellt die Struktur der Shikimatkinase von *M. tuberculosis* dar (Abb. 92), die als Komplex mit Liganden bei 1.8 Å Auflösung aufgeklärt wurde. Das Enzym katalysiert einen Schritt der Biosynthese aro-

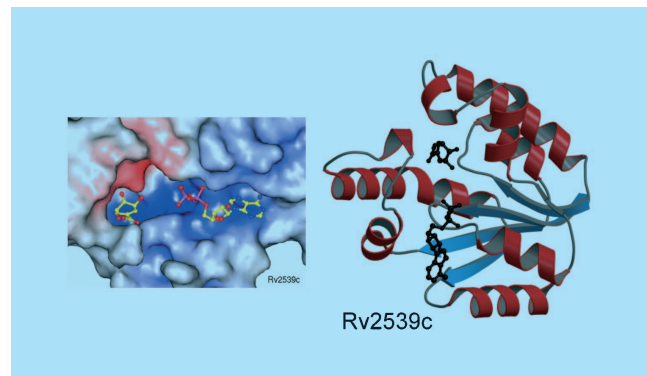


Abbildung 92: Protein-Ligand-Komplex der Shikimatkinase von *M. tuberculosis* bei 1.8 Å Auflösung (Bourenkov, Hartmann, Oberschall, Strizhov, Bartunik, 2005).

matischer Aminosäuren und anderer essentieller aromatischer Verbindungen in Mykobakterien. Dieser (Shikimat-) Reaktionsweg ist in Säugern nicht vorhanden. Die beteiligten Enzyme stellen somit potentiell interessante Ziele der Wirkstoffentwicklung dar.

Zytoskelett

Mikrotubuli sind hohlzylindrische Proteinfasern, die einen wesentlichen Bestandteil des Zytoskeletts ausmachen. Sie bestimmen die äußere Form und die innere Organisation der Zellen. Es handelt sich dabei um dynamische Strukturen, die sich den wechselnden Erfordernissen der Zellen anpassen können. Die Max-Planck-Arbeitsgruppe „Zytoskelett“ untersucht Mikrotubuli und Proteine, die mit Mikrotubuli assoziiert sind. Dazu gehören unter anderem die so genannten MAPs („Mikrotubuli-Assoziierte Proteine“), die auf der Oberfläche der Mikrotubuli binden und eine regulierende Wirkung haben, sowie Motorproteine, die sich unter Verbrauch von ATP als Energielieferant an den Mikrotubuli entlang fortbewegen und dabei Proteinkomplexe oder Zellorganelle über makroskopische Distanzen transportieren.

Unter den MAPs befindet sich das Tau-Protein, das bei einer Reihe von neurodegenerativen Erkrankungen, den

Tauopathien, eine Rolle spielt. Die bekannteste Erkrankung dieser Art ist die Alzheimer-Krankheit, bei der es im Gehirn zu Ablagerungen von Proteinfasern in Form von Amyloid-Plaques und neurofibrillären Bündeln kommt, was im Endstadium zu einem massiven Verlust von Nervenzellen führt. Die neurofibrillären Bündel bestehen zum überwiegenden Teil aus Fasern des Tau-Proteins. Ziel der Max-Planck-Arbeitsgruppe ist es, herauszufinden, welche Mechanismen dazu führen, dass sich Tau von den Mikrotubuli ablöst und schwer auflösbare, faserförmige Aggregate bildet.

Unter normalen Bedingungen ist Tau ein gut lösliches Protein. Im Zytosol gelöstes Tau steht in einem dynamischen Gleichgewicht mit Tau, das an Mikrotubuli gebunden ist. Aus früheren Untersuchungen ist bekannt, dass die Bindung von Tau an Mikrotubuli durch eine spezifische Phosphorylierung im Bereich der Bindungsregion reguliert wird. Das dafür verantwortliche phosphorylierende Enzym, die Protein-Kinase MARK, wurde bereits vor einigen Jahren in unserem Labor identifiziert (Drewes et al., *Cell* **89** (1997) 297–308). Damit stellt MARK einen potentiellen Ansatzpunkt für gezielte Eingriffe in die Regulierung von Tau dar. Möglicherweise lässt sich die Aktivität von MARK so steuern, dass die pathologische Aggregation von Tau verhindert oder hinausgezögert wird. Mit der erfolgreichen Kristallisation von MARK und der Aufklärung ihrer Struktur durch Röntgenkristallographie mit Synchrotronstrahlung ist dieses Ziel etwas näher gerückt.

Mit Hilfe von Röntgenkleinwinkelstreuung an Tau-Lösungen und mit spektroskopischen Methoden konnte gezeigt werden, dass natives Tau ein weitgehend ungefaltetes Protein ist, das in Lösung keine oder nur sehr wenig Struktur besitzt. Bei der Aggregation zu den für die Alzheimer-Krankheit typischen Fasern, den paarigen helikalen Filamenten (PHF), bilden bestimmte Sequenzmotive aus dem Bereich der Mikrotubuli-Bindungsdomäne kurze beta-Stränge (Barghorn et al., *J. Biol. Chem.* 2004). Durch Röntgen-Faserdiffraktion an künstlich hergestellten PHFs mit Hilfe der Synchrotronstrahlung von DORIS konnte gezeigt werden (Abb. 93), dass die Fasern eine „cross-beta“-Struktur haben, wobei sich die beta-Stränge der einzelnen Moleküle senkrecht zur Faserachse ausrichten und zusammen ein in Faserrichtung ausgedehntes, quasi unbeschränktes beta-Faltblatt bilden.

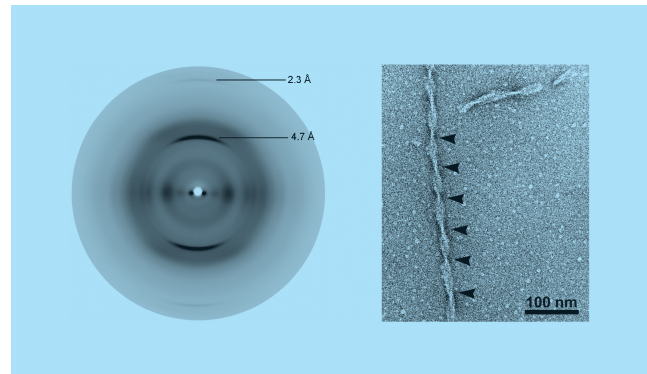


Abbildung 93: Faserdiffraktion von künstlichen Tau-Aggregaten. Das Diffraktionsmuster (links) lässt eine „cross-beta“ Struktur erkennen, bei der die beta-Stränge senkrecht zur Faserachse ausgerichtet sind. Das Bild rechts zeigt künstliche PHF-Fasern in einer elektronenmikroskopischen Aufnahme.

Mikrotubuli-assoziierte Proteine, insbesondere das Tau-Protein, spielen auch bei der Steuerung und Regulierung des intrazellulären Transports durch Motorproteine der Kinesinfamilie eine wichtige Rolle (Mandelkow et al., 2004). Das typische Kinesin („konventionelles Kinesin“) besteht aus zwei schweren und zwei leichten Peptidketten. Die beiden schweren Ketten besitzen jeweils eine aktive Domäne („Kopf“ oder „Motordomäne“), welche in der Lage ist, an Mikrotubuli zu binden, ATP zu hydrolysieren und die dabei auftretende Konformationsänderung in gerichtete Bewegung entlang des Mikrotubulus umzusetzen. Die Aktivität der Kinesinmotoren wird dabei durch MAPs auf der Oberfläche der Mikrotubuli eingeschränkt. Überexpression von Tau-Protein in retinalen Ganglionzellen behindert den Transport von Mitochondrien und anderen Zellkomponenten im Axon, was die Zellen anfällig für krankhafte Veränderungen macht. Dieser Effekt lässt sich durch Phosphorylierung mit MARK und Ablösung des Tau-Proteins von der Oberfläche der Mikrotubuli wieder rückgängig machen. Der Mechanismus der Kinesin-Bewegung wurde in den vergangenen Jahren durch Röntgenstrukturanalyse von Motordomänen verschiedener konventioneller Kinesine untersucht. Die Untersuchungen wurden nun ausgeweitet auf nichtkonventionelles Kinesin, sowie auf Kinesin-Mutanten, die Veränderungen in der ATP Hydrolyse aufweisen.

Struktur der Ribosomen

Der genetische Code ist auf den ersten Blick nur eine Abfolge von vier unterschiedlichen Nukleinsäuren. Jeweils drei Nukleinsäuren (ein Codon) kodieren eine Aminosäure. Die Übersetzung des genetischen Codes und die Verknüpfung der einzelnen Aminosäuren zu einer Proteinkette wird durch eine universelle Zellorganelle, das Ribosom, geleistet – und zwar in atemberaubender Geschwindigkeit und mit einer sehr geringen Fehlerrate. Dieser Prozess der Proteinbiosynthese ist außerordentlich komplex und erfordert eine Vielzahl verschiedener Co-Faktoren, die einzelne Schritte der Proteinsynthese regulieren.

Das Ribosom besteht aus zwei verschiedenen ribosomalen Untereinheiten, die jeweils verschiedene Funktionen im Rahmen der Protein-Biosynthese erfüllen. Die kleine Untereinheit (30S in Prokaryonten bestehend aus der 16S rRNA und 20 ribosomalen Proteinen) ist für die Interpretation des genetischen Codes, dessen Blaupause auf der mRNA abgelegt ist, verantwortlich. Die große Untereinheit (50S in Prokaryonten, bestehend aus 5S rRNA, 23S rRNA und ca. 33 ribosomalen Proteinen) fügt die einzelnen Aminosäuren zu einer langen Peptid-Kette entsprechend des Bauplanes zusammen. Aufgrund der zentralen Rolle des Ribosoms in der Protein-Biosynthese ist das Ribosom zugleich das primäre Target vieler Antibiotika.

Basierend auf den strukturellen Untersuchungen der 50S ribosomalen Untereinheit von *Deinococcus radiodurans* konnten in den vergangenen Jahren einige wichtige Mechanismen der ribosomalen Protein-Biosynthese sowie die Wirkungsweise verschiedener ribosomaler Antibiotika erfolgreich charakterisiert werden. Ein ganz wesentlicher Schritt der Protein-Biosynthese, die Terminierung, hatte sich bis dato einer strukturellen Charakterisierung entzogen.

Ribosome Recycling – der letzte Schritt im Protein-Biosynthese Zyklus

Ribosome Recycling ist der letzte Schritt der ribosomalen Protein-Biosynthese und erfordert die Beteiligung zweier essentieller Ko-Faktoren, namentlich des *ribosome recycling factors* (RRF) und des *elongation factors G* (EF-G). Die beiden Faktoren entfernen die

letzte verbliebene tRNA aus dem Ribosom und sorgen für die Zerlegung des Ribosoms in seine beiden Untereinheiten. Obgleich RRF schon Anfang der 70er Jahre entdeckt und charakterisiert wurde, blieb der Mechanismus, mit dem RRF die Termination der Protein Synthese stimuliert, weitgehend unklar.

RRF ist in Bakterien universell erhalten, fehlt aber vollständig in Archaea oder Eukaryonten (mit Ausnahme von Chloroplasten und Mitochondrien). Die Entfernung des RRF Gens (*ffr*) ist in jedem Falle tödlich für den bakteriellen Organismus. Die Universalität von RRF und die Beschränkung auf bakterielle Organismen machen aus RRF einen sehr interessanten Angriffspunkt für Antibiotika. Dies erfordert allerdings ein atomares Abbild der Wirkungsweise dieses ribosomalen Faktors.

Wir konnten kürzlich die Kristallstruktur der 50S Untereinheit von *D. radiodurans* in Verbindung mit der katalytischen Domäne des RRF (RRF-D1) zu einer Auflösung von 3.3 Å ermitteln. RRF-D1 bindet auf der Seite des 50S Moleküls, die der 30S Untereinheit im Ribosom zugewandt ist (Abb. 94). Die Position ist ähnlich der, die aus biochemischen und elektronen-mikroskopischen Aufnahmen vorhergesagt wurde. Dies bestätigt die Annahme, das RRF – obwohl es strukturell einer tRNA sehr ähnlich sieht – gänzlich anders als eine tRNA an das Ribosom bindet. Die Kristallstruktur bietet aber im Gegensatz zu den biochemischen Daten einen sehr viel präziseren Einblick, da auch kleine Änderungen in der lokalen Struktur des Ribosoms beobachtet werden können.

Die detaillierte Charakterisierung der Wechselwirkungen zwischen RRF und dem Ribosom zeigt, dass ausschließlich Elemente involviert sind, die auch essentiell für den Transport von tRNA Molekülen durch das Ribosom sind. Dies zeigt, dass RRF zwar kein strukturelles Mimikry, sehr wohl aber ein funktionelles Analog einer tRNA darstellt. Die wichtigsten Kontakte zwischen RRF und dem Ribosom erfolgen mit den 23S rRNA Helizes H69 und H71. Diese beiden Helizes binden im 70S Ribosom die 30S Untereinheit und sind daher besonders wichtig für die Stabilität des Ribosoms.

Interessanterweise induziert RRF eine starke Konformationsänderung von Helix 69, die zu einer Destabilisierung des 70S Ribosoms führen muss und daher einen wesentlichen Beitrag zum Ribosome Re-

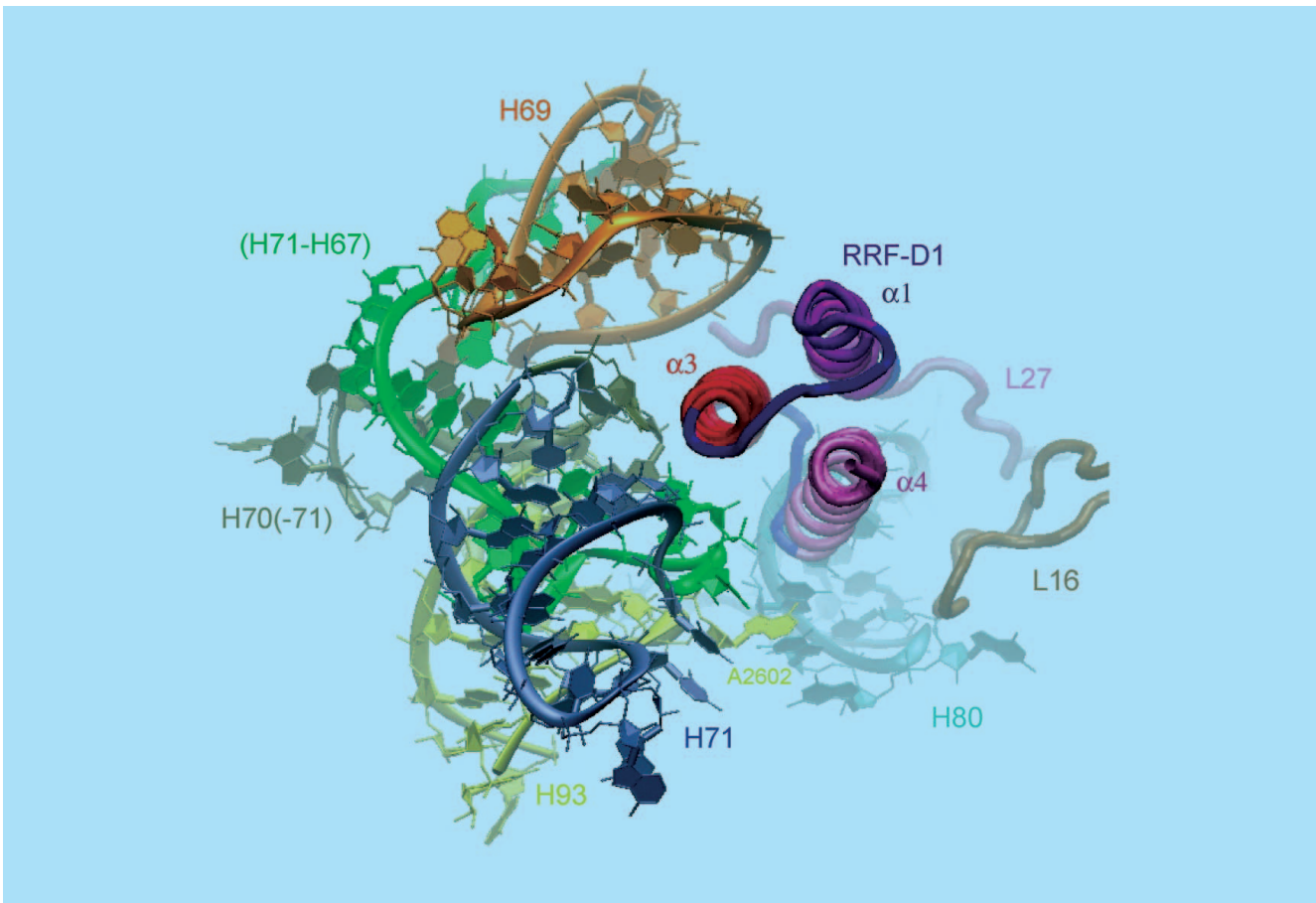


Abbildung 94: RRF bindet im Translokations-Zentrum der 50S Untereinheit. Alle strukturellen Elemente, die in Kontakt mit RRF sind – wie RNA Helizes 69–71 und 80 sowie die beiden Protein L16 und L27 – sind ebenfalls essentiell für die Translokation der tRNA Moleküle.

cycling darstellt. Dieser Effekt wird durch die Wirkung von EF-G noch verstärkt, da EF-G nach der GTP-Hydrolyse eine Konformation einnimmt, die RRF gegen Helix 69 schiebt und somit die Wechselwirkung mit der 30S Untereinheit unterbrechen kann. Dadurch würde die gemeinsame Wirkung von EF-G und RRF nicht nur die letzte verbleibende tRNA aus dem Ribosom heraus katapultieren, sondern ebenfalls die beiden ribosomalen Untereinheiten separieren und für die weitere Protein-Biosynthese wieder verfügbar machen.

Die strukturellen Untersuchungen an der 50S Untereinheit in Verbindung mit RRF wurden in Kollaboration

mit der Gruppe von Y. Kobayashi, Osaka University durchgeführt. Die Messungen wurden sowohl an der BW6/HASYLAB/DESY als auch am SLS/PSI durchgeführt. Aufgrund der pharmazeutischen Bedeutung von RRF wurde ein Patent angemeldet.

Weiterführende Links

Weitere Informationen und Links finden sich auf den Internet-Seiten der MPG (www.mpg.de – Presstexte; www.molgen.mpg.de), den Research Highlights des HASYLAB (www-hasyllab.desy.de) sowie unter www.riboworld.com.

Standort Zeuthen

Inhalt

| | |
|----------------------------|-----|
| Übersicht Standort Zeuthen | 153 |
| Bereich FH | 155 |
| Bereiche M, FS | 173 |

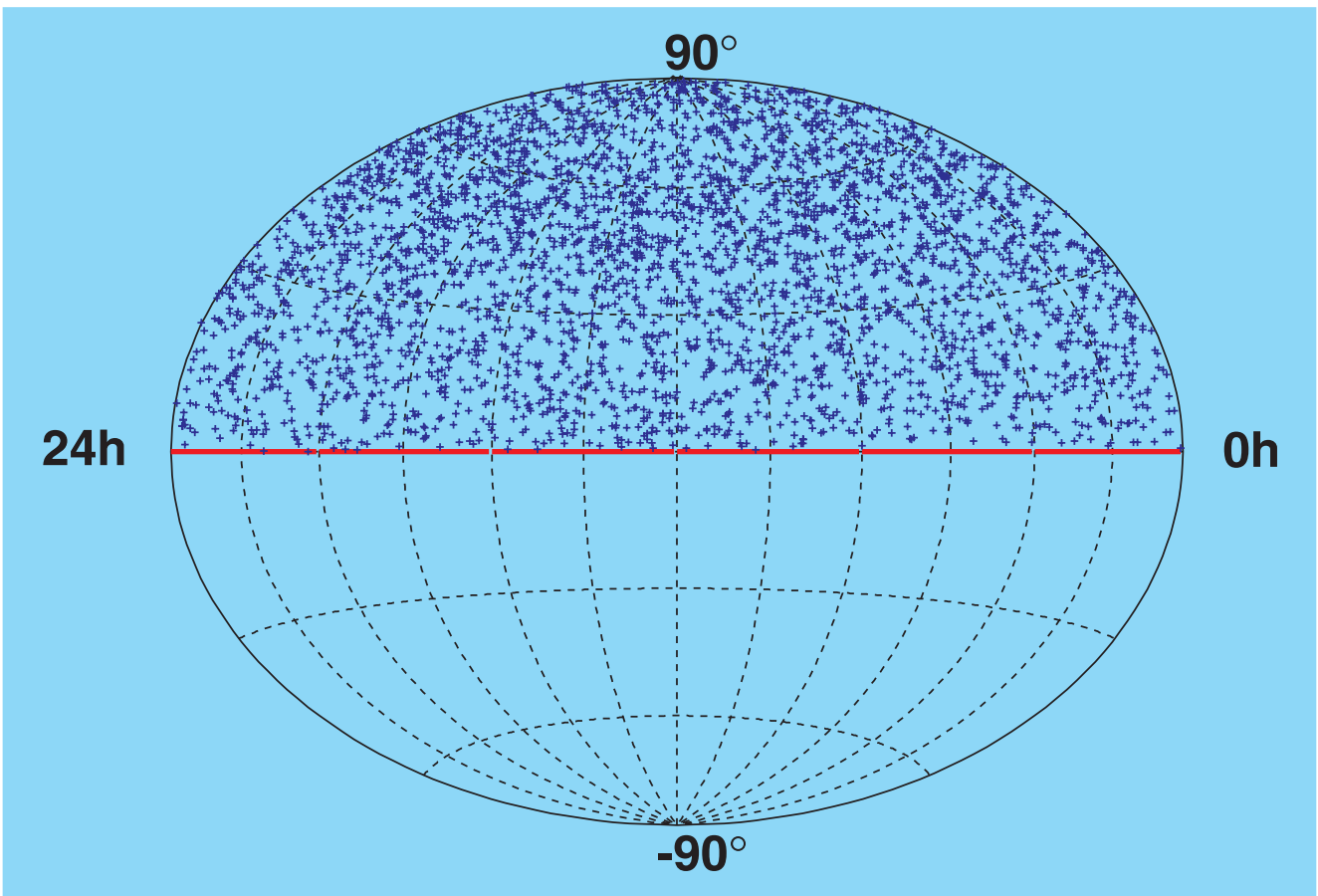


Abbildung 95: *Himmelskarte der in vier Jahren von AMANDA registrierten Neutrinoereignisse am Nordhimmel.*

Übersicht Standort Zeuthen

Die Zeuthener **H1** Gruppe ist aktiv in der Physikanalyse, hier besonders bei der Untersuchung der Charmed Penta-Quark-Zustände, und hat im H1 Experiment Verantwortung für Detektorkomponenten übernommen. Im Mai 2004 erlitten der H1 Vorwärts- und Rückwärts-Silizium-Tracker Strahlen- und Kühlwasserschäden. Beide Detektoren wurden während der HERA Betriebsunterbrechung ausgebaut. Der Ersatz der Sensoren sowie der Einsatz neuer, strahlenharter Elektronik wurde geplant, vom PRC befürwortet und wird von der Gruppe für die nächste Betriebsunterbrechung vorbereitet.

Eines der wichtigsten Resultate von einem Jahrzehnt Messungen bei HERA ist die Bestimmung der Kopplungskonstanten der starken Wechselwirkung. Der Fehler dieser Messung ist mittlerweile von den Fehlern der **Theorie** dominiert. Als Resultat aufwendiger Rechnungen auf dem Dreischleifen-Niveau gelang es Zeuthener Physikern, in einer QCD-Analyse der Welt-Daten der tief-inelastischen Streuung die theoretischen Fehler stark zu verringern. Das hohe Niveau der Theorie-Gruppe drückt sich auch in der Verleihung des Sofja-Kovalevskaja-Preises an den Nachwuchswissenschaftler Michal Czakon für seine Weiterentwicklung störungstheoretischer Techniken aus.

Die wesentlichen Entwicklungsarbeiten für die **apeNEXT** Parallelrechner, die gemeinsam von Projektgruppen des INFN in Italien, des IN2P3 in Paris und DESY durchgeführt werden, erreichten einen Abschluss mit dem Test der Prozessorchips und der Inbetriebnahme kleinerer Rechneinheiten, auf denen erfolgreich erste physikalische Anwendungen gerechnet wurden. In der zweiten Jahreshälfte begann die Kollaboration mit den Vorbereitungen für die gemeinsame Inbetriebnahme eines großen Prototyprechners mit einer CPU Leistung von 1.6 Tflops. Unser Ziel ist es, bis 2006 eine Rechenleistung von 3 Tflops in Zeuthen zu installieren und diese der Community über das **NIC** zur Verfügung zu stellen.

Die **Neutrinoastrophysik**-Gruppe in Zeuthen arbeitet an den Neutrinooteleskopen AMANDA und seinem Folgeprojekt IceCube am Südpol. Aus den AMANDA-Daten der Jahre 2000–2003 entstand eine Neutrino-Karte des Nordhimmels (Abb. 95) mit einem Vielfachen der bisher beobachteten Ereignisse, die eine wesentlich detailliertere Suche nach Punktquellen erlaubt. Auch ergaben sich Andeutungen einer Koinzidenz mit Ausbrüchen im Gamma- und Röntgenbereich, die mit anderen Teleskopen beobachtet wurden.

Die von der **PITZ** Gruppe im Jahr 2003 vermessene und optimierte Elektronenquelle ist inzwischen beim VUV-FEL erfolgreich im Einsatz. Die am Teststand erreichten Emittanzwerte konnten dabei bestätigt werden. Im Berichtszeitraum wurden die Vorbereitungen für ein umfangreiches Ausbauprogramm des Photoinjektorteststandes – PITZ II – getroffen. Damit werden die Voraussetzungen geschaffen, eine Elektronenquelle zu entwickeln und zu testen, die die Anforderungen des XFEL-Betriebes erfüllen kann.

Die in Zeuthen weiterentwickelten und gefertigten Wiescanner werden im Undulatorbereich des **VUV-FEL** als Strahlmonitore eingesetzt.

Im 24. und 25. Mai fand in Zeuthen die 100. Sitzung des DESY Verwaltungsrates statt, zu der auch ehemalige Mitglieder geladen wurden. In einer öffentlichen Festsitzung präsentierten prominente Mitglieder, wie Min.Dir. Dr. Schunck oder Dr. H. Krech, interessante Erinnerungen aus der Vergangenheit des DESY Verwaltungsrates, die in der Regel zugleich wichtige Aspekte der DESY Geschichte darstellen.

Das hohe Niveau auf dem Gebiet der gewerblichen Ausbildung fand auch im Jahr 2004 Anerkennung. Frau A. Sandmann – Azubi in der Mechanischen Ausbildungswerkstatt – wurde als bester Lehrling im Bereich der IHK Cottbus ausgezeichnet.

Im Mai 2004 wurde das Schülerlabor `physik.begreifen.zeuthen@desy.de` am Standort in Zeuthen eröffnet. Das Labor bietet Schulklassen der Jahrgangsstufen 4–10 die Möglichkeit, einen

Tag lang selbst zu experimentieren. Bis zum Jahresende nutzten mehr als 1300 Schülerinnen und Schüler aus Berlin und Brandenburg diese Gelegenheit.

Bereich FH

Zeuthener Projektgruppen nehmen aktiv am Betrieb und der physikalischen Auswertung der HERA Experimente H1, HERMES und HERA-B teil. Die Berichte über ihre Aktivitäten sind jeweils Bestandteile der Experimentberichte im Abschnitt „Bereich Forschung Hochenergiephysik“ dieses Jahresberichtes. Entsprechend werden auch die vielfältigen Aktivitäten der Zeuthener LC Gruppe im gemeinsamen Bericht dargestellt.

Neutrino-Astrophysik

Während Astronomen in den letzten Jahrzehnten durch die Nutzung immer neuer Wellenlängenbereiche der elektromagnetischen Strahlung das Verständnis des Universums revolutioniert haben, ist das Beobachtungsfenster der Neutrinoastrophysik gerade erst dabei, geöffnet zu werden. Die Sonne und die Supernova 1987A sind die einzigen Objekte, die bisher mit Neutrinodektoren beobachtet wurden. Die entsprechenden Neutrino-Energien liegen im Bereich von keV und MeV. Die Neutrinoastrophysik bei hohen Energien – 100 GeV und darüber – widmet sich gänzlich anderen Phänomenen. Sie interessiert sich vorzugsweise für die Beschleunigung von geladenen Teilchen an Stoßwellen und in starken variablen Magnetfeldern und die dabei abgestrahlten Neutrinos. Die extremen Entfernungen, in denen sich die entsprechenden Objekte wie etwa Doppelsternsysteme oder Aktive Galaxien befinden, werden nicht durch den mit der Energie wachsenden Wirkungsquerschnitt der Neutrinos kompensiert. Darum müssen die entsprechenden Detektoren sehr groß sein, so dass sie nicht mehr unterirdisch, sondern nur in offenen Gewässern oder in Gletschereis gebaut werden können.

Die Neutrinoastrophysik-Gruppe in Zeuthen arbeitet in Projekten an zwei Standorten. Das Schwergewicht der

Aktivitäten liegt bei AMANDA, dem Neutrino-Teleskop am Südpol, und bei seinem Folgeprojekt, dem IceCube-Teleskop. Der zweite Detektor ist NT-200 im sibirischen Baikalsee. AMANDA und NT-200 sind die zurzeit mit Abstand größten Neutrino-Teleskope. Durch ihre geographisch komplementäre Lage und die unterschiedliche Methodik ergänzen sie sich.

Im März 2004 fand eine Begutachtung des Programms Astroteilchenphysik in der Helmholtz-Gemeinschaft statt. Die DESY-Aktivitäten in Baikal, AMANDA und IceCube und das physikalische Potential des Gebietes wurden dabei sehr hoch eingestuft. Die beiden wichtigsten Empfehlungen der Gutachterkommission waren a) die Personalausstattung der Gruppe zu erhöhen, damit sie ihre herausragende Rolle bei der Physikanalyse auch in IceCube halten kann, und b) engere Verbindungen zu Universitäten herzustellen. Diese Empfehlungen konnten bis zum Ende des Berichtszeitraumes teilweise umgesetzt werden.

Das hauptsächliche Nachweisprinzip von Teleskopen für hochenergetische Neutrinos besteht in der Registrierung und klaren Identifizierung von aufwärts laufenden Myonen oder von isolierten Teilchenschauern („Kaskaden“). Unterwasser- bzw. Untereisteleskope bestehen aus einer gitterförmigen Anordnung von Photomultipliern (PMTs), mit deren Hilfe das Cherenkov-Licht der Teilchen registriert wird. Gemessen werden die Ankunftszeiten (mit einer Genauigkeit von 1–5 ns) und die Stärke der Lichtsignale, woraus Richtung und Energie der Neutrinos rekonstruiert werden können.

AMANDA

Die PMTs von AMANDA sind tief in dem 3 km dicken antarktischen Eisschild installiert. Der AMANDA-II Detektor besteht aus 19 Trossen und nimmt seit dem Jahr 2000 Daten. AMANDA-II hat eine effektive Flä-

che von 25000 m^2 für 1 TeV Myonen und ist damit etwa 25mal sensitiver als die größten unterirdischen Neutrino-Detektoren.

Im Jahr 2004 wurde in Zeuthen die Prozessierung aller Daten, die in den Jahren 2000–2003 genommen wurden, abgeschlossen. Das gereinigte und gefilterte Datenmaterial für aufwärts laufende Myonen umfasst 3329 Ereignisse (siehe Abb. 95). Es erlaubt neben der in Zeuthen durchgeführten Suche nach Punktquellen eine Vielzahl von anderen Analysen. Dazu zählen das Studium von in der Atmosphäre erzeugten Neutrinos, die Suche nach einem diffus einfallenden Fluss hochenergetischer Neutrinos und die Suche nach Neutrinos aus der Annihilation dunkler Materie.

Suche nach Punktquellen: Die mittlere Grenze für den Fluss von Myon-Neutrinos aus extraterrestrischen Punktquellen (Daten der Jahre 2000–2003, gemittelt über die nördliche Hemisphäre) beträgt $dF/dE \cdot E^2 \sim 0.6 \cdot 10^{-7} \text{ GeV cm}^{-2} \text{ s}^{-1}$. Diese aktuelle Messung verbessert das für die Daten des Jahres 2000 veröffentlichte Limit um einen Faktor 3.5. Damit können realistische Vorhersagen für Neutrinoflüsse von Mikroquasaren getestet werden. Für den bekanntesten Mikroquasar, SS-433, werden 2 Ereignisse bei 4.5 erwarteten Untergrundeignissen beobachtet und resultieren in einer oberen Grenze von etwa der gleichen Größe wie die existierende Flussvorhersage (4 Ereignisse). Eine Korrelationsanalyse der Himmelskarte, die auf viele schwache, als Einzelquellen nicht nachweisbare Objekte sensitiv sein kann, gab keinen Signal-Hinweis. Außer der auf gleichmäßig emittierende Quellen optimierten Suche wurden verschiedene Suchstrategien für variable Quellen durchgeführt. Hierbei wurde insbesondere von der Information, die Gamma-Teleskope im TeV-Bereich gesammelt haben, Gebrauch gemacht (Multi-Wavelength-Ansatz). Die stärkste Andeutung einer solchen Koinzidenz ergab sich für das Objekt ES1959-650, das im Frühjahr 2002 im Gamma- und Röntgenbereich starke Ausbrüche zeigte. Zwei der AMANDA Neutrino-Ereignisse fallen mit diesen Ausbrüchen zusammen, die Auswertung der statistischen Signifikanz des Effekts ist jedoch noch nicht abgeschlossen. Bei ES1959-650 handelt es sich um einen Blazar – eine Aktive Galaxie, deren Jet annähernd auf uns zeigt.

Suche nach diffusen Quellen: Die Grenze für den diffusen extraterrestrischen Fluss hochenergetischer Neu-

trinos, wurde mit drei Analysen, die auf verschiedene Energiebereiche bzw. Neutrinosorten optimiert sind, auf $dF/dE \cdot E^2 \sim 7-10 \cdot 10^{-7} \text{ GeV cm}^{-2} \text{ s}^{-1} \text{ sr}^{-1}$ verbessert, bezogen auf den Fluss aller drei Neutrintypen.

Suche nach Dunkler Materie: Hierbei wird nach Myonen, die von Neutrinos aus der Annihilation von WIMPs (Weak Interacting Massive Particles – Kandidaten für die dunkle Materie) im Erdinnern oder in der Sonne entstanden sind, gesucht. Grenzen an den Fluss solcher Myonen schränken die Anzahl von supersymmetrischen (SUSY) Modellen ein, die die dunkle Materie durch Neutralinos, die leichtesten SUSY-Teilchen, erklären. Das AMANDA Limit für solche Myonen aus dem Erdzentrum wurde 2004 um einen Faktor 3, auf $0.3 \cdot 10^3 \text{ km}^{-2} \text{ Jahr}^{-1}$, verbessert. Wegen der großen Masse der Sonne und wegen ihrer Spin-Komposition engt das zehnmal schwächere AMANDA Limit für neutrino-induzierte Myonen aus der Richtung der Sonne von $3 \cdot 10^3 \text{ km}^{-2} \text{ Jahr}^{-1}$ aber in stärkerem Maße SUSY Modelle ein, als jenes für Myonen aus dem Erdinneren, und es kann durchaus mit direkten Suchmethoden konkurrieren.

Ein weiterer Schwerpunkt der DESY Gruppe lag auf dem Gebiet der Softwareentwicklung. Die Arbeiten an dem Upgrade der AMANDA Rekonstruktionssoftware wurden im Wesentlichen abgeschlossen. Die neue Software-Version ist objektorientiert, umfasst mehr Optionen, ist komfortabler und schneller. Eine Online-Version ist in der Saison 2003/04 am Pol installiert worden. Die Software steht inzwischen für die Datenanalyse zur Verfügung.

IceCube

Vorhersagen für die Neutrino-Flüsse aus astrophysikalischen Objekten wie aktiven Galaxien oder Gamma Ray Bursts legen Detektoren von der Größenordnung eines Kubikkilometers nahe. Sie würden die Sensitivität von AMANDA, je nach Physik-Kanal, um einen Faktor 30–100 verbessern.

Der IceCube-Detektor soll aus 4800 PMs an 80 Trossen bestehen, bei 125 m Trossenabstand und 16 m Abstand zwischen den PMs entlang einer Trosse. AMANDA-II soll in IceCube integriert werden. IceCube wird ergänzt durch den Luftschauer-Detektor IceTop. IceTop

besteht aus großen Tanks, die mit Eis gefüllt sind. Beim Durchgang aus Luftschauern wird Cherenkov-Licht erzeugt. Für IceTop werden weitere 360 PMs benötigt. Die PM-Signale von IceCube und IceTop wird im optischen Modul digitalisiert und dann über elektrisches Kabel an die Oberfläche übertragen. Dieses Konzept wird DOM (Digitaler Optischer Modul) genannt. Der Plan sieht vor, bis zu 4 Trossen in der Saison 2004/05 zu installieren. Diese Saison dient gleichzeitig als Technologietest für die neue Heißwasser-Bohranlage. In den Folgejahren sollen dann bis zu 18 Trossen pro Jahr installiert werden, so dass der Detektor im Jahre 2009 fertig gestellt sein kann.

Die Zeuthener Gruppe hat im IceCube-Projekt folgende Schwerpunktaufgaben übernommen:

- In Zusammenarbeit mit den Universitäten in Mainz und Wuppertal werden in Zeuthen 1300 DOMs montiert und getestet.
- Bereitstellung von magnetischen Abschirmungen für alle 5200 Module (in Zusammenarbeit mit dem ITEP Moskau).
- Entwicklung des Empfangsteiles der DOMs an der Oberfläche (DOR – Digital Optical module Read-out).
- Europäisches Zentrum für die Massenprozessierung von experimentellen wie auch von Monte Carlo Daten.
- Deutsches Analysezentrum.
- Beteiligung an der Software-Entwicklung für IceCube.
- Entwicklung von Wave-Length-Shiftern zur Erhöhung der Sensitivität der optischen Module im UV-Bereich.
- Untersuchung der Möglichkeit, höchstenergetische Neutrinos durch akustische Methoden nachzuweisen.

Nach der Fertigstellung des DOM-Produktions- und Test-Labors im ersten Halbjahr 2004 begannen Bau und Erprobung erster optischer Module. Im Rahmen der Kollaborationsvereinbarungen wurden ab Juli 60 DOMs in Zeuthen produziert. Verzögerungen bei der Anlieferung von wichtigen Komponenten aus den USA führten dazu, dass nur zwei Drittel dieser Module in zwei vierzehntägigen Zyklen im Kühlraum bei -45°C



Abbildung 96: *IceCube: optischer Modul nach der Montage in Zeuthen.*

ausführlich getestet werden konnten. 28 Module wurden danach zum Südpol geliefert und werden dort an den ersten vier Strings, die im Januar 2005 im Eis versenkt werden, montiert. Abb. 96 zeigt einen in Zeuthen gebauten DOM.

Neben DESY beteiligen sich auch Gruppen aus Madison/USA und Stockholm/Schweden an der Modulfertigung. Im Jahr 2004 ist es gelungen, eine einheitliche Technologie bei Herstellung und Test der DOMs in allen drei Labors einzuführen und gleiche Qualitätsstandards zu sichern. Die dabei gewonnenen Erfahrungen erlauben eine Verdreifachung der Produktion im nächsten Jahr.

Die Arbeiten zur DOR-Card werden weiter unten auf Seite 167 zusammengefasst. Neben der Entwicklung der DOR-Card wurde die Universität Dortmund zeitweilig bei den Arbeiten zur IceCube-Hochspannung unterstützt.

Auf den Rechnern des PC-Clusters der Gruppe wurden neben AMANDA Rekonstruktions- und Simulationaufgaben auch 50% der IceCube Simulationen der Kollaboration ausgeführt. Es wurden Ereignisse des IceCube Detektors für die geplanten Konfigurationen der Jahre 2005, 2006 und 2010 generiert, wobei der AMANDA Detektor berücksichtigt wurde. Diese Daten werden sowohl für die AMANDA-IceCube Integration als auch für die Rekonstruktion benötigt. Eine weitere Aktivität ist die Vorbereitung der Klassifizierung und des Zugriffs auf die Daten mit Hilfe von GRID-Tools. Diese Arbeiten wurden in enger Zusammenarbeit

mit der IT-Gruppe ausgeführt. Diskussionen mit unseren Partnern an der Universität von Wisconsin haben begonnen.

Der akustische Nachweis von Teilchenschauern aus Neutrino-Reaktionen soll den optischen Nachweis bei Energien oberhalb ~ 100 PeV ergänzen. Im Jahr 2003 waren in Zeuthen verschiedene piezoelektrische Sensoren, Transmitter und Signalfilter entwickelt worden. Nach ersten Messungen am 180 MeV Protonbeschleuniger in Uppsala im Jahre 2003 wurde der akustische Effekt von Teilchenschauern im März 2004 weit detaillierter am selben Beschleuniger verifiziert. Dabei wurden die geladenen Teilchen in einem PeV Schauer durch eine entsprechend hohe Zahl von Beam-Protonen simuliert. Inzwischen hat die IceCube-Kollaboration eine Arbeitsgruppe für zukünftige Technologien ins Leben gerufen, die einen Vorschlag ausarbeiten soll, welcher möglicherweise in der Saison 2005/06 zu einem in-situ-Test der Methode am Südpol führt.

Das Baikal Experiment

Das Baikal Teleskop NT-200 besteht aus 192 Photomultipliern an 8 Trossen und nimmt seit 1998 Daten. Obwohl viel kleiner als AMANDA, erreicht das NT-200 für einige Untersuchungen annähernd gute Sensitivitäten und kann daher wichtige, mit teilweise komplementären Suchstrategien erhaltene Ergebnisse liefern. Die Suchstrategie für Kaskaden z. B. zielt nicht auf Ereignisse im Detektor selbst ab, sondern auf elektromagnetische oder hadronische Schauer in einem sehr großen Volumen unterhalb des Detektors. Eine solche Strategie ist nur in Wasserdetektoren mit ihrer geringen Lichtstreuung, nicht aber im antarktischen Eis möglich.

Aus der Nichtbeobachtung von quasi-punktförmigen Ereignissen mit hoher Lichtemission konnte aus den über fünf Jahre genommenen Daten (April 1998 bis Februar 2003) eine verbesserte obere Grenze für den Fluss hochenergetischer, diffus eintreffender Neutrinos aus Quellen mit einem E^{-2} -Spektrum zu $dF/dE \cdot E^2 < 0.8 \cdot 10^{-6} \text{ GeV cm}^{-2} \text{ s}^{-1} \text{ sr}^{-1}$ abgeleitet werden, vergleichbar zu den AMANDA Daten für ein Jahr. Bei der Richtungsrekonstruktion von Myon-Neutrinos kann NT-200 jedoch nicht mit der Sensitivität von AMANDA konkurrieren. Den 3329 Ereignissen von AMANDA (4 Jahre) stehen 372 Ereignisse von NT-200 (5 Jahre)

gegenüber. Andererseits ist NT-200 das sensitivste Neutrino-teleskop auf der Nordhalbkugel und kann, im Gegensatz zu AMANDA, auch das galaktische Zentrum sehen. 2004 wurden auch die Ausschlussgrenzen für relativistische Monopole und Neutrinos aus der Anihilation dunkler Materie deutlich verbessert.

Im Jahr 2005 plant die Kollaboration eine signifikante Verbesserung der Empfindlichkeit des Teleskops (um einen Faktor 4 für höchste Energien) durch eine moderate Erweiterung um 32 PMs an drei Trossen, die in einem Abstand von 70 Metern zu NT-200 angeordnet sind. Im April 2004 wurde ein Testbetrieb mit zwei der drei Trossen durchgeführt. Der Zeuthener Beitrag zu diesem NT200+ genannten Detektor besteht zum einen in einem Unterwasser-Lasermodul zur Zeiteichung der PMs an den drei neuen Trossen. Darüber hinaus wurde im März 2004 die Datenübertragung zum Ufer umgestellt auf moderne DSL-Modems und ein PC-Netzwerk, das erstmalig unter Wasser arbeitet, und erlaubt nun einen erhöhten Datenfluss von über 1 Mbit/s.

An dieser Entwicklung ist die DESY-Gruppe maßgeblich beteiligt, ebenso wie an der Möglichkeit eines Remote Control der gesamten Anlage. Im März 2004 wurde auch eines der vier Uferkabel ausgewechselt, die nach z. T. über zehnjährigen Betrieb durch Elektronkorrosion ausgefallen waren. Unweit des Baikal Experiments wird im Tunka-Tal ein Luftschauerdetektor betrieben, der aus 29 nach oben gerichteten Photomultipliern besteht. DESY hat vor einigen Jahren einen Teil der PMs samt optischer Auslese und FADCs beigetragen. Mit dem TUNKA-Detektor wurden Energiespektrum und chemische Zusammensetzung der kosmischen Strahlung im Energiebereich 10^{14} – 10^{16} eV in einer zu SPASE-AMANDA oder zu dem Karlsruher Experiment KASKADE komplementären Art gemessen.

Theoretische Elementarteilchenphysik

Theoretische Untersuchungen wurden auf den Gebieten der störungstheoretischen Quantenfeldtheorie des Standardmodells und der Gitter-Eichtheorie durchgeführt. Die Arbeitsgruppe hat zudem Beiträge zur Weiterentwicklung der Rechner der APE-Familie geleistet.

Quantenchromodynamik

Perturbative Untersuchungen auf dem Gebiet der starken Wechselwirkung (QCD) befassten sich mit Fragestellungen aus dem Bereich der unpolarisierten und polarisierten tief-inelastischen Streuung. Die Zielstellung ist dabei, theoretische Vorhersagen mit höchstmöglicher Genauigkeit zu machen, um die starke Kopplungskonstante $\alpha_s(M_Z^2)$ und die Partonverteilungen des Nukleons aus den tief-inelastischen Daten von HERA und anderer Experimente präzise zu bestimmen. Diese Fragen sind nicht nur grundsätzlich von Interesse bei der Untersuchung der Protonstruktur, sondern darüber hinaus wichtig für das Verständnis von harten Streuprozessen an zukünftigen Hadronbeschleunigern, wie dem LHC.

Ein wichtiger Teil in der theoretischen Vorhersage sind dabei die Drei-Schleifen non-singlet und singlet anomalen Dimensionen in der QCD, deren Berechnung

in diesem Jahr abgeschlossen werden konnte [DESY 04-047, 04-060]. In Abbildung 97 sind die singlet anomalen Dimensionen γ_{qq} und γ_{gg} als Funktionen des Mellin-Momentes N in einer Entwicklung in der starken Kopplungskonstante α_s dargestellt, wobei die Stabilität der störungstheoretischen Entwicklung deutlich wird. Das 16. Moment der non-singlet Wilson-Koeffizienten und anomalen Dimensionen in $\mathcal{O}(\alpha_s^3)$ wurde störungstheoretisch berechnet [DESY 04-120]. Hierdurch wurde ein wichtiger, nicht-trivialer Test für die vollständige Berechnung der betreffenden Größen bereitgestellt.

Die Komplexität der Terme, die zur störungstheoretischen Beschreibung der Evolution von Strukturfunktionen notwendig sind, nimmt mit höherer Ordnung in der Kopplungskonstanten bei Verwendung von Standard-Verfahren sehr stark zu. Vereinfachungen sind sowohl aus Gründen der mathematischen als auch der numerischen Darstellung der betreffenden Größen wünschens-

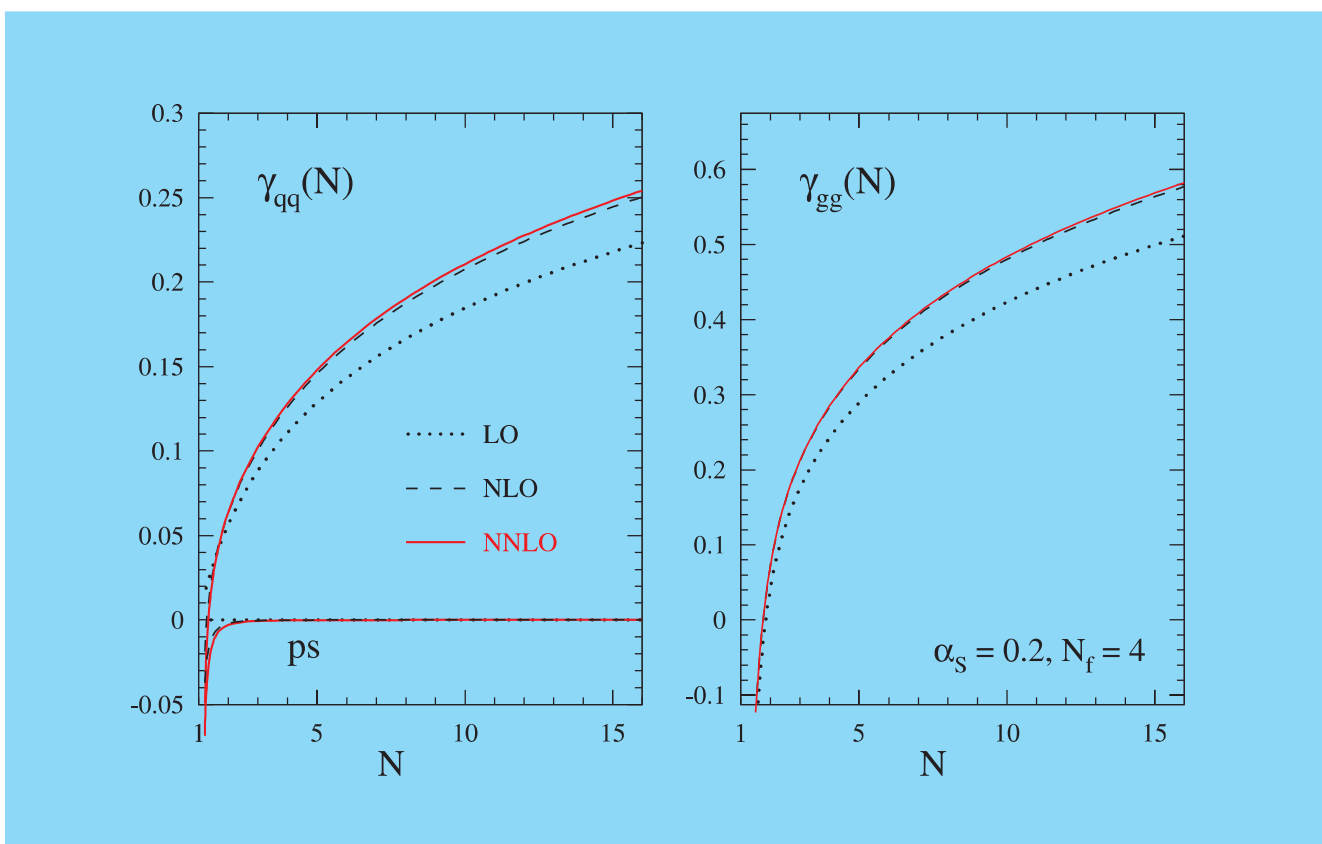


Abbildung 97: Die singlet anomalen Dimensionen $\gamma_{qq}(\alpha_s, N)$ und $\gamma_{gg}(\alpha_s, N)$.

wert. Im Falle der anomalen Dimensionen und masselosen QCD Wilson-Koeffizienten werden Vereinfachungen durch Verwendung der Shuffle-Algebra der harmonischen Summen und struktureller Beziehungen zwischen den erzeugenden Funktionen von Mellin-Transformierten erreicht [DESY 04-114, 04-115].

Es wurde gezeigt, dass die Twist-2 Wilson-Koeffizienten der masselosen QCD auf dem 2-Schleifen Niveau sowohl für die unpolarisierte und polarisierte tief-inelastische Streuung, den unpolarisierten und polarisierten Drell-Yan Prozess, die Produktion skalarer und pseudo-skalarer Higgs-Bosonen in hadronischen Reaktionen im Limit schwerer Massen und der verschiedenen zeitartigen unpolarisierten und polarisierten Fragmentationsfunktionen durch nur fünf Basis-Funktionen darstellbar sind. Untersuchungen für analoge Reduktionen auf dem 3-Schleifen Niveau wurden durchgeführt.

Für die longitudinale Strukturfunktion F_L wurden die 3-Schleifen Wilsonkoeffizienten berechnet, so dass auch für diese Observable theoretische Vorhersagen mit hinreichender Genauigkeit zur Verfügung stehen [DESY 04-210]. Für die Welt-Daten der unpolarisierten tief-inelastischen Streuung wurde eine flavor non-singlet QCD-Analyse zu $\mathcal{O}(\alpha_s^3)$ durchgeführt [DESY 04-113]. Zu Vergleichszwecken mit Berechnungen auf dem Gitter wurden einige niedrige Momente der non-singlet Operatoren mit korrelierten Fehlern berechnet.

Faktorisierungsschema-invariante flavor-singlet Evolutionsgleichungen für Observablen der tief-inelastischen Streuung wurden auf dem Niveau der 3-Schleifen Korrektur abgeleitet [DESY 04-218]. Es wurden Untersuchungen zur Beschreibung der tief-inelastischen diffraktiven Streuung unter Einschluss finiter Impulsüberträge an das Nukleon, sowie Berechnungen anomaler Dimensionen höheren Twist durchgeführt.

Die 2-Schleifen Helizitätsamplituden für Quark-Quark Streuung in der QCD und Gluino-Gluino Streuung in supersymmetrischen Yang-Mills Theorien wurden berechnet [DESY 04-061, 04-152]. Die Abhängigkeit der starken Kopplungskonstanten α_s von der Energieskala wurde zu 4-Schleifen in der Störungstheorie berechnet. Dieses Ergebnis war schon seit einigen Jahren in der Literatur bekannt, allerdings nie von einer unabhängigen

Rechnung geprüft worden, was bei derart komplexen Rechnungen sehr wichtig ist [DESY 04-223].

Am ILC-Projekt könnte das Studium von Higgs-Bosonen in der Photon-Photon-Produktion von großem Interesse sein. Die Vorhersage der QCD-Zweiloopkorrektur zum Higgszerfall in zwei Photonen wurde berechnet [hep-ph/0401090].

Theorie der elektroschwachen Wechselwirkungen

Die Untersuchungen zur elektroschwachen Theorie konzentrierten sich auf Präzisionsberechnungen von Observablen bei hochenergetischen Beschleunigerexperimenten und auf die Schaffung geeigneter Tools dafür. Das Projekt zur vollständigen Berechnung von Zweiloopkorrekturen zur Fermionpaarproduktion am ILC wurde fortgesetzt [hep-ph/0404213]. Die Berechnung fermionischer Zweiloopkorrekturen zum effektiven Mischungswinkel der elektroschwachen Theorie wurde abgeschlossen und in das Z-Boson-Analyseprogramm ZFITTER integriert. Neue Schranken für die Masse des noch hypothetischen Higgs-Bosons konnten abgeleitet werden [hep-ph/0409142, 0408207, 0407317].

Für die Beschleunigerprojekte ILC und CLIC wurden Programmpakete zur automatisierten Berechnung der Fermionpaar-Produktionswirkungsquerschnitte und der Higgsstrahlung entwickelt und Studien mit numerischen Vorhersagen angefertigt [hep-ph/0407149, 0409011, 0409034, 0410110, 0412047, 041225, 0407071]. Die universellen QED Korrekturen für polarisierte Elektron-Streuung wurden zu $\mathcal{O}(\alpha \ln(Q^2/m_e^2))^5$ berechnet, und es wurde die Resummation der universellen polarisierten Singlet-Korrektur $\mathcal{O}(\alpha \ln^2(z))^1$ durchgeführt [hep-ph/0409289]. Die virtuellen Zweiloopkorrekturen zur Bhabhastreuung wurden erstmals vollständig klassifiziert und einige skalare Masterintegrale vom Vertex- und Boxtyp analytisch berechnet [hep-ph/0406203, 0409017, 0412164].

Die Verwendbarkeit von neueren Softwarepaketen für die Suche nach minimalen Basen (Gröbnerbasen) skalarer Masterintegrale für Zweiloopkorrekturen in massiven Theorien wurde demonstriert am Fall der elektroschwachen Zweipunktfunktion [hep-ph/0403253].

Gitter-Eichtheorie

Die nicht-perturbative Untersuchung der „Heavy Quark Effective Theory“ wurde fortgesetzt. Observablen in der effektiven Theorie und in der QCD wurden im Kontinuumslikes der quenched Approximation berechnet. Im Zusammenspiel mit der präzisen Berechnung der Massenabhängigkeiten in der perturbativen QCD im SFB/TR-9 konnte so die Gültigkeit der effektiven Theorie im Detail überprüft werden [hep-ph/0407227]. Eine erste Berechnung der führenden Potenzkorrekturen zeigt eine ermutigende statistische Genauigkeit [hep-lat/0409058].

Die Berechnung der Energieabhängigkeit der starken Kopplung in der QCD mit zwei aktiven Quarks wurde abgeschlossen [hep-lat/0411025]. Somit konnte auch eine erste Abschätzung des QCD Lambdaparameters in der 2-Flavourtheorie angegeben werden, die frei von störungstheoretischen Unsicherheiten und Modellannahmen ist. Der Lambdaparameter zeigt eine unerwartet geringe Abhängigkeit von der Zahl der Quarkflavours sowie innerhalb der momentanen Unsicherheiten eine Übereinstimmung mit den aus Hochenergieexperimenten, insbesondere bei HERA, extrahierten Werten. Die Formulierung der fermionischen Wirkung auf dem Gitter wurde in einem 2-dimensionalen Modell untersucht [hep-lat/0411022, 0406027].

Internationale Zusammenarbeit und Drittmittel-Projekte

Im Berichtszeitraum arbeitete der Bereich Theorie in zwei TMR-Netzwerken der Europäischen Union mit. Dies sind: 1) Particle Physics Phenomenology at High Energy Colliders und 2) EURIDICE: European Investigations on Dafne and other International Collider Experiments using Effective Theories of Colors and Flavours from the Phi to the Upsilon.

Es besteht eine enge Zusammenarbeit der Theoriegruppe mit Instituten für Theoretische Physik am Harish Chandra Research Institute Allahabad/IN, dem KEK Tsukuba/J, dem NIKHEF Amsterdam/NL, der Humboldt Universität Berlin, den Universitäten Bielefeld, Cottbus, Hiroshima/J, Leiden/NL, Leipzig, Katowice/PL und Shanghai/CN. An der Universität Potsdam

wird eine Vorlesung zur Elementarteilchen-Theorie gehalten. Der Bereich Theorie ist am Graduiertenkolleg „Strukturuntersuchungen, Präzisionstests und Erweiterungen des Standardmodells der Elementarteilchenphysik“ (HU Berlin, FU Berlin, TU Dresden und MPI Potsdam) beteiligt.

Im Sonderforschungsbereich/Transregio SFB/TR-09 „Computergestützte Theoretische Teilchenphysik“ besteht Zusammenarbeit von Gruppen aus der RWTH Aachen, der HU Berlin und der TU Karlsruhe.

APE Projekt/Entwicklung von Parallelrechnern

Quantitative Berechnungen im Rahmen der QCD sind sehr schwierig und meist nicht analytisch durchführbar. Um die erforderliche enorme Rechenleistung für QCD-Simulationen auf einem diskretisierten Raum-Zeit Gitter auf effiziente Weise bereitzustellen, werden von theoretischen Physikern in verschiedenen internationalen Projekten Spezialrechner entwickelt, die für diese Anwendungen optimiert sind. In Europa begannen solche Entwicklungen Mitte der 80er Jahre im Rahmen des APE Projektes (Array Processor Experiment) am Istituto Nazionale di Fisica Nucleare (INFN) in Italien. Seit 1996 beteiligen sich auch Mitglieder der Theoriegruppe in Zeuthen sowie der Forschergruppe Elementarteilchenphysik des John von Neumann-Institute for Computing (NIC) intensiv an diesen Entwicklungsarbeiten. Die Rechner der letzten Generation, APEmille, laufen in Zeuthen mit einer Installation von über 1000 Prozessoren in einem stabilen Produktionsbetrieb. Die beachtliche Rechenleistung von zusammen mehr als 500 Gigaflops stellt DESY über das NIC Wissenschaftlern aus Deutschland und dem europäischen Ausland zur Verfügung.

Da die Rechenleistung der APEmille in Zukunft nicht mehr ausreichen wird, um international konkurrenzfähige Großforschungsprojekte durchführen zu können, arbeitet die APE Projektgruppe seit 2001 in Zusammenarbeit mit dem INFN und der Université Paris Sud an der Entwicklung der neuen Rechnergeneration apeNEXT. Eine wichtige Verbesserung der Architektur von apeNEXT besteht darin, dass die gesamte Funktionalität eines Rechenknotens, einschließlich Schnittstellen zum externen Speicher und zum Kommunikati-



Abbildung 98: Steckkarte eines apeNEXT Knotens mit Prozessor Chip und 256 MByte Speicher. Ein solches Modul hat 1.6 Gflops nominale Rechenleistung bei einer Leistungsaufnahme von weniger als 7 W.

onsnetzwerk, auf einem einzigen ASIC Chip integriert ist (Abb. 98). Das dreidimensionale Netzwerk verfügt über eine sehr große Bandbreite und extrem niedrige Latenzzeit (ca. 100 ns). Eine wichtige Eigenschaft der Netzwerkmodule ist, dass sie unabhängig vom restlichen Prozessor arbeiten. Nach fast dreijährigen Entwicklungsarbeiten am Prozessorchip konnte die Kollaboration im Jahr 2004 die ersten Exemplare in Betrieb nehmen und testen. Im Sommer wurden zwei größere Prototypsysteme mit je 64 Prozessoren und 100 Gflops nominale Rechenleistung aufgebaut. Diese wurden mit vollständigen Anwenderprogrammen aus der Physik im Langzeitbetrieb getestet und verifiziert. Daneben wurden einzelne Boards für Entwicklung und Test der System Software eingesetzt.

Nach Abschluss der Chip-Entwicklung wurden dieses Jahr die Aktivitäten wieder verstärkt auf die Entwicklung der System-Software konzentriert. Dazu gehören insbesondere die Compiler, Optimierer sowie Teile des Betriebssystems. Ein wichtiger Fortschritt für die Softwareumgebung der apeNEXT ist die Entwicklung eines C-Compilers. Weitere Herausforderungen stehen beim Betriebssystem an, wo erstmals komplexe Systemroutinen auf dem APE-Prozessor selbst implementiert werden. Bislang wurden solche Operationen vom Vorrechner – im Fall von APEmille sind dies Linux PCs – weitgehend alleine durchgeführt.

Im Jahr 2005 wird ein großes Prototypsystem, jeweils anteilig finanziert durch das INFN und DESY, mit 1024 Knoten und 1.6 Tflops nominale Rechenleistung aufgebaut. DESY plant den Aufbau eines 3 Tflops Systems, der hierzu notwendige Beschaffungsvorgang wurde initiiert.

NIC

Das John von Neumann-Institut for Computing (NIC) ist eine gemeinschaftliche Gründung des Forschungszentrums Jülich und der Stiftung Deutsches Elektronen-Synchrotron DESY zur Förderung der supercomputergestützten naturwissenschaftlich-technischen Forschung und Entwicklung. Das NIC stellt Forschern, die sich mit dem wissenschaftlichen Rechnen im Höchstleistungsbereich befassen, die hierzu nötige Rechenleistung zur Verfügung. Dies geschieht am Forschungszentrum Jülich durch den Einsatz von „General Purpose“ Maschinen (zur Zeit ein IBM Regatta System) und in Zeuthen durch Spezialrechner des Typs APE (Array Processor Experiment). Diese Spezialrechner sind auf die Bedürfnisse von numerischen Simulationen in der theoretischen Teilchenphysik zugeschnitten. Dabei werden beide Rechnertypen von den Physikern in einer symbiotischen Weise benutzt, indem verschiedene Aspekte eines Problems auf dem jeweils dazu am besten geeigneten Rechner gelöst werden.

Ein anderer Aspekt des John von Neumann-Instituts sind die NIC Forschergruppen, Komplexe Systeme (in Jülich) und Teilchenphysik (in Zeuthen). Das Physikprogramm der NIC-Forschergruppe Teilchenphysik konzentriert sich hauptsächlich auf Untersuchungen in der Quantenchromodynamik (QCD) als dem allgemein akzeptierten Modell der starken Wechselwirkung. Das Ziel der Forschung ist, mittels ab-initio Rechnungen Vorhersagen aus der QCD abzuleiten, ohne auf zusätzliche Approximationen, Annahmen oder Modelle zurückgreifen zu müssen. Es gibt zahlreiche Beispiele, wo nicht-perturbative Verfahren zum Einsatz kommen müssen, um solche zweifelsfreien Vorhersagen zu machen und damit zu einem stringenten Test der QCD kommen zu können (siehe Abb. 99): der Wert der starken Kopplung bei großen Abständen, die Massen der Quarks, Formfaktoren, Matrixelemente von hadronischen und elektroschwachen Operatoren, Momente

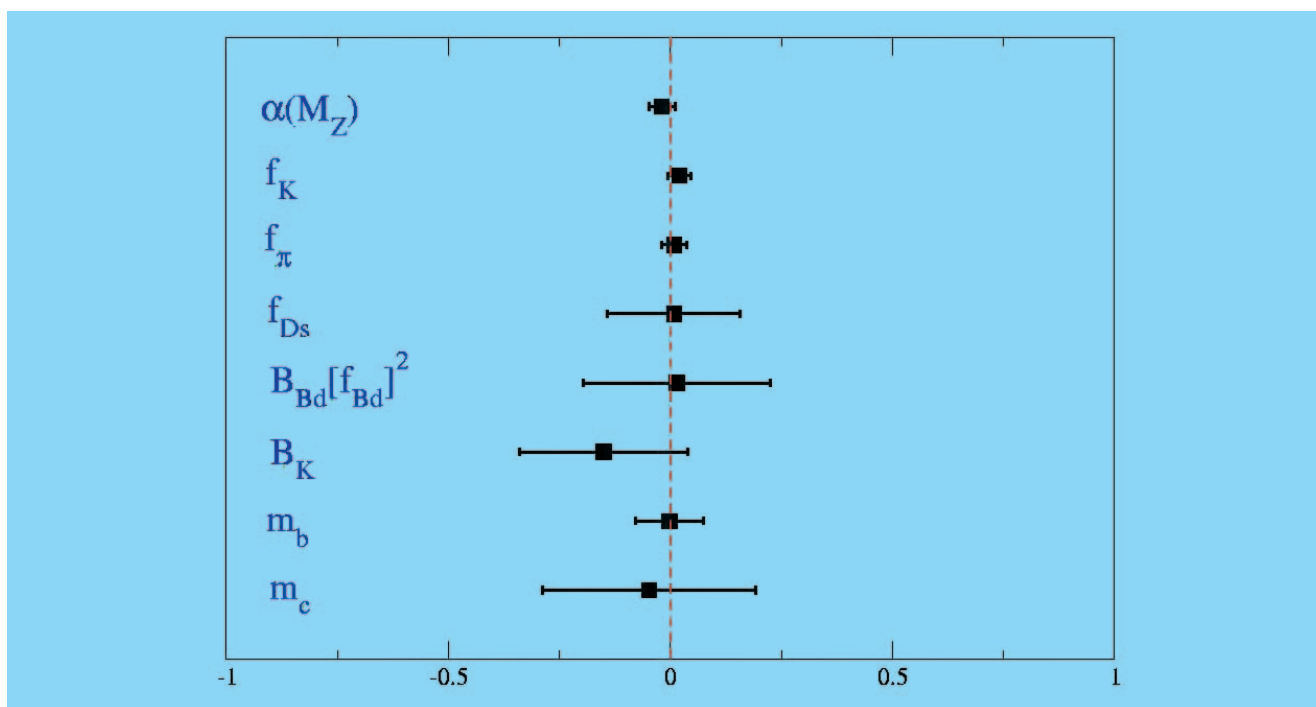


Abbildung 99: Auf der Abszisse sind die relativen Abweichungen zwischen dem experimentell gemessenen und dem aus Gittersimulationen bestimmten Wert der angegebenen physikalischen Observablen dargestellt. Die Fehlerbalken entsprechen der Kombination aus experimentellen und Simulationsfehlern. Es werden nur solche Gitter-Größen berücksichtigt, die im Particle Data Book zitiert werden.

von Partonverteilungsfunktionen, Fermion-Kondensate als Ordnungsparameter von Phasenübergängen, Eigenschaften des frühen Universums und von kompakten Neutronensternen.

Die NIC Forschergruppe ist an den sehr aufwändigen, numerischen Simulationen von dynamischen Quarks intensiv beteiligt. Mit den Methoden der Gitterfeldtheorie kann einerseits ein besseres Verständnis der QCD als einer Quantenfeldtheorie gewonnen werden. Andererseits können bei auftretenden Diskrepanzen zwischen den theoretischen Vorhersagen und den experimentellen Daten Hinweise auf eine Physik jenseits des Standardmodells der Elementarteilchenphysik gefunden werden.

Erst in letzter Zeit wurden zwei von Frezzotti und Rossi, bzw. Ginsparg, Wilson und Neuberger aufgestellte Formulierungen der Gitter-QCD gefunden, die es erlauben, Simulationen auch bei kleinen Werten der Quarkmasse vorzunehmen. Dies sind die so genannten

„Overlap-Fermionen“, die zudem zu einer exakten chiralen Symmetrie auf dem Gitter führen, und die „Twisted Mass“ Fermionen, die das Infrarot-Verhalten der Theorie regularisieren. Beide Formulierungen werden in der NIC Gruppe intensiv benutzt und bei den Twisted Mass Fermionen hat die Gruppe, in Zusammenarbeit mit Kollegen der Hamburger Theoriegruppe, Pionierarbeit geleistet. So wurde z. B. eine überraschende Phasenstruktur der Gitter-QCD gefunden, die herkömmliche Vorstellungen eines kontinuierlichen Überganges mit verschwindender Pionmasse revidierte.

Einer der Erfinder der Twisted Mass Fermionen, Prof. G. Rossi, verbrachte seine Zeit als Humboldt-Preisträger in der NIC Forschergruppe.

Die Fortschritte bei den Gitter-Formulierungen der QCD setzen die Mitglieder der NIC-Forschergruppe nun in die Lage, ernsthafte Rechnungen mit dynamischen Quarks durchzuführen. Erste Ergebnisse, wie Renormierungsfaktoren für Operatoren, wie sie

zu der Bestimmung von Momenten der Partonverteilungsfunktionen gebraucht werden, und Matrixelemente liegen vor. Diese Rechnungen brauchen allerdings noch eine Untersuchung der systematischen Fehler (Kontinuum- und chirale Extrapolation, Effekte des endlichen Volumens, nicht-perturbative Renormierung), bevor konklusive Aussagen gemacht werden können.

Weitere Aktivitäten der NIC-Gruppe waren der Vergleich von Twisted Mass Fermionen und Overlap Fermionen. Hier konnte nachgewiesen werden, dass die Twisted Mass Fermionen einen Faktor 10–40 weniger Rechenzeit benötigen als Overlap Fermionen, was sie sehr attraktiv für dynamische Simulationen machen. Untersuchungen des Spektrums von staggered Fermionen, dem Skalierungsverhalten verschiedener Wirkungen im Schwingermodell, der Deconfinement-Phasenübergang in der SU(2)-Eichtheorie und die Algorithmenentwicklung für dynamische Overlap-Fermionen stellen weitere Forschungsfelder der NIC-Gruppe dar.

Der enorme Rechenbedarf, der bei Simulationen dynamischer Quarks besteht, ist nur durch den Einsatz höchstleistungsfähiger Rechner zu erzielen. Die NIC Gruppe beteiligt sich an der Entwicklung, der Installation und dem Betrieb von speziell auf Anwendungen in der QCD zugeschnittenen APE-Rechnern (siehe auch Seite 161).

Ein wichtiger Teil der Aktivitäten in diesem Jahr war der Aufbau eines Lattice Data-Grids. Diese Grid-Infrastruktur erlaubt es, mit Hilfe von Grid-Technologie Konfigurationen zu speichern und zwischen verschiedenen Kollaborationen an unterschiedlichen Plätzen auszutauschen. Der Grid-Prototyp konnte im Rahmen eines Deutsch-Japanischen Workshops in Zeuthen erfolgreich vorgeführt werden. Er ist Teil des weltweiten International Lattice Data Grid (ILDG) und wird in Deutschland dem Lattice Forum der deutschen Gitterphysiker zur Verfügung gestellt.

Internationale Zusammenarbeit

Die NIC Gruppe ist an mehreren internationalen Kollaborationen beteiligt. Sie ist involviert in der ALPHA-Kollaboration, die europaweit vernetzt ist. Es gibt zudem enge Zusammenarbeit mit der Theorie-Gruppe

in Rom II (Tor Vergata) in Form der Zeuthen-Rom (ZeRo) Kollaboration. Die QCDSF Kollaboration unterhält enge Verbindungen mit der britischen UKQCD Kollaboration und mit der Lattice Hadron Physics Collaboration (LHPC) am Jefferson Lab. Sie arbeitet zudem eng mit der Universität in Regensburg zusammen. Die XLF-Kollaboration ist eine Kollaboration mit der Freien Universität, der Humboldt Universität und Zeuthen. Die NIC Gruppe ist an zwei nationalen von der Deutschen Forschungsgemeinschaft unterstützten Projekten beteiligt: Das erste Projekt ist ein Sonderforschungsbereich/Transregio SFB/TR9-03 Computergestützte theoretische Teilchenphysik. Dieses Projekt ist auf 3 × 4 Jahre ausgelegt und vereinigt die Universitäten Karlsruhe, Aachen und HU Berlin sowie die NIC und Theorie Gruppen des DESY in Zeuthen.

Das zweite Projekt ist die DFG Forschergruppe Gitter-Hadronen-Phänomenologie <http://www-cgi.uni-regensburg.de/~sow10631/fogu/>. An dieser Forschergruppe beteiligen sich die Universitäten Regensburg, HU Berlin und Leipzig sowie das MPI in München und das NIC in Zeuthen. Die NIC Gruppe ist außerdem an zwei Europäischen Projekten beteiligt:

Euridice: European Investigations on Dafne and other International Collider Experiments using Effective Theories of Colors and Flavours from the Phi to the Upsilon (<http://www.lnf.infn.it/theory/rtn/>). In diesem europäisch angelegten Projekt werden theoretische Weiterentwicklungen von effektiven Feldtheorien, chirale Störungstheorie, QED, Entwicklungen in einer großen Anzahl von Farben sowie Gitterfeldtheorie vorangetrieben.

I3HP: Dies ist ein Infrastruktur Projekt für Hadronen und Kernphysik im Rahmen des 6. Rahmenprogramms der EU. Schwerpunkt ist die Untersuchung der Spinstruktur der Hadronen. Im NIC liegt die Koordination des Gitterteiles (I3HP-Lat).

Weitere NIC Aktivitäten

LATFOR: Das Lattice Forum (LATFOR) der deutschen Gittergemeinschaft mit Assoziation von Österreich und Schweiz ist mittlerweile ein fester Bestandteil der deutschen Gittereichtheorie. Es wird vom NIC koordiniert und hat als Aufgabe, die Gitter-Aktivitäten zu bündeln und zu koordinieren. Das LATFOR hat bereits

mehrere Workshops organisiert, auf denen sowohl das Physikprogramm in Deutschland als auch der Bedarf an Rechenleistung diskutiert wurde.

ILDG: Eine weitere Aktivität, an dem das NIC beteiligt ist, ist das ILDG (International Lattice Data Grid). Dies ist eine Initiative, um international ein Gridsystem aufzubauen, das es erlaubt, Konfigurationen einfach auszutauschen und zu analysieren. Das ILDG erlaubt so eine wesentlich effizientere Verwendung dieser teuren Rohdaten aus den Simulationen. Besonders vorangetrieben wurde im Jahr 2004 die Middleware für das LDG. Dies ist in erster Linie dem am DESY mitentwickelten d-Cache System zu verdanken. Das NIC, in enger Zusammenarbeit mit Kollegen des Hamburger und Zeuthener Rechenzentrums, ist auch an der Middleware working group des ILDG beteiligt.

Workshops und Konferenzen

Das NIC hat sich an der Organisation des sehr erfolgreichen Deutsch-Japanischen Workshops in Zeuthen beteiligt. Im Rahmen dieses Workshops richtete das NIC einen LATFOR Workshop aus, bei dem die zukünftige Strategie der deutschen Gitterphysiker intensiv diskutiert wurde.

Elektronik

In der Gruppe Elektronik sind die Bereiche Elektronikentwicklung, Elektronikwerkstatt und die Elektronik-Lehrwerkstatt zusammengefasst. Wie schon in den vergangenen Jahren lagen die Schwerpunkte bei den Aktivitäten für PITZ, TTF2, VUV-FEL, XFEL sowie IceCube.

Photoinjektorteststand (PITZ)

Ein stabiler Betrieb von PITZ, der Aufbau und die Inbetriebnahme des zweiten RF-Systems sowie Untersuchungen zur Erhöhung der Repetition Rate des existierenden RF-Systems, in Hinblick auf die Anforderungen an den geplanten XFEL, standen im Mittelpunkt der Arbeiten im Jahr 2004. Wichtige Arbeitsergebnisse sind:

- Gewährleistung eines sicheren Betriebes der Anlage während der gesamten Testzeiten.
- Abschluss der Inbetriebnahme des Zweiten RF-Systems (siehe Abbildung 100) mit einem 5 MW Klystron und Anschluss desselben an den TESLA-Booster von PITZ.
- Intensive Untersuchungen an der Steuerung und Elektronik der RF-Station haben gezeigt, dass es möglich ist, die RF-Anlage mit einer Repetition Rate von bis zu 150 Hz zu betreiben. Es wurde ermittelt, welche Komponenten in Zukunft modifiziert werden müssen, um einen stabilen Dauerbetrieb der RF-Anlage bei 150 Hz und bei nomineller Leistung zu gewährleisten. Auch im kommenden Jahr werden diese Untersuchungen weitergeführt.

Weitere Aktivitäten sind:

- Laufende Beteiligung an Testmessungen bei PITZ (insbesondere Tuning und Vermessung des TESLA-Boosters, HF-Konditionierung am Teststand),
- Betreuung des Kontrollsystems bei PITZ (Hardware),
- Ausbau der Diagnosesysteme,
- Aufbau und Inbetriebnahme des technischen Interlocks für den TESLA-Booster,
- Erweiterungen an den Laser-Inhibit und Beam-Inhibit Systemen,
- ein kompletter Neuaufbau der Remote-Steuerung für die Laser-Beamline.

TTF2

Beam Position Monitore (BPM)

Die Elektronikgruppe und die Elektronikwerkstatt haben einen wesentlichen Beitrag zur Implementierung der neuen TTF2-BPM-Elektronik geleistet:

- Abschluss des Mainboard-Designs und Fertigung von 220 Stück Mainboard für TTF2-Button-Monitore (100 Stück) sowie Stripline-Monitore für TTF2 (80 Stück) und HERA (30 Stück). Alle Mainboards sind auf Funktionsfähigkeit geprüft und vorkonfiguriert.



Abbildung 100: Aufbau der 2. RF-Station.

- Abschluss des Filter-Designs und Fertigung von 160 Stück Eingangfilter für TTF2-Stripline-Monitore und 60 Stück Eingangfilter für HERA-Monitore. Abgleich aller Filter.
- Entwicklung eines Taktverteilers (1 Input, 12 Output) und Integration in das Slot-0 Board. Fertigung von 20 Stück Slot-0 Boards und Prüfung deren Funktionsfähigkeit.
- IP-Module (IP-UNI-XILINX) für das TTF2 Timing-system (ca. 100 Module) basierend auf der Hardware des IP-UNI-XILINX – Implementierung der Logik für:
 - 8-Channel Delay Timer,
 - Event Clock Generator,
 - Repetition Rate Generator.

Die Inbetriebnahme aller Monitorelektroniken erfolgt im eingebauten Zustand mittels eines PCs. Dabei wird der gepufferte I2C-Bus vom PC auf die einzelnen Slot-0 Karten jedes BPM-Crates verteilt. Hierzu wurde ein I2C-Multiplexer (1 Input, 16 Output) entwickelt und aufgebaut und die erforderliche Testsoftware erstellt. Die Schnittstelle I2C/VME wird durch IP-Module realisiert. Dazu sowie für weitere Anwendungen bei TTF2 wurden folgende IP-Module entwickelt und produziert:

- I2C-Fernsteuerung für die BPM-Elektronik (15 Module).

Weiterentwicklungen der HF Systeme

Gemeinsam mit der Gruppe PITZ und MHF-p haben Mitarbeiter der Gruppe Elektronik Vorversuche unternommen, um die Wiederholfrequenz des HF-Systems zu erhöhen. Darüber hinaus wurde im Rahmen eines F&E Vertrages mit der BTU Cottbus begonnen, das Problem einer flexiblen (lösbaren) HV-Verbindung (150 KV/150 A-DC Impuls) zwischen Impulstrafo und Klystron-Tank als Variante für den Tunneleinbau für den XFEL zu untersuchen. Alle erforderlichen Komponenten wurden beschafft und es wurde ein Testsze-

nario abgestimmt, um Anfang 2005 eine solche Verbindung im Hochspannungsprüffeld des Lehrstuhls für Hochspannungstechnik intensiv zu testen.

Interlock für TTF2 und XFEL

Gemeinsam mit der Gruppe MHF-p konnte nach intensiven Diskussionen die Erarbeitung des Dokumentes „The TTF2/XFEL Klystron Interlock: Requirements and Implementation“ abgeschlossen werden. Abbildung 101 zeigt den Aufbau des Interlocks und des Controllers. Ein Prototyp des neuen TTF2/XFEL Interlock Crates wurde aufgebaut und mit dem Test der erforderlichen Firmware begonnen. Parallel dazu wurde mit der Entwicklung der Software für die Anbindung an das DOOCS Controlsystem (TINE-Server) begonnen.

Ebenso wurden alle für eine Integration des neuen Interlocks in das vorhandene RF-System nöti-

gen Unterlagen (Schaltpläne und Verdrahtungslisten) erstellt und die erforderlichen Adapter (Patch-Panel) entwickelt.

AMANDA/IceCube

Digitales Optisches Receiverboard DOR (DOM Readout) Rev. 0

In Zusammenarbeit mit LBNL Berkeley wurde das Kommunikations-Protokoll überarbeitet. Es ist nun wesentlich robuster, da es ein durch Software gesteuertes Retransmit unterstützt. Durch Einbindung einer 32 Bit Checksumme wurde der Kommunikationsteil verbessert. Außerdem wurde eine automatische Signalpegel-Adaption implementiert.

32 DOR Rev. 0 Karten wurden in der Elektronikwerkstatt produziert und werden dieses Jahr am Südpol bei IceCube zum Einsatz kommen. Etwa 100 weitere Module sind in den USA unter Regie des LBNL hergestellt worden und werden an verschiedenen Testplätzen (Wisconsin, Uppsala, Zeuthen) zum Testen der bereits produzierten DOMs verwendet.

DOR Rev. 1

Da DOR Rev. 0 nur 4 DOMs auslesen kann, wurde das DOR-Design überarbeitet mit dem Ziel, ein Interface für 8 DOMs zu implementieren. Somit genügt ein DOM Hub (19"/4U Industrie PC + 8 DOR Rev. 1) zur Auslese eines kompletten IceCube Strings (60 DOMs).

Ein neu entwickelter Power-Switch erlaubt das störungsfreie Schalten der 96 V-DOM-Betriebsspannung für ein Leitungspaar, während auf dem benachbarten Leitungspaar kommuniziert wird.

15 DOR Rev. 1 Module wurden bisher extern produziert. In einem Testsetup sind 45 DOMs mit Hilfe von 8 DOR Rev. 1 Boards erfolgreich getestet worden.

Weitere Aktivitäten

Zu den weiteren Aktivitäten der Elektronikgruppe im vergangenen Jahr gehörten:

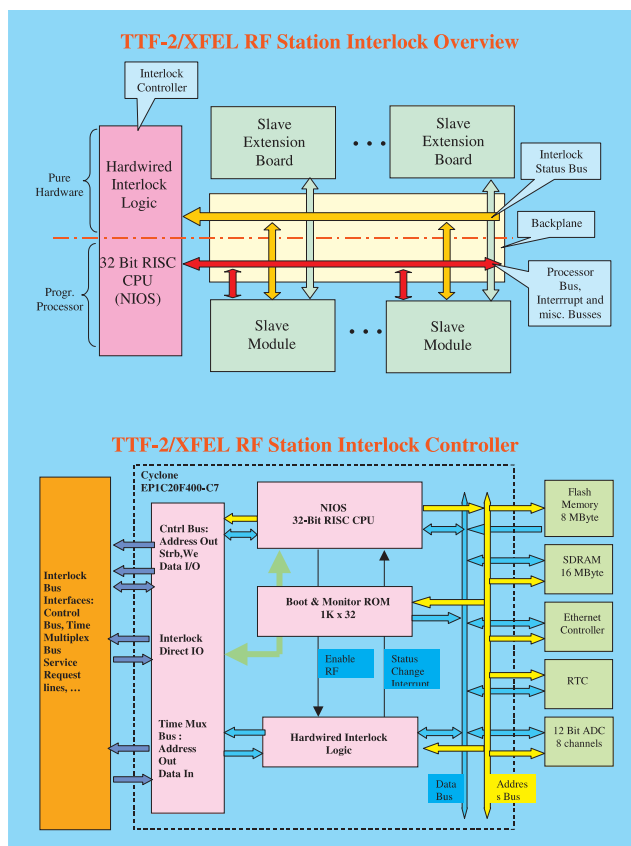


Abbildung 101: Blockschaltbild des TTF2/XFEL Interlocks.

- Aufbau und Test von akustischen Sensoren, des dazugehörigen DAQ Interfaces und der Test von Modulen zur Ansteuerung von keramischen Transmittern mit Hochspannung,
- Aufbau und Test kompakter Myondetektoren mit RS232-Interface (für PR-Aufgaben des Institutes),
- Entwicklung eines Neutronendetektors für PITZ/VUV-FEL mit RS232-Interface sowie Upgrade desselben mit Ethernetinterface,
- Für die APE-1000 Anlage wurde ein Remote Control Modul entworfen (Hard- und Firmware), getestet und in die APE-Racks eingebaut.
- Mitarbeit bei der Erarbeitung von Konzepten für die Reparatur bzw. für den strahlungsharten Neuaufbau von H1 FST und BST,
- Entwicklungsarbeiten für die Ansteuerung von MicroMovern für eine Justierplattform für die Undulatoren des geplanten XFEL.

Elektronikwerkstatt

PITZ, die Elektronik für verschiedene HF- und Interlocksysteme sowie die Fertigung der BPM-Elektronik haben 2004 den Hauptteil der Arbeiten ausgemacht. Besonders hervorzuheben ist der kurze Arbeitsweg zwischen den Entwicklern und der Werkstatt. So können schnell Muster und Prototypen hergestellt und ausgiebig getestet werden bevor eine Großserie in die externe Fertigung gegeben wird. Ein großer Anteil von den in der Werkstatt angefallenen Arbeiten wurde von den Auszubildenden, die sich in der Fachausbildung befinden, geleistet.

Datenverarbeitung

Die Aufgaben der zentralen Datenverarbeitung bestehen in der zielgerichteten Bereitstellung von Diensten, Rechen- und Datenspeicherkapazität zur optimalen Unterstützung der wissenschaftlichen Forschungsgruppen, den Gruppen der technischen Infrastruktur und der Verwaltung. Um diese Dienste und Ressourcen bedarfsgerecht anbieten zu können, gibt es eine kontinuierliche und enge Zusammenarbeit mit diesen Gruppen.

Es wurden die folgenden Dienste bereitgestellt:

- Arbeitsplatz-Rechner und zentrale Rechner- und Massenspeichersysteme,
- System- und Anwendungssoftware und Software-Entwicklungswerkzeuge,
- Datennetze, Sprach- und Videodienste,
- Informationssysteme und -dienste,
- Sicherheitsdienste,
- Betreuung der Telefonanlage.

IT-Infrastruktur

In Zeuthen gibt es ca. 650 registrierte Benutzer, für die alle IT-Dienste von der DV-Gruppe zentral zur Verfügung gestellt werden.

Im Jahre 2004 wurden die Rechen- und Massenspeicherkapazität entsprechend den gestiegenen Anforderungen insbesondere aus den Gruppen AMANDA/IceCube, Theorie/NIC, Photo-Injektor-Teststand und Linear Collider weiter ausgebaut. Die globale Batch-Computer-Farm (Abb. 102) wurde um weitere 50 Dual-CPU XEON-Server ergänzt. Zusätzlich wurden 15 64-Bit Systeme basierend auf einer Dual-Opteron Architektur installiert und in Betrieb genommen. Der Zugang zu der Farm erfolgt über das Batchsystem Sun Gridengine Enterprise Edition (SGEEE, Open Source). Die Bereitstellung der Massenspeicherressourcen erfolgt über 15 Disk-Fileserver auf RAID-Basis und einen Taperoboter mit DLT- und LTO-Laufwerken. Die Benutzer- und Datenfilessysteme werden per AFS, NFS und Samba von den File-Servern verteilt. Aufgrund der zahlreichen Vorteile des AFS im Bereich der Datenspeicherung wurde der Filespace im Berichtszeitraum auf 22 TByte erweitert. Das Backup von Fileverzeichnissen erfolgt automatisiert unter Verwendung von Legato Networker und des Tape-Roboters. Als strategische Betriebssysteme werden Solaris, Linux sowie Windows XP zentral unterstützt.

Weiterhin werden von der DV-Gruppe ca. 300 auf Linux/Windows basierende Desktop PCs und SUN Workstations betrieben, die auf die Arbeitsplätze und Experimentinstallationen verteilt sind. Die Ausstattung der Arbeitsplätze wurde auch 2004 weiter verbessert.



Abbildung 102: *Batch-Computer-Farm.*

Das Zentrum für paralleles Rechnen am DESY ist als Teil des John von Neumann Institut for Computing (NIC) verantwortlich für die Planung, die Installation und den Einsatz massiv paralleler Rechnersysteme für die Bearbeitung besonders rechenintensiver Probleme in der theoretischen Elementarteilchenphysik. Mit der gegenwärtigen Installation von Parallelrechnern des Typs APEmille werden erfolgreich Großprojekte auf dem Gebiet der Gittereichtheorien bearbeitet. Zusätzlich stehen für die Bearbeitung dieser Probleme zwei PC-Cluster zur Verfügung. Das bereits existierende Cluster, bestehend aus 16 dualen 1.7 GHz XEON-P4 Knotenrechnern und einem auf Myrinet2000 basierten Netzwerk, wurde 2004 um ein 64-Bit Dual-Opteron (2.4 GHz) Cluster ergänzt, welches aus 8 Knoten und einem Infiniband-Netzwerk besteht.

Linux: Der Übergang zur neuen Linux-Version DESY-Linux5 (DL5), basierend auf der SuSE Linux 8.2

Distribution, wurde 2004 für alle Desktop-PCs und Server abgeschlossen. Zukünftig wird die zur RedHat Enterprise3 kompatible Distribution „Scientific Linux“ DESY-weit als strategische Linux-Plattform verwendet werden. Ende 2004 wurden erste Systeme installiert und erfolgreich getestet. Damit wurde die Voraussetzung für eine Anfang 2005 beginnende Migration zu Scientific Linux geschaffen. Im Rahmen der verstärkten Einführung von 64-Bit Compute-Servern wurde ebenfalls die Systemumgebung einschließlich der Linux-Betriebssystembasis und des automatischen Systemmanagements in Richtung 64-Bit-Kompatibilität erweitert.

WindowsXP: Die Zeuthener Mitarbeiter aus dem Bereich Windows-Betriebssysteme haben aktiv am Projekt zum Aufbau der grundlegenden Domain-Infrastruktur (AD-Struktur, Serverstruktur, Dienste) mitgearbeitet. Diese Arbeiten wurden erfolgreich abgeschlossen. Darüber hinaus wurde die Migration der Nutzer in die neue Windows Domäne erfolgreich weitergeführt. Weitere Schwerpunkte waren die Erweiterung der Windows Terminal Services, der Installationservice (RIS und CD), die plattformübergreifende Systemintegration und der Anti-Virus-Support.

Solaris: Zahlreiche Server wurden durch moderne Systeme ersetzt. Der Übergang aller Server auf Solaris 8 wurde abgeschlossen. Der Photoinjektor-Teststand Zeuthen (PITZ) betreibt das Solaris System als Desktops und spezielle VME Rechner, die von DV betreut werden. Im Jahr 2004 fand auch auf diesen Systemen ein Übergang zu Solaris 8 statt. Intel Solaris Systeme wurden durch Sparc Systeme ersetzt, womit eine Plattformbereinigung durchgeführt wurde.

E-Mail-Dienste: Die E-Mail-Dienste wurden weiter verbessert. Insbesondere konnte durch die Optimierung der Konfiguration des SPAM-Filters und die Einführung neuer Verfahren zur SPAM-Markierung eine signifikante Reduzierung der dem einzelnen Nutzer unmittelbar zugestellten SPAM-e-Mails erreicht werden.

Systeme: Im Rahmen der Nutzerbetreuung innerhalb des UCO (User Consulting Office) wurde der Request Tracker an das System in Hamburg angepasst. Der Übergang zur DESY-weiten Registry wurde vorbereitet. Dazu wurde die Zeuthener Gruppenstruktur in der Registry angepasst und die über einen Plattformadapter realisierte Anbindung der lokalen Account-, Gruppen-

und Ressourcenverwaltung an die neue Registry fertig gestellt und im Dezember in Betrieb genommen.

Weiterhin wurde durch die DV-Gruppe der SAP-Betrieb in Zeuthen, die inhaltliche SAP-Wartung, die Entwicklung der DESY-Anpassungen/Hilfen und der DESY-weite Support für den Internet Transaction Server (ITS) sichergestellt.

Anwendungen: Für die störungstheoretische Berechnung des 16. Moments der NS-Strukturfunktionen mit dem Formelmanipulationsprogramm Form wurde für die Theoriegruppe in einer speziellen Konfiguration zwei Computerserver direkt an einen 4 TByte RAID-Server angeschlossen und die Langzeitrechnungen mehrere Monate betreut. Entsprechend den Anforderungen aus den Gruppen wurden für mehrere Applikationen und Softwarewerkzeuge 64-Bit-Versionen bereitgestellt.

Grid: Gemeinsam mit dem NIC und der IT-Gruppe in Hamburg wurde im Rahmen des deutsch-japanischen Symposiums „Towards Precision Physics from Lattice QCD Simulated on Tera-Flops Computers“ vom 25. bis 29. November 2004 ein Prototyp des regionalen Datengrids für die im Lattice Forum (LATFOR) zusammengeschlossenen Forschergruppen vorgestellt. Innerhalb des so genannten LDGs (LATFOR Data Grids) werden auf Supercomputern generierte verteilte Eichfeldkonfigurationen den am Lattice Forum beteiligten Forschergruppen für die Analyse zur Verfügung gestellt. Das LDG basiert auf der LCG-2 (LHC Computing Grid) Software, in der die Daten über dCache-basierte Storage-Elemente verteilt werden. Zurzeit stellen das DESY, das Zuse Informationszentrum Berlin (ZIB) und das Zentralinstitut für Angewandte Mathematik (ZAM) am FZ Jülich Daten für das LDG bereit. Die Daten sind entsprechend ihres physikalischen Inhaltes über semantisch orientierte Anfragen an einen Metadatenkatalog verfügbar. Das LATFOR Data Grid ist Teil der weltweiten Initiative „International Lattice Data Grid“ (ILDG), innerhalb derer im Rahmen eines Grid-of-Grids Konzeptes der Zugriff auf die Eichkonfigurationen der lokalen Datengrids über Webservices erfolgen soll.

Netzwerk: Die Bandbreite des externen Internet-Anschlusses (GWIN) wurde im Berichtszeitraum von 34 auf 155 Mbit/s erhöht und die lokale Netzwerkinfrastruktur bedarfsgerecht erweitert. Insbesondere

wurden weitere Server über GBit-Ethernet-Anschlüsse vernetzt. Darüber hinaus wurde die Infrastruktur im Bereich des Consolen-Managements erweitert. Im Rahmen einer Diplomarbeit wurde eine Netzwerk-Monitoring-Infrastruktur für Zeuthen aufgebaut, die eine im Vergleich zu den bisherigen Werkzeugen bessere Informationsmöglichkeit über das Netzwerkverhalten bereitstellt. Weiterhin wurde ein SNMP-basiertes Managementtool zur Standortbestimmung von am Netzwerk angeschlossenen Geräten auf Basis ihrer Hardware- und IP-Adresse und des Anschlussportes an Netzwerkgeräten (Switch-Port) eingeführt.

Beteiligung an Projekten: Mehrere Mitarbeiter der zentralen Datenverarbeitung sind an den Projekten PITZ und TTF2 mit der Bereitsstellung und dem Betrieb von Rechentechnik sowie an der Entwicklung von Software zum Control-System, zur Datenerfassung und Vorverarbeitung (DAQ- und Trigger-Systeme) aktiv beteiligt. Im Rahmen des APE-Projektes wurden Entwicklungsaufgaben im APEmille-Host-System und Wartungsaufgaben bei einigen Hardwarekomponenten an den APEmille-Rechnern übernommen.

Experimente Support

Im Berichtsjahr fanden folgende Tagungen und Workshops mit Unterstützung im organisatorischen Bereich aus dem Experimente Support in Zeuthen statt:

- TESLA Collaboration Meeting, 21.–23. Januar 2004,
- Meeting on BPM-based Beam Energy Spectrometer, 5.–6. April 2004,
- DESY Workshop on Elementary Particle Theory Loops and Legs in Quantum Field Theory, 25.–30. April 2004, Zinnowitz,
- IV. Workshop, Instrumentation of the Forward Region of a Linear Collider Detector, 26.–28. August 2004,
- German-Japanese Symposium „Towards Precision Physics from Lattice QCD Simulated on Tera-Flops Computers“ and LATFOR Meeting, 25.–29. November 2004,
- Verschiedene kleinere Treffen von Kollaborationen und Graduiertenkollegs.



Abbildung 103: Schülerinnen entdecken die Faszination der Physik im neuen Schülerlabor *physik.begreifen*.

Die öffentlichkeitswirksame Zusammenarbeit mit Schulen und anderen Ausbildungsstätten wurde durch Besuche von Schüler- und Studentengruppen sowie weiteren interessierten Besuchergruppen am Standort Zeuthen deutlich. Die Durchführung des Zukunftstages für Mädchen und Jungen wurde organisiert.

Eine neue Anforderung im Berichtsjahr war das Schülerlabor *physik.begreifen.zeuthen@desy.de* am Standort in Zeuthen, das im Mai 2004 eröffnet werden konnte. Das Labor bietet Schulklassen der Jahrgangsstufen 4–10 die Möglichkeit, einen Tag lang selber zu experimentieren (Abb. 103). Bis zum Jahresende nutzten mehr als 1300 Schülerinnen und Schüler aus Berlin und Brandenburg die Gelegenheit, an den Experimentierplätzen zum Thema Vakuum unter fachlicher und pädagogischer Betreuung zu erleben, wie spannend Physik sein kann. Zudem erhielten die Schüler einen Einblick in die DESY-Forschung. Neben den Betreuungen der Schulklassen im Labor war das Team von *physik.begreifen* mit einem Informationsstand auf dem Berliner MNU-Kongress an der TU Berlin und auf dem Wissenschaftsmarkt des Brandenburgertages in Eberswalde vertreten. Ein regelmäßiger Informationsaustausch findet bei Treffen an außerschulischen Lernorten der Region Berlin-Brandenburg statt.

Eine wesentliche Aufgabe der Gruppe in 2004 war die Vorbereitung, Koordinierung und Durchführung des Ta-



Abbildung 104: Tag der offenen Tür bei DESY in Zeuthen: Sich informieren, Fragen stellen, staunen.

ges der offenen Tür, gemeinsam mit den Forschungsgruppen. Am Sonntag, dem 16. Mai 2004, nahmen über 800 Besucher das Angebot wahr, sich bei DESY in Zeuthen in einem vielfältigen Programm für Groß und Klein über aktuelle Themen aus Forschung, Arbeit & Lehre zu informieren (Abb. 104).

Weitere öffentlichkeitsrelevante Veranstaltungen, an deren Vorbereitung und Durchführung die Gruppe mitgewirkt hat, waren:

- 4. Lange Nacht der Wissenschaften, 12. Juni 2004, Berlin und Potsdam. DESY präsentierte seine Forschungsarbeiten an diesem Abend gemeinsam mit der Humboldt Universität zu Berlin am Standort in Adlershof.
- Ausstellung Raumfahrt – Traumfahrt, 18. Juni–29. August 2004, Automobilforum Unter den Linden, Berlin, Präsentation der Forschung auf dem Gebiet der Astrophysik des DESY.
- Beim EuroScience Open Forum 2004 vom 25.–28. August in Stockholm wurden Beiträge für die Ausstellung „From Cloud Chambers to Linear Accelerators“ geliefert.
- Bei der Langen Nacht der Sterne 2004 am 18. September präsentierte DESY das Thema Astrophysik an der URANIA in Berlin.
- 5. Tag der Wissenschaft und Forschung des Landes Brandenburg in Frankfurt (Oder) am 10. November.

Durch das Bereitstellen von Text- und Bildmaterial sowie die Aufarbeitung und Zusammenfassung wissenschaftlicher Daten und Berichte unterstützte die Gruppe die Präsentation der Forschungsvorhaben sowohl bei fachspezifischen Veranstaltungen als auch bei der Außendarstellung. Neben den ständigen Aufgaben bei Veranstaltungen, im Grafik- und Bildbearbeitungsbereich sowie bei den Serviceleistungen (Kopier- und Bindeaufgaben, Verwaltung der Dosimeter und des Fotoarchivs, Betreuung technischer Geräte) beteiligt sich die Gruppe nun auch direkt an technischen Projekten

der Forschergruppen. 2 Mitarbeiter der Gruppe Experimente Support unterstützen das IceCube Projekt bei der Produktion der DOMs, Betreuung von Testplätzen, -messungen sowie durch Übernahme von organisatorischen Tätigkeiten.

Ausländische Gäste werden während eines DESY-Aufenthaltes bei Fragen und administrativen Angelegenheiten (Kontakte zu Ausländerbehörden, Einwohnermeldeämtern, Botschaften und Ministerien) unterstützt.

Bereiche M, FS

Photoinjektor-Teststand PITZ

Der Photoinjektor-Teststand PITZ dient der Entwicklung und Optimierung von lasergetriebenen Hochfrequenz-Elektronenquellen, wie sie für den Betrieb von Freie-Elektronen-Lasern (FEL), wie des VUV-FEL und des XFEL, benötigt werden. Dazu müssen Elektronenpakete hoher Intensität und sehr kleiner Emittanz zur Verfügung stehen. Das bedeutet, die von der Elektronenquelle (Gun) erzeugten Elektronenpakete hoher Dichte müssen eine sehr geringe räumliche Ausdehnung besitzen und sowohl die Energie als auch die Flugrichtung der Elektronen müssen annähernd gleich sein. Die bei PITZ gemachten Entwicklungen können für den geplanten internationalen Linearbeschleuniger ILC von Bedeutung werden.

Nach der Inbetriebnahme des Teststandes im Jahr 2002 wurde der bei PITZ erzeugte Elektronenstrahl in einer Reihe kontinuierlicher Betriebsphasen im Jahr 2003 vollständig charakterisiert. Da die Strahlparameter des erzeugten Elektronenstrahls die Startanforderung für den VUV-FEL bei TTF2 erfüllten, wurde die bei PITZ vermessene Quelle Ende 2003 nach Hamburg überführt, bei TTF2 eingebaut und im Laufe des Jahres 2004 erfolgreich in Betrieb genommen.

Verbesserung und Ausbau der PITZ-Anlage

Nach Überführung der Quelle nach Hamburg wurde der Betrieb des Photoinjektor-Teststandes im Jahr 2004 mit dem Einbau einer älteren Prototypquelle weitergeführt. Außerdem wurde der Teststand um neue Diagnosekomponenten erweitert. Damit war es z. B. möglich, den longitudinalen Phasenraum erstmals vollständig zu vermessen. Die auch im Jahr 2004 fortgesetzte Verbesserung aller Subsysteme des Teststandes (vor

allem des Laserstrahltransportsystems) in Kombination mit einem extensiven Messprogramm, das auf die Optimierung aller wesentlichen Parameter zielte, resultierte in einer weiteren Verkleinerung der gemessenen Emittanz. Abb. 105 zeigt die bei PITZ gemessene transversale Emittanz als Funktion des Stroms im Hauptmagneten, der den Elektronenstrahl bündelt. Die Emittanz wurde in horizontaler und vertikaler Richtung gemessen. Bei einer Ladung der Elektronenpakete von 1 nC konnte in vertikaler Richtung eine Emittanz von $\sim 1.3 \text{ mm} \cdot \text{mrad}$ erreicht werden, der kleinste geometrische Mittelwert aus horizontaler und transversaler Emittanz liegt bei $1.6 \text{ mm} \cdot \text{mrad}$. Diese Emittanzwerte stellen auch im internationalen Vergleich herausragende Resultate dar.

Um den extrem hohen Anforderungen des XFEL an die Qualität des Elektronenstrahls zu genügen, muss die Emittanz der Quelle jedoch noch weiter verringert

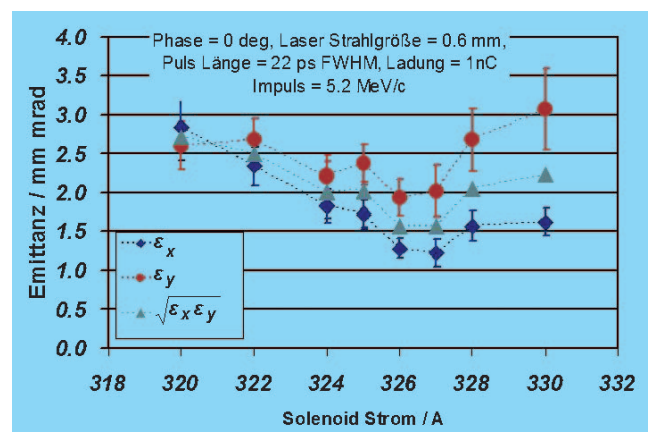


Abbildung 105: Bei PITZ gemessene transversale Emittanz als Funktion des Stroms im Hauptmagneten für einen optimierten Parametersatz. Die Emittanz wurde in horizontaler (Vierecke) und vertikaler (Kreise) Richtung gemessen und ein geometrischer Mittelwert berechnet (Dreiecke).

werden. Deshalb wurden im Jahr 2004 die Vorbereitungen für die 2005 vorgesehene Erweiterung des Photoinjektor-Teststands vorangetrieben. Der bisherige Aufbau soll um eine zusätzliche Beschleunigungskavität (Booster) ergänzt werden. Damit können höhere Elektronenstrahlenergien erreicht und das Konzept für die Erhaltung guter Elektronenstrahlqualität nach der Erzeugung in der Quelle experimentell überprüft und optimiert werden. Andererseits sollen weitere Verbesserungen von Teilkomponenten (z. B. Laser, Photokathoden, Simulationssoftware) durchgeführt werden, um mit dem Photoinjektor Elektronenpakete mit noch geringerer Emittanz zu erzeugen.

Die erste Ausbaustufe des Projektes PITZ2 umfasst nur einen Teil der für PITZ2 benötigten Strahldiagnoseelemente. Die Vorbereitungen für diese Projektstufe erstreckten sich über das gesamte Jahr 2004. Eine Vielzahl neuer, an die höhere Strahlenergie angepasster Diagnosekomponenten wurde und wird konstruiert und gebaut. Wenn möglich wurden existierende Elemente modifiziert. Zum Teil wurden neue oder verbesserte Komponenten schon bei PITZ1 eingebaut und getestet. Die Boosterkavität wurde vakuum- und HF-technisch vorbereitet und in Betrieb genommen. Der Aufbau des dafür benötigten zweiten Hochfrequenzversorgungssystems wurde im Sommer 2004 erfolgreich abgeschlossen.

Die PITZ1-Anlage wurde in der letzten Novemberwoche vollständig entkabelt und wird im Januar 2005 demontiert – danach kann der Aufbau der neuen Elemente beginnen. Seit Herbst wird das Kühlwassersystem ausgebaut; die Kapazitätserweiterung der Stromversorgung wird im Frühjahr 2005 abgeschlossen. Diese Erweiterungen sind nötig, damit eine neue, noch leistungsfähigere Hochfrequenzversorgung betrieben werden kann, die es ermöglicht, die Elektronenquelle mit noch höherer Leistung zu betreiben. Nur so kann die Strahlenergie weiter erhöht und die Emittanz des Elektronenstrahls weiter verkleinert werden.

Der Aufbau der vollständigen PITZ2-Anlage wird schrittweise erfolgen und sich über das Jahr 2005 hinaus erstrecken. Am Ausbau des Teststandes sind verschiedene – z. T. neue – Kollaborationspartner beteiligt, z. B. aus Armenien, Bulgarien, Deutschland, Frankreich, Großbritannien, Italien und Russland. Aufgrund

seiner Bedeutung für verschiedene europäische FEL-Projekte wird PITZ über zwei Forschungsprogramme der EU gefördert.

VUV/XFEL

Wirescanner für die Undulatoren des VUV-FEL

Für das Verständnis des FEL Prozesses ist eine präzise Strahldiagnostik mit der Bestimmung von Position und Emittanz in den Undulatoren äußerst wichtig. So muss der Elektronen- und Photonenstrahl über die gesamte Undulatorlänge des VUV-FEL von 30 m innerhalb von $< 50 \mu\text{m}$ relativ zueinander geführt werden. Der Elektronenstrahl wird mit Strahllagemonitoren (BPM) und den Wirescannern vermessen, die sich vor, zwischen und hinter den Undulatoren befinden. Der Einbau und die Inbetriebnahme der Wirescanner Stationen im Undulatorbereich des VUV-FELs wurde im Berichtszeitraum abgeschlossen. Die zugehörigen Szintillations-Detektoren wurden an allen Stationen installiert. Mit Hilfe der Wirescanner allein ist eine Bestimmung der absoluten Elektronenstrahlposition mit

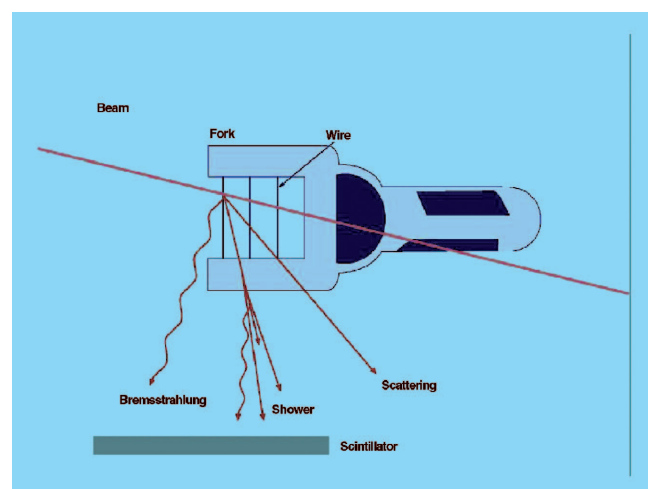


Abbildung 106: Arbeitsprinzip eines Wirescanners. Wenn die Drähte durch den Elektronenstrahl geführt werden, entstehen sekundäre Teilchen.

einer Genauigkeit besser als 100 μm möglich. Insgesamt wurden sieben Wiescannerstationen in der Undulatorsektion des VUV-FEL installiert. Jede Station besteht aus zwei individuellen Wiescannern für die horizontale und vertikale Richtung. Das Funktionsprinzip ist in Abbildung 106 nochmal verdeutlicht.

Entwicklung eines Restgasedektors

In einem gemeinsamen Projekt mit HASYLAB hat die Gruppe VUV/XFEL mit der Entwicklung eines Restgasedektors begonnen, der sowohl eine Positionsanalyse eines Bunchtrains als auch eine 3D-Formanalyse des Trains mit horizontalen und vertikalen Detektoren gestattet. Diese Information kann dann benutzt werden, um mit Hilfe eines Feed-Backs zur Magnetsteuerung die Position des Strahles bei Fehllagen direkt auszugleichen. Im Gegensatz zu herkömmlichen Strahlagedektoren (BPM) zeigt der Restgasedetektor nicht nur den Ladungsschwerpunkt, sondern auch die Ladungsverteilung des Teilchenpaketes an. Damit sind sowohl Strahlagefehler als auch Divergenzen längs der Bahntrajektorie messbar, dabei wird der Strahl praktisch nicht beeinflusst. Abbildung 107 zeigt Simulationsrechnungen mit dem Programmpaket SIMION. Das Design des Detektors wurde auf der Grundlage dieser Rechnungen optimiert. Ein Prototyp dieses Detektors wird im Frühjahr 2005 im Beschleuniger PETRA in Hamburg getestet.

Technische Infrastruktur

Neben der Aufrechterhaltung des laufenden Betriebes (Versorgung mit Strom, Gas und Wasser) ist die Gruppe Technische Infrastruktur auch für die Vorbereitung und Durchführung von Bau- und Sanierungsmaßnahmen verantwortlich. Mit der Errichtung des Photoinjektor-Teststandes (PITZ) hat sich auch das Aufgabengebiet der Gruppe TI gewandelt. Die Mitarbeiter sind für die Strom- und Wasserversorgung verantwortlich und nehmen am Rufbereitschaftsdienst für PITZ teil. Im Berichtszeitraum standen die Vorbereitungen für den Ausbau der Energieeinspeisung und der Erweiterung des Kühlwassersystems für PITZ im Mittelpunkt der Aktivitäten. Besonders zu nennen sind:

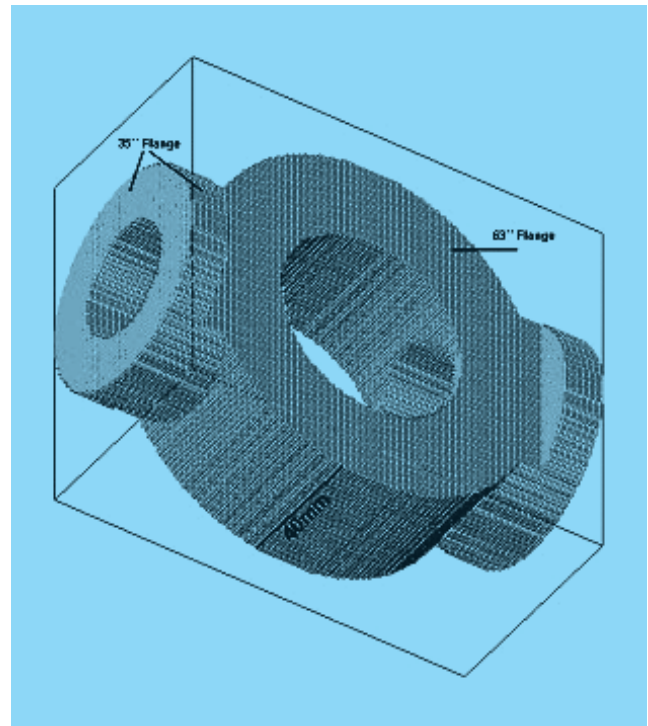


Abbildung 107: Design eines Prototyps des Restgasedektors.

- Beginn der Bauarbeiten für die wesentliche Erweiterung der Kühl- und Kaltwasserversorgung bei PITZ, um die nächste Ausbaustufe (PITZ2) sowie die Inbetriebnahme des ersten 10 MW-Klystrons zu gewährleisten. Als Voraussetzung für die Wasserinstallationen mussten weitere Kellerräume für die Unterbringung der Wärmetauscher, Pumpen und Verteilerstöcke gebaut werden.
- Beginn der Bauarbeiten für die Erweiterung der Institutseinspeisung durch den Aufbau einer neuen Transformatorstation mit 5 Trafoszellen. Für die Verbindung der neuen Station mit den Verteilungsräumen und dem PITZ-Teststand ist der bestehende begehbare Kabelkanal bis zur neuen Trafostation verlängert worden.
- Fertigstellung der Fassadensanierung am Rechnergebäude (Straßenfront, Südgiebel und Innenhof).
- Fertigstellung der Außensicherungsmaßnahmen am Rechnergebäude (Metalljalousien und Fenstergitter).

- Klimatisierung von 3 Büros und des Archivs im Einkaufsgebäude, um den Mitarbeitern bessere Arbeitsbedingungen in den im Sommer total überhitzten Büros zu schaffen.
- Zur Sicherung des Institutsgeländes wurde der marode Drahtzaun an der Platanenallee durch einen massiven Metallzaun ersetzt.

Bereich FS

Spiegel zur Strahlfokussierung für HASYLAB

Fokussierte Synchrotron-Strahlen nutzt man in der experimentellen Strukturanalyse aus, wobei eine Fokussierung von mehr als 1:100 angestrebt wird. Strahlen, die man von einem Ellipsen-Brennpunkt aussendet und die sich an der elliptischen Oberfläche reflektieren, werden im zweiten Brennpunkt fokussiert. Der Abstandsfehler der Brennpunkte und die Herstellung des entsprechenden Ellipsenspiegels, von dem eine Genauigkeit im Nanometer-Bereich gefordert wird, beeinflussen die technische Realisierung. Die Ellipsen-Brennpunkte haben einen Abstand von 30 bis 60 m, um eine Fokussierung von größer als 1:100 zu erreichen und den Ellipsenbogenschnitt sehr flach zu halten.

Gemeinsam mit Mitarbeitern von HASYLAB hat die Gruppe VUV/XFEL begonnen, nach technologischen Lösungen für die Herstellung elliptischer Oberflächen mittels Biegen von Spiegeln mit höchster Genauigkeit zu suchen. Die Realisierung derartiger elliptischer Spiegeleinheiten stellt außergewöhnlich hohe Anforderungen an die Positionsgenauigkeit ($\Delta s = 0.5$ bis $2 \mu\text{m}$) und die Genauigkeit der Winkeleinstellung ($\Delta\alpha = 4$ bis $8''$) der Achsantriebe. Die Spiegel werden aus speziell behandeltem Edelstahl hergestellt. Für eine Ellipse mit einem Brennpunktsabstand von 45 m und dem Strahlverhältnis $l_1/l_2 = 100/1$ ist die Durchbiegung eines Testspiegels aus Stahl mit einer Breite, Dicke und Länge von 41.5, 4 und 150 mm mit einem Feintaster gemessen worden. Die durchschnittliche Abweichung von der theoretischen Biegelinie ist 5 bis $6 \mu\text{m}$ bei einer Breitenabweichung von -0.1 mm. Die erreichten Messergebnisse bestätigen, dass das entwickelte Verfahren Erfolg versprechend ist.

Mechanik

Die Gruppe Mechanik besteht aus der Konstruktion (Ingenieure, Technische Zeichner), der Zentralen Mechanischen Werkstatt und der Zentralen Mechanischen Lehrwerkstatt. Außerdem wird der Vakuumservice gewährleistet. Sie ist Bestandteil der Zentralen Dienste im DESY in Zeuthen. 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,
- Vakuumservice.

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.

2004 wurde an folgenden Themen gearbeitet:

Photoinjektorteststand (PITZ)

Für den mechanischen Aufbau und die vakuumtechnische Betreuung des PITZ liefen folgende Aktivitäten:

- Installation und Inbetriebnahme einer zweiten Schirmstation zur Messung der zeitlichen Eigenschaften der Elektronenpakete mit Streackkamera,
- Konstruktion, Fertigung und Inbetriebnahme des Streackkameralicht-Führungssystems für diese Schirmstation,
- Erarbeitung mehrerer konstruktiver und technologischer Studien für Beamdump-Varianten an PITZ2,
- Konstruktion des remote-gesteuerten Laserlicht-Transportsystems,
- Konstruktion eines Diagnosekreuzes mit Faradaycup, YAG-Schirm und Kühlung,

- Konstruktion von remote-gesteuerten Steerer-Antrieben,
- Konstruktion des TV-Systems für neue Diagnosekomponenten,
- Konstruktion einer Dipolkammer für den dispersiven Arm,
- Erarbeitung von Entwürfen und schrittweise Detailierung der Beamline-Konstruktion einschließlich der Gestelle und Justierungen für die PITZ2-Startphase,
- Verbesserung einzelner Komponenten während kurzer Shutdownphasen,
- Vakuumbetreuung während Runs und Shutdowns,
- Vakuumtechnische Inbetriebnahme einer Prototyp-Boostercavity,
- Konstruktion eines mobilen Reinraumes, der sich den besonderen Platzverhältnissen im PITZ-Tunnel anpassen lässt.

IceCube

Der IceCube Detektor wird aus 4800 optischen Modulen bestehen, wovon bei DESY 1300 Stück produziert werden. Zu diesem Zwecke wurde ein ehemaliges Werkstattgebäude in ein Produktions- und Testlabor umgebaut. Die für die Produktion erforderlichen Vorrichtungen, wie Pumpstände zum Entgasen des optischen Gels und zum Verschließen der Module oder eine Vorrichtung zum Vermessen der magnetischen Eigenschaften der Abschirmkäfige, wurden in der Gruppe Mechanik entwickelt und gefertigt. Vor dem Einsatz werden alle Module in einem Kälteraum einem 2-wöchigen Akzeptanztest bei -45°C unterzogen. Dazu wurden umfangreiche Tests zum Aufbau eines Lichtleitfasersystems und einer optischen Bank für die Aufnahme und Justierung externer Lichtquellen durchgeführt. Bisher wurden 32 der insgesamt 64 geplanten Messplätze installiert und in Betrieb genommen. Im Jahre 2004 wurden 67 optische Module in Zeuthen gefertigt, von denen 28 zum Südpol verschickt wurden (siehe Abb. 108).

Als Alternative zum Nachweis von Cherenkov-Licht werden zukünftig Detektoren für Radiowellen oder akustische Signale verwendet. Die für die Messung des sehr geringen Schalldruckes benötigten hochempfindli-



Abbildung 108: *Optische Module während der Fertigung.*

chen Sensoren wurden bei DESY in Zeuthen entwickelt und als Prototypen gefertigt. Der Einbau der Sensoren erfolgte in eigens dafür konstruierte und gefertigte druckfeste Edelstahlgehäuse oder in Glaskugeln. Die Zeuthener Detektoren wurden im Jahre 2004 sowohl im Wasser als auch im Eis erfolgreich getestet.

Bypass

Die Montagearbeiten für den Bypass wurden im Februar erfolgreich abgeschlossen und die Dokumentation der Anlage Mitte des Jahres. Am 31.10.2004 konnte der Strahl erstmals durch den Bypass bis zum Dump geführt werden.

Luminositäts-Kalorimeter

Für das am TESLA-Detektor geplante Luminositäts-Kalorimeter wurde eine Machbarkeitsstudie für den Mechanikteil erarbeitet. Es liegt ein erster Konstruktionsentwurf vor (Abb. 109), der im Oktober 2004 in den Bericht an das PRC einging. Durch die Analyse der Tragstruktur mittels der Methode der Finiten Elemente wurden die für die Deformation kritischen Bauteile ermittelt.

H1

Bei einer Reparatur des BST/FST wurde die Analyse der Schäden, insbesondere an der Kühlung vorgenommen. Für den BST wurde die Konstruktion eines neuen Kühlkreislaufes durchgeführt.

Mechanische Werkstatt (ZMW)

Die oben genannten Themen wurden im Wesentlichen in der ZMW realisiert. Ca. 36% der Kapazität wurden für das Thema PIZ erbracht, für TTF/TESLA-relevante Aufträge machen ca. 9% aus, für IceCube ca. 6% und für Fertigungsaufträge, deren Entwicklung in Hamburg lag, ca. 13%. Außer den bekannten mechanischen Bearbeitungen an konventionellen und CNC-Werkzeugmaschinen und den teilweise aufwendigen Montagen der Bauteile und Baugruppen sind wir nach

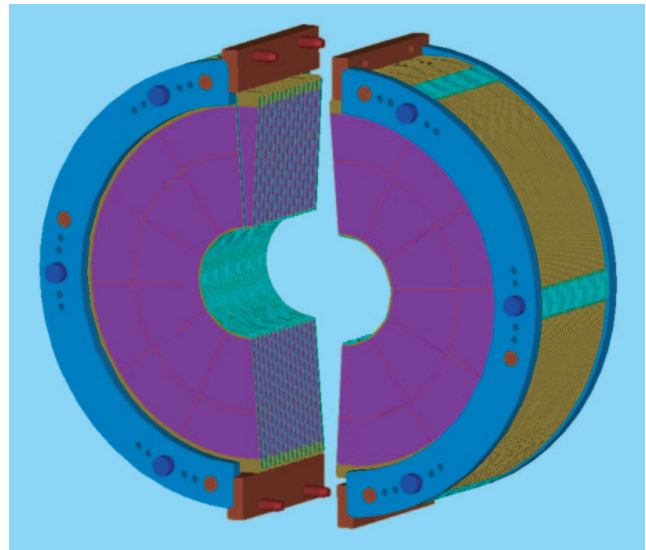


Abbildung 109: Konstruktionsentwurf des Luminositäts-Kalorimeters.

der Erweiterung der ZMW in der Lage, UHV-Bauteile und -Komponenten zu fertigen (Schweißen, Reinigen, Reinraummontage, Lecksuche).

Mechanische Lehrwerkstatt (ZMLW)

Im Jahr 2003 hatten wir je drei Auszubildende im 1. bis 4. Lehrjahr. Zwei Auszubildende haben die Abschlussprüfung mit gutem Erfolg bestanden, wobei eine Auszubildende durch die Industrie- und Handelskammer Cottbus für die beste Abschlussprüfung ausgezeichnet wurde. Damit ist diese Auszeichnung zum 4. Mal nach Zeuthen vergeben worden. Es wurden außerdem acht Schülerpraktikanten betreut. Einige Auszubildende nahmen an Zukunftsbörsen in verschiedenen Orten Brandenburgs teil, um die Ausbildung als Industriemechaniker der Öffentlichkeit vorzustellen.

Bereich Beschleuniger (M)

Inhalt

| | |
|--|-----|
| Übersicht M-Bereich | 181 |
| Speicherringanlage HERA | 183 |
| Speicherring DORIS III | 189 |
| Die Vorbeschleuniger | 191 |
| Freie-Elektronenlaser VUV-FEL | 195 |
| Zukünftige Synchrotronstrahlungsquelle PETRA III | 197 |
| Planungen und Untersuchungen für den Röntgenlaser XFEL bei DESY | 199 |
| Arbeiten der Gruppen des Bereichs Beschleuniger | 201 |
| Strahlenschutz | 251 |

Übersicht M-Bereich

HERA

Das HERA Betriebsjahr 2004 war das Jahr mit den bisher besten Betriebsergebnissen. Die akkumulierte Luminosität der Proton-Positron Kollisionen für die Experimente H1 und ZEUS mit der Protonenenergie von 920 GeV und der Positronenenergie von 27.5 GeV betrug 92 pb^{-1} . Im Anschluss an eine Wartungsperiode wurden die Strahlführungselemente ab Anfang November in den beiden Wechselwirkungszonen Nord und Süd auf Protonen-Elektronen Betrieb umgestellt. Ab Anfang Dezember wurde zum ersten Mal seit 1999 der Proton-Elektron Kollisionsbetrieb wieder aufgenommen.

DORIS III

DORIS lief wie auch in den vergangenen Jahren sehr zuverlässig bei der Energie von 4.4 GeV. Die Betriebseffizienz lag bei 93%. Am Ende der Süd-Geraden wurde ein neuer 2 m langer Permanentmagnetwiggler für Experimente der GKSS Geesthacht mit harter Röntgenstrahlung eingebaut.

PETRA II

PETRA wurde während ca. 37% der Zeit für die Vorbeschleunigung von Positronen oder Elektronen auf 12 GeV für HERA-e benutzt. Der Betrieb mit Positronen lief von Januar bis Mitte August. Zu Beginn der zweiten Betriebsperiode ab Anfang Oktober wurde der Betrieb mit Elektronen fortgesetzt. Die Umstellung von Positronen auf Elektronen bereitete keine Schwierigkeiten. Während 23% der Zeit wurden Protonen für HERA-p auf 40 GeV vorbeschleunigt. Mit 9% war der Zeitanteil, der in diesem Jahr auf den Betrieb als Synchrotronstrahlungsquelle entfiel, sehr gering.

PETRA III

Ein wesentlicher Meilenstein war die Fertigstellung des technischen Designreports (TDR) in seiner endgültigen Form Ende Februar. Das „Machine Advisory Committee“ (MAC) hat den Beschleunigerteil des TDR im Frühjahr begutachtet und daraufhin den Umbau von PETRA befürwortet. Danach hat auch der Erweiterte Wissenschaftliche Rat (EWR) von DESY aufgrund der positiven Aussage des MAC dem Umbau zu einer Synchrotronstrahlungsquelle zugestimmt. Im Dezember wurde das Projekt dann vom DESY Verwaltungsrat genehmigt. Ein weiterer wichtiger Schritt im Dezember war die Unterzeichnung des Vertrages, der die Zusammenarbeit zwischen DESY und dem Budker Institut in Novosibirsk (BINP) bezüglich der Dämpfungswigglerabschnitte festlegt. Die Dämpfungswiggler sind ein wesentlicher Bestandteil der Maschine, um das ehrgeizige Ziel der kleinen horizontalen Emittanz von 1 nmrad zu erreichen.

Vorbeschleuniger

Die Vorbeschleuniger LINAC II, PIA, LINAC III, DESY II und DESY III liefen wie in den früheren Jahren mit großer Zuverlässigkeit. Auch in diesem Jahr wurden zahlreiche technische Verbesserungen und Maßnahmen zur Erhöhung der Betriebssicherheit durchgeführt.

Freie-Elektronenlaser VUV-FEL

Zum Jahreswechsel wurde die bei PITZ präparierte und konditionierte Kanone im VUV-FEL Tunnel eingebaut. Anschließend folgte im Januar der Einbau des letzten Beschleunigermoduls ACC1. Im Februar

war das gesamte Vakuumsystem des Beschleunigers (ca. 360 m), mit Ausnahme des Undulatorabschnittes angepumpt. In der Zeit von Anfang März bis Juni wurden gleichzeitig der Elektronenstrahlbetrieb im Injektor mit dem betriebsbereiten Modul ACC #1 und die HF-Inbetriebnahme der kalten Module ACC #2 bis ACC #5 ohne Strahl vorgenommen. Im September wurde der Strahlbetrieb zunächst im Bypassmode wieder aufgenommen. Im Dezember passierte der Elektronenstrahl erstmals den 30 m langen Undulatorabschnitt. Die Messung des ersten Spektrums der spontanen Strahlung war der erfolgreiche Abschluss der Aufbauarbeiten und der Inbetriebnahme der gesamten Maschine mit dem Elektronenstrahl bei Energien um 450 MeV.

XFEL

Am 28. September 2004 wurde der Staatsvertrag über den XFEL zwischen den Ländern Hamburg und Schleswig-Holstein von der Ministerpräsidentin von Schleswig-Holstein und dem regierenden Bürgermeister der Hansestadt Hamburg feierlich unterzeichnet. Nach der Ratifizierung dieses Vertrages sind die rechtlichen Voraussetzungen für die Durchführung des Planfeststellungs-Verfahren und die Erlangung der Bau- und Betriebsgenehmigung erfüllt. Mit der Erstellung der eigentlichen Planfeststellungs-Unterlagen wurde Ende des Berichtszeitraums begonnen. Mit der Fertigstellung ist im Frühjahr 2005 zu rechnen.

Die im XFEL Steering Committee beteiligten Länder haben am 23. 09. 2004 in Berlin in einem Memorandum of Understanding (MoU) die Aufgaben des Steering Committee und seiner beiden Arbeitsgruppen zu „Scientific and Technical Issues“ (STI) und „Administrative and Funding Issues“ (AFI) sowie die nächsten

Schritte innerhalb der Vorbereitungsphase des Projekts schriftlich fixiert. Bis Dezember 2004 lagen die Unterschriften unter dieses MoU aus Deutschland, Frankreich, Griechenland, Großbritannien, Italien, Schweden, der Schweiz und Spanien vor. Auf der Grundlage der Ergebnisse von STI und AFI wird das Steering Committee ein Memorandum of Understanding zum Bau und Betrieb des XFEL erarbeiten.

Linearbeschleuniger-Konferenz LINAC 2004 in Lübeck

Vom 16. bis 20. August 2004 fand die gemeinsam von DESY und der Gesellschaft für Schwerionenforschung (GSI) organisierte 22te Linearbeschleuniger-Konferenz LINAC 2004 in Lübeck statt. Eine große Zahl von Beiträgen ermöglichte den Austausch von Wissen über die aktuellen Beschleunigerprojekte sowie deren Subsysteme. Dabei standen sowohl die Beschleunigersektionen selbst als auch die für deren Betrieb benötigten Hochfrequenz-Systeme im Vordergrund. Eine große Rolle spielte die supraleitende Technologie. Hier wurde als einer der Höhepunkte der Konferenz die Entscheidung des International Technology Recommendation Panel (ITRP) bekannt gegeben: Der geplante und global zu realisierende Linear Collider soll auf Basis der bei DESY vorangetriebenen supraleitenden TESLA Technologie gebaut werden. Sowohl der Tagungsort Lübeck mit seiner Musik- und Kongresshalle als auch der Verlauf der Konferenz wurden von den etwa 320 Teilnehmern durchweg positiv beurteilt. Die schon in einer langen Tradition ausgetragene LINAC Konferenz ist auch weiterhin eine hervorragende Möglichkeit, sich über Beschleunigerphysik und -technik zu informieren und auszutauschen.

Speicherringanlage HERA

Übersicht über das HERA Betriebsjahr 2004

Das HERA Betriebsjahr 2004 war das Jahr mit den bisher besten Betriebsergebnissen. Die akkumulierte Luminosität der Proton-Positron Kollisionen für die Experimente H1 und ZEUS mit der Protonenenergie von 920 GeV und der Positronenenergie von 27.5 GeV betrug 92 pb^{-1} (siehe Abbildung 110). Der Luminositätsbetrieb erstreckte sich von Januar bis Anfang August (siehe Tab. 2). Nach einer kurzen Beschleunigerstudienzeit schloss sich eine zweimonatige Betriebsunterbrechung an, welche genutzt wurde, defekte Magnetspulen im HERA Protonenring auszutauschen und um die obligatorische jährliche Prüfung des Personensicherheitssystems durchzuführen.

Ab Mitte Oktober wurde der Strahlbetrieb parallel zur technischen Inbetriebnahme wieder aufgenommen. Anschließend, ab 2. November, wurden die Strahlführungselemente auf Protonen-Elektronen Betrieb umgestellt. Dies erforderte eine Verschiebung der Magnete in den Wechselwirkungszonen um mehrere Millimeter. Während einer

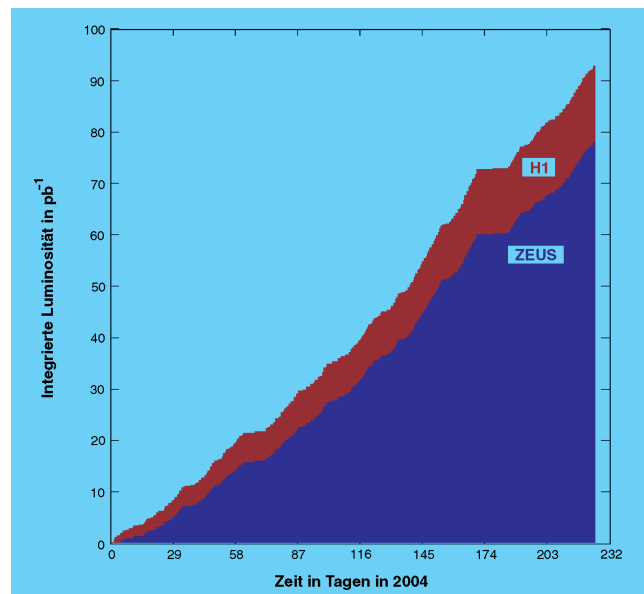


Abbildung 110: Die integrierte Luminosität von HERA in 2004.

dreiwöchigen Beschleunigerstudienperiode wurde HERA in der Proton-Elektron Konfiguration auf den Luminositätsbetrieb vorbereitet. Der Luminositätsbetrieb wurde am 1. Dezember wieder aufgenommen.

| | | |
|--------------|----------------|---|
| 01. Januar | – 16. August | Luminositätsbetrieb mit Protonen und Positronen |
| 16. August | – 15. Oktober | Betriebspause, Reparaturen und Tests |
| 15. Oktober | – 31. Oktober | Wiederinbetriebnahme |
| 02. November | – 30. November | Umstellung auf Proton-Elektronenbetrieb |
| 01. Dezember | – 22. Dezember | Luminositätsbetrieb mit Protonen und Elektronen |
| 23. Dezember | – 27. Dezember | Betriebspause |
| 27. Dezember | – 31. Dezember | Luminositätsbetrieb mit Protonen und Elektronen |

Tabelle 2: Übersicht über das HERA Betriebsjahr 2004.

Ergebnis des Positronen-Protonen Luminositätsbetriebs

Am Anfang des Luminositätsbetriebs, im Januar 2004, waren die Strahlintensitäten noch durch die Untergrundbedingungen für den H1 Detektor begrenzt. Die beiden Ringe wurden deshalb im Januar noch mit 120 Protonen-Teilchenpaketen und 126 Positron-Teilchenpaketen betrieben. Ab Februar jedoch stellte dies keine Begrenzung mehr dar. Der Luminositätsbetrieb wurde mit 180 Teilchenpaketen fortgesetzt. Die Protonenintensität betrug etwa 100 mA im Berichtszeitraum. Das entspricht $7.3 \cdot 10^{10}$ Protonen pro Teilchenpaket und entspricht den von den Vorbeschleunigern gelieferten Maximalstromstärken. Die Intensität der Positronen konnte bis Mitte Juni auf 48 mA ($3.5 \cdot 10^{10}$ Positronen pro Teilchenpaket) gesteigert werden und erreichte damit die Werte, die als Ziel in 2004 gesteckt waren. Mit den in 2004 benötigten Hochfrequenzparametern, der erforderlichen Beschleunigungsspannung von 130 MV und der maximal zur Verfügung stehenden Hochfrequenzleistung von 12 MW (nominal) beträgt die maximale Stromstärke, die noch zuverlässig bei 27.5 GeV gespeichert werden kann, ca. 58 mA. Die Spitzenluminosität am Anfang eines Luminositätslaufes betrug maximal $L_{\text{peak}} = 3.8 \cdot 10^{31} \text{ cm}^{-2} \text{ s}^{-1}$. Die integrierte Luminosität (gemessen vom Experiment H1) erreichte $\int L dt = 92 \text{ pb}^{-1}$. Sie blieb damit wegen einer Leckage des Vakuumsystems am Experiment NR am 16. Juni etwas hinter den Erwartungen zurück. Nach diesem Ereignis konnten die Spitzenstrahlströme wegen Begrenzungen durch die Untergrundzählrate in H1 nicht mehr erreicht werden.

Die Produktionsrate der Luminosität betrug in der ersten Junihälfte 0.8 pb^{-1} pro Tag. Im Jahresmittel wurden jedoch lediglich 0.4 pb^{-1} pro Tag erreicht. Dies lag an der relativ geringen Verfügbarkeit der Beschleunigerkomponenten von nur ca. 78%. Die dadurch verursachten häufigen Strahlverluste ergaben nur eine Effizienz des Luminositätsbetriebs von 40% (siehe Abbildung 111). In den vergangenen Jahren wurden bis zu 60% erreicht. Insgesamt wurden 235-mal Strahlen für Luminosität zur Kollision gebracht. Die mittlere Laufzeit betrug 7.5 h bei einer nominalen geplanten Laufzeit von im Mittel 15 h. Insgesamt wurden 446-mal Protonen injiziert und beschleunigt. Die Zahl der Positronenzyklen betrug 388.

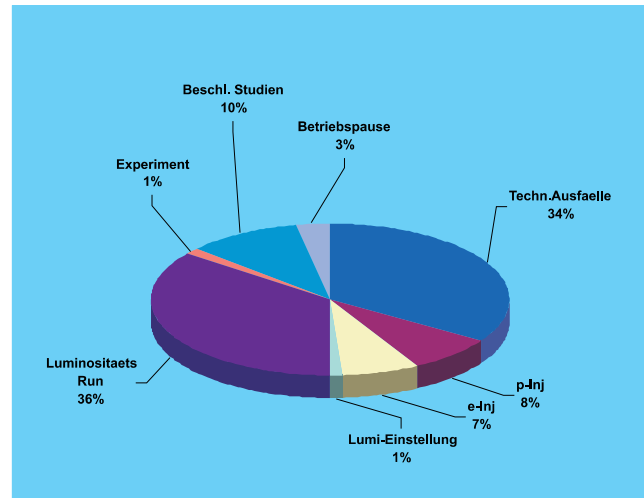


Abbildung 111: HERA Betriebsstatistik 2004.

Die Positronenstrahlen in HERA sind longitudinal polarisiert in allen drei Experimenten. Der Polarisationsgrad erreichte 50% und liegt damit erwartungsgemäß etwas unter den Werten, die vor dem Einbau der beiden zusätzlichen Rotatorpaare erreicht wurden. Die Polarisationsrichtung in den Wechselwirkungszonen wurde insgesamt dreimal gewechselt. In der Polarisationsrichtung mit positiver Helizität wurden nur Polarisationswerte von 40% erreicht (Abbildung 112). Die Daten dieses Kapitels sind in Tab. 3 zusammengefasst.

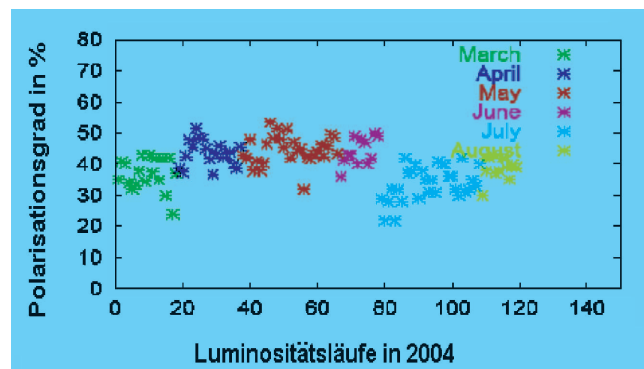


Abbildung 112: Maximal erreichter Polarisationsgrad für die Proton-Positron Luminositätsläufe in 2004. In den Monaten Januar bis März sowie Juni, Juli und August war die Helizität positiv, in den Monaten April und Mai war die Helizität negativ.

| | |
|---|--|
| Proton / Positron Strahlenergie | 920 GeV / 27.6 GeV |
| Proton / Positron Strahlströme (Maximalwerte) | 106 mA / 48 mA |
| Proton / Positron horizontale Emittanz | 5.6 nm / 27 nm |
| Proton / Positron vertikale Emittanz | 5.6 nm / 3 nm |
| Spitzenluminosität | $3.8 \cdot 10^{31} \text{ cm}^{-2} \text{ s}^{-1}$ |
| Spezifische Luminosität | $1.5 \cdot 10^{30} \text{ mA}^{-2} \text{ cm}^{-2} \text{ s}^{-1}$ |
| Integrierte Luminosität | 92.7 pb ⁻¹ (H1) |
| Angesetzte Betriebszeit (BZ) | 4058 h |
| Luminositätsproduktionszeit (ZL) | 1703 h |
| Anzahl der Luminositätsläufe | 235 |
| Betriebseffizienz ZL/BZ | 42% |
| Maximaler Longitudinaler Polarisationsgrad | 50% |

Tabelle 3: Der Proton-Positron Luminositätsbetrieb 2004 in Zahlen.

Beschleunigerphysikalische Gesichtspunkte und Begrenzungen

Die spezifische Luminosität des Proton-Positronenbetriebs wurde durch eine Reihe von Maßnahmen, wie dezidierte Strahl-optikverbesserungen und Kompensation von Störungen optimiert. Die dazu notwendigen Verfahren wurden weiter entwickelt und verfeinert. Die spezifische Luminosität blieb mit etwa $L_{\text{spec}} = 1.5 \cdot 10^{30} \text{ mA}^{-2} \text{ cm}^{-2} \text{ s}^{-1}$ um ca. 22% hinter den Idealwerten von $L_{\text{spec}} = 1.9 \cdot 10^{30} \text{ mA}^{-2} \text{ cm}^{-2} \text{ s}^{-1}$ zurück. Die Reduktion der spezifischen Luminosität ist auf eine Reihe von Effekten zurück zu führen, die alle recht gut verstanden und quantifiziert worden sind und für die teilweise Abhilfe in die Wege geleitet wurde. Die wichtigsten Effekte sind:

- Aufweitung der Protonenstrahlemittanz durch starke Strahl-Strahlwechselwirkung mit den Positronen.
- Reduktion der effektiven Amplitudenfunktion am Wechselwirkungspunkt durch lange Protonenpakete („hour glass effect“). Dies ist auf gekoppelte longitudinale selbstgetriebene Schwingungen der Protonenpakete (multibunch instabilities) zurück zu führen. Abhilfe wird ein longitudinales Dämpfungssystem schaffen.
- Reststörung der Positronen Strahl-optik durch Strahl-Strahl Fokussierung. Dieser Effekt ist in linearer Näherung kompensiert. Es bleibt eine Störung höherer Ordnung (beam beam beta beat).

- Aufweitung der Positronenstrahlemittanz durch starke Strahl-Strahlwechselwirkung mit den Protonen sowie durch eine Verschiebung der erforderlichen Hochfrequenz gegenüber dem Betriebswert um 70 Hz. Abhilfe: alternativer Arbeitspunkt, Optimierung der Hochfrequenzparameter.

Die Abbildung 113 verdeutlicht die Größe der Effekte. Dargestellt ist ein Vergleich der gemessenen spezifischen Luminosität für alle Luminositätsläufe in 2004 (schwarze Balken) mit der aus den gemessenen Strahl-

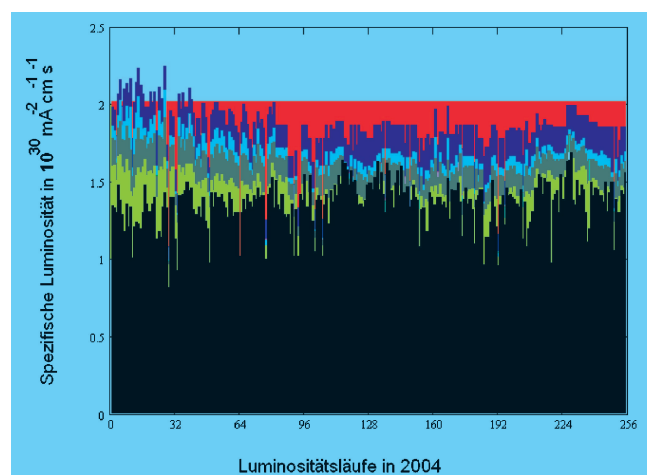


Abbildung 113: Vergleich von gemessener spezifischer Luminosität (schwarze Balken) mit der Berechnung aus den gemessenen Strahlparametern unter Berücksichtigung verschiedener Effekte (siehe Text).

parametern berechneten spezifischen Luminosität unter Berücksichtigung der oben angeführten Effekte. Ausgehend von einer idealen spezifischen Luminosität werden dabei nach und nach die Aufweitung der Proton Emittanz, der hour-glass Effekt, die Reststörung der Optik durch Strahl-Strahlwechselwirkung sowie das Aufweiten der Positronenemittanz durch Strahl-Strahlwechselwirkung berücksichtigt. Werden alle Effekte berücksichtigt, ist der Unterschied zur gemessenen spezifischen Luminosität sehr klein. Man erkennt, wie sich im Laufe der Anfangszeit die spezifische Luminosität verbessert hat und sich gleichzeitig das Modell an die Messwerte angenähert hat. Die Schlussfolgerung ist, dass die spezifische Luminosität sehr gut verstanden ist und damit weitere Steigerungen möglich sind.

Die relative Bedeutung dieser Effekte für alle Positron-Proton Luminositätsläufe in 2004 ist in Abbildung 113 dargestellt. Es ist erkennbar, dass das Modell unter Berücksichtigung aller bekannten Effekte sehr gut durch die Messung von H1 bestätigt wird.

Technische Probleme und Verbesserungsmaßnahmen

Eine Reihe von technischen Problemen hatte die Datenproduktion in HERA teilweise verhindert und sich nachteilig auf die Betriebseffizienz ausgewirkt. Verbesserungen an diesen Systemen wurden zum Teil noch im Berichtszeitraum geplant, durchgeführt und getestet.

Dazu gehört in erster Line eine Modifikation des Vakuumsystems in der Wechselwirkungszone Nord. Hier wurden kritische Flanschverbindungen der Vakuumkammer durch geschweißte Verbindungen ersetzt, nachdem es wiederholt zu Vakuumleckagen in diesem Bereich gekommen war. Diese haben einen großen Anteil am Verlust von Betriebszeit und Betriebseffizienz und bewirkten eine Limitierung der Strahlintensitäten. Die Synchrotronstrahlungsabsorber im Oktanten NR bei 11 m wurden verbessert, um die nachfolgenden Strahlrohre besser vor Erwärmung zu schützen. An einigen Strahlrohrabschnitten wurde die Kühlung verbessert. Außerdem wurden Strahlrohrsysteme in der Wechselwirkungszone, bei denen es zu starken Erwärmungen durch Synchrotronstrahlung gekommen war, durch ein Temperaturinterlocksystem geschützt. (Siehe dazu auch Bericht der Gruppe MVA)

Das Protonenhochfrequenzsystem ist ein weiteres System, welches zu Verlusten von Betriebszeiten und schlechten Bedingungen für die Datennahme geführt hat. Ein defektes Kabel blieb für einen längeren Zeitraum unentdeckt. Dies führte zu einem erhöhten Hochfrequenzrauschniveau. Die Folge davon war ein großer Anteil von Protonengleichstrom, welcher zu sehr schlechten Untergrundbedingungen für die Experimente führt. Um solchen Problemen besser vorbeugen zu können, wurde die verantwortliche Gruppe personell unterstützt.

Ein nicht unwesentlicher Faktor in der Betriebseffizienz ist die Bedienung der Maschine. Am Anfang des Betriebsjahrs ging noch viel Betriebszeit aufgrund von Bedienungsfehlern verloren. Deshalb wurde die Information und Schulung der Betriebsmannschaft intensiviert. Die Rechnerprogramme für die Beschleunigerbedienung werden laufend verbessert. Insbesondere wird die Automation der Bedienung kontinuierlich vorangetrieben. Siehe dazu auch den Bericht der Gruppe MST.

Zur Verbesserung der longitudinalen Stabilität des Protonenstrahls in HERA wurden die existierenden Dämpfungssysteme optimiert und verbessert. Außerdem wurde das Projekt eines breitbandigen longitudinalen Dämpfungssystems für den Protonenstrahl auf den Weg gebracht.

An den 500 MHz Senderanlagen wurde an der Verbesserung des Senderschutzes gearbeitet, um fehlerhaften Abschaltungen durch Fehlmessungen besser vorzubeugen. (Siehe dazu auch den Bericht der Gruppen MKK und MHF-e).

Ein aufwendiges Programm zum Austausch aller Magnetspulen vom Typ BU wurde im Berichtszeitraum in Angriff genommen. Die Magnete vom Typ BU sind normalleitende vertikal ablenkende Dipolmagnete des Protonenrings. Die Magnete sind 5 m lang. Die Spulen sind aus Kupfer und sind mit Wasser gekühlt. Eine Dipolspulenhälfte hat ein Gewicht von 2 T. Alle bisher untersuchten Spulen dieses Typs haben Wasserlecks entwickelt. Es wird davon ausgegangen, dass alle Spulen ausgetauscht werden müssen. Sechs dieser Spulen wurden in der Betriebspause im Herbst 2004 ausgewechselt. Bis Ende 2005 sollen alle 36 Magnetspulen ausgewechselt sein.

Elektronenbetrieb

Nach der Betriebspause im Herbst 2004 wurde der Betrieb von Proton-Positron auf Proton-Elektron Kollisionen umgestellt. Das Aufsetzen des Elektronbetriebes erfolgte in drei Stufen:

- Wiederaufnahme des Betriebes nach der Betriebspause mit Positronen.
- Umkehren aller Magnetpolaritäten und Injektion von Elektronen.
- Rekonfiguration der Wechselwirkungszonen für Proton-Elektron Kollisionen mit Verschiebung der Wechselwirkungszonen-Magnete um bis zu 8 mm.

Diese stufenweise Umstellung erwies sich als sehr effizient und erfolgreich, besonders im Hinblick auf die zahlreich aufgetretenen typischen Wiederanlaufprobleme, die erst einmal in der vertrauten Positronenkonfiguration gelöst werden konnten.

Eine mehrwöchige Beschleunigerstudienzeit im Monat November 2004 war erforderlich, um die Feineinstellung der Speicherringe für einen effizienten Elektron-Proton Kollisionsbetrieb zu bewerkstelligen. Insbesondere wurde die Magnetaufstellung durch Analyse des Strahlverhaltens überprüft und feinjustiert („beam based alignment“).

Ab Anfang Dezember wurde zum ersten Mal seit 1999 der Proton-Elektron Kollisionsbetrieb wieder aufgenommen. Wegen der Belüftung des Vakuumsystems in der Wechselwirkungszone HERA Nord waren die Strahlvakuumdrücke in den entsprechenden Abschnitten noch sehr hoch. Aus diesem Grund wurde die Strahlintensität auf etwa ein Drittel des erreichbaren Maximalwertes begrenzt, um Strahlenschäden am H1 Detektor zu vermeiden.

Im Elektron-Proton Luminositätsbetrieb im Dezember wurde erwartungsgemäß eine höhere spezifische Luminosität erzielt als im Proton-Positron Betrieb. Dies ist auf das umgekehrte Vorzeichen der Strahl-Strahlwechselwirkung für die Elektronen-Proton Kollisionen zurück zu führen. Dadurch werden sowohl die Störungen der linearen Optik als auch die dynamischen Effekte der Strahl-Strahlwechselwirkung reduziert. Durch die etwas kleinere Amplitudenfunktion und die kleineren Strahlemittanzen ergeben sich kleinere Strahlquerschnitte an den Wechselwirkungspunkten. Außerdem wurde die Emittanz des Elektronenstrahls durch eine Korrektur der Hochfrequenz um 70 Hz weiter reduziert. Damit ergeben sich spezifische Luminositäten von $L_{\text{spec}} = (1.6 - 2) \cdot 10^{30} \text{ mA}^{-2} \text{ cm}^{-2} \text{ s}^{-1}$. Bis zum Jahresende wurde eine Luminosität von ca. 2 pb^{-1} akkumuliert.

Speicherring DORIS III

DORIS III Betrieb 2004

Der Speicherring DORIS III versorgte in der Zeit vom 14. Januar bis zum 2. August, sowie vom 1. November bis zum 23. Dezember 2004, die Experimente bei HASYLAB mit Synchrotronstrahlung. In dieser Zeit gab es nach jeweils 5 Wochen Strahlzeit eine Service-woche für Wartungen und Umbauten bei der Maschine und den Experimenten. Ein typischer Run mit 5 Bunchen dauerte 6–8 Stunden mit einem Strahlstrom zwischen 90 und 140 mA und Lebensdauern zwischen 10 und 20 Stunden. Während dedizierter Strahlzeiten für zeitaufgelöste Messungen wurde die Maschine mit 2 Bunchen gefüllt. Dabei lag der Gesamtstrom zwischen 50 mA und 90 mA bei Lebensdauern zwischen 12 und 20 Stunden.

Im April musste das Strahlvakuum unplanmäßig belüftet werden, um die Hochfrequenzabschirmung eines Ventils des Ringvakuums zu ersetzen. Anschließend musste sich das Vakuum in diesem Bereich der Maschine erholen, so dass eine Woche Strahlzeit verloren ging. Trotzdem konnte in diesem Jahr eine mittlere Verfügbarkeit von 93% erreicht werden. Die gesamte Strahlzeit betrug 4781 Stunden.

Arbeiten in DORIS

Vom 2. August bis 28. September gab es die geplante Betriebsunterbrechung. In dieser Zeit wurden neben den notwendigen Strahlenschutzabnahmen und Interlocktests erhebliche Umbauten vorgenommen.

Am Ende der Süd-Geraden wurde der neue 2 m lange Permanentmagnetwiggler für Experimente der GKSS Geesthacht mit harter Röntgenstrahlung eingebaut. Bei einem minimalem Spalt von 14 mm wird eine Feldstärke von 2 Tesla und eine kritische Energie der Photonen von 27 keV erreicht. Wegen der extrem niedrigen

lichten Höhe der Vakuumkammer von 11 mm konnte diese nicht an der Position des alten HARWI-Wigglers eingebaut werden, sondern musste um einige Meter zurückverlegt werden, wo die Strahlhöhe entsprechend kleiner ist. Dies hatte erhebliche Konsequenzen. So musste zum ersten Mal ein wassergekühlter Absorber in den Ring eingebaut werden, um zu verhindern, dass die Strahlung des Wigglers die Vakuumkammer trifft und beschädigt. Die Auslasskammer für die Synchrotronstrahlung musste den veränderten Strahldimensionen angepasst werden und wurde ersetzt. Die beiden transversalen Feedbackkicker, die sich an der jetzigen HARWI Position befanden, wurden umgesetzt.

Für die eigentliche Wigglerkammer wurde eine für DESY neue Technik angewendet. Die Kammer besteht aus Edelstahl und ist innen mit NEG-Material besputtert. Dieses kann nach der Aktivierung Gasmoleküle absorbieren und so ohne separate Pumpen ein gutes Vakuum sicherstellen. Eine im Bereich der Südgeraden modifizierte Strahloptik sorgt dafür, dass die Strahlhöhe am Ort des neuen HARWI noch kleiner wurde. Der Strahlbetrieb nach dem Umbau zeigte, dass die zusätzlichen Apertureschränkungen nicht zu einer Verschlechterung der Strahlbedingungen führten. Bis zum Beginn der Strahlzeit 2005 werden die Restarbeiten soweit abgeschlossen sein, dass der Strahlbetrieb bei geschlossenem Wiggler getestet werden kann. Bei 150 mA wird der Wiggler dann Strahlung mit einer Leistung von 30 kW produzieren.

In der Zeit der Betriebsunterbrechung wurde zusätzlich die Elektronik der Strahlpositionsmonitore erneuert. Mit der neuen Elektronik ist es u. a. möglich, deutlich schneller und präziser zu messen als zuvor. Dies führt über die bereits etablierte globale Lageregelung zu einer weiter verbesserten Strahlstabilität. Zusätzlich ist es jetzt möglich, auch schnellere Lageschwankungen, bis ca. 150 Hz, zu messen und mit Hilfe einer neuen Software zu korrigieren.

Die Vorbeschleuniger

LINAC II und PIA

LINAC II und PIA wurden im Jahr 2003 routinemäßig als Vorbeschleuniger für alle nachfolgenden Maschinen betrieben. Nach dem kompletten Austausch aller Beschleunigerabschnitte und dem Umbau aller Modulatoren in den letzten Jahren gab es im Berichtszeitraum keine größeren Arbeiten am LINAC II. Am Positronen-Intensitäts-Akkumulator (PIA) wurde in der Wartungsperiode der als Reserve zur Verfügung stehende 10.4 MHz Sender technisch auf den neuesten Stand gebracht. Gleichzeitig wurde ein neues 125 MHz System installiert und in Betrieb genommen.

LINAC III

Im Berichtszeitraum standen beide H^- -Ionenquellen am LINAC III sowie der LINAC selbst mit sehr hoher Zuverlässigkeit praktisch ohne Ausfälle zur Verfügung. Die Messung und Darstellung der Energieverteilung im LINAC-Puls wurde vorbereitet und soll im kommenden Jahr den Operateuren zur Verfügung stehen.

DESY II

DESY II lieferte bis zur Wartungsperiode Positronen mit gewohnt hoher Zuverlässigkeit für die Teststrahlbenutzer, DORIS, PETRA und HERA. Während dieser Zeit wurde zwischendurch die Umschaltung auf Betrieb mit Elektronen vorbereitet, wobei die Software-Kontrollen aller Beschleunigerkomponenten dem im Jahr 2003 erneuerten Kontrollsystem angepasst wurden und der dazu gehörige Injektionskicker in Betrieb genommen wurde. Die Injektions-Effizienz mit Elektronen konnte schnell gesteigert werden und erreichte den regelmäßig erhaltenen durchschnittlichen Wert beim

Betrieb mit Positronen (85–90%). Während der kurzen Wartungsperiode wurden die Trafokessel und das Ölkühlsystem für die Magnetstromversorgung überholt und alle Messröhren für das Vakuumsystem in DESY II sowie im Injektions- und Ejektionsweg zu PETRA ausgetauscht. Die Restarbeiten für die Erneuerung des Personeninterlocksystems konnten abgeschlossen werden. Der Betrieb mit Elektronen zu PETRA/HERA und für die Teststrahlbenutzer sowie mit Positronen für DORIS wurde nach der Wartungsperiode fortgesetzt. Das Umschalten zwischen den Teilchenarten findet regelmäßig einige Male am Tag statt und verläuft zuverlässig. Typische mittlere Teilchenzahlen pro Bunch entsprechen $3.5 \cdot 10^9$ Positronen und $1.6 \cdot 10^{10}$ Elektronen.

DESY III

Als Vorbeschleuniger für PETRA und HERA lieferte DESY III sehr zuverlässig Protonen bei mittleren Strömen von etwa 200 mA beim Maximalimpuls von 7.5 GeV/c. Die Steuerung für die Magnetkreise wurde durch modulare und einheitliche Module ersetzt. Zur Vermeidung längerer Betriebsausfälle wurden ein neues Ejektionsseptum, einige kritische Vakuumkammern und zwei Beam-Stopper als Reserve für den Notfall gebaut.

PETRA

Übersicht

Im Betriebsjahr 2004 lief PETRA 319 Tage. Die Betriebszeit teilte sich im Wesentlichen in drei Teile auf. Von Januar bis zum 16. August wurde der Betrieb des vorangegangenen Jahres fortgesetzt. Anschließend gab es eine Unterbrechung bis zum 28. September. Bis zum

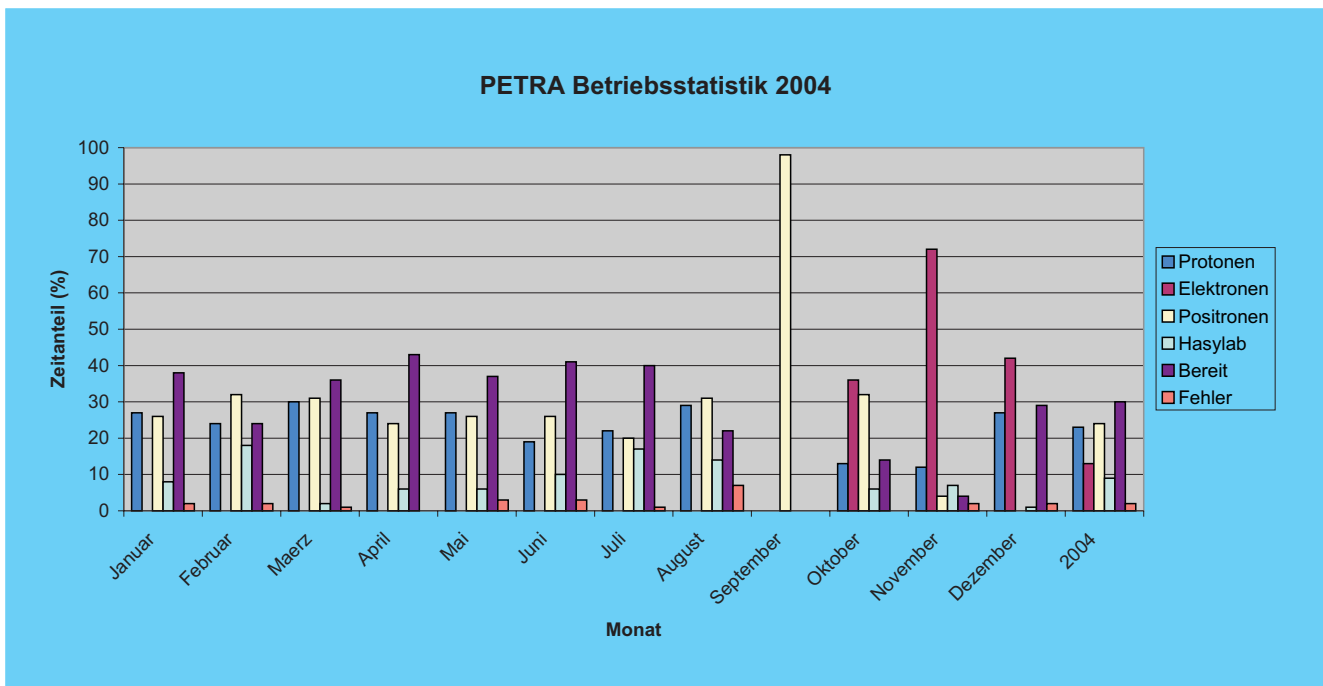


Abbildung 114: Aufteilung der Betriebszeit 2004 auf die einzelnen Betriebsmodi; Vorbeschleunigerbetrieb: Positronen, Elektronen und Protonen; Synchrotronstrahlungsbetrieb: Hasylab; Maschine im Wartezustand: bereit.

Ende des Jahres, mit der üblichen Weihnachtsunterbrechung, wurde die Maschine weiterbetrieben.

Die Verteilung der Zeit auf die einzelnen Betriebsmodi entnimmt man Abbildung 114. Der Betrieb im Einzelnen sah wie folgt aus.

Betrieb als Vorbeschleuniger

Elektronen / Positronen

Die Maschine lief ca. 37% der Zeit als Positronen- oder Elektronen-Vorbeschleuniger für HERA. Die Verteilung auf die einzelnen Monate war recht unterschiedlich. Die Maschine lief von Januar bis Mitte August mit Positronen. Zu Beginn der zweiten Betriebsperiode ab Anfang Oktober wurde der Betrieb mit Elektronen fortgesetzt. Die Umstellung von Positronen auf Elektronen bereitete keine Schwierigkeiten.

Der Betrieb war wie in den vorangegangenen Jahren unproblematisch. Es gab einige Ausfälle, zum einen durch altersbedingt schadhafte Senderschutzanlagen und zum anderen durch den Ausfall eines Klystrons. Die daraus resultierenden Betriebsunterbrechungen waren nur kurz, weil das HF-System für PETRA II vor einigen Jahren redundant ausgelegt wurde. Bei Ausfall einer Anlage kann auf die andere funktionierende Anlage umgeschaltet werden. Das Problem mit dem Senderschutz wurde durch den Einbau neuer Komponenten behoben. Das defekte Klystron wurde ersetzt, so dass zum Ende des Jahres wieder zwei funktionierende Anlagen zur Verfügung standen.

Die drei Pulser für die Leptonen-Ejektion wurden von Doppelkathodenthratron auf Pulser mit einem Thyatron umgestellt, wobei jetzt die Länge des Kickerpulses durch eine Kabelentladung festgelegt wird. Durch diese Umstellung verliert man zwar die Möglichkeit, Pulslängen flexibel einzustellen, gewinnt aber an Zuverlässigkeit durch Vereinfachung der Anlage. Nach an-

fänglichen Schwierigkeiten haben sich die neuen Pulser im Betrieb bewährt.

Zu Beginn der zweiten Betriebsperiode wurde das sogenannte Nearby-Mode Feedback in Betrieb genommen. Dieses Rückkopplungssystem stabilisiert den Strahl gegen eine longitudinale Multibunchinstabilität, die durch den Beschleunigungsmodus des Elektronen-HF-Systems getrieben wird. Dieses zusätzliche Rückkopplungssystem stabilisiert im Zusammenspiel mit den beiden transversalen Multibunchfeedbacksystemen sehr gut, so dass bis zu 130 mA Strahlstrom gefüllt werden konnten, weit über dem Entwurfswert von 58 mA.

Protonen

23% der Zeit wurde die Maschine als Vorbeschleuniger für HERA benutzt. Der Betrieb wurde durch einige Ausfälle gestört. Sowohl der Vakuumtank des Protoninjektionsseptums wie auch der Vakuumtank eines Protonejektionskickers wurden während der ersten Betriebsperiode undicht. Der Tank des Septums konnte vor Ort zugeschweißt werden. Der Reparaturversuch beim Kickertank schlug jedoch fehl, so dass dieser Kicker getauscht werden musste. In der ersten Betriebsperiode gab es wiederholt Strahlverluste während des Beschleunigens der Protonen und Emittanzaufweitungen der Protonbunche. Die Ursache der Strahlverluste konnte erst nach einigen Wochen auf das unplanmäßige Auslösen eines der Dump-Kicker zurückgeführt und beseitigt werden. Das Emittanzproblem wurde dadurch gelöst, dass die Stärke der Sextupole empirisch vergrößert wurde. Zu Beginn der zweiten Betriebsperiode wurden die einzelnen Zustände, die für den Protonbetrieb notwendig sind, systematisch untersucht und

verbessert, so dass der Protonenbetrieb auch wieder zuverlässiger war.

Zur Verbesserung der Stabilität der Protonejektion wurde der Kicker mit fester Apertur während der Betriebsunterbrechung im August und September durch einen weiteren Fahrkicker ausgetauscht, so dass nun drei Fahrkicker für die Ejektion zur Verfügung stehen.

Die Intensitätsrekordwerte des letzten Jahres konnten zwar nicht erreicht werden, aber die Intensitäten bei Ejektionsenergie (40 GeV) lagen dicht bei den Entwurfswerten.

Betrieb als Synchrotronstrahlungsquelle

Mit 9% war der Zeitanteil, der in diesem Jahr auf den Betrieb als Synchrotronstrahlungsquelle entfiel, sehr gering. Während der ersten Betriebsperiode wurde der Synchrotronstrahlungsbetrieb mit Positronen durchgeführt. Wegen zeitweiser erheblicher Strahlverluste während der Beschleunigung der Teilchen war oft nur Betrieb mit geringen Intensitäten möglich. Statt des erwarteten Strahlstroms von 40 mA lag der Strahlstrom nur bei 20 mA. Zu Anfang der zweiten Betriebsperiode wurde dieses Problem untersucht. Aus der Vergangenheit war bekannt, dass longitudinale Instabilitäten für die Strahlverluste verantwortlich sind. Der Einbau des Nearby-Mode Feedbacks hat diese Situation deutlich verbessert. Außerdem wurde auch der Synchrotronstrahlungsbetrieb auf Elektronen umgestellt, so dass die Maschinenzustände einheitlicher wurden. Beide Maßnahmen sorgten wieder für einen verlässlichen Betrieb mit den gewünschten Intensitäten.

Freie-Elektronenlaser VUV-FEL

Zum Jahreswechsel wurde die bei PITZ präparierte und konditionierte Kanone im VUV-FEL Tunnel eingebaut. Anschließend folgte im Januar der Einbau des letzten Beschleunigermoduls ACC 1. Das Injektorvakuumsystem wurde nach dem Moduleinbau vervollständigt, sodass im Februar das gesamte Vakuumssystem des Beschleunigers (ca. 360 m), mit Ausnahme des Undulatorabschnittes (30 m) unter Reinraumbedingungen montiert, ausgerichtet und angepumpt worden war. Die filigranen Undulatorkammern wurden erst nach dem Einbau der Undulatormagnete eingesetzt und angeflanscht. In einer mehrwöchigen Messprozedur wurden die mit dem Vakuumssystem mechanisch verbundenen Magnete, Kollimatoren, Strahllagemonitore, OTR-Systeme und Wire-Scanner von der Gruppe MEA eingemessen und justiert. Darüber hinaus war die Verkabelung für den gesamten Beschleuniger auf Grund der großen Anzahl zu verlegender Kabel zeitbestimmend.

Im Tunnelbereich zwischen 110 m und 235 m sind 32 Container vorhanden, wie sie auch Teil des TESLA Tunnelkonzeptes waren. Sie dienen als Laufsteg im Tunnel und bieten gleichzeitig Raum für verschiedene Einbaukomponenten.

Das TESLA-Tunnelkonzept mit Dockingstation wurde nur für die Magnetnetzteile realisiert. Zusätzlich sind ein Großteil der Ansteuerungselektronik von Diagnosekomponenten sowie Komponenten zur Datenverarbeitung von Messsignalen in Containern untergebracht. Im Bereich des Undulators befindet sich unterhalb des Laufsteges außerdem die Umluftanlage zur Temperaturstabilisierung der Undulatorsegmente. Die Prüfung der technischen Funktionalität der Komponenten in den Containern sowie der zahlreichen elektromechanischen und pneumatischen Antriebe unmittelbar am Strahlrohr konnte zum Teil im Shutdown, zum Teil jedoch nur mit dem Elektronenstrahl während der ersten Betriebsphase vorgenommen werden. Um eine stetige Betreuung und Optimierung der Subsysteme im Tunnel zu

gewährleisten, wurde der Wartungstag beim VUV-FEL eingeführt.

Die Parallelisierung der Arbeiten für den Maschinenaufbau und die abschnittsweise Inbetriebnahme von Beschleunigerstrecken hatte eine starke Verschachtelung dieser Arbeiten im Zeitplan zur Folge. Die Konditionierung und Inbetriebnahme der Beschleunigungsmodule im kalten Zustand (2 bis 4 Kelvin) war wegen der Sicherheitsbestimmungen nur bei geschlossenem Tunnel durchzuführen. Demzufolge konnten in dieser Zeit keine Arbeiten im Tunnel ausgeführt werden. In der Zeit von Anfang März bis Juni wurden gleichzeitig der Elektronenstrahlbetrieb im Injektor mit dem betriebsbereiten Modul ACC #1 und die HF-Inbetriebnahme der kalten Module ACC #2 bis ACC #5 ohne Strahl vorgenommen. Nach einer weiteren Installationsphase konnte in Übereinstimmung mit dem Zeitplan im September der Strahlbetrieb wieder aufgenommen werden. Zur Optimierung der verschiedenen Elektronenstrahlparameter im vorderen Teil des Beschleunigers wurde im so genannten Bypassbetrieb gearbeitet, bei dem der Strahl durch den Bypass um den Undulator herum zum Strahlfänger geführt wird. Erst bei guten Emittanzen, bei guter longitudinaler Strahlkomprimierung und stabilen, reproduzierbaren Bedingungen aller Strahlparameter soll der Strahl im FEL-Betrieb durch die Undulatoren geführt werden. Dieses Vorgehen hat es erlaubt, die für den FEL-Betrieb erst im Sommer gelieferten Netzteile parallel zum Bypass-Betrieb in Betrieb zu nehmen. Mit dem Ende dieser Arbeiten konnten für den gesamten Beschleuniger die Installation und Inbetriebnahme von Komponenten abgeschlossen werden.

Der Beschleunigerbetrieb mit Elektronenstrahl begann am 17. März. Innerhalb von 5 Wochen konnte der Strahlbetrieb auf den gesamten Injektor ausgedehnt werden. Die Arbeiten dienten der Charakterisierung der Elektronenstrahlparameter und des Dunkelstromes. Für die Erzeugung der freien Elektronen trifft ultra-

violettes Laserlicht auf eine Caesium-Tellurid Photokathode. Da die Kathode sich in einer Hochfrequenz-Beschleunigungsstruktur befindet, muss die Ankunftszeit des Laserlichtes mit der Phase des beschleunigenden Feldes abgestimmt werden. Weiter wurde die Quanten-Effizienz der Kathode vermessen, die ein Maß dafür ist, wie wirkungsvoll freie Elektronen mit Hilfe des Laserlichtes aus dem Kathodenmaterial heraus gelöst werden können. Ebenso wurden die Positionierung des Laserlichtes auf der Kathode und die Übereinstimmung mit der geometrischen Achse des Beschleunigungsmoduls sowie der nachfolgenden Messsysteme ausgemessen und justiert.

Die transversalen und longitudinalen Strahlgrößen wurden in Abhängigkeit von verschiedenen Beschleuniger-einstellungen gemessen. Die Reproduzierbarkeit von Messergebnissen wird dabei im Wesentlichen bestimmt durch die Stabilität des Injektorlasers, der Hochfrequenzsysteme, der Magnetnetzteile und der Diagnoseeinheiten. Hier wurden große Fortschritte auf dem Weg zum FEL-Betrieb gemacht. Die kleinsten transversalen Emittanzen (x, y) sind in guter Übereinstimmung mit den theoretischen Vorhersagen und betragen 1.6 mm mrad. Die longitudinale Komprimierung in den magnetischen Kompressoren zur Verkürzung der Elektronenpaketlänge ist zurzeit noch nicht präzise analysiert worden, erste Ergebnisse deuten aber auch hier auf eine gute Übereinstimmung mit den Vorhersagen hin. Der neue Injektor erreicht somit die vorhergesagten Verbesserungen hinsichtlich Strahlqualität und Stabilität und stellt einen wesentlichen Fortschritt im Vergleich zum ursprünglichen TTF Injektor dar. Ein mit einem Leuchtmonitor gewonnenes Bild des Strahls nach dem ersten Beschleunigungsmodul ist in Abb. 115 zu sehen.

Der FEL-Betriebsmodus startete im Dezember. Das Kollimatorsystem zum Schutz des Undulators, bestehend aus einer transversalen und einer Energiekollimation, wurde mit dem Elektronenstrahl zügig in Betrieb genommen. Um die Effizienz des Kollimatorsystems zu beurteilen, sind verschiedene Strahlverlustmonitore entlang der Undulatoren installiert worden. Sowohl die schnellen und empfindlichen Strahlverlustsensoren als auch die kalibrierten, akkumulierenden und

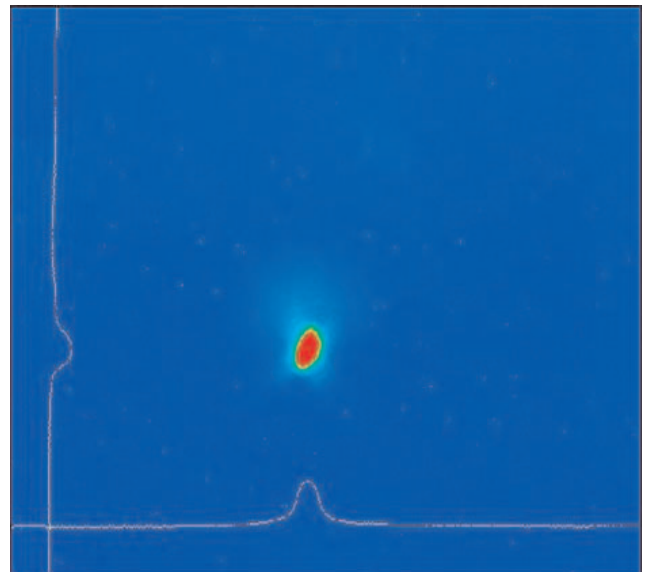


Abbildung 115: Bild des ersten beschleunigten Elektronenstrahlpakets im Injektor, sichtbar auf einem fluoreszierenden Schirm im Strahlrohr.

auf Glasfasertechnik basierenden Sensoren seien hier erwähnt. Letztere sind speziell für den VUV-FEL in Zusammenarbeit mit dem Hahn-Meitner Institut Berlin und der Fraunhofer Gesellschaft Euskirchen entwickelt und in den Undulatoren zur Anwendung gebracht worden. Der Umstand, dass im Undulator kein Raum für konventionelle Verlustmessung und Dosimetrie mit sofortiger Datenauswertung existiert, hat im Laufe der Jahre zur Entwicklung von drei sich ergänzenden Systemen geführt, bei denen unterschiedliche Effekte ausgenutzt werden. Zum einen kann die Trübung des Glasfasermaterials bei der Wechselwirkung mit ionisierender Strahlung als Maß für die akkumulierte Dosis verwendet werden, zum anderen kann das bei der Wechselwirkung entstehende Cerenkov-Licht ausgenutzt werden.

Der Elektronenstrahl passierte im Dezember erstmals den 30 m langen Undulatorabschnitt. Die Messung des ersten Spektrums der spontanen Strahlung war der erfolgreiche Abschluss der Aufbauarbeiten und der Inbetriebnahme der gesamten Maschine mit dem Elektronenstrahl.

Zukünftige Synchrotronstrahlungsquelle PETRA III

Wie im letzten Jahresbericht erwähnt, soll PETRA zu einer dedizierten Synchrotronstrahlungsquelle PETRA III ab Mitte 2007 umgebaut werden. Die neue Quelle soll dann Anfang 2009 den Betrieb aufnehmen.

Ein wesentlicher Meilenstein in diese Richtung ist die Fertigstellung des technischen Designreports (TDR) gewesen. Dieser lag in seiner endgültigen Form Ende Februar vor. Das „Machine Advisory Committee“ (MAC) hat den Beschleunigerteil des TDR im Frühjahr begutachtet und daraufhin den Umbau von PETRA befürwortet. Es ist vorgesehen, dass das MAC das Projekt über die nächsten Jahre kritisch begleitet. In seiner November-Sitzung hat auch der Erweiterte Wissenschaftliche Rat (EWR) von DESY aufgrund der positiven Aussage des MAC dem Umbau zu einer Synchrotronstrahlungsquelle zugestimmt. Das Projekt wurde dann im Dezember vom DESY Verwaltungsrat genehmigt auf Basis dieses Reports und des so genannten Stammdatenberichts, in dem das Projekt in Kurzform dargestellt, die Projektstruktur dargelegt sowie der Finanzbedarf und der Bedarf an Arbeitskräften und an DESY Eigenleistungen angegeben wird.

Ein weiterer wichtiger Schritt im Dezember war die Unterzeichnung des Vertrages, der die Zusammenarbeit zwischen DESY und dem Budker Institut in Novosibirsk (BINP) bezüglich der Dämpfungswigglerabschnitte festlegt. Die 20 vier Meter langen Dämpfungswiggler in den beiden langen geraden Abschnitten im Norden und Westen PETRAs sind ein wesentlicher Bestandteil der Maschine, um das ehrgeizige Ziel einer kleinen horizontalen Emittanz von 1 nmrad zu erreichen.

Wie im letzten Jahresbericht erwähnt sollen die Magnete des jetzigen Speicherrings zum großen Teil weiterbenutzt werden. Da aber die Spulen sämtlicher Dipole, Quadrupole und Sextupole aufgrund der langjährigen Strahlenbelastung erhebliche Schäden aufweisen, werden diese während der Umbauphase aus-

getauscht. Die Ausschreibung und Bestellung dieser Ersatzspulen wurde ausgeführt und die ersten Ersatzspulen werden im folgenden Jahr bei DESY eintreffen. Des Weiteren wurden Prototypen der Dipole, Quadrupole und vertikalen Korrekturmagneten des neuen Achtels bestellt.

Das Vakuumsystem für PETRA III soll komplett neu erstellt werden. Dazu wurden in 2004 umfangreiche Konstruktionsarbeiten durchgeführt. Insbesondere wurde die neue Vakuumkammer in den Bogenstücken der alten Achtel der Maschine festgelegt. Statt der bisher verwendeten Schweißverbindungen sollen in PETRA III geflanschte Vakuumverbindungen eingesetzt werden. Der dafür notwendige zusätzliche Platz soll dadurch gewonnen werden, dass die jetzigen vertikalen Korrekturmagnete ausgebaut werden und dafür die defokussierenden Sextupole mit zusätzlichen Spulen versehen werden, so dass sie auch als vertikale Korrekturmagnete dienen können. Die ersten Prototypen der neuen Dipolkammer für die alten Achtel sind gefertigt worden. Es ist vorgesehen, zwei dieser Kammern während der nächsten Betriebsunterbrechung in PETRA II einzubauen, um damit Erfahrung zu sammeln. Für den Einbau sind vorbereitende Arbeiten während der Betriebsunterbrechung im August und September geleistet worden. Die Magnetanordnung ist so geändert worden, wie sie für PETRA III vorgesehen ist, d.h. insbesondere sind zwei Sextupole in Strahlrichtung verschoben und extra abgestützt worden.

Auch die Konstruktionsarbeiten für das Vakuumsystem im neuen Achtel sind vorangetrieben worden.

Um die geforderte Strahlqualität in PETRA III zu erreichen, werden sehr hohe Ansprüche an die Strahllagestabilität gestellt. In der Nähe der Undulatoren muss der Strahl vertikal auf besser als $1 \mu\text{m}$ stabilisiert werden. Auch in den anderen Teilen der Maschine muss der Strahl stabilisiert werden, wenn auch nicht mit

gleich hohen Ansprüchen. Das Konzept für ein derartiges Strahlagestabilisierungssystem wurde entwickelt. Prototypen der zur Realisierung notwendigen Komponenten wurden bestellt und sollen im kommenden Jahr getestet werden.

Für das zur Stabilisierung des Strahlstroms notwendige Multibunchfeedbacksystem wurden Prototypverstärker bestellt und getestet.

Um die oben erwähnte Strahlagestabilität zu erreichen, wird es hilfreich sein, die Maschine im so genannten „top-up“ Modus zu betreiben. Dies bedeutet, dass

man sehr häufig während des eigentlichen Experimentierbetriebs in die Maschine einschießt, so dass der Strahlstrom im Bereich von einigen Promille konstant bleibt. Dadurch bleiben die Maschine und die Komponenten in den Strahlführungen des Synchrotronlichts im thermischen Gleichgewicht, so dass es nicht zum temperaturbedingten Driften des Strahls kommt. Der häufige Einschuss in die Maschine darf nicht zu einer Verschlechterung der Strahlqualität führen, was z. B. hohe Ansprüche an die Qualität der Pulser der Injektionselemente stellt. Der Pulser eines der jetzigen Injektionskicker wurde gegen einen neuen ausgetauscht, so dass dieser jetzt im Betrieb getestet werden kann.

Planungen und Untersuchungen für den Röntgenlaser XFEL bei DESY

Nach der positiven Entscheidung der Bundesregierung zum Bau der Röntgenlaser-Anlage XFEL als Europäisches Projekt im Februar 2003 werden die vorbereitenden Arbeiten mit dem Ziel des Beginns der Projektrealisierung im Jahr 2006 intensiv vorangetrieben. Das XFEL-Projekt beinhaltet einen supraleitenden 20 GeV Elektronen-Linearbeschleuniger in der von der TESLA-Kollaboration erfolgreich entwickelten Technologie sowie eine Nutzer-Anlage mit 5 Undulator Strahlführungen in der ersten Ausbaustufe. Die Qualität der damit erzeugbaren Photonenstrahlen mit Wellenlängen im Angstrom-Bereich übertrifft die von Speicherring-Synchrotronstrahlungsquellen um Größenordnungen und erschließt völlig neue Forschungsmöglichkeiten in einem breiten Spektrum wissenschaftlicher Disziplinen. Die auf 684 Mio. € (Basis Jahr 2000) geschätzten Kosten werden zu 50% vom Bund getragen, ca. 10% werden als Beitrag der Länder Hamburg und Schleswig-Holstein erwartet und ca. 40% als Beteiligung Europäischer Partner. Der Zeitplan für die Realisierung des Europäischen Röntgenlaser-Projekts XFEL geht von einem Baubeginn im Jahr 2006 und ca. 6 Jahren Bauzeit aus. Die zurzeit laufende Projekt-Vorbereitungsphase konzentriert sich auf folgende Schwerpunkte:

- Die technisch-wissenschaftliche Detailplanung der Anlage und die vorlaufenden F&E Arbeiten.
- Die Vorbereitung und Durchführung des Genehmigungsverfahrens für Errichtung und Betrieb der Anlage (Planfeststellung).
- Die Projektorganisation auf internationaler Ebene.

F&E Arbeiten

Ausgehend von dem im Oktober 2002 vorgelegten technischen Design Report werden innerhalb der XFEL

Projektgruppe detaillierte Untersuchungen zur weiteren Gesamt-Optimierung der Anlage, zur operationellen Flexibilität des Betriebs und der Strahlparameter und zu Fragen der Strahlphysik durchgeführt. Gleichzeitig werden die Entwicklungsarbeiten für die technischen Komponenten der Anlage im Hinblick auf die spätere industrielle Fertigung vorangetrieben. Beispiele für die Arbeiten im Berichtszeitraum sind:

- Detaillierung der Strahlverteilung auf verschiedene Undulator-Sektionen. Einarbeitung eines Konzepts für die gestufte Inbetriebnahme des Linearbeschleunigers und der verschiedenen Nutzer-Strahlführungen. Entwicklungsarbeiten zu einem schnellen Schaltmagneten.
- Modifikation des Injektor-Konzepts mit zwei unabhängigen Strahlquellen. Dadurch entsteht einerseits Redundanz zur Erhöhung der Betriebszuverlässigkeit, andererseits die Möglichkeit, ggf. einen neuen Injektor mit verbesserten Eigenschaften aufzubauen und zu testen, während der andere im Betrieb bleibt.
- Erster erfolgreicher Test einer HF-Leistungseinheit, bei der das Klystron über ein 1.5 km langes 10 kV Puls-kabel mit dem Modulator verbunden war – wie es für den späteren Aufbau im Linac-Tunnel vorgesehen ist. Betrieb einer Leistungseinheit mit mehr als vierfach erhöhter Pulsrate (durchgeführt bei DESY in Zeuthen), ein wichtiger Schritt in Richtung flexiblerer Zeitstruktur des Strahls für den Nutzer-Betrieb.
- Fortsetzung der Qualifizierung mehrerer Anbieter für die Fertigung von Hochfrequenzkomponenten.
- Vorbereitung von Industriestudien für die HF-Leistungskoppler. Abschluss eines Vertrages mit dem IN2P3/LAL-Institut in Orsay, in dem unser französischer Kollaborationspartner die Betreuung der Studien sowie den Test von Prototypen übernimmt.

- Vorbereitung des Aufbaus und Beschaffung von Komponenten für einen Beschleuniger-Modul Teststand.
- Detaillierte Untersuchung der Strahldynamik im Injektor, Bunch-Kompressor und Linearbeschleuniger („Start-to-end“ Simulationen).

Planfeststellungsverfahren

Die Arbeiten zur Vorbereitung des Planfeststellungsverfahrens (PFV) sind weit vorangeschritten. Die für die Erstellung der Umweltverträglichkeitsstudie benötigte Kartierung von Fauna und Flora im Bereich der geplanten Anlage zwischen DESY und Schenefeld ist erfolgt. Entlang der geplanten Trasse wurden Probebohrungen durchgeführt, um Auskunft über den Bauuntergrund und die hydrogeologischen Verhältnisse zu gewinnen. Die bisherigen Ergebnisse entsprechen den Erwartungen. In einigen Bereichen der Trasse ist evtl. eine kostengünstigere offene Bauweise einzelner Gebäude möglich.

Die Planung der Gebäude und Tunnel ist detailliert worden und konnte für die Mehrzahl der Gebäude für die Belange des PFV „eingefroren“ werden. Im Rahmen dieser Planung wurde auch das Gesamtkonzept der Anlage (Auslegung der Tunnel, Flexibilität für Erweiterungsoptionen etc.) entsprechend den Anforderungen der Physik im Detail angepasst. Der jeweilige Stand der Entwicklung wurde mit den europäischen Partnern auf den Treffen der STI-Arbeitsgruppe vorgestellt und von diesen angenommen.

Am 28. September 2004 wurde der Staatsvertrag über den XFEL zwischen den Ländern Hamburg und Schleswig-Holstein von der Ministerpräsidentin von Schleswig-Holstein und dem Ersten Bürgermeister der Hansestadt Hamburg feierlich unterzeichnet. Nach der Ratifizierung dieses Vertrages sind die rechtlichen Voraussetzungen für die Durchführung des PFV und die Erlangung der Bau- und Betriebsgenehmigung erfüllt.

Mit der Erstellung der eigentlichen Planfeststellungsunterlagen wurde Ende des Berichtszeitraums begonnen. Die Zusammenstellung (Beschreibung der An-

lage, Betriebsberichte, eine Vielzahl von Gutachten etc.) und editorische Bearbeitung wird voraussichtlich einige Monate dauern, sodass mit der Fertigstellung im Frühjahr 2005 zu rechnen ist.

Internationale Organisation

Die im XFEL Steering Committee beteiligten Länder haben am 23.09.2004 in Berlin in einem Memorandum of Understanding (MoU) die Aufgaben des Steering Committee und seiner beiden Arbeitsgruppen zu „Scientific and Technical Issues“ (STI) und „Administrative and Funding Issues“ (AFI) sowie die nächsten Schritte innerhalb der Vorbereitungsphase des Projekts schriftlich fixiert. Bis Dezember 2004 lagen die Unterschriften unter dieses MoU aus Deutschland, Frankreich, Griechenland, Großbritannien, Italien, Schweden, der Schweiz und Spanien vor.

Die Arbeitsgruppen STI und AFI haben sich seit Anfang 2004 jeweils fünfmal bei DESY getroffen. STI legt zu Beginn 2005 einen Interimsbericht vor, in dem die wissenschaftlichen und technischen Details der Forschungsanlage weiter spezifiziert werden. Außerdem wird die Kostenschätzung aus dem Jahre 2000 nach Arbeitspaketen (zurzeit 37) aufgeschlüsselt und überprüft.

Die Arbeitsgruppe AFI hat für die Aufgabe, die rechtlichen und organisatorischen Rahmenbedingungen für den Bau des XFEL als europäisches Projekt auszuarbeiten, eine Unterarbeitsgruppe „Legal Framework“ eingerichtet, die sich unter Vorsitz des Administrativen Direktors des EMBL in Heidelberg, Dr. Bernd-Uwe Jahn, Ende Oktober konstituiert hat. Für den Betrieb des XFEL ist die Gründung einer eigenständigen Gesellschaft nach dem Muster der ESRF in Grenoble vorgesehen.

Eine weitere Unterarbeitsgruppe wird eine Vollkostenstruktur entwickeln, auf deren Basis im Laufe des Jahres 2005 eine möglichst genaue Prognose der Projektkosten erstellt werden soll.

Auf der Grundlage der Ergebnisse von STI und AFI wird das Steering Committee ein Memorandum of Understanding zum Bau und Betrieb des XFEL erarbeiten.

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.

Spinpolarisation

Polarisation der Positronen in HERA II

In HERA liegen die gemessenen Werte der Strahl-Strahl tune-Verschiebung der Leptonen bei 0.013 (horizontal) und 0.04 (vertikal). Die Wechselwirkung mit dem Protonenstrahl hat demzufolge entscheidenden Einfluss auf die Leptonenpolarisation, d. h. der Bunchstrom der Protonen spielt eine wichtige Rolle.

Für Positronen wurden beide Spinhelizitäten, die aus operationellen Gründen in allen drei Experimenten identisch sind, zur Verfügung gestellt. In den ersten vier Monaten des Jahres sowie im Juli und August war der Wert der Helizität +1, d. h. die Spins waren parallel zum Geschwindigkeitsvektor der Leptonen ausgerichtet; im Mai und im Juni war der Wert der Helizität -1.

Unter dem Einfluss der Strahl-Strahl Wechselwirkung dauert es deutlich länger, bis die Polarisation einen stationären Wert erreicht, als es der reine Sokolov-Ternov Effekt erwarten lässt. Stationäre Polarisation wird u.U. erst nach mehreren Stunden erreicht. Dadurch wird die empirische Polarisationsoptimierung erheblich erschwert. Außerdem benötigen die Experimente für die Luminositätsmessung einige nichtkollidierende

Leptonenbunche (Piloten), welche keine Strahl-Strahl tune-Verschiebung sehen und deshalb bei deutlich verschobenen tunes laufen. Im Positronenbetrieb des Jahres 2004 waren die tunes der kollidierenden Bunche wie die der Piloten in dem schmalen Fenster zwischen den Synchrotron-Resonanzen Q_x-2Q_s und Q_x-3Q_s eingezwängt. Damit waren der Freiheit bei der Wahl optimaler Polarisationstunes enge Grenzen gesetzt. Es stellte sich heraus, dass selbst innerhalb des obigen Tunefensters die tunes mit der besten Polarisation nicht unbedingt die beste spezifische Luminosität ergaben.

Der Mittelwert der maximal erreichten Polarisation, gemittelt über alle Messzeiten, die länger als 4–5 h andauerten, war ca. 35% für die Helizität +1 und 45% für die Helizität -1. Die absolut größten erreichten Polarisationen für die beiden Helizitäten waren 42% und 51%. Die relativ starken Streuungen der Maximalpolarisationen innerhalb jeder der beiden Helizitäten sind hauptsächlich Unterschieden in den Messzeiten, der Stärke des Strahl-Strahl Effekts und den Strahlparametern zuzuschreiben. Der beobachtete und reproduzierbare Unterschied zwischen den beiden Helizitäten ist mit großer Wahrscheinlichkeit kein statistischer Effekt, obgleich noch kein Mechanismus gefunden wurde, der ihn erklärt.

Die Theorie sagt bei der Anwesenheit unkompensierter Solenoide bei ZEUS und H1 eine Differenz der Strahlenergien, die zu halbzahligen Spin Tune führen, von 20 MeV für die beiden Helizitäten voraus. Diese wurde durch Messungen bestätigt. Zusätzlich bedingt die longitudinale Verschiebung des H1 Solenoiden, dass die optimalen Rotatorparameter im Norden für die beiden Helizitäten unterschiedlich sind. Diese Tatsache könnte eine Erklärung für die beobachtete Asymmetrie liefern und sollte experimentell untersucht werden.

Nachdem HERA im November mit Elektronen wieder anliefe, war bis zum Jahresende kaum Zeit zur Optimie-

zung der Polarisierung angesetzt. Zumindest hat ein Energie Scan auf erfreuliche Weise die theoretisch berechnete optimale Energie für Elektronen im momentanen Helizitätszustand $+1$ bestätigt.

Sonstige Aktivitäten

Der erste Abschnitt einer groß angelegten Studie über das Konzept des „Spin Tunes“ ist abgeschlossen und wurde veröffentlicht. Erste Reaktionen lassen vermuten, dass das Papier schon jetzt einigen Eindruck hinterlassen hat. Der nächste Abschnitt der Studie, der sich mit dem Phänomen der „snake Resonanz“ beschäftigt und weitere detaillierte mathematische Arbeit enthält, ist bereits in einem fortgeschrittenen Stadium.

Die Entwicklung moderner Software zur Simulation des Einflusses des Strahl-Strahl Effekts auf die Polarisierung von Elektronen und Positronen ist weitestgehend abgeschlossen und Konsistenztests haben bereits die Gültigkeit des Algorithmus gezeigt. Die Effizienz der neuen Software basiert nicht nur auf der hohen Geschwindigkeit moderner Hardware, sondern auch auf der Einbeziehung moderner theoretischer Konzepte und auf der Verwendung von modernen numerischen Methoden, deren Entwicklung auf den Erfahrungen mit älterer, jetzt überholter Software beruht.

Numerische Berechnung der Maxwell'schen Gleichungen

Für die Planung von Beschleuniger-Anlagen ist es erforderlich, ein sehr breites Spektrum von elektromagnetischen Problemstellungen zu lösen. Dazu zählen statische und quasistatische Probleme (z. B. Teilchenquellen und Magnete), niederfrequente zeitharmonische Felder (z. B. 50 Hz Energieverteilung, elektromagnetische Verträglichkeit), hochfrequente zeitharmonische Felder (z. B. HF-Quellen, HF-Verteilung, Resonatoren und Absorber) und transiente Probleme (z. B. Strahl induzierte Felder, Strahldiagnostik, Synchrotron Strahlung). Oft besteht eine Kopplung mit weiteren physikalischen Prozessen wie z. B. die Bewegung geladener Teilchen unter der Berücksichtigung der von ihnen erzeugten Felder oder die Temperaturverteilung in einer kryogenischen Anlage unter Berücksichtigung der temperaturabhängigen elektromagneti-

schen Verluste und der temperaturabhängigen Wärmeleitung. Ein weiteres Beispiel ist die Deformation von Resonatoren durch Lorentz Kräfte, die dadurch veränderte Resonanzfrequenz und die Wechselwirkung mit mechanischen Eigenschwingungen.

Bei DESY werden sehr unterschiedliche Programme zur Feldberechnung genutzt: OPERA-2D, TOSCA (Magnetostatik), MAFIA (Elektro- und Magnetostatik, Temperaturberechnungen, zeitharmonische und transiente Felder, resonante Felder und selbstkonsistente Teilchen-Feld-Wechselwirkung), MWS (zeitharmonische, transiente und resonante Felder), HFSS (zeitharmonische Felder), CSRtrack, TRAFIC4 (selbstkonsistente Berechnung von Ladungsverteilungen auf gekrümmten Bahnen, kohärente Synchrotron Strahlung), ASTRA (Teilchentracking mit Raumladungseffekten im niederenergetischen Bereich), ELEGANT (hochenergetisches Teilchentracking), GENESIS und FAST (FEL Berechnung). Berechnungen wurden für die existierenden und geplanten Beschleuniger durchgeführt. Als Beispiele seien hier Koppler (TTF), Resonator- und Wakefeldberechnungen (TTF, XFEL, HERA, PETRA III) sowie Magnetfeldberechnungen für TTF, HERA und PETRA III genannt.

Bei DESY entwickelte Programme wurden erweitert und verbessert: CSRtrack besitzt eine neue Benutzeroberfläche, mehr Möglichkeiten zur Modellierung von strahlführenden Systemen, verschiedene Modelle zur Feldberechnung und ein Interface (MPI) für parallele Berechnungen. Ein Postprozessor unterstützt die Analyse der Phasenraumverteilungen. In ASTRA können nun Ablenkmagneten berücksichtigt werden und ein CSR Modell ist in Vorbereitung.

Arbeiten der technischen Gruppen

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 so genannten „Beam-Dumps“ in allen Speicherringen und Synchrotrons. Hinzugekommen sind weiterhin Aufgaben in Zusammenhang mit dem Betrieb des TTF/VUV-FEL LINAC. Der Schwerpunkt liegt hier im Bereich des Injektionssystems und in der Koordination des TTF LINAC Betriebes.

Elektronen/Positronen LINAC II und PIA

In Zusammenhang mit dem Austausch der LINAC II Beschleunigerabschnitte wurde im Vorjahr während des Einstellens der Resonanzfrequenz die Endgruppe eines Abschnittes beschädigt. Hieraus ergab sich der Versuch, eine solche Endgruppe vom komplett gefertigten Abschnitt abzutrennen und durch eine neue zu ersetzen. Diese Reparatur wurde im Sommer durch die Gruppe MVA erfolgreich durchgeführt, so dass im Folgenden das Tuning des Beschleunigerabschnitts sowie die VSWR-Optimierung durch Festlegung der Lage der Kurzschlussenebene im Pumpstück abgeschlossen werden konnte. Nach der Fertigstellung dieses Pumpstückes kann dann auch der letzte der zunächst gebauten 14 Abschnitte mit Leistung im Teststand konditioniert werden. Mit Beginn 2005 stehen somit zwei Reserveabschnitte zur Verfügung. Zusätzlich sind zwei weitere Reserveabschnitte in Auftrag gegeben worden. Nach ihrer Fertigstellung Anfang 2005 können sie in ihrer Frequenz eingestellt und anschließend konditioniert werden.

Als Vorbereitung für PETRA III wurden die Modulatoren 3 und 4 auf neue und größere Haupt-Thyratronen incl. neuer Sockel umgerüstet. Ein vorher durchgeführter Test lässt eine etwa vierfach größere Lebensdauer erwarten, so dass die Ausfallwahrscheinlichkeit der Modulatoren drastisch reduziert werden kann.

Ebenso in Hinsicht auf PETRA III wurde die über 20 Jahre alte Spannungsversorgung der so genannten Bi-Phase-Modulatoren für die SLED-Cavities erneuert, um die sehr geringe Störanfälligkeit der Elektronik zu erhalten.

Die Betriebssicherheit des Positronen-Konverterpulsers konnte durch eine verbesserte galvanische Trennung der

Steuerleitungen zum Rechnerinterface erhöht werden. Die bisher über das SEDAC-System vorgenommene zeitaufwendige Steuerung der Pulsamplitude (Ein- bzw. Ausschalten der Gun und Wechsel der Teilchenart zwischen Positronen und Elektronen) wurde zur Vereinfachung der Kontrollsoftware in die Pulsersteuerung verlagert.

Der im Vorjahr fertig gestellte und getestete neue 125 MHz Resonator wurde zu Beginn der Wartungsperiode zusammen mit einem neuen Leistungs-PIN-Schalter in PIA eingebaut und in Betrieb genommen. Dabei zeigte sich, dass durch die Titanitrid-Beschichtung im Bereich des Beschleunigungsspaltes die Multipactor-Entladung dort nahezu verhindert wurde. Im Bereich zwischen Innen- und Außenleiter des Resonators trat jedoch bei Spannungen bis 100 kV eine Multipactor-Entladung auf; sie konnte durch Konditionieren beseitigt werden.

Nach dem Einbau eines neuen 10.4 MHz Verstärkers im Vorjahr, wurde der alte Verstärker jetzt umgebaut und auf den technisch neuesten Stand gebracht. Zu Beginn der Wartungsperiode wurde er zusammen mit dem 10.4 MHz-Reserveresonator als komplette Reserveeinheit mit der originalen Ansteuerung getestet. Dabei stellte sich heraus, dass auch der 10.4 MHz-Reserveresonator eine Multipactor-Entladung zeigt, die durch Konditionierung beseitigt werden muss. Dies kann mit einem Transistorverstärker von außerhalb des Beschleunigerraumes über eine Anpassungstransformation durchgeführt werden und ist für Anfang 2005 geplant.

Da die Abstimmstempel des 10.4 MHz Resonators seit 25 Jahren in Betrieb sind und keine Reserveeinheiten vorhanden waren, mussten 4 neue Abstimmstempel gefertigt werden. Zwei dieser neuen Stempel sind nun im 10.4 MHz-Betriebsresonator im Einsatz.

LINAC III

H⁻-Quellen und „Low Energy Beam Transport“

Die an der Magneton- und der Volume-Quelle vorhandenen Low Energy Beam Transport (LEBT) Systeme führen zu einer erheblichen Strahlstromreduzierung in

dem nachfolgend installierten RFQ. Ursache sind Emittanzwachstum und schlechte Anpassung. Basierend auf im letzten Jahr durchgeführten Simulationsrechnungen wurde daher ein neues System mit einem von 35 auf 100 mm aufgeweiteten Durchmesser des Vakuumrohres konstruiert. Dieser neue Strahlführungsabschnitt befindet sich kurz vor der Fertigstellung. Abbildung 116 zeigt die als Lambertsonspule ausgeführte Korrekturspule für die horizontale bzw. vertikale Ebene. Weltweit erstmalig ist es gelungen, die H^- -Ionen Verteilung in einer so genannten Hochfrequenz-Volumen Quelle mit der Photodetachment Methode zu messen. Bei dieser Methode werden die Elektronen von den H^- -Ionen durch die Wechselwirkung mit den Photonen eines Laserstrahls abgetrennt. Zum ersten Mal konnte hierbei auch die räumliche Verteilung der bei dieser Methode

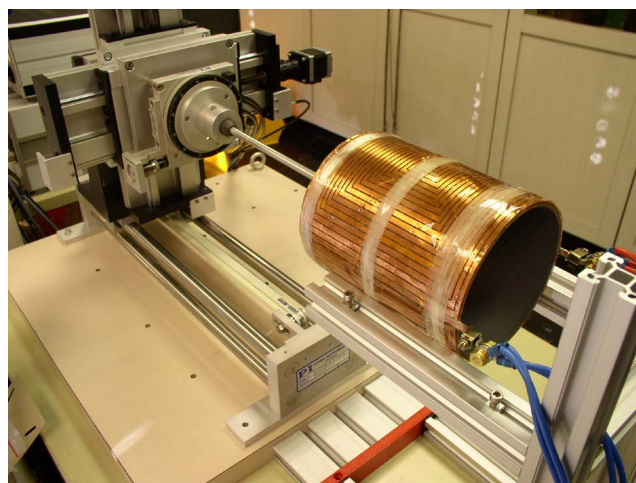


Abbildung 116: Lambertson Dipolspule für horizontale bzw. vertikale Korrektur.

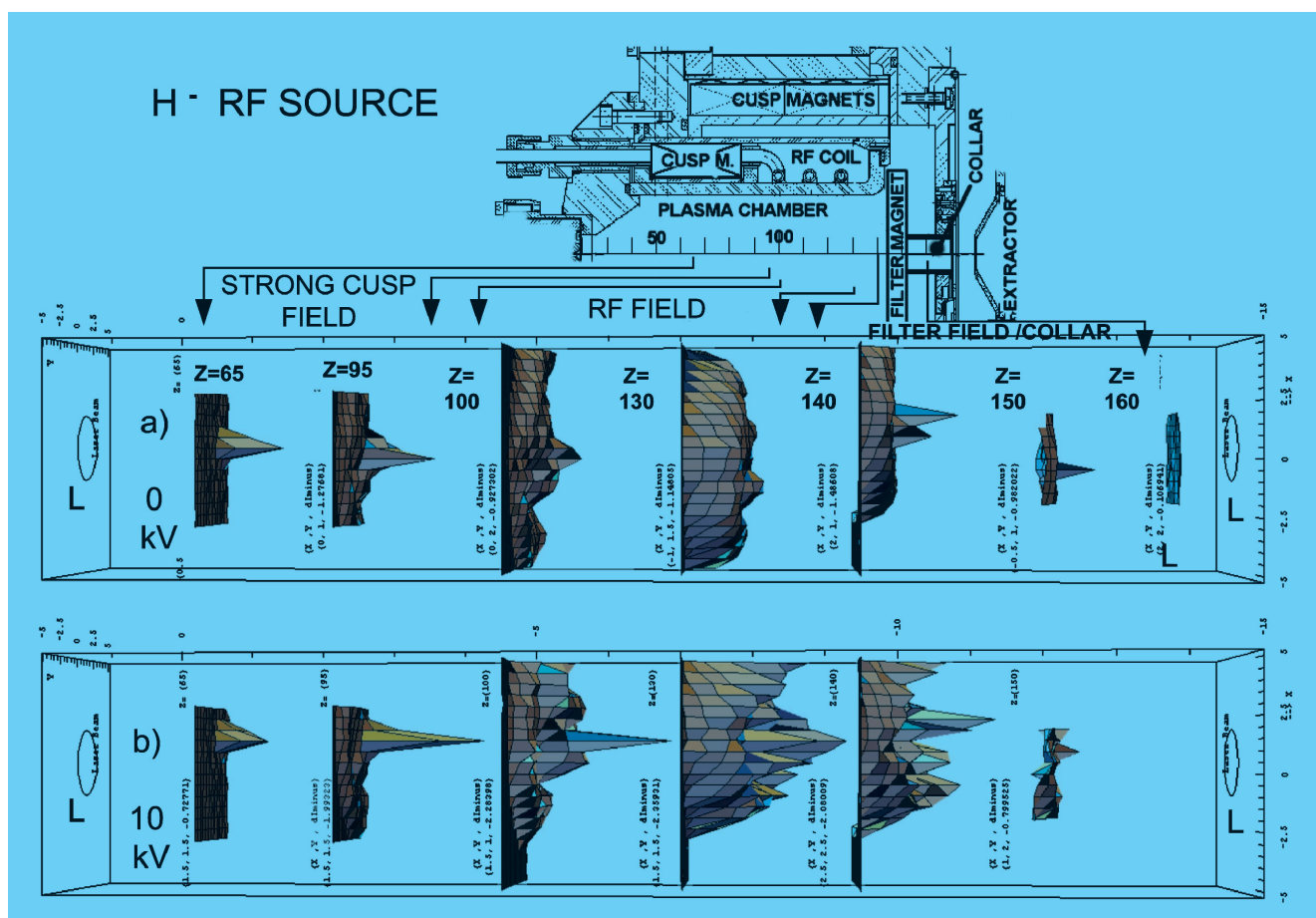


Abbildung 117: H^- -Ionenintensität entlang der Quellenachse ohne Extraktorspannung (a) und mit einer Hochspannung von 10 kV (b). Hierbei markiert L den Durchmesser des Laserstrahls.

entstehenden Elektronen innerhalb und außerhalb des Laserstrahls mit einer speziellen Sonde ermittelt werden. Durch Vergleich der H^- -Verteilungen ohne und mit Extraktionsspannung ist deutlich zu erkennen (Abbildung 117), dass entgegen einer oft gemachten Annahme die Extraktionsspannung nicht durch das Plasma abgeschirmt wird.

Auch macht die Verteilung deutlich, dass die bislang übliche Messmethode, bei der lediglich auf der Achse des Laserstrahls (L) gemessen wird, zu fehlerhaften Beurteilungen führen kann. Interessant ist weiter die Umverteilung der durch den Laserstrahl von den H^- -Ionen abgelösten Elektronen auf den dreifachen Durchmesser des Laserstrahls im Bereich der HF Felder der Spule.

Die Verteilung der H^- -Ionen auf der Achse der Quelle lässt sich mit dem ebenfalls gemessenen Plasmapotential erklären. Die hiernach nahe liegende Verschiebung des Maximums des Plasmapotentials hat bereits eine Erhöhung des Ionenstrahlstromes von 40 auf 60 mA ermöglicht. Allerdings erhöht sich hierbei die Plasmatemperatur. Dieser Effekt ist durch eine entsprechende Verbesserung der Filterfelder zu beseitigen.

Kickerlabor

Bei den Arbeiten im Kickerlabor wurden im Berichtszeitraum einige Verbesserungen an bestehenden Anlagen vorgenommen. Daneben gab es eine Reihe von Entwicklungsarbeiten für die Zukunftsprojekte PETRA III und VUV-FEL.

Für die PETRA Protonen Ejektion wurden der mittlere Kicker, ein ursprünglich fester Magnet, gegen einen Fahrkicker ausgetauscht. Dies verbesserte die Ejektionseffizienz. Für die Ansteuerung der PETRA Elektronen-Ejektionskicker wurden vier neue Kabelpulser gebaut. Diese Maßnahme erhöht zum einen die Betriebsicherheit, senkt aber auch die Betriebskosten, da die Anzahl der verwendeten Thyratrons von drei auf ein Thyatron pro Pulser reduziert wurde.

Mit Blick auf PETRA III wurde weiterhin ein neuer Pulsertyp (Halbleiterschalter in Thyristor-Technologie) installiert. Hier sollen Erfahrungen über die Zuverlässigkeit und die Stabilität gesammelt werden. Ähnliche Pulser werden nun auch für die DESY II Injektion verwendet.

Bei DORIS wurden beim vertikalen Anregungskicker die Abstände zwischen Leiter und Masse vergrößert. Zwei ältere Feedbackkicker (horizontal und vertikal) wurden so umgestaltet, dass die Ferrite mit Wasser gekühlt werden können. Der Frequenzgang der Kicker muss noch weiter untersucht werden. In Zusammenhang mit der Bunchlängenmessung am VUV-FEL wurde ein horizontal ablenkender Kickermagnet mit Pulser für das LOLA Experiment eingebaut.

Im Rahmen von Entwicklungsarbeiten für künftige Kicker wurde ein Laborpulser entwickelt, mit dem 2000 Pulse mit einer Wiederholrate von 2 MHz erzeugt werden können. Diese haben eine Pulslänge von 30 ns bei einem Strom von 100 A.

Septumlabor

In Vorbereitung auf das PETRA III Projekt wurde die Konstruktion des neuen e^+/e^- Injektions-Septums für PETRA gestartet. Die Kühlung des Stromleiters erfolgt hierbei indirekt über eine wassergekühlte Septum-Schiene. Der Vorteil dieser Lösung ist eine einfachere Montage des Stromleiters (Querschnitt $5 \times 8 \text{ mm}^2$, Gesamtlänge 3.3 m, eine Windung) in den Magnetblock (Länge 1.5 m).

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-sl, betreut das supraleitende 500 MHz System im HERA-Elektronen-Ring und die supraleitenden 1.3 GHz Resonatoren der TTF. Die zweite, MHF-e, ist zuständig für die sehr umfangreichen normalleitenden 500 MHz Beschleunigungsanlagen und 1000 MHz Rückkopplungssysteme für Elektronen oder Positronen in DESY II, DORIS III, PETRA II und HERA. Die 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.

Supraleitende Beschleunigungsstrecken – MHF-sl –

HERA

Die supraleitenden Beschleunigungsstrecken in HERA bestehen aus 16 Resonatoren (500 MHz) mit jeweils 4 Zellen. Die Betriebstemperatur der Niobresonatoren ist 4.2 K, sie werden durch Helium gekühlt. Eine genaue Beschreibung der supraleitenden Beschleunigungsstrecke wurde in früheren Jahresberichten gegeben. Die Betriebszeit der supraleitenden Resonatoren hat sich seit der Inbetriebnahme von HERA 1991 auf über 76 500 Stunden aufsummiert. Im Januar 2004 trat ein Vakuumleck am Keramikfenster des Leistungskopplers von Resonator 11 auf. Das Leck wurde provisorisch gedichtet und die Frequenz des Resonators 11 zwischen die Maschinenresonanzen verstimmt. Sowohl der Resonator als auch der Hohlleiter der HF Verteilung wurden mit einem HF-Absorber abgeschlossen. Der betroffene Kryostat wurde in der Wartungsperiode in 2004 ausgebaut, und der Koppler unter Reinraumbedingungen ausgetauscht. Dies war der dritte Kopplertausch nach 13 Jahren Betriebszeit.

VUV-FEL

Modul Tests: Das neu installierte Injektions-Modul ist konditioniert und gemessen worden und erreichte die vorgesehenen Gradienten. An der Position 5 wurde ein elektropolierter Resonator installiert. Der maximale Gradient von 35 MV/m bei einer Güte von $1 \cdot 10^{10}$ konnte auch nach der Modulmontage erreicht werden. Der Gradient wurde mit dem Elektronenstrahl verifiziert.

Die bereits im letzten Jahr getesteten Module wurden nach der langen Umbauzeit erneut betrieben und für die Inbetriebnahme des VUV-FEL zur Verfügung gestellt. Die Module erreichten wieder die bereits 2003 gemessenen sehr guten Ergebnisse.

Der Resonator 6 im Modul 5 zeigte nach der ersten Inbetriebnahme einen sehr hohen Dunkelstrom. Durch so genanntes High Power Processing (HPP) konnte der Dunkelstrom um den Faktor 50 gesenkt werden.

Koppler: Alle 40 bestellten Koppler sind von der Industrie ausgeliefert worden. Erste Koppler wurden sowohl bei LAL in Orsay als auch bei DESY getestet. Die Konditionierzeiten konnten durch die hohe Qualität der Produktion verkürzt werden. Die Lagerung und die Handhabung der Koppler wurde deutlich verbessert, so dass die Koppler jetzt fast vollständig unter trockenem Stickstoff gelagert werden. Dies hilft, die Processing Zeiten weiter zu senken.

Resonatoren: Die Produktion der neuen Resonatorlieferung hat begonnen und die ersten 3 Resonatoren konnten ausgeliefert werden. Damit ist die Voraussetzung für den Ausbau des VUV-FEL und weitere Elektropolitur Studien gegeben. In einer Reihe von horizontalen Resonator Tests bei sehr hohem Beschleunigungsgradienten (35 MV/m) konnten weitere Untersuchungen zur Kompensation der Lorenz Force Verstimmung durch Piezotuner vorgenommen werden. Dabei waren die Resonatoren mit allen auch später im Modul benutzten Zusatzeinrichtungen wie Heliumtank, Leistungskoppler, HOM Koppler und Tuner ausgestattet.

Die Reinigung der supraleitenden Resonatoren wird standardmäßig mit Hilfe einer Hochdruckspüle bei ca. 100 Bar durchgeführt. Eine Methode aus der Halbleiterindustrie benutzt Trockeneis (CO_2) für die Reinigung. Diese neue Methode wurde adaptiert und auf die Resonatoren angewandt. Erste Resonatormessungen ergaben Feldstärken bis 33 MV/m. Der dafür nötige Aufbau wurde weiter verbessert.

XFEL

Koppler Industriestudien: Der bestehende TESLA Kollaborationsvertrag mit IN2P3 (Institut National de Physique Nucléaire et de Physique des Particules) wurde verlängert und auf den Europäischen Röntgen Laser XFEL ausgeweitet. Im Rahmen dieser Kollaboration hat das LAL in Orsay die Durchführung von Industriestudien zur Herstellung von Kopplern für den XFEL vorbereitet. Die Studien werden aufbauen auf den Erfahrungen mit der Produktion von rund 60 Einkopplern des derzeitigen Entwurfes für TTF. Das Ziel der Studien ist es, die industrielle Herstellung von 1000 Kopplern vorzubereiten. Insbesondere sollen die Fertigungsmethoden optimiert, die Fertigungsqualität

erhöht und letztlich der Preis pro Koppler reduziert werden. Die Industriestudien werden im Januar 2005 beginnen.

Arbeiten im Rahmen des EU Projektes CARE

Seit Beginn des Jahres 2004 werden bei DESY die R&D Arbeiten an supraleitenden Beschleunigungsresonatoren durch das von der EU geförderte Projekt CARE (Coordinated Accelerator Research in Europa) begleitend unterstützt. CARE ist eingebettet in das Förderprogramm I3 (Integrated Infrastructure Initiative) des sechsten EU Rahmenprogramms FP6. Hierbei handelt es sich um eine Aktivität zur Verbesserung vorhandener Beschleunigereinrichtungen durch innovative Weiterentwicklung wichtiger Beschleunigerkomponenten. Eine kompakte Übersicht über die Förderinstrumente in FP6 ist zu finden unter <http://www.cordis.lu/fp6/stepbystep/gathering.htm>

CARE besteht aus einem Konsortium von 22 Partner Instituten aus 9 Ländern und ist in vier R&D Arbeitsbereichen (JRA: Joint Research Activity) sowie drei begleitenden Netzwerken organisiert (siehe Abb. 118). Letztere dienen der Unterstützung der Kommunikation unter den JRA Partnern und anderen interessierten Gruppen. Der Schwerpunkt der R&D Aktivitäten in den vier Arbeitsbereichen umschließt die Verbesserung normal- und supraleitender Beschleunigungsstrukturen für Elektronen und Protonen, die Entwicklung von Photo-Injektoren sowie die Arbeiten an supraleitenden Magneten auf Basis von Niob-Zinn. JRA1 SRF (Superconducting Radio Frequency) wird von DESY koordiniert und konzentriert sich auf die Weiterentwicklung supraleitender Linearbeschleuniger für Elektronen. Unmittelbare Zielsetzung ist die Verbesserung des supraleitenden Beschleunigers TTF2/VUV-FEL. Darüber hinaus ist zu erwarten, dass zukünftige supraleitende Beschleunigerprojekte wie z. B. der XFEL oder der ILC durch diese Entwicklungen richtungweisende Impulse erhalten werden. Das JRA1 SRF besteht aus 8 Partner Instituten (DESY, CEA, CNRS-Orsay, INFN-Legnano, INFN-Milano, INFN-Roma2, Paul Scherrer Institute, Technical University of Lodz, Warsaw University of Technology, IPJ Swierk) und vier assoziierten Partnern aus der Industrie (ACCEL Instruments GmbH, WSK Mess-

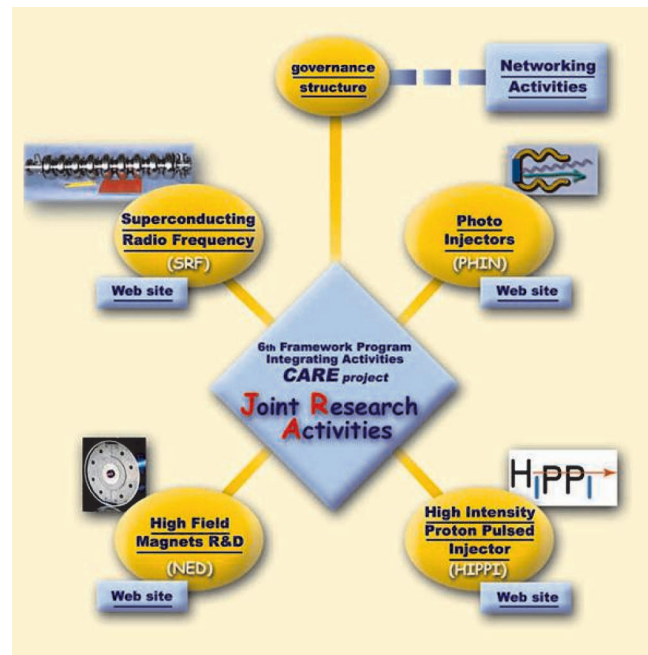


Abbildung 118: Organisationsschema des CARE Projektes. Detaillierte Informationen über CARE, die Arbeitsbereiche JRA und die Netzwerke sind im Internet zu finden unter <http://esgard.lal.in2p3.fr/Project/Activities/Current/>

und Datentechnik GmbH, E.ZANON SPA und Henkel Lohnpoliertechnik GmbH). Die R&D Arbeiten sind in 10 verschiedene Arbeitspakete („workpackages“) eingeteilt.

Drei dieser Pakete beziehen sich auf verbesserte Fertigungsmethoden (Optimierung der klassischen Fertigung durch Schweißen, Herstellung nahtloser Beschleunigungsstrukturen sowie Beschichtungsverfahren mit supraleitendem Niob auf Kupfer Körper). Zwei weitere Arbeitspakete beziehen sich auf Präparation der supraleitenden Oberfläche sowie auf deren metallurgische Analyse. Die weiteren Arbeitspakete gruppieren sich um Zusatzkomponenten wie Hochfrequenzkoppler, Abstimmeinheiten, Instrumente zur Strahlanalyse oder sonstige Testeinrichtungen. Der finanzielle Aufwand des JRA1 SRF beläuft sich auf rund 12 Millionen € über vier Jahre, der EU Förderbeitrag beträgt rund 5 Millionen €.

Im ersten Jahr der R&D Arbeiten im JRA1 wurde eine Vielzahl von Entwicklungen angegangen. 14 Meilensteine wurden erreicht und sind durch entsprechende Berichte oder Veröffentlichungen belegt. Darüber hinausgehend gab es eine Reihe weiterer Veröffentlichungen und Beiträge zu Konferenzen. Die speziell bei DESY bearbeiteten Themen sind:

- Analyse der bisherigen Resonator Fertigung in Hinblick auf Zuverlässigkeit und Reproduzierbarkeit der supraleitenden Eigenschaften
- Einfluss des Vakuums auf die supraleitende Qualität der Schweißnähte
- Weiterentwicklung des Verfahrens zur Herstellung nahtloser Resonatoren durch hydrostatische Umformung statt der konventionellen Schweißtechnik
- Weiterentwicklung und Industrialisierung der Elektropolitur
- Erprobung eines innovativen Reinigungsverfahrens mit CO₂
- Weiterentwicklung einer Scanning Methode zur Analyse sauberer Oberflächen auf Kleinstpartikel
- Entwicklung einer Squid Scanning Methode zur Analyse möglicher Verunreinigungen im Niob Material
- Entwicklung der Hard- und Software zur Regelung und Kontrolle der Hochfrequenzsignale eines Linearbeschleunigers.

Als Beispiele für den wissenschaftlichen Fortschritt seien genannt:

- der Nachweis, dass die supraleitenden Eigenschaften der nach der Methode „Vacuum Arc“ aufgebrauchten dünnen Niobschichten sich nicht von denen des massiven Niob unterscheiden.
- die Etablierung der Elektropolitur in Verbindung mit moderater Wärmebehandlung als Präparationsmethode hochwertiger supraleitender Beschleunigungsresonatoren.
- die Inbetriebnahme der neuen EB Schweißanlage zur Fertigung von Niob Resonatoren unter extrem guten Vakuum Bedingungen (siehe Abb. 119).

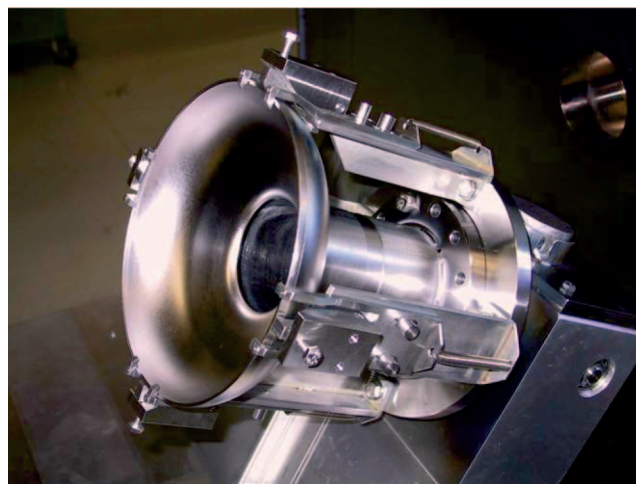


Abbildung 119: Schweißhalterung zur Herstellung einzelner Niob Test Resonatoren in der neuen Elektronen Schweißanlage bei DESY.

Normalleitende Beschleunigungsstrecken für Elektronen/Positronen – MHF-e –

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 23 800-kW-Klystrons, ein 600-kW-Klystron, zwei 300-kW-Klystrons und zwei 250-kW-Klystrons. Die DC-Anschlussleistung der 16 Senderanlagen beträgt 34 MW. Die HF-Leistung wird über ca. 3.5 km Hohlleiter auf ca. 120 normalleitende und 16 supraleitende Resonatoren verteilt.

HF-Betrieb für HERA-e

Im Berichtsjahr 2004 gab es zwei Betriebsperioden, die durch eine 2-monatige Wartungsperiode unterbrochen waren. An den technischen Störungen waren die 500-MHz HF-Systeme von HERA-e mit 187 Störungen beteiligt. Das entspricht 7.2 Anlagenstörungen pro Woche, bzw. einem mittleren Zeitraum von knapp 8 Tagen zwischen zwei Störungen eines HF-Systems. Der

langjährige Durchschnittswert für die 500-MHz HF-Systeme liegt bei 10 Tagen. Die Anlagenzuverlässigkeit war somit im Rahmen der statistischen Genauigkeit durchschnittlich. Wie schon in der Vergangenheit, haben die Klystronschutz-Systeme (Crowbars inkl. Sensorik) einen vergleichsweise hohen Anteil an den Anlagenstörungen. Sie sind bei HERA-e für ca. eine Störung pro Woche verantwortlich.

Entwicklung eines neuen Klystronschutz-Systems für HERA-e

Ein Klystronschutz-System hat die Aufgabe, ein Klystron vor Beschädigung bei einem internen Hochspannungsüberschlag zu schützen. Aufgrund der hohen Strahlleistung von ca. 3 MW muss ein solches System innerhalb eines Zeitraumes von weniger als 100 μ s einen Hochspannungsüberschlag detektieren und das Klystron leistungslos schalten. Der Klystronschutz der HERA-e Senderanlagen besteht im Wesentlichen aus Funkenstrecken-Crowbars, die direkt über schnelle Stromsensoren im Klystronstromkreis getriggert werden. Die Betriebserfahrung der zurückliegenden Jahre legt den Schluss nahe, dass die meisten Crowbar-Zündungen unnötig waren. Sie wurden wahrscheinlich entweder durch Selbstzündung des Funkenstrecken-Crowbars oder durch die zu empfindliche Sensorik ausgelöst. Aufgrund fehlender Diagnosemöglichkeiten bleibt die Ursache für eine Crowbar-Zündung in der Regel unbekannt. Das neu entwickelte Klystronschutz-System soll die erwähnten Mängel beseitigen. Ein von der Gruppe MKK entwickelter Thyristor-Crowbar wird das Problem der Selbstzündung reduzieren. Eine von MHF-e entwickelte Triggerelektronik wird Fehltriggerungen reduzieren und Diagnosemöglichkeiten bieten. Fehltriggerungen werden dabei durch die logische Verknüpfung von mehreren Stromsensoren unterdrückt, siehe Abb. 120. Der Prototyp dieser neuen Triggerelektronik wurde zur Gewinnung von Betriebserfahrung an der Senderanlage HERA-WR installiert.

Automatische Phasenverstellung des HF-Systems HERA-WR

Das HF-System HERA-West-Rechts speist die supraleitenden Cavities von HERA-e. Beim Beschleunigen des Strahls von der Injektionsenergie auf 27.6 GeV wird dabei während des Ramp-Prozesses die Maximalleistung des Senders erreicht, wenn die Cavity-Summenspannung > 34 MV und der Strahlstrom > 40 mA ist. Die Amplitudenregelung des HF-Systems HERA-WR schaltet dabei von Cavity-Spannungsregelung auf Sender-Leistungsregelung um. Die Cavity-Summenspannung der supraleitenden Cavities sinkt daraufhin je nach Strahlstrom auf Werte < 30 MV ab. Die fehlende Cavity-Summenspannung wird durch die restlichen 7 HF-Systeme mit normalleitenden Cavities automatisch kompensiert. In der Vergangenheit waren hin und wieder Strahlverluste aufgetreten, die mit dem Umschalten der Amplitudenregelung in Zusammenhang gebracht wurden. Um diese Umschaltung zu vermeiden, wurde schon seit längerem, insbesondere beim Beschleunigen des Strahls von der Injektionsenergie auf 27.6 GeV, die Phase der Beschleunigungsspannung des HF-Systems HERA-WR gegenüber den restlichen 7 HF-Systemen manuell soweit verstellt, dass die Cavity-Spannung konstant und die Senderleistung sicher unterhalb der Maximalleistung blieb. Um die Operateure von dieser Fingerspit-

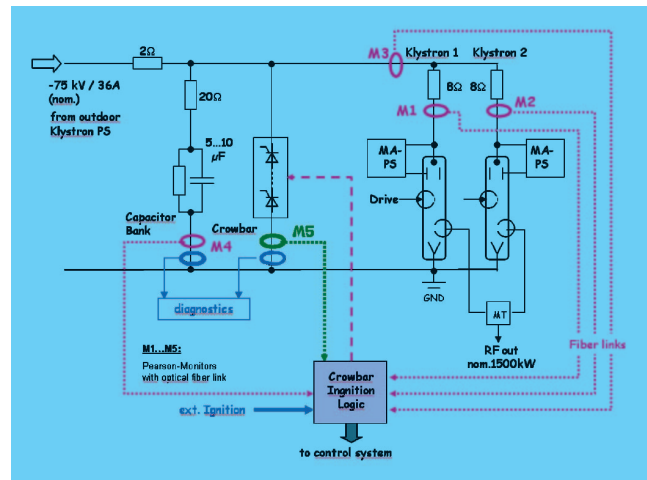


Abbildung 120: Die Skizze zeigt die hochspannungsseitige Beschaltung der Klystrons, und die Triggerelektronik für den Crowbar mit den zugehörigen Stromsensoren (M1-M5). Nur ganz bestimmte, in der Triggerlogik (Crowbar Ignition-Logic) festgelegte Kombinationen von Stromsensor-Signalen, lösen eine Crowbar-Zündung aus. Die Zündung des Crowbars wird über den Sensor M5 kontrolliert.

nigen des Strahls von der Injektionsenergie auf 27.6 GeV wird dabei während des Ramp-Prozesses die Maximalleistung des Senders erreicht, wenn die Cavity-Summenspannung > 34 MV und der Strahlstrom > 40 mA ist. Die Amplitudenregelung des HF-Systems HERA-WR schaltet dabei von Cavity-Spannungsregelung auf Sender-Leistungsregelung um. Die Cavity-Summenspannung der supraleitenden Cavities sinkt daraufhin je nach Strahlstrom auf Werte < 30 MV ab. Die fehlende Cavity-Summenspannung wird durch die restlichen 7 HF-Systeme mit normalleitenden Cavities automatisch kompensiert. In der Vergangenheit waren hin und wieder Strahlverluste aufgetreten, die mit dem Umschalten der Amplitudenregelung in Zusammenhang gebracht wurden. Um diese Umschaltung zu vermeiden, wurde schon seit längerem, insbesondere beim Beschleunigen des Strahls von der Injektionsenergie auf 27.6 GeV, die Phase der Beschleunigungsspannung des HF-Systems HERA-WR gegenüber den restlichen 7 HF-Systemen manuell soweit verstellt, dass die Cavity-Spannung konstant und die Senderleistung sicher unterhalb der Maximalleistung blieb. Um die Operateure von dieser Fingerspit-

zungefühl erfordernden Prozedur zu entlasten, wurde von MHF-e eine Automatik konzipiert und noch vor der Wartungsperiode im Sommer 2004 erfolgreich in Betrieb genommen. Ein willkommener Nebeneffekt der Phasenverstellung ist die Einsparung von insgesamt ca. 500 kW HF-Leistung, da die sinkende Cavity-Spannung der supraleitenden Cavities nicht mehr durch höhere Cavity-Spannungen der normalleitenden Cavities kompensiert werden muss.

Neue Klystronmodulatoren

Ende Juni 2003 brannte der HV-Raum des HF-Systems HERA-SL aus. Die Sanierungs- und Wiederaufbauarbeiten konnten noch im selben Jahr abgeschlossen werden. Die Inbetriebnahme erfolgte jedoch erst Anfang 2004. Das HF-System arbeitet seitdem wieder einwandfrei, obwohl anfangs improvisiert werden musste, weil das HV-Netzteil zur Modulationsanodenansteuerung der Klystrons nicht rechtzeitig geliefert wurde. Weiterhin wurden die beiden Klystronmodulatoren der HF-Systeme PETRA-SL im Berichtsjahr erneuert. Das war erforderlich, da die verwendeten Leistungs-Trioden nicht mehr lieferbar sind und der Reservebestand bedrohlich gesunken war. Die neuen Klystronmodulatoren arbeiten mit kommerziellen, getakteten HV-Netzteilen. Diese Technik hat sich bereits bei den HF-Systemen HERA-WL, DESY II und zuletzt bei HERA-SL gut bewährt.

Planungen und Entwicklungen zur PETRA III HF

Der Prototyp einer schnellen HF-Regelung in I/Q-Technik zur Ausregelung von Störmodulation im Klystron wurde an der Testsenderanlage aufgebaut und getestet. Eine „Klystron-Efficiency-Loop“ wurde entwickelt. Sie maximiert den Klystron-Wirkungsgrad, indem sie für jede Klystron Ausgangsleistung die Parameter Kathodenspannung, -strom und Treiberleistung optimiert. Die Entwicklung eines schnellen PXI-ADC-Boards mit 10 MHz Sample-Rate, I/Q-Demodulation und integriertem Transientenrekorder wurde in Zusammenarbeit mit FE begonnen. Für das longitudinale Multi-Bunch Feedback ist ein 1.5-GHz-Cavity mit 62-MHz Bandbreite in der Entwicklung.

TTF HF-Systeme

Bei TTF wurden im Berichtsjahr von MHF-e die Hohlleiterverbindungen von Modulator 2 zum Gun-Cavity und von Modulator 3 zum Modul ACC1 neu aufgebaut. An den Hohlleitersystemen der Module ACC2 bis ACC5 wurden Umbauten vorgenommen.

500-MHz Klystron-Reserven

Die Situation der Klystron-Reserven hat sich gegenüber dem vergangenen Jahr noch weiter verschärft. Im Betriebsjahr sind zwei Klystrons bei PETRA ausgefallen. Eine für Mitte 2004 zugesagte Lieferung von zwei neuen Klystrons ist noch nicht erfolgt. Im Jahr 2005 wird sich die Situation entspannen. Es wird die Lieferung von 6 neuen und einem reparierten Klystron erwartet.

Anlagen zur Beschleunigung von Protonen – MHF-p –

Die Gruppe MHF-p ist verantwortlich für die Hochfrequenzsysteme zur Protonenbeschleunigung in den Ringbeschleunigern DESY III, PETRA und HERA und für die HF-Systeme des VUV-FELs, des geplanten XFELs und des vorgeschlagenen Linear Colliders TESLA.

Protonen-HF-Systeme

Nach Beendigung der Aktivitäten der Wartungsperiode im Jahr 2003 wurden die Protonen-Hochfrequenzsysteme im Jahr 2004 wieder bei hohen Leistungen betrieben. Zu Beginn des Jahres 2004 wurde eine zunehmende „Coasting Beam“ Produktion in HERA beobachtet. Dabei gehen Protonen aus den Hochfrequenzbuckets verloren und laufen ungebuncht in dem Beschleuniger um. Die Teilchen gehen schließlich an den Wänden, Kollimatoren oder in den Experimenten verloren, wo sie zu erhöhten Untergrundraten führen. Trotz intensiver Suche konnte zunächst keine Ursache in den Protonen Hochfrequenzsystemen lokalisiert werden. Schließlich wurde

eine defekte HF N-Steckerverbindung zwischen Treiber und Endstufe eines der 208 MHz-Systeme gefunden. Nach Beseitigung dieses Fehlers war die „Coasting Beam“ Produktion stark reduziert und die Untergrundbedingungen der Experimente verbessert. Während der Betriebsunterbrechung im Spätsommer wurden daher sämtliche HF Stecker erneuert. Weitere Wartungsarbeiten wurden ausgeführt. Ein Wasserleck an einem 208 MHz Einkoppelfenster wurde beseitigt. Bei den 52 MHz Systemen wurden die Elektrolytkondensatoren der Versorgungsspannungsfiler aller Halbleitervorverstärker erneuert. Die Lüfter im Elektronikkanal wurden getauscht. Im HF Kontrollraum in der HERA Halle West wurden sämtliche Sicherungsschalter in den Versorgungsschränken erneuert. Außerdem wurden diverse Elektronikarten implementiert, um Messsignale für den Transientenrekorder aufzubereiten. Bei beiden Systemen wurden prophylaktisch verschiedene Elektrolytkondensatoren und Reed Relais erneuert. Die Phasenregelschleife 1 zur Dämpfung longitudinaler Strahlschwingungen wurde ausführlich untersucht und verbessert. Die Planung eines longitudinalen Feedbackresonators für den HERA Protonenring wurde begonnen.

Bei DESY II und PETRA wurden die üblichen Wartungsarbeiten vorgenommen. Das Transientenrekorder-Messsystem bei PETRA wurde um einige Signale und Optionen erweitert.

VUV-FEL, XFEL und TESLA

Der Betreuung des Betriebes und die Durchführung von Reparatur- und Wartungsarbeiten der Hochfrequenzsender des VUV-FEL ist ein weiteres Arbeitsgebiet der Gruppe. Die im Jahr 2003 neu aufgebauten und in Betrieb genommenen Sender wurden im Jahr 2004 für den Betrieb des VUV-FEL verwendet. Dazu mussten sie in das Beschleunigerkontrollsystem eingebunden werden. Die Überwachungselektroniken der Sender wurden in Zusammenarbeit mit DESY Zeuthen mehrfach verbessert. Da ein Großteil der Betriebszeit für Studien des Beschleunigers reserviert war, mussten die Hohlleiterverteilungen von den Sendern zu den Beschleunigermodulen mehrfach modifiziert und an die Testbedingungen angepasst werden. Diese Arbeiten fanden in Zusam-

menarbeit mit der Gruppe MHF-e statt. Die Arbeiten für ein neues Überwachungssystem der bestehenden Sender wurden fortgesetzt. Mit dem Aufbau eines Reservesenders für den VUV-FEL wurde begonnen.

Ein weiteres wichtiges Arbeitsgebiet der Gruppe ist die Durchführung von Entwicklungsarbeiten für den geplanten XFEL und den internationalen Linear Collider. Neben dem französischen Hersteller von 10 MW Multibeam Klystrons konnten nun ein amerikanischer und ein japanischer Hersteller jeweils die ersten Tests von 10 MW Multibeam Klystrons durchführen. Die Lieferung der Prototypen ist für das kommende Jahr zu erwarten. In einer der DESY Hallen wurde mit dem Aufbau einer Senderanlage begonnen, die den Test sowohl von Multibeam Klystrons als auch von Hohlleiterkomponenten erlaubt. Die Anlage zeichnet sich im Vergleich zu den VUV-FEL Sendern durch die Integration einer größeren Anzahl von genaueren Messeinrichtungen aus. In Zusammenarbeit mit der Gruppe MKK wurde mit dem Test von 1.5 km langen Hochspannungspulskabeln, die für den XFEL und den Linear Collider benötigt werden, begonnen. Der vom Forschungszentrum Karlsruhe entwickelte Hochspannungsmodulator, der auf Energiespeicherung in einer supraleitenden Spule basiert, wurde an DESY geliefert, aufgebaut und erste Tests wurden durchgeführt. Die ersten Komponenten der Sender für die geplante Kryomodultesthalle wurden geliefert, und an den weiteren Planungen der Halle wurde mitgearbeitet. Zur Vorbereitung des Planfestellungsverfahrens des XFEL wurden Unterlagen, die die Hochfrequenzversorgung des XFEL betreffen, ausgearbeitet.

Darüber hinaus hat sich die Gruppe an Durchführung und Organisation von Konferenzen und Präsentationen beteiligt. Im April fand der Besuch des ITRP Komitees statt, das eine Empfehlung für die Technologie eines zukünftigen Linear Colliders erarbeiten sollte. Die Gruppe MHF-p beteiligte sich dabei durch verschiedene Präsentationen und Vorträge. Im September wurde das European Pulsed Power Symposium von der IEE aus Großbritannien und der International Society on Pulsed Power Applications bei DESY ausgerichtet. Für die von DESY übernommenen Aufgaben der Organisation und Durchführung war die Gruppe MHF-p verantwortlich.

Software und Technik zur Kontrolle von Beschleunigern – MST –

Die Bereichsgruppe MST betreibt die Kontrollsysteme der Beschleuniger LINAC II/III, DESY II/III, DORIS, PETRA und HERA sowie der dazugehörigen Strahltransportwege. Für diese Kontrollsysteme sowie für das Kontrollsystem des VUV-FEL entwickelt und betreut MST Software. MST betreibt ein umfangreiches Netzwerk mit über 500 angeschlossenen Rechnern und unterhält ein Entwicklungs- und Servicelabor für Elektronikmodule zur Steuerung und Überwachung von Beschleunigerteilsystemen oder technischen Beschleunigerkomponenten.

Rechnergestützte Beschleunigerkontrollen

Applikationssoftware: Die Arbeiten an der Applikationssoftware aller von MST betreuter Kontrollsysteme waren im Berichtsjahr deutlich von Programmupdates, Programmpflege und Programmoptimierungen bestimmt. Diese erfolgten in engem Kontakt oder in Absprache mit der Betriebsmannschaft im Beschleunigerkontrollraum, den betroffenen technischen Fachgruppen und den Maschinenkoordinatoren. Speziell im Bereich der PETRA Applikationssoftware wurde ein umfangreiches Renovierungs- und Verbesserungsprogramm in Angriff genommen. Im Routinebetrieb zu Tage getretene Fehler wurden beseitigt und Softwareprozeduren an geänderte Betriebsabläufe angepasst.

Im Rahmen des allgemeinen HERA Verbesserungsprogramms wurden durch MST im Softwarebereich eine Vielzahl von Maßnahmen durchgeführt oder begonnen. Hierzu zählen einerseits Programme für eine verbesserte Automatisierung des HERA Betriebs und andererseits Funktionalitätserweiterungen der Serversoftware im Rahmen der Erneuerung des Elektronen-/Positronenstrahlagesystems. Letztere Arbeiten wurden in Zusammenarbeit mit der Gruppe MDI ausgeführt. Bei DORIS wurde in Zusammenarbeit mit der Gruppe MDO die Strahlagemessung und Strahlageüberwachung erneuert, die jetzt mit einer vielfach höheren Wiederholrate betrieben werden

können. Im Bereich der Kontrollsysteme der Vorbeschleuniger musste auf veränderte Anforderungen aus dem HERA-Betrieb reagiert werden. In Zusammenarbeit mit den Gruppen MIN und MDE konnten automatisierte Umschaltprozeduren zwischen Elektronen- und Positronenbetrieb freigegeben werden. Für das Kontrollsystem des VUV-FEL wurde der Magnetserver erneuert und an die erweiterte Magnetinfrastruktur angepasst. Ein Verbund aus einer Workstation und mehreren verteilten „embedded“ PC-Systemen erlaubt den Zugriff auf ca. 250 bereits existierende oder neu installierte Controller für Magnetnetzgeräte. Die Funktionalität des Magnetserver wurde erweitert, um z. B. ein sogenanntes „Beam-Based-Alignment“ im Undulatorbereich zu ermöglichen. Darüber hinaus wurde ein Server für die Temperaturüberwachung der Magnetspulen und zur Strahlungsdosismessung bereitgestellt. Basierend auf der Software zur Bedienung und Steuerung des Türeninterlocks im Rahmen des Beschleunigerstrahlenschutzes bei LINAC II und DESY II/III entstanden die notwendigen Applikationsprogramme auch für das Interlocksystem des VUV-FEL.

Systemsoftware: Mit dem im Rahmen des HERA Kontrollsystem entwickelten „Threefold Integrated Network Environment (TINE)“ steht MST eine überaus leistungsstarke, zuverlässige und Betriebssystem unabhängige Systemsoftware zur Verfügung. Die implementierten, vielfältigen Kommunikations- und Transaktionsmechanismen werden durch eine Fülle zentraler Dienste ergänzt. Auf Grund seines großen Funktionalitätsumfangs kann ein TINE-basierendes Kontrollsystem weitgehend nahtlos mit anderen Kontrollsystemtypen verbunden oder in andere Kontrollsysteme integriert werden. Im Berichtsjahr wurde eine neue Version des TINE Softwarepakets freigegeben. Unter anderem wurden die Möglichkeit von standardisierten Selbsttests von Servern und ihrer Funktionalitäten eingefügt, die Schnittstellen zu MatLab und LabView verbessert und begonnen, die JAVA Klassenbibliotheken für einen TINE Server zu implementieren. Darüber hinaus konnte die TINE Kontrollsystemsoftware auch auf den FPGA-basierenden NIOS Prozessor portiert werden.

Infrastruktur, EDV-Sicherheit und Betrieb: Auch im Bereich der Kontrollsysteminfrastruktur wurden im Berichtsjahr eine Reihe von Verbesserungen und Änderungen durchgeführt. Es fanden Umbauarbeiten an den Bedienungskonsolen im Beschleunigerkontroll-

raum statt, und Rechner und Bildschirme wurden in weitem Umfang erneuert. Ein Hauptaugenmerk lag hierbei auf der Benutzung standardisierter und automatisierter Installations- und Ersatzprozeduren. Darüber hinaus wurden verbesserte Hilfsprogramme zur Fernbedienung, Prozessüberwachung und Fehleranalyse eingeführt. Ein weiterer Schwerpunkt bestand in der Neukonfiguration des Rechnernetzwerks der von MST betriebenen Kontrollsysteme. Störungen in der zentralen, DESY-weiten Netzwerkinfrastruktur beeinflussten in der Vergangenheit immer wieder die Betriebsfähigkeit der Kontrollsysteme, sodass in Zusammenarbeit mit der zentralen IT Gruppe eine weitgehende Entkoppelung und verbesserte Administrierbarkeit erreicht werden konnte. Die Sicherheit der Rechnersysteme konnte auch in diesem Jahr nicht außer Acht gelassen werden und verstärkte Schutzmaßnahmen wurden ergriffen.

Front-End Systeme und digitale Elektronik

Betrieb: Seit jeher kommt digitale Elektronik im Bereich der Beschleunigerkontrollen in großer Stückzahl zum Einsatz. So mussten über dreitausend Controllermodule angepasst und verbessert, gewartet und gegebenenfalls repariert werden. Beispielhaft ist in diesem Zusammenhang der alterungsbedingte, prophylaktische Austausch von mehreren hundert Betriebsspannungsnetzgeräten zu nennen, um auch in Zukunft einen reibungslosen Betrieb gewährleisten zu können. Im Rahmen einer mit der Gruppe MDI vereinbarten Aufgabenverschiebung hat MST im Berichtsjahr die Betreuung weiterer Elektronikmodule übernommen. Diese kommen in großer Zahl bei der Ansteuerung und Überwachung von Vakuumsystemkomponenten, beim technischen Interlock sowie bei der Synchronisation der Beschleuniger und beim Teilchentransfer zum Einsatz. Diese Verantwortungsübernahme war mit einer intensiven Einarbeitung und Erarbeitung von Dokumentation verbunden.

Für den VUV-FEL wurden mehr als 200 Netzgerätecontroller bereitgestellt und erfolgreich in Betrieb genommen. Darunter befindet sich auch ein neuer Controllertyp, der über eine CAN-Bus Verbindung mit einem Front-End Server kommuniziert, welcher die Verbindung zum Kontrollsystem darstellt. Ferner wurden Elektronikmodule für eine fernbediente Umschaltung

von Magnetnetzgeräten im Fehlerfall entwickelt und zusammen mit den Gruppen MKK und MDI ein System zur Durchführung eines „Beam-Based-Alignments“ im Undulatorbereich aufgebaut.

Neuentwicklungen: Basierend auf den Erfahrungen mit dem für den VUV-FEL neu entwickelten Controllertyp wurde die Entwicklung von drei neuen Generationen digitaler Controller für technische Beschleunigerkomponenten weitergeführt. Diese Produktlinien unterscheiden sich in ihrer Leistungsfähigkeit, besitzen eine moderne, offene Datenschnittstelle (CANOpen) und bieten durch ihre Modularität ein hohes Maß an Flexibilität bei den analogen oder digitalen Benutzerschnittstellen. Ein Großteil der in den Beschleunigerkontrollen eingesetzten Front-End Elektronik benutzt das vor längerer Zeit bei DESY entwickelte, proprietäre Kommunikationsprotokoll SEDAC. Auch wenn Neuentwicklungen nur noch selten in SEDAC Technologie realisiert werden, muss jedoch die vorhandene SEDAC Infrastruktur weiter unterstützt werden. Zu diesem Zweck wurden bei MST drei neue SEDAC Interfacemodule entwickelt. Hierbei handelt es sich um einen SEDAC Sender in Form eines IndustryPack Moduls, welches auf ein gängiges Carrier Board aufgesteckt werden kann, und um eine SEDAC Senderelektronik, die mit einer Ethernetschnittstelle ausgestattet ist. Ferner wurde ein SEDAC Crate Controller entwickelt, der im Überrahmen dem SEDAC Standard folgt, aber nach außen über CAN-Bus kommuniziert. In Zusammenarbeit mit der Gruppe MDI entstand ein digitales Elektronikmodul für die HERA-p Strahllagemessung, welches überalterte und nicht mehr nachproduzierbare Elektronikeinheiten ersetzen soll.

Neue Projekte (PETRA III, XFEL)

Die Gruppe MST ist für das Kontrollsystem der zukünftigen Synchrotronlichtquelle PETRA III verantwortlich. Das Berichtsjahr wurde dafür genutzt, die Projektvorbereitungen voranzutreiben und Arbeitsgruppen zu bilden, den Aufgabenumfang zu spezifizieren, konzeptionelle Arbeiten zu beginnen und die Applikationsprogrammierer mit der Programmiersprache JAVA und der Programmierumgebung Eclipse vertraut zu machen. Die vorgesehene Erneuerung wird auf Kontrollsystem- wie auf Elektronikebene neben PETRA auch die Vorbeschleuniger LINAC II und DESY II umfassen. Mit

der Gruppe MSK wurde vereinbart, dass sich MST an der Entwicklung von Software für die Hochfrequenzregelung der supraleitenden Beschleunigungsmodule des XFELs beteiligen wird.

Quenchüberwachung

Die Aufgabe der Projektgruppe „Quenchüberwachung“ besteht darin, die Quenchüberwachungssysteme des HERA-Rings weiter zu entwickeln und zu betreiben. Von einem Quench spricht man, wenn ein supraleitender Magnet, zum Beispiel durch einen Energieeintrag bei einem Strahlverlust, schlagartig in den normalleitenden Zustand übergeht. Die Quenchüberwachungssysteme sorgen dann unter anderem dafür, dass der Magnetstrom schnell genug abgeschaltet wird, bevor eine Zerstörung der betroffenen Magnetspule eintreten kann. Die Projektgruppe organisiert eine Rufbereitschaft und besteht aus Mitgliedern der M-Bereichsgruppen MST, MDI, MVP und MKS sowie der FH-Bereichsgruppe FEB. Im Berichtsjahr neu hinzugekommen ist ein Mitglied der Gruppe FH1, um die notwendige Personalstärke der Projektgruppe zu erhalten. Dies wurde zum Anlass genommen, ein umfangreiches Ausbildungs- und Auffrischungsprogramm zu beginnen. Es gibt ein großes, HERA-weites Quenchüberwachungs- und Alarmsystem für die Hauptmagnete des HERA-Protonenrings. Zwei lokale, kleinere Systeme überwachen die supraleitenden Magnete in den Wechselwirkungszonen von H1 und ZEUS. Alle Systeme verhielten sich im Berichtsjahr weitgehend unauffällig. Dies ist u. a. darauf zurückzuführen, dass die Quenchüberwachungssysteme einer regelmäßigen, präventiven Wartung unterzogen und aufgetretene Fehler umgehend und systematisch beseitigt wurden. Sorgen bereiteten jedoch zeitweise auftretende Fehlalarme, deren Ursache nicht ermittelt werden konnte.

Personen-Sicherheitssysteme – MPS –

Die Gruppe MPS (bis 31.10.2004: MST4) ist verantwortlich für die technische Erstellung und den sicheren Betrieb von Interlocksystemen zum Schutz von Per-

sonen gegen ionisierende Strahlung bei Beschleunigerbetrieb. Dies umfasst die Bereitstellung von Teilsystemen wie Türeninterlock- und Notaus-Systemen, Warneinrichtungen, Beamshutter- und Strahlfallensteuerungen sowie Strahlfreigabe-Steuerungen für jeden Beschleuniger einschließlich der Sicherheitsbedingungen bei Verbundbetrieb. Bei den Interlocksteuerungen werden auch Sicherheitsmeldungen anderer Gruppen verarbeitet sowie Freigabesignale den Gruppen zur Verfügung gestellt, die für eine sichere Abschaltwirkung der Beschleunigerkomponenten verantwortlich sind. Die Steuerungen aller Magnetstrom- und einiger Laser-Interlocks an Beschleunigern werden ebenfalls von MPS erstellt. Darüber hinaus werden von MPS die Einrichtungen für einen überwachten Zugang zu Beschleunigergebieten (ZZ) bereitgestellt und weitere Aufgaben im Bereich von Zugangskontrollen wahrgenommen, z. B. bei den HERA-Pförtneranlagen.

MPS hat es sich zum Ziel gesetzt, die teilweise historisch gewachsenen und häufig modifizierten Interlockeinrichtungen schrittweise zu verschlanken und auf moderne Systeme umzustellen. Dabei liegt die Priorität bei den Beschleunigern, die für die Zukunftsprojekte von DESY eine zentrale Bedeutung haben. Die Sicherheitsschaltungen werden in neuen, selbst entwickelten Standardmodulen weiterhin in hartverdrahteter Relais-technik ausgeführt, allerdings mit sichereren zwangsgewährten Relais. Diese sind über ein CAN-Bus-Interface mit einem Computer verbunden, so dass ständig Schaltzustände auf Plausibilität geprüft werden können. Eine Computersteuerung der Relais ohne entsprechende Voraussetzungen durch die Hardware-Logik muss dabei in Schaltungen mit hoher Sicherheitsrelevanz ausgeschlossen sein, dagegen können andere Funktionen, wie z. B. die Ansteuerung von Warneinrichtungen, auch rechnergesteuert ablaufen.

Im Jahr 2004 wurde das Sicherheitskonzept des neuen Türen-Interlocksystems vom TÜV Nord im Auftrag von D3 anhand von Beschreibungen und Schaltungsunterlagen von MPS überprüft. Dabei war insbesondere zu untersuchen, ob Fehlfunktionen des Interlockcomputers, der zur Vorgabe der Absuchreihenfolge, aber auch zur Unterstützung des überwachten Zugangs (ZZ) eingesetzt wird, zu einem unsicheren Zustand des Systems führen können. Der Technische Prüfbericht des TÜV vom 10.5.2004 besagt eindeutig, dass hier keinerlei Sicherheitsrisiko besteht.

Interlock-Installationen an den Beschleunigern

An den Beschleunigern wurden im Jahr 2004 folgende neue Sicherheitssysteme installiert und nach der vorgeschriebenen Interlockprüfung in Betrieb genommen:

TTF: Das Interlockgebiet wurde für VUV-FEL vergrößert und dabei ein vollständig neues Türeninterlocksystem in Betrieb genommen in der modernen Technik, wie sie seit 2003 bei LINAC II und DESY im Einsatz ist. Für die Freigabe-Steuerungen der Klystrons 2 und 3 konnte das bereits seit längerer Zeit fertig gestellte neue HF-Interlocksystem in Betrieb genommen werden, bei dem die HF-Leistung des Klystrons über Hohlleiterbrücken in sog. Switchyards zu verschiedenen Verbrauchern mit unterschiedlichen Interlockbedingungen geleitet werden kann. Dafür sind u.a. die Überwachung von Kontakten an Hohlleiterbrücken und die Anwahl einer gültigen Betriebsart Voraussetzung für den Betrieb. Damit wird erstmals ein definiertes, überwacht Umschalten eines Klystrons auf verschiedene Verbraucher ermöglicht, was die Sicherheit bei der gewünschten Flexibilität des TTF-Betriebs erhöht. Die Installationen für die baugleichen HF-Interlocks von Klystron 4 und 5 sind kurz vor dem Abschluss. Bei der Interlockprüfung war einer Auflage der Aufsichtsbehörde entsprechend ein Vertreter des TÜV anwesend, dem hier erstmals Interlock-Komponenten der neuen Technik in Funktion vorgestellt wurden; es gab keinerlei Beanstandungen der MPS-Installationen.

DESY II/III: Die Nebenräume im Beschleunigertunnel wurden erstmals mit Blinkwarnlampen und Not-schaltern ausgerüstet. Die Installationen des alten Türeninterlocksystems, das seit 2003 außer Betrieb ist, wurden entfernt. Der neue Raum „SIR“ für Interlock-einrichtungen im Geb. 20 wurde baulich fertig gestellt. Dort wurde auch ein Rack für die Strahlungsüberwachungsanlage von D3 bereitgestellt und die Umrangie-rung von dem alten Standort organisiert.

DORIS: Die Strahlfallensteuerung wurde vollständig erneuert und in Betrieb genommen.

PETRA: Es wurde eine neue Sprechanlage in Betrieb genommen.

HERA: Im Rahmen der Stilllegung des HERA-B-Experimentes und des Umbaus der Abschirmung zur Halle West wurde das Türeninterlock des HERA-B-Gebiets und der angrenzenden Tunnelgebiete modifiziert. Im Tunnel nahe des H1-Experimentes wurden zusätzliche von H1 installierte Notschalter für lokale Gefahrenquellen in das Personen-Interlocksystem eingeschleift.

Neuentwicklungen für Interlocksysteme

Im Elektroniklabor von MPS wurde 2004 kontinuierlich an der Entwicklung neuer Hardware zur Modernisierung der Interlocksysteme gearbeitet. Dabei sind einige Prototypen gebaut und bei TTF in Betrieb genommen worden: ein Suchkreismodul zur Vereinfachung des Türeninterlocksystems, eine universelle CAN-Bus-Interfaceplatine für neue Interlockmodule und eine neue CAN-Terminal-Box zur flexiblen Signalverarbeitung an den Beschleunigertüren. Der Prototyp einer modularen Freigabesteuerung ist für den VUV-FEL einsatzbereit; neue 60 V-Sicherungsfelder mit CAN-Bus-Anschluss sind ebenfalls bereit zur Installation. In der Labor-Testphase befinden sich ein neuartiges Notaus-System und wartungsarme Blinkwarnlampen mit LED.

Kommunikationssysteme und Zugangskontrollen

Die Vereinheitlichung der Direkttelefone im BKR wurde 2004 abgeschlossen und eine Kommunikationsmöglichkeit per Head Set geschaffen. Mit neu erstellter Software kann der Telefonstatus auf den Monitoren der Interlockkonsolen angezeigt werden. Bei den Beschleunigern mit dem neuen Türen-Interlocksystem wurden neue Video-Multiplexer mit CAN-Bus-Steuerung in Betrieb genommen, die im BKR die Kamera-Umschaltung zwischen den ZZ-Interlocktüren steuern. Das Kabelnetz zur Übertragung der Audiosignale wurde neu aufgesetzt. Es wurde ein neues Konzept für die HERA-Pförtneranlage erarbeitet, das im Rahmen des Umbaus der Pförtneranlage Notkestrasse das störanfällige alte System ersetzen soll. Die Installationsphase hat begonnen.

Zusätzlich zu den Entwicklungs- und Installationsarbeiten waren im Jahr 2004 sechs Mitarbeiter von MPS regelmäßig als Operateure im BKR- Schichtdienst aktiv.

Diagnose und Instrumentierung – MDI –

Die Gruppe MDI ist zuständig für die Erfassung und Messung der Strahleigenschaften in nahezu allen Beschleunigern und Speicherringen bei DESY. Dazu gehören die Analyse von Strahlage, Strahllänge, Strahlströmen, Strahlprofilen, sowie die Messung der Strahlverluste und die Integration von diversen Signalen in Maschineninterlock-Systemen zum Schutz vor Zerstörung von Komponenten.

Das bei DESY weit verbreitete Datenübertragungssystem SEDAC wurde in Zusammenarbeit mit MST sehr stark verbessert. Das neue „Fast SEDAC“ System erlaubt Datenraten von 1 Mbit/s (bisher 0.25 Mbit/s) mit einer Datenbreite von 32 Bit (bisher 16 Bit). Das neue System wurde während der Wartungsperiode 2004 in HERA-e eingebaut, inklusiv den entsprechend verbesserten Datenübertragungsleitungen zu den HERA Hallen. Für HERA-e wurde ein komplett neues Strahllagesystem entwickelt, eingebaut und in Betrieb genommen. Es basiert auf „32 Bit-ADD-RAM-Modulen“ für eine schnelle und hoch auflösende Orbitmessung. Es erlaubt:

- Mittelwertbildung aus max. 4096 Einzelmessungen,
- Messgeschwindigkeit mit 32 Bit Fast-SEDAC bis zu ca. 50 Hz für den ganzen „HERA-Orbit“,
- Messauflösung ca. 1 μm RMS,
- umfangreiche Strahlage-Speicherfunktionen für ungemittelte Einzelbunch-Strahllagen oder gemittelte Orbitdaten (z. B. First-Turn aller Bunche im Einschuss oder Turn by Turn für Strahlschwingungs-Analysen),
- Zeitgleiches Triggern und Steuern aller Module im Ring über das „Hit-System“.

Ein neues Bunchtrigger-System für die Strahllagemonitore in den Hallen Nord und Süd ermöglicht das Messen der ungestörten e^- , e^+ oder p-Pilot-Bunche.

An der Elektronenstrahl-Profilmessung mit Hilfe des Synchrotronlicht-Monitors wurden erweiterte Rechnungen zum besseren Verständnis des Auflösungsvermögens vorgenommen. Ein neuer Entwurf der Extraktionsspiegel und deren Ansteuerung verringert die thermische Belastung des Spiegels deutlich. Mit dem Synchrotronlicht-Monitor am Protonenring gelang es, ein gutes Abbild des Strahles zu erzeugen. Eine theoretische Analyse des Auflösungsvermögens von Protonen-Synchrotronlicht aus BU-Randfeld ist erfolgt und wird bei der Messung entsprechend berücksichtigt. Ein neuer Strahlprofil-Oszillations-Monitor basierend auf Synchrotronstrahlung wurde für HERA-e vorgesehen. Dessen Konstruktion und Aufbau erfolgte im Rahmen einer Diplomarbeit der FH-Kiel/Institut für Feinwerktechnik und Mechatronik. Erste Komponenten sind im Tunnel installiert, die Inbetriebnahme des Monitors ist für den Beginn 2005 vorgesehen. Bei HERA wurden Tests und Messungen zur Optimierung der Lebensdauermessung durchgeführt. Ziel der Tests soll sein, eine Methode (Hardware und Software) zu finden, die auch bei sehr langen Lebensdauern eine Änderung der Lebensdauer erkennt und schnell zur Anzeige bringt.

In Kollaboration mit IHEP (Moskau) wurde auch für HERA-p ein neuer Strahlprofil-Oszillations-Monitor eingebaut basierend auf optischer Übergangsstrahlung. Erste Tests zeigten, dass genügend Licht zur Auslese entsteht und dass die OTR-Folie dem Strahl für bis zu 100 Umläufen standhält. Die Auslese mit einer speziell dafür entwickelten großflächigen und schnellen Zeilenkamera (IHEP) muss noch in Betrieb genommen werden. Das System zur Vermeidung der schnellen und unkontrollierten Protonen-Strahlverluste in HERA-p durch eine Auswertung des Strahlstromes mit dem AC-Strahlstrommonitor wurde erfolgreich in den regulären Betrieb aufgenommen. Es erkennt einen Strahlstromverlust im Prozentbereich innerhalb eines Umlaufs (21 μs) und löst dann einen Strahldump aus. Ein weiteres System zur schnellen Analyse von Magnetstromänderungen an kritischen Magneten wurde entwickelt, in die Steuerschränke der Netzgeräte eingebaut und erfolgreich getestet. Eine Magnetstromänderung von ca. 1% löst innerhalb ca. 1 ms einen Dump aus, bei gleichzeitiger Unempfindlichkeit gegen Netzstörungen. Bei einer Auslösung werden die Magnetstrom- und Spannungsdaten für eine Ereignisanalyse archiviert. Die Inbetriebnahme aller Einheiten ist für Anfang 2005 vorgesehen. Bei HERA-p wurde

die Wartung der Protonen-Strahllage-Monitore und ihres Auslesesystems, das seit dem Start von HERA im Jahre 1992 unverändert läuft, weiterhin fortgesetzt. Einige PPA-Kassetten werden neu gefertigt, da manche nicht mehr reparierbar sind.

Für das Drahtmesssystem auf den Brücken in HERA wurde ein neues Vier-Kanal-ADC Modul für die Auswertung der 5 kHz Koppler-Signale entwickelt. Dessen Merkmale sind:

- Synchroner Signalabtastung,
- Einzelmessauflösung 16 Bit,
- 16-fach Addierer zur Mittelung verschiedener Phasenwinkel,
- Fein einstellbare Integrationszeit zur Unterdrückung von Störungen,
- Großes RAM für Speicher-Funktion,
- 16- oder 32 Bit SEDAC-Anschluss.

Testmessungen zeigten bei einer Mittelung über ca. eine Sekunde eine Auflösungsgrenze von ca. 30 bis 40 nm.

Die Strahl-Instrumentierung in den Vorbeschleunigern wurde ergänzt, verbessert und weiterentwickelt. In DORIS wurde ein neues Strahllagesystem erfolgreich in Betrieb genommen. Ähnlich dem HERA-e System basiert die Hardware auf einem neuen „32 Bit-ADD-RAM-Modul“ für schnelle, hoch auflösende Orbitmessungen mit den folgenden technischen Eigenschaften:

- Mittelwertbildung aus max. 2048 Einzelmessungen,
- Messgeschwindigkeit mit 32 Bit Fast-SEDAC max. ca. 600 Hz für den ganzen „DORIS-Orbit“,
- Messauflösung ca. 1 μm RMS,
- Einfache Strahllage-Speicherfunktion (z. B. Strahl-injektions-Messungen),
- Testpulser-System.

Das System liefert zuverlässig die Orbit-Daten für:

- Langsame-Strahl-Orbit-Stabilisierung,
- Strahl-Orbit-Überwachung,
- Schwingungsanalyse für die Strahlqualitätskontrolle und für eine schnelle Strahl-Orbitstabilisierung (Abb. 121).

Mit dem Aufbau einer X-ray Pinhole-Kamera zur Emissionmessung wurde begonnen. Der Monitor (Abb. 122) ist installiert worden, die Inbetriebnahme ist für den Beginn 2005 vorgesehen. Eine zweite Messelektronik zur Messung von Einzelbunch-Strömen wurde in DORIS installiert zur Verbesserung der Lebensdauerbestimmung.

Der Transportweg „EL-Weg“ wurde mit 6 neuen Strahllagemonitoren ausgerüstet, die in Zusammenarbeit mit MVA hergestellt wurden. Die Auslese dieser Monitore sowie der Lagemonitore im p-Weg erfolgt durch eine neu entwickelte Elektronik: „16 Bit-Transportweg-ADD-RAM-Modul“. Diese erlaubt eine Mittelwertbildung von maximal 256 Signalen für Testmessungen oder einer entsprechend einstellbaren Anzahl von Bunchen bei Injektion. Sie besitzt einen durch die Bunchnummer gesteuerten schnellen Datenspeicher für bis zu 128 Einzelbunches. Beide Wege wurden ebenfalls mit einem neuen Testpulser-System ausgerüstet. Die Systeme laufen nach der Inbetriebnahme in 2004 einwandfrei.

Die neuen Abschnitte des LINAC II wurden mit Strahllagemonitoren und Kabeln ausgerüstet.

Die Planungen für die Diagnostik in PETRA III wurden begonnen. Insbesondere die Frage nach hochauflösenden und schnellen Orbitdaten für ein Orbit-Feedback-System wurde zusammen mit MSK diskutiert und Lösungen erarbeitet. Erste Untersuchungen von Hardware-Komponenten wurden am PETRA II Strahl durchgeführt bzw. vorbereitet.

Für den VUV-FEL wurden wesentliche Fertigungsarbeiten zur Strahlinstrumentierung (Strahlintensität, Strahllage und Strahlphase) abgeschlossen und die Instrumentierung in Betrieb genommen. Die Toroide und Widerstandsmonitore lieferten auf Anhieb gute Signale und verlässliche Daten. Die Phasenmonitore geben sehr schnelle Signale, die eine Triggerqualität im Bereich von Picosekunden Auflösung erlauben. Alle Strahllagemonitore wurden in den VUV-FEL eingebaut und vermessen. Die Inbetriebnahme erfolgte mit der Elektronik aus TTF1, da die Fertigung der neuen Ausleseelektronik verzögert ist.

Es wurden 67 Strahlverlustmonitore (BLMs) mit 4 unterschiedlichen Szintillator-Abmessungen über die komplette Länge der Maschine verteilt installiert. Die Ausleseelektronik der Monitore wurde von FE entwi-

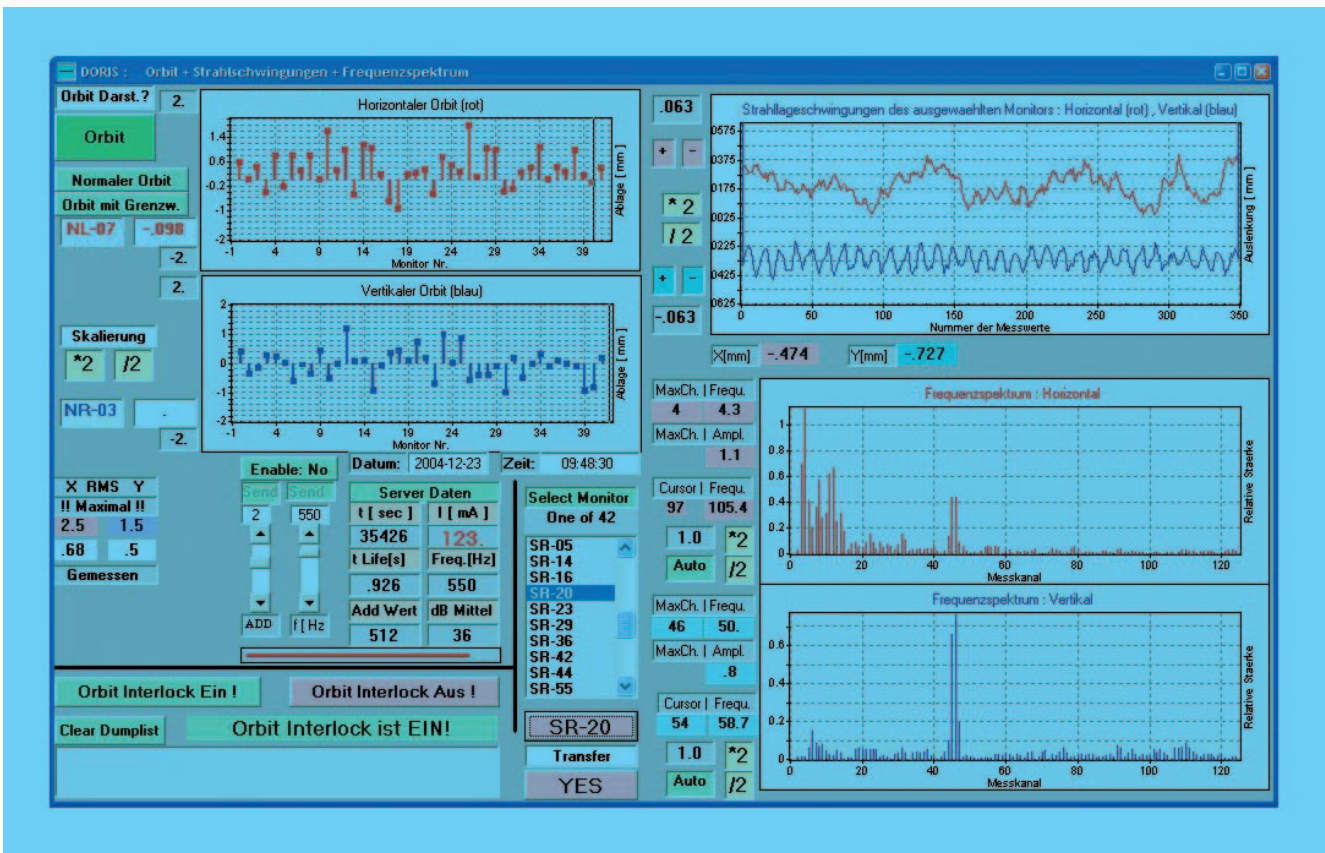


Abbildung 121: Messung der Strahlschwingungen in DORIS. Deutlich sichtbar sind Oszillationen im Bereich von 50 Hz (1 Messkanal= 1.1 Hz) und niederfrequente Schwingungen bei ca. 1–15 Hz, die durch terrestrische Schwingungen auf den Strahl übertragen werden.

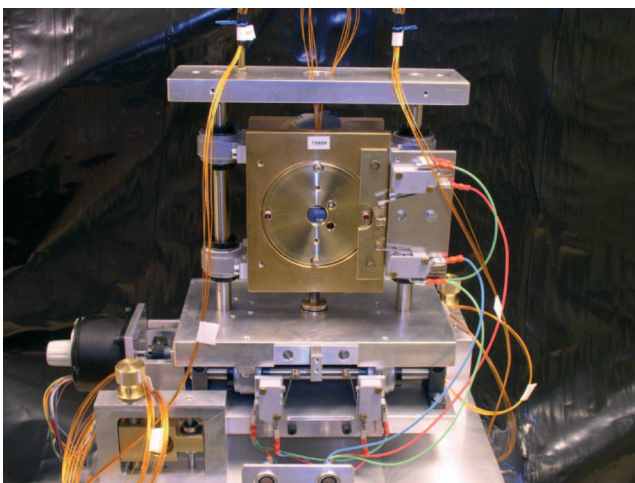


Abbildung 122: Neue Pinhole-Kamera für Emittanzmessungen an DORIS.

ckelt und erfolgreich in Betrieb genommen. Die Signale der Verlustmonitore haben sich zu einem wichtigen Bestandteil der Maschinenoptimierung entwickelt.

Die Bunch-Compression-Monitore am Bunch-Kompressor 2 und 3 erlauben eine einfache Messung der relativen Änderung der Bunchlänge. Sie eignen sich gut zur Online-Einstellung der Kompression. Die Monitore basieren auf der Emission kohärenter Beugungsstrahlung im fernen Infrarot. Ein Pyrodetektor wird zum Nachweis der Strahlungsintensität verwendet. Die Monitore wurden erfolgreich am VUV-FEL aufgebaut und betrieben.

Des Weiteren wurden am VUV-FEL alle Wire-Scanner-Stationen in Betrieb genommen (mit neuem, schlupffreien Spindelantrieb), diverse Kameras und Abschir-

mungen aufgebaut, sowie im Zuge der Übernahme der Verantwortung für Schirmmonitore und Kameras im Bereich der Kanone ein Kollisionsschutz aufgebaut und die Konzeption der Pressluftsteuerung für Schirmmonitore überarbeitet.

Für das Maschineninterlocksystem des VUV-FEL wurden die Beam Interlock Concentrator Module (BIC) fertig gestellt und erfolgreich getestet. Damit werden alle Alarmsignale der technischen Komponenten gesammelt, entsprechend dem Maschinenzustand maskiert und schnell als „Stop-Signal“ an die Kanone (Laser bzw. HF) und an das Kontrollsystem weitergeleitet. Eine Analyse der zeitlichen Abfolge von Alarmen ist dabei möglich. VUV-FEL erhält damit neben einem schnellen Maschinenschutzsystem auch einen eindeutigen Hinweis auf technische Fehler von Komponenten.

Die Entwicklung und der Service von Spezialmonitoren und die Zusammenarbeit mit internen und auswärtigen Instituten wurden von MDI weitergeführt. So wurde der Laser-Wire-Scanner bei PETRA zusammen mit der Royal Holloway University of London (RHUL) und BESSY erfolgreich betrieben und es wurden diverse Verbesserungsmaßnahmen unterstützt (z. B. neue Auslasskammer).

Für die Untersuchung der Dunkelstromeigenschaften der supraleitenden Beschleunigungsmodule wurde die Fertigung eines Cryogenic-Current-Comparator in CHECHIA zusammen mit GSI und der Friedrich-Schiller-Universität Jena vorangebracht. Die erfolgreiche Online-Dosimetrie mit Hilfe von Lichtwellenleitern wurde in Zusammenarbeit mit MPY, dem Hahn-Meitner-Institut in Berlin und dem Fraunhofer-Institut in Euskirchen weiter betrieben.

Es erfolgten Unterstützungen bei Installation und Wartungsarbeiten der OTR-Stationen von INFN Frascati, das Projekt „Toroid-Alarmssystem für VUV-FEL“ wurde zusammen mit Saclay weiterentwickelt, die Installation eines Interferometers zur Bunchlängenmessung von INFN Rom und Frascati wurde unterstützt und Kamerasysteme zur Energiemessung an BC2 und BC3 wurden mit aufgebaut (MPY). In Zusammenarbeit mit Saclay wurde der neue Reentrant-Strahlpositionsmonitor in dem kalten Beschleunigermodul getestet.

Im Zuge der CARE-HHH Netzwerk Aktivitäten lieferte MDI diverse organisatorische und inhaltliche Beiträge

zu der ABI-Arbeitsgruppe in Zusammenarbeit mit GSI und CERN.

Der ständige Ausbau, die Wartung und die Dokumentation der Lichtleiter-, Koaxial- und Steuerkabelnetze in allen Beschleunigeranlagen wurde von MDI in Zusammenarbeit mit externen Firmen weitergeführt.

Strahlkontrollen – MSK –

Die Gruppe ist zuständig für spezielle Kontroll- und Instrumentierungsaufgaben im Zusammenhang mit der Strahldynamik in allen Beschleunigern. In den Bereichen Timing, Synchronisation und Magnetstromsteuerung wurden die folgenden Schwerpunkte bearbeitet:

Protonentransfer von PETRA nach HERA: Zur Entlastung der Operateure und zur Erhöhung der Maschinenverfügbarkeit von HERA wurde eine Automatik zur Überwachung und Korrektur der Timingsysteme von PETRA-p und HERA-p aufgebaut und in Betrieb genommen. Hierbei wird erreicht, dass die Bunche aus PETRA in die gewünschten Buckets von HERA injiziert werden.

Präzisions-Timing Modul: Für den top-up Betrieb von PETRA III und DORIS muss das Timing der Bunche mit einer Auflösung, die deutlich besser als der Bunchabstand von 2 ns ist, gemessen werden, um die Bunche in die gewünschten Buckets zu injizieren. Hierzu wurde ein hochpräzises Timing Modul (Time Interval Counter) mit < 100 ps Auflösung bei einer Mittelung über 3000 Messwerte entwickelt. Gemessen wird die Zeit zwischen Start- und Stop-Signal, welches aus den Umlauftakten abgeleitet wird. Eine Interruptsteuerung reduziert die Messzeit auf ein Minimum. Das Timing Modul wird in Zukunft auch zur Überwachung von HERA-e und HERA-p eingesetzt, um die e-p Synchronisation zu automatisieren.

Coasting Beam in HERA: Bei der Untersuchung des Coasting Beams in HERA hat sich herausgestellt, dass die Frequenzsteuerung (52 MHz) für HERA-p sporadische und seltene (z. B. für wenige Millisekunden im Stunden- bis Wochenabstand) Phasensprünge zeigte. Die Diagnostik wurde dadurch erschwert, dass die Elektronik nicht für längere Zeit ausgebaut werden konnte, da sie ständig für den Maschinenbetrieb zur Verfügung

stehen musste. Bei der schließlich durchgeführten Fehleranalyse stellte man fest, dass in dem vor fast 15 Jahren eingebauten Chassis mit der defekten Elektronik bei mehreren Festmantelkabeln die Lötstellen am Außenleiter gebrochen waren, die Netzteile partiell defekt waren, und ein intermittierender Fehler in einem Frequenzteiler vorlag. Zusätzlich bewirkte die Einstrahlung von externen 50 Hz Magnetfeldern eine Verschlechterung der 50 Hz Seitenbänder auf -60 dBc, die nach Einbau einer Abschirmung auf -90 dBc reduziert werden konnten. Dieses Beispiel hat gezeigt, dass für den zuverlässigen Betrieb von PETRA III, DORIS und deren Vorbeschleunigern in den Timing-, Synchronisations- und Feedbacksystemen sowie in der Magnetstromsteuerung ältere, für den Betrieb kritische Elektronik, erneuert werden muss.

Magnetstromsteuerung für DESY III: Zur Erhöhung der Verfügbarkeit und zur Verbesserung der Diagnosemöglichkeiten wurde die Ansteuerung der Quadrupolnetzgeräte und die Steuerung der Leistungsschalter von allen Netzteilen durch moderne Elektronik ersetzt. Eine Ist- und Sollwerterfassung für alle Netzteile wurde implementiert. Die Crates sind ferngesteuert aus- und einschaltbar, wodurch auch die Rechner neu gebootet werden können.

Longitudinales Multibunch-Feedback für HERA-p: Ausführliche Untersuchungen haben gezeigt, dass die Multibunch-Instabilitäten in HERA-p mit relativ geringer longitudinaler Spannung von max. 200 V durch ein Feedback-System bedämpft werden können. Deshalb wurde ein Konzept zur Bedämpfung der longitudinalen Multibunch-Schwingungen entwickelt. Es besteht aus der Schwingungsdetektion, einer Digitalelektronik, die von MSK entwickelt wird, und einem Feedback-Kicker-Resonator. Der Feedback-Resonator ist ein beladener Lambda-viertel Resonator für maximal 1 kW Leistung bei einer Bandbreite von mindestens 5.2 MHz. Er wird bei der Frequenz von 104 MHz betrieben. Ein 1 kW Verstärker als geeigneter Sender ist bereits vorhanden. Das System soll ab der zweiten Hälfte des Jahres 2005 betriebsbereit sein.

Nearby-Mode Feedback für PETRA: Zur Dämpfung des sog. „Nearby Modes“, der eine Limitierung des Gesamtstroms der Maschine bewirken kann, wurde ein longitudinales Feedback System entwickelt, aufgebaut und erfolgreich in Betrieb genommen. Das System ar-

beitet mit digitaler Signalverarbeitung und garantiert eine sehr hohe Betriebssicherheit.

Die neue digitale Regelung für den VUV-FEL wurde erfolgreich für die RF-Kanone und die 40 supraleitenden Resonatoren in 5 Kryomodulen in Betrieb genommen. Diese basiert auf dem C67 DSP von Texas Instruments, der aufgrund seiner etwa 10-fach höheren Leistungsfähigkeit (im Vergleich zum vorher eingesetzten C40) die Hardware vereinfacht und die Implementierung wesentlich komplexerer Algorithmen erlaubt. Das DSP Board verfügt über 8 „Gigalink“ Interfaces, mit denen 8 Kanal ADC und DAC Karten angesprochen werden. Die Latenzzeit der neuen Regelung für 32 Resonatoren beträgt nur $3.3 \mu\text{s}$. Für diese Regelung wurden auf analogem Multiplizieren basierende Downconverter mit einer Linearität von besser als 10^{-4} entwickelt, die eine verbesserte Amplituden- und Phasenstabilität versprechen.

Im Rahmen einer Kollaboration mit den technischen Universitäten in Lodz und Warschau wurde ein erster Prototyp einer FPGA basierten digitalen HF Regelung erprobt, der Latenzzeiten von wenigen 100 ns bei ADC Abstraten von bis zu 100 MHz bei 14-bit Auflösung garantiert. Der Prototyp wurde erfolgreich am horizontalen Resonator-Teststand Chechia bei einem Gradienten von 30 MV/m in Betrieb genommen.

Vakuum – MVA –

Die Vakuumsysteme der Beschleuniger HERA-e, PETRA, DORIS, LINAC II, LINAC III, PIA sowie DESY II werden von MVA betrieben und weiterentwickelt. Schwerpunkte in 2004 waren für die Gruppe die Verbesserung der für die Untergrundzählrate der Experimente kritischen Vakuumbedingungen in den HERA Wechselwirkungszonen, die Entwicklung des Vakuumsystems für die neue Synchrotronstrahlungsquelle PETRA III sowie diverse Entwicklungsarbeiten für das XFEL Projekt.

HERA

Bis Juni 2004 konnten die HERA Experimente unter sehr guten Bedingungen Daten nehmen. Die dy-

namischen Restgasdrücke in den Wechselwirkungs-zonen hatten nach längerer Konditionierungszeit sehr niedrige Werte erreicht. Ende Juni kam es zur Überhitzung einer Edelstahlvakuumkammer durch einen fehlgesteuerten Synchrotronstrahlungsfächer bei 6 m rechts in der Wechselwirkungszone Nord. Als Folge der Wärmeeinwirkung, die lokal Temperaturen von 1000°C und mehr hervorrief, deformierte sich die Kammerwand und die verfügbare Strahlapertur wurde etwa auf die Hälfte reduziert. In diesem Zustand konnte nur noch eingeschränkter Luminositätsbetrieb durchgeführt werden. In der nachfolgenden Betriebsunterbrechung wurde die betroffene Vakuumkammer durch eine Reservekammer ersetzt. Die Reservekammer wurde mit folienartigen Temperatursensoren ausgestattet, so dass eine erneute Überhitzung durch ein Interlocksystem vermieden werden kann. Gleichzeitig wurde der Hauptabsorber, der die Trennung der Elektronen- und Protonenstrahlwege bei 11 m erlaubt, durch einen modifizierten Absorber ersetzt. Der neue Absorber ist in den Ausgängen für die Protonen- und Elektronenstrahlen zusätzlich mit umlaufenden Kupferabsorberringen von 0.5–1.0 mm Höhe ausgestattet, so dass dahinter liegende Strahlrohre nicht mehr von direkter Synchrotronstrahlung getroffen werden können.

In der Vergangenheit waren mehrfach Lecks an den Flanschverbindungen des Absorbers aufgetreten, die auf unsymmetrische Erwärmungen der Flansche durch fehlgesteuerte Synchrotronstrahlungsfächer zurückgeführt werden können. Zusätzlich zu den oben angesprochenen Modifikationen des Absorbers wurden zwei Flanschverbindungen durch Schweißlösungen ersetzt (Abb. 123). Diese erschweren zwar einen möglicherweise notwendig werdenden Tausch der Komponenten, verringern jedoch die Wahrscheinlichkeit des Auftretens von Lecks. Das Experiment ZEUS im Süden hatte wesentlich seltener unter Leckagen zu leiden und es gab auch keine anderen Gründe, die Wechselwirkungszone Süd zu belüften. Nach reiflicher Überlegung wurden deshalb die bei H1 durchgeführten Modifikationen bei ZEUS nicht umgesetzt. Die benötigten Bauteile sind jedoch vorbereitet und eine nachträgliche Umsetzung ist jederzeit möglich.

Eine weitere Aktivität bei HERA war der Rückbau des Vakuumsystems am HERA-B Detektor in der Halle West.

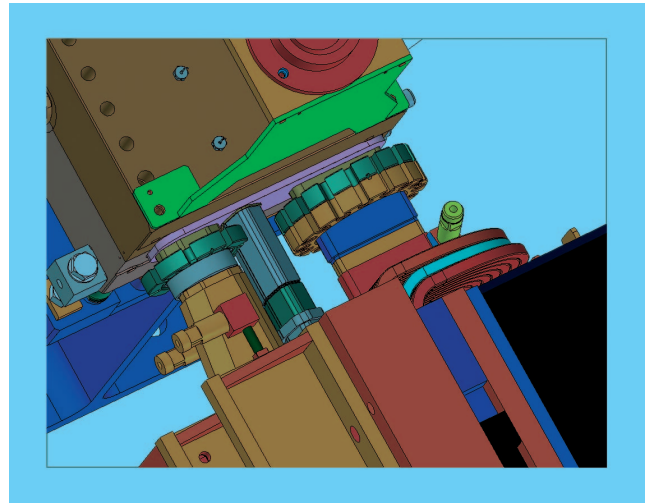


Abbildung 123: Neue Schweißverbindungen am Septumabsorber (oben) in der Wechselwirkungszone Nord. Am Ausgang für den Protonenstrahl (mitte) sowie den Elektronenstrahl (links) wurden die Flanschverbindungen durch dauerhafte Schweißverbindungen ersetzt (konstruktive Lösung: ZM).

PETRA III

Die Entwicklungs- und Konstruktionsarbeiten am Projekt PETRA III wurden 2004 weiter intensiviert. Die Entwicklung des Vakuumsystems für die Standardoktantanten ist bereits weit fortgeschritten. Die Dipolkammern bestehen aus stranggepressten Aluminiumprofilen, die mit integrierten NEG Pumpen ausgerüstet sind (Abb. 124). Durch einen speziellen Biegeprozess, der bereits erfolgreich getestet wurde, erhalten diese Profile den notwendigen Krümmungsradius von 200 m. Die verfügbare Apertur für den Strahl wurde im Vergleich zu PETRA II verkleinert und weist nun eine elliptische Form mit den Halbachsen $80 \times 40 \text{ mm}^2$ auf. Zwischen den Dipolkammern wird eine etwa 1.5 m lange elliptische Edelstahlkammer sowie ein ebenfalls elliptisches Schiebestück eingefügt. Das neue Vakuumsystem wurde speziell auf hohe thermische Stabilität in Bezug auf Quadrupol- und BPM-Positionen optimiert.

In der Experimentiersektion, dem so genannten Neuen Achtel, werden flache geschweißte Edelstahlkammern und lokale Kupferabsorber zum Einsatz kommen. Auf diese Weise wird die Synchrotronstrahlungsbelastung an den gut gekühlten Absorberringen lokalisiert, was eben-

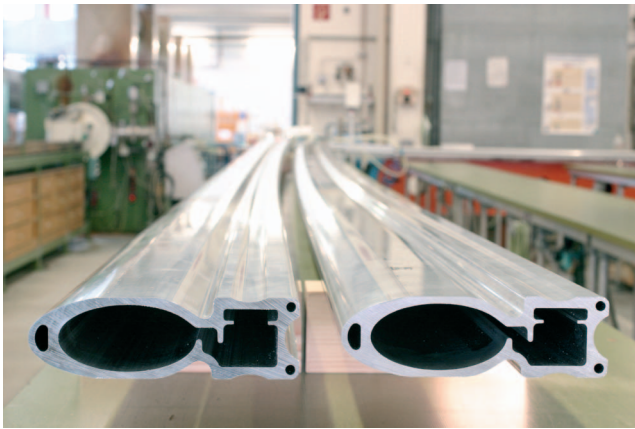


Abbildung 124: Stranggepresste Aluminium Profile für den Einsatz in den PETRA Dipolmagneten. Zu erkennen sind der elliptische Strahlraum mit Abmessungen von $80 \times 40 \text{ mm}^2$, der Seitenkanal für eine NEG-Streifepumpe sowie drei Kanäle für die Wasserkühlung. Die Kammer folgt der Krümmung des Strahlorbits von etwa 200 m Radius.

falls zu einer Minimierung von thermischen Bewegungen führt. Die extrem flachen Undulatorkammern werden voraussichtlich aus Aluminium gefertigt, wobei die verfügbare Magnet-Spalthöhe nur 9.5 mm beträgt. Um für den Strahl eine vertikale Apertur von 7 mm zur Verfügung zu stellen, kann die Wandstärke an den dünnsten Stellen nur einen Millimeter betragen. Für die Gewährleistung eines ausreichend guten Vakuumdrucks in den bezüglich des Experimenteuntergrundes kritischen Undulatorkammern ist der Einsatz einer integrierten Pumpe unverzichtbar. Gegenwärtig wird der Einbau eines parallel laufenden NEG Streifens bzw. alternativ die Besputterung der Kammerwand mit NEG Material diskutiert.

Aktivitäten am VUV-FEL und Entwicklungsarbeiten für den XFEL

Am VUV-FEL wurden abschließende Montagearbeiten in enger Zusammenarbeit mit MVP durchgeführt. Das betraf insbesondere die Vakuumstrecken im Bunchkompressor III, den Spektrometerarm, das Strahlaustrittsfenster am Beamdump sowie eine Anlage zum Test von Materialien (siehe unten).

Die Gruppe MVA hat das Arbeitspaket „Warmes Vakuum“ im Rahmen des XFEL Projektes übernommen. Ein spezielles vakuumtechnisches Problem stellen auch hier die Vakuumkammern in den Undulatoren des FEL dar. Der Durchmesser dieser Vakuumkammern beträgt nur etwa 10 mm bei Wandstärken unter einem Millimeter. Die extrem kurzen Teilchenpakete des XFEL führen ein sehr hochfrequentes Spektrum an elektromagnetischen Wellen mit sich, die auf den Strahl zurückwirken und die Strahlqualität negativ beeinflussen können. Um diese Rückwirkung klein zu halten, muss die innere Oberfläche der Vakuumkammer möglichst glatt und elektrisch gut leitend sein. Es wurden mehrere Rohre aus verschiedenem Material beschafft und mit einem Atomkraftmikroskop auf Oberflächenrauigkeiten untersucht. Dabei stellte sich heraus, dass industriell gefertigte Kupferrohre mit einer Wandstärke von 0.2 mm bereits eine recht gute Rauigkeit von 300 nm RMS aufweisen. Ein solcher Wert ist akzeptabel für die Anwendung am XFEL. Es werden nunmehr Elektropolierversuche in Zusammenarbeit mit Industrieunternehmen unternommen, um die Rauigkeit der Kammeroberfläche weiter zu reduzieren. Ebenfalls Teil des XFEL Projektes ist die Konstruktion und Fertigung von Kollimatoreinheiten für den Teilchenstrahl. Hier spielt die Auswahl eines Stress und Hitze resistenten Materials eine große Rolle. Es ist geplant, mögliche Materialien in einem Versuchsaufbau am VUV-FEL mit Strahleinwirkung zu testen. Die Testanlage wurde zu Beginn des Jahres 2004 im Bypass an einer Position installiert, die es erlaubt, den Teilchenstrahl in beiden Ebenen gleichzeitig zu fokussieren und somit besonders hohe Leistungsdichten auf einer Materialprobe zu erzeugen. Die Anlage ermöglicht es, ferngesteuert bis zu 5 Proben im Strahl zu positionieren und verfügt über einen speziellen Strahlprofilmonitor auf OTR Basis.

Weiterhin betreut die Gruppe zusammen mit MKS und ZM eine Elektronenstrahlschweißanlage, in der Niob-schweißungen unter besonders guten Vakuumbedingungen durchgeführt werden können. In der Anlage wurden Versuchsschweißungen an einzelligen TESLA Resonatoren durchgeführt, sowie diverse Spezialteile für den Einsatz am VUV-FEL geschweißt. Eine weitere Aktivität umfasst die Betreuung der Fertigung einer normalleitenden Booster-Beschleunigerstruktur für die Anlage PITZ in Zeuthen. Die mehrzellige Struktur arbeitet im L-Band, und viele Schritte der Fertigung,

wie z. B. das Fügen der Zellen durch induktives Löten, ähneln dem Produktionsablauf für den PITZ/TTF Photoinjektor.

Weitere Aktivitäten

Bei DORIS wurden im Zusammenhang mit der Installation eines neuen Wigglermagneten mehrere Vakuumkammern neu konstruiert, gefertigt und installiert. Das betrifft insbesondere die Kammer des Wigglers selbst, die als dünnwandige Edelstahlkammer erstellt wurde. Wegen des kleinen Querschnittes ist diese Vakuumkammer schlecht von den Enden her zu pumpen. Daher wurde die Innenoberfläche bei einer externen Firma mit NEG Material besputtert. Durch Erwärmung der gesamten Kammer im eingebauten Zustand mittels elektrischer Heizjacken auf 200°C wird die NEG Schicht aktiviert und entfaltet ihre Pumpwirkung. Dieses Verfahren wird bereits erfolgreich bei anderen Beschleunigern, z. B. ESRF, eingesetzt und hat damit zum ersten Mal auch bei DESY Anwendung gefunden. Die Gesamtlänge der in diesem Zusammenhang bei DORIS neu eingebauten Vakuumstrecke beträgt etwa 25 m.

Im Bereich Vakuumelektronik wurde bei DESY II und den zugehörigen Transportwegen das Interlocksystem, basierend auf 25 Vordruck-Messstellen, vollständig erneuert. Weiterhin wurde die Aktivierungselektrik der bei DORIS eingesetzten NEG-Streifenpumpen automatisiert.

Für den aktuellen PETRA II Beschleuniger wurde eine spezielle Auslasskammer hergestellt, die für den so genannten Laser Wire, ein Instrument zur Messung der transversalen Strahlprofile, benötigt wird. Das Funktionsprinzip beinhaltet die Kollision eines Laserstrahls mit dem zirkulierenden Teilchenstrahl. Dabei werden rückgestreute Photonen mit hoher Energie erzeugt, deren Rate proportional zur lokalen Teilchendichte im Strahl ist. Diese Photonen verlassen die Vakuumkammer durch ein 6 mm dickes Aluminium Auslassfenster und werden in einem Detektor nachgewiesen. Die Auslasskammer wurde durch Modifikation einer existierenden PETRA Bogenkammer hergestellt. Die aufwendigen Schweißarbeiten wurden von Experten bei ZM durchgeführt. Weitere Aktivitäten bei PETRA waren der Einbau des dritten Fahrkickers sowie eines Feedbackresonators in der geraden Strecke Süd.

Der Beschleuniger DESY II verfügt über dünnwandige Edelstahlkammern mit nur 0.2 mm Wandstärke, deren Stabilität durch aufgelötete Rippen gewährleistet wird. Die dünne Wandstärke ist notwendig, um das mit 12.5 Hz oszillierende Dipolfeld des Synchrotrons nicht zu stark abzuschwächen. Neun Kammern dieser Art mit einer Länge von ca. 5 m wurden 2004 nachgebaut, wobei ein neuartiger Lötprozess auf Nickelbasis eingesetzt wird.

Protonenvakuum – MVP –

Die Gruppe MVP ist für die Vakuumsysteme des Protonenrings von HERA einschließlich der Isolier- und Vakuumsysteme für die Heliumtransferleitung und die supraleitenden Magnete sowie die Vakuumsysteme von DESY III und der TESLA-Test-Facility (TTF) verantwortlich. Diese werden von MVP entworfen, gebaut, betrieben und weiterentwickelt. Weiterhin ist die Gruppe maßgeblich an der Entwicklung und dem Betrieb des Kontrollsystems für den TTF-Linearbeschleuniger beteiligt. Im Berichtsjahr 2004 verlief der Betrieb dieser Systeme reibungsfrei. Die Aufgaben der Gruppe konzentrierten sich vor allem auf den Ausbau und die Inbetriebnahme der Vakuum- und Kontrollsysteme für den TTF-Linearbeschleuniger für Phase II (VUV-FEL), Entwicklungsarbeiten für die Vakuum- und Kontrollsysteme des XFEL sowie diverse Wartungs- und Reparaturarbeiten.

HERA und DESY III

Bei HERA konzentrierten sich die Arbeiten auf den Ausbau des HERA-B Experiments und die damit verbundenen Modifikationen des Strahlvakuumsystems des Protonenrings. Hierfür wurden während einer längeren Betriebsunterbrechung in der Wechselwirkungszone West neue Strahlrohre mit entsprechenden Pumpen eingebaut. Die beiden Schnellschlussklappen am Ende der geraden Strecken im Westen, die bisher die kalten Strecken vor einem Vakuumeinbruch im Bereich des HERA-B Vertexdetektors schützen sollten, wurden wieder entfernt und die Steuerung der Strahlventile entsprechend korrigiert. Für den Protonenring ist für 2005 der Einbau eines Feedback Kickers geplant.

Hierzu wird unter anderem eine neue Vakuumkammer mit integrierter Keramik benötigt, deren Konstruktion angefangen wurde. Für DESY III wurde begonnen, diverse Ersatzkammern für das Vakuumsystem, die eine längere Fertigungszeit benötigen, nachzubauen.

Vakuumsysteme für TTF

Im Rahmen der Entwicklungsarbeiten der TESLA Technologie ist MVP mit verschiedenen Vakuumanlagen in den Testbetrieb der supraleitenden Resonatoren eingebunden. Die Anlagen und Abläufe werden kontinuierlich optimiert und den neuesten Erkenntnissen angepasst.

Weiter ist MVP für die gesamten Vakuumsysteme des supraleitenden TTF-Linearbeschleunigers von der Elektronenquelle bis zum Beginn der Photonenstrahlführung verantwortlich. Im Berichtszeitraum 2004 wurde der Aufbau des Vakuumsystems für den Ausbau zur VUV-FEL Nutzermaschine abgeschlossen.

Schwerpunkt war hierbei die Fertigstellung des Injektors. Im Bereich der Elektronenquelle wurden Einheiten verschiedener Gruppen zusammengefügt. Die HF-Kanone mit der direkt anschließenden Vakuumkammer mit Strahldiagnoseelementen wurde bereits am Teststand PITZ in Zeuthen getestet und konditioniert. Diese Einheit wurde im evakuierten Zustand nach Hamburg transportiert und in den TTF-Linearbeschleuniger eingebaut (Abb. 125). Die Verbindungselemente zum ersten Modul bzw. ersten Strahldump wurden bei MVP konstruiert und fertigungstechnisch betreut. Aufgrund des geringen zur Verfügung stehenden Bauraums wurde die Einheit komplett im Reinraum vormontiert. Kernstück ist eine kompakte Dipolkammer mit diversen integrierten und angeflanschten Diagnoseelementen. Die Vakuumkammern für den Bunchkompressor II wurden ebenfalls von der Gruppe konstruiert und gefertigt. Sämtliche Konstruktionsarbeiten im Injektor wurden erstmals bei MVP ausschließlich mittels 3D-Modellierung durchgeführt. Der Aufbau der Strecke sowie die Vakuumarbeiten beim Einbau des ersten Moduls wurden erfolgreich abgeschlossen.

Weiter wurden die Montage der Kollimatorstrecke mit den vier Kollimatoren zur Strahl- und Energiekollimation sowie der Abzweig des Bypasses zum aufsteigenden Ast fertig gestellt. In diesen Abschnitten ist die

Anzahl der verschiedenen Elemente besonders hoch und der räumliche Abstand der Komponenten der beiden Abschnitte zum Teil sehr klein, so dass die Montagearbeiten viel Sorgfalt erforderten. Weiter wurde die Montage der Vakuumkomponenten im Bereich der Undulatoren und der Experimentierstrecke durch die Mitarbeiter von HASYLAB unterstützt.

Im Bereich der temporären Strahlführung, in der zukünftig die Seeding-Undulatoren aufgebaut werden sollen, wurde ein weiteres Experiment zur Bunchlängenmessung (TEO) eingebaut. Hierfür wurde die Vakuumkammer zur Aufnahme eines Spiegels konstruiert, gefertigt und eingebaut. Auch wurden die Vakuumkomponenten für das EOS-Experiment sowie zusätzliche Diagnoseelemente im Bereich der LOLA Struktur eingebaut und in Betrieb genommen.

Für die Vakuumkomponenten der TESLA-Test-Facility und zunehmend auch für Komponenten in den Strahlführungen des Synchrotronstrahlungslabors von HASYLAB bestehen gegenüber den bisherigen Beschleunigern erhöhte Anforderungen hinsichtlich Staub- und Partikelfreiheit. Hierzu betreibt MVP zusammen mit der Vakuumgruppe vom HASYLAB eine Ultraschallreinigungsanlage in einem Reinraum, in der insbesondere alle UHV-Komponenten für TTF so weit wie möglich von Staub und Partikeln gereinigt werden. Der Betrieb der Anlage hat sich beim Umbau des TTF-Linearbeschleunigers bewährt. Um die Staubfreiheit auch im Beschleuniger zu erhalten, erfolgten sämtliche Montagarbeiten von Vakuumkammern vor Ort in lokalen Reinräumen (Klasse 100).

Während der Inbetriebnahme des Injektors bzw. des gesamten Beschleunigers lief der Betrieb der Vakuumsysteme reibungslos. In dieser Phase konzentrierten sich die Arbeiten von MVP auf die Inbetriebnahme der Steuerungs- und Sicherheitssysteme, die Anbindung an das Kontrollsystem DOOCS sowie die Optimierung der Vakuumkontrollprogramme und Bedienoberflächen.

Die Planung der Modifikationen des Vakuumsystems für den in 2006 geplanten Einbau der Seeding Undulatoren wurde begonnen. Ebenso wird die Planung und Umsetzung der Vakuumkomponenten für weitere Experimente wie z. B. den Ausbau des EOS-Experimentes unterstützt.

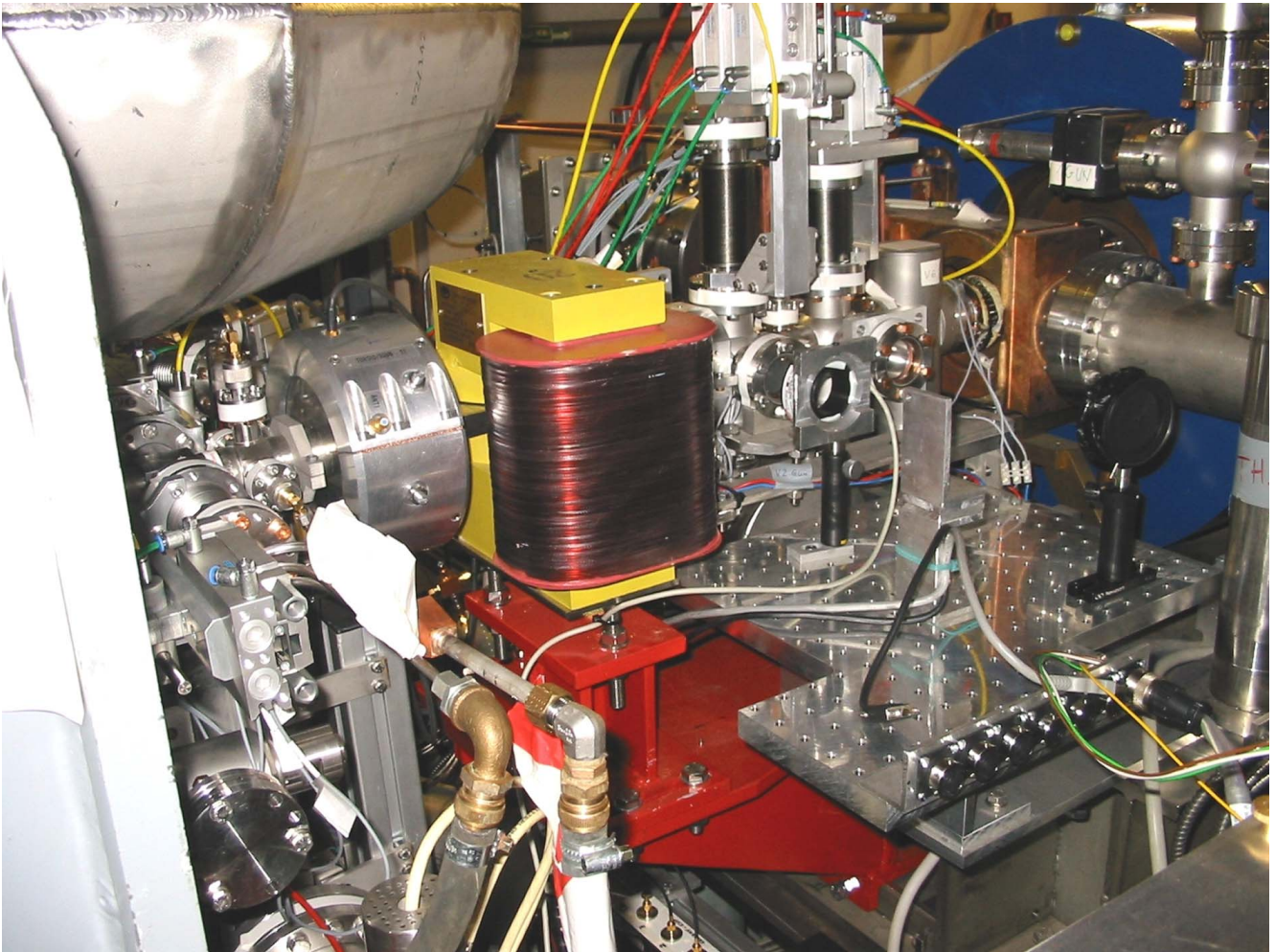


Abbildung 125: Blick auf den Injektor des VUV-FEL mit HF-Kanone (rechts), diversen Strahldiagnoseelementen sowie einem Dipolmagneten.

Vakuumsysteme für XFEL und zukünftige Linearkollider

Aufbauend auf den Erfahrungen mit dem TTF-Linearbeschleuniger sind für den XFEL Weiterentwicklungen diverser Komponenten notwendig.

Für den „HOM“-Absorber ist gegenüber TTF eine komplette Neuentwicklung notwendig. Die Strahlteilchen regen beim Durchfliegen der Resonatoren ein großes Spektrum von elektro-magnetischen Feldern mit Fre-

quenzen bis in den THz-Bereich an. Diese Felder breiten sich vom Ort der Entstehung weiter aus und können den Elektronenstrahl negativ beeinflussen. Dies führt zu lokalen Leistungsverlusten. Die höherfrequenten Anteile des Spektrums sollen durch einen geeigneten Absorber jeweils zwischen zwei Modulen absorbiert werden. Der Absorber soll an den 70 K Kühlkreis thermisch angebunden werden, um die aufgenommene Leistung abzuführen. Die Materialauswahl für den Absorber ist besonders kritisch, da realistische Versuchsbedingungen zur Eignungsprüfung von Materialien im Labor kaum herzustellen sind. Bisher hat sich nur eine Ke-

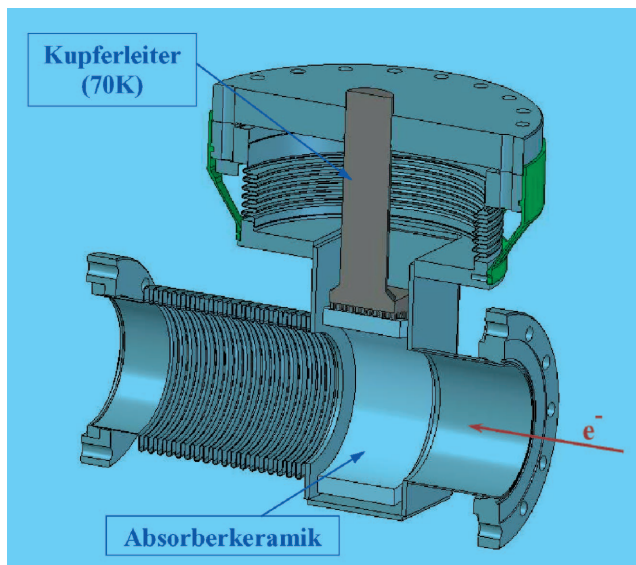


Abbildung 126: Entwurf für den XFEL HOM-Absorber. Der Keramikabsorberring ist in die Vakuumbaugruppe zwischen zwei Modulen integriert und über einen Kupferstab kryogenisch an 70 K angebunden, um die absorbierte Leistung abzuführen.

ramikmischung als geeignet erwiesen. Mit der Untersuchung der thermischen Eigenschaften dieses Materials wurde begonnen. Parallel wird nach weiteren geeigneten Materialien gesucht. Nach der Erstellung des Konzepts wurde mit der Konstruktion und ersten Fertigungsversuchen für den HOM-Absorber begonnen (Abb. 126).

Parallel wurden mit Temperatursensoren bestückte Keramikproben im TTF-Linearbeschleuniger zwischen den Modulen ACC2 und ACC3 eingebaut. Hiermit können die Untersuchungen bei Strahlbetrieb, die an ähnlichen Proben in der Superstruktur begonnen wurden, fortgesetzt werden.

Für den XFEL soll jedes Modul, d. h. jede Einheit von 8 supraleitenden Resonatoren, mit einem Strahlagemonitor und einem Quadrupolmagneten zur Korrektur der Strahlage ausgestattet werden.

Der Monitor befindet sich innerhalb des Modulkryostaten und hat eine Betriebstemperatur von wenigen Kelvin. Gegenüber TTF sind für den Strahlagemonitor deutliche Verbesserungen hinsichtlich der örtlichen Auflösung notwendig. Neben der Einhaltung von engen

Fertigungstoleranzen ist hierfür auch eine präzise und reproduzierbare Positionierung in Bezug auf den Quadrupol kritisch. Momentan werden zwei verschiedene Monitortypen genauer untersucht. Für einen Knopfmonitor mit vier Antennen wurde von MVP eine Vakuumkammer konstruiert. Die Konstruktion für einen „Cavity“-Strahlagemonitor wird in Zusammenarbeit mit CE-Saclay erarbeitet. Prototypen beider Versionen sollen in einem Teststand bei Raumtemperatur im TTF-Linearbeschleuniger hinsichtlich der Messgenauigkeit getestet werden.

Für den Betrieb der supraleitenden Resonatoren bei hohen Feldstärken ist es außerordentlich wichtig, dass die Oberflächen sehr sauber und frei von Staub und Partikeln sind. Neben der zuverlässigen Reinigung der Resonatoren muss die Sauberkeit auch im weiteren Montageablauf bzw. beim Betrieb im Beschleuniger erhalten bleiben. Da die Resonatoren gleichzeitig die Vakuumbehälter für das Strahlvakuum bilden, muss auch beim Anpumpen und Fluten darauf geachtet werden, keine Partikel in die Resonatoren zu transportieren. Inzwischen steht ein Partikelmessgerät, das auch in evakuierten Systemen eingesetzt werden kann, zur Verfügung. Hiermit wurde begonnen, Messreihen zum Partikeltransport beim Anpumpen und Fluten von Vakuumsystemen durchzuführen. Parallel wurde die Partikelerzeugung von Schmiermittel frei betriebenen Vorpumpen untersucht. Weitere Pumpentypen stehen noch zum Test aus.

Kontrollsysteme für TTF, XFEL und zukünftige Linearkollider

Der TTF-Linearbeschleuniger wurde in dem Berichtszeitraum fast vollständig umgebaut und für den Benutzer-Betrieb als VUV-FEL vorbereitet. Hierbei ist die Zielsetzung, beim Entwurf der Systeme für TTF geeignete Lösungen und Technologien zu finden und zu evaluieren, die auch bei zukünftigen Linearbeschleunigern wie z. B. dem XFEL angewendet werden können.

Für den Umbau von TTF wurde annähernd die gesamte, zehn Jahre alte Hardware für die Diagnostik und das Kontrollsystem ausgetauscht. Insbesondere wurden 40 VME-Überrahmen mit SPARC-Rechnern eingebaut und mit neuen Betriebssystemen in Betrieb genommen.

Diese verteilten Systeme sind mit Ethernet (1 Gb) vernetzt. Dazu wurden von der DESY-Netzwerkgruppe neue Switches und ein weiteres Subnetz installiert. Insgesamt stellt das in TTF installierte Kontrollsystem (DOOCS) ca. 300 000 Parameter im Netzwerk online zur Verfügung; das entspricht einem Datenvolumen von ca. 200 MB. Diese Werte sind in 250 Prozessen auf den verteilten Rechnern implementiert. Für 18 000 dieser Parameter steht zusätzlich ein Langzeitspeicher zur Verfügung, der die Werte auf Festplatten archiviert.

Eine Reihe von neuen Geräten wurde installiert. Hierzu gehört auch ein neues technisches Interlock für den Beschleuniger, das auf einer SPS basiert. Die Anbindung an das Kontrollsystem wurde mit einer direkten Ethernetverbindung realisiert. Dieses Interlock überwacht ca. 300 Signale und schützt den TTF-Beschleuniger bei Fehlerzuständen. Eine ähnliche SPS basierte Steuerung für die Vakuum-Strahlventile wurde ebenfalls fertig gestellt und in Betrieb genommen. Steuerungen für über 100 Schrittmotoren an verschiedenen Systemen wie optische Diagnosestationen, Laser Strahlführungen, Kollimatoren und Magneten mit Positionssensoren wurden in Betrieb genommen. Ebenso wurde eine Testversion der neuen Software für die Wirescanner in Betrieb genommen.

Das TTF-Timing System ist eine Weiterentwicklung vom Fermilab/USA (FNAL) und wurde in Zusammenarbeit mit Zeuthen auf die neuen Anforderungen erweitert. Es sind weit über 40 Timing Module bei TTF installiert worden.

Auch die zentralen Server für den TTF-Beschleunigerbetrieb wurden durch fünf neue Sun-Rechner modernisiert. Diese Server arbeiten als Fileserver mit hoch redundanten Plattenlaufwerken als so genannte „Middle-Layer-Server“ zur Automatisierung des Betriebs und zur Integration der Diagnostik von anderen Instituten, als Logbuch und Web-Server, aber auch als schneller Datennahme-Server für das DAQ (Data Acquisition) System. Bei dem zuletzt genannten Server handelt es sich um 16 Rechnerkerne, die die Daten über einen gemeinsamen Speicher austauschen und damit einer Vielzahl von Prozessen verzögerungsfrei zur Verfügung stellen.

Das DAQ System für den TTF-Beschleuniger ist eine Innovation, da erstmalig die Eigenschaften eines Datennahmesystems von Experimenten der Hochenergie-

physik und ein Beschleunigerkontrollsystem in ein gemeinsames System integriert wurden. Mit diesem DAQ System können die Messwerte von allen Diagnostikstationen für alle Strahlpakete der Maschine für selektierte „Schüsse“ aufgezeichnet und dauerhaft auf Bändern im Rechenzentrum gespeichert werden. Es lassen sich mit diesem System komplexe Statistiken zur Verbesserung der Maschinenparameter erstellen, aber auch Daten der Nutzerexperimente mit denen des Beschleunigers gemeinsam auswerten. Im Berichtszeitraum konnte die gesamte Kette vom Strahlagemonitor (BPM), Strahlstrommonitor (Toroid) und Hochfrequenzmessung bis zur Erzeugung von archivierbaren ROOT-Files in Betrieb genommen werden. Damit konnte ein Testbetrieb in TTF mit 5 Hz Wiederholrate und einer Datenrate von über 10 MB pro Sekunde demonstriert werden. Die Darstellung der Daten erfolgt über das ROOT System, das bei CERN entwickelt wurde. Um Erfahrungen mit weltweit verteilter Entwicklung von Software und dem Remote-Zugang zum Beschleuniger zu sammeln, wurde das DAQ-System als „Global Accelerator Network“ (GAN) Projekt organisiert. Es fanden jeden Monat Video-Konferenzen mit den Kollaborationspartnern Cornell, Michigan Universität, Berkeley sowie DESY Zeuthen statt. Alle Informationen werden über verschiedene Web-Services ausgetauscht. In diesem Zusammenhang wurde auch das in der Gruppe entwickelte elektronische Logbuch für die Verwendung in Experimenten und Beschleunigern weiterentwickelt.

Kryogenik und Supraleitung

– MKS –

HERA-Betrieb und Wartung

Die kryogenische Helium-Versorgung der supraleitenden Protonenringmagnete, der Referenzmagnete, der vier supraleitenden Luminositäts-Upgrade-Magnete GO und GG an den Wechselwirkungszonen bei H1 und ZEUS sowie die Kühlung der supraleitenden Resonatoren des e-Ringes und der Experimente H1, ZEUS und HERMES liefen im Berichtszeitraum sehr stabil mit einer mittleren Verfügbarkeit von 99.8%. Dabei wurden die Protonenringmagnete und die Luminositäts-Upgrade-Magnete weiterhin im abgesenkten Tempe-

raturbereich bei 4.0 K, d. h. bei subatmosphärischem Druck in den entsprechenden Helium-Vorkühlern betrieben, so dass eine optimal hohe Quenchsicherheit der Magnete gewährleistet wurde. Die Strahlrohre der Magnete GO und GG wurden im Jahre 2004 im Norden (H1) insgesamt 11-mal, im Süden (ZEUS) 9-mal routinemäßig von der normalen Betriebstemperatur von 40 K auf Raumtemperaturen erwärmt und wieder zurückgekühlt (jeweils ca. 8 Stunden), um die als Kryovakuumpumpe wirkenden Strahlrohroberflächen zusammen mit den NEG-Pumpen zu regenerieren.

In der HERA Wartungsperiode im August und September 2004 blieben die Protonen-Ringmagnete, die Referenzmagnete und der H1-Detektormagnet kalt. Die supraleitenden Luminositäts-Upgrade Magnete GO und GG an den Wechselwirkungszonen, die Experimente ZEUS und HERMES und die supraleitenden Resonatoren des Elektron-Ringes wurden aufgewärmt, damit folgende Arbeiten ausgeführt werden konnten: Der GG Magnet bei H1 wurde vom Strahlrohr abgeflanscht und um ca. 50 cm temporär angehoben, um defekte Siliziumdetektoren von H1 ausbauen zu können. Im Rahmen der vorsorglichen Wartung wurden die Heliumzirkulationspumpen routinemäßig gegen Pumpen mit neuen Lagern ausgetauscht. Dabei hat es sich gezeigt, dass die Lebensdauer der Pumpenlager mindestens um den Faktor 1.5 bis 2 größer ist als der Hersteller bisher garantieren konnte. Während der Wartungsperiode wurde im Bereich von HERA West auch einer der acht Resonatorcryostate des Elektronen-Ringes zur Reparatur aus- und wieder eingebaut.

HERA Referenzmagnete

Die Magnetfeldmesssysteme in den Referenzmagneten konnten während der gesamten HERA Betriebszeit ohne nennenswerte Störungen betrieben werden. Zur Verbesserung der Betriebseffizienz wurde eine Rufbereitschaft aufgebaut.

HERA Magnetesthalle

Für den Test supraleitender HERA-Magnete muss die HERA-Magnetesthalle für den gesamten Betriebszeitraum des HERA-Speicherringes betriebsfähig gehalten werden. Nach umfangreichen Vorarbeiten, spezi-

ell auch am Quench-Überwachungssystem, wurden in der Magnetesthalle je ein Dipol- und ein Quadrupol-Magnet kalt gefahren und dann magnetisch vermessen. Alle notwendigen Systeme arbeiteten zuverlässig. Dieser Test war notwendig geworden, weil in der letzten Zeit viele veraltete Komponenten an den Messeinrichtungen und der dazu gehörigen Datenerfassung ausgetauscht wurden. Dadurch waren auch aufwendige Softwareanpassungen und Umstellungen auf eine PC-basierte Plattform erforderlich.

Erhöhung der Ausfallsicherheit des HERA Kryo-Kontrollsystems

Zur weiteren Verbesserung der Ausfallsicherheit des Kontrollsystems und zur Sicherstellung des Betriebes bei Störungen im Rechenzentrum wurden mehrere Maßnahmen eingeleitet. Um die Kontrollrechner bei Störungen im Rechenzentrum weiterhin problemlos betreiben zu können, wurde ein Backup-Nameserver installiert. Der Rechner wird innerhalb des Kontrollnetzes vom Rechenzentrum betrieben und beinhaltet zusätzlich einen X-Frontserver und einen NIS-Server für die Authentifizierung auf UNIX Systemen. Die Umstellung des UNIX-Fileservers auf ein neues RAID-Festplattensystem ermöglicht die volle Nutzung der Cluster-Funktionalität mit ihren Vorteilen bei Rechenerausfällen (Failover). Im Zuge der Umstellung der SUN-Workstations auf die aktuelle Betriebssystem-Version wurden mehrere Rechner u.a. für die Kontrollen der HERA Kälteverteilung und die Kontrollen der DESY Infrastruktur (Gruppe MKK) durch neuere Modelle ersetzt.

Beiträge zu den HERA Experimenten und HASYLAB

Für die Tests eines supraleitenden Magneten, der im Jahre 2005 in das HERMES Experiment eingebaut werden soll, wurde verflüssigtes Helium in 500 Liter Kannen bereitgestellt. Der ehemalige supraleitende ZEUS-Kompensatormagnet, der sich durch hohe Feldstärke und große Apertur auszeichnet, wird in der HERA Kältehalle als Teststand betrieben. Er dient der Entwicklung und Untersuchung des Verhaltens von „Time-Projection-Chambers (TPC)“ in hohen Magnetfeldern

für einen zukünftigen Detektor des International Linear Colliders (ILC). Übers Jahr wurde er vom Kryokontrollraum aus kryogenisch versorgt und überwacht. Im Jahre 2004 arbeiteten an diesem Teststand sieben TPC-Gruppen aus Aachen, München, Karlsruhe, Moskau, Victoria (Kanada), KEK (Japan) und DESY, drei Hadronkalorimeter-Gruppen aus Moskau (IHEP, ME-PhI) und DESY sowie eine Gruppe vom HASYLAB. Für HASYLAB und die Labors wurden in 2004 in der HERA-Kryoanlage insgesamt ca. 5000 kg Helium verflüssigt und in Kannen bereitgestellt.

Umrüstung des Kontrollsystems für den ZEUS Solenoiden

Beim Experiment ZEUS wurde das Kryokontrollsystem erneuert und auf das EPICS System umgestellt. Damit wurden die ZEUS Kryokontrollen modernisiert und die Fernüberwachungsmöglichkeiten stark verbessert. Zur Stabilisierung des Betriebes des supraleitenden Solenoiden des ZEUS Experiments wurde der seit Beginn des HERA-Betriebs eingesetzte Rechner gegen einen leistungstärkeren Kontrollrechner ersetzt. Das Projekt musste in einem engen zeitlichen Rahmen innerhalb von 3 1/2 Monaten intensiv vorbereitet und in 4 Wochen umgesetzt werden. Durch den Einsatz der EPICS Kontrollsoftware mit ihren umfangreichen Softwaremodulen, konnte auf die neue Programmierung von Regelalgorithmen verzichtet werden. Die bereits im Vorjahr eingeführte Datenbank gestützte Konfiguration von EPICS Databases konnte den erforderlichen Entwicklungsaufwand erheblich reduzieren.

TESLA Test Facility (TTF) / VUV-FEL LINAC

Im Bereich der TESLA Test Facility (TTF) wurde die Installation der kryogenischen Komponenten für den VUV-FEL LINAC fertig gestellt. Dabei wurde das Kryomodul 2 mit neuen Resonatoren und Strahlrohrflanschen ausgestattet und als Modul 2* in der neu aufgebauten ACC1 Kryosektion des Injektorbereichs aufgestellt und angeschlossen (Abb. 127).

Im März wurde der VUV-FEL LINAC kaltgefahren und während des gesamten Jahres ununterbrochen kryoge-



Abbildung 127: Einbau des Kryomoduls 2* in den Injektorbereich des VUV-FEL LINACs (Position ACC1).

nisch versorgt. Die Kryoversorgung des TTF-LINACs wurde routinemäßig von der HERA-Kälteanlage aus durchgeführt und vom HERA-Kryokontrollraum aus betrieben und kontrolliert. An den Kryomodulen wurden im Laufe des Jahres umfangreiche Messungen durchgeführt. Dazu gehörten insbesondere Messungen der dynamischen kryogenischen Lasten und Tests der Tuningsysteme an den Resonatoren. Die weitere Planung für den Betrieb sieht vor, dass das VUV-FEL LINAC Kryosystem bis zur Wartungsperiode 2006 durchgängig kalt bleibt.

Kalttests im Bereich der TESLA Test Facility und CTA

Die 900 W Kälteanlage zum Betrieb der TTF-Testeinrichtungen für die supraleitenden Kavitäten wurde ab September 2004 zur Überbrückung von Garantie- und Wartungsarbeiten an den Kompressoren der 900 W-Kälteanlage mit den Redundanz-Kompressoren der HERA-Kälteanlage mit Hochdruckhelium versorgt und betrieben.

In den vertikalen Kryostaten des TTF-Testfeldes wurden 26 Messungen an 9-zelligen, 8 Messungen an 1-zelligen Resonatoren und eine Messung an einem 3-zelligen Resonator durchgeführt. Dabei wurden zwei 9-zellige Resonatoren für BESSY getestet.



Abbildung 128: Einsatz des SMES-Kryostaten. Am unteren Ende ist die Magnetspule zu erkennen.

Zusätzlich wurden in der Cavity-Testanlage in der Halle NO (CTA) an 36 Testtagen Kalttests an 28 1-zelligen Resonatoren durchgeführt. Die 300 Watt-CTA-Kälteanlage wurde dabei von der HERA-Kryomannschaft betrieben.

Im Horizontalen Teststand (CHECHIA) wurden vier Resonatoren getestet, wobei es sich dort im Speziellen um Koppler-, Piezo-, Tuner- und einen CW-Langzeittest handelte.

Zum Anschluss des vom Forschungszentrum Karlsruhe (Institut für Technische Physik) gelieferten SMES-Kryostaten wurde eine Anschlusstransferleitung gefertigt. Der SMES-Kryostat wurde aufgebaut und für den Anschluss vorbereitet (Abb. 128).

Umstellung der TTF2 Kältekontrollen

Während der Umbauphase der TESLA Test Facility in den VUV-FEL musste das gesamte Kontrollsystem umgestellt werden. So wurden nicht mehr lieferbare ältere Ein-/Ausgabe-Module ersetzt und das Kontrollsystem an die neuen Bedürfnisse durch die erhöhte Anzahl von Beschleunigermodulen angepasst. In einigen Bereichen wurde die Betriebssicherheit durch Einbau von Hardwareverriegelungen erhöht. Vor demselben Hintergrund wurden getrennte Netze zum einen zur Kontrolle von Komponenten und zum anderen zur Messung von Schwingungen und Temperaturen aufgebaut. Die für die kryogenische Kontrolle des SMES erforderlichen Hardware- und Softwarekomponenten wurden installiert und getestet. Auch an dieser Stelle kommt das EPICS Kontrollsystem zum Einsatz. Wie bei anderen Projekten konnte die Software mit Hilfe des Datenbank-gestützten Konfigurations-Werkzeuges erstellt werden.

Planungen und Entwicklungen für das Europäische XFEL-Projekt

Planfeststellungsverfahren

Im Rahmen der Vorbereitungen des Planfeststellungsverfahrens für das XFEL-Projekt wurden die Planfeststellungsunterlagen für die kryogenische Versorgung und für die Heliumverteilung des XFEL-LINACs und des Injektorbereiches erstellt. Das Konzept einer neuen Kryoversorgungshalle im Zusammenspiel mit der Weiterverwendung der HERA Kryoanlage für den XFEL wurde ausgearbeitet und es wurden zwei Industriestudien dazu angefragt. Die Planung der auf dem DESY-Gelände zu errichtenden Gebäude und Anlagen für das XFEL-Projekt wurde von MKS bearbeitet und koordiniert. Die zugehörigen Bau- und Betriebsbeschreibungen für die Planfeststellungsunterlagen wurden abgeschlossen.

Schwingungsmessungen

Eine Bewegung der Fokussierungsmagnete in den Kryomodulen hat Einflüsse auf die Eigenschaften des

Elektronstrahls. Um die Bewegung der Magnete zu untersuchen, wurden in den Modulen an jedem Quadrupol Schwingungssensoren angebracht. Es wurden umfangreiche Untersuchungen mit dem Ziel durchgeführt, die Schwingungseigenschaften äußeren Quellen zuzuordnen. Zum einen werden die Schwingungen des Quadrupols durch „cultural noise“ hervorgerufen, zum anderen sind auch Einflüsse von z. B. Motoren nachweisbar. In weiteren Studien sind Messungen von Resonanzfrequenzen geplant. Hierbei werden die Kryomodule von außen mit einer bekannten Frequenz erregt und die dabei entstehende Schwingung der Komponenten gemessen.

Magnetpaket

Ein Magnetpaket für den Einbau im Kryomodul, bestehend aus einem supraleitenden Quadrupol und zwei Korrekturdipolen, wurde bei CIEMAT in Spanien entwickelt und gebaut (Abb. 129). Dieses Paket ist für den Einsatz z. B. bei TESLA oder beim ILC vorgesehen. Die Magnetspulen sind supraleitend und werden bei 2 K betrieben. Der Prototyp wird zurzeit bei DESY getestet. Zum Test gehören neben Magnetfeldmessungen bei Raumtemperatur auch Tests in einem Helium-Bad-Kryostaten. Hier werden bei 4 K und 2 K supraleitende Magnetisierungseffekte vermessen und Quenchttests durchgeführt. Erste Tests an supraleitenden Strom-

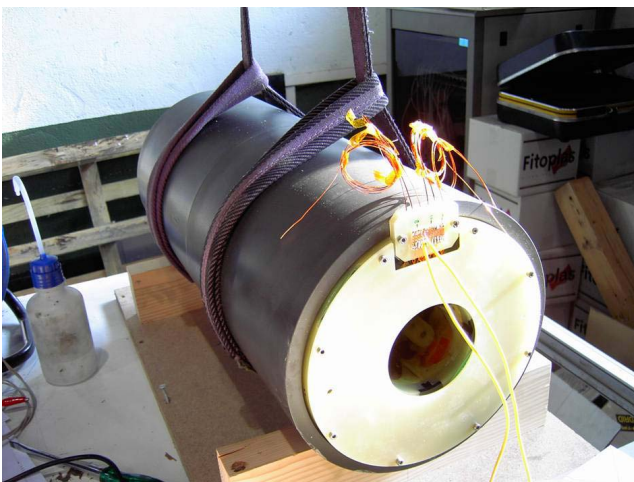


Abbildung 129: Der Prototyp eines supraleitenden Magnetpaketes für TESLA, gebaut bei der Firma CIEMAT in Spanien.

zuführungen und Vakuumdurchführungen sind erfolgreich verlaufen. Für das XFEL-Projekt wird ein etwas schwächerer Magnet benötigt. Ein erster Entwurf zeigt, dass hier ein „super-ferric“ Magnet optimal ist. Es ist vorgesehen, drei Prototypen bis 2006 bei CIEMAT zu bauen.

Bau von Kryostateneinsätzen zum Test von XFEL-Komponenten

Im Hinblick auf das XFEL-Projekt wurden weitere spezielle Einsätze für die Testkryostaten gebaut: für supraleitende Magnete, Hochtemperatur-Supraleiter-Stromzuführungen, kalte lösbare Verbindungen für den Modulteststand und zum Test von Titan-Edelstahl-Schweißverbindungen. Die lösbare Verbindung wurde vertikal, sowie horizontal (Einbausituation im Modulteststand) kalt getestet und befindet sich in der weiteren Entwicklung. Der Testaufbau der supraleitenden Stromzuführungen befindet sich zzt. in der Weiterentwicklung und weitere Kalttests folgen.

Prototyp-Orbital-Schweißanlage

Es wurde eine orbitale Wolfram-Inertgas-Schweißanlage angeschafft und in Betrieb genommen. Mit dieser Anlage soll der automatische Schweiß- und Trennprozess an den Helium-Prozessleitungen für den XFEL entwickelt werden. Der gesamte Schweißprozess soll rechnergesteuert ablaufen, die Erfassung der vorgegebenen und tatsächlich erzielten Parameter und deren Dokumentation erfolgt auch über einen Rechner.

XFEL-Einzel-Modulteststand

Im Jahr 2004 wurden die Planungen zum Aufbau eines Teststandes für den Test einzelner XFEL-Prototyp-Kryomodule fortgeführt (Abb. 130). Die für die Heliumkälteversorgung benötigte Versorgungsbox sowie Transferleitungen wurden spezifiziert, ausgeschrieben und die Aufträge an die Industrie vergeben. Die für die Versorgungs-Transferleitung, sowie die weiteren Versorgungsleitungen notwendigen Umbauarbeiten an der vorhandenen Rohrleitungstrasse wurden fertig gestellt. Die Auslegung der Testhalle wurde zusammen mit ZBAU festgelegt. Die Halle mit den Abmessungen

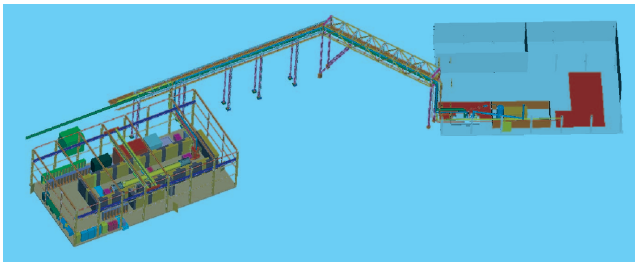


Abbildung 130: Eine Aufbauskitze zeigt die Transferleitungstraße, die die Versorgungsbox in Halle III mit dem Modulteststand in der Testhalle verbindet.

von ca. 32 m (L) × 16 m (B) × 9.5 m (H) wird parallel zur Trasse der HERA-FEL-Transferleitung in der Nähe der Halle III aufgebaut. Der Baugenehmigungsantrag wurde gestellt. Die Aufnahme des Testbetriebes ist für Ende 2005 geplant. der Modulteststand wird zum Teil aus Mitteln der EUROFEL Design Studie finanziert.

Präparation von supraleitenden Resonatoren / Elektropolituranlage

Hochgradienten Resonatoren

Nach der Inbetriebnahme und Parameterfindung wurde im Jahr 2004 die Elektropolituranlage (EP) in den regelmäßigen Präparationsbetrieb genommen. Insgesamt sind 27 Politurbearbeitungen mit Politurdauern von 1 bis 4 Stunden durchgeführt worden (Abb. 131). Fünf

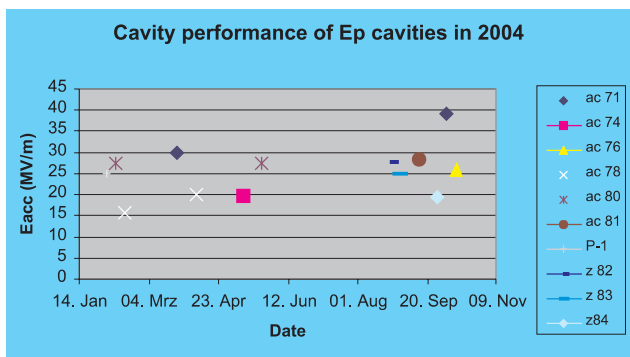


Abbildung 131: Die Beschleunigungsfeldstärken (E_{acc}) der in 2004 mit Elektropolitur behandelten Resonatoren.

neu angelieferte Resonatoren (AC 80-81 und Z 82-84) wurden erstmalig ausschließlich mit Elektropolitur behandelt. Sie erreichten ohne 14 000°C Heizbehandlung Feldstärken von 25 bis 28 MV/m. Ein Resonator (AC 71) erreichte nach zweimaliger Nachbehandlung in der DESY EP Anlage eine Beschleunigungsfeldstärke von 39.2 MV/m (Abb. 132).

Qualitätskontrolle

Die im TTF Reinraum eingeführte Qualitätskontrolle zeigte im Bereich der Filter der Reinraumklasse 10 eine über die Messzeit hinweg schleichende Verschlechterung der Luftwerte. Als Ursache hierfür konnte die Alterung der Dichtungselemente gefunden werden. Alle Filter der Reinraumklasse 10 und 100 wurden daraufhin im Rahmen der jährlichen Reinraum Wartungsperiode erneuert. Bei den regelmäßigen Qualitätskontrollen des Wassers der Hochdruckspüle konnte nachgewiesen werden, dass die Messergebnisse der Flüssigkeitspartikelmessungen an der Hochdruckspüle sich in den Hochfrequenzmessungen widerspiegeln. Für eine spätere Serienproduktion steht somit ein einfaches Qualitätssicherungssystem zur Verfügung. Als Erweiterung der Qualitätssicherung wurde ein aus EU Mitteln geförderter Reinraum-Nebelerzeuger angeschafft, der die Luftströme im Reinraum sichtbar macht. Mit diesem Gerät werden die Veränderungen der laminaren Luftströmungen untersucht. Die Geometrie von Resonatoren, Werkzeugen und Vorrichtungen ruft Wirbelbildungen in der Strömung hervor. Diese Verwirbelung führt zu einer Partikelanreicherung und erhöht damit das Risiko der Verunreinigung von Resonatoren. Mit Hilfe der Strömungsbeobachtung kann dieses Risiko herabgesetzt werden.

Weiterentwicklung der Elektropolitur (EP)

Der Umbau und die Ergänzung der Infrastruktur des Chemielabors wurde abgeschlossen und eine Qualitätskontrolle für Elektropolitur Säuren aufgebaut. Nach jeder Politur werden Proben der Säure entnommen und deren Kenndaten übermittelt. Nach den ersten Messergebnissen lässt sich der Zustand der Chemikalien mit dieser Methode hinreichend genau charakterisieren. Auf Grund der bei diesen Messungen gewonnenen Informationen wurde ein Verfahren zur Bestimmung des

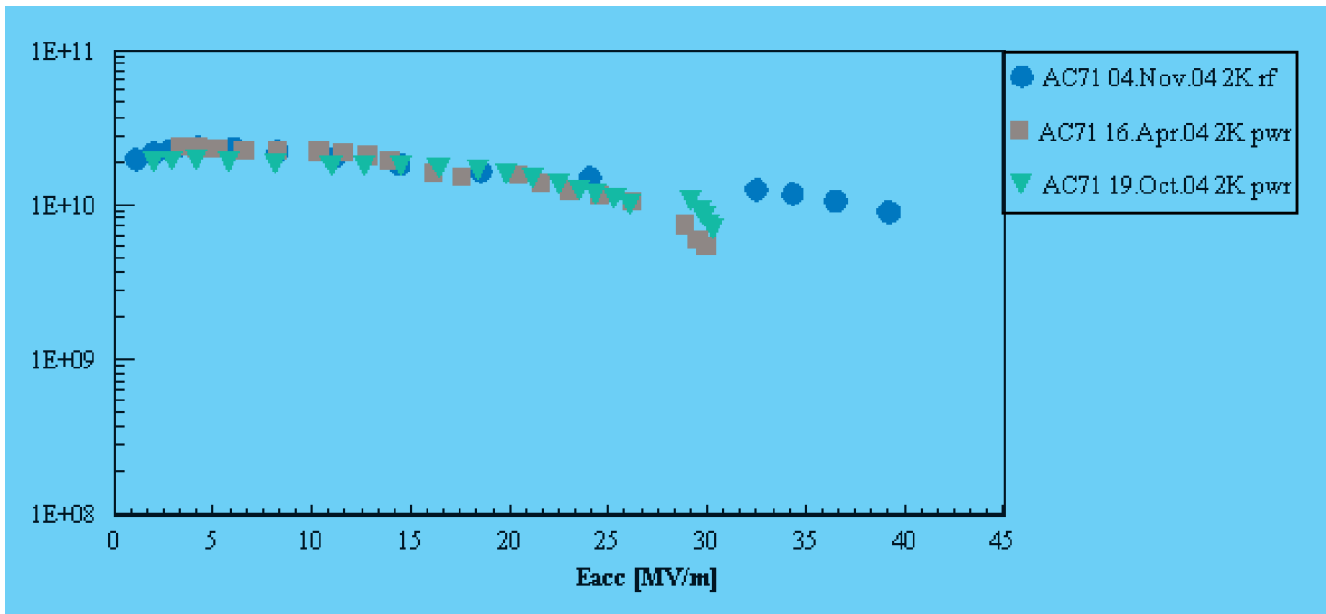


Abbildung 132: Hochfrequenz Messergebnis des Resonators AC 71. Aufgetragen ist die Schwingungsgüte in Abhängigkeit von der Beschleunigungsfeldstärke (Eacc).

Flusssäuregehalts der Säure entwickelt. Abb. 133 zeigt die Veränderung der Strom-Spannungs-Kurve durch die Abnahme des Flusssäuregehaltes während der EP-Behandlung einer Kavität. Erste Versuchsreihen im Labormaßstab ergaben, dass durch Zudosierung von Flusssäure die Prozesswerte stabilisiert und die Standzeit der Chemikalie deutlich erhöht werden kann (siehe Abb. 134).

Prozesskontrollen

Zur Entsorgung von alten Säuren ist eine Neutralisationsanlage vorhanden. Die Steuerung dazu ist auf einer SPS automatisiert und auf einem PC visualisiert worden. Diese Steuerung ist Anfang des Jahres in Betrieb genommen und danach noch weiter optimiert worden. Die Überwachung und Steuerung der Beiz-Anlage, die auf einer veralteten und nur aufwendig veränderbaren Anlage besteht, wird modernisiert. Dazu wird eine neue Steuerung auf einer SPS aufgebaut und die Visualisierung auf einem PC vorbereitet. Nach ausführlichen Tests soll die Umstellung in 2005 erfolgen.

Resonatoren-Datenbank für TTF

Die wichtigsten Daten über mehr als 100 supraleitende 9-zellige Resonatoren, etwa 40 Einzeller und einige 2-, 3-, 4-, 5- und 7-zellige Resonatoren sowie über ca. 50 Hochfrequenz Leistungseinkoppler („RF-Koppler“) für TTF, werden in einer relationalen Datenbank gespeichert. Die Daten kommen im Wesentlichen von der visuellen, mechanischen und elektrischen Kontrolle der Resonatoren, von ihrer chemischen Behandlung (BCP und EP) und den Ergebnissen ihrer Hochfrequenz-Messungen bei 2 K. Weitere Daten stammen vom Testen und Konditionieren der RF-Koppler mit und ohne Resonator. Für die bereits angelaufene Produktion von 30 weiteren 9-zelligen Resonatoren werden die mechanischen Daten und die Ergebnisse der Frequenzmessungen von der Firmenfertigung der Halbzellen und Dumb-Bells (an der Iris verschweißte Halbzellen) via EDMS an die Datenbank geliefert, um eine statistische Analyse der Ergebnisse zu ermöglichen. Damit sind schließlich die wichtigsten Informationen über einen Resonator von der Fertigung bis zum Einbau in ein Kryomodul in der

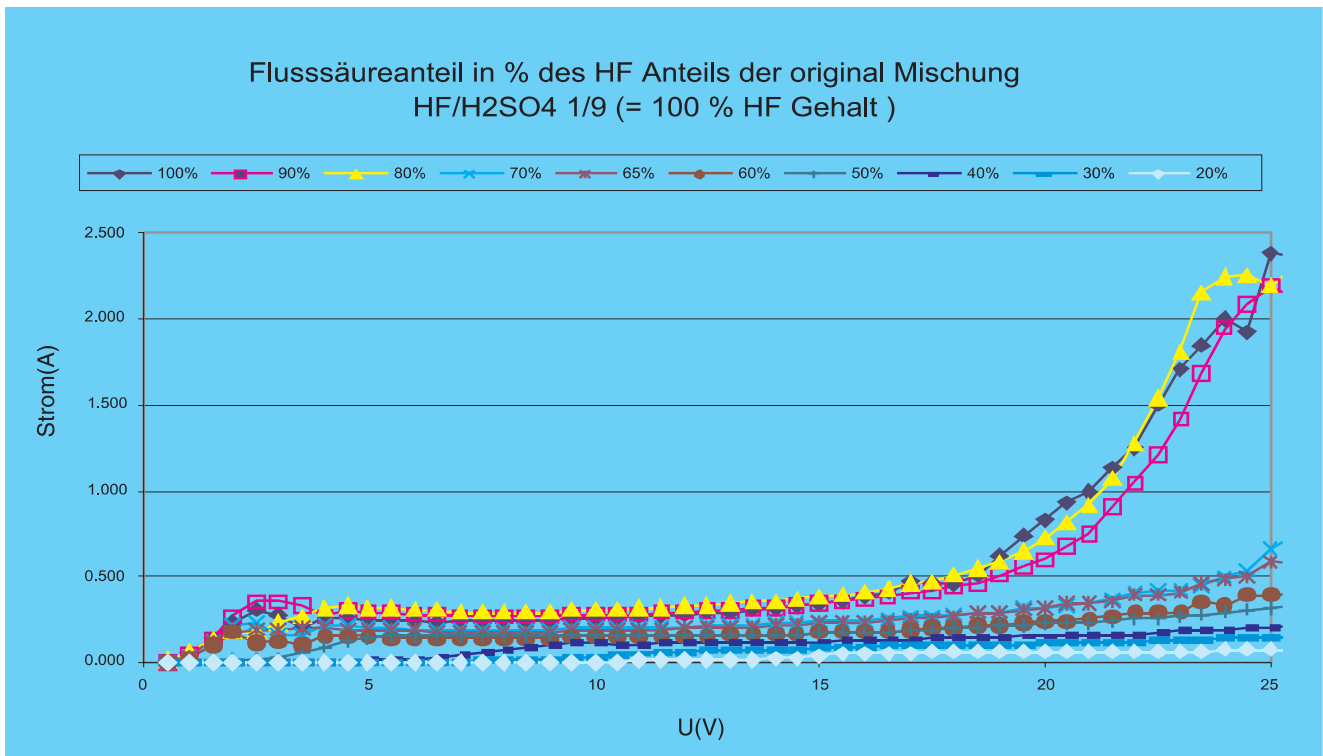


Abbildung 133: Alterung der Elektropolitur Säure. Änderung der Strom-Spannungskennlinie durch Verbrauch und Ausgasung von Flusssäure.

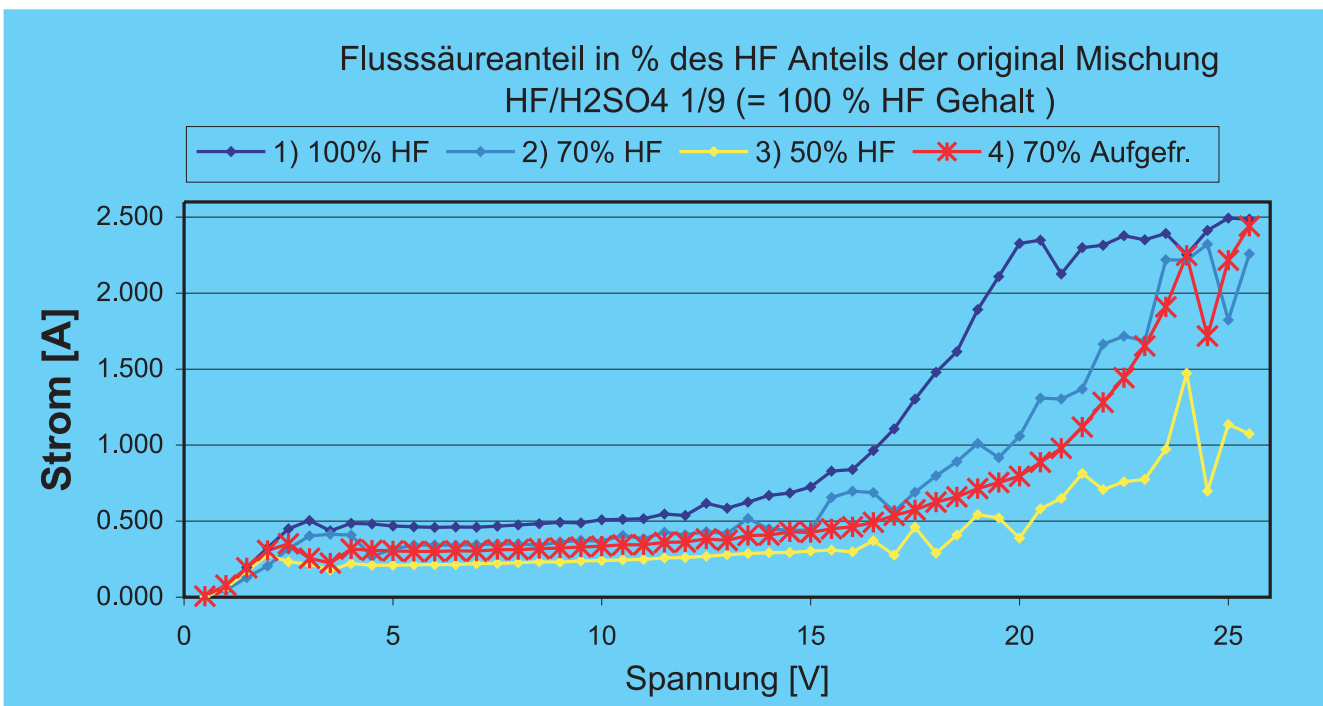


Abbildung 134: Reaktivierung der Elektropolitur Säure durch Zudosierung von Flusssäure.

Datenbank gespeichert. Die Datenbank ist dynamisch für alle Benutzer über ein graphisches WEB-Interface zugänglich, das auf ORACLE-Produkten basiert und den Benutzern einen schnellen, unkomplizierten Zugriff auf die gespeicherten Daten ermöglichen soll: http://tesla.desy.de/~oracle/ttf_gui_home.htm.

Arbeitssicherheit

Für alle Arbeitsbereiche der Gruppe MKS wurden von den Gebietsverantwortlichen die Gefährdungsbeurteilungen erstellt. In einem nächsten Schritt werden die Gefährdungsbeurteilungen durch Sicherheitsfachkräfte überarbeitet.

Energieversorgung – MKK –

Die Gruppe MKK betreibt die Energieversorgung von DESY. Der Aufgabenbereich beginnt bei den drei 110 kV-Einspeisungen und den 10 kV-Schaltstationen für die Energieverteilung. Die Energieverteilung umfasst die Versorgung der gesamten Beschleunigeranlagen sowie die 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.

Die wesentlichen Aktivitäten werden im Folgenden dargestellt:

Allgemeine Stromversorgung

Die Wartungsarbeiten an den 10 kV-Schaltanlagen und -Transformatoren wurden fortgesetzt. Die Not-Aus-Systeme in den 10 kV-Hauptstationen A und B wurden getestet. Dabei traten Fehlfunktionen auf, die abgestellt wurden. Der Not-Aus-Test in der Hauptstation C soll in der nächsten Wartungszeit erfolgen. Das Not-Aus-System zum schnellen Abschalten der Magnet- und

Senderstromanlagen in den Beschleunigern wurde vervollständigt und getestet. Die Auslösetableaus befinden sich im BKR und in der Warte von ZTS. Es dient der Brandvorsorge, da beim Erkennen eines Schwelbrandes in den Beschleunigeranlagen die großen Energiequellen schnell abgeschaltet werden können.

Der Stufenschalter von Transformator TC1 wurde überholt, da er durch den PETRA-Rampbetrieb stark beansprucht wird. Beim Schalten der Stufenschalter vom HERA 10 kV-Netz traten Spikes im Untergrund bei H1 und ZEUS auf. Die beiden analogen Spannungsregler wurden durch digitale Spannungsregler ersetzt. Die digitalen Regler wurden so programmiert, dass sie beim HERA Luminositätsbetrieb eine Betätigung der Stufenschalter vermeiden. Der digitale Regler des Stufenschalters der Hauptstation C wurde an das MKK Kontrollsystem angeschlossen. Die Leistungen, Ströme, Spannungen und Schaltspiele werden archiviert.

Bei der Inbetriebnahme der Netzgeräte für den VUV-FEL traten Messfehler bei den Magnetströmen in Folge von Störspannungen auf den Potentialschienen auf. Als eine Ursache stellte sich die Schutzmaßnahme des Niederspannungsnetzes (400/230 V) heraus. Im TN-C-S-Netz wird ein gemeinsamer Schutz- (PE) und Neutralleiter (N) zwischen dem Transformator, der geerdet ist, und der Niederspannungs-(NS)-Schaltanlage verwendet. Dadurch fließen Ströme auf dem PEN-Leiter, die zu Potentialverschleppungen führen. Im neuen Schutzkonzept erfolgt die Auftrennung des PE- und N-Leiters bereits am Transformator. Dafür müssen Erdungskabel nachgezogen und eine N-Schiene in die NS-Verteilungen nachgerüstet werden. Für die neuen Projekte PETRA III und XFEL soll diese neue Netzform verwendet werden, die Ausgleichsströme auf dem Erdungs- und Potentialsystem vermeidet.

Um eine galvanische Trennung des Zwischenkreises vom Netz zu erreichen, wurde die unterbrechungsfreie Stromversorgungsanlage (USV) des Rechenzentrums mit einem Vortransformator nachgerüstet. Bisher traten keine Abschaltungen der USV-Anlage in Folge von Störspannungen im NS-Netz mehr auf. Da der Leistungsbedarf des Rechenzentrums wächst, wird eine weitere USV-Anlage beschafft.

Die NS-Verkabelung des Rechenzentrums soll erneuert und dem zukünftigen Bedarf angepasst werden. Die Planungen wurden durchgeführt.

Beim Umbau des Gästehauses 2 wurden neue NS-Unterverteilungen installiert. Es wurden 15 neue Schaltanlagen für die Lüftungsanlagen und die Heizungsunterstationen gefertigt, in Betrieb genommen und mit dem Kontrollsystem vernetzt.

Das Instandsetzungsprogramm für die Straßenbeleuchtung konnte begonnen werden. Der Leuchtentyp wurde standardisiert. Der Schwerpunkt lag beim Haupteingang, dem Verkehrskreis und dem Laborgebäude 1.

Verkabelung

Im VUV-FEL Tunnel wurden die restlichen Gleichspannungs- und Steuerkabel für die Magnete im Bereich der Kollimatoren, des Bypasses, der Undulatoren und des Dumps verlegt und angeschlossen. Weiterhin erfolgte eine Inbetriebnahme der NS-Haupt- und Unterverteilungen für Container im Tunnel. Beim VUV-FEL (TTF2), SMES und LOLA wurden die Netzgeräte und Korrekturnetzgeräte verkabelt. Auch die Klimageräte im Tunnel und im Geb. 49 für die Undulatoren wurden verkabelt, installiert und in Betrieb genommen.

Magnetstromversorgungen

Die Zahl der Netzgeräte im VUV-FEL beträgt nach der Inbetriebnahme 217 Stück. Sie sind im Anbau der Halle 28 und im VUV-FEL Tunnel untergebracht. Im Tunnel sind 12 Netzgeräte in Containern installiert, um Betriebserfahrung für den XFEL zu gewinnen. Es sind 3 Netzgeräte als Reserve vorhanden, die bei Bedarf zugeschaltet werden können. Die Container sind mit Dockingsystemen ausgerüstet.

Es wurden neue Netzgeräte für die supraleitenden Magnete sowie Korrekturen gefertigt, eingebaut und in Betrieb genommen. Die Geräte haben erstmals eine digitale Regelung. Die Geräte besitzen eine eingebaute Selbstkalibration. Die Status- und Fehlerauslese ist im Internet mit üblichen Browsern wie dem Explorer oder Mozilla möglich. Die Ansteuerung erfolgt über einen Power-Supply-Controller PSC mit CAN-Bus.

In der digitalen Regelelektronik wurden verschiedene Programmänderungen implementiert, um das Regelverhalten zu verbessern, Umschaltspikes zu unterdrücken, den Spannungs- und Stromrippel zu reduzieren und um einen Quench zu erkennen. Die Software lässt eine Beurteilung der Qualität der Regelung sowie Korrektur der Parameter zu, wie PI-Stromregler, PI-Spannungsregler, Offsetkorrektur und Messung der Zwischenkreisspannung zur Optimierung des Vorfilters.

Für das Beam-Based-Alignment wurden zuschaltbare Netzgeräte eingebaut und in Betrieb genommen. Drei Netzgeräte erhielten eine zusätzliche Stromüberwachung zum Zwecke des Strahlenschutzes.

Für 14 Netzgeräte bei HERA-p wurde eine schnelle Ausfallerkennung installiert. Mit dieser Ausfallerkennung wird ein Abschaltsignal innerhalb 300 μ s an den Strahldump gegeben. Insgesamt wird nach der Erkennung eines Fehlers der Strahl innerhalb einer Millisekunde gedummt.

Das Netzgerät für den Elektronendipol erhielt ein Aktivfilter. Das Filter dämpft die subharmonischen Frequenzen im Gleichstromkreis. Sie werden vom Passivfilter nur wenig gedämpft. Das Netzgerät liefert 8000 A/500 V. Bei 250 A wird das Aktivfilter zugeschaltet.

Das Isolieröl der DESY II Summendrossel wurde regelmäßig auf den Gasgehalt hin untersucht. Eine Anreicherung mit den so genannten Schadgasen trat nicht auf. Der Kessel, die Ölkühler und die Ölgrube der Summendrossel wurden grundsaniert. Die 10 kV-Transformatoren für die statische Blindlastkompensation des DESY III Dipols wurden überholt. Die Überspannungskurzschließer, die die DESY-Magnetstromkreise bei Störungen in den Netzgeräten schützen, wurden erneuert. Die Fehlauflösungen der Überspannungskurzschließer konnten deutlich verringert werden.

Für die neuen Projekte PETRA III und XFEL wurden zwei neue Chopperschaltnetzteilentypen entwickelt. Durch die Optimierung der bestehenden Schaltung und des Aufbaus lassen sie sich bipolar mit ± 200 A/130 V oder unipolar mit 400 A/130 V betreiben. Die Ansteuerung geschieht mit Hilfe der entwickelten digitalen Elektronik für den VUV-FEL.

Senderstromversorgungen

Zur Verbesserung der Verfügbarkeit der HF-Sender bei HERA wurde zwischen MHE, MHF und MKK ein Sofortprogramm zur Desensibilisierung des Klystronschutzes verabredet. Dementsprechend wurde die Ansteuersensorik für den Klystronschutz bei allen HERA-Anlagen umgerüstet. Anstelle der bisher verwendeten di/dt-Monitore werden jetzt Strommonitore eingesetzt. Zur Ansteuerung der Crowbarelektronik wird die absolute Amplitude des Stromes im Lastkreis ausgewertet. Das Auftreten kurzer und schneller Laststromänderungen führt nun nicht mehr zwangsläufig zum Ansprechen des Klystronschutzes.

Zusätzlich wurden die Komponenten zum Aufbau eines 20-stufigen lichtgetriggerten Thyristor (LTT)-Crowbars (80 kV DC) beschafft. Der Aufbau und der Funktionsnachweis soll Anfang 2005 erfolgen. Die Betriebserfahrungen mit den Transientenrekordern für die Netzgeräte der HERA-Senderstromversorgungen sind gut. Der Ausbau der Transientenrekorder für die Senderstromversorgungen der PETRA Anlagen ist in Arbeit.

Für die Verbesserung des PETRA-Klystronschutzes wurden bereits 2003 zwei neue 16-stufige LTT-Crowbars aufgebaut. Anfang 2004 erfolgte der Test beider Systeme unter realen Bedingungen an einer PETRA-Anlage. Beim Ansprechen des Klystronschutzes kann der Kurzschlussstrom nur durch den 10 kV-Leistungsschalter abgeschaltet werden. Dieser relativ langsame elektromechanische Abschaltvorgang erfordert einen hohen Ladungstransfer im Crowbarkreis. Alle Anforderungen wurden von den neuen LTT-Crowbars problemlos erfüllt. Während der Wartungsperiode wurden an beiden Senderstromversorgungsanlagen umfangreiche Erneuerungen vorgenommen. Die neuen LTT-Crowbars wurden eingebaut. Die Sensorik in den Hochspannungsräumen und die zugehörige Anlagensteuerung wurden komplett ersetzt. Darüber hinaus wurden beide Hochspannungsräume mit Klimaanlage ausgerüstet, um Spannungsüberschläge in Folge von Luftfeuchtigkeit vorzubeugen. Diese Maßnahmen führten zur einer sehr deutlichen Erhöhung der Zuverlässigkeit.

Für die PETRA III Senderstromversorgung wurde mit dem F&E Programm begonnen. Der Prototyp einer Hochspannungs-Wanddurchführung (80 kVDC) wurde

mit einem Lieferanten spezifiziert, gefertigt und ausgeliefert. Die Konstruktion basiert auf der Verwendung von gasisolierten Verbundisolatoren in Verbindung mit Silikonschirmringen für Innenraum- und Freilufteinsatz. Diese Durchführung soll bei der derzeitigen PETRA-Anlage Süd-Rechts eingebaut werden. Unter realistischen Einsatzbedingungen sollen Langzeiterfahrungen während eines kompletten Jahreszyklusses gewonnen werden.

Für die Sensorik zur Erfassung elektrischer Messgrößen im Hochspannungsraum werden kommerziell verfügbare Komponenten auf ihre Eignung untersucht. Der Schwerpunkt der Untersuchungen liegt auf hoher Stör- und Zerstörfestigkeit sowie hoher Signaldynamik bei gleichzeitig hohem Isoliervermögen.

Die Überwachungselektronik für Messgrößen aus dem Hochspannungsraum soll für PETRA III auf ein völlig neues Konzept gestellt werden. Zurzeit wird die Einsetzbarkeit eines programmierbaren I/O-Controllers auf FPGA-Basis untersucht. Schwerpunkte sind hier hohe Reaktionsgeschwindigkeit bei gleichzeitiger Stabilität und Störsicherheit. Die Erstellung des Programmcodes erfolgt auf der Basis des LabView-FPGA-Moduls.

Die Sollwertvorgabe für die Kathodenspannung der HF-Sender wird bei PETRA III durch das HF-Kontrollsystem erfolgen. Dazu ist ein Testaufbau auf der Basis einer speicherprogrammierbaren Steuerung fertig gestellt worden. Ziel ist eine möglichst hohe Flexibilität bei der anlagennahen „low level“ Funktionalität und die unkomplizierte Integration in verschiedene „high level“ Kontrollsysteme.

Die genannten neuen Konzepte sollen im Laufe des Jahres 2005 an der Testsender-Installation stationär eingebaut werden. Ziel ist es, ein möglichst realitätsnahes Betriebsverhalten im Hinblick auf eine hohe Zuverlässigkeit zu untersuchen.

Pulskabel für XFEL

Auf der Teststrecke bei der Halle III (Geb. 28) wurden die Pulskabel (Einzellängen ca. 1500 m, 4 Stück parallel) verlegt und über ein Anpassungsnetzwerk an den Modulatoren angeschlossen. Ein Teil der Teststrecke wurde mit Temperaturfühler ausgerüstet und iso-

liert. Die Temperaturen an den Außenmänteln der Puls-kabel werden durchgehend gemessen und archiviert. Der Testbetrieb zeigte die grundsätzliche Funktionsfähigkeit der Puls-kabel. Es traten aber Störungen bzw. Störeinstrahlungen bei TTF im Bereich der Kanone auf. Weitere Untersuchungen zu den Puls-kabeln sind notwendig.

Überwachung und Kontrollen

MKK und MKS2 arbeiten weiter eng im Bereich der Kontrollen zusammen. MKK ist für die Automation und Überwachung auf der Anlagen- und Feldebene zuständig. Die zur Visualisierung der Anlagen, zur Anzeige von Alarmen und zur Archivierung von Anlagendaten verwendeten EPICS Tools werden von MKS2 betreut.

Das MKK-Sun Cluster wurde modernisiert. Die Sparc20-Rechner wurden durch 2 Sun Blades ersetzt.

Der Schaltschrank für den zweiten Kühlturm von TTF wurde projektiert und gebaut. Der Pumpstand für den Dump wurde vernetzt. Die Messwerte zur Erfassung der Energie werden dem DOOCS-Kontrollsystem zur Verfügung gestellt.

Der Schaltschrank für den LOLA-Pumpstand befindet sich im TTF Tunnel. Eine Siemens S7-SPS-Komponente fiel im Strahlbetrieb vermehrt aus. Auch nach Anbringung einer Abschirmung gab es Ausfälle. Nach dem Wechsel der Komponente gab es keinen weiteren Ausfall. In Zukunft müssen Betriebserfahrungen mit Strahl gesammelt werden.

Klimaanlagen und Wasserkühlung

Es wurden 13 Klima- und Lüftungsanlagen konzipiert und beschafft. Darüber hinaus wurden 40 Umluftkühlgeräte zur Raumkühlung installiert. Ein großer Teil dieser Anlagen ist mit dem MKK-Kontrollsystem vernetzt und visualisiert. Hervorzuheben sind die beiden Umluftkühlgeräte für die HV-Räume der PETRA-Senderanlagen. Sie wurden während der Wartungsperiode eingebaut. Der außenluftunabhängige Betrieb soll im Sommer verhindern, dass sich Feuchtigkeit an den Hochspannungskomponenten bilden kann, die zu Entladungen und Überschlügen führen.

Das Klimagerät für die Temperierung der VUV-FEL Undulatoren wurde in Betrieb genommen. Die ersten Betriebserfahrungen zeigen noch keine befriedigende Temperaturverteilung. Es wurden eine Reihe von Verbesserungen vorgenommen. Mit Hilfe der archivierten Messwerte und Daten lassen sich die Regeleigenschaften beurteilen. Die Optimierung der Regelparameter stellt sich als langwierig heraus.

Ein Schwerpunkt lag bei der Planung der Energieversorgung, Wasserkühlung sowie der Klima- und Lüftungsanlagen für das Planfeststellungsverfahren des XFEL. Der Platz- und Raumbedarf wurde ermittelt. Die Betriebsgebäude wurden entworfen und in die Planungsunterlagen eingearbeitet. Die Anordnungen der Gebäude für die Stromversorgung, für die Pumpen und Rückkühler für die Wasserkühlung, für die Kaltwassererzeugung sowie Lüftungsgeräte wurden bestimmt. Die Betriebsbeschreibungen wurden fertig gestellt.

Es werden 102 Klima-, Lüftungs- und Entrauchungsanlagen benötigt. Die Entrauchung der Tunnel und Schächte ist ein wichtiger Bestandteil des Sicherheitskonzeptes. Für den Linactunnel XTL ist ein Entrauchungskanal vorgesehen.

Die Klimatisierung der Undulatortunnel ist für den SASE-Effekt der Undulatoren von entscheidender Bedeutung. Es wurde daher eine Studie in Auftrag gegeben, in der die Temperaturverteilung im Tunnel berechnet werden soll. Die ersten Berechnungen zeigen, dass die Temperaturen der Wände und des Fußbodens einen starken Einfluss auf die Temperaturgradienten der Luft haben. Eine Temperierung der Wände und des Fußbodens erscheint notwendig. Es sollen technische Lösungsvorschläge erarbeitet werden, die zudem keine Vibrationen im Tunnel erzeugen dürfen.

Für das PETRA III Projekt wurden die Planungen für das Wasserkühlsystem fortgeführt. Die Fragen vom MAC wurden aufgegriffen und beantwortet. Die geforderte Temperaturstabilität des Kühlwassers lässt sich mit Hilfe von drehzahlgeregelten Rückkühlern und Pumpen sowie einem Dreiwegeventil erreichen. In der Halle 2 wurden Schwingungsmessungen an einer Quadrupol/Sextupolanordnung gemacht. Das Kühlwasser erzeugt keine messbaren Vibrationen an den Magneten.

Die Wasserkühlung von HERA lief zuverlässig und störungsarm. Während der Wartungsperiode wurden

die Pneumatikventilköpfe bei den Wasserventilen im Tunnel ausgetauscht, weil durch die porösen Membranen Druckluft in das Kühlwasser eindrang. Der Sauerstoffgehalt im Kühlwasser nahm stark ab. Die HERA-Kühltürme wurden so modifiziert, dass mehr Wasser über die Kühltürme und die Wärmetauscher fließen kann. Der Kühlbedarf ist durch die Erhöhung der Luminosität gestiegen.

Die Stromschienen für die Hauptstromkreise wurden mit Pilothermen nachgerüstet, damit ein Kühlwassermangel bemerkt wird.

Zur Reduzierung der Ausfallzeiten bei der Kaltwasserversorgung in HERA wurde die Steuerungssoftware der Kaltwassererzeuger so erweitert, dass bei einer Störung eines Aggregates automatisch auf das redundante gewechselt wird. Die Überwachung der Kühlwasserversorgung der Magnete durch die so genannten Untergruppen im Tunnel wurde nachgerüstet und in das Magnet- und Kabelinterlock eingeschleift. Damit wird ein Betrieb der Magnete ohne Wasserkühlung verhindert. Bisher wurde der Kühlwasserdurchfluss nur im BKR angezeigt.

Die letzten Turbo-Kältemaschinen in den HERA Aussenhallen wurden auf das neue Kühlmittel R134a umgestellt.

Die neuen Experimentepumpen für den DESY-Ring wurden in Betrieb genommen. Die Pumpen laufen sehr ruhig und bieten jetzt wieder volle Redundanz.

Die neue Kühlwasserversorgung des DESY-Ringes für den PETRA III Betrieb wurde geplant. Es soll ein neues Pumpenhaus neben dem Gebäude 16 und den Kühltürmen errichtet werden.

Die Überwachung der Rohrbegleitheizungen gegen Einfrieren wurde fertig gestellt.

Bei der Kanone von PIZ wurde die Wassertemperaturregelung durch eine Störgrößenaufschaltung verbessert. Dies war notwendig, da eine neue Kanone eingesetzt wurde. Für die Kanone 2 wurde bei der Projektierung von zwei neuen Pumpständen für die zusätzliche Kanone und den Booster mitgearbeitet. Am Kühlwassersystem der Klystrons wurden Messungen durchgeführt und Unterstützung bei der hydraulischen Auslegung der Wasserkühlanlagen gegeben.

Es fand ein Wasserworkshop bei DESY statt, an dem Kollegen aus anderen europäischen Beschleunigerinstituten und der Industrie teilnahmen. Es war der erste Workshop überhaupt, auf dem sich die Kühlwasserexperten trafen und ihre Erfahrungen austauschen konnten. Ein Schwerpunkt war die wasser-technische Behandlung in Kühlkreisläufen zur Vorbeugung von Ablagerungen und Lochfraß. Es wurde auch von den neuen Projekten wie LHC, XFEL und PETRA III berichtet. Einen breiten Raum nahm der Erfahrungsaustausch im Betrieb von umfangreichen Wasserkühlanlagen ein. Die so genannten hybriden Trockenkühler fanden großes Interesse, weil sie im Betrieb große Mengen an Zusatzwasser gegenüber den bekannten Nasskühlern einsparen.

EDV, EDMS, CAD und Facility Management

Bei MKK sind die CAD-Programme E³-CAD für die elektrischen Anlagen, Solid Edge für die Wasserkühlanlagen sowie AutoCAD 2D für die raumluftechnischen Anlagen und übrige CAD-Anwendungen im Einsatz. Weiterhin beteiligte sich MKK bei den DESY-weiten Projekten für die Kabeldokumentation, für das Facility Management und für ein Schaltungslayoutprogramm. Da sich die Beschaffung eines DESY-Kabeldokumentationsprogramms verzögert, wurde mit der Entwicklung einer Kabeldatenbank unter ORACLE begonnen. Das Ziel ist, die unter VARCAD gespeicherten Daten langfristig zu sichern. Die Betriebsmitteldatenbanken und das elektronische Logbuch unter ORACLE wurden weiter ausgebaut. Für die Updates der CAD-Programme wurden leistungsfähigere Rechner beschafft. Die NT-Rechner wurden, wenn möglich, ertüchtigt und auf XP umgestellt sowie in die WIN-Domäne integriert, d. h. 70 PCs und 10 Notebooks. MKK arbeitet beim EDMS Web Client mit. Die Anforderungslisten für das XFEL-Planfeststellungsverfahren wurden ins EDMS eingepflegt.

Wärmeversorgung

Es wurden 12 Heizungsunterstationen komplett erneuert und den geänderten Anforderungen angepasst. Die

hydraulischen Regelarmaturen wurden dabei erneuert oder es wurden zusätzliche installiert, um den Heizungsbetrieb zu optimieren. Die Steuerungen der erneuerten Heizungsunterstationen werden ebenfalls komplett erneuert und mit Leittechnik ausgerüstet.

Auf Grund der neuen Betriebssicherheitsverordnung musste die Maximaltemperatur der Heizungsringleitung von 120°C auf 110°C verringert werden, um kostspielige Nachrüstungen zu vermeiden. Dies hat unter anderem zur Folge, dass Engpässe im Heizungsnetz beseitigt und der Betrieb optimiert werden müssen. Die Wärmeversorgung mit Fernwärme läuft praktisch störungsfrei.

Arbeitssicherheit

Es gab zwei Elektrounfälle, die glimpflich abliefen. Die Ursachen wurden analysiert. Die Gegenmaßnahmen wurden eingeleitet, um zukünftig solche Unfälle zu vermeiden.

Beschleunigerplanung – MPL –

Die Gruppe MPL ist zuständig für Entwicklung, Bau und Aufstellung von Beschleunigerkomponenten in Tunneln und Experimentierhallen. Von besonderer Bedeutung sind dabei Entwicklung und Bau von supraleitenden Resonatoren, Qualitätskontrolle und Werkstoffuntersuchungen am Material für Resonatoren und Beschleunigerkomponenten.

Beschleunigeraufstellungen

Für folgende Maschinen wurden Berechnungen, Konstruktionen und Fertigungsunterlagen erstellt:

DORIS III: Fertigungsunterlagen für eine neue Wiggler Kammerhalterung,

HERA: Höhenjustierbares Kollimatorbleigestell,

VUV-FEL: Neues Kickergestell mit Kammerhalterung,

PETRA II: Ein Sextupolgestell auf Betonsockel mit Lenkerjustierung für den Einbau einer Testvakuumkammer für Petra III,

PETRA III: Neues Sextupolgestell mit Lenkerjustierung für 70 Magnete in den alten Achteln, die mit Aluminiumspulen ausgerüstet werden; ein 4.2 m langer Test-Dipolmagnetträger (Girder) als Vorstudie für einen Prototypen für Belastungs- und Justagetests, incl. der Lagerböcke mit Antrieb der Girder Höhenverstellung; drei Magnetunterbauten für die neuen Dipol- und Quadrupolmagnete auf dem Girder im neuen Achtel,

XFEL: Konstruktion und Fertigungsunterlagen für verschiedene Varianten von Prototypen einer hängenden Anbindung des Kryostaten an der Tunneldecke.

Werkstoffuntersuchungen und Resonatorfertigung

XFEL Aufgaben (im Rahmen des WP4, SC Cavity)

- Entwicklung einer neuen Spezifikation für hochreines Niob und einer Spezifikation für die Fertigung von ca. 1000 supraleitenden Resonatoren.
- Anwendung des EDMS-Systems für die Resonatorfertigung. Erprobung an der Fertigung von 30 Resonatoren bei der Fa. ZANON.
- Qualifizierung von neuen potentiellen Nb-Lieferanten.
- Optimierung der Glühparameter der Resonatoren mit dem Ziel, optimales Entgasen von Wasserstoff und optimale mechanische Stabilität des Resonators zu erreichen.
- Einfluss des Tantalgehaltes in hochreinem Niob auf die Leistungsfähigkeit der Resonatoren zu verstehen.

Ziel der letztgenannten Untersuchungen ist (in Zusammenarbeit mit Jefferson Lab, USA und der Fa. CBMM, Brasilien) zu prüfen, ob es möglich wäre, das Niob mit höherem Tantal-Gehalt als Material für die Hochgradientresonatoren zu akzeptieren. Das würde zu entsprechender Preissenkung von Nb führen. Drei Ingots mit unterschiedlichem Tantal-Gehalt (150, 600, 1300 ppm)

| Ingot_ Blech | Ta-Gehalt [ppm] | 100 μm BCP Eacc, MV/m | 200 μm BCP Eacc, MV/m | Glühen mit Ti und Ausbacken Eacc, MV/m |
|-----------------|--------------------|-------------------------------------|-------------------------------------|--|
| 1164_12_13 | 1300 | 18.12 | 20.58 | 30 |
| 1164_11_14 | 1300 | 20.23 | 23.56 | |
| 1161_31_34 | ~150 | 22.27 | 21.22 | 35 |
| 1161_32_33 | ~150 | 23.57 | 23.65 | |
| 1162_33_34 | ~600 | 23.34 | 23.49 | |
| 1162_32_35 | ~600 | 20.37 | 22.76 | |

Tabelle 4: Einfluss des Tantalgehaltes (100–1300 ppm) im Niob auf die Leistungsfähigkeit der Resonatoren.

wurden geschmolzen und zu Blechen verarbeitet. Die Fertigung wurde mit der Analyse der Mikrostruktur, Messungen der elektrischen, thermischen und mechanischen Eigenschaften begleitet. Die Bleche wurden mit Wirbelstrom abgescannt. Einige einzellige Resonatoren wurden gebaut, alle identisch behandelt und einige Serien von Hochfrequenztests durchgeführt. Die Ergebnisse sind in Tab. 4 zusammengefasst. Für moderate Beschleunigungsgradienten (ca. 20 MV/m) ist kein signifikanter Einfluss von Ta auf die Leistungsfähigkeit der Resonatoren zu sehen. Für die hohen Gradienten (ca. 30–35 MV/m) ist der Einfluss des Ta-Gehalts allerdings laut ersten Ergebnissen erkennbar.

CARE/JRA1- Aufgaben

Entwicklung einer Scanvorrichtung für die Nb-Bleche mit Sensoren auf SQUID-Basis: Diese bieten eine viel versprechende Möglichkeit, die Nachweisgrenze von Defekten in Niob zu verbessern. Die Vorversuche haben gezeigt, dass z. B. sehr kleine, mit dem Wirbelstromverfahren nicht detektierbare, Partikel mit SQUID nachgewiesen werden können. In Zusammenarbeit mit der Fa. WSK wird an der Entwicklung einer SQUID-Scanvorrichtung für die Nb-Bleche für den XFEL gearbeitet.

Fertigung der nahtlosen Resonatoren: In vergangenen Jahren wurde die Prozedur für die Fertigung von einzelligen nahtlosen Resonatoren durch Hydroforming

entwickelt. Die besten Monozellen haben Beschleunigungsgradienten über 40 MV/m erreicht. Die Fertigung von mehrzelligen Resonatoren sowohl aus massivem Niob, als auch aus NbCu bimetallischer Verbindung wird im Rahmen des CARE Programm entwickelt. Im Jahr 2004 wurden die vorhandenen Vorrichtungen ausgebaut, um die Fertigung von dreizelligen nahtlosen Resonatoren zu ermöglichen.

Materialuntersuchungen

Im Labor für Materialuntersuchungen wurde außerdem im Jahre 2004 an folgender Problematik gearbeitet:

- Beschichtungsqualität von Faltenbälgen für Einkoppler und Resonatoren-Verbindungen (TTF, XFEL).
- Zerstörungsfreie RRR-Messungen an Resonatoren in der Halle 3 (TTF).
- Analyse der Verteilung von Verunreinigungen in der Schweißnaht von Niob, geschweißt in der Elektronenstrahlschweißanlage von DESY (TTF, XFEL).
- Optimierung der Vorrichtung für die Wärmeleitfähigkeitsmessungen bei tiefen Temperaturen und Durchführung von Messungen an Niob und Keramiken (XFEL).
- Qualifizierung von nahtlosen Niob und Nb/Cu-Rohren für Hydroforming (CARE/JRA1).

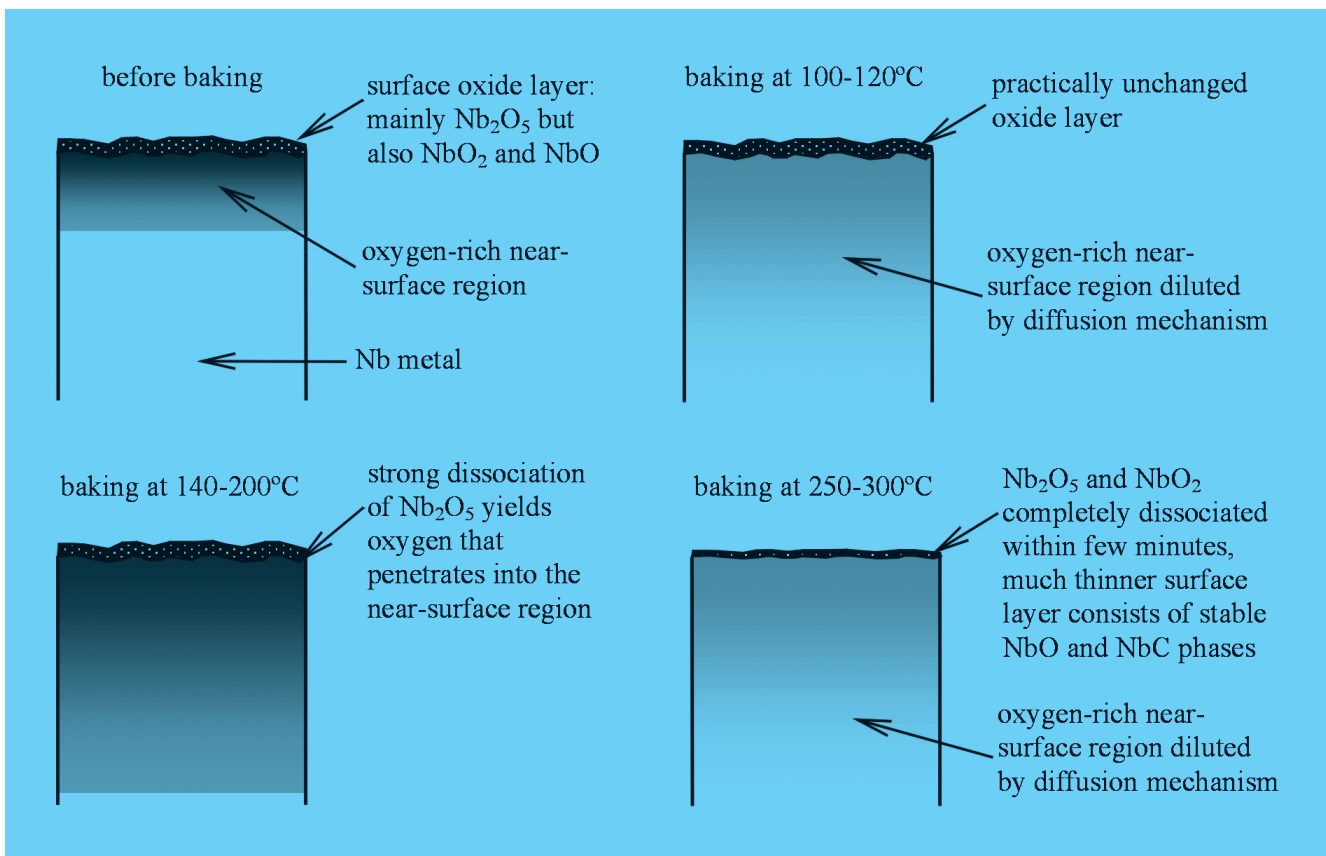


Abbildung 135: Modell des oxydreichen Bereiches an der Nähe der Nb-Oberfläche nach dem Ausbacken bei verschiedenen Temperaturen.

– Oberflächenuntersuchungen von Koppler-Teilen (DORIS, HERA)

Oberflächenuntersuchungen von Änderungen der Nb – Oxydschichten durch das Ausbacken bei 100–300°C (TTF, XFEL, ILC).

Die Untersuchungen wurden in Zusammenarbeit mit dem Labor für Oberflächenphysik (Surface Spectroscopy Laboratory) in Krakow an zwei Typen von Nb-Proben (BCP und EP behandelt) durchgeführt. Die chemische Zusammensetzung der dünnen Oxydschicht an der Nb-Oberfläche ändert sich durch das Ausbacken. Dieser Effekt wurde in situ mit Hilfe von XPS (X-ray Photoelectron Spectroscopy) beobachtet. Das Ausbacken im Temperaturbereich 100–180°C verursacht die Auflösung der äußeren Niob-Pentoxid-Schicht (Nb_2O_5) und führt zum Wachstum von viel dünneren internen Niob-Dioxyd- und Niob-Monoxyd-

Schichten. Die komplette Dicke der Oxydschicht nimmt durch das Ausbacken ab.

Ein Modell von Änderungen der Nb-Oxydschichten durch das Ausbacken bei 100–300°C wurde auf Basis der Experimente entwickelt (siehe Abbildung 135). Das Modell ist konsistent mit dem Verhalten von ausgebackenen Resonatoren.

International Linear Collider ILC

Konzentrischer Tuner als Option für ILC

Die von MPL vorgeschlagene Abstimmvorrichtung (Tuner) wurde hinsichtlich der Kostenreduzierung, der Fertigung, der Montage und der Werkstoffersparnis überarbeitet und gefertigt. Der TTF-Resonator D3

ist in den Heliumtank mit dem Tuner eingeschweißt worden. Die Bordscheiben hierzu wurden entsprechend angepasst.

Der Kalttest wurde in CHECHIA bei 2 K und 4 K durchgeführt. Die Frequenz wurde in Abhängigkeit von den Umdrehungen des Tuner-Antriebmotors gemessen. Anschließend folgten entsprechende Warmtests. Der Tuner ist funktionsfähig und erfüllt in wesentlichen Punkten die Spezifikation. Die Warmtests sollten 2005 fortgesetzt werden.

Aufbau von Beschleunigern und Experimenten – MEA –

Das Aufgabengebiet der Gruppe MEA umfasst Aufbau der Beschleuniger und Experimente mit Projektplanung, Vermessung, Experimentesicherheit, Tieftemperatur- und Gaseservice.

Die Gruppe MEA führte in enger Zusammenarbeit mit den Werkstätten, dem M- und F-Bereich die Planung, Koordination und Terminverfolgung der Aufbau-, Umbau- und Wartungsarbeiten in den Beschleunigern und bei den HERA-Experimenten durch. Neben den üblichen Wartungs- und Reparaturarbeiten in den Experimentierbereichen und dem Beschleunigerverbundsystem wurden im Berichtszeitraum die im Folgenden aufgelisteten Arbeiten ausgeführt. Dabei wurde die Gruppe für die Bewältigung der Transport- und Montagearbeiten in den Betriebsunterbrechungen der Beschleuniger durch Zeitarbeitskräfte unterstützt. Die Auslegung der verschiedenen neuen Magnettypen und die Herstellung von Prototyp-Magneten für das PETRA III Projekt und die Konstruktion und Herstellung des supraleitenden Solenoidmagneten für den im Bau befindlichen HERMES Recoil-Detektor wurden im Rahmen des Kooperationsvertrages mit dem Efremov-Institut in St. Petersburg durchgeführt.

Beschleuniger

HERA: Die Wartungsperiode bei HERA wurde bestimmt durch den Spulentauch bei den 3 vertikal ablenkenden BU-Dipolmagneten in der Protonenstrahlführung HERA-NL, den Zurückbau des Experiments



Abbildung 136: BU-Spulen Fertigung beim Efremov-Institut in St. Petersburg.

HERA-B in HERA-Halle West sowie die Umstellung der Maschinengeometrie auf e^- -Betrieb.

Zur Beseitigung eines latenten Erdschlusses im Bereich der in Reihe geschalteten BU-Magnete NL wurde beschlossen, alle 6 Einzelspulen der 3 BU-Magnete NL in der Sommer-Wartungsperiode auszutauschen. Die fehlenden Reservespulen wurden von MEA in Zusammenarbeit mit dem Efremov-Institut in St. Petersburg beschafft (Abb. 136). Um den zeitaufwendigen Aus- und Einbau der BU-Magnete aus der Protonen-Strahlführung einschließlich Demontage der Elektronen-Strahlführung in dem betroffenen Bereich und den Transport der Magnete in die MEA-Montagehalle über die HERA-Halle West zu vermeiden und damit den Zeit- und Gesamtmontageaufwand wesentlich zu reduzieren, wurde eine von MEA konstruierte Hebe- und Verschiebevorrichtung als transportables Baukastensystem für den Spulenaustausch vor Ort eingesetzt (Abb. 137). Um das vertikale Trennen der 20 t Magnete ausführen zu können, wurden von der Betriebsschlosserei ZM5 massive Unterbauten für die Magnetjoche gefertigt und vor Ort eingebaut. Bei der Überprüfung der ausgebauten BU-Spulen ist festgestellt worden, dass 4 der insgesamt 6 Spulen massive Wasserschäden an der Isolation auf Grund von undichten Lötstellen aufweisen. Daher wurde beschlossen, in einem Sofortprogramm die Herstellung neuer Spulen, deren massive Leiter über aufwendige Induk-

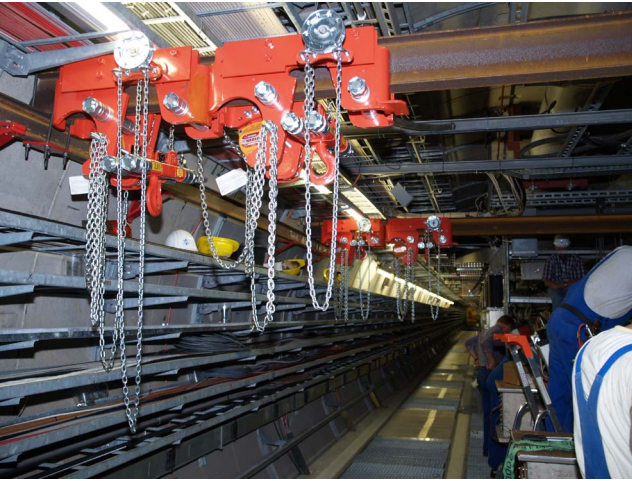


Abbildung 137: Hebe- und Verschiebevorrichtung für die BU-Spulenmontage im HERA-Ring.

tionslötverfahren verbunden werden, für die weiteren 15 in HERA eingebauten BU-Magnete in Auftrag zu geben.

Für den Ausbau des HERA-B-Experimentes aus der Strahlposition in der HERA-Halle West wurden verschiedene Szenarien entwickelt. Entscheidende Kriterien waren die limitierte Länge der Sommerunterbrechung und die Forderung, dass nach Wiederanlauf von HERA jederzeit ein sofortiger Zugang auch mit den schweren Montagefahrzeugen HERA-TRAM in die Quadranten WR/NL und WL/SR für eventuelle Reparaturarbeiten im HERA-Tunnel durch die Halle möglich sein müsste, ohne dass vorher Teile von HERA-B zu verfahren wären oder Betonabschirmsteine zeitraubend aus der Halle entfernt werden müssten. In der Sommerunterbrechung wurde das HERA-B-Experiment in eine Parkposition an der Ringaußenseite verfahren, in welcher es bis zu einer späteren Demontage verbleibt. Die Verbindung zwischen den Tunneleingängen WL und WR wurde innerhalb der Betonabschirmung zwischen Beschleuniger und Hallenbereich (Ringinnenseite) mit einer stabilen Brückenkonstruktion als durchgängige Fahrbahn für die Montagefahrzeuge hergestellt. Die Abschirmung in der Halle wurde so konzipiert, dass auch bei maximal erreichbaren Strahlströmen und den sich daraus ergebenden Untergrundsituationen ein Aufenthalt im Ringinnenbereich der Halle ohne Einschränkung erlaubt ist und darüber hinaus das Aufsetzen der HERA-TRAM auf die Tunnelbahn inklusive Ent-

fernung der Abschirmung in einer 8 Stunden-Schicht möglich ist.

Für die Umstellung von Positronen- auf Elektronenbetrieb wurden nach der Sommerunterbrechung die Magnete auf den Magnetbrücken NL und NR für die H1- und SL und SR für die ZEUS-Wechselwirkungszone bei geschlossenem Vakuumsystem in die entsprechenden Sollpositionen verschoben.

Weitere Arbeiten bei HERA waren eine Reparatur des Quadrupolmagneten GI 7 NR sowie eine Reparatur des Quadrupolmagneten GN 17 NL. Der Magnet GI 7, der in die Magnetbrücke NR eingebaut ist, musste vor Ort geteilt werden, um eine Magnet-Spule zu ersetzen, deren Isolation durch eine Überhitzung der Vakuumkammer im Magneten lokal verbrannt war. Der Magnet GN 17 NL, der in das Rauchschott NL zwischen Tunnel und H1-Wechselwirkungszone eingebaut ist, wurde wegen defekter Spulen mit teilweise geschmolzenem Cu-Leitermaterial durch einen neuen Magneten in einem aufwendigen Montageablauf ersetzt.

Bei der Inbetriebnahme und Optimierung des optischen Resonators für das longitudinale Elektronenspin-Polarimeter im HERA-Tunnel OR wurde von MEA Hilfestellung gegeben. Insbesondere wurde die Elektronik in einen geschützteren Bereich mit verstärkter Bleiabschirmung umgesetzt, um in Zukunft Strahlenschäden zu verringern.

PETRA III: Für PETRA III wurden vorbereitende Arbeiten durchgeführt. Für den Oktanten PETRA Nord-Ost bis PETRA Ost, in welchem die Strahlfächer für die Experimente mit Synchrotronlicht aufgebaut werden, wurde in einem 3D Solid-Edge Modell die modulare Abschirmung aus Beton-Elementen zwischen Maschinenbereich und Experimentierhalle entworfen. In Abstimmung mit den technischen M-Gruppen wurde eine erste Planung für den Umbau der PETRA-Abschirmung und notwendige Änderungen der Halleninfrastruktur in den existierenden PETRA-Hallen durchgeführt.

Für die notwendige Grundüberholung der PETRA-Magnete in den verbleibenden 7/8 der PETRA-Strahlführung, deren Spulensysteme aus dem früheren PETRA-Betrieb für Hochenergiephysik-Experimente erhebliche Strahlenschäden aufweisen, wurden die Spezifikationen für die Herstellung von Ersatzspulen für Dipol-, Quadrupol- und Sextupolmagnete für eine europaweite Ausschreibung erstellt. Nach Ablauf der

Bindefristen wurde die Fertigung der 3 Spulentypen bei drei verschiedenen Herstellern in Auftrag gegeben. Neben der Fertigung der Sextupol-Ersatzspulen aus Aluminium wurde für 50% der Sextupolmagnete ein neuer Spulentyp aus Kupfer mit integrierter Korrekturspule geordert. Mit Hilfe dieser Korrekturwindungen soll die vertikale Korrektur des umlaufenden Strahls erfolgen. Damit kann für PETRA III auf die jetzt eingebauten Vertikal-Korrekturmagnete verzichtet werden und zusätzlicher Einbauraum für ein modifiziertes Vakuumkammer-System gewonnen werden. Ein erster Prototyp-Sextupolmagnet wurde mit einem solchen Spulensystem ausgerüstet (Abb. 138). Die Resultate der Feldmessungen stimmen mit den von MEA berechneten Designwerten perfekt überein, so dass die Serienfertigung freigegeben werden konnte.

Für den neu aufzubauenden Quadranten wurde mit der Fertigung der Prototypmagnete, die für das Girderkonzept entwickelt wurden, beim Efremov-Institut begonnen. Dabei werden mehrere Strahlführungsmagnete zusammen mit Vakuumpumpen, Monitoren etc. auf einem gemeinsamen Träger (Girder) montiert und feinjustiert. Gebaut werden je zwei „kurze“ und zwei „lange“ Quadrupolmagnete mit verschiedenen Einsatzstücken zwischen den Jochhälften, die an die Auslasskammern für das Synchrotronlicht angepasst werden müssen, sowie ein H-Typ Dipolmagnet. Für die vertikal korrigierenden Korrekturmagnete, die auf den Girdern montiert werden müssen, wurden in Zusammenarbeit mit dem Efremov-Institut zwei verschiedene Lösungen entwickelt. Die Fertigungszeichnungen für diese beiden Korrekturmagnettypen, von denen je ein Prototyp gebaut werden soll, wurden erstellt und mit der Herstellung der notwendigen Fertigungswerkzeuge wurde begonnen.

Im neuen Anbau der Halle 5 wurde für die MEA-Vermessungsabteilung ein Gebiet mit einem stabilen Referenzpunktsystem für die Testmessungen mit Lasertrackern an den PETRA III Girder-Prototypen und Magnetaufbauten eingerichtet.

Zur Fertigungskontrolle und als Bauraumbetrachtung für ein PETRA III Gesamtmodell wurden sämtliche alte und neue PETRA-Magnettypen bei MEA in Solid-Edge modelliert.

DORIS: Im DORIS-Ring wurden der Quadrant SR und SL umgebaut.

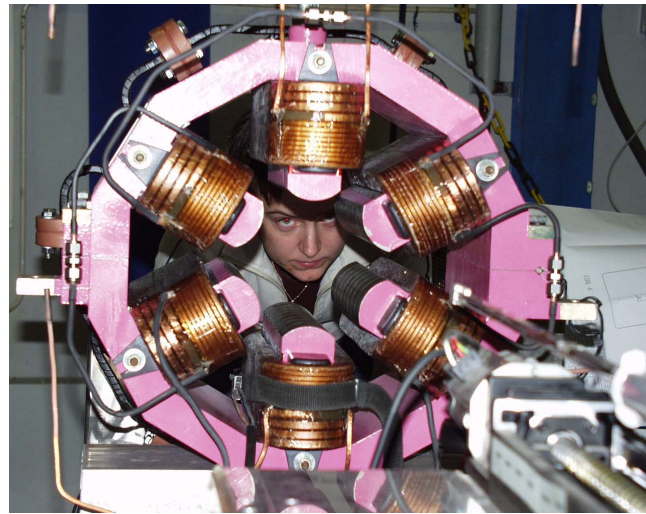


Abbildung 138: *PETRA III-Sextupolmagnet mit Kupferspulen und eingegossenen Korrekturspulen.*

LINAC II: Für den LINAC II wurde unter Mitarbeit von MEA bei einem externen Hersteller ein Ersatzabschnitt bestehend aus 18 Einzelgehäusen, in die jeweils zwei Solenoidspulen eingebaut sind, und zwei Korrekturspulen gefertigt. Mit der Methode des magnetischen Zeigers, mit der die Richtung eines Feldes mit hoher Präzision gemessen werden kann, wurden die Solenoidspulen in den einzelnen Gehäusen und im Gesamtabschnitt ausgerichtet. Dabei wird ein vollkardanisch aufgehängter zylindrischer Weicheisenstift, der sich entlang der Feldlinien ausrichtet, auf der Teilchensollbahn bewegt. Die Winkelstellung des Zeigers wird mit einem Spiegel, der mit dem Zylinderstift fest verbunden ist, über ein elektronisches Autokollimationssystem bestimmt. Damit war die Forderung zu erfüllen, dass der transversale Feldanteil der Einzelsolenoiden und des Gesamtsystems die Größenordnung von einem Promille des Longitudinalfeldes nicht überschreitet.

Nach Lieferung durch den Hersteller wurde der Solenoidabschnitt in der MEA4-Montagewerkstatt mit Wasserverrohrung, Stromanschlüssen und Isolationsstrecken ausgerüstet (Abb. 139).

VUV-FEL: Im gesamten Berichtszeitraum wurden in den Betriebsunterbrechungen die Installationsarbeiten im VUV-FEL Tunnel fortgeführt. Die letzten fehlenden Magnete wurden eingebaut, die Stromanschlüsse der Magnete wurden mit Berührungsschutz

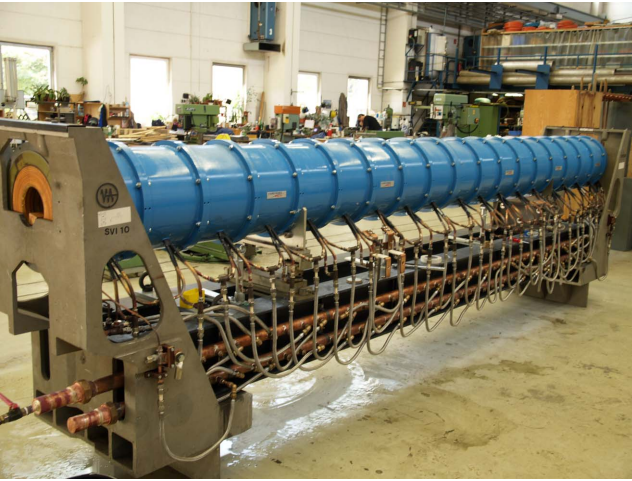


Abbildung 139: LINAC II Ersatzabschnitt in der MEA4-Montagewerkstatt.

aus Makrolon versehen. Die Docking-Untergestelle für die Versorgungscontainer wurden eingebaut und verbohrt, die Container installiert. Für das Undulator-Drahtmesssystem wurden die Granitplatten aufgestellt und verbohrt. Die Laufstege und Treppen vor den Undulatoren wurden gefertigt und eingebaut. Für die HASYLAB-Photonenbeamline wurden die Untergestelle aufgestellt und verbohrt und Hilfestellung beim weiteren Aufbau geleistet.

Am MEA-Magnetmessplatz wurden für verschiedene im VUV-FEL eingebaute Strahlführungsmagnettypen hochgenaue Feldmessungen durchgeführt, um die Erregungskurven und die Abhängigkeit und damit die Einstellgenauigkeit der Feldparameter von der jeweiligen Vorgeschichte des Magneten, und den daraus resultierenden remanenten Feldern, zu bestimmen. Zur Anwendung kommen bei den Feldmessungen Hallsonden und rotierende Spulensysteme.

XFEL: Um die technischen und sicherheitsrelevanten Randbedingungen für das Planfeststellungsverfahren zu untersuchen und festzulegen, haben Mitarbeiter der Gruppe MEA1 – Technische Projektierung – in verschiedenen DESY-Arbeitskreisen zur Vorbereitung des Planfeststellungsverfahrens mitgearbeitet. Von MEA wurden in einer MEA internen Arbeitsgruppe Tunnelmontage insbesondere Einbau- und Transportkonzepte für verschiedene Beschleunigerbereiche in

2D- und 3D-CAD-Modellen untersucht und erste Entwürfe eines Transport- und Montagefahrzeugs für die hängenden Beschleunigermodule erstellt.

Experimente

HERMES: Die Fertigung des supraleitenden Solenoid-Magneten beim Efremov-Institut in St. Petersburg für den HERMES Recoil-Detektor wurde von MEA betreut. Nach erfolgreichem Kalttest und erster Feldvermessung beim Efremov-Institut wurde der Magnet zum DESY geliefert. Der Magnet ist in HERA Halle Ost als Teil des Recoil-Detektor Teststands betriebsbereit installiert worden. Die anschließende genaue magnetische Vermessung des Solenoidfeldes wurde mit der MEA 3D-Messmaschine durchgeführt.

Zusammen mit den HERMES-Spezialisten wurden von MEA die Ermittlung und die Dokumentation der Bauräume im HERMES-Targetbereich in einem I-DEAS 3D-Modell durchgeführt und Plattformen, Gestelle und Traversen für den Einbau des Recoil-Detektors im Targetbereich geplant.

ZEUS: Bei ZEUS mussten drei Fahrwerkseinheiten (Wälzswagen) unter dem Detektor erneuert werden, da starke Verformungen an den Seitenführungen der alten Fahrwerke ein kontrolliertes Auffahren des Experimentes nicht mehr einwandfrei zuließ. Die Fahrschienen wurden nachgearbeitet, bei der Hydraulik-Schubeinheit für die Fahrzylinder wurde die Klemmung erneuert.

Vermessung

Beschleuniger

HERA: Die zu reparierenden Dipolmagnete vom Typ BU wurden vor dem Ausbau aufgemessen, um ihre 3-D-Position in Bezug zu den benachbarten Komponenten feststellen zu können. Nach Abschluss der Reparaturarbeiten wurden die Dipolmagnete wieder auf ihre Sollposition justiert.

Zur Umstellung der Maschinengeometrie auf e^- -Betrieb wurden die Magnetbrücken NL, NR und SL, SR aufgemessen. Die jeweiligen Brückenmagnete wurden auf ihre neue Position gestellt und anschließend

durch ein Aufmaß kontrolliert. Das gleiche Vorgehen wurde auf den supraleitenden Magneten Typ GO in NR angewendet. Da die Verstellung des supraleitenden Magneten GO von mechanischen Problemen begleitet war, wurde im Anschluss die Fehlaufstellung des H1-Detektors behoben, indem der gesamte Detektor aus seiner bisher fehlerhaften Position in Richtung der Sollposition bewegt wurde. An dem neuen Absorber 4 wurden Transfermessungen durchgeführt, anschließend wurde der Absorber eingebaut und feinjustiert.

In dem Quadrupolmagnet GI 7 auf der Brücke NR wurde die durch den Strahlbetrieb beschädigte Vakuum-Kammer ausgetauscht. Der Magnet musste hierzu vor dem Kammertausch aufgemessen und nach dem Einbau der neuen Kammer erneut justiert werden. Die Beschleunigersegmente links und rechts der Experimente, die messtechnisch nicht direkt miteinander verknüpfbar sind, wurden durch eine Verbindungsmessung über die Galerie der Experimentehalle verbunden. Dies wurde im Norden, Süden und Osten durchgeführt.

Der gesamte Bereich des Rotators NR musste neu aufgemessen werden. Anschließend wurden fehlerhaft stehende Magneten justiert. Mit dem neu justierten Rotator wurde ein Fahrversuch unternommen, der von der Vermessung begleitet wurde. Weitere Vermessungen wurden durchgeführt beim Aus- und Einbau des Kryostaten 6 WR, beim Aufmaß der Roman Pots NL, beim Kontrollaufmaß des VFBS-Bypass, sowie beim Auswechseln des GN in NL.

Vorbeschleuniger: Für den LINAC II wurde die Cavity-Struktur 14 im Hüllrohr justiert, bei PIA wurden Aufmaß und Justierung von Komponenten bei Dipol- und Quadrupolteilungen und für DESY III wurde die Transfermessung eines Reserveseptums durchgeführt. Bei DORIS wurde die Gerade Süd umgebaut, die Sockelpositionen für den neuen HARWI III (Wiggler) angerissen und dieser nach Einbau justiert. Ebenso wurden Transfermessungen für Sextupole durchgeführt und diese im Strahl justiert. Für PETRA II wurde für ein Reserveseptum des EL-Wegs die Transfermessung durchgeführt, im bestehenden Beschleuniger PETRA wurde in der Gerade Ost für das zukünftige Maschinenlayout ein Testaufbau von zwei Sextupolen durchgeführt.

VUV-FEL: Eine der beiden größeren Hauptaufgaben im Jahr 2004 war die Justierung der umgebauten VUV-FEL-Anlage. So wurde von dem gesamten Beschleuniger nach Einbau aller Komponenten, der Grobjustierung und Herstellung aller mechanischen Verbindungen die geometrische Lage im 3-D Raum durch ein Fein-Aufmaß festgestellt, eine Berechnung der optimalen Maschinenposition vorgenommen und anschließend die gesamte Maschine feinjustiert. In einem weiteren Schritt wurde die Einhaltung der Justierung aller Komponenten durch ein Aufmaß kontrolliert. An der von PITZ gelieferten Kanone wurden zahlreiche Vermessungen und Justierungen durchgeführt.

PITZ – Zeuthen: Auf dem Betriebsgelände Zeuthen wurde die Diagnosesektion des Photoinjektor-Teststands justiert und die Messmaschine für die Feldvermessung des neuen Dipols eingerichtet.

Experimente

HERMES: Für HERMES wurde ein Detektor im Teststrahl 22 justiert. Im Experiment selbst fand ein Aufmaß von Kollimator bis Target statt, außerdem wurden die Detektorkammern FC und BC in Bezug zum Magneten eingemessen. Am ausgebauten Target sowie am Targetmagneten fanden Transfermessungen statt.

Die MEA 3D-Magnetmessmaschine wurde mehrmals für die Feldvermessung des supraleitenden Solenoid-Magneten des HERMES Recoil-Detektors ausgerichtet und die Verfahrrachsen kontrolliert. Der gesamte Testaufbau des Recoil-Detektors in der HERA Halle Ost wurde mehrmals justiert und aufgemessen.

HASYLAB: Für HASYLAB wurden die Lochblenden der im VUV-FEL zum Einsatz kommenden Spiegelkammern aufgemessen und zu den angebrachten Vermessungsmarken bezogen. An der Undulatorembank wurden die Fahrwege der Messsonde überprüft. Außerdem wurde eine Transfermessung am PADUA-Spektrometer durchgeführt, sowie das Spektrometer nach erfolgreichem Einbau im VUV-FEL justiert.

Sonderprojekt OPERA: Für das in Gran Sasso zu installierende Neutrino-Experiment OPERA wurde das Grundgestell zur Herstellung der Drift Tubes für den High Precision Tracker aufgebaut und anschließend jus-

tiert. Die für jedes einzelne Detektorpaket vorinstallierten Lochblenden werden laufend von der Vermessungsabteilung justiert.

GIS / FM: Für das zurzeit noch in Benutzung befindliche System GDS wurde das Nachfolgesystem Topobase eingeführt. Hierfür wurden zunächst sowohl das Datenmodell, als auch das Darstellungsmodell für die DESY-Übersichtskarte, für die DESY-Grundkarte, für die gesamte XFEL-Planung und für sämtliche auf dem DESY-Gelände vorhandenen Vermessungspunkte erstellt.

Die DESY-Übersichtskarte sowie die XFEL-Planung wurden in ein WEB-GIS eingestellt, damit die Unterlagen möglichst vielen Nutzern zur Verfügung gestellt werden können und eigenständig nutzbar sind. Der DESY-Lageplan wurde komplett überarbeitet und als Übersicht und in 120 Detailansichten ins Netz gestellt.

Topographische-/Bauvermessung: An topographischen Vermessungen stand das Aufmaß aller auf dem DESY-Gelände vorhandener Sielschächte an und die Auswertung und Zusammenstellung aller hier ermittelten Daten für eine externe Firma zur Erstellung eines Sielkatasters für ZBAU. Zur Planung der Vermessung des PETRA-Beschleunigers wurde ein Baumkataster im Umfeld der 16 PETRA-Abotungspunkte erstellt. Hierbei wurden ca. 1200 Bäume mit einem Stammumfang von ca. 10 cm aufwärts erfasst.

Die Vergleichsstrecke in Ohlsdorf, die auch vom Landesbetrieb Geoinformation und Vermessung zum Abgleich ihrer Geräte benutzt wird, wurde von der Vermessungsabteilung neu kalibriert.

Planung neuer Projekte

XFEL: Für die Planung des neuen XFEL wurden von der Vermessungsabteilung alle hierbei benötigten raumbezogenen Unterlagen erstellt. Aufgrund von Daten aus einer Laserscannerbefliegung des Landesbetriebs Geoinformation und Vermessung wurde ein digitales Geländemodell erstellt. Die vorgenommenen Baugrundaufschlussbohrungen wurden aufgemessen und in der Lage und Höhe bestimmt, um sie in die Planungsunterlagen einarbeiten zu können. Amtliche Daten für die Flächensicherung des XFEL-Geländes wurden beschafft und zusammengestellt. Dies beinhaltet unter anderem

die Ermittlung sämtlicher Grundstückseigentümer und Grundstücksnutzer. Die topographische Vermessung der XFEL-Gelände in Schenefeld wurde anschließend in Abstimmung mit der PR-Abteilung begonnen.

Für die Planung des Maschinenaufbaus wurden sämtliche Anforderungen an die Vermessung und Justierung des Beschleunigers beim ersten Aufbau und beim späteren Betrieb ermittelt und in Anforderungslisten zusammengestellt. Der Erläuterungsbericht zum Planfeststellungsverfahren wurde verfasst.

PETRA III: Für PETRA III wurde die Lage aller Baugrundaufschlussbohrungen vor Ort abgesteckt sowie nach Abschluss der Bohrarbeiten Lage und Höhe der Bohrlöcher festgestellt. Die Höhe der Bohrungen wird benötigt, um die bei den Bohrkernen festgestellte Bodenschichtung in der Örtlichkeit richtig zuzuordnen zu können.

Der Prototyp eines Magnetträgers für die zukünftige Synchrotronstrahlungsquelle wurde mehreren Belastungstests unterzogen, um die Durchbiegung und Verwindungssteifigkeit zu ermitteln. Ebenso wurden erste Probemessungen zur Justierung der einzelnen Magnete auf diesen Magnetträgern durchgeführt. Hierbei soll ermittelt werden, ob die geforderte Genauigkeit der Magnetpositionierung von 50 µm der Magnete zueinander auf einem Träger mit einfachen und kostengünstigen Einstellelementen erreicht werden kann, oder ob eine kostenintensive Feinbearbeitung der Magnetträger notwendig wird.

TESLA-Messsystem – Kooperation Weimar und Oxford –

Die Zusammenarbeit mit der Universität Oxford zur Entwicklung eines Messzuges nach dem LiCAS-Prinzip für geometrisch gerade Tunnelabschnitte wurde fortgesetzt. Dabei ist geplant, eine Testumgebung zur Erprobung eines Messzuges auf dem DESY-Gelände zur Verfügung zu stellen. Die Restarbeiten an Konstruktion wurden zu Ende gebracht. Der Messwagen soll in 2005 als 3-Wagen-Prototyp gebaut werden und in der Testumgebung in Betrieb genommen werden. Die Programmierung des geodätischen Teils der Software sowie die Steuerung des Messzuges werden von MEA2 zurzeit weitergeführt.

Öffentlichkeitsarbeit

Die Vermessungsabteilung wurde von Studenten der HAW Hamburg, Fachbereich Geomatik, von Studenten der FH Stuttgart, Fachbereich Vermessung und von Studenten der Hochschule Moskau besucht.

Besuchte Veranstaltungen waren:

- IWAA2004, 8th International Workshop on Accelerator Alignment, CERN
- LINAC2004, XXII International Linear Accelerator Conference
- Kurs für Ingenieurvermessung Zürich
- AICON 3D Forum in Braunschweig
- GIS Seminar München
- Forum für Geomatik Wilhelmsburg

Gaseservice

Die Gruppe MEA6 hat auch in diesem Jahr neben der zentralen Gasbeschaffung wieder diverse Gruppen beraten und unterstützt: Für das bei MHF-sl neu entwickelte CO₂-Reinigungsverfahren für die Innenreinigung der Hohlraumresonatoren wurde eine Stickstoff- und Kohlensäure-Gasversorgung für den Reinraum im Gebäude 47 projektiert. Pro Reinigungszyklus, der 15 Minuten dauert, werden 30 m³ Stickstoff und 4.5 kg CO₂ mit hoher Reinheit verbraucht. Da diese Gas-mengen in einem Reinraum benötigt werden, musste eine sinnvolle Aufstellung der Gasflaschen gefunden und dementsprechend die Rohrleitungen, Druckminderer und Filter ausgelegt werden. Um eine Gefährdung der dort arbeitenden Personen auszuschließen, ist ein Raumluftüberwachungssystem installiert worden.

Um die Belüftung der Vakuum-Pumpen im DESY-Ring zu optimieren, wurden für die Gruppe MVA diverse Änderungen an der DESY-Stickstoffringleitung durchgeführt. Die neuen Lagerschränke für die VUV-FEL Resonatoren in Gebäude 27 wurden an die N₂-Ringleitung angeschlossen, so dass dort eine kontinuierliche Stickstoffspülung vorhanden ist. Für die Gruppe MKK wurden Flaschenstationen für diverse Schweißgase (Argon, Acetylen, Sauerstoff, Corgon und Varigon) projektiert und von MEA6 gebaut.

Für das Experiment ZEUS wurden die vorhandenen Gas-Analysegeräte der einzelnen Detektorkomponenten kalibriert und die Kammergas-mischungen mehrfach analysiert. Das so genannte Sicherheitsvolumen im ZEUS-Detektor, das bisher mit Stickstoff gespült wurde, ist auf das inerte Gas Kohlensäure umgestellt worden. Für die Überwachung des Spülvolumens auf brennbare Gase wurde ein weiterer Infrarotdetektor angeschafft.

Für die Magnet-Kammern des HERMES-Detektors wurde ein System zum kontrollierten Wasserzusatz zum Kammergas entwickelt und gebaut.

Mehrere Systeme der Gruppe MEA6 wurden erneuert: Die veralteten Flaschenabfüllstationen für Helium-, Argon- und Stickstoffgas wurden neu verrohrt, die Absperrventile durch neue bedienerfreundlichere ersetzt. An der Heliumkompressor-Anlage wurden weitere Kontakt-Druckmanometer angebracht, die nicht gewollte Über- bzw. Unterdrücke verhindern.

In Zusammenarbeit mit D5 ist wieder ein Seminar, diesmal zum Thema Explosionsschutz im Zusammenhang mit der neuen Betriebssicherheitsverordnung abgehalten worden, zu dem alle Experimente-Sicherheitsverantwortlichen und Gaseverantwortlichen eingeladen waren. Außerdem wurde eine Gefährdungsanalyse für den Bereich Gebäude 13 mit den diversen Gaseinrichtungen durchgeführt. Für den allgemeinen DESY-Teil der Gefährdungsanalyse (Umgang mit Gasen) hat MEA6 den verschiedenen DESY-Gruppen Hilfestellung gegeben.

Sicherheitseinrichtungen

Die Personen-Interlocksysteme für die Hauptgebiete am HARWI (GKSS) wurden aufgebaut, wobei die von MEA3 neu entwickelten Komponenten eingesetzt wurden. Ferner wurden 8 Nebengebiete im Bereich HASYLAB 3 + 4 mit neuer Interlocktechnik ausgerüstet.

Für den VUV-FEL Tunnel und die FEL Experimentierhalle wurde das Laserinterlock-System weiterentwickelt und aufgebaut und die Laserkontrollsteuerung für die Halle programmiert. In Zusammenarbeit mit

HASYLAB wurde die Hallenwarnanlage für die FEL Halle konzipiert.

An den von MEA3 aufgebauten und betreuten Gaswarnanlagen und Sicherheitsanlagen der HERA Experimente wurden notwendige Wartungsarbeiten durchgeführt, die Gaswarnanlagen wurden in regelmäßigen Abständen geeicht und justiert. Die H1 Gaswarnanlage wurde nach dem Umbau im Gasmischraum 601 erweitert. Die Überwachung der ZEUS Kohlensäure-Spülanlage wurde an die Sicherheitsanlage der ZEUS Halle angebunden. Die von MEA3 betreute Sicherheitsanlage der HERA-B Experimentierzone wurde umgerüstet. Nach dem Abschalten des Detektors wurden das technische Interlock für die Ansteuerung der Magnetstromversorgung und des Kompensationsspulensystems außer Betrieb gesetzt und die Gaswarnanlagen abgeschaltet und teilweise demontiert.

Vor dem Einsatz in der Sommer-Betriebsunterbrechung wurde die zweite HERA-TRAM in Zusammenarbeit mit der Firma TEC-Hünert generalüberholt und mit einer komplett neuen elektrischen Steuerungsanlage ausgerüstet sowie die Prüfung durch den TÜV durchgeführt. Die Fahrerstände beider TRAMs wurden mechanisch und elektrisch so modifiziert, dass sie für Transporte durch die HERA-Hallen Zugangschächte in kürzester Zeit ab- und angebaut werden können.

Für die fernauslesbare Tankstandkontrollanlage der DESY-Tankanlagen wurden Erweiterungsarbeiten durchgeführt und das Visualisierungssystem auf der zentralen MEA6-SPS verbessert. Bei der Fehlersuche und Fehlerbeseitigung an der Druckerhöhungsanlage, der Gasmischanlage und der Flaschenvorbehandlungsstation von MEA6 wurde Hilfestellung geleistet.

Strahlenschutz

Die Strahlenschutzgruppe ist für die Umsetzung der gesetzlichen Vorschriften, Strahlenschutzverordnung (StrlSchV) und Röntgenverordnung (RöV), verantwortlich. Es ist ihre Aufgabe, diese Vorschriften durch verschiedene Maßnahmen zum Erhalt der Sicherheit und Gesundheit der Mitarbeiter von DESY durchzusetzen. Dazu gehören u.a. Abschirmung der Beschleuniger planen und kontrollieren, Interlocksysteme prüfen, Kontrolle radioaktiver Stoffe und Unterweisung der Mitarbeiter durchführen. Weiterhin werden Personen- und Ortsdosen gemessen, durch die die Wirksamkeit dieser Maßnahmen überwacht wird. Die so gewonnenen Messwerte dürfen die in den oben genannten Verordnungen festgelegten Grenzwerte nicht überschreiten. Die Strahlenschutzgruppe muss dies ebenso überwachen wie auch durch gezielte Unterweisungen 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 neben Sperrbereichen, in denen keine Ortsdosen gemessen werden, Kontroll- und Überwachungsbereiche, in denen Ortsdosen, die von Photonen und/oder Neutronen herrühren können, gemessen werden. Dazu werden zwei unterschiedliche Messprinzipien verwendet. Das eine Messprinzip besteht aus einem passiven System aus Festkörperdosimetern (Thermolumineszenz-Dosimetern in Polyethylen-Moderatoren zur Messung der Photondosen und des niederenergetischen Anteils des Neutronenspektrums) und Spaltfragment-Dosimetern (Thorium-Folien mit Makrofol zur Messung des hochenergetischen Anteils des Neutronenspektrums), die an vielen Messpunkten über das DESY-Gelände verteilt

angebracht sind und die Dosis in einem Zeitraum von 1 Monat aufsummieren. Die Dosimeter werden im Labor der Strahlenschutzgruppe ausgewertet und die gemessenen Dosiswerte entsprechend den gesetzlichen Bestimmungen archiviert. Dieses System ist gut zur Überwachung des Betriebsgeländes geeignet, Resultate erhält man aber erst nach Ablauf der einmonatigen Messperiode. Um eine sofortige Eingriffsmöglichkeit im Falle zu hoher Dosisleistungen zu haben, verwendet man ein zweites Messprinzip, bestehend aus aktiven Detektoren für Photonen und Neutronen, das in der Lage ist, bei Überschreitung eines bestimmten Alarmschwellwertes der Dosisleistung, in den Beschleunigerbetrieb aktiv einzugreifen. Diese entsprechenden Detektoren sind vorwiegend an Stellen positioniert, an denen eine höhere Dosisleistung möglich erscheint. Das Gelände wird derzeit an 263 Stellen mit integrierenden Festkörperdosimetern und an 84 Positionen mit aktiven Geräten überwacht. Alle Messwerte werden für das jeweils zurückliegende Jahr in einem Internen Bericht veröffentlicht. Gegenüber den Werten von 2003 haben sich die gemessenen Ortsdosen im Berichtszeitraum in fast allen Fällen in Bezug auf die Betriebsdauer der einzelnen Beschleuniger nur unwesentlich verändert. Aufgrund einiger erhöhter Strahlverluste bei HERA haben sich die Ortsdosen in den HERA Hallen im Jahre 2004 überproportional erhöht, so dass bei HERA an einigen Stellen Kontrollbereiche eingerichtet wurden.

Personendosimetrie

Die Messung der Personendosen für Photonen erfolgt mit Festkörperdosimetern (Photolumineszenz-Dosimetern). Personendosen, die von Neutronen herrühren, werden mit Kernspur-Detektoren (CR-39 Dosimetern) registriert. Die Auswertung der Festkörperdosimeter wird von der Messstelle für Strahlenschutz in Hamburg durchgeführt. Die Bereitstellung und Auslese

der Kernspur-Detektoren für Neutronen wird von der GSF (Forschungszentrum für Umwelt und Gesundheit) übernommen. Festkörperdosimeter wie auch Kernspur-Detektoren werden bei DESY im Zweimonatsrhythmus getauscht. Ende 2004 wurden regelmäßig 1450 Personen überwacht. Dazu kamen pro Überwachungsperiode noch ca. 120 Gäste, die nur kurzzeitig bei DESY arbeiteten. Insgesamt wurden im Mittel alle 2 Monate jeweils etwa 1320 Dosimeter für Photonen und 1210 für Neutronen verteilt und deren Auswertergebnisse in einer Datenbank den gesetzlichen Vorschriften entsprechend archiviert. Im Zeitraum November 2003 bis Oktober 2004 wurden auf 63 Dosimetern (von insgesamt 12 020 Dosimetern) Dosen registriert, die über der amtlichen Nachweis-Schwelle von 0.1 mSv lagen. Die höchste Personendosis betrug 0.5 mSv pro 2 Monate. Damit liegen alle gemessenen Dosiswerte bei DESY deutlich unter der maximal zugelassenen Dosis für beruflich strahlenexponierte Personen von 6 mSv (Kategorie B) bzw. 20 mSv (Kategorie A) pro Arbeitsjahr.

Allgemeine Projekte

Um beim Betrieb der neuen geplanten Beschleunigeranlagen bei DESY (PETRA III, XFEL) ein geeignetes aktives Neutronen-Dosimetriesystem zu haben, welches bei der vorgegebenen Zeitstruktur sinnvoll betrieben werden kann (sowohl zur Messung von Neutronenflüssen hinter Abschirmungen als auch innerhalb des Tunnels), wurde ein ^{12}B -Detektor für gepulste Neutronenfelder entwickelt. Dieses Detektorsystem konnte 2004 einem breiten, internationalen Publikum vorgestellt werden. Um auch für die Photonenfelder im gepulsten Strahlungsfeld ein geeignetes Photonen-Dosimetriesystem zu haben, wurde mit der Firma RADOS ein aktives Photonendosimeter auf der Grundlage der DIS-Dosimeter entwickelt. Das DIS- (Direct Ion Storage) Dosimeter ist prinzipiell ein passives elektronisches Dosimeter für Photonen- und β -Strahlung, welches die Personen-Tiefendosis und Personen-Oberflächendosis messen kann. Erste Tests

des umgebauten aktiven Systems waren erfolgreich, allerdings konnten noch nicht alle Anforderungen an die Zeitstruktur von dem ersten Prototypen erfüllt werden.

Arbeiten für den VUV-FEL / TTF2

Es wurden umfangreiche Untersuchungen zum Strahlungsuntergrund durch Dunkelstrom gemacht und die Abschirmmaßnahmen am VUV-FEL / TTF2 dementsprechend verbessert.

Arbeiten für den XFEL

Im Rahmen der Mitarbeit an den Vorbereitungen des Planfeststellungsverfahrens (PFV) für das Projekt XFEL gab es etliche Untersuchungen zu den Themen Direktstrahlung, Aktivierung von Erdreich und Grundwasser, sowie Tunnelluft. Alle Untersuchungen wurden in einem allgemeinverständlichen Bericht zusammengefasst und dem Ökoinstitut Darmstadt zur Begutachtung vorgelegt, welche noch nicht abgeschlossen ist.

Arbeiten für den geplanten Linear Collider TESLA

Die im Jahre 2003 gewonnenen Erkenntnisse in Bezug auf die Planung des Strahlabsorber-Designs und der dazugehörigen Strahlenschutzaspekten für das Linear Collider Projekt TESLA konnten im Jahre 2004 einem breiten, internationalen Publikum vorgestellt werden und in einem Internen Bericht zusammengefasst werden. Dabei wurden die hohen Sicherheitsanforderungen an einen Strahlabsorber auf Wasserbasis zusammengefasst und die Vorteile eines neuen Vorschlages eines Absorbers mit einem gasförmigen Streumedium herausgestellt.

Zentrale Dienste

Inhalt

| | |
|---|-----|
| Bibliothek und Dokumentation | 255 |
| Elektronikentwicklung | 261 |
| Servicezentrum Elektronik | 265 |
| Servicezentrum Mechanik | 267 |
| Informationstechnik | 271 |
| Informationsmanagement, Prozesse und Projekte | 285 |
| Ausbildung in nichtwissenschaftlichen Berufen | 289 |
| Schülerprojekte | 291 |

Bibliothek und Dokumentation

Gruppenleiter: D. Schmidt

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

Die Literatur zur Hochenergiephysik wird in enger Zusammenarbeit zwischen den Bibliotheken des Stanford Linear Accelerator Center (SLAC) und des DESY dokumentarisch bearbeitet und in der Literaturdatenbank SPIRES HEP (High Energy Physics), die Dokumente ab Mitte der siebziger Jahre enthält, bereitgestellt. Sie wird täglich aktualisiert und ist im World Wide Web (WWW) zugänglich.

Die Mitarbeiter des Hamburger Synchrotronstrahlungslabors HASYLAB erhalten die von ihnen benötigten Literaturinformationen aus den Datenbanken des Fachinformationszentrums Karlsruhe. Den Zugang zu diesen Literaturdatenbanken vermittelt die Zentralbibliothek über den Abschluss von Benutzungsvereinbarungen mit dem Fachinformationszentrum.

Die Gruppe verwaltet außerdem das Berichts- und Veröffentlichungswesen von DESY und nimmt die Aufgaben des „Verlag Deutsches Elektronen-Synchrotron“ wahr.

Die Zentralbibliothek in Hamburg und die Bibliothek am Standort Zeuthen informieren elektronisch im WWW über ihre Dienstleistungen. Die Zentralbibliothek informiert darüber hinaus über die Neuerwerbungen der Bibliotheken von DESY Hamburg in den gedruckten „Bibliotheksmitteln“.

Die DESY-Zentralbibliothek ist eine anerkannte Ausbildungsstelle für Fachangestellte für Medien- und Informationsdienste der Fachrichtung Bibliothek und stellt Praktikumsplätze für Auszubildende anderer Ausbildungsbetriebe und für Studenten

des Bibliothekswesens zur Verfügung. Schülerinnen und Schüler des 10. und 11. Schuljahres werden in Betriebs- und Berufspraktika in die bibliothekarische Arbeitswelt eingewiesen. In der Teilgruppe „Dokumentation“ arbeiten Diplom-Physiker im berufspraktischen Teil ihrer zweijährigen Ausbildung zu Wissenschaftlichen Dokumentaren.

Die Gruppe ist korporatives Mitglied in der Arbeitsgemeinschaft der Spezialbibliotheken (ASpB) im Deutschen Bibliotheksverband (DBV), im Arbeitskreis Bibliotheks- und Informationsmanagement der Hermann von Helmholtz-Gemeinschaft Deutscher Forschungszentren (HGF), in der Deutschen Physikalischen Gesellschaft (DPG) und in der Gesellschaft für Informatik (GI).

Bibliotheken

DESY hat in Hamburg neben der Zentralbibliothek eine Bibliothek am Hamburger Synchrotronstrahlungslabor HASYLAB, eine Abteilungsbücherei bei der Arbeitsgruppe MKS und in Zeuthen eine Standortbibliothek. Ende 2004 wurden 28 000 Bücher über den gemeinsamen OPAC (Online Public Access Catalogue) nachgewiesen.

Die Bibliothek im HASYLAB sammelt im Wesentlichen Literatur zur Festkörperphysik. Der Bestand umfasst 1362 Bücher (ohne Zeitschriftenbände). Erwerbung und Katalogisierung werden von der Zentralbibliothek durchgeführt. Für die Benutzung gelten laborinterne Regelungen.

Die Bücherei der Abteilung MKS hat etwa 210 Monografien und Lehrbücher zur Tieftemperatur-/Kältetechnik und zur Vakuumtechnik. Die Benutzung ist auch dort intern geregelt.

| | Zugang | Löschungen | Bestand (31.12.2004) |
|---------------------------------|--------|------------|-------------------------|
| Lehrbücher/Monographien | 758 | 1037 | 29 417 |
| Gebundene Zeitschriftenbände | 997 | 11 | 29 728 |
| Laufend gehaltene Zeitschriften | 12 | 94 | 327* |
| Zeitschriften (Verwaltung) | 1 | – | 32** |
| elektronische Zeitschriften | 19 | 513 | 562 |

* zzgl. 17 Abonnements von Tages-/Wochenzeitungen

** davon 11 Abonnements von Zeitungen

Tabelle 5: Entwicklung des Bibliotheksbestands im Jahr 2004.

Die Zentralbibliothek und die Bibliothek am Standort Zeuthen arbeiten mit der integrierten Bibliothekssoftware ALEPH-500. Im Berichtsjahr wurden die Module Erwerbung, Katalogisierung und Ausleihe eingesetzt.

Alle Aufgaben der früheren Verwaltungsbücherei werden von der Zentralbibliothek wahrgenommen.

Bibliothekskommission

Die Bibliothekskommission vertritt die Interessen der Bereiche, Abteilungen/Gruppen und der berechtigten externen Benutzer in den Angelegenheiten der Bibliotheken, des Literaturinformations- und des Publikationswesens. Sie berät das Direktorium und die Leitung von „Bibliothek und Dokumentation“ und spricht Empfehlungen aus.

Im März hat das Direktorium die Mitglieder der Bibliothekskommission für den Zeitraum 1. Mai 2004 bis 30. April 2007 ernannt. Die Kommission traf sich im Juni und November zu Sitzungen. Sie diskutierte über die Aufgaben von „Bibliothek und Dokumentation“ und die Organisation des Bibliotheks- und Informationswesens am DESY und informierte sich über die geplanten und laufenden Projekte der Gruppe. In der November-sitzung untersuchte sie die Aufgaben, Arbeitsabläufe und die vorgenommenen und geplanten Änderungen bei den Tätigkeiten in der Teilgruppe „Dokumentation“, analysierte die Nutzung der SPIRES-HEP Literaturdatenbank, das Nutzerverhalten und die Trends bei

der Literaturrecherche. Die Kommission empfahl für die Zukunft die Durchführung von Nutzerschulungen (Teaching Library).

Zentralbibliothek

Im Berichtsjahr benutzten 1400 Leser regelmäßig die Zentralbibliothek. Sie entliehen 4160 Medien (Bücher, Videos, CDs usw.). Im nehmenden Leihverkehr wurden 450, im gebenden 234 Literaturbestellungen positiv bearbeitet. 753 Medien gingen ohne Inventarisierung als Verbrauchsmaterial direkt in die Abteilungen bzw. Gruppen.

Die Entwicklung des Bibliotheksbestands im Berichtszeitraum zeigt Tab. 5. Die Titel der Neuerscheinungen wurden sehr sorgfältig geprüft und nur restriktiv gekauft. Die Zahl der Neuerwerbungen lag 43 Prozent unter dem Durchschnitt der letzten fünf Jahre. Die Abonnements auf 94 Zeitschriftentitel konnten auf Grund des Ergebnisses einer im Jahr 2003 durchgeführten Leserbefragung gekündigt werden. Das Halten von Zeitschriftenabonnements wird regelmäßig mit den Bibliotheken der Physikalischen Institute der Universität Hamburg auf dem DESY-Gelände abgestimmt. Gegenüber dem Vorjahr haben die DESY-Mitarbeiter leider auf 496 Titel und Volltexte elektronischer Zeitschriften keinen Zugang mehr. Der Verlag Elsevier gestattet im neuen konsortialen Lizenzvertrag mit den HGF-Bibliotheken keinen Cross-Access auf die von anderen

HGF-Bibliotheken gehaltenen Titel, jedoch ohne die Lizenzgebühren zu senken.

Forschungsberichte und Vorabdrucke mit Themen zur Elementarteilchenphysik werden seit 1993 aus verschiedenen Volltext-Archiven übernommen und teilweise 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 bietet die Zentralbibliothek bequeme Zugriffsmöglichkeiten auf ihren WWW-Seiten über die Oberfläche der Elektronischen Zeitschriften-Bibliothek (EZB) der Universität Regensburg.

Der HGF-Arbeitskreis Bibliotheks- und Informationsmanagement führte auch im Jahr 2004 für die HGF-Zentren Verhandlungen mit Verlagen, Agenturen und Informationsdienstleistern über Konsortialverträge für den gemeinsamen Zugang zu den elektronischen Versionen der abonnierten Zeitschriften und zu Literatur- und Faktendatenbanken. Die DESY-Bibliotheken waren im Jahr 2004 in sechs Verträge eingebunden. Insgesamt konnte auf die Inhaltsverzeichnisse, Kurzfassungen und Volltexte der Veröffentlichungen in 562 elektronischen Zeitschriften und auf die Lexika des Römpp-Verlages zugegriffen werden.

Die 43. Sitzung des HGF-Arbeitskreises fand Ende April am DESY statt. An ihr nahmen zeitweise auch die Vertreter der bibliothekarischen Gremien der „Fraunhofer-Gesellschaft“ (FhG), der „Max-Planck-Gesellschaft“ (MPG) und der „Wissenschaftsgemeinschaft Gottfried Wilhelm Leibniz“ (WGL) teil. Funktion und Struktur des institutsübergreifenden Bibliotheks- und Informationsmanagements der vier großen deutschen Forschungsorganisationen wurden vorgestellt und diskutiert. Die Vorsitzenden der bibliothekarischen Arbeitskreise von FhG, HGF, MPG und WGL vereinbarten, Richtlinien für die weitere Zusammenarbeit zu erarbeiten und auf der Herbstsitzung vorzulegen, an der die Vertreter der drei anderen Forschungsorganisationen wiederum teilnahmen.

Bibliothek am Standort Zeuthen

Die Bibliothek am Standort Zeuthen wird von ca. 300 Lesern regelmäßig genutzt. Sie konnten sich Ende des

Berichtsjahres aus 9820 Lehrbüchern und Monographien und 8720 Zeitschriftenbänden informieren. 92 Zeitschriften und Zeitungen sind abonniert. Im Jahr 2004 wurden 155 Literaturstellen im nehmenden Leihverkehr besorgt, 45 davon von der Zentralbibliothek in Hamburg.

Titelaufnahmen für einen bisher noch nicht rechnerlesbar katalogisierten Bestand von 260 Konferenzabhandlungen wurden erarbeitet und die Abhandlungen in die Sammlung der Konferenzen aufgenommen.

Im Zeitschriftensaal der Bibliothek wurde im Oktober eine Kompaktregalanlage (Fahrregale) eingebaut.

Berichts- und Veröffentlichungswesen

Im Jahr 2004 wurden 252 DESY-Berichte, 1 Habilitation, 35 Dissertationen, 15 Diplomarbeiten und 7 Interne Berichte gedruckt und 1 Konferenzabhandlung publiziert. 287 Veröffentlichungen erschienen in Fachzeitschriften unter Beachtung der DESY-Publikationsordnung. 11 Reprintbestellungen und 2590 externe Anforderungen von DESY-Berichten wurden bearbeitet. Die Übertragung der elektronisch lesbaren Versionen der DESY-Berichte in die e-Print-Archive arXiv.org wurde überwacht.

Seit dem Jahr 2003 verteilt die Zentralbibliothek neben der Bibliothek des CERN (European Organization for Particle Physics) das „Review of Particle Physics“ der „Particle Data Group“ des Lawrence Berkeley National Laboratory (LBNL). Im Berichtsjahr wurden 70 Reviews, 155 Particle Physics Booklets und 95 Pocket Diaries for Physicists angefordert und verschickt.

Die Gruppe hat einen Vorschlag zur Einführung einer Publikationsdatenbank bei DESY erarbeitet. In dieser Datenbank sollen alle Publikationen, entsprechend den Vorgaben der in der HGF praktizierten Programm orientierten Förderung (PoF) erfasst und PoF-gerecht ausgewertet werden können. Mit Unterstützung der Gruppe IT wurde eine Analyse der Publikationsdatenbanken der HGF-Zentren und weiterer Alternativen durchgeführt.

Ein wissenschaftlicher Mitarbeiter von „Bibliothek und Dokumentation“ ist Mitglied einer Arbeitsgruppe des HGF-Arbeitskreises, die im Laufe des Jahres eine Machbarkeitsstudie für eine HGF-weite Publikationsdatenbank (Metadatenbank) durchführte, und auch eine

Empfehlung zur Aufnahme der bibliographischen Daten der zu erfassenden Dokumente in den Publikationsdatenbanken der HGF-Zentren erarbeitet hat.

Dokumentation

Die Teilgruppe „Dokumentation“ stellt die von den DESY-Mitarbeitern und den DESY-Gästen benötigte Literatur- und Fakteninformation in elektronischer Form zur Verfügung. Sie pflegt das integrierte Bibliothekssystem ALEPH und die Web-Seiten der Zentralbibliothek.

Literaturdatenbank HEP

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

Im Jahr 2004 hat die Teilgruppe Dokumentation für die Datenbank HEP 4344 Publikationen in Fachzeitschriften und Konferenzabhandlungen und 12 726 Forschungsberichte und Vorabdrucke klassifiziert und indiziert. Von weiteren 6111 Publikationen und 764 Forschungsberichten wurden, um sie in der Datenbank schnell nachzuweisen, zunächst nur die bibliographischen Angaben erfasst. Für 10 324 bereits dokumentierte Berichte wurden nach ihrer Veröffentlichung Publikationsvermerke hinzugefügt.

Die Datenbank ist mit Installationen in den USA (SLAC und FNAL), Europa (DESY, Durham und Serpukhov) 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 bei DESY dokumentarisch bearbeitet worden sind. Seit November 2004 werden kurz(lebig)e Vorträge auf und Beiträge zu Konferenzen nicht mehr beschlagwortet.

Die Schlagwortliste der Dokumentation wurde überarbeitet und auf den aktuellen Stand der Forschung gebracht. Die Bibliothekskommission hat die Erarbeitung

eines hierarchisch gegliederten Katalogs der verwendeten Schlagwörter (Thesaurus) angeregt.

Bei der Katalogisierung von elektronisch verfügbaren Artikeln werden zunehmend die Daten der Verlage ausgewertet. Zur Zeit werden die Inhaltsverzeichnisse von 123 Zeitschriften und, soweit verfügbar, von Konferenz-Proceedings halbautomatisch recherchiert. Die bibliografischen Daten von den noch nicht für die HEP-Datenbank erfassten Publikationen werden, so weit wie möglich automatisch, in die Datenbank übernommen. Es werden, sofern möglich, Links zu den elektronischen Volltexten der Veröffentlichungen auf den Servern der Anbieter gesetzt. Viele Zeitschriftenartikel und Konferenzvorträge sind deshalb schon vor Erscheinen der gedruckten Version in der HEP-Datenbank nachgewiesen.

Die erforderlichen Programme für die Auswertung der Daten, deren Formate bei den einzelnen Anbietern und Zeitschriften sehr unterschiedlich sind, werden von den Mitarbeitern der Dokumentation erstellt und ständig an die häufig wechselnden Formate der Anbieter angepasst.

Informationsangebot

Der Zugriff auf die Literaturdatenbank HEP ist über das WWW möglich. Auf die DESY-residenten Daten wurde im Jahr 2004 mit 2.6 Millionen Recherchen (einschließlich Roboteranfragen) zugegriffen.

Die Volltexte von 120 000 Vorabdrucken, Doktor- und Diplomarbeiten und Konferenzbeiträgen, die auf dem Preprint-Archiv der Bibliothek gespeichert sind – etwa 18 GByte Daten – können von verschiedenen Stellen der Web-Seiten der Bibliothek eingesehen werden. Einfache Zugriffsmöglichkeiten auf die Volltext-Archive der Maschinengruppen und des Linear Collider Projektes werden angeboten.

Über die Home Pages der Zentralbibliothek und der Bibliothek am Standort Zeuthen erhält man auch Zugang zum gemeinsamen Online-Katalog der DESY-Bibliotheken, 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 vermittelt weiterhin den Zugang zu den Datenbanken des Fachinformationszentrums Energie, Physik, Mathematik in Karlsruhe, zum Fachinformationszentrum Technik in Frankfurt, zur Literaturdatenbank MathSciNet, die alle Publikationen zur Mathematik seit 1940 enthält, und zu den Römpf-Lexika. Hauptnutzer des FIZ Karlsruhe sind die Mitarbeiter am HASYLAB, Hauptnutzer des FIZ Frankfurt ist die Gruppe Konstruktion.

Ausbildung

Seit 1983 bildet die Zentralbibliothek zum Beruf „Fachangestellte/r für Medien- und Informationsdienste, Fachrichtung Bibliothek“ (bis 1998 Assistent/in an Bibliotheken) aus. Am Ende des Berichtsjahrs befanden sich zwei Auszubildende im dritten Lehrjahr.

Während der dreijährigen Ausbildung werden Praktika bei den Hamburger Öffentlichen Bücherhallen, einer Universitätsbibliothek, der Bibliothek am Standort

Zeuthen, einem Archiv oder einer Bildagentur, einer anderen Dokumentationseinrichtung oder einem Verlag sowie bei einem Buchbinder absolviert.

Eine Schülerpraktikantin arbeitete zwei Wochen lang in der Zentralbibliothek, um diesen Beruf kennen zu lernen.

Bereits seit über 30 Jahren bildet die DESY-Bibliothek künftige Diplom-Bibliothekare in den von ihren Hochschulen vorgeschriebenen Praktika aus und es wurden bisher 6 Diplomarbeiten betreut. Eine Mitarbeiterin der DESY-Verwaltung mit erlerntem aber nie ausgeübten Beruf Diplom-Bibliothekarin machte ein 5-wöchiges Praktikum in der Zentralbibliothek und in der Dokumentation zur Auffrischung und Aktualisierung ihrer bibliothekarischen Fachkenntnisse.

Seit 1992 arbeiteten 4 Diplom-Physiker während ihrer berufsbegleitenden Ausbildung zu „Wissenschaftlichen Dokumentaren“ jeweils zwei Jahre lang als wissenschaftliche Mitarbeiter in der DESY-Dokumentation.

Elektronikentwicklung

Gruppensprecher: M. Zimmer

Zur Abteilung Elektronikentwicklung FE gehören die Fachgruppen FEA (Leiter: M. Zimmer) für digitale Datenverarbeitung, FEB (Leiter: P. Göttlicher) für analoge Datenverarbeitung und Mess- und Regeltechnik sowie FEC (Leiter: K. Hansen) für Mikro- und Optoelektronik.

Si-Driftdetektor

Im ersten Quartal dieses Berichtsjahres erarbeitete FEC das Konzept für ein Modul zur hybriden Integration 7-zelliger Si-Driftdetektoren. Die Module sollen dem energiedispersiven Nachweis von Photonen bei hohen Zählraten in Experimenten der Röntgenabsorptionsspektroskopie und Röntgenfluoreszenzanalyse am HASYLAB dienen. Der Wunsch der Anwender nach kompakten Modulen für den probennahen Einsatz und die Ergebnisse mit einem Prototypen dieses Sensors und einer integrierten Schaltung zur Signalwertauslese, einem Datennahmesystem zur spektroskopischen Signalverarbeitung sowie die kürzlich erzielten Optimierungserfolge der Sensortechnologie bildeten die Grundlage des Entwurfes. Einzelheiten dieser experimentellen Arbeiten können den Jahresberichten und Publikationen der vergangenen Jahre entnommen werden. Nach Fertigstellung eines Antrags, seiner positiven Bewertung durch die Projektkommission und projektgebundener Einstellung eines Wissenschaftlers startete das ca. dreijährige Entwicklungsvorhaben im August des Berichtsjahres.

Pixeldetektoren für die Physik mit Photonen

Im Hinblick auf bildgebende und spektroskopische Messaufgabenstellungen zukünftiger Experimente am XFEL und PETRA III hat FEC mit einer ersten Kon-

zeptstudie für Pixel-Detektor-Systeme begonnen. Im Vordergrund des Interesses stand zunächst die Beleuchtung der technischen Möglichkeiten aus Sicht der Entwickler, die parallel zur Erarbeitung der Detektorspezifikationen aus Sicht der Anwender durchgeführt wurde. Hierbei sollten die bestehenden Entwicklungsaktivitäten der Hochenergie- und Photonophysik aufgegriffen und an die Erfordernisse für den Einsatz an den neuen Quellen angepasst werden. Die hohe Zahl kohärenter Photonen im Bunch sowie die hohe aufeinanderfolgende Anzahl von Bunchen bei gleichzeitig geringem Abstand stellen angesichts der hohen Kanalzahl eines Pixelsensors höchste Ansprüche sowohl an die sensor-nahe Elektronik als auch an die nachgeschaltete Datennahmeelektronik. Die andauernde Konzeptstudie wird sich daher nicht nur auf die Auswahl geeigneter Detektorkonzepte beschränken sondern auch die Erfordernisse an die Datenakquisition für einen universellen Einsatz berücksichtigen. Der Abschluss dieser Studie ist für 2005 geplant.

Schnelle Datenerfassungskarte für PETRA III

Im Rahmen des PETRA III Projektes wird derzeit von FEA und FEB für die Gruppe MHF-e eine schnelle, intelligente Datenerfassungskarte entwickelt. Die Karte soll mit 4 analogen Eingangskanälen Signale von Cavities und Klystrons, die von 500 MHz auf 2.5 MHz heruntergemischt wurden, mit einer Referenzfrequenz von 10 MHz mit 14 Bit digitalisieren. Aus den 4 Abtastpunkten pro Periode lassen sich Informationen über Amplituden und Phasen der Eingangssignale gewinnen. Die digitalisierten Messwerte werden in einem FPGA und später einem DSP weiterverarbeitet und können kombiniert über mehrere Kanäle mit unterschiedlichen konfigurierbaren Algorithmen zu Triggerbedingungen verknüpft und für Regelprozesse weiterverwen-

det werden. Außerdem dient die Karte als Transientenrekorder und bereitet einen reduzierten Datenstrom für die externe Datenspeicherung vor. Durch das modulare Konzept lassen sich auch weitere Einsatzmöglichkeiten mit unterschiedlichen Konfigurationen der analogen Eingänge und anderen Datenverarbeitungsalgorithmen vorstellen. FEA entwickelt die digitale Trägerplatine im PXI-Standard, die Aufsteckkarten für die Analog-Digital-Wandlung werden von FEB beigesteuert. Derzeit werden die Schaltungen entwickelt und das Layout vorbereitet.

Strahlverlustmonitor für den VUV-FEL

Für den VUV-FEL und die Gruppe MDI als Auftraggeber hat die Gruppe FEB in Zusammenarbeit mit FEA das im vorigen Berichtsjahr beschriebene und entwickelte Strahlverlustmonitorsystem fertig gestellt. Die Strahlverluste werden über die gesamte Länge des VUV-FEL mit Photomultipliern und Sekundärelektronenvervielfachern gemessen, um bei zu hohen Verlusten durch Abschalten der Elektronenquelle und der Beschleunigerfelder Beschädigungen an der Instrumentierung zu vermeiden.

Im Berichtsjahr flossen in die Serienfertigung und die Installation vor Ort die Erfahrungen aus den Prototypen ein. FEB hat außerdem für die VUV-FEL Software-Betriebsumgebung (DOOCs) die Treiber sowie eine graphische Bedienungsfläche entwickelt, die auch das Setzen von Betriebsparametern für den VUV-FEL gestattet. Für die Auswertung der Alarmbits und die Anwendung der in-situ-Testmöglichkeiten wird derzeit Betriebserfahrung gesammelt.

Eine zusätzliche Systemerweiterung erlaubt für Studien am Beschleuniger einzelne Elektronenpakete kontrolliert aus dem stabilen Strahl auszulenken ohne dabei einen Alarm auszulösen. Aus Gründen der Betriebssicherheit des VUV-FEL ist dies nur etwa alle 100 ms möglich. Derzeit unterstützt FE die Auftraggeber bei der Inbetriebnahme und der Abstimmung des Systems.

Transientenrekorder für HERA

FEB hat über die Jahre des HERA-Betriebs verschiedene Instrumentierungen mit einem System von Transi-

entenrekordern ausgerüstet, das Daten auch weiträumig am Beschleuniger verteilter Signalquellen synchron erfasst und chronologisch in ein gemeinsames Archiv schreibt. Zusätzliche Instrumentierungen der Gruppe MKK sollen 2005 mit weiteren Transientenrekordern bestückt werden. Der lange, zeitliche Abstand zur ursprünglichen Entwicklung, abgekündigte Bauteile und der Wunsch nach einer mechanisch kompakteren Bauform machten die Neuentwicklung von Großteilen der Elektronik unumgänglich. Die Baugruppen befinden sich derzeit in der Produktion.

Signal Generator zur Toroid Simulation

Beim VUV-FEL werden an mehreren Strahlpositionen Toroiden zur Ladungsmessung eingesetzt um durch Vergleich von Messwerten Informationen über die Strahltransmission zu gewinnen. Aus der Form der Signale kann die nachgeschaltete Elektronik Aussagen über den Betriebszustand der Maschine ableiten. Um die notwendigen Algorithmen auch ohne laufenden Beschleuniger optimieren zu können hat FEA einen Signalgenerator entwickelt, der die zu erwartenden Signale zweier Toroide bei den bei VUV-FEL vorhandenen Betriebsbedingungen simulieren kann. Dabei können die Pulsformen und das Zeitverhalten der erzeugten Signale gegenüber externen Triggersignalen fein justiert werden. Das Gerät wird im ersten Quartal 2005 ausgeliefert werden.

Beam Interlock Concentrator (BIC) für den VUV-FEL

Verschiedene Systeme des VUV-FEL überwachen das Verhalten der Beschleuniger-Instrumentierung um bei Störungen Beschädigungen der Anlage zu verhindern. Die Signale dieser Systeme werden vom Beam-Interlock-Concentrator (BIC) aufgesammelt, zusammengefasst und an die Strahlquelle und das Hochfrequenzsystem weitergeleitet. Da die Signalquellen über die gesamte Länge des VUV-FEL verteilt liegen, galt bei der Entwicklung besonderes Augenmerk der elektromagnetischen Verträglichkeit, der Vermeidung von Masseschleifen und der Unempfindlichkeit gegen Spannungen und Ströme auf dem Schutzleiter. Gleichzeitig muss für die schnellst mögliche Beseitigung der

Gefahrenquelle eine kurze Durchlaufzeit (111 ns) der Alarme gewährleistet bleiben. Im Berichtsjahr wurden die noch fehlenden Platinen entworfen und nach der Serienfertigung die Geräte konfektioniert. Derzeit befinden sich die Geräte im Teststadium.

Sonstige Projekte

FEA hat für HASYLAB die im Vorjahr begonnenen Nachentwicklungen für einen Vielkanalanalysator und einen Gate-Generator abgeschlossen und die Module nach erfolgreichem Serientest an die Auftraggeber ausgeliefert.

Im Rahmen der Quenchprotection für HERA wurde der Teststand für die supraleitenden HERA-Magnete erneuert. Mit der Hilfe von FEB wurde ein System zusammengestellt, das weitestgehend auf bestehende Entwicklungen für HERA-p und den Luminositäts-Upgrade zurückgreift. Für den neuen Einsatzzweck war neben der Überarbeitung der Geräte auch die Anpassung und Erweiterung der Kommunikation untereinander notwendig. FEB hat dabei die Installation vor Ort und Inbetriebnahme unterstützt und beteiligt sich außerdem auch beim Tagesbetrieb und der Wartung des gesamten Quench-Protection-Systems.

Seit dem HERA-Luminositäts-Upgrade ist es notwendig die durch Synchrotronstrahlung verursachte Aufheizung einiger Teile des HERA-Elektronen-Rings zu überwachen, um bei Überschreitung von Temperaturschwellen die Elektronen aus dem Speicherring zu leiten. FEB hat nach der Installation das System an die Gruppe MST übergeben und unterstützt weiterhin die Betreiber bei Systemerweiterungen und technischen Problemen. In der Sommerbetriebsunterbrechung wurden für die Überwachung weiterer Bereiche des Strahlrohres neue Kanäle hinzugefügt.

FEB entwickelt für das hadronische Kalorimeter (Tile-HCAL) des CALICE Projektes (CALorimeter for the LInear Collider with Electrons) zwei verschiedene Leiterplatten, die später die Schnittstelle zwischen den Silizium-Photomultipliern (SiPM) am Front-end, den sich anschließenden ASICs zur SiPM Auslese und der VME-basierten Datenakquisition (CALICE Readout Card – CRC) bilden. Die Auslese der empfindlichen

Analogsignale erfordert eine genaue Betrachtung des Abschirmungs- und Erdungskonzeptes, sowie impedanzkontrollierte Signalführung. Nach einer Prototypenproduktion und ersten Tests, die voraussichtlich im ersten Halbjahr 2005 abgeschlossen sein werden, erfolgt die Serienproduktion für die Auslese von etwa 8000 SiPM Kanälen.

FEB hat für PETRA III einen Prototypen entwickelt, mit dem die Übergangstrahlung zur Messung der Länge des Elektronen-Bunches erfasst werden kann. Dieser wird derzeit verbessert, um das Verhältnis zwischen der elektromagnetischen Störung und dem Nutzsignal zu optimieren.

Die im Vorjahr abgeschlossene Entwicklung und Realisierung eines Si-Streifendetektor-Moduls (s. Jahresbericht 2003) zum Protonennachweis mit dem Si-Recoil-Detektor im HERMES-Experiment mündete in die Kleinserienfertigung im Berichtszeitraum. Insgesamt wurden 10 Module aufgebaut, wobei ZM die Fertigung der mechanischen Träger, ZE die Bestückung der Hybridschaltung sowie die Drahtbondarbeiten und FEC und FEB die Integration der doppelseitigen Sensoren, flexiblen Anschlussfolien sowie den Zusammenbau übernahm. Nach Abschluss der Arbeiten wurden die Module für abschließende Testmessungen der HERMES-Gruppe übergeben.

Die Einführung des neuen ECAD Systems Mentor Graphics DXDesigner / Expedition wurde von FEA weiter vorangetrieben. Schwerpunkt war die Erstellung und Umsetzung von Konzepten für die Bauteilbibliothek und für den skalierbaren Betrieb mit einer wachsenden Anzahl von Anwendern. Für eine komfortable Komponentenauswahl sind die unterschiedlichsten Bauteilinformationen von Grafiken für Schaltplaneingabe und Layout über Simulationsparameter und Modelle bis hin zu kaufmännischen Details und Projektinformationen in einer Datenbank erfasst und lassen so flexible Anwendungsmöglichkeiten zu. Neben der Gestaltung der Datenbank wurden im Berichtsjahr zahlreiche Skripte und Eingabemasken zur Verwaltung der Daten entwickelt und mehrere hundert Bauteile in die Bibliothek eingepflegt. Die Anwendersoftware ist wartungsfreundlich auf einem Server zentral installiert und getestet worden, und wird derzeit bereits für aktuelle Projekte bei FEA und FEB eingesetzt.



Abbildung 140: Die Front und Rückseite des Korrekturnetzteiles.

Servicezentrum Elektronik

Gruppenleiter: B. Closius

Das Servicezentrum Elektronik stellt Standardverfahren für die Konstruktion, Arbeitsvorbereitung, Fertigung und Prüfung von elektronischen Baugruppen und Geräten für DESY bereit. Im Jahr 2004 bearbeitete die Gruppe ZE insgesamt 473 Aufträge, davon waren allein 151 Aufträge zur Beschaffung von Leiterplatten unterschiedlicher Komplexität.

In Folgenden werden die herausragenden Tätigkeiten in den einzelnen Arbeitsbereichen erläutert.

Bereich Konstruktion, Arbeitsvorbereitung und Fertigung

- Planung und Steuerung für die Fertigung von 1800 HF-Baugruppen für den Beamposition-Monitor der Gruppe MDI.
- Planung, Beschaffung und Steuerung von Konstruktion, Fertigung und Prüfung von 70 Korrekturnetzteilen 12 V/120 A. Abb. 140 zeigt die Front und Rückseite des Korrekturnetzteiles.
Insgesamt 5 Personen der Gruppe ZE waren im Jahre 2004 in die Konstruktion, Beschaffung und Fertigungsvorbereitung des VUV-FEL Korrekturnetzteiles für die Gruppe MKK einbezogen: ein (fern)steuerbares bipolares Präzisionsnetzteil mit den Leistungsdaten $\pm 12\text{ V}/120\text{ A}$, das über CAN-, Ethernet- und WEB-Interface kommunizieren kann. Um Störungen durch die spätere Umgebung zu verhindern, bzw. die Störung dieser Umgebung durch das Gerät zu vermeiden, ist es einer CE- Konformitätsprüfung unterworfen worden. Insgesamt 70 dieser Geräte (19"-Einschübe) bestehend aus insgesamt 750 Einzelbaugruppen, sind im Jahr 2004 angefertigt worden.



Abbildung 141: Die Front des Gerätes „Magnetstromalarm“.

- Konstruktion, Fertigung und Prüfung von 20 Geräten für Magnetstromalarm (siehe Abb. 141) für die Gruppe MDI: Parallel zu ersten Schaltungsentwürfen der Gruppe MDI wurden Baugruppen- und Gerätekonzeption von ZE entwickelt. Auf diesem Wege konnte ein sehr enger Zeitplan für die Produktentwicklung, Fertigung und Prüfung eingehalten werden.
- Die Einführung eines neuen Testgerätes (ERSASCOPE) ermöglicht die visuelle Kontrolle des Lötprozesses von SMD-Bauelementen mit verdeckten Anschlüssen (BGA). Abb. 142 zeigt die Optik des Testgerätes ERSASCOPE.
- Bonden: Es erfolgten Arbeiten für den HERMES Recoil-Sensor sowie, im Auftrag des Physikalischen Institutes, für den CMS-Tracker.

Bereich Prüfung von elektronischen Baugruppen

Prüfung komplexer Baugruppen: Die zunehmende Komplexität elektronischer Baugruppen er-

fordert Überlegungen, wie in Zukunft die Qualität des Fertigungsprozesses verifiziert werden kann. Zukünftige digitale Baugruppen mit einer großen Anzahl elektrischer Verbindungen (zum Beispiel FPGAs mit bis zu 2000 elektrischen Anschlüssen pro Bauteil) bedingen den Einsatz von Leiterplatten mit vielen Lagen (> 12). Die Qualitätskontrolle kann mit dem „Boundary Scan Verfahren“, auch als JTAG oder IEEE 1149.1 bezeichnet, durchgeführt werden. Eine zweite bei ZE zu diesem Thema erstellte Diplomarbeit mit dem Titel „Einsatz der Boundary Scan Technik zur Prüfung einer Mikrocontroller-Baugruppe“ zeigt weitere, für den Einsatz bei DESY wichtige Erkenntnisse, die bei einer Einführung dieses Verfahrens berücksichtigt werden müssen.

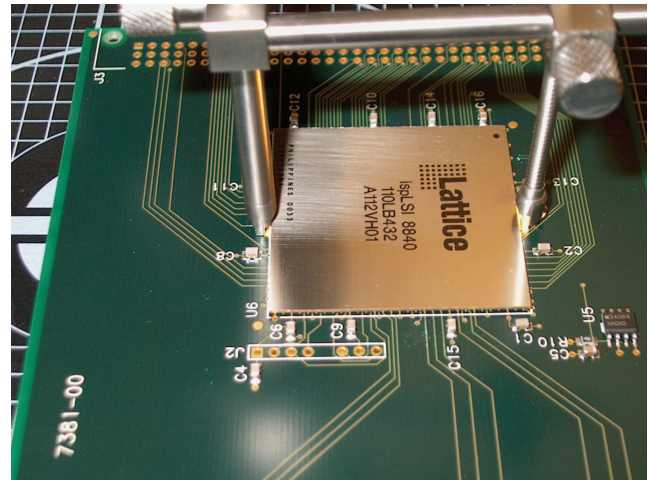


Abbildung 142: Die Optik des Testgerätes ERSA-SCOPE, zum Test von BGA-Lötprozessen.

Servicezentrum Mechanik

Gruppenleiter: J. Dicke

Das Servicezentrum Mechanik ist der zentrale Lieferant von komplexen und neuentwickelten Mechanikkomponenten für den Aus- und Weiterbau der Beschleuniger und Experimente. Zum Servicezentrum Mechanik gehören die Zentrale Konstruktion (ZM1), die Technische Auftragsabwicklung (ZM2), die Mechanische Fertigung (ZM3), die Tischlerei (ZM4) und die Ausbildungswerkstätten (ZMA). Seit 1. Januar 2004 ist auch die Technische Service-Gruppe (ZM5, ehemals ZBAU11) dem Servicezentrum Mechanik zugeordnet.

Hauptauftraggeber des Servicezentrums Mechanik war der Beschleunigerbereich. Die Entwicklung der Beschleuniger (TTF2/XFEL/TESLA) und die Konstruktion und Herstellung von Prototypen für den Ausbau des PETRA-Speicherrings bildeten die Schwerpunkte bei den Aufträgen an die Zentrale Konstruktion (ZM1) und die Technische Auftragsabwicklung/Mechanische Fertigung (ZM2/ZM3).

Zentrale Konstruktion (ZM1)

Die Zentrale Konstruktion ist das Kompetenzzentrum für die Entwicklung und Konstruktion von mechanischen Komponenten einschließlich Projektmanagement und Dokumentation. Das Aufgabenspektrum reicht von der einfachen Vakuumkammer des Beschleunigers über leichten bis schweren Stahlbau, allgemeinen und Elektro-Maschinenbau, Feingerätetechnik und wissenschaftlichen Gerätebau, Behälter- und Rohrleitungsbau bis hin zum kompletten Experiment der Hochenergiephysik.

Der Schwerpunkt der Entwicklungs- und Konstruktionsaufgaben in der Zentralen Konstruktion als Einzelaufgabe war das Projekt PETRA III, das mehr als ein Drittel der Konstruktionskapazitäten in Anspruch nahm (siehe Abb. 143). Inhaltliche Schwerpunkte bei

PETRA III waren die Entwicklungsarbeiten für den Prototypen eines Undulators höchster Genauigkeit. Dieser Prototyp soll die Anforderungen auch für den XFEL-Beschleuniger erfüllen.

Weitere Arbeitsschwerpunkte waren die Arbeiten für das XFEL-Projekt und Restarbeiten für das TTF-Projekt. Die Aufgaben zur Verbesserung der Serienreife der 1.3 GHz-Cavities wurden unter der Rubrik TESLA zusammengefasst. Hier wurden insbesondere Vorrichtungen zur Bearbeitung und Behandlung von Einzelteilen und Baugruppen der Cavity-Produktion konstruiert. Nach wie vor band das Projekt SOLID EDGE-Einführung und SOLID EDGE-Betrieb Kapazitäten. Es wurde ein stabiler CAD-Betrieb erreicht und die Anzahl der Lizenzen auf 35 erhöht.

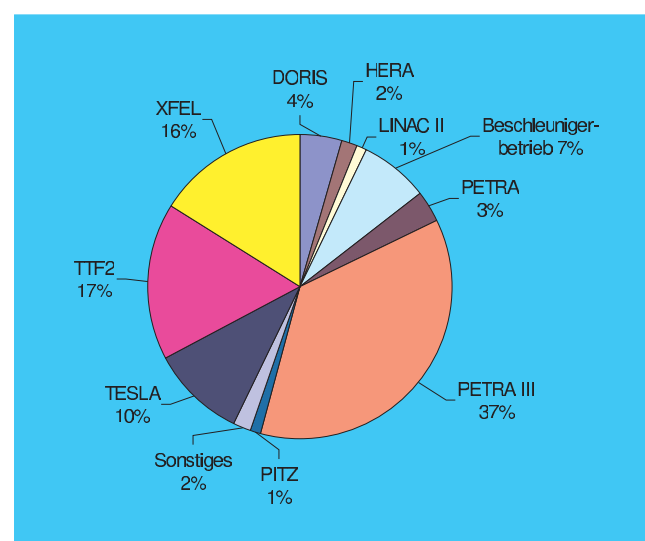


Abbildung 143: Verteilung der Konstruktionskapazität auf die einzelnen Bereiche (ZM1).

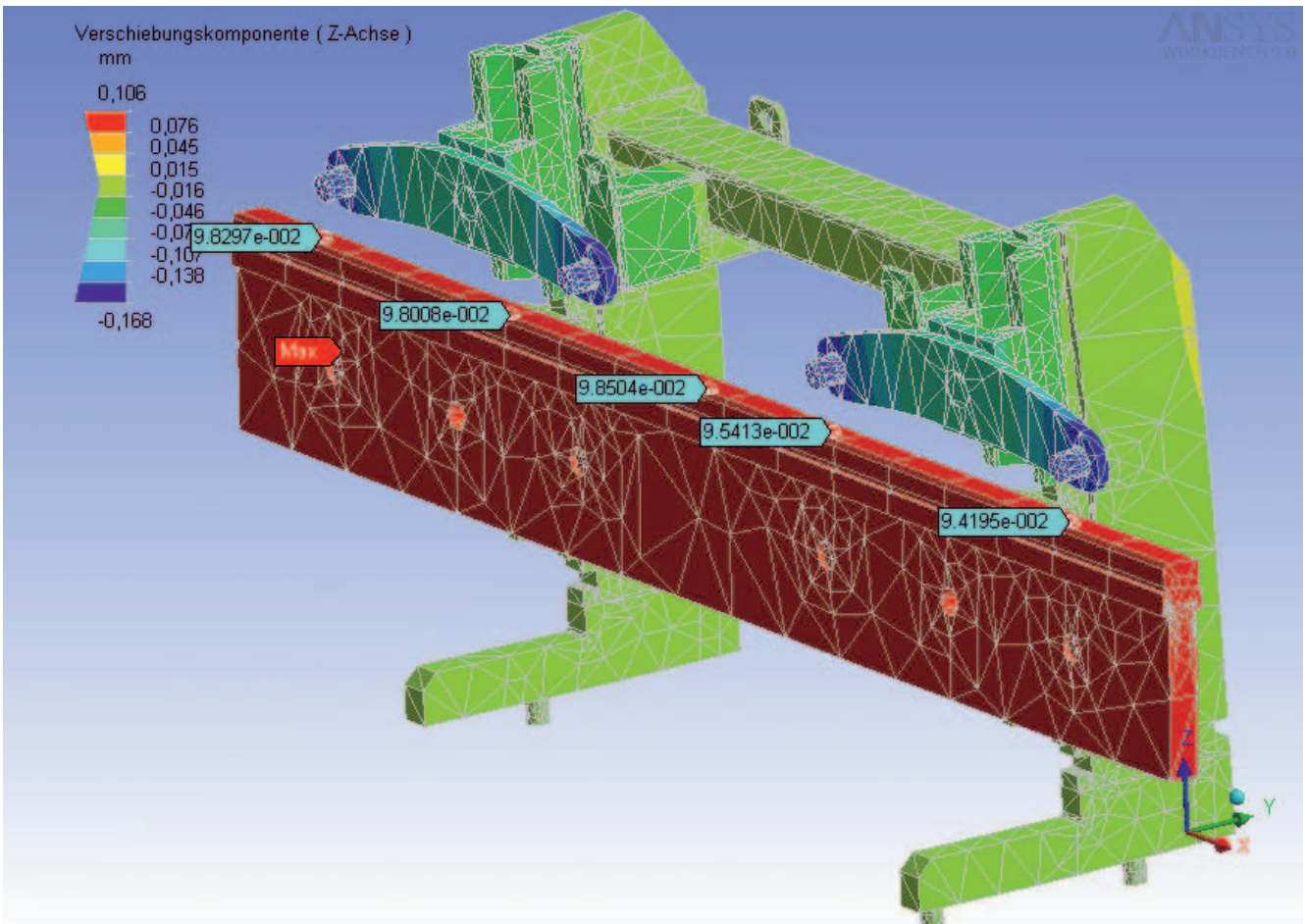


Abbildung 144: FEM-Deformationsmodell des Undulators unter Einfluß der Magnetkräfte und des Eigengewichts (ZM1).



Abbildung 145: Grundkörper für Nachweisgerät, TTF2 (ZM31).

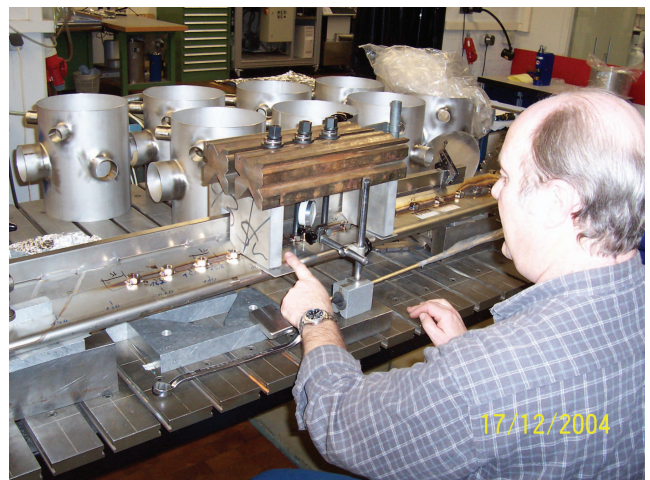


Abbildung 146: Entwicklung einer speziellen Ausbeul-Vorrichtung für die Reparatur einer Vakuumkammer, HERA (ZM31).

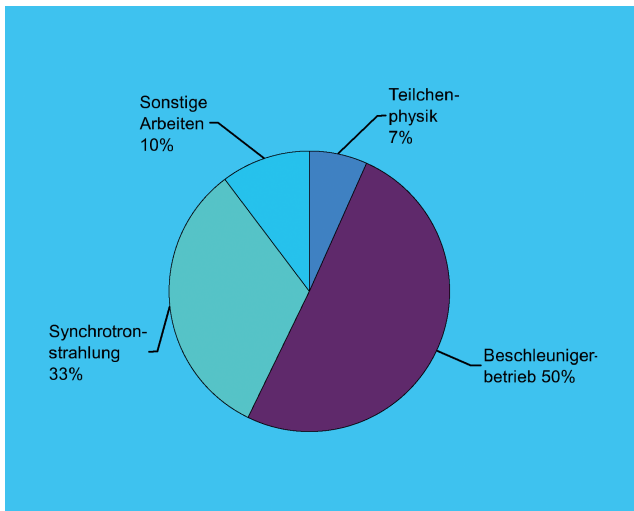


Abbildung 147: Verteilung der Werkstattkapazität auf die einzelnen Bereiche (ZM31).

Technische Auftragsabwicklung (ZM2), Mechanische Fertigung (ZM3)

Die Technische Auftragsabwicklung (ZM2) hat die Aufgabe, für interne Anforderer mechanische Sonderfertigungen ausführen zu lassen bzw. entsprechende Beschaffungen abzuwickeln. Es wurden ca. 900 Werkstattaufträge mit einem Gesamtvolumen von 3.85 Mio. Euro bearbeitet, davon wurden Aufträge im Wert von 1.235 Mio. Euro an externe Firmen vergeben.

Die Kapazitäten in der Hauptwerkstatt ZM31 wurden vorwiegend durch M-Gruppen für die Fertigung und Erprobung von Bauteilen, Geräten und Apparaturen für Beschleunigerkomponenten ausgelastet (siehe Abb. 147).

Der Hauptauftraggeber für die Technikerwerkstatt (ZM32) war das HASYLAB. Ein Beispiel: Für Messplätze an den Beamlines, wo es erforderlich ist, die Proben ganz präzise zu halten und häufig auch in jede gewünschte Lage zu positionieren, wurden spezielle Schraubstöcke entwickelt, die mit einem Schrittmotor in der Höhe verstellbar sind und pressluftgesteuert, mit stoßgedämpften Anschlägen, seitlich gefahren und um die Mittelachse gedreht werden können (siehe Abb. 148).

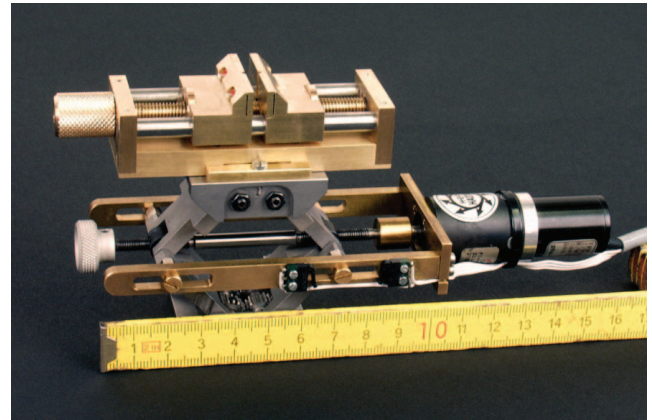


Abbildung 148: Probenschraubstock für HASYLAB-Beamline (ZM32).

Tischlerei (ZM4)

In der Tischlerei lag das Gesamt-Auftragsvolumen bei ca. 300 Einzelaufträgen. Neben den zahlreichen Umbaumaßnahmen in Büros und Laborgebäuden waren Experimente zu unterstützen (z. B. Magnetmessstand für die Helmholtzspule). Großen Raum nahmen auch der Bau von Transport- und Aufbewahrungsbehältern für Vakuum-Kammern, Cavities mit Tank und Einkoppler, Absorber und Recoildetektor-Komponenten ein sowie die Anfertigung von Modellen und Montagevorrichtungen für Cavities, Magnetabschirmungen, Lichtleiter und den Photon-Detektor.

Technische Service-Gruppe (ZM5)

Die Betriebsschlosserei führt Reparaturen und Kleinaufträge an allen Institutsgebäuden und Außenanlagen aus. Ihr obliegen die Instandhaltung und Reparaturen des gesamten Schließsystems. Für Experimente und Beschleuniger werden Stahlkonstruktionen hergestellt. Zu den Aufgaben der Gruppe gehört auch die schnellstmögliche Schaden- und Fehlerbehebung an den Magnetsystemen der Beschleunigeranlagen.

Für das Jahr 2004 sind die folgenden Arbeiten besonders zu erwähnen: Im HERA-Tunnel wurden Spulen der BU-, GN- und GB-Magnete ohne Demontage des

e-Strahles aus- und wieder eingebaut. Für TTF2 wurden Magnetgestelle gefertigt und die Magnete bis zum Dump montiert. Für PETRA III-Sextupole wurde ein Kastenträger (Girder) als Versuchsaufbau sowie ein Mustergestell hergestellt. In DORIS wurde ein Wiggler

(HARWI) mit Sondertraverse eingebaut. In der FEL-Halle wurde am Aufbau der Strahlführungswege gearbeitet und am Versuchs- und Experimentiercontainer des HASYLAB wurden Auf- und Umbauten durchgeführt.

Informationstechnik

Gruppenleiter: V. Gülzow

Die Hamburger IT-Gruppe stellt zentrale Infrastruktur und Dienste auf höchstem technischen Niveau für mehr als 6000 Benutzer aus den wissenschaftlichen Forschungsgruppen, den Entwicklungs- und Betriebsgruppen der Beschleuniger und der Verwaltung am DESY bereit. Zusätzlich treibt die IT-Gruppe die Entwicklung und Einführung neuer IT-Technologien insbesondere im Bereich der Datenhaltung und des Grid-Computings dem Auftrag DESYs entsprechend voran. Neben der Sicherstellung des operationellen Betriebes der Systeme ragen im Berichtsjahr für die IT-Gruppe folgende Ereignisse heraus.

Fachlich war das Jahr 2004 neben der Konsolidierung und Erweiterung der laufenden Dienste durch die Projekte Registry, d.h. Erstellung einer neuen Benutzerverwaltung, der Einführung von Windows2003/XP, dem dCache Projekt (siehe auch <http://www.dcache.org>) und den umfangreichen Grid-Aktivitäten (siehe auch <http://grid.desy.de>) der IT-Gruppe geprägt. So konnten in allen Projekten erhebliche Fortschritte erzielt werden: Die neue Registry ist bereits in zentralen Bereichen aktiv im Einsatz, die Migration der Nutzer in die neu aufgebaute Windows 2003-Domäne konnte mit allen geplanten DESY-Gruppen erfolgreich durchgeführt werden. In enger Zusammenarbeit mit den Kollaborationen H1, ZEUS und der Theorie wurde ein vollständiges Grid am DESY installiert und international eingebunden. Die IT-Gruppe ist aktiver Partner im EU-finanzierten Projekt EGEE und trägt mit eigenen Ressourcen und Know How wesentlich zur Arbeit der deutschen Föderation bei. Die IT-Gruppe hat sich erheblich an führender Stelle am Aufbau der deutschen D-Grid-Initiative engagiert und hat eine führende Rolle in den daraus resultierenden Projektanträgen übernommen. DESY hat in 2004 den Anschluss an das deutsche Wissenschaftsnetz (GWin) von 155 Mbit/s auf 1 Gbit/s umrüsten können und erfüllt damit neue Anforderungen an kollabora-

tives Arbeiten in der Wissenschaft. Zusätzlich konnte in IT-internen Projekten zur rechnergestützten Überwachung von zentralen Systemen, in der Erarbeitung einer neuen Version von DESY-Linux und in der Softwarebereitstellung große Fortschritte erzielt werden. Eine umfangreiche Benutzerberatung hat sich als wesentliche Komponente einer Versorgungsstruktur etabliert.

Die Arbeit des Computer User Committee (CUC) unter der Leitung eines externen Vorsitzenden als Stimme der Benutzer hat sich wiederum sehr bewährt. Bereits im Frühstadium von Benutzerwünschen konnten diese in diesem Gremium diskutiert und bewertet werden. Daraus konnten in enger Abstimmung von Nutzern mit der IT-Gruppe Strategien zur Einführung oder dem Betrieb von Diensten am DESY entwickelt resp. verbessert werden. Das CUC hat regelmäßig am ersten Montag eines Monats in Hamburg getagt. Die Benutzerinformation wurde durch vierteljährliche Benutzertreffen im Linux- und Windowsbereich ergänzt.

Das Computing Review Board (CRB), ebenfalls unter der Leitung eines externen Vorsitzenden, diskutiert die Rahmenbedingungen für die Datenverarbeitung bei DESY und gibt Empfehlungen an das Direktorium zur Durchführung von DESY-relevanten und -weiten IT-Projekten. Im Berichtsjahr wurden die laufenden Projekte Windows2003 und Registry durch Paten aus den Nutzergruppen begleitet. Das Windows2003-Projekt wurde zum Ende des Jahres vom CRB als sehr erfolgreich bewertet und als abgeschlossen erklärt. Das gemeinsam von PR und IT geführte Projekt DESY Web-Office hat erfolgreich im Berichtsjahr die Einführung eines Content Management Systems auf redundanten Servern abgeschlossen und erste Auftritte, z.B. von X-FEL-Webseiten, erstellt.

Eine Vielzahl von gemeinsamen Aktivitäten wurde mit der DV-Gruppe in Zeuthen durchgeführt. Hier ist besonders die Entwicklung eines gemeinsamen DESY-Linux

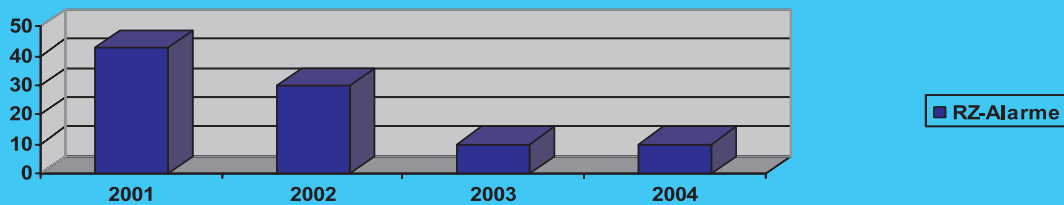


Abbildung 149: Störungsalarmer außerhalb des bedienten Betriebes.

auf der Basis einer Scientific Linux Distribution zu nennen. Weiterhin findet eine intensive Zusammenarbeit im Bereich des Betriebes der WindowsNT-Domäne und im Windows 2003/XP Projekt statt.

Die betriebliche Ausbildung findet in der IT-Gruppe eine besondere Beachtung. Mit Beginn des neuen Ausbildungsjahres wurden vier weitere Auszubildende für die Abschlüsse Systemelektroniker und IT-Kaufleute aufgenommen. Drei Auszubildende des ersten Jahrgangs haben erfolgreich ihre Ausbildung abgeschlossen. Derzeit absolvieren 13 junge Menschen bei IT eine Lehre.

Fachgruppe Betrieb

Die Fachgruppe Betrieb (Leiter: M. Behrens) betreut die IT-Infrastruktur des Rechenzentrums. Im Jahre 2004 ist die Anzahl der Computer im Rechenzentrum wiederum erheblich auf jetzt mehr als 1100 angewachsen. Die Betreuung einer so großen Zahl von Rechnern, Speichersystemen und Netzwerkkomponenten erfordert Werkzeuge und Maßnahmen auf allen Ebenen, von der Stromversorgung über die Installation und Konfiguration der Geräte bis hin zur Überwachung des Produktionsbetriebes.

Die hohe Zuverlässigkeit der Dienste des RZ konnte im vergangenen Jahr gehalten werden. Außerhalb der Anwesenheitszeiten des IT-Personals kam es – wie im Vorjahr – zu lediglich 10 Störungen und Dienstaussfällen, die ein Eingreifen des Operating nötig machten (siehe Abbildung 149).

Neue Stromversorgung im RZ

Die interne Stromversorgung im Rechenzentrum war ursprünglich für eine sehr viel kleinere Anzahl von Geräten konzipiert. Mit der gewachsenen Zahl von Rechnern, Speichersystemen und anderen Geräten im RZ wurde der Ersatz der internen Stromverteilung zwingend. In Zusammenarbeit mit der Gruppe MKK ist eine neue interne Stromverteilung konzipiert worden, die leistungsfähig und flexibel den heutigen und zukünftigen voraussichtlichen Anforderungen gerecht wird. Ihr Aufbau wird im Jahre 2005 erfolgen, sie wird die bisherige Stromversorgung ersetzen. Eine besondere Herausforderung ist dabei, den Einbau und die Inbetriebnahme im laufenden Betrieb des Rechenzentrums bei möglichst geringen Störungen der Dienste des RZ durchzuführen.

Die unterbrechungsfreie Stromversorgung (USV) des RZ wurde überarbeitet und verbessert, um auch bei schlechter Netzqualität die RZ-Infrastruktur mit hoher Zuverlässigkeit zu versorgen.

Installation, Überwachung und Steuerung

Das Installationsmanagement für das Rechenzentrum wurde im Jahre 2004 erheblich ausgeweitet. Die Arbeitsabläufe von der Planung bis zur fertigen Installation werden jetzt mit Hilfe der Werkzeuge AMS und Request Tracker unterstützt, so dass auch die große Zahl

der installierten Neusysteme beherrscht werden kann. Dadurch wird jetzt der Ablauf von der Bestellung über den Einbau und die Konfiguration beschleunigt und aktuelle Daten stehen sofort für die Überwachung im Regelbetrieb bereit.

Das von IT eingesetzte System NAGIOS zur Überwachung der Rechner und Dienste wurde ebenfalls weiter ausgebaut. Durch Einbindung eines Asset-Managementsystems (AMS) wird jetzt die Kopplung von Installation und Überwachung automatisch hergestellt. Darüber hinaus werden auch komplexere Fehlerzustände erkannt und bei Bedarf automatisch über verschiedene Kommunikationskanäle übermittelt.

Arbeitsplatzausstattung, Unterstützung von Konferenzen und Workshops

Die Aufwendungen für die Ausstattung neuer Arbeitsplätze und den Ersatz von veralteten Arbeitsplatzrechnern sind im Berichtsjahr erheblich angestiegen. Anlässlich der Umstellung der Arbeitsplätze auf Windows XP mussten zahlreiche ältere Geräte ersetzt oder aufgerüstet werden. Die Anzahl der ausgelieferten Geräte hat sich damit im Berichtsjahr mehr als verdoppelt (siehe Abbildung 150). So wurden insgesamt 886 Standard-PCs und 492 Monitore ausgeliefert. Röhrenmonitore wurden in 2004 nur noch in geringer Zahl beschafft, nachdem es in 2003 noch fast 80% der Monitore waren. Zusätzlich wurden zahlreiche vorhandene Geräte aufgerüstet. Bestellung, Konfiguration und Verwaltung der neuen Arbeitsplatzrechner nutzen jetzt mit Hilfe des AMS elektronisch unterstützte Arbeitsabläufe, so dass die von IT ausgelieferten Geräte am Arbeitsplatz sofort betriebsfähig sind. Die bisher not-

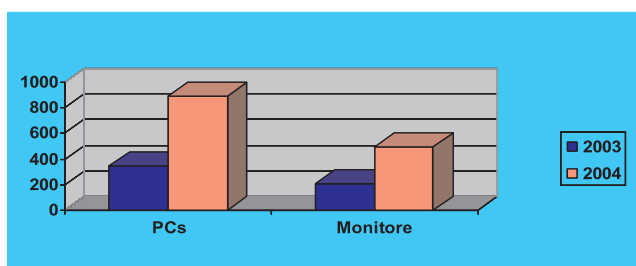


Abbildung 150: Auslieferung PCs und Monitore.

wendige Netzwerkkonfiguration vor Ort kann jetzt eingespart werden. Als zusätzlicher Service wird jetzt auch die Auslieferung von betriebsfähigen Linux-PCs angeboten.

Im Jahre 2004 organisierte DESY mit der LINAC2004 in Lübeck und der CARE04 bei DESY zwei größere Konferenzen. IT unterstützte diese Konferenzen durch die Bereitstellung von Arbeitsplätzen für Konferenzteilnehmer und -organisatoren und durch „Internet-Cafes“. Dazu kommen zahlreiche kleinere Konferenzen und Workshops bei DESY, für die ebenfalls die notwendige IT-Infrastruktur bereitgestellt wird.

Daten Sicherung

Zur Sicherung der von IT verwalteten Daten wurde ein Standort für ein zweites Datenzentrum an anderer Stelle auf dem DESY-Gelände eingerichtet und mit der notwendigen Infrastruktur versehen. Dort werden in Zukunft Kopien wichtiger Daten vorgehalten, so dass auch nach einem erheblichen Verlust von Originaldaten die in jahrelangem Experimentierbetrieb gewonnenen Daten erhalten bleiben.

Fachgruppe Benutzerservice

Die IT-Fachgruppe Benutzerservice (Leiter: M. Gloriss) unterstützt die Nutzer am DESY im Wesentlichen mit der Benutzerberatung und -verwaltung im Rahmen des User Consulting Office (UCO) sowie mit der zentralen Softwarebereitstellung auf DESYs strategischen Plattformen Unix, Linux und Windows.

Einen Schwerpunkt der Arbeit im Jahr 2004 bildete die Begleitung der DESY-weiten Umstellung aus der alten, von Windows NT dominierten Windows-Umgebung (Domäne) DESYNT in die neue Domäne win.desy.de, in der Windows 2003 (Server) und Windows XP (Clients) eingesetzt werden. Dabei unterstützte der Benutzerservice als Ansprechpartner seitens IT für die Migration die einzelnen Gruppen mit Beratung, Hilfe vor Ort, Dokumentation und Schulungen. Ende 2004 arbeitete der überwiegende Teil der Benutzer mit etwa 1300 Rechnern in der neuen Domäne.

Im Bereich der Softwarebereitstellung wurde in 2004 auf den konzeptionellen Aufbauarbeiten aus dem Jahr 2003 aufgesetzt. So wurde die neue Infrastruktur unter DESY Linux 5 und in win.desy.de in Zusammenarbeit mit der Zeuthener DV-Gruppe genutzt, um das zentrale Angebot an verfügbarer Software weiter zu konsolidieren und auszubauen.

Das UCO als zentraler Anlaufpunkt für Nutzer zentraler IT-Dienste ist die Schnittstelle zu IT. Die Herausforderung lag und liegt weiterhin darin, die Benutzer in dem beim DESY vorhandenen ausgesprochen komplexen und heterogenen IT-Umfeld kompetent zu unterstützen. Dabei erfordern die sich im IT-Umfeld generell schnell ändernden Gegebenheiten, die große Vielfalt zentral bereitgestellter IT-Dienste und -Anwendungen und die Aufnahme des Betriebs neuer Projekte wie DESY Linux 5, die neue Windows-Umgebung oder die neue Benutzerverwaltung (Registry) insbesondere im UCO die ständige Bereitschaft zur Auseinandersetzung damit, sowie zur Weiterbildung auf diesen verschiedenen Gebieten. Eine Herausforderung ist ebenfalls das notwendige hohe Maß an Kommunikationsfähigkeit im Umgang mit Forschern, Power-Usern, Gruppenadministratoren, ganz normalen Benutzern, aber auch den IT-Experten selbst. Dafür, dass keine Anfragen aus diesen Benutzergruppen verloren gehen, sorgt das in 2004 auf eine neue, verbesserte Version umgestellte Ticket-Verfolgungssystem Request Tracker.

Einen besonderen Stellenwert bei der Benutzerberatung nahmen aufgrund ihrer großen Bedeutung für DESY wieder die folgenden Themen ein: Einsatz von E-Mail – gerade auch in Verbindung mit Sicherheitsmechanismen wie dem zentralen Viren-Scanner und dem in 2004 auf ein neues Konzept umgestellten Spam-Filter, Anwendungsberatung für das zentral betriebene Datenbanksystem Oracle sowie Anwendungsberatung und Basisunterstützung im Umfeld der am DESY bestehenden SAP-Installation. In enger Vernetzung mit der IT-Systemgruppe bereiteten Mitarbeiter aus dem Benutzerservice die Einführung von Exchange 2003 vor. Damit soll einerseits der alte Exchange-Mailserver abgelöst werden, was die Erarbeitung von Migrationsszenarien erforderte. Andererseits soll aber auch die Kalenderfunktionalität von Exchange 2003 dazu genutzt werden, um ein DESY-weites Kalendersystem zu realisieren, das Plattform-übergreifenden Zugriff erlaubt. Dazu fand eine Überprüfung der im Vorfeld in Abstim-

mung mit dem Computer User Committee aufgestellten Anforderungen statt.

Im Rahmen des IT-Engagements für die Verwaltungssoftware SAP wurden in 2004 neben den operativen Arbeiten des SAP-Tagesgeschäftes folgende Schwerpunkte gesetzt: In einem von IT betreuten Bewerbungs- und Ausschreibungsverfahren wurde ein externer Dienstleister ausgewählt, der DESY voraussichtlich während der kommenden fünf Jahre bei der Basisbetreuung der SAP-Systeme unterstützt. Die Dienste des SAP-Umfeldes – SAP-Zugang via Intranet und SAP-Fax-Service – wurden auf neue Hardware migriert, die Betreuung der ITS-Zugangssysteme selbst in das IT-Portfolio integriert. Für die Teilnahme DESYs am ELSTER-Verfahren (Datenaustausch mit Finanzbehörden) wurde ein separates Business Connector (BC-) System bereitgestellt und in die IT-Betreuung übernommen. Außerdem wurden die Arbeiten zur Verbesserung der IT-Sicherheit im SAP-Umfeld fortgesetzt – beispielsweise gibt es nun eine separate Druck-Infrastruktur für die Personaldatenverarbeitung – sowie ein Web-Interface zur Beantragung und Verwaltung von SAP-Netzwerkfreischaltungen implementiert wurde.

Fachgruppe FEPOS

In der Fachgruppe IT-FEPOS (Leiter: B. Lange) wurden im Jahr 2004 insgesamt 801 elektronische Geräte für diverse DESY-Gruppen und Experimente repariert. Davon betrug der Anteil von EDV-Komponenten ca. 76%. Zusätzlich wurde von den Mitarbeiterinnen und Mitarbeitern der Geräteverleih über den Geräte-Pool, der z. B. Videobeamer und Laptops umfasst, und die gesamte audio- und videoteknische Hörsaal- und Seminarräumbetreuung wahrgenommen. Weiterhin wurde die Betriebsfunkanlage auf dem DESY-Campus betreut und deren Abnahme durch die Regulierungsbehörde vorbereitet und begleitet. Als Dienstleistung für Organisatoren von Workshops und Konferenzen wurden Konferenzmaterialien in großen Stückzahlen auf CD's und DVD's für die Teilnehmer vervielfältigt. Daneben nimmt die Gruppe zu großen Teilen die systemtechnische Betreuung der Arbeitsplatzrechner im V-Bereich wahr. Gleichzeitig engagiert sich die Fach-

gruppe in der betrieblichen Ausbildung im Elektronik und IT-Bereich und hat in erheblichem Maße diverse Praktikanten betreut.

Fachgruppe Kommunikationsnetzwerke

Die Fachgruppe Kommunikationsnetzwerke (Leiter: K. Ohrenberg) sorgte im vergangenen Berichtsjahr für eine stetige Erweiterung des lokalen Datennetzes mit einer Bandbreite von bis zu 100-MBit/s zu den einzelnen Bürorechnern. Dabei wurden neben Ausbauten der bereits bestehenden Infrastruktur weitere Gebäude (Geb. 22, Obergeschoss der HERA-Halle West, Gästehaus 2, Geb. 24 sowie Geb. 18) erstmalig mit einem modernen Datennetzwerk ausgestattet und an den Gigabit-Ethernet-Backbone des zentralen Datennetzwerks angeschlossen. Im Zuge dieses Ausbaus wurde die Anzahl der im Datennetz zur Verfügung stehenden Anschlüsse (Ports) mit einer Bandbreite von 10/100-MBit/s von 7 946 auf 10 112 (+27%) und die Zahl der Gigabit-Ports von 614 auf 1 238 (+100%) erhöht.

Im Zuge der Vorbereitungen für den VUV-FEL wurde dort im Juli des Jahres 2004 das gesamte Datennetz für die Beschleunigerkontrolle neu aufgebaut. Es wurde dort ein Gigabit-Backbone geschaffen, der 13 Zugangspunkte in dem Beschleunigerbereich verbindet und über eine redundante Gigabit-Ethernetverbindung zum DESY-Backbone verfügt. Insgesamt wurden dort Kapazitäten für 480 Anschlüsse geschaffen und gegen Ende des Berichtsjahres bereits 5 TBytes/Woche über dieses Netzwerk übertragen.

Der größte Teil des Zuwachses im Bereich der Gigabit-Ethernet Anschlüsse erfolgte im Rechenzentrum, um dem dort befindlichen System die benötigten Bandbreiten für datenintensive Anwendungen bereitzustellen (ca. 500 Ports). Es wurde dabei im Laufe des Jahres eine auf Kupferkabeln basierende Gigabit-Infrastruktur geschaffen, die aufgrund der Modularität der eingesetzten aktiven Netzwerkkomponenten und der damit verbundenen Skalierbarkeit auch zukünftigen Anforderungen gerecht werden kann. So können bei Bedarf sämtliche Anbindungen an den zentralen Backbone über mehrfache 10-GBit/s Verbindungen ausgebaut werden.

Im Februar ist der zentrale Backbone des Datennetzwerks bereits auf eine 10-GBit/s Infrastruktur aufgerüstet worden. Ab März wurden erste Anbindungen einzelner Serverfarmen über diese Infrastruktur realisiert, so dass gegen Ende des Jahres bereits 20 10-GBit/s Leitungen in Betrieb waren.

Der zentrale Backbone übertrug gegen Ende des Berichtsjahres bereits Datenmengen von etwa 25 TBytes/Woche, im Rechenzentrum werden etwa 400 TBytes/Woche und allein im Netzwerk der Bürorechner werden etwa 60 TBytes/Woche bewegt.

Um den stetig wachsenden Datenmengen und Transferaten insbesondere auch im Hinblick auf die zunehmend an Bedeutung gewinnenden Grid-Technologien für die weltweit verteilte Analyse der Physikdaten Rechnung tragen zu können, wurde der Internetanschluss des DESY am 31.8.2004 von einer 155 MBit/s Verbindung auf eine 1 GBit/s Anbindung aufgerüstet. Diese Anbindung wurde wie bereits zuvor über das Gigabit-Wissenschaftsnetzes (G-WiN) des Deutschen Forschungsnetzes (DFN) realisiert.

Der stetige Wachstum des Datennetzes (Anfang 2000 waren 1536 10/100 Ports sowie 43 Gigabit-Ports aktiv) um nahezu eine Größenordnung machte es nötig, das zugrunde liegende Design zu modifizieren. Ziel des neuen Entwurfs war es, autarke Bereiche zu schaffen, die auch bei einer Störung in einem anderen Netzwerkbereich unbeeinflusst ihren Dienst verrichten können. Das alte Design konnte dies auf lange Sicht nicht mehr garantieren und so wurde im Februar mit einer Umstellung der Netzwerkarchitektur und einhergehender Einführung eines Routingprotokolls (OSPF) begonnen. Wichtigstes Ziel war es, das Netzwerk in zunächst 5 Bereiche zu strukturieren, und zwar die Kontrollnetze für VUV-FEL, HERA und Kryo, die Büronetze sowie die Rechenzentrumsnetze. Bis auf die noch anstehende Separierung der Büro- und RZ-Netze sind die Arbeiten erfolgreich und ohne gravierende Einschränkung des Nutzerbetriebes durchgeführt worden.

Die im Jahr 2002 in Betrieb genommene Funknetz-(WLAN-)Infrastruktur gewinnt weiterhin an Bedeutung und ist auch im Jahr 2004 kontinuierlich ausgebaut worden. Dabei sind zum Ende des Jahres 60 Funkzellen in Betrieb gewesen. Die Akzeptanz dieser Technologie ist weiterhin stark steigend, hoch frequentierte

Funkzellen verzeichnen inzwischen mehr als 150 Verbindungen pro Tag. Zeitweise sind in einzelnen Zellen weit mehr als 10 Nutzer auf den gemeinsam genutzten Zugangspunkten gleichzeitig aktiv.

Ähnliches gilt für den VPN-Dienst, einer virtuell dedizierten Verbindung. Auch hier nimmt die Nutzung weiterhin stetig zu. Im Laufe des Jahres sind mehr als 27 000 Verbindungen aufgebaut worden, dabei waren zeitweise mehr als 20 Nutzer gleichzeitig über diesen Remote Zugang eingewählt.

Im Rahmen der WLAN- und LAN-Ausbauten ist hervorzuheben, dass das Gästehaus 2 im Zuge der baulichen Renovierung mit modernster Netzwerktechnologie ausgestattet worden ist. Dort steht jetzt für die Gäste des DESY in jedem Zimmer ein Funknetz sowie ein hoch performantes kabelgebundenes Datennetz zur Verfügung. Im Rahmen dieser Aufrüstung wurden auch die in dem Gebäude bisher eingesetzten klassischen Telefone vollständig durch IP-Telefone ersetzt. Diese Telefone nutzen das vorhandene Datennetz für die Sprachkommunikation und wurden in dem Gästehaus erstmals großflächig eingesetzt. Die gesamte Installation der IP-Telefone auch in anderen Gebäuden bei ausgewählten Pilot-Nutzern beläuft sich inzwischen auf 106 Geräte und ist bereits in den Regelbetrieb übergegangen. Diese IP-Telefone sind nahtlos in den bisherigen Rufnummernraum des DESY integriert worden. Diese Telefone sind auch in die übrigen Telekommunikationsdienste wie z.B. den Sprachspeicher integriert worden, unter anderem hierfür wurde ein Hard- und Softwareupgrade des Sprachspeicher-Servers durchgeführt. Gegenwärtig befinden sich IP-Telefone, die als Zugangsmittel das WLAN-Funknetz nutzen (WLAN-Phone), sowie rein softwarebasierende IP-Telefone in der Evaluierung.

Fachgruppe Physics Computing

Die Fachgruppe Physics Computing (Leiter: V. Gülzow) soll der hohen Bedeutung von wissenschaftlicher Software und der Entwicklung von maßgeschneiderten Lösungen für die wissenschaftlichen Endanwender in den Experimenten und an den Maschinen gerecht werden und helfen frühzeitig IT-Expertise in neue Projekte am DESY einzubringen. Derzeit wird in den drei Arbeitsbereichen Detektorsimulation in Zusammenarbeit mit der Gruppe FLC, Grid-Technologie mit den

Experimenten H1 und ZEUS und dem Large Data Management, vornehmlich an der dCache-Software und an performanten Speichersystemen gearbeitet.

Wissenschaftliche Software

Die Zusammenarbeit auf dem Gebiet der wissenschaftlichen Softwarepakete zur Detektorsimulation, insbesondere mit der DESY-Gruppe FLC, wurde fortgeführt. Insbesondere für die neuen DESY-Projekte, allen voran die DESY-Beteiligung am ILC, sind diese Arbeiten von großer Bedeutung.

Diese Simulationsrechnungen basieren vorwiegend auf dem Toolkit Geant4. Ein Softwarepaket für die dauerhafte Speicherung und die Analyse von Simulations- und Testbeamdaten wurde in Zusammenarbeit mit dem SLAC weiterentwickelt (LCIO). Darauf aufbauend wurde ein generisches Application Framework (Anwendungsrahmen) für Rekonstruktions- und Analyseprogramme entwickelt (Marlin). Dessen Ziel ist die Vereinheitlichung der internationalen Software für den Linear Collider.

Grid Computing

Das Grid Computing hat im Laufe des Jahres auch bei DESY stark an Bedeutung gewonnen und sich zu einer zukunftsweisenden strategischen Technologie bei DESY entwickelt. Das Ziel dabei ist innerhalb von Virtuellen Organisationen (VO) auf der Basis von Regeln Ressourcen gemeinsam zu nutzen.

Seit Mitte des Jahres betreibt DESY eine produktionsreife Grid Infrastruktur auf der Basis der LHC Computing Grid (LCG) Middleware, die sich als Grid Standard in der Europäischen Gemeinschaft der Hochenergiephysiker (HEP) durchgesetzt hat. Das DESY Produktions Grid ist damit offizielle Teil des LCG-2 Grids.

Das DESY Produktions Grid beinhaltet alle zum Betrieb einer kompletten, auch unabhängig zu verwenden, Grid Infrastruktur notwendigen Komponenten und stellt dadurch alle generischen Grid Dienste bereit. Es besteht zur Zeit aus 45 Servern mit jeweils zwei Prozessoren, die die verschiedenen Grid Services liefern. 68 CPUs stehen davon für die eigentliche Re-

chenarbeit zur Verfügung. Zusätzlich wird ein Testbett mit weiteren 18 Maschinen betrieben, um Installationsmechanismen zu testen und Softwareentwicklungen zu ermöglichen.

Für die HERA Experimente H1 und ZEUS werden eigene virtuelle Organisationen (VOs) ‚hone‘ und ‚zeus‘ verwaltet, die auch an auswärtigen Instituten unterstützt werden. Die VO ‚hone‘ ist u. a. an der Universität Dortmund und am RAL ansässig. Das ZEUS Experiment produziert Monte Carlo Ereignisse im großen Maßstab auf dem LCG-2 Grid an vielen zur Kollaboration gehörenden Standorten, z. B. RAL, ScotGrid, INFN, und den Universitäten Toronto, Dortmund und Karlsruhe. Für die Detektorentwicklungen im Rahmen des ILC wurde vor kurzem eine VO ‚ilc‘ initiiert, über deren Verbreitung gerade verhandelt wird.

Für die Lattice QCD Gemeinde, die sich im deutschsprachigen Raum im LatFor organisiert hat, befindet sich ein Data Grid mit der VO ‚ildg‘ in Zusammenarbeit mit dem John von Neumann Institut for Computing (NIC) in Zeuthen und Jülich sowie dem ZIB, Berlin im Aufbau. Mit dem Aufbau dieses Data Grids gilt es, Forschern die Möglichkeit zu schaffen, mit Hilfe einer semantischen Suche nach im Grid gespeicherten Daten auf alle für eine bestimmte physikalische Fragestellung relevanten Dateien (sowie zusätzliche Informationen) zugreifen zu können. Derartige Dateien stammen beispielsweise aus Computersimulationen der theoretischen Teilchenphysik (Gittereichtheorie) und astrophysikalischen Experimenten, wo sie unter Einsatz aufwändiger Ressourcen gewonnen wurden. Durch diesen Ansatz wird eine neue Qualität beim Zugang zu global verteilten physikalischen Daten erreicht, insbesondere, weil die Auswertung der Daten wesentlich effizienter erfolgen kann. Beispielsweise wird so die Auswertung der computersimulierten Daten der Gittereichtheorie deutlich verbessert. Ferner ist das Ziel, die Voraussetzungen zu schaffen, um die Zugriffsmöglichkeit auf diese Dateien langfristig über einen Zeitraum von 10–20 Jahren sicherzustellen.

Die deutschen Teilnehmer am CMS Experiment am LHC haben sich in der VO ‚dcms‘ zusammengeschlossen, die bei DESY angesiedelt ist und von der Universität Hamburg, der RWTH Aachen und der Universität Karlsruhe sowie GridKa am FZ Karlsruhe unterstützt werden wird.

Das Computing-Modell der CMS-Kollaboration befindet sich zurzeit in der Diskussion und soll in Kürze im Computing Technical Design Report dargestellt werden. Mitarbeiter der Fachgruppe Physics Computing nehmen Teil an der Diskussion zur Grid-Struktur für die CMS-Gruppen an den Universitäten Hamburg, Karlsruhe sowie der RWTH Aachen. Dabei wurde deutlich, dass ein großes, zentrales Zentrum in Deutschland mit entsprechender Bündelung von Ressourcen und Erfahrung ein wichtiger Bestandteil der Anstrengungen für den Aufbau der Datenanalyseumgebung für das CMS-Experiment und der Grid-Integration der an CMS beteiligten deutschen Institute ist. Die beteiligten DESY-Mitarbeiter mit hoher Kompetenz sowohl im Computing für die Teilchenphysik als auch im Grid-Bereich tragen entscheidend zu dem Entwicklungsprozess bei.

Die Grid Aktivitäten sind in das EU-Projekt Enabling Grids for E-Science (EGEE) eingebettet, an dem DESY seit April 2004 teilnimmt. In diesem Zusammenhang werden auch die Grid Ressourcen in LCG eingebracht.

Weiterhin gehört DESY zu den Gründungsmitgliedern der sich in der Planungsphase befindlichen D-GRID Initiative. Das Ziel dabei ist eine nationale, fachübergreifende e-Science Infrastruktur nach dem Vorbild von UK eScience aufzubauen. DESY hat sich dazu aktiv an der Ausarbeitung von Projektvorschlägen der Hochenergiephysik Gemeinschaft, in der DESY die Sprecherrolle übernahm, sowie im übergreifenden Integrationsprojekt beteiligt.

Im Rahmen des vorgeschlagenen Vorhabens soll die Datenauswertung in der Hochenergiephysik als vertikal integrierte Anwendung zur Nutzung von e-Science Diensten weiterentwickelt werden. In der Hochenergiephysik besteht ein dringender Bedarf nach fortgeschrittenen e-Science Lösungen. Die Entwicklungsaufgaben orientieren sich an den von der Community als prioritär eingestuften Themen. Die Projektpartner sind einerseits international anerkannte Institute der Hochenergiephysik, sie bringen außerdem langjährige anwendungsbezogene Forschungs- und Entwicklungserfahrung und substantielle Beiträge zur notwendigen Grid-Entwicklung in das Projekt ein. Gleichzeitig verpflichtet der internationale Charakter der modernen Hochenergiephysikexperimente zur sorgfältigen Definition von Schnittstellen und zur Einhaltung von Standards bei anstehenden Entwicklungen.

Basierend auf vorliegenden Ergebnissen bisheriger, sowie verzahnt mit den Projektplänen der laufenden internationalen Projekten LCG und EGEE soll ein Community-Grid zur Bearbeitung von wissenschaftlichen Fragestellungen der experimentellen und theoretischen Teilchen-, Kern- und Astroteilchenphysik geschaffen werden. Ziel ist, bestehende gravierende Lücken beim Datenmanagement, dem Job Monitoring, der Fehleridentifizierung und der Datenauswertung zu schließen und damit das Grid-Umfeld in seiner Benutzbarkeit zu erweitern, zu vereinfachen und gleichzeitig mit einem hohen Umfang an Funktionalität auszustatten. Jeder Physiker wird dadurch befähigt, eine Aufgabe an die im Grid vereinigten Ressourcen zu delegieren, den Fortschritt bei der Bearbeitung zu beobachten und Hinweise zur automatischen Optimierung der Arbeitsschritte an das System zu übermitteln.

Die Möglichkeit, Datenanalyse auf verteilten Ressourcen durchzuführen ist ein wichtiges Werkzeug vieler Wissenschaften und strahlt damit weit über die Hochenergiephysik hinaus. Diese treibende Funktion der Teilchenphysik hat sich auch schon innerhalb europäischer und nordamerikanischer e-Science Programme gezeigt. Die Teilchenphysik liefert eine prototypische Anwendung, die für andere Wissenschaftsbereiche und ihre e-Science Anwendungen relevant ist. Nicht zuletzt wegen der Nähe der Projekte zu den Benutzern werden die zu entwickelnden Komponenten dieses Projekts einem frühen Praxistest unterzogen werden. Deswegen werden die Anwendung in den Experimenten der Teilchenphysik und die Rückkopplung mit den Benutzern in diesem Projekt einen hohen Stellenwert einnehmen.

Schwerpunkt der vorgeschlagenen Arbeiten, an denen sich Mitarbeiter aus der Gruppe IT in Hamburg sowie der Datenverarbeitung in Zeuthen zusammen mit Partnern aus der Physik und der Informatik der Universität Dortmund, dem Forschungszentrum Karlsruhe, dem Konrad-Zuse-Zentrum für Informationstechnik Berlin und der Universität Freiburg beteiligen werden, ist die Unterstützung von Data-Mining Anwendungen durch Aufbau von Grid-fähigen Metadaten-Katalogen für den semantischen Zugriff auf weltweit erzeugte physikalische Daten sowie die Verbesserung des Leistungsverhaltens von Computational und Data Grids im Bereich der Teilchen- und Astrophysik durch ein optimiertes Daten-Management auf Basis eines skalierbaren Storage Elements mit Grid-Schnittstellen und

darauf aufbauendem Job-Scheduling. Der Projektvorschlag wurde im Zuge der Begutachtung als potentiell besonders förderungswürdig eingestuft. Mit dem Projektstart wird in der zweiten Jahreshälfte 2005 gerechnet.

Large Data Management and Storage Manager (Roboter)

DESY betreibt derzeit 4 Silos mit 20×9940 B (200 Gbyte/Tape) Laufwerken und 12×9840 (20 GByte/Tape) Laufwerken. Im Berichtsjahr wurden alle Daten des alten ADIC (Grau) Roboters auf 9940 Tapes kopiert und der ADIC ist abgebaut worden. Die Original-Tapes sowie zwei Bandstationen wurden eingelagert und können jederzeit reaktiviert werden. Zur Kostenreduzierung werden derzeit fast alle Daten von 9840 Medien (20 GB) auf 9940 Medien (200 GB) kopiert. 80% der Übertragung ist derzeit erreicht. Die 9940 Laufwerke erlauben eine Datentransfergeschwindigkeit von 30 MBytes/sec. Um dies voll auszunutzen sollen bis zu 2 Laufwerke ihren eigenen Mover Knoten erhalten. Die notwendigen Softwaremodifikationen am Open Storage Manager OSM wurden durchgeführt und sind im Teststadium, die ersten 10 Mover Knoten auf der Basis von Linux-Systemen sind installiert. Die Rohdaten der Experimente ZEUS und H1 werden dupliziert und die Duplikate werden örtlich getrennt gelagert (siehe auch Bericht der IT-Gruppe Betrieb).

dCache Projekt

Das dCache-Projekt ist eine Kollaboration zwischen DESY und dem Fermi National Accelerator Laboratory (FNAL) in Batavia/USA. Die dCache Software erlaubt es, eine große Menge unabhängiger Plattenspeicher-knoten zu einem einheitlichen Filesystem zusammenzufassen. dCache stellt eine Reihe der Standardprotokolle für den Zugriff auf das Datenrepository zur Verfügung, darunter auch Grid Protokolle wie GridFTP und das Storage Resource Manager Protokoll. Weiter ist dCache in der Lage einen angeschlossenen Tape Storage Manager zu bedienen und Zugriffe auf dieses Roboter-system zu optimieren. Aufgrund dieser Eigenschaften ist der dCache seit Anfang 2005 ein vollwertiges Storage Element und Teil der Software Distribution des

Large Hadron Collider Computing Grid (LCG-2). Im Rahmen von LCG-2 wird der dCache an etwa 50 Einrichtungen weltweit betrieben, darunter auch am deutschen LGC Tier-1 Zentrum Karlsruhe. Die größte Installation betreibt das CDF-Experiment mit 150 Tbyte aktiver Daten und einem täglichen Datendurchsatz von über 50 TB.

Mit der Definition des Storage Elements in Grids folgen die dCache Entwickler den Anforderungen, die durch die Anwendung des Systems im Rahmen der LCG-Middleware gestellt werden. Die Spezifikation verlangt vier Eckpunkte, die für deren Mindestfunktionalität erfüllt werden müssen. Es handelt sich dabei um mindestens zwei Datenzugriffsprotokolle, ein posix-ähnliches, das für lokale Zugriffe optimiert ist, und ein Protokoll zum optimalen Datenfernttransfer (GridFTP). Ferner muss das Storage Element ein Minimalset des Storage Resource Manager (SRM) Interfaces unterstützen. Dieses Protokoll regelt die Anforderung, das Bereitstellen und das Monitoren von Ressourcen. Zusätzlich muss ein Storage Element Informationen über seinen momentanen Zustand, wie Auslastung und Verfügbarkeit, über ein standardisiertes Netzwerkprotokoll verbreiten können. Diese Minimalanforderungen werden für entsprechend große Installationen (z. B. Tier-1 Zentrum) um die Möglichkeit der Verbindung des Storage Elementes mit einem site-spezifischen ‚Tertiären Storage System‘ erweitert. Für Installationen, die das Storage Element zusätzlich lokalen, interaktiven Benutzern zur Verfügung stellen, (z. B. DESY und GridKa), wird ein File-Zugriff übers Netzwerk (NFS Interface) zum Namensraum des Speichersystems bereitgestellt. Eine implizite Anforderung an die Software eines Storage Elementes ist die Möglichkeit, es auf industrieller Massenhardware (Commodity Hardware) zu betreiben, also, soweit wie möglich, Plattform-unabhängig zu sein. Viele dieser Anforderungen werden durch kommerzielle Produkte heute schon erfüllt. Es gibt professionelle Lösungen im Bereich von Network Attached Storage (NAS), die erweiterbaren Plattenspeicher zur Verfügung stellen. Zusammen mit schon in der HEP-Community existierender Software kann dieser Speicher mit den spezifizierten Protokollen angesprochen werden. Es fehlt diesen Lösungen jedoch die Anbindung an beliebige lokale tertiäre Speichersysteme. Andererseits existieren hoch performante tertiäre Speichersysteme, die zum Teil schon um die geforderten Protokolle erweitert wurden. Diese proprietären Systeme sind jedoch für kleine

und mittlere Standorte nicht erschwinglich und sind meist an zertifizierte Hardware für diese Systeme gebunden. Ihnen fehlen Eigenschaften, die sich im realen Einsatz als essentiell herausgestellt haben. Dazu gehört unter anderem das automatische Replizieren von Datensätzen, um Überlast einzelner Speicherknoten zu verhindern oder um Teile des Systems im laufenden Betrieb warten zu können ohne die gesamte Verfügbarkeit des Systems einzuschränken.

Neben der Entwicklung der dCache Basiskomponenten hat DESY die Bündelung und Bereitstellung des Gesamtpaketes übernommen. In diesem Rahmen arbeitet DESY eng mit den dCache Entwicklern am FNAL und mit der LCG Deployment Gruppe am CERN zusammen. Weiterhin stellt DESY das zentrale dCache Code Repository und den Web-Server für die dCache.org Domain zur Verfügung. Im Proposal der schon erwähnten D-GRID Initiative dient der dCache als Basis für umfangreiche weiterführende Projekte.

Zur Zeit betreibt DESY 4 dCache Instanzen. Der zentrale dCache, mit einer Speicherkapazität von über 70 Tbytes, bedient alle DESY Gruppen. 16 Tbytes werden dabei als Grundversorgung von IT gestellt. Der übrige Speicherplatz wird von den einzelnen Experimenten beschafft und zur Verfügung gestellt und wird auch nur von diesen benutzt. Der durchschnittliche Datendurchsatz liegt zwischen 10 und 40 Tbytes pro Tag.

Eine zweite dCache-Instanz (Pre HSM Cache) mit etwa 11 Tbytes, bildet die Bindung zum zentralen Tape Storage System und optimiert den Zugriff auf die Bandmedien. Eine dritte dCache Instanz stellt über Standard Grid Protokolle (SRM, GridFtp, Gsi dCap) das DESY Mass Storage Repository authentifizierten internen und

| Experiment | Speicherplatz |
|------------|---------------|
| IT | 16 TBytes |
| H1 | 11 TBytes |
| ZEUS | 31 TBytes |
| Hera-b | 5.8 TBytes |

Tabelle 6: Aufteilung des zentralen dCaches auf alle DESY Gruppen (Total ~ 74 Tbytes.)

externen Grid Usern zur Verfügung und dient damit als Interface des DESY Mass Storage Repositories zur Grid Welt. Eine vierte dCache Instanz besteht aus allen nicht genutzten Datenpartitionen der H1 Farm Rechner und bildet daraus ein zusammenhängendes virtuelles Filesystem zur Speicherung temporärer Daten. Das System hat keine Verbindung zum zentralen Robotersystem.

Fachgruppe Systeme

Die Fachgruppe Systeme (Leiter: K. Woller) stellt für den Einsatz bei DESY die Betriebssystemplattformen Windows, Linux und Unix als vorkonfigurierte Installationen für Server, Desktop-PCs und Notebooks bereit. Sie entwickelt und betreibt auf diesen Plattformen zentrale Dienste wie Datenbanken, Mail-, Web-, File- und Backup-Service sowie die Infrastruktur für die Windows- und Unix-Netzwerkdomänen, z. B. mit Authentifizierungs- und Verzeichnisdiensten. Tätigkeitsschwerpunkte neben der laufenden Fortentwicklung der Plattformen und Dienste gab es in den CRB-Projekten Windows und User Registry, die in 2004 in den Produktivbetrieb übergangen, bei der Neugestaltung der Linux-Landschaft und im Web-Office.

Systemlandschaft

Die Konsolidierung auf die Plattformen Windows, Linux und Solaris ist praktisch abgeschlossen. Wenige verbliebene Systeme unter IRIX, AIX und HP-UX werden noch mit minimalem Aufwand unterstützt und laufen aus. Neue Anforderungen kommen aus dem Bereich mobiler Geräte, so z. B. die Bereitstellung von Windows und Linux als gewartete Betriebssysteme mit hohen Sicherheitsansprüchen und der Zugang zu zentralen Diensten mit portablen Geräten wie z. B. PDAs und MDAs. Diese sollen u. a. in einem neuen CRB-Projekt adressiert werden. Neu ist auch die Bereitstellung von 64-Bit-Linux für das wissenschaftliche Rechnen im Höchstleistungsbereich. Über 40 Dual- und ein Quad-CPU-Server auf Basis des AMD Opteron hielten in 2004 Einzug ins Rechenzentrum und erschließen Leistungsbereiche, die bislang den SMP-Servern der klassischen Unix-Hersteller vorbehalten waren.

Windows

Die Projektgruppe Windows hat zum August die neue Active-Directory-Domäne in den Produktivbetrieb überführt und für die Migration aller Anwendergruppen frei gegeben. Die Domäneninfrastruktur wurde mit weiteren Servern homogen ausgebaut und die in 2003 aus Budgetgründen noch fehlende Redundanz kritischer Systeme hergestellt. Dabei kommen zunehmend kompakte und leistungsstarke Blade-Server zum Einsatz, die Strom- und Infrastrukturkosten sparen. Patch-Management und Prozeduren für die schnelle Wiederherstellung nach Systemfehlern wurden eingeführt.

Die Dienste in der Domäne wurden im Laufe der Benutzermigration ausgebaut, u. a. mit Webservern, SQL-Servern, Lizenzservern und verbesserten Management-Möglichkeiten. Die Tabelle 7 gibt die Entwicklung der Domäne in einigen Zahlen wieder.

Die Installation neuer Rechner einschließlich eines konfigurierbaren Satzes von Anwendungen in der neuen Domäne ist durch die Verbindung des Remote Installation Service mit NetInstall-Abläufen stark automatisiert. Der neue Arbeitsablauf reduziert den Zeitaufwand des Administrators erheblich und unterbindet Fehlerquellen. So können neue Arbeitsplatzrechner vollständig von IT vorkonfiguriert an die Gruppen ausgeliefert werden.

Parallel zur Migration wurde auch die Infrastruktur der DESYNT-Domäne überarbeitet und für die erwartete Restlaufzeit des HERA Beschleunigers zukunftssicher gemacht.

| | Dezember 2003 | Dezember 2004 |
|------------------------|------------------|------------------|
| Überwachte PCs | 0 | 2100 |
| Benutzerkonten | 150 | 2609 |
| Rechnerkonten | 150 | 2195 |
| Gruppenpolicies | 2 | 63 |
| Organisationseinheiten | 32 | 1484 |

Tabelle 7: Entwicklung der neuen Windows-Domäne in 2004.

Das Windows-Projekt ist innerhalb des vorgesehenen Zeit- und Aufgabenplanes erfolgreich beendet worden. Zum Teil konnten neue Anforderungen, die während der Projektlaufzeit auftraten, unmittelbar berücksichtigt werden. Offene Themen sollen in einem Folgeprojekt zügig abgearbeitet werden.

Linux

Auf dem HEPiX Arbeitstreffen in Edinburgh wurde im Frühjahr 2004 Scientific Linux als künftige gemeinsame Arbeitsplattform für die Hochenergiephysik und als Zertifizierungsbasis für GRID-Projekte vorgeschlagen. DESY folgt dieser Entwicklung hin zu gemeinsamen Standards. Die Fachgruppe –IT Systeme– hat gemeinsam mit DV Zeuthen auf der Basis von Scientific Linux das Nachfolgesystem für DESY Linux 5 entwickelt und auf 32-Bit und 64-Bit-Plattformen bereitgestellt.

Damit einher geht eine Weiterentwicklung des Installationsmanagements, die eine stärkere Diversifizierung der Serversysteme entsprechend ihrer zunehmenden Spezialisierung unterstützt. Durch schlankere Softwareausstattung von Servern, die nicht interaktiv genutzt werden (Web, Storage, dCache, GRID), wird u. a. auch deren höheren Sicherheitsanforderungen Rechnung getragen und die Wartung vereinfacht. Das aus dem GRID-Umfeld kommende Farm-Management-System Quattor wurde evaluiert und soll an den Standorten Hamburg und Zeuthen in Zukunft die hauseigenen Managementsysteme möglichst vollständig ablösen.

Als Folge der raschen Distributionswechsel und der Einführung von 64-Bit-Rechnern unter Linux präsentiert sich die Linux-Systemlandschaft im Dezember 2004 am Standort Hamburg sehr uneinheitlich. Viele ältere Server laufen noch mit DESY Linux 4, aktuelle Installationen sind überwiegend DESY Linux 5, die GRID-Farmen und 64-Bit-Rechner erhalten vorläufige Varianten des an DESY angepassten Scientific Linux 3 (SLD3).

Der Betrieb von Notebooks unter Linux wird durch Hardwareempfehlungen, den Installationsserver und die Bereitstellung von Komponenten (z. B. AFS- und

VPN-Klienten) erleichtert, erfordert aber weiterhin einige Initiative und Fachkenntnis seitens des Benutzers.

Projekt User Registry

Zentrale Komponenten der neuen User Registry wurden ab Mitte des Jahres sukzessive in den produktiven Betrieb genommen. Die Datenbestände wurden migriert und bereinigt, ab Oktober wurden die neuen Werkzeuge auch für Gruppen außerhalb von IT im Pilotbetrieb angeboten. Die Nutzung der umfangreichen Delegationsmöglichkeiten durch die Gruppenadministratoren und die Wahrnehmung der neuen formalen Rollen innerhalb der Registry-Umgebung verursachten zum Jahresende einen stark erhöhten Schulungsaufwand. Die Freigabe der für den Endbenutzer sichtbaren Oberflächen zur Verwaltung seiner Rechnerkonten erfolgte Anfang Januar 2005 zeitgleich in Hamburg und Zeuthen. Damit ist eine standort- und plattformübergreifende Lösung für das Management von Benutzerkonten unter Windows und Unix erfolgreich in Betrieb genommen und eine wesentliche Grundlage für eine stärkere Vereinheitlichung der IT-Dienste gelegt.

E-Mail

Die noch immer getrennt betriebenen Mailedienste für Windows und Unix sollen mittelfristig durch eine einzige Systemlösung für Benutzer aller Plattformen abgelöst werden, die auch eine Kalenderfunktionalität integriert. Nach langer Evaluierung und Diskussion im Labor fiel die Entscheidung auf das Produkt Exchange 2003. Mit dem Aufbau einer redundanten und skalierbaren Lösung aus acht Servern als Nachfolger des bestehenden NTMAIL Service wurde begonnen.

Die bislang im eigenen Hause konfigurierten SPAM-Filter wurden durch drei kommerzielle Appliances ersetzt, die bei moderaten Wartungskosten eine wesentlich höhere Treffsicherheit bei der Erkennung und Markierung unerwünschter E-Mails aufweisen. Die im Vorjahr konsolidierten Mailedienste liefen stabil, das mittlere Mailaufkommen liegt bei 160000 Mails am Tag. Darunter sind im Mittel ca. 80000 SPAM-Mails und 900 Viren.

Web-Office

Die Arbeit im Web-Office konzentrierte sich auf die Bereitstellung des Content Management Systems (CMS) ZOPE auf redundanten und hoch verfügbaren Servern. Dokumentation und Benutzerhilfen zum Umgang mit dem CMS wurden ebenso bereitgestellt wie abgestimmte Layout-Templates. Neue Webauftritte bei DESY werden bevorzugt im CMS angelegt und gepflegt. Wichtige Zukunftsprojekte und Konferenzen werden teils direkt vom Web-Office betreut. Die Redundanz des zentralen, unter Solaris laufenden Web-Servers ist durch einen zweiten Server erhöht worden, auf den im Fehlerfall kurzfristig umgeschaltet werden kann. Die Migration einzelner Webauftritte aus diesem Server heraus in Richtung CMS oder gruppeneigener, Linux-basierter Systeme ist im Gange. Zunehmend werden auch Webserver, die bisher in Eigenregie einer Gruppe betrieben wurden, in das Rechenzentrum verlagert und mit unterstützten Linux-Installationen versehen. Die Zahl der von IT betreuten Webserver ist dadurch erheblich angestiegen.

Datensicherung

Die Zahl der in das TSM-Backup eingebundenen Rechner wuchs um 26%, das gesicherte Datenvolumen um 36% im Vergleich zum Vorjahr auf nunmehr 52 TB (siehe Tab. 8). Ein weiterer Server und neue RAID-Arrays, die über ein Fibre Channel SAN angebunden sind, sorgen für mehr Redundanz und höheren Durchsatz im TSM-Backup. Die Softwareversionen auf den

| | Menge | Zuwachs |
|-------------------------|------------|---------|
| Anzahl der Klienten | 341 | +26% |
| Dateien im Archiv | 137 Mio | +31% |
| Speicherplatz im Archiv | 52 TB | +36% |
| Magnetbänder | 3000 | +26% |
| Täglich gesichert | 0.5–1.1 TB | |

Tabelle 8: TSM-Backup 2004 in Zahlen.

Servern und Klienten wurden erneuert und die Backup-Frequenz für die Unix-Homedirectories auf zweimal täglich erhöht.

Dienste

Das zentrale Storage Area Network (SAN) für die Unix-Systeme wurde mit preisgünstigen SATA-RAID-Systemen erheblich erweitert. Zu den Diensten, die das SAN benutzen, gehören AFS, Unix Mail, Web- und Printservices.

Die Festplattenkapazität der zentralen Oracle-Datenbanken ist deutlich erweitert worden, um den stark gestiegenen Anforderungen aus Dokumentenmanagement (EDMS) und CAD-Support Rechnung zu tragen. Für 2005 wurden leistungsfähigere Server beschafft und die Migration vom bestehenden SUN-Cluster mit Oracle 9i auf ein reines Oracle-Cluster mit der Version 10g vorbereitet.

Das plattformübergreifende Drucksystem wurde um ein Servercluster für die neue Windows-Domäne erweitert und durch Spiegelung der Festplatten auf eine Partition des SAN redundanter gemacht.

IT-Ausbildung

Die Ausbildung im IT-Bereich, federführend angesiedelt in der Fachgruppe Betrieb, wurde im Berichtsjahr 2004 planmäßig ausgebaut (siehe Abbildung 151). Im Jahre 2004 haben die ersten IT-Systemelektroniker die Ausbildung erfolgreich abgeschlossen. Auf Grund der Erfahrungen der letzten Jahre und in Abstimmung mit anderen beteiligten Gruppen werden wir in Zukunft für veränderte Berufsbilder ausbilden. Beginnend mit dem Ausbildungsjahr 2004 bildet die Gruppe IT jetzt Fachinformatiker der Fachrichtung Systemintegration aus. Im Jahre 2004 wurden 2 neue Ausbildungsplätze besetzt, in den Folgejahren werden sogar jeweils 3 Ausbildungsplätze angeboten.

Schulung

Neben der Benutzerunterstützung durch das UCO wurde wieder ein umfangreiches Schulungs- und Fort-

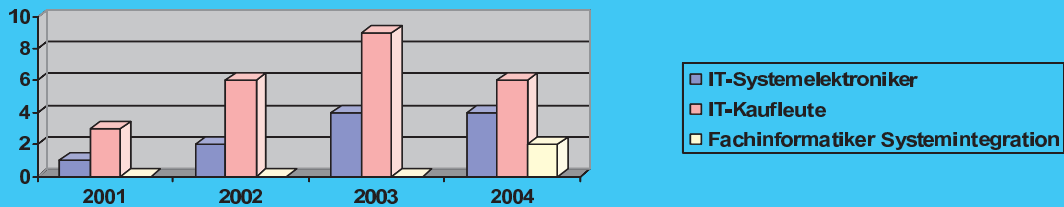


Abbildung 151: IT-AZUBIs gesamt (einschl. IT-Kaufleute).

bildungsprogramm mit internen und externen Referenten bei DESY abgehalten. Neben den Basisschulungen zur Einführung der neuen Windows-Domäne (12 Schulungen mit 216 Teilnehmern) bildete wieder die Ausbildung in Microsoft Arbeitsplatzwerkzeugen wie z.B. Word, Excel, Access, Powerpoint etc. einen Schwerpunkt. Insgesamt fanden 32 Office Kurse mit 108 Teilnehmern statt. Weiterhin

wurden, teils unter externer Beteiligung, insgesamt 16 Kurse und Tutorials mit 109 Teilnehmern bei DESY durchgeführt. Diese waren z.B.: drei UNIX Kurse, ein Latex Kurs, ein C++ Tutorial, drei Outlook Kurse, fünf Registry Schulungen, drei Notebookschulungen. Weiterhin wurden sechs Workshops für Gruppenadministratoren mit 62 Teilnehmern abgehalten.

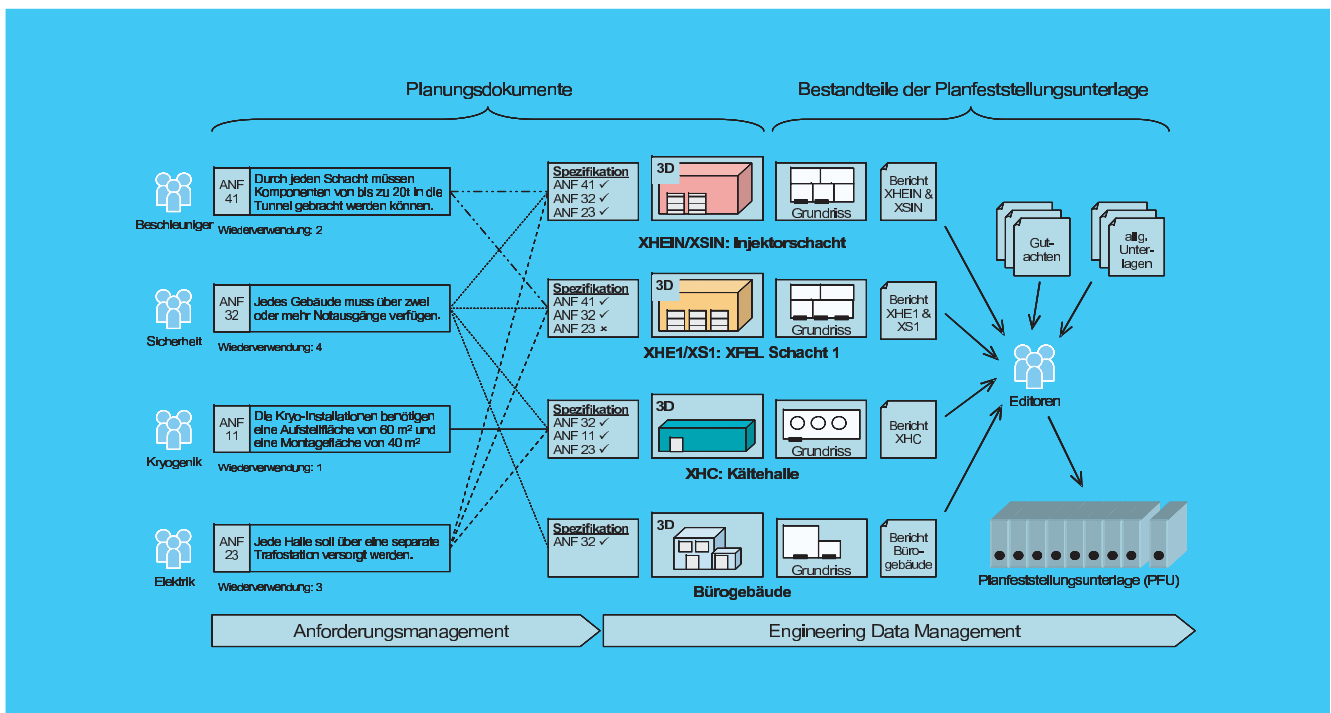


Abbildung 152: Unterstützung der Anlagenplanung durch ein Anforderungsmanagement- und ein Engineering Data Management System.

Informationsmanagement, Prozesse und Projekte

Gruppenleiter: L. Hagge

Die Gruppe Informationsmanagement, Prozesse, Projekte (IPP) ist eine zentrale Servicegruppe am DESY. Ziel der Gruppe ist es, zur erfolgreichen und effizienten Durchführung von Projekten am DESY beizutragen durch

- Unterstützung der Projektleiter und DESY Mitarbeiter beim Informationsmanagement und bei der Gestaltung von Arbeitsprozessen durch den Einsatz der in der Gruppe vorhandenen methodischen Kenntnisse sowie durch Bereitstellung der dazu notwendigen Werkzeuge,
- aktive Mitarbeit in den Projekten bei Aufgaben des Informationsmanagements einschließlich Beratung, Schulung und Anwenderunterstützung durch Hotline und individuelle Bearbeitung von Anwenderanfragen,
- Betrieb, Weiterentwicklung und Neueinführung von Methoden und Werkzeugen des Informationsmanagements in enger Abstimmung mit gegenwärtigen und zukünftigen Anwendern.

Die Aktivitäten im Berichtsjahr 2004 fokussierten sich vor allem auf die Mitwirkung bei der Vorbereitung des Baus des Europäischen Freie Elektronen Röntgenlaser (XFEL). Für die Vorbereitung des XFEL Planfeststellungsverfahrens wurde zusammen mit den Beteiligten ein kollaborativer Planungsprozess entwickelt und etabliert und durch Informationssysteme unterstützt. Über den Prozess konnten die verschiedenen Anforderungen und Interessen aller Beteiligten abgestimmt und in die Planungsunterlagen einbezogen werden. Zudem wurden zusammen mit den Konstrukteuren Regeln und Richtlinien für die interdisziplinäre Erstellung von 3D CAD-Modellen als Planungsgrundlage entwickelt. Außerdem wurden die im Vorjahresbericht ausführlich beschriebenen Aktivitäten zur Unterstützung der Präparations- und Produktionsprozesse der supraleitenden Cavities weiter vorangetrieben.

Für die verschiedenen Anwendungen wurden die vorhandenen Informationssysteme weiter ausgebaut. Hier waren die Höhepunkte eine tiefe Integration des High-End 3D CAD-Systems I-DEAS mit DESYs Engineering Data Management System (EDMS), wodurch verbesserte Möglichkeiten der Zusammenarbeit mehrerer Konstruktionsteams geschaffen wurden, sowie die Freigabe eines Geographischen Informations- und Facility Management Systems (GISFMS) als Basis-Plattform für eine durchgängige Gebäude- und Anlagenplanung und -dokumentation. Im Rahmen des Anwendersupports wurden über hundert Anwender in den verschiedenen von der Gruppe betriebenen Systemen geschult und alle Informationssysteme auf einen aktuellen Versionsstand gebracht.

Die folgenden Abschnitte beschreiben einige ausgewählte Themen aus dem Berichtsjahr.

Vorbereitung des Planfeststellungsverfahrens für den XFEL

Für die Bauvorbereitung des XFEL sind Planungsunterlagen für alle vorgesehenen Gebäude, Anlagen und Installationen zu erstellen. Hierfür wurde zusammen mit den Beteiligten ein kollaborativer Planungsprozess entwickelt (vgl. Abbildung 153).

Zunächst werden in Spezifikationen die Anforderungen und Randbedingungen aller beteiligten Gruppen erfasst – dazu zählen z. B. die Fachgruppen, die an der Erstellung der Gebäude und Anlagen mitwirken und die künftigen Nutzer. Anhand der Spezifikationen werden 3D CAD-Modelle und Technische Zeichnungen der verschiedenen Komponenten angefertigt, die dann als Grundlage für weitere Planungsaufgaben genutzt werden. Modellierungskonventionen stellen dabei eine technisch einheitliche Struktur der Modelle sicher, so dass diese später miteinander kombiniert und für

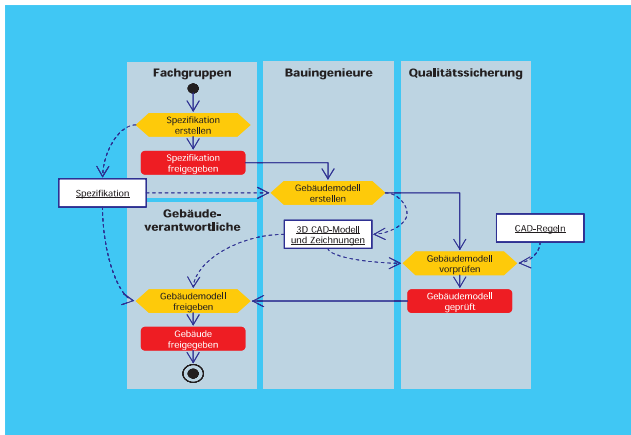


Abbildung 153: Prozess für die kollaborative Erstellung von Planungsunterlagen für Gebäude, Installationen und Anlagen des XFEL.

weiterführende Anwendungen genutzt werden können. Der Vorgang wird komplex aufgrund der Tatsache, dass die Spezifikationen prinzipiell nach Interessengruppen erhoben werden, während CAD-Modelle und weiterführende Planungen gebäudespezifisch angefertigt und geprüft werden.

Abbildung 152 zeigt, wie die Komplexität durch den Einsatz eines Anforderungsmanagementsystems (Requirements Management System, RMS) und eines Engineering Data Management Systems (EDMS) abgebildet und handhabbar gemacht wurde: Fachgruppen erheben Anforderungen, die sich auf mehrere Gebäude beziehen können (z. B. bei Sicherheitsbestimmungen über Rettungswege), umgekehrt müssen Gebäude Anforderungen aus mehreren Fachgruppen genügen (z. B. Hallen, die an verschiedene Gewerke angeschlossen sind). Das RMS sammelt die einzelnen Anforderungen in einer Datenbank und stellt Gebäudespezifikationen durch Filterung der fachlichen Anforderungen zusammen. Die Spezifikationsdokumente sind im EDMS mit den daraus hervorgegangenen CAD Unterlagen vernetzt und dem gesamten Projektteam über das Intranet zugänglich. Ihnen werden weitere Dokumente wie z. B. Gutachten und allgemeine Beschreibungen zugeordnet, die dann in die Planfeststellungsunterlage (PFU) eingebunden werden. Das EDMS zeichnet die Beziehungen zwischen diesen Dokumenten und deren Versionen auf und macht so den Planungsprozess transparent und auch im Nachhinein jederzeit nachvollziehbar.

Bei der Vorbereitung der PFU haben 3D CAD-Modelle eine wichtige Rolle für die Koordination der verschiedenen Gewerke und die Visualisierung der geplanten Anlagen eingenommen. Hierfür wurden zusammen mit den Konstrukteuren Modellierungsregeln (z. B. Konventionen für Koordinatensysteme und standardisierte Baugruppenstrukturen) aufgestellt, durch die jede Komponente separat modelliert und später problemlos in ein Gesamtmodell integriert werden kann. Dadurch wurde es prinzipiell möglich, dass jede beteiligte Gruppe ihr Gewerk eigenständig modellieren und dennoch gleichzeitig mit mehreren weiteren Gewerken darstellen kann. Die Regeln wurden für erste Gebäude erfolgreich angewendet, bei denen das Bauwerk von Bauingenieuren und die enthaltenen Installationen von der jeweiligen Fachgruppe konstruiert wurden.

Integration von 3D-CAD und Engineering Data Management

Durch die tiefe Integration des 3D CAD-Systems I-DEAS mit dem EDMS wurde im Berichtsjahr die Voraussetzung geschaffen, ganzheitliche Projektdokumentationen aus Konstruktionsdaten und allgemeinen Projektunterlagen zu erstellen und auch Nicht-CAD-Anwender als z. B. Prüfer in laufende Konstruktionsvorgänge einzubeziehen. Abbildung 154 verdeutlicht die Organisation von Konstruktions- und Projektunterlagen im EDMS: jeder EDMS-Anwender verfügt über einen persönlichen Bereich, in dem Dokumente bzw. CAD-Modelle während der Entstehung gehalten werden. Durch sukzessive Übertragung in team- und projektweite Arbeitsbereiche werden die Objekte für übergeordnete Vernetzungen und Workflows wie z. B. Freigaben zugänglich und können gleichzeitig auch von anderen Mitgliedern eines Projektteams gelesen oder aber zur Weiterbearbeitung übernommen werden.

Durch die Migration in das EDMS wurden die bislang auf neun separate Datenpools verteilten CAD-Daten in einem zentralen Datenpool zusammen gezogen, wodurch alle Daten für alle CAD-Anwender zugreifbar und die Möglichkeiten der Team-übergreifenden Zusammenarbeit in der Konstruktion stark verbessert wurden. Insgesamt wurden 106 000 CAD-Objekte mit einem Speicherbedarf von 150 Gbyte in das EDMS übertragen und mit 5.5 Millionen Relationen miteinander verbunden.

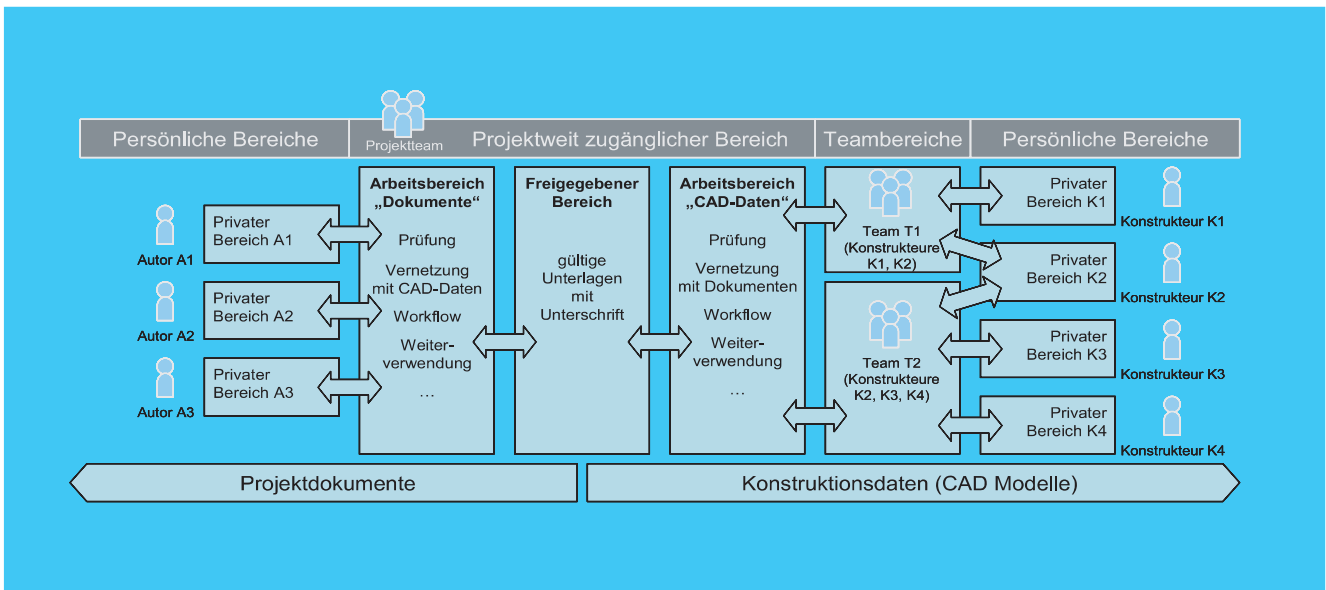


Abbildung 154: Organisation von Projekt- und Konstruktionsdaten innerhalb des Engineering Data Management Systems.

Geographisches Informations- und Facility Management System

Mit der Freigabe eines Geographischen Informations- und Facility Management Systems (GISFMS) wurde eine Grundlage für die gemeinsame Planung und Bewirtschaftung von Liegenschaften, Gebäuden mit deren technischer Infrastruktur und Anlagen sowie für das Flächenmanagement geschaffen. Der Funktionsumfang des GISFMS beinhaltet ein Bau-CAD-System für die Erstellung von Gebäudeplänen, eine Datenbank für die Koordination der Belegung und Nutzung von Räumen (Raumbuch), eine Datenbank-gestützte Erstellung von Karten sowie ein Intranet-Auskunftsystem, über das Grundrisszeichnungen, Raumbelagungen, Karten und mehr abgerufen werden können.

Die Nutzung des GISFMS wurde im Laufe des Berichtsjahrs vor allem durch die Gruppen MEA2 (Vermessung), ZBAU und V1 forciert. Zu den ersten Anwen-

dungsgebieten gehörten die Überarbeitung des DESY Raumbuchs, die Dokumentation des DESY-Campus und Planungen der neuen Forschungsgelände und der Trasse für den XFEL.

Anwenderunterstützung

Die Schwerpunkte der Anwenderunterstützung – Hotline und Schulungen – wurden im Berichtsjahr weiter mit hoher Intensität betrieben. So wurden die erfolgreiche Arbeit des Anwendersupports durch eine zunehmende Nachfrage nach der Übernahme von Projektaufgaben honoriert (z. B. bei der Qualitätssicherung der CAD-Modelle des Planfeststellungsverfahrens), und allein beim EDMS über hundert Anwender in internen Schulungen ausgebildet. Weiterhin wurden alle von der Gruppe betriebenen Informations- und CAD-Systeme (vgl. Vorjahresbericht) auf aktuelle Versionsstände gebracht.



Abbildung 155: Jahrgang 2004 aller Ausbildungsberufe am DESY, Hamburg.

Ausbildung in nichtwissenschaftlichen Berufen

DESY bildet in gewerblich-technischen, kaufmännischen und IT Berufen und im Bereich Medien und Informationsdienste aus. Um die dezentral organisierte Lehrlingsausbildung besser zu vernetzen, wurde am 20. Oktober 2004 eine virtuelle Gruppe „Berufliche Ausbildung“ gegründet. Die beteiligten Gruppen sind IT, L, V2, V3, V4 und ZM.

In dreizehn Berufen werden insgesamt 95 junge Leute ausgebildet. 18 Auszubildende haben 2004 die Berufsausbildung erfolgreich abgeschlossen.

Am 1. August bzw. 1. September 2004 haben 27 junge Leute ihre Ausbildung in diesen Berufen begonnen. Tabelle 9 zeigt eine Übersicht der Absolventen und Neuzugänge sowie die aktuelle Zahl der Auszubildenden in den einzelnen Berufen.

| Beruf | Ausgelernt und Abgänge 2004 | Neuzugänge Aug./Sept. 2004 | Stand 31.12.2004 |
|--|-----------------------------|----------------------------|------------------|
| Industrie-Elektroniker: Elektr. f. Geräte und Systeme | 3 | 6 | 23 |
| Energie-Elektroniker: Elektr. f. Betriebstechnik | 1 | 2 | 5 |
| Kommunikations-Elektroniker | 1 | – | 3 |
| Mechatroniker | – | 2 | 8 |
| Industrie-Mechaniker: Geräte- und Feinwerktechnik | 5 | 5 | 21 |
| Industrie-Mechaniker: Betriebstechnik | 2 | 2 | 6 |
| Tischler | – | 2 | 4 |
| Technische Zeichner | 3 | 3 | 9 |
| IT-Systemelektroniker | 1 | – | 3 |
| IT-Fachinformatiker | – | 2 | 2 |
| Informatikkaufleute | 3 | – | 6 |
| Industriekaufleute | – | 3 | 3 |
| Fachangestellte für Medien & Informationsdienste Fachrichtung Bibliothek | – | – | 2 |
| Gesamt | 19 | 27 | 95 |

Tabelle 9: Anzahl der Auszubildenden in der nichtwissenschaftlichen Ausbildung in Hamburg.



Abbildung 156: Schüler untersuchen die Transparenz verschiedener Materialien für unterschiedliche radioaktive Strahlen im Rahmen von physik.begreifen@desy.de.

Schülerprojekte

In Hamburg und Umgebung ist das Schülerlabor `physik.begreifen@desy.de` bei vielen Lehrkräften sowie Schülerinnen und Schülern bekannt. Mit seinem Bestehen seit 1997 ist `physik.begreifen` das älteste Schülerlabor der Helmholtz-Gemeinschaft. Der Ausbau des Schülerprojekts und damit die Bereitstellung eines hochwertigen Ausbildungsprogramms für Schüler und Lehrer wird von der Helmholtz-Gemeinschaft über eine Förderung im Rahmen des Impuls- und Vernetzungsfonds des Präsidenten in dem Zeitraum von 2002 bis 2005 unterstützt.

Die Praktikumstage zu den Themen Vakuum und Radioaktivität waren auch 2004 wieder schnell ausgebucht. Die 200 Termine, bei bis zu sieben Terminen pro Woche, konnten den Bedarf bei weitem nicht decken. Die Schülerinnen und Schüler der Klassen 4–10 experimentierten und diskutierten in kleinen Forscherteams und kamen vielen spannenden Phänomenen auf die Spur. Auch die kleinen 8–12-jährigen Kinder beim Sommerprogramm im Rahmen des Hamburger Ferienpasses forschten nun im vierten Jahr in Folge zum Thema Vakuum und zeigten ihre Experimente nachmittags stolz ihren Eltern.

Im Mai 2004 eröffnete in Zeuthen ein `physik.begreifen`-Vakuumlabor. Seitdem besuchten über 60 Schulklassen aus Brandenburg und Berlin das neue Experimentierangebot.

Eine im Hamburger Schülerlabor aufgebaute Nebelkammer kann seit Dezember 2004 für die Beobachtung von natürlicher ionisierender Strahlung und der Untersuchung ausgewählter radioaktiver Präparate genutzt werden. Ein eigens dafür aufgestellter Container und eine spezielle Kammerbeleuchtung ermöglichen optimale Beobachtungsverhältnisse. Eine computergestützte Beobachtung und Auswertung der Teilchenspuren ist in Vorbereitung.

Ein neues Labor zum Thema Quantenphysik befindet sich seit Mitte 2004 in Hamburg im Aufbau. Die Schüler werden bald die faszinierende Welt der Mikroobjekte untersuchen können, deren Verhalten nicht mit unseren Alltagserfahrungen zu beschreiben sind.

Aufgrund der großen Nachfrage, auch jüngere Kinder den Umgang mit naturwissenschaftlichen Fragestellungen näher zu bringen, startete `physik.begreifen` ein Fortbildungsangebot für Grundschullehrkräfte und Erzieher/innen. In zweitägigen Seminaren können die Teilnehmer die Scheu vor den Naturwissenschaften ablegen und physikalische Grundlagen erlernen. Eine Vielzahl von Freihandexperimenten wird ausprobiert, so dass mit Alltagsgegenständen experimentiert werden kann, ohne ein großes Budget zu benötigen. In den kommenden Jahren wird dieses Seminarangebot bestehen bleiben; auch in Zeuthen ist die Durchführung eines Vakuurseminars für die Zukunft geplant.

| Schuljahr | Gruppen | Schüler | Radioaktivität | Vakuum |
|-----------|---------|---------|----------------|--------|
| 2001/2002 | 126 | 2405 | 1544 | 861 |
| 2002/2003 | 145 | 3590 | 1510 | 2080 |
| 2003/2004 | 165 | 3686 | 2027 | 1659 |

Tabelle 10: Besucherzahlen des Schülerlabors `physik.begreifen`.

Daneben treffen sich unter dem Namen `fascination.physik@desy.de` interessierte Schüler Freitags oder Samstags unter der Anleitung einer Lehrkraft am DESY, um sich mit Fragestellungen der Physik zu beschäftigen. Die Probleme

werden von den Schülern vorgeschlagen mit einem Schwerpunkt im Bereich Teilchen-, Astrophysik und Relativitätstheorie. Außerdem werden Exkursionen zu Ausstellungen und Tagungen organisiert.

Veröffentlichungen und Vorträge

DESY-Kolloquien

DESY Heinrich-Hertz Lecture on Physics

M. TURNER (NSF, Arlington/USA)
Cosmology and Particle Physics.
29.09.2004

Festkolloquium für J. Jaegerlehner

A. WAGNER (DESY/D)
Precision – the Crystal Ball of Particle Physics.
2004

DESY Forum on Lattice Gauge Theory and Structure Function Results

A. COOPER-SARKAR (Oxford/UK)
Using Deep Inelastic Scattering Data to Measure Parton Distributions 1984-2004.

A. SHINDLER (DESY/D)
Results on Parton Distributions Functions from LGT.
30.11.2004

Dienstags-Seminar

G. ALTARELLI (CERN/CH)
An Improved Splitting Function for Small-x Evolution.
29.1.2004

A. DE RUJULA (CERN/CH)
Towards a Complete Theory of Gamma Ray Bursts.
3.2.2004

M. KRASILNIKOV (DESY/D)
Optimizing the PITZ Electron Source for FELs.
17.2.2004

S. FRIXIONE (INFN Genova/I)
The Inclusion of NLO Matrix Elements into Monte Carlos.
2.3.2004

M. ALBROW (Fermilab/USA)
GTeV: A Possible Experiment on Gluon Physics and Non-Perturbative QCD.
9.3.2004

J. SCHIECK (MPI München/D)
JADE Analysis in the New Millennium.
16.3.2004

J. VERMASEREN (NIKHEF, Amsterdam/NL)
Deep Inelastic QCD at Three Loops.
23.3.2004

M. DITTMAR (ETH Zürich/CH)
Measuring and Calculating Precision Cross Sections at the LHC: Prospects for Precision Measurements.
6.4.2004

J. THOMAS (UCL London/UK)
Progress and First Atmospheric Neutrino Results from MINOS.
20.4.2004

R. GENZEL (MPE Garching/D)
Massive Black Holes and Galaxies.
27.4.2004

C. STEGMANN (HU Berlin/D)
The H.E.S.S. Experiment – Performance and First Results.
11.5.2004

W.S. HOU (Taiwan)
Implications of $B \rightarrow \phi K_s$ Anomaly for Super B Factory and Colliders.
18.5.2004

N. SAITO (Kyoto/J)
The RHIC Polarized Proton Program.
25.5.2004

A. ZEHNDER (PSI Zürich/CH)
Space-Born Gamma-Ray Astronomy.
1.6.2004

L. TRENTADUE (CERN/CH)
The Running of QED-Alpha.
8.6.2004

F. KARSCH (Bielefeld/D)
Lattice Gauge Theory and Heavy Ion Collisions.
29.6.2004

A. DENIG (Karlsruhe/D)
Recent Results from KLOE at the e^+e^- Collider DAPHNE.
6.7.2004

O. BUCHMÜLLER (CERN/CH)
New Results on V_{ub} and V_{cb} from Babar.
21.9.2004

K. EGGERT (CERN/CH)
The TOTEM Experiment at the LHC: Total Cross-Section, Elastic Scattering and Diffraction.
5.10.2004

S. BLUDMAN (U. Pennsylvania/USA/DESY)
Cosmological Dark Energy: What Can it be?
26.10.2004

F. WILLEKE (DESY/D)
HERA: Everything You Always Wanted to Know, But Never Dared to Ask.
2.11.2004

D. MACFARLANE, J. SEEMAN (SLAC/USA)
B Physics at a Super B Factory.
9.11.2004

A. QUADT (Universität Bonn/D)
Recent Results from the Tevatron.
16.11.2004

S. ROCK (SLAC/USA)
Parity violation in fixed-target Moller scattering and the Running
of $\sin^2(\theta_W)$.
23.11.2004

J. BLÜMLEIN (DESY/D)
On the Way to QCD Precision Tests with Deep Inelastic Scattering.
14.12.2004

U. KATZ (Universität Erlangen/D)
Neutrino Telescope in the Mediterranean: ANTARES, KM3NeT
and Acoustics
21.12.2004

Vorträge – Innerbetriebliche Fortbildung

S. SPIERING (Zeuthen/D)
Auf der Suche nach kosmischen Neutrinos – vom Baikalsee zum
Südpol.
8.1.2004

J. ROLOFF (Wiesbaden/D)
Demographischer Wandel, Ursachen und Auswirkungen – Von der
Pyramide zur Urne.
14.1.2004

B. SCHÖNEICH (Zeuthen/D)
Spyware – ein neues Problem aus dem Internet.
28.1.2004

J. SCHNEIDER (Hamburg/D)
Forschung mit Photonen bei DESY.
18.2.2004

S. ALWART (Hamburg/D)
Kompetent und qualifiziert ein Leben lang – wie erreicht man
das?
10.3.2004

O. WEGGEL (Hamburg/D)
Chinas Aufstieg zur Weltmacht.
17.3.2004

J. BECKER (Jülich/D)
Die Altersversorgung im öffentlichen Dienst.
31.3.2004

K. SENGSTOCK & G. HUBER (Hamburg/D)
Photonik und Quantenoptik – Forschung am Institut für Laser-
Physik.
28.4. 2004

H. LANGE (Hamburg/D)
PISA und die Folgen – Schocktherapie oder längere Rekonvales-
zenz?
26.5.2004

M. KASEMANN (Hamburg/D)
Projektmanagement: Konzepte und die Umsetzung bei DESY.
9.6.2004

O. DEPPE (Hamburg/D)
Laserlicht für die Arzneistoffsuche.
14.7.2004

J. WEIZENBAUM (Berlin/D)
Wo kommt Information her? Über die Messbarkeit von Informa-
tionen und die Rolle des Computers als so genannte Informati-
onsverarbeitungsmaschine.
21.7.2004

F. ZETSCHE (Langen/D)
Single European Sky – mehr Freiheit am Himmel?
27.10.2004

K. WAKILZADA & M.B. GAUDIOSO (Hamburg/D)
Sprachen und Verständigung in Europa.
17.11.2004

H. HILSCHER (Augsburg/D)
Da staunt der Fachmann und der Laie ... – verblüffende physika-
lische Experimente zum Selbermachen.
15.12.2004

Öffentliche Abendvorträge

S. SPIERING (Zeuthen/D)
Abenteuer und Forschung am Südpol.
7.1.2004

K. BRAUN (Magdeburg/D)
Wie Gefühle unser Gehirn verändern.
4.2.2004

H. TRINKS (Hamburg/D)
Das Spitzbergen-Experiment – Ein Forscher, eine Frau und die
Theorie vom Ursprung des Lebens.
7.4.2004

O. BRÜNNER (Helmstedt/D)
Denk- und Handlungsstrategien auf der Grundlage neuro-
linguistischer Methoden.
5.5.2004

G. BRÄUER (Hamburg/D)
Out of Africa – Zum Ursprung des modernen Menschen.
2.6.2004

Studierende des Hamburger Konservatoriums (Hamburg/D)
Ein Abend mit Chopin.
15.6.2004

J.D. BARROW (Cambridge/GB)
Is the World Simple or Complicated?
7.7.2004

A. LINDNER (Hamburg/D)
Von schwarzen Löchern und explodierenden Sternen: Astrophysik mit kosmischen Teilchen.
20.10.2004

H. WENNINGER (Genf/CH)
Elementarteilchen werden „sichtbar“ – Teilchenphysik mit Blasen-
kammern.
3.11.2004

U. CUBASCH (Berlin/D)
Der Einfluss der Sonne auf das Klima der Erde.
1.12.2004

Vorträge – Direktorium

U. GENSCH
Forschung bei DESY.
Wissenschaftskreis Berlin, Berlin/D, April 2004

High Performance Computing at DESY.
LATFOR Treffen, Zeuthen/D, 25.11.2004

Research at DESY.
IOFG Meeting, Stockholm/S, Oktober 2004

R. KLANNER

Opening HERA-LHC Workshop.
CERN, Genf/CH, 26.3.2004

Linear Colliders.
Hellenic Society for High Energy Physics, Chios/GR, 3.4.2004

DESY's High Energy Physics Programme.
7th DESY Workshop on Elementary Particle Theory: Loops and
Legs in Quantum Field Theory, Zinnowitz/D, 28.4.2004

Linearkollider und die Zukunft der Teilchenphysik.
Festvortrag des Alumin-Festes der Fachgruppe Physik/Astronomie,
Bonn/D, 3.7.2004

DESY's Research Programme.
Summer Meeting, Cool Stars, Stellar Systems and the Sun,
Hamburg/D, 7.7.2004

Experimental Results from HERA, Four Seasons Conference,
Istanbul/TR, 5.9.2004

C. SCHERF

Forschung im Wertewandel.
Rotary-Club Hamburg, Hamburg/D, 26.4.2004

J. SCHNEIDER

Röntgenlaser bei DESY: Der schnelle Blick auf die Atome.
Physikalisches Kolloquium der Universität Würzburg, Würz-
burg/D, Januar 2004

Introduction to the Research Programme „Large Scale Facilities
for Research with Photons, Neutrons and Ions“.

Hemholtz Evaluation of the PNI Programme in the Research Field
„Structure of Matter“, Pre-Evaluation Neutrons, Bonn/D, Februar
2004

Introduction to the Research Programme „Large Scale Facilities
for Research with Photons, Neutrons and Ions“.

Hemholtz Evaluation of the PNI Programme in the Research Field
„Structure of Matter“, Pre-Evaluation Photons, Bonn/D, März 2004

The PNI Programme Overview.

Hemholtz Evaluation of the PNI Programme in the Research Field
„Structure of Matter“, Geesthacht/D, April 2004

Freie-Elektronen Laser: Zeitenwende für die Forschung mit Rönt-
genstrahlung.

Tag der Offenen Tür DESY Zeuthen, Zeuthen/D, Mai 2004

XFEL: From Scientific Fascination to Breakthroughs in Techno-
logy.

Festveranstaltung „40 Jahre Synchrotronstrahlung bei DESY“,
Hamburg/D, Mai 2004

Scientific Applications of the European XFEL Facility.
Meeting of the UK working group on X-Ray laser applications,
Rutherford Appleton Laboratory, Rutherford/GB, Juni 2004

Photon Science Activities at DESY.
PETRA III Beamline Workshop, Hamburg/D, September 2004

Photon Sciences at DESY.
EMBL Hamburg Outstation Review, Hamburg/D, September 2004

Der Europäische Röntgenlaser: Eine Lichtquelle, die alles in den
Schatten stellt.

Parlamentarischer Abend, Hamburger Landesvertretung, Berlin/D,
September 2004

The Future of Photon Sciences at DESY.
Shanghai Institute for Applied Physics, Jiading, Shanghai/RC,
October 2004

Zhejiang University, Department of Materials Science & Engi-
neering, Hangzhou/RC, October 2004

Institute for High Energy Physics IHEP, Beijing/RC, October 2004

New X-Ray Sources for Probing the Nano-World on the Proper
Length and Time Scales.

Beijing University, Institute of Heavy Ion Physics, Beijing/RC,
October 2004

New X-Ray Sources for Probing the Nano-World on the Proper
Length and Time Scales.

Max-Planck Institut für Physik, München/D, November 2004

Science at Future Accelerator Based Light Source Facilities: X-
Ray FEL.

APAC 2004 Dr. Hogil Kim Memorial Session, Pohang/ROK, März
2004

Future Synchrotron Radiation Sources.
Nordic Research Training Course on the Application of X-Ray Synchrotron Radiation in Chemistry, Physics, Biology and Medicine, Sandbjerg/DK, Juni 2004

The Future of Photon Sciences at DESY.
EMBL Conference on Structural Biology at Crossroads, Hamburg/D, September 2004

X-Ray Free-Electron Lasers for Probing the Nano-World on the Proper Length and Time Scales.
Symposium on Cutting Edge Technologies for Fundamental Science, Life Science and Medical Applications, Wien/A, Dezember 2004

D. TRINES

DESY: Status and Future
EPPS 2004, Hamburg/D, 21.9.2004

A. WAGNER

TESLA – a new Tool for Science.
Jefferson Laboratory, Newport News/USA, 7.1.2004

The Future of e^+e^- Linear Colliders – A personal View.
University of Chicago/USA, 8.1.2004

Collider Physics Conference 2004.
KAVLI Institute for Theoretical Physics, Santa Barbara/USA, 12.1.2004

TESLA Status and the World Situation.
UK LC Meeting, Oxford/GB, 29.1.2004

Vom Ursprung der Materie – Das TESLA-Projekt und die Zukunft der Teilchenphysik.
Kolloquium der Ludwig-Maximilians-Universität München, München/D, 09.2.2004

Conference of the Nuclear Department of RAS,
Kolloquiumsvortrag ITEP Moskau/RUS, 2004

Status and Future of DESY.
DPG Mitgliederversammlung Mainz/D, 2004

Les géants de l'infiniment petit – Des outils pour la physique du futur.
La Découverte, Paris/F, 2004

Materie, Raum, Zeit.
Joachim Jungius-Gesellschaft der Wissenschaften, Hamburg/D, 2004

Science at DESY – an Overview.
JINR Dubna, Scientific Council, Dubna/RUS, 2004

Colourful Experiments: Quantum Chromodynamics on the Test Bench.
Gluon Fest bei DESY, Hamburg/D, 2004

The TeV Linear Collider and the European XFEL.
Madrid/E, 2004

From Particle Physics to Cosmology.
Rentcontres du Vietnam, Hanoi/VN 2004

Pushing the Frontier: Tools for the next Decade.
ESOF, Stockholm/S, 2004

Materie, Raum, Zeit.
Überseeclub Hamburg, Hamburg/D, 2004

Transatlantic Collaboration at DESY.
PCAST Meeting, Washington/USA, 2004

The European XFEL and the ILC.
Fermilab – Workshop on Management Practices for Establishing International Scientific Research Facilities, Chicago/USA, 2004

Netzwerke in der Wissenschaft.
Workshop „Kultur der Innovation“ im Schloß Engers, 2004

Technology Choice – Impact on Europe.
DPG Jahrestreffen Teilchenphysik, Bad Honnef, 2004

Forschung Hochenergiephysik

H1 Experiment

Veröffentlichungen

H1 KOLLABORATION, C. ADLOFF et al.

Search for Squark Production in R-Parity Violating Supersymmetry at HERA.
Eur. Phys. J. C36 (2004) 425 und DESY 04-025, hep-ex/0403027

Measurement of Anti-Deuteron Production and a Search for Heavy Stable Charged Particles at HERA.
Eur. Phys. J. C36 (2004) 413 und DESY 04-032, hep-ex/0403056

Evidence for a Narrow Anti-Charmed Baryon State.
Phys. Lett. B588 (2004) 17 und DESY 04-038, hep-ex/0403017

Forward π^0 Production and Associated Transverse Energy Flow in Deep-Inelastic Scattering at HERA.
Eur. Phys. J. C36 (2004) 441 und DESY 04-051, hep-ex/0404009

Measurement of the Proton Structure Function F_2 at Low Q^2 in QED Compton Scattering at HERA.
Phys. Lett. B598 (2004) 159 und DESY 04-083, hep-ex/0406029

Search for Bosonic Stop Decays in R-parity Violating Supersymmetry in e^+p collisions at HERA.
Phys. Lett. B599 (2004) 159 und DESY 04-084, hep-ex/0405070

Measurement of Prompt Photon Cross Sections in Photoproduction at HERA.
DESY 04-118, hep-ex/0407018, zur Veröffentl. in Eur. Phys. J.

A General Search for New Phenomena in ep Scattering at HERA.
Phys. Lett. B602 (2004) 14 und DESY 04-140, hep-ex/0408044

Inclusive Production of D^+ , D^0 , D_s^+ and D^{*+} Mesons in Deep Inelastic Scattering at HERA.
DESY 04-156 und hep-ex/0408149, zur Veröffentl. in Eur. Phys. J.

Measurement of $F_2^{c\bar{c}}$ and $F_2^{b\bar{b}}$ at High Q^2 using the H1 Vertex Detector at HERA.
DESY 04-209 und hep-ex/0411046, zur Veröffentl. in Eur. Phys. J.

Search for Light Gravitinos in Events with Photons and Missing Transverse Momentum at HERA.
DESY 04-227, hep-ex/0501030, zur Veröffentl. in Phys. Lett. B

A Direct Search for Stable Magnetic Monopoles Produced in Positron-Proton Collisions at HERA.
DESY 04-240, hep-ex/0501039, zur Veröffentl. in Eur. Phys. J.

Veröffentlichte Vorträge

Proc. of the 12th Int. Workshop on Deep Inelastic Scattering (DIS2004), Strbske Pleso/SL (2004)

B. ANDRIEU
Inclusive Jet Cross Section in Photoproduction at H1.

M. BECKINGHAM
Production of J/ψ Mesons at High t and the Study of $\gamma p \rightarrow \gamma p$.

G. BRANDT
Isolated τ Events with Missing p_T at HERA.

C. DIACONU
Experimental Summary of Electroweak and BSM Physics.

L. FAVART
Deeply Virtual Compton Scattering.

L. GÖRLICH
Forward π^0 Production in DIS.

T. GREENSHAW
New Results from H1.

O. HENSHAW
Neutral and Charged Currents at High Q^2 in Polarised DIS at HERA-II.

X. JANSSEN
Status of the Very Forward Proton Spectrometer.

H. JUNG
Unintegrated Pdfs in CCFM.
Small x Effects in Heavy Quark Production.

M. KAPISHIN
 F_D^2 Measurements at Low, Intermediate and High Q^2 .

M. KLEIN
Future Hera FL Measurements.

A. KNUTSSON
Studies of Forward Jet Production in DIS.

E. LOBODZINSKA
New and Recent Measurements of F_2 and F_L at Low Q^2 .

N. MALDEN
Search for Superlight Gravitinos at HERA.

A. MEYER
Beauty Production at H1.

D. MILSTEAD
Experimental Summary of Hadronic Final States.

J. OLSSON
High $|t|$ Photon Production and J/ψ Production at High $|t|$.

M. PEEZ
General Search for New Phenomena.

- A. PETRUKHIN
Measurement of F_2 at Low Q^2 and Extension to the Lowest Q^2 Using ISR Events.
- R. PÖSCHL
Inclusive Dijet Production at Low Bjorken- x in DIS.
- B. PORTHEAULT
H1 QCD Analysis of Inclusive Cross-Section Data.
- E. RIZVI
Experimental Summary of Inclusive Measurements.
- E. SAUVAN
H1 Events with Several High p_T Leptons.
- S. SCHÄTZEL
Comparison of Diffractive Final States with LO and NLO QCD Predictions.
- F. SCHILLING
Experimental Summary of Diffraction.
- S. SCHMIDT
Anti-Charmed Baryon Production in ep Collisions.
- K. SEDLAK
Measurement of Dijet Production at Low Q^2 at HERA.
- T. SLOAN
The Photoproduction of Anti-Deuterons at HERA.
- D. SOUTH
H1 Events with High p_T Leptons and Missing p_T and Anomalous Top Production at HERA.
- P. THOMPSON
Charm and Beauty Measurements at High Q^2 Using the H1 Vertex Detector.
- A. VEST
Searches for Squarks with H1 at HERA.
- W. YAN
Event Shapes in DIS.
- Proc. of the 32nd Int. Conf. on High Energy Physics (ICHEP2004), Beijing/RC (2004)**
- J. BRACINIK
Photoproduction of Jets at HERA.
- J. GAYLER
Pentaquark Searches with the H1 Experiment.
- X. JANSSEN
Diffraction at High $|t|$ at HERA.
- M. KAPISHIN
Inclusive Measurements of Diffraction at HERA.
- M. KLEIN
QCD at High Energy.
- T. KLUGE
Prompt Photon Production at HERA.
- V. LENDERMANN
Inclusive Cross Sections and Structure Functions at Low Q^2 at HERA.
- S. LEVONIAN
Inclusive Photoproduction of Mesons and Anti-Deuteron.
- A. MEYER
Beauty Production at HERA.
- C. NIEBUHR
Lepton Flavour Violation and Contact Interactions.
- E. SAUVAN
High p_T (Multi) Lepton Production at HERA.
- S. SCHMITT
High Q^2 Charged and Neutral Current Cross Sections at HERA-I and HERA-II.
- A. SCHÖNING
Isolated Leptons, Top and Generic Searches for New Physics.
- T. ANTHONIS
The H1 Forward Proton Tagger; Physics Prospects.
Proc. of the 34th Int. Symposium on Multiparticle Dynamics (ISMD2004), Sonoma County/USA
- A. BUNYATYAN
Diffraction in High Energy ep Collisions.
Proc. of Hadron Structure (HS2004), Smolenice Castle/SL (2004)
- G. BUSCHHORN
Pentaquarks, Charm and Beauty from H1 and ZEUS.
Proc. of Hadron Structure and QCD (HSQCD2004), Repino, St. Petersburg/RUS (2004)
- A. CAMPBELL
The High Level Filter of the H1 Experiment at HERA.
Proc. of the Computing Conf. (CHEP2004), Interlaken/CH (2004)
- S. CARON
Electroweak Measurements and Searches for New Physics at HERA.
Proc. of the 5th Rencontre du Vietnam on Particle Physics and Astrophysics: New Views on the Universe (Vietnam2004), Hanoi/VN (2004)
- V. CHEKELIAN
Experimental Review of Unpolarised Structure Functions.
Proc. of the 10th Int. Conf. on Structure of Baryons (Baryons2004), Palaiseau/F (2004)
- B. COX
Diffraction at HERA, the TeVatron and the LHC.
Proc. of the 15th Topical Conf. on Hadron Collider Physics (HCP2004), Michigan/USA (2004)

J. CVACH

Evidence for a Charmed Pentaquark State at H1.
Proc. of Advanced Studies Institute: Symmetries and Spin (Spin2004), Prague/CZ (2004)

K. DAUM

Spectroscopy in High Energy ep Collisions.
Proc. of the 6th Int. Conf. on Hyperons, Charm and Beauty Hadrons (BeaCh2004), Chicago/USA (2004)

E. ELSEN

Status and Prospects for Low x Physics at HERA.
Proc. of the 34th Int. Symposium on Multiparticle Dynamics (ISMD2004), Sonoma County/USA (2004)

L. FAVART

Experimental Review of Diffractive Phenomena.
Proc. of the 10th Int. Conf. on Structure of Baryons (Baryons2004), Palaiseau/F (2004)

G. GRINDHAMMER

Structure Function Measurements at HERA and the Extraction of α_s and the Parton Distributions.
Proc. of the 18th Rencontre de Physique (LaThuile2004), La Thuile, Aoste Valley/I (2004)

J. HALLER

Searches for New Physics in ep Collisions at H1 and ZEUS.
Proc. of the 12th Conf. on Supersymmetry and Unification of Fundamental Interactions (SUSY2004), Tsukuba/J (2004)

K.-H. HILLER

High $|t|$ Diffraction and DVCS from H1.
Proc. of the Int. Workshop on Diffraction in High Energy Physics (Diff2004), Cala Gonone/I (2004)

H. JUNG

HERA Physics.
Proc. of 2004 LHC Days in Split (LHCinSplit2004), Split/HR (2004)

J. KATZY

H100 – an Analysis Framework for H1.
Proc. of the Computing Conf. (CHEP04), Interlaken/CH (2004)

C. KIESLING

The Partonic Interpretation of Diffraction at HERA.
Proc. of the 34th Int. Symposium on Multiparticle Dynamics (ISMD2004), Sonoma County/USA (2004)

P. LAYCOCK

Diffraction in High Energy ep Collisions.
Proc. of the 11th Int. Conf. on QCD (QCD04), Montpellier/F (2004)

S. LEVONIAN

Recent Results from H1.
Proc. of the 18th Int. Workshop on High Energy Physics and Quantum Field Theory (QFTHEP04), St. Petersburg/RUS (2004)

L. LINDFELD

Physics with Tau Leptons at HERA.
Proc. of the Workshop on Tau Lepton Physics (Tau2004), Nara/J (2004)

K. LIPKA

Charm Production in ep Collisions at HERA.
Proc. of the 39th Rencontre de Moriond on QCD and High Energy Hadronic Interactions (MoriondQCD2004), La Thuile, Aosta Valley/I (2004)

Heavy Flavours at HERA.

Proc. of the 11th Int. Conf. on QCD (QCD04), Montpellier/F (2004)

N. MALDEN

Neutral and Charged Current Cross Section Measurements and Searches for New Physics at HERA.
Proc. of the Int. Conf. on the Structure and Interactions of the Photon (HepMad2004), Antananarivo/RM (2004)

A. MEHTA

Structure Function and Polarised Cross Section Measurements from the H1 and ZEUS Experiments.
Proc. of the 24th Int. Conf. on Physics in Collision (PIC2004), Boston/USA (2004)

B. OLIVIER

Searches for New Physics in ep Collisions at HERA.
Proc. of the 39th Rencontre de Moriond on Electroweak Interactions and Unified Theories (MoriondEW2004), La Thuile, Aosta Valley/I (2004)

D. OZEROV

Spectroscopy in ep Collisions at HERA.
Proc. of the 10th Int. Conf. on Structure of Baryons (Baryons2004), Palaiseau/F (2004)

E. PEREZ

Searches for New Particles.
Proc. of the 5th Rencontre du Vietnam on Particle Physics and Astrophysics: New Views on the Universe (Vietnam2004), Hanoi/VN (2004)

D. PITZL

HERA Structure Function Measurements and the Extraction of the Parton Distributions and α_s .
Proc. of the 39th Rencontre de Moriond on QCD and High Energy Hadronic Interactions (MoriondQCD2004), La Thuile, Aosta Valley/I (2004)

R. PÖSCHL

Jet Production at HERA and the Measurement of α_s .
Proc. of the Winter Inst. 2004 on Fundamental Interactions (LakeLouise2004), Lake Louise/CDN (2004)

E. RIZVI

Structure Function Measurements at H1 and ZEUS and the Extraction of α_s and the Parton Distributions.
Proc. of the Winter Inst. 2004 on Fundamental Interactions (LakeLouise2004), Lake Louise/CDN (2004)

A. ROSTOVTSEV

DIS Structure Functions at HERA.
Proc. of Hadron Structure and QCD (HSQCD2004), Repino, St. Petersburg/RUS (2004)

S. SCHÄTZEL

Measurements of the Diffractive Cross Section and their QCD Interpretation.

Proc. of the Int. Workshop on Diffraction in High Energy Physics 2004 (Diff2004), Cala Gonone/I (2004)

L. SCHOEFFEL

Studies of the Structure of Diffraction and of Exclusive Diffractive Final States at HERA.

Proc. of the 39th Rencontre de Moriond on QCD and High Energy Hadronic Interactions (MoriondQCD2004), La Thuile, Aosta Valley/I (2004)

Proc. of the Winter Inst. 2004 on Fundamental Interactions (LakeLouise2004), Lake Louise/CDN (2004)

R. STAMEN

Pentaquarks with Charm.

Proc. of the Int. Workshop Pentaquark, SPring-8/J (2004)

M. URBAN

Design of a z-Vertex Trigger and its Operation Experience in the H1 Experiment at HERA.

Proc. of the 10th Workshop on Electronics for LHC and Future Experiments (LECC2004), Boston/USA (2004)

A. VARGAS

Measurements of Proton Structure at Low Q^2 .

Proc. of Hadron Structure (HS2004) Smolenice Castle/SL (2004)

S. VINOKUROVA

The Diffractive Production of Charm and Jets.

Proc. of the Int. Workshop on Diffraction in High Energy Physics (Diff2004), Cala Gonone/I (2004)

D. WEGENER

Calorimetry.

Proc. of the IEEE Nuclear Science Symposium, Rome/I (2004)

W. YAN

Jets and QCD at HERA.

Proc. of Hadron Structure (HS2004) Smolenice Castle/SL (2004)

Z. ZHANG

Prospects for and Status of Measurements of High x Parton Densities at HERA.

Proc. of Structure of the Nucleon at Large Bjorken x (HiX2004), Marseille/F (2004)

M.O. BOENIG

Leistungsverhalten des schnellen H1 Spurtriggers.

G. FLUCKE

Photoproduktion von D^* Mesonen und Jets bei HERA.

C. GERLICH

Messung der Beauty Produktion bei HERA mit dem H1 Detektor.

L. JANAUSCHEK

Untersuchung elastisch produzierter J/ψ -Mesonen in Photoproduktion bis zu höchsten γp -Schwerpunktsenergien am H1-Experiment.

H. LÜDERS

B-Tagging bei hohem Eta in ep-Kollisionen am H1-Experiment bei HERA.

T. LUX

Messung der Beauty-Produktion in tief-unelastischer Streuung.

M. MARTISIKOVA

Beauty-Quark Produktion bei HERA.

R. PLACACYTE

Charged Current Events in Deep Inelastic Scattering at HERA-II and their Triggering Using Neural Networks at H1.

C. RISLER

Produktion seltsamer neutraler Teilchen in tiefineelastischer Streuung bei HERA mit dem H1 Detektor.

I. STRAUCH

Jets bei hohen Transversalenergien in Photoproduktion.

S. VINOKUROVA

Study of D^* Meson Production in Diffractive Deep-Inelastic Scattering at HERA.

B. VUJICIC

Charged Current Interactions and the Jet Trigger.

B. WESSLING

Messung des inklusiven $b\bar{b}$ -Wirkungsquerschnittes bei HERA.

J. ZIMMERMANN

Neuronale Netze für H1.

HERA and the LHC: A Workshop on the Implications of HERA for LHC Physics, Geneva/CH, Hamburg/D (2004)

O. BEHNKE

$q - \bar{q}$ Correlations at HERA: Measurements by H1.

A. BUNYATYAN

The Forward Neutron Calorimeters at HERA.

V. CHEKELIAN

PDFs from H1 at HERA.

Vorträge

DPG Frühjahrstagung Teilchenphysik, Mainz/D (2004)

N. BERGER

Techniken und Algorithmen des schnellen Spurtriggers bei H1.

G. BRANDT

Suche nach Ereignissen mit fehlendem Transversalimpuls und einem isolierten Taulepton mit hohem Transversalimpuls mit dem H1 Detektor bei HERA.

- G. FLUCKE
Open Charm and Beauty Production at HERA.
- G. GRINDHAMMER
The Underlying Event at HERA.
- H. JUNG
Unintegrated Gluon Densities and Saturation in HQ Production at HERA and LHC. (Unintegrated PDFs)
- CASCADE.
RAPGAP, HzTool Tutorial.
- M. KAPISHIN
Forward Proton Detectors for H1.
- C. KIESLING
ZEUS/H1 Trigger Algorithms and Performance.
- M. KLEIN
 F_L Measurement with Low Energy Proton Run. Precision Measurements at HERA.
- P. LAYCOCK
Diffraction in CC Events in H1.
- E. LOBODZINSKA
 F_L Determination by H1.
- F.-P. SCHILLING
Diffractive PDFs and QCD Factorisation.
- J. TURNAU
Multi-Jet Topologies and Multi-Scale QCD. Forward Photons at HERA.
- O. BEHRENDT
Measurements of Proton Structure Functions at Low Q^2 . Workshop on Low x Physics (Lowx2004,) Prague/CZ (2004)
- C. DIACONU
H1 Status and Prospects. 58th Meeting of DESY Phys. Res. Committee (PRC58), DESY Hamburg/D (2004)
- G. GRINDHAMMER
The Underlying Event at HERA. Workshop on Small-x, Lund/S (2004)
- M. HANSSON
Ideas to Measure the uPDF. Workshop on Small-x, Lund/S (2004)
- J. HLADKY
Evidence for a Charmed Pentaquark State at H1. Workshop on Low x Physics (Lowx2004) Prague/CZ (2004)
- H. JUNG
CCFM Unintegrated PDFs. Workshop on Small-x, Lund/S (2004)
- CASCADE.
Atlas Tutorial on Monte Carlo Event Generators, Geneva/CH (2004)
- A. KNUTSSON
Studies of Forward Jet Production in DIS. Workshop on Small-x, Lund/S (2004)
- P. NEWMAN
Selected Recent Highlights from Lepton-Nucleon Scattering at HERA. IoP High Energy Part. Phys. Conf. (IopHepp2004), Birmingham/GB (2004)
- H1 Status and Prospects. 57th Meeting of DESY Phys. Res. Committee (PRC57), DESY Hamburg/D (2004)
- D. OZEROV
Baryon Production in ep Collisions at HERA. Creation and Flow of Baryons in Hadronic and Nuclear Collisions (BaryonFlow), Trento/I (2004)
- C. RISLER
Production of Neutral Strange Particles in DIS. Workshop on Small-x, Lund/S (2004)
- F.-P. SCHILLING
Measuring Diffractive Processes at HERA. Inclusive Diffraction and Hadronic Final States. Diffraction at the LHC (LISHEP2004), Rio de Janeiro/BR (2004)
- K. SEDLAK
H1 Studies of Jets and QCD. Workshop on Low x Physics (Lowx2004) Prague/CZ (2004)
- F. SEFKOW
Heavy Flavour Production in High Energy ep Collisions. Heavy Quarks and Leptons Workshop (HQL2004), San Juan/PR (2004)
- E. TZAMARIUDAKI
QCD and Heavy Flavours. Conf. on Recent Advances in Particle and Astroparticle Physics (Chios2004), Chios/GR (2004)
- R. WOLF
Studies of Diffractive Final States at H1. Workshop on Low x Physics (Lowx2004) Prague/CZ (2004)

Dissertationen

- M. BECKINGHAM
Diffractive Photoproduction of High p_T Photons at HERA. Univ. of Manchester/GB (2004)
- Y. COPPENS
A Measurement of the Diffractive Reduced Cross Section at Low Q^2 in Deep Inelastic Scattering with the H1 Detector. Univ. Birmingham/GB (2004)

M. ELLERBROCK

Measurement of the Neutral Current Cross Section and Search for Contact Interactions with the H1 Experiment at HERA.
Univ. Heidelberg/D (2004)
DESY-THESIS-2004-015

P. FLEISCHMANN

Elastic J/ψ Production at HERA.
Univ. Hamburg/D (2004)
DESY-THESIS-2004-013

I. FORESTI

A Multi Track Method for b-Tagging.
Univ. Zürich/CH (2004)

L. JANAUSCHEK

Elastic Photoproduction of J/ψ Vector Mesons at High Photon-Proton Centre-of-Mass Energy at the H1 Experiment at HERA.
MPI München/D (2004)

N. KELLER

A Measurement of the QED Compton Cross Section in Electron-Proton Scattering with the H1 Experiment at HERA.
Univ. Zürich/CH (2004)

T. KLUGE

Measurement and QCD Analysis of Event Shape Variables in Deep-Inelastic Electron-Proton Collisions at HERA.
RWTH Aachen/D (2004)
DESY-THESIS-2004-024

T. LASTOVICKA

Measurement of the Inclusive Deep Inelastic Scattering Cross Section at Low Q^2 .
Humboldt Univ. zu Berlin/D (2004)
DESY-THESIS-2004-016

S. SCHÄTZEL

Measurements of Dijet Cross Sections in Diffractive Photoproduction and Deep-Inelastic Scattering at HERA.
Univ. Heidelberg/D (2004)

S. SCHMIDT

Messung charminduzierter Zweijetereignisse in tief-inelastischer ep-Streuung mit dem H1-Detektor bei HERA.
TU München/D (2004)
DESY-THESIS-2004-043

K. SEDLAK

Measurement of Dijet Production at Low Q^2 at HERA.
Charles Univ., Prag/CZ (2004)

I. STRAUCH

Jets with High Transverse Momenta in Photoproduction at HERA.
Univ. Hamburg/D (2004)
DESY-THESIS-2004-047

M. C. URBAN

The New CIP2k z-Vertex Trigger for the H1 Experiment at HERA.
Univ. Zürich/CH (2004)
DESY-THESIS-2004-044

A. VEST

Search for Bosonic Stop Decays in R-Parity Violating Supersymmetry in e^+p Collisions at HERA.
RWTH Aachen/D (2004)
DESY-THESIS-2004-022

J. WAGNER

Charm and Beauty Production at HERA with D^* -Muon Events.
Univ. Hamburg/D (2004)
DESY-THESIS-2004-022

N. WERNER

Measurement of the Charged Current Cross Section in Positron-Proton Collisions at HERA.
Univ. Zürich/CH (2004)

M. WESSELS

General Search for New Phenomena in ep Scattering at HERA.
RWTH Aachen/D (2004)
DESY-THESIS-2004-035

B. WESSLING

Measurement of the Beauty Cross Section Using the Semileptonic Decay into Electrons at HERA.
Univ. Hamburg/D (2004)
DESY-THESIS-2004-045

E. WOEHRLING

High Q^2 Neutral Current Interactions at H1 and an Extraction of xF_3 .
Univ. Birmingham/GB (2004)

Diplomarbeiten

F. BIGIEL

Search for Exclusive Photoproduction of $\omega - \phi$ Vector Meson Pairs at HERA.
Ruprecht-Karls-Univ. Heidelberg/D (2004)

M.A. DEL DEGAN

A Search for Pentaquarks in ep Scattering at HERA.
ETH Zürich/CH (2004)

S. HELLWIG

Untersuchung der $D^* - \pi_{\text{slow}}$ Double Tagging Methode in Charmanalysen.
Univ. Hamburg/D (2004)

T. HREUS

Photon Diffractive Scattering off Proton at High t with the H1 Detector.
Université Libre de Bruxelles/B (2004)

A. JUNG

Inbetriebnahme der dritten Stufe des schnellen Spurtriggers für das H1-Experiment.
Univ. Dortmund/D (2004)

V. KOJOYAN

Studies of Hard Scattering in Photoproduction at HERA.
Yerevan Phys. Inst., Yerevan/ARM (2004)

ZEUS Experiment

Veröffentlichungen

ZEUS KOLLABORATION, S. CHEKANOV et al.

Observation of Isolated High- E_T Photons in Deep Inelastic Scattering.
Phys. Lett. B 595 (2004) 86, hep-ex/0402019 und DESY-04-016

Study of the Pion Trajectory in the Photoproduction of Leading Neutrons at HERA.
hep-ex/0404002 und DESY-04-037, zur Veröffentl. in Phys. Lett. B

Exclusive Electroproduction of J/ψ Mesons at HERA.
Nucl. Phys. B 695 (2004) 3, hep-ex/0404008 und DESY-04-052

The Dependence of Dijet production on Photon Virtuality in ep Collisions at HERA.
Eur. Phys. J. C 35 (2004) 487, hep-ex/0404033 und DESY-04-053

Evidence for a Narrow Baryonic State Decaying to K_s^0 -(Anti)Proton in Deep Inelastic Scattering at HERA.
Phys. Lett. B 591 (2004) 7, hep-ex/0403051 und DESY-04-056

Measurement of Beauty Production in Deep Inelastic Scattering at HERA.
Phys. Lett. B 599 (2004) 173, hep-ex/0403069 und DESY-04-070

Substructure Dependence of Jet Cross Sections at HERA and Determination of α_s .
hep-ex/0405065 und DESY-04-072, zur Veröffentl. in Nucl. Phys. B

Dissociation of Virtual Photons in Events with a Leading Proton at HERA.
Eur. Phys. J. C 35 (2004) 487, hep-ex/0408009 und DESY-04-131

Search for a Narrow Charmed Baryonic State Decaying to $D^{*\pm}p^\pm$ in ep Collisions at HERA.
Eur. Phys. J. C 38 (2004) 29, hep-ex/0409033 und DESY-04-164

K. BORRAS, C. ISSEVER, D. WEGENER
An Improved Weighting Algorithm to Achieve Software Compensation in a Fine Grained LAr Calorimeter.
DESY 04-127 und physics/0408129, zur Veröffentl. in Nucl. Instrum. Meth.

J. CHWASTOWSKI, J. FIGIEL
Photoproduction at HERA.
Phys. Part. Nucl. 35 (2004) 619 und hep-ex/0311044

R. DEVENISH, A. COOPER-SARKAR
Deep Inelastic Scattering.
Oxford University Press 2004

D. SZUBA
Proton-Dissociative Vector Meson Production at HERA.
Acta Phys. Pol. 35 (2004) 483

Veröffentlichte Vorträge

Proc. of 18th Lake Louise Winter Institute on Fundamental Interactions (Lake Louise 2004), Lake Louise/CDN (2004)

M. BARBI
Particle Production in ep Collisions.

N. BRUMMER
Searches for New Physics at HERA.

J.E. COLE
Studies of diffraction at HERA.

Heavy flavours at HERA.

Proc. of 32 Int. Conf. on High Energy Physics (ICHEP04), Beijing/RC (2004) in World Scientific

N. COPPOLA
Vector Meson Production at HERA.

D. DOBUR
Jet Production in Deep Inelastic Scattering at HERA.

A. EVERETT
Event shapes, Jet Substructure and α_s .

O. GUTSCHE
Diffractive Charm and Jet Production at HERA.

C. GWENLAN
QCD Analyses of HERA Cross Section Data.

H. LIM
Leading Baryons at HERA.

J. LOIZIDES
Charm Production at HERA-I and Heavy Flavours at HERA-II.

K. NAGANO
Inclusive Cross Sections with Polarised Leptons at HERA.

C. NGUYEN
SUSY Searches at HERA.

A. RAVAL
Cross Section Measurements of a Narrow Baryonic State Decaying to K_{sp}^0 and $K_{sp}^0\bar{p}$ in Deep Inelastic Scattering at HERA.

Z. REN
Searches for QCD Instantons at HERA.

Proc. of the 12th Int. Workshop on Deep Inelastic Scattering (DIS2004), Strbske Pleso/SK (2004)

S. CHEKANOV
Strange Baryons Production and Pentaquarks in DIS.

A. COOPER-SARKAR
An NLO QCD analysis of Inclusive Cross-Section and Jet Production Data from the ZEUS Experiment at HERA-I.

- L. BELLAGAMBA
Lepton Flavour Violation and Flavour Changing Neutral Current at HERA.
- A. BRUNI
Exclusive Production of J/ψ Mesons in DIS at HERA.
- J. BUTTERWORTH
Testing QCD at the LHC and the Implications of HERA.
- C. DIACONU, M. SPIRA, B. STRAUB
Electroweak and Beyond the Standard Model.
- S. HANLON
Measurement of Event Shapes in DIS.
- M. HELBICH
Exclusive ϕ Production in DIS at HERA.
- L. LI
Test of QCD Using Multijets in Neutral Current DIS at HERA.
- S. KAGAWA
Diffractive Dijets in Photoproduction.
- U. KARSHON
Charm Hadron Spectroscopy with ZEUS.
- M. KATAOKA
Neutral and Charged Currents at High Q^2 in Collisions of Longitudinally Polarized Positrons with Protons at HERA II.
- T. KOHNO
Jet Cross Sections in D^* Photoproduction at ZEUS.
- M. LIGHTWOOD
Dijets in DIS and Photoproduction.
- M. RUSPA
Inclusive Diffraction.
- R. SACCHI
Leading Neutron and Proton Studies.
- W. SMITH
ZEUS - New Results.
- J. SZTUK
Contact Interactions and Leptoquark Searches ZEUS and H1.
- A. TAPPER
High Q^2 Neutral Current Cross Sections in e^+p DIS.
- M. TURCATO
Beauty Photoproduction at ZEUS.
- A. UKLEJA
Azimuthal Asymmetry in Deep Inelastic Scattering.
- J. UKLEJA
Light Cone Wave Function of the Photon.
- N. VLASOV
 D^* in Diffraction and with a Leading Neutron.
- K. WICHMANN
Beauty in DIS with ZEUS.
Charge Current Events with Large Rapidity Gap.
- M. WING
Charm in Deep Inelastic Scattering.
Substructure Dependence of Jet Cross Sections at HERA and Determination of α_s .
- Proc. of the 39th Rencontres de Moriond on QCD and High Energy Hadronic Interactions (MoriondQCD2004), La Thuile/I (2004)**
- A. GEISER
Recent Spectroscopy Results from the H1 and ZEUS Experiments.
- I. MELZER-PELLMANN
H1 and ZEUS Results on Beauty Production.
- K. OLKIEWICZ
Particle Production and Correlations in ep Collisions at HERA.
- Proc. of the Int. Conf. on Hadron Structure 2004 (HS04), Smolenice Castle/SL (2004) (Acta Phys. Slovaca 55 (2005))**
- M. ROSIN
Recent Results on Multiplicity from ZEUS.
- M. VAZQUEZ
Exotics Hadronic States at HERA.
- M. ZAMBRANA
Heavy Flavour in ep Collisions.
- Proc. of the Int. Workshop on Diffraction in High-Energy Physics (Diffraction2004), Sardinia/I (2004)**
- A. BRUNI
Diffraction at HERA.
- M. CAPUA
Measurements of Inclusive Diffraction from ZEUS.
- R. CIESIELSKI
Recent ZEUS Results on Vector Mesons.
- J. RAUTENBERG
Diffraction in Charged Current.
- R. RENNER
Diffractive Dijets in Photoproduction.
- H. ABRAMOWICZ
Diffraction in ep, pp and Heavy Ion Collisions.
Proc. of the 24th Int. Conf. on Physics in Collision (PIC2004), Boston/USA (2004)
- K. BORRAS
Hard Diffraction at HERA and the Tevatron.
Proc. of the 34th Int. Symposium in Multiparticle Dynamics (ISMD2004), Sonoma County/USA (2004) (Acta Pol.)

C. COLLINS-TOOTH

Structure Functions and Parton Densities at HERA.
Proc. of the 11th Int. Conf. on Quantum Chromo Dynamics (QCD04), Montpellier/F (2004)

S. DUSINI

Searches for New Physics at HERA.
Proc. of 18th Rencontres de Physique de la Vallee d'Aoste, La Thuile, Vallee d'Aoste/I (2004)

A. GABAREEN

Recent Electroweak Measurements from the H1 and ZEUS Experiments.
39th Rencontres De Moriond on Electroweak Interactions and Unified Theories, La Thuile/I (2004)

C. GENTA

Searches for New Physics at HERA.
Proc. of the 10th Int. Symposium on Particles, Strings and Cosmology (PASCOS04), Boston/USA (2004)

L. GLADILIN

Spectroscopy at HERA.
Proc. of Quark Confinement and the Hadron Spectrum (QCHS04), Villasimius/I (2004)

C. GLASMAN

Jets in High Energy ep Collisions.
Proc. of the 34th Int. Symposium in Multiparticle Dynamics (ISMD2004), Sonoma County/USA (2004)

S. GOERS

The Straw-Tube Tracker of the ZEUS Detector at HERA.
Proc. of the 21th IEEE Instrumentation and Measurement Conf., Lake Como/I (2004)

U. KARSHON

Study of Narrow Baryonic Pentaquark Candidates with the ZEUS Detector at HERA.
Proc. of the Int. Workshop Pentaquark, SPring-8/Japan (2004) und hep-ex/0410029

E. MADDOX

Heavy Flavour Production and Properties at HERA.
Proc. of the 6th Int. Conf. on Hyperons, Charm and Beauty Hadrons (BeaCh2004), Chicago/USA (2004)

A. MASTROBERARDINO

Diffraction in ep Collisions.
Proc. of Hadron Structure and QCD (HSQCD2004), Repino, St. Petersburg/RUS (2004)

D. NOTZ

Warteschlangentheorie.
Herbstjahrstagung der Studiengruppe Elektron. Instrum, Rossendorf/D (2004) (HMI-B 600 Berlin (2005))

A. POLINI

QCD in High Energy ep Scattering.
Proc. of the 5th Rencontres du Vietnam, Particle Physics and Astrophysics, New Views on the Universe, Hanoi/VN (2004)

M. ROSIN

Multiplicity Distributions in DIS at HERA.
Proc. of the 18th Int. Workshop on High Energy Physics and Quantum Field Theory (QFTHEP2004), St. Petersburg/RUS (2004)

A. SAVIN

Jets at HERA.
Proc. of Hadron Structure and QCD (HSQCD2004), Repino, St. Petersburg/RUS (2004)

T. SCHÖRNER-SADENIUS

Jets and the Hadronic Final State at HERA.
Proc. of the 11th Int. Conf. on Quantum Chromo Dynamics (QCD04), Montpellier/F (2004) und hep-ex/0410020

U. STOESSLEIN

HERA and the LHC: A Workshop on the Implications on HERA for the LHC Physics.
Proc. of 15th Int. Topical Conf. on Hadron Collider Physics (HCP2004), East Lansing/USA (2004)

D. SZUBA

Vector Mesons at HERA.
Proc. of the 8th Int. Workshop on Meson Production, Properties and Interactions (MESON2004), Cracow/PL (2004) (Int. J. Mod. Phys. A)

Vorträge**Workshop on Low x Physics (Lowx2004), Prague/CZ (2004)****D. BARTSCH**

New Results on Heavy Flavour Physics at HERA.

M. CORRADI

Pentaquark Searches at ZEUS.

J. HAMILTON

Prompt Photon Results from ZEUS.

J. SZUBA

New Results on Diffraction from ZEUS.

DPG Frühjahrstagung Teilchenphysik, Mainz/D (2004)**V. ADLER**

Optimierung der Parameter eines Vertexdetektors für TESLA.

D. BARTSCH

Korrekturen zur dE/dX-Messung der zentralen Driftkammer am ZEUS-Detektor bei HERA.

I. BLOCH, A. GEISER

Messung von Korrelationen in der assoziierten Produktion von Beauty Quarks ($b\bar{b}$) bei HERA / ZEUS.

D. DOBUR

Inclusive Forward Jet Production in an Extended Pseudo-Rapidity Range in Deep Inelastic ep Scattering at HERA.

O. GUTSCHE

Messung des b-Quark Wirkungsquerschnitts bei ZEUS und globaler Vergleich von b-Quark Wirkungsquerschnitten mit JetWeb.

C. HORN, P. SCHLEPER, T. SCHOERNER-SADENIUS, L. BELLAGAMBA, C. NGUYEN

Suche nach R-Paritäts-verletzenden Prozessen innerhalb des GMSB-Modells zur Supersymmetriebrechung.

P. IRRGANG

Messung des $D^{*\pm}$ -Produktions-Wirkungsquerschnitts in DIS im Bereich kleiner Q^2 mittels des ZEUS-Strahlrohrkalorimeters (BPC).

B. KAHLE, V. CHIOCHIA, K. KLIMEK

Beauty-Produktion in Tief-Inelastischen Streuprozessen bei ZEUS.

F. KARSTENS

Performance Tests of the STT.

O. KIND

Teilchenidentifikation mittels dE/dX-Messung im ZEUS-Experiment an HERA.

A.E. NUNCIO QUIROZ, A. GEISER, J. GAGNON BARTSCH
Next-to-Leading Order QCD Predictions with FMNR.

R. RENNER

Diffraktive Zwei-Jet-Analyse in Photoproduktion.

K. VOSS

Exklusive Elektroproduktion von J/ψ -Mesonen bei HERA.

M. WANG

Measurement of Charm Production in Charged Current Deep Inelastic Scattering of e^+p with the ZEUS Detector at HERA.

2nd Workshop on the Impact of HERA Physics for the LHC, DESY Hamburg/D (2004)

O. GUTSCHE

MC Comparison and Tuning for b Production Using JetWeb.

C. GWENLAN

Treatment of Correlated Systematic Uncertainties in the ZEUS QCD.

C. GWENLAN

Addition of Jet Data to the ZEUS NLO QCD Fit.

M. WING

Improving our Knowledge of Charm Fragmentation.

G. WOLF

Diffraction in Deep Inelastic Scattering: Results Obtained with the $\ln M_X$ Method by ZEUS.

K. BORRAS

Zeitmanagement und effiziente Erfolgsstrategien.
Blockkurs im Graduiertenkolleg, Univ. Dortmund/D (2004)

L. GLADILIN

Charm Pentaquark Search.
cpq Seminar, DESY Hamburg/D (2004)

I. GRABOWSKA-BOLD

Measurement of Deeply Virtual Compton Scattering Using the ZEUS Detector at HERA.
Int. School of Subnuclear Phys. on How and Where to Go beyond the Standard Model, Erice/I (2004)

U. KARSHON

Present Status of the Experimental Search for Pentaquarks.
Joint Nucl. Phys. Seminar, Weizmann Inst. Revohot/IL (2004)

J. RAUTENBERG

Charged Current Deep Inelastic Positron-Proton Scattering.
Univ. Prague/CZ (2004)

T. SCHÖRNER, G. STEINBRÜCK

Experimentelle Methoden der Teilchenphysik.
Univ. Hamburg/D (2004)

M. SOARES

Studies of Vector Mesons and Other Exclusive Final States in Diffraction at HERA.
Diffraction at the LHC, Rio de Janeiro/BR (2004)

L. STANCO

Pentaquark Searches at HERA.
Heavy Quarks and Leptons Workshop (HQL2004), San Juan/PR (2004)

U. STOESSLEIN

Summary talk „Soft and Hard Hadrons“.
SPSC Villars Meeting on a Future Fixed Target Progr. at CERN, Villars-sur-Ollon/CH (2004)

T. TYMIENIECKA

Azimuthal Asymmetry in Deep Inelastic Scattering.
The Joint Seminar in Inst. for Nucl. Stud., Univ. Warsaw/PL (2004)
The Weekly Seminar in Inst. of Nucl. Phys., Polish Acad. of Sci., Cracow/PL (2004)

K. WICHMANN

New Physics Searches at HERA.
Phenomenology Symposium (PHENO2004), Madison/USA (2004)

M. WING

Heavy Quark Production at HERA and the LHC.
Charm (and Beauty) Structure Functions from HERA.
1st Workshop on the Impact of HERA Physics for the LHC, CERN Geneva/CH (2004)

G. WOLF

Physics at HERA.
Santa Barbara 2004 Winter Conf. on Collider Physics, Santa Barbara/USA (2004)

From GeV to TeV with Experiments and Accelerators.
Festkolloquium in Honour of Ulrich Koetz and Peter Schmüser, DESY Hamburg/D (2004)

Diffraction: From Soft to Hard Scales.
DESY Summer Student Progr. 2004, DESY Hamburg/D (2004)

W. ZEUNER
HERA Physics at High Q^2 .
Recent Advances in Particle and Astroparticle Physics (Chios2004),
Chios/GR (2004)

Habilitationen

J. CHWASTOWSKI
Energy Evolution of the Total Cross Section – Significance of the
HERA γp Measurements.
Inst. of Nucl. Phys., Cracow/PL (2004)
Report No 1940/PH

Dissertationen

P. BELLAN
Inelastic Heavy Vector Mesons Production at HERA.
Univ. Padova/I (2003)

D. BERTACCA
Produzione associata di $J/\psi + \gamma$ ad HERA.
Univ. Padova/I (2003)

J. FERRANDO
Studies of Single W Production at HERA.
Univ. Oxford/GB (2004)

J. FURLETOVA
Search for Exotic Processes in Events with Large Missing Trans-
verse Momentum in ZEUS at HERA.
Univ. Hamburg/D (2004)
DESY-THESIS-2004-046

I. GRABOWSKA-BOLD
Measurement of Deeply Virtual Compton Scattering Using the
ZEUS Detector at HERA.
AGH-Univ. of Sci. and Techn., Cracow/PL (2004)
DESY-THESIS-2004-034

P. IRRGANG
Measurement of $D^{*\pm}$ at Low Q^2 with the Beam Pipe Calorimeter
of ZEUS at HERA.
Univ. Bonn/D (2004)
BONN-IR-2004-16

J. RAUTENBERG
Measurement of High- Q^2 Charged Current Cross Sections in e^+p
Deep inelastic Scattering at HERA.
Univ. Bonn/D (2004)
BONN-IR-2004-08

K.-C. VOSS
Inclusive J/ψ Production in Deep Inelastic Scattering at HERA.
Univ. Bonn/D (2004)

D. SZUBA
The Study of Diffractive Photoproduction of J/ψ at Large $\gamma - p$
Energy in the ZEUS Experiment at HERA.
AGH-Univ. of Sci. and Techn., Cracow/PL (2004)
DESY-THESIS 2004-033

HERMES Experiment

Veröffentlichungen

HERMES KOLLABORATION, A. AIRAPETIAN et al.

Hard Exclusive Electroproduction of $\pi^+\pi^-$ Pairs.
Phys. Lett. B599 (2004) 212 und DESY-04-097, hep-ex/0406052

Evidence for a Narrow $|S|=1$ Baryon State at a Mass of 1528 MeV
in Quasi-Real Photoproduction.
Phys. Lett. B585 (2004) 213 und DESY-03-213, hep-ex/0312044

Flavor Decomposition of the Sea Quark Helicity Distributions in
the Nucleon from Semi-Inclusive Deep-Inelastic Scattering.
Phys. Rev. Lett. 92 (2004) 012005 und DESY 03-067, hep-
ex/0307064

Nuclear Polarization of Molecular Hydrogen Recombined on a
Non-Metallic Surface.
Eur. Phys. J. D29 (2004) 21 und DESY-03-168, physics/0408138

J. VISSER, M.G. VAN BEUZEKOM, J. BLOUW, R. BUIS,
K. FIEDLER, P. HOFFMAN-ROTHER, J. ROEVEKAMP, J.J.M.
STEIJGER, G. VAN DER STEENHOVEN, A. VASSILIEV,
M. WIESMANN
Design and Performance of a Silicon Test Counter for HERMES.
Nucl. Instrum. Methods 521 (2004) 430

N. BIANCHI, A. FANTONI, S. LIUTI
Parton-Hadron Duality in Unpolarized and Polarized Structure
Functions.
Phys. Rev. D 69 (2004) 014505

L.P. GAMBERG, D.S. HWANG, K.A. OGANESSYAN
Chiral-Odd Fragmentation Functions in Single Pion Inclusive Elec-
troproduction.
Phys. Lett. B584 (2004) 276

M. DÜREN
Rätselhafter Nukleonenspin.
Physik Journal (März 2004)

Veröffentlichte Vorträge

Proc. of the 12th Int. Workshop on Deep Inelastic Scattering (DIS2004), Strbske Pleso/SL (2004)

E.C. ASCHENAUER
Pentaquarks at HERMES.

E. AVETISYAN, A. ROSTOMYAN, A. IVANILOV
Beam-Spin Azimuthal Asymmetries in Pion Electroproduction at HERMES.

A. BORISSOV
Exclusive Electroproduction of Vector Mesons at HERMES.

F. ELLINGHAUS
Exclusive Production DVCS at HERMES.

R. FABBRI
Electroproduction of Exclusive $\pi^+\pi^-$.

C. HADJIDAKIS
Exclusive π^+ Production at HERMES.

K. RITH
New Results in Lepton-Nucleon Spin Physics.

R. SEIDL
Transversity Measurements at HERMES.

Proc. of the 8th Int. Workshop on Meson Production, Properties and Interactions (MESON2004), Cracow/PL (2004)

C. HADJIDAKIS
Exclusive π^+ Production at HERMES.

Y. NARYSHKIN
Hyperon Production at HERMES.

L. RUBACEK
Evidence for a Narrow Baryon State with $|S| = 1$ at the HERMES Experiment.

M. TYTGAT
HERMES Overview.

Proc. of the Int. Conf. on High Energy Physics (ICHEP2004), Beijing/RC (2004)

F. ELLINGHAUS
DVCS.

Y. MAO
Searching for the Pentaquark Θ^+ at HERMES.

J. STEWART
Quark Polarisation.

Proc. of the 58th Scottish Universities Summer School in Physics (SUSSP58), St. Andrews/GB (2004)

S. BELOSTOTSKI
Hyperon Physics.

I. HRISTOVA
The HERMES Recoil Silicon Detector.

M. HOEK
A Fibre Detector with Particle Identification for the HERMES Recoil Detector.

M. MURRAY
Testbeams and the HERMES Recoil Detector.

W.-D. NOWAK
Experimental Status and Future Facilities.

A. OSBORNE
Exclusive Measurements with the HERMES Recoil Detector.

Track Reconstruction for the HERMES Recoil Detector.

G. ROSNER
Exotic Hadrons.

D. RYCKBOSCH
Hard Scattering Processes.

B. SEITZ
The HERMES Recoil Detector.

Proc. of the 16th Int. Spin Physics Symposium (SPIN2004), Trieste/I (2004)

R. FABBRI
Exclusive $\pi^+\pi^-$ Production.

D. HASCH
Physics at HERMES.

E. KINNEY
SIDIS-SSA.

P. LENISA
The Polarised H/D HERMES Target.

H. MARUKYAN
Measurement of Deeply Virtual Compton Scattering at HERMES.

A. NAGAITSEV
GDH and Duality.

D. REGGIANI
Beam Induced Beam Depolarisation.

C. RIEDL

HERMES Precision Results on g_1^p , g_1^d and g_1^n and the First Measurement of the Tensor Structure Function b_1^d .

A. ROSTOMYAN

Exclusive Meson Production.

J. RUBIN

Delta q .

G. SCHNELL

Azimuthal Single-Spin Asymmetries on a Transversely Polarized Hydrogen Target at HERMES.

An Overview of Recent Results on Hyperon Production at HERMES.

J. STEWART

The HERMES Recoil Detector.

P.B. VAN DER NAT

Single-Spin Asymmetries with 2 Hadron Fragmentation: The Measurement.

Z. YE

Direct Measurements of Intra-Beam Scattering in Atomic Beam Sources.

Proc. of the 10th Int. Conf. on Structure of Baryons (Baryons2004), Palaiseau/F (2004)

A. AIRAPETIAN

Pentaquark Search at HERMES.

N. BIANCHI

Experimental Review of Transversity Measurements.

A. BORISSOV

Exclusive Electroproduction of Vector Mesons at HERMES.

M. DÜREN

Current Status and Future Measurements of DVCS at HERMES.

C. HADJIDAKIS

Exclusive π^+ Production at HERMES.

W.-D. NOWAK

Measurement of Transversity at HERMES.

Proc. of the 19th Europ. Few-Body Conf., Groningen/NL (2004)

N. BIANCHI

Status and Perspectives in Polarized Deep-Inelastic Scattering Experiments.

M. DÜREN

Evidence for a Narrow $S = 1$ Baryon State with a Mass of 1528 MeV at the HERMES Experiment.

B. MAIHEU

Fragmentation at HERMES.

H. BÖTTCHER

Non-Singlet QCD Analysis of the Structure Function F_2 in 3-Loops.

Proc. the 7th Workshop on Elementary Particle Theory: Loops and Legs in Quantum Field Theory, Zinnowitz/D (2004) (Nucl. Phys. B (Proc. Suppl.) 135 (2004) 152)

Proc. of the 2nd Workshop on Structure of the Nucleon at Large Bjorken x (HiX2004), Marseille/F (2004)

P. DINEZZA

Hadron Attenuation.

Proc. of the 17th Int. Conf. on Ultra-Relativistic Nucleus-Nucleus Collisions (Quark Matter 2004), Oakland/USA (2004)

L. DENARDO

Transverse and Helicity Distributions at HERMES.

Proc. of the 2nd Workshop on Structure of the Nucleon at Large Bjorken x (HiX2004), Marseille/F (2004)

U. ELSCHENBROICH

Transversity.

Proc. of the 39th Rencontre de Moriond on QCD and High Energy Hadronic Interactions (MoriondQCD2004), La Thuile/I (2004)

I. GREGOR

Results on Transversity.

Proc. of the 34th Int. Symposium on Multiparticle Dynamics, Sonoma County/USA (2004)

C. HADJIDAKIS

Exclusive Production at HERMES.

Proc. of the 39th Rencontre de Moriond on QCD and High Energy Hadronic Interactions (MoriondQCD2004), La Thuile/I (2004)

B. HOMMEZ

Observation of the Θ^+ Pentaquark at HERMES.

Proc. of the Lake Louise Winter Institute on Particles and the Universe, Lake Louise/CDN (2004)

B. HOMMEZ

HERMES Overview.

Proc. of the Int. Conf. on Hadron Structure, Smolenice/SL (2004)

Y. VAN HAARLEM

The HERMES Recoil Detector.

Proc. of the IEEE Nucl. Sci. Symposium (NSS) and Medical Imaging Conf. (MIC), Rome/I (2004)

H. JACKSON

Spin Overview.

Proc. of the 24th Int. Conf. on Physics in Collision (PIC2004), Boston/USA (2004)

The HERMES RICH.

Proc. of the 5th Int. Workshop on Ring Imaging Cherenkov Detectors (RICH2004), Playa del Carmen/MEX (2004)

W. LORENZON

Pentaquarks: A New Subatomic Species.

Proc. of the 7th Annual Symposium on Japanese-American Frontiers of Science, Irvine/USA (2004)

V. MUCCIFORA

Hadron Production in Deep Inelastic Lepton-Nucleus Scattering. Proc. of the 3rd Int. Workshop on Neutrino-Nucleus Interactions in the Few-GeV Region, Gran Sasso/I (2004)

P.B. VAN DER NAT

Attenuation of Hadrons in Nuclei.

Proc. of the 33rd Int. Symposium on Multiparticle Dynamics (ISMD2003), Cracow/PL (2003) (Acta Phys. Pol. B35 (2004) 1)

W.-D. NOWAK

HERMES Run II.

Proc. of the 4th Int. Conf. on Perspectives in Hadronic Physics, Trieste/I (2003) (Eur. Phys. J. A19 (2004) 261)

Perspectives on High-Luminosity Muon-Nucleon Experiments. Proc. of the High Intensity Frontier Workshop (HIF04), La Biodola/I (2004)

K. RITH

Review of Recent HERMES Results.

Proc. of the Advanced Studies Inst.: Symmetries and Spin, Prague/CZ (2004)

D. RYCKBOSCH

New Experimental Data on Transversity.

Proc. of the Light-Cone 2004, Amsterdam/NL (2004)

B. SEITZ

The HERMES Recoil Detector.

Proc. of the 10th Vienna Conf. on Instrumentation, Vienna/A (2004) (Nucl. Instrum. Methods A535 (2004) 583)

G. VAN DER STEENHOVEN

Future Directions in Studying QCD Aspects of Nuclear Physics. Proc. of the Int. Nuclear Physics Conf., Göteborg/S (2004)

The HERMES Experiment.

Proc. of the Int. School of Nuclear Physics: 26th Course on Lepton Scattering and the Structure of Hadrons and Nuclei, Erice/I (2004)

E. STEFFENS

Polarised Beams.

Proc. of the Caucasian-German Workshop and School on Hadron Physics, Tbilisi/GE (2004)

M. TYTGAT

Recent HERMES Results on Meson Production.

Proc. of the 10th Int. Symposium on Meson-Nucleon Physics and the Structure of the Nucleon (MENU2004), Beijing/RC (2004)

B. ZIHLMANN

Newest Results from HERMES.

Proc. of the 18th Int. Workshop on High Energy Physics and Quantum Field Theory, St. Petersburg/RUS (2004)

Vorträge

DPG Frühjahrstagung Hadronen und Kerne, Köln/D (2004)

M. DEMEY

First Experience with the Lambda Wheel.

U. ELSCHENBROICH

Transversity.

D. HASCH

New Results from HERMES.

A. HILLENBRAND

Hadron Multiplicities and Fragmentation Functions at HERMES.

B. KRAUSS

The HERMES Recoil Detector and Future Physics Plans.

K. RITH

Evidence for a Narrow $|S|=1$ Baryon State at a Mass of 1528 Mev in Quasi-Real Photoproduction.

L. RUBACEK

The HERMES Recoil Detector.

W. SOMMER

Proton Pion Identification with a Scintillating Fibre Detector.

P. TAIT, D. REGGIANI, E. STEFFENS

Beam-Induced Depolarisation in the HERMES Transversely Polarised Hydrogen Target.

DPG Frühjahrstagung Teilchenphysik, Mainz/D (2004)

E.C. ASCHENAUER

Spin Overview.

H. BÖTTCHER

NLO QCD Analysis of the Polarized Structure Function g_1 .

I. HRISTOVA

Tests of the Readout Electronics for the HERMES Silicon Recoil Detector.

R. SEIDL

Azimutale Einzelspinasymmetrien in semi-inklusive Lepton-Nukleon Streuung.

A. VANDENBROUCKE

A Silicon Recoil Detector for the HERMES Experiment.

Z. YE

Radio Frequency Test for the HERMES Recoil Detector.

Int. Workshop on Transversity: New Developments in Nucleon Spin Structure, Trento/I (2004)

A. MILLER

Transversity.

H. TANAKA

Extracting the Sivers Function Using a Purity Method Based Ansatz.

P.B. VAN DER NAT

Transversity through Interference Fragmentation Functions.

Workshop on Hadron Structure and QCD, St. Petersburg/RUS (2004)

A. AIRAPETIAN

Pentaquark Search at HERMES.

M. AMARIAN

Spin Physics Overview.

O. GREBENYUK

Lambda and Other Hyperons in HERMES.

Z. AKOPOV

Primakoff Effect at HERMES.

NATO Advanced Res. Workshop on Advanced Photon Sources and Their Application, Nor Hamberd/ARM (2004)

E.C. ASCHENAUER

Fixed Target Spin Physics.

8th Workshop on Quantum Chromodynamics, Paris/F (2004)

HERMES – ein moderner Detektor in der Teilchenphysik zur Bestimmung der Spinstruktur des Nukleons.

B. Heß – Dozentur 2004, Univ. Regensburg/D (2004)

ST. BELOSTOTSKY

Status of HERMES Experiment.

38th Winter School on Nuclear and Particle Physics (PNPI2004)

10th St. Petersburg School on Theoretical Physics, St. Petersburg/RUS (2004)

H. BÖTTCHER

Non-Singlet QCD Analysis of the Structure Function F_2 in 3-Loops.

HERA and the LHC: A Workshop on the Implications of HERA for LHC Physics, Hamburg/D (2004)

Phenomenology of Unpolarized and Polarized PDFs.

Workshop on Parton Distributions in the 21st Century, Seattle/USA (2004)

M. DEMEY

The lambda Wheel en lambda Reconstruction in the HERMES Experiment.

NNV najaarsvergadering, Lunteren/NL (2004)

P. DINEZZA

HERMES Overview.

8th Workshop on Electron-Nucleus Scattering, Elba/I (2004)

11th Int. QCD Conf. (QCD2004), Montpellier/F (2004)

W. DECONINCK

Pentaquark at HERMES.

Division of Nuclear Physics of the APS, Denver/USA (2004)

O. GREBENYUK

Exclusive Electroproduction of Pions and VM at HERMES.

Int. Workshop on Diffraction in High-Energy Physics, Cala Gonnone/I (2004)

C. HADJIDAKIS

Recent Results on Exclusive Production at HERMES.

SIF, XC Congresso Nazionale, Brescia/I (2004)

E. KINNEY

Polarized Semi-Inclusive Physics Measurements at HERMES and Future Prospects at the Colliders.

2nd Electron Ion Collider Workshop (EIC2004), Newport News/USA (2004)

W. LORENZON

Pentaquark Search at HERMES.

Pentaquark04 Workshop, SPring-8/J (2004)

J. LU

Exclusive Production in HERMES.

3rd Int. Symposium on the Gerasimov-Drell-Hearn Sum Rule and Its Extensions, Norfolk/USA (2004)

N. MAKINS

HERMES Overview.

Int. Conf. on Quarks and Nuclear Physics, Bloomington/USA (2004)

3rd Int. Symposium on the Gerasimov-Drell-Hearn Sum Rule and Its Extensions, Norfolk/USA (2004)

Nucleon Spin Structure.

APS Division of Nuclear Physics Meeting, Chicago/USA (2004)

Y. MAO

Searching Pentaquark at HERMES: What We Have Learned.

YITP Workshop Multi-quark Hadrons: Four, Five and More, Kyoto/J (2004)

A. MILLER

Semi-Inclusive Measurements.

Workshop on Parton Distributions in the 21st Century, Seattle/USA (2004)

V. MUCCIFORA

Nuclear Effects on Deep Inelastic Scattering at HERMES.

Int. Conf. on Quarks and Nuclear Physics, Bloomington/USA (2004)

P. REIMER

The Pentaquark Search at HERMES.

Pentaquark Baryons, ECT* Trento/I (2004)

K. RITH

HERMES, Status and Selected Results.

Workshop on Hadron Structure and Spectroscopy, Paris/F (2004)

S. ROCK

A Precise Measurement of the Running of the Weak Mixing Angle.

Seminar, DESY Hamburg/D (2004)

Seminar, DESY Zeuthen/D (2004)

G. VAN DER STEENHOVEN
The Quark Structure of the Nucleon.
FANTOM Study Week on QCD at Low Energies, Emmen/NL
(2004)

G. SCHNELL
The Transversity Distribution of the Proton as Measured at
HERMES.
Gordon Res. Conf. on Photonuclear Reactions, Tilton/USA (2004)

B. SEITZ
DVCS at HERMES.
Int. Workshop on Diffraction in High-Energy Physics, Cala Go-
none/I (2004)

C. SHEARER
Exclusive Vector Meson Analysis at HERMES.
IoP Nuclear Physics Conf., Edinburgh/GB (2004)

Dissertationen

P. LIEBING
Can the Gluon Polarization in the Nucleon Be Extracted from
HERMES Data on Single High-pt Hadrons?
Univ. Hamburg/D (2004)
DESY-THESIS-2004-036

R. SEIDL
Single Spin Asymmetries in Semi-Inclusive Electroproduction of
Pions and Kaons on a Transverse Polarized Hydrogen Target at
HERMES.
Univ. Erlangen-Nürnberg/D (2004)
DESY-THESIS-2004-029

A. IZOTOV
Measurement of the Polarization Transfer κ_0 in Deuteron Breakup
with the Reaction $^{12}\text{C}(\vec{d}, \vec{p})\text{X}$.
Univ. St. Petersburg/RUS (2004)

S. WANG
Improvements of the HERMES Transverse Polarized Hydrogen
Target and Calculations of the Sextupole Magnet.
China Inst. of Atomic Energy, Beijing/RC (2004)

Diplomarbeiten

M. DIEFENTHALER
Tiefinelastische Elektronenstreuung an einem transversal polari-
sierten Wasserstoff-Target.
Univ. Erlangen-Nürnberg/D (2004)

F. GIORDANO
Search for the Heavy Exotics States $\Xi^0 \rightarrow p\pi^-\pi^-\pi^+$ and $\Xi^{--} \rightarrow$
 $p\pi^-\pi^-\pi^-$ with the HERMES Spectrometer. Univ. Ferrara/I (2004)

HERA-B Experiment

Veröffentlichungen

HERA-B KOLLABORATION, I. ABT et al.

Search for the Flavor Changing Neutral Current Decay $D^0 \rightarrow \mu^+\mu^-$
with the HERA-B Detector.
Phys. Lett. B596 (2004) 173 und DESY 04-086, hep-ex/0405059

Limits for the Central Production of Θ^+ and Ξ^{--} Pentaquarks
in 920 GeV pA Collisions.
Phys. Rev. Lett. 93 (2004) 212003 und DESY 04-148, hep-
ex/0408048

H. ALBRECHT et al.
The Outer Tracker Detector of the HERA-B Experiment – Part
II: Front-End Electronics.
physics/0412064 und DESY 04-244, zur Veröffentl. in Nucl.
Instrum. Meth. A

I. ARINO et al.
The HERA-B Ring Imaging Cherenkov Counter.
Nucl. Instrum. Meth. A516 (2004) 445

M. DAM, V. EGORYTCHEV, S. ESSENOV, A. GELLRICH,
J.D. HANSEN, J.R. HANSEN, J. HERNANDEZ, M. MEDIN-
NIS, B. RENSCH, D. RESSING, V. RYBNIKOV, F. SANCHEZ,
B. SCHWINGENHEUER, G. WAGNER, R. WURTH, A. ZHE-
LEZOV, J. ZWEIZIG
HERA-B Data Acquisition System.
Nucl. Instrum. Meth. A525 (2004) 566

J. HERNANDEZ, D. RESSING, V. RYBNIKOV, F. SANCHEZ,
A. AMORIM, M. MEDINNIS, P. KREUZER, U. SCHWANKE
HERA-B Framework for Online Calibration and Alignment.
DESY 04-186 und hep-ex/0409042, zur Veröffentl. in Nucl.
Instrum. Meth. A

H. KOLANOSKI
The Eye of an Experimental Particle Physicist.
Humboldt-Spektrum, Heft 3-4 (2004)

M. ZUR NEDDEN
Probing the Formation Process of Matter with Charm and Beauty
Quarks.
Humboldt-Spektrum, Heft 3-4 (2004)

V. PUGATCH, V. AUSHEV, C. BAUER, K.T. KNÖPFLE, M.
SCHMELLING, M. TKATCH, YU. VASSILIEV
Metal Foil Detectors and their Applications.
Zur Veröffentl. in Nucl. Phys.

A. SPIRIDONOV
Bremsstrahlung in Leptonic Onia Decays: Effects on Mass Spectra.
DESY 04-105 (2004)

Veröffentlichte Vorträge

A. BELKOV, A. LANYOV, G. BOHM

What we have learnt from Direct CP Violation Studies in Kaon Decays.

Proc. of Conf. Spin, Praha/CZ 2003 (Czech. J. Phys. V.54 (2004) 193)

A. BOGATYREV

Open and Hidden Charm Production with the HERA-B Experiment.

Proc. of the 39th Rencontres de Moriond – QCD and Hadronic Interactions at High Energy, La Thuile/I (2004) und hep-ex/0405058

V. EGORYTCHEV, D. GOLOUBKOV

Search for the Flavor-Changing Neutral Current Decay $D^0 \rightarrow \mu^+ \mu^-$ in 920 GeV Proton-Nucleus Collisions.

Proc. of 12th Int. Workshop on Deep Inelastic Scattering (DIS 2004), Štrbské Pleso/SL (2004)

A. GORIŠEK

Particle Identification Performance of the HERA-B Rich.

Proc. of 9th Pisa Meeting on Advanced Detectors, La Biodola, Isola d'Elba/I (2003) (Nucl. Instrum. Meth. A518 (2004) 590)

Charmed and Strange Particle Production at Mid-Rapidity with the HERA-B Detector.

Proc. of Quark Matter 2004, Oakland, California/USA (2004) (J. Phys. G30 (2004) 1163)

U. HUSEMANN

Open and Hidden Charm Production in 920 GeV Proton-Nucleus Collisions.

Proc. of BEACH 2004 und hep-ex/0408110

H. KOLANOSKI

HERA-B Results on Heavy Flavor Production in 920 GeV Proton-Nucleus Interactions.

Proc. of the 13th Int. Conf. on Strangeness in Quark Matter, Cape Town/ZA (2004)

K. T. KNÖPFLE, M. ZAVERTYAEV, T. ŽIVKO

Search for Θ^+ and $\Xi^{--}(3/2)$ Pentaquarks in HERA-B.

Proc. on Quark Matter 2004, Oakland, California/USA (2004) (J. Phys. G30 (2004) 1363) und hep-ex/0403020

A. LANYOV

Measurement of the $b\bar{b}$ Production Cross Section in 920 GeV Fixed-Target Proton-Nucleus Collisions at the HERA-B Detector.

Lect. Notes Phys. 647 (2004) 418

I. MATCHIKHILIAN

The Electromagnetic Calorimeter of the HERA-B Experiment.

Proc. on 11th Int. Conf. on Calorimetry in High Energy Physics, Perugia/I (2004), zur Veröffentl. in World Scientific

R. MIZUK

Diffractional Charmonium Production in Collisions of 920 GeV Protons with Nuclei.

23rd Int. Symp. on Multiparticle Dynamics, Cracow/PL (2004) (Acta Phys. Polon. B35 (2004) 489)

R. MIZUK

Charmonium Production in 920 GeV Proton-Nucleus Interactions.

Lect. Notes Phys. 647 (2004) 427

M. zur NEDDEN

Measurement of the $b\bar{b}$ Cross Section at HERA-B.

AIP Conf. Proc. 722 (2004) 57

Hidden and Open Beauty Production in 920 GeV Proton-Nucleus Collisions.

Proc. of the 39th Rencontres de Moriond - QCD and Hadronic Interactions at High Energy, La Thuile/I (2004) und hep-ex/0406042

V. PUGATCH, V. AUSHEV, C. BAUER, K.T. KNÖPFLE, M. SCHMELLING, M. TKATCH, YU. VASSILIEV

Metal Foil Detectors and their Applications.

Proc. of the 10th VCI Conf. 2004, Vienna/I (2004)

J. SPENGLER

Quarkonia Production with the HERA-B Experiment.

Proc. of Quark Matter 2004, Oakland, California/USA (2004) (J. Phys. G30 (2004) 871) und hep-ex/0403043

I. VUKOTIC

Open and Hidden Charm Production in 920 GeV Proton-Nucleus Collisions.

Proc. of Quark Confinement and the Hadron Spectrum VI, Tanka Village/I (2004)

M. ZAVERTYAEV

Strangeness Production at the HERA-B Experiment.

Proc. of the 39th Rencontres de Moriond - QCD and Hadronic Interactions at High Energy, La Thuile/I (2004) und hep-ex/0405039

Vorträge

V. AUSHEV

Determination of the HERA-B Luminosity.

KINR Annual Conf., Kiev/UA (2004)

K.T. KNÖPFLE

Silicon Detectors, Helix Readout Chips and Pentaquarks at HERA-B.

Forschungszentrum Rossendorf/D (2004)

S. MASCIOCCHI

Open and Hidden Beauty Production in 920 GeV Proton-Nucleus Collisions.

12th Int. Workshop on Deep Inelastic Scattering (DIS 2004), Štrbské Pleso/SL (2004)

M. MEVIUS

Open Beauty and Quarkonia Production in 920 GeV Proton Nucleus Collisions.

DPG-Tagung, Mainz/D (2004)

R. MURESAN

Potential for Bose-Einstein Correlation Studies at HERA-B.
18th Nordic Particle Physics Meeting, Spatind/N (2004)

M. ZUR NEDDEN

The HERA-B Di-Lepton Trigger: Experience in a High Multiplicity
Hadronic Environment.
Workshop HERA and the LHC, CERN Genf/CH (2004)

V. PUGATCH

Microstrip Metal Foil Detectors.
KINR Annual Conf., Kiev/UA (2004)

YU. PYLYPCHENKO

Charmonium Production at HERA-B.
KINR Annual Conf., Kiev/UA (2004)

A. SBRIZZI

Pentaquark Search at HERA-B.
ECT Workshop, Trento/I (2004)

J. SPENGLER

Physics with Hera-B.
Seminarvortrag am MPI für Kernphysik, Heidelberg/D (2004)

M. STARIČ et al.

Open and Hidden Charm Production in 920 GeV Proton-Nucleus
Collisions.
12th Int. Workshop on Deep Inelastic Scattering (DIS 2004),
Štrbské Pleso/SL (2004)

M. STARIČ et al.

HERA-B RICH: Performance and Physics Impact.
5th Int. Workshop on RICH Counters (RICH 2004) Playa del
Carmen/MEX (2004)

M. SYMALLA

ϕ -Produktion in inelastischen Proton-Kern-Wechselwirkungen.
DPG-Tagung, Mainz/D (2004)

C. VAN ELDIK

K^{*0} -Produktion in Proton-Kern-Wechselwirkungen.
DPG-Tagung, Mainz/D (2004)

M. ZAVERTIAEV

Strangeness Production with the HERA-B Experiment.
39th Rencontres de Moriond – QCD and Hadronic Interactions
at High Energy, La Thuile/I (2004)

T. ŽIVKO et al.

Search for Pentaquarks at HERA-B.
Mini-Workshop Bled 2004, Quark Dynamics, Bled/SL (2004)

Dissertationen

V. AMARAL

Optimization of Data Analysis Queries for Massive Data-Volume
HEP Information Systems.
Univ. Mannheim/D (2004)

M. BARGIOTTI

Studies on χ_c States at the HERA-B Experiment.
Univ. of Bologna/I (2004)

M. BÖCKER

Messung der transversalen Λ -Polarisation mit dem HERA-B-
Detektor.
Univ. Siegen/D (2004)

C. VAN ELDIK

$K^{*0}(892)$ Production in Proton-Nucleus Collisions.
Univ. Dortmund/D (2004)
DESY-THESIS-2004-019

YU. GORBOUNOV

Pattern Recognition in the Inner Tracking System of HERA-B and
Measurement of the V^0 Production Cross Section in pN Collisions.
Univ. Siegen/D (2004)

M. ISPIRYAN

A-Dependence of ϕ Meson Production at HERA-B.
Univ. of Houston/USA (2004)

R. PERNACK

J/ψ - und ψ Produktion bei HERA-B.
Univ. Rostock/D (2004)

YU. PYLYPCHENKO

Study of χ_c Production in pA Interactions at HERA-B.
Univ. of Oslo/N (2004)

M. SYMALLA

Produktion von ϕ -Mesonen in inelastischen Proton-Kern-
Wechselwirkungen.
Univ. Dortmund/D (2004)
DESY-THESIS-2004-020

Diplomarbeiten

J. BATISTA

From CP Violation in Primordial Baryogenesis to the Role of
Calibration and Alignment in the HERA-B Spectrometer.
Univ. of Lisbon/P (2004)

E. KLINKBY

Lambda / Antilambda Polarisation Studies in Proton Nucleus
Collisions at 920 GeV Proton Beam Energy.
Niels Bohr Inst./Univ. Kopenhagen/DK (2004)

M. MOLODIKO

Strange Mesons Production Cross-Sections at HERA-B.
Taras Schechenko Nat. Univ., Kiev/UA (2004)

L.M. SILVA

Medida da Seccao Eficaz de Producao de Pares b-anti-b em De-
caimentos Semileptonicos de Hadroes B em Colisoes de Protoes
em Alvo Fixo.
Tech. Univ. of Lisbon/P (2004)

V. SIPICA

Performance of the HERA-B Muon Detector and Pretrigger Sys-
tems.
Univ. Siegen/D (2004)

A.-G. YAGUES-MOLINA

Strangeness Production in Proton Nucleus Collisions at HERA.
Humboldt Univ. Berlin/D (2004)

Theoretische Physik

Veröffentlichungen

- K. ABAZAJIAN, N.F. BELL, G.M. FULLER, Y.Y.Y. WONG
Cosmological Lepton Asymmetry, Primordial Nucleosynthesis and Sterile Neutrinos.
DESY 04-202, zur Veröffentl. in Phys. Rev. D
- H. ABELE, S. BAESSLER, T.A. BARANOVA, H.G. BOERNER, A. WESTPHAL et al.
Study of the Neutron Quantum States in the Gravity Field.
Zur Veröffentl. in Euro. Phys. J. C
- S. ALBINO, B.A. KNIEHL, G. KRAMER
Low x Particle Spectra in the Modified Leading Logarithm Approximation.
Eur. Phys. J. C38 (2004) 177 und DESY 04-142
- S. ALBINO, B.A. KNIEHL, G. KRAMER, W. OCHS
The Evolution of Hadron Spectra in the Modified Leading Logarithm Approximation.
Eur. Phys. J. C36 (2004) 49 und DESY 04-039
- A. ALI, A.V. BORISOV, D.V. ZHURIDOV
Heavy Majorana Neutrinos in Dilepton Production at Lepton-Proton Colliders.
Vestn. Mosk. Univ., Ser. 3, Fiz., Astron. 59, No. 1 (2004) 15
Moscow Univ. Phys. Bull. 59, No. 1 (2004)
- A. ALI, E. LUNGHI, A.Y. PARKHOMENKO
Implications of the $B \rightarrow (\rho, \omega)\gamma$ Branching Ratios for the CKM Phenomenology.
Phys. Lett. B595 (2004) 323 und hep-ph/0405075
- An Analysis of the Time Dependent CP Asymmetry in $B \rightarrow \pi\pi$ Decays in the Standard Model.
Eur. Phys. J. C36 (2004) 183 und hep-ph/0403275
- J. ALWALL, G. INGELMAN
Strange Quark Asymmetry in the Nucleon and the NuTeV Anomaly.
Phys. Rev. D70 (2004) 111505 und hep-ph/0407364
- Interpretation of Electron-Proton Scattering at Low Q^2 .
Phys. Lett. B596 (2004) 77 und hep-ph/0402248
- L.A. ANCHORDOQUI, Z. FODOR, S.D. KATZ, A. RINGWALD, H. TU
Upper Bounds on the Neutrino-Nucleon Inelastic Cross Section.
DESY 04-192, hep-ph/0410136, zur Veröffentl. in JCAP
- J.R. ANDERSEN et al. (SMALL x COLLABORATION)
Small x Phenomenology: Summary and Status.
Eur. Phys. J. C35 (2004) 67 und DESY 03-220, hep-ph/0312333
- A. BACCHETTA, U. D'ALESIO, M. DIEHL, C. A. MILLER
Single-Spin Asymmetries: the Trento Conventions.
Phys. Rev. D70 (2004) 117504 und DESY 04-193
- J. BARTELS, M. LUBLINSKY
 $\gamma^*\gamma^*$ Scattering via Secondary Reggeon Exchange in QCD.
Mod. Phys. Lett. A19 (2004) 1969 und DESY 04-106, hep-ph/0406273
- N. BEISERT, M. BIANCHI, J.F. MORALES, H. SAMTLEBEN
Higher Spin Symmetry and $N = 4$ SYM.
JHEP 0407 (2004) 058 und DESY 04-058, hep-th/0405057
- W. BERNREUTHER, A. BRANDENBURG, Z.G. SI, P. UWER
Top Quark Pair Production and Decay at Hadron Colliders.
Nucl. Phys. B690 (2004) 81 und DESY 04-026
- S. A. BLUDMAN
Tracking Quintessence Would Require Two Cosmic Coincidences.
Phys. Rev. D69 (2004) 122002
- S.A. BLUDMAN, C. ESSEX, D.C. KENNEDY
Nonequilibrium Thermodynamics of Radiation and Matter.
In: Variational and Extremum Principles in Macroscopic Systems, S. Sieniutycz and H. Farkas (Eds.), Elsevier (2004)
- D. BOER, A. BRANDENBURG, O. NACHTMANN, A. UTERMANN
Factorisation, Parton Entanglement and the Drell-Yan Process.
DESY 04-204, zur Veröffentl. in Eur. Phys. J. C
- A. BRANDENBURG, F.D. STEFFEN
Axino Dark Matter from Thermal Production.
JCAP 0408 (2004) 008 und DESY 04-082
- V. BRAUN, S. SCHAFER-NAMEKI
Supersymmetric WZW Models and Twisted K-Theory of $SO(3)$.
DESY 04-054, UPR-1075-T, hep-th/0403287
- S.J. BRODSKY, R. ENBERG, P. HOYER, G. INGELMAN
Hard Diffraction from Parton Rescattering in QCD.
hep-ph/0409119
- W. BUCHMÜLLER, L. COVI, D. EMMANUEL-COSTA, S. WIENSENFELDT
Flavour Structure and Proton Decay in 6D Orbifold GUTs.
JHEP 0409 (2004) 004 und DESY 03-202, CERN-PH-TH-2004-043, hep-ph/0407070
- W. BUCHMÜLLER, P. DI BARI, M. PLÜMACHER
Leptogenesis for Pedestrians.
DESY 03-100, hep-ph/0401240, zur Veröffentl. in Ann. Phys.
- Some Aspects of Thermal Leptogenesis.
New J. Phys. 6 (2004) 105 und DESY-04-093, hep-ph/0406014
- W. BUCHMÜLLER, K. HAMAGUCHI, O. LEBEDEV, M. RATZ
Dilaton Destabilization at High Temperature.
Nucl.Phys. B699 (2004) 292 und DESY 04-062, hep-th/0404168
- Maximal Temperature in Flux Compactifications.
DESY 04-216, hep-th/0411109, zur Veröffentl. in JCAP
- Dual Models of Gauge Unification in Various Dimensions.
DESY 04-237, hep-ph/0412318, zur Veröffentl. in Nucl. Phys. B
- W. BUCHMÜLLER, K. HAMAGUCHI, M. RATZ, T. YANAGIDA
Supergravity at Colliders.
Phys. Lett. B588 (2004) 90 und DESY 04-010, UT-04-07, hep-ph/0402179
- Gravitino and Goldstino at Colliders.
DESY 04-043, UT-04-11, hep-ph/0403203

- V. BURKERT, M. DIEHL
Generalized Parton Distributions.
Zur Veröffentlichung in: Electromagnetic Interactions and Hadronic Structure, F. E. Close, A. Donnachie, G. Shaw (Eds.), Cambridge Univ. Press (2004)
- G. CHACHAMIS, M. LUBLINSKY, A. SABIO VERA
Higher Order Effects in Non Linear Evolution from a Veto in Rapidities.
DESY 04-153, hep-ph/0408333, zur Veröffentlichung in Nucl. Phys. A
- S.Y. CHOI, P.M. ZERWAS et al.
Determining $\tan\beta$ in $\tau\tau$ Fusion to SUSY Higgs Bosons at a Photon Collider.
DESY 04-077, zur Veröffentlichung in Phys. Lett. B
- The Neutralino Sector of the Next-to-Minimal Supersymmetric Standard Model.
DESY 04-088, zur Veröffentlichung in Nucl. Phys.
- H/A Mixing in CP-Noninvariant Supersymmetric Theories.
DESY 04-055, zur Veröffentlichung in Eur. Phys. J. C
- M. CIAFALONI, D. COLFERAI, G.P. SALAM, A.M. STASTO
The Gluon Splitting Function at Moderately Small x .
Phys. Lett. B587 (2004) 87 und DESY 03-185, DFF-409-11-03, LPHE-03-34, hep-ph/0311325
- G. DALL'AGATA, R. D'AURIA, L. SOMMOVIGO, S. VAULÀ
D=4, N=2 Gauged Supergravity in the Presence of Tensor Multiplets.
Nucl. Phys. B682 (2004) 243
- R. D'AURIA, S. FERRARA, M. TRIGIANTE, S. VAULÀ
Gauging the Heisenberg Algebra of Special Quaternionic Manifolds.
hep-th/0410290
- Scalar Potential for the Gauged Heisenberg Algebra and a Non-polynomial Antisymmetric Tensor Theory.
hep-th/0412063
- R. D'AURIA, L. SOMMOVIGO, S. VAULÀ
N=2 Supergravity Lagrangian Coupled to Tensor Multiplets with Electric and Magnetic Fluxes.
JHEP 0411 (2004) 028
- B.R. DESAI, G. RAJASEKARAN, U. SARKAR
An SO(10) GUT with See-Saw Masses for all Fermions.
DESY 04-203, hep-ph/0411099
- B. DE WIT, H. SAMTLEBEN, M. TRIGIANTE
Maximal Supergravity from IIB Flux Compactifications.
Phys. Lett. B583 (2004) 338 und hep-th/0311224
- The Maximal D = 5 Supergravities.
DESY 04-245, hep-th/0412173, zur Veröffentlichung in Nucl. Phys. B
- M. DIEHL, T. FELDMANN, R. JAKOB, P. KROLL
Generalized Parton Distributions from Nucleon Form Factor Data.
Eur. Phys. J. C39 (2005) 1 und DESY 04-146
- M. DORAN, J. JAECKEL
Testing Dark Energy and Light Particles via Black Hole Evaporation at Colliders.
DESY 04-251, astro-ph/0501437
- M. DUHRSEN, S. HEINEMEYER, H. LOGAN et al.
Extracting Higgs Boson Couplings from LHC Data.
Phys. Rev. D70, 113009 (2004), hep-ph/0406323
- B. EBERLE, A. RINGWALD, L. SONG, T.J. WEILER
Relic Neutrino Absorption Spectroscopy.
Phys. Rev. D 70 (2004) 023007 und DESY 03-219, hep-ph/0401203
- F. FARCHIONI, I. MONTVAY, E. SCHOLZ
Quark Mass Dependence of Pseudoscalar Masses and Decay Constants on a Lattice.
Eur. Phys. J. C31 (2004) 197 und DESY 04-046, MS-TP-04-3, hep-lat/0403014
- F. FARCHIONI, R. FREZZOTTI, K. JANSEN et al.
Twisted Mass Quarks and the Phase Structure of Lattice QCD.
DESY 04-089, BICOCCA-FT-04-8, SFB-CPP-04-18, hep/0406039, zur Veröffentlichung in Eur. Phys. J.
- F. FARCHIONI, K. JANSEN, I. MONTVAY et al.
The Phase Structure of Lattice QCD with Wilson Quarks and Renormalization Group Improved Gluons.
DESY 04-162, MS-TP-04-27, SFB-CPP-04-56, hep-lat/0410031, zur Veröffentlichung in Eur. Phys. J.
- B. FEUCHT, J.H. KUHN, A.A. PENIN, V.A. SMIRNOV
Two Loop Sudakov Form-Factor in a Theory with Mass Gap.
Phys. Rev. Lett. 93 (2004) 101802
- C.J. FEWSTER, I. OJIMA, M. PORRMANN
p-Nuclearity in a New Perspective.
math-ph/0412027
- A. FREITAS, A. VON MANTEUFFEL, P.M. ZERWAS
Slepton Production at e^+e^- and e^-e^- Linear Colliders: Addendum.
DESY 04-133, zur Veröffentlichung in Eur. Phys. J. C
- F. FUGEL, B.A. KNIEHL, M. STEINHAUSER
Two-Loop Electroweak Correction of $\mathcal{O}(G_F M_t^2)$ to the Higgs-Boson Decay into Photons.
Nucl. Phys. B702 (2004) 333 und DESY 04-040
- G. VON GERSDORFF, L. PILO, M. QUIRÓS, A. RIOTTO, V. SANZ
Fermions and Supersymmetry Breaking on the Interval.
Phys. Lett. B689 (2004) 76 und DESY 04-059, hep-th/0404091
- L. GIUSTI, P. HERNÁNDEZ, M. LAINE, P. WEISZ, H. WITTIG
A Strategy to Study the Role of the Charm Quark in Explaining the $\Delta I = 1/2$ Rule.
JHEP 0411 (2004) 016 und DESY 04-081, hep-lat/0407007
- Low-Energy Couplings of QCD from Current Correlators near the Chiral Limit.
JHEP 0404 (2004) 013 und DESY 04-009, hep-lat/0402002
- E.W.N. GLOVER et al.
Top Quark Physics at Colliders.
Acta Phys. Polon. B35 (2004) 2671

- E. GOTSMAN, E. LEVIN, U. MAOR, E. NAFTALI
A Modified Balitsky-Kovchegov Equation.
hep-ph/0411242, zur Veröffentl. in Nucl. Phys. A
- T.W. GRIMM, J. LOUIS
The Effective Action of $N=1$ Calabi-Yau Orientifolds.
Nucl. Phys. B699 (2004) 387, hep-th/0403067
- The Effective Action of Type IIA Calabi-Yau Orientifolds.
hep-th/0412277
- M. GUAGNELLI, J. HEITGER, F. PALOMBI, C. PENA,
A. VLADIKAS (ALPHA COLLABORATION)
The Continuum Limit of the Quark Mass Step Scaling Function
in Quenched Lattice QCD.
JHEP 0405 (2004) 001 und DESY 04-022, hep-lat/0402022
- F. GUTBROD
Gauge Singularities in the $SU(2)$ Vacuum on the Lattice.
DESY 04-215, hep-lat/0412010, zur Veröffentl. in Nucl. Phys. B
- K. HAMAGUCHI, M. KAWASAKI, T. MOROI, F. TAKAHASHI
Curvatons in Supersymmetric Models.
Phys. Rev. D69 (2004) 063504 und DESY 03-097, RESCEU-92-03,
TU-692, hep-ph/0308174,
- K. HAMAGUCHI, Y. KUNO, T. NAKAYA, M.M. NOJIRI
A Study of Late Decaying Charged Particles at Future Colliders.
Phys. Rev. D70 (2004) 115007 und DESY 04-179, YITP-04-50,
hep-ph/0409248
- A. HEBECKER
A Comment on the Cosmological Constant Problem in Spontaneously Broken Supergravity.
Phys. Lett. B601 (2004) 197 und DESY 04-130
- A. HEBECKER, A. WESTPHAL
Gauge Unification in Extra Dimensions: Power Corrections vs. Higher-Dimension Operators.
Nucl. Phys. B701 (2004) 273 und DESY 04-109
- G. HEINRICH, B.A. KNIEHL
Next-to-Leading-Order Predictions for $D^{*\pm}$ Plus Jet Photoproduction at DESY HERA.
Phys. Rev. D70 (2004) 094035 und DESY 04-181
- J. HEITGER, J. WENNEKERS
Effective Heavy-light Meson Energies in Small-Volume Quenched QCD.
JHEP 0402 (2004) 064
- J. HEITGER, A. JÜTTNER, R. SOMMER, J. WENNEKERS
Non-Perturbative Tests of Heavy Quark Effective Theory.
JHEP 0411 (2004) 048 und DESY 04-102
- O. HOHM, J. LOUIS
Spontaneous $N = 2 \rightarrow N = 1$ Supergravity Breaking in Three-dimensions.
Class. Quant. Grav. 21 (2004) 4607 und hep-th/0403128
- H. JOCKERS, J. LOUIS
The Effective Action of D7-Branes in $N=1$ Calabi-Yau Orientifolds.
Nucl. Phys. B705 (2004) 167
- H.A. KASTRUP
Quantization of the Optical Phase Space $\mathcal{R}^2 = \{\varphi \bmod 2\pi, I > 0\}$
in Terms of the Group $SO^\uparrow(1, 2)$ (Addendum).
Fortschr. Phys. 52 (2004) 388
- Y.-Y. KEUM
Phenomenological Applications of k_T Factorization.
Pramana 63 (2004) 1151 und hep-ph/0410337
- W. KILIAN, T. PLEHN, P. RICHARDSON, E. SCHMIDT
Split Supersymmetry at Colliders.
DESY 04-136, hep-ph/0408088, zur Veröffentl. in Eur. Phys. J. C
- W. KILIAN, D. RAINWATER, J. REUTER
Pseudo-Axions in Little Higgs Models.
DESY 04-137, TTP-04-16, NSF-KITP-04-124, hep-ph/0411213,
zur Veröffentl. in Phys. Rev. D
- M. KLASSEN, B.A. KNIEHL, L.N. MIHAILA, M. STEINHAUSER
 J/ψ Plus Jet Associated Production in Two-Photon Collisions at Next-to-Leading Order.
DESY 04-080, zur Veröffentl. in Nucl. Phys. B
- J/ψ Plus Prompt-Photon Associated Production in Two-Photon Collisions at Next-to-Leading Order.
DESY 04-149, zur Veröffentl. in Phys. Rev. D
- M. KLASSEN, G. KRAMER
Factorization Breaking in Diffractive Dijet Photoproduction.
Eur. Phys. J. C38 (2004) 93 und DESY 04-011, LPSC 04-002
- M. KLASSEN, G. KRAMER
Evidence for Factorization Breaking in Diffractive Low- Q^2 Dijet Production.
Phys. Rev. Lett. 93 (2004) 232002
- B.A. KNIEHL, G. KRAMER, I. SCHIENBEIN, H. SPIESBERGER
Inclusive $D^{*\pm}$ Production in $p\bar{p}$ Collisions with Massive Charm Quarks.
DESY 04-172, zur Veröffentl. in Phys. Rev. D
- B.A. KNIEHL, G. KRAMER, M. MANIATIS
Inclusive Production of Single Hadrons with Finite Transverse Momenta in Deep-Inelastic Scattering at Next-to-Leading Order.
DESY 04-224, zur Veröffentl. in Nucl. Phys. B
- B.A. KNIEHL, C.P. PALISOC, L. ZWIRNER
Associated Production of Bottomonia and Higgs Bosons at Hadron Colliders.
Phys. Rev. D69 (2004) 115005 und DESY 04-023
- B.A. KNIEHL, A.A. PENIN, A. PINEDA, V.A. SMIRNOV, M. STEINHAUSER
 $M(\eta_b)$ and α_s from Nonrelativistic Renormalization Group.
Phys. Rev. Lett. 92 (2004) 242001 und DESY 03-172
- B.A. KNIEHL, A.A. PENIN, Y. SCHRÖDER, V.A. SMIRNOV, M. STEINHAUSER
Two-Loop Static QCD Potential for General Colour State.
DESY 04-232, zur Veröffentl. in Phys. Lett. B

- B.A. KNIEHL, J.H. PICLUM, M. STEINHAUSER
Relation between Bottom-Quark \overline{MS} Yukawa Coupling and Pole Mass.
Nucl. Phys. B695 (2004) 199 und DESY 04-108
- B.A. KNIEHL, L. ZWIRNER
Prompt J/ψ Production in Charged-Current Deep-Inelastic Scattering.
Nucl. Phys. B678 (2004) 258 und DESY 03-107
- M. KRÄMER, T. PLEHN, M. SPIRA, P.M. ZERWAS
Pair Production of Scalar Leptoquarks at LHC.
DESY 04-200, zur Veröffentlich. in Phys. Rev. D
- G. KRAMER, H. SPIESBERGER
Inclusive Photoproduction of D^* Mesons with Massive Charm Quarks.
Eur. Phys. J. C38 (2004) 309 und DESY 04-196, MZ-TH/03-18
- K. KUTAK, A.M. STASTO
Unintegrated Gluon Distribution from Modified BK Equation.
DESY 04-139, hep-ph/0408117, zur Veröffentlich. in Eur. Phys. J. C
- O. LEBEDEV, K. OLIVE, M. POSPELOV, A. RITZ
Probing CP Violation with the Deuteron Electric Dipole Moment.
Phys. Rev. D70 (2004) 016003 und DESY 04-020
- E. LEVIN, M. LUBLINSKY
Balitsky's Hierarchy from Mueller's Dipole Model and More about Target Correlations.
hep-ph/0411121, zur Veröffentlich. in Phys. Lett. B
- J. LOUIS, W. SCHULGIN
Massive Tensor Multiplets in $N=1$ Supersymmetry.
hep-th/0410149, zur Veröffentlich. in Fort. Phys.
- M. LUBLINSKY
An Analytical Expression for the Non-Singlet Structure Functions at Small x in the Double Logarithmic Approximation.
Phys. Rev. D69 (2004) 077502 und DESY 04-002, hep-ph/040130
- J. LUCIETTI, S. SCHAFFER-NAMEKI, A. SINHA
On the Plane Wave Cubic Vertex.
Phys. Rev. D70 (2004) 026005 und DESY 04-024, DAMTP-2004-9, hep-th/0402185
- C. LÜDELING
From Super-Young-Mills to QCD.
DESY 04-248, hep-th/0412178
- G. MACK, M. DE RIESE
Simple Space-Time Symmetries: Generalizing Conformal Field Theory.
DESY 04-138, hep-th/0410277
- R.N. MOHAPATRA et al.
Theory of Neutrinos.
hep-ph/0412099
- J.F. MORALES, H. SAMTLEBEN
Higher Spin Holography for SYM in d Dimensions.
DESY 04-229, hep-th/0411246, zur Veröffentlich. in Phys. Lett. B
- G. MÜNSTER, C. SCHMIDT, E.E. SCHOLZ
Chiral Perturbation Theory for Partially Quenched Twisted Mass Lattice QCD.
Europhys. Lett. 86 (2004) 639 und DESY 04-015, MS-TP-04-1, hep-lat/0402003
- H. NICOLAI, H. SAMTLEBEN
On $K(E_9)$.
DESY 04-119, hep-th/0407055, zur Veröffentlich. in Quarterly J. Pure Appl. Math.
- C. PENA, S. SINT, A. VLADIKAS
Twisted Mass QCD and Lattice Approaches to the $\Delta I = 1/2$ Rule.
JHEP 0409 (2004) 069 und DESY 04-079, hep-lat/0405028
- A.A. PENIN, A. PINEDA, V.A. SMIRNOV, M. STEINHAUSER
 $M(b_c^*) - M(b_c)$ Splitting from Nonrelativistic Renormalization Group.
Phys. Lett. B593 (2004) 124
- Spin Dependence of Heavy Quarkonium Production and Annihilation Rates: Complete Next-to-Next-to-Leading Logarithmic Result.
Nucl. Phys. B699 (2004) 183
- M. PORRMANN
Particle Weights and their Disintegration I.
Commun. Math. Phys. 248 (2004) 269
- Particle Weights and their Disintegration II.
Commun. Math. Phys. 248 (2004) 305
- A. RINGWALD, Y.Y.Y. WONG
Gravitational Clustering of Relic Neutrinos and Implications for their Detection.
JCAP 0412 (2004) 005 und DESY 04-147, hep-ph/0408241
- U. SARKAR
Minimal Supersymmetric $SO(10)$ GUT with Doublet Higgs.
DESY 04-163, hep-ph/0409019
- S. SCHAFFER-NAMEKI
K-Theoretical Boundary Rings in $N=2$ Coset Models.
Nucl. Phys B706 (2005) 531 und DESY 04-063, hep-th/0408060
- The Algebraic Curve of 1-Loop Planar $N=4$ SYM.
DESY 04-250, hep-th/0412254
- F.P. SCHULLER, M.N.R. WOHLFARTH
Classical Limit of Quantum Gravity in an Accelerating Universe.
gr-qc/0411076
- L. SOMMOVIGO, S.VAULÀ
 $D=4, N=2$ Supergravity with Abelian Electric and Magnetic Charges.
Phys.Lett. B602 (2004) 130
- A.M. STASTO
Ultrahigh Energy Neutrino Physics.
Int. J. Mod. Phys. A19 (2004) 317 und DESY 03-171, astro-ph/0310636
- S. VAULÀ
 $N=4$ Supergravity for Type IIB on T^6/Z_2 in Presence of Fluxes.
Class. Quant. Grav. 21 (2004) 1523

G. WEIGLEIN et al.

Physics Interplay of the LHC and the ILC.

DESY 04-206, SLAC-PUB-10764, ANL-HEP-PR-04-108, CERN-PH-TH-2004-214, DCPT-04-134, IFIC-04-59-R-IISC-CHEP-13-04, IPPP-04-67, UB-ECM-PF-04-31, UCD-04-28, UCI-TR-2004-37, hep-ph/0410364, zur Veröffentl. in Phys. Rep. C

S. WIESENFELDT

Proton Decay in Supersymmetric GUT Models.

Mod. Phys. Lett. A19 (2004) 2155 und DESY 04-125, hep-ph/0407173

P.M. ZERWAS

W and Z Physics at LEP.

Eur. Phys. J. C34 (2004) 41

Veröffentlichte Vorträge

A. ALI

Review of Heavy Quark Physics - Theory.

Proc. of the 32nd Int. Conf. on High-Energy Physics (ICHEP04), Beijing/RC und DESY 04-236, hep-ph/0412128

Present Status of Rare B-Decays. Theoretical Prospects for $B \rightarrow (K, K^*)\ell^+\ell^-$ – Form Factors, Large Energy Relations.

Proc. of the Workshop: Discovery Potential of a High Luminosity Asymmetric B Factory, Stanford/USA (2004)

A. ALI, E. LUNGHI, A.Y. PARKHOMENKO

Theoretical Prospects for $B \rightarrow (K^*, \rho)\gamma$.

Proc. of the Workshop: Discovery Potential of a High Luminosity Asymmetric B Factory, Stanford/USA (2004)

B.C. ALLANACH et al.

Les Houches beyond the Standard Model Working Group.

Summary Report.

Proc. of the 3rd Les Houches Workshop: Physics At TeV Colliders Les Houches/F (2003) und hep-ph/0402295

B.C. ALLANACH, P.M. ZERWAS et al.

Reconstructing Supersymmetric Theories by Coherent LHC/LC Analyses.

Proc. of the LHC/LC Workshop, Hamburg/D, Geneva/CH (2004) und DESY 04-044

SUSY Parameter Analysis at TeV and Planck Scales.

Proc. of the 7th DESY Workshop on Elementary Particle Theory: Loops and Legs in Quantum Field Theory, Zinnowitz/D (2004) (Nucl. Phys. Proc. Suppl. 135 (2004) 107) und DESY 04-066

L.A. ANCHORDOQUI, C.D. DERMER, A. RINGWALD

Frontiers in Cosmic Rays.

Proc. of the 10th Marcel Großmann Meeting, Rio de Janeiro/BR (2003) und DESY 04-031, hep-ph/0403001

U. BAUR, T. PLEHN and D. RAINWATER

Probing the Higgs Self-Coupling.

Proc. of the 3rd Les Houches Workshop: Physics At TeV Colliders Les Houches/F (2003) und hep-ph/0406152

W. BERNREUTHER, A. BRANDENBURG, Z.G. SI, P. UWER

Investigation of Top Quark Spin Correlations at Hadron Collider.

Proc. of the 32nd Int. Conf. on High-Energy Physics (ICHEP04), Beijing/RC (2004) und CERN-PH-TH-2004-206

S.A. BLUDMAN

Critique of Tracking Quintessence.

In: Multiwavelength Cosmology, M. Plionis (Ed.) Kluwer (2004)

What We Already Know About Tracking Quintessence.

Proc. of the 2nd Int. Workshop on Neutrino Oscillations (NO-VE2003), Venice/I (2003)

A. BRANDENBURG, S. DITTMAYER, P. UWER, S. WEINZIERL

Top Quark Pair + Jet Production at Next-to-leading Order: NLO QCD Corrections to $gg \rightarrow \bar{t}g$.

Proc. of the 7th DESY Workshop on Elementary Particle Theory: Loops and Legs in Quantum Field Theory, Zinnowitz/D (2004) (Nucl. Phys. Proc. Suppl. 135 (2004) 71) und DESY 04-111

A. BRANDENBURG, F.D. STEFFEN

Axinos as Dark Matter in the Universe.

Proc. of 9th Rencontres de Moriond Workshop on Exploring the Universe: Contents and Structures of the Universe, La Thuile/I (2004) und DESY 04-092

Thermal Production of Axinos in the Early Universe.

Proc. of the 6th Conf. on SEWM04, Helsinki/FIN (2004) und DESY 04-134

A. BRUNI, M. DIEHL, F.-P. SCHILLING

Summary of Working Group B: Diffraction and Vector Mesons. Proc. of the 12th DIS04, Strbske Pleso/SL (2004) und DESY 04-201

W. BUCHMÜLLER

The Flavour Puzzle from an Orbifold GUT Perspective.

Proc. of the Fujihara Seminar on Neutrino Mass and Seesaw Mechanism, Tsukuba/J (2004) (Nucl. Phys. Proc. Suppl. 137 (2004) 182) und DESY 04-121, hep-ph/0407267

Baryon Asymmetry and Thermal Leptogenesis.

Proc. of the 21st Int. Conf. on Neutrino Physics And Astrophysics (Neutrino2004), Paris/F (2004) (Nucl. Phys. Proc. Suppl.)

S.Y. CHOI, P.M. ZERWAS et al.

$\tau\tau$ Fusion to SUSY Higgs Bosons at a Photon Collider: Measuring $\tan\beta$.

Proc. of the Int. Conf. on Linear Colliders (LCWS2004), Paris/F (2004) und DESY 04-122

B. DE WIT, H. NICOLAI, H. SAMTLEBEN

Gauged Supergravities in Three Dimensions: A Panoramic Overview.

Proc. of the 27th Johns Hopkins Workshop on Current Problems in Particle Theory: Symmetries and Mysteries of M Theory, Goteburg/S (2004) und DESY 04-033, hep-th/0403014

B. DE WIT, H. SAMTLEBEN, M. TRIGIANTE

Gauging Maximal Supergravities.

Proc. of the 36th Int. Symp. Ahrenschoop on the Theory of Elementary Particles, Wernsdorf/D (2003) (Fortsch. Phys. 52 (2004) 489) und hep-th/0311225

M. DIEHL, B. PIRE, L. SZYMANOWSKI

Exclusive Electroproduction of Pentaquarks.

Proc. of the 12th DIS04, Strbske Pleso/SL (2004)

- P. DIMOPOULOS, J. HEITGER, C. PENA, S. SINT, A. VLADIKAS (ALPHA COLLABORATION)
Precision Computation of B_K in Quenched Lattice QCD.
Proc. of the 22nd Int. Symposium on Lattice Field Theory, Batavia/USA (2004) (Nucl. Phys. Proc. Suppl.) und DESY 04-145, hep-lat/0409026
- M. DOBBS et al.
The QCD/SM Working Group: Summary Report.
Proc. of the 3rd Les Houches Workshop: Physics At TeV Colliders Les Houches/F (2003) und hep-ph/0403100
- F. FARCHIONI, R. FREZZOTTI, K. JANSEN et al.
Exploring the Phase Structure of Lattice QCD with Twisted Mass Quarks.
Proc. of the 22nd Int. Symposium on Lattice Field Theory, Batavia/USA (2004) und DESY 04-188, MS-TP-04-26, hep-lat/0409098
- F. FARCHIONI, I. MONTVAY, E. SCHOLZ
Unquenched Simulations with $N_f = 2$ Light Quark Flavours.
Proc. of the 22nd Int. Symposium on Lattice Field Theory, Batavia/USA (2004) und DESY 04-158, MS-TP-04-22, hep-lat/0409004
- Z. FODOR, S.D. KATZ, A. RINGWALD, H. TU
Strong Neutrino-Nucleon Interactions at Ultrahigh Energies as a Solution to the GZK Puzzle.
Proc. of the 10th Marcel Großmann Meeting, Rio de Janeiro/BR (2003) und DESY 04-014, hep-ph/0402102
- A. FREITAS, P.M. ZERWAS et al.
Sleptons: Masses, Mixings, Couplings.
Proc. of the Int. Conf. on Linear Colliders (LCWS2004), Paris/F (2004) und DESY 04-155
- L. GIUSTI, P. HERNÁNDEZ, M. LAINE et al.
Correlation Functions at Small Quark Masses with Overlap Fermions.
Proc. of the 22nd Int. Symposium on Lattice Field Theory, Batavia/USA (2004) (Nucl. Phys. Proc. Suppl.) DESY 04-171, hep-lat/0409031
- J. HEITGER, A. JÜTTNER, R. SOMMER, J. WENNEKERS
Non-perturbative Tests of HQET in Small-volume Quenched QCD.
Proc. of the 22nd Int. Symposium on Lattice Field Theory, Batavia/USA (2004) und DESY 04-178
- K. HAMAGUCHI
Supergravity at Colliders.
Proc. of the YITP Workshop: Progress in Particle Physics, Kyoto/J (2004)
- Gravitino in the Past and in the Future.
Proc. the 12th Int. Conf. on Supersymmetry and Unification of Fundamental Interactions (SUSY04), Tsukuba/J (2004)
- W. KILIAN
Little Higgs Phenomenology at the Linear Collider.
Proc. of the Int. Conf. on Linear Colliders (LCWS2004), Paris/F (2004)
- $e^-e^+ \rightarrow 6, 8$ Fermions with WHIZARD.
Proc. of the Int. Conf. on Linear Colliders (LCWS2004), Paris/F (2004)
- G. KRAMER
Inclusive Light-Hadron Production in Photon-Photon Collisions at NLO.
Proc. of the Int. Conf. on Structure and Interactions of the Photon and 15th Int. Workshop on Photon-Photon Collisions (PHOTON2003), Frascati/I (2003) (Nucl. Phys. B (Proc. Suppl.) 126 (2004) 146)
- Inclusive D^* Production in $\gamma\gamma$ Collisions with Massive Quarks at NLO.
Proc. of the Int. Conf. on Structure and Interactions of the Photon and 15th Int. Workshop on Photon-Photon Collisions (PHOTON2003), Frascati/I (2003) (Nucl. Phys. B (Proc. Suppl.) 126 (2004) 165)
- M. LUBLINSKY
High Energy Evolution Beyond the Balitsky - Kovchegov Equation.
Proc. of the Workshop on Hadron Structure and QCD, St. Petersburg/RUS (2004) und hep-ph/0411381
- I. MONTVAY
QCD Spectroscopy with Three Light Quarks.
Proc. of the NIC Symposium 2004, Jülich/D (2004)
- M.M. MÜHLEITNER
Linear Collider Prospects on Electroweak Physics.
Proc. of the 32nd ICHEP04, Beijing/China (2004) und hep-ph/0411059
- G. MÜNSTER, C. SCHMIDT, E.E. SCHOLZ
Chiral Perturbation Theory for Twisted Mass QCD.
Proc. of the 22nd Int. Symposium on Lattice Field Theory Batavia/USA (2004) und MS-TP-04-25, hep-lat/0409066
- F. PALOMBI, C. PENA, S. SINT (ALPHA COLLABORATION)
NLO Anomalous Dimension of Multiplicatively Renormalizable Four-Fermion Operators in Schrödinger Functional Schemes.
Proc. of the 22nd Int. Symposium on Lattice Field Theory, Batavia/USA (2004) (Nucl. Phys. Proc. Suppl.) und DESY 04-144, hep-lat/0408018
- E.A. PASCHOS, M. SAKUDA, I. SCHIENBEIN, J.Y. YU
Comparison of a New Δ Resonance Production Model with Electron and Neutrino Data.
Proc. of the 3rd Int. Workshop on Neutrino Nucleus Interactions in the Few GeV Region (NuInt04), Gran Sasso/I (2004) (Nucl. Phys. Proc. Suppl.139 (2005) 125) und hep-ph/0408185
- E.A. PASCHOS, I. SCHIENBEIN, J.Y. YU
Pion Rescattering in Nuclei.
Proc. of the 3rd Int. Workshop on Neutrino Nucleus Interactions in the Few GeV Region (NuInt04), Gran Sasso/I (2004) (Nucl. Phys. Proc. Suppl.139 (2005) 119) und hep-ph/0408148
- D. RAINWATER
NLO Corrections to V +Jets as a Background to the LHC Higgs Search.
Proc. of the Workshop, Les Houches/F (2003) und hep-ph/0406152

A. RINGWALD

Extremely Energetic Cosmic Neutrinos and their Impact on Particle Physics and Cosmology.
Proc. of the Cosmic Ray Int. Seminar 2004, Catania/I (2004) und DESY 04-180, hep-ph/0409151

A. RINGWALD, Y.Y.Y. WONG

Relic Neutrino Clustering and Implications for their Detection.
Proc. of the 5th Int. Heidelberg Conf. on Dark Matter in Astro and Particle Physics (DARK2004), College Station/USA (2004) und DESY 04-242, hep-ph/0412256

I. SCHIENBEIN

Inclusive D^* Hadroproduction with Massive Quarks.
Proc. of the 12th DIS04, Strbske Pleso/SL (2004) und hep-ph/0408036

F. SCHREMPP, A. UTERMANN

Instanton Driven Saturation at Small x .
Proc. of the Workshop on New Trends in HERA Physics 2003, Rottach-Egern/D (2003) und DESY-03-217, hep-ph/0401137

Instanton-Driven Gluon Saturation.

Proc. of the 12th DIS04, Strbske Pleso/SL (2004) und DESY 04-124, hep-ph/0407146

A.M. STASTO

Nonlinear Evolution and Saturation.
Proc. of the 33rd Int. Symposium on Multiparticle Dynamics (ISMD 2003), Cracow/PL (2003) (Acta Phys. Polon. B35 (2004) 261)

Vorträge

A. ALI

CKM Phenomenology and B Physics – Present Status and Current Issues.
Hiroshima Univ., Hiroshima/J (2004)
Nat. Center of Phys., Islamabad/PAK (2004)

Radiative Rare B Decays.

Semileptonic and Leptonic Rare B Decays.
Possible Supersymmetric Effects in B-Meson Physics.
Nat. Center of Phys., Islamabad/PAK (2004)

S.A. BLUDMAN

Dark Energy: What Can It Be?
Astronomical Dating of the Birth and Death of Christ.
Univ. Bologna/I (2004)
Univ. Freiburg/D (2004)

A. BRANDENBURG

The Top Quark as a Probe of Fundamental Interactions.
RWTH Aachen/D (2004)

The Drell-Yan Process as a Probe of Nonperturbative QCD.
Univ. Heidelberg/D (2004)

The Top Quark: A Key to the Understanding of Fundamental Interactions.
Univ. Siegen/D (2004)

Thermal Production of Gravitinos and Axinos.
Univ. Bonn/D (2004)

Jet Calculus at Higher Orders.
Sino-German Workshop on QCD at High Energies/Frontiers of QCD, Beijing/RC (2004)

SuperWIMP Dark Matter from Thermal Production.
MPI München/D (2004)

Mini-Workshop on Frontiers in Particle Physics, Shandong Univ. Jinan/RC (2004)

Physics of the Top Quark: A Key to the Understanding of Fundamental Forces at High Energies.
Univ. Dortmund/D (2004)

W. BUCHMÜLLER

Neutrinos and the Matter-Antimatter Asymmetry.
Epiphany Conf., Cracow/PL (2004)

Gravitinos in Cosmology and at Accelerators.
Warsaw/PL (2004)
Rome/I (2004)

Baryon Asymmetry and Thermal Leptogenesis.
COSMO 2004, Toronto/CDN (2004)

Thermal History of the Universe.
DESY Theory Workshop, Hamburg/D (2004)

Baryogenesis and Dark Matter.
DESY Zeuthen/D (2004)

Calculating Neutrino Masses from Quark Masses.
Trento/I (2004)

Neutrinos und der Ursprung der Materie.
Bern/CH (2004)

M. DIEHL

Generalized Parton Distributions: Recent Developments.
Workshop on Hadron Structure and Spectroscopy, Paris/F (2004)

Generalized Parton Distributions: Ways to Investigate Hadron Structure.
MIT Cambridge/USA (2004)

Spatial Structure of Hadrons and Generalized Parton Distributions.
2nd Electron-Ion Collider Workshop, Newport News/USA (2004)

DVCS and Exclusive Processes.

1st Summer School on QCD Spin Physics, Upton/USA (2004)

Generalized Parton Distributions.

Int. Workshop on Transversity, Trento/I (2004)
Sino-German Workshop on QCD at High Energies/Frontiers in QCD, Beijing/RC (2004)

Generalized Parton Distributions: Looking at the Proton from All Sides.

LMU München/D (2004)
ITP Beijing/RC (2004)

Generalized Parton Distributions: Possibilities with COMPASS.
CERN Geneva/CH (2004)

- Hard Exclusive Processes.
Villars Meeting, CERN SPSC Villars/CH (2004)
- Working Group Summary: Diffraction.
Workshop on HERA and the LHC, Geneva/CH (2004)
- Constraining Generalized Parton Distributions with Form Factor Data.
Regensburg/D (2004)
- K. HAMAGUCHI
Nonthermal Leptogenesis Scenarios.
Workshop: Neutrinos and the Early Universe, Trento/I (2004)
- Gravitino in the Past and in the Future.
DESY Theory Workshop: Particle Cosmology, Hamburg/D (2004)
- Supergravity at Colliders: from the Electroweak Scale to the Planck Scale.
PLANCK04: From the Planck Scale to the Electroweak Scale, Bad Honnef/D (2004)
- What Can We Learn from Long-Lived Charged Sleptons?
TU München/D (2004)
- Gravitinos in the Early Universe and in the Future Colliders.
Univ. Padua/I (2004)
- Dilaton Destabilization at High Temperature.
Univ. Tohoku, Sendai/J (2004)
- Dilaton Destabilization at High Temperature.
Univ. Tokyo/J (2004)
- A. HEBECKER
Theoretical Particle Physics.
HGF-Evaluation von DESY, Hamburg/D (2004)
- Spinor Gravity.
16th Workshop beyond the Standard Model, Bad Honnef/D (2004)
- Grand Unification and Extra Dimensions.
DESY Zeuthen/D (2004)
- Grand Unification in the Projective Plane.
ICTP Trieste/I (2004)
- Power-Law Effects in Unified Models.
Univ. Oxford/UK (2004)
- Unified Theories and Extra Dimensions.
Balliol College, Oxford/UK (2004)
- Unified Theories and Extra Dimensions.
10th German-American Frontiers of Science Symposium, Hamburg/D (2004)
- Power-Corrections to Gauge Unification.
PLANCK04, Bad-Honnef/D (2004)
- Gauge Unification in Extra Dimensions: Power Corrections vs. Higher-Dimension Operators.
Strings at CERN, Geneva/CH (2004)
- G. INGELMAN
Soft Colour Interactions and Parton Rescattering in QCD.
Univ. Heidelberg/D
- Negative Gluon Density and GVDM at Low Q².
Lund Small-x Workshop, DESY Hamburg/D
- Understanding Rapidity Gaps and Leading Protons.
Workshop on HERA and the LHC, Geneva/CH (2004)
- H.A. KASTRUP
Replacing the Algebraic Basis {Q, P, 1} of Quantum Mechanics by the Lie Algebra of SO[†](1, 2).
DPG-Tagung, Ulm/D (2004)
LMU München/D (2004)
MPI for Gravitation (AEI) Golm, Potsdam/D (2004)
- Quantum Optics of Interferences in Terms of the Group SO[†](1, 2).
DPG-Tagung, München/D (2004)
- W. KILIAN
Little Higgs Models.
DESY Zeuthen/D (2004)
- Little Higgs at Colliders.
SLAC Stanford/USA (2004)
- Alternatives to the Standard Model.
DPG-Tagung, Mainz/D (2004)
- Little Higgs Models.
Univ. Rostock/D (2004)
- Little Higgs, Split SUSY & Co: Neue Ideen zur neuen Physik.
Univ. Siegen/D (2004)
- Split Supersymmetry at Colliders.
Meeting of the Euro-GDR „Supersymmetry“, Frascati/I (2004)
- B.A. KNIEHL
Recent Issues in Heavy-Quark Production at Colliders.
Collider Physics Workshop, Santa Barbara/USA (2004)
- Theoretical Aspects of Heavy-Meson Production.
CERN-DESY Workshop 2004/2005 on the Implications of HERA for LHC Physics, Hamburg/D (2004)
- QCD at Hadron Colliders: Heavy Quarks and Quarkonia.
Sino-German Workshop: QCD at High Energies/Frontiers in QCD, Beijing/RC (2004)
- Heavy Quark and Quarkonium Production at Colliders.
UCLA Los Angeles/USA (2004)
UCSD San Diego/USA (2004)
ECNU Shanghai/RC (2004)
- Heavy Open-Flavor and Quarkonium Production at Colliders.
LBL Berkeley/USA (2004)
SLAC Stanford/USA (2004)
- Light-Hadron Production in the QCD-Improved Parton Model.
Academica Sinica, Beijing/RC (2004)
- Theoretische Interpretation von Hochenergieexperimenten mit HERA, LEP und Tevatron sowie Vorhersagen für LHC und TESLA.
Univ. Hamburg/D (2004)
- Open Heavy-Flavour Production in Hadron and Photon Collisions.
LPSC Grenoble/F (2004)

G. KRAMER

Factorization Breaking in Diffractive Photoproduction of Dijets.
Proc. of the 12th DIS04, Strbske Pleso/SL (2004)

Faktorisierungsbrechung in diffraktiver Photoproduktion von zwei Jets.

Univ. Bonn/D (2004)

E. LEVIN

A Modified Balitsky-Kovchegov Equation.

HERA-LHC Workshop, Hamburg/D (2004)

M. LUBLINSKY

Low x Evolution beyond the Balitsky-Kovchegov Equation.

Low x Workshop, Prague/CZ (2004)

Univ. Paris/F (2004)

SACLAY Paris/F (2004)

Structure Function Extrapolation to LHC Energies Based on Combined BK/DGLAP Equations.

HERA-LHC Workshop, Hamburg/D (2004)

I. MONTVAY

Dynamical Wilson Twisted Mass Fermions.

Symp. on Lattice QCD Simulations via Int. Research Network, Izu/J (2004)

M. PORRMANN

Particle Weights – a Unified Approach to Wigner Particles and Infraparticles.

Symposium on Mathematical Study of Quantum Systems and its Applications to Quantum Computer, Kyoto/J (2004)

On the Use of Phase Space Criteria (Compactness, Nuclearity) in Local Quantum Field Theory.

Workshop on Establishment of Mathematical Foundations of Quantum Information, Kyoto/J (2004)

D. RAINWATER

Probing the Higgs Potential with Hadron Colliders.

Nordic LHC Workshop 9, Copenhagen/DK (2004)

M. RATZ

Gravitinos in the Early Universe and at Future Colliders.

Univ. Bonn/D (2004)

Gauge Couplings at High Temperature and the Relic Gravitino Abundance.

PLANCK04, Bad Honnef/D (2004)

Group-Theoretical Aspects of Orbifold and Conifold GUTs.

Univ. Hamburg/D (2004)

Dirac Leptogenesis.

Aspen/USA (2004)

Trento/I (2004)

Maximal Temperature of String Compactifications.

Univ. Bonn/D (2004)

A. RINGWALD

Kosmische Neutrinos: Chancen für die Teilchenphysik.

Treffen SFB, Hamburg/D (2004)

Grundlagenphysik mit Freie-Elektronen-Lasern.

Jena/D (2004)

Opportunities for Subdominant Dark Matter Candidates.

Barcelona/E (2004)

Fundamental High-Field Science at an X-Ray FEL Facility.

Scientific and Technical Issues Round-Table Meeting, Hamburg/D (2004)

Instanton Physics.

Sino-German Workshop on QCD at High Energies/Frontiers in QCD, Beijing/RC (2004)

Clustering of Relic Neutrinos and Implications for their Detection.

Workshop on Neutrinos and the Early Universe, Trento/I (2004)

Neutrinos in the Universe.

ECFA/BENE Workshop on the Future of Accelerator Neutrino Experiments in Europe, Hamburg/D (2004)

Gravitational Clustering of Relic Neutrinos and Implications for their Detection.

Zürich/CH (2004)

Gravitational Clustering of Relic Neutrinos in Galactic Halos and their Detection.

Lab. Naz. del Gran Sasso, Assergi L'Aquila/I (2004)

Neutrinos in the Universe.

Students Seminar, Hamburg/D (2004)

E.E. SCHOLZ

Chiral-QCD Low Energy Constants from Lattice Simulations.

DPG Frühjahrstagung Teilchenphysik, Mainz/D (2004)

Low Energy QCD from Lattice Simulations.

36. Herbstschule für HEP, Maria Laach/D (2004)

F. SCHREMPP

Quantenchromodynamik bei Hoher Gluondichte und das Sättigungsproblem.

Allgemeines Kolloquium, LMU München/D (2004)

Instanton-Induced Processes – An Overview.

HERA and the LHC Workshop, Hamburg/D (2004)

A.M. STASTO

Resummed Gluon Splitting Function at Small x .

Lund Small x Meeting, DESY Hamburg/D (2004)

Summary of Working Group A: Structure Functions and Low x .

Proc. of the 12th DIS2004, Strbske Pleso/SL (2004)

Nonlinear Evolution Equations in QCD.

Cracow School of Theoretical Physics, Zakopane/PL (2004)

H. WITTIG

Strong Coupling, Quark Masses and QCD Vacuum.

Orsay/F (2004)

H. WITTIG

Hadronic Electroweak Interactions and the ϵ -Regime of QCD.

Humboldt-Univ. Berlin/D (2004)

Quarks, Hadronen und Computer.

Univ. Münster/D (2004)

Chiral Lagrangians from Lattice Simulations of QCD.

Int. Workshop Quantum Fields in the Era of Teraflop Computing, ZiF, Bielefeld/D (2004)

- Lattice QCD: Past Successes and Future Challenges.
GSI Darmstadt/D (2004)
- The ϵ -Regime of QCD and its Applications to Non-Leptonic Kaon Decays.
337. Int. WE-Heraeus-Sem., Physikz., Bad Honnef/D (2004)
- P.M. ZERWAS
Reconstructing Supersymmetric Theories at High Scales.
FNAL Batavia/USA (2004)
ANL Argonne/USA (2004)
- SPA – Supersymmetry Parameter Analysis.
LC ECFA Workshop, Durham/UK (2004)
- Perspektiven der Teilchenphysik.
Univ. Siegen/D (2004)
- Quanten-Chromodynamik: Von Fermi zu Planck-Skala.
RWTH Aachen/D (2004)
- Particle Physics at DESY.
DESY Verwaltungsrat, Zeuthen/D (2004)
- Noble Action: Quantum Chromodynamics.
DESY Wissenschaftlicher Rat, Hamburg/D (2004)
- P.M. ZERWAS
Electroweak Symmetry Breaking and Higgs Physics.
11th Mexican School of Particles and Fields, Xalapa/MEX (2004)

Dissertationen

- C. LEHMANN
Gauge Covariant Multiscale Analysis of Complex Systems.
Univ. Hamburg/D (2004)
DESY-THESIS-2004-007
- M. DE RIESE
Simple Space-Time Symmetries in Quantum Field Theory.
Univ. Hamburg/D (2004)
DESY-THESIS-2004-030
- H. TU
Ultrahigh Energy Cosmic Neutrinos and Physics beyond the Standard Model.
Univ. Hamburg/D (2004)
DESY-THESIS-2004-018
- S. WIESENFELDT
Proton Decay in Supersymmetric Grand Unified Theories.
Univ. Hamburg/D (2004)
DESY-THESIS-2004-009

Diplomarbeiten

- F. FUGEL
Zwei-Schleifen-Korrekturen zum Higgs-Zerfall in zwei Photonen.
Univ. Hamburg/D (2004)

- J. HAMANN
Hybrid Inflation with a Local Gauge Symmetry.
Univ. Hamburg/D (2004)
DESY-THESIS-2004-006
- B. JANUTTA
Entstehung topologischer Defekte am Ende der Inflation.
Univ. Hamburg/D (2004)
DESY-THESIS-2004-051
- M. RÖHRS
Stochastische Dynamik Komplexer Systeme.
Univ. Hamburg/D (2004)
- B.S. WONSAK
Superfield Supergravity and an Almost No-Scale Scenario.
Univ. Hamburg/D (2004)
DESY-THESIS-2004-010

Forschung an Lepton Collidern

Veröffentlichungen

- OPAL COLLABORATION, G. ABBIENDI et al.
Search for Neutral Higgs Bosons in CP-Conserving and CP-Violating MSSM Scenarios.
Eur. Phys. J. C37 (2004) 49 und CERN-PH-EP/2004-020
- Measurement of Event Shape Distributions and Moments in $e^+e^- \rightarrow$ Hadrons at 91 GeV–209 GeV and a Determination of $\alpha(s)$.
CERN-PH-EP/2004-044, zur Veröffentl. in Eur. Phys. C
- Search for Radions at LEP2.
hep-ex/0410035, zur Veröffentl. in Phys. Lett. B
- Measurement of $R(b)$ in e^+e^- Collisions at 182 GeV–209 GeV.
Phys. Lett. B609 (2005) 212 und hep-ex/0410034
- Determination of the LEP Beam Energy Using Radiative Fermion-Pair Events.
Phys. Lett. B604 (2004) 31 und hep-ex/0408130
- Flavour Independent h^0A^0 Search and Two Higgs Doublet Model Interpretation of Neutral Higgs Boson Searches at LEP.
hep-ex/0408097 und zur Veröffentl. in Eur. Phys. C
- Multi-Photon Events with Large Missing Energy in e^+e^- Collisions at $\sqrt{s} = 192$ –209 GeV.
Phys. Lett. B602 (2004) 167 und hep-ex/0412011
- Search for Neutral Higgs Boson in CP-Conserving and CP-Violating MSSM Scenarios.
Eur. Phys. J. C37 (2004) 49 und hep-ex/0406057
- Measurement of the Strange Spectral Function in Hadronic Tau Decays.
Eur. Phys. J. C35 (2004) 437 und hep-ex/0406007

Scaling Violations of Quark and Gluon Jet Fragmentation Functions in e^+e^- Annihilations at $\sqrt{s} = 91.2$ GeV and 183 GeV–209 GeV. Eur. Phys. J. C37 (2004) 25 und hep-ex/0404026

Study of Bose-Einstein Correlations in $e^+e^- \rightarrow W^+W^-$ Events at LEP. Eur. Phys. J. C36 (2004) 297 und hep-ex/0403055

Constraints on Anomalous Quartic Gauge Boson Couplings From $\nu\bar{\nu}\gamma\gamma$ and $q\bar{q}\gamma\gamma$ Events at LEP2. Phys. Rev. D70 (2004) 032005 und hep-ex/0402021

THE LEP COLLABORATIONS ALEPH, DELPHI, L3, OPAL, THE LEP ELECTROWEAK WORKING GROUP, THE SLD ELECTROWEAK AND HEAVY FLAVOUR GROUPS
A Combination of Preliminary Electroweak Measurements and Constraints on the Standard Model
CERN-PH-EP-2004-069

V. AMMOSOV et al.
RPC as a Detector for High Granularity Digital Hadron Calorimetry. DESY 04-057

V. ANDREEV et al.
A High Granularity Scintillator Hadronic-Calorimeter with SIPM Readout for a Linear Collider Detector. DESY 04-143, LC-DET-2004-027

P. BECHTLE et al.
Fittino, a Program for Determining MSSM Parameters From Collider Observables Using an Iterative Method. hep-ph/0412012, zur Veröffentlich. in Comp. Phys. Commun.

Detector R&D.
Int. J. Mod. Phys. A1216 (2004)

K. BÜSSER et al.
A Detector Concept of the Forward Region. LC-DET-2004-034

K. DESCH et al.
Impact of Hadronic Backgrounds on Selected Higgs Physics Analyses at a Linear Collider. LC-PHSM-2004-009

Study of Higgs Boson Pair Production at Linear Collider. LC-PHSM-2004-006, hep-ph/0406229

F. FRANCO-SOLLOVA
Study of Triple Gauge Boson Couplings in W-Pair Production at the Linear Collider Using Transversely Polarized Beams. LC-PHSM-2004-011

E. GARUTTI et al.
Magnetic Field Dependence Studies for Silicon Photomultiplier. LC-DET-2004-025

M. KILLENBERG et al.
Charge Transfer and Charge Broadening of GEM Structures in High Magnetic Fields. Nucl. Instrum. Meth. A530 (2004) 251

V. KORBEL
A Scintillator Tile Hadron Calorimeter for the Linear Collider Detector. Zur Veröffentlich. in Nucl. Instrum. Methods

Optimization Studies for a Scintillator-Tile to Wavelength-Shifted Fibre Light Readout for the TESLA-Calice Tile-HCAL. LC-DET-2004-028

A. RASPEREZA
Beam Related Systematics in Higgs Boson Mass Measurement. LC-PHSM-2004-022

A. RASPEREZA et al.
Novel 3D Clustering Algorithm and Two Particle Separation with the Tile HCAL. LC-TOOL-2004-022

F. SEFKOW
Performance Goals and Design Considerations for a Linear Collider Calorimeter. LC-DET-2004-022

THE LHC/LC STUDY GROUP, G. WEIGLEIN et al.
Physics Interplay of the LHC and the ILC. hep-ph/0410364

P. WIENEMANN et al.
A DAQ System for Linear Collider TPC Prototypes Based on the ALEPH TPC Electronics. LC-DET-2004-013, physics/0407120

Fittino, a Program for Determining MSSM Parameters from Collider Observables Using an Iterative Method. hep-ph/0412012, zur Veröffentlich. in Comp. Phys. Commun.

Veröffentlichte Vorträge

Proc. of the Int. Conf. on Linear Colliders (LCWS2004), Paris/F (2004)

T. BEHNKE
Simulation and Tools: A Summary.

A New Reconstruction Technique for the HCAL Prototype (with V. Morgunov).

Simulation and Software Tools for the Linear Collider. LC-TOOL-2004-016

K. BÜSSER
Beam Induced Backgrounds at TESLA for Different Mask Geometries with and without a 2×10 mrad Crossing Angle.

E. ELSSEN
European Study Towards a Global TeV Collider.

E. GARUTTI
Results from the First Tile HCAL Prototype. LC-DET-2004-021

R.-D. HEUER
Concluding Remarks.

- T. KLIMKOVICH et al.
Study of Higgs Bosons Pair Production at the Linear Collider.
- V. KORBEL
Test Beam Facilities at DESY, Frascati and Serpuchov.
- A. RASPEREZA
Novel 3-D Clustering Algorithm and Two Particle Separation With the Tile HCAL.
Beam Related Systematics in Higgs Boson Mass Measurement.
- F. SEFKOW
Worldwide Linear Collider Calorimeter R&D Test Beam Effort.
LC-DET-2004-024
- B. SOBLOHER
Study of Neutralino Production Using Tau Identification.
- P. WIENEMANN
Experimental Tools for SPA.
LC-PHSM-2004-020, hep-ph/0408351
High Magnetic Field Performance of a GEM-TPC.
LC-DET-2004-015, physics/0408131
- K. BÜSSER
Instrumentation of the Forward Region of the TESLA Detector.
Proc. of the Int. Europhys. Conf. on High Energy Physics. EPS, Aachen/D (2003) (Eur. Phys. J. C33 (2004) 1029)
- T. KLIMKOVICH
MSSM Higgs Bosons at a Future Linear Collider.
Proc. of the Int. School of Subnuclear Physics, Erice/I (2004) (EPJdirect (2004))
Heavy Quark Production at HERA Using the H1 Detector.
Proc. of the Int. School of Subnuclear Physics, Erice/I (2004)
- T. KRÄMER
Measurement of Heavy Quark Forward-Backward Asymmetries Using Lepton Tagging Hadronic Z Decays.
Proc. of the Int. Europhys. Conf. on High Energy Physics EPS, Aachen/D (2003) (Eur. Phys. J. C33 (2004) 717)
- W. MENGES
Measurement of Electroweak Gauge Boson Self-Couplings at LEP.
Proc. of the Lake Louise Winter Institute on Fundamental Interactions, Lake Louise/CDN (2004)
- F. POIRIER
Beam Profile Measurements at PETRA with the Laserwire Compton Scattering Monitor.
Proc. of the 9th Particle Accelerator Conf. (EPAC2004), Luzern/CH (2004) und DESY-M-04-03D
- F. SEFKOW
Performance Goals and Design Considerations for a Linear Collider Calorimeter.
Proc. of the 11th Int. Conf. on Calorimetry in High-Energy Physics (Calor 2004), Perugia/I (2004) und LC-DET-2004-022
- P. WIENEMANN et al.
A TPC for a Future Linear Collider.

- Proc. of the 13th IEEE - NPSS Real Time Conf. (RT2003), Montreal/CDN (2003) (IEEE Trans Nuclear Sci. 51 (2004) 4)
- Design and Construction of a TPC Using GEM Foils for Gas Amplification.
Proc. of the 32nd Int. Conf. on High Energy Physics (ICHEP2004), Beijing/RC (2004) und physics/0410104

Vorträge

DPG Frühjahrstagung Teilchenphysik, Mainz/D (2004)

- M. BALL
Aufbau eines UV-Laser Kalibrationssystem für eine Zeitprojektions-Kammer.
- P. BECHTLE
Eine iterative Bestimmung von MSSM Parametern aus LC und LHC Observablen.
- F. FRANCO-SOLLOVA
Triple Gauge Couplings in W-Pair Production at TESLA Using Transversely Polarized Beams.
- M. GROLL
Suche nach Einzelproduktion doppelt geladener Higgs-Bosonen bei OPAL.
Studien mit einem Prototypen für ein hadronisches Kalorimeter für einen zukünftigen Linearcollider.
- A. IMHOF
Bestimmung des CP-Eigenwertes von Higgs-Bosonen aus e^+e^- Kollisionen bei TESLA.
- M.E. JANSSEN
TPC F&E Auflösungsstudien an einer Zeit-Projektionskammer mit GEM-Auslese in hohen Magnetfeldern.
- T. KLIMKOVICH
Untersuchung von MSSM Higgs Bosonen beim e^+e^- Linear Beschleuniger TESLA.
- T. KRÄMER
Finale Messung der Vorwärts-Rückwärts-Asymmetrien schwerer Quarks mit dem OPAL Detektor.
- T. KUHL
Messung der hadronischen Verzweigungsverhältnisse der Higgs-Bosons an einem Linear Collider.
- T. LUX
Eine Zeit-Projektions-Kammer mit GEM Auslese für Messungen in hohen Magnetfeldern.
Messung von Beauty-Produktion in tief-inelastischer Streuung.
- W. MENGES
Drei-Eichboson-Kopplungen bei OPAL.
- H. MEYER
Messung mit einem Prototypen eines hadronischen Kalorimeters für einen zukünftigen Linearcollider.

A. RASPEREZA
Higgs Measurement at TESLA.

S. SOBLOHER
Entwicklung einer Tau-ID für TESLA im Rahmen von Studien zur Neutralino-Produktion.

B. VOIGT
Studien zum Ladungstransfer in einer GEM basierten TPC fuer einen zukünftigen Linear Collider.

ECFA Linear Collider Workshop, Durham/UK (2004)

S. APLIN
Tracking Studies (Shrinking the TPC).

T. BEHNKE
A Medium Sized Detector for the ILC.

Worldwide Simulation Status and Plans for the ILC.

TPC Activities in Hamburg.

Status of LCIO.

European Study Towards a Global TeV Collider.

F. FRANCO-SOLLOVA
Precision Measurements of Beam Polarization at the LC (the Case of Single-W Production).

E. GARUTTI
Monitoring System for the HCAL Prototype.

H. MEYER
Tile HCAL APD Studies.

A. RASPEREZA
Neutral Vertex and Kink Finding Methods.

J. SAMSON
Employing LCIO in Physics Analysis.

F. SEFKOW
Tile HCAL Electronics.

Test Beams Summary.

M. BALL
High Magnetic Field Performance of a GEM-TPC.
IEEE Nuclear Science Symposium, Rome/I (2004)

P. BECHTLE
Searches at LEP.
12th Int. Workshop on Deep Inelastic Scattering (DIS2004), Strbske Pleso/SL (2004)

An Iterative Fit of the SUSY Parameters to the Observables.
American Linear Collider Workshop, Victoria/CDN (2004)

Supersymmetry: Experiments for Search and Deeper Understanding.
SLAC Experimental Lunch Seminar, SLAC Menlo Park/USA (2004)

T. BEHNKE
European Detector Performance Studies.
EU-LC Simulation Status and Plans.
American Linear Collider Physics Group Winter Workshop (AL-CPG2004), Menlo Park/USA (2004)

European Gaseous Tracking.
Worldwide LC Tracking Detector Meeting, SLAC Menlo Park/USA (2004)

Which LC and Where: Contribution to the Round Table Discussion.
18th Les Rencontres de Physique de la Valee d'Aoste: Results and Perspectives in Particle Physics, La Thuile/F (2004)

The LC Detector.
Seminar at Argonne Nat. Lab., Argonne/USA (2004)

The ECFA Simulation Framework.
LC-Simulation Meeting, Argonne Nat. Lab., Argonne/USA (2004)

MOKKA: A Status Report.
LC-Simulation Meeting, Argonne Nat. Lab., Argonne/USA (2004)

Linear Collider Projekte: Vorlesung
Maria Laach Herbstschule für Elementarteilchenphysik, Maria Laach/D (2004)

A Medium Sized Detector for the ILC.
LC Software in the EU.
8th ACFA Meeting on Physics and Detectors for a Linear Collider, Taipei/RC (2004)

K. BÜSSER
Status of the Detector Background Simulations and Comparison of Beamstrahlung Pairs Calculations.
Crossing Angle Meeting and BDS Mini-Workshop, Zeuthen/D (2004)

Physiker – wie sie die Welt sehen.
Kinder als Naturforscher.
DESY Hamburg/D (2004)

Das unbekannte Universum.
Physik für Aufgeweckte, Univ. Hannover/D (2004)

DESY Activities in WG4.
1st ILC Workshop, KEK Tsukuba/J (2004)

Physics Simulations – How Physics Impacts the IR Design.
1st ILC Workshop, KEK Tsukuba/J (2004)

ILC Workshop Review – WG4.
ILC@DESY Kick-Off Meeting, DESY Hamburg/D (2004)

E. ELSSEN
On the Role of EUROTeV and ELAN.
1st ELAN Workshop, Frascati/I (2004)

European Study Towards a Global TeV Collider.
Budget Overview EUROTeV Open Meeting, CERN Geneva/CH (2004)

European Study Towards a Global TeV Collider.
EUROTeV Kick-off Meeting, DESY Hamburg/D (2004)

Summary of EUROTeV Kick-off Meeting.
CARE/ELAN Workshop, DESY Hamburg/D (2004)

M. GROLL
R&D für ein Kalorimeter für den Linearcollider.
Herbstschule Maria Laach, Maria Laach/D (2004)

A. IMHOF
Higgs-Parity Measurements at the ILC.
2nd CPNSH Workshop, CERN Geneva/CH (2004)

R.-D. HEUER
Mit dem Teilchenbeschleuniger TESLA auf der Suche nach dem
Bauplan des Universums.
Kolloquium, Würzburg/D (2004)

The Linear Collider Project: Physics, Technology, Politics.
10th ICEPP Symposium, Hakuba/J (2004)

The Linear Collider Project: Why, How, When.
COE Symposium Prospects on Fundamental Physics in the 21st
Century, Univ. of Tokyo/J (2004)

Vom Ursprung der Materie ... das TESLA Projekt.
Nordrhein-Westfälische Akademie der Wissenschaften, Düssel-
dorf/D (2004)

The Linear Collider: Physics Highlights and Detector Challenges.
IoP HEPP Conf., Birmingham/UK (2004)

News from Europe.
Critical Detector R&D for the TESLA TDR Detector.
Linear Collider Workshop, Victoria/CDN (2004)

Unsichtbares sichtbar machen: Planung und Bau eines Detektors
für die Teilchenphysik.
Öffentlichkeitsvortrag, Univ. Heidelberg/D (2004)

T. KLIMKOVICH
Heavy Quark Production at HERA using the H1 Detector.
MSSM Higgs Bosons at a Future Linear Collider.
Summer School, Erice/I (2004)

W. MENGES
Measurement of Electroweak Gauge Boson Self-Couplings at LEP.
Lake Louise Winter Institute, Lake Louise/CDN (2004)

Measurement of Charged Triple Gauge Coupling Parameters at
 e^+e^- Colliders.
SLAC Menlo Park/USA (2004)
Virginia Tech., Blacksburg/USA (2004)

A. RASPEREZA
Physics at a Future Linear e^+e^- Collider.
18. Int. Workshop on High-Energy Physics and Quantum Field
Theory (QFTHEP2004), St. Petersburg/RUS (2004)

F. SEFKOW
Progress in CALICE Tile HCAL and LCal ECAL R&D.
ALCPG Winter Workshop, SLAC Menlo Park/USA (2004)

Heavy Flavour Production in High Energy ep Collisions.
Heavy Quarks and Leptons Workshop 2004, San Juan/PR (2004)

Experimentation at the ILC.
Seminar, Univ. Zürich/CH (2004)

S. SOBLOHER
Update on Simulation of SUSY Processes in Leptonic Final States.
FLC Seminar, DESY Hamburg/D (2004)

N. Walker
TESLA Linear Collider Luminosity Related Issues.
1st ITRP Meeting, Rutherford Lab. Chilton/UK (2004)

EUROTeV Proposal Review.
ESGARD Meeting, Paris/F (2004)

Update on Ballistic Alignment for the TESLA Linac.
TESLA Collaboration Meeting, Frascati/I (2004)

Beam Delivery System and Detector Backgrounds
SLAC-Novosibirsk Int. Symposium on Forty Years of Lepton
Colliders (COLLID2004), Novosibirsk/RUS (2004)

TTF-II Status & Prospectives.
5th ITRP Meeting, Caltech Pasadena/USA (2004)

European Design Study Towards a Global TeV Linear Collider.
TESLA Collaboration Meeting, LAL, Orsay/F (2004)

EUROTeV after the ITRP Decision.
EUROTeV Open Meeting, CERN Geneva/CH (2004)

Discussions on EUROTeV and ILC.
EUROTeV Kick-Off Meeting, DESY Hamburg/D (2004)

Beam Dynamics Simulation Codes: Required Interfaces, Bench-
marks and Extensions.
EUROTeV and the ILC CARE/ELAN Workshop, DESY Ham-
burg/D (2004)

TESLA TDR Parameters (and some future optimisations?).
1st ILC Workshop, KEK Tsukuba/J (2004)

Diplomarbeiten

M.E. JANSSEN

Auflösungsstudien an einer Zeitprojektionskammer mit GEM-Gasverstärkungssystem.

Univ. Dortmund/D (2004)

DESY-THESIS-2004-049

H. MEYER

Studies of Avalanche Photo Diodes for a Calorimeter Readout at a Linear Collider Detector.

Univ. Hamburg/D (2004)

DESY-THESIS-2005-002

B. VOIGT

A Test Setup for the Investigation of Charge Transfer Processes of a GEM Based TPC.

Univ. Hamburg/D (2004)

DESY-THESIS-2004-014

Dissertationen

P. BECHTLE

SUSY Higgs Boson Searches at LEP and SUSY Parameter Measurements at TESLA.

Univ. Hamburg/D (2004)

DESY-THESIS-2004-040

T. KRÄMER

Measurement of Heavy Quark Forward-Backward Asymmetries and the B Mixing Parameter Using Z Decays Recorded with the OPAL Detector at LEP.

Univ. Hamburg/D (2004)

DESY-THESIS-2004-042

Forschung Linearbeschleuniger**Veröffentlichungen**

L. LILJE et al.

Improved Surface Treatment of the Superconducting TESLA Cavities.

Nucl. Instrum. Meth. A516 (2004) 213

Achievement of 35 MV/m in the Superconducting Nine-Cell Cavities for TESLA.

Nucl. Instrum. Meth. A524 (2004) 1

Veröffentlichte Vorträge

B. STEFFEN et al.

Bunch Length Measurements at the SLS Linac Using Electro-Optical Sampling.

Proc. of the 26th International Free-Electron Laser Conference and the 11th FEL User-Workshop (FEL2004), Trieste/I (2004)

F. VAN DEN BERGHE et al.

Proposal for a Sub-100 fs Electron Bunch Arrival-Time Monitor for the VUV-FEL at DESY.

Proceedings of the 9th European Particle Accelerator Conference (EPAC2004), Luzern/CH (2004)

A. WINTER et al.

Bunch Length Measurements at the SLS Linac Using Electro-Optical Techniques.

Proc. of the 9th European Particle Accelerator Conference (EPAC2004), Luzern/CH (2004)

Vorträge**XFEL 2004 Workshop, SLAC/USA**

S. CASALBUONI

THz Generation and Transport in Transfer Lines.

R. ISCHEBECK

Diagnostic Tools for the Transverse Coherence Measurements of FEL Beams.

A. WINTER

Laser to RF Synchronization.

Bunch Shape Determination Using EOS at the SLS.

P. SCHMÜSER

Superconductivity, Superconducting Magnets and Cavities for Particle Accelerators, Gauge Invariance and Higgs Mechanism in Superconductors. Sommerstudenten-Programm, DESY/D

Diplomarbeiten

A. WINTER

Bunch Length Measurements using Electro-optical Sampling at the SLS Linac.

RWTH Aachen/D (2004)

DESY-THESIS-2004/027

D. KOTTHAUS

Design of the Control for the Radio Frequency Electron Gun of the VUV-FEL Linac.

Univ. Hamburg (2004)

DESY-TESLA Berichte

S. CASALBUONI et al.

Surface Superconductivity in Niobium for Superconducting RF Cavities.

TESLA 2004-06.

Forschung mit Photonen

HASYLAB

Veröffentlichungen

- J. AARIK, A.-A. KIISLER, H. MÄNDAR, M. KIRM
Optical Properties of HfO₂ Thin Films Grown by Atomic Layer Deposition.
Thin Solid Films 466 (2004) 41
- M.M. ABD-ELMEGUID, B. NI, D.I. KHOMSKII, R. POCHA, D. JOHRENDT, X. WANG, K. SYASSEN
Transition from Mott Insulator to Superconductor in GaNbSe₈ and GaTa₄Se₈ Under High Pressure.
Phys. Rev. Lett. 93 (2004) 126403
- S. AGNELLO, R. BOSCAINO, M. CANNAS, A. CANNIZZO, F.M. GELARDI, M. LEONE, S. GRANDI
Spectral Heterogeneity of Oxygen Deficient Centers in Ge-Doped Silica.
Radiat. Meas. 38 (2004) 645
- C. ALONSO, F. BRINGEZU, G. BREZESINSKI, A.J. WARING, J.A. ZASADZINSKI
Modifying Calf Lung Surfactant by Hexadecanol.
Zur Veröffentlich. in Langmuir
- C. ALONSO, T. ALIG, J. YOON, F. BRINGEZU, H. WARRINER, J.A. ZASADZINSKI
More Than a Monolayer: Relating Lung Surfactant Structure and Mechanics to Composition.
Zur Veröffentlich. in Biophys. J.
- M. AMAMI, S. VAN SMAALEN, A. BEN SALAH, X. HEL-LUY, A. SEBALD
Structural Investigation of Trimethylammonium Tetrachloromercurate.
J. Solid State Chem. 177 (2004) 2961
- A. ANEDDA, C.M. CARBONARO, F. CLEMENTE, R. CORPINO, P.C. RICCI
Blue Emission in Mesoporous Silica Excited by Synchrotron Radiation.
Zur Veröffentlich. in Opt. Mater.
- A. ANEDDA, C.M. CARBONARO, F. CLEMENTE, R. CORPINO, P.C. RICCI
Time Resolved Ultraviolet Photoluminescence of Mesoporous Silica.
Zur Veröffentlich. in J. Phys. Chem. B
- I. ARCON, A. KODRE, J. PADEZNIK GOMILSEK, M. HRIBAR, A. MIHELIC
Cs L-edge EXAFS Atomic Absorption Background.
Zur Veröffentlich. in Phys. Scri.
- I. ARCON, A. KODRE, R.M. ABRA, A. HUANG, J.J. VALLNER, D.D. LASIC
EXAFS Study of Liposome Encapsulated Cisplatin.
Colloids Surf. B 33/3-4 (2004) 199
- I. ARCON, A. RISTIC, N. NOVAK TUSAR, A. KODRE, V. KAUCIC
XAS Investigation of Iron Substitution in Triclinic FeAPO-34.
Zur Veröffentlich. in Phys. Scri.
- I. ARCON, B. MALIC, M. KOSEC, A. KODRE
Zr K-Edge EXAFS Study of PZT Thin Film Formation from Sols.
Zur Veröffentlich. in Phys. Scri.
- I. ARCON, N. NOVAK TUSAR, A. RISTIC, A. KODRE, V. KAUCIÈ
XAS Studies on Incorporation of Mn and Co Into Silicalite-1.
Zur Veröffentlich. in Phys. Scri.
- A. AROTI, E. LEONTIDIS, E. MALTSEVA, G. BREZESINSKI
Effects of Hofmeister Anions on DPPC Langmuir Monolayers at the Air-Water.
J. Phys. Chem. B 108 (2004) 15238
- F. AZZURRI, M.A. GOMEZ, G.C. ALFONSO, G. ELLIS, C. MARCO
Time Resolved SAXS/WAXS Studies of the Polymorphic Transformation of 1-Butene/Ethylene Copolymers.
J. Macromol. Sci.-Phys. B43 (2004) 177
- V. BABIN, K.D. OSKAM, P. VERGEER, A. MEIJERINK
The Role of Pb²⁺ as a Sensitizer for Gd³⁺ – Eu³⁺ Downconversion Couple in Fluorides.
Radiat. Meas. 38 (2004) 767
- F. BACELÓ, J. PRADES, S.S. FUNARI, J. FRAU, R. ALEMANY, P.V. ESCRIBÁ
The Hypotensive Drug 2-Hydroxyoleic Acid Modifies the Structural Properties of Model Membranes.
Molecular Membrane Biology 21 (2004) 261
- J. BAK-MISIUK, A. MISIUK, W. PASZKOWICZ, A. SHALIMOV, J. HÄRTWIG, L. BRYJA, J.Z. DOMAGALA, J. TRELA, W. WIERZCHOWSKI, K. WIETESKA, J. RATAJCZAK, W. GRAEFF
Influence of High Pressure and Temperature on Defect Structure of Silicon Crystals Implanted with N or Si Ions.
J. Alloys Compd. 362 (2004) 275
- D. BARRECA, A. GASPAROTO, C. MARAGNO, R. SERAGLIA, E. TONDELLO, A. VENZO, V. KRISHNAN, H. BERTAGNOLLI
Cadmium O-Alkylxanthates as CVD Precursors of CdS: a Chemical Characterization.
Zur Veröffentlich. in Applied Organometallic Chemistry
- A. BECKER, M. EPPLE, K.M. MÜLLER, I. SCHMITZ
A Comparative Study of Clinically Well-Characterized Human Atherosclerotic Plaques with Histological, Chemical, and Ultrastructural Methods.
J. Biol. Inorg. Chem. 98 (2004) 2032

- R. BECKER, H. PARALA, F. HIPLER, O.P. TKACHENKO, K.V. KLEMENTIEV, W. GRÜNERT, H. WILMER, O. HINRICHSEN, M. MUHLER, A. BIRKNER, C. WÖLL, S. SCHÄFER, R.A. FISCHER
Modell-Katalysatoren für die Methanolsynthese: MOCVI-Präparation des Nanokomposits Cu/ZnO@PMS.
Zur Veröffentlichung in *Angew. Chem. Int. Ed.*
- R. BERNHARDT, D. SCHARNWEBER, B. MÜLLER, P. THURNER, H. SCHLIEPHAKE, P. WYSS, F. BECKMANN, J. GOEBBELS, H. WORCH
Comparison of Microfocus- and Synchrotron X-Ray Tomography for the Analysis of Osteointegration Around Ti-6Al-4V-Implants.
European Cells and Materials 7 (2004) 42
- R. BERNHARDT, J. VAN DEN DOLDER, S. BIERBAUM, R. BEUTNER, D. SCHARNWEBER, J. JANSEN, F. BECKMANN, H. WORCH
Osteoconductive Modifications of Ti-Implants in a Goat Defect Model: Characterization of Bone Growth with SR μ CT and Histology.
Zur Veröffentlichung in *Biomaterials*
- H. BERTAGNOLLI, W.J. BLAU, Y. CHEN, D. DINI, M.P. FETH, S.M. OFLAHERTY, M. HANACK, V. KRISHNAN
Synthesis, Characterization and Optical Limiting Properties of a Gallium Phthalocyanine Dimer with Gallium-Gallium Bond.
Zur Veröffentlichung in *J. Mater. Chem.*
- A. BESSIERE, P. DORENBOS, C.W.E. VAN EIJK, L. PIDOL, K.W. KRÄMER, H.U. GÜDEL
Spectroscopy and Anomalous Emission of Ce-Doped Elpasolite $\text{Cs}_2\text{LiYCl}_6$.
J. Phys.: Condens. Matter 16 (2004) 1887
- M. BOROWIEC, V. PROCHAZKA, C.J. OATES, M. SIKORA, D. ZAJAC, D. RYBICKI, D. NOWAK, B. SOBANEK, D. OWOC, A. KOZŁOWSKI, Z. KAKOL, CZ. KAPUSTA, E. WELTER
EXAFS Study of $\text{Fe}_{3-x}\text{M}_x\text{O}_4$ (M=Al,Ti,Zn).
Zur Veröffentlichung in *J. Alloys Compd.*
- N. BRAMNIK, K. BRAMNIK, T. BUHRMESTER, C. BAEHTZ, H. EHRENBERG, H. FUESS
Electrochemical and Structural Studies of LiCoPO_4 -Based Electrodes.
Journal of Solid State Electrochemistry 8 (2004) 558
- F.J. BRIELER, P. GRUNDMANN, M. FRÖBA, L. CHEN, P.J. KLAR, W. HEIMBRODT, H.-A. KRUG V. NIDDA, T. KURZ, A. LOIDL
Size Dependence of Magnetic and Optical Properties of $\text{Cd}_{1-x}\text{Mn}_x\text{S}$ Nanostructures Confined in Mesoporous Silica.
Zur Veröffentlichung in *Chem. Mater.*
- F.J. BRIELER, P. GRUNDMANN, M. FRÖBA, L. CHEN, P.J. KLAR, W. HEIMBRODT, H.-A. KRUG VON NIDDA, T. KURZ, A. LOIDL
Formation of $\text{Zn}_{1-x}\text{Mn}_x\text{S}$ Nanowires Within Mesoporous Silica of Different Pore Sizes.
J. Am. Chem. Soc. 126 (2004) 797
- V. BRIOIS, D. LÜTZENKIRCHEN-HECHT, F. VILLAIN, E. FONDA, S. BELIN, B. GRIESEBOCK, R. FRAHM
Time-Resolved Study of the Oxidation of Ethanol by Cerium(IV) Using Combined Quick-XANES, UV-Vis and Raman Spectroscopies.
Zur Veröffentlichung in *J. Phys. Chem. B*
- L. BRONSTEIN, G. GOERIGK, M. KOSTYLEV, M. PINK, I.A. KHOTINA, P.M. VALETSKY, V.G. MATVEEVA, E.M. SULMAN, M.G. SULMAN, A.V. BYKOV, N.V. LAKINA, R.J. SPONTAK
Structure and Catalytic Properties of Pt-Modified Hyper-Cross-Linked Polystyrene Exhibiting Hierarchical Porosity.
Zur Veröffentlichung in *J. Phys. Chem. B*
- L.M. BRONSTEIN, C. LINTON, R. KARLINSEY, B. STEIN, G.I. TIMOFEEVA, D.I. SVERGUN, P.I. KONAREV, M. KOZIN, M.J. TOMASZEWSKI, U. WERNER-ZWANZIGER, J.W. ZWANZIGER
Functional Polymer Colloids with Ordered Interior.
Zur Veröffentlichung in *Langmuir*
- K. BRUDER, P. KEIL, D. LÜTZENKIRCHEN-HECHT, R. FRAHM
In Situ Investigations of Thin Film Formation by Reactive Sputtering.
Zur Veröffentlichung in *Physica Scripta*
- H. BRUNCKOVÁ, L. MEDVECKÝ, J. BRIANIN, K. SAKSL
Influence of Hydrolysis Conditions of the Acetate Sol-Gel Process on the Stoichiometry of PZT Powders.
Ceramics International 30 (2004) 453
- S. BUDNYK, YU. PROTS, M. SCHMIDT, W. SCHNELLE, YU. KUZ'MA, YU. GRIN
 $\text{Yb}_{2+3-x}\text{Pd}_{12-3+x}\text{P}_7$ ($x = 0.40$): Different Ytterbium Species in a Substituted Structural Motif of $\text{Zr}_2\text{Fe}_{12}\text{P}_7$ Type.
Z. Anorg. Allg. Chemie 630 (2004) 1062
- O. BUNK, M.M. NIELSEN
Angle Calculations for a z-Axis / (2S+2D) Hybrid Diffractometer.
J. Appl. Cryst. 37 (2004) 216
- M.E. CAGIAO, D.R. RUEDA, R.K. BAYER, F.J. BALTÁ CALLEJA
Structural Changes of Injection Molded Starch During Heat Treatment in Water Atmosphere: Simultaneous Wide and Small-Angle X-Ray Scattering Study.
J. Appl. Polymer Sci. 93 (2004) 301
- M. CANNAS, F.M. GELARDI
Vacuum Ultraviolet Excitation of the 1.9 eV Emission Band Related to Nonbridging Oxygen Hole Centers in Silica.
Phys. Rev. B 69 (2004) 153201
- M. CANNAS, S. AGNELLO, F.M. GELARDI, R. BOSCAINO, A.N. TRUKHIN, P. LIBLIK, C. LUSHCHIK, M.F. KINK, Y. MAK-SIMOV, R.A. KINK
Luminescence of Gamma-Radiation-Induced Defects in Alpha-Quartz.
J. Phys.: Condens. Matter 16 (2004) 7931

- M. CANNAS, S. AGNELLO, R. BOSCAINO, F.M. GELARDI, A. TRUKHIN
Photoluminescence in Gamma-Irradiated Alpha-Quartz Investigated by Synchrotron Radiation.
Radiat. Meas. 38 (2004) 507
- M. CARAVATI, J.-D. GRUNWALDT, A. BAIKER
Selective Oxidation of Benzyl Alcohol to Benzaldehyde in Supercritical Carbon Dioxide.
Catal. Today 91–92 (2004) 1
- C. CASTELLANO, A. PAOLONE, F. CORDERO, R. CANTELLI, M. FERRETTI
Relation Between Charge Ordering and Local Lattice Disorder in Manganites Studied by EXAFS.
Solid State Commun. 129 (2004) 143
- M.L. CERRADA, M.F. LAGUNA, R. BENAVENTE, E. PÉREZ
Structural Details, Viscoelastic and Mechanical Response in Blends of a Vinyl Alcohol-Ethylene Copolymer and a Metallocenic Ethylene-1-Octene Copolymer.
Zur Veröffentlichung in Polymer
- M.L. CERRADA, R. BENAVENTE, E. PÉREZ, J. MONIZ-SANTOS, M. R. RIBEIRO
Metallocenic Ethylene-5,7-Dimethylocta-1,6-Diene Copolymers: Structural Characterization and Mechanical Behavior.
Zur Veröffentlichung in J. Polym. Sci. B, Polym. Phys.
- M.L. CERRADA, R. BENAVENTE, J.M. PERENA, E. PÉREZ, J. MONIZ-SANTOS, M.R. RIBEIRO
Structural Characterization and Mechanical Behavior of Metallocenic Copolymers of Ethylene and 5,7-Dimethylocta-1,6-Diene.
Zur Veröffentlichung in Macromol. Symp.
- J.-F. CHANG, B. SUN, D.W. BREIBY, M.M. NIELSEN, T.I. SØLLING, M. GILES, I. MCCULLOCH, H. SIRRINGHAUS
Enhanced Mobility of Poly(3-Hexylthiophene) Transistors by Spin-Coating from High Boiling Point Solvents.
Zur Veröffentlichung in Chem. Mater.
- T. CHATTERJI, K.D. LISS, T. TSCHENTSCHER, B. JANOSSY, J. STREMPFER, T. BRÜCKEL
High-Energy Non-Resonant X-Ray Magnetic Scattering from EuAs_3 .
Zur Veröffentlichung in Solid State Commun.
- X.P. CHEN, J.C. GRIVEL, M.Y. LI, Q. LIU, Z. HAN, N.H. ANDERSEN, J. HOMEYER
Improvement of Bi-2223/Ag Tape Performances Through the Control of the Pb-Rich Phases Present in the Precursors Powders.
Physica C 407 (2004) 147
- Y. CHEN, B. LIU, M. KIRM, Z. QI, C. SHI, M. TRUE, S. VIELHAUER, G. ZIMMERER
Luminescent Properties of Blue-Emitting Long Afterglow Phosphors $\text{Sr}_{2-x}\text{Ca}_x\text{MgSi}_2\text{O}_7 : \text{Eu}^{2+}, \text{Dy}^{3+}$ ($x = 0, 1$).
Zur Veröffentlichung in J. Lumin.
- J. DAVAASAMBUU, A. PUCHER, V. KOCHIN, U. PIETSCH
Atomic Origin of the Piezoelectric Effect in $\alpha\text{-SiO}_2$ and $\alpha\text{-GaPO}_4$.
Europhys. Lett. 62 (2004) 834
- A. DEL CAMPO, A. BELLO, E. PÉREZ, A. MEYER
Thermal Properties of Non-Symmetric Bibenzoate Liquid Crystalline Dimers.
Liquid Crystals 31 (2004) 109
- I.N. DEMCHENKO, K. LAWNICZAK-JABLONSKA, E. PISKORSKA, K.S. ZHURAVLEV, A.I. NIKIFOROV, E. WELTER
Characterization of the Local Structure of Ge Quantum Dots by X-Ray Absorption.
J. Alloys Compd. 382 (2004) 206
- I.N. DEMCHENKO, K. LAWNICZAK-JABLONSKA, K.S. ZHURAVLEV, E. PISKORSKA, A.I. NIKIFOROV, E. WELTER
Local Microstructure of Ge Layers Buried in a Silicon Crystal Studied by Extended X-Ray Absorption Fine Structure.
J. Alloys Compd. 362 (2004) 156
- G. DOMINIAK-DZIK, W. RYBA-ROMANOWSKI, L. KOVACS, E. BEREGI
Effect of Temperature on Luminescence and VUV to Visible Conversion in the $\text{YAl}_3(\text{BO}_3)_4:\text{Dy}^{3+}$ (YAB:Dy).
Radiat. Meas. 38 (2004) 557
- P. DORENBOS, E.V.D. VAN LOEF, C.W.E. VAN EIJK, K.W. KRÄMER, H.U. GÜDEL
Anomalous 10 ns Emission in Ce^{3+} Doped Cs_3LuCl_6 .
Phys. Rev. B 68 (2004) 125108
- W. DROZDOWSKI, A.J. WOJTOWICZ, D. WISNIEWSKI, P. SZUPRYCZYNSKI, S. JANUS, J.L. LEFAUCHEUR, Z. GOU
VUV Spectroscopy and Low Temperature Thermoluminescence of $\text{LSO}:\text{Ce}$ and $\text{YSO}:\text{Ce}$.
J. Alloys Compd. 380 (2004) 146
- J. DURIŠIN, K. IURIŠINOVA, M. OROLINOVA, K. SAKSL
Effect of the MgO Particles on the Nanocrystalline Copper Grain Stability.
Mat. Lett. 58 (2004) 3796
- S.G. EBBINGHAUS
Crystal Structure, Oxidation State and Magnetism of $\text{La}_{1,2}\text{Sr}_{2,4}\text{RuO}_7$: A New Member of the $[\text{A}_2\text{O}][\text{A}_n\text{B}_{n-1}\text{O}_{3n}]$ Series of Hexagonal Perovskites.
J. Solid State Chem. 177 (2004) 817
- H. EHRENBERG, H. PAULY, M. KNAPP, J. GROEBNER, D. MIRKOVIC
Tetragonal Low-Temperature Structure of LiAl .
J. Solid State Chem. 177 (2004) 227
- R. ELIASH, I. WEISSBUCH, M.J. WEYGAND, K. KJAER, L. LEISEROWITZ, M. LAHAV
Structure and Reactivity in Langmuir Films of Amphiphilic Alkyl and Thio-Alkyl Esters of Alpha-Amino Acids at the Air/Water Interface.
J. Phys. Chem. B 108 (2004) 7228
- K. ELLMER, R. MIENTUS, S. SEEGER, V. WEISS
Highly (001)-Textured WS_2 -x Films Prepared by Reactive Radio Frequency Magnetron Sputtering.
phys. stat. sol. (a) 201 (2004) R97

- M. EPPLE
Modern Methods of Investigation in Biomineralization.
In: Biomineralization. Progress in Biology, Molecular Biology and Application, E. Baeuerlein, VCH-Wiley, Weinheim/D (2004)
- I. ESTRELA-LOPIS, G. BREZESINSKI, H. MÖHWALD
Adsorption of Amyloid Beta (1-40) Peptide to Phosphatidylethanolamine Monolayers.
Chem. Phys. Lipids 131 (2004) 71
- G. FALKENBERG, G. PEPPONI, C. STRELI, P. WOBRAUSCHEK
Comparison of Conventional and Total Reflection Excitation Geometry for Fluorescence X-Ray Absorption Spectroscopy on Droplet Samples.
Spectrochim. Acta B 58 (2004) 2239
- M. FELDERHOFF, K. KLEMENTIEV, W. GRÜNERT, B. SPLIETHOFF, B. TESCHE, J.M. BELLOSTA VON COLBE, B. BOGDANOVIC, M. HÄRTEL, A. POMMERIN, F. SCHÜTH, C. WEIDENTHALER
Combined TEM-EDX and XAFS Studies of Ti-Doped Sodium Alanate.
Phys. Chem. Chem. Phys. 6 (2004) 4369
- J. P. FERNANDEZ-BLAZQUEZ, A. BELLO, E. PÉREZ
Observation of Two Glass Transitions in a Thermotropic Liquid Crystalline Polymer.
Zur Veröffentlichung in Macromol.
- R. FRAHM, M. RICHWIN, D. LÜTZENKIRCHEN-HECHT
Time-Resolved Extended X-Ray Absorption Spectroscopy using Continuous Sequential Energy Scanning on a Sub-Second Scale.
Zur Veröffentlichung in Physica Scripta
- P. FREDRICK, I. DE RYCK, K. JANSSENS, D. SCHRUYVERS, J.P. PETIT, H. BÖCKING
EPMA and Micro-SRXRF Analysis and TEM Based Microstructure Characterization of a Set of Roman Glass Fragments.
X-Ray Spectrom. 33 (2004) 326
- M.C. FROMEN, P. LECANTE, M.J. CASANOVE, P. BAYLE GUILLEMAUD, D. ZITOUN, C. AMIENS, B. CHAUDRET
Structural Study of Bimetallic CoRh_{1-x} Nanoparticles: Size and Composition Effects.
Phys. Rev. B 69 (2004) 235416
- N. GAO, K. JANSSENS
Polycapillary X-ray optics.
In: X-Ray Spectrometry Based on Recent Technological Advances, K. Tsuji, R. Van Grieken, J. Injuk, Wiley, Chichester (2004)
- S. GARCÍA-MARTÍN, M.A. ALARIO-FRANCO, H. EHRENBERG, J. RODRÍGUEZ-CARVAJAL, U. AMADOR
Crystal Structure and Microstructure of some $\text{La}_{2/3-x}\text{Li}_{3x}\text{TiO}_3$ Oxides: an Example of the Complementary Use of Electron Diffraction and Microscopy and Synchrotron X-Ray Diffraction to Study Complex Materials.
J. Am. Chem. Soc. 126 (2004) 3587
- J. GECK, P. WOCHNER, D. BRUNS, B. BÜCHNER, U. GEBHARDT, S. KIELE, P. REUTLER, A. REVCOLEVSCHI
Rearrangement of the Orbital-Ordered State at the Metal-Insulator Transition of $\text{La}_{7/8}\text{Sr}_{1/8}\text{MnO}_3$.
Phys. Rev. B 69 (2004) 104413
- J. GECK, P. WOCHNER, H. ELHAES, S. KIELE, R. KLINGELER, A. REVCOLEVSCHI, M.V. ZIMMERMANN, B. BÜCHNER, P. REUTLER
Correlated Magnetism in Lightly Doped Manganites.
Zur Veröffentlichung in J. Magn. Magn. Mater.
- J. GECK, P. WOCHNER, S. KIELE, R. KLINGELER, A. REVCOLEVSCHI, M.V. ZIMMERMANN, B. BÜCHNER, P. REUTLER
Orbital Order Induced Ferromagnetic Insulating Properties.
New J. Phys. 6 (2004) 152
- C. GEGE, M.F. SCHNEIDER, G. SCHUMACHER, L. LIMONZIN, U. ROTHE, G. BENDAS, M. TANAKA, R.R. SCHMIDT
Functional Micro-Domains of Glycolipids with Partially Fluorinated Membrane Anchors – Impact on Cell Adhesion.
Chem. Phys. Chem. 5 (2004) 216
- G. GELONI, E. SALDIN, E. SCHNEIDMILLER, M. YURKOV
A Method for Ultra-Short Pulse-Shape Measurements Using Far Infrared Coherent Radiation from an Undulator.
Nucl. Instrum. Methods Phys. Res. A 528 (2004) 184
- Application of Constrained Deconvolution Technique for Reconstruction of Electron Bunch Profile with Strongly Non-Gaussian Shape.
Nucl. Instrum. Methods Phys. Res. A 528 (2004) 330
- On Limitations of Schwinger Formulae for Coherent Synchrotron Radiation Produced by an Electron Bunch Moving Along an Arc of a Circle.
Nucl. Instrum. Methods Phys. Res. A 528 (2004) 520
- Temporal Properties of Coherent Synchrotron Radiation Produced by an Electron Bunch Moving Along an Arc of a Circle.
Nucl. Instrum. Methods Phys. Res. A 528 (2004) 326
- G. GELONI, J. BOTMAN, J. LUITEN, M. VAN DER WIEL, M. DOHLUS, E. SALDIN, E. SCHNEIDMILLER, M. YURKOV
Transverse Self-Fields Within an Electron Bunch Moving in an Arc of a Circle.
Nucl. Instrum. Methods Phys. Res. A 522 (2004) 230
- J. GHIJSEN, R.L. JOHNSON, A. ELSCHNER, N. KOCH
VUV Photoemission Using Synchrotron Light: a Tool for Characterising Surfaces and Interfaces Occurring in OLEDs.
J. Alloys Compd. 382 (2004) 179
- H. GIEFERS, F. PORSCH, G. WORTMANN
High-Pressure EXAFS and XRD Investigations of Unit Cell Parameters of SnO .
Zur Veröffentlichung in Phys. Scri.
- H. GIEFERS, F. PORSCH, G. WORTMANN
Kinetics of the Disproportionation of SnO .
Zur Veröffentlichung in Solid State Ion.
- P. GIERLOWSKI, E. DYNOWSKA, A. ABAL'OSHEV, J.B. PELKA, W. PASZKOWICZ, D. KOSTRZENSKA, C. BAEHTZ, M. KNAPP
Structure of Laser-Modified $\text{YBa}_2\text{Cu}_3\text{O}_{7-x}$ Thin Films.
J. Alloys Compd. 362 (2004) 293

- YU.K. GODOVSKY, G. BREZESINSKI, J. RUIZ-GARCIA, H. MÖHWALD, T.R. JENSEN, K. KJAER, N.N. MAKAROVA
Stepwise Collapse of Cycloliner Polysiloxane Langmuir Monolayers Studied by Brewster Angle Microscopy and Grazing Incidence X-Ray Diffraction.
Macromol. 37 (2004) 4872
- W. GRAEFF
Tailoring the Time Response of a Bragg Reflection to Short X-Ray Pulses.
J. Synchrotron Radiat. 11 (2004) 261
- J.-D. GRUNWALDT, A. BAIKER
Axial Variation of the Oxidation State of Pt-Rh/ Al_2O_3 During Partial Methane Oxidation in a Fixed-Bed Reactor: An in Situ X-Ray Absorption Spectroscopy Study.
Zur Veröffentlich. in Catal. Lett.
- J.-D. GRUNWALDT, M. CARAVATI, S. HANNEMANN, A. BAIKER
In Situ X-Ray Absorption Spectroscopy Under Reaction Conditions: Suitability of Different Reaction Cells for Combined Catalyst Characterization and Time-Resolved Studies.
Phys. Chem. Chem. Phys. 6 (2004) 3037
- J.S. GUTMANN, P. MÜLLER-BUSCHBAUM, M. WOLKENHAUER, N. HERMSDORF, M. STAMM
X-Ray and Neutron Grazing Incidence Scattering Study of a Ternary Ultra-Thin Polymer Blend Film.
J. Macromol. Sci.-Phys. 43 (2004) 207
- E. GUZIEWICZ, B.J. KOWALSKI, B.A. ORLOWSKI, A. SZCZEPANSKA, Z. GOLACKI, I. GRZEGORY, S. POROWSKI, R.L. JOHNSON, I.A. KOWALIK
Interaction Between Sm and GaN(0001) – a Photoemission Study.
Surf. Sci. 551/1-2 (2004) 132
- T. GÖTZFRIED, A. RELLER, S.G. EBBINGHAUS
Synthesis, Crystal Structure and Magnetic Properties of a New Ruthenium(V)oxide: $\text{La}_{1.2}\text{Sr}_{2.8}\text{RuO}_{7+\delta}$.
Solid State Sci. 6 (2004) 1205
- U. HAAKE, D. LÜTZENKIRCHEN-HECHT, R. FRAHM
Electrochemical Lithium Intercalation into Transition Metal Oxides.
Zur Veröffentlich. in Physica Scripta
- A. HAGEN, E. TEGELER, A. KLEINERT, F. ROESSNER
The Modification of Acid Supports by Solid State Redox Reaction. Part I: Preparation and Properties.
J. Catalysis 222(1) (2004) 227
- M. HAHN, H. BEHRENS, A. TEGGE-SCHÜRING, J. KOEPKE, I. HORN, K. RICKERS, G. FALKENBERG, M. WIEDENBECK
Trace Element Diffusion in Rhyolitic Melts: Comparison Between Synchrotron Radiation X-Ray Fluorescence Microanalysis (μ -SRXRF) and Secondary Ion Mass Spectrometry (SIMS).
Zur Veröffentlich. in Eur. J. Mineral.
- U. HAHN, T. KAMPS, R. LORENZ, H.J. SCHREIBER, F. TONISCH
Waveguide Monitors – a New Type of Beam Position Monitors for the TTF FEL.
Nucl. Instrum. Methods Phys. Res. A 527 (2004) 240
- M. HANKE, D. GRIGORIEV, M. SCHMIDBAUER, P. SCHÄFER, R. KÖHLER, R.L. SELLIN, U.W. POHL, D. BIMBERG
Vertical Composition Gradient in InGaAs/GaAs Alloy Quantum Dots as Revealed by High Resolution X-Ray Diffraction.
Appl. Phys. Lett. 85 (2004) 3062
- M. HANKE, D. GRIGORIEV, M. SCHMIDBAUER, P. SCHÄFER, R. KÖHLER, U.W. POHL, R.L. SELLIN, D. BIMBERG, N.D. ZAKJAROV, P. WERNER
Diffuse X-Ray Scattering of InGaAs/GaAs Quantum Dots.
Physica E 21 (2004) 684
- M. HANKE, M. SCHMIDBAUER, D. GRIGORIEV, H. RAIDT, P. SCHÄFER, R. KÖHLER, A.-K. GERLITZKE, H. WAWRA
SiGe/Si(001) LPE-Stranski-Krastanow Islands: Diffuse X-Ray Scattering vs. Growth Observations.
Phys. Rev. B 69 (2004) 075317
- M. HANKE, M. SCHMIDBAUER, D. GRIGORIEV, R. KÖHLER
Aspect Ratio of LPE SiGe/Si(001) Islands as Probed by High Resolution X-Ray Diffraction.
J. Appl. Phys. 96 (2004) 1447
- M. HANKE, M. SCHMIDBAUER, R. KÖHLER, H. KIRMSE, M. PRISTOVSEK
Lateral Short Range Ordering of Step Bunches in InGaAs/GaAs Superlattices.
J. Appl. Phys. 95 (2004) 1736
- M. HANKE, M. SCHMIDBAUER, R. KÖHLER
Lateral Correlation of SiGe Stranski-Krastanow Islands on Silicon as Probed by High Resolution X-Ray Diffraction.
J. Appl. Phys. 96 (2004) 1959
- O.H. HENNEBERG, T. PANZNER, U. PIETSCH, TH. GEUE, M. SAPHIANNIKOVA, P. ROCHON, K. FINKELSTEIN
X-Ray and VIS Light Scattering from Light-Induced Polymer Gratings.
Appl. Phys. Lett. 84(9) (2004) 1562
- O.H. HENNEBERG, T. PANZNER, U. PIETSCH, TH. GEUE, M. SAPHIANNIKOVA, P. ROCHON, K. FINKELSTEIN
X-Ray and VIS Light Scattering from Light-Induced Polymer Gratings.
Z. Kristallogr. 219 (2004) 218
- N. HERMSDORF, K. SAHRE, P. VOLODIN, M. STAMM, K.J. EICHHORN, S. CUNIS, R. GEHRKE, P. PANAGIOTOU, T. TITZ, P. MÜLLER-BUSCHBAUM
Supported Particle Track Etched Polyimide Membranes: A Grazing Incidence Small-Angle X-Ray Scattering Study.
Langmuir 20 (2004) 10303
- U. HOPPE, E. YOUSEF, C. RÜSSEL, J. NEUEFEIND, A.C. HANNON
Structure of Zinc and Niobium Tellurite Glasses by Neutron and X-Ray Diffraction.
J. Phys.: Condens. Matter 16 (2004) 1645

- Z. HOSSEIN, M. SCHMIDT, W. SCHNELLE, H.S. JEEVAN, C. GEIBEL, S. RAMAKRISHNAN, J.A. MYDOSH, YU. GRIN
Coexistence of Magnetic Order and Charge Density Wave in a Kondo Lattice: $\text{Yb}_5\text{Ir}_4\text{Si}_{10}$.
Zur Veröffentlich. in Phys. Rev. B
- W. HOYER, I. KABAN, P. JOVARI, E. DOST
Crystallization Behaviour and Structure of Amorphous Ge-Te Alloys.
J. Non-Cryst. Solids 338–340C (2004) 565
- H. HUWE, M. FRÖBA
A New In-Situ Cell for XAFS Investigations.
J. Synchrotron Radiat. 11 (2004) 363
- T. ISHII, L. KOVER, Z. BERENYI, I. CSERNY, H. IKENO, H. ADACHI, W. DRUBE
First-Principles Calculation of the KLL Auger Transition Energy in 3d Transition Metals.
J. Electron Spectrosc. Relat. Phenom. 137–140 (2004) 451
- K.V. IVANOVSKIKH, V.A. PUSTOVAROV
Time-Resolved VUV-Spectroscopy of SrF_2 Single Crystals Doped by Rare-Earth Ions.
In: Spectroscopy and Spectrometry Problems, B.V. Shulgin, Urals State Technical University, Ekaterinburg (2004)
- J. JAMROZIK, G. ZAK, J. GROCHOWSKI, M. MARKIEWICZ, P. SERDA
The Structure of Substituted Spirans Derived from Benzo-1-5-Dithiepine and Benzo-1-5-Dioxepine Systems. Ring-Reversal Isomers.
J. Mol. Struct. 687 (2004) 79
- C. JANOWITZ, U. SEIDEL, R.-ST. UNGER, L. DUDY, A. KRAPF, R. MANZKE, H. HÖCHST
Evolution of the Electronic Structure of Y-Bi-2212 from the Antiferromagnetic to the Superconducting Regime.
J. Supercond. 17(1) (2004) 49
- C. JANOWITZ, U. SEIDEL, R.ST. UNGER, A. KRAPF, R. MANZKE, V.A. GAVRICHKOV, S.G. OVCHINNIKOV
Strong Spin Triplet Contribution of the First Removal State in the Insulating Regime of $\text{Bi}_2\text{Sr}_2\text{Ca}_{1-x}\text{Y}_x\text{Cu}_2\text{O}_{8+\sigma}$.
Zur Veröffentlich. in JETP Lett.
- K. JANSSENS, K. PROOST, G. FALKENBERG
Confocal Microscopic X-Ray Fluorescence at the HASYLAB Microfocus Beamline: Characteristics and Possibilities.
Spectrochim. Acta B 59 (2004) 1637
- D. JEHNICHEN, D. POSPIECH, L. HÄUßLER, P. FRIEDEL, A. GOTTWALD, S. KUMMER
Self-Organization in Semifluorinated Polymers.
Mater. Sci. Forum 443–444 (2004) 223
- F.C. JENTOFT, A.H.P. HAHN, J. KRÖHNERT, G. LORENZ, R.E. JENTOFT, T. RESSLER, U. WILD, R. SCHLÖGL, C. HÄßNER, K. KÖHLER
Incorporation of Manganese and Iron Into the Zirconia Lattice in Promoted Sulfated Zirconia Catalysts.
J. Catalysis 224 (2004) 124
- R.E. JENTOFT, A.H.P. HAHN, F.C. JENTOFT, T. RESSLER
XAS In Situ Cell for Measurements of Mn and Fe Promoted Sulfated Zirconia Catalysts.
Zur Veröffentlich. in Phys. Scri.
- J. JERNSTRÖM, M. ERIKSSON, J. OSÁN, G. TAMBORINI, S. TÖRÖK, R. SIMON, G. FALKENBERG, A. ALSECC, M. BETTI
Non-Destructive Characterization of Low Radioactive Particles from Irish Sea Sediment by Micro X-Ray Synchrotron Radiation Techniques: Micro X-Ray Fluorescence (μ -XRF) and Micro X-Ray Absorption Near Edge Structure (μ -XANES) Spectroscopy.
J. Anal. At. Spectrom. 19 (2004) 1428
- J.Z. JIANG, K. SAKSL
Structural Stability of $\text{Pd}_{40}\text{Cu}_{30}\text{Ni}_{10}\text{P}_{20}$ Metallic Glass in Supercooled Liquid Region.
Mater. Sci. Eng. A 375–377 (2004) 733
- J.Z. JIANG, S. JEPPSEN, J. SAIDA, C. LATHE
Pressure Effect on Crystallization Temperature in $\text{Zr}_{70}\text{Pd}_{30}$ Metallic Glass.
J. Appl. Phys. 95 (2004) 4651
- A. JOHN, P. FRIEDEL, D. POSPIECH, D. JEHNICHEN, C. KUNERT
Modeling of the Phase Separation Behavior of Polydisperse Semiflexible Diblock Copolymers.
Macromol. Theory Simulat. 13 (2004) 702
- I. KABAN, W. HOYER
Structure of Liquid Chalcogenides.
In: Non-Crystalline Materials for Optoelectronics, G. Lucovsky, M. A. Popescu, INOE Publishing House, Bucharest, Romania (2004)
- A. KANAIEV, L. MUSEUR, F. EDERY, T. LAARMANN, T. MÖLLER
Isotopic Effect on the Cage-Induced Quenching of OH (A)/OD(A) Inside Small Argon Clusters.
J. Chem. Phys. 120 (2004) 1801
- P. KAPPEN, N. BRACK, P.S. HALE, W. PRISSANAROON, E. WELTER, P.J. PIGRAM
Radiation and Storage-Induced Ageing of Polypyrrole Doped with Dodecylbenzene Sulfonic Acid.
Zur Veröffentlich. in Appl. Surf. Sci.
- P. KEIL, D. LÜTZENKIRCHEN-HECHT, R. FRAHM
Grazing Incidence XAFS Under Non-Specular Conditions.
Zur Veröffentlich. in Physica B
- C. KERESSZEGI, J.-D. GRUNWALDT, T. MALLAT, A. BAIKER
In Situ EXAFS Study on the Oxidation State of $\text{Pd}/\text{Al}_2\text{O}_3$ and $\text{Bi-Pd}/\text{Al}_2\text{O}_3$ During the Liquid Phase Oxidation of 1-Phenylethanol.
J. Catalysis 222 (2004) 268
- C. KERESSZEGI, T. MALLAT, J.-D. GRUNWALDT, A. BAIKER
A Simple Discrimination of the Promoter Effect in Alcohol Oxidation and Dehydrogenation Over Platinum and Palladium.
J. Catalysis 225 (2004) 135

- J. KHALIL-ALLAFI, B. HASSE, M. KLÖNNE, M. WAGNER, TH. PIRLING, W. PREDKI, W.W. SCHMAHL
In-Situ Diffraction Investigation of Superelastic NiTi Shape Memory Alloys Under Mechanical Stress with Neutrons and with Synchrotron Radiation.
Mat.-wiss. u. Werkstofftech. 35 (2004) 280
- N.Y. KIRIKOVA, M. KIRM, J.C. KRUPA, V.N. MAKHOV, E. NEGODIN, J.Y. GESLAND
Low-Temperature High-Resolution VUV Spectroscopy of Ce³⁺ Doped LiYF₄, LiLuF₄, and LuF₃ Crystals.
J. Lumin. 110 (2004) 135
- M. KIRM, A. ANDREJCZUK, J. KRZYWINSKI, R. SOBIERAJSKI
Influence of Excitation Density on Luminescence Decay in Y₃Al₅O₁₂:Ce and BaF₂ Crystals Excited by Free Electron Laser Radiation in VUV.
Zur Veröffentlich. in phys. stat. sol. (c)
- M. KIRM, A. LUSHCHIK, CH. LUSHCHIK
Creation of Groups of Spatially Correlated Excitations in Wide-Gap Solids.
Zur Veröffentlich. in phys. stat. sol. (c)
- M. KIRM, J. AARIK, M. JÜRGENS, I. SILDOS
Thin Films of HfO₂ and ZrO₂ as Potential Scintillators.
Zur Veröffentlich. in Nucl. Instrum. Methods Phys. Res. A
- M. KIRM, J.C. KRUPA, V.N. MAKHOV, M. TRUE, S. VIELHAUER, G. ZIMMERER
High Resolution VUV Spectroscopy of 5d-4f Transitions in Gd and Lu Fluorides.
Phys. Rev. B 70 (2004) 241101-1-4
- M. KIRM, N.V. SHIRAN, M. TRUE, S. VIELHAUER, G. ZIMMERER, I. SPHINKOV, D. SPASSKY, K. SHIMAMURA, N. ICHINOSE
VUV Spectroscopy of Pure LiCaAlF₆ Crystals.
Zur Veröffentlich. in Nucl. Instrum. Methods Phys. Res. A
- M. KIRM, Y. CHEN, S. NEICHEVA, K. SHIMAMURA, N. SHIRAN, M. TRUE, S. VIELHAUER
VUV Spectroscopy of Eu Doped LiCaAlF₆ and LiSrAlF₆ Crystals.
Zur Veröffentlich. in phys. stat. sol. (c)
- A. KLEIN, M.P. FETH, H. BERTAGNOLLI, S. ZÁLIŠ
On the Electronic Structure of Mesitylnickel Complexes of Alpha-Diimines-Combining Structural Data, Spectroscopy and Calculations.
Europ. J. Inorg. Chem. 2004 (2004) 2784
- M. KNAAPILA, K. KISKO, B.P. LYONS, R. STEPANYAN, J.P. FOREMAN, O.H. SEECK, U. VAINIO, L-O. PALSSON, R. SERIMAA, M. TORKKELI, A.P. MONKMAN
The Influence of Molecular Weight on Self-Organization, Uniaxial Alignment, and Surface Morphology of Hairy-Rodlike Polyfluorene in Thin Films.
J. Phys. Chem. B 108 (2004) 10711
- M. KNAPP, C. BAEHTZ, H. EHRENBERG, H. FUESS
The Synchrotron Powder Diffractometer at Beamline B2 at HASYLAB / DESY: Status and Capabilities.
J. Synchrotron Radiat. 11 (2004) 328
- M. KNAPP, V. JOCO, C. BAEHTZ, H.H. BRECHT, A. BERGHAEUSER, H. EHRENBERG, H. VON SEGGERN, H. FUESS
Position-Sensitive Detector System OBI for High Resolution X-Ray Powder Diffraction Using on-Site Readable Image Plates.
Nucl. Instrum. Methods Phys. Res. A 521 (2004) 565
- N. KOCH, A. ELSCHNER, J.P. RABE, R.L. JOHNSON
Work Function Independent Hole Injection Barriers Between Pentacene and Conducting Polymers.
Zur Veröffentlich. in Adv. Mater.
- Energy Level Alignment at Interfaces with Pentacene: Metals Versus Conducting Polymers.
Zur Veröffentlich. in Appl. Surf. Sci.
- N. KOCH, F. JÄCKEL, J. GHIJSEN, M.C. ROJAS, M. GRIONI, J.P. RABE, R.L. JOHNSON, A. KAHN, J.-J. PIREAUX
Observation of Filled States At the Fermi-Level in Alkali-Metal Intercalated Organic Films: Dependence on Substrate Work Function.
Zur Veröffentlich. in J. Electron Spectrosc. Relat. Phenom.
- V. KOCHIN, J. DAVAASAMBUU, U. PIETSCH, K. SCHWARZ, P. BLAHA
The Atomic Origin of the Inverse Piezoelectric Effect in α -Quartz.
Zur Veröffentlich. in J. Phys. Chem. Solids
- A. KODRE, I. ARCON, J. PADEZNIK GOMILSEK, A. MIHELIC
Atomic Absorption Background in EXAFS Spectra of Rb in Inter-Alkaline Alloys.
Zur Veröffentlich. in Phys. Scri.
- A. KODRE, I. ARCON, J. PADEZNIK GOMILSEK
X-Ray Absorption Spectroscopy and Related Techniques.
Acta Chim. Slov. 51 (2004) 1
- A. KODRE, J. PADEZNIK GOMILSEK, A. MIHELIC, I. ARCON
X-Ray Absorption in Atomic Cd in the K Edge Region.
Zur Veröffentlich. in Radiat. Phys. Chem.
- P. KORECKI, D.V. NOVIKOV, M. TOLKIEHN, G. MATERLIK
Extinction Effects in X-Ray Holographic Imaging with Internal Reference.
Phys. Rev. B 69 (2004) 184103
- S. KORICA, D. ROLLES, A. REINKÖSTER, B. LANGER, J. VIEFHAUS, S. CVEJANOVIC, U. BECKER
Partial Cross Sections and Angular Distributions of Resonant and Nonresonant Valence Photoemission of C₆₀.
Zur Veröffentlich. in Phys. Rev. A
- V. KOTESKI, H. HAAS, E. HOLUB-KRAPPE, N. IVANOVIC, H.-E. MAHNKE
Bond Lengths in Cd_{1-x}Zn_xTe Beyond Linear Laws.
J. Alloys Compd. 371 (2004) 138
- V. KOTESKI, H. HAAS, E. HOLUB-KRAPPE, N. IVANOVIC, H.-E. MAHNKE
Lattice Relaxation Around Arsenic and Selenium in CdTe.
Zur Veröffentlich. in Phys. Scri.

- A. KOTLOV, S. DOLGOV, E. FELDBACH, L. JÖNSSON, M. KIRM, A. LUSHCHIK, V. NAGIRNYI, G. SVENSSON, B.I. ZADNEPROVSKI
Excitonic and Recombination Luminescence of $\text{Al}_2(\text{WO}_4)_3$ Crystals.
Zur Veröffentlich. in *phys. stat. sol. (c)*
- P. KOVÁČ, I. HUŠEK, T. MELIŠEK, J.C. GRIVEL, W. PACHLA, V. ŠTRBIK, R. DIDUSZKO, J. HOMEYER, N.H. ANDERSEN
The Role of MgO Content in ex-Situ MgB_2 Wires.
Supercond. Sci.-Technol. 17 (2004) L41
- I.A. KOWALIK, B.J. KOWALSKI, B.A. ORLOWSKI, E. LUSAKOWSKA, S. MICKEVIÈIUS, R.L. JOHNSON, I. GRZEGORY, S. POROWSKI
Photoemission Study of Mn/GaN.
Surf. Sci. 566-568 (2004) 457
- J. KOZISEK, M. FRONC, P. SKUBÁK, A. POPKOV, M. BREZA, H. FUESS, C. PAULMANN
Electronic Structure of the Nickel(II) Complex of Schiff Base of (S)-N-Benzylproline (2-Benzoylphenyl)amide and Glycine.
Zur Veröffentlich. in *Acta Crystallogr. A*
- U. KRAMAR, Z. BERNER, S. NORRA, F. WAGNER, K. RICKERS, R. SIMON, S. STAUB, D. STÜBEN
Bestimmung der Mikroverteilung und Speziation von As in Sedimenten und Böden West-Bengalens mit μSYRFA und μXANES .
Eur. J. Mineral. 16 (2004) 76
- N.V. KRAMAREVA, A.YU STAKHEEV, K.V. KLEMENTIEV, W. GRÜNERT, E.D. FINASHINA, L.M. KUSTOV
Heterogenized Palladium Chitosan Complexes as Potential Catalysts in Oxidation Reactions: Structural Investigation.
J. Mol. Catal. A: Chem. 209 (2004) 97
- D.N. KRASIKOV, N.V. GUERASSIMOVA, I.A. KAMENSKIKH, V.V. MIKHAILIN, S.N. SCHERBININ, D. DE SOUSA, K. PETERMANN, C. PEDRINI, M. KIRM, G. ZIMMERER
Charge-Transfer Luminescence of Sesquioxides Containing Yttrium.
Zur Veröffentlich. in *Vestnik MGU (in Russian)*
- E. KRAVTSOV, A. NEFEDOV, F. RADU, A. REMHOF, H. ZABEL, R. BRUCAS, B. HJOERVARSSON, A. HOSER, S.B. WILKINS
Proximity Effect of Vanadium on Spin-Density-Wave Magnetism in Cr Films.
Phys. Rev. B 70 (2004) 54425
- E. KRAVTSOV, R. BRUCAS, B. HJOERVARSSON, A. HOSER, G. MCINTYRE, A. NEFEDOV, F. RADU, A. REMHOF, H. ZABEL
Proximity Effect of Vanadium on Strain and Spin-Density Waves in Thin Cr Films.
Zur Veröffentlich. in *J. Magn. Magn. Mater.*
- V. KRISHNAN, M.P. FETH, E. WENDEL, Y. CHEN, M. HANACK, H. BERTAGNOLLI
EXAFS Spectroscopy – Fundamentals, Measurement Techniques, Data Evaluation and Applications in the Field of Phthalocyanines.
Z. Phys. Chem. 218 (2004) 1
- S. KUCKLEVSKY, M. MECHLER, L. CSAPO, K. JANSSENS, O. SAMEK
Enhanced Transmission Versus Localization of a Light Pulse by a Subwavelength Metal Slit.
Phys. Rev. B 70 (2004) 195428
- S. KUCKLEVSKY, M. MECHLER, L. CSAPO, K. JANSSENS
Near-Field Diffraction of fs and Sub-fs Pulses: Super Resolution of NSOM in Space and Time.
Phys. Lett. A 319 (2004) 439
- W.M. KWIATEK, A. BANAS, K. BANAS, M. GAJDA, M. GALKA, G. FALKENBERG, T. CICHOCKI
Iron Studies in Cancerous and Non-Cancerous Prostate Tissues.
Zur Veröffentlich. in *J. Alloys Compd.*
- W.M. KWIATEK, A. BANAS, M. GAJDA, M. GALKA, B. PAWLICKI, G. FALKENBERG, T. CICHOCKI
Cancerous Tissues Analyzed by XANES and SRIXE.
Zur Veröffentlich. in *J. Alloys Compd.*
- S. KÖNIG, M. SPINKA, E. FIEDLER, G. WILLE, J. BRAUER, M.H.J. KOCH, D.I. SVERGUN
Ligand-Induced Conformational Changes in Thiamine Diphosphate-Dependent Enzymes: Comparison Between Crystal and Solution Structures.
In: *Thiamine. Catalytic Mechanisms and Role in Normal and Disease States*, F. Jordan, M.S. Patel, Marcel Dekker, Inc., New York, Basel (2004)
- M.F. LAGUNA, M.L. CERRADA, R. BENAVENTE, E. PÉREZ
Morphology and Oxygen Permeability in Blends of a Vinyl Alcohol-Ethylene Copolymer and a Metallocenic Ethylene-1-Octene Copolymer.
Zur Veröffentlich. in *J. Polym. Sci. B, Polym. Phys.*
- S. LANGE, I. SILDOS, V. KIISK, J. AARIK, M. KIRM
Photoluminescence of RE-Doped Thin Metal-Oxide Films.
Zur Veröffentlich. in *phys. stat. sol. (c)*
- H.B. LARSEN, G. THORKILDSEN, E. WECKERT
Three-Beam Diffraction in an Elastically Strained Crystal Plate.
Zur Veröffentlich. in *Acta Crystallogr. A*
- C. LATHE, M. KOCH-MÜLLER, R. WIRTH, W. VAN WESTRENNEN, H.J. MUELLER, F. SCHILLING, J. LAUTERJUNG
The Influence of OH in Coesite on the Kinetics of the Coesite-Quartz Phase Transition.
Zur Veröffentlich. in *American Mineralogist*
- B.W. LAURSEN, K. NØRGAARD, N. REITZEL, J.B. SIMONSEN, C.B. NIELSEN, J. ALS-NIELSEN, T. BJØRNHOLM, T.I. SØLLING, M.M. NIELSEN, O. BUNK, K. KJAER, N. TCHIBOTAREVA, M.D. WATSON, K. MÜLLEN, J. PIRIS
Macroscopic Alignment of Graphene Stacks by Langmuir-Blodgett Deposition of Amphiphilic Hexabenzocoronenes.
Langmuir 20 (2004) 4139
- P. LE FEVRE, H. MAGNAN, D. CHANDESIRIS, J. JUPILLE, S. BOURGEOIS, W. DRUBE, H. OGASAWARA, T. UOZUMI, A. KOTANI
Interpretation of Absorption Edges by Resonant Electronic Spectroscopies: Experiment and Theory.
J. Electron Spectrosc. Relat. Phenom. 136 (2004) 37

- G. LEDOUX, B. MERCIER, C. LOUIS, C. DUJARDIN, O. TILLEMENT, P. PERRIAT
 Synthesis and Optical Characterization of $Gd_2O_3:Eu^{3+}$ Nanocrystals: Surface States and VUV Excitation.
 Radiat. Meas. 38 (2004) 763
- M. LEFELD-SOSNOWSKA, E. OLSZYNSKA, W. WIERZCHOWSKI, K. WIETESKA, W. GRAEFF, A. PAJACZKOWSKA, A. KLOS
 Conventional and Synchrotron Radiation Back Reflection Topography of $GdCa_4O(BO_3)_3$ Crystals.
 J. Alloys Compd. 382 (2004) 153
- R. LENGSDORF, A. BARLA, J.A. ALONSO, M.J. MARTINEZ-LOPE, H. MICKLITZ, M.M. ABD-ELMEGUID
 The Observation of Insulator-Metal Transition in $EuNiO_3$ Under High Pressure.
 J. Phys.: Condens. Matter 16 (2004) 3355
- R. LENGSDORF, M. AIT-TAHAR, S.S. SAXENA, M. ELLERBY, D.I. KHOMSKII, H. MICKLITZ, T. LORENZ, M.M. ABD-ELMEGUID.
 Pressure-Induced Insulating State in $(La, Sr)CoO_3$.
 Phys. Rev. B 69 (2004) 140403 (R)
- A. LEUTERITZ, D. POSPIECH, B. KRETZSCHMAR, M. WILLEKE, D. JEHNICHEN, U. JENTZSCH, K. GRUNDKE, A. JANKE
 Polypropylene-Clay Nanocomposites: Comparison of Different Layered Silicates.
 Zur Veröffentlich. in Macromol. Symp.
- A. LIEB, M.T. WELLER, P.F. HENRY, R. NIEWA, R. PÖTTGEN, R.-D. HOFFMANN, H.E. HÖFER, W. SCHNICK
 Oxonitridosilicate-Chlorides - Synthesis, Single-Crystal X-Ray and Neutron Powder Diffraction, Chemical Analysis and Properties of $Ln_4[Si_4O_{3+x}N_{7-x}]Cl_{1-x}O_x$ with $Ln = Ce, Pr, Nd$ and $x \approx 0.2$.
 Zur Veröffentlich. in J. Solid State Chem.
- N. LOPEZ, J.K. NØRSKOV, T.V.W. JANSSENS, A. CARLSSON, A. PUIG-MOLINA, B.S. CLAUSEN, J.-D. GRUNWALDT
 The Adhesion and Shape of Nanosized Au Particles in a Au/TiO₂ Catalyst.
 J. Catalysis 225 (2004) 86
- D. LOPEZ-VELAZQUEZ, A. BELLO, E. PÉREZ
 Preparation and Characterisation of Hydrophobically Modified Hydroxypropylcellulose: Side-Chain Crystallisation.
 Macromol. Chem. Phys. 205 (2004) 1886
- T. LORAND, E. OSZ, G. NAGY, E. WECKERT, D. LÜBBERT, A. MEENTS, L. PRAKAI, B. MOCSIS
 Diastereoselective Reduction of Cyclic Bioactive Mannich Ketones.
 Arkivoc VII (2004) 34
- P. LUGER, M. MESSERSCHMIDT, ST. SCHEINS, A. WAGNER
 High Resolution Synchrotron Data Collection for Charge Density Work at 100 K and 20 K.
 Acta Crystallogr. A 60 (2004) 390
- A. LUSHCHIK, CH. LUSHCHIK, A. KOTLOV, I. KUDRYAVTSEVA, A. MAAROOS, V. NAGIRNYI, E. VASILCHENKO
 Spectral Transformers of VUV Radiation on the Basis of Wide-Gap Oxides.
 Zur Veröffentlich. in Radiat. Meas.
- A. LUSHCHIK, CH. LUSHCHIK, A. KOTLOV, I. KUDRYAVTSEVA, A. MAAROOS, V. NAGIRNYI, E. VASILCHENKO
 Spectral Transformers of VUV Radiation on the Basis of Wide-Gap Oxides.
 Radiat. Meas. 38 (2004) 747
- A. LUSHCHIK, M. KIRM, CH. LUSHCHIK, I. MARTINSON, V. NAGIRNYI, E. VASILCHENKO, F. SAVIKHIN
 Multiplication of Electronic Excitations and Prospects for Increasing Scintillation Efficiency in Wide-Gap Crystals.
 Zur Veröffentlich. in Nucl. Instrum. Methods Phys. Res. A
- D. LÜTZENKIRCHEN-HECHT, H.-H. STREHBLOW
 Synchrotron Methods for Corrosion Research.
 In: Analytical methods for corrosion science and engineering, P. Marcus, F. Mansfeld, Marcel Dekker, New York (2004)
- D. LÜTZENKIRCHEN-HECHT, J.-D. GRUNWALDT, M. RICHWIN, B. GRIESEBOCK, A. BAIKER, R. FRAHM
 Monitoring of Fast Transformations in Solid State Chemistry and Heterogeneous Catalysis by QEXAFS in the Second Scale.
 Zur Veröffentlich. in Physica Scripta
- D. LÜBBERT, A. MEENTS, E. WECKERT
 Accurate Rocking-Curve Measurements on Protein Crystals Grown in a Homogeneous Magnetic Field of 2.4 Tesla.
 Acta Crystallogr. D 60 (2004) 987
- V. LÜDERS, K. RICKERS
 Fluid Inclusion Evidence for Impact-Related Hydrothermal Fluid and Hydrocarbon Migration in Cretaceous Sediments of the ICDP-Chicxulub Drill Core YAX-1.
 Meteoritics and Planetary Science 39 (2004) 1187
- D. LÜTZENKIRCHEN-HECHT,
 Grazing Incidence X-Ray Absorption Spectroscopy of Electrochemical Interfaces: Basic Principles and Applications.
 In: Progress in Surface Science Research, Charles P. Norris, Nova Science Publishers, New York (2004)
- D. LÜTZENKIRCHEN-HECHT, M. WAGEMAKER, A.A. VAN WELL, R. FRAHM
 Reflection Mode EXAFS at the Ti K-Edge of Lithium Intercalated TiO₂ Electrodes.
 Zur Veröffentlich. in Physica Scripta
- D. LÜTZENKIRCHEN-HECHT, T. OLDAG, P. KEIL, H.-L. KELLER, R. FRAHM
 A New Cell for Temperature Dependent X-Ray Absorption Spectroscopy of Liquid Solutions: Application to PbBr₂ Solutions in Diethyleneglycol.
 Zur Veröffentlich. in J. Synchrotron Radiat.
- D. LÜTZENKIRCHEN, R. FRAHM
 Reflection Mode X-Ray Absorption Spectroscopy: New Applications in Surface Science Research.
 Zur Veröffentlich. in Physica B

- H.-E. MAHNKE
EXAFS-Analysis of Phase Formation and Modification Induced by Swift Heavy Ions.
Nucl. Instrum. Methods Phys. Res. B B225 (2004) 160
- H.-E. MAHNKE, H. HAAS, V. KOTESKI, N. NOVAKOVIC, P. FOCHUK, O. PANCHUK
Experimental Verification of Calculated Lattice Relaxations Around Impurities in CdTe.
Zur Veröffentlich. in *Hyperfine Interact.*
- H.-E. MAHNKE, H. HAAS, V. KOTESKI, N. NOVAKOVIC, P. FOCHUK, O. PANCHUK
Lattice Distortion Around Impurity Atoms as Dopants in CdTe.
Zur Veröffentlich. in *Thin Solid Films*
- V.N. MAKHOV, M.A. TEREKHIN, M. KIRM, S.L. MOLODTSOV, D.V. VYALIKH
A Comparative Study of Photoemission and Crossluminescence from BaF₂.
Zur Veröffentlich. in *Nucl. Instrum. Methods Phys. Res. A*
- V.N. MAKHOV, N.M. KHAIDUKOV, D. LO, J.C. KRUPA, M. KIRM, E. NEGODIN
Spectroscopy of Cs₂NaYF₆ Elpasolite Crystals Doped with Er³⁺ and Tm³⁺.
Zur Veröffentlich. in *Opt. Mater.*
- E. MALTSEVA, G. BREZESINSKI
Adsorption of Amyloid Beta (1-40) Peptide to Phosphatidylethanolamine Monolayers.
Chem. Phys. Chem. 5 (2004) 1185
- O. MARGEAT, C. AMIENS, B. CHAUDRET, P. LECANTE, R. E. BENFIELD
Chemical Control of Structural and Magnetic Properties of Cobalt Nanoparticles.
Zur Veröffentlich. in *Chem. Mater.*
- B.A. MARINKOVIC, P.M. JARDIM, A. SAAVEDRA, L.Y. LAU, C. BAEHTZ, R.R. DE AVILLEZ, F. RIZZO
Negative Thermal Expansion in Hydrated HZSM-5 Orthorhombic Zeolite.
Microporous & Mesoporous Materials 71 (2004) 117
- A. MARTINEZ-GÓMEZ, A. BELLO, E. PÉREZ
Thermotropic Behavior of a Liquid Crystalline Polybiphenyl with an Asymmetric Oxymethylene Spacer.
Macromol. 37 (2004) 8634
- N. MATTERN, J. SAKOWSKI, U. KÜHN, H. VINZELBERG, J. ECKERT
Structural Behavior and Glass Transition of Bulk Metallic Glasses.
J. Non-Cryst. Solids 34 (2004) 758
- N. MATTERN, U. KÜHN, H. HERMANN, S. ROTH, H. VINZELBERG, J. ECKERT
Thermal Behavior and Glass Transition of Zr-Based Bulk Metallic Glasses.
Mater. Sci. Eng. A 375-377 (2004) 351
- Z. MAZEJ, I. ARCON, P. BENKIC, A. KODRE, A. TRESSAUD
Compressed Octahedral Coordination in Chain Compounds Containing Divalent Copper: Structure and Magnetic Properties of CuFAsF₆ and CsCuAlF₆.
Chem. Eur. J. 10 (2004) 5052
- P.J. MCNALLY, J. KANATHARANA, B.H.W. TOH, D.W. MCNEILL, T. TUOMI, A.N. DANILEWSKY, L. KNUUTTILA, J. RIIKONEN, J. TOIVONEN
Comparison of Induced Stresses Due to Electroless vs Sputtered Copper Metallization for Integrated Circuit (IC) Interconnect.
Semicond. Sci. Technol. 19 (2004) 1280
- B. MERCIER, C. DUJARDIN, G. LEDOUX, C. LOUIS, O. TILLEMENT, P. PERRIAT
Observation of the GAP Blueshift on Gd₂O₃:Eu³⁺ Nanoparticles.
J. Appl. Phys. 96 (2004) 650
- T.H. METZGER, T. SCHÜLLI, M. SCHMIDBAUER
X-Ray Characterization of Self-Organized Systems.
Zur Veröffentlich. in *C. R. Phys.*
- A. MIHELIC, A. KODRE, I. ARCON, J. PADEZNIK GOMILSEK
High-Resolution X-Ray Absorption Spectrometry of Atomic Vapors.
Acta Cim. Slov. 51 (2004) 33
- F. MIRABELLA, G. SCHMERBER, R.L. JOHNSON, Z. GOLACKI, J. GHIJSEN
Structural and Photoemission Investigations of a New Pseudo-Binary Semimagnetic Semiconductor: Sn_{1-x}Mn_xSe₂.
Mater. Sci. Eng. B 110 (2004) 143
- O. MORETZKI, W. MORGENROTH, R. SKALA, A. SZYMANSKI, M. WENDSCHUH, V. GEIST
Determination of Metal Ordering in Meteoritic (Fe,Ni)₃P Crystals.
Zur Veröffentlich. in *J. Synchrotron Radiat.*
- M. MORGENSTERN, T. STRASSER, R. ADELUNG, M. GETZLAFF, L. KIPP, M. SKIBOWSKI, W. SCHATTKE, R. WIESENDANGER
Contributions of the Escape Depth to the Photoelectron Intensity of a Well-Defined Initial State.
Phys. Rev. B 70 (2004) 081305
- G. MURPHY, P.F. WHELAN, P.J. MCNALLY, T. TUOMI, R. SIMON
The Use of Neighbourhood Intensity Comparisons, Morphological Gradients and Fourier Analysis for Automated Precipitate Counting & Pendellösung Fringe Analysis in X-Ray Topography.
Eur. Phys. J. Appl. Phys 27 (2004) 443
- S. MYAGKOTA, G. STRYGANYUK, A. VOLOSHINOVSKII, P. RODNYI, M. KIRM, G. ZIMMERER
Luminescent Kinetic Characteristics of Lead-Containing Aggregates Dispersed in Rb_{0.95}Cs_{0.05}Cl Solid State Solution.
Opt. Commun. 229 (2004) 271
- P. MÜLLER-BUSCHBAUM, N. HERMSDORF, J.S. GUTMANN, M. STAMM, S. CUNIS, R. GEHRKE, W. PETRY
Dewetting of Confined Diblock Copolymer Films.
J. Macromol. Sci.-Phys. 43 (2004) 29

- P. MÜLLER-BUSCHBAUM, N. HERMSDORF, S.V. ROTH, J. WIEDERSICH, S. CUNIS, R. GEHRKE
Comparative Analysis of Nanostructured Diblock Copolymer Films.
Spectrochim. Acta B 59 (2004) 1789
- P. MÜLLER-BUSCHBAUM, T. ITTNER, W. PETRY
Tackiness of Pressure Sensitive Adhesive: an Ultra Small Angle X-Ray Scattering Investigations.
Europhys. Lett. 66 (2004) 513
- R. NIEWA, D.A. ZHEREBTSOV
New Phases in the Lithiumnitridovanadate System - the Solid Solution $\text{Li}_{7-2x}\text{Mg}_x[\text{VN}_4](0 < x < 1)$.
Z. Anorg. Allg. Chemie 630 (2004) 229
- K. NØRGAARD, M.J. WEYGAND, K. KJAER, M. BRUST, T. BJØRNHOLM
Adaptive Chemistry of Bifunctional Gold Nanoparticles at the Air/Water Interface. A Synchrotron X-Ray Study of Giant Amphiphiles.
Faraday Discuss. 125 (2004) 221–233
- C.J. OATES, CZ. KAPUSTA, M. SIKORA, D. ZAJAC, B. SOBANEK, J. ZUKROWSKI, F. BONDINO, M. MATTEUCCI, R. RUIZ-BUSTOS, P.D. BATTLE, M.J. ROSSEINSKY
A XAS Study of Ru Doped $n=1,2$ Ruddlesden Popper Manganites and $\text{Ca}_{2.5}\text{Sr}_{0.5}\text{GaMn}_2\text{O}_8$ Bilayered Manganite.
Zur Veröffentlich. in *J. Alloys Compd.*
- I.N. OGORODNIKOV, M. KIRM, V.A. PUSTOVAROV, V.S. CHEREMNYKH
A Time-Resolved Study of Self-Trapped Excitons in KH_2PO_4 Crystals.
Radiat. Meas. 38 (2004) 331
- I.N. OGORODNIKOV, V.A. PUSTOVAROV, M. KIRM, V.S. CHEREMNYKH
Low Temperature Time-Resolved Vacuum Ultraviolet Spectroscopy of $\text{NH}_4\text{H}_2\text{PO}_4$ Crystals.
Opt. Spectrosc. 97 (2004) 244
- I.N. OGORODNIKOV, V.A. PUSTOVAROV, M. KIRM
Intrinsic Ultraviolet Luminescence of Single Crystals LiB_3O_5 Under Inner-Shell Excitation.
Phys. Solid State 46 (2004) 820
- A.N. OGURTSOV
Advances in Spectroscopy of Subthreshold Inelastic Radiation-Induced Processes in Cryocrystals.
In: *Spectroscopy of Emerging Materials*, E.C. Faulques et al., Kluwer Academic Publishers, Dordrecht (2004)
- J.S. OLSEN, L. GERWARD, V. KANCHANA, G. VAITHEESWARAN
The Bulk Modulus of $\text{ThO}-2$ - an Experimental and Theoretical Study.
J. Alloys Compd. 381 (2004) 37
- B.A. ORLOWSKI, B.J. KOWALSKI, K. FRONC, R. ZUBEREK, S. MICKIEVIČIUS, J. GHIJSEN, F. MIRABELLA
Study of Fe/Si Multilayers by Photoemission Spectroscopy.
J. Alloys Compd. 362 (2004) 202
- B.A. ORLOWSKI, B.J. KOWALSKI, K. FRONC, R. ZUBEREK, S. MICKIEVIČIUS, J. GHIJSEN, F. MIRABELLA
Investigation of Fe/Si Multilayers by X-Ray Photoelectron Spectroscopy.
J. Alloys Compd. 362 (2004) 202
- B.A. ORLOWSKI, E. GUZIEWICZ, B.J. KOWALSKI, T. STORY, S. MICKIEVIČIUS, A.Y. SIPATOV, M. CHERNYSCHOWA, I.N. DEMCHENKO, N. BARRETT, M. TANIGUCHI, A. KIMURA, H. SATO, C.A. SEBENNE, J.P. LACHARME, R. MEDICHERLA, W. DRUBE
Photoemission Study of EuS/PbS Electronic Structure.
J. Alloys Compd. 362 (2004) 198
- B.A. ORLOWSKI, S. MICKIEVIČIUS, B.J. KOWALSKI, I.A. KOWALIK, K. KOPALKO, A. MYCIELSKI, R.L. JOHNSON
Mn doped ZnTe (110)-(1 × 1) surface in resonant photoemission study.
J. Alloys Compd. 382 (2004) 218
- J. OSÁN, S. TÖRÖK, B. ALFÖLDY, G. FALKENBERG
Characterization of Anthropogenic Sediment Particles After a Transboundary Water Pollution of River Tisza Using Synchrotron Radiation.
Spectrochim. Acta B 59 (2004) 701
- J. PADEZNIK GOMILSEK, A. KODRE, N. BUKOVEC, I. KOZJEK SKOFLC
Atomic Effects in EXAFS Structural Analysis of Mixed Ce Oxide Thin Films.
Acta Chimica Slovenica 51 (2004) 23
- J. PADEZNIK GOMILSEK, U. LAVRENCIC STANGAR, A. SURCA VUK, G. BRATINA, I. ARCON, A. KODRE
EXAFS Study of SnO_2 Xerogel Doped with Sb and PTCDA.
Zur Veröffentlich. in *Phys. Scri.*
- L. PALATINUS, M. AMAMI, S. VAN SMAALEN
The Crystal Structure of Incommensurate Ammonium Tetrafluoroberyllate Studied by Structure Refinements and the Maximum Entropy Method.
Acta Crystallogr. B 60 (2004) 127
- P. PANAGIOTOU, E. BAUER, S. LOI, T. TITZ, E. MAURER, P. MÜLLER-BUSCHBAUM
Polymeric Structures at Interfaces: An X-Ray Scattering Study.
Z. Kristallogr. 219 (2004) 210
- V. PANKRATOV, H. VON SEGGERN, M. KIRM
Excitonic Luminescence and Defect Formation in Yttrium Fluoride.
Zur Veröffentlich. in *phys. stat. sol. (c)*
- W. PARAGUASSU, M. MACZKA, A.G. SONZA FILHO, P.T.L. FREIRE, J.M. FILHO, F.E.A. MELO, L. MACALIK, J. HANUZA, A. WASKOWSKA, J.S. OLSEN, L. GERWARD
Pressure-Induced Structural Transformations in the Molybdate $\text{Sc}_2(\text{MoO}_4)_3$.
Phys. Rev. B 69 (2004) 094111

- W. PASZKOWICZ, R. MINIKAYEV, P. PISZORA, M. KNAPP, C. BAEHTZ, J.M. RECIO, M. MARQUES, P. MORI-SANCHEZ, L. GERWARD, J.Z. JIANG
Thermal Expansion of Si_3N_4 .
Phys. Rev. B 69 (2004) 052103
- W. PASZKOWICZ, W. SZUSZKIEWICZ, E. DYNOWSKA, J.Z. DOMAGALA, C. LATHE
Pressure Distribution in a Large-Anvil Pressure Cell.
J. Alloys Compd. 362 (2004) 96
- W. PASZKOWICZ, W. SZUSZKIEWICZ, E. DYNOWSKA, J.Z. DOMAGALA, F. FIRSZT, H. MĚCZYŃKA, S. FĚGOWSKI, C. LATHE
Lattice Parameters of $(\text{Zn},\text{Mg})\text{Se}$ Crystals as a Function of Pressure.
J. Alloys Compd. 371 (2004) 168
- G.R. PATZKE, A. MICHAILOWSKIJ, F. KRUMEICH, R. NESPER, J.-D. GRUNWALDT, A. BAIKER
A Novel, One-Step Synthesis of Tailor-Made Fibrous MoO_3 .
Chem. Mater. 16 (2004) 1126
- J.G. PETROV, G. BREZESINSKI, T.D. ANDREEVA, H. MÖHWALD
Effect of Fluorination of the Hydrophilic Heads on Morphology and Molecular Structure of Langmuir Monolayers of Long-Chain Ethers.
J. Phys. Chem. B 108 (2004) 16154
- L. PIDOL, B. VIANA, A. KAHN-HARARI, A. GALTAYRIES, A. BESSIERE, P. DORENBOS
Optical Properties and Energy Levels of Ce^{3+} in Lutetium Pyrosilicate Scintillator Crystal.
J. Appl. Phys. 95 (2004) 7731
- G.D. PIRNGRUBER, P.K. ROY, N. WEIHER
An in Situ X-Ray Absorption Study of N_2O Decomposition Over Fe-ZSM-5 Prepared by Chemical Vapor Deposition of FeCl_3 .
Zur Veröffentlichung in J. Phys. Chem. B
- E. PISKORSKA, K. LAWNICZAK-JABLONSKA, I.N. DEMCHENKO, E. BENKO, E. WELTER
X-Ray Absorption Studies of Phase Formation in Ti/TiN Coating on Cubic Boron Nitride.
J. Alloys Compd. 362 (2004) 171
- P. PISZORA
Temperature Dependence of the Order and Distribution of Mn^{3+} and Mn^{4+} Cations in Orthorhombic LiMn_2O_4 .
J. Alloys Compd. 382 (2004) 112
- P. PISZORA, J. DARUL, W. NOWICKI, E. WOLSKA
Synchrotron X-Ray Powder Diffraction Studies on the Phase Transitions in LiMn_2O_4 .
J. Alloys Compd. 362 (2004) 231
- P. PISZORA, W. NOWICKI, J. DARUL, E. WOLSKA
Synthesis and Characterization of the Lithium Deficient Fe-Substituted Li-Mn Oxide Spinel Phases.
Mat. Lett. 58 (2004) 1321
- P. PISZORA, W. PASZKOWICZ, C. BAEHTZ, E. WOLSKA
X-Ray Diffraction Studies on the Nature of the Phase Transition in the Stoichiometric $\text{LiMn} - 2\text{O}_4$.
J. Alloys Compd. 382 (2004) 119
- YE. PIVAK, L. VASYLECHKO, A. MATKOVSKII, M. BERKOWSKI
Thermal Expansion of $\text{La}_{0.92}\text{Sr}_{0.08}\text{Ga}_{0.92}\text{Ti}_{0.08}\text{O}_3$ Crystal.
Bull. Lviv Polytechn. Nat. Univ. Electr. 514 (2004) 142
- YE. PIVAK, L. VASYLECHKO, A. SENYSHYN, M. BERKOWSKI, M. KNAPP
Structure, Thermal Expansion and Phase Transition in $\text{La}_{0.92}\text{Sr}_{0.08}\text{Ga}_{0.92}\text{Ti}_{0.08}\text{O}_3$ Single Crystal.
In: Fuel Cell Technologies: State & Perspectives, N. Sammes and O. Vasyliov, Kluwer Academic Publishers, Boston/Dordrecht/London (2004)
- L. PLUCINSKI, R.L. JOHNSON, A. FLESZAR, W. HANKE, W. WEIGAND, C. KUMPF, C. HESKE, E. UMBACH, T. SCHALLENBERG, L.W. MOLENKAMP
Valence Band Electronic Structure of $\text{ZnSe}(001)$: Theory and Experiment.
Phys. Rev. B 70 (2004) 125308
- U. PONKRATZ, W.B. HOLZAPFEL
Equations of States for Wide Ranges in Pressure and Temperature.
J. Phys.: Condens. Matter 16 (2004) 963
- D. POSPIECH, B. KRETZSCHMAR, A. LEUTERITZ, M. WILLEKE, D. JEHNICHEN, A. JANKE, K. GRUNDKE
Nanocomposites mit natürlichen Schichtsilikaten.
In: Wiss. Dokumentation der FH Lausitz, Fachhochschule Lausitz, Fachhochschule Lausitz, Senftenberg/Cottbus (2004)
- R. PRABHAKARAN, A. GEETHA, M. THILAGAVATHI, R. KARVEMBU, V. KRISHNAN, H. BERTAGNOLLI, K. NATARAJAN
Synthesis, Characterization, EXAFS Investigation and Antibacterial Activities of New Ruthenium (III) Complexes Containing Tetradentate Schiff Base.
Journal of Inorganic Biochemistry 98 (2004) 2131
- K. PROOST, K. JANSSENS, B. WAGNER, E. BULSKA, M. SCHREINER
Determination of Localized $\text{Fe}^{2+}/\text{Fe}^{3+}$ Ratios in Inks of Historic Documents by Means of $\mu\text{-XANES}$.
Nucl. Instrum. Methods Phys. Res. B 213 (2004) 723
- A. PUIG-MOLINA, L.P. NIELSEN, A.M. MOLENBROEK, K. HERBST
In Situ EXAFS Study on the Chemical State of Arsenic Deposited on a $\text{NiMoP}/\text{Al}_2\text{O}_3$ Hydrotreating Catalyst.
Zur Veröffentlichung in Catal. Lett.
- A. PUNDT, M. SULEIMAN, M.T. REETZ, C. BÄHTZ, R. KIRCHHEIM, N.M. JISRAWI
Hydrogen and Pd-Clusters.
Mater. Sci. Eng. B 108 (2004) 19
- H. PURNAMA, F. GIRGSDIES, T. RESSLER, J.H. SCHATTKA, R.A. CARUSO, R. SCHOMÄCKER, R. SCHLÖGL
Activity and Selectivity of a Nanostructured CuO/ZrO_2 Catalyst in the Steam Reforming of Methanol.
Catal. Lett. 94 (2004) 61

- V.A. PUSTOVAROV, M. KIRM, V.YU. IVANOV, D.B. PODUZOV, A.V. KRUZHALOV
Time-Resolved Luminescence of Complex Wide-Gap Oxide Crystals Under Inner-Shell Excitation.
Radiat. Meas. 38 (2004) 575
- V.A. PUSTOVAROV, V.YU. IVANOV
Using of Synchrotron Radiation in Investigations of Radiation Processes on Experimental Physics Department Urals State Technical University.
Vestnik USTU-UPI 5 (35) (2004) 98
- D. RAFAJA, J. EBERT, G. MIEHE, N. MARTZ, M. KNAPP, B. STAHL, M. GHAFARI, H. HAHN, H. FUESS, P. SCHMOLLN-GRUBER, P. FARBER, H. SIEGLE
Changes in the Real Structure and Magnetoresistance of $\text{Co}_{90}\text{Fe}_{10}/\text{Cu}$ and $\text{Co}_{90}\text{Fe}_{10}/\text{Cu}_{85}\text{Ag}_{10}\text{Au}_5$ Multilayers After Annealing.
Thin Solid Films 460 (2004) 256
- D. RAFAJA, V. KLEMM, G. SCHREIBER, M. KNAPP, R. KUŽEL
Interference Phenomena Observed by X-Ray Diffraction in Nanocrystalline Thin Films.
J. Appl. Cryst. 37 (2004) 613
- B.N. RAMMEH, K.G. BRAMNIK, H. EHRENBERG, B. STAHL, H. FUESS, A. CHEIKH-ROUHOU
Crystal Structure and Magnetic Properties of Mo-Substituted $\text{Ba}_2(\text{Fe}, \text{W})_2\text{O}_6$ Double-Perovskites: a Synchrotron Diffraction, Magnetization and Moessbauer Study.
J. Alloys Compd. 363 (2004) 24
- D. RAMMELMAIR, M. WILKE, K. RICKERS, A.R. SCHWARZER, A. MÖLLER, A. WITTENBERG
Geology, Mining, Metallurgy.
In: Handbook of Practical X-ray fluorescence analysis, B. Kannigasser, B. Beckhoff, Springer, Berlin, Heidelberg, New York (2004)
- S. RAMMELT, E. SCHULZE, R. BERNHARDT, U. HANISCH, D. SCHARNWEBER, H. WORCH, H. ZWIPP, A. BIEWENER
Coating of Titanium Implants with Type-I Collagen.
J. Orthop. Res. 22 (2004) 1025
- F.B. RASMUSSEN, J. SEHESTED, H.T. TEUNISSEN, A.M. MOLENBROEK, B.S. CLAUSEN
Sintering of $\text{Ni}/\text{Al}_2\text{O}_3$ Catalysts Studied by Anomalous Small Angle X-Ray Scattering.
Zur Veröffentlich. in Appl. Catalysis A - General
- G. REICHENAUER
Thermal Aging of Silica Gels in Water.
Zur Veröffentlich. in J. Non-Cryst. Solids
- G. REICHENAUER, J. FRICKE, J. MANARA, J. HENKEL
Switching Silica Aerogels from Transparent to Opaque.
Zur Veröffentlich. in J. Non-Cryst. Solids
- R. REIM, W. KÖRNER, G. REICHENAUER, J. MANARA, M. ARDUINI-SCHUSTER, A. BECK, J. FRICKE
Silica-Aerogel Granulate: Structural, Optical and Thermal Properties.
Zur Veröffentlich. in J. Non-Cryst. Solids
- T. RESSLER, J. WIENOLD, O. TIMPE
Evolution of Catalyst Structure Under Reaction Conditions from Time-Resolved in Situ XAS Investigations.
Zur Veröffentlich. in Phys. Scri.
- T. RESSLER, O. TIMPE, F. GIRGSDIES
In Situ Bulk Structural Study on Solid-State Dynamics and Catalytic Activity Correlations of a $\text{H}_4[\text{PNbMo}_{11}\text{O}_{40}]$ Partial Oxidation Catalyst.
Zur Veröffentlich. in Z. Kristallogr.
- K. RICKERS, W. HEINRICH, R. THOMAS
Trace-Element Analysis of Individual Synthetic and Natural Fluid Inclusions with Synchrotron Radiation XRF Using Monte Carlo Simulations for Quantification.
Eur. J. Mineral. 16 (2004) 23
- A. RISTIC, N. NOVAK TUSAR, G. VLAIC, I. ARCON, F. THIBAUT-STARZYK, N. MALICKI, V. KAUCIC
Investigations on Iron Substitution in VPI-5 and Its Redox Behavior.
Microporous & Mesoporous Materials 76 (2004) 61
- M. ROHR, J.-D. GRUNWALDT, A. BAIKER
A Simple Route to Highly Active Ruthenium Catalysts for Formylation Reactions with Hydrogen and Carbon Dioxide.
Zur Veröffentlich. in J. Mol. Catal. A: Chem.
- M. ROHR, J.-D. GRUNWALDT, A. BAIKER
Formylation with Supercritical Carbon Dioxide Over $\text{Ru}/\text{Al}_2\text{O}_3$ Modified by Phosphines: Heterogeneous or Homogeneous Catalysis?
Zur Veröffentlich. in J. Catalysis
- C. ROTH, N. MARTZ, H. FUESS
Challenges in the Structural Characterization of Nanodispersed Catalytic Materials.
Zur Veröffentlich. in Journal of New Materials for Electrochemical Systems
- C. ROTH, N. MARTZ, M. MAZUREK, F. SCHEIBA, H. FUESS
Development of an in-Situ Cell for X-Ray Absorption Measurements During Fuel Cell Operation.
Zur Veröffentlich. in Adv. Eng. Mat.
- B. ZIBROWIUS, U. RUSCHEWITZ, C. BÄHTZ, M. KNAPP
Phase Transition in K_2C_2 as Studied by Synchrotron X-Ray Powder Diffraction and Solid-State ^{13}C NMR Spectroscopy.
Zur Veröffentlich. in Phys. Chem.Chem. Phys.
- U. RUSCHEWITZ, A. SCHUY
Negative Thermal Expansion in Anhydrous Salts of Acetylenedicarboxylic Acid.
Z. Anorg. Allg. Chemie 630 (2004) 1704
- U. RUSCHEWITZ, L. PAK, C. BÄHTZ, M. KNAPP, B. ZIBROWIUS
Darstellung und Kristallstruktur der Propinide $\text{M}^I\text{C}_3\text{H}_3$ und $\text{Na}[\text{M}^I(\text{C}_3\text{H}_3)_2]$ ($\text{M}^I = \text{Cu}, \text{Ag}$).
Z. Anorg. Allg. Chemie 630 (2004) 1750
- U. RUSCHEWITZ, U. CREMER, S. DISCH
 $\text{Ca}[\text{Cu}(\text{C}_2\text{H}_3)_3]_x6\text{NH}_3$ und $\text{Rb}_2[\text{Cu}(\text{C}_2\text{H}_3)_3]_x\text{NH}_3$: Zwei Ethynylcuprate mit einem trigonal planaren $[\text{Cu}(\text{C}_2\text{H}_3)_3]^{2-}$ -Anion.
Z. Anorg. Allg. Chemie 630 (2004) 2304

- U. RUSCHEWITZ, U. CREMER, S. DISCH
Neue Ethynylcuprate mit einem ungewöhnlichen trigonal planaren $[\text{Cu}(\text{C}_2\text{H}_3)_3]^{2-}$ Anion.
Z. Anorg. Allg. Chemie 630 (2004) 1716
- U. RUSCHEWITZ, U. CREMER
Alkalimetalltetraethynylzinkate und Cadmate $\text{A}_2^{\text{I}}\text{M}(\text{C}_2\text{H})_4$ ($\text{A}^{\text{I}} = \text{Na-Cs}$, $\text{M} = \text{Zn, Cd}$): Synthese, Kristallstruktur und spektroskopische Eigenschaften.
Z. Anorg. Allg. Chemie 630 (2004) 337
- R. RÖHLSBERGER
Nuclear Condensed Matter Physics with Synchrotron Radiation.
In: Nuclear Condensed Matter Physics with Synchrotron Radiation, G. Höhler, Springer, Berlin (2004)
- N. SAITO, Y. MURAMATSU, H. CHIBA, K. UEDA, K. KUBOZUKA, I. KOYANO, K. OKADA, O. JAGUTZKI, A. CZASCH, T. WEBER, M. HATTASS, H. SCHMIDT-BÖCKING, R. MOSHAMMER, M. LAVOLLÉE, U. BECKER
Deformation, Nuclear Motion and Fragmentation of Core-Excited CO_2 Probed by Multiple-Ion Coincidence Momentum Imaging.
J. Electron Spectrosc. Relat. Phenom. 141 (2004) 183
- K. SAKSL, J. IURIŠIN, M. OROLINOVA, K. IURIŠINOVA, P. LAZAR
Structural study on Al – 26 mass% Si – 8 mass% Ni powder.
Zur Veröffentlichung in J. Mater. Sci.
- B. SALBU, K. JANSSENS, O. LIND, K. PROOST, L. GIJSELS, P. DANESI
Oxidation States of Uranium in DU Particles from Kuwait.
Journal of Environmental Reactivity 78 (2004) 125
- M. SAPHIANNIKOVA, O. HENNEBERG, T.M. GEUE, U. PIETSCH, P. ROCHON
Nonlinear Effects During Inscription of Azobenzene Surface Relief Gratings.
J. Phys. Chem. B 108 (2004) 15084
- M. SAPHIANNIKOVA, TH. GEUE, O. HENNEBERG, K. MORAWETZ, U. PIETSCH
Linear Viscoelastic Analysis of Formation and Relaxation of Azobenzene Polymer Gratings.
J. Chem. Phys. 120 (2004) 4039
- F. SAVIKHIN, M. KERIKMÄE, E. FELDBACH, A. LUSHCHIK, D. ONISHCHIK, D. RAKHIMOV, I. TOKBERGENOV
Fast Intrinsic Emission with Participation of Oxyanion and Cation Excitations in Metal Sulphates.
Zur Veröffentlichung in phys. stat. sol. (c)
- D. SAVYTSKII, A. MATKOVSKII
Twin Structure of $\text{La}_{0.95}\text{Sr}_{0.05}\text{Ga}_{0.9}\text{Mg}_{0.1}\text{O}_{2.925}$ Crystals.
Bull. Lviv Polytechn. Nat. Univ. Electr. 514 (2004) 72
- D. SAVYTSKII, D. TROTS, A. MATKOVSKII, C. PAULMANN, U. BISMAYER, M. BERKOWSKI
Real Structure of LSGMO Crystal Studied by Laue Method.
In: Mixed Ionic Electronic Conducting (MIEC) Perovskites for Advanced Energy Systems, Nina Orlovskaya, Nigel Browning, Kluwer Academic Publishers, Boston/Dordrecht/London (2004)
- D. SAVYTSKII, L. VASYLECHKO, U. BISMAYER, C. PAULMANN, M. BERKOWSKI
Configuration of Twin Walls in LSGMO.
In: Fuel Cell Technologies: State & Perspectives, N. Sammes and O. Vasyliov, Kluwer Academic Publishers, Boston/Dordrecht/London (2004)
- O. SCHALM, D. CALUWÉ, H. WOUTERS, K. JANSSENS, F. VERHAEGHE, M. PIETERS
Chemical Composition and Deterioration of Glass Excavated in the 15th–16th Century Fishermen Town of Raversijde (Belgium).
Spectrochim. Acta B 59 (2004) 1647
- ST. SCHEINS, B. DITTRICH, M. MESSERSCHMIDT, C. PAULMANN, P. LUGER
Atomic Volumes and Charges in a System with a Strong Hydrogen Bond: L-Tryptophan Formic Acid.
Acta Crystallogr. B 60 (2004) 184
- C. SCHILLER, C. RASCHE, M. WEHMÖLLER, F. BECKMANN, H. EUFINGER, M. EPPLER, S. WEIHE
Geometrically Structured Implants for Cranial Reconstruction Made of Biodegradable Polyesters and Calcium Phosphate/calcium Carbonate.
Biomaterials 25 (2004) 1239
- K.H. SCHLÜNZEN, U. KRELL
Atmospheric Parameters for the North Sea: A Review.
Senckenbergiana Maritima Band 34, H (2004) 1
- W.W. SCHMAHL, J. KHALIL-ALLAFI, B. HASSE, M. WAGNER, A. HECKMANN, CH. SOMSEN
Investigation of the Phase Evolution in a Superelastic NiTi Shape Memory Alloy (50.7 at.-% Ni) Under Extensional Load with Synchrotron Radiation.
Mater. Sci. Eng. A 378 (2004) 81
- M. SCHMIDBAUER
Buch: X-Ray Diffuse Scattering from Self-Organized Mesoscopic Semiconductor Systems, Reihe: Springer Tracts in Modern Physics, Band 199, Springer, Berlin, Heidelberg (2004)
- M. SCHMIDBAUER, F. HATAMI, M. HANKE, P. SCHÄFER, K. BRAUNE, W.T. MASSELINK, R. KÖHLER, M. RAMSTEINER
Shape Mediated Anisotropic Strain in Self-Assembled $\text{InP} / \text{In}_{0.48}\text{Ga}_{0.52}\text{P}$ Quantum Dots.
Phys. Rev. B 65 (2004) 125320
- E. SCHNEIDER, A. HAGEN, J.-D. GRUNWALDT, F. ROESSNER
An Alternative Preparation Method for Ion Exchanged Catalysts: Solid State Redox Reaction.
Stud. Surf. Sci. Catal. CD (2004) 2192
- A. SCHNEPF, R. KOEPE, E. WECKERT, H. SCHNOECKEL
Two Metalloid Ga_{22} Clusters Containing a Novel Ga_{22} Core with an Icosahedral Ga_{12} Center.
Chem. Eur. J. 10 (2004) 1977

- C.G. SCHROER, M. KUHLMANN, T.F. GÜNZLER, B. LENGELER, M. RICHWIN, B. GRIESEBOCK, D. LÜTZENKIRCHENHECHT, R. FRAHM, E. ZIEGLER, A. MASHAYEKHI, D. HAEFFNER, J. D. GRUNWALDT, A. BAIKER, W. SCHRÖDER
Mapping the Chemical States of an Element Inside a Sample Using Tomographic X-Ray Absorption Spectroscopy.
Zur Veröffentl. in *Physica Scripta*
- B. SCHUEPP, C. SEKAR, W. GRUNER, G. AUFFERMANN, C. BAEHTZ, G. KRABBES
Crystal Structure Investigations and Thermal Behavior of the Five-Leg Spin Ladder Compound $\text{La}_8\text{Cu}_7\text{O}_{19}$.
Z. Anorg. Allg. Chemie 630 (2004) 663
- U. SCHWARZ, M. SCHMIDT, R. GUMENIUK, W. SCHNELLE, M. HANFLAND, K. KLEMENTIEV, YU. GRIN
Chemical Bonding and Pressure-Induced Change of the Electron Configuration of Ytterbium in β - YbAgGa_2 .
Z. Anorg. Allg. Chemie 630 (2004) 122
- W. SCHWEIKA, H. REICHERT, W. BABIK, O. KLEIN, S. EN-GEMANN
Strain-Induced Incomplete Wetting at CuAu (001)-Surfaces.
Phys. Rev. B 70 (2004) 041401-1,4
- C. SEKAR, B. SCHUEPP-NIEWA, G. KRABBES, M. WOLF, D. ECKERT, M. KNAPP, K.-H. MUELLER
Synthesis, Crystal Structure and Magnetic Properties of the Spin Ladder Compounds $(\text{La})_2(\text{Cu}_{1-x}\text{Zn}_x)_2\text{O}_5$ and $(\text{La})_8(\text{Cu}_{1-x}\text{Zn}_x)_7\text{O}_{19}$.
Zur Veröffentl. in *J. Solid State Chem.*
- A. SENYSHYN, A.R. OGANOV, L. VASYLECHKO, H. EHRENBURG, U. BISMAYER, M. BERKOWSKI, A. MATKOVSKII
The Crystal Structure and Thermal Expansion of the Perovskite-Type $\text{Nd}_{0.75}\text{Sm}_{0.25}\text{GaO}_3$: Powder Diffraction and Lattice Dynamical Studies.
J. Phys.: Condens. Matter 16 (2004) 253
- A. SENYSHYN, L. VASYLECHKO, A. MATKOVSKII
Thermal Expansion of Orthorhombic RGaO_3 (R=La-Gd) Perovskites.
Bull. Lviv Polytechn. Nat. Univ. Electr. 514 (2004) 130
- A. SENYSHYN, L. VASYLECHKO, M. KNAPP, U. BISMAYER, V. BERKOWSKI, A. MATKOVSKII
Thermal Expansion of the NdGaO_3 Perovskite.
J. Alloys Compd. 382 (1-2) (2004) 84
- P. SERDA, J. GROCHOWSKI, H. DUDDECK
The Structure of Marmesinin by Powder and Single-Crystal Diffraction.
J. Alloys Compd. 362/1-2 (2004) 224
- N. SHIRAN, A. GEKTIN, S. NEICHEVA, N. WEBER, S. DENZO, M. KIRM, M. TRUE, I. SPHINKOV, D. SPASSKY, K. SHIMAMURA, N. ICHINOSE
Energy Transfer in Pure and Ce Doped LiCaAlF_6 and LiSrAlF_6 Crystals.
Zur Veröffentl. in *Nucl. Instrum. Methods Phys. Res. A*
- E.V. SHTYKOVA, D.I. SVERGUN, D.M. CHERNYSHOV, I.A. KHOTINA, P.M. VALETSKY, R.J. SPONTAK, L.M. BRONSTEIN
Platinum Nanoparticles Generated in Functionality-Enhanced Reaction Media Based on Polyoctadecylsiloxane with Long-Chain Functional Modifiers.
Zur Veröffentl. in *J. Phys. Chem. B*
- A.V. SIDORENKO, A.J.J. BOS, P. DORENBOS, C.W.E. VAN EIJK, P.A. RODNYI, I.V. BEREZOVSKAYA, V.P. DOTSENKO
Storage Properties of Ce^{3+} Doped Haloborate Phosphors Enriched with ^{10}B Isotope.
J. Appl. Phys. 95 (2004) 7898
- M. SIKORA, CZ. KAPUSTA, D. ZAJAC, W. TOKARZ, C.J. OATES, M. BOROWIEC, D. RYBICKI, E. GOERING, P. FISCHER, G. SCHÜTZ, J.M. DE TERESA, M.R. IBARRA
X-MCD Magnetometry of CMR Perovskites $\text{La}_{0.67-y}\text{RE}_y\text{Ca}_{0.33}\text{MnO}_3$.
J. Magn. Magn. Mater. 272-276 (2004) 2148
- M. SIKORA, CZ. KAPUSTA, L. MAKSYMOWICZ, M. LUBECKA, B. CIECIWA, R. SZYMCZAK, E. WELTER, M. BOROWIEC, D. ZAJAC
EXAFS Study of Indium Doped Magnetic Semiconductor CdCr_2Se_4 .
J. Alloys Compd. 362 (2004) 151
- I. SILDOS, S. LANGE, T. TÄTTE, V. KIISK, M. KIRM, J. AARIK
Emission of Rare Earth Ions Incorporated Into Metal Oxide Thin Films and Fibres.
Zur Veröffentl. in *Mater. Res. Soc. Proc.*
- Z. SMIT, K. JANSSENS, K. PROOST, I. LANGUS
Confocal Micro-XRF of Paint Layers.
Nucl. Instrum. Methods Phys. Res. B 219 (2004) 35
- Z. SMIT, K. JANSSENS, O. SCHALM, M. KOS
Spread of Facon-de-Venice Glassmaking Through Central and Western Europe.
Nucl. Instrum. Methods Phys. Res. B 213 (2004) 717
- R. SNEER, M.J. WEYGAND, K. KJAER, D.A. TIRRELL, H. RAPAPORT
Parallel Beta-Sheet Assemblies at Interfaces.
Chem. Phys. Chem. 5 (2004) 747
- J.W. SOBCZAK, E. SOBCZAK, A. DRELINKIEWICZ, M. HASIK, E. WENDA
Local Structure of a Pd-Doped Polymer Investigated Using a Linear Combination of XANES Spectra.
J. Alloys Compd. 362 (2004) 162
- N.V. SOCHINSKII, V.N. BABENTSOV, P.J. MCNALLY, A. DUNDEE, C. CORSI
Infrared Photoluminescence Imaging of Infrared Materials: HgCdTe/Cd(Zn)Te Heterostructures.
Zur Veröffentl. in *Infrared Phys. & Technol.*

- P. SOLARZ, G. DOMINIAK-DZIK, R. LISIECKI, W. RYBA-ROMANOWSKI
Conversion of VUV to UV and Visible in $K_5Li_2LnF_{10}$ Containing Rare-Earth from Cerium Group ($Ln = La^{3+}, Ce^{3+}, Pr^{3+}, Nd^{3+}$).
Radiat. Meas. 38 (2004) 603
- P. SOLARZ, G. DOMINIAK-DZIK, W. RYBA-ROMANOWSKI
Conversion of VUV to Visible in $K_5Li_2LnF_{10}$ Containing Rare-Earth Ions ($Ln = Pr-Gd$).
J. Alloys Compd. 362 (2004) 61
- V.L. SOLOZHENKO
Synthesis of Superhard Phases: in Situ Studies.
In: High-Pressure Crystallography, A. Katrusiak and P. McMillan, Kluwer, Dordrecht (2004)
- V.L. SOLOZHENKO, M. SCHWARZ, R. RIEDEL
Equation of State of Silicon Nitride Carbodiimide Si_2CN_4 .
Solid State Commun. 132 (2004) 573
- V. SOTO, K. KNORR, L. EHM, C. BAEHTZ, B. WINKLER, M. AVALOS-BORJA
High-Pressure and High-Temperature Powder Diffraction on Molybdenum Diphosphide, MoP_2 .
Z. Kristallogr. 219 (2004) 309
- T. SOWADE, T. LIESE, C. SCHMIDT, F.-W. SCHÜTZE, X. YU, H. BERNDT, W. GRÜNERT
Relations Between Structure and Catalytic Activity of Ce-In-ZSM-5 Catalysts for the Selective Reduction of NO by Methane. II. Interplay Between the CeO_2 Promoter and Different Indium Sites.
J. Catalysis 225 (2004) 105
- D.A. SPASSKY, S. IVANOV, I. KITAEVA, V. KOLOBANOV, V. MIKHAILIN, L. IVLEVA, I. VORONINA
Optical and Luminescent Properties of a Series of Molybdate Single Crystals of Scheelite Crystal Structure.
Zur Veröffentlich. in phys. stat. sol. (c)
- D.A. SPASSKY, S.N. IVANOV, V.N. KOLOBANOV, V.V. MIKHAILIN, B.I. ZADNEPROVSKI, L.I. POTKIN
Optical and Luminescence Properties of Lead and Barium Molybdates.
Materials of Electronic Technics No 1 (2004) 70
- D.A. SPASSKY, S.N. IVANOV, V.N. KOLOBANOV, V.V. MIKHAILIN, B.I. ZADNEPROVSKI, L.I. POTKIN
Optical and Luminescent Properties of the Lead and Barium Molybdates.
Radiat. Meas. 38/4-6 (2004) 607
- D.A. SPASSKY, V.N. KOLOBANOV, V.V. MIKHAILIN, V.N. ZEMSKOV, B.I. ZADNEPROVSKI, L.I. POTKIN, G. ZIMMERER
Optical and Luminescent Properties of the Lead and Barium Molybdates.
Zur Veröffentlich. in Radiat. Meas.
- A.YU. STAKHEEV, O.P. TKACHENKO, G.I. KAPUSTIN, N.S. TELEGINA, G.N. BAEVA, T.R. BRUEVA, K.V. KLEMENTIEV, W. GRÜNERT, L.M. KUSTOV
Study of the Formation and Stability of Pt and Pd Metallic Nanoparticles on Carbon Support.
Russian Chemical Bulletin, Int. Ed. 53 (2004) 528
- A.YU. STAKHEEV, O.P. TKACHENKO, K.V. KLEMENTIEV, W. GRÜNERT, G.O. BRAGINA, I.S. MASHKOVSKI, L.M. KUSTOV
Formation of Small Metallic Rh Particles on Carbon Surface.
Zur Veröffentlich. in Kinetika i Kataliz (in Russisch)
- J. STANGL, T. SCHÜLLI, A. HESSE, V. HOLY, G. BAUER, M. STOFFEL, O.G. SCHMIDT
Structural Properties of Semiconductor Nanostructures from X-Ray Scattering.
In: Advances in Solid State Physics, B. Kramer, Springer, Berlin Heidelberg (2004)
- J. STANGL, T. SCHÜLLI, T.H. METZGER, G. BAUER
Im Inneren von Halbleiter-Nanostrukturen.
Physik Journal 5 (2004) 33
- J. STANGL, V. HOLY, G. BAUER
Structural Properties of Self-Assembled Semiconductor Nanostructures.
Rev. Mod. Phys. 76 (2004) 725
- B. STEEG, L. JUHA, J. FELDHAUS, S. JACOBI, R. SOBIERAJSKI, C. MICHAELSEN, A. ANDREJCZUK, J. KRZYWINSKI
Total Reflection Amorphous Carbon Mirrors for Vacuum Ultraviolet Free Electron Lasers.
Appl. Phys. Lett. 84 (2004) 657
- A. STIERLE, F. RENNER, R. STREITEL, H. DOSCH, W. DRUBE, B.C. COWIE
X-Ray Diffraction Study of the Ultrathin Al_2O_3 Layer on $NiAl(110)$.
Science 303 (2004) 1652
- J. STREMPFER, I. ZEGKINOGLU, U. RUETT, M.V. ZIMMERMANN, C. BERNHARD, C.T. LIN, TH. WOLF, B. KEIMER
Oxygen Superstructures Throughout the Phase Diagram of $(Y, Ca)Ba_2Cu_3O_{6+x}$.
Phys. Rev. Lett. 93 (2004) 158007
- C. SYMIETZ, M. SCHNEIDER, G. BREZESINSKI, H. MÖHWALD
DNA-Alignment at Cationic Lipid Monolayers at the Air/Water-Interface.
Macromol. 37 (2004) 3865
- K. SZYMANSKI, D. SATULA, L. DOBRZYNSKI, B. KALSKA
Nuclear Resonance Scattering of Circularly Polarized SR.
Zur Veröffentlich. in Acta Phys. Pol B
- D. TADIC, F. BECKMANN, K. SCHWARZ, M. EPPLE
A Novel Method to Produce Hydroxyapatite Objects with Interconnecting Porosity that Avoids Sintering.
Biomaterials 25 (2004) 3335
- D. TADIC, F. BECKMANN, T. DONATH, M. EPPLE
Comparison of Different Methods for the Preparation of Porous Bone Substitution Materials and Structural Investigations by Synchrotron μ -Computer Tomography.
Mater. Wiss. Werkstofftechn. 35 (2004) 240

- D. TADIC, M. EPPLE
A Thorough Physicochemical Characterisation of 14 Calcium Phosphate-Based Bone Substitution Materials in Comparison to Natural Bone.
Biomaterials 25 (2004) 987
- M. TANAKA
Cell Surface Models on Polymer Supports - from Artificial Membranes to Native Cells.
In: *Advances in Planar Lipid Bilayers and Liposomes*, H.T. Tien, A. Ottova, Elsevier, Amsterdam (2004)
- M. TANAKA, F. REHFELDT, M. SCHNEIDER, C. GEGE, R.R. SCHMIDT, S.S. FUNARI
Oligomer to Polymer Transition in Short Ethylene Glycol Chains Connected to Mobile Hydrophobic Anchors.
Zur Veröffentlichung in *Chem. Phys. Chem.*
- M. TANAKA, F. REHFELDT, M.F. SCHNEIDER, G. MATHE, A. ALBERSDÖRFER, K.R. NEUMAIER, O. PURRUCKER, E. SACKMANN
Wetting and Dewetting of Extracellular Matrix and Glycocalyx Models.
Zur Veröffentlichung in *J. Phys.: Condens. Matter*
- M. TANAKA, M.F. SCHNEIDER, G. BREZESINSKI
In-Plane Structures of Synthetic Oligolactose Lipid Monolayers – Impact of Saccharide Chain Length.
Chem. Phys. Chem. 4 (2004) 1316
- D. TATCHEV, R. KRANOLD
Maximum Entropy Method as a Routine Tool for Determination of Particle Size Distributions by Small-Angle Scattering.
J. Appl. Cryst. 37 (2004) 32
- M.L. TOEBES, Y. ZHANG, J. HAJEK, X. NIJHUIS, H. BITTER, D. MURZIN, D. KONINGSBERGER, K. DE JONG
Support Effects in Hydrogenation of Cinnamaldehyde Over Carbon Nanofiber-Supported Platinum Catalysts Part I: Characterization and Catalysis.
J. Catalysis 226 (2004) 215
- E. TRATAR PIRC, I. ARCON, A. KODRE, P. BUKOVEC
Metal Ion Environment in Solid Mn(II), Co(II), and Ni(II) Hyaluronates.
Zur Veröffentlichung in *Carbohydrate Research*
- M. TRUE, M. KIRM, E. NEGODINE, S. VIELHAUER, G. ZIMMERER
VUV Spectroscopy of Tm³⁺ and Mn²⁺ Doped LiSrAlF₆.
J. Alloys Compd. 374 (2004) 36
- S. TÖRÖK, J. OSÁN, G. FALKENBERG
Atmospheric Emission from Wood Combustion.
In: *Emissions of Air Pollutants – Measurements, Calculations and Uncertainties*, R. Friedrich, S. Reich, Springer, Berlin, Heidelberg (2004)
- S. TÖRÖK, J. OSÁN, L. VINCZE, S. KURUNCZI, G. TAMBORINI, M. BETTI
Characterization and Speciation of Depleted Uranium in Individual Soil Particles Using Microanalytical Methods.
Spectrochim. Acta B 59 (2004) 689
- D. UHRIKOVA, G. RAPP, S. YARADAIKIN, V. GORDELIY, P. BALGAVY
Influence of Local Anesthetics on the Phosphatidylcholine Model Membrane: Small-Angle Synchrotron X-Ray Diffraction and Neutron Scattering Study.
Biophys. Chem. 109 (2004) 361
- D. UHRIKOVA, M. HANULOVA, S.S. FUNARI, I. LACKO, F. DEVINSKY, P. BALGAVY
The Structure of DNA-DLPC-Cationic Gemini Surfactant Aggregates: a Small Angle Synchrotron X-Ray Diffraction Study.
Biophys. Chem. 111 (2004) 197
- D. UHRIKOVA, T. ANDRYSEK, S.S. FUNARI, P. BALGAVY
Synchrotron Radiation Small- and Wide-Angle Scattering Study of Dispergation of EQUORAL®, Novel Drug Delivery System with Cyclosporine A.
Pharmazie 59 (2004) 650
- U. VAINIO, N. MAXIMOVA, B. HORTLING, J. LAINE, P. STEINIUS, L.K. SIMOLA, J. GRAVITIS, R. SERIMAA
Morphology of Dry Lignins and Size and Shape of Dissolved Kraft Lignin Particles by X-Ray Scattering.
Zur Veröffentlichung in *Langmuir*
- D. VALIM, A.G.S. FILHO, P.T.C. FREIRE, S.B. FAGAN, A.P. AYALA, J.M. FILHO, A.F.L. ALMEIDA, P.B.A. FECHINE, A.S.B. SOMBRA, J.S. OLSEN, L. GERWARD
Raman Scattering and X-Ray Diffraction Studies of Polycrystalline CaCu₃Ti₄O₁₂ Under High Pressure.
Phys. Rev. B 70 (2004) 132103
- E. VAN DER KOLK, P. DORENBOS, C.W.E. VAN EIJK, A.P. VINK, M. WEIL, J.P. CHAMINADE
Luminescence Excitation Study of the Higher Energy States of Pr³⁺ and Mn²⁺ in SrAlF₅, CaAlF₅ and NaMgF₃.
J. Appl. Phys. 95 (2004) 7867
- S. VAN SMAALEN, M. SHAZ, L. PALATINUS, P. DANIELS, F. GALLI, G. J. NIEUWENHUYIS, J.A. MYDOSH
Multiple Charge-Density Waves in R₅Ir₄Si₁₀ (R = Ho, Er, Tm and Lu).
Phys. Rev. B 69 (2004) 014103
- V. VASHOOK, L. VASYLECHKO, J. ZOSEL, W. GRUNER, H. ULLMANN, U. GUTH
Crystal Structure and Electrical Conductivity of Lanthanum-Calcium Chromites Titanates La_{1-x}Ca_xCr_{1-y}Ti_yO_{3-d} (x=0-1, y=0-1).
J. Solid State Chem. 177 (10) (2004) 3784
- E. VASILCHENKO, I. KUDRJAVTSEVA, A. LUSHCHIK, CH. LUSHCHIK, V. NAGIRNYI
Selective Creation of Colour Centres and Peaks of Thermally Stimulated Luminescence by VUV Photons in LiF Single Crystals.
Zur Veröffentlichung in *phys. stat. sol. (c)*
- L. VASYLECHKO, A. MATKOVSKII
Crystal Structures and Phase Transitions in the RE Aluminates with Perovskite-Like Structures.
Bull. Lviv Polytechn. Nat. Univ. Electr. 514 (2004) 33

- L. VASYLECHKO, A. SENYSHYN, YE. PIVAK, M. BERKOWSKI, V. VASHOOK, H. ULLMANN, C. BÄHTZ, U. BISMAYER
LSGM Single Crystals: Crystal Structure, Thermal Expansion, Phase Transitions and Conductivity.
In: Mixed Ionic Electronic Conducting (MIEC) Perovskites for Advanced Energy Systems, Nina Orlovskaya, Nigel Browning, Kluwer Academic Publishers, Boston/Dordrecht/London (2004)
- L. VASYLECHKO, A. SENYSHYN
Thermal Expansion of CeGaO₃ Perovskite.
Bull. Lviv Polytechn. Nat. Univ. Electr. 513 (2004) 3
- L. VASYLECHKO, V. VASHOOK, U. GUTH
CaTiO₃ – LaCrO₃ – CaCrO₃ and CaTiO₃ – LaCrO₃ – La_{2/3}TiO₃ Quasi-Ternary Systems.
In: Fuel Cell Technologies: State & Perspectives, N. Sammes and O. Vasyliiev, Kluwer Academic Publishers, Boston/Dordrecht/London (2004)
- L. VASYLECHKO, YE. PIVAK, A. SENYSHYN, D. SAVYTSKII, M. BERKOWSKI, H. BORRMANN, M. KNAPP, C. PAULMANN
Crystal Structure and Thermal Expansion of PrGaO₃ in the Temperature Range 12 – 1253 K.
Zur Veröffentlichung in J. Solid State Chem.
- J. VIEFHAUS, A.N. GRUM-GRZHIMAILO, N.M. KABACHNIK, U. BECKER
Electron Electron Coincidence Study of Double Auger Processes in Atoms.
J. Electron Spectrosc. Relat. Phenom. 141 (2004) 121
- J. VIEFHAUS, S. CVEJANOVIC, B. LANGER, T. LISCHKE, G. PRÜMPER, D. ROLLES, A.V. GOLOVIN, A.N. GRUM-GRZHIMAILO, N.M. KABACHNIK, U. BECKER
Energy and Angular Distributions of Electrons Emitted by Direct Double Auger Decay.
Phys. Rev. Lett. 92 (2004) 083001
- L. VINCZE, B. VEKEMANS, K. JANSSENS, F. ADAMS
Monte Carlo Simulation.
In: X-Ray Spectrometry Based On Recent Technological Advances, K. Tsuji, J. Injuk, R. Van Grieken, Wiley, Chichester (2004)
- M. WAGEMAKER, D. LÜTZENKIRCHEN-HECHT, A.A. VAN WELL, R. FRAHM
Atomic and Electronic Bulk Versus Surface Structure - Lithium Intercalation in Anatase TiO₂.
J. Phys. Chem. B 108 (2004) 12456
- A. WAGNER, R. FLAIG, B. DITTRICH, H. SCHMIDT, T. KORITSANSZKY, P. LUGER
Charge Density and Experimental Electrostatic Potentials of Two Penicillin Derivatives.
Chem. Eur. J. 10 (2004) 2977
- G. WALTER, U. HOPPE, J. VOGEL, G. CARL, P. HARTMANN
The Structure of Zinc Polyphosphate Glass Studied by Diffraction Methods and ³¹P NMR.
J. Non-Cryst. Solids 333 (2004) 252
- X.L. WANG, Q. HE, S.P. ZHENG, G. BREZESINSKI, H. MÖHWALD, J.B. LI
Structural Changes of Phospholipid Monolayers Caused by Coupling of Human Serum Albumin: A GIXD Study at the Air/Water Interface.
J. Phys. Chem. B 108 (2004) 14171
- A. WASKOWSKA, L. GERWARD, J.S. OLSEN, E. MALICKA
Temperature and Pressure Induced Lattice Distortion in CdCr_{2-x}Ga_xSe₄.
J. Phys.: Condens. Matter 14 (2004) 12423
- A. WASKOWSKA, L. GERWARD, J.S. OLSEN, M. FELIZ, R. LLUSAR, L. GRACIA, M. MARQUÉS, J.M. RECIO
High-Pressure Behaviour of Selenium Based Spinel and Related Structures - an Experimental and Theoretical Study.
J. Phys.: Condens. Matter 16 (2004) 53
- E. WEIDNER, F. FREY, J.-L. LEI, B. PEDERSEN, C. PAULMANN, W. MORGENROTH
Disordered Quasicrystals: Diffuse Scattering in Decagonal Al-Ni-Fe.
J. Appl. Cryst. 37 (2004) 802
- W. WEIGAND, F. REUSS, L. HANSEN, A. WAAG, L.W. MOLENKAMP, C. KUMPF, M. SOKOLOWSKI, E. UMBACH,
Structure of Te/Ge(001) Surface Studied by SPA-LEED.
Surf. Sci. 562 (2004) 33
- V. WEISS, W. BOHNE, J. RÖHRICH, E. STRUB, U. BLOECK, I. SIEBER, K. ELLMER, R. MIENTUS, F. PORSCH
Reactive Magnetron Sputtering of Molybdenum Sulfide Thin Films: In Situ Synchrotron X-Ray Diffraction and Transmission Electron Microscopy Study.
J. Appl. Phys. 95 (2004) 7665
- G. WESELOH, M. KÜHBACHER, H. BERTELSMANN, M. ÖZASLAN, A. KYRIAKOPOULOS, A. KNÖCHEL, D. BEHNE
Analysis of Metal-Containing Proteins by Gel Electrophoresis and Synchrotron Radiation X-Ray Fluorescence.
J. Radioanal. Nucl. Ch. 259 (2004) 473
- W. WIERZCHOWSKI, K. WIETESKA, J. AULEYTNER, W. GRAEFF, D. ZYMIERSKA
Synchrotron X-Ray Studies of Silicon Implanted with High-Energy Ar Ions After Thermal Annealing.
J. Alloys Compd. 382 (2004) 146
- W. WIERZCHOWSKI, K. WIETESKA, W. GRAEFF, M. PAWLOWSKA, B. SURMA, S. STRZELECKA
X-Ray Topographic Investigation of Large Oxygen Precipitates in Silicon.
J. Alloys Compd. 362 (2004) 301
- K. WIETESKA, W. WIERZCHOWSKI, W. GRAEFF, G. KURI, A. TUROS, G. GAWLIK
Reciprocal Space Mapping of Implanted AlIBV Semiconductor Compounds.
J. Alloys Compd. 362 (2004) 297
- M. WILKE, G.M. PARTZSCH, R. BERNHARDT, D. LATTARD
Determination of the Iron Oxidation State in Basaltic Glasses Using XANES at the K-Edge.
Chem. Geol. 213 (2004) 71

- L.C. WITJENS, J.H. BITTER, A.J. VAN DILLEN, K.P. DE JONG, F.M.F. DE GROOT
Pd L3 Edge XANES Investigation of the Electronic and Geometric Structure of Pd/Ag-H Membranes.
Phys. Chem.Chem. Phys. 6 (2004) 3903
- E. WOLSKA, P. PISZORA, J. DARUL, W. NOWICKI
Synchrotron X-Ray Diffraction Studies on the Phase Transitions in the Spinel $\text{Li}_x\text{Mn}_{3-x}\text{O}_4$ Intercalation Compounds.
J. Phys. Chem. Solids 65 (2004) 223
- T. WROBLEWSKI, A. BJEUMIKHOV
Small Angle X-ray Imaging.
Nucl. Instrum. Methods Phys. Res. A 521 (2004) 571
- T. WROBLEWSKI, A. BJEUMIKHOV
X-Ray Diffraction Imaging of Bulk Polycrystalline Materials.
Zur Veröffentlich. in Nucl. Instrum. Methods Phys. Res. A
- T. WROBLEWSKI, U. PONKRATZ, F. PORSCHE
Simultaneous Determination of Micro-Strain in Two Directions by Energy Dispersive Diffraction Using Two Detectors.
Nucl. Instrum. Methods Phys. Res. A 532 (2004) 639
- G. WU, J. MAJEWSKI, C. EGE, K. KJAER, M.J. WEYGAND, K.Y.C. LEE
Lipid Corraling and Poloxamer Squeeze-Out in Membranes.
Phys. Rev. Lett. 93 (2004) 028101
- K. YAMADA, M.H. AHMAD, H. OHKI, T. OKUDA, H. EHRENBERG, H. FUESS
Structural Phase Transition of the Two-Dimensional Fluoride Ion Conductor KSn_2F_5 Studied by X-Ray Diffraction.
Solid State Ion. 167 (2004) 301
- L. YANG, Y. CHAO, K. SAKSL, H. FRANZ, L.L. SUN, W.K. WANG, N.P. JIANG, X.J. WU, J.Z. JIANG
Short-Range Structure of $\text{Zr}_{41}\text{Ti}_{14}\text{Cu}_{12.5}\text{Ni}_{10}\text{Be}_{22.5}$ Glass Prepared by Shock Wave.
Appl. Phys. Lett. 84 (2004) 4998
- S.-B. YI, H.-G. BROKMEIER, R.E. BOLMARO, K.U. KAINER, T. LIPPMANN
In-Situ Measurements of Texture Variations During a Tensile Loading of Mg-Alloy AM20 Using Synchrotron X-Ray Radiation.
Scr. Mater. 51 (2004) 455
- B.I. ZADNEPROVSKI, I.A. KAMENSKIKH, V.N. KOLOBANOV, V.V. MIKHAILIN, I.N. SHPINKOV, M. KIRM
Gel Growth, Luminescence, and Scintillation of PbSO_4 Crystals.
Inorganic Materials 40 (2004) 735
- B.I. ZADNEPROVSKY, I.A. KAMENSKIKH, V.N. KOLOBANOV, V.V. MIKHAILIN, I.N. SHPINKOV, M. KIRM
Growth in Gel, Optical and Luminescence Properties of PbSO_4 Single Crystals.
Neorganicheskiye Materialy (in Russian) 40 (2004) 1
- D. ZAJAC, CZ. KAPUSTA, P.C. RIEDI, M. SIKORA, C.J. OATES, D. RYBICKI, J. BLASCO, D. SERRATE, J.M. DE TERESA, M.R. IBARRA
NMR and X-MCD Study of $\text{Sr}_{1-3x}\text{Ba}_{1+x}\text{La}_{2x}\text{FeMoO}_6$.
J. Magn. Magn. Mater. 272-276 (2004) 1756
- X.H. ZHAI, G. BREZESINSKI, H. MÖHWALD, J.B. LI
Thermodynamics and Structures of Amide Phospholipid Monolayers.
J. Phys. Chem. B 108 (2004) 13475
- YU.V. ZORENKO, I.V. KOSTANKEVICH, V.V. MIKHAILIN, V.N. KOLOBANOV, D.A. SPASSKY
Luminescence of Excitons in Single-Crystalline Garnets.
Optics and Spectroscopy (in Russian) 96 (2004) 280
- YU. ZORENKO, A. VOLOSHINOVSKII, I. KONSTANKEVYCH, V. KOLOBANOV, V. MIKHAILIN, D. SPASSKY
Luminescence of Excitons and Antisite Defects in the Phosphors Based on Garnet Compounds.
Radiat. Meas. 38/4-6 (2004) 677
- YU. ZORENKO, V. GORBENKO, A. VOLOSHINOVSKII, G. STRYGANYUK, V. MIKHAILIN V. KOLOBANOV, D. SPASSKY, M. NIKL, K. BLAZEK
Excitonic Luminescence in the LuAG:Ce Single Crystal and Single Crystalline Films.
Zur Veröffentlich. in phys. stat. sol. (a)
- YU. ZORENKO, V. GORBENKO, I. KONSTANKEVYCH, A. VOLOSHINOVSKII, G. STRYGANYUK, V. MIKHAILIN, V. KOLOBANOV, D. SPASSKY
Phosphors Based on Single Crystalline Films of $\text{A}_{12}\text{O}_3 - \text{Y}_2\text{O}_3 - \text{Lu}_2\text{O}_3:\text{Ce}$ Oxide System: Advantages in Comparison with Bulk Crystal Analogues.
Zur Veröffentlich. in J. Lumin.
- N. ZÖGER, P. WOBRAUSCHEK, C. STRELI, G. PEPPONI, P. ROSCHGER, G. FALKENBERG, W. OSTERODE
Distribution of Pb and Zn in Slices of Human Bone by Synchrotron Micro-XRF.
Zur Veröffentlich. in X-Ray Spectrom.

Veröffentlichte Vorträge

Proc. of Developments in X-Ray Tomography IV, Ulrich Bonse, Denver/USA (2004)

F. BECKMANN, T. DONATH, T. DOSE, T. LIPPMANN, R.V. MARTINS, J. METGE, A. SCHREYER
Microtomography Using Synchrotron Radiation at DESY: Current Status and Future Developments.

O. BRUNKE, S. ODENBACH, F. BECKMANN
Structural Characterization of Aluminium Foams by Means of Microcomputed Tomography.

P.M. CATTANEO, M. DALSTRA, F. BECKMANN, T. DONATH, B. MELSEN
Comparison of Conventional and Synchrotron-Radiation-Based Microtomography of Bone Around Dental Implants.

M. DALSTRA, E. KARAJ, F. BECKMANN, T. ANDERSEN, P.M. CATTANEO

Osteonal Mineralization Patterns in Cortical Bone Studied by Synchrotron-Radiation-Based Computed Microtomography and Scanning Acoustic Microscopy.

T. DONATH, F. BECKMANN, R.G. HEIJKANTS, O. BRUNKE, A. SCHREYER

Characterization of Polyurethane Scaffolds Using Synchrotron Radiation Based Computed Microtomography.

S.F. NIELSEN, F. BECKMANN, R.B. GODIKSEN, K. HALDRUP, H.F. POULSEN, J.A. WERT

Measurement of the Components of Plastic Displacement Gradients in Three Dimensions.

H. SCHERF, F. BECKMANN, J. FISCHER, F. WITTE

Internal Channel Structures in Trabecular Bone.

Proc. of DGK Jahrestagung, Jena/D (2004)

P.B. KEMPA, A. MEENTS, E. WECKERT, M. HERMANN, V. THOME

Kristallstruktur der β -Phase von 1,1-Diamino-2,2-Dinitroethylen (FOX-7).

A. MEENTS, D. LÜBBERT, M. ZEHNDER, E. WECKERT

Untersuchungen zur Qualität von Proteinkristallen aus homogenen und inhomogenen Magnetfeldern.

V. THOME, M. HERMANN, A. MEENTS, E. WECKERT, P. SCHIFFELS

Elektronendichtebestimmung von ϵ -HNIW mit Synchrotronstrahlung und quantenmechanischer Modellierung.

E. WECKERT, A. MEENTS, D. LÜBBERT

High Resolution Diffraction Studies on Protein Crystals Grown Under Different Conditions.

M. ZEHNDER, E. WECKERT

Theoretische Untersuchungen zu Strahlenschäden in Proteinkristallen.

J. AARIK, A. KASIKOV, M. KIRM, S. LANGE, T. UUSTARE, H. MÄNDAR

Optical Properties of Crystalline Al_2O_3 Thin Films Grown by Atomic Layer Deposition.
Zur Veröffentlichung in Proc. of SPIE

I. ARCON, A. RISTIC, N. NOVAK TUSAR, A. KODRE, V. KAUCIC

XAS Investigation of Iron Substitution in Triclinic FeAPO-34.
Zur Veröffentlichung in Phys. Scri.

I. ARCON, B. MALIC, A. KODRE, M. KOSEC

Zr K-Edge EXAFS Study of PZT Thin Film Formation from Sols.
Zur Veröffentlichung in Phys. Scri.

I. ARCON, J. PADEZNIK GOMILSEK, A. KODRE, M. HRIBAR, A. MIHELIC

Cs L-edge EXAFS Atomic Absorption Background.
Zur Veröffentlichung in Phys. Scri.

I. ARCON, J.T. VAN ELTEREN, H.J. GLASS, A. KODRE, Z. SLEJKOVEC

EXAFS and XANES Study of Arsenic in Contaminated Soil.
Proc. of European Conference on X-Ray Spectrometry, Alghero/I (2004)

I. ARCON, N. NOVAK TUSAR, A. RISTIC, A. KODRE, V. KAUCIC

XAS Studies of the Incorporation of Mn and Co Into Silicalite-1.
Zur Veröffentlichung in Phys. Scri.

K. BALEWSKI, W. BREFELD, W. DECKING, Y. LI, G.K. SAHOO, R. WANZENBERG

PETRA III: A New High Brilliance Synchrotron Radiation Source at DESY.
Proc. of European Particle Accelerator Conference 2004, Lucerne/CH (2004)

H.-G. BROKMEIER, B. WEISS, S.B. YI, W. YE, K.D. LISS, T. LIPPMANN

Texture Determination of Thin Cu-Wires by Synchrotron Radiation.
Proc. of International Conference on Textures of Materials (ICOTOM 14), Leuven/B (2004)

H.-G. BROKMEIER, S.B. YI, N.J. PARK, J. HOMEYER

In-situ Texture Analysis Using Hard X-Rays.
Proc. of 2nd International Conference on Textures and Anisotropy of Polycrystals (ITAP2), Metz/F (2004)

H.J. BUNGE, H. KLEIN, L. WCISLAK, U. GARBE, A. PREUSSER, J.R. SCHNEIDER

Imaging Deformed Microstructures in Six Dimensions with High-Energy Synchrotron Radiation.
Zur Veröffentlichung in Proc. of the 25th Riso International Symposium

G.H. CAO, B. KLOEDEN, C.-G. OERTEL, W. SKROTZKI, U. GARBE, E. RYBACKI, H.-G. BROKMEIER

Shear Texture Formation During High-Strain Torsion of Titanium Aluminides.
Proc. of 2nd International Conference on Textures and Anisotropy of Polycrystals, Metz/F (2004)

J.-P. CARNEIRO, B. FAATZ, K. FLÖTTMANN

Velocity Bunching Simulation for the DESY VUV FEL.
Proc. of FEL 2004, Trieste/I (2004)

C. CASTELLANO, F. CORDERO, O. PALUMBO, R. CANTELLI, A. MARTINELLI, M. FERRETTI

Local Order and Structure in Mn Substituted Manganites Studied by EXAFS.
Proc. of 4th International Conference on Nanoscale Heterogeneity & Quantum Phenomena in Complex Electronic Matter, Rome/I (2004)

- H.-A. CROSTACK, J. NELLESEN, H. BLUM, T. RAUSCHER, F. BECKMANN, G. FISCHER
Analysis of the Material Behaviour of Metal-Matrix Composites Under Tension by Synchrotron Radiation Based Microtomography and FE-Calculations.
Proc. of SPIE 5535 (2004) 493
- M. DUBIEL, R. SCHNEIDER, X. YANG
Structure and Properties of Nanoparticle-Glass Compounds.
Proc. of 7th ESG Conference on Glass Science and Technology, Athens/GR (2004)
- M. DUBIEL, R. SCHNEIDER, X. YANG
Structure of Silver Nanoparticles and of Nanoparticle-Glass Interfaces in Silicate Glasses.
Proc. of 9th International Conference on the Structure of Non-Crystalline Materials, Coming/USA (2004)
- M. DUBIEL, R. SCHNEIDER, X. YANG
Temperaturabhängigkeit des thermischen Ausdehnungskoeffizienten von Glasmatrix und eingebetteten Silbernanopartikeln.
Tagungsband, Deutsche Glastechnische Tagung 2004 (2004) 275
- M. DUBIEL, X. YANG, S. BRUNSCH
Investigation of Stress State of Silver Nanoparticles in Silicate Glasses by Means of EXAFS Spectroscopy.
Proc. of XAFS12, Malmö/S (2004)
- S. EBBINGHAUS, T. GÖTZFRIED
Struktur und physikalische Eigenschaften hexagonaler Perowskite der Platinelemente.
Proc. of 12. Vortragstagung der GDCh Fachgruppe Festkörperchemie und Materialforschung, Marburg/D (2004)
- N. FANEGAS, M.C. MARTÍ, M.A. GÓMEZ, G. ELLIS, I. JIMENEZ, C. MARCO
Influence of the Elastomer Component on the Crystallization Behaviour of Isotactic Polypropylene in Multicomponent Systems.
Proc. of First Workshop COST P12 Structuring of Polymers, Naples/I (2004)
- R. FRAHM, M. RICHWIN, B. GRIESEBOCK, D. LÜTZENKIRCHEN-HECHT
Status and New Applications of Time-Resolved X-Ray Absorption Spectroscopy.
American Institute of Physics Proc. (2004) 1411
- M. FRONC, J. KOZISEK, H. FUESS, C. PAULMANN
Charge Density Study of „Blue Protein Model Compounds“.
Proc. of 22nd ECM, Budapest/H (2004)
- G. GELONI, E. SALDIN, E. SCHNEIDMILLER, M. YURKOV
A 3D Self-Consistent, Analytical Model for Longitudinal Plasma Oscillation in a Relativistic Electron Beam.
Zur Veröffentl. in Joint Accelerator Conferences Website (JACOW)
- G. GELONI, E. SALDIN, E. SCHNEIDMILLER, M. YURKOV
Benchmark of ASTRA with Analytical Solution for the Longitudinal Plasma Oscillation Problem.
Proc. of 26th International Free-Electron Laser Conference, Trieste/I (2004)
- C. GERTH, M. BOWLER, B. MURATORI, H. OWEN, N. THOMPSON, B. FAATZ, B. MCNEIL
Start-To-End Simulations of the Energy Recovery Linac Prototype FEL.
Proc. of FEL 2004, Trieste/I (2004)
- S. GIERLOTKA, B. PALOSZ, A. SWIDERSKA-SRODA, E. GRZANKA, G. KALISZ, K. FIETKIEWICZ, S. STELMAKH, CH. LATHE
Synthesis of Metal-Ceramic Nanocomposites by High-Pressure Infiltration.
Solid State Phenomena 102 (2004) 157
- H. GIES, S. GRABOWSKI, W. GRÜNERT
Micro-Mesoporous MCM-48 Synthesised with Metal-Substituted Zeolite Seeds.
Proc. of Int. Zeolite Conference, Capetown/ZA (2004)
- D. GÖRITZ, G.J. SCHNEIDER
Reinforcement with Precipitated Silica.
Conference Proceeding (2004) 99
- U. HAHN, M. HESSE, H. REMDE, K. ZAPFE
A New Cleaning Facility for Particle Free UHV Components.
Vacuum 73 (2004) 231
- M. HANULOVA, D. UHRIKOVA, S.S. FUNARI, P. BALGAVY
The Structure of DNA+DOPC+Ca²⁺ Aggregates: SAXD Study.
In: Conference proc. M. Reiffers, Slovak physical society, Smolenice/SLO (2004)
- R. HORNY, S. KLIMM, M. KLEMM, S. EBBINGHAUS, G. EICKERLING, S. HORN
Electronic Transport and Structural Properties of Electronically Correlated CuV₂S₄.
Proc. of International Conference on Magnetism, Rome/I (2004)
- R. ISCHEBECK, M. TONUTTI, J. FELDHAUS, CH. GERTH, E. SALDIN, E. SCHNEIDMILLER, K. TIEDTKE, R. TREUSCH, M. YURKOV, P. SCHMÜSER
Measurement of the Transverse Coherence of a VUV Free Electron Laser.
Proc. of European Particle Accelerator Conference, Lucerne/CH (2004)
- M. KIRM, V.V. HARUTUNYAN, V.N. MAKHOV, S. VIELHAUER
VUV Luminescence of as-Grown and Electron Irradiated Corundum Single Crystals.
Zur Veröffentl. in Proc. of SPIE
- H. KLEIN, A. PREUSSER, H.J. BUNGE, L. RAUE
Recrystallization Texture and Microstructure in Ni and AlMg₁Mn₁ Determined with High-Energy Synchrotron Radiation.
Proc. of 2nd Int. Conf. on Recrystallization and Grain Growth, Anney/CH (2004)
- M. KNAAPILA, B.P. LYONS, K. KISKO, O.H. SEECK, J.P. FOREMAN, U. VAINIO, R. SERIMAA, M. TORKKELI, A.P. MONKMAN
Multiple Orientation and Nematic-Hexagonal Transition in Uniaxially Aligned Polyfluorene Thin Films.
Proc. SPIE Int. Soc. Opt. Eng. 5519 (2004) 226

- R. KÖHLER, D. GRIGORIEV, M. HANKE, M. SCHMIDBAUER, P. SCHÄFER, S. BESEDIN, U.W. POHL, R.L. SELLIN, D. BIMBERG, N.D. ZAKHAROV, P. WERNER
Diffuse X-Ray Scattering from InGaAs/GaAs Quantum Dots.
Mat. Res. Soc. Symp. Proc. 789 (2004) N8.6/T6.6/Z6
- V.N. KOLOBANOV, V.V. MIKHAILIN, D.A. SPASSKY, G. ZIMMERER, F.A. BELIMENKO, P.P. SHVANSKY
Investigation of the Optical and Luminescent Properties of the Pure Quartz Using Synchrotron Radiation.
In: Abstracts book, Kharkiv (2004)
- V.N. KOLOBANOV, V.V. MIKHAILIN, L.L. NAGORNAYA, I.A. TUPITSYNA, D.A. SPASSKY
Energy and Temperature Dependence of Luminescence Quantum Yield and Reflectivity of Cadmium Tungstate.
In: Abstracts book, Kharkiv (2004)
- I.A. KOWALIK, B.J. KOWALSKI, P. KACZOR, B.A. ORLOWSKI, E. LUSAKOWSKA, R.L. JOHNSON, L. HOUSSIAN, J. BRISON, I. GRZEGORY, S. POROWSKI
Ti Interaction with GaN Surface – a Resonant Photoemission Study.
In: Synchrotron Radiation in Natural Science, W. Paszkowicz, Polish Synchrotron Radiation Society, Zakopane/PL (2004)
- R. KÖBER, F. GIAROLLI, A. DAHMKE
Long-Term Performance of Fe(0)-PRBs to Treat Arsenic + DCE Under Different Geochemical Conditions.
Proc. of Permeable Reactive Barriers – First International Symposium, Belfast/GB (2004)
- R. KÖBER, F. GIAROLLI, A. DAHMKE
Up- and Downstream PRBs for Remediation of Arsenic and VOC.
Proc. of Remediation of Chlorinated and Recalcitrant Compounds: The Fourth International Conference, Monterey/USA (2004)
- K. KÖLLN, I. GROTKOPP, M. BURGHAMMER, S.V. ROTH, S.S. FUNARI, M. DOMMACH, M. MÜLLER
Mechanical Properties of Cellulose Fibres and Wood – Orientational Aspects in Situ Investigated with Synchrotron Radiation.
Proc. of 6th ELBA-Max Planck Forum: Synchrotron Radiation And Nanobiosciences, Porto Conte/I (2004)
- A. LEINEWEBER, E.J. MITTEMEIJER, M. KNAPP, C. BAEHTZ
In-Situ and ex-Situ Observation of the Ordering Kinetics in $\text{Ni}_{1.50}\text{Sn}$.
Mater. Sci. Forum 443-444 (2004) 247
- A. LUSHCHIK, CH. LUSHCHIK, E. FELDBACH, I. KUDRJAVTSEVA, P. LIBLIK, A. MAAROOS, V. NAGIRNYI, E. VASILCHENKO, F. SAVIKHIN
Photon Multiplication in Wide-Gap BAM and SAM Aluminates.
Zur Veröffentlichung in Proc. of SPIE
- A.P. MENUSHENKOV
Correlation of the Local and Macroscopic Properties of High-Temperature Superconductors.
Zur Veröffentlichung in JETP
- A.P. MENUSHENKOV, R.V. CHERNIKOV, K.V. KLEMENTIEV, P.A. ALEKSEEV, K.S. NEMKOVSKY, A.V. GOLUBKOV
XAFS – Spectroscopy of Mixed Valence $\text{Sm}^{1-\text{XY}}\text{xS}$.
Proc. of 15th International Synchrotron Radiation Conference, Novosibirsk/RUS (2004)
- A.P. MENUSHENKOV, R.V. CHERNIKOV, K.V. KLEMENTIEV, P.A. ALEKSEEV, V.N. LAZUKOV
XAFS – Spectroscopy of EuCu_2Si_2 .
Proc. of 15th International Synchrotron Radiation Conference, Novosibirsk/RUS (2004)
- W. MORGENROTH, T. LIPPMANN, A. KIRFEL
Electron Density Distribution in Tephroite: a High-Energy SR Study.
Proc. of 12. Jahrestagung der Deutschen Gesellschaft für Kristallographie, Jena/D (2004)
- P. NICOLOSI, L. POLETTI, M.G. PELIZZO, J. FELDHAUS, U. JASTROW, U. HAHN, E. PLÖNJES, K. TIEDTKE
On-Line Spectral Monitoring of the VUV FEL Beam at DESY.
Zur Veröffentlichung in Joint Accelerator Conferences Website (JACOW)
- P. NICOLOSI, L. POLETTI, M.G. PELIZZO, L. EPULANDI, P. ZAMBOLIN, J. FELDHAUS, U. JASTROW, U. HAHN, E. PLÖNJES, K. TIEDTKE
Grazing-Incidence Spectrometer for the Monitoring of the VUV FEL Beam at DESY.
Zur Veröffentlichung in Journal of Electron Spectroscopy and Related Phenomena
- D. NÖTZOLD, L. KANTZ, S. JILG, L. SCHWARZ
Photoluminescent Materials for VUV-Excitation Based on Eu(2+)doped Alkaline Earth Aluminates.
Proc. of the 10th International Symposium on the Science and Technology of Light Sources, Toulouse/F (2004)
- A.N. OGURTSOV, O.N. BLIZNYUK, G. ZIMMERER
Electronically Induced Inelastic Radiation-Induced Processes in Cryocrystals.
Conference Proceedings Book 1 (2004) 26
- B.A. ORLOWSKI, S. MICKIEVIČIUS, V. OSINNIY, A. NADOLNY, B. TALIASHVILI, P. DZIAWA, T. STORY, R. MEDICHERLA, W. DRUBE
High Energy Photoemission Spectra of (EuGd)Te Layers.
In: Synchrotron Radiation in Natural Science, W. Paszkowicz, Polish Synchrotron Radiation Society, Zakopane/PL (2004)
- J. PADEZNIK GOMILSEK, U. LAVRENCIC STANGAR, A. SURCA VUK, G. BRATINA, I. ARCON, A. KODRE
EXAFS Study of $\text{Sn}(\text{O}_2)$ Xerogel Doped with Sb and PTCDA.
Zur Veröffentlichung in Phys. Scri.
- L. PALATINUS, S. VAN SMAALEN
The Ferroelectric Phase Transition and Modulated Valence Electrons in the Incommensurate Phase of Ammonium Tetrafluoroberyllate.
Proc. of International Conference on Aperiodic Crystals, Belo Horizonte/BR (2004)
- W. PASZKOWICZ, M. KNAPP, C. BÄHTZ, R. MINIKAYEV, P. PISZORA, J.Z. JIANG, R. BACEWICZ
Synchrotron X-Ray Wavelength Calibration Using a Diamond Internal Standard: Application to Low-Temperature Thermal-Expansion Studies.
Proc. of European materials Research Society Fall Meeting 2003, Symp. B, Warsaw/PL (2004)

- P. PISZORA
Temperature Dependent Structural Studies on LiMn_2O_4 .
In: Applied Crystallography, H. Morawiec & D. Stróz, World Scientific, Krakow/PL (2004)
- L. POLETTO, L. EPULANDI, P. NICOLOSI, M. PELIZZO, P. ZAMBOLIN, J. FELDHAUS, U. JASTROW, U. HAHN, E. PLÖNJES, K. TIEDTKE,
Grazing-Incidence Spectrometer for the Monitoring of the VUV FEL Beam at DESY.
In: Fourth Generation X-Ray Sources and Optics II, Denver/USA (2004)
- I.V. RAKCHOUN, A.P. MENUSHENKOV, D.S. SHAITURA, K.V. KLEMENTIEV, A.A. TEPLOV, M.N. MIKHEEVA
Structural Transition from Crystal to Quasicrystal State of the Ternary Alloy $\text{Al}_{65}\text{Cu}_{22}\text{Fe}_{13}$.
Proc. of 15th International Synchrotron Radiation Conference, Novosibirsk/RUS (2004)
- H. RIESCH-OPPERMANN, S. ROUDI, T. ERBACHER
Uncertainty Analysis of Failure Probability Predictions for Brittle Fracture.
Proc. of 11th International Conference on Fracture, Turin/I (2004)
- M. SCHWIDDER, F. HEINRICH, M. SANTHOSH KUMAR, A. BRÜCKNER, W. GRÜNERT
Fe-ZSM-5 Catalysts for the Selective Reduction of NO: Influence of Preparation Route on Structure and Catalytic Activity.
Proc. of Int. Zeolite Conference, Capetown/ZA (2004)
- S. SEEGER, V. WEISS, H. TRIBUTSCH, T. DITTRICH, T. GUMINSKAYA, R. MIENTUS, K. ELLMER
Reactively Sputtered MoS_x and WS_x Absorbers for Thin Film Solar Cells.
Proc. of 19th European Photovoltaic Solar Energy Conf, Paris/F (2004)
- W. SKROTZKI, B. KLOEDEN, N. SCHEERBAUM, R. TAMM, C.-G. OERTEL, U. GARBE, E. RYBACKI, H.-G. BROKMEIER
Local Texture Measurements with High-Energy Synchrotron Radiation.
Proc. of Int. Seminar on Advanced X-Ray Techniques in Research And Industry, Hyderabad/IND (2004)
- E. SOBCZAK, J.W. SOBCZAK, M. HASIK, E. WENDA
XAFS Study of Local Structure in Pt-Doped Conjugated Polymers.
In: Applied Crystallography, H. Morawiec, D. Stróz, World Scientific Publishing Co. Pte.Ltd., Kraków/PL (2004)
- J.W. SOBCZAK, A. KOSIŃSKI, E. SOBCZAK
X-Ray Absorption Study of Pd-Doped Polyaniline.
In: Applied Crystallography, H. Morawiec, D. Stróz, World Scientific Publishing Co. Pte.Ltd., Kraków/PL (2004)
- V.L. SOLOZHENKO
In-Situ Studies of High-Pressure Phase Transformations in the B-C-N System.
Proc. of IUCr - High Pressure Commission Workshop Crystallography at High Pressure, Saskatoon/CND (2004)
- A. SOROKIN, S. BOBASHEV, J. FELDHAUS, CH. GERTH, A. GOTTWALD, U. KROTH, M. RICHTER, L. SHMAENOK, B. STEEG, R. TREUSCH, K. TIEDTKE
Gas-Monitor Detector for Intense and Pulsed VUV/EUV Free-Electron Laser Radiation.
Proc. of Synchrotron Radiation Instrumentation, San Francisco/USA (2004)
- D.A. SPASSKY, S. IVANOV, V. KOLOBANOV, V. MIKHAILIN
Optical and Luminescent Properties of the Set of Molybdate Single Crystals with Scheelite Crystal Structure.
In: Book of abstracts, Lviv (2004)
- J. STANGL, A. HESSE, V. HOLY, G. BAUER, U. DENKER, O.G. SCHMIDT, O. KRIFEL, D. GRÜTZMACHER
Structural Properties of SiGe Islands: Effect of Capping.
Mat. Res. Soc. Symp. Proc. 749 (2004) W.21.3.1
- J. STANGL, T. SCHÜLLI, A. HESSE, G. BAUER, V. HOLY
Indirect and Direct X-Ray Scattering Methods for the Study of Epitaxial Self-Assembled Quantum Dots.
Proc. of Nato Advanced Research Workshop, Heraklion/GR (2004)
- A. SWIDERSKA-SRODA, J. KOZUBOWSKI, A. MARANDA-NIEDEBALA, E. GRZANKA, P. PALOSZ, A. PRESZ, S. GIERLOTKA, G. KALISZ, N. HERLIN-BOIME, CH. LATHE
Investigation of the Microstructure of SiC-Zn Nanocomposites by Microscopic Methods.
Solid State Phenomena 102 (2004) 151
- K. TIEDTKE
Gigawatt, Femtosecond VUV Pulses from a SASE FEL: Photon Beam Characterization and First Application.
In: X-Ray Lasers 2002, J. Rocca, J. Dunn, S. Suckewer, Aspen (2004)
- K. TIEDTKE, J. FELDHAUS, CH. GERTH, U. HAHN, U. JASTROW, E. PLÖNJES, B. STEEG, R. TREUSCH
The SASE FEL at DESY: Photon Beam Diagnostics for the User Facility.
AIP Conf. Proc. Series 707 (2004) 588
- M. TISCHER, J. PFLÜGER
A Compact Damping Wiggler for the PETRA III Light Source.
AIP Conf. Proc. Series 705 (2004) 263
- O.P. TKACHENKO, K.V. KLEMENTIEV, N. KOC, X. YU, M. BANDYOPADHYAY, S. GRABOWSKI, H. GIES, W. GRÜNERT
The Reduction of Copper in Porous Matrices.
Proc. of Int. Zeolite Conference, Capetown/ZA (2004)
- F. TURQUIER, V.D. COJOCARU, M. STIR, R. NICULA, C. LATHE, E. BURKEL
Formation and Stability of Single-Phase Al-Cu-Fe Quasicrystals Under Pressure.
Zur Veröffentl. in Review on Advanced Materials Science

F. TURQUIER, V.D. COJOCARU, M. STIR, R. NICULA, E. BURKEL

Synthesis of Single-Phase Al-Cu-Fe Quasicrystals Using High-Energy Ball-Milling.

Proc. of 12th International Conference on Liquid and Amorphous Metals, Metz/F (2004)

S. VAN SMAALEN, L. PALATINUS

Applications of the Maximum Entropy Method in Superspace. Ferroelectrics 305 (2004) 57

A.P. VINK, E. VAN DER KOLK, P. DORENBOS, C.W.E. VAN EIJK

Quantum Phosphors.

Zur Veröffentlichung in Proc. of the NATO Advanced Research Workshop

E. WOLSKA, W. NOWICKI, J. DARUL, P. PISZORA, M. KNAPP
Effect of Double Substitution with Li^+ and Fe^{3+} Ions in LiMn_2O_4 on Its Low-Temperature Phase Transitions.

Proc. of 19th Conf. Applied Crystallography, Krakow/PL (2004) 412

T. WROBLEWSKI

Position Resolved in-Situ X-Ray Observation of Recrystallization and Its Description by Self-Organized Criticality.

In: Recrystallization and Grain Growth, B. Bacroix, J.H. Driver, R. LeGall, C. Maurice, R. Penelle, L. Tabourot, Trans Tech Publications, Annecy/CH (2004)

G. WU, J. MAJEWSKI, C. EGE, K. KJAER, M. WEYGAND, J. LAL, K. LEE

Interaction of Poloxamer with Model Lipid Membranes.

Proc. of Biophysical Society 48th Annual Meeting, Baltimore/USA (2004)

X. YANG, M. DUBIEL, D. EHRT, A. SCHÜTZ

An Investigation of Valence State and Structural Geometry of Polyvalent Fe and Ti Ions in Sodium Borosilicate Glasses by X-Ray Absorption Spectroscopy.

Proc. of XAFS12, Malmö/S (2004)

G. ZIMMERER, M. KIRM, V.N. MAKHOV, M. TRUE, S. VIELHAUER

VUV-Luminescence and Excitation Spectra of the Heavy Trivalent Rare Earth Ions in Fluoride Matrices.

Zur Veröffentlichung in Fizika Tverdogo Tela

Y. ZORENKO, G. STRYGANJUK, V. MIKHAILIN, V. KOLOBANOV, D.A. SPASSKY, K. BLAZEC

Excitonic Luminescence in the LuAG:Ce Single Crystal and Single Crystalline Films.

In: Book of Abstracts, Krakow/PL (2004)

Weitere Vorträge wurden von HASYLAB-Mitarbeitern auf folgenden Konferenzen und Tagungen gehalten:

European Conference on X-Ray Spectrometry, Alghero/I (2003)

Workshop on Science with High-Energy X-rays, APS, Argonne/USA (2003)

The 8th International Conference on Surface X-ray and Neutron Scattering, Bad Honnef/D (2003)

6th European Furnace Symposium and 11th Solid Sampling Colloquium, Balatonföldvár/H (2003)

Annual Meeting of the Biophysical Society, Baltimore/USA (2003)

1st Polish-French-Israeli Symposium on Spectroscopy of Modern Materials in Physics and Biology, Bedlewo/PL (2003)

Permeable Reactive Barriers – First International Symposium, Belfast/GB (2003)

France-Deutschland Fuel Cell Conference 2004, Belfort/F (2003)

Workshop on Orbital Physics and Novel Phenomena in Transition Metal Oxides, Berlin/D (2003)

16th International School on the Physics and Chemistry of Condensed Matter, Bialowieza/PL (2003)

13th International Conference on Hyperfine Interactions, Bonn/D (2003)

2nd WING Statusseminar, Bonn/D (2003)

5th International Symposium on Metallic Multilayers, Boulder/USA (2003)

International Conference for Mesoscopic Methods in Engineering and Science, Braunschweig/D (2003)

Green Solvents for Synthesis, Bruchsal/D (2003)

Nanocomposites, Brussels/B (2003)

Applications of Biocalorimetry IV, Budapest/H (2003)

In Situ and Operando Spectroscopy for Catalysis, Caen/F (2003)

14th International Conference on Vacuum Ultraviolet Radiation Physics, Cairns/AUS (2003)

14th International Zeolite Conference, Cape Town/ZA (2003)

4th International Mesostructured Materials Symposium, Cape Town/ZA (2003)

4th Conference of Slovenian Physicists in Basic Research, Cerkno/SLO (2003)

Goldschmidt Conference on Geochemistry, Copenhagen/DK (2003)

Latest trends in micro and nanotechnology, Copenhagen/DK (2003)

6th International Conference on Excitonic Processes in Condensed Matter, Craow/PL (2003)

4th International Conference on Porous Semiconductors Science and Technology, Cullera-Valencia/E (2003)

2nd Ukrainian Conference on Semiconductor Physics, Czerniowce/UA (2003)

FA13 des AWT, Darmstadt/D (2003)

Gentner Symposium Physics of Biological Matter, Deadsea/IL (2003)

- Society of Photo-optical Instrumentation Engineers, Denver/USA (2003)
- Chemiedozententagung 2004, Dortmund/D (2003)
- Öffentliche Vortragsveranstaltung der Universität Dortmund, Dortmund/D (2003)
- Bunsentagung 2004, Dresden/D (2003)
- Deutsche Neutronentagung, Dresden/D (2003)
- International Workshop on Atomic Physics, Dresden/D (2003)
- Joint European Magnetic Symposia, Dresden/D (2003)
- Physikalisches Kolloquium aus Anlass des Jubiläums „80 Jahre Röntgenlaboratorium in Dresden“, Technische Universität Dresden, Dresden/D (2003)
- Symposium „Strukturphysik der kondensierten Materie“, Technische Universität Dresden, Dresden/D (2003)
42. Workshop Pointdefect, Dresden/D (2003)
79. AGEF-Symposium, Heinrich-Heine-Universität Düsseldorf, Düsseldorf/D (2003)
- GDCh-Tagung Fortschritte bei der Synthese und Charakterisierung von Polymeren, Düsseldorf/D (2003)
- 12th Feofilov Symposium on Spectroscopy of Crystals Activated by Rare Earth and Transition Metal Ions, Ekaterinburg/RUS (2003)
- 10th International Symposium on Experimental Mineralogy, Petrology and Geochemistry, Frankfurt am Main/D (2003)
- 7th European Adhesion Conference EURADH 2004, Freiburg/D(2003)
- Seminar at SOLEIL, Gif-sur-Yvette/F (2003)
- International Workshop on Biophysics of Cellular Communication: Networks and Molecular Interactions, Gomadingen/D (2003)
- Engineering Applications of Neutrons and Synchrotron Radiation Workshop, Grenoble/F (2003)
- The 4th Conference on Synchrotron Radiation in Materials Science, Grenoble/F (2003)
- 12th International Conference on Solid Films and Surfaces, Hamamatsu/J (2003)
- HasyLab Users Meeting 2004, Hamburg/D (2003)
- PETRA III Beamline Selection Panel, Hamburg/D (2003)
- Structural Biology at Crossroads: From Biological Molecules to Biological Systems, Hamburg/D (2003)
- Kautschuk-Herbst-Kolloquium 2004, Hannover/D (2003)
- The Sixth Conference of the Asian Crystallographic Association, AsCA'04, Hongkong/RC (2003)
- Seminar of the National Synchrotron Radiation Research Center, Hsinchu Science Park/RC (2003)
- European Muscle Conference, Isola d'Elba/I (2003)
- 33rd International School on the Physics of Semiconducting Compounds, Jaszowiec/PL (2003)
- 3rd International Symposium on Practical Surface Analysis, Jeju/ROK (2003)
- Gemeinsame Jahrestagung der deutschen Gesellschaft für Kristallographie (DGK) und der deutschen Gesellschaft für Kristallwachstum und Kristallzuechtung (DGKK), Jena/D (2003)
- Gemeinsame Jahrestagung der Deutschen Mineralogischen Gesellschaft und der Deutschen Ton- und Tonmineralgruppe, Karlsruhe/D (2003)
- 5th International Conference on Ion Implantation and other Applications of Ions and Electrons, Kazimierz Dolny/PL (2003)
6. Statusseminar des RUBIN-Forschungsverbundes RUBIN, Kiel/D (2003)
- NATO Advanced Research Workshop Fuel Cell Technologies: State & Perspectives, Kyiv/UA (2003)
- Pharmaceutical Sciences World Congress (PSWC 2004), Kyoto/J (2003)
- Advances in High Pressure Research, EHPRG'42, Lausanne/CH (2003)
- Europhoton Conference on Solid-State and Fiber Coherent Light Sources, Lausanne/CH (2003)
- Slovenian workshop on nanoscience and nanotechnology, Ljubljana/SLO (2003)
- 37th International Symposium on Microelectronics, Long Beach/USA (2003)
- International conference on Electron and Photon Impact Ionization and Related Topics, Louvain-la-Neuve/B (2003)
- 9th European Particle Accelerator Conference, Lucerne/CH (2003)
- MAX-Lab Workshop on Our Future Light Source, Lund/S (2003)
- Our Future Light Source, Lund/S (2003)
- Vortragstagung der GDCh Fachgruppe Festkörperchemie und Materialforschung, Marburg/D (2004)
- 10th Slovenian Days of Chemistry, Maribor/SLO (2004)
- ITAP2, Metz/F (2004)
- Remediation of Chlorinated and Recalcitrant Compounds: The Fourth International Conference, Monterey/USA (2004)
- Annual APS March Meeting, Montreal/CND (2004)
- 18ieme Symposium Canadien de Catalyse 2004, Montreal/CND (2004)
- Russian Conference by Student-Physics and Young Scientist RCSP-10, Moscow/RUS (2004)
- DPG-Frühjahrstagung, München/D (2004)
- VUV Leuchtstoffe für effiziente quecksilberfreie Entladungslampen (6. Statustreffen), München/D (2004)

- French German Network Workshop Complex Fluids, Münster/D (2004)
- Herbsttagung der Gesellschaft für Biochemie und Molekularbiologie, Münster/D (2004)
- VUV Leuchtstoffe für effiziente quecksilberfreie Entladungslampen (5. Statustreffen), Münster/D (2004)
- Gordon Research Conference Defects in Semiconductors, New London, New Hampshire/USA (2004)
- 15th International Synchrotron Radiation Conference SR-2004, Novosibirsk/RUS (2004)
- International Meeting on Pharmaceutics, Biopharmaceutics and Pharmaceutical Technology, Nürnberg/D (2004)
78. Glastechnische Tagung, Nürnberg/D (2004)
- LURE-SOLEIL Users Meeting 2004, Orsay/F (2004)
- IUPAC World Polymer Congress Macro 2004, Paris/F (2004)
- Seminar in Orsay, Paris/F (2004)
- 13th International Congress on Catalysis, Paris/F (2004)
- 40th IUPAC International Symposium on Macromolecules, World Polymer Congress MACRO 2004, Paris/F (2004)
- Wetting and Beyond, Pforzheim/D (2004)
- The ICDD Annual Spring Meeting, Philadelphia/USA (2004)
- 6th ELBA Max Planck Forum on Nanoscale Science and Technology, Porto Conte/I (2004)
- European Conference on X-ray Spectrometry, Portoroz/SLO (2004)
- 11th Meeting of Slovenian and Croatian Vacuum Scientists and 24th Slovenian Vacuum Symposium, Portoroz/SLO (2004)
- Size-Strain IV – EPDIC - IX Satellite Workshop, Prague/CZ (2004)
- The 20th General Conference of the Condensed Matter Division of the European Physical Society, Prague/CZ (2004)
- DPG/AKF-Frühjahrstagung, Regensburg/D (2004)
- 8th European Conference on Atomic and Molecular Physics, ECAMP VIII, Rennes/F (2004)
- 15th International Conference on Defects in Insulating Materials, ICDIM, Riga/LV (2004)
- IEEE NSS/MIC/SNPS, Rome/I (2004)
- VII Nazionale Convegno Materiali Nanofasici, Rome/I (2004)
- 25th Riso Symposium on Materials Science: Evolution of Deformation Microstructures in 3D, Roskilde/DK (2004)
- 2nd International Workshop on Nitrides and Related Materials, Rüdeshheim am Rhein/D (2004)
- AGU Fall meeting, San Francisco/USA (2004)
- Conference on Lasers and Electro-Optics, San Francisco/USA (2004)
- IUCr – High Pressure Commission Workshop Crystallography at High Pressure, Saskatoon/CND (2004)
- Gordon Research Conference: Electron Distribution and Chemical Bonding, South Hadley/USA (2004)
- XFEL 2004, Stanford/USA (2004)
- 53rd Annual Denver X-Ray Conference, Steamboat Springs/USA (2004)
- 2004 E-MRS Spring Meeting, Strasbourg/F (2004)
- Arbeitstreffen Forschung mit nuklearen Sonden und Ionenstrahlen FSI 2004, Stuttgart/D (2004)
- GENNESYS - A New Platform in Europe, Stuttgart (2004)
- 7th World Biomaterials Congress, Sydney/AUS (2004)
- The Fourth International Conference on Advanced Optical Materials and Devices, Tartu/Riga/LV (2004)
- The First International Conference on the Science and Technology of Emissive Displays and Lighting, Toronto/CND (2004)
- Reunión Nacional de Usuarios de Radiación Sincrotrón, Torremolinos/E (2004)
- French German Network Workshop Complex Fluids, Toulouse/F (2004)
- Heraeus Workshop Biofunctional Interfaces, Tützing/D (2004)
- WURC International Seminar, Uppsala/S (2004)
- IX Simposio Latinoamericano de Polímeros, VII Congreso Iberoamericano de Polímeros, SLAP 2004, Valencia/E (2004)
- 16th International Vacuum Congress, Venedig/I (2004)
- Seminar an der TU Wien, Vienna/A (2004)
- NOBUGS 2004 Conference, Villigen/CH (2004)
- 2004 E-MRS Fall Meeting, Warsaw/PL (2004)
37. Jahrestreffen Deutscher Katalytiker, Weimar/D (2004)
35. EDO Herbsttagung, Wuppertal/D (2004)
- 7th International Conference on Residual Stresses, ICRS, Xian/RC (2004)
- 15th World Hydrogen Energy Conference, Yokohama/J (2004)
- International Conference on Experimental and Computing Methods in High Resolution Diffraction Applied for Structure Characterization of Modern Materials, HREDAMM, Zakopane/PL (2004)
- International Conference on Solid State Crystals – Material Science and Applications and 7th Polish Conference on Crystal Growth, Zakopane/PL (2004)
- 7th International School and Symposium on Synchrotron Radiation in Natural Science, Zakopane/PL (2004)

II Congreso Nacional de Jóvenes Investigadores en Polímeros, Zarautz/E (2004)

SCS Fall Meeting 2004, Zürich/CH (2004)

Habilitationen

K. FRIESE

Analysis of Pseudosymmetrical and Disordered Domain Systems Using Modern X-Ray Diffraction Sources and Group Theoretical Considerations.
Univ. Hamburg/D (2004)

I.N. OGORODNIKOV

Electronic Excitations, Luminescence and Radiation Defects in Wide-Gap Nonlinear-Optical Crystals.
Urals State Technical Univ./RUS (2004)

M. SCHMIDBAUER

X-Ray Diffuse Scattering at Self-Organized Mesoscopic Semiconductor Structures.
Humboldt-Univ. Berlin/D (2004)

M. TANAKA

Design of Physical Models of Cell and Tissue Surfaces by Bio-functionalization of Solid Surfaces.
TU München/D (2004)

Dissertationen

J. BALOGH

Structure and Function of the Cytoskeleton in Cardiac and Skeletal Muscle – Muscle Contraction in Transgenic Desmin Deficient Mice.
Univ. Lund/S (2004)

X. GAONA

Mercury as a Global Pollutant Development of Methodologies for Its Determination in Polluted Soils and Strategies for the Reduction of Its Release to the Environment.
Universitat Autònoma de Barcelona/E (2004)

J. GECK

Spins, Charges, and Orbitals in Perovskite Manganites: Resonant and Hard X-Ray Scattering Studies.
RWTH Aachen/D (2004)

H. GIEFERS

Unelastische Kernstreuung zur Untersuchung der Gitterdynamik in Eisen, Eisen-Invar-Systemen und Zinnmonoxid unter hohem Druck.
Univ. Paderborn/D (2004)

C.V. GRUMBKOW

Registrierung von Röntgenstrukturbildern des Kaninchenskelettmuskels (M.psoas) und Entwicklung eines Modells zur Simulation der Aktinschichtlinien unter Berücksichtigung verschiedener Typen von Disorder.
Univ. Hannover/D (2004)

M. KNAAPILA

Self-Organized Supramolecules of π -Conjugated Rodlike Polymers.
Helsinki Univ. of Technology/FIN (2004)

K. KÖLLN

Morphologie und mechanische Eigenschaften von Zellulosefasern: Untersuchungen mit Röntgen- und Neutronenstreuung.
Christian-Albrechts-Univ. Kiel/D (2004)

N. MARTZ

Strukturelle und elektrochemische Charakterisierung von Pt/X-Katalysatoren für Membran-Brennstoffzellen.
TU Darmstadt/D (2004)

B.M. MURPHY

An X-Ray Diffraction Investigation of the Charge Density Wave Transition at the NbSe₂ Surface.
Christian-Albrechts-Univ. Kiel/D (2004)

E. MÄHLMANN

Funktionelle Charakterisierung von AM.ADP.Pi-Zuständen des Aktin-Myosin-Komplexes im Kaninchenskelettmuskel.
Univ. Hannover/D (2004)

O. PURRUCKER

Establishment of a New Plasma Membrane Model with Well Defined Polymer Spacers.
TU München/D (2004)

F. REHFELDT

Novel Ultrathin Polymer Films as Biomimetic Interlayers.
TU München/D (2004)

B. RENNER

Struktur-Eigenschaft-Beziehungen im perowskitartigen Kupfertantalat Cu₂Ta₄O₁₂.
Univ. Augsburg/D (2004)

K. RUPPRECHT

Hochdruckuntersuchungen zum Magnetismus in Eu(II)-Chalogeniden und metallischen Fe-Systemen mit nuklearer Vorwärtsstreuung von Synchrotronstrahlung und Mössbauerspektroskopie.
Univ. Paderborn/D (2004)

M. TRUE

Fine Structure in d-f and f-f Transitions of Tm³⁺ and Systematic Investigation of 3d⁵ – 3d⁴4s Absorption of Mn²⁺ Doped Fluorides.
Univ. Hamburg/D (2004)

X. YUE

Monolayer Behavior of Bipolar Amphiphiles and Their Coupling with DNA.
Univ. Potsdam/D (2004)

Diplomarbeiten

P. BOGUCKI

EXAFS Study of CuCr₂Se₄ Semiconductor.
AGH University of Science and Technology/PL (2004)

K. BRUDER

In situ Untersuchungen der Präparation von Sputterschichten mit Röntgenmethoden.
Bergische Univ. Wuppertal/D (2004)

A. GÖTZENDORFER

Ultra-dünne Polymerfilme zwischen homogenen und nanostrukturierten Oberflächen.
TU München/D (2004)

S. HABOUTI

Elektronenbeugungs- und Photoemissionsuntersuchungen an den Fehlanpassungskristallen (SnS)_{1.17}NbS₂, (PbS)_{1.14}NbS₂ und BiS)_{1.18}NbS₂.
Christian-Albrechts-Univ. Kiel/D (2004)

I. HERMIDA

Polimeros de Ingenieria. Estructura y propiedades mecanicas.
Complutense Madrid/E (2004)

K. HIIR

Festphasenanalysen zur Untersuchung der Arsen-Bindung in Fe(0)-Reaktionswänden und sulfidbehandelten Aquiferen.
Christian-Albrechts-Univ. Kiel/D (2004)

A. KAMENZ

Elektronische und Geometrische Eigenschaften der Fehlanpassungsstruktur Bleisulfid auf Hafniumdisulfid.
Christian-Albrechts-Univ. Kiel/D (2004)

S. KAPITZKI

Konstruktion und Test eines Mikrodiffraktionsaufbaus.
FH Lübeck/D (2004)

K. KISKO

Structure of Hydrophobin Proteins in Solution and as Thin Films (in Finish: Hydrofobiiniiproteiiniinien Rakenne Liuoksesa ja Ohuina Kalvoina).
Univ. Helsinki/FIN (2004)

B. MAJCHER

XANES Study of Magnetoresistive Perovskites.
AGH Univ. of Science and Technology Cracow/PL (2004)

D. NOWAK

EXAFS Study of Zn and Ti Doped Magnetite.
AGH Univ. of Science and Technology Cracow/PL (2004)

V. OLSZOWKA

Charakterisierung von nach dem Sol-Gel-Prozeß hergestellten oxidischen Nanopartikeln.
Univ. Stuttgart/D (2004)

J. PÉREZ-MANZANO

Preparacion y caracterizacion de copolimeros cristales liquidos derivados del acido bibenzoico y del acido tereftalico.
Complutense Madrid/E (2004)

S. ROITSCH

Magnetismus und Photonenzustandsdichte in Fe₇₂Pt₂₈ Invar als Funktion von Druck und Temperatur.
Univ. Paderborn/D (2004)

W. ROSEKER

Microstructure of Metallic Glasses.
Technical Univ. Lyngby/DK (2004)

M. SIKORSKI

Phase transformations in metallic glasses.
Technical Univ. Lyngby/DK (2004)

A. STAHL

Strukturuntersuchungen an der Halb-Heusler-Phase NiMnSb unter Verwendung von oberflächensensitiven Röntgenstreuungsmethoden.
Univ. Würzburg/D (2004)

J. STEPIEN

XMCD Study of Magnetoresistive Perovskites.
AGH Univ. of Science and Technology Cracow/PL (2004)

P. SUTANTO

Untersuchungen zur Temperaturabhängigkeit der Kationenverteilung in CoMgSiO₄.
Rheinische Friedrich-Wilhelms-Univ. Bonn/D (2004)

D. SYTNIK

Parameters of Thermal Expansion of Thulium Aluminate, TmAlO₃.
Polytechnic National Univ. Lviv/UA (2004)

T. TITZ

Gradientenproben – heterogene Polymerfilme.
TU München/D (2004)

M. VALLO

Interaction of DNA with Liposomes in the Presence of Divalent Cations: a Small-Angle X-Ray Diffraction Study.
Comenius Univ. Bratislava/SLO (2004)

EMBL**Veröffentlichungen**

J. ANDRÄ, P. GARIDEL, A. MAJERLE, R. JERALA, R. RIDGE, E. PAUS, T. NOVITSKY, M.H.J. KOCH, K. BRANDENBURG
Biophysical Characterization of the Interaction of Limulus Polyphemus Endotoxin Neutralizing Protein with Lipopolysaccharide.
Eur. J. Biochem. 271 (2004) 2037

J. ANDRÄ, M.H.J. KOCH, R. BARTELS, K. BRANDENBURG
Biophysical Characterization of the Endotoxin Inactivation by NK-2, an Antimicrobial Peptide Derived from Mammalian NK-Lysin.
Antimicrob. Agents Chem. 48(5) (2004) 1593

J. ANDRÄ, M. LAMATA, G. MARTINEZ DE TEJADA, R. BARTELS, M.H.J. KOCH, K. BRANDENBURG
Cyclic Antimicrobial Peptides Based on Limulus Anti-LPS Factor for Neutralization of Lipopolysaccharide.
Biochem. Pharmacol. 68 (2004) 1297

J. ANDRÄ, K. LOHNER, S. BLONDELLE, R. JERALA, I. MORIYON, M.H.J. KOCH, P. GARIDEL, K. BRANDENBURG
Enhancement of Endotoxin Neutralization by Coupling of a C₁₂-Alkyl Chain to a Lactoferricin-Derived Peptide.
Biochemical J., Immediate Publ. BJ20041270 (2004)

- J. ANDRÄ, M. MARTA LAMATA, G. MARTINEZ DE TEJADA, R. BARTELS, M.H.J. KOCH, K. BRANDENBURG
Cyclic Antimicrobial Peptides Based on Limulus Antilipopoly-saccharide Factor for Neutralization of Lipopolysaccharide.
Biochem. Pharmacol. 68 (2004) 1297
- O. BARABÁS, V. PONGRÁCZ, J. KOVÁRI, M. WILMANN, B.G. VÉRTESSY
Structural Insights into the Catalytic Mechanism of Phosphate Ester Hydrolysis by DUTPase.
J. Biol. Chem. 279 (2004) 42907
- S. BENINI, W.R. RYPNIEWSKI, K.S. WILSON, S. MANGANI, S. CIURLI
Molecular Details of Urease Inhibition by Boric Acid: Insights into the Catalytic Mechanism.
J. Am. Chem. Soc. 126 (2004) 3714
- K. BRANDENBURG, L. HAWKINS, P. GARIDEL, J. ANDRÄ, M. MÜLLER, H. HEINE, M.H.J. KOCH, U. SEYDEL
Structural Polyphormism and Endotoxic Activity of Synthetic Phospholipid-Like Amphiphiles.
Biochemistry 43 (2004) 4039
- L.M. BRONSTEIN, C. LINTON, R. KARLINSEY, B. STEIN, G.I. TIMOFEEVA, D.I. SVERGUN, P.I. KONAREV, M. KOZIN, J. TOMASZEWSKI, U. WERNER-ZWANZIGER, J.W. ZWANZIGER
Functional Polymer Colloids with Ordered Interior.
Langmuir 20 (2004) 1100
- K. BANASZAK, I. MECHIN, G. FROST, W. RYPNIEWSKI
Structure of the Reduced Disulfide-Bond Isomerase DsbC from *Escherichia Coli*.
Acta Crystallogr. D 60 (2004) 1747
- C. BUTAN, H. VAN DER ZANDT, P.A. TUCKER
Structure and Assembly of the RNA Binding Domain of Bluetongue Virus Non-Structural Protein 2.
J. Biol. Chem. 279 (2004) 37613
- S.X. COHEN, R.J. MORRIS, F.J. FERNANDEZ, M.B. JELLOUL, M. KAKARIS, V. PARTHASARATHY, V.S. LAMZIN, G.J. KLEYWEGT, A. PERRAKIS
Towards Complete Validated Models in the Next Generation of ARP/wARP.
Acta Cryst. 60 (2004) 2222
- U. COSKUN, V.F. RIZZO, M.H.J. KOCH, J. GODOVAC-ZIMMERMANN, G. GRUEBER
Ligand-Dependent Structural Changes in the V1 ATPase from *Manduca Sexta*.
Journ. Bioenergetics and Biomembranes 36 (2004) 249
- P. D'ANGELO, D. LUCARELLI, S. DELLA LONGA, M. BENFATTO, J.L. HANZEMANN, A. FEIS, G. SMULEVICH, A. ILARI, A. BONAMORE, A. BOFFI
Unusual Heme Iron-Lipid Acyl Chain Coordination in *Escherichia coli* Flavohemoglobin.
Biophys. J. 86 (2004) 3882
- K. DJINOVIC CARUGO, J.R. HELLIWELL, H. STUHRMANN, M.S. WEISS
Softer and Soft X-Rays in Macromolecular Crystallography. Zur Veröffentlichung in *J. Synch. Rad.*
- A.M. FERNANDEZ/ESCAMILLA, M.S. CHEUNG, M.C. VEGA, M. WILMANN, J.N. ONUCHIC, L. SERRANO
Solvation in Protein Folding Analysis, Combination of Theoretical and Experimental Approaches.
Proc. Natl. Acad. Sci. 101 (2004) 2834
- C. HERMES, T. GEHRMANN, D. JAHN, U. RISTAU, B. RO-BRAHN, T. SIAMBANIS
New Beamlines for Protein Crystallography at the EMBL-Outstation Hamburg.
AIP Conference Proceedings 705 (2004) 384
- A. ILLING, T. UNRUH, M.H.J. KOCH
Investigation of Particle Self-Assembly in Solid Lipid Based Col-loidal Drug Carrier Systems.
Pharm. Res. 21(4) (2004) 592
- D.A. IVANOV, S. HOCQUET, M. DOSIÈRE, M.H.J. KOCH
Exploring the Melting of a Semi-Rigid Chain Polymer with Temperature-Resolved Small-Angle X-Ray Scattering.
Eur. J. Phys. E 13 (2004) 363
- R. KLEPPINGER, M.H.J. KOCH, K. MORTENSEN
Dendrimer-Based Nanoassemblies: Insights from Small Angle Scattering Experiments.
Polymeric Materials: Science and Engineering 91 (2004) 69
- R. KLEPPINGER, M. SOLIMAN, M.H.J. KOCH
Morphology of Composites of Hyperbranched Aramides and Linear Polyamides as Revealed by SAXS/WAXD.
Polymeric Materials: Science and Engineering 91 (2004) 681
- R. KLEPPINGER, M. SOLIMAN, M.H.J. KOCH
Structure of Hyperbranched Polyaramides as Revealed by Small Angle X-Ray Scattering.
Polymer Materials: Science and Engineering 91 (2004) 16
- S. KÖNIG, M. SPINKA, E. FIEDLER, G. WILLE, J. BRAUER, M.H.J. KOCH, D.I. SVERGUN
Ligand-Induced Conformational Changes in Thiamine Diphosphate-Dependent Enzymes: Comparison Between Crystal and Solution Structures.
Thiamine. Catalytic Mechanisms and Role in Normal and Disease States (F. Jordan, M. S. Patel, eds.) (2004) 93
- J. KUNTSCHKE, K. WESTESEN, M. DRECHSLER, M.H.J. KOCH, H. BUNJES
Supercooled Smectic Nanoparticles – a Potential Novel Carrier System for Poorly Water Soluble Drugs.
Pharm. Res. 21 (2004) 1834
- H. KUPPER, A. MIJOVILOVICH, W. MEYER-KLAUCKE, P.M. KRONECK
Tissue- and Age-Dependent Differences in the Complexation of Cadmium and Zinc in the Cadmium/zinc Hyperaccumulator *Thlaspi caerulescens* (Ganges Ecotype) Revealed by X-Ray Absorption Spectroscopy.
Plant Physiol. 134 (2004) 748

- M. LEHMANN, R.I. GEARBA, D.A. AND IVANOV, M.H.J. KOCH
New Star-Shaped Mesogens with Three Different Arms on a 1,3,5-Benzene Core.
Mol. Cryst. Liq. Cryst., 441, 397/[1439]-406/[1448] (2004)
- M. LEHMANN, R.I. GEARBA, M.H.J. KOCH, D.A. IVANOV
Semiflexible Starshaped Mesogens as Nonconventional Columnar Liquid Crystals.
Chem. Mater. 16 (2004) 374
- A. LINDEN, M. WILMANNNS
Adaptation of Class-13 α -Amylases to Diverse Living Conditions.
Chem. Bio. Chem. 5 (2004) 231
- M. MAPELLI, S. PANJIKAR, P.A. TUCKER
The Crystal Structure of the HSV-1 SsDNA Binding Protein Suggests the Structural Basis for Flexible, Cooperative Single-Stranded DNA Binding.
Zur Veröffentlichung in J. Biol. Chem.
- R. MEIJERS, E.V. BLAGOVA, V.M. LEVDIKOV, G.N. RUDENSKAYA, G.G. CHESTUKHINA, T.V. AKIMKINA, S.V. KOSTROV, V.S. LAMZIN, I.P. KURANOVA
The Crystal Structure of Glutamyl Endopeptidase from *Bacillus Intermedius* Reveals a Structural Link Between Zymogen Activation and Charge Compensation.
Biochemistry 43 (2004) 2784
- R.J. MORRIS, P.H. ZWART, S. COHEN, F.J. FERNANDEZ, M. KAKARIS, O. KIRILLOVA, C. VONRHEIN, A. PERRAKIS, V.S. LAMZIN
Breaking Good Resolutions with ARP/wARP.
J. Synchr. Rad. 11 (2004) 56
- J.P. MORTH, V. FENG, L.J. PERRY, D.I. SVERGUN, P.A. TUCKER
The Crystal and Solution Structure of a Putative Transcriptional Antiterminator from *Mycobacterium Tuberculosis*.
Structure 12 (2004) 1595
- C. MUELLER-DIECKMANN, M. POLENTARUTTI, K. DJINOVIC CARUGO, S. PANJIKAR, P.A. TUCKER, M.S. WEISS
On the Routine Use of Soft X-Rays in Macromolecular Crystallography. Part II. Data-Collection Wavelength and Scaling Models.
Acta Cryst. D 60 (2004) 28
- J. MUELLER-DIECKMANN, M.S. WEISS, M. WILMANNNS
Protein Crystallization for X-Ray.
Zur Veröffentlichung in Encyclopedic Reference of Genomics and Proteomics in Molecular Medicine (Eds. Ganten & Ruckpaul) (2004)
- E. POHL, U. RISTAU, T. GEHRMANN, D. JAHN, B. ROBRAHN, D. MALTHAN, H. DOBLER, C. HERMES
Automation of the EMBL Hamburg Protein Crystallography Beamline BW7B.
J. Synchr. Rad. 11 (2004) 372
- S. RABIEJ, B. GODERIS, J. JANICKI, V.B.F. MATHOT, M.H.J. KOCH, G. GROENINCKX, H. REYNARES, J. GELAN, A. WŁOCHOWICZ
Characterization of the Dual Crystal Population in an Isothermally Crystallized Homogeneous Ethylene-1-Octene Copolymer.
Polymer 45 (2004) 8761
- A. REMÉNYI, H.R. SCHÖLER, M. WILMANNNS
Combinatorial Gene Expression by DNA-Governed Alignment of Protein-protein Interaction Surfaces.
Nat. Struct. Mol. Biol. 11 (2004) 812
- F. RIDOUTT, C. MUELLER-DIECKMANN, P.A. TUCKER, M.S. WEISS
An Automated Temperature-Monitoring System for Dry-Shippers.
J. Appl. Cryst. 37 (2004) 477
- C. ROSANO, S. ZUCCOTTI, B. COBUCCI-PONZANO, M.L. MAZZONE, M. ROSSI, M. MORACCI, M.V. PETOUKHOW, D.I. SVERGUN, M. BOLOGNESI
Structural Characterization of the Nonameric Assembly of an Archaeal α -L-Fucosidase by Synchrotron Small Angle X-Ray Scattering.
Biochem. Biophys. Res. Comm. 320/1 (2004) 176
- O. SCHILLING, S. RUGGEBERG, A. VOGEL, N. RITTNER, S. WEICHERT, S. SCHMIDT, S. DOIG, T. FRANZ, V. BENES, S.C. ANDREWS, M. BAUM, W. MEYER-KLAUCKE
Characterization of an *Escherichia Coli* ElaC Deletion Mutant.
Biochem. Biophys. Res. Com. 320 (2004) 1365
- W. SHANG, B. ROBRAHN, F. GOLDING, M.H.J. KOCH
A Versatile Data Acquisition System for Time Resolved X-Ray Scattering Using Gas Proportional Detectors with Delay Line Readout.
Nucl. Instrum. Meth. A 530 (2004) 513
- E.V. SHTYKOVA, D.I. SVERGUN, D.M. CHERNYSHOV, I.A. KHOTINA, P.M. VALETSKY, R.J. SPONTAK, L.M. BRONSTEIN
Platinum Nanoparticles Generated in Functionality-Enhanced Reaction Media Based on Polyoctadecylsiloxane with Long-Chain Functional Modifiers.
J. Phys. Chem. 108 (2004) 6175
- W.A. STANLEY, A. SOKOLOVA, A. BROWN, D.T. CLARKE, M. WILMANNNS, D.I. SVERGUN
Synergistic Use of Synchrotron Associated Techniques for Biological Samples in Solution: a Case Study on Protein Ligand Recognition by the Peroxisomal Receptor Pex5p.
J. Synchr. Rad. 11 (2004) 490
- V. SVETLITCHNYI, H. DOBBEK, W. MEYER-KLAUCKE, T. MEINS, B. THIELE, P. ROMER, R. HUBER, O. MEYER
A Functional Ni-Ni-[4Fe-4S] Cluster in the Monomeric Acetyl-CoA Synthase from *Carboxydotherrmus Hydrogenoformans*.
Proc. Nat. Acad. Sci. 101 (2004) 446
- R. TOMAN, P. GARIDEL, J. ANDRÁ, K. SLABA, A. HUSSEIN, M.H.J. KOCH, K. BRANDENBURG
Physicochemical Characterization of the Endotoxins from *Coxiella Burnetii* Strain Priscilla in Relation to Their Bioactivities.
BMC Biochemistry 5 (2004) 1

M.C. VEGA, F.J. FERNÁNDEZ, F. LEHMANN, E. SANDMEIER, H. GEHRING, P. CHRISTEN, M. WILMANN
Crystal Structure of L-Histidinol-Phosphate Aminotransferase (HisC) from *Thermotoga*.
J. Biol. Chem. 279 (2004) 21478

M.C. VEGA, F.J. FERNÁNDEZ, G. MURPHY, P. ZOU, A. POPOV, M. WILMANN
Structural Basis of the ATP Phosphoribosyltransferase (HisG)₂-(HisZ)₄-(HisG)₂ Hetero-Oligomeric Complex from *Thermotoga Maritima*.
Zur Veröffentlichung in *Mol. Microbiol.*

A. VOGEL, O. SCHILLING, W. MEYER-KLAUCKE
Identification of Metal Binding Residues for the Binuclear Zinc Phosphodiesterase Reveals Identical Coordination as Glyoxalase II.
Biochemistry 43 (2004) 10379

M.S. WEISS, G. MANDER, R. HEDDERICH, K. DIEDERICH, U. ERMLER, E. WARKENTIN
Determination of a Novel Structure by a Combination of Long Wavelength Sulfur Phasing and Radiation Damage Induced Phasing.
Acta Cryst. D 60 (2004) 686

N.F. WENZEL, A.L. CARENBAUER, M.P. PFIESTER, O. SCHILLING, W. MEYER-KLAUCKE, C.A. MAKAROFF, M.W. CROWDER
The Binding of Iron and Zinc to Glyoxalase II Occurs Exclusively as di-Metal Centers and is Unique Within the Metallo-Beta-Lactamase Family.
J. Biol. Inorg. Chem. 9 (2004) 429

P.H. ZWART, V.S. LAMZIN
The Influence of Positional Errors on the Debye Effects.
Acta Cryst. D 60 (2004) 220

P.H. ZWART, G.G. LANGER, V.S. LAMZIN
Modelling Bound Ligands in Protein Crystal Structures.
Acta Cryst. D 60 (2004) 2230

S. BARGHORN, J. BIERNAT, E. MANDELKOW
Purification of Recombinant Tau Protein and Preparation of Alzheimer Paired Helical Filaments in Vitro.
Meth. Molec. Biol. 299 (2004) 35

S. BARGHORN, P. DAVIES, E. MANDELKOW
Tau Paired Helical Filaments from Alzheimer's Disease Brain and Assembled in Vitro Contain Beta Structure in the Core Domain.
Biochemistry 43 (2004) 1694

H. BARTUNIK, G. BOURENKOV, E. MANDELKOW, C. BETZEL, R. HILGENFELD
Protein Crystallography at PETRA III: Proposal for a Sector with Two Beamlines.
In „PETRA III Technical Design Report“, ed. DESY, Hamburg (2004) 449

I. BONIN, R. MUHLBERGER, G.P. BOURENKOV, R. HUBER, A. BACHER, G. RICHTER, M.C. WAHL
Structural Basis for the Interaction of *Escherichia Coli* NusA with Protein N of Phage Lambda.
Proc. Natl. Acad. Sci. USA 101 (2004) 13762

J.M. HARMS, F. SCHLÜNZEN, P. FUCINI, H. BARTELS, A. YONATH
Alterations at the Peptidyl Transferase Centre of the Ribosome Induced by the Synergistic Action of the Streptogramins Dalfoipristin and Quinupristin.
BMC Biol. 2 (2004) 4

G. KACHALOVA, E. ROGULIN, R. ARTYUKH, T. PEREVYAZOVA, L. ZHELEZNAYA, N. MATVIENKO, H.D. BARTUNIK
Crystallization and Preliminary Crystallographic Analysis of the Site-Specific DNA Nickase Nb.BspD6I.
Zur Veröffentlichung in *Acta Crystallogr. F*

R. KURZBAUER, D. TEIS, M.E. DE ARAUJO, S. MAURER-STROH, F. EISENHABER, G.P. BOURENKOV, H.D. BARTUNIK, M. HEKMAN, U.R. RAPP, L.A. HUBER, T. CLAUSEN
Crystal Structure of the P14/MP1 Scaffolding Complex: How a Twin Couple Attaches Mitogen-Activated Protein Kinase Signaling to Late Endosomes.
Proc. Natl. Acad. Sci. USA 101 (2004) 10984

E.-M. MANDELKOW, E. THIES, B. TRINCZEK, J. BIERNAT, E. MANDELKOW
MARK/PAR1 Kinase is a Regulator of Microtubule-Dependent Transport in Axons.
J. Cell Biol. 167 (2004) 99

M. PICKHARDT, Z. GAZOVA, M. VON BERGEN, I. KHLI-STOUNOVA, Y.-P. WANG, A. HASCHER, E.-M. MANDELKOW, J. BIERNAT, E. MANDELKOW
Anthraquinones Inhibit Tau Aggregation and Dissolve Alzheimer Paired Helical Filaments in Vitro and in Cells.
J. Biol. Chem. 280 (2004) 3628

Max-Planck-Gesellschaft

Veröffentlichungen

I. AGMON et al.
Ribosomal Crystallography: a Flexible Nucleotide Anchoring TRNA Translocation, Facilitates Peptide-Bond Formation, Chirality Discrimination and Antibiotics Synergism.
FEBS Lett. 567 (2004) 20

T. AUERBACH, A. BASHAN, A. YONATH
Ribosomal Antibiotics: Structural Basis for Resistance, Synergism and Selectivity.
Trends Biotechnol. 22 (2004) 570

R. SANTARELLA, G. SKINIOTIS, K. GOLDIE, P. TITTMANN, H. GROSS, E.-M. MANDELKOW, E. MANDELKOW, A. HOENGER

Surface Decoration of Microtubules by Human Tau.
J. Mol. Biol. 339 (2004) 539

T. SANTOS-SILVA, J.M. DIAS, G.P. BOURENKOV, H.D. BARTUNIK, I. MOURA, M.J. ROMAO

Crystallization and Preliminary X-Ray Diffraction Analysis of the 16-Haem Cytochrome of *Desulfovibrio Gigas*.
Acta Crystallogr. D60 (2004) 968

F. SCHLÜNZEN, E. PYETAN, P. FUCINI, A. YONATH, J.M. HARMS

Inhibition of Peptide Bond Formation by Pleuromutilins: the Structure of the 50S Ribosomal Subunit from *Deinococcus Radiodurans* in Complex with Tiamulin.
Mol Microbiol. 54 (2004) 1287

A. SCHNEIDER, G. WRIGHT-ARAUJO, K. TRAJKOVIC, M. HERRMANN, D. MERKLER, E.-M. MANDELKOW, R. WEISERT, M. SIMONS

Hyperphosphorylation and Aggregation of Tau in Experimental Autoimmune Encephalomyelitis.
J Biol Chem. 279 (2004) 55833

G. SKINIOTIS, J.C. COCHRAN, J. MÜLLER, E. MANDELKOW, S.P. GILBERT, A. HOENGER

Modulation of Kinesin Binding by the C-Termini of Tubulin.
EMBO J. 23 (2004) 989

M.E. THAN, S. HENRICH, G.P. BOURENKOV, H.D. BARTUNIK, R. HUBER, W. BODE

The Endoproteinase Furin Contains Two Essential Ca^{2+} Ions Stabilizing its N-Terminus and the Unique S1-Specificity Pocket.
Acta Crystallogr. D61 (2005) 505

M. VON BERGEN, L. LI, E. MANDELKOW

Intrinsic Fluorescent Detection of Tau Conformation and Aggregation.
Meth. Molec. Biol. 299 (2004) 175

D.N. WILSON, F. SCHLÜNZEN, J.M. HARMS, T. YOSHIDA, T. OHKUBO, R. ALBRECHT, J. BUERGER, Y. KOBAYASHI, P. FUCINI

X-Ray Crystallography Study on Ribosome Recycling: the Mechanism of Binding and Action of RRF on the 50S Ribosomal Subunit.
EMBO J. 24 (2005) 251 (published online Dec 23, 2004)

A. YONATH, A. BASHAN

Ribosomal Crystallography: Initiation, Peptide Bond Formation, and Amino Acid Polymerization are Hampered by Antibiotics.
Ann. Rev. Microbiol. 58 (2004) 233

Standort Zeuthen

Veröffentlichungen

ALPHA COLLABORATION

M. DELLA MORTE et al.

Computation of the Strong Coupling in QCD with Two Dynamical Flavours.
hep-lat/0411025

J. HEITGER et al.

Non-Perturbative Tests of Heavy Quark Effective Theory.
JHEP 0411 (2004) 048 und hep-ph/0407227

Non-Perturbative Tests of HQET in Small-Volume Quenched QCD.
hep-lat/0409091

AMANDA COLLABORATION

M. ACKERMANN et al.

Search for Extraterrestrial Point Sources of Neutrinos with AMANDA-II.
Phys. Rev. Lett. 92 (2004) 071102 und astro-ph/0309585

Search for Neutrino-Induced Cascades with AMANDA.
Astropart. Phys. 22 (2004) 127 und astro-ph/0405218

Flux Limits on Ultrahigh Energy Neutrinos with AMANDA-B10.
Astropart. Phys. 22 (2005) 339

Search for Extraterrestrial Point Sources of High Energy Neutrinos with AMANDA-II Using Data Collected in 2000-2002.
astro-ph/0412347, zur Veröffentl. in Phys. Rev. D

J. AHRENS et al.

Sensitivity of the IceCube Detector to Astrophysical Sources of High Energy Muon Neutrinos.
Astropart. Phys. 20 (2004) 507 und astro-ph/0305196

Reconstruction and Data Selection Techniques in AMANDA.
Nucl. Instr. Meth. A524 (2004) 169

Calibration and Survey of AMANDA with the SPASE Detectors.
Nucl. Instr. Meth. A522 (2004) 347

Measurement of the Cosmic Ray Composition at the Knee with the SPASE-2/Amada-B10 Detectors.
Astropart. Phys. 21 (2004) 565

BAIKAL COLLABORATION

V. AYNUTDINOV et al.

Search for High Energy Neutrinos with the Baikal Neutrino Telescope.
Isvest. Ross. Ak. Nauk, Physics Series V69,3 (2004) 410

Limit on the Muon Flux at Very High Energy obtained with the Telescope NT-200.
Isvest. Ross. Ak. Nauk, Physics Series V69,3 (2004) 406

Hydro-Acoustical System to Measure the Coordinates of the Baikal Neutrino Telescope.

Acoustic Journal of RAN V51

D. CHERNOV et al.

Primary Energy Spectrum and Mass Composition Determined with the TUNKA EAS Cherenkov Array.

astro-ph/0411139, zur Veröffentl. in Int. Journ. Mod. Phys.

The TUNKA Experiment: Towards a 1 km² Cherenkov Experiment in the Tunka Valley.

astro-ph/0411218, zur Veröffentl. in Int. Journ. Mod. Phys.

IceCube COLLABORATION

A. FAZELY

IceCube, the Cubic Kilometer Scale Detector at the South Pole.
astro-ph/0406125

M. KESTEL

Design and Status of IceCube.

Nucl. Inst. Meth. A535 (2004) 139 und astro-ph/0405008

QCDSF COLLABORATION

V.G. BORNIAKOV et al.

Baryonic Flux in Quenched and Two-Flavor Dynamical QCD.
Phys. Rev. D70 (2004) 054506 und hep-lat/0401026

Finite Temperature QCD with Two Flavors of Non-Perturbatively Improved Wilson Fermions.

hep-lat/0401014

M. GÖCKELER et al.

A Lattice Determination of Moments of Unpolarised Nucleon Structure Functions Using Improved Wilson Fermions.

hep-ph/0410187

Generalized Parton Distributions in Full Lattice QCD.

hep-lat/0410023

Determination of Light and Strange Quark Masses from Full Lattice QCD.

hep-ph/0409312

Determination of Lambda in Quenched and Full QCD: An Update.

hep-lat/0409166

Generalized Parton Distributions and Structure Functions from Full Lattice QCD.

hep-lat/0409162

M. GURTLER et al.

A Lattice Determination of $g(A)$ and from Overlap Fermions.

hep-lat/0409164

R. HORSLEY et al.

One-Loop Renormalisation of Quark Bilinears for Overlap Fermions with Improved Gauge Actions.

Nucl. Phys. B693 (2004) 3 und hep-lat/0404007

XLF COLLABORATION

W. BIETENHOLZ et al.

Going Chiral: Overlap Versus Twisted Mass Fermions.

JHEP 0412 (2004) 044 und hep-lat/0411001

Lattice Gauge Actions for Fixed Topology.

hep-lat/0412017

Comparison Between Overlap and Twisted Mass Fermions Towards the Chiral Limit.

hep-lat/0409109

Testing a Topology Conserving Gauge Action in QCD.

hep-lat/0409073

T. CHIARAPPA et al.

Comparing Iterative Methods for Overlap and Twisted Mass Fermions.

hep-lat/0409107

Zeuthen–Rome (ZeRo) COLLABORATION

M. GUAGNELLI et al.

Non-Perturbative Pion Matrix Element of a Twist-2 Operator from the Lattice.

hep-lat/0405027

Finite Size Effects of a Pion Matrix Element.

Phys. Lett. B597 (2004) 216 und hep-lat/0403009

P. ACHARD et al.

Measurement of the Atmospheric Muon Spectrum from 20 to 3000 GeV/c.

Phys. Lett. B598 (2004) 15

S.I. ALEKHIN, J. BLÜMLEIN

Mellin Representation for the Heavy Flavor Contributions to Deep Inelastic Structure Functions.

Phys. Lett. B594 (2004) 299, DESY 03-204, SFB/PPP-04-02 und hep-ph/0404034

M. AWRAMIK et al.

Complete Two-Loop Electroweak Fermionic Corrections to $\sin^2 \theta_{\text{lept}}^{\text{eff}}$ and Indirect Determination of the Higgs Boson Mass.

Phys. Rev. Lett. 93 (2004) 201805 und hep-ph/0407317

Towards Better Constraints on the Higgs Boson Mass: Two-Loop Fermionic Corrections to $\sin^2 \theta_{\text{lept}}^{\text{eff}}$.

hep-ph/0409142

B. BADELEK et al.

The Photon Collider at TESLA.

Int. J. Mod. Phys. A19 (2004) 5097

D. BECIREVIC et al.

B(K) from the Lattice with Wilson Quarks.

Eur. Phys. J. C37 (2004) 315 und hep-lat/0407004

Renormalization Constants of Quark Operators for the Non-Perturbatively Improved Wilson Action.

JHEP 0408 (2004) 022 und hep-lat/0401033

- SU(3)-Breaking Effects in Kaon and Hyperon Semileptonic Decays from Lattice QCD.
hep-lat/0411016
- Z. BERN, A. DE FREITAS
Two-Loop Helicity Amplitudes for Quark–Quark Scattering in QCD and Gluino–Gluino Scattering in Supersymmetric Yang–Mills Theory.
JHEP 0409 (2004) 039, DESY-04-061, UCLA-04-TEP-32 und hep-ph/0409007
- J. BLÜMLEIN
Algebraic Relations Between Harmonic Sums and Associated Quantities.
Comp. Phys. Commun. 159 (2004) 19
- Reduction of Multiple Harmonic Sums and Harmonic Polylogarithms.
Nucl. Instr. Math. A534 (2004) 279, SFB/PPP-04-01 und hep-ph/0402185
- J. BLÜMLEIN, H. KAWAMURA
Universal QED Corrections to Polarized Electron Scattering in Higher Orders.
DESY 02-016, SFB/PPP-04-11 und hep-ph/0409289
- J. BLÜMLEIN, J.A.M. VERMASEREN
The 16th Moment of the Non-Singlet Structure Functions $F_2(x, Q^2)$ and $F_L(x, Q^2)$ to $\mathcal{O}(\alpha_s^3)$.
DESY 04-120, SFB/PPP-04-28, NIKHEF-2004-014 und hep-ph/0411111
- S. BOINEPALLI et al.
Improved Chiral Properties of FLIC Fermions.
hep-lat/0405026
- V.G. BORNYAKOV et al.
Profiles of the Broken String in Two-Flavor QCD Below and above the Finite Temperature Transition.
Prog. Theor. Phys. 112 (2004) 307 und hep-lat/0401027
- Color Confinement and Hadron Structure in Lattice Chromodynamics.
Phys. Usp. 47 (2004) 17 und Usp. Fiz. Nauk 47 (2004) 19
- P. BOUCAUD et al.
An Exploratory Lattice Study of $\Delta I = 3/2K \rightarrow \pi\pi$ Decays at Next-to-Leading Order in the Chiral Expansion.
hep-lat/0412029
- B. BUNK et al.
Locality with Staggered Fermions.
Nucl. Phys. B697 (2004) 343
- M. CZAKON
The Four-Loop QCD Beta-Function and Anomalous Dimensions.
DESY-04-223 und hep-ph/0411261
- M. CZAKON, J. GLUZA, T. RIEMANN
Master Integrals for Massive Two-Loop Bhabha Scattering in QED.
hep-ph/0412164, zur Veröffentlich. in Phys. Rev. D
- J.P.B. DE MELO et al.
The Pion Electromagnetic Form-Factor in a QCD-Inspired Model.
hep-ph/0410031
- S. DÜRR
Gauge Action Improvement and Smearing.
hep-lat/0409141
- S. DÜRR, C. HÖLBLING
Scaling Tests with Dynamical Overlap and Rooted Staggered Fermions.
hep-lat/0411022
- A Comparative Study of Overlap and Staggered Fermions in the Schwinger Model.
hep-lat/0408039
- S. DÜRR, C. HÖLBLING, U. WENGER
A Comparative Study of Overlap and Staggered Fermions in QCD.
hep-lat/0409108
- S. DÜRR et al.
Signal at Subleading Order in Lattice HQET.
hep-lat/0409058
- F. FARCHIONI et al.
Twisted Mass Quarks and the Phase Structure of Lattice QCD.
hep-lat/0406039
- R. FREZZOTTI, G.C. ROSSI
Chirally Improving Wilson Fermions. II: Four-Quark Operators.
JHEP 0410 (2004) 070 und hep-lat/0406039
- R. FREZZOTTI et al.
Twisted Mass Quarks and the Phase Structure of Lattice QCD.
hep-lat/0406039
- A. GAZIZOV, M. KOWALSKI
ANIS, a High Energy Neutrino Generator for Neutrino Telescopes.
DESY-040101 und astro-ph/0406439, zur Veröffentlich. in CPC
- S. GHOZZI, F. JEGERLEHNER
Isospin Violating Effects in $e^+e^-\tau$ Measurements of the Pion Form Factor $|F_\pi|^2(s)$.
Phys. Lett. B583 (2004) 222 und hep-ph/0310181
- M. GOCKELER et al.
Perturbative Renormalisation of the Second Moment of Generalised Parton Distributions.
hep-lat/0410009
- C. P. W. GROUP et al.
Physics at the CLIC Multi-TeV Linear Collider.
hep-ph/0412251
- D. GUADAGNOLI, M. PAPINUTTO, S. SIMULA
Extracting Excited States from Lattice QCD: The Roper Resonance.
Phys. Lett. B604 (2004) 74 und hep-lat/0409011
- K. JANSEN et al.
Scaling Test for Wilson Twisted Mass QCD.
Phys. Lett. B586 (2004) 432

- F. JEGERLEHNER, M.Y. KALMYKOV
The $\mathcal{O}(\alpha_s)$ Correction to the Pole Mass of the t-Quark within the Standard Model.
Nucl. Phys. B676 (2004) 365 und hep-ph/0308216
- Steps Towards Full Two-Loop Calculations for 2 Fermion to 2 Fermion Processes: Running Versus Pole Masses Schemes.
Nucl. Instrum. Meth. A534 (2004) 299 und hep-ph/0404213
- F. JEGERLEHNER, K. KOŁODZIEJ
A program for $e^+e^- \rightarrow 4f, 4f\gamma$ with Nonzero Fermion Masses.
Comput. Phys. Commun. 159 (2004) 106 und hep-ph/0308014
- F. KNECHTLI et al.
Universality in the Gross-Neveu Model.
hep-lat/0410018
- G. La PENNA et al.
Designing Generalized Statistical Ensembles for Numerical Simulations of Biopolymers.
DESY-04-096
- B. LASSCOCK et al.
Scaling of FLIC Fermions.
hep-lat/0405015
- D.B. LEINWEBER et al.
Precise Determination of the Strangeness Magnetic Moment of the Nucleon.
hep-lat/0406002
- D. LIPKA et al.
Silica Aerogel Radiators for Bunch Length Measurements.
TESLA Report, TESLA-FEL 2004-01
- A. LORCA, T. RIEMANN
An Integrated Tool for Loop Calculations: aITALC.
hep-ph/0412047, zur Veröffentlich. in Comput. Phys. Commun.
- B. LUCINI, M. TEPER, U. WENGER
Glueballs and k-Strings in SU(N) Gauge Theories: Calculations with Improved Operators.
JHEP 0406 (2004) 012 und hep-lat/0404008
- Topology of SU(N) Gauge Theories at $T \simeq 0$ and $T \simeq T_c$.
hep-lat/0401028
- H.B. MEYER
The Spectrum of SU(N) Gauge Theories in Finite Volume.
hep-lat/0412021
- H. MEYER, M. TEPER
Confinement and the Effective String Theory in $SU(N \rightarrow \infty)$: A Lattice Study.
JHEP 0412 (2004) 031, und hep-lat/0411039
- S. MOCH, J.A.M. VERMASEREN, A. VOGT
The Longitudinal Structure Function at Third Order.
DESY-04-210 und hep-ph/0411112
- The Three-Loop Splitting Functions in QCD: The Singlet Case.
Nucl. Phys. B691 (2004) 129, DESY-04-060 und hep-ph/0404111
- The Three-Loop Splitting Functions in QCD: The Non-Singlet Case.
Nucl. Phys. B688 (2004) 101, DESY-04-047 und hep-ph/0403192
- Y. NAKAMURA et al.
Finite Temperature QCD with Two Flavors of Dynamical Quarks on $24^3 \times 10$ Lattice.
DESY-04-166 und hep-lat/0409153
- G.C. ROSSI, G. VENEZIANO
Isospin Mixing of Narrow Pentaquark States.
Phys. Lett. B597 (2004) 338 und hep-ph/0404262
- H. SIMMA
Kurzbericht im Notiziario Scientifico Copernico.
Fernsehsenders on Tele Estense/I (2004)
- Ferrara Carica il Super PC.
im wöchentlichen Wissenschaftsteil der Zeitung on Il Sole 24 Ore/I (2004)
- R. SOMMER
Non-Perturbative Heavy Quark Effective Theory: A Test and its Matching to QCD.
hep-ph/0412209
- O.V. TARASOV
Computation of Gröbner Bases for Two-Loop Propagator Type Integrals.
Nucl. Instrum. Meth. A534 (2004) 293 und hep-ph/0403253

Veröffentlichte Vorträge

Proc. of the 7th DESY Workshop on Elementary Particle Theory: Loops and Legs in Quantum Field Theory, Zinnowitz/D, (Nucl. Phys. (Proc. Suppl.) 135 (2004))

QCDSF COLLABORATION, M. GOCKELER et al.
Nucleon Structure from Lattice QCD.

M. AWRAMIK et al.
Two-Loop Fermionic Electroweak Corrections to the Effective Leptonic Weak Mixing Angle in the Standard Model.
hep-ph/0408207

Z. BERN, A. DE FREITAS
Two-loop Helicity Amplitudes for Fermion–Fermion Scattering.
DESY-04-152, UCLA-04-TEP-29 und hep-ph/0409036

J. BLÜMLEIN
Mathematical Structure of Anomalous Dimensions and QCD Wilson Coefficients in Higher Order.
DESY 04-114, SFB/PPP-04-23 und hep-ph/0407044

J. BLÜMLEIN, H. BÖTTCHER, A. GUFFANTI
Non-Singlet QCD Analysis of the Structure Function F_2 in 3-Loops.
DESY 04-113, SFB/PPP-04-26 und hep-ph/0407089

J. BLÜMLEIN, V. RAVINDRAN
NNLO Coefficient Functions of Higgs and Drell-Yan Cross Sections in Mellin Space.
DESY 04-115, SFB/PPP-04-24 und hep-ph/0407045

F. JEGERLEHNER, K. KOŁODZIEJ, T. WESTWANSKI
Towards Precise Predictions for the Higgsstrahlung at a Linear Collider.
hep-ph/0407071

M. Y. KALMYKOV
Series and Epsilon-Expansion of the Hypergeometric Functions.
hep-th/0406269

A. LORCA, T. RIEMANN
Automated Calculations for Massive Fermion Production with aiTALC.
hep-ph/0407149

S. MOCH, J.A.M. VERMASEREN, A. VOGT
The QCD Splitting Functions at Three Loops: Methods and Results.
DESY-04-135 und hep-ph/0408075

Proc. of Lattice 2004, Batavia/USA (2004), (Nucl. Phys. (Proc. Suppl.) 140 (2005))

APE COLLABORATION, F. BODIN et al.
The apeNEXT Project.

S. DÜRR, C. HÖLBLING
A Comparative Study of Overlap and Staggered Fermions in the Schwinger Model.
DESY-04-151 und hep-lat/0408039

S. DÜRR, C. HÖLBLING, U. WENGER.
A Comparative Study of Overlap and Staggered Fermions in QCD.
hep-lat/0409108

S. DÜRR, et al.
Signal at Subleading Order in Lattice HQET.
hep-lat/0409058

F. FARCHIONI et al.
Exploring the Phase Structure of Lattice QCD with Twisted Mass Quarks.
hep-lat/0409098

M. GÖCKELER et al.
One-Loop Renormalisation for the Second Moment of GPDs with Wilson Fermions.
hep-lat/0409025

D. GUADAGNOLI et al.
Semileptonic Hyperon Decays on the Lattice: An Exploratory Study.
hep-lat/0409048

K. JANSEN et al.
Recent Results on Moments of Parton Distribution Functions.
hep-lat/0409142

A.A. KHAN et al.
Axial and Tensor Charge of the Nucleon with Dynamical Fermions.
hep-lat/0409161

F. KNECHTLI et al.
Universality in the Gross-Neveu Model.
hep-lat/0410018

C.M. MAYNARD, D. PLEITER
QCDml: First Milestone for Building an International Lattice Data Grid.
hep-lat/0409055

AMANDA COLLABORATION

E. BERNARDINI
New Results from the Amanda Neutrino Telescope.
Proc. of Neutrino Oscillation Workshop (NOW2004), Otranto/I (2004)
zur Veröffentlich. in Nucl. Phys. B (Proc. Suppl.)

K. WOSCHNAGG
New Results from the Antarctic Muon and Neutrino Detector Array.
Proc. of 21th Int. Conf. on Neutrino Physics and Astrophysics, Paris/F (2004), zur Veröffentlich. in Nucl. Phys. B (Proc. Suppl.) und astro-ph/0409423

BAIKAL COLLABORATION

V. AYNUTDINOV et al.
The Baikal Experiment: Status and Beyond.
Proc. of the 4th International Conference on Nonaccelerator New Physics (NANP 03), Dubna/RUS (2003) (Phys. Atom. Nucl. 67 (2004) 1161)

C. SPIERING
The Baikal Telescope: Results, Plans, Lessons.
Proc. of the VLVNT Workshop, Amsterdam/NL (2004) und astro-ph/0404096

R. WISCHNEWSKI
The Baikal Neutrino Telescope.
Proc. of 19th European Cosmic Ray Symposium, Florenz/I (2004) zur Veröffentlich. in Int. Journ. Mod. Phys. A

IceCube COLLABORATION, C. SPIERING
The IceCube Project.
Proc. of the VLVNT Workshop, Amsterdam/NL (2004) und astro-ph/0404096

LHPC COLLABORATION, P. HAGLER et al.
Helicity Dependent and Independent Generalized Parton Distributions of the Nucleon in Lattice QCD.
Proc. of the 8th Workshop on Electron Nucleus Scattering, Elba/I (2004)
hep-ph/0410017

J. BÄHR et al.
High Power RF Conditioning and Measurement of Longitudinal Emittance at PITZ.
Proc. of 26th International Free-Electron Laser Conference (FEL 2004), Trieste/I (2004)

- Relations Between Harmonic Sums in Massless QCD Calculations.
Proc. of Light-Cone (2004) 6, Amsterdam/NL
- J. BLÜMLEIN, A. GUFFANTI
Scheme-Invariant NNLO Evolution for Unpolarized DIS Structure Functions.
Proc. of the Montpellier Conference on Quantum ChromoDynamics (QCD 04), Montpellier/F (2004), DESY 04-218, SFB/PPP-04-60 und hep-ph/0411110
- S. BOINEPALLI et al.
The Strangeness Magnetic Moment of the Nucleon from FLIC Fermions.
Proc. of the 2nd Cairns Workshop on Lattice Hadron Physics (LHP 2003), Cairns/AUS (2004) (Nucl. Phys. (Proc. Suppl.) 128 (2004) 132) und hep-lat/0406003
- Electromagnetic form Factors with FLIC Fermions.
Proc. of the 2nd Cairns Workshop on Lattice Hadron Physics (LHP 2003), Cairns/AUS (2004) (Nucl. Phys. (Proc. Suppl.) 128 (2004) 233) und hep-lat/0401029
- M. CZAKON, J. GLUZA, T. RIEMANN
On Master Integrals for Two Loop Bhabha Scattering.
Proc. of the Int. Conf. on Linear Colliders (LCWS2004), Paris/F (2004)
hep-ph/0409017
- S. DATTA et al.
Meson Correlators above Deconfinement.
Proc. of Hot Quarks 2004, Taos Valley/USA (2004)
hep-lat/0412037
- Charmonia at Finite Momenta in a Deconfined Plasma.
Proc. of the 6th Conference on Strong and Electroweak Matter (SEWM04), Helsinki/FIN (2004)
hep-lat/0409147
- Charmonium Systems after the Deconfinement Transition.
Proc. of Quark Matter 2004, Oakland/USA (2004) (J. Phys. G30 (2004) 1347) und hep-lat/0403017
- J. FLEISCHER, A. LORCA, T. RIEMANN
Automatized Calculation of 2-Fermion Production with DIANA and aITALC
Proc. of the Int. Conf. on Linear Colliders (LCWS2004), Paris/F (2004) und hep-ph/0409034
- E.W.N. GLOVER et al.
Top Quark Physics.
Proc. of Physics at Colliders, Montpellier/F (2004), (Acta Phys. Polon. B35 (2004) 2671) und hep-ph/0410110
- J. GLUZA, A. LORCA, T. RIEMANN
Automated Use of DIANA for Two-Fermion Production at Colliders.
Proc. of the 9th International Workshop on Advanced Computing and Analysis Techniques in Physics Research (ACAT03), Tsukuba/J (Nucl. Instrum. Meth. A534 (2004) 289) und hep-ph/0409011
- J.H. HAN et al.
Conditioning and High Power Test of the RF Guns at PITZ.
Proc. of the 9th European Accelerator Conference (EPAC 2004), Luzern/CH (2004)
- F. JEGERLEHNER
Theoretical Precision in Estimates of the Hadronic Contributions to $(g-2)_\mu$ and $\alpha_{\text{QED}}M_Z$.
Proc. of the Int. Conf. of the Structure and Interactions of the Photon including the 15th Int. Workshop on Photon-Photon Collisions, LNF, (2003), (Nucl. Phys. B (Proc. Suppl.) 126 (2004) 325) und hep-ph/0310234
- The Role of $\sigma(e^+e^- \rightarrow \text{hadrons})$ in Precision Cests of the Standard Model.
Proc. of the Workshop on Hadronic Cross Section at Low Energy (SIGHAD03), Pisa/I (2003), (Nucl. Phys. B131 (Proc. Suppl.) (2004) 213) und hep-ph/0312372.
- F. JEGERLEHNER, M. Y. KALMYKOV
Steps Towards Full Two-Loop Calculations for 2 Fermion to 2 Fermion Processes: Running Versus Pole Masses Schemes.
Proc. of the 9th International Workshop on Advanced Computing and Analysis Techniques in Physics Research (ACAT03), Tsukuba/J (Nucl. Instrum. Meth. A534 (2004) 299) und hep-ph/0404213
- M. KRASILNIKOV et al.
Experimental Characterization and Numerical Simulations of the Electron Source at PITZ.
Proc. of the 8th International Computational Accelerator Physics Conference (ICAP 2004), St. Petersburg/RUS (2004)
- Space Charge Algorithm for the Multi Ensemble Model.
Proc. of the 8th International Computational Accelerator Physics Conference (ICAP 2004), St. Petersburg/RUS (2004)
- Optimizing the PITZ Electron Source for the VUV-FEL.
Proc. of the 9th European Accelerator Conference (EPAC 2004), Luzern/CH (2004)
- H. LEICH
TTF2/XFEL Interlock Architecture.
Bericht der Frühjahrstagung der Studiengruppe Elektronische Instrumentierung, HMI-B599, Berlin/D (2004) 12 und ISSN 0936-0891
- D.B. LEINWEBER et al.
Baryon Spectroscopy in Lattice QCD.
Proc. of LHP 2003, Cairns/AUS und nucl-th/0406032
- Hadron Properties with FLIC Fermions.
Proc. of the 2nd Cairns Workshop on Lattice Hadron Physics (LHP 2003), Cairns/AUS (2004)
hep-lat/0407039
- V. MILTCHEV et al.
Transverse Emittance Measurements at the Photo Injector Test Facility at DESY Zeuthen.
Proc. of the 26th International Free-Electron Laser Conference (FEL 2004), Trieste/I (2004)

R. NAHNHAUER

Alternative Detection Methods for Highest Energy Neutrinos.
21th Int. Conf. On Neutrino Physics and Astrophysics, Paris/F
(2004) zur Veröffentl. in Nucl. Phys. B, (Proc Suppl.) und astro-ph/
0411715

S. NECCO, R. SOMMER

Evaluation of Glueball Masses from Lattice Gauge Theories and
Scaling Behavior.
Proc. of NIC Symposium 2004, Jülich/D (2004)

A. OPPELT et al.

The Photo Injector Test Facility at DESY Zeuthen: Results of the
First Phase.
Proc. of the 22nd International Linear Accelerator Conference
(LINAC 2004), Lübeck/D (2004)

G. SCHIERHOLZ

Polarized Structure Functions and the GDH Integral from Lattice
QCD.
Proc. of the 3rd International Symposium on the Gerasimov-Drell-
Hearn Sum Rule, Norfolk/USA (2004) und hep-ph/0411191

C. SPIERING

High Energy Neutrino Astronomy: Baikal–Amanda–IceCube.
Nobel Symposium, Haga Slott/S (2004) zur Veröffentl. in Nucl.
Phys. (Proc. Suppl.)

Summary of Sessions on Design Parameters, Simulation and Re-
construction.

Proc. of the VLvT Workshop „Technical Aspects of a Very
Large Volume Neutrino Telescope in the Mediterranean Sea“,
Amsterdam/NL (2004)

F. STEPHAN et al.

Recent Results and Perspectives of the Low Emittance Photo
Injector at PITZ.
Proc. of the 26th International Free-Electron Laser Conference
(FEL 2004), Triest/I (2004)

O. V. TARASOV

Computation of Groebner Bases for Two-Loop Propagator Type
Integrals.
Proc. of the 9th International Workshop on Advanced Comput-
ing and Analysis Techniques in Physics Research (ACAT03),
Tsukuba/J (Nucl. Instrum. Meth. A534 (2004) 293) und hep-ph/
0403253

A. VOGT, J.A.M. VERMASEREN, S. MOCH

The Three-Loop Splitting Functions in QCD.
Proc. of the 12th Int. Workshop on Deep Inelastic Scattering
(DIS2004), Strbske Pleso, SL (2004),
Proc. of the Montpellier Conference on Quantum Chromodynamics
(QCD 04), Montpellier/F (2004) und hep-ph/0407321

U. WENGER

The Overlap Dirac Operator as a Continued Fraction.
Proc. of the 3rd International Workshop on Numerical Analysis
and Lattice QCD, Edinburgh/GB (2003) und hep-lat/0403003

R. WISCHNEWSKI

The PAMELA Space Mission.
Proc of the 8th Conf. on Astroparticle Particle and Space Physics,
Como/I (2003), World Scientific (2004) 161

Vorträge

DPG Frühjahrstagung Teilchenphysik, Mainz/D (2004)

E. BERNARDINI

Time Calibration for the Amanda Neutrino Telescope.

D. BOERSMA

Amanda/IceCube: ein Überblick.

S. BÖSER et al.

Akustische Detektoren von UHE Neutrinos: Optimierung für Eis.

Akustische Detektoren von UHE Neutrinos: Thermoakustische
Schallerzeugung und Schallpropagation in Eis.

T. HAUSCHILDT

Neutrino-Punktquellensuche mit Amanda.

E. RESCONI

A Novel Wavelength Shifter Application for the Icecube Optical
Modules.

R. WISCHNEWSKI

Das Baikal Neutrino Teleskop: Resultate und Perspektiven.

H. WISSING

Suche nach magnetischen Monopolen mit AMANDA-II.

M. ACKERMANN

AMANDA – Ein Neutrinooteleskop am Südpol.
Wittenberge/D (2004)

AMANDA – Neutrinojagd am Südpol.

Frankfurt/D (2004)

M. AWRAMIK

Two Loop Fermionic Corrections to the Effective Weak Mixing
Angle.

LoopFestIII, Santa Barbara/USA (2004)

LCWS04, Paris/F (2004)

E. BERNARDINI

Point Source Search with AMANDA.

Univ. Berkley/USA (2004)

J. BLÜMLEIN

Mathematical Structure and Representation of QCD Wilson Co-
efficients and Anomalous Dimensions in Higher Order.

Santa Barbara/USA (2004)

Genf/CH (2004)

Statusreport: Structure Functions on the Lattice and in the Con-
tinuum (Project B3).

SFB-TR 09 Meeting, Aachen/D (2004)

Structure of QCD Wilson Coefficients and Anomalous Dimensions in Higher Order and Phenomenological Applications to Non-Singlet Structure Functions.
Shanghai/CHN (2004)

Theoretical Status of Nucleon Structure Functions – A Review.
Newport News/USA (2004)

Reducing Harmonic Sums and Phenomenological Applications.
Genf/CH (2004)

The Structure of the Proton at Short Distances.
Dortmund/D (2004)

Non-Singlet QCD Analysis of the Structure Function F^2 in 3-Loops.
Paris/F (2004)

Mathematical Structure of Higher Order Wilson Coefficients and Anomalous Dimensions.
Seattle/USA (2004)

On the Way to QCD Precision Test with Deep-Inelastic Scattering.
Hamburg/D (2004)

M. CZAKON

Two Loop Fermionic Contribution to the Effective Weak Mixing Angle.

EURIDICE Collaboration meeting, Univ. Wien/A (2004)

DiaGen/IdSolver (2004)

Applications SFB Collaboration Meeting, Univ. Karlsruhe/D (2004)

A. DE FREITAS

Two-Loop Helicity Amplitudes for Fermion–Fermion Scattering.
Caracas/YV (2004)

A. DONAT

Ein Vakuumbauteil entsteht.

Technisches Seminar Zeuthen/D (2004)

S. DÜRR

Staggered Versus Overlap Fermions: a Study in the Schwinger Model with $N_f = 0, 1, 2$.

Univ. Bern/CH (2004)

Trinity College, Dublin/IRL (2004)

Non-Perturbative HQET: Status Report.

RWTH Aachen/D (2004)

Signal at Subleading Order in Lattice-HQET.

Fermilab/USA (2004)

Introduction to Lattice QCD.

Zeuthen/D (2004)

W. FRIEBEL

Email – Was wir gegen Viren und SPAM tun.

Technisches Seminar Zeuthen/D (2004)

AFS File Space Administration with ARC version 2.

HEPiX Spring 04, Edinburgh/UK (2004)

Verwaltung einer AFS Zelle mit afs_admin.

German Perl Workshop, Schorndorf/Stuttgart/D (2004)

J.H. HAN

Modeling of the Secondary Electron Emission in rf Photocathode Guns.

Joint Univ. Hamburg/D (2004)

DESY Accelerator Physics Seminar, Hamburg/D (2004)

K. JANSEN

Structure Functions on the Lattice.

Lecture Non-perturbative Renormalization and Improvement, Workshop Tsukuba/J (2004)

Going Chiral: Twisted Versus Overlap Fermions.

SFB Treffen, Aachen/D (2004)

The Twisted Mass Approach to Light Quarks.

Lattice QCD Workshop, Orsay/F (2004)

Status LatFor and Computers in Germany.

ILDG Meeting, Zeuthen/D (2004)

Lattice QCD at Light Quarks.

Kolloquium, Bonn/D (2004)

NIC-Forschergruppe.

Report NIC WR, Zeuthen/D (2004)

Quantumchromodynamics on the Lattice.

Workshop of the Capability Computing with BlueGene/L, ZAM Jülich/D (2004)

Comparison of Overlap and Twisted Mass Fermions.

1st Int. Field Theory Workshop, Izu/J (2004)

Status Report Projekt Partonverteilungsfunktionen.

SFB Treffen, Karlsruhe/D (2004)

Structure Functions on the Lattice.

Quantum Fields of the ERA of Teraflop-Computing, ZiF Bielefeld/D (2004)

Going Chiral on the Lattice.

Effective Field Theories Workshop, Bad Honnef/D (2004)

F. JEGERLEHNER

Status of the Muon $g - 2$ and the Theoretical Uncertainty of the Hadronic Contributions.

Radiative Corrections for the Linear Collider: Multi-loops and Multi-legs.

LoopFest III 2004 Santa Barbara/USA (2004)

Status of the Muon $g - 2$.

Bogolyubov Conf. of the Problems of Theoretical and Mathematical Physics, Dubna/RUS (2004)

Calculations for Future Precision Physics at High Energies.

Seminar of the Bogolyubov Laboratory of Theoretical Physics, JINR Dubna/RUS (2004)

M. KRASILNIKOV

Optimizing an Electron Source for FELs at PITZ1.

Zeuthener Physikseminar, Zeuthen/D (2004)

RF Gun Beam Based Alignment.

TESLA Collaboration Meeting, Zeuthen/D (2004)

- PITZ1: Optimizing an Electron Source for FELs.
Graduiertenkolleg der TU Darmstadt/D (2004)
Hamburger Physikseminar, Hamburg/D (2004)
- The Photo Injector.
DESY MAC Meeting, Hamburg/D (2004)
- B. LEDER
Ginsparg-Wilson Fermions and the Chiral Gross-Neveu Model.
Maria Laach/D (2004)
- Nonstandard Cutoff Effects in $O(N)$ Nonlinear Sigma Models.
Berlin/D (2004)
- D. LIPKA
Measurement of Bunch Length and Momentum Spread at PITZ.
TESLA Collaboration Meeting, Zeuthen/D (2004)
- The Photo Injector Test Facility at DESY Zeuthen.
DESY Sommer Student Programme, Zeuthen/D (2004)
- W. LOHMANN
Introduction to Electroweak Physics.
Vorlesung DESY Sommer Student Programme, Zeuthen/D (2004)
- Einführung in die Teilchenphysik.
WS 04/05, TU Dresden/D (2004)
- W. LOHMANN, K. MÖNIG
Kern- und Elementarteilchenphysik.
Vorlesung SS BTU Cottbus/D (2004)
- H.B. MEYER
SU(N) Gauge Theories in Finite Volume.
Bielefeld/D (2004)
- V. MILTCHEV
Beam Based Alignment, Dark Current, Thermal Emittance.
TESLA Collaboration Meeting, Orsay/F (2004)
- Measurements of Thermal Emittance for Cs₂Te Photocathode at PITZ.
Forschungsseminar der Humboldt-Univ. Berlin/D (2004)
- S. MOCH
Report of WG1 on Structure Functions Workshop on HERA and the LHC, Geneva/CH (2004)
- Summary of ICHEP04.
Zeuthen/D (2004)
Hamburg/D (2004)
- Parton Distributions at NNLO.
Beijing/CHN (2004)
- Anomalous Dimensions and Perturbative QCD at Higher Orders.
Potsdam/D (2004)
- QCD Results for Hadron Colliders: Splitting Functions at Three Loops.
Dortmund/D (2004)
Bielefeld/D (2004)
Geneva/CH (2004)
Berlin/D (2004)
Zeuthen/D (2004)
- Frontiers in Perturbative QCD: Splitting Functions at Three Loops.
Saclay/F (2004)
- Symbolic Calculations with FORM.
Karlsruhe/D (2004)
- Structure Functions at Three Loops: Methods.
Zinnowitz/D (2004)
- The Three-Loop Splitting Functions in QCD: The Non-Singlet Case.
Karlsruhe/D (2004)
Geneva/CH (2004)
- Theory of Parton Distributions.
Hamburg/D (2004)
Santa Barbara/USA (2004)
- Multi-Loop Feynman Integrals, Nested Sums and Multiple Polylogarithms.
Santa Barbara/USA (2004)
- R. NAHNHAUER
Detection Methods for High Energy Neutrinos.
Kernfysisch Versneller Instituut, Groningen/NL (2004)
- Akustischer Nachweis von Neutrinos
HGF Evaluation, Karlsruhe/D (2004)
- Acoustic Detection of Particles in Water and Ice.
Univ. Uppsala/S (2004)
- T. NAUMANN
Physik bei HERA.
Kolloquium an der Fakultät für Physik der Univ. Leipzig/D (2004)
- Vorlesung Struktur der Materie IV, Elementary Particles and their Interactions, Physikalische Fakultät der Universität Leipzig/D (2004)
- W. NIEPRASCHK
Kerberos, AFS und SSH – dem Benutzer zum Verständnis.
Technisches Seminar Zeuthen/D (2004)
- H. NOWAK
MSSM SUSY Searches at LEP and LC.
Vorlesung DESY Sommer Student Programme, Zeuthen/D (2004)
- A. OPPELT
PITZ-Ergebnisse – ein Überblick – allgemeinverständlich, nicht nur für Fachleute!
Technischen Seminar, Zeuthen/D (2004)
- Status Report from the Photo Injector Test Facility PITZ.
TESLA Collaboration Meeting, Orsay/F (2004)
- Selected Topics from the Photo Injector Test Facility PITZ.
Workshop on High Average Power and High Brightness Beams,
Univ. California, Los Angeles/USA (2004)
- D. PLEITER
Code Optimization on apeNEXT.
Bielefeld/D (2003)
- A Comparative View on HPC Architectures.
Lattice QCD Workshop, Orsay/F (2004)

Performance Signatures of Lattice QCD Kernels.
Workshop of the Capability Computing with BlueGene/L, ZAM
Jülich/D (2004)

Status of the Latfor Datagrid.
German-Japanese Workshop, Zeuthen/D (2004)

S. RIEMANN
Vorlesung zum Standardmodell der Elementarteilchen.
TFH Wildau/D (2004)

e^+e^- Physics: From LEP to TESLA.
Vorlesung DESY Sommer Student Programme, Zeuthen/D (2004)

T. RIEMANN
DIANA/aITALC.
Miniworkshop of the Computer Algebra, Univ. Karlsruhe/D (2004)

Automatized Calculation of 2-Fermion Production with aITALC.
LCWS, Paris/F (2004)

Meet 10^{-4} in Bhabha Calculations.
4th Workshop of the Instrumentation of the Forward Region of
an LC Design, DESY, Zeuthen/D (2004)

G.C. ROSSI
Modeling Biosystems: a Computational Challenge.
Milano/I (2004)

Recent Progress in Lattice QCD.
Cortona/I (2004)

S. SCHLENSTEDT
Latest Results from the AMANDA Telescope.
PASCOS, Boston/USA (2004)

B. SCHÖNEICH
Windows XP – Servicepack 2 – Installation auf einem privaten
PC Hinweise und Erfahrungen.
Technisches Seminar Zeuthen/D (2004)

H. SCHWENDICKE
AntiVirus am DESY. Fragen der Installation, der Konfiguration,
des Updates und des Upgrades
Technisches Seminar Zeuthen/D (2004)

H. SIMMA
apeNEXT.
12th Workshop of the Statistical Mechanics and non-perturbative
Field Theory, Bari/I (2004)
Conf. of the Quantum Fields in the Era of Teraflop-Computing,
Bielefeld/D (2004)

apeNEXT: Status and Performance.
German-Japanese Symposium, Zeuthen/D (2004)

R. SOMMER
Non-Perturbative Heavy Quark Effective Theory.
Bern/CH (2004)
Cagliari/I (2004)
Marseille/F (2004)

Non-Perturbative Tests of Heavy Quark Effective Theory.
Karlsruhe/D (2004)

Fundamental Parameters of QCD.
Peking/RC (2004)

Cutoff Effects in 2-Flavour Lattice QCD with Wilson Quarks.
Zeuthen/D (2004)

C. SPIERING
Abenteuer und Forschung am Südpol.
DESY, Hamburg/D (2004)
Förster-Sternwarte, Berlin/D (2004)
Astroteilchenschule, Bärenfelds/D (2004)

Suche nach kosmischen Neutrinos – vom Baikal zum Südpol.
DESY, Hamburg/D (2004)

Neutrino Astrophysics at High Energies.
Pontecorvo Symposium, Pisa/I (2004)

Amanda – Neutrino-Astronomie im ewigen Eis.
Bad Oldesloe/D (2004)
Tag der Offenen Tür, DESY, Zeuthen/D (2004)
VW Ausstellungszentrum, Berlin/D (2004)

New Generation of Gamma Telescopes.
APPEC, London/GB (2004)

Amanda – IceCube Integration.
Hartill Review, Madison/USA (2004)

High Energy Neutrino Astronomy.
HGF Evaluation, Karlsruhe/D (2004)

Amanda – Neutrino Astronomy at the South Pole.
Univ. Paris/F (2004)
Univ. Giessen/D (2004)
GSI Darmstadt/D (2004)

A Walk through Modern Cosmology.
DESY Summer Student Programme, Zeuthen/D (2004)

Neutrino Astronomy.
Neutrino School, Bad Honnef/D (2004)

Experimental Astroparticle Physics in DESY: Baikal–Amanda–
IceCube.
DESY Theory-Workshop, Hamburg/D (2004)

Amanda – Neutrino-Astrophysik am Südpol.
Univ. Siegen/D (2004)
Humboldt-Univ. Berlin/D (2004)
Univ. Erlangen/D (2004)

A. STAHL

Astrophysik und Teilchenphysik.
Kolloquium, Univ. Potsdam/D (2004)

F. STEPHAN

Status and Perspectives of Low Transverse Emittance Photo Cathode RF Guns.
TESLA Collaboration Meeting, Zeuthen/D (2004)

PITZ and the Status of the VUV-FEL.

HASYLAB Users Meeting, Hamburg/D (2004)

Status and Perspectives of Low Transverse Emittance Photo Cathode RF Guns for Application at the European XFEL.
Forschungszentrum Rossendorff/D (2004)

Photo Injector Test Facility at DESY Zeuthen (PITZ).

HGF-Begutachtung, Geesthacht/D (2004)

PITZ in 2004 – 2009.

Review Meeting, Zeuthen/D (2004)

The PITZ 2 Project.

Projektkommission, Hamburg/D (2004)

O.V. TARASOV

Differential Gröbner Basis Technique for Two-Loop Propagator and Vertex Type Feynman Integrals.
Hamburg Univ./D (2004)
DESY Zeuthen/D (2004)
Karlsruhe/D (2004)

M. TERNICK

Zwei-Punkt Funktionen und verschachtelte Summen in der Quantenfeldtheorie.
Herbstschule der DPG Maria Laach/D (2004)

C. URBACH

Twisted Mass QCD: Recent Results.
Univ. Milano, Bicocca/I (2004)

M. WALTER

High Energy Neutrino Astrophysics with Baikal, Amanda and IceCube.
Inst. for Nuclear Research, Sofia/BG (2004)

U. WENGER

Glueballs and k-Strings in SU(N) Gauge Theories.
EU Hadron Physics I3 Topical Workshop, Univ. St. Andrews/UK (2004)

P. WEGNER

Supercomputing 2004 – Status und Trends.
Technisches Seminar Zeuthen/D (2004)

I. WETZORKE

Thermodynamics and in-Medium Hadronic Properties from Lattice QCD.
Univ. Milano, Bicocca/I (2004)

Going Chiral: Overlap Versus Twisted Mass Fermions.

Quantum Fields in the ERA of Teraflop-Computing, ZiF Bielefeld/D (2004)

S. WIESAND

RPM based Software Maintenance on DESY Unix Systems.
Technisches Seminar Zeuthen/D (2004)

64 Bit Linux on AMD64/EM64T.

(Technology, Status, Outlook at DESY)
Technisches Seminar Zeuthen/D (2004)

64-Bit Opteron Systems in High Energy and Astroparticle Physics.

CHEP'04, Interlaken/CH (2004)

DESY Site Report.

HEPiX Spring 04, Edinburgh (2004)
HEPiX Fall 04, Brookhaven/USA (2004)

The New way of Handling Unix Application Software at DESY.

HEPiX Spring 04, Edinburgh/UK (2004)

AMD64/EM64T for HEP.

HEPiX Fall 04, Brookhaven/USA (2004)

R. WISCHNEWSKI

The PAMELA Space Mission.
DESY, Zeuthen/D (2004)

Dissertationen

T. CHIRAPPA

Chiral Fermions on the Lattice: Investigation of the Epsilon-Regime of Chiral Perturbation Theory.
Humboldt-Univ. Berlin/D (2004)

T. HAUSCHILDT

Search for Cosmic Point Sources of High Energy Neutrinos with the AMANDA-II Detector.
Humboldt-Univ. Berlin/D (2004)

T. LASTOVICKA

Measurement of the Inclusive Deep Inelastic Scattering Cross Section at low Q².
Humboldt-Univ. Berlin/D (2004)
DESY-THESIS-2004-016

D. LIPKA

Untersuchungen zum longitudinalen Phasenraum an einem Photoninjektor für minimale Strahlemittanz.
Humboldt-Univ. Berlin/D (2004)
DESY-THESIS-2004-021

H. MOLKE

Improved Interpolating Fields in the Schrödinger Functional.
Humboldt-Univ. Berlin/D (2004)

I. TSURIN

The Backward Silicon Track Trigger for the HERA Experiment H1.
Humboldt-Univ. Berlin/D (2003)

Diplomarbeiten

N. CHRISTIAN

Untersuchung des Skalierungsverhalten verschiedener Gitterwirkungen im Schwingermodell.
FU-Berlin/D (2004)

A. HINZE

Determination of Beam Energy at TESLA using Radiative Return Events.
Master-Thesis Univ. Leipzig/D (2004)

G. KLÄMKE

Studien zur Chargino-Produktion in Photon-Photon Kollisionen.
Friedrich Schiller Univ. Jena/D (2004)
DESY-THESIS-2004-037

S. KNABE

Aufbau einer integrierten IT-Monitoring-Lösung für heterogene Netzwerke.
Hochschule Harz, Wernigerode/D (2004)

J. KRETZSCHMAR

A Trigger with the BST-PAD Detector for the H1 Experiment.
Humboldt-Univ. Berlin/D (2003)

R.J. NATARAJ

Investigation and Improvement of the Time Dispersion in the Optical Transmission Line of the Streak Camera System of PITZ.
Master Thesis, Techn. Fachhochschule Wildau/D (2004)

J. STEGMAIER

Optimierung akustischer Detektoren zum Nachweis hochenergetischer kosmischer Teilchen.
Univ. Mainz/D (2004)

M. TERNICK

Zwei-Punkt Funktionen und Verschachtelte Summen in der Quantenfeldtheorie.
DESY, Zeuthen/D (2003)
BTU Cottbus/D (2003)

M-Bereich

Veröffentlichungen

K. ABRAHAMYAN et al.

Characterization of the Electron Source at the Photon Injector Test Facility at DESY Zeuthen.
Nucl. Instrum. Meth. A528 (2004) 360

Eds: K. BALEWSKI, W. BREFELD, W. DECKING, H. FRANZ, R. RÖHLSBERGER, E. WECKERT
PETRA III: A Low Emittance Synchrotron Radiation Source.
Technical Design Report. DESY 2004-035 (2004)

D.P. BARBER et al.

Eds.: M. FARKHONDEH, V. PTITSYN
eRHIC Zeroth-Order Design Report.
BLN Report C-A/AP/142 (2004)

D.P. BARBER, K. HEINEMANN, J.A. ELLISON

Quasiperiodic Spin-Orbit Motion and Spin Tunes in Storage Rings.
Phys. Rev. ST Accel. Beams 7 (12), 124002 (2004) und DESY 04-182 (2004)

A. BYTCHKOV et al.

Development of MCP-Based Photon Diagnostics at the TESLA Test Facility at DESY.
Nucl. Instrum. Meth. A528 (2004) 254

S. CASALBUONI, A.E. KNABBE, J. KLÖTZLER, L. LILJE, L. v. SAWILSKI, P. SCHMÜSER, B. STEFFEN

Surface Superconductivity in Niobium for Superconducting Cavities.
DESY 04-027 (2004)

M. DOHLUS, K. FLÖTTMANN, O.S. KOZLOV, T. LIMBERG, PH. PIOT, E.L. SALDIN, E.A. SCHNEIDMILLER, M.V. YURKOV

Start-to-End Simulations of SASE FEL at the TESLA Test Facility.
Particles and Nuclei Letters (2004) No.3 [120] 13

Start-to-End Simulations of SASE FEL at the TESLA Test Facility, Phase 1.

Nucl. Instrum. Meth. A530 (2004) 217

Start-to-End Simulations of SASE FEL at the TESLA Test Facility, Phase 1: Comparison with Experimental Results.

Nucl. Instrum. Meth. A528 (2004) 448

H.S. DUMAS, J.A. ELLISON, M. VOGT

First Order Averaging Principles for Maps with Applications to Beam Dynamics in Particle Accelerators.
SIAM Journal on Applied Dynamical Systems, Vol. 3, No. 4, (2004) 409

J. FELDHAUS, M. KÖRFER, T. MÖLLER, J. PFLÜGER, E.L. SALDIN, E.A. SCHNEIDMILLER, M.V. YURKOV

Two-Color FEL Amplifier for Femtosecond-Resolution Pump-Probe Experiments with GW-Scale X-Ray and Optical Pulse.
Nucl. Instrum. Meth. A528 (2004) 453

- Efficient Frequency Doubler for the Soft X-Ray SASE FEL at the TESLA Test Facility.
Nucl. Instrum. Meth. A528 (2004) 471
- G.A. GELONI, J.I. BOTMAN, O.J. LUITEN, M.J. VAN DER WIEL, M. DOHLUS, E.L. SALDIN, E.A. SCHNEIDMILLER, M.V. YURKOV
Transverse Self-Fields within an Electron Bunch Moving in an Arc of a Circle.
Nucl. Instrum. Meth. A522 (2004) 230
- G.A. GELONI, E.L. SALDIN, E.A. SCHNEIDMILLER, M.V. YURKOV
A Method for Ultra-Short Pulse-Shape Measurements Using Far Infrared Coherent Radiation from an Undulator.
Nucl. Instrum. Meth. A528 (2004) 184
- Theory of Space-Charge Waves on Gradient-Profile Relativistic Electron Beam: An Analysis in Propagating Eigenmodes.
DESY 04-112 (2004)
- Temporal Properties of Coherent Synchrotron Radiation Produced by an Electron Bunch Moving along an Arc of a Circle.
Nucl. Instrum. Meth. A528 (2004) 326
- Application of Constrained Deconvolution Technique for Reconstruction of Electron Bunch Profile with Strongly Non-Gaussian Shape.
Nucl. Instrum. Meth. A528 (2004) 330
- On Limitations of Schwinger Formulae for Coherent Synchrotron Radiation Produced by an Electron Bunch Moving along an Arc of a Circle.
Nucl. Instrum. Meth. A528 (2004) 520
- U. HAHN, M. HESSE, H. REMDE, K. ZAPFE
A New Cleaning Facility for Particle Free UHV-Components.
Vacuum 73 (2004) 231
- A. HENSCHER, M. KÖRFER, J. KUHNHENN, U. WEINAND, F. WULF
Fibre Optic Radiation Sensor Systems for Particle Accelerators.
Nucl. Instrum. Meth. A526 (2004) 537
- G.H. HOFFSTAETTER, M. VOGT
Strength of Higher Order Spin-Orbit Resonances.
Phys. Rev. E 70 (2004) 056501 und DESY 04-154 (2004)
- E. JANATA, M. KÖRFER, H. SCHLARB
Determination of Location and Intensity of Radiation through Detection of Cherenkov Emission in Optical Fibers. Part 2: Preliminary Results Obtained at TTF.
Nucl. Instrum. Meth. A523 (2004) 256
- S. KHODYACHYKH, M. BRUNKEN, H. GENZ, H.D. GRÄF, C. HESSLER, A. RICHTER, T. WESP, V. ASGEKAR, E.L. SALDIN, E.A. SCHNEIDMILLER, M.V. YURKOV
Observation of an FEL Efficiency Increase Caused by Magnetic Field Tapering of the Undulator.
Nucl. Instrum. Meth. A530 (2004) 205
- YUJONG KIM, T. SHINTAKE, H. KITAMURA, H. MATSUMOTO, D. SON
Bunch Compressor for the SPring-8 Compact SASE Source (SCSS) Project.
Nucl. Instrum. Meth. A528 (2004) 421
- YUJONG KIM, D. SON
Start-to-End (S2E) Simulations on Microbunching Instability in TESLA Test Facility Phase 2 (TTF 2) Project.
Nucl. Instrum. Meth. A528 (2004) 427
- G. KUBE
Calculation of Smith-Purcell Radiation from a Volume Strip Grating.
Nucl. Instrum. Meth. B227 (2004) 180
- L. LILJE, C. ANTOINE, C. BENVENUTI, D. BLOESS, J.-P. CHARRIER, E. CHIAVERI, L. FERREIRA, R. LOSITO, A. MATHEISEN, H. PREIS, D. PROCH, D. RESCHKE, H. SAFA, P. SCHMÜSER, D. TRINES, B. VISENTIN, H. WENNINGER
Improved Surface Treatment of the Superconducting TESLA Cavities.
Nucl. Instrum. Meth. A516 (2004) 213 und DESY 04-017 (2004)
- L. LILJE, E. KAKO, D. KOSTIN, A. MATHEISEN, W.-D. MÖLLER, D. PROCH, D. RESCHKE, K. SAITO, P. SCHMÜSER, S. SIMROCK, T. SUZUKI, K. TWAROWSKI
Achievement of 35 MV/m in the Superconducting Nine-Cell Cavities for TESLA.
Nucl. Instrum. Meth. A524 (2004) 1 und DESY 04-018 (2004)
- G. BASSI, A. BAZZANI, H. MAIS, G. TURCHETTI
Stochastic Continuity Equation and Related Processes.
Physica A Vol. 347 (2005) 17
- E.L. SALDIN, E.A. SCHNEIDMILLER, M.V. YURKOV
Design Formulas for Short-Wavelength FELs.
Optics Communications 235 (2004) 415 und DESY 04-012 (2004)
- Terawatt-Scale sub-10-fs Laser Technology – Key to Generation of GW-Level Attosecond Pulses in X-Ray Free Electron Laser.
Optics Communications 237 (2004) 153 und DESY 04-013 (2004)
- A New Technique to Generate 100 GW-Level Attosecond X-Ray Pulses from the X-Ray SASE FELs.
Optics Communications 239 (2004) 161 und DESY 04-045 (2004)
- Longitudinal Space Charge-Driven Microbunching Instability in the TESLA Test Facility Linac.
Nucl. Instrum. Meth. A528 (2004) 355
- A Simple Method for the Determination of the Structure of Ultrashort Relativistic Electron Bunches.
DESY 04-0126 (2004)
- J. SEKUTOWICZ et al.
Test of Two Nb Superstructure Prototypes.
Phys. Rev. ST-AB 7 (2004) 012002
- W. SINGER, W.-H. YE, H.-G. BROKMEIER, X. SINGER
Texture Development of Nb-Cu Tubes.
GeNF Experimental Report 2003 (2004) 195, Darmstadt/D

K. ZAPFE

Running Experience with the Vacuum System of the Superconducting Linac of the TESLA Test Facility.
Vacuum 73 (2004) 213

Veröffentlichte Vorträge

Proc. of the 9th European Particle Accelerator Conference (EPAC2004), Luzern/CH (2004)

I. AGAPOV, F. WILLEKE

A More Accurate Approach to Calculating Proton Bunch Evolution under Influence of Intra-Beam Scattering in a Storage Ring.

S.G. ARUTUNIAN, K.G. BAKSHETYAN, N. DOBROVOLSKI, M.R. MAILIAN, V.A. OGANESSIAN, H.E. SOGHOYAN, I.E. VASINIUK, K. WITTENBURG

Vibrating Wire Scanner Parameters Optimization.

V. AYVAZYAN, S.N. SIMROCK

Dynamic Lorentz Force Detuning Studies in TESLA Cavities.

K. BALEWSKI, W. BREFELD, W. DECKING, Y.L. LI, G.K. SAHOO, R. WANZENBERG

PETRA III: A New High Brilliance Synchrotron Radiation Source at DESY.

K. BALEWSKI, W. DECKING, Y. LI

Beam Dynamics Study for PETRA III Including Damping Wigglers.

K. BALEWSKI, R. WANZENBERG

Beam Current Limitations in the Synchrotron Light Source PETRA III.

F. BRINKER

Online Calculation of the Beam Trajectory in the HERA Interaction Regions.

F. BRINKER, O. KAUL

Improvements of the Orbit Stability at DORIS.

R. CALAGA, I. BEN-ZVI, J. SEKUTOWICZ, Y. ZHAO

High Current Superconducting Cavities at RHIC.

S. CASALBUONI, L. FRÖHLICH, O. GRIMM, O. PETERS, J. ROSSBACH

The Synchrotron Radiation Beamline at TTF2.

A. CIANCHI, L. CATANI, E. CHIADRONI, M. RAPARELLI, M. CASTELLANO, G. DI PIRRO, K. HONKAVAARA

Commissioning of the OTR Beam Profile Monitor System at the TTF/VUV-FEL Injector.

M. FERRARIO, J.B. ROSENZWEIG, G. TRAVISH, J. SEKUTOWICZ, W.D. MÖLLER

An Ultra-High Brightness, High Duty Factor, Superconducting RF Photoinjector.

K. FLÖTTMANN

Positron Source Options for Linear Colliders.

E. GIANFELICE-WENDT, D.P. BARBER, F. BRINKER, W. DECKING, J. KEIL, M. VOGT, F.J. WILLEKE
Longitudinal Positron Polarisation in HERA II.

A. HAMDI, M. LUONG, M. WERNER

VDHL Design and Simulation of a Fast Beam Loss Interlock for TTF2.

S. HERB

Automated Orbit Control for the HERA ep Collider.

R. ISCHEBECK, M. TONUTTI, J. FELDHAUS, C. GERTH, E. SALDIN, E. SCHNEIDMILLER, K. TIEDTKE, R. TREUSCH, P. SCHMÜSER, M. YURKOV

Measurement of the Transverse Coherence of a VUV Free Electron Laser.

J.-P. JENSEN, B. CONRAD, U. SCHUETZ, F.-R. ULLRICH, A. WANNING

Hybrid Dry Coolers in Cooling Systems of High Energy Physics Accelerators.

T. KAMPS, K. BALEWSKI, H.-C. LEWIN, S. SCHREIBER, K. WITTENBURG, G.A. BLAIR, G. BOORMAN, J. CARTER, F. POIRIER, S.T. BOOGERT, T. LEFEVRE

Beam Profile Measurements at PETRA with the Laserwire Compton Scattering Monitor.

O. KAUL, F. BRINKER, R. NEUMANN, R. STADTMÜLLER

Development of a New Orbit Measurement System.

J. KEIL, W. DECKING

Dispersion Correction in HERA.

YUJONG KIM, K. FLÖTTMANN, T. LIMBERG, M. DOHLUS, D. SON, Y. KIM

Injector and Bunch Compressor for European XFEL.

YUJONG KIM, K. FLÖTTMANN, T. LIMBERG, D. SON, Y. KIM

S2E Simulations of Jitter for European XFEL Project.

YUJONG KIM, K. FLÖTTMANN, D. SON, Y. KIM

New Simulations on Microbunching Instability at TTF2.

YUJONG KIM, J.S. OH, M.H. CHO, I.S. KO, W. NAMKUNG, D. SON, Y. KIM

Upgrade of PLS Linac for PAL XFEL Project.

M. KRASILNIKOV et al.

Optimizing the PITZ Electron Source for the VUV-FEL.

L. LILJE

Achievement of 35 MV/m in the TESLA Superconducting Cavities Using Electropolishing as a Surface Treatment.

W. MERZ

High Charge Transfer Operation of Light Triggered Thyristor Crowbars.

M. MINTY

HERA Performance Upgrade: Achievements and Plans for the Future.

V. PITTSYN et al.

eRHIC, a Future Electron-Ion Collider at BNL.

G.K. SAHOO, K. BALEWSKI, W. DECKING, Y. LI
Closed Orbit Correction and Orbit Stabilisation Scheme for the 6 GeV Synchrotron Light Source PETRA III.

S. SCHREIBER for the VUV-FEL Group
Commissioning of the VUV-FEL Injector at TTF.

S. SCHREIBER, P. MICHELATO, L. MONACO, D. SERTORE, J.-H. HAN
Properties of Cathodes Used in the Photoinjector RF Gun at the VUV-FEL at DESY.

M. SEIDEL, M. HOFFMANN
Vacuum Induced Backgrounds in the New HERA Interaction Regions.

J. SMEDLEY, T. SRINIVASAN-RAO, J. WARREN, J. SEKUTOWICZ, R.S. LEFFERTS, A.R. LIPSKI
Photoemission Properties of Lead.

M. VOGT
2nd Order Sextupole Effects on the Dynamic Aperture in HERA-e.

F. WANG et al.
Progress of the eRHIC Electron Ring Design.

H. WEISE
The TESLA XFEL Project.

F. WILLEKE
Overcoming Performance Limitations due to Sychro-Betatron Resonances in the HERA Electron Ring.

Proc. of the 22nd International Linear Accelerator Conference (LINAC 2004), Lübeck/D (2004)

N. BABOI
Multi-Bunch Beam Dynamics Studies for the European XFEL.

N. BABOI, G. KREPS, M. WENDT, G. DEVANZ, O. NAPOLY, R.G. PAPARELLA
Preliminary Study on HOM-Based Beam Alignment in the TESLA Test Facility.

N. BABOI, R.M. JONES
Emittance-Imposed Alignment and Frequency Tolerances for the TESLA Linear Collider.

N. BABOI, R.M. JONES, J.R. LEWANDOWSKI, G.B. BOWDEN, S.G. TANTAWI, V.A. DOLGASHEV, J.W. WANG
Wire Measurement of Impedance of an X-Band Accelerating Structure.

V. BALANDIN, P. CASTRO, N. GOLUBEVA
Beam Optics Studies for the TESLA Test Facility Linac.

R. BRINKMANN
Accelerator Layout of the XFEL.

W. CICHALEWSKI, B. KOSEDA, F.-R. KAISER, S. SIMROCK
The Finite State Machine for Klystron Operation for TESLA and the European X-FEL Linear Accelerator.

M. DOHLUS, D. KOSTIN, W.-D. MÖLLER
TESLA RF Power Coupler Thermal Calculations.

T. GREVSMÜHL, S. CHOROBA, P. DUVAL, O. HENSLER, J. KAHL, F.-R. KAISER, A. KRETZSCHMANN, K. REHLICH, U. SCHWENDICKE, S. SIMROCK, S. WEISSE, H. LEICH, R. WENNDORF

The RF-Station Interlock for the European X-Ray Laser.

A.H. HOFLE, V. AYVAZYAN, A. BRANDT, S. SIMROCK, T. CZARSKI, J.R. DELAYEN, T. MATSUMOTO
Control Modelling Issues for Future Superconducting Accelerators.

T. JEZYNSKI, P. PUCYK, S. SIMROCK
Diagnostics for the Low Level RF Control for the European XFEL.

V.V. KATALEV, S. CHOROBA
Tuning of External Q and Phase for the Cavities of a Superconducting Linear Accelerator.

Yuyong KIM, K. FLÖTTMANN, T. LIMBERG, D SON
Alternative Linac Layout for European XFEL Project.

P. KNEISEL, G. CIOVATI, J. HALBRITTER, G. MYNENI, J. SEKUTOWICZ, G. WU
First Cryogenic Tests with JLAB's New Upgrade Cavities.

P. KNEISEL, G. MYNENI, T. CARNEIRO, M. IMAGUMBAL, C. KLINKENBERG, D. PROCH, W. SINGER, X. SINGER
Influence of Ta Content in High Purity Niobium on Cavity Performance: Preliminary Results.

D. KOSTIN for the TESLA Collaboration
New Accelerating Modules RF Test at TTF.

D. KOSTIN, W.-D. MÖLLER
Status and Operating Experience of the TTF Coupler.

H. LIERL, B. PETERSEN, A. ZOLOTOV
Conceptual Layout of the European X-FEL Linear Accelerator Cryogenic Supply.

L. LILJE
State of the Art SRF Cavity Performance.

A. MATHEISEN, L. LILJE, H. MORALES, M. SCHMÖKEL, B. PETERSEN, N. STEINHAU-KUEHL
Electro Polishing of Niobium Cavities at DESY.

D. NÖLLE, M. WENDT
TTF2 Beam Monitors for Beam Position, Bunch Charge and Phase Measurements.

A. OPPELT et al.
The Photo Injector Test Facility at DESY Zeuthen: Results of the First Phase.

J. PETERS
H⁻ Distribution in the HERA RF-Volume Source.

J.J. PRENTING, M. SCHLOESSER, A. HERTY et al.
High Precision Survey and Alignment of Large Linear Accelerators.

G. PRIEBE, D. NÖLLE, M. WENDT, M.W. WERNER
Precision Alignment of TTF2 Stripline BPMs with Quadrupole Magnets.

D. RESCHKE, A. BRINKMANN, D. WERNER, G. MÜLLER
First Experience with Dry-Ice Cleaning on SRF Cavities.

R.A. RIMMER, J. SEKUTOWICZ, A. SUN, H. WANG, G. WU
A Four-Cell Periodically HOM-Damped RF Cavity for High Current Accelerators.

S.P. SEKALSKI, A. NAPIERALSKI, A. BOSOTTI, M. FOUAIDY, L. LILJE, S. SIMROCK, R. PAPARELLA, P.F. PURICELLI
Static Absolute Force Measurement for Preload Piezoelements Used for Active Lorentz Force Detuning System.

S.N. SIMROCK
State of the Art in RF Control.

C. TENNANT, E. POZDEYEV, H. WANG, G. WU, S. SIMROCK
Methods for Measuring and Controlling Beam Breakup in High Current ERLs.

W. VODEL, R. NEUBERT, S. NIETZSCHE, K. KNAACK, M. WENDT, K. WITTENBURG, A. PETERS
Highly Sensitive Measurements of the Dark Current of Superconducting Cavities for TESLA Using a SQUID Based Cryogenic Current Comparator.

Proc. of the Free Electron Laser Conference (FEL 2004), Triest/I (2004)

L. FRÖHLICH, O. GRIMM, K. KLOSE, M. NAGL, O. PETERS, H. SCHLARB, P.J. EMMA, D. McCORMICK, M. ROSS, T.J. SMITH, J. ROSSBACH
Longitudinal Bunch Shape Diagnostics with Coherent Radiation and a Transverse Deflecting Cavity at TTF2.

G. GELONI, E. SALDIN, E. SCHNEIDMILLER, M. YURKOV
A 3D Self-Consistent, Analytical Model for Longitudinal Plasma Oscillation in a Relativistic Electron Beam.

Benchmark of ASTRA with Analytical Solution for the Longitudinal Plasma Oscillation Problem.

K. HONKAVAARA
Commissioning of the TTF Linac Injector at the DESY VUV-FEL.

YUJONG KIM, K. FLÖTTMANN, T. LIMBERG, M. DOHLUS, D. SON
Bunch Compressors for FELs Against Microbunching Instability.

YUJONG KIM, J.S. OH, M.H. CHO, I.S. KO, W. NAMKUNG, D. SON
New Start-to-End Simulations for PAL XFEL Project.

J. KRZYWINSKI et al.
Interaction of Intense Ultrashort XUV Pulses with Different Solids: Results from the TESLA Test Facility FEL Phase I.

E. SALDIN, E. SCHNEIDMILLER, M. YURKOV
Scheme for Generation of Single 100 GW 300 as Pulse in the X-Ray SASE FEL with the Use of a Few Cycles Optical Pulse from Ti:sapphire Laser System.

The Potential for the Development of the X-Ray Free Electron Laser: Generation of SASE Radiation.

Attosecond X-Ray Source for Light-Triggered Time-Resolved Experiments Associated with the X-Ray SASE FEL.

The Potential for the Development of the X-Ray Free Electron Laser: Multi-User Photon Distribution System for XFEL Laboratory.

Sub-Terawatt Mode of Operation of X-Ray SASE FEL.

Design Formulas for VUV and X-Ray FELs.

The Free Electron Laser Klystron Amplifier Concept.

The Potential for Extending the Spectral Range Accessible to the European X-Ray Free Electron Laser in the Direction of Longer Wavelengths.

A Novel Diagnostics of Ultrashort Electron Bunches Based on Detection of Coherent Radiation from Bunched Electron Beam in an Undulator.

Expected Properties of Radiation from VUV-FEL at DESY: Femtosecond Mode of Operation.

Beiträge zum Beschleuniger-Betriebsseminar, Grömitz/D (2004)

I. AGAPOV
Coasting Beam durch HF Rauschen und Intra-Beam.

V. AYVAZIAN
Commissioning of the VUV RF System.

K. BALEWSKI
Status von PETRA III.

M. BIELER
Zuverlässigkeit des Beschleunigerbetriebs.

Maßnahmen zur Erhöhung der Maschinenverfügbarkeit.

F. BRINKER
Strahlorbit Stabilisierungssysteme HERA, DORIS, PETRA III.

R. BRINKMANN
Status des X-Ray FELs.

P. CASTRO
VUV-FEL Inbetriebnahme.

M. CLAUSEN
Vorschlag für ein neues Beschleuniger-Informationssystem.

W. DECKING
Dynamische Apertur von PETRA III.

J. ECKOLDT
Erfahrungen im Bau und Betrieb komplexer technischer Anlagen.

J. FELDHAUS
Physikprogramm des VUV-FEL.

E. GIANFELICE-WENDT
Lepton Beam Polarisation in HERA with 3 Rotator Pairs.

G. GRÜBEL
Forschung am X-Ray FEL.

- S. HERB
Tunesteuerungsautomation bei der HERA p-Rampe.
Automatische Kontrolle des Protonen Tunes.
- M. HOFFMANN
Breitbandiges longitudinales Dämpfungssystem für HERA-p.
- O. KAUL
DORIS Betrieb in 2004.
- J. KEIL
Der Elektron-Proton-Betrieb von HERA in 2004/2005.
- W. KOOK
Erhöhung der Zuverlässigkeit der Magnetstromversorgung.
- Y. KOT
Longitudinale Instabilität in HERA-p.
- U. KÖTZ
Untergrundbedingungen für die HERA Experimente.
- T. LIMBERG
Ultrakurze Bunche in VUV und X-Ray FEL.
- J. MAASS
Pläne für weitere Automation des HERA Luminositätsbetriebs.
- M. MINTY
Protonenbeschleunigung.
Geplante Maßnahmen an den Vorbeschleunigern für den zukünftigen Betrieb.
- E. NEGODIN
Technisches HERA Verbesserungsprogramm.
- D. NÖLLE
Diagnostik für FELs.
- D. PITZL
Neue Physik-Resultate von HERA.
- D. TRINES
Eine Reorganisation des Beschleunigerbetriebs bei DESY?
- R. WANZENBERG
E-Cloud Instabilität in den DESY Beschleunigern.
- M. VOGT
HERA Luminositätsbetrieb 2004.
- N. WALKER
Linear Collider Aktivitäten.
- R. WANZENBERG
e-Cloud, relevant für DESY Beschleuniger.
- M. WERNER
Vermeidung von unkontrollierten Protonen-Strahlverlusten in HERA.
- F. WILLEKE
Spezifische Lumi in HERA.
- K. WITTENBURG
Neue Diagnostik in HERA.
- Proc. of the 14th IEEE-SPIE Symposium on Electronics for High Energy Physics, Photonics and Web Engineering, Wilga/PL (2004)**
- T. CZARSKI
TESLA Cavity Modeling and Digital Implementation with FPGA Technology Solution for Control System Development.
- C. CZUBA
Reference Frequency Distributions System for the TESLA Accelerator.
- T. FILIPEK
Downconverter Board of the Digital RF Feedback System.
- W. GIERGUSIEWICZ
PCB Design Technologies.
- P. KALETA
Runtime Interpreting and Using Internal Interface Description for X-FEL Cavity Control System.
- A. KALICKI
CCD/CMOS Sensors Irradiation Experiments.
- W. KOPREK
Software for TESLA Experiment.
- B. KOSEDA, W. CICHALEWSKI
New Approach to Control Software Development for TESLA LLRF.
- M. KWIATKOWSKI
RPC Communication Layer for SIMCON Board.
- D. MAKOWSKI
SEE Effects Induced in SRAM at Superconducting Linear Accelerator Environment.
- B. MUKHERJEE, D. RYBKA
LED-Based Neutron Dosimeter.
- K. PERKUSZEWSKI, W. JALMUZNA
Data Converters Boards for X-FEL LLRF Cavity Control System.
Laboratory Stand for FPGA X-FEL System.
- P. PUCYK
Diagnostic Software for Cavity TESLA Simulator/Controller.
- P. ROSZKOWSKI
Distributed Embedded PC Based Control and Data Acquisition System for TESLA Cavity Controller and Simulator.
- D. RYBKA
Irradiation Investigations for TESLA and XFEL Experiments at DESY.
- P. SEKALSKI
An Example of Lorentz Force Tuning System for Superconducting Cavities Used for XFEL.
Absolute Static Force Estimation at Cryogenic Temperature Using Impedance Measurement of Piezoelectric Elements.
- S. SIMROCK
Recent Developments in the LLRF Technology.

- J. SZEWINSKI
Integrated Communication Environment for the FPGA Based X-FEL Cavity Control System.
- R. WOJTOWICZ
Envelope Detection and Estimation of Cavity Signal.
- J. ZIELINSKI, K. OLOWSKI
Data Transmission Optical Link for RF-GUN Project.
- M.A. AGINIAN, S.G. ARUTUNIAN, V.A. HOVHANNISYAN, M.R. MAILIAN, K. WITTENBURG
Vibrating Wire Scanner/Monitor for Photon Beams with Wide Range of Spectrum and Intensity.
NATO Advanced Res. Workshop Advanced Photon Sources and Their Application, Nor Hamberd/ARM (2004) zur Veröffentl. in NATO Sciences Series
- H. BACKE, W. LAUTH, H. MANNWEILER, H. ROCHHOLZ, K. AULENBACHER, R. BARDAY, H. EUTENEUER, K.-H. KAISER, G. KUBE, F. SCHWELLNUS, V. TIOUKINE
Investigation of Far-Infrared Smith-Purcell Radiation at the 3.41 MeV Electron Injector LINAC of the Mainz Microtron MAMI.
NATO Advanced Res. Workshop Advanced Photon Sources and Their Application, Nor Hamberd/ARM (2004) zur Veröffentl. in NATO Sciences Series
- M. BIELER
How We Do Business at DESY.
Maintenance at HERA.
Proc. of 4th Workshop on Accelerator Operation (WAO 2003), Tsukuba/J (2004)
- H. HASSANZADEGAN, H.-J. ECKOLDT
A SMES-Based Power Conditioning System for Ripple Compensation and Power Factor Correction at DESY-XFEL.
Proc. of 2nd European Pulsed Power Symposium, Hamburg/D (2004)
- A. GAMP
The Transformation of the TESLA Test Facility into the VUV-FEL User Facility at DESY.
Proc. of the 19th Russian Particle Accelerator Conf. (RUPAC 2004), Dubna/RUS (2004)
- G. GRZELAK, A. MITRA, J.J. PRENTING, A. REICHOLD, M. SCHLOESSER
Hochgenaue Vermessung und Justierung zukünftiger Linearbeschleuniger.
Proc. of 14th Internatl. Conference on Engineering Surveying, Zürich/CH (2004)
- A. HERTY, J. GREEN, G. GRZELAK, A. MITRA, J.J. PRENTING, A. REICHOLD, M. SCHLOESSER
High Precision Survey and Alignment of Large Linear Accelerators.
Proc. of 8th Internatl. Workshop on Accelerator Alignment (IWAA), Genf/CH (2004)
- F.-R. KAISER, S. CHORоба, X. TAO
A 150 kV Solid State Switch Long Pulse Modulator.
Proc. of 2nd European Pulsed Power Symposium (EPPS 2004), Hamburg/D (2004)
- YUJONG KIM, K. FLÖTTMANN, T. LIMBERG, D. SON
New Linac Layout for TESLA XFEL Project.
Proc. of Asian Particle Accelerator Conference, Gyeongju/ROK (2004)
- YUJONG KIM, J.S. OH, M.H. CHO, I.S. KO, W. NAMKUNG, D. SON
New Start-to-End Simulations for PAL XFEL Project.
Proc. of Proc. of Asian Particle Accelerator Conference, Gyeongju/ROK (2004)
- G. KUBE, R. FISCHER, K. WITTENBURG
Synchrotron Radiation Profile Monitor for HERA Positron Beam.
Proc. of 11th Beam Instrumentation Workshop, Knoxville/USA(2004)
- G. NEUBAUER, J.J. PRENTING
Status Report on Survey and Alignment Efforts at DESY.
Proc. of 8th Internatl. Workshop on Accelerator Alignment (IWAA), Genf/CH (2004)
- J. PETERS
Finding the Optimum Frequency and the H⁻ Distribution in the HERA RF-Volume Ion Source.
Proc. of 10th International Symposium on Production and Neutralization of Negative Ions and Beams, Kiev/UA (2004)
- M. SCHLOESSER
The Rapid Tunnel Reference Surveyor (RTRS).
Proc. of 8th Internatl. Workshop on Accelerator Alignment (IWAA), Genf/CH (2004)
- Ein hydrostatisches Meßsystem mit in-situ-Kalibrierung.
Proc. of 14th Internatl. Conference on Engineering Surveying, Zürich/CH (2004)
- D. SCHULTE, R. WANZENBERG, F. ZIMMERMANN
Electron-Cloud Effects in the TESLA and CLIC Positron Damping Ring.
Proc. of 31st ICFA Advanced Beam Dynamics Workshop on Electron-Cloud Effects (E-CLOUD 2004), Napa/USA(2004)
- R. WANZENBERG
Prediction of Electron Cloud Effects in the Synchrotron Light Source PETRA III.
Proc. of 31st ICFA Advanced Beam Dynamics Workshop on Electron-Cloud Effects (E-CLOUD 2004), Napa/USA(2004)
- H.M. WEN, X. SINGER, W. SINGER, D. PROCH, E. VOGEL, D. HUI.
Thermal, Electrical Properties and Microstructure of High Purity Niobium for High Gradient Superconducting Cavities.
Proc. of 20th International Cryogenic Engineering Conference ICEC20, Beijing/RC (2004)
- M. WENDT, D. NÖLLE, G. PRIEBE
BPMs with Precise Alignment for TTF2.
Proc. of 11th Beam Instrumentation Workshop, Knoxville/USA(2004)

K. WITTENBURG

Beam Loss and Machine Protection.
Proc. of 33rd ICFA Advanced Beam Dynamics Workshop on High Intensity and High Brightness Hadron Beams, Bensheim/D (2004)

Vorträge

1st ILC Workshop, Tsukuba/J (2004)

S. CHOROBA

TESLA RF System Baseline.

YUJONG KIM, K. FLÖTTMANN, T. LIMBERG, D. SON
New Bunch Compressor for ILC.

L. LILJE

Overview on the TESLA Baseline Cavity Design.

A. MATHEISEN

Cavity Fabrication and Preparation Sequences for the TESLA/TTF Cavities at DESY.

J. SEKUTOWICZ

Wakefield; HOM Damping.

New Cavity Shapes for the Higher Gradient.

N. WALKER

The TESLA TDR Parameters and Some Future Optimisations.

H. WEISE

ILC Test Possibilities at TTF2.

D.P. BARBER

Beam Polarisation.
eRHIC Workshop and Collaboration Meeting, Brookhaven/USA(2004)

Electron Polarisation in eRHIC.
2nd EIC Workshop, Newport News/USA(2004)

Polarisation in the eRHIC Electron (Positron) Ring.
16th Internatl. Spin Physics Symposium (SPIN 2004), Trieste/I (2004)

Polarisation at DESY.
1st Cockcroft Institute Research Workshop, Daresbury/UK (2004)

P. CASTRO

Machine Status and Expected FEL Parameters.
VUV-FEL Users Workshop, Hamburg/D (2004)

B. CONRAD

Cooling Water Treatment at DESY – Yesterday, Today, Tomorrow.
Water Cooling Workshop, Hamburg/D (2004)

S. CHOROBA

Status of RF-Systems.
ITRP Visit, Hamburg/D (2004)

H.-T. DUHME

Bunch zu Bunch Lageregelung für den VUV-FEL.
3rd Internatl. Workshop on Beam Orbit Stabilization, Villigen/CH (2004)

H.-J. ECKOLDT

Different Power Supplies in Different Machines.
CERN Accelerator School, Warrington/UK

M. EBERT

The RF System of PETRA III.
3rd CW and High Average Power RF Systems Users Group Meeting SLS, Villigen/CH (2004)

E. GIANFELICE-WENDT

A Review of Electromagnetism.

A Review of Special Relativity.

Lectures at the Joint Univ. Accel. School JUAS, Archamps/F (2004)

U. HAHN, K. ZAPFE

A Cleaning Facility to Prepare Particle Free UHV-Components.
41st IUUVSTA Workshop: Vacuum System Design for Particle Accelerators: A Multidisciplinary Approach, Bdoro pri Kranju/SLO (2004)

B. HOLZER

The HERA Experience on the Dynamic Effects of Super Conducting Magnet Fields and their Control.
Review Committee Meeting on the LHC Reference Magnet System, Genf/CH (2004)

Transverse Beam Dynamics.

CERN Accelerator School, Baden/A (2004)

Accelerator Physics.

Belgium-Dutch-German Graduate School on Particle Physics, Gent/B (2004)

K. HONKAVAARA

Transverse and Longitudinal Electron Beam Diagnostics at TTF2 FEL.
CCLRC, Daresbury/UK (2004)

YUJONG KIM

Status of TTF2 and Microbunching Instability in Bunch Compressors.
Genf/CH (2004)

Bunch Compressor for XFELs Against Microbunching Instability and CSR.

Ultra-Bright, Ultra-Fast and Coherent X-Ray FEL Projects at DESY.

Pohang/ROK (2004)

O. KREBS

Temperature Control Requirements at VUV-FEL.
Water Cooling Workshop, Hamburg/D (2004)

L. LILJE

Status of Superconducting RF.
International Symposium of Forty Years of Lepton Colliders
(COLLID 04), Novosibirsk/RUS (2004)

Status of the LTECSC Work Package in ELAN.
1st Workshop of ELAN, Frascati/I (2004)

Overview on High Field Slope: Pushing the Limits of RF Superconductivity.
ANL, Chicago/USA(2004)

Status of the LTECSC Work Package in ELAN.
Coordinated Accelerator Research in Europe (CARE04), Hamburg/D (2004)

Status of the Surface Preparation Work Package in JRASRF.
Coordinated Accelerator Research in Europe (CARE04), Hamburg/D (2004)

Overview on High Field Slope.
Workshop on Pushing the Limits of RF Superconductivity, Chicago/USA(2004)

H. MAIS

Mathematische Probleme der Beschleunigerphysik.
AG Dynamische Systeme, Hamburg/D (2004)

M. MINTY

Measurement and Control of Charged Particle Beams.
Lecture series at US Particle Accelerator School, Madison/USA(2004)

Optimization of the Proton Accelerators at DESY.
Gesellschaft für Schwerionenforschung GSI, Darmstadt/D (2004)

Diagnostics I, II und III.
3 lectures at CERN Accelerator School, Brunnen/CH (2004)

The European XFEL.
Jahreshauptversammlung der Helmholtz-Gemeinschaft, Brüssel/BE (2004)

F. OBIER

TESLA Damping Ring Kicker R&D.
2nd European Pulsed Power Symposium EPPS 2004, Hamburg/D (2004)

R. ONKEN

What is New at IPCs (Cavity Input Coupler)?
3rd CW and High Average Power RF Systems Users Group Meeting
SLS, Villigen/CH (2004)

Past Year's Highlights of the DESY RF Group.
8th European Synchrotron Light Source (ESLS) RF Meeting,
Daresbury/UK (2004)

J. PETERS

Finding the Optimum Frequency and the H⁻ Distribution in the
HERA RF-Volume Ion Source.
Negative Ion Source Annual Meeting, Abington/UK (2004)

D. PROCH

CARE: Coordinated Accelerator Research in Europe.
Workshop Pushing the Limits of RF Superconductivity, Chicago/USA(2004)

D. RESCHKE

Fieldemission Overview: Cleanliness and Processing.
Workshop Pushing the Limits of RF Superconductivity, Chicago/USA(2004)

J. SEKUTOWICZ

New Geometries Overview.
Workshop Pushing the Limits of SRF, Argonne/USA(2004)

F.-R. ULLRICH

History of High-Accurate Control System.
Water Cooling Workshop, Hamburg/D (2004)

A. WANNING

Water Cooling Design of PETRA III.
Water Cooling Workshop, Hamburg/D (2004)

H. WEISE

Der europäische Röntgenlaser XFEL.
Seminar: Aktuelle Probleme der Beschleuniger- und angewandten
Schwerionenphysik.
IAP, Univ. Frankfurt/D
GSI, Darmstadt/D (2004)

Operation Experience at TTF and Improvements Being Implemented for TTF2.

Operational Experience with the TESLA Test Facility Linac.
ITRP Visit, Hamburg/D (2004)

K. ZAPFE

Thermo Mechanical Design of Accelerator Vacuum Systems.
41st IUVSTA Workshop: Vacuum System Design for Particle
Accelerators: A Multidisciplinary Approach, Bdo pri Kranju/SI
(2004)

K. ZAPFE, R. KAMMERING

The Electronic Logbook at DESY: Development and Experience.
41st IUVSTA Workshop: Vacuum System Design for Particle
Accelerators: A Multidisciplinary Approach, Bdo pri Kranju/SI
(2004)

Dissertationen

F. STULLE
A Bunch Compressor for Small Emittances and High Peak Currents at the VUV Free-Electron Laser.
DESY-THESIS-2004-041, Hamburg/D (2004)

Diplomarbeiten

B. LORBEER
Phase Noise Measurements of the New Master Oscillator for TTF2.
DESY-THESIS-2004-023, Hamburg/D (2004)

C. WIEBERS
Aufbau und Test eines Synchrotronlicht-Monitors zur Injektions-optimierung für HERA e.
Fachhochschule Kiel, Inst. für Mechatronik und Feinwerktechnik.
Kiel/D (2004)

DESY Technical Notes

P. CASTRO
About the Use of Trim Coils in Bunch Compressors at TTF/
VUV-FEL
DESY Technical Note 2004-01

Dipole Current, Bending Angle and Beam Energy in Bunch Compressors at TTF/VUV-FEL.
DESY Technical Note 2004-02

Interne Berichte

Contributions to the EPAC 2004.
DESY M 04-03

M. MINTY
Diagnostics.
DESY M 04-01

Emittance Preservation in Linear Accelerators.
DESY M 04-02

D. RAMERT
Das neue Türeninterlock bei DESY.
MST4-Laborbericht 10/04

Das HF-Interlock an TTF.
MST4-Laborbericht 09/04

The Personal Protection Interlock System.
PETRA III Technical Design Report (2004)

DESY-TESLA Berichte

V. BALANDIN, K. FLÖTTMANN, N. GOLUBEVA
Beam Power Limitations during the TTF2 Injector Commissioning.
DESY-TESLA 2004-07

S. CASALBUONI, A.E. KNABBE, J. KLÖTZLER, L. LILJE, L.V. SAWILSKI, P. SCHMÜSER, B. STEFFEN
Surface Superconductivity in Niobium for Superconducting Cavities.
DESY-TESLA 2004-06

W. KOPREK, P. KALETA, J. SZEWINSKI, K.T. POZNIAK, R.S. ROMANIUK
Software Layer for FPGA-Based TESLA Cavity Control System – Part 1
DESY-TESLA 2004-10

L. LILJE, A. MATHEISEN, D. PROCH, C. ANTOINE, J.-P. CHARRIER, H. SAFA, B. VISENTIN, C. BENVENUTI, D. BLOESS, E. CHIAVERI, L. FERREIRA, R. LOSITO, H. PREIS, H. WENNINGER, P. SCHMÜSER
Improved Surface Treatment of the Superconducting TESLA Cavities.
DESY-TESLA 2004-04

L. LILJE, D. KOSTIN, A. MATHEISEN, W.-D. MÖLLER, D. PROCH, D. RESCHKE, S. SIMROCK, K. TWAROWSI, E. KAKO, K. SAITO, P. SCHMÜSER, T. SUZUKU
Achievement of 35 MV/m in the Superconducting Nine-Cell Cavities for TESLA.
DESY-TESLA 2004-05

J. LORKIEWICZ, A. BRINKMANN, B. DWERSTEG, D. KOSTIN, W.-D. MÖLLER, M. LALAYAN
Anti-Multipactor TiN Coating of RF Power Coupler Components for TESLA at DESY.
DESY-TESLA 2004-02

G. PÖPLAU, U. VAN RIENEN, D. POTTS
Calculation of 3D Space-Charge Fields of Bunches of Charged Particles by Fast Summation.
DESY-TESLA 2004-13

K.T. POZNIAK, R.S. ROMANIUK, T. CZARSKI, W. GIERGUSIEWICZ, W. JALMUZNA, K. OLOWSKI, K. PERKUSZEWSKI, J. ZIELINSKI
FPGA and Optical Network Based LLRF Distributed Control System for TESLA-XFEL Linear Accelerator.
DESY-TESLA 2004-09

P. ROSZKOWSKI, W.M. ZABOLOTNY, K.T. POZNIAK, R.S. ROMANIUK
Prototype Implementation of the Embedded PC Based Control and DAQ Module for TESLA Cavity SIMCON.
DESY-TESLA 2004-11

D.K. RYBKA, A. KALICKI, K.T. POZNIAK, R.S. ROMANIUK
Irradiation Investigations for TESLA and X-FEL Experiments at
DESY.
DESY-TESLA 2004-12

V. SARGSYAN
Comparison of Stripline and Cavity Beam Position Monitors.
DESY-TESLA 2004-03

V. SARGSYAN, H.J. SCHREIBER, P. EVTUSHENKO, R. SCHU-
RIG
Test Measurements of a New TESLA Cavity Beam Position Mo-
nitor at the ELBE Linac.
DESY-TESLA 2004-14

J.J. SCHEINS
Tomographic Reconstruction of Transverse and Longitudinal Phase
Space Distribution Using the Maximum Entropy Algorithm.
DESY-TESLA 2004-08

I. ZAGORODNOV, T. WEILAND
Wake Fields Generated by the LOLA-IV Structure and the 3rd
Harmonic Section in TTF-II.
DESY-TESLA 2004-01

DESY-TESLA-FEL Berichte

J. BÄHR, V. DJORDJADZE, D. LIPKA, F. STEPHAN, A. ONU-
CHIN
Silica Aerogel Radiators for Bunch Length Measurements.
DESY TESLA-FEL 2004-01

A. GAMP
The Transformation of the TESLA Test Facility into the VUV-FEL
User Facility at DESY.
DESY TESLA-FEL 2004-07

K.T. POZNIAK, T. CZARSKI, R.S. ROMANIUK
DPS Integrated, Parameterized, FPGA Based Cavity Simulator
and Controller for VUV-FEL „SCCav SIMCON“, User's Manual.
Version 1.0 rev. 1 (2004)
DESY TESLA-FEL 2004-04

J. ROSSBACH
LINAC Based Free-Electron Laser.
DESY TESLA-FEL 2004-08

E.L. SALDIN, E.A. SCHNEIDMILLER, M.V. YURKOV
The Potential for the Development of the X-Ray Free Electron
Laser.
DESY TESLA-FEL 2004-02

The Potential for Extending the Spectral Range Accessible to the
European X-Ray Free Electron Laser in the Direction of Longer
Wavelengths.
DESY TESLA-FEL 2004-05

Expected Properties of the Radiation from VUV-FEL at DESY
(Femtosecond Mode of Operation).
DESY TESLA-FEL 2004-06

J. SEKUTOWICZ, S.A. BOGACZ, D. DOUGLAS, P. KNEISEL,
G.P. WILLIAMS, M. FERRARIO, L. SERAFINI, I. BEN-ZVI, J.
ROSE, J. SMEDLEY, T. SRINIVASAN-RAO, W.-D. MÖLLER,
B. PETERSEN, D. PROCH, S. SIMROCK, P. COLESTOCK, J.B.
ROSENZWEIG
Proposed Continuous Wave Energy Recovery Operation of an
XFEL.
DESY TESLA-FEL 2004-03

Strahlenschutz

Veröffentlichte Vorträge und Veröffentlichungen

A. LEUSCHNER
The Boron-12 Counter: An Active Dosimeter for High Energy
Neutrons.
21st Century Challenges in Radiation Protection and Shielding
(ICRS10/RPS2004), Madeira/P (2004)

Radiation Safety Aspects of the TESLA Test Facility, Phase 2
(TTF 2).
3rd International Workshop on Radiation Safety of Synchrotron
Radiation Sources (Radsynch04), SPring-8/J (2004)

N. TESCH
Design Studies for an 18 MW Beam Dump at the Future e^+e^-
Linear Collider TESLA.
21st Century Challenges in Radiation Protection and Shielding
(ICRS10/RPS2004), Madeira/P (2004)

Interne Berichte

A. LEUSCHNER, M. SCHMITZ, A. SCHWARZ, N. TESCH
Design Studies for an 18 MW Beam Dump at the Future e^+e^-
Linear Collider TESLA.
Interner Bericht D3-101

N. TESCH
Ergebnisse von Strahlenschutzmessungen am DESY im Jahre 2003.
Interner Bericht D3-100

Radiologische Auswirkungen auf die Umwelt beim Betrieb des
Röntgenlasers XFEL.
Laborbericht D3-119

Zentrale Dienste

Bibliothek und Dokumentation

Diplomarbeiten

I. RABE
Management von E-Publikationen am Deutschen Elektronen-Synchrotron (DESY).
Hochsch. Angew. Wissensch. Hamburg/D (2004)
DESY L-04-01

Elektronikentwicklung

Veröffentlichungen

K. HANSEN
Thermal Performance of a 61-cell Si-Drift Detector Module with Thermoelectric Cooler.
J. Nucl. Instr. Meth. A 517 (2004) 254

M. REINECKE et al.
A Silicon Strip Recoil Detector for Momentum Measurement and Tracking at HERMES.
IEEE Trans. Nucl. Sci. 51 (2004) 1111

K. HANSEN, C. RECKLEBEN
Noise Analysis of a Si-Drift Detector System with Time-Variant Shaping.
IEEE Trans. Nucl. Sci. 51 (2004) 3845

Patenterteilung

K. HANSEN, L. TRÖGER
Detector Module for an X-Ray Detector System.
US 6,794,654 B1 (2004)

Vorträge

K. HANSEN
Detectors for XFEL Experiments.
XFEL Photon Science Seminar, DESY, Hamburg/D (2004)

Servicezentrum Mechanik

Vorträge

HGF-Ausschuß Technische Dienste
GSF-Forschungszentrum für Umwelt und Gesundheit, München/D (2004)

J. DICKE
Nichtwissenschaftliche Ausbildung, Organisation – Ausbildungsplatzabgabe – Änderungen von Berufsbildern.

H. MÜNCH
Anforderungen an das Profil von Ingenieuren und Technikern.

Informationstechnologie

Vorträge

Computing in High Energy and Nuclear Physics (CHEP), Interlaken/CH (2004)

M. ERNST, P. FUHTMANN, T. MKRTCHYAN, J. BAKKEN, I. FISK, T. PERELMUTOV, D. PETRAVICK
Managed Data Storage and Data Access Services for Data Grids.

P. FUHRMANN et al.
dCache, SCG-2 SEI and Enhanced Use Cases.

F. GAEDE
LCIO, Persistency and Data Model for LC Simulation and Reconstruction.

T. MKRTYCHAN, P. FUHRMANN, M. GASTHUBER
Chimara – A New, Fast, Extensible and Grid-Enabled Namespace Service.

R. BALRTUSCH
DESY Windows 2003 Domain – Features, Migration and Caveats.
HEPiX-HEPNT Autumn 2004 Meeting, Brookhaven/USA (2004)

M. ERNST
SRM for Grid Storage Resource Management.
CMS Workshop on Data Management, CERN, Genf/CH (2004)

Procedures for Introducing new Virtual Organizations and User Registration.
ZEUS Collaboration Meeting, Padova/I (2004)

Federating Grid Resources.
DESY Seminar, Hamburg/D (2004)

M. ERNST, M. GASTHUBER

Tier 2 Architecture Requirements for Digitization, Simulation, Analysis and possible Implementation Scenarios.
TIER II Arbeitstreffen, Aachen/D (2004)

P. FUHRMANN

dCache, the Commodity Grid Storage Element.
IEEE Mass Storage Conference, Washington DC/USA (2004)

Insight dCache.

Grid KA, Technical Advisory Board Karlsruhe/D (2004)

dCache, Storage Element and HSM Optimizer.

GSI Internal Talks, GSI, Darmstadt/D (2004)

Some Tape Storage Issues.

CMS Data Management Workshop, CERN, Genf/CH (2004)

F. GAEDE

Persistency and Data Model for LC Simulation and Reconstruction.
International Conference on Linear Colliders LCWS, Paris/F (2004)

LCIO & Marlin – Overview and Status.

LC Simulation Miniworkshop, Hamburg/D (2004)

F. GAEDE reported by T. BEHNKE

LCIO - Overview and Status, Simulation.
ECFA Workshop, Durham/UK (2004)

F. GAEDE, A. GELLRICH, P. FUHRMANN

Grid Infrastructure at DESY HEPiX.
HEPNT Autumn 2004 Meeting, Brookhaven/USA (2004)

A. GELLRICH, U. ENSSLIN, M. ERNST, P. FUHRMANN, V. GÜLZOW

Installing and Operating a Grid Infrastructure at DESY. (Poster)
Computing in High Energy and Nuclear Physics (CHEP), Inter-
laken/CH (2004)

V. GÜLZOW

Grid-Anforderungen aus der Hochenergiephysik.
Expertentreffen BMBF, Ref. 523, Bonn/D (2004)

Elements of a DESY Grid-Strategy.

CMS-Arbeitstreffen, Hamburg/D (2004)

LCG Fabric Area, Wide Area Networking.

LCG-Comprehensive Review, CERN, Genf/CH (2004)

K. WOLLER

On the Road Towards Scientific Linux.
DESY DV Seminar, Hamburg/D (2004)

Diplomarbeiten

C. HÜTTIG

Development of a Kerberized Remote Cron Service for a Scientific
Research Institute.
Fachhochschule Mittweida/D (2004)

Informationsmanagement, Prozesse und Projekte

Veröffentlichungen

L. HAGGE, K. LAPPE et al.

Requirements Engineering Patterns – An Approach to Capturing
and Exchanging Requirements Engineering Experience.
DESY 04-233

Veröffentlichte Vorträge

L. HAGGE, K. LAPPE

Report from the Working Group on Requirements Engineering
Patterns.

Softwaretechnik-Trends 24, 4 (2004) 23

Patterns for the Requirements Engineering Process.

Proc. of the 12th IEEE International Requirements Engineering
Conference (RE04), Kyoto/J (2004)

L. HAGGE, J. KREUTZKAMP, K. LAPPE, A. ROBBEN

Requirements im Lebenszyklus von COTS-basierten Software Pro-
jekten mit externen Fertigern.

Softwaretechnik-Trends 24, 1 (2004) 12

Vorträge

K. LAPPE

Abschlussbericht des Arbeitskreises RE Patterns.
Fachgruppentagung „Requirements Engineering“ der GI, Kaisers-
lautern/D (2004)

A. ROBBEN

Einführung eines Geoinformations- und Facility Management Sys-
tems.

Autodesk Anwender-Treff 04, Düsseldorf/D (2004)

A. ROBBEN

Einführung eines Geoinformations- und Facility Management Sys-
tems.

2.GIS/FM-Tag, Münster/D (2004)

K. LAPPE

Requirements Management: Using a Software Tool to Help Coor-
dinating Accelerator Projects.

DESY-Seminar „Computing in High Energy Physics“, Hamburg/D
(2004)

Diplomarbeiten

M. PIECHACZEK

Supporting the Maintenance of Accelerator Components Using
A Commercial Asset Management System.
(2004)



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 2005
Verfügbar unter: www.desy.de/f/jb2004

Herstellung und Gestaltung:
DESY-Bereichsleitungen
Kirsten Sachs, Bibliothek und Dokumentation

Satz und Layout:
L^AT_EX
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 B N 3-935702-15-9
I S S N 0179-9282
