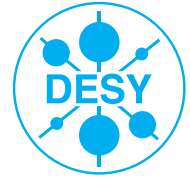


**D  
E  
S  
Y**

# Wissenschaftlicher Jahresbericht



**2001**

---

# **Wissenschaftlicher Jahresbericht**

## **2001**

### **Deutsches Elektronen-Synchrotron**

#### **DESY**

#### **Inhalt**

Vorspann	5
Bereich Forschung	29
DESY Zeuthen	147
Bereich Beschleuniger	185
Bereich Technische Infrastruktur	243
Veröffentlichungen und Vorträge	285



# Vorspann

## Inhalt

Vorwort	7
Organigramm	10
Organe der Stiftung und weitere Gremien	11
Nationale und Internationale Zusammenarbeit	17

**Prof. Dr. Dr. h.c. Willibald Jentschke**  
**6.12.1911 – 11.3.2002**



*Gründer des Deutschen Elektronen-Synchrotron  
Vorsitzender des DESY-Direktoriums von 1959 bis 1970  
Ordentlicher Professor der Universität Hamburg*

Willibald Jentschke starb nach einem erfüllten Leben mit 90 Jahren. Am 6. Dezember 2001 konnte er noch zur allseitigen Freude seinen 90. Geburtstag im Kreis von Freunden und Kollegen bei DESY feiern. Als weltweit anerkannter Wissenschaftler, Gründer, engagierter Gestalter und Begleiter der Geschehnisse von DESY und als Generaldirektor von CERN hat er die Entwicklung der Forschung mit Beschleunigern in Europa entscheidend geprägt. Seine Taten sind sein Vermächtnis.

# Vorwort

Das Deutsche Elektronen-Synchrotron DESY ist ein Zentrum der Helmholtz Gemeinschaft mit zwei Standorten, Hamburg und Zeuthen in Brandenburg. Seine Aufgabe ist die Förderung naturwissenschaftlicher Grundlagenforschung, in Hamburg vor allem durch die Entwicklung, den Bau und Betrieb von Teilchenbeschleunigern, und deren wissenschaftliche Nutzung auf dem Gebiet der Teilchenphysik und der Forschung mit Synchrotronstrahlung. Die Anlagen werden von über 3300 Forschern aus 35 Ländern genutzt. In Zeuthen liegen die Schwerpunkte der Forschung in der Teilchenphysik, der Astroteilchenphysik, der Physik mit Höchstleistungsrechnern und seit neuestem in der Entwicklung einer leistungsstarken Quelle für Elektronen.

Der vorliegende Wissenschaftliche Bericht fasst die Ergebnisse und Ereignisse des Jahres 2001 zusammen. Besonders hervorzuheben ist hierbei das Kolloquium, das am 23. und 24. März in Hamburg aus Anlass der Fertigstellung des TESLA Technical Design Reports (TDR) stattfand (Abb. 1). Mehr als 1000 Wissenschaftler kamen aus aller Welt, um sich über das Projekt, sein Forschungspotential, den Stand der Technik und die Kosten zu informieren. Rückblickend war dieses Kolloquium ein wichtiger Schritt auf dem Weg zur heute existierenden weltweiten Übereinstimmung, dass ein Linear-Collider das nächste Projekt der Teilchenphysik sein soll. Das Kolloquium und die Erfolge an der TESLA Testanlage haben außerdem weltweit die Aufmerksamkeit auf das Konzept des Röntgenlasers als neuem Höchstleistungswerkzeug der Strukturforschung gelenkt.

Mit Blick auf TESLA und andere geplante Großgeräte der Grundlagenforschung haben die Bundesregierung und die Länder den Wissenschaftsrat beauftragt, diese Großgeräte zu begutachten. Die Arbeitsgruppen des Wissenschaftsrats zum Linear-

Collider und Röntgen Freie-Elektronen Laser haben im Herbst 2001 DESY besucht und sich vor Ort über den Stand des Projekts TESLA informiert. Das Ergebnis der Begutachtung wird im Herbst 2002, eine politische Entscheidung in 2003 erwartet.

Im September 2001 gelang es der TESLA Kollaboration, an der TESLA Test Facility maximale Verstärkung mit dem SASE-FEL zu erreichen. Damit war ein weiterer wichtiger Meilenstein im Verständnis dieses neuartigen Laserprinzips erreicht. In zahlreichen Messungen konnte dann gezeigt werden, dass sich der Laser genauso verhält, wie dies theoretisch erwartet wird. Sehr schnell gelang es auch, erste Experimente am Laser erfolgreich und mit überraschenden Ergebnissen durchzuführen.

Im September 2001 wurde der Verein der Helmholtz Gemeinschaft (HGF) gegründet. Damit war ein erster Schritt in der Umwandlung der Förderung von DESY und den anderen Einrichtungen der HGF von institutioneller zu projektorientierter Förderung getan. Diese Umwandlung wird längerfristig sicher größere Änderungen in vielen Dingen mit sich bringen, die sich zur Zeit erst abzeichnen. Die Forschung der HGF ist in sechs Bereiche gegliedert, wobei DESY mit seiner gesamten Forschung in dem Bereich „Struktur der Materie“ vertreten ist.

Der Umbau des Elektron/Positron-Proton Speicherringes HERA, dem Großgerät für die Teilchenphysik, wurde im August erfolgreich abgeschlossen. Ziel dieses Umbaus war es, den Experimenten etwa vier bis fünfmal mehr Daten pro Jahr zur Verfügung zu stellen. Gleichzeitig wurden auch die Umbauten zur Verbesserung der vier Experimente H1, ZEUS, HERMES und HERA-B erfolgreich beendet. Beim anschließenden

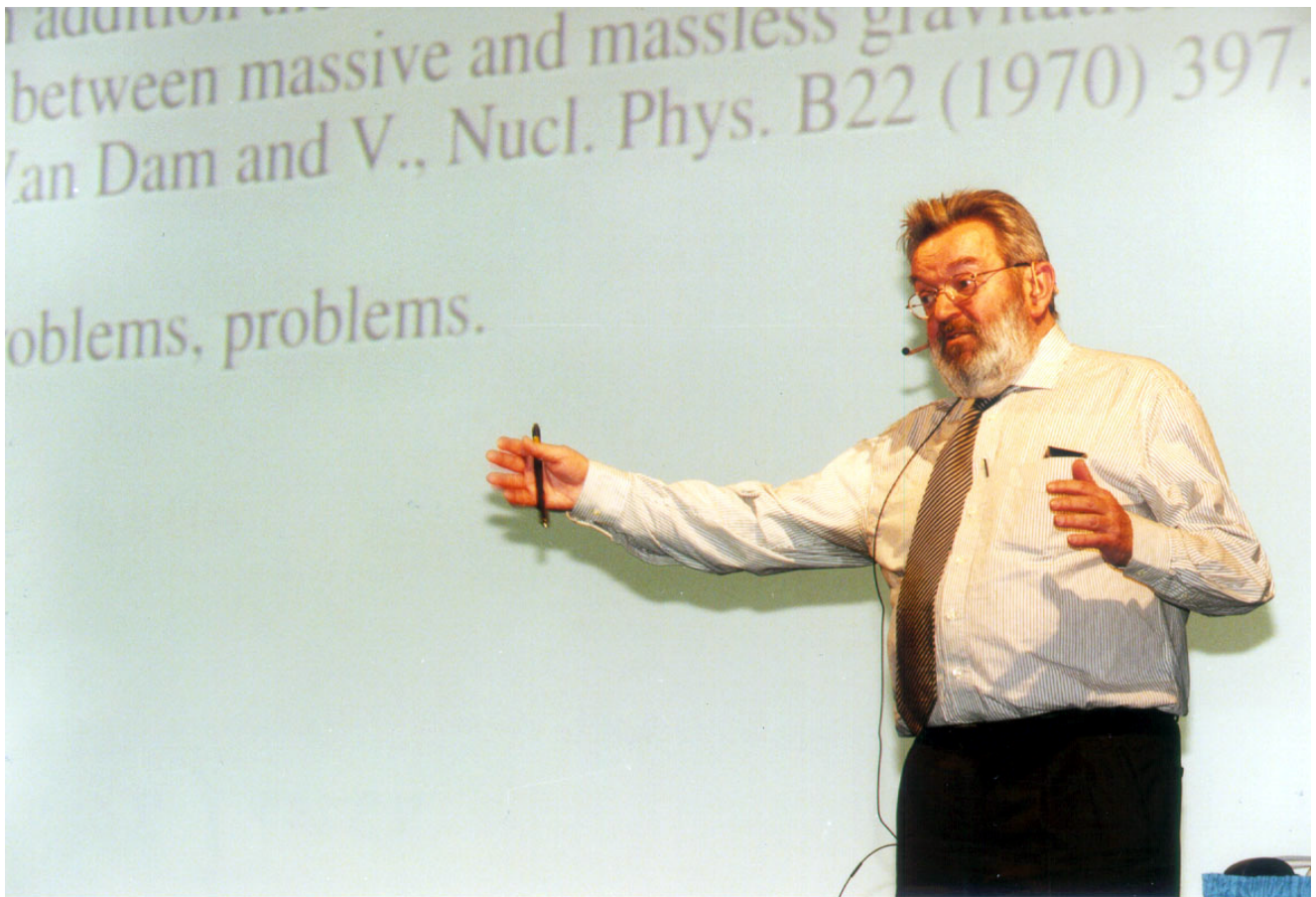


Abbildung 1: Einer der Redner im Rahmen des TESLA Kolloquiums war Nobelpreisträger Professor M. Veltman, der die Bedeutung TESLAs für die Aufklärung der Frage nach dem Ursprung der Masse darstellte.

Wiederanlauf des Speicherrings konnte gezeigt werden, dass die neue Strahloptik sich so wie erhofft verhält. Die Arbeiten an der Stromerhöhung und Untergrundreduktion waren am Jahresende aber noch nicht abgeschlossen.

Im Hamburger Synchrotronstrahlungslabor HASY-LAB wird die in den Speicherringen DORIS und PETRA erzeugte Synchrotronstrahlung in vielfältiger Weise in Grundlagen- und anwendungsbezogener Forschung auf den Gebieten der Physik, Biologie, Chemie und Kristallographie, in den Material- und Geowissenschaften sowie der Medizin eingesetzt. Im Oktober 2001 wurde von DESY entschieden, den PETRA-Ring 2007, nach Beendigung des laufenden HERA-

Programms, in eine Quelle für Synchrotronstrahlung umzubauen.

Das Europäische Molekularbiologielabor (EMBL) betreibt eine Außenstation bei DESY. Im Rahmen des 2001 begonnenen 5-Jahresprogramms wird diese Außenstation weiter verstärkt. Drei bei DESY angesiedelte Max-Planck-Arbeitsgruppen beschäftigen sich mit den Beziehungen zwischen der Struktur und der Funktion von biologischen Makromolekülen.

In Zeuthen wurden Ende 2001 die vorbereitenden Arbeiten zum Aufbau des Photoinjektor-Teststands termingemäß fertig gestellt. Da Photoinjektoren die Strahleigenschaften für den Freie-Elektronen Laser



und den Collider entscheidend mitbestimmen, ist damit die Voraussetzung für den Test und die Weiterentwicklung lasertriebener Elektronenquellen geschaffen worden. Die Arbeiten werden in enger Zusammenarbeit mit BESSY, dem Max-Born-Institut und der TU Darmstadt durchgeführt.

Die Zuwendungsgeber, die Bundesrepublik Deutschland und die Freie und Hansestadt Hamburg, stellten DESY im Jahr 2001 Mittel in Höhe von 277 Millio-

nen DM für Betrieb und Investitionen zur Verfügung, wobei der Anteil von Hamburg 10% betrug. Zum Etat von DESY Zeuthen trägt neben der Bundesrepublik das Land Brandenburg mit 10% bei. Insgesamt standen dort Mittel in Höhe von 29 Millionen DM zur Verfügung.

In den folgenden Kapiteln dieses Wissenschaftlichen Jahresberichts werden die Ergebnisse und Entwicklungen bei DESY vertieft dargestellt.

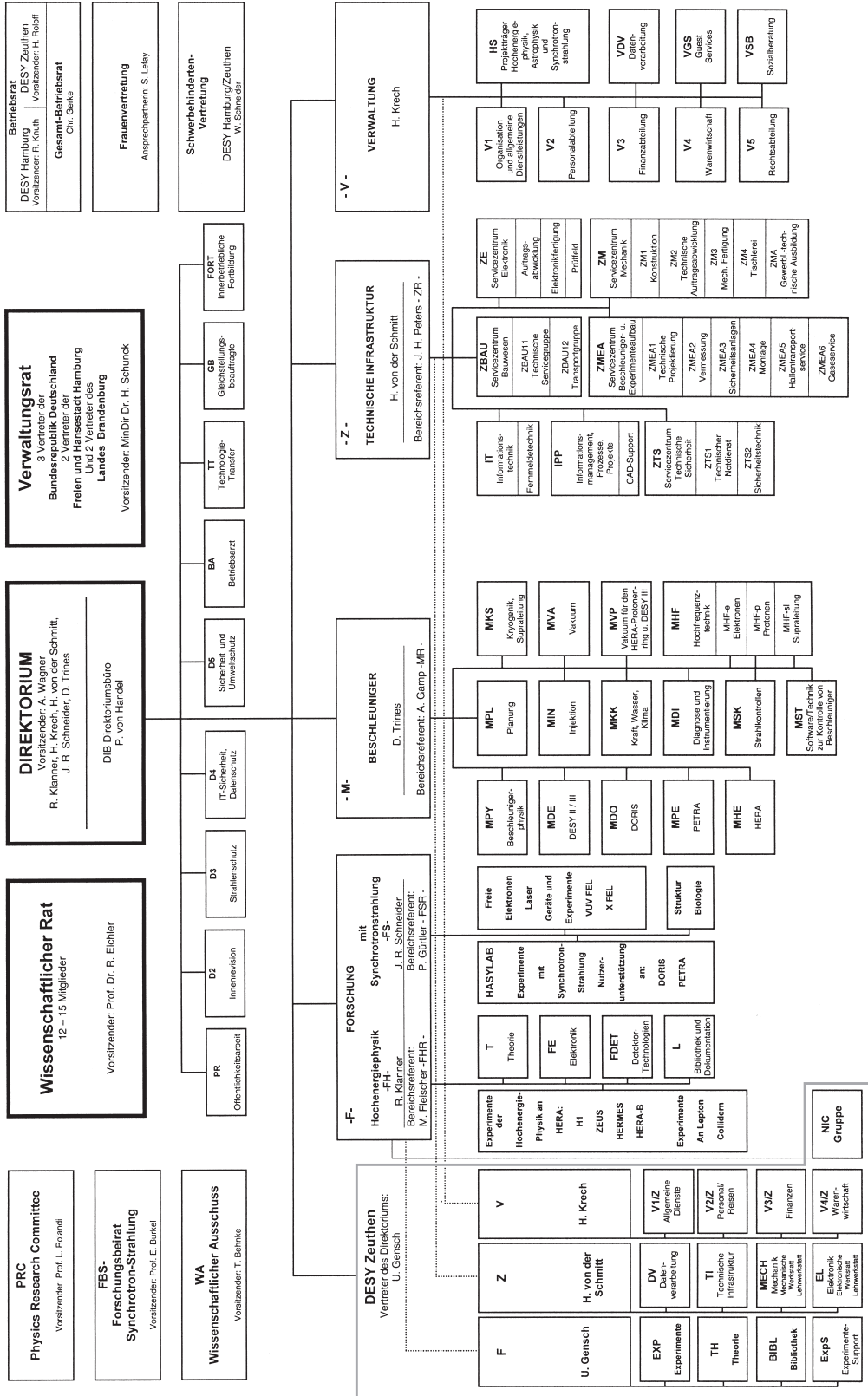


Albrecht Wagner  
Vorsitzender des DESY-Direktoriums

Organigramm für das Geschäftsjahr 2001  
Stand: 23. Februar 2001

## DEUTSCHES ELEKTRONEN-SYNCHROTRON DESY

(Stiftung privaten Rechts)  
NOTKESTRASSE 85 – 22607 HAMBURG  
TEL. 04103 607-111 FAX 04103 607-112  
E-MAIL: DESY@DESY.DE  
PLATANENALLEE 6 15738 ZEUTHEN  
TEL. 0337 6277-0 FAX 0337 6277-413



# Organe der Stiftung und weitere Gremien

## Verwaltungsrat

Vertreter der Bundesrepublik Deutschland:

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

MR Dr. **H.-F. Wagner**  
(Bundesministerium für Bildung und Forschung)

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

Vertreter der Freien und Hansestadt Hamburg:

Staatsrätin Prof. Dr. **M. Dürkop**  
(Behörde für Wissenschaft und Forschung)

ORR **T. Delissen**  
(Finanzbehörde)

Vertreter des Landes Brandenburg:

MDg Dr. **H.-U. Schmidt** (Stellvertr. Vorsitzender)  
(Ministerium für Wissenschaft, Forschung und Kultur)

**U. Mattusch**  
(Ministerium der Finanzen)

## Direktorium

Prof. Dr. <b>R. Klanner</b>	(Bereich Forschung – Teilchenphysik)
Dr. <b>H. Krech</b>	(Bereich Verwaltung)
Dr. <b>H. von der Schmitt</b>	(Bereich Technische Infrastruktur)
Prof. Dr. <b>J. Schneider</b>	(Bereich Forschung – Synchrotronstrahlung)
Dr. <b>D. Trines</b>	(Bereich Beschleuniger)
Prof. Dr. <b>A. Wagner</b>	(Vorsitzender)

## Wissenschaftlicher Rat (WR)

Prof. Dr. **P. Brix**

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

Prof. Dr. **S. Bethke**

Max-Planck-Institut für Physik, München

Prof. Dr. **H. Dosch**

Max-Planck-Institut für Metallforschung, Stuttgart

Prof. Dr. **R. Eichler**

Institut für Teilchenphysik, ETH Zürich  
(Vorsitzender)

Prof. Dr. **H. Fritsch**

Sektion Physik, Ludwig-Maximilians-Universität München

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

Institut für Experimentalphysik, Universität Hamburg

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

Abteilung Biophysik, Max-Planck-Institut für Medizinische Forschung, Heidelberg

Prof. Dr. **E. Jaeschke**

BESSY GmbH, Berlin

Prof. Dr. **W. Jentschke**

Institut für Experimentalphysik, Universität Hamburg  
(Ehrenmitglied)

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

European Organization for Particle Physics CERN, Geneva (CH)

Prof. Dr. **K. Königsmann**

Albert-Ludwigs-Universität Freiburg

Dr. **J. May**

European Organization for Particle Physics CERN, Geneva (CH)

Prof. Dr. **W. Sandner**

Max-Born-Institut, Berlin

Dr. **M. Sauvage-Simkin**

LURE, Orsay (F)

Prof. Dr. **J. Stachel**

Physikalisches Institut, Universität Heidelberg

Prof. Dr. **E. Umbach**

Physikalisches Institut, Universität Würzburg



## Erweiterter Wissenschaftlicher Rat (EWR)

Prof. Dr. **M. Blume**

Brookhaven National Laboratory, Upton NY (USA)

Prof. Dr. **M. Danilov**

ITEP, Moscow (RUS)

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

NIKHEF, Amsterdam (NL)

Prof. Dr. **J. Feltesse**

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

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

Scuola Normale Superiore, Pisa (I)

(ex officio)

Prof. Dr. **B. Foster**

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

Prof. Dr. **E. Iarocci**

Istituto Nazionale di Fisica Nucleare INFN, Rome (I)

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

Department of Physics, University of Toronto (CAN)

Prof. Dr. **J. Nassalski**

European Organization for Particle Physics CERN, Geneva (CH)

Prof. Dr. **L. Rolandi** (Vorsitzender des PRC)

European Organization for Particle Physics CERN, Geneva (CH)

(ex officio)

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

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

Academician **A. N. Skrinsky**

Institute of Nuclear Physics, Novosibirsk (RUS)

Die Mitglieder des **Wissenschaftlichen Rates**.

## Physics Research Committee (PRC)

Prof. Dr. **M. Albrow**

Fermi National Accelerator Laboratory, Batavia IL (USA)

Dr. **J. Arvieux**

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

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

Centre de Physique des Particules de Marseille (F)

Prof. Dr. **S. Bertolucci**

Laboratori di Frascati dell'INFN, Frascati (I)

Dr. **K. Borras** (DESY)

(Scientific Secretary)

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

Physik-Department, Technische Universität München

Prof. Dr. **R. Cashmore**

European Organization for Particle Physics CERN, Geneva (CH)

Dr. **R. Forty**

European Organization for Particle Physics CERN, Geneva (CH)

(seit Februar 2001)

Prof. Dr. **D. Froidevaux**

European Organization for Particle Physics CERN, Geneva (CH)

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

Prof. Dr. **E. Hughes**

Caltech, Pasadena CA (USA)

Prof. Dr. **K. Jakobs**

Institut für Physik, Experimentelle Teilchenphysik, Johannes Gutenberg-Universität Mainz

Prof. Dr. **R. Klanner** (DESY)

Dr. **C. Kleinwort** (DESY)

(ex officio)

Prof. Dr. **K. Königsmann**

Albert-Ludwigs-Universität Freiburg

Prof. Dr. **E. Reya**

Universität Dortmund

Dr. **L. Rolandi**

European Organization for Particle Physics CERN, Geneva (CH)

(Vorsitzender)

Prof. Dr. **B. Spaan**

Technische Universität Dresden

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

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

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

## Wissenschaftlicher Ausschuss (WA)

<b>R. Bacher</b> (DESY)	<b>P. Kostka</b> (DESY)
<b>K. Balewski</b> (DESY)	<b>B. Krause</b> (DESY)
<b>T. Behnke</b> (DESY) (Vorsitzender)	<b>B. Lange</b> (DESY)
<b>R. Brinkmann</b> (DESY)	<b>M. Lüscher</b> (DESY)
<b>W. Buchmüller</b> (DESY)	<b>G. Materlik</b> (DESY)
<b>J. Ebert</b> (Univ. Wuppertal)	<b>A. Meyer</b> (Univ. Hamburg)
<b>H. Ehrlichmann</b> (DESY)	<b>K. Mönig</b> (DESY)
<b>E. Elsen</b> (DESY) (Stellvertr. Vorsitzender)	<b>H. Münch</b> (DESY)
<b>P. Folkerts</b> (DESY)	<b>C. Pegel</b> (Univ. Hamburg)
<b>A. Gamp</b> (DESY)	<b>E. Pohl</b> (EMBL)
<b>A. Gellrich</b> (Humboldt-Univ. Berlin)	<b>H. Quehl</b> (DESY)
<b>G. Goerigk</b> (FZ Jülich)	<b>S. Riemann</b> (DESY)
<b>H. Grabe-Celik</b> (DESY)	<b>J. Scheins</b> (RWTH Aachen)
<b>G. Grindhammer</b> (MPI München)	<b>H. Schulte-Schrepping</b> (DESY)
<b>D. Haidt</b> (DESY)	<b>H.-C. Schultz-Coulon</b> (Univ. Dortmund)
<b>K.-H. Hiller</b> (DESY)	<b>A. Schwarz</b> (DESY)
<b>B. Holzer</b> (DESY)	<b>J. Spengler</b> (Univ. und MPI Heidelberg)
<b>H.-P. Jakob</b> (Univ. Bonn)	<b>A. Stahl</b> (DESY)
<b>F. Jegerlehner</b> (DESY)	<b>E. Steffens</b> (Univ. Erlangen)
<b>J.-P. Jensen</b> (DESY)	<b>E. Weckert</b> (HASYLAB)
<b>O. Kaul</b> (DESY)	<b>F. Willeke</b> (DESY)
<b>U. Kötz</b> (DESY)	<b>G. Wolf</b> (DESY)
	<b>P.M. Zerwas</b> (DESY)
	<b>T. Zeuner</b> (DESY)

## **Forschungsbeirat Synchrotronstrahlung (FBS)**

Prof. Dr. **E. Burkel**  
Fachbereich Physik, Universität Rostock  
(Vorsitzender)

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

Dr. **W. Drube**  
DESY

Prof. Dr. **M. Epple**  
Universität Bochum

Prof. Dr. **R. Klanner**  
DESY

Prof. Dr. **P. Paufler**  
TU Dresden

Prof. Dr. **T. Salditt**  
Ludwig-Maximilians-Universität München

Prof. Dr. **H. Schmidt-Böcking**  
Johann-Wolfgang-Goethe-Universität Frankfurt

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

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



# Nationale und Internationale Zusammenarbeit

## HERA Experimente

H1

I. Physikalisches Institut, RWTH Aachen  
III. 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)  
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)  
LPNHE, Ecole Polytechnique, IN2P3-CNRS, Palaiseau (F)

LPNHE, Université Paris VI et VII, IN2P3-CNRS, Paris (F)  
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)  
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

Institute of Physics and Technology, Ministry of Education and Science of Kazakhstan, Almaty (KZ)  
National Institute for Nuclear and High Energy Physics (NIKHEF), Amsterdam (NL)  
University of Amsterdam (NL)  
Argonne National Laboratory (ANL), Argonne IL (USA)  
Andrew University, Berrien Springs MI (USA)  
University and INFN, Bologna (I)  
Physikalisches Institut, Universität Bonn  
H.H. Wills Physics Laboratory, University of Bristol (GB)  
Rutherford Appleton Lab., 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,  
University of Mining and Metallurgy, 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)

Department of Physics, University of Wisconsin, Madison WI (USA)  
 Departamento de Física Teórica, Universidad Autónoma Madrid (E)  
 Department of Physics, McGill University, Montreal (CAN)  
 Moscow Engineering and Physics Institute, Moscow (RUS)  
 Institute of Nuclear Physics, Moscow State University, Moscow (RUS)  
 Department of High Energy Physics, Yale University, New Haven (USA)  
 Department of Physics, York University, North York (CAN)  
 Department of Physics, University of Oxford (GB)  
 Dipartimento di Fisica, University and INFN, Padova (I)  
 Department of Particle Physics, Weizmann Institute, Rehovot (IL)  
 Dipartimento di Fisica, Università „La Sapienza“ and INFN, Rome (I)  
 Polytechnic University, Sagamihara (J)  
 University of California, Santa Cruz CA (USA)  
 Korea University, Seoul (ROK)  
 National University, Seoul (ROK)  
 Institut für Physik, Universität-GH Siegen  
 Kyungpook National University, Taegu (ROK)  
 School of Physics, University of Tel Aviv (IL)  
 Department of Physics, Tokyo Metropolitan University, Tokyo (J)  
 Department of Physics, University of Tokyo (J)  
 Dipartimento di Fisica Sperimentale and INFN, Università di 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)  
 Nuclear Physics Laboratory, University of Colorado, Boulder CO (USA)  
 Department of Physics, Simon Fraser University, Burnaby (CAN)  
 Laboratory for Nuclear Science, MIT, Cambridge MA (USA)

Joint Institute for Nuclear Research (JINR), Dubna (RUS)  
Department of Physics, University of Alberta, Edmonton (CAN)  
Physikalisches Institut, Universität Erlangen-Nürnberg  
Dipartimento di Fisica dell'Università and INFN, Ferrara (I)  
Laboratori Nazionali di Frascati, INFN, Frascati (I)  
Fakultät für Physik, Universität Freiburg  
Department of Subatomic and Radiation Physics, University of Gent (B)  
II. Physikalisches Institut, Universität Gießen  
Department of Physics and Astronomy, University of Glasgow (GB)  
Deutsches Elektronen-Synchrotron DESY, Hamburg  
P. N. Lebedev Physical Institute, Moscow (RUS)  
Sektion Physik, Universität München  
Institute for High Energy Physics (IHEP), Protvino (RUS)  
Institut für Theoretische Physik, Universität Regensburg  
Gruppo Sanità, INFN, Rome (I)  
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)  
Department of Physics, University of Texas, Austin TX (USA)  
Facultat de Física, University of Barcelona (E)  
Institute for High Energy Physics, Beijing (VRC)  
Department of Physics, Tsinghua University, Beijing (VRC)  
Institut für Experimentelle Teilchenphysik, Humboldt Universität, Berlin  
Dipartimento di Fisica, Università di Bologna and INFN, Bologna (I)  
Physics Department, University of Cincinnati OH (USA)  
LIP, Departamento de Física, University of Coimbra (P)  
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, University of Lisbon (P)  
Inst. Jozef Stefan and Department of Physics, University of Ljubljana (SLO)  
University of California, Los Angeles CA (USA)  
Institut für Informatik, Universität Mannheim  
Institute for Theoretical and Experimental Physics (ITEP), Moscow (RUS)  
Department of Physics, Moscow Physical Engineering Institute (MEPHI), Moscow (RUS)  
Max-Planck-Institut für Physik, München  
Department of Physics, University of Oslo (N)  
Fachbereich Physik, Universität Rostock  
Institut für Physik, Universität-GH Siegen  
Subatomic Physics Department, University of Utrecht (NL)  
Deutsches Elektronen-Synchrotron DESY, Zeuthen  
Physik Institut, Universität Zürich (CH)

## HASYLAB

II. Physikalisches Institut, Institut für Physikalische Chemie,  
Rheinisch-Westfälische Technische Hochschule Aachen  
Department of Chemistry, Institute of Physics, University of Aarhus (DK)  
Orthopaedic Research Laboratory, Aarhus University Hospital, Aarhus (DK)  
Department of Chemistry, Agric University Norway, Aas (N)  
Polymer Science and Engineering, University of Akron OH (USA)  
Institute of Molecular Chemistry, Amsterdam (NL)  
Department of Chemistry, University of Antwerpen (Wilrijk) (B)  
Advanced Photon Source, Argonne National Laboratory, Argonne IL (USA)  
UMR, CNRS Saint Gobain, Aubervilliers (F)  
Institut für Experimentalphysik II, Institut für Festkörperchemie, Universität Augsburg  
Bayrisches Geoinstitut, Lehrstuhl für Kristallographie, Universität Bayreuth  
Institut für Atom- und Festkörperphysik, Institut für Experimentalphysik,  
Institut für Kristallographie, Institut für Molekularbiologie und Biochemie,  
Institut für Physikalische und Theoretische Chemie, Freie Universität Berlin

Fritz-Haber-Institut, Max-Planck-Gesellschaft, Berlin  
Hahn-Meitner-Institut, Berlin  
AG Röntgenbeugung, Fachbereich Physik, Institut für Anorganische und Allgemeine Chemie, Humboldt Universität zu Berlin  
Max-Born-Institut, Berlin  
Max-Delbrück-Centrum für Molekulare Medizin, Berlin  
Institut für Atomare und Analytische Physik, Technische Universität Berlin  
Institute of Physics, University at Białystok (PL)  
Fakultät für Physikalische Chemie I, Institut für Experimentalphysik, Institut für Mineralogie, Institut für Festkörperphysik, Lehrstuhl für Technische Chemie, Ruhr-Universität Bochum  
Institut für Anorganische Chemie, Mineralogisch-Petrologisches Institut, Universität Bonn  
Faculty of Chemical Technology, Slovak University of Technology, Bratislava (SLO)  
Physikalisch-Technische Bundesanstalt, Braunschweig  
Institut für Physikalische und Theoretische Chemie, Technische Universität Braunschweig  
Institut für Festkörperphysik, Universität Bremen  
Institute for General Physics, Eötvös University, Budapest (H)  
KFKI Research Institute for Particle and Nuclear Physics, Budapest (H)  
Institute for Physical Chemistry, Technical University Budapest (H)  
Cavendish Laboratory, University of Cambridge (GB)  
Laboratorio Nacional de Luz Sincrotron, Campinas (BR)  
Institut für Physik, Technische Universität Chemnitz-Zwickau, Chemnitz  
Department of Chemistry, University of Chicago IL (USA)  
Institut für Metallkunde und Metallphysik, Technische Universität Clausthal, Clausthal-Zellerfeld  
CISMI, Oersted Laboratory, Niels Bohr Institute, University of Copenhagen (DK)  
Institute of Metal Cutting, Cracow (PL)  
Institute of Physics, Regional Laboratory, Jagiellonian University, Cracow (PL)  
Department of Solid State Physics, Institut of Nuclear Physics, Regional Laboratory, University of Mining and Metallurgy, Cracow (PL)  
Deutsches Kunststoff Institut, Fachbereich 21/Strukturforschung, Fachgebiet Dünne Schichten, Technische Universität Darmstadt  
IRI, Technical University Delft (NL)  
Institute for Materials Research, Laboratory of Inorganic and Physical Chemistry, Limburgs University Centrum, Diepenbeek (B)  
LRRS, Université de Bourgogne, Dijon (F)  
Fakultät für Maschinenbau, Lehrstuhl für Anorganische Chemie, Lehrstuhl für Experimentelle Physik I, Lehrstuhl für Qualitätswesen, Universität Dortmund  
Institut für Festkörper- und Werkstoffforschung (IFW), Dresden  
Institut für Polymerforschung e. V., Dresden

Max-Planck-Institut für Chemische Physik fester Stoffe, Dresden  
Institut für Kristallographie und Festkörperphysik, Institut für Werkstoffwissenschaften,  
Technische Universität Dresden  
School of Electronic Engineering, Dublin City University, Dublin (IRL)  
Joint Institute for Nuclear Research (JINR), Dubna (RUS)  
Eidgenössische Materialprüfungs- und Forschungsanstalt (EMPA), Dübendorf (CH)  
TNO Industrie, Eindhoven (NL)  
Department of Polymer Chemistry and Technology, University of Eindhoven (NL)  
CT-CPM, University of Tvente, Enschede (NL)  
Department of Physics, University of Erevan (ARM)  
Institut für Laser- und Plasmaphysik, Universität Essen  
Algarve University, Faro (P)  
Institut für Physikalische Chemie, Technische Universität Bergakademie Freiberg  
Kristallographisches Institut, Universität Freiburg  
Physik Department E13, E15 und E17, Lehrstuhl für Medizintechnik,  
Lehrstuhl für Technische Chemie II, Technische Universität München, Garching  
GKSS-Forschungszentrum GmbH, Geesthacht  
Institut für Geowissenschaften und Lithosphärenforschung,  
Institut für Anorganische und Analytische Chemie II, Justus-Liebig-Universität Gießen  
Forschungseinrichtung Röntgenphysik, Mineralogisch-Kristallographisches Institut,  
Institut für Materialphysik, Universität Göttingen  
Max-Planck-Institut für Kolloid- und Grenzflächenforschung, Golm/Potsdam  
Institut für Biophysik, Österreichische Akademie der Wissenschaften, Graz (A)  
Institut für Theoretische Physik, Universität Graz (A)  
Institut für Physik, Ernst-Moritz-Arndt-Universität Greifswald  
European Synchrotron Radiation Facility (ESRF), Grenoble (F)  
Department of Polymer Engineering, University of Minho, Guimaraes (P)  
Fachbereich Physik, Martin-Luther-Universität Halle  
Max-Planck-Institut für Mikrostrukturphysik, Halle  
Deutsches Elektronen-Synchrotron DESY, Hamburg  
European Molecular Biology Laboratory (EMBL), Außenstation Hamburg  
Abteilung für Biochemie und Molekularbiologie, Institut für Physikalische Chemie,  
Institut für Anorganische und Angewandte Chemie, Institut für Experimentalphysik,  
Institut für Laserphysik, Institut für Technische und Makromolekulare Chemie,  
Mineralogisch-Petrographisches Institut, Universität Hamburg  
Arbeitsbereich Umweltschutz, Technische Universität Hamburg-Harburg  
Firma Degussa Metals Catalysts Cerdec (dmc<sup>2</sup>) AG, Hanau  
Klinik II im Annastift, Molekular- und Zellphysiologie, Medizinische Hochschule Hannover

Institut für Anorganische Chemie, Institut für Fertigungstechnik, Institut für Festkörperphysik,  
Institut für Mineralogie, Universität Hannover

Max-Planck-Institut für Medizinische Forschung, Heidelberg

Mineralogisches Institut, Universität Heidelberg

Optoelectronics Laboratory, Helsinki University of Technology, Helsinki (FIN)

Department of Physics, University of Helsinki (FIN)

Institut für Festkörperforschung, Institut für Streumethoden, Forschungszentrum Jülich

Fachbereich Chemie, Universität Kaiserslautern

Europäisches Institut für Transurane, Institut für Nukleare Entsorgungstechnik,  
Institut für Technische Chemie, Forschungszentrum Karlsruhe

Institut für Anorganische Chemie, Institut für Keramik im Maschinenbau,  
Institut für Mineralogie und Geochemie, Institut für Werkstoffkunde I, Universität Karlsruhe

Institut für Werkstofftechnik, Universität-GH Kassel

Verkin Institute for Low Temperature Physics, Kharkov (UA)

GEOMAR Forschungszentrum für Marine Geowissenschaften,  
Institut für Anorganische Chemie, Institut für Experimentelle und Angewandte Physik,  
Institut für Mineralogie, Christian-Albrechts-Universität Kiel

Institut für Anorganische Chemie, II. Physikalisches Institut, Universität Köln

Fakultät für Physik und Geowissenschaften, Institut für Experimentalphysik I,  
Institut für Kristallographie, Mineralogie und Materialwissenschaften, Universität Leipzig

Erich Schmid Institute of Material Science, Leoben (A)

Institut für Metallphysik, Montanuniversität Leoben (A)

Katholieke Universiteit Leuven, Leuven-Heverlee (B)

Department of Physics, Department of Physics and Measurement Technology,  
University of Linköping (S)

Institut für Halbleiterphysik, Universität Linz (A)

Institute Jozef Stefan, University of Ljubljana (SLO)

Los Alamos National Laboratory (LANL), Los Alamos NM (USA)

Institut für Physik, Medizinische Universität zu Lübeck

Department of Physiological Sciences, University of Lund (S)

Lviv Politechnic, Lviv (UA)

Physics Department, Lviv State Franko University, Lviv (UA)

Research Laboratory, Haldor Topsøe AS, Lyngby (DK)

Department of Chemistry, Department of Physics,  
Technical University of Denmark, Lyngby (DK)

Instituto de Ciencia y Tecnología de Polímeros, Instituto de Estructura de la Materia,  
Consejo Superior de Investigaciones Científicas, Madrid (E)

Departamento de Física de la Materia Condensada, Universidad Autónoma de Madrid (E)

Institut für Biochemie, Institut für Geowissenschaften, Institut für Physikalische Chemie,  
Johannes-Gutenberg-Universität Mainz

Max-Planck-Institut für Polymerforschung, Mainz

Institut für Mineralogie, Institut für Physikalische Chemie, Phillips-Universität Marburg

University of Maribor (SLO)

Laboratoire des Géomatériaux, Université de Marne-la-Vallée (F)

CRMC2-CNRS, Campus de Luminy, Département de Physique, Université d'Aix-Marseille (F)

Institut für Werkstoffwissenschaften, Martin-Luther-Universität Halle, Merseburg

Dipartimento di Scienza dei Materiali, Università degli Studi di Milano, Milan (I)

Chemical Engineering and Materials Science Department,  
University of Minnesota, Minneapolis MN (USA)

Institute of Organo-Element Compounds, Lebedev Physical Institute,  
Russian Academy of Science, Moscow (RUS)

Institute of Geochemistry and Analytical Chemistry, Moscow (RUS)

Physics Faculty, Moscow State University, Moscow (RUS)

Max-Planck-Institut für Physik, München

Allgemeine und Angewandte Geologie, Institut für Anorganische Chemie,  
Institut für Kristallographie, Sektion Physik, Ludwig-Maximilians-Universität München

Institut für Anorganische Chemie, Technische Universität München

Laboratoire L.I.S.E., Université de Notre Dame de la Paix, Namur (B)

ESTEC, European Space Agency, Noordwijk (NL)

Firma Nova Gorica Polytechnic, Nova Gorica (SLO)

Fachbereich Chemie, Carl von Ossietzky Universität Oldenburg

LURE, Université Paris-Sud, Orsay (F)

Institut de Physique Nucléaire, Orsay (F)

Fachbereich Physik, Universität Osnabrück

Institute of Atomic Energy, Otwock-Swierk (PL)

Laboratory of Molecular Biophysics, Laboratory of Physiology, University of Oxford (GB)

Fachbereich 6 – Physik, Universität-GH Paderborn

Dipartimento di Fisica, Dipartimento di Scienze Fisiche e Astronomiche,  
Università di Palermo (I)

Laboratoire de Géologie, Ecole Normale Supérieure, Paris (F)

Dipartimento di Fisica „A. Volta“ – INFN, Università Statale di Pavia (I)

Geoforschungszentrum Potsdam

Hochdrucklabor, Institut für Geowissenschaften, Institut für Physik, Universität Potsdam

Department of Magnetochemistry, Adam Mickiewicz University, Poznan (PL)

Faculty of Mathematics and Physics, Charles University, Prague (CZ)

Physics Department, Princeton University, Princeton NJ (USA)  
Institut für Angewandte Physik, Universität Regensburg  
Department of Materials and Interfaces, Department of Structural Chemistry,  
Weizmann Institute of Science, Rehovot (IL)  
Department of Materials Science and Metallurgy, PUC, Rio de Janeiro (BR)  
Dipartimento di Fisica, Università di Roma „La Sapienza“, Rome (I)  
Condensed Matter Physics & Chemistry Department, Materials Research Department,  
Physics Department, Risø National Laboratory, Roskilde (DK)  
Fachbereich Physik, Universität Rostock  
Rostov State University, Rostov-na-Don (RUS)  
Experimentalphysik, Institut für Anorganische und Analytische Chemie,  
Universität des Saarlandes, Saarbrücken  
Departamento de Física Aplicada I, Universidad de San Sebastian (E)  
Department of Chemical Engineering and Materials,  
University of California, Santa Barbara CA (USA)  
Biokompatible Werkstoffe und Bauweisen, ETH, Schlieren (CH)  
Institute of Physics, University of St. Petersburg (RUS)  
Max-Planck-Institut für Festkörperforschung, Stuttgart  
Max-Planck-Institut für Metallforschung, Stuttgart  
Institut für Physikalische Chemie, Universität Stuttgart  
Institute of Physics, University of Tartu (EW)  
Institute of Physics, N. Copernicus University, Torun (PL)  
Institut für Organische Chemie, Universität Tübingen  
Abteilung für Experimentelle Physik, Universität Ulm  
Physics Department, Brookhaven National Laboratory, Upton NY (USA)  
Debye Institute, Department of Inorganic Chemistry, University of Utrecht (NL)  
Laboratoire de Dynamique et Structures des Matériaux Moléculaires,  
Université des Sciences et Techniques Lille, Villeneuve d'Ascq (F)  
LIMHP, Centre Paris-Nord, Université Paris-Nord, Villetaneuse (F)  
Allgemeine Energieforschung, Swiss Light Source Project, Paul Scherrer Institut, Villigen (CH)  
High Pressure Research Center, Institute of Low Temperature and Structure Research,  
Institute of Physical Chemistry, Institute of Physics, Polish Academy of Science, Warsaw (PL)  
Institute of Experimental Physics, Institute of Physics, University of Warsaw (PL)  
Atominstitut Wien, Universitäts-Klinik für Innere Medizin IV, Universität Wien (A)  
Fachbereich 8 – Physik, Universität Wuppertal  
Lehrstuhl für Experimentalphysik IV, Mineralogisches Institut,  
Physikalisches Institut, Universität Würzburg  
Laboratorium für Festkörperphysik, Laboratorium für Technische Chemie, 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)  
 Institute for High Energy Physics (IHEP), Academia Sinica, Beijing (VRC)  
 Tsinghua University, Beijing (VRC)  
 BESSY Berlin  
 Hahn-Meitner Institut Berlin  
 Max-Born-Institut, Berlin  
 Technische Universität Berlin  
 Institute of Nuclear Physics, Cracow (PL)  
 University of Mining and Metallurgy, Cracow (PL)  
 Technische Universität Darmstadt  
 Technische Universität Dresden  
 Joint Institute for Nuclear Research (JINR), Dubna (RUS)  
 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 (FIN)  
 Cornell University, Ithaca NJ (USA)  
 Forschungszentrum Karlsruhe  
 Istituto Nazionale di Fisica Nucleare (INFN), Legnaro (I)  
 University of California Los Angeles CA (USA)  
 Istituto Nazionale di Fisica Nucleare (INFN), Milan (I)  
 Moscow Engineering and Physics Institute, Moscow (Rus)  
 Jefferson Lab, Newport News VA (USA)  
 Budker Institute for Nuclear Physics (BINP), Novosibirsk (RUS)  
 Laboratoire de l'Accélérateur Linéaire (LAL), IN2P3, Orsay (F)  
 Institut de Physique Nucléaire (IPN), Orsay (F)  
 Soltan Institute for Nuclear Studies, Otwock-Swierk (PL)  
 Budker Institute for Nuclear Physics (BINP), Protvino (RUS)  
 Institute for High Energy Physics (IHEP), Protvino (RUS)



Istituto Nazionale di Fisica Nucleare (INFN), Rome II (I)

Universität Rostock

Institute for Nuclear Research (INR), Russian Academy of Sciences, Troitsk (RUS)

Paul-Scherrer-Institut (PSI), Villigen (CH)

High Pressure Research Center, Polish Academy of Science, Warsaw (PL)

Institute of Physics, Polish Academy of Science, Warsaw (PL)

Polish Atomic Energy Agency, Warsaw (PL)

Faculty of Physics, University of Warsaw (PL)

Bergische Universität-GH Wuppertal

Yerevan Physics Institute, Yerevan (ARM)

Deutsches Elektronen-Synchrotron DESY, Zeuthen

# Bereich Forschung (F)

## Inhalt

Übersicht	31
H1-Experiment	37
ZEUS-Experiment	49
HERMES-Experiment	63
HERA-B Experiment	75
Forschung an Lepton Collidern	87
Theoretische Physik	95
Hamburger Synchrotronstrahlungslabor HASYLAB	107
Europäisches Laboratorium für Molekularbiologie EMBL Außenstation Hamburg	119
Max-Planck-Gesellschaft Arbeitsgruppen für Strukturelle Molekularbiologie	127
Elektronik-Entwicklung	133
Bibliothek und Dokumentation	137
Presse- und Öffentlichkeitsarbeit	141



# Übersicht F-Bereich

## HERA Experimente

Der Berichtszeitraum stand diesmal ganz im Zeichen des Umbaus von HERA zur Luminositätserhöhung. Ein Luminositätsbetrieb mit Datennahme der Experimente fand deshalb nicht statt. Um die zu erwartende hohe Luminosität bei HERA optimal zu nutzen, wurden wesentliche Verbesserungen und Ausbauarbeiten an allen vier HERA-Detektoren H1, ZEUS, HERMES und HERA-B durchgeführt. Die teilweise sehr aufwendigen und komplexen technischen Arbeiten wurden rechtzeitig zum Wiederanlaufen von HERA fertig gestellt – erste Tests zeigen, dass die Umbauarbeiten erfolgreich waren.

Basierend auf den 1992–2000 genommenen Daten wurde von den HERA-Kollaborationen eine größere Anzahl neuer wissenschaftlicher Ergebnisse vorgestellt. Zu den bemerkenswertesten Resultaten zählen:

- Die detaillierte Analyse der jetzt hochpräzisen Bestimmung der Protonstrukturfunktion  $F_2$  ergibt, dass sich das Anwachsen der Partondichten im Proton selbst zu den kleinsten Werten der Partonimpulse  $x$  fortsetzt und die Daten im Rahmen der perturbativen QCD (Quantenchromodynamik) höherer Ordnung beschrieben werden können,
- die Messung des Werts und der Skalenabhängigkeit der starken Kopplungskonstante, des fundamentalen Parameters der QCD, mit verschiedenen Methoden und höchster Genauigkeit,
- die Eröffnung des neuen Forschungsgebietes der verallgemeinerten Partonverteilung durch die Messung exklusiver Teilchenreaktionen wie  $ep \rightarrow e\gamma p$ , von denen man sich ein neues Verständnis der QCD bei großen Abständen – also im nicht-perturbativen Bereich – erhofft,
- die empfindliche Suche nach Effekten jenseits des Standardmodells der Teilchenphysik, vor allem nach

neuen Kräften und Teilchen wie angeregte Leptonen, angeregte Quarks und supersymmetrische Teilchen; die gefundenen Grenzen sind vielfach strenger als die an anderen Beschleunigern wie LEP und TEVATRON gewonnenen.

Auch das HERA-B Experiment, das als letztes der vier HERA-Experimente im Jahre 2000 erstmals Daten mit dem vollständigen Detektor genommen hat, hat erste, vorläufige physikalische Ergebnisse vorgestellt: den Wirkungsquerschnitt für die Erzeugung von Teilchen mit der Quantenzahl Beauty für einlaufende Protonen und den differentiellen Wirkungsquerschnitt für  $J/\psi$ -Erzeugung.

## Neutrino-Astrophysik

Im Berichtsjahr konnte der AMANDA Detektor, der das Eis des Südpols zum Nachweis hochenergetischer Neutrinowechselwirkungen verwendet, erfolgreich betrieben werden, und es wurde eine Anzahl von interessanten Ergebnissen zur Messgenauigkeit des Detektors, zu atmosphärischen Neutrinos, Neutrinos von Punktquellen sowie der Suche nach magnetischen Monopolen und WIMPS (Weakly Interacting Massive Particles) veröffentlicht. Damit ist die Leistungsfähigkeit des AMANDA-Konzepts eindrucksvoll demonstriert.

Um eine ausreichende Empfindlichkeit für hochenergetische kosmische Neutrinos zu erzielen, wird allerdings ein Detektor mit einem Volumen von  $1 \text{ km}^3$  benötigt. Ein entsprechender Vorschlag, IceCube, der aus 4800 Phototrohren an 80 Strings bestehen soll, wurde im Berichtsjahr von Physikern aus Belgien, Deutschland, Schweden und den USA ausgearbeitet. Der Vorschlag wurde von den entsprechenden Komitees in den USA, die den Großteil des Experiments und die Forschungsstation am Südpol finanzieren, begutachtet und empfohlen. Basierend auf der Empfehlung des DESY

PRC (Physics Research Committee) hat das Direktorium die Teilnahme DESYs an IceCube entschieden. Der gegenwärtige Plan sieht vor, in der Saison 2003/04 drei Strings zu installieren und den gesamten Detektor im Jahre 2009 fertig zu stellen.

### Vorarbeiten für TESLA

Im Frühjahr 2001 konnte von insgesamt 1134 Autoren aus 36 Ländern in einer großen gemeinsamen Anstrengung der „Technical Design Report“ (TDR) für TESLA veröffentlicht und in einem Wissenschaftlichen Kolloquium am DESY, an dem etwa 1100 Wissenschaftler teilnahmen, der Öffentlichkeit vorgestellt werden.

Seitdem konzentrieren sich die Arbeiten der Teilchenphysiker auf

- eine weitere Ausarbeitung des Physik-Programms von TESLA, besonders in Bereichen, die im TDR noch nicht ausreichend behandelt werden konnten,
- die Organisation konkreter Detektorentwicklungsprojekte, um die in den Vorarbeiten zum TDR aufgeworfenen technischen Fragen zu beantworten,
- und Planungen zu der Wechselwirkungszone und der experimentellen Infrastruktur.

ECFA, das European Committee for Future Accelerators, verlängerte das Mandat der ECFA/DESY Studie um zwei weitere Jahre mit dem Auftrag, die Studien zum physikalischen Potenzial eines Linear-Colliders mit einer Energie zwischen 90 und 800 GeV weiter auszuarbeiten. Die Gruppe FLC spielt weiterhin in dieser Studie eine zentrale Rolle.

### Theorie der Elementarteilchen

In enger Zusammenarbeit mit Mitarbeitern des II. Instituts für Theoretische Physik der Universität Hamburg und zahlreichen Gästen hat sich die DESY-Theoriegruppe auf folgende Themen konzentriert: Quantenchromodynamik (QCD), Flavour-Physik der schweren Quarks und Neutrinos, Higgs-Mechanismus, Gravitation, Zusammenhang von Teilchenphysik und Kosmologie, Stringtheorie, Gittereichtheorie und Ma-

thematische Physik. Ebenso war die Gruppe zentral an der Ausarbeitung des TESLA TDR beteiligt.

### Entwicklung massiv paralleler Rechner für die Gittereichtheorie

Zur Lösung von Problemen der theoretischen Teilchenphysik im Rahmen der Gittereichtheorie werden Spezialrechner mit außerordentlicher Rechenleistung benötigt. Im Berichtsjahr wurde die Installation der APEmille Rechner, die seit 1996 gemeinsam mit dem INFN (Italien) entwickelt werden, in Zeuthen abgeschlossen. Somit stehen der Gittereichtheorie-Community seit Sommer 2001 im Rahmen des NIC (John von Neumann Institut für Computing) 650 GFlops an Rechenleistung zur Verfügung. Allerdings kann damit nur etwa ein Drittel des in Deutschland vorhandenen Bedarfs gedeckt werden.

Um auch in Zukunft den wachsenden Bedarf an Rechenzeit befriedigen zu können, wird seit 2000 zusammen mit INFN und Orsay (Frankreich) der Nachfolgerechner apeNEXT entwickelt. Ziel ist es, bis etwa Ende 2002 einen Prototyp mit einer Rechenleistung von 500 GFlops bei Serienproduktionskosten von 1 MFlop/0.5 Euro zu entwickeln. Auf dieser Basis ließe sich eine Installation von mehreren TFlops in den Jahren 2003/04 in Zeuthen realisieren.

### HASYLAB

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

Im Rahmen eines wissenschaftlichen Kolloquiums im März 2001 bei DESY wurden die wissenschaftlichen Perspektiven und die technische Realisierung von

TESLA vorgestellt, wie sie auch im Technical Design Report nachzulesen sind. Das Treffen mit mehr als 1000 Teilnehmern, 40% davon aus dem Ausland, hat durch die neuen Forschungsmöglichkeiten, die durch den Linearbeschleuniger und das X-Ray Free Electron Laser (X-FEL) Labor in Reichweite kommen, eine ungewöhnliche Aufregung hervorgerufen.

Am Freie-Elektronen Laser der TESLA Test Facility (TTF) wurde die Sättigung des SASE Prozesses am 10. September 2001 bei 98 nm erreicht. Dies ist die kürzeste Wellenlänge, die bisher von einem Freie-Elektronen Laser erreicht wurde. Die Pulsleistung von 1 GW wurde erreicht bei einer Pulslänge von 30–100 fs, die gemessene Pulsbrillanz von  $10^{28}$  Photonen/(sec · mrad<sup>2</sup> · mm<sup>2</sup> · 0.1% Bandbreite) ist tatsächlich um neun Größenordnungen größer als der Wert, der heutzutage an den besten Synchrotronstrahlungsquellen der dritten Generation in diesem Wellenlängenbereich erreicht werden kann. Die mittlere Leistung betrug ungefähr 5 mW, die mittlere Brillanz  $10^{17}$  Photonen/(sec · mrad<sup>2</sup> · mm<sup>2</sup> · 0.1% Bandbreite). Die Strahlung wurde sorgfältig charakterisiert und alle Ergebnisse stimmen sehr gut mit der Theorie überein. Dieser Erfolg wird weltweit als ein Durchbruch auf dem Weg zum 0.1 nm Röntgenlaser gesehen.

Bereits wenige Wochen nach dem Erreichen der Sättigung am TTF FEL wurden erste Ablationsexperimente erfolgreich durchgeführt. Die gemessene Schwelle für die Schädigung von Spiegelmaterialien bei der Festlegung der Beamlines und der optischen Komponenten für die VUV FEL Nutzereinrichtung, die im Jahr 2004 verfügbar sein wird, ist höher als angenommen wurde. In einem weiteren Experiment wurde die Coulomb-Explosion an freien Xenon-Clustern untersucht. Dabei konnte die FEL-Strahlung auf einen Strahldurchmesser von 20 µm am Probenort fokussiert werden, so dass  $10^{15}$  Photonen in Lichtblitzen von etwa 50 Femtosekunden zur Verfügung stehen.

## Elektronik-Entwicklung

Die Gruppen „Elektronik Entwicklung“ (FE) mit besonderer Expertise auf den Gebieten digitale Datenverarbeitung (FEA), analoge Signalverarbeitung (FEB), Opto- und Mikroelektronik (FEC), spezielle Softwareentwicklungen (FEE) sowie die Service-Gruppe (FEPOS) haben wesentlich dazu beigetragen, dass

die Umbauarbeiten von HERA und der HERA-Experimente rechtzeitig und erfolgreich abgeschlossen werden konnten. Besonders hervorzuheben sind die Beiträge zum ZEUS Luminositätsmonitor, ein universeller Timing Modul für das H1-Experiment sowie ein Transientenrekorder und ein Alarmsystem für den HERA Elektronenring. Gemeinsam mit der Gruppe FDET wurde an der Automatisierung der longitudinalen Emittanz-Messung bei TTF (TESLA Test Facility) gearbeitet. Für HASYLAB wurden das Datennahmesystem und die Datenverarbeitungselektronik des Silizium-Driftdetektorsystems im Berichtsjahr fertig gestellt.

## Bibliothek und Dokumentation

Die Gruppe „Bibliothek und Dokumentation“ sammelt die von den DESY-Mitarbeitern benötigte Fachliteratur, insbesondere zur Teilchenphysik und Beschleunigertechnik.

Die gesamte Literatur zur Hochenergiephysik wird in enger Zusammenarbeit zwischen den Bibliotheken des Stanford Linear Accelerator Center SLAC und DESY dokumentarisch bearbeitet und in der Literaturdatenbank HEP (High Energy Physics), die Dokumente ab Anfang der siebziger Jahre enthält, bereitgestellt. Sie wird täglich aktualisiert und ist im World Wide Web (WWW) zugänglich.

Die Gruppe verwaltet auch das Berichts- und Veröffentlichungswesen von DESY und nimmt die Aufgaben des „Verlags Deutsches Elektronen-Synchrotron“ wahr.

## Presse und Öffentlichkeitsarbeit

Der Dialog mit der Öffentlichkeit ist eine Herausforderung, die von DESY gern und mit großem Einsatz angenommen wird. Die Abteilung „Presse- und Öffentlichkeitsarbeit“ (PR) erfüllt hier die Funktion einer „Schnittstelle“ und sorgt für den erforderlichen Informationsfluss. In zunehmendem Maße gewinnt hierbei die Kommunikation des TESLA-Projekts an Bedeutung und fordert verstärkten Einsatz. Ein zentrales Ereignis zu TESLA im Berichtsjahr war die Veröffentlichung des „Technical Design Reports“ am 23. März im Rahmen eines zweitägigen Kolloquiums „Scientific Perspectives and Technical Realisation of TESLA“, für

das ein aufwendiges Presse- und Informationsangebot erstellt wurde.

Neben solchen Schwerpunkt-Projekten pflegt die PR-Gruppe ein aktuelles und vielfältiges Spektrum an Informationsangeboten und Kommunikationsmaßnahmen. Dazu gehören die Herausgabe von Informationsschriften für einen breiten Leser- und Interessentenkreis sowie der weit gefächerte Kontakt zu den Medien, der steigende Bedeutung im Tagesgeschäft erhält. Des Weiteren gehören die regelmäßige Durchführung von Besichtigungen zur PR-Arbeit (2001 kamen über 9000 Besucherinnen und Besucher in 394 Einzelgruppen zu DESY, davon 230 Schülergruppen und 60 Studenten-

gruppen), ebenso die Präsentation DESYs auf Messen und Ausstellungen. Dazu gehört auch, ständig für allgemeine, von außen an DESY herangetragene Anfragen ansprechbar zu sein sowie die bei DESY arbeitenden Menschen über Neues aus den verschiedenen Bereichen des Zentrums zu informieren.

Im September 2001 wurde von Hamburgs Schulsenatorin Ute Pape im Rahmen des Programms [physik.begreifen@desy.de](mailto:physik.begreifen@desy.de) ein neuer Experimentierbereich für Schulklassen zum Thema Radioaktivität am DESY Gelände eingeweiht. Im Berichtsjahr nutzten etwa 1650 Schülerinnen und Schüler das Experimentierangebot von [physik.begreifen@desy.de](mailto:physik.begreifen@desy.de).





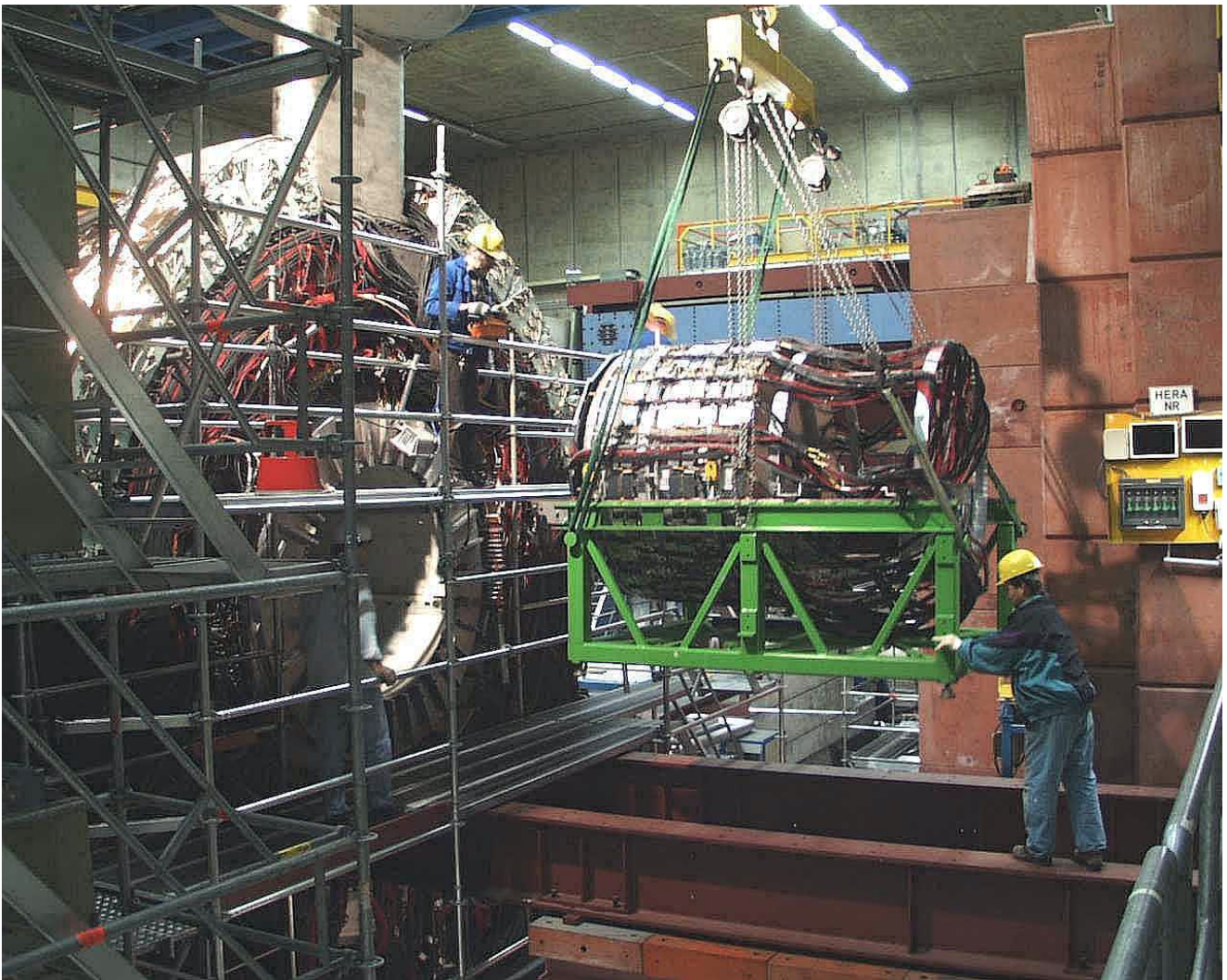


Abbildung 2: Die neuen Vorwärtsspurkammern vor dem Einbau in den H1-Detektor.

# H1-Experiment

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

**Sprecher:** E. Elsen, DESY

Nach dem Ende der erfolgreichen Datennahme der HERA I Phase im Jahr 2000 konzentrierten sich die Aktivitäten der H1-Kollaboration auf die Analyse dieser Daten und den Abschluss der umfangreichen Erweiterungsarbeiten am Detektor (Abb. 2).

Im Berichtsjahr 2001 hat die H1-Kollaboration 11 wissenschaftliche Arbeiten mit folgenden Schwerpunkten publiziert:

Die Beobachtung, dass die in inklusiver tiefunelastischer Elektron-Proton Streuung (DIS) gemessene Strukturfunktion des Protons zu kleinen relativen Impulsanteilen  $x$  der Quarks im Proton stark anwächst, stellt ein Hauptresultat der HERA I Phase dar. Eine detaillierte Analyse der jetzt hochpräzisen Daten ergibt, dass sich dieser Anstieg selbst zu den kleinsten Werten von  $x$  fortsetzt.

Ein Schwerpunkt der Physikanalysen lag im Vergleich der Messungen mit Vorhersagen der Quantenchromodynamik (QCD), der Theorie der starken Wechselwirkung. Die Wirkungsquerschnitte für die Produktion von Teilchenjets können sehr zufriedenstellend durch QCD-Rechnungen beschrieben werden, falls diese in nächstführender Ordnung der starken Kopplungskonstante  $\alpha_s$  durchgeführt werden. Der Wirkungsquerschnitt für die Produktion von Charm-Quarks ist direkt empfindlich auf die Gluonen im Proton. Es zeigt sich, dass die aus inklusiven DIS-Messungen gewonnene Informa-

tion über die Gluondichte im Rahmen der QCD-Rechnungen einen Charm-Anteil an der Proton-Strukturfunktion vorhersagt, der sehr gut mit den direkten Messungen übereinstimmt.

Eine Klasse von Ereignissen, bei denen das Proton bei der Streuung unversehrt bleibt, findet besonderes Interesse bei HERA. Neue Daten, die einen großen Bereich in der Energie des gestreuten Protons überstreichen, ergaben genauere Aufschlüsse über die Mechanismen dieser Streuprozesse. Ereignisse, bei denen neben gestreutem Proton und Elektron nur ein Photon erzeugt wird, erlauben es, Unsicherheiten in der Modellierung des erzeugten Endzustandes auszuschließen.

In mehreren Veröffentlichungen wurde über die Suche nach Physik jenseits des Standardmodells berichtet. Die Suche konzentrierte sich primär auf neue Elementarteilchen wie angeregte Leptonen und Quarks, Leptoquarks und supersymmetrische Teilchen. Die große akkumulierte Luminosität ergab bei Verfügbarkeit von sowohl  $e^-p$  als auch  $e^+p$  Streudaten wesentlich höhere Sensitivitäten als vorhergehende Messungen bei HERA. Es wurden keine Anzeichen für die Existenz solcher Teilchen in dem bei HERA zugänglichen Massenbereich gefunden. Es konnten Obergrenzen für Produktionsraten abgeleitet werden, die, verglichen mit den an anderen Beschleunigern wie LEP und TEVATRON gewonnenen Grenzen, oft einschränkender sind.

## Der H1-Detektor für HERA II

Die geplanten Ausbauarbeiten am H1-Detektor sind in der ersten Jahreshälfte durchgeführt worden, so dass die Eisenschalen des Magneten Mitte Juli 2001 nach ausführlichen Tests der beiden neuen supraleitenden Strahlführungsmagnete innerhalb des Detektors geschlossen werden konnten.

Alle zentralen Detektorkomponenten sind anschließend mit Teilchen der kosmischen Höhenstrahlung erfolgreich getestet worden. Dabei lieferte auch die neue zentrale innere Vieldrahtproportionalkammer CIP erste Triggersignale.

Anfang Oktober konnten mit dem neuen Luminositätsmonitor die Bremsstrahlungs-Photonen der ersten Kollisionen bei HERA II beobachtet werden. Die Kalibrierung des Detektors und die Echtzeitprogrammierung sind seitdem weit fortgeschritten, so dass ab Anfang 2002 die Luminosität von HERA mit Präzision gemessen werden kann.

Bei den ersten Versuchen, den zentralen Detektor im Strahlbetrieb einzuschalten, wurde selbst bei relativ kleinen Strahlströmen ein hoher Strahlungsuntergrund beobachtet. Es wurden intensive Studien zur Optimierung der Strahlage durchgeführt, die noch nicht abgeschlossen sind. Für höhere Strahlströme muss der Untergrund noch reduziert werden. Dazu werden Anfang 2002 zusätzliche Kollimatoren gegen Synchrotronstrahlung installiert. Der protoninduzierte Untergrund wird sich im Laufe der Zeit durch Verringerung der Restgaskonzentration reduzieren.

Als weitere neue Detektorkomponente hat der schnelle Spurtrigger FTT im Herbst 2001 mit dem erfolgreichen Test eines Prototyps auch den dritten Meilenstein passiert und befindet sich jetzt in der Serienproduktion. Er soll im Sommer 2002 in Betrieb genommen werden.

Für die in den Jahren 1996 bis 2000 aufgenommenen Daten wurde die Kalibrierung und relative Orientierung der zentralen Spurdetektoren (Driftkammern in  $r\phi$  und  $z$  und ab 1997 ein Siliziumstreifendetektor) neu bestimmt. Dabei kam ein neuartiges Verfahren der linearen Ausgleichsrechnung zur Anwendung, das die Berechnung von mehreren hundert Kalibrationsparametern aus Anpassungen an einige zehntausend Spuren ermöglicht. Anschließend wurden alle Daten innerhalb

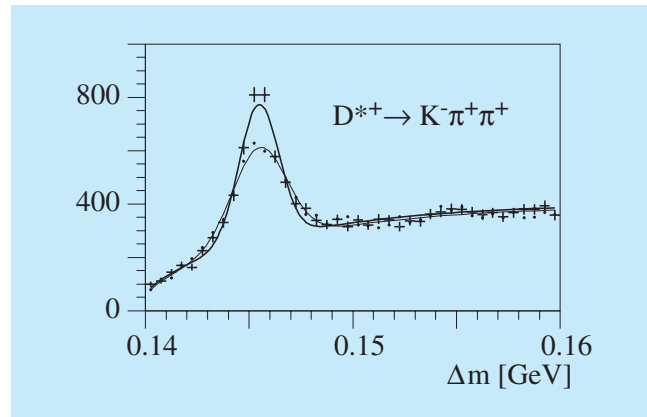


Abbildung 3: Massendifferenz  $\Delta m = m(K^- \pi^+ \pi_{\text{slow}}^+) - m(K^- \pi^+)$  bei der Suche nach  $D^*$ -Kandidaten. Die neue Kalibration der zentralen Spurdetektoren (Kreuze und dicke Linie) verbessert die Massenauflösung um 25% relativ zur früheren Kalibration (Punkte und dünne Linie).

weniger Wochen mit diesen Konstanten auf einer Multi-processorfarm von Linux PCs analysiert. Als Beispiel für die verbesserte Messgenauigkeit ist die Massendifferenz  $\Delta m = m_{K^- \pi^+ \pi_{\text{slow}}^+} - m_{K^- \pi^+}$  in der Zerfallskette  $D^{*+} \rightarrow D^0 \pi_{\text{slow}}^+$  und  $D^0 \rightarrow K^- \pi^+$  in Abbildung 3 dargestellt.

HERA II wird erstmals auch für die Experimente H1 und ZEUS longitudinal polarisierte Elektronenstrahlen zur Verfügung stellen. Da einige  $e p$  Wirkungsquerschnitte ganz empfindlich von der Polarisation abhängen, muss deren Wert für jedes einzelne Strahlpaket und zu jedem Zeitpunkt mit großer Präzision gemessen werden. Dazu soll im Jahr 2002 das jetzt im Bereich des HERMES Experiments aufgebaute Polarimeter um ein neues Instrument ergänzt werden. Dabei nutzt man aus, dass die Energie eines am Elektronenstrahl gestreuten, zirkular polarisierten Photons von der longitudinalen Polarisation des Strahls abhängt. Dieses Gerät erzielt die nötige Intensität des Photonenstrahls mit einem Trick: der Laserstrahl wird einfach zwischen den Spiegeln einer Kavität (Abb. 4) mehrere zehntausendmal hin- und hergeworfen. Die Arbeiten an der Vorbereitung dieses Interferometers, das hohe Anforderungen an die mechanische Stabilität stellt, sind im Labor in Orsay intensiv vorangetrieben worden: der Testaufbau des Interferometers konnte erfolgreich betrieben werden.



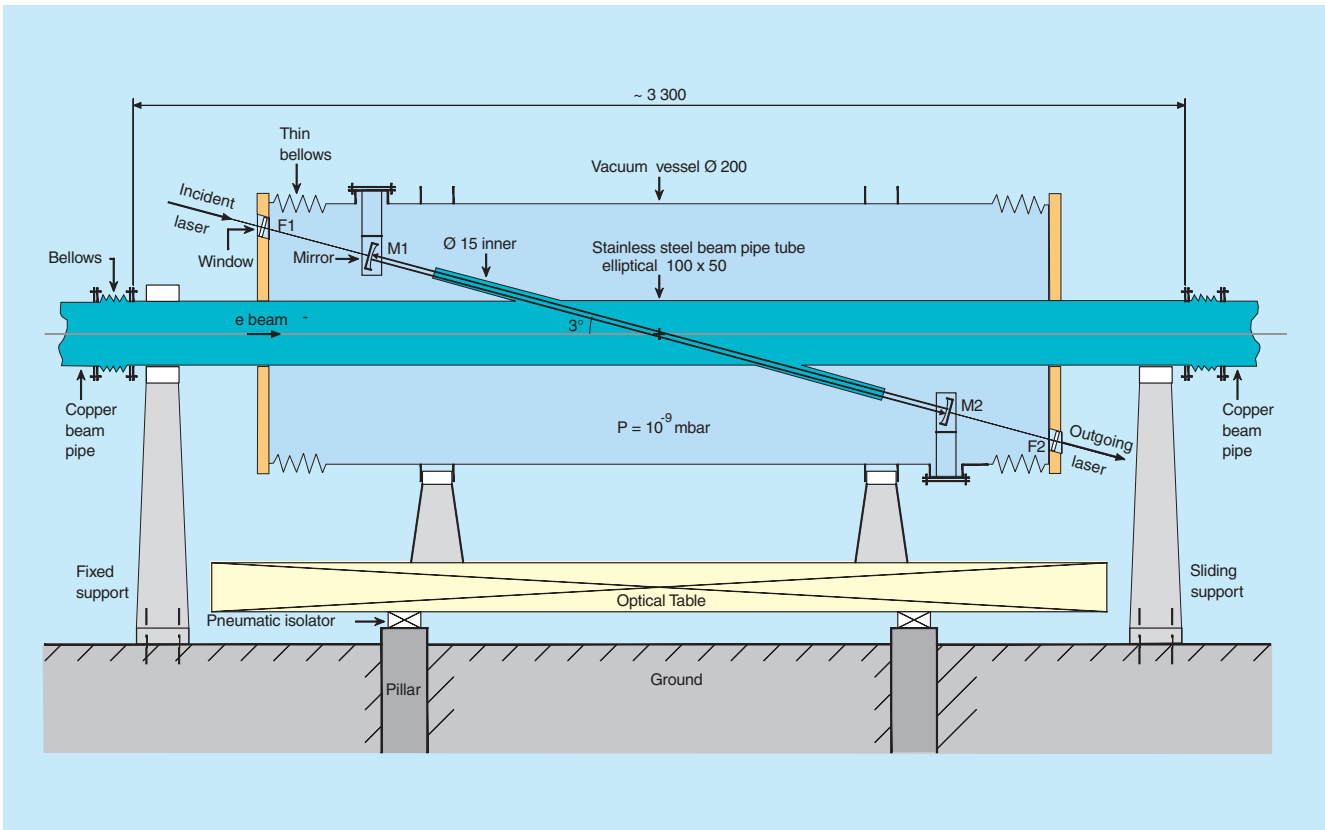


Abbildung 4: Der Aufbau des geplanten Polarimeters zum Nachweis der longitudinalen Polarisation. Ein zirkular polarisierter Laserstrahl wird quasi zwischen den Spiegeln des Interferometers gespeichert und so die Intensität des Strahls um mehrere Größenordnungen erhöht. Im Mittel streuen mehrere Photonen an jedem einzelnen Paket des Elektronenstrahls, so dass aus der Energie-Asymmetrie der gestreuten Photonen im entfernten Kalorimeter die longitudinale Polarisation mit einer Präzision von besser als 1% pro Paket bestimmt werden kann. Die Spiegel sind in einem Vakuumtank untergebracht, der über eine optische Bank aktiv von den Bodenbewegungen im HERA-Tunnel entkoppelt wird.

## Physikalische Ergebnisse

### Der Anstieg der Strukturfunktion $F_2$

Das Verhalten der Proton-Strukturfunktion  $F_2$  bei höchsten Energien ist eine der wichtigen offenen Fragen der Quantenchromodynamik (QCD). Die H1-Kollaboration hatte im Jahr 2000 über Messungen der Strukturfunktion  $F_2$  berichtet. Dabei wurden in der tiefunelastischen inklusiven Elektron-Proton-Streuung Ereignisse bei großen Photon-Virtualitäten  $Q^2$  registriert. Es gelang, den bei HERA schon in früheren Jah-

ren entdeckten Anstieg der Proton-Strukturfunktion  $F_2$  mit zuvor unerreichter Genauigkeit zu vermessen. Dieser Anstieg zu kleinen Werten der Bjorken-Variablen  $x$  (relativer Quarkimpuls im Proton) wird in der QCD als Zunahme der Dichte der bei diesen Stößen wirksamen Quarks und Gluonen im Proton interpretiert.

In den letzten Jahren wurde die Frage stark diskutiert, ob sich dieser zu kleinen  $x$  hin beobachtete Anstieg unvermindert fortsetzt, oder ob schon bei den gegenwärtigen Energien Sättigungseffekte beobachtet werden, wie sie für hohe Gluondichten theoretisch vorausgesagt wurden.

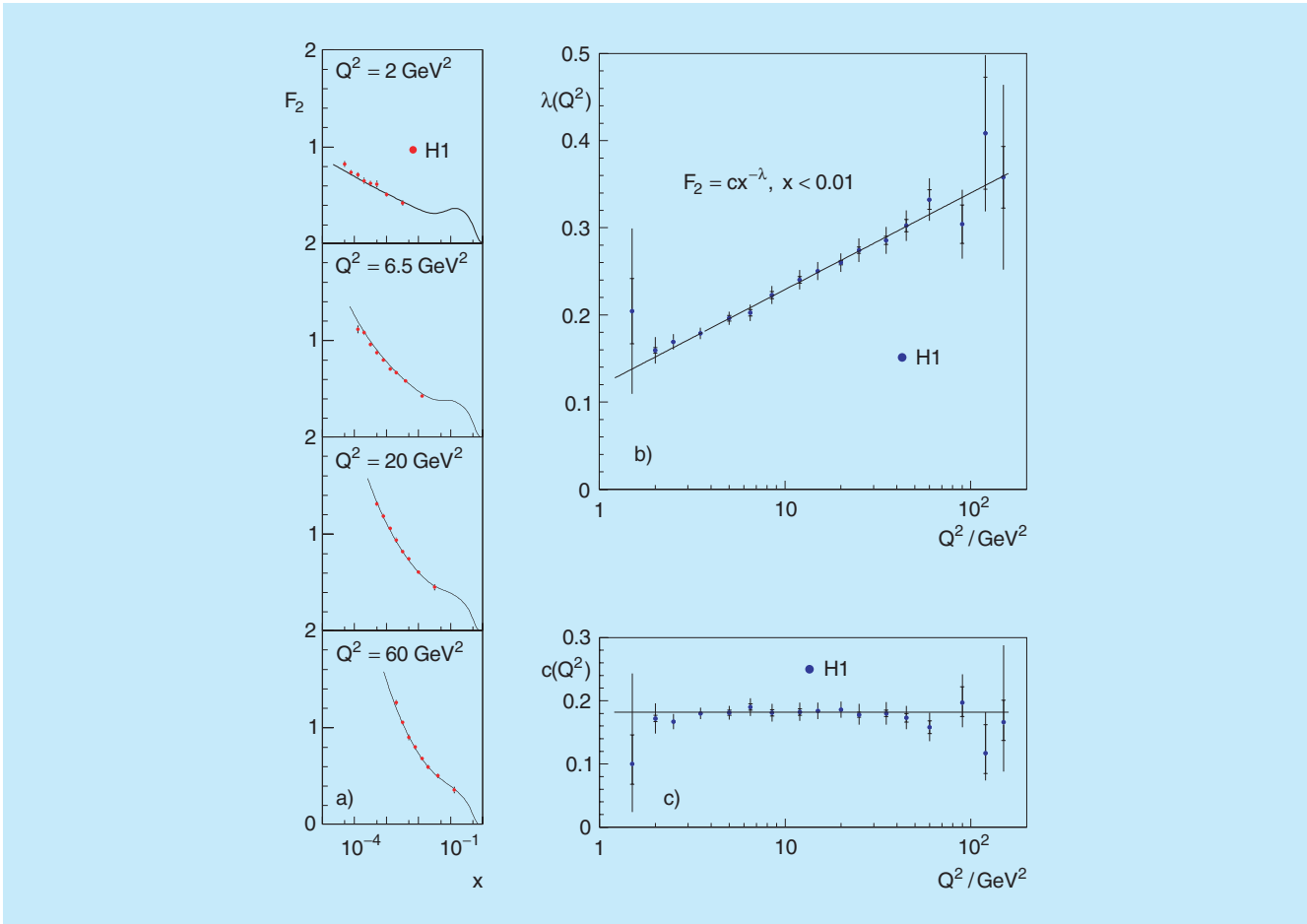


Abbildung 5: Anstieg der Proton-Strukturfunktion  $F_2$  zu kleinen  $x$ . a) Beispiele für  $F_2(x)$  bei verschiedenen  $Q^2$  im Vergleich mit den Ergebnissen einer QCD-Analyse. b) und c) Resultierende  $\lambda$  und  $c$  aus Anpassungen der Form  $F_2 = c x^{-\lambda}$  an die  $F_2$ -Daten mit  $x < 0.01$  für verschiedene  $Q^2$ . Die Geraden stellen das Ergebnis einer linearen Anpassung an die  $\lambda$ -Resultate und das mittlere  $c$  dar.

Die H1-Kollaboration hat deshalb die im Jahre 2000 vorgelegten Daten einer Prüfung speziell unter diesem Aspekt unterzogen. Es zeigte sich, dass die logarithmische Steigung von  $F_2$  bei festem  $Q^2$

$$\lambda = -(\partial \ln F_2 / \partial \ln x)_{Q^2}$$

im untersuchten  $Q^2$  Bereich von etwa 2 bis 150  $\text{GeV}^2$  bei kleinen Werten von  $x$  ( $x < 0.01$ ) im Rahmen der Messgenauigkeit unabhängig von  $x$  ist. Dies bedeutet, dass die Messungen mit dem einfachen Verhalten

$$F_2 = c(Q^2)x^{-\lambda(Q^2)}$$

verträglich sind.

Der Anstieg der Strukturfunktion zu kleinen  $x$  nimmt mit  $Q^2$  zu, wie die Beispiele für verschiedene  $Q^2$  in Abbildung 5a) zeigen. Anpassungen von  $c(Q^2)$  und  $\lambda(Q^2)$  an die  $F_2$ -Ergebnisse für  $x < 0.01$  ergeben, dass die Strukturfunktion durch  $\lambda(Q^2) = a \cdot \ln[Q^2/\Lambda^2]$  ( $a = 0.0481$ ,  $\Lambda = 292 \text{ MeV}$ ) und mit konstantem  $c = 0.18$  beschrieben werden kann (Abb. 5b) und c)).

Die Strukturfunktion lässt sich also im untersuchten tiefunelastischen Bereich durch ein Potenzverhalten sehr einfach darstellen. Eine Änderung des fraktalen Verhaltens im Bereich der höchsten Quark-Gluondichten wird nicht beobachtet.

## Produktion von Teilchenjets

Während die Quantenchromodynamik inklusive tief-unelastische Streuprozesse ( $ep \rightarrow eX$ ) mit einiger Präzision beschreibt, sind Berechnungen für detailliertere Studien des hadronischen Endzustandes mit größeren Unsicherheiten behaftet. Theoretische Wirkungsquerschnitte werden über Störungsrechnungen, das heißt Entwicklungen in Potenzen der starken Kopplungskonstante  $\alpha_s$ , berechnet. Das notwendige Abbrechen der Störungsreihe kann zu beträchtlichen Unsicherheiten (Skalenunsicherheit) in der Vorhersage führen. Zum Beispiel sind für die 2-Jet Produktion in DIS Berechnungen nur in nächstführender Ordnung (NLO) verfügbar, das heißt in der zweiten Ordnung von  $\alpha_s$  ( $O(\alpha_s^2)$ ). Diese Rechnungen waren benutzt worden, um die Gluondichte im Proton und den Wert von  $\alpha_s$  zu ermitteln. Die Präzision, mit der insbesondere  $\alpha_s$  bestimmt werden konnte, war begrenzt durch die Kenntnis der Protonstruktur und durch die Skalenunsicherheit.

Im Berichtsjahr waren jedoch zum ersten Mal QCD-Rechnungen für die 3-Jetproduktion in nächstführender Ordnung ( $O(\alpha_s^3)$ ) verfügbar. In Abbildung 6 sind diese Rechnungen mit der ersten Messung des 3-Jet Wirkungsquerschnittes in DIS verglichen. Die H1 Daten, gezeigt als Verhältnis der 3-Jet zur 2-Jet Rate, sind sehr gut durch die  $O(\alpha_s^3)$ -Rechnung beschrieben, während Rechnungen in führender Ordnung  $O(\alpha_s^2)$  sehr deutliche Abweichungen zeigen. Dies ist der erste – und erfolgreiche – quantitative Test von QCD-Rechnungen der Ordnung  $O(\alpha_s^3)$  in hadronischen Kollisionen. Die Fehler der H1 Datenpunkte sind vorwiegend statistischer Natur und können deshalb verkleinert werden, wenn mehr Daten zur Verfügung stehen. Dies eröffnet die Möglichkeit einer sehr präzisen Messung der fundamentalen Naturkonstante  $\alpha_s$ , wie man in Abbildung 6 am Vergleich der jetzigen Messfehler mit dem dunklen Band, das eine Variation von  $\alpha_s$  um etwa 5% darstellt, sieht.

In einer weiteren Analyse wurde die Produktion von Jets bei sehr kleinen Virtualitäten  $Q^2$  des ausgetauschten Photons (Photoproduktion) untersucht. In diesem Bereich erwartet man, dass das Photon erst in ein partonisches System aus Quarks und Gluonen fluktuieren kann, bevor der harte Streuprozess der Jet-Produktion stattfindet. Diese Fluktuation kann im Gegensatz zum

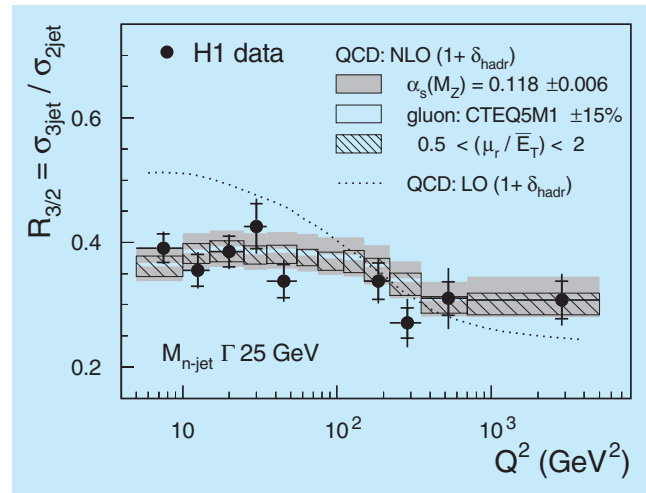


Abbildung 6: Verhältnis  $R_{3/2}$  des 3-Jet zu 2-Jet Wirkungsquerschnittes in tiefunelastischer  $ep$ -Streuung als Funktion der Virtualität  $Q^2$  im Vergleich zu QCD-Rechnungen in führender (LO) und nächstführender (NLO) Ordnung. Die Bänder beschreiben theoretische Unsicherheiten der Berechnungen.

harten Streuprozess nicht störungstheoretisch berechnet werden, sondern muss durch die Einführung von Partondichten im Photon parametrisiert werden. Abbildung 7 zeigt den 2-Jet Wirkungsquerschnitt bei  $Q^2 \approx 0$  für verschiedene Regionen der relativen Impulsbruchteile  $x_p$  ( $x_\gamma$ ) der Partonen aus dem Proton (Photon), die die harte Produktion der zwei Jets bewirken. Auch in diesem schwierigen Fall ist die QCD-Rechnung in der Lage, die Messungen zu beschreiben, obwohl die Partondichte im Photon aus einem ganz anderen Prozess, nämlich der Reaktion  $\gamma^*\gamma \rightarrow X$  bei LEP bestimmt wurde. Wie Abbildung 7 zeigt, erstreckt sich die Messung auch auf hohe Werte von  $x_p$  und eignet sich somit für eine Bestimmung der Protonstruktur in diesem  $x_p$ -Bereich, der sonst nur durch inklusive DIS-Messungen oder durch Messungen der Jet-Wirkungsquerschnitte am Tevatron  $p\bar{p}$ -Collider zugänglich ist.

## Prozesse mit unversehrten Protonen

Von besonderem Interesse unter den  $e p$ -Streuprozessen sind solche, aus denen das Proton unversehrt hervorgeht. Diese Reaktionen stellen einen beträchtlichen



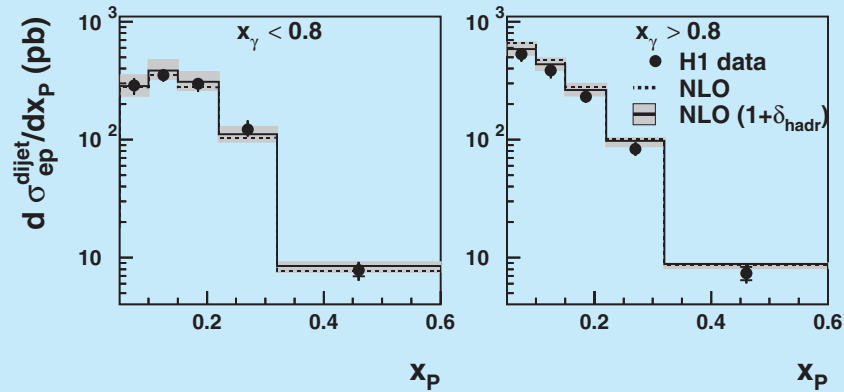


Abbildung 7: Wirkungsquerschnitte für 2-Jet Photoproduktion als Funktion des relativen Partonimpulses  $x_p$  im Proton für zwei Bereiche des relativen Partonimpulses  $x_\gamma$  im Photon. Die Daten sind mit QCD-Rechnungen in nächstführender Ordnung (NLO) verglichen.

Anteil des totalen Wirkungsquerschnitts dar. Wenn der Energieverlust des Protons gering ist, spricht man in Analogie zur Optik von „diffraktiven“ Ereignissen („Pomeron-Austausch“, P). Werden jedoch Quanten-

zahlen, Impuls und Drehimpuls übertragen, so spricht man im Rahmen der Regge-Phänomenologie vom Austausch von „Reggeonen“, die Pionen ( $\pi$ ) und weitere Mesonen (R) umfassen.

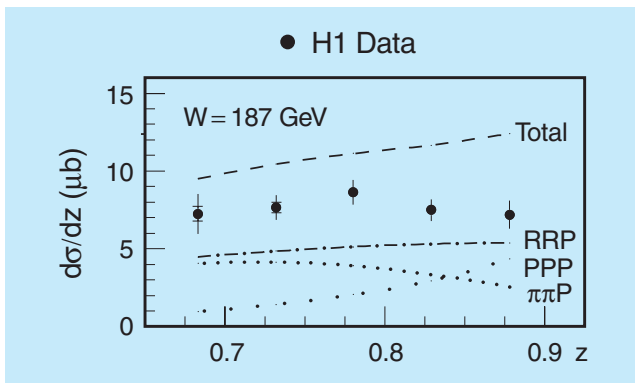


Abbildung 8: Der Wirkungsquerschnitt für den Prozess  $\gamma p \rightarrow pX$ , in dem das unversehrte Proton mit Energie  $E'_p = zE_p$  explizit nachgewiesen wird. Bei einer festen Schwerpunktsenergie  $W = 187\text{GeV}$  ist der Querschnitt verglichen mit der Erwartung (Total), die man mit weitergehenden Annahmen aus Hadron-Hadron-Stößen ableiten kann. Zum Tragen kommen dabei Einzelbeiträge von Austauscheteilchen (R,P und  $\pi$ ), die getrennt angegeben sind. Angesichts der Normierungsunsicherheiten eines solchen Vergleichs ist die Beschreibung befriedigend.

Nach früheren Messungen im Bereich geringen Energieverlustes des Protons wurde beim H1-Experiment jetzt der Photoproduktionsprozess für großen Energieverlust untersucht. Es zeigt sich, dass der Wirkungsquerschnitt dabei unabhängig von der Energie des ausgehenden Protons ist (Abb. 8). Dies ist überraschend, denn aus ähnlichen Untersuchungen in pp-Stößen weiß man, dass der Wirkungsquerschnitt sich aus einer komplexen Mischung von Reggeonen und Pomeronen zusammensetzt (Linien in Abb. 8). Offenbar ist in diesem Bild die Variation dieser Zusammensetzung bei HERA gerade so, dass sich insgesamt ein nahezu energieunabhängiger Streuquerschnitt ergibt.

Für hohe Photon-Virtualitäten  $Q^2$  ist die laterale Ausdehnung des Photons  $\gamma^*$  begrenzt und in der Regel kleiner als die des Protons. In diesen Fällen sollte das anschauliche Bild der Diffraktion, in dem Photon und Proton als Ganzes beitragen, nicht mehr gültig sein, da die relevanten Abmessungen zu unterschiedlich sind. Trotzdem beobachtet man auch in diesem Fall unversehrte Protonen im Vorwärtsdetektor. Der Anteil dieser Prozesse scheint sogar zu steigen, wenn die transversale

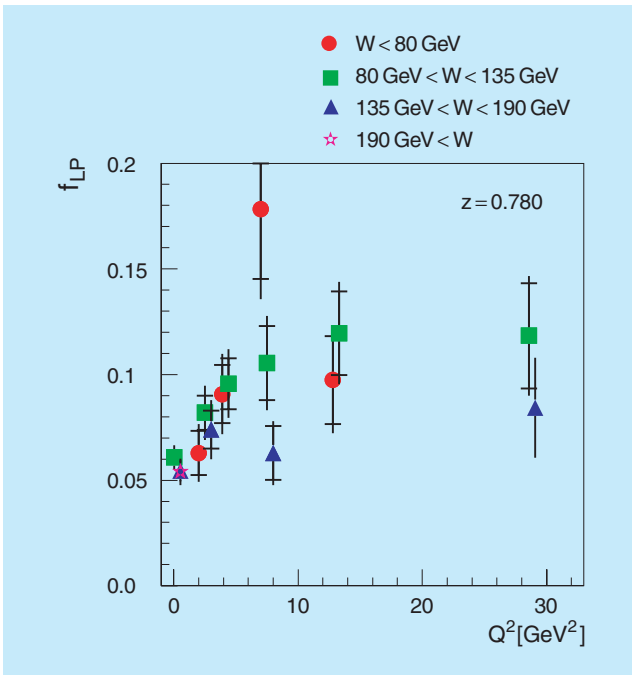


Abbildung 9: Der Anteil der Prozesse mit unversehrten Protonen  $f_{LP}$  am Gesamtwirkungsquerschnitt als Funktion der Virtualität des Photons  $Q^2$  für einen festen Wert der relativen Energie des auslaufenden Protons  $z$ . Die Datenpunkte beziehen sich auf die angegebenen Schwerpunktsenergien  $W$ .

Dimension des virtuellen Photons abnimmt (je größer  $Q^2$  umso kleiner die Abmessungen) (Abb. 9). Das Bild, in dem Reggeonen und Pomeronen aus dem Proton an das Photon koppeln, hätte ein konstantes Verhältnis erwarten lassen.

Ein besonders einfacher Prozess mit unversehrten Protonen ist die Erzeugung eines Photons ( $\gamma^*p \rightarrow \gamma p$ ). Wenn das Photon vom Positron im Ladungsfeld des Protons abgestrahlt wird, spricht man von „Bethe-Heitler“-Prozessen, die im Rahmen der Quantenelektrodynamik (QED) wohlverstanden sind. Darüber hinaus kann ein Photon auch durch Wechselwirkung mit den Quarks des Protons erzeugt werden. Man spricht in diesem Fall von „tiefunelastischer Compton Streuung“ (DVCS). Dieser Anteil am gesamten Wirkungsquerschnitt wurde erstmalig experimentell bestimmt (Abb. 10). Man macht sich dabei zunutze, dass die Polarwinkelverteilung von auslaufendem Elektron und Photon in beiden Prozessen unterschiedlich ist und

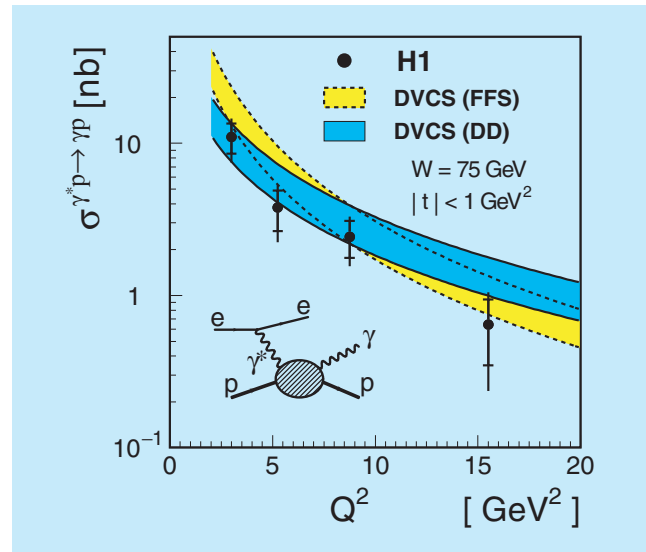


Abbildung 10: Der DVCS-Beitrag zum Wirkungsquerschnitt  $\gamma^*p \rightarrow \gamma p$  als Funktion von  $Q^2$ . Der Impulsübertrag auf das Proton ist in der Messung auf Werte  $|t| < 1 \text{ GeV}^2$  beschränkt. Die Daten sind mit QCD inspirierten Modellrechnungen (FFS und DD) verglichen.

der Überschuss aus der Differenzmessung abgeleitet werden kann. Es gibt erste Ansätze, dieses Verhalten im Rahmen der QCD-Störungsrechnung zu verstehen: wenn das auslaufende Proton unversehrt bleibt, müssen mindestens zwei Gluonen mit unterschiedlichen Impulsanteilen an der Reaktion beteiligt sein. Die Häufigkeitsverteilung der Gluonen, oder genauer die korrelierten Impulsanteile, sind von größtem Interesse. Eine genaue Kenntnis dieser Anteile wird als Schlüssel zum Verständnis für eine Vielzahl weiterer Streuprozesse angesehen, zum Beispiel dann, wenn im Ausgangszustand andere Teilchen exklusiv erzeugt werden. Anders als bei diesen, wo immer ein gebundenes System von Quarks, und deren theoretische Unsicherheit, betrachtet werden muss, gibt es im Fall des Photons solche Komplikationen nicht. Der DVCS Prozess verspricht, weiterhin ein lohnendes Studienobjekt zu bleiben.

## Produktion von Charm-Quarks in DIS

Aus den inklusiven Lepton-Proton Daten von H1 wurde bereits im Vorjahr die Gluonverteilung im

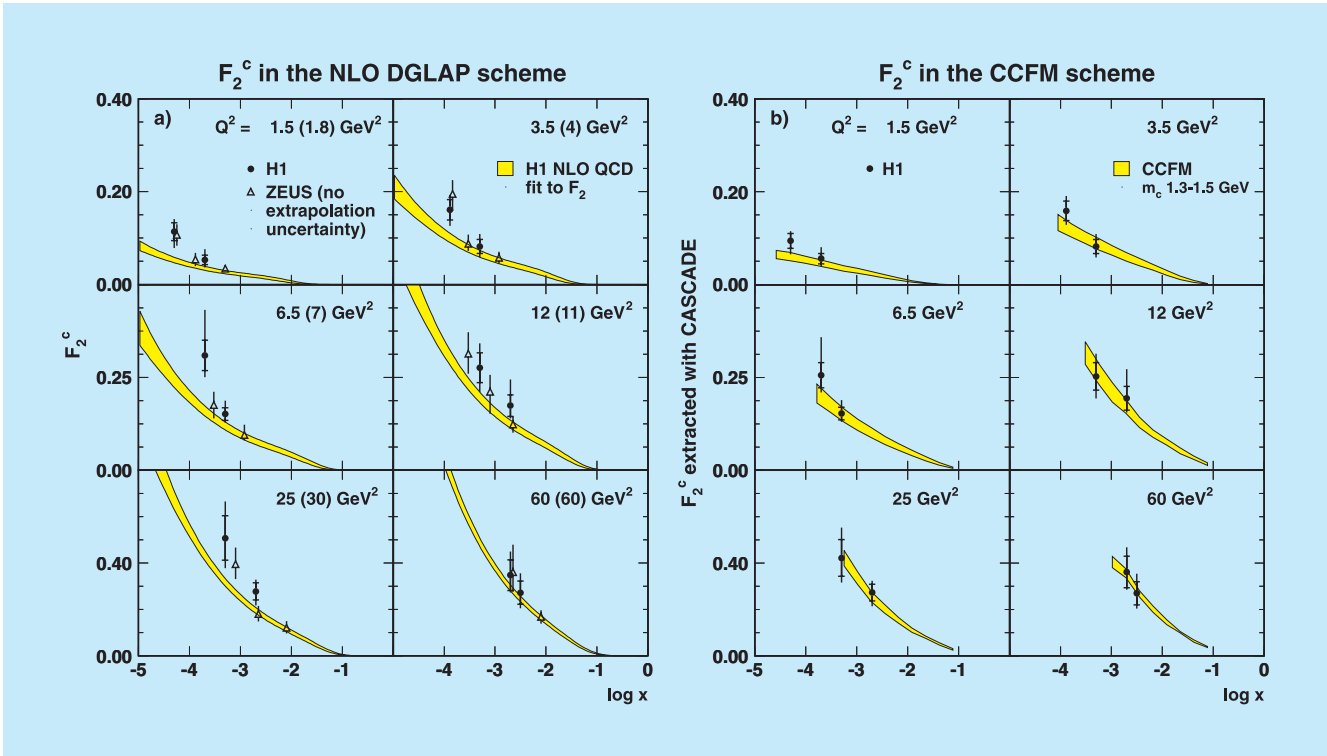


Abbildung 11: Charm-Erzeugung zur Proton-Strukturfunktion: a) H1 und ZEUS Daten, evaluiert im DGLAP-Schema, im Vergleich mit der Vorhersage einer DGLAP Anpassung an die inklusiven  $F_2$  Daten (H1 NLO QCD). b) H1 Daten, evaluiert im CCFM-Schema, im Vergleich mit einer Vorhersage, die auf einer CCFM Anpassung an die inklusiven  $F_2$  Daten basiert.

Proton mit großer Präzision bestimmt. Die Gluonen wirken nur über die starke Wechselwirkung. Die Interpretation der Messergebnisse im Rahmen der QCD-Störungsrechnung basiert auf der Vorstellung, dass sich die Gluonen und der See aus virtuellen Quark-Antiquark-Paaren in einem Gleichgewicht befinden. Wenn dieses Bild richtig ist, so muss neben der Umwandlung der Gluonen in leichte Quark-Antiquark-Paare auch die Umwandlung in schwerere Quark-Antiquark-Paare (hauptsächlich Charm) eine Rolle spielen. Eine sehr direkte Signatur für die Streuung an einem Charm-Quark im Proton ist die Anwesenheit eines Mesons im Endzustand, das ein Charm-Quark enthält.

Es wurden Wirkungsquerschnitte für die Erzeugung von  $D^*$ -Mesonen in einem gegenüber früheren H1-Messungen erweiterten kinematischen Bereich in

$x$  und  $Q^2$  mit erhöhter Statistik gemessen. Daraus wurde der Beitrag  $F_2^c$  zur Strukturfunktion, der aufgrund von Charm-Anticharm-Quarks im Proton zustande kommt, direkt bestimmt. Abbildung 11a) zeigt einen Vergleich der gemessenen Werte mit einer Vorhersage, welche auf einer Gluondichte basiert, die aus einer NLO QCD-Anpassung an die präzisen inklusiven H1-Daten gewonnen wurde. Der hierbei zur Erzeugung der Charm-Quarks angenommene Mechanismus ist die Photon-Gluon-Fusion ( $\gamma^*g \rightarrow c\bar{c}$ ). Die QCD macht keine explizite Vorhersage der  $x$ -Abhängigkeit von Partonverteilungen. Diese müssen daher experimentell aus den inklusiven Daten bestimmt werden. Dagegen erlaubt sie, die  $Q^2$ -Entwicklung einer gegebenen Parton-Startverteilung beim Übergang in einen anderen kinematischen Bereich zu berechnen. Abhängig von den gemachten Vereinfachungen und Annahmen sind aller-

dings verschiedene Entwicklungsschemata entworfen worden.

Ein außerordentlich erfolgreiches Konzept ist die so genannte DGLAP-Entwicklung, mit der alle bisherigen H1-Daten über fast den gesamten kinematisch zugänglichen Bereich sehr gut beschrieben werden können. Sie liegt dem Vergleich in Abbildung 11a) zugrunde. Diese Überprüfung der verschiedenen Reaktionen auf ihre innere Konsistenz im Rahmen der QCD erweist sich als sehr erfolgreich, mit Ausnahme der Messpunkte bei kleinen  $x$ -Werten, wo die Daten deutlich oberhalb der Vorhersage liegen. Das DGLAP-Schema beschreibt zwar, wie sich die Partonverteilung bei einer Variation des räumlichen Auflösungsvermögens  $Q^2$  ändert; es gibt jedoch starke theoretische Gründe für die Annahme, dass im Grenzfall kleiner  $x$ -Werte andere Näherungen besser sind.

Ein vielversprechender Ansatz ist das so genannte CCFM-Schema, da es die Vorteile einer Entwicklung in  $Q^2$  (DGLAP) mit denen einer alternativen Entwicklung in  $1/x$  kombiniert, indem es Interferenzeffekte bei der Abstrahlung von Multigluonen berücksichtigt. Abbildung 11b) zeigt, dass in der Tat die Beschreibung im Rahmen der gegenwärtigen experimentellen Unsicherheiten bei kleinen  $x$ -Werten im CCFM-Schema deutlich besser ist als im DGLAP-Schema.

## Suche nach Physik jenseits des Standardmodells

Die bei HERA erreichbare hohe Energie im Schwerpunktsystem der kollidierenden Teilchen und die große akkumulierte Luminosität erlauben es, mit hoher Sensitivität nach Anzeichen völlig neuer Physik zu suchen. Hierbei ist wichtig, dass neben der Streuung von Positronen an Protonen auch Daten mit Elektronen in den Jahren 1998 und 1999 aufgenommen wurden. Die Kombination beider Datensätze ermöglicht noch detailliertere Suchen nach Physik jenseits des so genannten Standardmodells.

Zwei Publikationen berichten über die Suche nach Teilchen, die angeregte Zustände der uns bekannten Elementarteilchen, der Leptonen und Quarks, sind. Nach solchen Teilchen wird gesucht, weil die jetzt bekannten

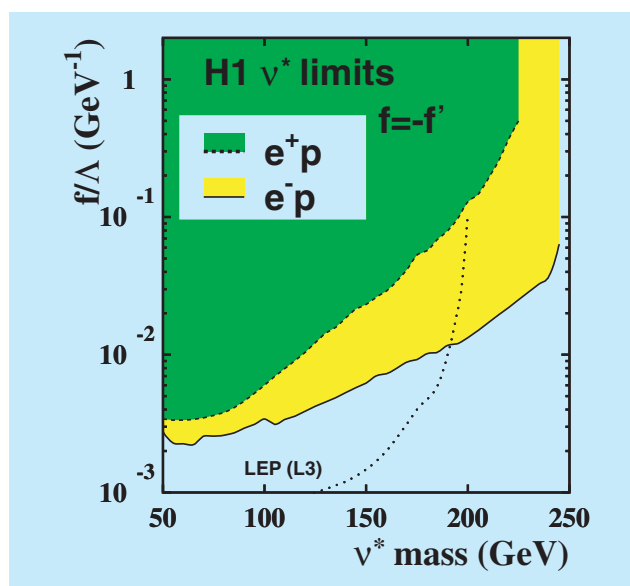


Abbildung 12: Massenabhängige obere Grenzen (95% CL) für die Kopplungsstärke  $f/\Lambda$  angeregter Neutrinos  $\nu^*$ . Gezeigt sind Resultate aus der  $e^+p$ - und  $e^-p$ -Streuung bei HERA und aus der  $e^+e^-$ -Streuung bei LEP.

Teilchen nicht elementar, sondern aus Subkonstituenten aufgebaut sein könnten. In der Streuung hochenergetischer Leptonen an Protonen ließen sich dann angeregte Elektronen ( $e^*$ ), Neutrinos ( $\nu^*$ ) und Quarks ( $q^*$ ) erzeugen, vorausgesetzt, dass ihre Masse  $M_{f^*}$  im kinematisch zugänglichen Bereich liegt und die Kopplungsstärke dieser neuen Teilchen an bekannte Teilchen hinreichend groß ist. In den Datensätzen hoher Luminosität, die mit Positronen aufgenommen wurden, zeigen sich jedoch keine Anzeichen der Produktion angeregter Teilchen. Dies erlaubt Grenzen für das Produkt aus Produktionsrate und Zerfallswahrscheinlichkeit als Funktion der Masse  $M_{f^*}$  zu gewinnen. Unter der Annahme, dass die Kopplungsstärke  $f/\Lambda = 1/M_{f^*}$  ist, kann die Existenz von  $e^*$ ,  $\nu^*$  und  $q^*$  unterhalb der Massenwerte 223, 114 und 188 GeV ausgeschlossen werden. Diese Grenzen sind wesentlich besser als die bisher bei HERA und auch bei LEP erreichten.

In der Elektron-Proton Streuung kann die Suche nach angeregten Neutrinos noch effektiver als in der Positron-Proton Streuung durchgeführt werden. Es wurde jedoch auch hier kein Anzeichen einer Erzeu-

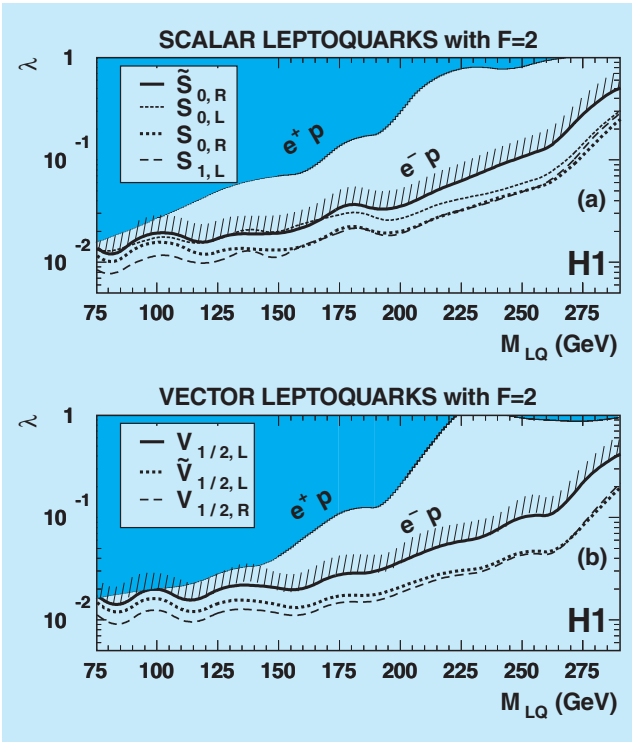


Abbildung 13: Massenabhängige obere Grenzen (95% CL) für die Kopplung  $\lambda$  verschiedener Arten von Leptoquarks mit Fermionenzahl 2 aus der  $e^-p$ -Streuung bei HERA für a) skalare und b) vektorielle Leptoquarks. Zum Vergleich sind Grenzen gezeigt, die in der  $e^+p$ -Streuung gewonnen wurden.

gung von  $v^*$  gefunden. Abbildung 12 zeigt die Grenzen für die Kopplungsstärke  $f/\Lambda$  als Funktion der Masse des  $v^*$ . Gegenüber den in  $e^+p$ -Streuung gewonnenen Grenzen zeigt sich hier besonders im Bereich hoher Werte von  $M_{v^*}$  eine um einen Faktor 10 erhöhte Sensitivität.

Eine bei HERA klassische Suche nach Physik jenseits des Standardmodells ist die Suche nach Leptoquarks. Auch hier erweitern  $e^-p$ -Streudaten frühere Untersuchungen in der  $e^+p$ -Streuung, da sie die Erzeugung von Leptoquarks mit der Fermionenzahl 2, aufgebaut aus einem Elektron und einem Valenzquark, ermöglichen. Ein solches Leptoquark würde sich in einer Resonanzüberhöhung in der invarianten Masse des Endzustandes aus Lepton und Hadronen zeigen. Die Nichtbeobachtung solch einer Resonanz erlaubt es, Grenzen

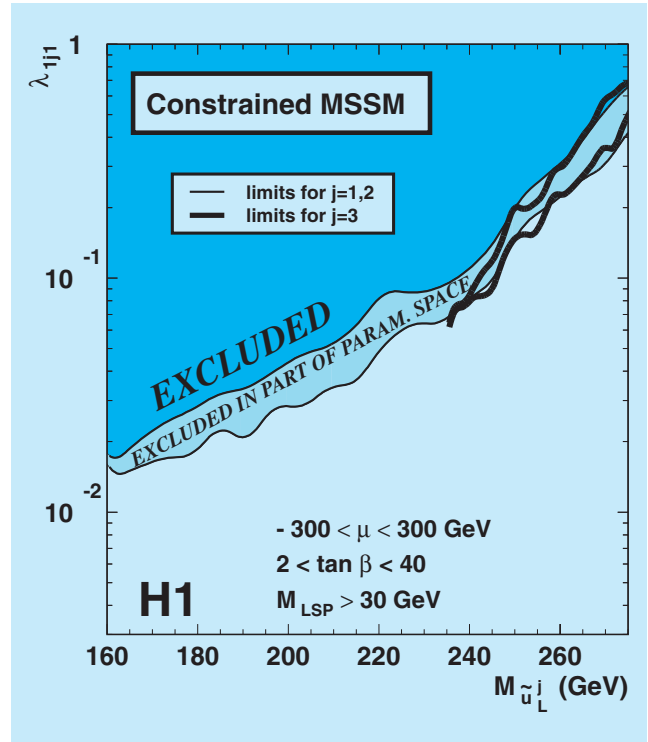


Abbildung 14: Massenabhängige obere Grenzen (95% CL) für die R-Parität verletzende Kopplung  $\lambda$  von Squarks (Ladung  $2/3$ , erste bis dritte Generation  $j$ ) unter Variation der SUSY-Modellparameter im angegebenen Parameterraum. Gezeigt sind die im Gesamtbereich und in Teilbereichen des Parameterraumes ausgeschlossenen Werte für  $\lambda$ .

für die Kopplungsstärke  $\lambda$  des Leptoquarks an Elektron und Quark als Funktion der Leptoquark-Masse zu bestimmen. In Abbildung 13 sind diese für verschiedene Arten von skalaren und vektoriellen Leptoquarks gezeigt. Für eine Kopplung von elektromagnetischer Stärke ( $\lambda = 0.3$ ) lässt sich die Existenz von Leptoquarks unterhalb einer Masse von 275 bis 290 GeV ausschließen. Die Abbildung zeigt auch die trotz der geringeren Luminosität sehr viel größere Sensitivität der  $e^-p$  Daten für Leptoquarks mit Fermionenzahl 2.

Eine weitere Veröffentlichung beinhaltet die Suche nach supersymmetrischen (SUSY) Teilchen, Partner der bekannten Bosonen und Fermionen, in resonanter Produktion durch Lepton-Quark Fusion. Hierbei wird zwangsläufig die Verletzung der SUSY-Quantenzahl

R-Parität im Produktionsprozess verlangt. Es wurde nach supersymmetrischen Quarks (Squarks) in nahezu allen möglichen Zerfallskanälen gesucht. In keinem zeigte sich jedoch ein Überschuss relativ zur Erwartung des Standardmodells. Die Vielfalt der untersuchten Kanäle erlaubt es, den Raum möglicher Werte der die SUSY-Modelle charakterisierenden Parameter einzuschränken. Als Beispiel zeigt Abbildung 14 die Grenzen der Kopplungsstärke  $\lambda$  der Squarks der ersten bis dritten Generation als Funktion der Squarkmasse, berechnet im so genannten „Constrained MSS-Modell“. Die Grenzen sind wenig abhängig von den speziellen Werten anderer freier Parameter des Modells. Bei breiten Variationen dieser Parameter können für eine Kopplung elektromagnetischer Stärke Massen der Squarks bis zu Werten von 270 GeV ausgeschlossen werden. Im Rahmen von Modellen (mSUGRA), die annehmen, dass die Massen von supersymmetrischen Teilchen mit ganz(halb)zahligem Spin bei höchsten Energien durch zwei fundamentale Massenparameter  $m_0$  ( $m_{1/2}$ ) bestimmt sind, ergeben die Messungen Grenzen der möglichen Werte dieser Parameter, wie in Abbildung 15 gezeigt ist. Diese Grenzen gehen über die am Tevatron in der  $p\bar{p}$ -Streuung erhaltenen hinaus.

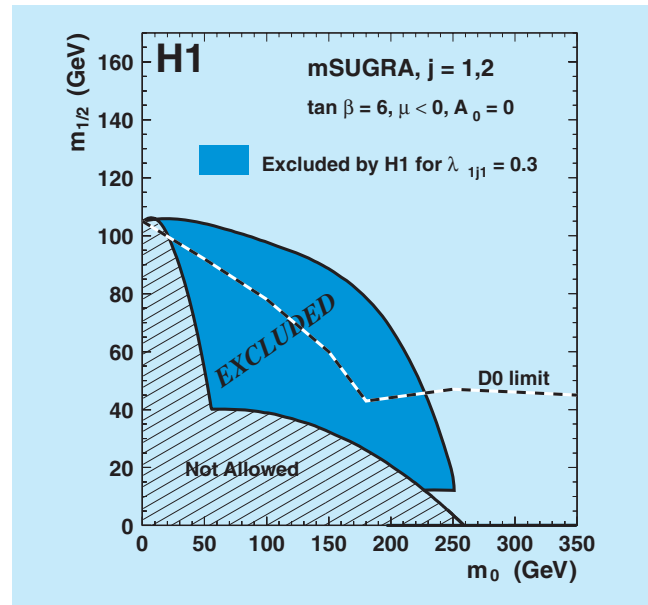


Abbildung 15: Ausschlussbereiche für die Massenparameter  $m_{1/2}$  und  $m_0$  im Rahmen des mSUGRA-Modells. Gezeigt ist der vom H1-Experiment für eine Kopplung  $\lambda$  elektromagnetischer Stärke ausgeschlossene Bereich (dunkle Fläche) verglichen mit der vom D0-Experiment am Tevatron erreichten Grenze.



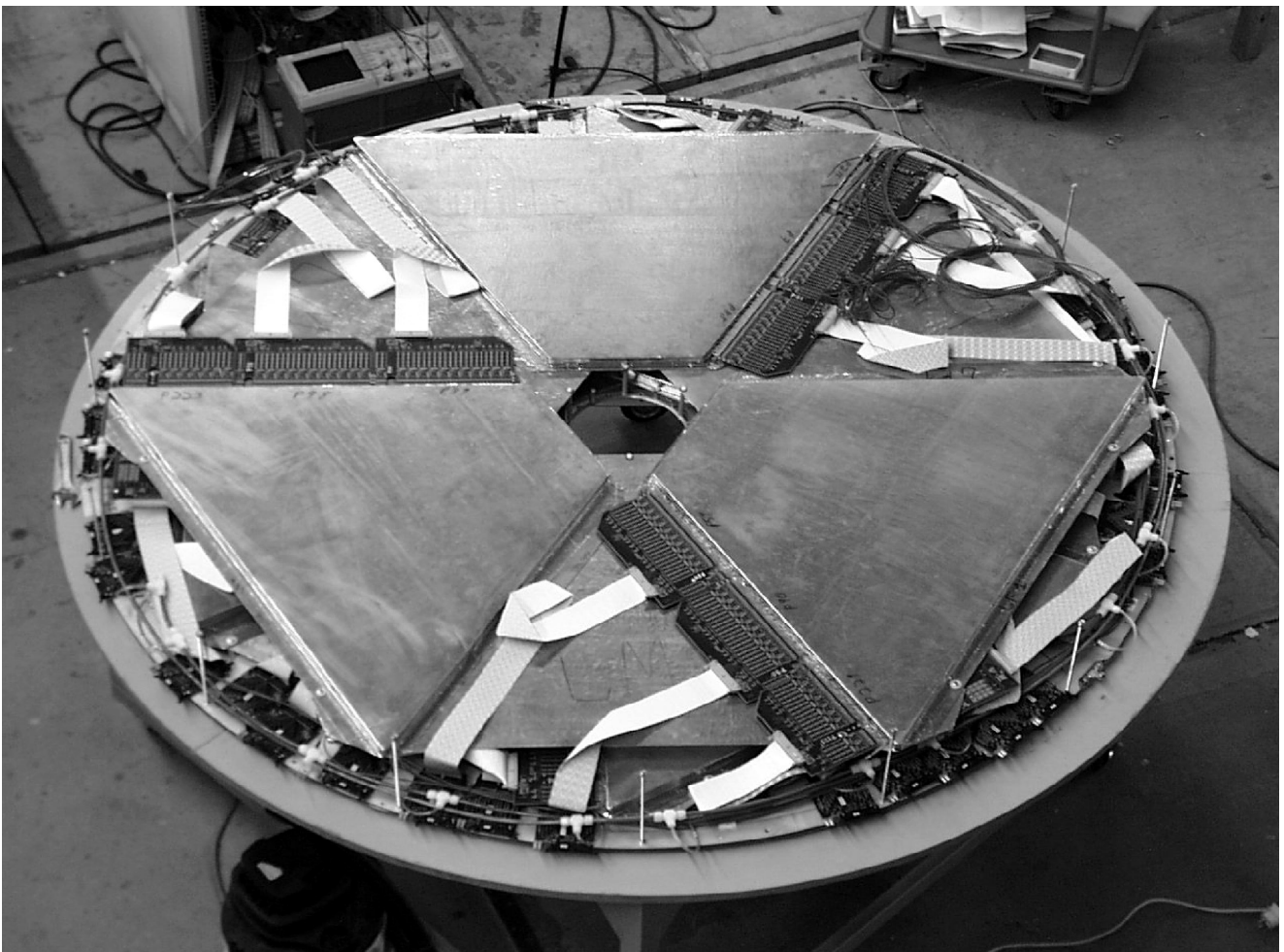


Abbildung 16: *Das große Straw Tube Tracker (STT) Modul kurz vor dem Einbau.*



# ZEUS-Experiment

**Beteiligte Institute:** Inst. Phys. Technol. Almaty, NIKHEF und Univ. Amsterdam, ANL Argonne, Andrews Univ. Berrien Springs, Univ. und INFN Bologna, Univ. Bonn, Univ. Bristol, RAL Chilton, Ohio State Univ. Columbus, Univ. della Calabrie und INFN Cosenza, Acad. of Mining and Metallurgy, Inst. of Nucl. Physics und Jagellonian 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. of Wisconsin Madison, Univ. Autonoma Madrid, McGill Univ. Montreal, Engin. Phys. Inst. und State Univ. Moscow, Yale Univ. New Haven, York Univ. North York, Oxford Univ., Univ. und INFN Padova, Weizmann Inst. Rehovot, Univ. La Sapienza und INFN Roma, Polytech. Univ. Sagamihara, Univ. of California Santa Cruz, Korea Univ. und Nat. Univ. Seoul, Univ.-GH Siegen, Kyungpook Nat. Univ. Taegu, Tel Aviv Univ., Metropolitan Univ. und Univ. Tokyo, Univ. und INFN Torino, Univ. Toronto, KEK Tsukuba, Pennsylvania State Univ. University Park, Inst. of Nucl. Stud. und Univ. Warsaw, Meiji Gakuin Univ. Yokohama, DESY Zeuthen.

**Sprecher:** B. Foster, Univ. of Bristol

Der Berichtszeitraum stand diesmal ganz im Zeichen des Umbaus von HERA zur Luminositäts-erhöhung. Luminositätsbetrieb mit Datennahme der Experimente fand deshalb nicht statt. Um die zu erwartende hohe Luminosität bei HERA optimal zu nutzen, wurde der ZEUS Detektor sorgfältig überholt, und es wurden ein Silizium-Mikro-Vertex-Detektor (MVD), ein Straw Tube Tracker (STT) (Abb. 16) und ein neues Luminositäts-Monitoringsystem installiert. Darüber hinaus fanden umfangreiche Reparaturen am Kalorimeter, dem Hadron-Elektron Separator, dem Backing Kalorimeter und den Myonkammern statt. Der eigentliche Detektorumbau endete im Juli mit dem Beginn der Wiederinbetriebnahme des HERA-Speicherrings.

Die verbleibende Zeit wurde zum Testen der neuen Detektorkomponenten und ihrer Integration in das bestehende Datennahmesystem von ZEUS benutzt. Das zentrale Datennahmesystem, das Triggersystem und die Rekonstruktions- und Analysekapazitäten wurden ebenfalls der zu erwartenden höheren Datenmenge angepasst.

Die ZEUS Kollaboration hat in diesem Jahr 12 Veröffentlichungen verfasst. Einige der Physikresultate werden vorgestellt.

## Neue Detektorkomponenten

### Mikro-Vertex-Detektor

Im vorangegangenen Berichtsjahr war in der JADE-Halle ein Testgebiet vorbereitet worden, in dem der Mikro-Vertex-Detektor (MVD) in seiner endgültigen Form aufgebaut und ausgetestet wurde.

Im März wurde der komplett mit Strahlrohr montierte MVD kontinuierlich für drei Wochen im 24-Stunden-Betrieb ausgetestet, um so weit wie möglich alle System-Aspekte der Hard- und Software zu untersuchen. Zusätzlich wurden, getriggert mit einem stark segmentierten Szintillator-Teleskop, Daten mit Höhenstrahlung genommen. Die Analyse der Daten zeigte, dass 210 von 212 Modulen voll funktionsfähig waren. Das Signal/Rauschverhältnis von ungefähr 14:1 entsprach den Erwartungen. Die anschließende Spur-Rekonstruktion ergab bei Annahme der nominalen Position der Detektor-Module einen ersten Wert für die Ortsauflösung von etwa  $70\ \mu\text{m}$ . Werden die gemessenen, systematischen Versetzungen bei der Montage mit berücksichtigt, so ist nach einer Feinjustierung mit hochenergetischen Spuren eine Punktauflösung von

besser als 20  $\mu\text{m}$  zu erwarten. Am 30. März wurde der MVD erfolgreich in ZEUS eingebaut, im April wurde die Infrastruktur für die Elektronik und Kühlung in Betrieb genommen und im Mai und Juni erfolgte die endgültige Verkabelung. Test-Messungen und ein kurzer Cosmic-Run vor dem Anfahren von HERA zeigten, dass sich der MVD in ZEUS genauso verhielt wie im Systemtest. Rund um das Strahlrohr in der Vorwärts- und Rückwärtsrichtung wurden 1  $\text{cm}^2$  große Si-Dioden als Strahlungsmonitore installiert. Der Strahlungsmonitor misst sowohl die momentane als auch die integrierte deponierte Dosis und liefert im Falle von anhaltend hoher Dosisleistung ein Signal zum Auslösen des Lepton-Dumps. Schon mit einer vorläufigen Auslese-Elektronik war der Monitor ein unverzichtbares Werkzeug beim Steuern des Strahles durch die Wechselwirkungszone, um zu hohe Strahlenbelastungen beim Einfahren der Speicherringe zu vermeiden. Zusätzlich zu diesen Dioden werden Radfets und TLDs als Strahlungsmonitore benutzt.

Im August kam es zu einem unkontrollierten Protonenstrahl-Verlust, der einen allgemeinen, permanenten Anstieg des Leckstromes in den Si-Sensoren des MVD und in den Si-Strahlungsmonitoren zur Folge hatte, wie es von Schädigungen durch hadronische Strahlung zu erwarten ist. Anfang Dezember kam es zu einer weiteren, allerdings sehr lokalen Schädigung, die wahrscheinlich auf Synchrotronstrahlung zurückzuführen ist. Bis zum Jahresende wurden, abhängig von der Position der Strahlungsmonitore, bis zu 150 Gray gemessen, eine Dosis, die für den kurzen Zeitraum und die niedrigen Strahlströme viel zu hoch ist und nur für die Zeit des Einfahrens der Maschine toleriert werden kann.

## Straw Tube Tracker

Der ZEUS Straw Tube Tracker (STT) wurde gebaut, um die Spurrekonstruktion geladener Teilchen in Vorwärtsrichtung (Protonrichtung) deutlich zu verbessern. Der Detektor wurde Anfang 2001 fertig gestellt und im April an Stelle des Übergangsstrahlungsdetektors in ZEUS eingebaut.

Ein Strohalm (Straw Tube) besteht aus einem Rohr aus dünner Kaptonfolie (120  $\mu\text{m}$  Wandstärke und 7.47 mm Durchmesser) mit einem Draht in der Mitte, an den

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

Der Detektor besteht aus zwei Modulen mit je 24 Sektoren in zwei unterschiedlichen Größen. Jeder Sektor besteht aus 194 bzw. 266 Straw Tubes von 20 bis 102 cm Länge, die in drei Lagen angeordnet sind. Der gesamte STT besteht aus etwa 11 000 Straw Tubes.

Der mechanische Zusammenbau der Sektoren fand in Toronto (York Univ.), Freiburg (Univ. Freiburg) und Hamburg (DESY, Univ. Bonn, Univ. Hamburg, MEPhI) statt. Die Lieferung der Elektronik, die in Argonne, Siegen und Tel Aviv gebaut wurde, war etwas verzögert. Dank großer Anstrengungen der Mitarbeiter aus Bonn, Freiburg, MEPhI, York und Andrews konnte dennoch alles rechtzeitig vor dem geplanten Einbautermin im April montiert und getestet werden. Das große STT-Modul mit eingebauter Frontend-Elektronik ist in Abbildung 16 zu sehen.

Die Online-Software für den STT wurde 2001 weitgehend fertig gestellt. Hauptziele der Softwareentwicklung für Simulation und Rekonstruktion von Spuren im STT waren die Reduktion der Rechenzeit und die Integration in die ZEUS-Umgebung. Bei beiden Projekten wurden große Fortschritte gemacht.

Im Jahr 2001 wurden auch weitere Teststrahlungsmessungen mit einem baugleichen Sektor durchgeführt, um Effizienz und Auflösung des Detektors genauer zu untersuchen. Dabei wurde das Silizium-Teleskop der Mikrovertex-Gruppe verwendet, um zu bestimmen, wo eine Spur durch den Sektor verlief. Mit der ZEUS-Elektronik und einer 90:10 Ar/CO<sub>2</sub> Gasmischung wird eine Effizienz pro Draht zwischen 92% und 98% und eine Auflösung zwischen 300  $\mu\text{m}$  und 350  $\mu\text{m}$  erwartet, je nachdem, wie die Frontend-Elektronik-Schwelle gesetzt wird. Der später zu benutzende Schwellenwert hängt von den Untergrundbedingungen ab.

Die ersten Daten in ZEUS wurden mit dem STT Ende 2001 aufgenommen, allerdings erforderte der sehr hohe Untergrund von HERA noch die Benutzung hoher Schwellen mit der Folge einer verminderten Effizienz. Die Daten werden zur Zeit ausgewertet und zeigen, dass der Detektor die an ihn gestellten Erwartungen erfüllt.

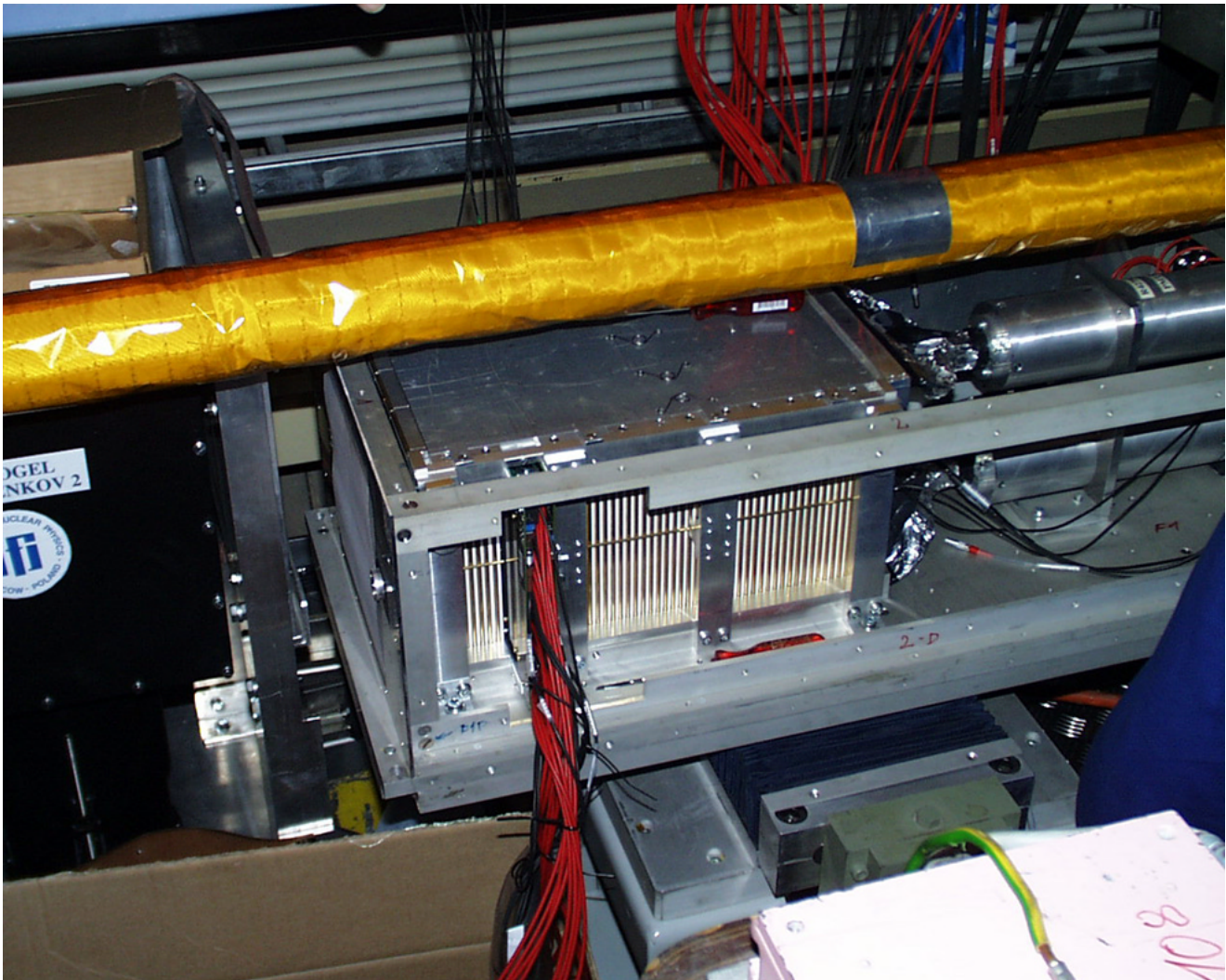


Abbildung 17: Szintillator-Blei Photondetektor des Luminositätsmonitors.

## Luminositätsmonitor

Der Neubau des ZEUS Luminositätsmonitor-Systems wurde in diesem Jahr erfolgreich abgeschlossen. Es handelt sich dabei um drei Detektorkomponenten, einen Photondetektor (Abb. 17) und ein Elektron-Positron Paarspektrometer, die zum Nachweis von Photonen aus dem Bethe-Heitler Prozess  $e p \rightarrow e p \gamma$  dienen, und einen so genannten „6m Tagger“ zum Nachweis gestreuter Elektronen. Der Photondetektor und das Spektrometer befinden sich im HERA-Tunnel, etwa 105 m vom Wechselwirkungspunkt entfernt.

Der Neubau des Photondetektors war erforderlich, da sich nach der Luminositätssteigerung von HERA sowohl die Rate von Bremsstrahlungs-Photonen als auch der Synchrotronstrahlungs-Untergrund beträchtlich erhöhen, und der bisherige Photondetektor innerhalb kurzer Zeit durch Strahlenschäden beschädigt worden wäre. Das bisherige Photon-Kalorimeter wurde daher durch ein neues Kalorimeter (Szintillator-Blei Sandwich) mit strahlenfestem Szintillator ersetzt. Zur Reduzierung des Synchrotronstrahlungs-Untergrunds befindet sich unmittelbar vor dem Kalorimeter ein so genannter aktiver Filter aus Kohlenstoff mit vier Strahlungslängen Dicke. Der Filter ist in zwei Teile unterteilt,



hinter denen sich jeweils ein Cherenkov-Detektor befindet. Die niederenergetischen Photonen der Synchrotronstrahlung werden in den Cherenkov-Detektoren nicht nachgewiesen. Der Energieverlust von Bethe-Heitler Photonen im Filter wird dagegen gemessen und zur Korrektur der Energiemessung verwendet.

Zur Verbesserung der Luminositätsmessung wird mit einem Elektron-Positron Paarspektrometer eine weitere, unabhängige Messmethode verwendet. Als Konversionstarget der Bethe-Heitler Photonen wird das Photon-Austrittsfenster in 92 m Abstand vom Wechselwirkungspunkt verwendet. Die erzeugten Elektron-Positron-Paare werden durch einen Dipolmagneten abgelenkt und mit zwei kleinen Kalorimetern, die unmittelbar vor dem Photon-Kalorimeter angeordnet sind, gemessen. Als Detektoren wurden die beiden Module des bisherigen Strahlrohr-Kalorimeters mit geringen Modifikationen wiederverwendet. Der Vorteil dieser Messmethode besteht in einer geringeren Anzahl von Photonen im Spektrometerdetektor aufgrund der geringen Konversionswahrscheinlichkeit. Dadurch gibt es keine Probleme durch Mehrfachphotonen, Synchrotronstrahlungs-Untergrund und Strahlungsschäden.

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

Alle Detektorkomponenten wurden vor dem Einbau detailliert mit einem DESY-Teststrahl mit Elektronen mit Strahlenergien von 1 bis 6 GeV untersucht. Die Inbetriebnahme der Detektoren nach dem Einbau in den HERA-Tunnel ist inzwischen abgeschlossen. Erste Messungen der Luminosität wurden im Oktober mit dem Photodetektor und dem Paarspektrometer durchgeführt.

## Datenverarbeitung

### ZEUS-Online Computing

Während der Umbau-Pause wurden wesentliche Bestandteile der zentralen Datenerfassungssysteme

grundlegend modernisiert, um in Hinblick auf Datendurchsatz und Wartbarkeit den Anforderungen nach der Luminositätserhöhung gerecht zu werden. Dabei wurde speziell angefertigte Hardware, die seit Inbetriebnahme des Experiments unverändert betrieben wurde, durch ein leistungsfähiges System aus Standard-PCs und Standard-Netzwerk-Technologien ersetzt. Dieser nun sehr modulare Aufbau hat gezeigt, dass er problemlos die zu erwartenden Datenströme handhaben kann, so dass davon ausgegangen werden kann, dass das dreistufige ZEUS-Datenfiltersystem auch bei der zu erwartenden Luminosität in der Lage sein wird, alle interessanten Ereignisse mit geringer Totzeit für die spätere Analyse auszuwählen und zu archivieren.

### ZEUS Offline-Computing

Im Bereich Offline-Computing war das Berichtsjahr durch die grundlegende Umstellung der Infrastruktur auf die Anforderungen der HERA-II-Ära geprägt. Die inzwischen vier Jahre alte Rekonstruktionsfarm wurde vollständig durch ein neues System mit 50 modernen Prozessoren (Linux/Intel) ersetzt, welches die siebenfache Rechenleistung bietet. Mit dieser neuen Farm wurden im Zuge des Reprozessierens bestehender Datenbestände bereits Durchsätze von mehr als 3 Millionen Ereignissen pro Tag erreicht. Auch die zentrale Analyseplattform ZARAH wurde durch eine moderne Farm mit 40 Prozessoren erweitert, welche die alten SGI Challenge-Maschinen ablöst und den Nutzern ein erheblich leistungsfähigeres System zur Analyse der zukünftigen HERA-Daten bereitstellt (Abb. 18).

Zur Speicherung schnell verfügbarer Daten wurde neben dem Ausbau des Hauptfileservers auch erstmals eine zweite Linie aus PC-basierenden Fileservern mit schnellen RAID-Controllern mit zunächst 3 TB Kapazität im praktischen Betrieb erprobt. Nach etlichen notwendigen Anpassungen zeigten diese Systeme ausgezeichnete Leistungen in der Anwendung als Cache für Magnetbanddateien. Darüber hinaus wurde mit der „Scalable Staging Facility“ (SSF) ein Softwaresystem entwickelt, das den transparenten Zugriff auf Magnetbanddateien auf besonders robuste und skalierbare Weise implementiert und den Parallelbetrieb mehrerer Staging-Server erlaubt. Die Speicherung von Ereignis-Metadaten erfolgt unter Verwendung der



Abbildung 18: ZEUS-Farmen für Rekonstruktion und Analyse.

objekt-orientierten Datenbank „Objectivity“, welche inzwischen in der Version 6 auch auf Linux-Systemen intensiv eingesetzt wird.

## Physikalische Ergebnisse

Eine Auswahl von im Berichtszeitraum veröffentlichten Ergebnissen wird im Folgenden vorgestellt.

### Messung der Strukturfunktion $F_2^{\text{em}}$ in tiefunelastischer Streuung

Die Quantenchromodynamik (QCD) ist die Theorie der starken Wechselwirkung, einer der vier fundamentalen Wechselwirkungen der Natur. Sie beschreibt die Wechselwirkungen von Quarks und Gluonen, aus denen das Proton besteht. Die Veränderung der Impulsverteilung der Partonen im Proton als Funktion von  $Q^2$ , dem Quadrat des Viererimpulsübertrages auf das gestreute Quark, lässt sich mit Mitteln der Störungstheorie innerhalb der Quantenchromodynamik vorhersagen. Bei HERA kann mit der Strukturfunktion  $F_2$  die Impulsverteilung der Partonen mit Ereignissen der Photon-Quark-Streuung direkt gemessen werden. Diese Messung ist eine der wichtigsten bei HERA, da sie zum einen zur Kenntnis der Struktur des Protons bei den höchsten zugänglichen Energien führt, und zum anderen erlaubt, die Vorhersagen der Quantenchromodynamik in

einem großen kinematischen Bereich zu testen. Es wurden differentielle Wirkungsquerschnitte für Reaktionen des neutralen Stromes als Funktion des Impulsanteiles  $x$  des getretenen Partons im Proton und als Funktion von  $Q^2$ , der Virtualität des ausgetauschten Eichbosons, gemessen. Aus den gemessenen Wirkungsquerschnitten wurden alle Anteile vom  $Z^0$ -Austausch herausgerechnet und die Strukturfunktion  $F_2^{\text{em}}$  bestimmt, die die Partonverteilung im Proton für den Fall des reinen Photon-Austausches beschreibt.

Die vorgelegte Messung beruht auf einem Datensatz, der um einen Faktor 12 größer ist als die Datenmenge einer früheren Analyse aus dem Jahre 1996. Die größere Datenmenge hat detaillierte Studien zum Verständnis des Detektors ermöglicht, so dass fast im gesamten kinematischen Bereich eine Genauigkeit von 2% erreicht werden konnte.

Abbildung 19 zeigt  $F_2^{\text{em}}$  als Funktion von  $Q^2$  bei verschiedenen Werten von  $x$ . Bei kleinen  $x$ -Werten steigt die Strukturfunktion steil an und zeigt eine deutliche  $Q^2$ -Abhängigkeit, die auf eine zunehmende Zahl von Gluonen im Proton deutet. Die eingezeichnete Kurve ist eine von der ZEUS-Kollaboration durchgeführte globale Anpassung der Daten gemäß der störungstheoretischen QCD-Entwicklung nach dem DGLAP-Schema, in die neben den ZEUS-Daten auch Daten von einigen Experimenten bei niedrigerer Energie eingehen. Die gute Übereinstimmung der Anpassung mit den Datenpunkten zeigt, dass im gesamten Anwendungsbereich der Methode der Störungstheorie, der sich über vier Größenordnungen in  $x$  und über mehr als vier Größenordnungen in  $Q^2$  erstreckt, die Protonstruktur von der Quantenchromodynamik beschrieben wird.

### Ereignisse mit prompten Photonen

Im Rahmen von Strukturuntersuchungen des Protons ist eine wichtige Frage, welchen mittleren Transversalimpuls die Quarks im Proton haben. Bis vor Kurzem ging man davon aus, dass dieser Transversalimpuls einige hundert MeV beträgt und unabhängig von der Energie des Protons ist. Aus  $p\bar{p}$  Experimenten bei Fermilab ergibt sich, dass in hochenergetischen Streuprozessen der mittlere Transversalimpuls durch Gluonenabstrahlung im Anfangszustand der Reaktion innerhalb des Protons ansteigt.

## ZEUS

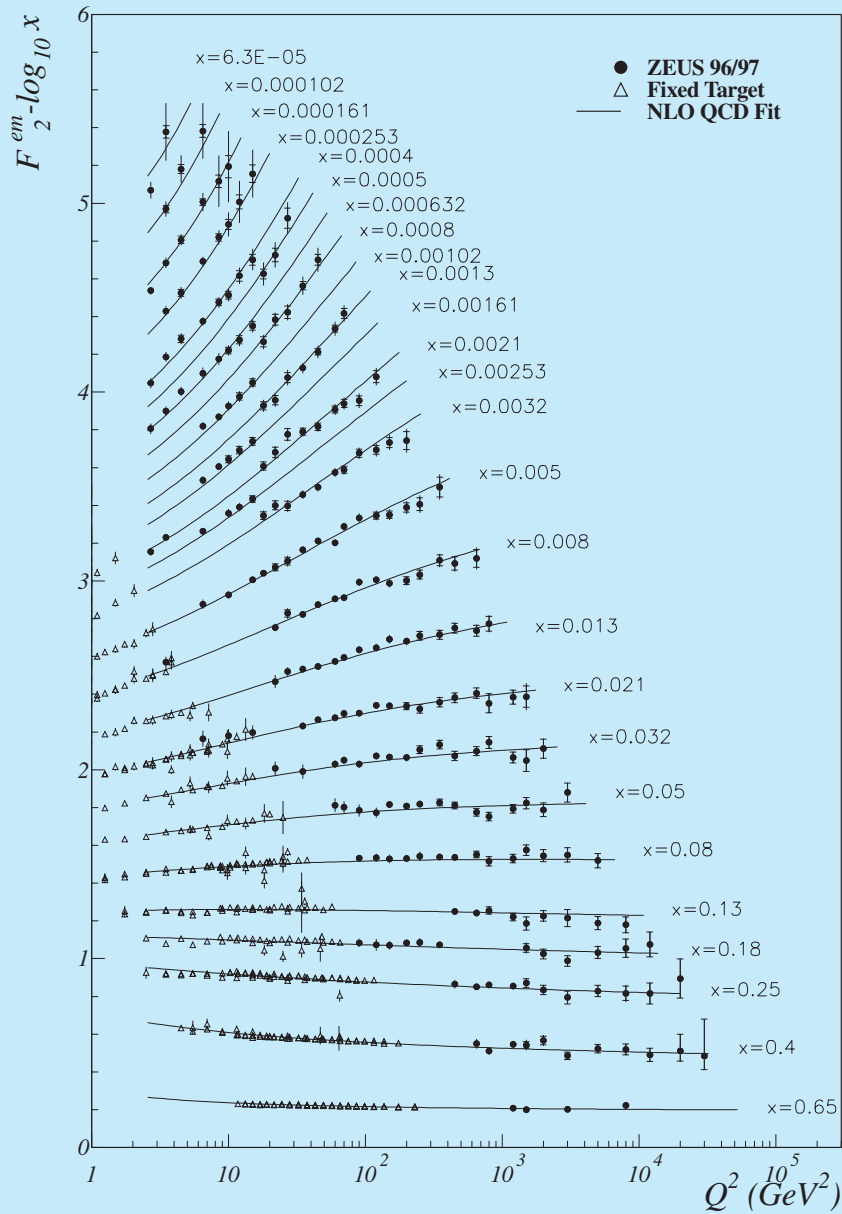


Abbildung 19: Ergebnisse für  $F_2^{em}$  von ZEUS (Punkte) als Funktion von  $Q^2$  für feste Werte der Bjorken- $x$ -Variablen. Gezeigt sind auch Ergebnisse der Experimente NMC, BCDMS und E665 (Dreiecke) sowie die ZEUS NLO QCD-Anpassung als Kurve. Der starke Anstieg der Strukturfunktion mit kleiner werdenden  $x$ -Werten weist auf eine zunehmende Zahl von Gluonen im Proton hin. Die QCD-Anpassung kann die Daten im gesamten Anwendungsbereich der Störungstheorie, der sich über vier Größenordnungen in  $x$  und  $Q^2$  erstreckt, beschreiben.



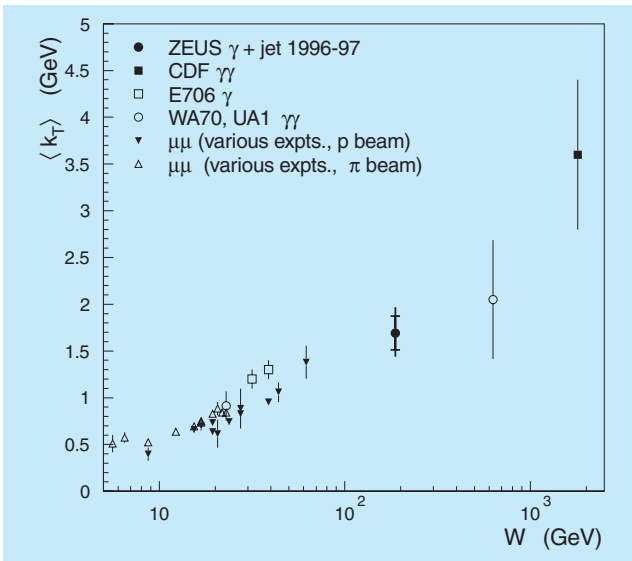


Abbildung 20: Messungen des mittleren Transversalimpulses  $\langle k_T \rangle$  der Partonen im Proton als Funktion der Schwerpunktsenergie der Reaktion aus verschiedenen Experimenten. Die Energieabhängigkeit weist auf Gluon-Abstrahlung im Anfangszustand hin.

Zur Untersuchung dieser Frage bei HERA wurden Photoproduktions-Ereignisse der QCD-Compton-Streuung analysiert. Hierbei streut ein reelles Photon an einem Quark des Protons und schlägt es heraus. Das Quark hadronisiert, und im Endzustand werden das Photon und die Hadronen nachgewiesen. Diese Photonen, die aus dem harten Streuprozess stammen und nicht weiter mit den entstehenden Hadronen wechselwirken, nennt man prompte Photonen. Verglichen werden die Daten mit Vorhersagen von Simulationen, die auf störungstheoretischen Rechnungen beruhen. Die Vorhersagen hängen von dem störungstheoretisch nicht berechenbaren mittleren Transversalimpuls der Partonen im Proton  $k_T^{\text{intr}}$  ab. Durch Anpassung dieses Parameters ergibt sich für die ZEUS-Daten

$$\langle k_T^{\text{intr}} \rangle = 1.69 \pm 0.18^{+0.18}_{-0.20} \text{ GeV.}$$

Dieser Wert liegt deutlich über den bisherigen Annahmen. Abbildung 20 zeigt eine Zusammenstellung von Messungen von verschiedenen Experimenten. Dargestellt sind die gefundenen Werte für  $\langle k_T^{\text{intr}} \rangle$  als Funktion der Schwerpunktsenergie der Reaktion. Der Wert

von ZEUS stimmt mit den anderen Daten und einem systematischen Anstieg von  $\langle k_T^{\text{intr}} \rangle$  mit der Schwerpunktsenergie überein. Dies bedeutet, dass Anfangs- und Endzustand der Reaktion nicht unabhängig voneinander sind, und dass das Proton von dem harten Prozess „weiß“ und Gluonen abstrahlt. Dieses Ergebnis ist von entscheidender Bedeutung für das Verständnis der Gluonverteilung im Proton, da nur bei seiner Berücksichtigung die Messungen der Gluonverteilungen im Proton bei verschiedenen Energien übereinstimmen.

## QCD Untersuchungen mit 2-Jet Ereignissen

Untersuchungen der durch die Quantenchromodynamik beschriebenen starken Wechselwirkung gehören bei HERA zu den wichtigsten Analysen. Anders als die drei übrigen fundamentalen Wechselwirkungen nimmt die Stärke der starken Wechselwirkung, die durch die Kopplungskonstante  $\alpha_s$  beschrieben wird, mit zunehmendem Abstand zu und erreicht einen Wert von etwa 1 im Bereich von etwa 1 fm. Dies führt zu dem, dass Quarks nie einzeln nachgewiesen werden können, sondern bei größer werdendem Abstand neue Quarks erzeugt werden, die Hadronen bilden. Zum anderen wird die Wechselwirkung bei sehr kleinen Abständen sehr schwach, so dass sich Quarks und Gluonen bei sehr kleinen Abständen, wie zum Beispiel innerhalb von Hadronen, fast frei bewegen können.

Eine viel diskutierte Frage ist, bei welcher Energie die starke Wechselwirkung so schwach wird, dass ihre Stärke mit der der anderen Wechselwirkungen vergleichbar wird. Da diese Energie weit über der von Beschleunigern liegt, ist man auf Extrapolationen angewiesen. Dazu ist eine möglichst präzise Kenntnis der Kopplungsstärke der starken Wechselwirkung und ihrer Energieabhängigkeit notwendig. Diese wird von der Quantenchromodynamik vorhergesagt, und ihre Messung ist daher ein kritischer Test der Quantenchromodynamik.

In der tiefunelastischen Streuung gibt es Prozesse (QCD-Compton-Streuung und Boson-Gluon-Fusion), bei denen durch Gluon-Emission zusätzlich zum Protonrest zwei Jets produziert werden. Diese „2+1“ Ereignisse eignen sich besonders gut, um störungstheore-

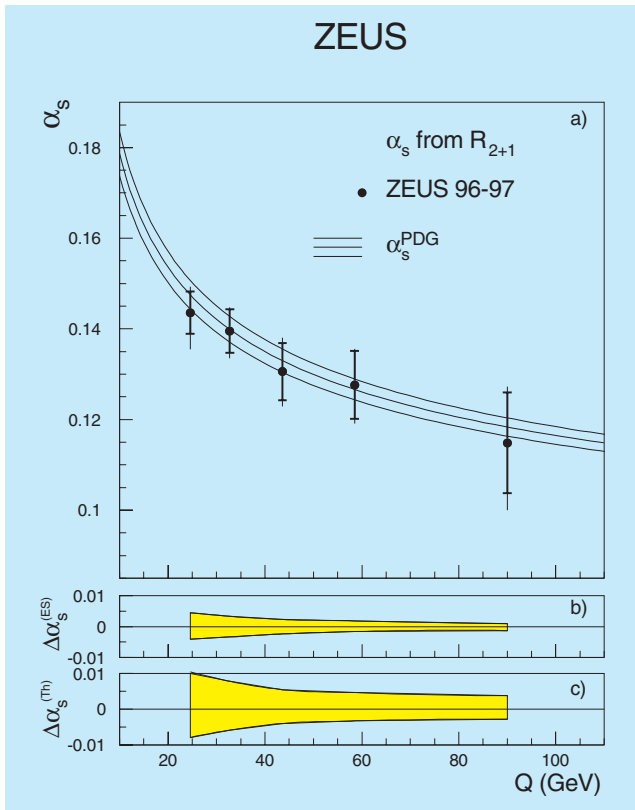


Abbildung 21: Die starke Kopplungskonstante  $\alpha_s(Q)$  aus einer QCD-Anpassung der relativen 2-Jet Raten aus Ereignissen der tiefunelastischen Streuung zusammen mit der QCD-Vorhersage ihrer Energieabhängigkeit (a). Die unteren Diagramme zeigen die Unsicherheiten durch die Energiemessung der Jets (b) und die Unsicherheiten der theoretischen Vorhersage (c).

tische QCD-Rechnungen zu testen, da ihre Häufigkeit direkt von der Kopplungskonstanten der starken Wechselwirkung  $\alpha_s$  abhängt. Durch eine QCD-Anpassung der relativen Häufigkeit von „2+1“ Ereignissen als Funktion von  $Q^2$  wurde  $\alpha_s(Q)$  bestimmt. Abbildung 21 zeigt die Q-Abhängigkeit von  $\alpha_s$  zusammen mit den QCD-Vorhersagen. Die vorhergesagte Q-Abhängigkeit ist in den ZEUS-Daten klar zu erkennen, und die gemessenen Werte stimmen innerhalb der Fehler mit den Vorhersagen überein. Für  $Q = M_Z$  ergibt sich

$$\alpha_s(M_Z) = 0.1166 \pm 0.0019(\text{stat.})_{-0.0033}^{+0.0024}(\text{exp.})_{-0.0044}^{+0.0057}(\text{theor.}) .$$

Genau wie in der tiefunelastischen 2-Jet Produktion lassen sich auch in der Photoproduktion von 2 Jets störungstheoretische QCD-Vorhersagen testen. In der Photoproduktion werden fast reelle Photonen mit sehr kleinen Viererimpuls-Überträgen ausgetauscht. Diese Photonen können auf zwei verschiedene Weisen mit einem Proton wechselwirken. Ein Photon kann entweder direkt an ein Quark aus dem Proton ankoppeln oder es kann in einen hadronischen Zustand aus Quarks und Gluonen fluktuieren, von dem ein Parton mit dem Proton wechselwirkt. Man spricht im ersten Fall von Prozessen mit direkten Photonen, die mit ihrer gesamten Energie an der Wechselwirkung teilnehmen. Im zweiten Fall spricht man von aufgelösten Photonen, die eine hadronische Struktur haben und bei denen nur ein Teil ihrer Energie an der Wechselwirkung teilnimmt. Es wurden 2-Jet Endzustände in Photoproduktions-Ereignissen analysiert und mit QCD-Rechnungen in nächstführender Ordnung (NLO) verglichen. Die Erzeugungsraten von Ereignissen mit hohen invarianten Massen der Jets werden von NLO QCD-Rechnungen gut vorhergesagt. Der harte Streuprozess kann störungstheoretisch gut beschrieben werden. Diese Rechnungen sind unempfindlich gegen die Wahl der Partonverteilungen im Photon.

Die Untersuchung von Ereignissen mit aufgelösten Photonen zeigt, dass derzeit keine NLO QCD-Rechnung die Daten vollständig beschreiben kann. Die Messungen enthalten aber Informationen über die Partonstruktur des Photons, die zur Verbesserung der Vorhersagen benutzt werden können. Darüber hinaus wurde im invarianten Massenspektrum der Jets nach  $Z^0$ -Bosonen gesucht. Nach Abzug des Untergrundes blieben bei der Masse des  $Z^0$ -Bosons keine Ereignisse übrig. Daraus ergibt sich die erste experimentell bestimmte obere Grenze für  $Z^0$ -Produktion bei HERA:

$$\sigma_{e+p \rightarrow e+Z^0X} < 5.9 \text{ pb} .$$

## Messung des totalen Photoproduktions-Wirkungsquerschnitts

Die Vorhersage des totalen Wirkungsquerschnittes ist im Rahmen der Quantenchromodynamik nicht möglich, da viele niederenergetische Endzustände berück-

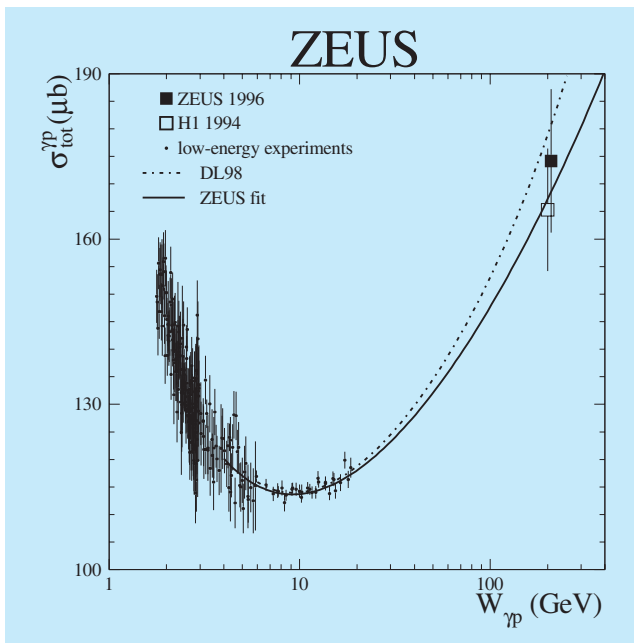


Abbildung 22: Der totale Photon-Proton Wirkungsquerschnitt als Funktion der Photon-Proton Schwerpunktsenergie zusammen mit der Messung von H1 und Daten bei niedrigerer Energie sowie Anpassungen, die auf Vorhersagen der Regge-Theorie beruhen. Bis zu den höchsten Energien können diese Anpassungen die Daten beschreiben. Dies ist ein starker Hinweis auf eine universelle Energieabhängigkeit aller hadronischen Wirkungsquerschnitte.

sichtigt werden müssen, für die die Störungstheorie nicht anwendbar ist. Regge-Theorie ist dagegen sehr erfolgreich in der Beschreibung der Abhängigkeit aller totalen hadronischen Wirkungsquerschnitte reeller Teilchen von der Schwerpunktsenergie.

Die Positronen im Speicherring HERA sind bei Wechselwirkungen mit Protonen eine Quelle sowohl virtueller als auch reeller Photonen, die sich bei der Wechselwirkung auch wie Hadronen verhalten können. Mit einer Messung des totalen Wirkungsquerschnittes  $\sigma_{\text{tot}}^{\gamma p}$  für quasi-reelle Photonen bei HERA kann man das Energieverhalten der totalen Wirkungsquerschnitte bei der höchsten experimentell zugänglichen Schwerpunktsenergie testen. Experimentell ist diese Messung sehr schwierig, da das gestreute Positron 35 m strahlabwärts gemessen werden muss, nachdem es im Strahlrohr durch mehrere Magnete des Beschleuniger

abgelenkt worden ist. Die Genauigkeit der Messung hängt entscheidend von der genauen Vermessung des gestreuten Positrons ab. Dies erfordert eine genaue Kenntnis und Kontrolle der Maschinenparameter während der Messung. Deshalb wurde die Messung in speziellen Runs innerhalb weniger Stunden durchgeführt. Es konnte eine im Vergleich zu dem Ergebnis von 1992 deutlich verbesserte Messung mit geringeren systematischen Unsicherheiten durchgeführt werden. In Abbildung 22 ist der neue Wert des totalen Photoproduktions-Wirkungsquerschnittes  $\sigma_{\text{tot}}^{\gamma p}$  bei einer  $\gamma p$ -Schwerpunktsenergie von 209 GeV dargestellt, zusammen mit Messungen hadronischer Wirkungsquerschnitte bei niedrigeren Energien und dem Ergebnis des H1-Experiments bei der gleichen Energie. Die eingezeichneten Kurven sind Anpassungen von ZEUS bzw. Donnachie und Landshoff, die auf den Vorhersagen der Regge-Theorie beruhen. Die Anpassungen beschreiben die Energieabhängigkeit der Wirkungsquerschnitte bis zu den höchsten Energien. Die Messung zeigt, dass sich die reellen Photonen wie Hadronen verhalten, und unterstützt die Vorstellung einer universellen Energieabhängigkeit aller hadronischen Wirkungsquerschnitte.

## Eigenschaften diffraktiver Ereignisse

Ein Teil der tiefunelastischen Streuprozesse verläuft über Reaktionen, bei denen das virtuelle Photon in einen hadronischen Zustand dissoziiert, ohne dass eine Farbladung mit dem Proton ausgetauscht wird. Das Proton kann unversehrt aus der Reaktion hervorgehen oder in einen hadronischen Zustand mit geringer invarianter Masse dissoziieren. Der Impulsübertrag auf das Proton ist meist sehr gering. Deshalb werden das Proton oder seine Dissoziationsprodukte kaum aus der Strahlrichtung abgelenkt und bleiben im Vakuumrohr, ohne den Detektor zu erreichen. Man nennt diese Reaktionen, in Anlehnung an die Optik, diffraktiv.

Da die Dissoziationsprodukte des Photons vorwiegend in Richtung des einfallenden Elektronenstrahls erzeugt werden, entsteht ein Bereich um den Protonenstrahl herum, in dem keine Teilchen erzeugt werden. Man spricht von einer Rapiditätslücke im Ereignis. Dies führt zu einer typischen Topologie sol-

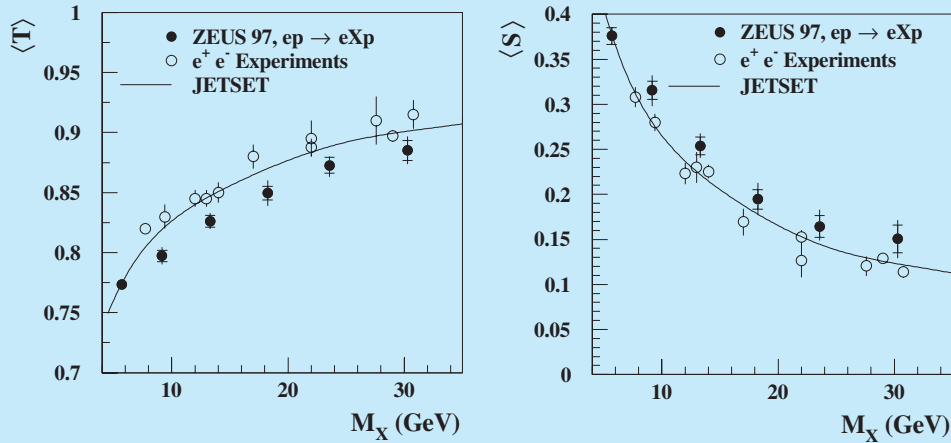


Abbildung 23: Mittlerer Thrust  $\langle T \rangle$  und mittlere Spherizität  $\langle S \rangle$  als Funktion der Masse des hadronischen Systems  $M_x$  für diffraktive Ereignisse der  $ep$ -Streuung sowie für  $e^+e^-$ -Ereignisse zusammen mit einer Modellvorhersage. Beide Ereignistypen zeigen eine mit zunehmender Masse abnehmende Spherizität und eine zunehmende Kollimierung in Jets. Dies ist ein klares Indiz dafür, dass die Hadronisierung nicht vom Erzeugungsmechanismus der Partonen abhängt.

cher Ereignisse im Detektor, die zur Identifizierung von diffraktiven Ereignissen benutzt wird. Eine zweite Methode, diffraktive Ereignisse auszuwählen, besteht darin, das gestreute, unbeschädigte Proton strahlwärts nach dem Durchlaufen mehrerer Magnete des HERA-Ringes im ZEUS Vorwärts-Protonspektrometer nachzuweisen. Die ZEUS-Kollaboration hat zwei Analysen durchgeführt, um die hadronischen Endzustände aus der Photon-Dissoziation in diffraktiven Prozessen zu studieren. Bei der ersten Analyse wurden die gestreuten Protonen im Vorwärts-Protonspektrometer nachgewiesen. Die Untersuchungen werden im Ruhesystem des im Detektor gemessenen hadronischen Endzustandes mit der invarianten Masse  $M_x$  durchgeführt. In diesem System sollten die diffraktiven Ereignisse eine ähnliche Topologie haben wie Ereignisse aus der  $e^+e^-$ -Vernichtung bei Schwerpunktsenergien, die gleich der Masse  $M_x$  sind.

Die Topologie des Zustands wird charakterisiert durch Messgrößen, die die Spherizität ( $S$ ) und die Jetartigkeit (Thrust  $T$ ) der Ereignisse charakterisieren. Für isotrope Endzustände ist  $T = 0.5$  und  $S = 1.0$ , und für kollimierte 2-Jet-Endzustände ist  $T = 1.0$  und  $S = 0.0$ .

Abbildung 23 zeigt die mittleren Thrust- und Spherizitätswerte für diffraktive Ereignisse als Funktion der Masse  $M_x$ . Sie sind verglichen mit entsprechenden  $e^+e^-$ -Ereignissen und einigen Modellrechnungen. Ergebnisse der H1-Kollaboration sind ebenfalls gezeigt. Man sieht, dass mit steigendem  $M_x$  der mittlere Thrust anwächst und die Spherizität abfällt. Die Ereignisse ähneln immer mehr kollimierten 2-Jet-Zuständen. Dieser Trend stimmt mit den  $e^+e^-$ -Daten überein und ist damit ein klares Indiz dafür, dass die Hadronisierung der Partonen nicht vom Mechanismus ihrer Erzeugung abhängt.

Aus der Analyse von  $e^+e^-$ -Reaktionen ist bekannt, dass bei Schwerpunktsenergien von mehr als 20 GeV neben 2-Jet-Ereignissen auch Ereignisse mit 3 Jets auftreten. Die zweite ZEUS-Analyse von diffraktiven Endzuständen untersucht, ob bei großen invarianten Massen auch 3-Jet-Strukturen auftreten. Es wurden Ereignisse mit einer Rapiditätslücke in Richtung des Protonenstrahls ausgewählt. Im Ruhesystem des hadronischen Endzustands wurde nach Ereignissen mit 3 Jets gesucht. Abbildung 24 zeigt den normierten Energiefluss  $1/M_x dE/d\phi^*$  für Ereignisse mit drei ge-

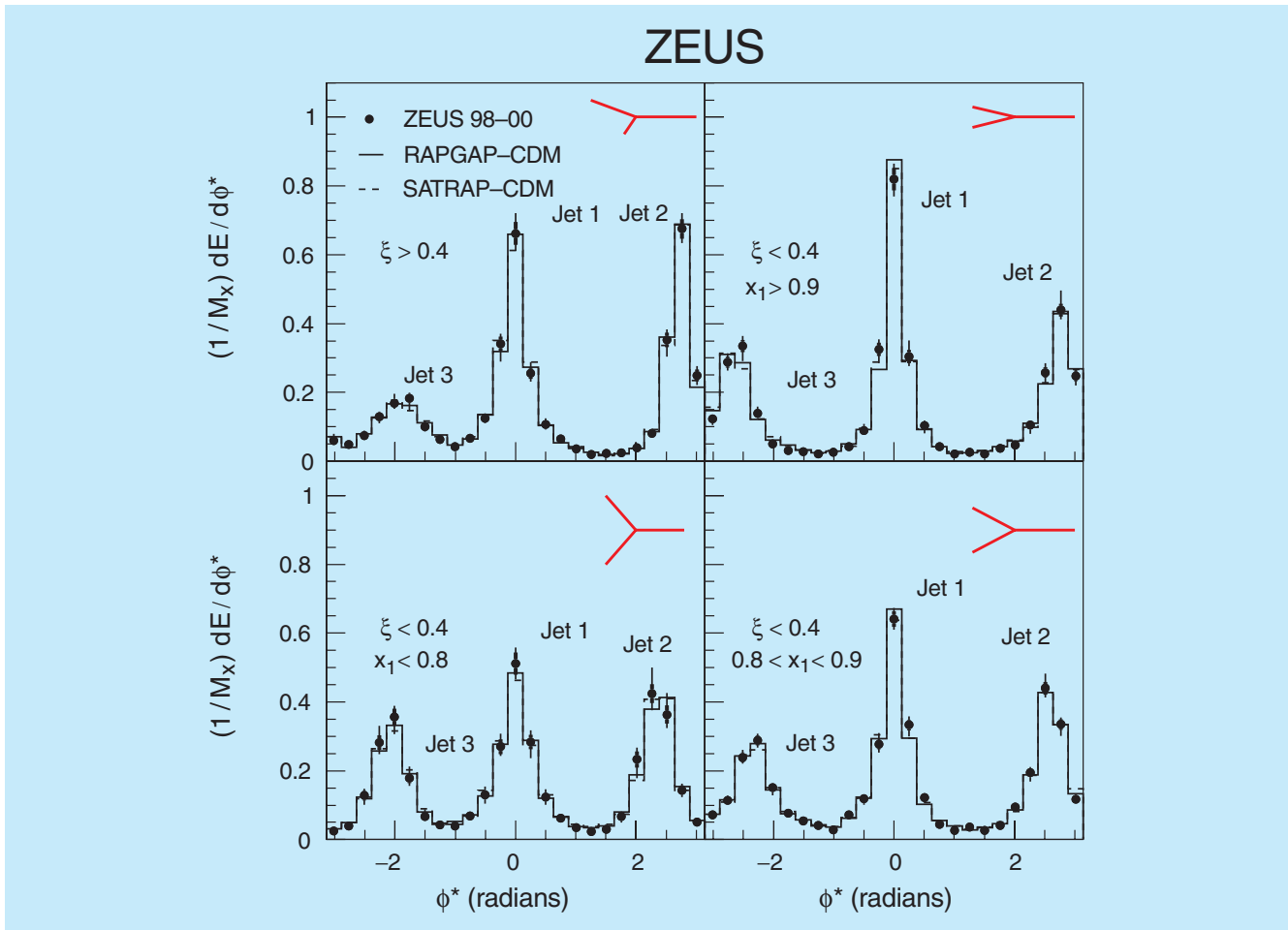


Abbildung 24: Der Energiefluss in diffraktiven 3-Jet Ereignissen in der Ebene der drei Jets als Funktion des Azimutwinkels  $\phi^*$  für verschiedene Topologien ( $\xi$ ,  $x_1$ -Werte). Die Jet-Konfigurationen sind jeweils in der oberen rechten Bildecke angegeben. Die 3-Jet Struktur ist klar zu erkennen und wird von den Modellen richtig beschrieben.

fundenen Jets, wobei  $\phi^*$  der Azimutwinkel um die Richtung des virtuellen Photons ist. Deutlich sind die Maxima zu erkennen, die den Jets entsprechen. Verschiedene Modellrechnungen können den Energiefluss wiedergeben.

Genauere Untersuchungen der Wirkungsquerschnitte dieser 3-Jet-Ereignisse zeigen aber, dass bisher kein Modell die Daten vollständig beschreiben kann. Insbesondere der absolute Wert des Wirkungsquerschnittes und die Verteilung der Transversalimpulse der am weitesten vorwärts gerichteten Jets werden bei großen Transversalimpulsen unterschätzt.

## Suche nach neuen Teilchen und Effekten

Ein weiterer Schwerpunkt der Forschung bei HERA ist die Suche nach neuen Effekten und Teilchen, die nicht vom Standardmodell beschrieben werden. Der HERA-Speicherring bietet hierzu die Möglichkeit bei der höchsten Schwerpunktsenergie in Elektron- bzw. Positron-Proton Kollisionen. Mit den Daten von 1994–1997, die einer integrierten Luminosität von  $47.7 \text{ pb}^{-1}$  entsprechen, hat die ZEUS-Kollaboration zwei Analysen zur Suche nach exotischen Teilchen durchgeführt. In der ersten Analyse wird nach angeregten ele-

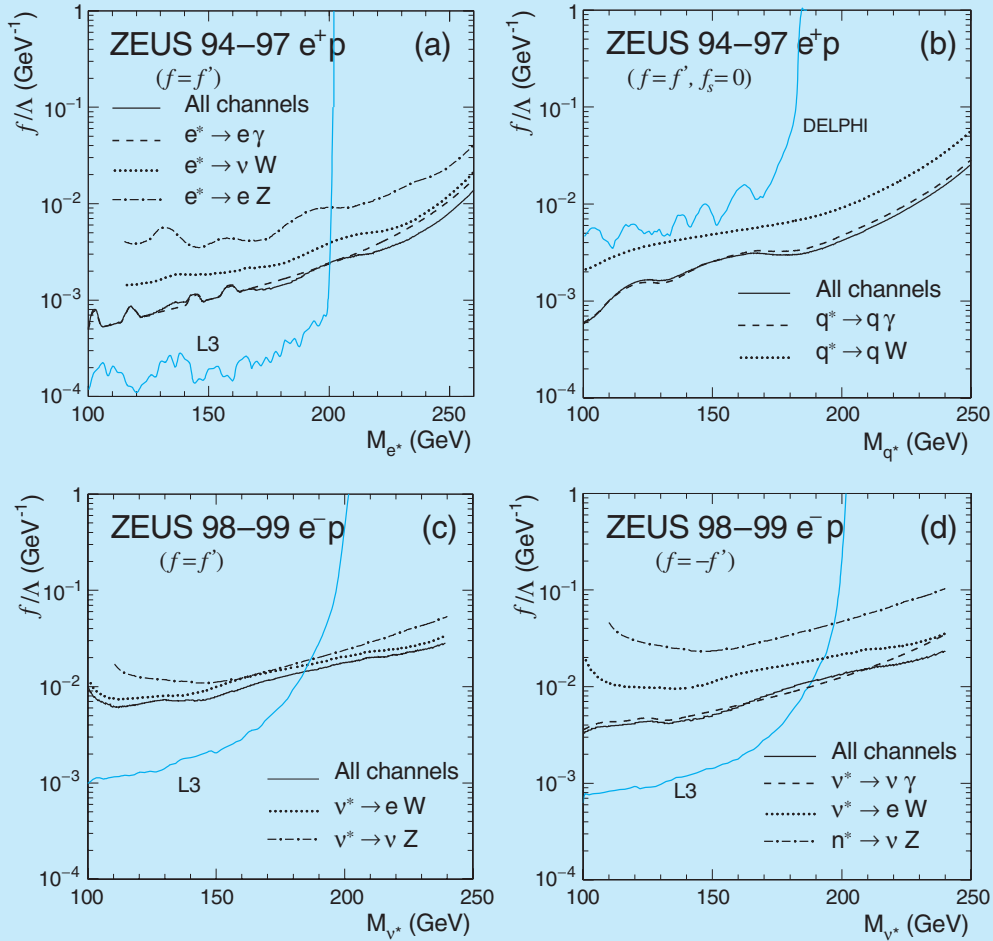


Abbildung 25: Obere Grenzen (95% CL) für die Kopplungen  $f/\Lambda$  von angeregten Fermionen als Funktion ihrer Masse. Zum Vergleich ist die entsprechende Kurve von den LEP-Experimenten L3 und DELPHI mit eingezeichnet.

mentaren Fermionen ( $e^*$ ,  $q^*$ ,  $\nu^*$ ) gesucht. Solche Anregungszustände elementarer Fermionen erwartet man, wenn diese Fermionen aus weiteren Bausteinen zusammengesetzt sind. Sie zerfallen in den Grundzustand des Fermions und Photonen, Quarks, W- oder Z-Bosonen und Neutrinos. Gesucht wurde nach den verschiedenen Zerfallsprodukten im Endzustand. Alle Endzustände haben charakteristische Signaturen, wie zum Beispiel bestimmte invariante Massen von Teilchenkombinationen oder große fehlende Transversalimpulse. Mit Simulationen wurden die Akzeptanzen des ZEUS-Detektors für diese Endzustände berechnet und unter gewissen Modellannahmen Vorhersagen für

zu beobachtende Ereigniszahlen gemacht. Es sind keine Signale beobachtet worden. Daraus ergeben sich obere Grenzen für die Produktion angeregter Zustände, die durch Grenzen der jeweiligen Kopplungsstärken  $f/\Lambda$  als Funktion der Masse des angeregten Fermions ausgedrückt werden können. Als Beispiel zeigt Abbildung 25 Grenzen für diese Kopplungsstärken. Durch die hohe Schwerpunktsenergie bei HERA können angeregte Fermionen mit größeren Massen ausgeschlossen werden als bei LEP.

Eine zweite Analyse befasst sich mit der Suche nach Prozessen, in denen das einlaufende Lep-



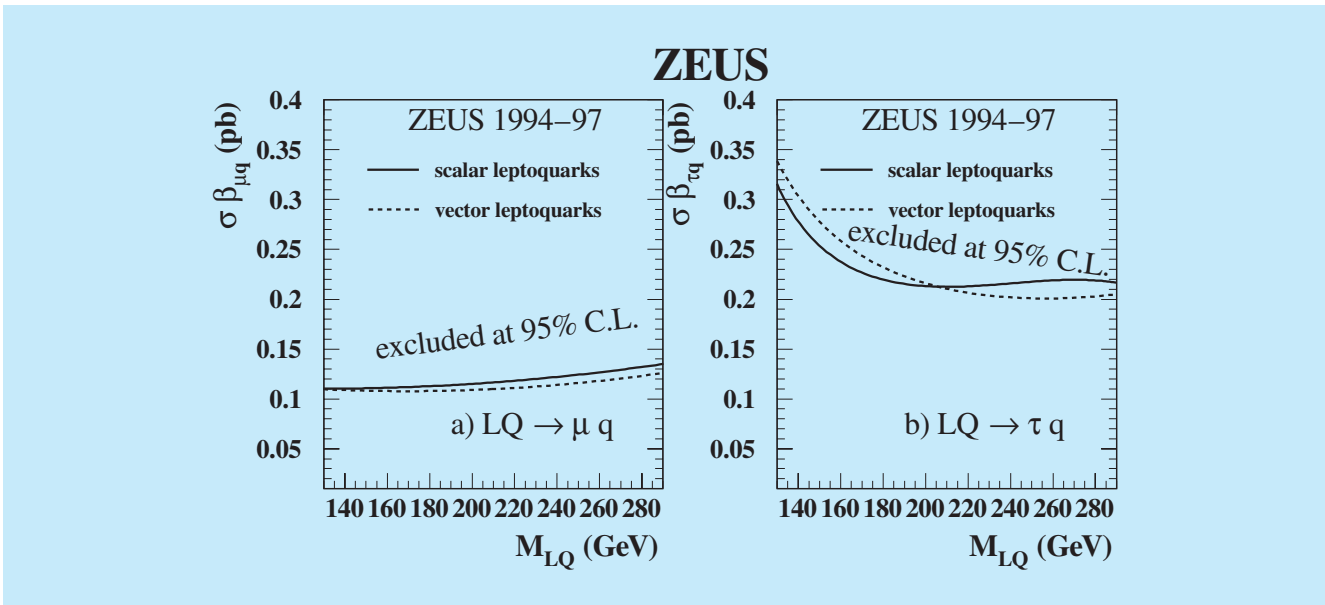


Abbildung 26: Obere Grenzen (95% CL) für die Produktion von Leptoquarks mit anschließenden Zerfällen in Myon-Quark oder Tau-Quark Endzustände. Die Produktionshäufigkeit ist das Produkt aus Erzeugungswirkungsquerschnitt und Verzweigungsverhältnis in den untersuchten Endzustand.

ton (Elektron/Positron) seine Generation im Endzustand ändert, wie  $ep \rightarrow \mu X$  oder  $ep \rightarrow \tau X$  mit anschließendem Zerfall des  $\tau$ -Leptons. Modelle mit R-paritätsverletzender Supersymmetrie sowie Theorien mit Leptoquarks sagen derartige Prozesse vorher. Leptoquarks sind Teilchen, die sowohl leptonische wie hadronische Quantenzahlen tragen.

Es wurden keine derartigen Ereignisse gefunden und Grenzen für die Produktionswahrscheinlichkeit von Leptoquarks berechnet. Abbildung 26 zeigt als Beispiel die Grenzen für das Produkt aus Produktionswirkungsquerschnitt für Leptoquarks und dem Verzweigungsverhältnis des Leptoquarks für den anschließenden Zerfall. Einige dieser Grenzen, insbesondere für  $e \rightarrow \tau$ , sind die derzeit strengsten.

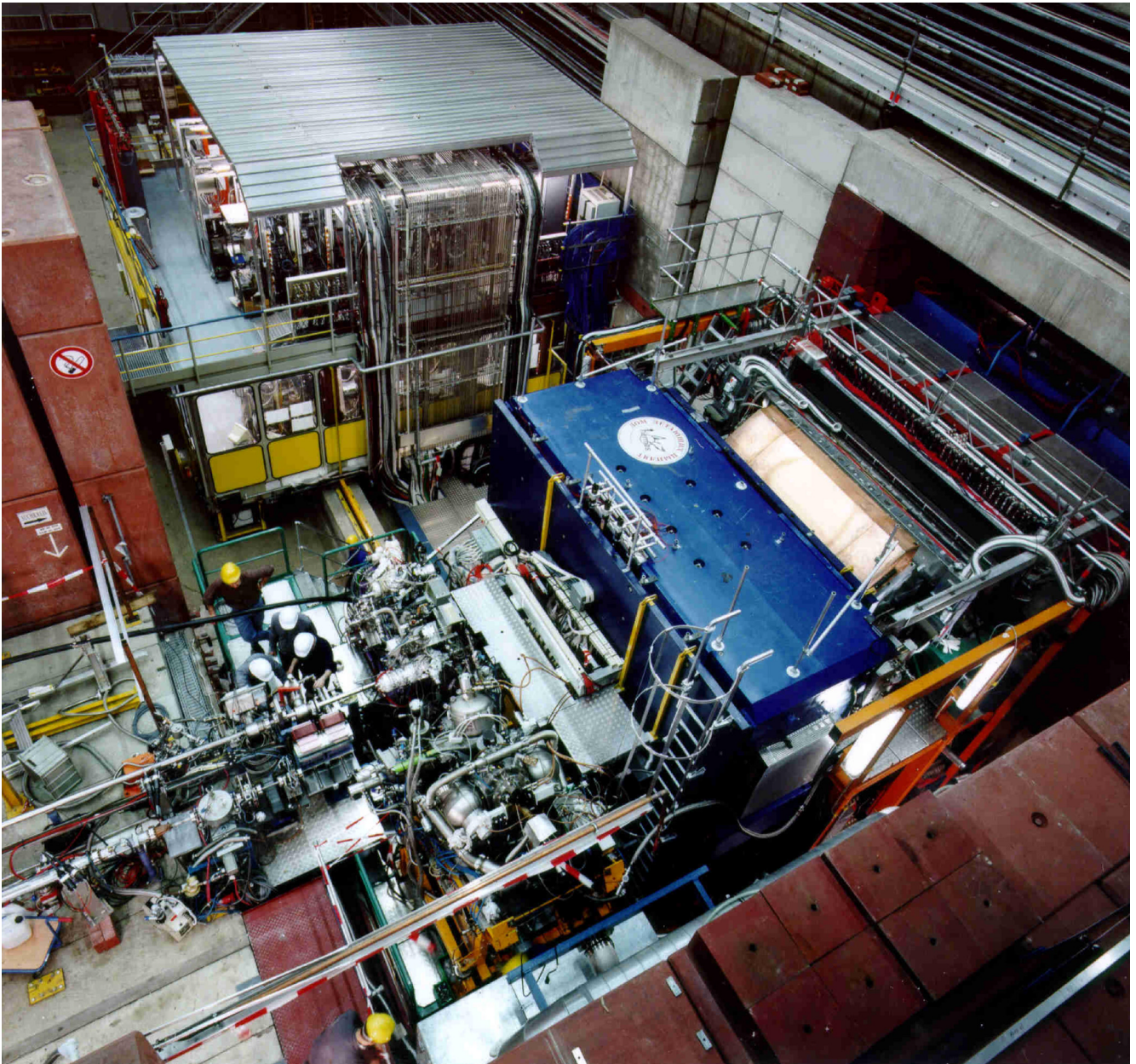


Abbildung 27: Blick auf das HERMES-Experiment mit dem Elektronikwagen im Hintergrund. In der linken Bildhälfte sind das Positronen-Strahlrohr und das polarisierte Target zu sehen. Neben dem Magneten in der Mitte des Experiments erkennt man in der rechten Bildhälfte den RICH und das Kalorimeter.

# HERMES-Experiment

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

**Sprecher:** D. Ryckbosch, Univ. Gent

Die HERMES-Kollaboration nutzte die betriebsbedingte Umbauphase des HERA-Speicherringes im Jahr 2001, um ein tieferes Verständnis der polarisierten Protodaten zu erreichen und erste Analysen der neuen Daten am polarisierten Deuteriumtarget sowie an schweren unpolarisierten Gastargets durchzuführen. Des Weiteren konzentrierte sich die Kollaboration auf die notwendigen technischen Vorbereitungen des Physikprogramms der zweiten Betriebsphase von HERA (HERA II). Im Vergleich zum HERMES Physikprogramm der ersten Betriebsphase von HERA, das im Wesentlichen der Messung der Verteilungsfunktionen longitudinal polarisierter Up-, Down- und Sea-Quarks im longitudinal polarisierten Nukleon (Neutron, Proton, Deuteron) gewidmet war, ist in den nächsten Jahren der Schwerpunkt des HERMES-Experimentes die Messung der Verteilungsfunktion transversal polarisierter Up-Quarks. Dazu wurde ein transversal polarisiertes Wasserstofftarget gebaut.

Im Jahr 2001 wurde das HERMES-Spektrometer weiter verbessert, unter anderem wurde das System der Datenerfassung modernisiert. Im nächsten Jahr soll ein bereits fertig gestellter, radförmiger Siliziumdetektor, das so genannte „Lambda-Wheel“, in der Targetregion eingebaut werden. Um Detektorkomponenten zu schützen, wurde ein Strahlverlustmonitor neu konstruiert, eingebaut und erfolgreich getestet. Die absolute Kalibration wird ein ge-

naues Monitoren drohender Strahlverluste und eine kontrollierte, präventive Ablenkung des Positronenstrahls ermöglichen. Damit ist HERMES bereit zur Datennahme (Abb. 27).

Ein wesentliches neues Forschungsfeld für das HERMES-Experiment hat sich mit dem Studium exklusiver Prozesse aufgetan, die für den Fall der Produktion eines reellen Photons oder eines Pions im Rahmen verallgemeinerter Parton-Verteilungsfunktionen (GPDs) theoretisch modelliert werden können. Erste Resultate, basierend auf der überragenden Statistik des Jahres 2000 für das longitudinal polarisierte Deuteriumtarget, wurden unter anderem für das verallgemeinerte Gerasimov-Drell-Hearn (GDH) Integral erhalten. Diese Untersuchungen stellen einen der vielseitigen Beiträge der HERMES-Kollaboration zum besseren Verständnis der Spinstruktur des Nukleons dar.

## Neue Detektorkomponenten

### Das transversal polarisierte Wasserstofftarget

Kernstück des HERMES-Targets ist eine Speicherzelle (21 mm × 9.8 mm × 400 mm) innerhalb des HERA-Positron-Speicherringes, die die Dichte polarisierter



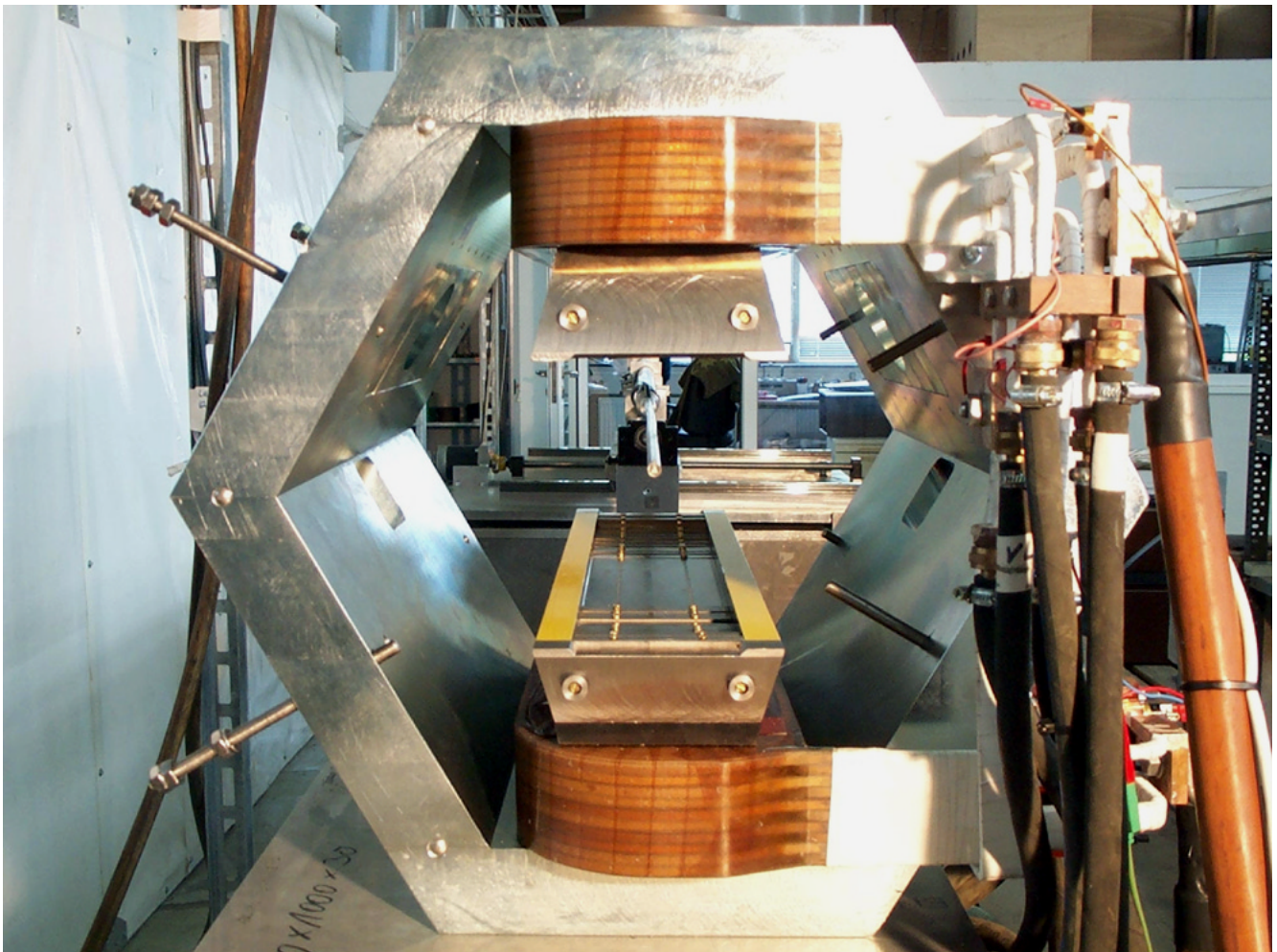


Abbildung 28: Der neue transversale Magnet für das HERMES-Target.

Wasserstoff- und Deuteriumatome bis zu 15-fach erhöht im Vergleich zu einem freien Atomstrahl. Eine auf dem Stern-Gerlach Prinzip basierende Atomstrahlquelle (ABS) injiziert die polarisierten Atome seitlich in die Speicherzelle. Der Anteil von Atomen im Vergleich zu Molekülen in der Speicherzelle wird mit Hilfe eines Massenspektrometers (TGA) aus einem Probestrahl aus dem Zentrum der Zelle bestimmt. Aus dem gleichen Probestrahl wird auch die Polarisation der Atome mit einem Breit-Rabi Polarimeter (BRP) bestimmt.

Das Target wurde in den Datennahmeperioden 1996 bis 1997 mit longitudinal polarisiertem Wasserstoff und 1998 bis 2000 mit longitudinal polarisiertem Deuterium betrieben. Während der Betriebsunterbrechung

im Jahr 2001 wurde das Target so umgebaut, dass es nun mit transversal zur Impulsrichtung des einfallenden Positronenstrahls polarisiertem Wasserstoff betrieben werden kann. Dafür musste ein konventioneller Dipolmagnet mit einem Feld von 300 mT konstruiert werden, dessen Magnetfeld über den Bereich der Speicherzelle eine gute Homogenität aufweist (Abb. 28). Die Bedingungen an die Feldstärke wurden einerseits gegeben durch die maximal tolerierbare Rate an Synchrotronstrahlung ( $B < 400$  mT) und andererseits durch die Notwendigkeit, den Elektronen- und Nukleonenspin so weit zu entkoppeln, dass Depolarisationseffekte, wie Rekombination an der Zellenwand und Spinaustauschstöße, möglichst unterdrückt werden ( $B > 250$  mT).

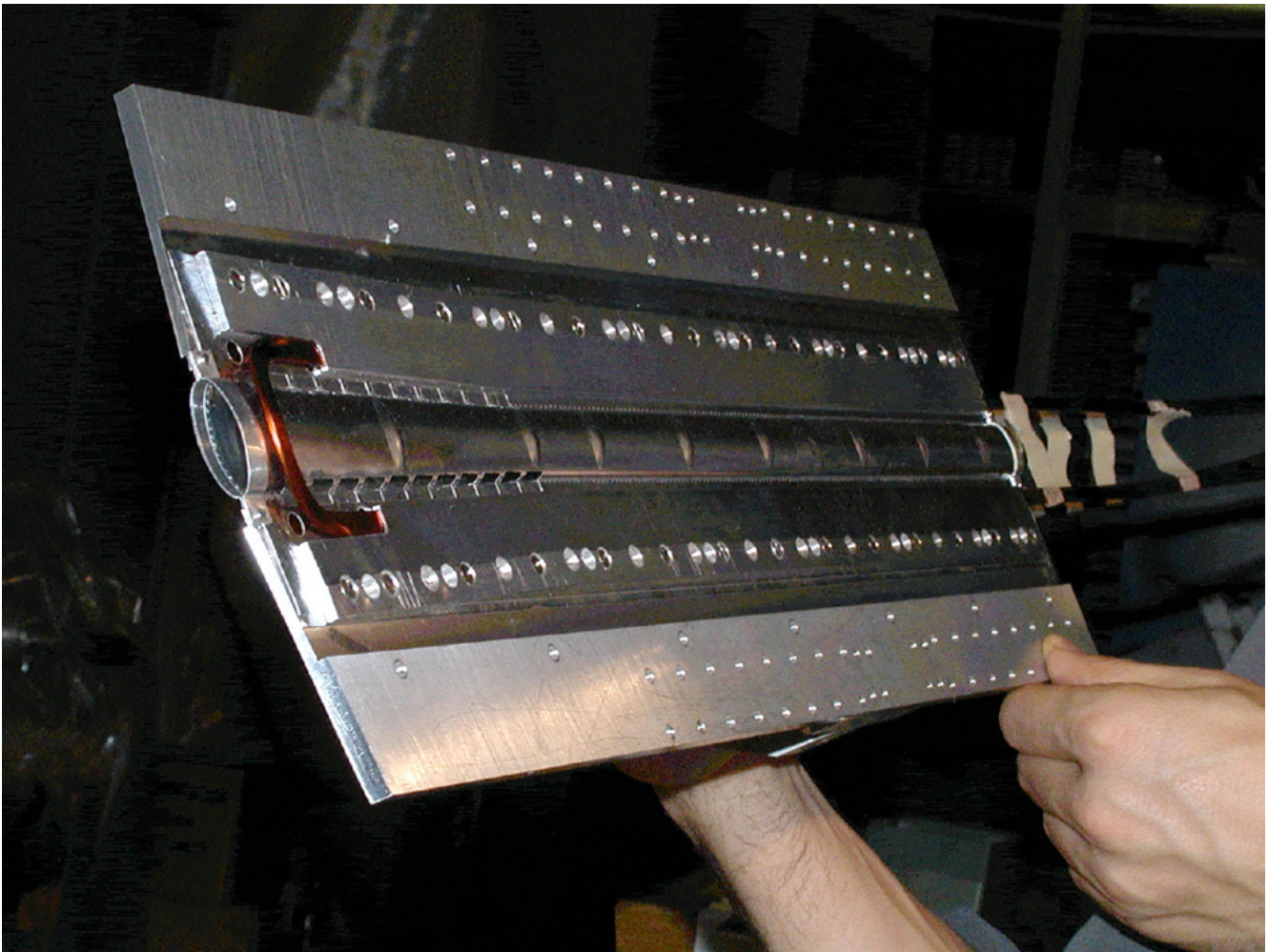


Abbildung 29: Die HERMES-Targetzelle mit den zusätzlichen Korrekturspulen.

Nach sorgfältiger Abstimmung der Hochfrequenzübergänge der ABS und des BRP konnte eine Polarisation in den beiden Spinzuständen  $P_{z+}^{\text{BRP}}$  und  $P_{z-}^{\text{BRP}}$  für Wasserstoffatome von 86% gemessen werden. Diese Werte stimmen mit Berechnungen, welche auf Messungen von  $P_{z+/-}^{\text{BRP}} = 92\%$  von 1997 basieren, gut überein. Dabei wurde zum Beispiel berücksichtigt, dass während der Datennahme in 1997 eine größere Targetzelle ( $29\text{ mm} \times 9.8\text{ mm}$ ) verwendet wurde, wodurch Rekombination an der Zellenwand und Spinaustauschstöße unterdrückt waren.

Spinaustauschstöße und Rekombination an der Zellenwand sind nicht die einzigen Möglichkeiten, Atome

in der Targetzelle zu depolarisieren. Das RF-Feld des HERA-Positronenstrahls kann ebenfalls Übergänge zwischen einzelnen Hyperfeinzuständen anregen. Dabei erzeugt der Elektronenstrahl beim Durchqueren der Targetzelle für die Atome ein RF-Feld, dessen Frequenzspektrum der Fourier-Transformierten der Bunch-Struktur des Strahls entspricht. Diese strahlinduzierten Kern-Depolarisationen wurden während der Datennahme 1996/1997 mit dem longitudinal polarisierten Wasserstofftarget im Detail studiert.

Um diese Effekte zu unterdrücken, wurde der Magnet für das longitudinal polarisierte Target bezüglich Feldstärke und Homogenität so konstruiert, dass



keine Kernresonanzen innerhalb der Targetzelle auftreten können. Dafür war eine relative Feldhomogenität von  $\Delta B/B < 1.5\%$  ausreichend. Für das transversal polarisierte Target gibt es zusätzliche Kernübergänge, was zur Folge hat, dass bei der geplanten Feldstärke von 300 mT alle 0.39 mT eine Resonanz auftreten kann.

Um das Auftreten von Resonanzen zu unterdrücken, muss eine Feldhomogenität von 0.14 mT erreicht werden. Die Verwendung von präzise gefertigten Beilageblechen an den Magnetpolenden ermöglichte es, eine Feldhomogenität von 0.6 mT zu erreichen. Um die Homogenität des Feldes weiter zu verbessern, wurden Korrekturspulen entworfen, die direkt auf der Speicherzelle montiert sind (Abb. 29). Messungen in einem Testaufbau ergaben, dass weder mechanische noch thermische Belastung der Speicherzelle ein Problem darstellen und das System fertig für den Einbau in den HERMES-Detektor ist.

## Der Strahlverlustmonitor

Während der letzten Jahre wurde von der HERMES-Kollaboration ein radförmiger, aus 12 Modulen bestehender Siliziumdetektor, das so genannte „Lambda Wheel“, entwickelt, welcher unmittelbar an die Speicherzelle anschließend im Vakuum des HERA-Positronstrahlrohres installiert ist.

Die Konstruktion dieses Detektors – zu großen Teilen durch NIKHEF in Amsterdam – ist seit Beginn des Jahres 2001 abgeschlossen. Im Frühjahr 2001 konnte eine Testinstallation des kompletten Detektors im HERMES-Experiment erfolgreich durchgeführt werden (Abb. 30).

Während der Testphase eines Modul-Prototyps im Jahr 2000 zeigte sich, dass nicht unerhebliche Schädigungen des Siliziumdetektors durch erhöhte Strahlungsbelastungen bei unkontrollierten Strahlverlusten verursacht werden können. Um solche Schäden an den strahlungsempfindlichen Komponenten des HERMES-Experiments in Zukunft zu minimieren, wurde ein Strahlverlustmonitor („Beam Loss Monitor“ BLM) neu konstruiert. Ein solcher Monitor soll die bei instabilen Strahlbedingungen in der Nähe des Experiments auftretende erhöhte Strahlung messen, welche

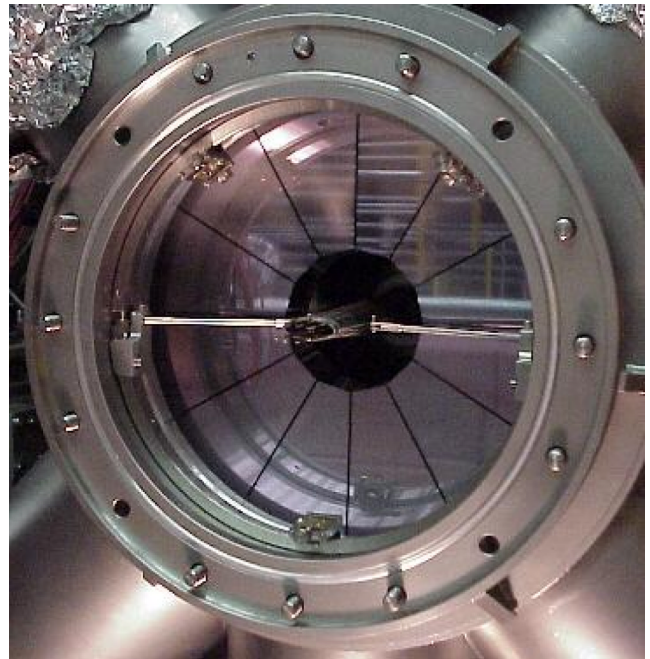


Abbildung 30: Der neue radförmige Siliziumdetektor.

auf einen drohenden unkontrollierten Strahlverlust hinweisen kann.

Das Auslösen eines schnellen HERA-Ablenkmagneten durch den BLM ermöglicht dann die kontrollierte, präventive Ablenkung des Positronenstrahls aus seiner Umlaufbahn. Die Anforderungen an ein solches Frühwarnsystem sind ein einfacher, stabiler und zuverlässiger Betrieb sowie eine kurze Reaktionszeit. Aus diesem Grund wurden Ionisationskammern als Monitore gewählt.

Der entsprechend diesen Anforderungen am NIKHEF entwickelte BLM (Abb. 31) besteht aus zwei baugleichen, links und rechts vom Strahlrohr montierten Sätzen von je drei aktiven Ionisationskammern und einem Referenzdetektor. Letzterer ist elektronisch zwar identisch geschaltet, jedoch nicht mit aktivem Gasvolumen ausgestattet, und dient zur Unterdrückung elektronischer Störungen. Detektieren mindestens zwei der drei Ionisationskammern eine Strahlungsdosis, die eine festgelegte Schwelle für eine gewisse Zeitspanne überschreitet, und misst gleichzeitig der Referenzdetektor kein Signal, wird ein Trigger erzeugt.

Der BLM wurde im Frühjahr 2001 an einer Röntgenstrahlungsquelle der Universität Mons-Hainaut in



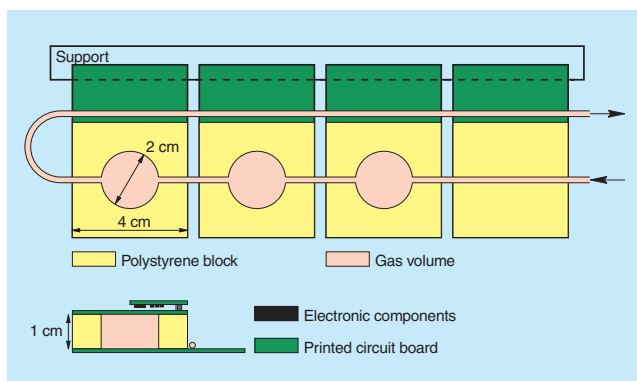


Abbildung 31: Schematische Darstellung einer Hälfte des BLM.

Belgien kalibriert und ermöglicht so, dem gemessenen elektronischen Signal die entsprechende im Monitor akkumulierte absolute Strahlungsdosis zuzuordnen. Die Installation im Experiment erfolgte im Sommer 2001. Seit Oktober wird der BLM testweise betrieben. Während dieser Testphase wurden verschiedene Signalcharakteristika beobachtet, welche eine Einteilung der gemessenen Strahlverluste gemäß ihrer Zeitstruktur gestatten:

- Sehr schnelle Strahlverluste ereignen sich innerhalb so kurzer Zeitspannen – ungefähr innerhalb eines Strahlumlaufs, dass sie vom System nicht vermieden werden können. Die deponierten Strahlungsdosen sind jedoch im allgemeinen gering, außer direkt an der Stelle, an welcher der tatsächliche Strahlverlust auftritt.
- Schnelle Strahlverluste ereignen sich innerhalb einiger Umläufe. Sie können von einem schnellen BLM-Trigger früh genug erkannt werden, so dass ein kontrolliertes Ablenken des Strahls die Deposition einer größeren Strahlungsmenge im Detektor vermeidet.
- Langsame Strahlverluste dauern von wenigen Sekunden bis zu einigen Minuten. In diesem Fall kann bereits ein langsamer BLM-Trigger die Strahlungsbelastung deutlich reduzieren (Abb. 32).

Nach Beendigung der Testphase wird dieser Trigger über ein etwa 4 km langes Lichtleiterkabel mit der Steuerelektronik des Ablenkmagneten, welcher sich in der Nähe der HERA-Halle West befindet, verbunden werden.

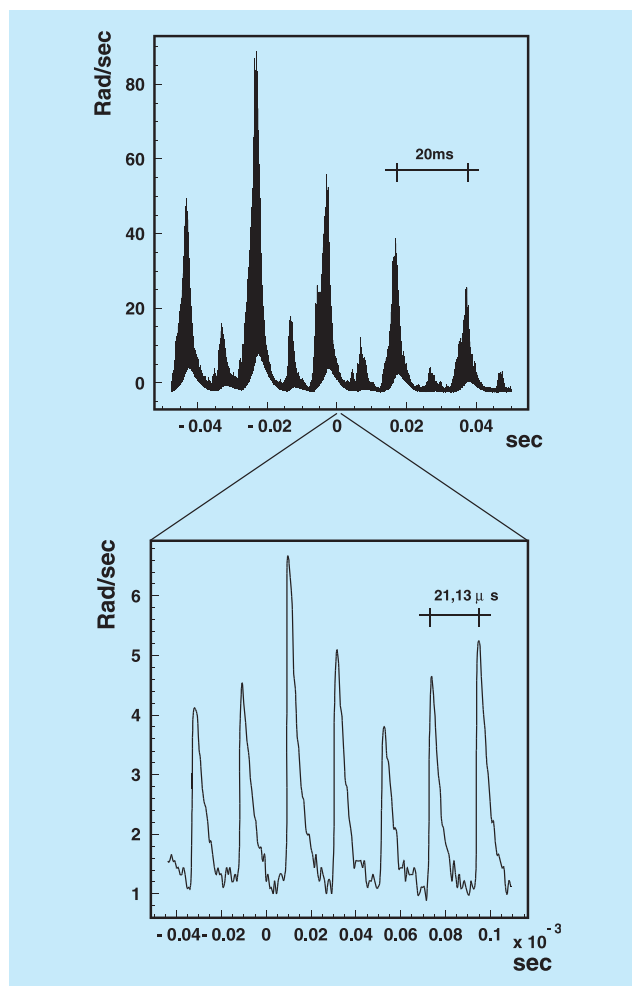


Abbildung 32: Das obere Bild zeigt die gemessene Strahlungsdosis über die maximale Auslesezeit von 100 ms. Das zu sehende periodische (50 Hz) Signal hielt über Minuten an. Im unteren Bild ist eine Ausschnittsvergrößerung um einen Faktor 1000 zu sehen. Da in diesem Fall nur die ersten Bunche gefüllt sind, kann man sehr gut die 47.317 kHz Umlauffrequenz von HERA sehen.

## Physikalische Ergebnisse

### Die Verteilungsfunktionen transversal polarisierter Quarks

Die innere Struktur von Proton und Neutron wird in führender Ordnung durch zwei Gluonverteilungsfunktionen,  $G$  und  $\Delta G$ , und durch drei Quarkverteilungs-

funktionen,  $q$ ,  $\Delta q$  und  $\delta q$ , beschrieben. Die Impulsdichteverteilung der Quarks  $q$  wurde mit hoher Präzision über Jahrzehnte experimentell bestimmt. Ebenso wurden die Impulsdichteverteilung der Gluonen  $G$  sowie die Verteilungsfunktionen longitudinal polarisierter Quarks  $\Delta q$  während der vergangenen 10 Jahre mit guter Genauigkeit gemessen. Im Gegensatz dazu ist von der Gluon-Spindichteverteilung  $\Delta G$  bisher ausschließlich das Vorzeichen bekannt. Die Verteilungsfunktion  $\delta q$  die so genannte „transversity distribution“ oder Verteilungsfunktion transversal polarisierter Quarks, ist bis heute experimentell vollständig unbekannt.

Alle Quarks besitzen eine Quanteneigenschaft, die als Chiralität bezeichnet wird. Chiralität leitet sich vom griechischen Wort „chir“ für „Hand“ ab und bezeichnet die Händigkeit der Quarks. Quarks können links- oder rechtshändig ausgerichtet sein, wobei in allen Prozessen, welche durch die elektroschwache oder die starke Wechselwirkung vermittelt werden, die Chiralität erhalten bleibt. Die besondere Eigenschaft der  $\delta q$ -Verteilung besteht in ihrer ungeraden chiralen Struktur. Dagegen besitzen alle anderen zuvor beschriebenen Verteilungsfunktionen (Abb. 33) eine gerade chirale Struktur. So wird bei der Bestimmung der Impulsdichteverteilung  $q$  über alle rechts- und linkshändigen Quarks summiert, während die Helizitätsverteilung  $\Delta q$  gerade die Differenz zwischen der Anzahl links- und rechtshändiger Quarks im longitudinal polarisierten Proton misst. Die

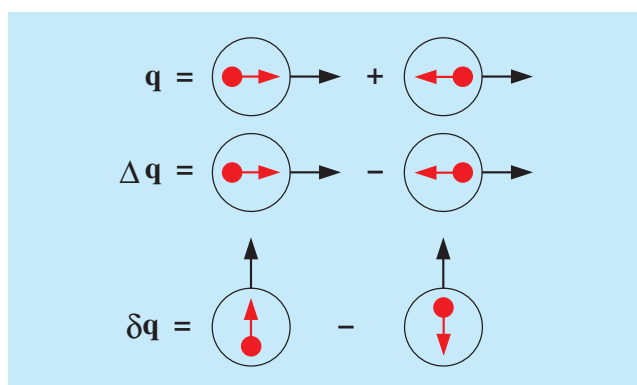


Abbildung 33: Schematische Illustration der Quark-Verteilungsfunktionen, die die Struktur des Protons beschreiben. Die großen schwarzen Kreise und Pfeile repräsentieren das Nukleon und dessen Spin. Die kleinen roten Kreise mit ihren Pfeilen stehen für ein Quark und dessen Spinrichtung.

„transversity distribution“  $\delta q$  dagegen koppelt links- und rechtshändige Quarks in einem Streuprozess, das heißt die Chiralität des Quarks wird im Streuprozess geändert: es findet eine Helizitätsumkehr statt.

Die großen Schwierigkeiten in der Messung der „transversity distribution“  $\delta q$  sind gerade durch den Prozess der Helizitätsumkehr während der Streuung am Quark bedingt.

### Die Collins-Fragmentationsfunktion

Um die Gesamtchiralität des Streuprozesses zu bewahren, muss eine weitere, chiral-ungerade Funktion am Streuprozess beteiligt sein. Eine solche chiral-ungerade Funktion wurde erstmals 1993 von Collins vorgeschlagen. Die Collins-Fragmentationsfunktion beschreibt die Fragmentation von transversal polarisierten Quarks in unpolarisierte Hadronen. Sie koppelt im Streuprozess Quarks entgegengesetzter Chiralität derart, dass die Chiralität des Gesamtprozesses erhalten bleibt. Die Signatur eines Streuprozesses mit Beteiligung der Collins-Fragmentationsfunktion besteht in einer experimentell beobachtbaren Targetspin-Asymmetrie, die vom azimuthalen Winkel  $\phi$  des erzeugten Hadrons abhängt. Hierbei ist  $\phi$  der Winkel zwischen dem Transversalvektor der Targetpolarisation und dem Transversalimpuls des Hadrons bezüglich der Richtung des ausgetauschten virtuellen Photons.

Der Streuprozess zur direkten Messung der „transversity distribution“  $\delta q$  ist die semi-inklusive Streuung von Elektronen (oder Positronen) an einem transversal polarisierten Nukleontarget, wobei die chiral-ungerade Collins-Fragmentationsfunktion mit der chiral-ungeraden Helizitätsverteilung koppelt.

### Erste Messung am longitudinal polarisierten Target

Das HERMES-Experiment hat die azimuthale Verteilung von Pionen aus der Streuung von unpolarisierten Positronen an longitudinal polarisierten Protonen gemessen. Der azimuthale Winkel  $\phi$  ist, wie in Abbildung 34 veranschaulicht, der Winkel zwischen der Streuebene und der Ebene der Hadronerzeugung, bezogen auf die Richtung des virtuellen Photons.

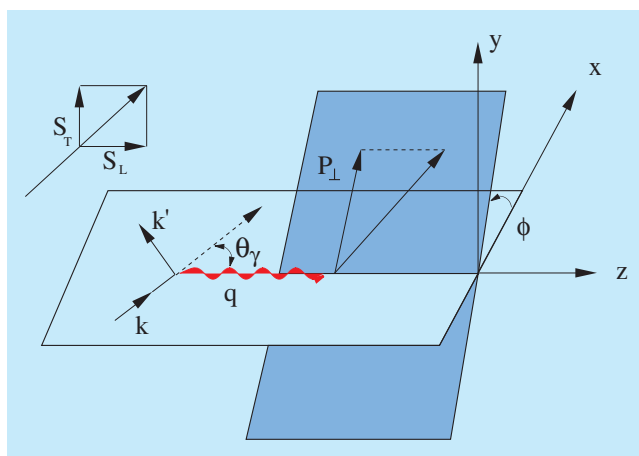


Abbildung 34: Schematische Darstellung des Streuprozesses: Das einlaufende Positron (gekennzeichnet durch den Vektor  $k$ ), das gestreute Positron ( $k'$ ) und das virtuelle Photon ( $q$ ) liegen in einer Ebene, der Streuebene. Das Pion wird in einer weiteren Ebene erzeugt, die den Winkel  $\phi$  mit der Streuebene um den  $q$ -Vektor bildet. Das Vektordiagramm links oben zeigt die Zerlegung des Target-Polarisationsvektors in eine Transversal- und eine Longitudinalkomponente bezüglich der Richtung des virtuellen Photons.

Das Protontarget ist bezüglich der Richtung des einlaufenden Positrons longitudinal polarisiert. Da das virtuelle Photon um den Winkel  $\theta_\gamma$  von der Richtung des einlaufenden Positrons abweicht, gibt es aus Sicht des virtuellen Photons neben der vorherrschenden longitudinalen Targetkomponente  $S_L$  auch eine transversale Targetkomponente  $S_T$ , bezüglich derer der so genannte Collins-Winkel definiert werden kann.

Eine chiral-ungerade Fragmentationsfunktion, die an die gesuchte chiral-ungerade „transversity distribution“  $\delta q$  koppelt, führt in Abhängigkeit von der Polarisation des Targets zu einer Abhängigkeit der azimuthalen Verteilung der Pionen im Winkel  $\phi$ . Für diese Messung wird die folgende „Einfach-Spin Asymmetrie“ für einen unpolarisierten Strahl und ein longitudinal polarisiertes Target gebildet:

$$A(\phi) = \frac{1}{\langle P \rangle} \frac{N^+(\phi) - N^-(\phi)}{N^+(\phi) + N^-(\phi)}.$$

$N^+$  und  $N^-$  bezeichnen die Anzahl der Pionen für die jeweils entgegengesetzte Ausrichtung des Targetspins und  $\langle P \rangle$  ist der mittlere Wert der Targetpolarisation.

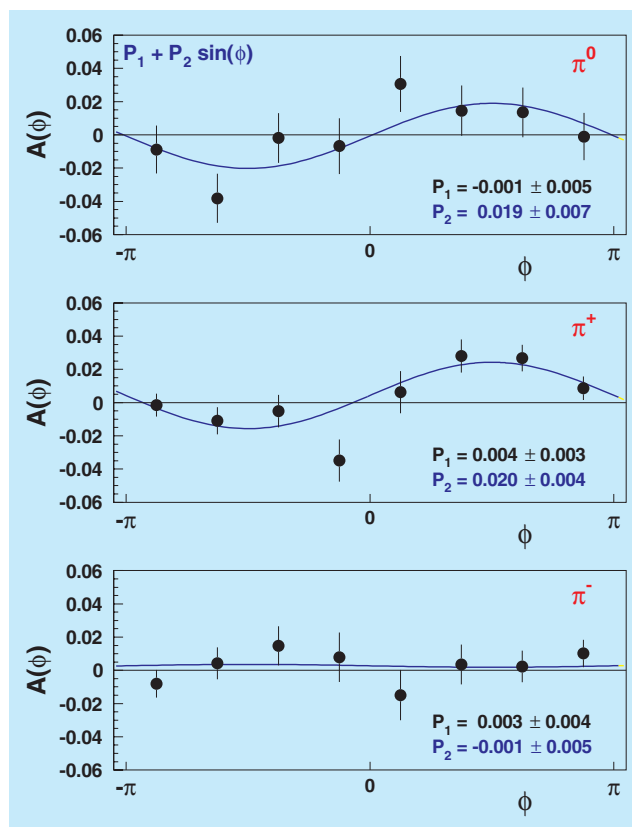


Abbildung 35: HERMES Messungen der azimuthalen Asymmetrie  $A(\phi)$  für neutrale und geladene Pionen. Die Kurven zeigen die Beschreibung der Messungen durch eine einfache Sinusfunktion.

Ist die Verteilung der Pionen bezüglich des azimuthalen Winkels  $\phi$  unabhängig von der Orientierung des Targetspins, so ist auch die Asymmetrie  $A(\phi)$  gleich Null. Die in Abbildung 35 gezeigten azimuthalen Asymmetrien zeigen dagegen für neutrale ( $\pi^0$ ) und für positiv geladene Pionen ( $\pi^+$ ) eine deutliche Abhängigkeit der Verteilung in  $\phi$  von der Richtung der Targetpolarisation. Diese Abhängigkeit kann durch eine einfache Sinusfunktion beschrieben werden. Die Beobachtung einer mit Null übereinstimmenden Asymmetrie für negativ geladene Pionen ( $\pi^-$ ) entspricht den Erwartungen aufgrund der unterschiedlichen Quarkzusammensetzung von  $\pi^-$  und  $\pi^+$  bzw.  $\pi^0$ .

Das besondere Interesse an dieser Messung besteht allerdings gerade in der Beobachtung einer von Null verschiedenen Asymmetrie für  $\pi^+$  und  $\pi^0$ . Diese

gibt den ersten experimentellen Nachweis dafür, dass die Collins-Fragmentationsfunktion existiert und die „transversity distribution“  $\delta q$  von Null verschieden ist.

### Zukünftige Messung am transversal polarisierten Target

Im kommenden Jahr wird HERMES mit einem transversal polarisierten Wasserstofftarget Daten nehmen. Die oben genannten Ergebnisse für ein longitudinal polarisiertes Target haben gezeigt, dass die chiral-ungerade Collins-Fragmentationsfunktion groß genug ist, um die bisher unbekannte Quarkverteilung  $\delta q$  messen zu können. Die Collins-Fragmentationsfunktion wirkt hier durch ihre chiral-ungerade Natur wie ein „Filter“ für die Verteilung  $\delta q$ . Das Charakteristische an dieser Fragmentationsfunktion ist, dass sie eine Targetspin-Asymmetrie erzeugt, die vom azimutalen Winkel abhängt.

Es gibt aber auch noch andere „Filter“, das heißt chiral-ungerade Prozesse, mit denen man die Quarkverteilung  $\delta q$  messen kann. Die Fragmentation eines transversal polarisierten Quarks in ein polarisiertes  $\Lambda$ -Hyperon oder in ein polarisiertes  $\rho$ -Meson sind Beispiele, wie man durch Messung der Polarisation von Hadronen aus der Streuung an einem transversal polarisierten Target Aufschluss über die Quarkverteilung  $\delta q$  erhält. Untersucht man im Fall der Collins-Fragmentation die Winkelverteilung eines Hadrons, so kann man weiterhin die Produktion zweier Hadronen (Pionen) studieren und hier insbesondere die Korrelation beider Winkelverteilungen, und dadurch Aufschluss über die Quarkverteilung  $\delta q$ , erhalten.

Alle diese Beispiele zeigen, dass es verschiedene und voneinander unabhängige Methoden gibt,  $\delta q$  zu messen.

Inzwischen existiert eine Vielzahl theoretischer Modelle und Vorhersagen, die nun experimentell überprüft werden können. Hier wird das HERMES-Experiment eine Vorreiterrolle übernehmen, indem es in den nächsten Jahren Daten an einem transversal polarisierten Target nimmt. Nur so sind die erwarteten Effekte groß genug, um eine signifikante Bestimmung der eingehenden Größen und deren Interpretation zu gewährleisten. So ist nicht nur  $\delta q$  bisher experimentell unbekannt, auch für die verschiedenen Fragmentationsfunktionen gibt es zur Zeit, wenn überhaupt, nur Abschätzungen.

Da HERMES zuerst ein transversal polarisiertes Wasserstofftarget (also Protonen) verwendet wird, welches, vereinfacht gesehen, aus zwei u-Quarks und einem d-Quark besteht, werden die Messungen vorrangig die Größe  $\delta u$  und die Collins-Fragmentationsfunktion  $H_1^\perp$  bestimmen. Später können auch Daten an einem transversal polarisierten Deuteriumtarget genommen werden. In Verbindung mit der Messung an Wasserstoff wird dies die Bestimmung von  $\delta d$  ermöglichen.

### Tief virtuelle Compton-Streuung

Beim HERMES-Experiment wurden Messungen der exklusiven Produktion reeller Photonen durch die so genannte tief virtuelle Compton-Streuung („Deeply Virtual Compton Scattering“ DVCS) durchgeführt. Zusammen mit der Messung der exklusiven Produktion von Mesonen eröffnet diese Studie einen tieferen Blick in die Struktur des Protons. Die Beschreibung derartiger Prozesse beruht auf so genannten „generalisierten Partonverteilungen“ (GPD), welche Verallgemeinerungen der Partonverteilungen sind, die in inklusiven tiefinelastischen Streuexperimenten gemessen werden. Die GPDs enthalten zusätzlich zur Beschreibung der Quarkstruktur des Nukleons auch noch Informationen über Wechselwirkungen und Korrelationen der Quarks und Gluonen untereinander, sowie über ihre Bahndrehimpulse.

Für jede Quarksorte wie für die Gluonen gibt es mehrere polarisierte und unpolarisierte GPDs. Bei DVCS-Ereignissen spielen beide Sorten eine Rolle, während bei der exklusiven Produktion von pseudoskalaren und Vektor Mesonen nur die polarisierten bzw. die unpolarisierten GPDs beitragen. Diese Besonderheit ermöglicht es, zumindest teilweise die verschiedenen Arten von GPDs für verschiedene Quarksorten zu unterscheiden. Dabei hat die Messung des DVCS-Prozesses den Vorteil, dass die Erzeugung eines Photons in der Streuung eines Positrons an einem Parton in nur einem Schritt vor sich geht, wohingegen die Erzeugung eines Mesons einen zweiten Schritt, nämlich die Formierung eines Quark-Antiquark-Paares erfordert. Zur Interpretation der Daten wird in diesem Fall eine zusätzliche Annahme über die Verteilung der Quarks im Meson benötigt.

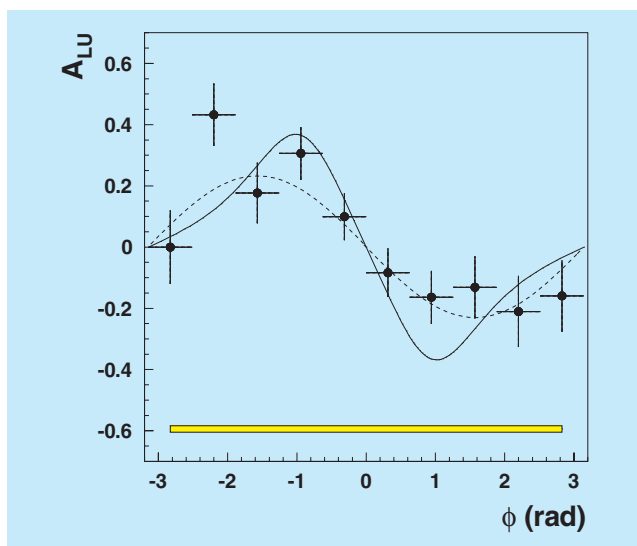


Abbildung 36: Die Positronen-Spin-Asymmetrie  $A_{LU}$  für die exklusive Elektroproduktion reeller Photonen als Funktion des azimutalen Winkels  $\phi$  (Daten von 1996 und 1997). Die gestrichelte Kurve ist eine an die Daten genäherte Sinus-Funktion mit einer Amplitude von 0.23, die durchgezogene Kurve ist das Ergebnis einer Modellrechnung, die auf GPDs basiert. Das gelbe Band repräsentiert den systematischen Fehler der Messergebnisse.

Experimentell ist jedoch die Bestimmung der Flugrichtung und der Energie des erzeugten Photons im DVCS-Prozess weniger genau möglich als die der erzeugten Mesonen. Dadurch wird es schwieriger, zu bestimmen, ob ein gemessenes Photoproduktionsereignis tatsächlich einem exklusiven DVCS-Ereignis entspricht, oder ob noch weitere, nicht nachgewiesene Teilchen entstanden sind. Aus diesem Grund werden in der Datenanalyse mittels des Energie-Impulserhaltungssatzes Gesamtenergie und -impuls der nicht gemessenen Teilchen rekonstruiert, und es wird verlangt, dass die so rekonstruierte fehlende Masse der des Targetprotons entspricht

Eine weitere Besonderheit des DVCS-Prozesses ist die Ununterscheidbarkeit der in ihm produzierten Photonen von Bremsstrahlungs-Photonen, welche von den Strahlpositronen bei der Wechselwirkung abgestrahlt werden (Bethe-Heitler-Prozess). Dieser Prozess dominiert unter den experimentellen Bedingungen im HERMES-Experiment deutlich gegenüber dem DVCS-Prozess.

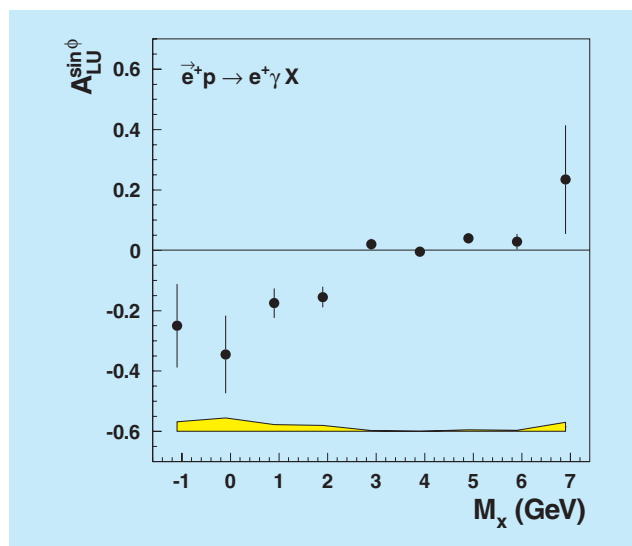


Abbildung 37: Die Strahlspin Analysierstärke  $A_{LU}^{\sin\phi}$  als Funktion der fehlenden Masse (Daten von 1996 und 1997). Systematische Unsicherheiten sind in dem Fehlerband dargestellt.

Die Datenanalyse profitiert jedoch davon, dass die beiden Prozesse zum selben ununterscheidbaren Endzustand führen und damit quantenmechanisch interferieren.

Im Falle eines polarisierten Positronenstrahls bedingt dies eine Asymmetrie in der Verteilung im azimutalen Winkel  $\phi$  zwischen der Richtung des bei dem Streuprozess ausgetauschten virtuellen Photons und der des beobachteten reellen Photons, relativ zur Streuebene des Positrons. Die  $\phi$ -Verteilung einer solchen Asymmetrie ist in Abbildung 36 dargestellt. Im Vergleich sind die Anpassung einer Sinusfunktion sowie eine auf GPDs beruhende Modellrechnung dargestellt, die Vorzeichen und Größe der gemessenen Asymmetrie gut beschreiben.

Für die gemessenen Ereignisse wurde das Sinus-Moment (analog der Amplitude der Sinus-Kurve) der Strahlspin-Asymmetrie als Funktion der fehlenden Masse untersucht. In Abbildung 37 ist zu sehen, dass im Bereich bis etwa 2 GeV die Asymmetrie mit einem Wert von etwa  $-0.25$  maximal ist, und im Fragmentationsbereich ( $M_x > 3$  GeV) mit Null übereinstimmt.



Inzwischen wurde die Analyse der Strahlspin-Asymmetrie auf die Protondaten ausgedehnt, die im Jahr 2000 genommen worden sind. In einem weiteren Schritt werden sie mit den Daten aus dem Jahre 1998 kombiniert, welche mit einem polarisierten Elektronenstrahl gemessen wurden. Die erwarteten Asymmetrien zwischen den Ergebnissen mit verschiedenen Vorzeichen der Strahlladung erlauben den Zugriff auf weitere GPDs. Die Analyse wird des Weiteren auf Daten mit einem Deuteriumtarget ausgedehnt, um Unterschiede zwischen DVCS am Proton und am Deuteron zu untersuchen, die den Zugang zu den GPDs vom Deuteron erlauben.

## Die verallgemeinerte Gerasimov-Drell-Hearn Summenregel

Im Jahr 2000 konnte die HERMES-Kollaboration erfolgreich ihre Datennahme mit einem polarisierten Deuteriumtarget beenden. Damit steht ein großer Datensatz spinpolarisierter Daten für die spinabhängige tiefunelastische Streuung sowohl am Proton als auch am Deuteron zur Verfügung. Durch Vergleich der am Deuteron und Wasserstoff gewonnenen Daten lassen sich die Beiträge des Neutrons extrahieren.

Der Schwerpunkt der Analyse inklusiver Streueignisse wird am HERMES-Experiment durch die Bestimmung der Spinstrukturfunktionen  $g_1$  für das Proton, das Deuteron und das Neutron gebildet. Einen anderen Blickwinkel auf die durch diese Spinstrukturfunktionen beschriebene Physik bietet das Studium des verallgemeinerten Gerasimov-Drell-Hearn (GDH) Integrals an Proton und Neutron.

Dieses Integral geht für große Photon-Virtualitäten in die ersten Momente der Spinstrukturfunktionen über. Diese stehen daher in enger Verbindung zum „Spinrätsel“ des Nukleons. In Erweiterung dieser ersten Momente hin zu kleineren Photon-Virtualitäten gewinnt man im Grenzwert reeller Photonen die so genannte GDH-Summenregel, die aus wenigen theoretischen Prinzipien ableitbar ist und eine Relation zum anomalen magnetischen Moment des Nukleons herstellt.

Diese wurde schon im Jahre 1965 unter Verwendung grundlegender physikalischer Prinzipien für die

Absorption reeller, zirkular polarisierter Photonen an longitudinal polarisierten Nukleonen abgeleitet. Ihre experimentelle Überprüfung erforderte dagegen technologische Entwicklungen, die erst in den letzten Jahren gelangen. Erste Experimente haben kürzlich ihre Ergebnisse veröffentlicht und scheinen die Gültigkeit der GDH-Summenregel für reelle Photonen zu bestätigen.

Wie bereits erwähnt, wurde im Kontext des Spinrätsels erkannt, dass die GDH-Summenregel den Grenzfall für reelle Photonen eines Integrals über die Spinstrukturfunktion für virtuelle Photonen darstellt. Die Verallgemeinerung der GDH-Summenregel vom Falle reeller Photonen zu einem Integral über den Photoabsorptions-Wirkungsquerschnitt polarisierter virtueller Photonen an longitudinal polarisierten Nukleonen stellt somit eine Messgröße dar, die geeignet ist, den Übergang von der spinabhängigen tiefunelastischen Streuung zur spinabhängigen Photoabsorption reeller Photonen zu studieren.

## Messung der $Q^2$ -Abhängigkeit

Das HERMES-Experiment ist in der Lage, diese Größe über einen großen Energiebereich und einen weiten Bereich von Photon-Virtualitäten zu vermessen. Dabei werden zugleich der Übergang zwischen verschiedenen Beschreibungsweisen des Nukleons und ein weiterer Bereich physikalischer Phänomene untersucht, die zur spinabhängigen Photoabsorption beitragen. So ist zum Beispiel für kleine Photon-Virtualitäten und Anregungsenergien eine Beschreibung in Form von Anregungen des Nukleons erfolgreich, während bei hohen Energien und Photon-Virtualitäten das Quark-Parton Modell die geeignete Beschreibungsform darstellt. Die Vermessung des verallgemeinerten GDH-Integrals über einen weiten Bereich von Photon-Virtualitäten ermöglicht somit das Studium des Übergangs zwischen verschiedenen Beschreibungsformen, und möglicherweise auch einen Blick auf Korrelationen („higher twist“) zwischen den Partonen der Nukleonen, welche beim Übergang zwischen der Streuung an einzelnen Partonen bei hoher Photon-Virtualität zu kollektiven Phänomenen, wie der Anregung von Nukleon-Resonanzen, zu Tage treten sollten.

Die von HERMES gewonnenen Daten zeigen jedoch, dass der Beitrag von Nukleon-Resonanzen zum ver-



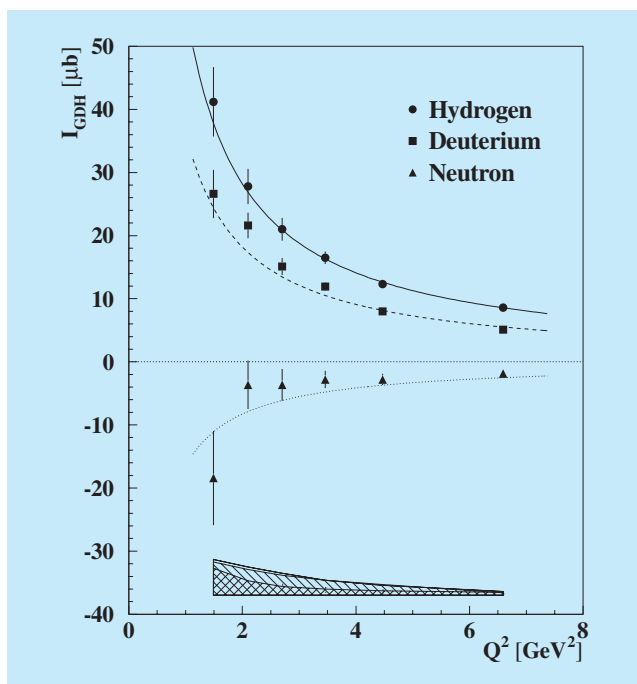


Abbildung 38: Die HERMES Resultate für das verallgemeinerte GDH-Integral an Proton, Deuterium und Neutron als Funktion der Photon-Virtualität  $Q^2$ . Die Kurven stellen die Beschreibung der Messung im Modell von Soffer und Teryaev dar.

allgemeinerten GDH-Integral rasch mit zunehmender Photon-Virtualität abnimmt, der Beitrag der tiefunelastischen Streuung jedoch selbst bei den kleinsten gemessenen Photon-Virtualitäten relevant bleibt (Abb. 38). „Higher twist“ Beiträge konnten bisher im Rahmen der erzielten Messgenauigkeit nicht nachgewiesen werden.

Die Differenz der verallgemeinerten GDH-Integrale von Proton und Neutron stellt eine weitere wichtige und fundamentale Größe dar. Bei hohen Photon-Virtualitäten sollte diese Differenz der Björken-Summenregel entsprechen. Diese ist eine fundamentale Vorhersage der Quantenchromodynamik und ihr Test ist von großer Wichtigkeit. Experimentell wurde die Björken-Summenregel vielfach getestet: Im Rahmen der experimentellen Unsicherheiten befinden sich die Messergebnisse im Einklang mit den theoretischen Erwartungen. Neben direkten Tests stellt auch die Entwicklung der Differenz des verallgemeinerten GDH-Integrals für Proton und Neutron mit zunehmender Photon-Virtualität einen solchen Test dar. Die von HERMES im Rahmen dieser Analyse gewonnenen Daten bestätigen ebenfalls die Björken-Summenregel bei Berücksichtigung der experimentellen Unsicherheiten.

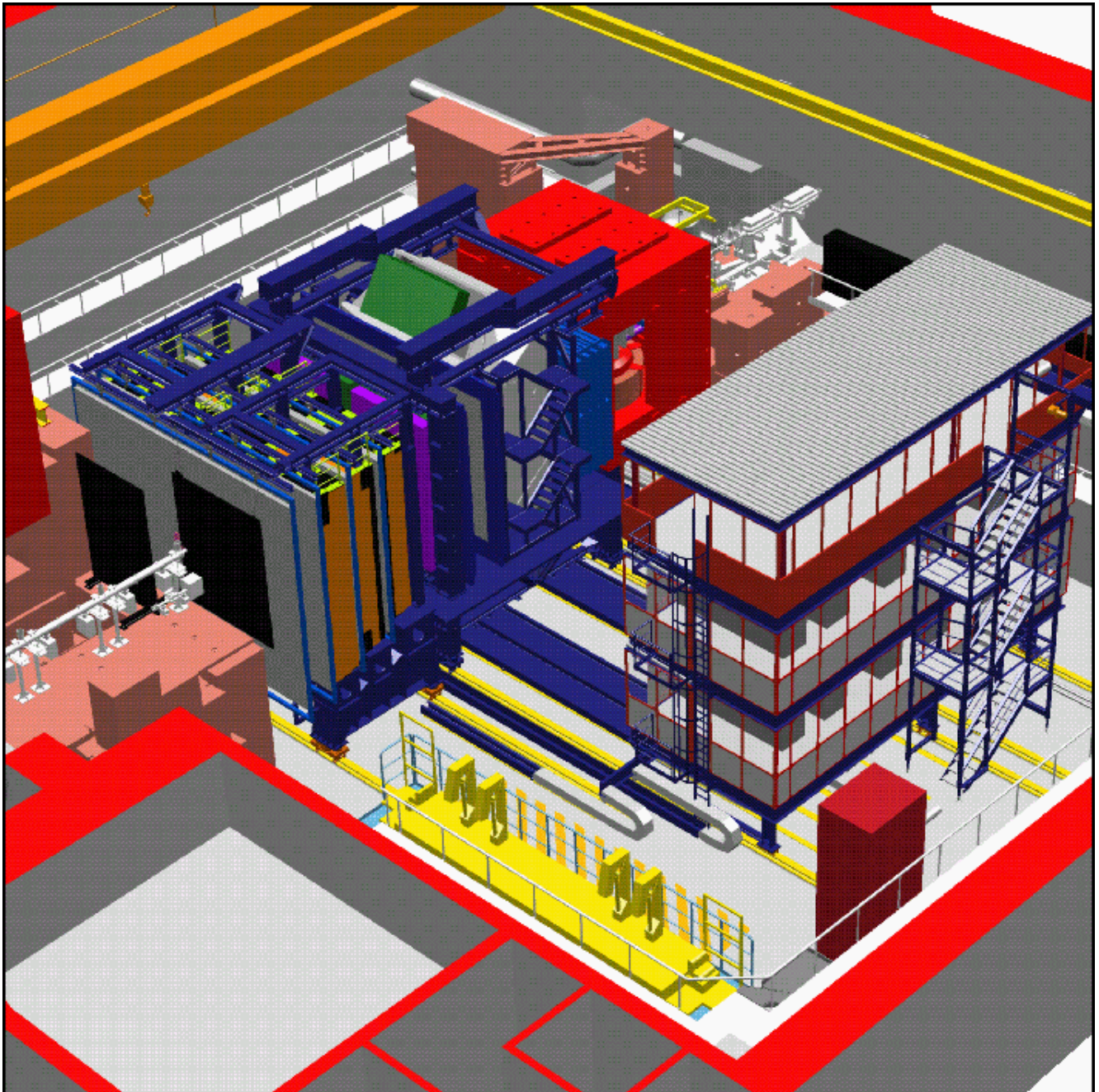


Abbildung 39: Blick in die HERA-B Halle auf den Detektor.

# 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 und MEPhI Moscow, MPI Phys. München, Univ. Oslo, Univ. Rostock, Univ. Siegen, Univ. Utrecht, DESY Zeuthen, Univ. Zürich.

**Sprecher:** M. Medinnis, DESY

HERA-B ist ein Vorwärtsspektrometer, das Wechselwirkungen zwischen Protonen aus den äußeren Bereichen des HERA-Protonenstrahls und verschiedenen Targets vermisst. Die Targets bestehen aus Drähten unterschiedlichen Materials, die es erlauben, Proton-Nukleon-Wechselwirkungen mit verschiedenen Kernen (Kohlenstoff, Aluminium, Titan, Wolfram) zu untersuchen. Die Wechselwirkungsrate kann, wie in vorhergehenden Jahresberichten detailliert beschrieben, durch eine präzise Einstellung der Drähte in der Richtung quer zum Strahl kontrolliert werden.

Ziel des Experiments HERA-B ist die Untersuchung von Aspekten der Physik von Bottom- und Charm-Quarks sowie der Mechanismen, die die Produktion verschiedener in Proton-Nukleon-Wechselwirkungen entstehender Teilchen beschreiben. Die ursprünglich wichtigste Aufgabe, die Messung der CP-Verletzung im B-Meson-System, kann von HERA-B nicht erfüllt werden und ist inzwischen von den Experimenten BaBar und BELLE an  $e^+e^-$ -Speicherringen durchgeführt worden.

Im Jahr 2000 wurde das Spektrometer HERA-B fertig gestellt. Während der ersten längeren Datennahmepériode von HERA-B wurden etwa 30 Millionen Ereignisse aufgezeichnet. Die Analyse dieser Daten im Berichtszeitraum lieferte wichtige Erkenntnisse über das Verhalten des Detektors, vor allem bezüglich Nachweiswahrscheinlichkeiten und Unter-

grundraten. Einige der physikalischen Analysen sollen veröffentlicht werden.

Im Jahr 2001 fand eine lange Unterbrechung der Datennahme wegen des Umbaus von HERA statt, die für umfangreiche Reparaturen und Verbesserungen des Detektors genutzt wurde. Zahlreiche Probleme, die teilweise erst während der Inbetriebnahme im Jahr 2000 bekannt geworden waren, konnten gelöst werden.

Eine kurze Datennahmepériode gegen Ende des Jahres hat bewiesen, dass der Detektor nach der Unterbrechung erfolgreich wieder in Betrieb genommen und sein Zustand durch die umfangreichen Arbeiten erheblich verbessert werden konnte. Die an HERA erreichbaren Ereignisraten waren jedoch minimal, so dass eine physikalische Analyse den Daten des Jahres 2002 vorbehalten bleiben wird.

## Der Detektor HERA-B

Der Detektor HERA-B setzt sich aus vier verschiedenen mechanischen Grundeinheiten zusammen (Abb. 39):

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

**Magnetplattform:** zwischen den Polschuhen des Dipolmagneten sind die inneren Spurkammern (Gra-



nularität von 0.3 mm) und die äußeren Spurrkammern (Granularität von 5 bzw. 10 mm) eingebaut.

**Mittelplattform:** hier sind das Hauptspurrkammersystem sowie die Komponenten für die Teilchenidentifizierung „Ring Imaging Čerenkov“ Zähler (RICH), Übergangsstrahlungsdetektor (TRD) und elektromagnetisches Kalorimeter (ECAL) untergebracht.

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

## Inneres Spurrkammersystem

Die Betriebspause von HERA wurde zu Reparaturarbeiten an den Kammern des inneren Spurrkammersystems (ITR) und zur Fertigstellung der letzten noch fehlenden drei Halbstationen hinter dem RICH-Detektor genutzt. Alle Stationen wurden ausgebaut, überholt und wieder installiert. 15 Kammern, die entweder defekte GEMs (Gas-Elektronen-Vervielfacher) oder größere fehlerhafte Bereiche in den MSGCs (Mikrostreifengaszähler) aufwiesen, wurden vollständig ausgetauscht. Bei einer erheblichen Zahl von MSGCs waren zu Beginn des Betriebs Kurzschlüsse zwischen einzelnen Anoden und Kathoden aufgetreten. Dabei wird infolge der Hochspannungsverteilung jeweils eine Gruppe von 16 Kanälen, das entspricht 1.6% einer Kammer, kurzgeschlossen. Durch Abtrennen einzelner Leiterbahnen auf den Kaptonbrücken, die von den Verstärkern zu den Anoden führen, konnten diese Ineffizienzen vollständig beseitigt werden. Präventiv wurden Anoden, die bekanntermaßen unterbrochen und deshalb besonders gefährdet sind, Kurzschlüsse zu erzeugen, ebenfalls abgetrennt. Nach dieser recht aufwendigen Arbeit sollten alle toten Bereiche eliminiert sein und Hardware-bedingte Ineffizienzen in den nächsten Jahren auf 1–2% beschränkt bleiben.

Der Betrieb der Detektoren im Jahr 2000 war weitgehend unter der Aufsicht von Experten erfolgt. Dabei registrierte Schwachstellen in Hard- und Software sind nun behoben. Die störanfälligen Niederspannungsnetzgeräte wurden umgerüstet und empfindliche Hochspannungsverbindungen durch Stecker ersetzt. Erheblich verbessert wurde die Kontrollsoftware, die nunmehr

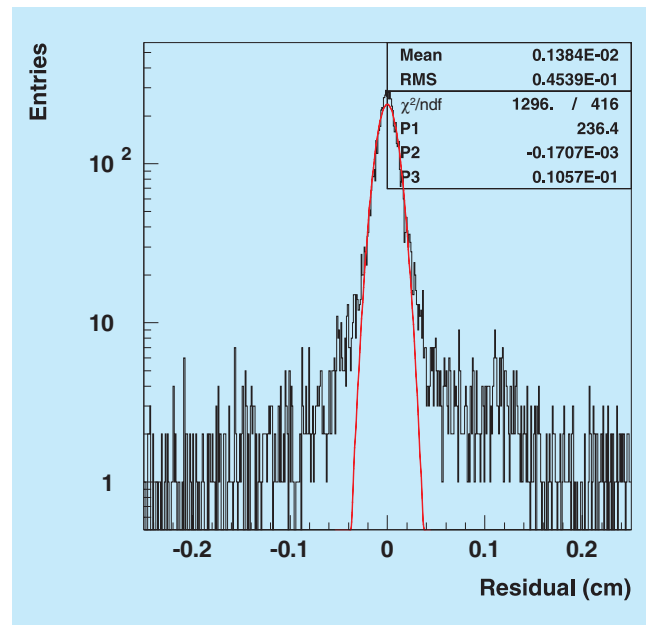


Abbildung 40: Verteilung von Spurrestiduen im Inneren Spurrkammersystem.

einen sicheren Betrieb durch die Schichtbesetzung ermöglicht. Sie regelt die Spannungen automatisch, auch wenn sie kurzzeitig infolge der unvermeidbaren, sporadisch auftretenden Überschlüge in den GEMs unterbrochen werden müssen. Ein neues Histogrammpaket ermöglicht es, komplexe Fehler in den Detektoren, der Ausleseelektronik oder der Spannungsversorgung schnell zu lokalisieren.

Die Spurrekonstruktion im ITR wurde durch Einführung eines auf der Basis Cellularer Automata arbeitenden Systems verbessert. Die ITR-Daten werden nun bei der Analyse mitverwendet. Obwohl die Betriebsbedingungen während der Datennahme 2000 bei den meisten Kammern nicht optimiert werden konnten, ist die Ortsauflösung mit etwa 0.1 mm sehr gut. Dieser Wert ergibt sich aus der Residuenverteilung (Abb. 40) von rekonstruierten Spuren von Teilchen mit Impulsen zwischen 35 und 50 GeV/c. Gleichzeitig zeigt die Verteilung, bei der im Mittel pro Spur 15 Kammern beitragen, die sehr gute Bestimmung der geometrischen Kammerpositionen (Alignment).

Sobald ein stabiler Betrieb von HERA gegeben ist, werden die Kammern innerhalb von zwei bis drei Wochen auf die nominelle Gasverstärkung gebracht. Paral-

lel dazu wird die Bestimmung der Kammerpositionen vorgenommen. Die Betriebsparameter des ITR sollten dann den Designwerten entsprechen.

## Äußeres Spurkammersystem

Das äußere Spurkammersystem (OTR) von HERA-B dient dem Nachweis geladener Teilchen ab etwa 20 cm Entfernung vom Protonenstrahl bis hin zur äußeren Akzeptanzgrenze des Experiments. Die Messstationen des Systems, die so genannten Superlagen, sind an verschiedenen Positionen zwischen Vertextank und Kalorimeter senkrecht zum Strahl angeordnet. In jeder Superlage befindet sich eine variable Anzahl ebener Messlagen, die aus Wabendriftkammermodulen zusammengesetzt sind.

Die von September 2000 bis Juli 2001 währende Betriebsunterbrechung von HERA wurde zur Durchführung umfangreicher Reparaturarbeiten an den äußeren Spurkammern genutzt.

Zur Beseitigung des Hauptproblems, der mangelnden Hochspannungsfestigkeit der Driftkammermodule, erwies es sich als notwendig, alle Superlagen vor Ort zu öffnen, die Module zu entnehmen und im Reinraum zu reparieren. Im Zuge dieser Arbeiten wurden insgesamt 14 000 unsachgemäß installierte Koppelkondensatoren auf den Hochspannungsplatinen der Module ersetzt. Ferner wurden alle Module, bei denen das nicht schon bei der Produktion geschehen war, mit Kohlefaserstäben mechanisch versteift. Alle reparierten Module durchliefen ähnliche Qualitätstests wie vor der Erstinstallation. Wegen verschärfter Testkriterien erhöhte sich die Zahl deaktivierter Drähte etwas, mit 1.9% liegt die Ausfallrate aber durchaus noch im üblichen Rahmen. Für 80 der insgesamt 978 Module, die die Qualitätstests nicht bestanden oder bereits bei der Erstinstallation irreparabel beschädigt wurden, mussten auf den noch vorhandenen Produktionsanlagen Ersatzmodule gefertigt werden.

Ausgiebige Tests mit den reparierten Superlagen ergaben ein signifikant besseres Langzeitverhalten bezüglich der Hochspannungsstabilität. Die über einen Zeitraum von mehreren Monaten beobachtete Ausfallrate war unter gleichen Bedingungen um einen Faktor

zehn niedriger als vorher. Die Tests zeigten außerdem, dass ein sicherer Betrieb der Kammern beim doppelten Wert der nominellen Gasverstärkung (60 000 statt 30 000) möglich ist. Damit wurde Spielraum geschaffen für eine Verbesserung der Zelleffizienz, die während der Datennahme im Jahre 2000 in einigen Kammern mit 85% noch recht weit von den angestrebten 95% entfernt war.

Weitere Maßnahmen zur Effizienzverbesserung setzten bei der Ausleseelektronik des äußeren Spurkammersystems an. Die Signale der Driftkammermodule gelangen zunächst auf Vorverstärker mit integrierten Diskriminatoren, die sich in unmittelbarer Nähe der Signaldurchführungen an den Gasboxen befinden (insgesamt 7200 Stück). Zur digitalen Driftzeitmessung dienen insgesamt 955 TDC-Karten (Time-to-Digital Converter), die sich in am Kammerrahmen montierten Überrahmen befinden. Neben den gemessenen Driftzeiten stellen die TDC-Karten auch die Trefferinformationen für die erste Triggerstufe zur Verfügung. Diese Signale werden mittels so genannter Triggerlink-Karten den Bedürfnissen des Triggers entsprechend zusammengefasst und in optische Signale umgewandelt, bevor sie über Glasfaserleitungen an die Triggerelektronik geschickt werden.

Während der Datennahme im Jahre 2000 wurde beobachtet, dass von den Verbindungen zwischen den TDC- und den Triggerlink-Karten ein erheblicher Beitrag zum Rauschen der Ausleseelektronik ausging. Als Folge dessen mussten die Diskriminatorschwellen in den Vorverstärkern erhöht werden, was eine Verschlechterung der Zelleffizienz zur Folge hatte. Abhilfe wurde erst durch die Entfernung der Treiberbausteine von allen TDC-Karten geschaffen. Diese Maßnahme reduzierte das Rauschen der Ausleseelektronik so weit, dass die Diskriminatorschwellen um 20–30% verringert werden konnten. Das lässt für die kommende Datennahme Verbesserungen sowohl in der Effizienz als auch in der Ortsauflösung des äußeren Spurkammersystems erwarten.

Während des Betriebs im Jahre 2000 zeigten die Signale von 5–10% der optischen Sender auf den Triggerlink-Karten zeitliche Instabilitäten in Form und Pulshöhe, was zu Übertragungsfehlern führte. Dieses Problem wurde durch die Nachinstallation von Steuerstufen für alle Sender behoben.

Das komplexe Gassystem, das das gesamte äußere Spurkammersystem mit Gas versorgt, erwies sich während der gesamten Datennahme im Jahr 2000 als weitgehend zuverlässig. Als störend erwiesen sich lediglich einige längere Betriebsunterbrechungen bei Problemen mit den Pumpen im Hauptkreislauf des Systems. Zur Verkürzung solcher Ausfallzeiten bei der kommenden Datennahme wurde hier eine Lecksucheinheit installiert. Zur Minderung der Abhängigkeit der Gasverstärkung in den äußeren Spurkammern von Luftdruck und Umgebungstemperatur wurde eine automatische Regelung der Hochspannung entwickelt, getestet und in Betrieb genommen.

Im Zuge der Neudefinition des Physikprogramms von HERA-B wurden die Vor- und Nachteile der im Magneten befindlichen Kammern des äußeren Spurdetektors sorgfältig gegeneinander abgewogen. Es ergab sich, dass das Kammermaterial im Magneten den Nachweis von Elektronen und Photonen mehr stört als die Anwesenheit zusätzlicher Messstationen der Rekonstruktion von Myonen und geladenen Hadronen nützt. Demzufolge wurden sechs der sieben Kammern aus dem Magneten entfernt.

Im Dezember 2001 wurden erstmals Daten mit dem reparierten und modifizierten äußeren Spurkammersystem genommen. Diese Daten dienen hauptsächlich dazu, die elektronischen Kanäle korrekt auf die Geometrie der Kammern abzubilden, Fehler beim Zusammenbau in den Detektortabellen zu korrigieren, den Zeitnullpunkt für alle Kanäle zu bestimmen, die Relation zwischen Driftzeit und -strecke zu eichen und die Kammerpositionen zu justieren. Die Software für diese Aufgaben war schon in den Vorjahren entwickelt worden. Bereits in den ersten Ergebnissen sind Anzeichen für die erwarteten Verbesserungen von Effizienz und Auflösung des Detektors erkennbar.

## Die erste Triggerstufe

Der mehrstufige Trigger von HERA-B dient der effizienten Selektion von Zerfällen schwerer Quarks bei gleichzeitiger Unterdrückung sonstiger Wechselwirkungen um etwa fünf Größenordnungen. Die Identifikation von Leptonen mit hohem Transversalimpuls ist hierbei die entscheidende Signatur, besondere Bedeutung haben die leptonischen Zerfälle von  $J/\psi$ -Mesonen.

Abbildung 41 zeigt eine schematische Darstellung des komplexen Trigger- und Datennahmesystems, durch das die Eingangsrate von 10 Millionen Ereignissen pro Sekunde auf etwa 50 archivierte Ereignisse pro Sekunde reduziert wird.

Die Suche nach Elektronen beginnt mit den digitalisierten Informationen des elektromagnetischen Kalorimeters. Neun Kalorimeterzellen werden zu einem Cluster zusammengefasst und, falls dessen transversale Energie über einem Schwellenwert liegt, wird dieser der ersten Triggerstufe („First Level Trigger“ FLT) als Elektronkandidat gemeldet. Für Myonen werden Koinzidenzen in den Pad-Kammern der letzten beiden Superlagen des Myonsystems als Startpunkt benutzt.

Die Vortrigger und der FLT bestehen aus einem Netzwerk von eigens entwickelten Hardwareprozessoren. Aus den Parametern der Kandidaten berechnen die „Track Finding Units“ (TFU) Suchfenster in der Spurkammer vor den Vortriggern. Falls hierin eine Koinzidenz von den getroffenen Drähten in drei Projektionen ( $0, \pm 5$  Grad Stereolagen) gefunden wird, werden die Parameter der Kandidaten entsprechend der gefundenen Position verbessert und an die TFUs der zum Target hin nächsten Superlage weitergereicht, andernfalls wird der Kandidat verworfen.

Wird die Suche nach Koinzidenzen bis in die Superlage PC1 erfolgreich fortgesetzt, berechnet die „Track Parameter Unit“ aus den geometrischen Informationen die kinematischen Parameter der Spur. Die „Trigger Decision Unit“ löst einen Trigger aus, wenn die gefundenen Spuren vordefinierte Bedingungen erfüllen. Die erste Triggerstufe verarbeitet etwa 1 Tbit/sec an Informationen von den Spurkammern und kann bis zu 500 Millionen Kandidaten pro Sekunde verfolgen.

Erste Erfahrungen mit diesem Hardwaretrigger sind während der Datennahme im Jahre 2000 gesammelt worden. Es traten Probleme in der optischen Datenübertragung zwischen den Spurkammern und den TFUs auf, die die Inbetriebnahme verzögerten. Die Hardwareprozessoren selbst haben trotz ihrer Komplexität hervorragend funktioniert. Insgesamt war jedoch der zeitliche Aufwand, diesen Trigger zu konfigurieren und das Verhalten zu verstehen, größer als vorhergesehen. Die Inbetriebnahme konnte deshalb damals nicht abgeschlossen werden.



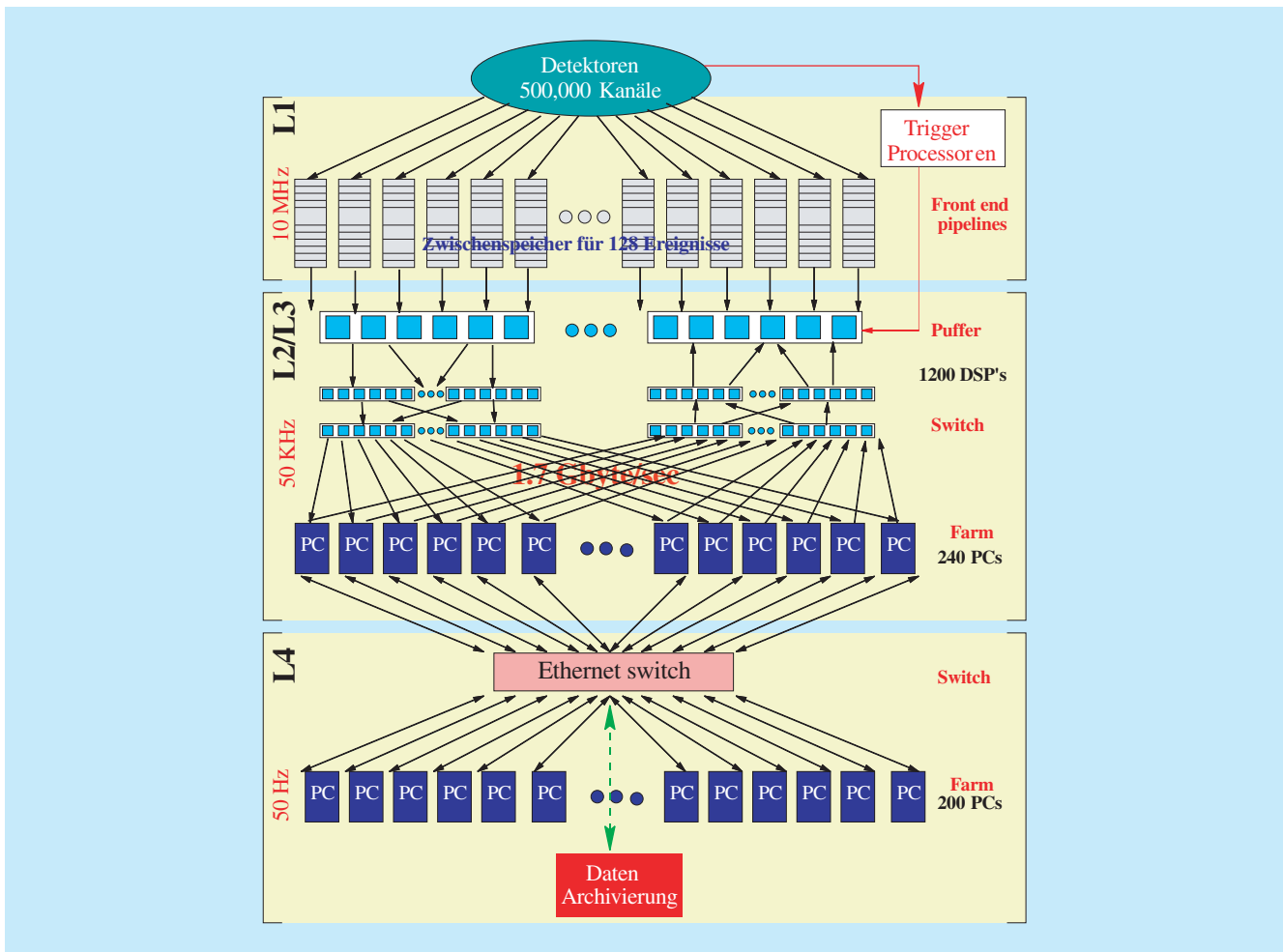


Abbildung 41: Mehrstufiges System zur Datenreduktion und Datenselektion von HERA-B. Das Netzwerk aus etwa 80 Spezialprozessoren der ersten Triggerstufe ist hier nicht ausgeführt.

Im Berichtsjahr wurden die im Jahr 2000 genommenen Daten detailliert untersucht, um die Eigenschaften des FLT zu verstehen und Probleme zu beheben. Durch Vergleich mit aufwendigen Simulationen konnte zum Beispiel im Detail verstanden werden, wie durch die Probleme der Spurkammern die intrinsische Spureffizienz des FLT von 60% auf 18% reduziert wurde. Zwar besteht jede Projektion einer Superlage aus zwei hintereinander liegenden Driftzellen, von denen mindestens eine ansprechen muss, aber geringe Zelleffizienzen und Übertragungsfehler haben im Jahre 2000 zu den beobachteten Verlusten geführt. Durch die bereits beschriebenen Verbesserungen der Spurdetektoren und

der Triggerelektronik werden diese für die kommende Datennahme deutlich kleiner sein. Insgesamt wird eine Myoneffizienz des FLT von 55% erwartet.

In einem so genannten Vektortest wird ein Ereignis in die Hardware des FLT geladen und die Ergebnisse ausgewählter Prozessorstufen werden mit der Simulation verglichen. In allen wesentlichen Punkten hat es hier eine vollständige Übereinstimmung gegeben. Mittels der Simulation kann die komplizierte Hardware also sehr genau beschrieben werden. Dies hilft nicht nur zur Bestimmung von Effizienzen, sondern bedeutet auch, dass das Verhalten der Hardware verstanden ist.

Weitere Verbesserungen an der Software tragen dazu bei, dass der FLT für die kommende Datennahme schnell eingesetzt werden kann. Der Bereich der inneren Spurkammern (Inner Tracker und Myon Pixel System) wird voraussichtlich für den FLT auch im Jahre 2002 nicht zur Verfügung stehen.

## Die zweite Triggerstufe

Die zweite Triggerstufe („Second-Level-Trigger“ SLT) besteht aus einer Farm von 240 PCs und greift auf die gesamten Daten des Detektors zu. Ereignisse mit einer Rate von 30–50 kHz können verarbeitet werden. Ausgehend von den Spurparametern des FLT werden zusätzliche Superlagen in den Spurkammern und die Daten des Vertexdetektors benutzt, um falsche Spuren (Geister) zu verwerfen und die Spuren besser zu bestimmen. Hinzu kommt die Möglichkeit, für Spurpaare einen gemeinsamen Vertex zu verlangen und die invariante Masse zu berechnen.

Auch für die kommende Datennahme wird, wie schon im Jahr 2000, die Hauptlast des Triggers beim SLT liegen. Die Effizienz der ersten Triggerstufe (FLT) ist vermutlich nicht hoch genug, um beide Leptonen für die Rekonstruktion von  $J/\psi$ -Zerfällen zu identifizieren. Die optimale Zahl an auf Magnetband gespeicherten  $J/\psi$ -Ereignissen wird erreicht, wenn ein Lepton mit dem FLT identifiziert wird und der SLT die weitere Rekonstruktion inklusive der Suche nach einem weiteren Lepton übernimmt. Dies bedeutet eine Begrenzung der Wechselwirkungsrate der Protonen auf 5–10 MHz. Bei diesem Verfahren werden alle Spurkandidaten der Vortrigger und die gefundenen Spuren des FLT an den SLT übergeben.

Die zweite Triggerstufe wird deshalb, ähnlich wie im Jahre 2000, ausgehend von den Vortriggern eine eigenständige Spursuche durchführen. Allerdings sind bedeutende Verbesserungen im Berichtszeitraum vorgenommen worden. Hierzu zählen

- ein um einen Faktor 2–3 schnellerer Zugriff auf die Daten des Myonsystems durch eine Reduktion der Datenmenge,
- ein schnellerer Zugriff auf die Daten der äußeren Spurkammern (OTR) durch die Bündelung mehrerer Datenpakete,

- eine Spurverfolgung auch im inneren Bereich des Detektors (Myon Pixel System und ITR), die zuvor nicht existiert hat,
- eine höhere Spureffizienz durch Veränderungen im Algorithmus,
- eine Reduktion der CPU-Zeit durch Verbesserungen in der Suche nach Clustern im ITR und deutliche Verbesserungen bei der Spurverfolgung im Vertexdetektor,
- ein Austausch der 300 MHz und 450 MHz CPUs durch 1300 MHz CPUs,
- eine größere Reduktion an Geisterspuren durch das Auswerten der Driftzeiten im OTR,
- das Ausnutzen der Magnetkammern nahe dem Vertexdetektor zur Reduktion der Suchfenster.

Aufgrund dieser Verbesserungen ist der SLT für die bevorstehende Datennahme sehr flexibel und kann mit unterschiedlichen Eingangsdaten (FLT-Spuren, Vortriggerkandidaten) arbeiten.

Die Verbesserungen der Detektoren und der Triggerkette lassen eine erhebliche Steigerung der Rate registrierter  $J/\psi$ -Ereignisse gegenüber dem Jahr 2000 erwarten. Detaillierte Simulationsrechnungen lassen eine Verbesserung um einen Faktor 60 nicht unrealistisch erscheinen.

## Die Datennahme

Die digitalisierten Daten der Front-End Elektronik werden in so genannten „Second Level Buffern“ (SLB) für jede positive Entscheidung der ersten Triggerstufe zwischengespeichert. Die zweite Triggerstufe kann auf sämtliche SLBs mittels des SWITCH zugreifen. Letzterer ist wie die SLBs mit SHARC DSP-Prozessoren von AnalogDevices realisiert. Diese Hardware und die entsprechende Software wurden im Jahre 2000 vollständig in Betrieb genommen.

Nach einer positiven SLT-Entscheidung werden die Ereignisse vollständig auf einer weiteren PC Farm (100 Dual-Prozessor PCs) online rekonstruiert und auf Magnetband gespeichert. Diese Farm wurde im Berichtszeitraum auch zur Rekonstruktion der Daten aus dem Jahr 2000 (30 Millionen Ereignisse) benutzt. Dieser

Prozess wurde praktisch vollständig automatisiert, die Daten wurden dreimal mit jeweils verbesserten Konstanten und Algorithmen prozessiert.

Zu Beginn einer Datennahme werden über 2000 Prozesse in etwa zwei Minuten gestartet. Dies hat im Jahr 2000 routinemäßig funktioniert. Die Erfahrung zeigte jedoch, dass solch ein kompliziertes System anfällig gegen Störungen ist. Im Berichtszeitraum wurden deshalb Schwachstellen in der Struktur der Datennahme verbessert. Hierzu zählt die Abhängigkeit vom DESY-Rechenzentrum, dessen Ausfall insbesondere an Wochenenden zu erheblichen Störungen geführt hatte. Die Kommunikation zwischen den gestarteten Prozessen ist durch die Verwendung von „Multiple Threads“ deutlich zuverlässiger geworden, hinzu kommen Verbesserungen in der Bandbreite von allen an der Datenübertragung beteiligten Systemen um einen Faktor 2 sowie größere Zwischenspeicher für das Puffern von Daten.

## Physikalische Resultate

Im Berichtszeitraum wurde die Analyse der im Jahr 2000 aufgenommenen Daten fortgesetzt. Es wurden entscheidende Fortschritte in der Auswertung der Daten und im Verständnis des Detektors gemacht.

Die Inbetriebnahme des Detektors und Tests einzelner Detektorkomponenten haben dazu geführt, dass es kaum längere Messperioden unter stabilen Bedingungen gab. Zudem lagen Detektorakzeptanzen und die Leistungsfähigkeit des Triggers weit unter den für das Jahr 2002 zu erwartenden Werten. Infolgedessen waren sowohl die zur Analyse zur Verfügung stehende Statistik als auch generell alle Nachweiswahrscheinlichkeiten klein. Trotzdem wurden einige signifikante Resultate erzielt, deren wichtigste im Folgenden erwähnt werden sollen.

### Der Zerfall $J/\psi \rightarrow \ell^+ \ell^-$

$J/\psi$ -Mesonen sind in zweifacher Weise für die hier vorgestellten Analysen interessant: zum einen dienen sie zum Nachweis von B-Mesonen im Zerfall  $B \rightarrow J/\psi X$ , dann nämlich, wenn sich zwischen Entstehungs- und

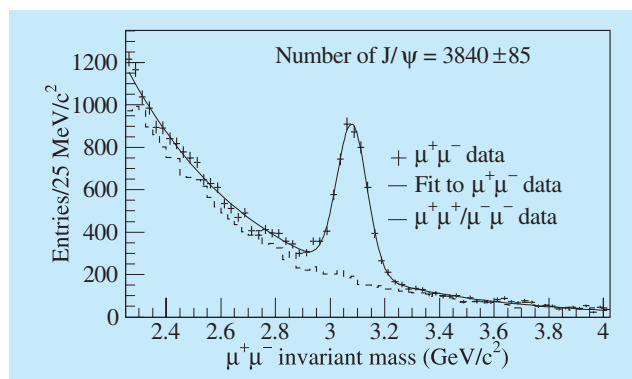


Abbildung 42: Verteilung der invarianten Massen von  $\mu^+\mu^-$ -Paaren (Kreuze) mit einem deutlichen Signal für das  $J/\psi$ . Die durchgezogene Linie zeigt eine Anpassungsrechnung mit einer Gauß-Funktion für das Signal. Die Form des Untergrundes wird gut durch die Massenverteilungen gleichgeladener Paare ( $\mu^+\mu^+$  und  $\mu^-\mu^-$ ) wiedergegeben (gestrichelte Linie).

Zerfallspunkt des  $J/\psi$  eine messbare Distanz, die Flugstrecke des B-Mesons, erstreckt. Zum anderen kann durch sie die direkte Produktion von Charmonium in pN-Wechselwirkungen untersucht werden.

Abbildung 42 zeigt das Spektrum der invarianten Masse von  $\mu^+\mu^-$ -Paaren. Zur Identifikation der Myonen wurde Information sowohl der Myonkammern als auch des Čerenkovzählers benutzt. Ein deutliches Signal des  $J/\psi$  ist zu erkennen. Die Masse ist um 2% kleiner und die Breite um 35% größer als von Monte Carlo-Berechnungen vorhergesagt. Diese Effekte sind der noch nicht perfekten Kalibrierung des Detektors zuzuschreiben. Insgesamt können in diesem Zerfallskanal  $3840 \pm 85$   $J/\psi$ -Mesonen nachgewiesen werden.

Für die Messung des Zerfalls  $J/\psi \rightarrow e^+e^-$  werden Spuren benutzt, bei denen, wie für Elektronen erwartet, der in den Spurkammern gemessene Impuls der Energie entspricht, die im elektromagnetischen Kalorimeter deponiert wird.

Diese Messung wird dadurch kompliziert, dass Elektronen eine hohe Wahrscheinlichkeit haben, vor Erreichen des Kalorimeters einen erheblichen Anteil ihrer Energie durch Bremsstrahlung zu verlieren. Findet die Bremsstrahlung vor dem Magneten statt, so werden Elektron und Bremsstrahlungs-Photon im Magneten

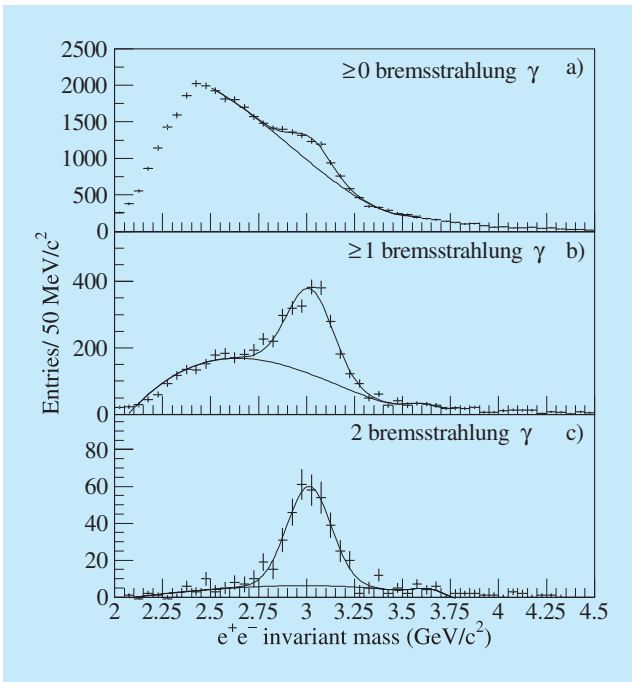


Abbildung 43: Verteilung der invarianten Massen von  $e^+e^-$ -Paaren mit einem Signal für das  $J/\psi$ . (a) alle Kombinationen von Spuren, die gemäß der Messung im elektromagnetischen Kalorimeter mit der Elektron- bzw. Positronhypothese verträglich sind; (b) für mindestens eine und (c) für beide Spuren wird zusätzlich der Nachweis eines Bremsstrahlungs-Photons verlangt (siehe Text). Die Kurve zeigt das Ergebnis einer Anpassungsrechnung mit einem Polynom für den Untergrund, einer Gauß-Funktion für das  $J/\psi$  und einer zweiten Gauß-Funktion für mögliche Beiträge vom  $\psi'$ .

separiert und im Kalorimeter getrennt nachgewiesen. Hierdurch ergeben sich zwei Vorteile: zum einen kann die Genauigkeit der Energiemessung des Elektrons erhöht werden, indem man die Energie des Photons hinzuaddiert, zum anderen ist die bloße Anwesenheit eines Bremsstrahlungs-Photons ein starkes Indiz dafür, dass es sich um ein Elektron und nicht um ein anderes geladenes Teilchen handelt.

Die Forderung, dass für eines oder sogar beide Teilchen der  $e^+e^-$ -Kombinationen ein Bremsstrahlungs-Photon nachgewiesen werden muss, führt also zu einem schmalen Signal und einem deutlich verbesserten Verhältnis von Signal zu Untergrund, allerdings bei einer erheblich reduzierten Nachweiswahrscheinlichkeit.

Abbildung 43 zeigt die Verteilung der invarianten Masse von  $e^+e^-$ -Kombinationen mit den Anforderungen, dass keines, mindestens eins oder jedes der beiden Bremsstrahlungs-Photonen nachgewiesen werden muss. Die Signale für das  $J/\psi$  enthalten jeweils  $2553 \pm 292$ ,  $1420 \pm 70 \pm 48$  und  $308 \pm 24 \pm 6$  Ereignisse.

## Differentielle Produktionswirkungsquerschnitte für $J/\psi$ -Mesonen

Die rekonstruierten Zerfälle von  $J/\psi$ -Mesonen werden dazu benutzt, Eigenschaften ihrer Produktion zu untersuchen; für die hier dargestellte Analyse ist bisher nur der Zerfall  $J/\psi \rightarrow \mu^+\mu^-$  benutzt worden. So kann nach Abhängigkeiten vom Targetmaterial gesucht werden, wobei etwa 3000 der  $J/\psi$ -Mesonen von einem Kohlenstofftarget und 1000 von einem Titantarget stammen.

Das Transversalimpulsspektrum ist in Abbildung 44 dargestellt, die die gute Übereinstimmung der Ergebnisse von HERA-B mit anderen Experimenten zeigt. Die Daten können gut beschrieben werden durch die Funktion  $dN/dp_T^2 = A \cdot (1 + (p_T/p_0)^2)^{-6}$ , die es ermöglicht, den mittleren Transversalimpuls  $\langle p_T \rangle$  zu berechnen. Die Ergebnisse für die verschiedenen Targets sind  $\langle p_T \rangle_C = (1.220 \pm 0.021) \text{ GeV}/c$  und  $\langle p_T \rangle_{Ti} = (1.256 \pm 0.036) \text{ GeV}/c$ . Größere Statistik ist nötig, um mögliche Unterschiede zwischen verschiedenen Targetmaterialien signifikant nachzuweisen.

Eine ähnliche Situation ergibt sich bei der Untersuchung der  $x_F$  Spektren, die in Abbildung 45 dargestellt sind. Die Übereinstimmung mit anderen Experimenten ist gut; signifikante Unterschiede zwischen Kohlenstoff- und Titantarget können noch nicht nachgewiesen werden.

Bemerkenswert ist, dass kein anderes Experiment so kleine Werte von  $x_F$  erreichen kann wie HERA-B.

## Produktion von $\chi_c$ -Mesonen

Produktion von Charmonium in Hadron-Kollisionen ist unter zwei Gesichtspunkten interessant: erstens, um

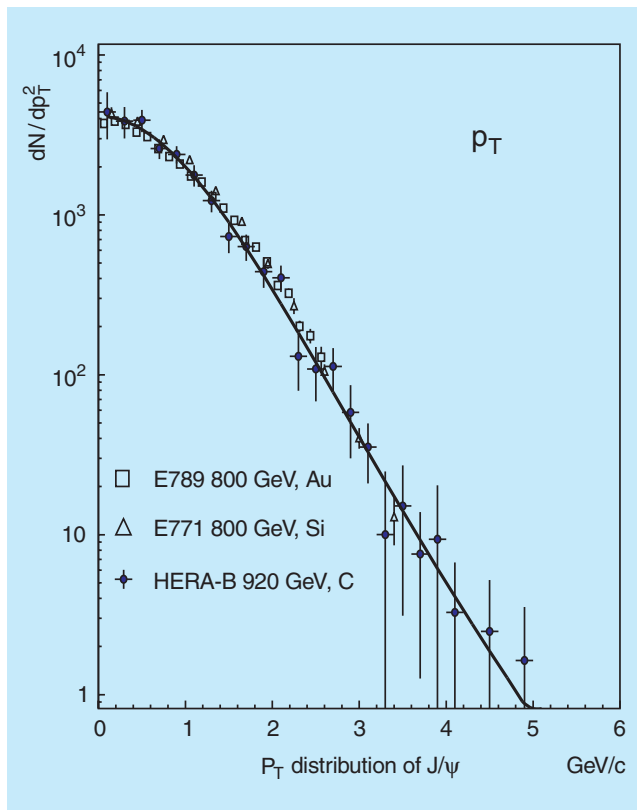


Abbildung 44: Differentieller Wirkungsquerschnitt für  $J/\psi$ -Produktion als Funktion des Transversalimpulses. Die Daten von HERA-B sind für Kohlenstoff- und Titan-target zusammengefasst. Die Kurve zeigt das Ergebnis einer Anpassungsrechnung (siehe Text). Die Skala der Abszisse ist willkürlich, da kein totaler Wirkungsquerschnitt bestimmt wurde. Der Vergleich verschiedener Experimente zeigt gute Übereinstimmung.

den Einfluss des Targetmaterials auf den Wirkungsquerschnitt zu untersuchen und zweitens, um den Produktionsmechanismus zu verstehen. Dabei bildet die Bestimmung der relativen Produktionsrate von  $J/\psi$ - und  $\chi_c$ -Mesonen einen besonders sensitiven Test ( $\chi_c$  steht hier für die Kombination von  $\chi_{c1}$  und  $\chi_{c2}$ , die von HERA-B nicht aufgelöst werden können).

Das Colour-Singlet-Modell (CSM) und die nicht-relativistische QCD (NRQCD) sagen unterschiedliche Werte für das Verhältnis

$$R_{\chi_c} = \sigma(\chi_c) \text{Br}(\chi_c \rightarrow J/\psi\gamma) / \sigma(J/\psi)_{\text{tot}}$$

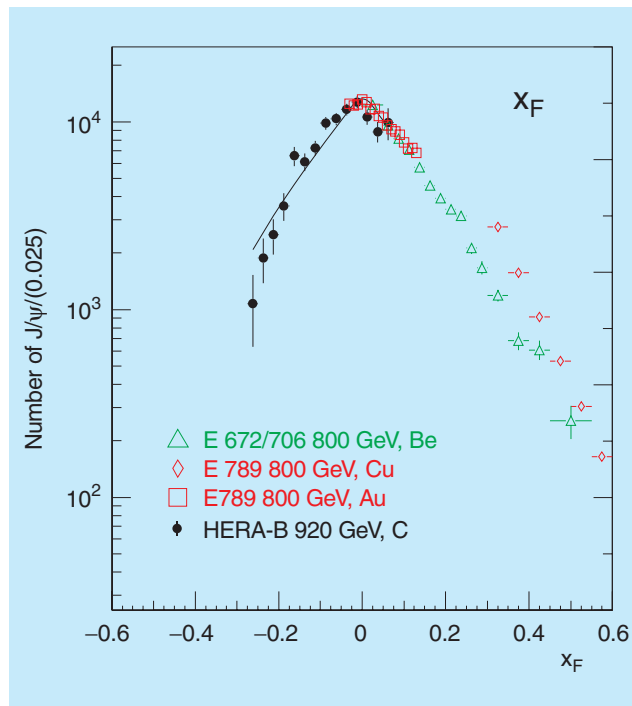


Abbildung 45: Differentieller Wirkungsquerschnitt als Funktion von  $x_F$ . Die Kurve zeigt eine Anpassung der Funktion  $dN/dx_F = A \cdot (1 - |x_F|)^c$  an die Daten von HERA-B. Es zeigt sich eine gute Übereinstimmung mit Resultaten anderer Experimente. HERA-B ist das Experiment, das wesentlich zu Messungen bei negativem  $x_F$  beiträgt.

voraus, während das Colour-Evaporation-Modell (CEM) verlangt, daß  $R_{\chi_c}$  unabhängig sowohl von Target- und Strahlmaterial als auch von der Energie ist.

Das Signal für das  $\chi_c$  wird in der Verteilung der Massendifferenzen  $M(J/\psi\gamma) - M(J/\psi)$ ,  $J/\psi \rightarrow \ell^+\ell^-$  gesucht (Abb. 46). Nach Abzug des Untergrundes, der durch Kombinationen bestimmt wird, bei denen  $J/\psi$  und  $\gamma$  aus verschiedenen Ereignissen stammen, ergibt sich ein Signal von  $(381 \pm 81)\chi_c$ -Ereignissen.

Daraus ergeben sich, aufgeschlüsselt nach Targetmaterial, die Werte  $R_{\chi_c} = 0.36 \pm 0.07$  für Kohlenstoff und  $R_{\chi_c} = 0.31 \pm 0.11$  für Titan (Abb. 47). Diese Werte unterstützen die Modelle NRQCD und CEM, während CSM nicht mit den Daten verträglich ist.



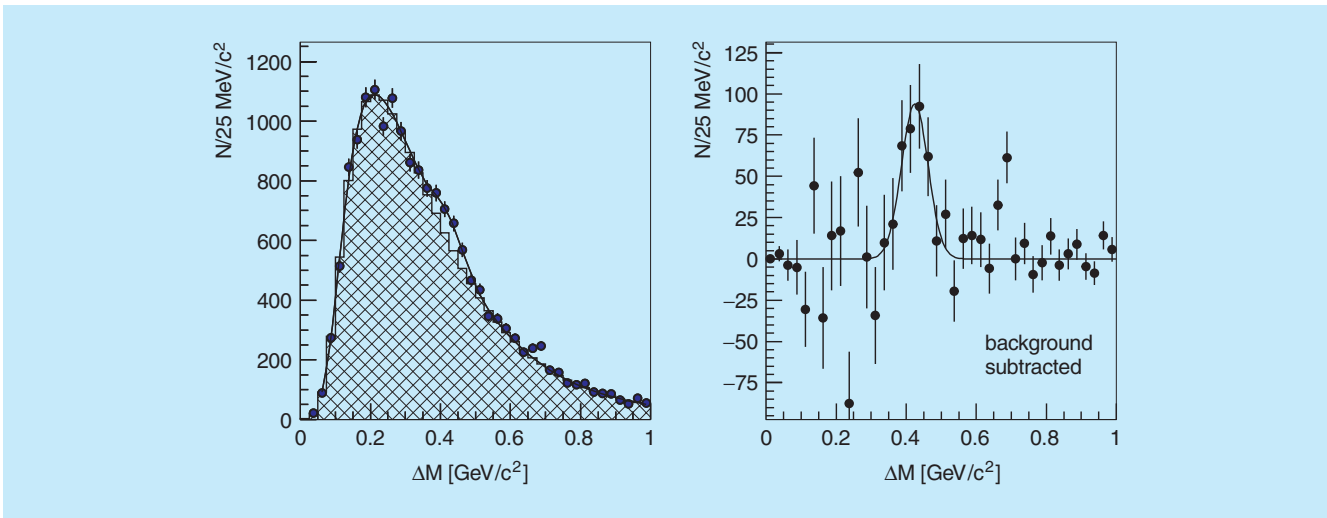


Abbildung 46: Verteilung der Massendifferenzen  $M(J/\psi\gamma) - M(J/\psi)$ ,  $J/\psi \rightarrow \ell^+\ell^-$ . Links: der Untergrund (schraffiert) ist durch Kombinationen gegeben, in denen  $J/\psi$  und  $\gamma$  aus verschiedenen Ereignissen stammen. Rechts: dieselbe Verteilung, der Untergrund ist subtrahiert. Die Kurve zeigt eine Anpassung mit einer Gauß-Funktion.

Die Resultate von HERA-B sind in guter Übereinstimmung mit allen anderen Experimenten außer einem. Trotz der kleinen Statistik trägt HERA-B signifikant zur Kenntnis von  $R_{\chi_c}$  bei.

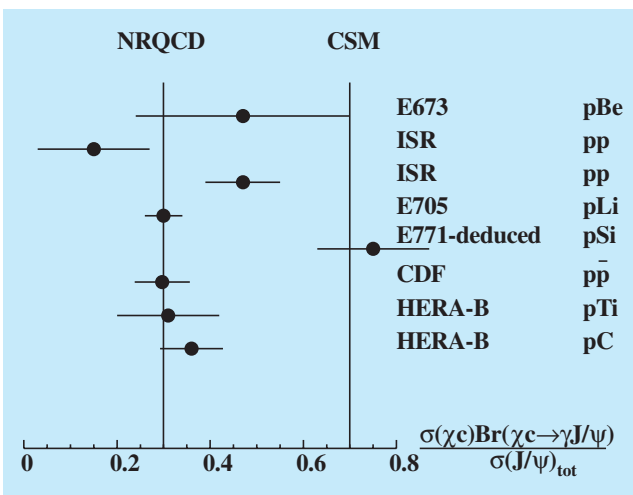


Abbildung 47: Vergleich der Werte für  $R_{\chi_c}$  von HERA-B und anderen Experimenten.  $R_{\chi_c}$  ist das Verhältnis zwischen  $J/\psi$ s, die aus  $\chi_c$ -Zerfällen stammen, und allen  $J/\psi$ s. Die senkrechten Linien zeigen Modellvorhersagen an: nicht-relativistische QCD und Colour-Singlet-Modell.

### $b\bar{b}$ -Wirkungsquerschnitt

Die Untersuchung des Zerfalls  $B \rightarrow J/\psi X$ ,  $J/\psi \rightarrow e^+e^-$  hat wegen der geringen im Jahr 2000 gesammelten Statistik nur begrenzte Signifikanz. Dennoch wurde bereits ein interessantes Resultat erzielt, dessen Unsicherheit mit der älterer Messungen vergleichbar ist.  $J/\psi$ -Mesonen, die nicht direkt, sondern beim Zerfall eines B-Mesons produziert werden, haben einen positiven Abstand vom Target, der durch die Flugstrecke des B-Mesons gegeben ist. Daher werden für diese Analyse Ereignisse selektiert, in denen ein rekonstruiertes  $J/\psi$  zwar einem Target zugeordnet werden kann, aber in Strahlrichtung einen Abstand  $\Delta z$  von mindestens 5 mm aufweist, so genannte „downstream“-Ereignisse. Zur Untergrundabschätzung werden gleichermaßen „upstream“-Ereignisse mit entsprechendem negativen Abstand untersucht.

Aus dem beobachteten Überschuss von  $J/\psi$ -Ereignissen „downstream“ kann durch Extrapolation auf den gesamten Raumwinkel und durch Normalisierung auf den bekannten Wirkungsquerschnitt für prompte  $J/\psi$ -Produktion der Wert für den  $b\bar{b}$ -Produktionsquerschnitt abgeleitet werden. Das Resultat ist

$$\sigma(b\bar{b}) = (32_{-12}^{+15} \text{ (stat)} \pm 8 \text{ (sys)}) \text{ nb/nucleon} .$$



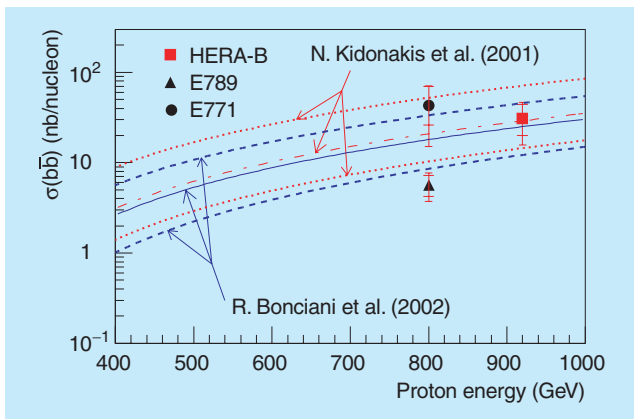


Abbildung 48: Gemessener Wirkungsquerschnitt für  $b\bar{b}$ -Erzeugung im Vergleich mit den Werten früherer Experimente (Datenpunkte) und den Erwartungen neuerer theoretischer Rechnungen (Bänder).

Abbildung 48 zeigt den von HERA-B gemessenen Wert im Vergleich mit den Werten früherer Experimente und den Erwartungen neuerer theoretischer Rechnungen.

Mit der in der kommenden Datennahmeperiode zu erwartenden Statistik sollte die erste präzise Messung des B Produktionsquerschnitts in diesem Energiebereich möglich sein.

## Zusammenfassung und Ausblick

Das Jahr 2001 wurde während der Umbauphase von HERA erfolgreich für umfangreiche Reparaturen und Optimierungen von HERA-B genutzt. Der Detektor konnte gegen Ende des Jahres in weitaus besserem Zustand als zuvor wieder in Betrieb genommen werden.

Die voraussichtlich verbleibende Messzeit von HERA-B von etwa einem Jahr wird im Wesentlichen für die Untersuchung von QCD und Charmoniumproduktion genutzt. Insbesondere können Wirkungsquerschnitte von Charmonium und B-Mesonen in pN-Wechselwirkungen an verschiedenen Targetmaterialien bestimmt werden. Bemerkenswert ist, dass HERA-B am weitesten in Bereiche von negativem  $x_F$  vordringen kann, der für das Verständnis der Charmoniumproduktion von besonderer Bedeutung ist.

Gegenüber der Datennahme des Jahres 2000 sind erhebliche Verbesserungen für physikalische Analysen zu erwarten. Ein insgesamt längerer Datennahmezeitraum mit stabileren Messbedingungen wird die Luminosität vergrößern. Höhere Detektorakzeptanzen und, teilweise dadurch bedingt, höhere Triggereffizienzen werden die Nachweiswahrscheinlichkeiten bei vielen der vorgesehenen Analysen um mehr als eine Größenordnung verbessern.

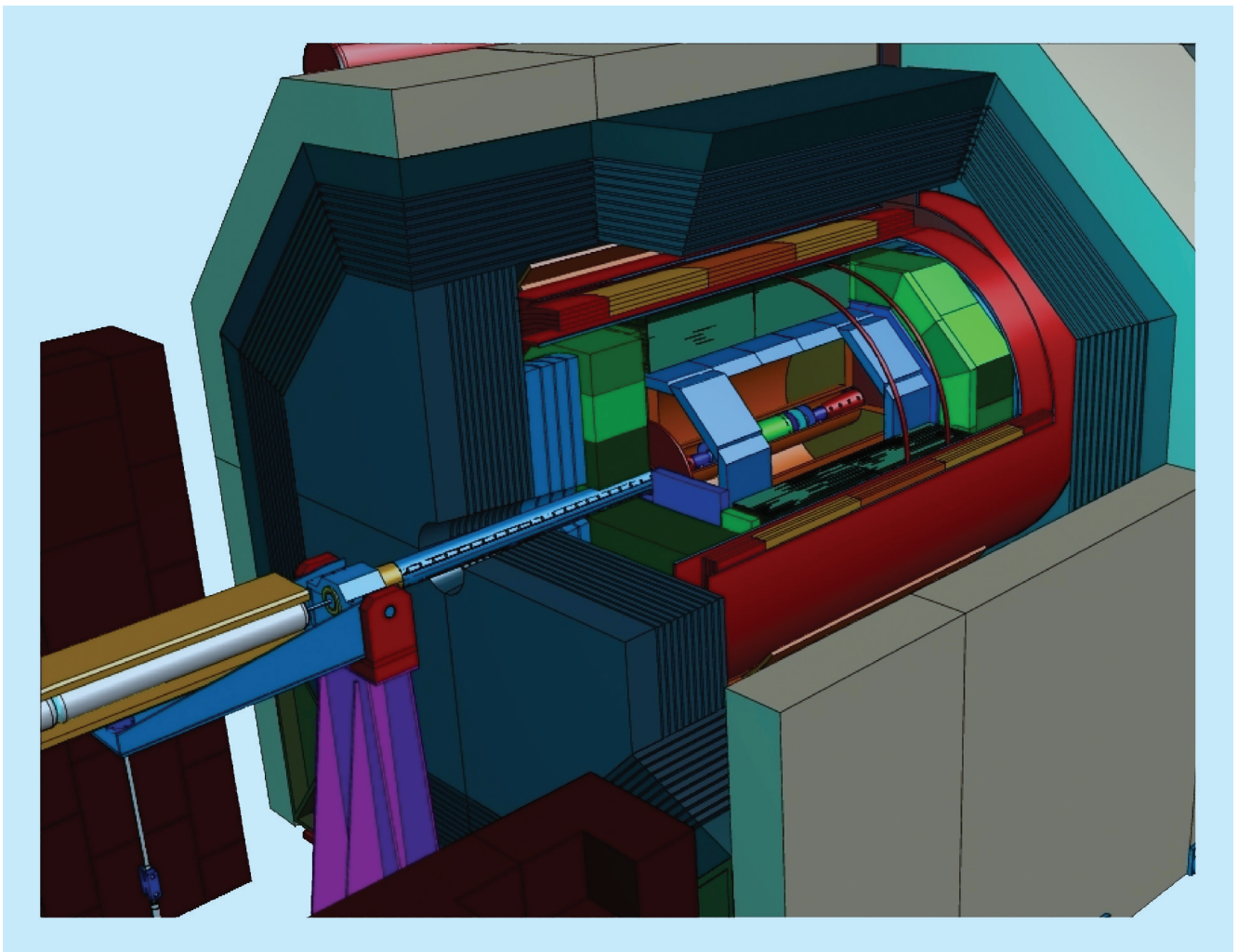


Abbildung 49: *Perspektivische Ansicht des TESLA-Detektors.*

# Forschung an Lepton Collidern

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

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

**Im Frühjahr 2001 konnte in einer gemeinsamen Anstrengung vieler Gruppen und Institute der „Technical Design Report“ für TESLA veröffentlicht werden.**

**Seitdem konzentrieren sich die Arbeiten auf zwei Gebiete: eine weitere Ausarbeitung des Physik-Programms von TESLA, besonders in Bereichen, die im TDR nicht ausreichend behandelt werden konnten, und die Organisation konkreter Detektorentwicklungsprojekte, um die in den Vorarbeiten zum TDR aufgeworfenen technischen Fragen zu beantworten.**

**ECFA verlängerte das Mandat der ECFA/DESY Studie um zwei weitere Jahre, mit dem Auftrag, die Studien zum physikalischen Potenzial eines Linear-Colliders mit einer Energie zwischen 90 und 800 GeV weiter auszuarbeiten. Die Gruppe FLC spielt weiterhin in dieser Studie eine zentrale Rolle.**

## Der Linear-Collider TESLA

Mit der Vorstellung des Technical Design Reports für TESLA wurde eine viele Jahre währende Arbeitsphase abgeschlossen und gleichzeitig eine neue Phase auf dem Weg zu einer Realisation eines Linear-Colliders begonnen. Das physikalische Potenzial eines Beschleunigers wie TESLA ist klar ausgearbeitet und umfassend präsentiert worden. Die technische Realisation der Maschine als supraleitender Beschleuniger ist im Detail dargelegt worden.

In den Monaten nach der Veröffentlichung des TDR hat es viele Aktivitäten im Bereich der internationalen Teilchenphysik gegeben, die dazu geführt haben, dass sich in Europa, den USA und Asien die Teilchenphysiker darauf geeinigt haben, dass ein Linear-Collider, wie zum Beispiel TESLA, das nächste wichtige Projekt ist. In Europa wurde dies von einer Arbeitsgruppe von ECFA formuliert, in den USA in einem großen Treffen der amerikanischen Teilchenphysiker in Snowmass im Sommer des Jahres 2001 ausgearbeitet. Das HEPAP Panel in den USA hat die Ergebnisse von Snowmass aufgegriffen und veröffentlicht. In Asien sind ähnlich lautende Empfehlungen vom ACFA, dem „Asian Committee for Future Accelerators“, herausgegeben worden.

Nach wie vor werden verschiedene technische Vorschläge für einen Linear-Collider diskutiert, von denen einer TESLA ist. Auf Initiative von ICFA ist eine Kommission eingesetzt worden, die einen technischen Vergleich der verschiedenen Vorschläge durchführen soll. Das Ergebnis dieses Vergleiches wird für Ende 2002 erwartet.

## Studien der Physik bei TESLA

Das physikalische Potenzial des Linear-Colliders TESLA wurde im Jahresbericht 2000 ausführlich beschrieben. Es ist im TDR für TESLA dokumentiert worden. Im Jahre 2001 wurden Untersuchungen vertieft, die für den TDR noch nicht abschließend behandelt wurden, und offene Fragestellungen wurden angegangen. Besonders betont wurde auch die weitere Ausarbeitung

der Stellung des Linear-Colliders relativ zum LHC. Eines der Ziele der „Extended ECFA/DESY Study“ ist es auch, in verstärktem Maße Ergebnisse, die mit Hilfe parametrischer Monte Carlo-Studien erzielt wurden, mit voller Simulation des Detektors und aller Untergründe zu wiederholen und zu überprüfen.

### Higgs-Physik

Der Schwerpunkt der bisherigen Studien der Higgs-Physik lag bei der Untersuchung von Szenarien mit relativ leichten Higgs-Bosonen, wie sie auch von den vorliegenden Messungen bevorzugt werden. Trotzdem wurde in den letzten Monaten im Detail untersucht, wie das Potenzial von TESLA für schwerere Higgs-Bosonen aussieht. Je nach der Masse des Higgs-Bosons ergeben sich unterschiedliche Probleme. Ab einer Masse von etwa der doppelten W-Masse ist der dominante Zerfall des Higgs-Bosons nicht mehr ein Zerfall in ein Paar von b-Quarks, sondern in W Paare. Oberhalb einer Masse von etwa der doppelten Z-Masse bekommt der Zerfall in zwei Z-Bosonen große Wichtigkeit. Diese Effekte verändern die Rekonstruktionsmethoden und auch die Untergründe erheblich. Gleichzeitig wird die Breite des Higgs-Bosons bei höheren Massen größer, so dass die sichtbaren Signale schwerer vom Untergrund zu trennen sind. In Abbildung 50 ist das rekonstruierte Higgs-Signal für ein Higgs-Boson der Masse 240 GeV gezeigt. Ein klares Signal ist sichtbar, mit nur sehr geringem Untergrund. Die Masse lässt sich auf  $\pm 0.1\%$  bestimmen, die Breite auf  $\pm 12\%$  und der totale Wirkungsquerschnitt auf  $\pm 4\%$ . Mit dieser Methode lassen sich an einem Beschleuniger mit einer Schwerpunktsenergie von 500 GeV Higgs-Bosonen mit Massen bis etwa 400 GeV untersuchen.

In manchen Modellen zerfallen die Higgs-Bosonen mit großer Wahrscheinlichkeit in Teilchen, die im Detektor nicht direkt nachgewiesen werden können. Dies ist zum Beispiel in einigen supersymmetrischen Modellen der Fall, oder auch in Modellen mit großen extra Dimensionen, die in den letzten Monaten intensiv diskutiert worden sind. Bisher wurden Zerfälle in unsichtbare Teilchen nur für den Fall untersucht, dass das Higgs-Boson im Higgs-Strahlungs-Prozess durch Abstrahlung von einem Z erzeugt wurde, und dass das Z-Boson leptonic zerfällt.

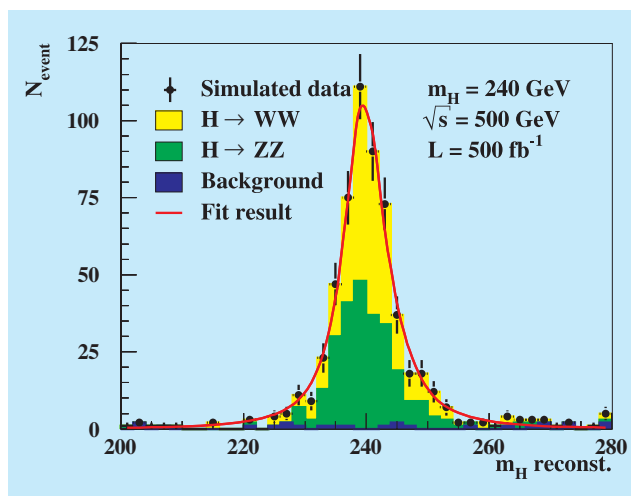


Abbildung 50: Rekonstruierte Massenverteilung für ein Higgs-Boson der Masse 240 GeV. Gezeigt sind die Beiträge von  $H \rightarrow WW$  und  $H \rightarrow ZZ$  Zerfällen, und die abgeschätzten Untergründe.

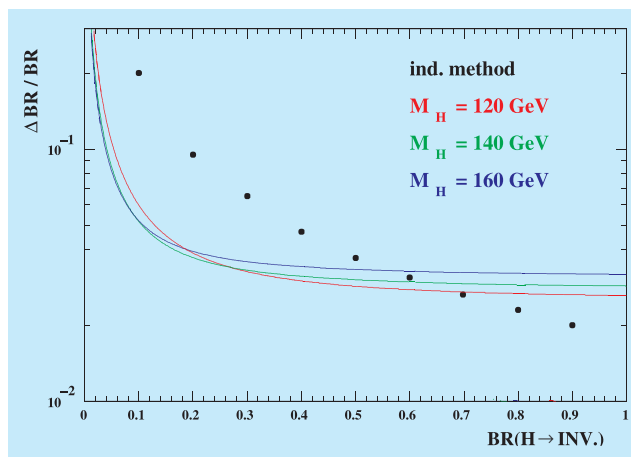


Abbildung 51: Genauigkeit, mit der das Verzweigungsverhältnis  $BR(H \rightarrow \text{inv})$  rekonstruiert werden kann. Die Punkte zeigen das Ergebnis der simulierten Analyse, die durchgezogenen Linien die theoretischen Unsicherheiten für verschiedene Higgs-Massen.

Eine neue Studie erweitert die Szenarien auf den allgemeineren Fall, dass das Z auch in hadronische Endzustände zerfällt. Dadurch erhöht sich die Zahl der beobachtbaren Zerfälle erheblich, gleichzeitig wird der Untergrund aber auch höher. Durch geeignete Rekonstruktionsmethoden und unter Ausnutzung der exzellenten Massenauflösung des TESLA-Detektors konnte gezeigt werden, dass eine Abtrennung des Signals vom

Untergrund möglich ist. In Abbildung 51 ist die Genauigkeit gezeigt, mit der für verschiedene Higgs-Massen das Verzweigungsverhältnis  $BR(H \rightarrow inv)$  gemessen werden kann.

## Supersymmetrie

Eine wichtige Motivation für TESLA ist die Suche nach Physik jenseits des Standardmodells. Supersymmetrie ist eine besonders attraktive und vielversprechende Erweiterung des Standardmodells. Viele Studien wurden durchgeführt, um zu untersuchen, inwieweit TESLA in der Lage sein wird, Supersymmetrie nachzuweisen. Ein besonderes Problem sind Modelle, in denen der Massenunterschied zwischen dem leichtesten SUSY Teilchen und dem zweitleichtesten Teilchen sehr klein wird. Besonders schwierig ist dabei der Fall, dass die Massendifferenz gerade ein Pion als weiteres Zerfallsprodukt zulässt. Aufgrund des hohen Untergrundes im Detektor ist eine saubere Identifikation dieser Ereignisse mit großen Problemen verbunden. Andererseits erzwingt aber der nur sehr begrenzt vorhandene Phasenraum für das Pion eine relativ klare Impulsverteilung dieser Teilchen. Dies ist in Abbildung 52 gezeigt. Hier wird die rekonstruierte Energie der Pionen für zwei Annahmen,  $\Delta M = 0.2 \text{ GeV}$  und  $\Delta M = 0.4 \text{ GeV}$ , gezeigt. Die Verbreiterung der Pionen-Linie bei der größeren Massendifferenz ist sichtbar, aber das Signal ist immer noch klar erkennbar.

Die angeführten Untersuchungen stellen nur einige wenige Beispiele dar aus den Arbeiten, die im Rahmen der ECFA/DESY Studie im letzten Jahr begonnen wurden. Es wird erwartet, dass im Laufe der nächsten ein- und einhalb Jahre, bis zum Ende dieser Studie, die im TDR veröffentlichten Arbeiten durch ein breites Spektrum weiterer Untersuchungen erweitert werden, die das physikalische Potenzial von TESLA weiter untermauern und ausbauen.

## Software-Entwicklungen für TESLA

Geeignete und leistungsfähige Software Pakete sowohl für die Simulation als auch für die Rekonstruktion von Ereignissen erlangen eine immer größere Bedeutung

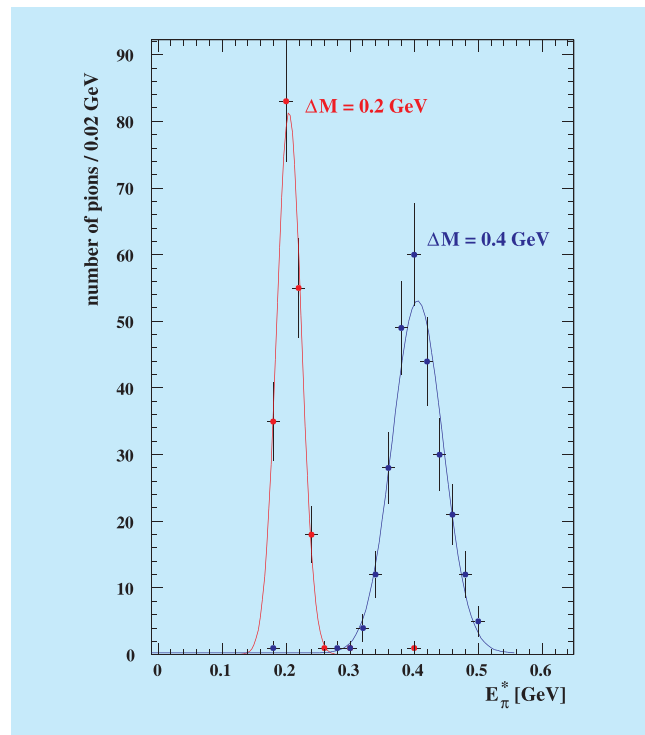


Abbildung 52: Energieverteilung der Pionen im Zerfall  $X \rightarrow \pi Y$ , mit  $X, Y$  dem leichtesten und zweitleichtesten supersymmetrischen Teilchen.

schon während der Entwicklung der Projekte. Nach Fertigstellung des TDR hat im Rahmen der ECFA/DESY Studie ein Prozess eingesetzt, eine moderne Software-Umgebung für die Simulation des TESLA-Detektors zu entwickeln. Gemäß dem industriellen Standard soll diese auf Objekt-Orientierten Technologien beruhen, gleichzeitig aber dem Benutzer einen einfachen und transparenten Zugang zu den Programmpaketen ermöglichen.

In Zusammenarbeit mit Gruppen in Frankreich und den USA wurde begonnen, die Simulation von dem auf GEANT3 und Fortran basierenden Programm auf das Objekt-Orientierte Programmpaket GEANT4 und C++ umzustellen.

Im Laufe des Jahres sind die Arbeiten am Rekonstruktionsprogramm fortgeführt worden. Besonders wichtig ist die Entwicklung eines Algorithmus zur Bestimmung des Energieflusses im Detektor. Im Konzept des Energieflusses werden die Informationen aus dem Spur-



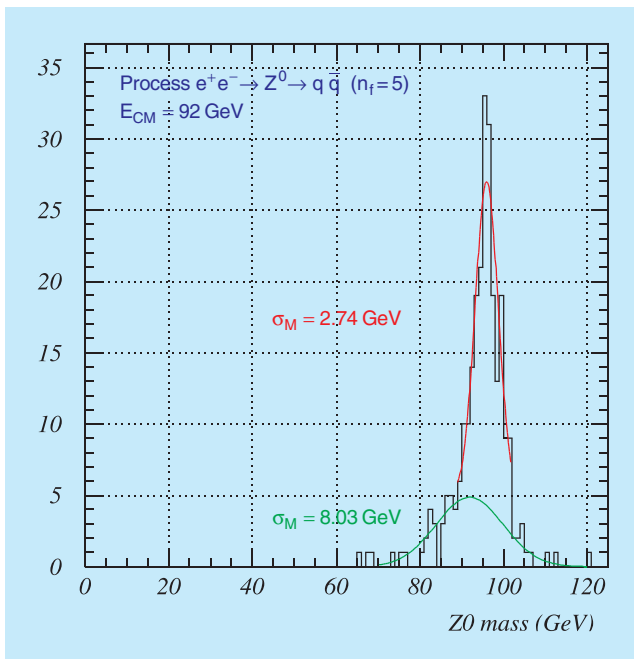


Abbildung 53: Massenverteilung des Z-Bosons, rekonstruiert in hadronischen Z-Zerfällen.

kammersystem mit Informationen aus dem Kalorimeter kombiniert, um eine optimale Rekonstruktion der Vierervektoren der Partonen, die das Ereignis erzeugt haben, zu erreichen. Aufgrund der sehr hohen Granularität des vorgeschlagenen TESLA-Kalorimeters sind völlig neue Techniken notwendig, um die Information optimal auszuwerten.

In Abbildung 53 ist die rekonstruierte Massenverteilung von Z-Bosonen gezeigt. Die Masse wurde nur aus den Informationen errechnet, die der Energiefluss-Algorithmus liefert. Die Breite der Verteilung entspricht einer Energiefluss-Auflösung von  $29\%/\sqrt{E}$  und ist damit etwa einen Faktor zwei besser als die beste bisher erreichte Auflösung.

## Detektorstudien für TESLA

Für den TDR wurde im Detail ein Detektorkonzept ausgearbeitet. Dieses Konzept sieht einen großen Detektor vor mit einem relativ konventionellen inneren Detektor für die Spurrekonstruktion, einem hochauflösenden Kalorimeter und einem Myon-System, das den gesamten Detektor umgibt. Spurkammern und Kalorimeter

befinden sich innerhalb einer Magnetspule, die ein solenoides Feld von 4 T erzeugt.

Obwohl das Konzept des Detektors konventionell ist, sind die Anforderungen an die einzelnen Komponenten sehr hoch. Verglichen mit existierenden Detektoren soll die Auflösung in allen Bereichen deutlich verbessert werden – im Spurkammersystem um eine Größenordnung, im Kalorimeter soll die Energiefluss-Auflösung um mindestens einen Faktor zwei verbessert werden. Um diese Ziele zu erreichen, sind dedizierte Entwicklungsarbeiten an einzelnen Detektorkomponenten notwendig. DESY hat deshalb ein Entwicklungsprogramm ins Leben gerufen, in dessen Rahmen Gruppen Vorschläge für Detektorentwicklungsarbeiten unterbreiten können. Diese Vorschläge werden dann vom DESY „Program Review Committee“ begutachtet, und im Falle der Annahme als offizielle DESY R&D Programme geführt. Im Berichtszeitraum sind vier Programme für Entwicklungsarbeiten vom DESY anerkannt worden, zwei für Silizium Vertex-Detektoren, eines für Entwicklungsarbeiten einer „Time Projection Chamber“ (TPC) und eines für Entwicklung der Kalorimetrie. Die Gruppe FLC ist an den beiden letzten Projekten aktiv beteiligt.

## Time Projection Chamber

Der volumenmäßig größte Teil des Zentraldetektors ist die Time Projection Chamber. Aufgabe der TPC ist es, die Spuren geladener Teilchen möglichst genau zu vermessen und Zerfälle langlebiger Teilchen zu rekonstruieren. Gleichzeitig erlaubt die Messung des spezifischen Energieverlustes  $dE/dx$  im Gas der TPC eine Identifikation verschiedener geladener Teilchentypen. Die im TDR vorgeschlagene TPC hat einen inneren Radius von 32 cm, einen äußeren Radius von 162 cm und eine Länge von etwa 5 m. Entlang einer Spur werden bis zu 200 Spurpunkte aufgezeichnet. Die TESLA-TPC unterscheidet sich in einem Punkt wesentlich von allen bisher gebauten TPCs: es ist vorgesehen, die Auslese der Ladung, die von den Spuren in der TPC erzeugt wird, nicht mittels Vieldrahtproportionalkammern durchzuführen, sondern Gas-Mikrodetektoren zu verwenden. Zwei Technologien werden momentan diskutiert, „Gas Electron Multipliers“ (GEMs) und Micromega Kammern.

Eine Gruppe von etwa 15 Instituten aus aller Welt, einschließlich Kanada und den Vereinigten Staaten, hat

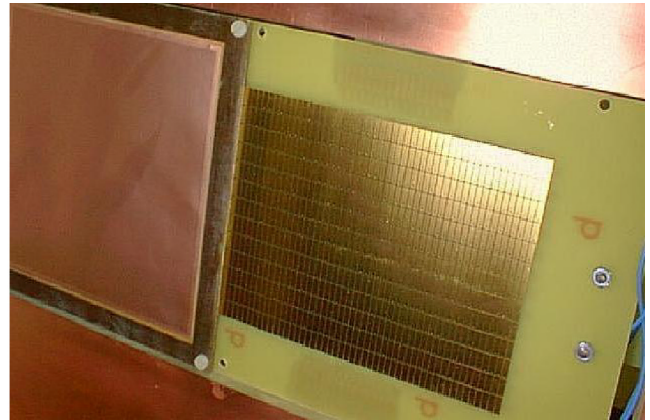


Abbildung 54: Links: Photo der Test TPC. Rechts: Ansicht der Elektrodenstruktur, die in der Test TPC verwendet wird.

gemeinsam ein PRC Proposal vorgelegt, eine solche TPC zu entwickeln. Die Gruppe FLC ist an diesem Programm mit intensiven Untersuchungen an einer mit GEMs instrumentierten TPC beteiligt.

Eine GEM bietet eine Reihe von Vorteilen gegenüber einer konventionellen, mit Drähten ausgerüsteten TPC. Die Menge an Material, die für die Auslese verwendet werden muss, kann vermutlich bei einer GEM-Auslese deutlich reduziert werden. Dies hat wichtige Auswirkungen auf die Funktion des Kalorimeters in der Endkappe des Detektors, das vollständig hinter dem Auslesesystem der TPC liegt. Fast wichtiger ist aber, dass die GEM-Folie einen Effekt, der einen wichtigen Beitrag zum systematischen Fehler einer konventionellen TPC entstehen in der Nähe der Drahtebenen erhebliche Verzerrungen der Driftlinien, entlang derer die Elektronen zu den Drähten driften. Diese führen zu einem nicht vernachlässigbaren systematischen Fehler bei der Ortsbestimmung. Da die Verstärkungselemente der GEM erheblich dichter (etwa einen Faktor 10) zueinander angeordnet sind, als es die Drähte in einer Kammer sein können, ist zu erwarten, dass sich die Verzerrungen entsprechend reduzieren.

Darüber hinaus unterdrücken GEMs den Fluss positiver Ionen, die im Verstärkungsprozess produziert werden, in das aktive Kammervolumen. Dies eröffnet die Möglichkeit, eine mit GEMs ausgerüstete TPC ohne Totzeit bei TESLA zu betreiben.

In Hamburg sind zwei Testkammern aufgebaut worden, um wesentliche Parameter der TPC zu messen und die angesprochenen systematischen Effekte zu untersuchen. In einer großen Kammer werden Spuren kosmischer Myonen vermessen und dazu verwendet, Auflösungen, Driftverhalten usw. über lange Distanzen zu studieren. Ein Photo der TPC und der Ausleseelektroden ist in Abbildung 54 zu sehen. Diese Kammer operiert bisher ohne ein magnetisches Feld. Ein Beispiel für ein in der Kammer rekonstruiertes Myon ist in Abbildung 55 gezeigt.

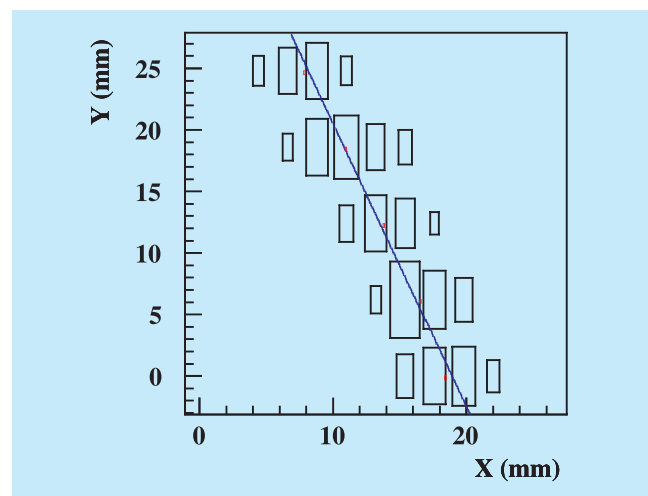


Abbildung 55: Spur eines kosmischen Myons, rekonstruiert in der TPC.

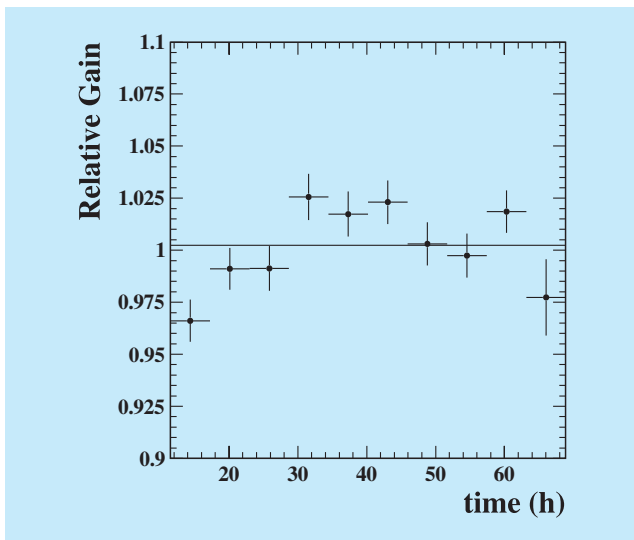


Abbildung 56: Gemessene Gasverstärkung als Funktion der Zeit in der TPC.

Eine wichtige Frage ist, wie stabil eine mit GEMs ausgerüstete Kammer ist. Wenn mit der Kammer der spezifische Energieverlust von Teilchen gemessen werden soll, müssen die Parameter über längere Zeiträume konstant gehalten werden, und die Variationen von Auslesezone zu Auslesezone sollten nicht zu groß sein. In der Prototyp-Kammer am DESY ist untersucht worden, wie groß die Unterschiede von Zelle zu Zelle sind, und wie stark die Eigenschaften sich mit der Zeit ändern. In Abbildung 56 ist das Ergebnis einer Messung über eine längere Zeit gezeigt. Die Messungen sind nicht auf Änderungen der Umgebungsparameter korrigiert. Trotzdem ist die Streuung der Messpunkte mit 1,9% klein.

Eine zweite, kleine TPC ist gebaut worden, die primär dazu verwendet werden soll, die Ladungsströme in der TPC genauer zu verstehen. Im Verstärkungsschritt werden viele positive Ionen produziert. Diese Ionen driften sehr langsam in Richtung auf die Kathode. Durch eine geeignete Wahl der Felder kann erreicht werden, dass nur ein kleiner Teil der Ionen tatsächlich zur Kathode driften, ein großer Teil aber auf der GEM selbst absorbiert wird. Diese so genannte Unterdrückung des Ionenrückflusses ist ein wichtiger Bestandteil des Konzeptes der TPC bei TESLA, wurde aber bisher nur unzureichend quantitativ untersucht. Mit der kleinen Testkammer konnten erste Daten genommen werden (Abb. 57).

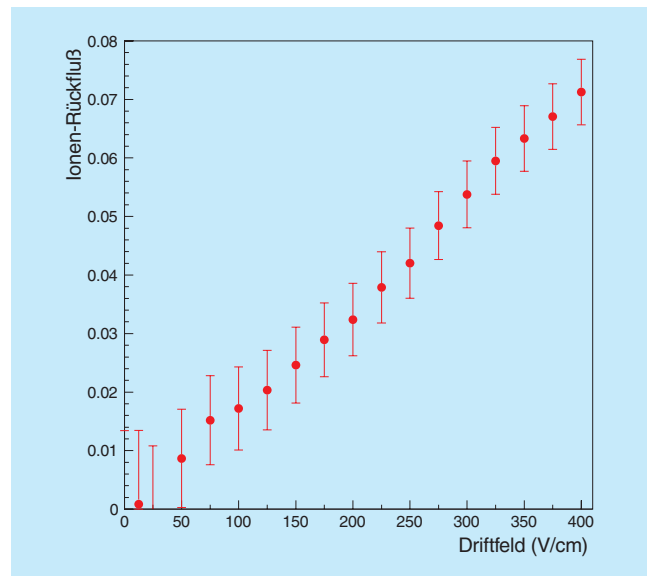


Abbildung 57: Prozentsatz der Ionen, die in das Driftvolumen der TPC zurückdriften, als Funktion der Spannung an der GEM.

In der Zukunft werden verstärkt Anstrengungen unternommen werden, einen optimalen Satz an Operationsparametern zu finden, so dass der Ionenrückfluss minimiert werden kann.

## Das hadronische Kalorimeter

Als hadronisches Kalorimeter wird im TDR ein so genanntes „Tile“-Kalorimeter vorgeschlagen. Der Absorber ist aus Bleiplatten aufgebaut, die Energie wird mit Szintillatorplatten zwischen den Absorbern gemessen und ausgelesen. Das Licht aus den Szintillatoren wird mit Hilfe von Lichtleitern aus den Platten ausgekoppelt und zu den Photodetektoren geleitet. Das Prinzip solcher Tile-Kalorimeter ist gut bekannt und in vielen Experimenten erfolgreich angewendet worden.

Beim Vorschlag für den TESLA-Detektor ist die angestrebte Granularität allerdings deutlich größer als bisher. Es ist angestrebt, die Empfindlichkeit der Zellen so auszulegen, dass sie sowohl einzelne Teilchen als auch dichte Schauer gut erkennen. Gleichzeitig müssen die optischen Auslesekomponenten im sehr hohen Magnetfeld von 4 T funktionieren. Das Kalorimeter muss sehr

kompakt gebaut werden, damit es komplett innerhalb der Spule angeordnet werden kann.

Aus diesen Gründen sind viele technische Entwicklungsarbeiten notwendig. Eine internationale Gruppe hat sich gebildet, mit Beiträgen vom DESY, aus der tschechischen Republik und aus Russland, die es sich zum Ziel gesetzt hat, ein optimiertes Design des Tile-Kalorimeters zu entwickeln. Besonderes Augenmerk gilt dabei der Optimierung der Auskopplung des Lichtes aus den Szintillatorplatten und der Untersuchung verschiedener Photonen-Nachweisgeräte.

In Abbildung 58 ist die Lichtausbeute als Funktion des Krümmungsradius gezeigt, mit dem die Faser in die Szintillatorplatte eingelassen worden ist. Besonders bei den kleinsten Platten, die eine Größe von etwa  $5 \times 5 \text{ cm}^2$  haben, ist es wichtig, die Verluste so gering wie möglich zu halten.

In Zusammenarbeit mit Gruppen aus Frankreich und Russland wird eine Alternative zum Tile-Kalorimeter untersucht. Bei diesem so genannten Digitalen Kalorimeter wird pro Zelle nur die Information, ob ein Teilchen in der Zelle nachgewiesen wurde, gespeichert,

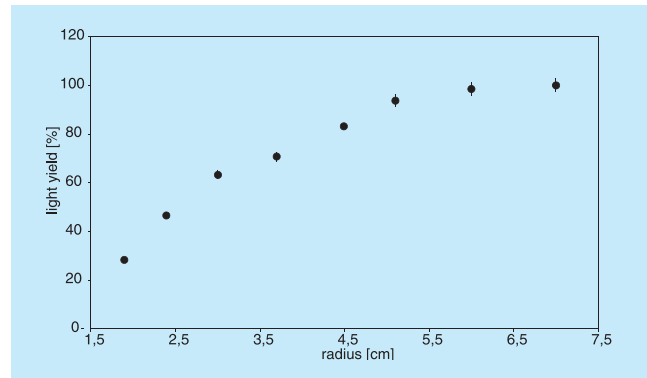


Abbildung 58: Lichtausbeute der Szintillatorplatten als Funktion des Krümmungsradius der Auslesefaser.

die Höhe der deponierten Energie wird nicht gemessen. Wenn die einzelnen Zellen ausreichend klein sind, so dass pro Teilchen viele Zellen ansprechen, lässt sich mit so einer Technologie eine ähnliche Auflösung wie mit einem konventionellen Kalorimeter erreichen. Allerdings gibt es viele technische Fragen, die gelöst werden müssen. Arbeiten an der Simulation eines solchen Kalorimeters haben begonnen.





# Theoretische Physik

Sprecher: P. M. Zerwas

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

- Quantenchromodynamik bei HERA und in Hadron-Hadron-Prozessen,
- Flavour-Physik bei B-Mesonen,
- Physik bei TESLA,
- Neutrino-Physik und Kosmologie,
- Gittereichtheorien,
- Quantengravitation.

Eine besondere Rolle spielte dabei die Analyse des Physik-Potentials bei TESLA im Zusammenhang mit dem „Technical Design Report“ für die Maschine. Ein übergreifendes Thema der HERA-Physik, B-Mesonen,  $e^+e^-$ -Physik, Kosmologie sowie Gittereichtheorien bildeten verschiedene Aspekte supersymmetrischer Theorien.

## Quantenchromodynamik

Aus theoretischer Sicht besteht eine der wichtigsten Aufgaben von HERA und anderen Teilchenbeschleunigern darin, verschiedene Aspekte der Quantenchromodynamik (QCD) quantitativ zu testen und eine genaue Bestimmung ihrer Parameter zu ermöglichen. Die QCD ist eine Quantenfeldtheorie der starken Wechselwirkung, die auf der nichtabelschen Eichgruppe  $SU(3)$  basiert und einen Bestandteil des heute allgemein anerkannten Standardmodells der Elementarteilchen bildet. Die QCD enthält als Materieteilchen sechs Arten von Quarks und als Austauschteilchen elektrisch neutrale Gluonen. Diese so genannten Partonen tragen Farbladungen, welche in beobachtbaren Bindungszuständen (Hadronen) stets neutralisiert sein müssen (Farbeinschlussprinzip). Die Kopplungsstärke der star-

ken Wechselwirkung,  $\alpha_s(\mu)$ , hängt logarithmisch von der Energieskala  $\mu$  des betrachteten Prozesses ab. Für hinreichend große Werte von  $\mu$  ist  $\alpha_s(\mu)$  klein genug für eine Störungsentwicklung, während im komplementären  $\mu$ -Bereich nicht-störungstheoretische Methoden Anwendung finden.

## Schwere Quarks

Die nichtrelativistische QCD (NRQCD) sagt die Existenz so genannter Farboktettprozesse in der Natur vorher, das heißt schwere Quarkonia können auch aus Quark-Antiquark-Paaren entstehen, wenn deren Farbladungen nicht neutralisiert sind. Die im Rahmen dieser Theorie vorhergesagten Wirkungsquerschnitte für die inklusive Charmonium-Erzeugung in tiefunelastischer  $ep$ -Streuung [DESY 01-196] bzw. in quasireeller  $\gamma\gamma$ -Streuung [DESY 01-202] stimmen gut mit entsprechenden Daten der H1-Kollaboration bei HERA bzw. der DELPHI-Kollaboration bei LEP2 überein, nachdem die relevanten nicht-störungstheoretischen Matrixelemente aus Tevatron-Daten der inklusiven Charmonium-Erzeugung bestimmt wurden. Im Rahmen dieser Theorie wurde auch die assoziierte Erzeugung von Charmonium mit zwei Hadronenjets in direkter Photoproduktion bei TESLA untersucht [DESY 01-039].

Der führende massenunterdrückte Zwei-Schleifen-Beitrag der Form  $\alpha_s^3/m_q r^2$  zum Potential eines schweren Quark-Antiquark-Systems wurde mit Hilfe der Methode der Schwellenentwicklung im Rahmen der NRQCD analytisch berechnet. Dieser Beitrag rührt von der nichtabelschen Natur der QCD her und besitzt kein Gegenstück in der Quantenelektrodynamik. Seine quantitativen Auswirkungen auf die Top-Quark-Spektroskopie können mit TESLA getestet werden. Ferner wurde ein früheres Ergebnis für die Zwei-Schleifen-Korrektur der Ordnung  $\alpha_s^2$  zum statischen Potential bestätigt [DESY 01-075].

Für die Top-Quark-Paarproduktion in Hadron-Kollisionen  $p\bar{p}, pp \rightarrow t\bar{t} + X \rightarrow \ell^+ \ell'^- + X$  wurde die doppelt-differentielle Winkelverteilung der Leptonen  $\ell, \ell'$  in nächstführender Ordnung (NLO) der QCD berechnet [DESY 01-040, 085]. Diese Winkelverteilung spiegelt die Korrelationen zwischen den Spins der Top-Quarks und -Antiquarks wider. Ihr Studium erlaubt somit einen detaillierten Einblick in die Wechselwirkungen, die Erzeugung und Zerfall der Top-Quarks bestimmen.

## Strukturfunktionen

Für HERA wurde die Photoproduktion von führenden Neutronen in höherer Ordnung der QCD Störungstheorie berechnet [DESY 01-026]. Da in diesem Prozess effektiv Photonen an geladenen Pionen gestreut werden, erlauben Vergleiche dieser präzisen neuen Rechnung mit HERA-Messungen erstmals eine genaue Bestimmung der Gluon- und Seequarkdichten im Pion [hep-ph/0107011]. Die Pion-Struktur ist sowohl von theoretischer als auch von praktischer Bedeutung: Sie erlaubt die Überprüfung der chiralen und Isospin-Symmetrie und wird als Randbedingung für die Photon-Struktur benötigt. In älteren „Fixed-Target“-Experimenten konnte sie leider nur unzureichend bestimmt werden. Insbesondere die Gluondichte wurde bisher überschätzt.

Die HERA-Daten zur Proton-Strukturfunktion  $F_2(x, Q^2)$  werden im Bereich kleiner Werte von  $x$  und  $Q^2$  erfolgreich durch ein Saturierungsmodell beschrieben. Ein wesentlicher Aspekt dieses Modells, die Unitarisierung, wurde mit Hilfe der nichtlinearen Kovchegov-Gleichung untersucht [DESY 01-172]. Auch auf dem Gebiet der polarisierten Elektron-Proton-Streuung bei kleinen Werten von  $x$  wurde ein wesentlicher Fortschritt durch die Berechnung beider Strukturfunktionen  $g_1(x, Q^2)$  und  $g_2(x, Q^2)$  erzielt [DESY 01-198].

Auf dem Gebiet der BFKL-Physik lag der Forschungsschwerpunkt auf der Berechnung der Korrekturen höherer Ordnung zum so genannten Impakt-Faktor des Photons. Insbesondere wurden die reellen Strahlungskorrekturen vollständig berechnet, und es wurde gezeigt, dass das Bild von der Wellenfunktion des Photons seine Richtigkeit behält [DESY 01-102]. Es wurde auch die Berechnung der Korrekturen zur Vorwärtsjet-Erzeugung bei HERA in Angriff genommen. Erste Er-

gebnisse für den Quark-initiierten Jetvertex wurden veröffentlicht [DESY 01-221]. Diese beiden Ergebnisse werden genaue Tests der BFKL-Hypothese bei HERA, Tevatron, LHC und TESLA gestatten.

Kürzlich ist neues Interesse am Odderon, dem Partner des Pomerons mit den Quantenzahlen  $C = P = -1$ , aufgekommen. Die diffraktive  $\eta_c$ -Erzeugung ist hierbei ein besonders interessanter Prozess. Für diesen wurde eine Vorhersage auf der Grundlage der störungstheoretischen Odderon-Lösung gemacht [DESY 01-020].

## QCD-Modelle

Ein populäres Modell zur Beschreibung des nicht-störungstheoretischen Niederenergie-Anteils von Prozessen der starken Wechselwirkung besteht darin,  $\alpha_s(\mu)$  in das hadronische Regime hinein zu extrapolieren. Wenn diese kühne Idee richtig ist, dann besitzt das Partonbild einen erstaunlich weiten Geltungsbereich in Bezug auf vorhandene Daten. Andererseits könnte die Messung eines Mittelwerts von  $\alpha_s(\mu)$  bei niedrigen Energien einen ersten Schritt hin zum vollständigen Verständnis der QCD bedeuten. HERA eignet sich hervorragend zur Überprüfung dieser Idee. Während der letzten fünf Jahre wurden auf dem Parton-Niveau so genannte „Event-Shape“-Observable berechnet, die eine pauschale Beschreibung der beobachteten Hadronjets liefern. Zur Berücksichtigung der Hadronisierung wurde das oben genannte Modell mit universellem  $\alpha_s(\mu)$  verwendet. Auf diese Weise wurden verschiedene Event-Shape-Observable eingehend untersucht. In den meisten Fällen konnte eine hervorragende Beschreibung der experimentellen Daten erzielt werden [DESY 01-160]. Darüber hinaus wurden neue Event-Shape-Observable konstruiert, welche die Abstrahlung von zwei Hadronjets einbeziehen [hep-ph/0110384]. Entsprechende Messungen bei HERA werden mit Spannung erwartet.

Ein verbessertes Verständnis der nicht-störungstheoretischen QCD wurde auch durch die kürzlich entwickelten Modelle der weichen Farbwechselwirkung erlangt. Diese beruhen auf einer Variation der Farbstringfeldtopologien und liefern eine einheitliche Beschreibung verschiedener Endzustände in hochenergetischen Wechselwirkungen. Die spektakulären HERA-Ereignisse mit einer Rapiditätslücke können auf einfache Weise beschrieben werden, indem man in den

Standard-Ereignisgenerator LEPTO ein entsprechendes einparametrisches Modell einbaut. Die Anwendung des gleichen Modells mit dem PYTHIA Generator auf  $p\bar{p}$ -Wechselwirkungen liefert eine gute Beschreibung der Tevatron-Daten zur Erzeugung von W-Bosonen, Bottom-Quarks und Hadronjets in Ereignissen mit einer oder zwei Rapiditätslücken [DESY 01-076]. Ferner fand man, dass diese Modelle auch Fixed-Target- und Collider-Daten der Charmonium-Erzeugung beschreiben [hep-ph/0111379]. Diese verschiedenartigen Effekte der nicht-störungstheoretischen QCD besitzen daher möglicherweise einen gemeinsamen Ursprung.

Solche Modelle sind jedoch nicht in der Lage, die beobachteten Rapiditätslücken zwischen zwei Hadronjets mit großen Transversalimpulsen zu erklären. Andererseits kann der große Impulstransfer über die Rapiditätslücke beschrieben werden durch den Austausch eines gluonischen Farbsingulett-Systems im Rahmen des BFKL-Modells, welches auf der störungstheoretischen QCD beruht. Um solche Daten, etwa vom Tevatron, richtig zu beschreiben, müssen auch nicht-führende Korrekturen und das Laufen von  $\alpha_s(\mu)$  berücksichtigt werden [hep-ph/0111090]. Eine entsprechende Untersuchung von Rapiditätslücken zwischen Hadronjets bei HERA wird durchgeführt.

## Instanton-induzierte Prozesse

Vielversprechende Ansätze im Hinblick auf ein Verständnis nicht-störungstheoretischer Phänomene in der QCD beruhen auf einem vermutlich engen Zusammenhang zwischen der Struktur des euklidischen QCD-Vakuums und spezifischen Streuprozessen. Ein wichtiges Beispiel sind Instantonen als nicht-störungstheoretische, topologisch nichttriviale Fluktuationen der Gluonfelder, mit einer mittleren Ausdehnung von etwa 0.5 fm.

Kleine Instantonen induzieren charakteristische, harte Streuprozesse, die in der gewöhnlichen störungstheoretischen QCD verboten sind, jedoch im Rahmen der Instanton-Störungstheorie berechnet werden konnten [DESY 01-125]. Dabei wurde erkannt, dass die tiefunelastische Streuung bei HERA eine einzigartige Möglichkeit bietet, diese grundlegenden QCD-Prozesse erstmalig nachzuweisen. In der Tat fand eine Suche der H1-Kollaboration einen allerdings noch nicht schlüs-

sigen Überschuss in den Daten, ermutigend nahe an den theoretischen Voraussagen. In engem Dialog mit H1-Experimentalphysikern werden verbesserte Suchstrategien erarbeitet [DESY 00-172].

Zwei neuere Projekte betreffen die Rolle größerer Instantonen sowohl im QCD-Vakuum als auch in hochenergetischen diffraktiven Streuprozessen. In diesem Bereich größerer Abstände sind die Hinweise von Gittersimulationen unverzichtbar. So zeigen Gitterdaten für die Verteilung der Instantongröße  $\rho$  eine praktisch perfekte Inversionssymmetrie unter  $\rho \rightarrow 1/\rho$ . Sie wird als Relikt der wohlbekannteren konformen Invarianz des gesamten Instanton-Sektors auf dem klassischen Niveau interpretiert [DESY 01-125]. In der Tat wird durch eine konforme Koordinateninversion  $x_\mu \rightarrow x_\mu/x^2$  das klassische Eichfeld eines Instantons der Größe  $\rho$  in das eines (Anti-)Instantons der Größe  $\propto 1/\rho$  transformiert. Da durch eine konforme Inversion die Physik bei kleinen Abständen zu der bei großen Abständen in Beziehung gesetzt wird, sind mögliche Konsequenzen für die nicht-störungstheoretische QCD im allgemeinen von großem Interesse.

In einem weiteren Projekt wurde der bereits bekannte Ein-Instanton-Beitrag zur  $\gamma^*N$ -Streuung in das bei HERA populäre Farbdipolbild übersetzt. Neben der transversalen Ausdehnung  $|\vec{r}|$  des am Nukleon streuenden  $q\bar{q}$ -Dipols kommt nun eine weitere Skala ins Spiel, die effektive Instantongröße  $\rho_{\text{eff}}(Q)$ . Das Ergebnis ist ein Verlust der Farbtransparenz und ein konstanter Dipol-Wirkungsquerschnitt schon bei kleinen Werten von  $\vec{r}^2$  [DESY 01-125].

## B-Mesonen

Das Studium CP-verletzender Effekte in B-Meson-Zerfällen erlaubt eine strenge Überprüfung der Beschreibung der CP-Verletzung durch das Standardmodell der elektroschwachen Wechselwirkung und ist eines der gegenwärtig spannendsten Gebiete der Teilchenphysik. Eine Schlüsselrolle kommt hierbei dem Unitaritätsdreieck der Cabibbo-Kobayashi-Maskawa (CKM) Matrix zu, welches aus der Unitarität dieser Matrix folgt; die „on-mass-shell“ Renormierung der CKM Matrix wurde kürzlich diskutiert [DESY 01-071]. Das zentrale Ziel der kommenden Jahre ist die Überbestimmung dieses Dreiecks durch die unabhängige

Messung seiner Seiten und Winkel  $\alpha$ ,  $\beta$  und  $\gamma$ , wobei die Hoffnung besteht, durch den Einfluss „neuer“ Physik widersprüchliche Resultate zu erhalten.

Im Sommer des Jahres 2001 konnte an den B-Fabriken am SLAC und KEK erstmals die CP-Verletzung im B-System mit Hilfe des „goldenen“ Zerfalls  $B^0 \rightarrow J/\psi K_S$  nachgewiesen werden, dessen mischungs-induzierte CP-Asymmetrie  $a_{\psi K_S}$  eine theoretisch saubere Bestimmung der Größe  $\sin 2\beta$  erlaubt. Für eine systematische, modellunabhängige Analyse möglicher Effekte neuer Physik ist es wichtig, auch die geladenen Zerfälle  $B^\pm \rightarrow J/\psi K^\pm$  zu messen. Es lassen sich dann geeignete Observable einführen, die nicht nur Hinweise auf neue Physik, sondern auch Einblicke in die Hadrodynamik der Zerfälle  $B \rightarrow J/\psi K$  geben können [DESY 01-006]. Analoge Studien können auch für das System  $B \rightarrow \phi K$  durchgeführt werden, das von virtuellen Schleifenbeiträgen beherrscht wird und daher besonders sensitiv auf den Einfluss neuer Physik reagiert [DESY 01-030]. So kann man beispielsweise durch komplexe Flavour-Kopplungen im Squark-Sektor supersymmetrischer Theorien Abweichungen der mischungsinduzierten CP-Asymmetrie im Zerfall  $B^0 \rightarrow \phi K_S$  von der Standardmodell-Erwartung von bis zu O(20%) erhalten [DESY 01-128].

Darüber hinaus gibt es vielfältige andere mögliche Signaturen supersymmetrischer Modelle in B-Zerfällen [DESY 01-224]. Ein besonders wichtiges Element in der Überprüfung der Standardmodell-Beschreibung der CP-Verletzung ist auch die Bestimmung des Winkels  $\gamma$ , für die die Zerfälle  $B \rightarrow \pi K$  und das  $B_d^0 \rightarrow \pi^+ \pi^-$ ,  $B_s^0 \rightarrow K^+ K^-$  System sehr vielversprechend sind [DESY 01-162].

Eine Brücke zwischen der CP-Verletzung in den B- und K-Systemen wird durch die seltenen Zerfälle  $K^+ \rightarrow \pi^+ \nu \bar{\nu}$  und  $K_L \rightarrow \pi^0 \nu \bar{\nu}$  hergestellt, deren Verzweungsverhältnisse in Modellen mit „minimaler Flavour-Verletzung“ (MFV) bemerkenswerte Korrelationen mit  $a_{\psi K_S}$  zeigen [DESY 01-054]. Durch Einführung zusätzlicher flavour-ändernder Strukturen, deren Ursprung jenseits der CKM Matrix liegt, lassen sich interessante Erweiterungen MFV-supersymmetrischer Modelle konstruieren [DESY 01-059].

Neben CP-Asymmetrien in B-Zerfällen, wie zum Beispiel  $a_{\psi K_S}$ , stellen radiative  $b \rightarrow d\gamma$  Übergänge sehr sensitive Sonden für solch neue flavour-ändernde

Kopplungen dar, insbesondere durch das Verhältnis  $BR(B^0 \rightarrow \rho^0 \gamma)/BR(B^0 \rightarrow K^{*\gamma})$ , das isospinverletzende Verhältnis  $BR(B^\pm \rightarrow \rho^\pm \gamma)/BR(B^0 \rightarrow \rho^0 \gamma)$  und die CP-Asymmetrie in  $B^\pm \rightarrow \rho^\pm \gamma$  Zerfällen. In der theoretischen Beschreibung exklusiver Übergänge  $B \rightarrow K^* \gamma$  und  $B \rightarrow \rho \gamma$  konnten kürzlich wichtige Fortschritte erzielt werden, die eine Berechnung der entsprechenden Verzweungsverhältnisse in nächstführender Ordnung in der starken Kopplung  $\alpha_s$  und der Quarkmasse erlauben [DESY 01-068]. Darüber hinaus wurden die Zerfälle  $B \rightarrow K^{**} \gamma$  im Rahmen eines QCD-Summenregel-Formalismus auf dem Lichtkegel untersucht [DESY 01-138].

Eine herausragende Rolle für die Suche nach neuer Physik spielen die Zerfälle  $B \rightarrow (X_s, K, K^*) \ell^+ \ell^-$ , deren Verzweungsverhältnisse genauer berechnet wurden. Unter Verwendung dieser Resultate und der gegenwärtig verfügbaren Messungen der  $B \rightarrow X_s \gamma$  und  $B \rightarrow K \ell^+ \ell^-$  Verzweungsverhältnisse und der oberen Grenzen für die Zerfälle  $B \rightarrow (X_s, K^*) \ell^+ \ell^-$  konnten Einschränkungen an die Wilson-Koeffizienten der entsprechenden effektiven Niederenergie-Theorie gewonnen werden, die mit den Vorhersagen des Standardmodells und einigen supersymmetrischen Szenarien konsistent sind [DESY 01-217].

## Physik bei TESLA

Das Physik-Potential von TESLA ist für den Higgs-Mechanismus und die elektroschwache Wechselwirkung sowie für physikalische Bereiche jenseits des Standardmodells, insbesondere die Supersymmetrie, untersucht worden. Diese Analysen bildeten die theoretische Grundlage für die entsprechenden Kapitel im Technical Design Report von TESLA [DESY 01-011], den die DESY Theorie-Gruppe maßgebend mitformuliert hat. Diese Studien bildeten auch eine wesentliche Grundlage für die Diskussionen und für die Ergebnisse, die auf dem amerikanischen Workshop „Snowmass 2001 – The Future of Particle Physics“ erzielt worden waren. Sie führten zum Konsens darüber, dass es die vordringlichste Aufgabe der Hochenergiephysik sei, den Bau eines  $e^+e^-$ -Linear-Colliders im TeV-Energiebereich zu realisieren.

Die Entdeckung neuer Phänomene wie auch Präzisionsmessungen im Standardmodell und im Bereich



jenseits des Modells sind der Kernpunkt des Physik-Programmes an einem Linear-Collider.

## Strahl-Polarisation

Eine hohe Polarisation des Elektronenstrahls reicht im allgemeinen aus, die Grundelemente des Physik-Programms bei TESLA zu überdecken. Jedoch verbessert die simultane Polarisation des Positronenstrahls nicht nur die Unterdrückung von Untergrundprozessen, sondern sie ist auch für die Analyse einiger bedeutender neuer physikalischer Phänomene und für einige Präzisionsmessungen von Standardmodell-Prozessen unabdingbar [DESY 00-178]. Im TESLA-Design sollen ein Elektron-Polarisationsgrad von 80% und ein Positron-Polarisationsgrad von bis zu 60% realisiert werden.

## W-Boson-Physik

Die W-Paarzeugung an  $e^+e^-$ -Beschleunigern liefert einen wichtigen Test des Standardmodells der elektroschwachen Wechselwirkung. Abbildung 59 stellt die Messwerte von LEP für den totalen Streuquerschnitt  $\sigma^{WW}$  den Präzisionsrechnungen der Monte Carlo-Eventgeneratoren RACONWW und YFSWW gegenüber.

Die Messgenauigkeit für den Wirkungsquerschnitt von etwa 1%, die an zukünftigen Beschleunigern wie TESLA noch übertroffen werden kann, erfordert eine sorgfältige Kontrolle von Effekten höherer Ordnung der Störungstheorie (Strahlungskorrekturen) sowie die Einbeziehung des W-Zerfalls [DESY 01-003].

Die WW-Produktion erlaubt ferner eine genaue Messung der W-Masse sowie eine direkte Untersuchung der Eichboson-Selbstwechselwirkung. Die theoretische Unsicherheit in der Einschränkung der 3-Eichboson-Kopplungen bei LEP wurde sorgfältig ausgearbeitet [DESY 01-184] und die Erweiterung von RACONWW zur Analyse von anomalen 4-Eichboson-Kopplungen in  $WW\gamma$ -Produktion beschrieben [DESY 01-042].

An Hadron-Beschleunigern wird die W-Masse über die W-Produktion in der Quark-Antiquark Annihilation bestimmt. Der Bericht [DESY 01-121] enthält die bislang

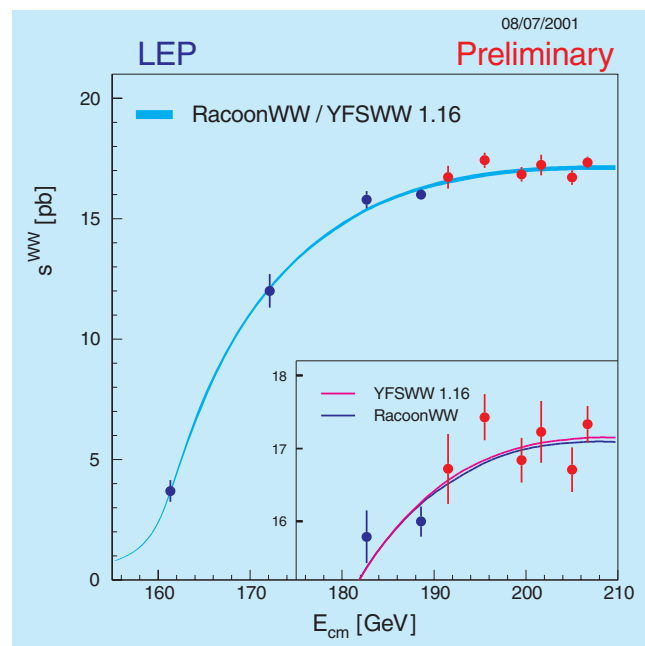


Abbildung 59: W-Paarproduktion in der  $e^+e^-$ -Annihilation.

umfassendste Berechnung der relevanten Strahlungskorrekturen, die auch in der Suche nach neuer Physik über hochenergetische W-Bosonen am LHC wichtig sind.

## Higgs-Physik

Nach der LEP-Ära in der Hochenergie-Physik konzentrieren sich nun die Vorbereitungen für die Suche nach Higgs-Teilchen auf die Hadronen-Maschinen Tevatron am Fermilab und LHC am CERN, sowie auf zukünftige Elektron-Positron Linear-Collider [DESY 01-203].

Die Suche nach Higgs-Bosonen am Tevatron ist außerordentlich schwierig, da die Signale aus einer großen Zahl von Untergrund-Ereignissen isoliert werden müssen. Einer dieser Kanäle ist die Abstrahlung von Higgs-Bosonen von schweren Top- und Bottom-Quarks, die beispielsweise in der Gluon-Fusion bei Proton-Proton Stößen erzeugt werden. Zwar ist die Ereignisrate in diesem Kanal gering, doch sind die Signaturen sehr klar. Theoretisch konzeptionell befriedigende Vorhersagen mit experimentell wünschenswerter Genauigkeit sind für diesen Kanal in [DESY 01-077] erreicht worden. Rechnungen höherer Ordnung in der QCD haben zu



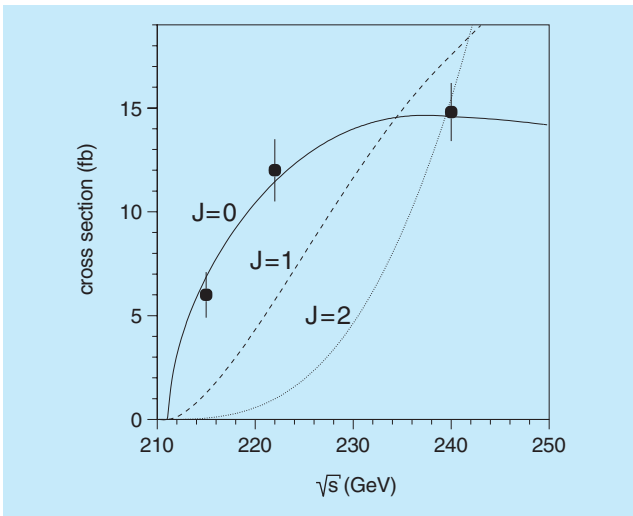


Abbildung 60: *Abhängigkeit des Wirkungsquerschnittes in Higgs-Strahlung vom Spin des Higgs-Bosons.*

einer beeindruckenden Stabilisierung der Analyse geführt, so dass die Suche nach Higgs-Bosonen in diesem Kanal theoretisch gut fundiert ist.

Wegen hoher Untergrundkontamination ist die Suche nach schweren Higgs-Bosonen in supersymmetrischen Szenarien am LHC in einem „blinden Keil“ des Parameterraumes für Higgs-Massen jenseits von 200 GeV und mittlere Mischungswinkel nicht möglich. Resonanzformation der skalaren und pseudoskalaren Higgs-Bosonen in Photon-Photon Stößen, erzeugt im Compton-Mode von TESLA, kann jedoch diese Problemzone überdecken [DESY 00-192].

Wenn Higgs-Bosonen gefunden worden sind, wird es eine zentrale Aufgabe sein, ihre Eigenschaften detailliert zu bestimmen, unter anderem die Spin- und Paritäts-Quantenzahlen. Diese Aufgabe kann in der Higgs-Strahlung der Teilchen an  $e^+e^-$ -Linear-Collidern gelöst werden [DESY 01-010, 192]. Die Kombination von Schwelleneffekten in der Anregungskurve mit Winkelkorrelationen wird es erlauben, die externen Quantenzahlen des Higgs-Bosons in der Standard-Theorie modellunabhängig experimentell zu bestimmen (Abb. 60).

Von gleicher Bedeutung ist die Messung der Kopplungen von Higgs-Bosonen untereinander. Dies ist ein weites Feld in supersymmetrischen Theorien, in denen der Higgs-Sektor von außerordentlich komplexer Natur ist. In  $e^+e^-$ -Linear-Collidern wie auch teilweise

im LHC können diese Kopplungen in Teilbereichen des Parameterraums gemessen werden [DESY 01-015]. Dies sind essenzielle Experimente, da die elektroschwache Symmetriebrechung *sui generis* durch die Selbst-Kopplungen bewirkt wird.

## Supersymmetrie

Präzisionsmessungen der Masse des W-Bosons und der Vergleich mit der theoretischen Vorhersage wie auch die Vereinigung der elektromagnetischen, der schwachen und der starken Kraft bei sehr hohen Energien deuten auf die Existenz von Supersymmetrie (SUSY) hin. Hierbei wird jedem Standardmodell-Teilchen ein supersymmetrischer Partner zugeordnet, der sich um eine halbe Einheit in der Spin-Quantenzahl unterscheidet. Da die Teilchen und ihre Superpartner nicht dieselbe Masse besitzen, muss diese Symmetrie bei niedrigen Energien verletzt sein, was zu einer Vielzahl von unbekanntem Parametern in der Theorie führt. Experimente an zukünftigen Collidern müssen diese unbekanntem Parameter bestimmen, so dass die Struktur der zugrunde liegenden supersymmetrischen Theorie eindeutig rekonstruiert werden kann.

Hierzu gehört es, zu beweisen, dass die Eichkopplungen im Standardmodell identisch zu denen sind, die zwischen den entsprechenden supersymmetrischen Partnern von Quarks und Leptonen wirken [DESY 01-088]. Ebenfalls muss die Äquivalenz der Quantenzahlen der Standardmodell-Teilchen und ihrer SUSY-Partner überprüft werden. So sollten die skalaren Partner von Elektronen mit denselben chiralen Quantenzahlen wie diejenigen der Elektronen assoziiert sein. Dies lässt sich nur an einem Linear-Collider zeigen, der gleichzeitig polarisierte Elektronen- und Positronenstrahlen zur Verfügung stellt [DESY 00-178, 01-173].

Die Präzisionsmessungen bei TESLA werden es auch erlauben, die Massen der neuen Teilchen mit so hoher Genauigkeit zu bestimmen, dass selbst in den theoretischen Vorhersagen Effekte der endlichen Lebensdauern der neuen Teilchen berücksichtigt werden müssen [DESY 01-066].

Durch die Brechung der Supersymmetrie mischen die SUSY-Partner der geladenen und neutralen Eich- und Higgs-Bosonen untereinander. Die experimentelle Be-

stimmung der Mischungsanteile gibt direkten Aufschluss über die Struktur des supersymmetrischen Modells. Für die Rekonstruktion dieser Mischungsanteile ist ein Linear-Collider durch Präzisionsmessungen mit Hilfe polarisierter Strahlen besonders geeignet [DESY 00-098, 01-088], wobei die Auswertung von Winkel- und Energieverteilungen charakteristisch für den zugrunde liegenden Dirac- bzw. Majorana-Charakter der supersymmetrischen Fermionen ist [DESY 01-117].

## Teilchenphysik am XFEL

Der Freie-Elektronen Laser im Röntgenbereich (XFEL) bietet dank seiner hohen Leistungsdichte neue Möglichkeiten für die Grundlagenforschung in der Teilchenphysik [DESY 01-213].

So kann man sich die mögliche hohe Leistungsdichte am Fokus eines XFEL zunutze machen, um das Vakuum gewissermaßen „zum Kochen“ zu bringen und zum ersten Mal die von der Quantenelektrodynamik vorhergesagte spontane  $e^+e^-$ -Paarerzeugung in einem sehr starken äußeren elektrischen Feld zu beobachten [DESY 01-024]. Dieser fundamentale Prozess hat viele Analogien in der kontemporären Physik, von der Evaporation von Schwarzen Löchern bis zur Teilchenproduktion in hadronischen Kollisionen. Eine weitere interessante Anwendung eines XFELs wären die Produktion und der Nachweis von Axionen, hypothetischen leichten Teilchen, die im Rahmen von Lösungen des so genannten „starken CP-Problems“ postuliert wurden [DESY 01-213].

## Neutrino-Physik und Kosmologie

Die Urknall-Kosmologie sagt die Existenz eines Hintergrund-Gases freier Photonen und Neutrinos voraus. Die gemessene kosmische Mikrowellen-Hintergrundstrahlung bestätigt die Anwendbarkeit der Standard-Kosmologie zurück bis zur Ära der Photon-Entkopplung, etwa hunderttausend Jahre nach dem Urknall. Die Hintergrund-Neutrinos andererseits entkoppelten schon etwa eine Sekunde nach dem Urknall. Ihr Nachweis, mit einer vorhergesagten mittleren Dichte von etwa 56 Neutrinos pro Kubikzentimeter und Neutrinospezies, würde daher ein neues Fenster

auf das frühe Universum öffnen. Der direkte Nachweis ist jedoch bis heute auf Grund der Schwäche der Neutrino-Wechselwirkungen nicht gelungen. In letzter Zeit wurde eine Möglichkeit des indirekten Nachweises diskutiert. Er basiert auf so genannten Z-Bursts, welche aus der resonanten Vernichtung von höchst-energetischen kosmischen Neutrinos mit kosmischen Hintergrund-Antineutrinos in Z-Bosonen resultieren.

Auf der Z-Resonanz ist die Wechselwirkungswahrscheinlichkeit um mehrere Größenordnungen erhöht. Interessanterweise sind die Resonanzenergien im Ruhesystem der Hintergrund-Neutrinos,  $E_{\nu_i}^{\text{Res}} = 4 \cdot 10^{21} \text{ eV}/m_{\nu_i} [\text{eV}]$ , von der Größenordnung der höchst-energetischen, in Luftschauerexperimenten beobachteten kosmischen Strahlung, falls die Neutrinos eine Masse von  $m_{\nu_i} = 0.1 - 1 \text{ eV}$  haben. Unter der Annahme, dass die höchstenergetische kosmische Strahlung bei Energien oberhalb von  $4 \cdot 10^{19} \text{ eV}$  hauptsächlich Protonen aus Z-Bursts sind, und dass genügend ultrahoch-energetische kosmische Neutrinos vorhanden sind, lässt sich die erforderliche Masse des schwersten Neutrinos zu  $m_{\nu_3} = 0.26_{-0.14(0.22)}^{+0.20(0.50)} \text{ eV}$  bestimmen [DESY 01-048, 070, 189]. Diese Vorhersagen lassen sich durch weitere Untersuchungen im Labor, in der Kosmologie, an Neutrinooteleskopen und an Luftschauerexperimenten testen.

Massive Neutrinos können entweder Dirac- oder Majorana-Teilchen sein; im letzteren Fall vermitteln sie die Leptonzahl-Verletzung und können eine charakteristische Signatur in Beschleuniger-Experimenten und in seltenen Mesonen-Zerfällen durch die Erzeugung von gleichgeladenen Leptonen hinterlassen. Solche Ereignisse mit der Erzeugung von Myonen oder Tau-Leptonen können am LHC beobachtet werden, wenn die schweren Majorana-Neutrinos leichter als 5 TeV sind; für Ereignisse mit Elektronen dagegen liegt der Wirkungsquerschnitt unter der LHC-Sensitivität wegen der Schranken aus dem neutrinolosen doppelten  $\beta$ -Zerfall [DESY 01-051, 207].

Majorana-Neutrinos sind auch die Basis für Modelle der Baryogenese durch die Erzeugung einer Lepton-Asymmetrie in dem Zerfall schwerer rechtshändiger Neutrinos, der so genannten Leptogenese [DESY 01-101]. In solchen Modellen wird die Baryon-Asymmetrie normalerweise unter der Voraussetzung des thermischen Gleichgewichts und ohne Berücksichtigung der chemischen Potentiale der Standardmodell-

Teilchen berechnet. Effekte dieser chemischen Potentiale sind eine größere Diffusion und eine Reduzierung der Baryon-Asymmetrie [DESY 01-046].

### Inflation und dunkle Materie

Im Berichtsjahr gab es sehr interessante neue Resultate in der Messung der Mikrowellen-Hintergrundstrahlung. Die Beobachtungen der Boomerang- und Maxima-Experimente und der DASI- und CBI-Interferometer haben mit hoher Präzision gezeigt, dass unser Universum euklidisch ist, entsprechend der Vorhersage von Inflationsmodellen [DESY 01-195]. Leider ist es noch nicht möglich, zwischen den verschiedenen Modellen zu entscheiden. Sehr interessant sind die Modelle der Hybrid-Inflation in supersymmetrischen Theorien, wo die inflationäre Dynamik von der Supersymmetriebrechung bestimmt wird [DESY 00-082]. In diesem Fall kann der Phasenübergang am Ende der Inflation und die Entstehung von kosmologischen Defekten analytisch beschrieben werden [DESY 01-019]. In supersymmetrischen Inflationsmodellen mit niedriger Skala kann außerdem Leptogenese durch den Affleck-Dine Mechanismus realisiert werden; um die beobachtete Baryon-Asymmetrie zu erhalten, muss das leichteste Neutrino eine Masse von  $10^{-4}$  eV haben [DESY 01-142].

Im Fall niedriger Temperatur nach der Inflation, das heißt unterhalb von  $10^6$  GeV, könnte die dunkle Materie des Universums aus exotischen Teilchen, Axinos, den Superpartnern von Axionen, bestehen. Solche Teilchen haben sehr schwache Kopplungen an Materie und würden nie das thermische Gleichgewicht erreichen, aber in genügender Anzahl durch Neutralino-Zerfälle und andere thermische Streuprozesse erzeugt werden [DESY 00-193].

Die Supernova-Daten über die Beschleunigung der Ausdehnung des Universums deuten auf die Anwesenheit einer homogenen Komponente der Energiedichte hin; dies könnte entweder eine kosmologische Konstante oder die potentielle Energie eines skalaren Feldes sein (Quintessenz). Durch die Messung der Zustandsgleichung dieser Energiekomponente können diese zwei Möglichkeiten unterschieden werden [DESY 01-147, 165].

Schon seit geraumer Zeit wurde spekuliert, dass bei der Kollision von Teilchen mit Schwerpunktsenergien ober-

halb der Planckskala  $M_{\text{pl}} = 10^{19}$  GeV (Mini-) Schwarze Löcher produziert werden. Diese wegen der hohen Energien experimentell nicht nachprüfbar Möglichkeit rückte in letzter Zeit in Reichweite im Kontext von Theorien jenseits des Standardmodells, welche mehr als vier Raumzeit-Dimensionen und eine neue fundamentale Planckskala  $M_D \gtrsim 1$  TeV postulieren. Am LHC bei CERN mit einer Schwerpunktsenergie von 14 TeV könnte die Produktion und Evaporation von Schwarzen Löchern im Detail untersucht werden. Aber schon vor der Inbetriebnahme des LHC kann in Luftschauerexperimenten, insbesondere am Pierre Auger-Observatorium in Argentinien, nach den Signaturen der Produktion von Schwarzen Löchern in der Kollision von ultrahochenergetischen kosmischen Neutrinos mit Nukleonen in der Atmosphäre gesucht werden. Je nach Menge der ultrahochenergetischen kosmischen Neutrinos lassen sich eventuell die ersten Zeichen der Produktion von Schwarzen Löchern bei Auger noch vor dem Start von LHC beobachten. Des Weiteren können schon jetzt sinnvolle Einschränkungen an die Produktion von Schwarzen Löchern aus der Tatsache der Nichtbeobachtung von horizontalen Luftschauern durch die Fly's Eye-Collaboration in Utah (USA) angegeben werden [DESY 01-182].

### Vereinheitlichte Theorien

Im Zusammenhang mit den neuen experimentellen Hinweisen auf Neutrinomassen und -mischungen sind vereinheitlichte Theorien mit der Eichgruppe  $SO(10)$  von aktuellem Interesse. Die Brechung dieser Symmetrie auf die Standardmodell-Eichgruppe kann auf einfache Weise mit Hilfe einer „Orbifold-Kompaktifizierung“ realisiert werden, ausgehend von einer Theorie in sechs Raum-Zeit-Dimensionen [DESY 01-106].  $SO(10)$ -Relationen zwischen Yukawa-Kopplungen sowie der „Seesaw“-Mechanismus verknüpfen Neutrino-Eigenschaften mit Quarkmassen und -mischungen. Dabei führen große Neutrinomischungen auf eine starke Einschränkung der freien Parameter. Dies führt zu Vorhersagen für CP-Verletzung in Neutrino-Oszillationen, den neutrinolosen doppelten  $\beta$ -Zerfall und die kosmologische Baryon-Asymmetrie [DESY 01-115].

Von aktuellem Interesse sind Erweiterungen des Standardmodells mit einer weiteren Raum-Dimension und Kaluza-Klein-Anregungen von Elementarteilchen mit

Massen im TeV-Bereich. Eine Analyse im Rahmen des Randall-Sundrum-Modells zeigt dabei, dass elektroschwache Präzisionstests zu einer unteren Massenschranke für angeregte W- und Z-Bosonen von etwa 10 TeV führen [DESY 01-201].

## Gittereichtheorien

Die Gitterformulierung der Quantenfeldtheorie ermöglicht es, verschiedene Parameter der starken Wechselwirkung von Quarks und Gluonen, die im Rahmen der Quantenchromodynamik beschrieben wird, in numerischen Simulationen zu berechnen. Wichtige Beispiele der berechneten Parameter sind Hadron-Massen, hadronische Matrixelemente der elektroschwachen Ströme, die starke Kopplungskonstante, die Quarkmassen, die Parameter der niederenergetischen chiralen Lagrange-Funktion und die thermodynamischen Eigenschaften der Hadron-Materie bei hohen Temperaturen oder hohen Baryondichten.

Die numerischen Monte Carlo-Simulationen werden auf leistungsfähigen Computern durchgeführt, die die Parallelverarbeitung auf vielen Prozessoren ermöglichen. Für diese Arbeit stehen im NIC, DESY-Zeuthen, APE-Spezialrechner und im NIC, Jülich, die CRAY-T3E zur Verfügung. Seit kurzem sind auch in DESY-Hamburg PC-Cluster zu diesem Zweck im Einsatz.

## Quantenchromodynamik

Die Theoriegruppe in Hamburg hat sich in letzter Zeit mit der Frage beschäftigt, ob man die Polarisierungseffekte des Strange-Quarks in die Monte Carlo-Simulationen einbauen könnte. Bis jetzt wurden die meisten Rechnungen nur mit Berücksichtigung des Up- und Down-Quarks gemacht, weil der verwendete Simulationsalgorithmus nur eine gerade Anzahl von Quarks mit paarweise gleichen Massen behandeln konnte. Es wurde ein neuer, so genannter multi-bosonischer Algorithmus entwickelt und getestet, der für eine beliebige Zahl von Quarks mit verschiedenen Massen anwendbar ist [DESY 01-159]. Die Bestimmung der Kopplungs-Koeffizienten der Gasser-Leutwyler'schen chiralen Lagrange-Funktion mit Hilfe dieses Algorithmus wurde vorbereitet.

In einem weiteren Projekt wurden die Eigenschaften von Gitterfermionen mit exakter chiraler Symmetrie, so genannte Ginsparg-Wilson-Fermionen, untersucht. Diese Formulierung, obgleich numerisch wesentlich aufwendiger als herkömmliche Diskretisierungen, eignet sich besonders zum Studium der spontanen chiralen Symmetriebrechung in der QCD. Hierbei wird typischerweise untersucht, ob sich ein Quark-Kondensat bildet. Ein wesentlicher Bestandteil numerischer Rechnungen ist die Renormierung der für das Kondensat relevanten Operatoren in der Gitter-Theorie. Es konnte gezeigt werden, dass eine nicht-perturbative Renormierung des Kondensats für Ginsparg-Wilson-Fermionen möglich ist [DESY 01-083]. Ein wesentliches Element hierbei ist die Anpassung der chiralen-symmetrischen Gitterregularisierung an eine intermediäre Wilson-Regularisierung. Die Rechnung ist so angelegt, dass jeder Bezug auf das intermediäre Schema im Endresultat herausgekürzt wird. Durch diese Methode kann ein wesentlicher systematischer Effekt in Gitterrechnungen mit Ginsparg-Wilson-Fermionen unter Kontrolle gebracht werden. Numerische Resultate für das renormierte Kondensat sowie für die Masse des Strange-Quarks und die Pion-Zerfallskonstante liefern Hinweise, dass der Einfluss von Gitterartefakten für Ginsparg-Wilson-Fermionen recht klein ist [DESY 01-174].

## Eigenschaften der Materie bei hohen Quark-Dichten

In der Quantenchromodynamik wird erwartet, dass bei sehr hohen Baryondichten (oberhalb der normalen Dichte von Atomkernen oder Neutronensternen) die Materie nicht mehr aus Hadronen besteht, sondern sich am besten mit den elementaren Quark- und Gluon-Freiheitsgraden beschreiben lässt. Eine wesentliche Änderung im Vergleich zur Kernmaterie ist die Erscheinung von Diquark-Paar-Kondensaten. Dies kann zu interessanten Phänomenen wie Supraleitung oder Superfluidität führen, die für große Neutronensterne vorhergesagt werden.

Im Rahmen eines europäischen TMR-Projekts hat die DESY-Swansea-Kollaboration eine Modelluntersuchung der Diquark-Kondensation mit Quarks in der adjungierten Darstellung der SU(2)-Farbgruppe durchgeführt [DESY 01-139, 152]. Die erwartete



Phasenübergangsstruktur als Folge der Diquark-Kondensation wurde bestätigt.

Außerdem wurde der Endpunkt der Phasenübergangslinie in der Ebene der Temperatur und Baryondichte bestimmt [DESY 01-044, 057].

### Supersymmetrie-Brechung in der Yang-Mills-Theorie

Die supersymmetrischen Erweiterungen des Standardmodells setzen die spontane Brechung der Supersymmetrie voraus. Zahlreiche Modelle für die Supersymmetrie-Brechung basieren auf den nichtstörungstheoretischen Eigenschaften der supersymmetrischen Yang-Mills-Theorie. Diese Theorie beschreibt die Wechselwirkung des Eichfelds mit einem masselosen Majorana-Fermionfeld in der adjungierten Darstellung [DESY 01-113, 214]. In der Gitter-Regularisierung wird die Supersymmetrie bei nichtverschwindender Gitterkonstante durch Gitterartefakte gebrochen. Eine konsistente Beschreibung setzt die Wiederherstellung der Supersymmetrie im Kontinuumslimes voraus.

In der supersymmetrischen Yang-Mills-Theorie mit  $SU(2)$ -Eichgruppe hat die DESY-Münster-Roma-Kollaboration die Ward-Takahashi-Identitäten der Supersymmetrie untersucht [DESY 01-141, 157, 158]. Die numerischen Resultate sind, innerhalb der statistischen und systematischen Fehler, konsistent mit der erwarteten Realisierung der Supersymmetrie im Kontinuumslimes.

### Simulationsalgorithmen

Ein wichtiger Teil der Arbeit wurde der Entwicklung multi-bosonischer Simulationsalgorithmen gewidmet. Insbesondere die Möglichkeit der Simulation leichter Quarks wurde untersucht [DESY 01-148, 149, 187]. Die Zielsetzung ist, die Simulationen in einem Bereich kleiner Quarkmassen durchzuführen, wo mit Hilfe der chiralen Lagrangefunktion die Extrapolation zum physikalischen Punkt mit kontrollierten Fehlern möglich wird.

Die Gittereichtheorie hat sicher wesentlich dazu beigetragen, das Quark-Confinement als dynamische Eigen-

schaft der QCD plausibel zu machen. Es ist allerdings nicht so leicht, die Kräfte zwischen statischen Quarks bei Abständen größer als  $1\text{ f}$  durch numerische Simulation genau zu bestimmen, weil in diesem Bereich das Verhältnis zwischen Signal und statistischem Fehler exponentiell abfällt. Aus diesem Grund war es unter anderem bisher nicht möglich, zweifelsfrei zu zeigen, dass sich zwischen den Quarks eine chromo-elektrische Flussröhre bildet, die bei hinreichend großen Distanzen durch eine effektive bosonische Stringtheorie beschrieben werden kann.

Ein neuer Simulationsalgorithmus, der durch hierarchische Mittelungen eine exponentielle Unterdrückung der statistischen Fluktuationen erreicht, könnte an dieser Stelle zu deutlichen Fortschritten führen. Zwar liegen noch keine physikalischen Ergebnisse vor, aber ausführliche Tests haben ergeben, dass die neue Methode gegenüber den traditionellen Verfahren um Größenordnungen effizienter ist [hep-lat/0108014].

### Gitter-QCD auf PCs

Für numerische Simulationen der Gitter-QCD werden heute zunehmend auf PC-Prozessoren basierende kommerzielle Parallelrechner eingesetzt. Ein wesentlicher Grund für diese Entwicklung liegt darin, dass PC-Prozessoren im Bereich der Fließkomma-Arithmetik und der Speicherbandbreite inzwischen sehr hohe Leistungswerte erreichen [hep-lat/0110007]. Den bisher bevorzugten Spezialrechnern ist damit eine in Bezug auf das Preis-Leistungs-Verhältnis konkurrenzfähige und aus der Sicht der Programmierbarkeit attraktive Alternative erwachsen.

### Quantengravitation

Eines der großen Probleme der Quantenfeldtheorie ist ihre Vereinbarkeit mit dem Lokalisationsprinzip der Allgemeinen Relativitätstheorie. Die allgemein kovariante Formulierung der Quantenfeldtheorie auf gekrümmten Raumzeiten, einschließlich der Renormierung, die in den letzten Jahren durchgeführt worden ist, ist im generischen Fall einer Raumzeit mit trivialer Symmetriegruppe nicht lokal in dem Sinne, dass globale Information über die Struktur der Raumzeit in die Kon-



struktion eingeht. Dies führt zu dem Problem, dass Renormierungsvorschriften an verschiedenen Raumzeitpunkten nicht miteinander verglichen werden können. Kürzlich wurde ein neues Paradigma für Quantenfeldtheorien auf Mannigfaltigkeiten vorgeschlagen: Quantenfeldtheorien werden danach simultan auf allen Raumzeiten einer geeigneten Klasse (beispielsweise global hyperbolisch) erklärt, so dass zu jeder Einbettung einer Raumzeit in eine andere ein Homomorphismus der zugehörigen Operatoralgebren gehört [math-ph/0112041]. Mathematisch handelt es sich bei dieser Struktur um einen kovarianten Funktor zwischen der Kategorie der Raumzeiten und der der Operatoralgebren. Mit Hilfe dieses neuen Prinzips konnte die Renormierungsfreiheit auf endlich viele Parameter eingeschränkt werden [gr-qc/0111108]. Weiter konnte das Spin-Statistik-Theorem auf gekrümmten Raumzeiten bewiesen werden.

Andere Arbeiten beschäftigten sich mit Lokalisierungseigenschaften von Quantenfeldtheorien auf dem

Minkowski-Raum und dem klassischen Limes [DESY 01-002], der allgemeinen Beschreibung von Symmetrien in der störungstheoretischen Quantenfeldtheorie [hep-th/0111101], der Renormierungsgruppe, der Operatorproduktentwicklung und dem Energie-Impuls-Tensor. Zur Rolle der Zeit in der Quantentheorie wurde ein neuer Vorschlag gemacht, der es gestattet, die Wahrscheinlichkeiten für den Zeitpunkt eines Ereignisses zu berechnen [DESY 01-038].

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

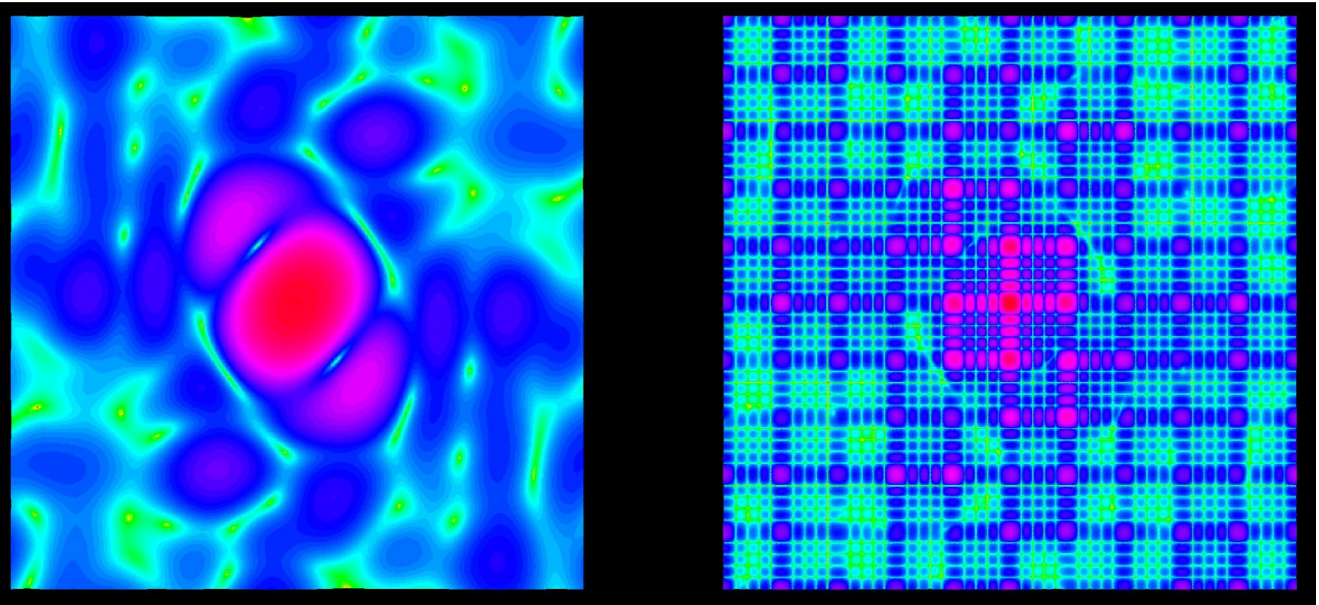


Abbildung 61: Links: Schnitt durch das Betragsquadrat der dreidimensionalen Fouriertransformierten der Elektronendichte eines Makromoleküls. Rechts: wie links, jedoch für einen in allen drei Raumrichtungen fünf Elementarzellen großen Kristall des gleichen Makromoleküls der gleichen Orientierung. Die Intensität ist nach einer logarithmischen Farbskala aufgetragen.

# Hamburger Synchrotronstrahlungslabor HASYLAB

Leiter: J.R. Schneider, DESY

**Im Hamburger Synchrotronstrahlungslabor HASYLAB wird die von Positronen bzw. Elektronen in den Speicherringen DORIS III und PETRA II emittierte Synchrotronstrahlung in vielfältiger Weise in Grundlagen- und anwendungsbezogener Forschung auf den Gebieten der Physik, Biologie, Chemie und Kristallographie, in den Material- und Geowissenschaften sowie der Medizin eingesetzt. Dabei wird das weite Spektrum der elektromagnetischen Strahlung vom sichtbaren Licht bis zum harten Röntgengebiet genutzt und ein Energiebereich von etwa 1 eV bis zu 300 keV überstrichen. Zusätzlich zum Betrieb der Nutzereinrichtung beteiligt sich HASYLAB an der Ausbildung von Studenten der Physik über eine enge Zusammenarbeit mit dem Institut für Experimentalphysik der Universität Hamburg.**

Eine Außenstation des Europäischen Labors für Molekularbiologie EMBL sowie drei Arbeitsgruppen für strukturelle Molekularbiologie der Max-Planck-Gesellschaft führen an neun Messplätzen Untersuchungen zur Bestimmung biologischer Strukturen durch. Ein neuer Messplatz für Proteinkristallographie wurde errichtet und von einem Konsortium, bestehend aus dem EMBL, dem Institut für Makromolekulare Biologie (IMB) in Jena und dem Institut für Medizinische Biochemie und Molekulare Biologie des Universitätskrankenhauses Eppendorf (Hamburg) im Herbst 2001 in Betrieb genommen.

Das Engagement von EMBL für seine Außenstation in Hamburg hat kürzlich stark zugenommen. Die Zahl der verfügbaren permanenten Stellen in der Außenstation wird von 29 im Jahr 2000 auf 38 im Jahr 2003 steigen, die Labor- und Büroräume werden um 400 m<sup>2</sup> erweitert.

Nach zwei Jahren Vorbereitung hat die Biotech Firma Thetis-Institut für biomolekulare Naturstoffforschung IBN (Hamburg) ihre Arbeit auf dem DESY Gelände aufgenommen. Thetis bietet in Hamburg das komplette Spektrum der Wirkstoffentwicklung vom ma-

rinen Makro- und Mikroorganismus über Isolierung und Strukturaufklärung der aktiven Substanz, Toxikologie, Struktur-Aktivitäts- und Wirkstoff-Rezeptor-Beziehung bis hin zu den ersten Phasen der klinischen Studien. Die technische Ausstattung der Firma, einschließlich dreier NMR Spektrometer bei 500 und 800 MHz sowie zweier Massenspektrometer, ergänzt hervorragend die Messplätze für molekularbiologische Strukturuntersuchungen am Speicherring DORIS III.

Im Rahmen eines wissenschaftlichen Kolloquiums im März 2001 bei DESY wurden die wissenschaftlichen Perspektiven und die technische Realisierung von TESLA vorgestellt, wie sie auch im Technical Design Report nachzulesen sind. Das Treffen mit mehr als 1000 Teilnehmern, 40% davon aus dem Ausland, hat durch die neuen Forschungsmöglichkeiten, die durch den Linearbeschleuniger und das X-Ray Free Electron Laser (XFEL) Labor in Reichweite kommen, eine ungewöhnliche Aufregung hervorgerufen.

Am Freie-Elektronen Laser der TESLA Test Facility (TTF) wurde die Sättigung des SASE Prozesses am 10. September 2001 bei 98 nm erreicht. Dies ist die kürzeste Wellenlänge, die bisher von einem Freie-Elektronen Laser erreicht wurde. Die Pulsleistung von 1 GW wurde erreicht bei einer Pulslänge von 30–100 fs, die gemessene Pulsbrillanz von 10<sup>28</sup> Photonen/(sec · mrad<sup>2</sup> · mm<sup>2</sup> · 0.1% Bandbreite) ist tatsächlich um neun Größenordnungen größer als der Wert, der heutzutage an den besten Synchrotronstrahlungsquellen der dritten Generation in diesem Wellenlängenbereich erreicht werden kann. Die mittlere Leistung betrug ungefähr 5 mW, die mittlere Brillanz 10<sup>17</sup> Photonen/(sec · mrad<sup>2</sup> · mm<sup>2</sup> · 0.1% Bandbreite). Die Strahlung wurde sorgfältig charakterisiert und alle Ergebnisse stimmen sehr gut mit der Theorie überein. Dieser Erfolg wird weltweit als ein Durchbruch auf dem Weg zum 0.1 nm Röntgenlaser gesehen (Abb. 62).

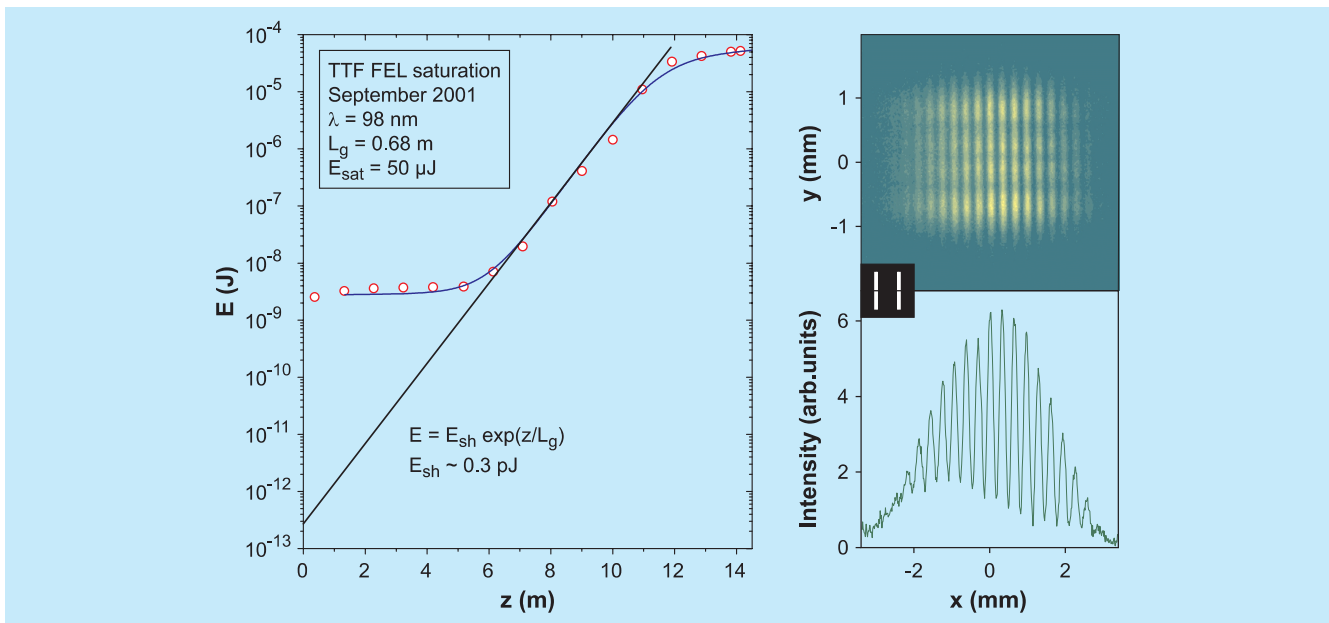


Abbildung 62: Entwicklung der mittleren Strahlungspulsenergie entlang des Undulators. Experimentelle Daten: Kreise, numerische Simulation: durchgezogene Linie. Rechts: Beugung der 95 nm FEL-Strahlung am Doppelspalt, die mit einer CCD-Kamera auf einem Ce:YAG Kristall beobachtet wurde. Die Spalte waren  $200 \mu\text{m}$  breit,  $2 \text{ mm}$  lang und  $1 \text{ mm}$  voneinander getrennt.

Bereits wenige Wochen nach dem Erreichen der Sättigung am TTF FEL wurden erste Ablationsexperimente erfolgreich durchgeführt. Die gemessene Schwelle für die Schädigung von Spiegelmaterialien bei der Festlegung der Beamlines und der optischen Komponenten für die VUV FEL Nutzereinrichtung, die im Jahr 2004 verfügbar sein wird, ist höher als angenommen wurde. In einem weiteren Experiment wurde die Coulomb-Explosion an freien Xenon-Clustern untersucht.

Die Vorstudien für die mögliche Verbesserung der Speicherringe DORIS und PETRA wurden beendet und in einem ersten Schritt mit Vertretern der HASYLAB Hauptnutzerguppen diskutiert.

An den Workshops im Juli und an einem für alle Nutzer offenen Workshop im Oktober haben etwa 150 Nutzer teilgenommen. In Übereinstimmung mit den Empfehlungen des „Komitee für Synchrotronstrahlung“, das die deutsche Synchrotronstrahlungsgemeinde repräsentiert, wurde ganz klar die PETRA-Option bevorzugt, unter der Voraussetzung, dass der Betrieb des

DORIS-Speicherringes in seiner momentanen Konfiguration fortgesetzt wird.

Die Leistung heutiger Quellen der dritten Generation kann bei PETRA übertroffen werden, wenn hier zusätzliche Dämpfungswiggler eingebaut werden (Abb. 63). Ein Abschnitt in der Größe eines Achtels des  $2.3 \text{ km}$  großen Umfangs des PETRA-Speicherringes muss komplett neu gebaut werden, um die Errichtung von etwa 13 Undulatorstrahlrohren zu ermöglichen.

In Übereinstimmung mit den Empfehlungen des Erweiterten Wissenschaftlichen Rates und des Verwaltungsrates von DESY wurde die Entscheidung getroffen, mit der Errichtung einer dedizierten Synchrotronstrahlungsquelle im PETRA-Speicherring im Januar 2007 zu beginnen. Detaillierte Designstudien für diese Einrichtungen sollen im Januar 2002 beginnen.

Als nächstes soll zwischen den Optionen entschieden werden, entweder den existierenden Booster-Ring zu modifizieren oder einen zweiten neuen Ring in den existierenden PETRA-Tunnel einzubauen. Zusätzliche

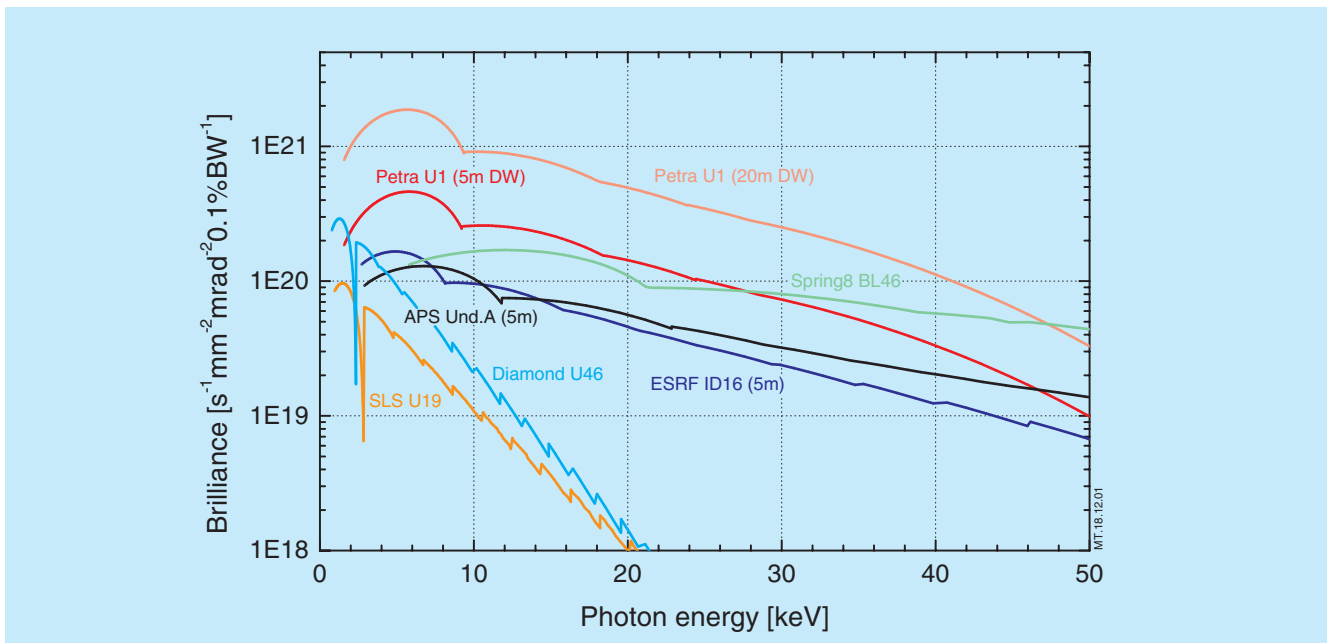


Abbildung 63: Brillanz eines durchstimmbaren Undulators, der für die Verbesserung des PETRA-Speicherringes mit Dämpfungswiggler vorgeschlagen wurde, im Vergleich zu Werten existierender Speicherringe der dritten Generation.

Mittel für Hoch- und Tiefbau, Ausstattung und Personal werden benötigt, um dieses Projekt realisieren zu können.

DORIS III wurde vom 15. Januar bis zum 17. Dezember 2001 mit Positronen bei einer Energie von 4.5 GeV und einem Eingangsstrom von bis zu 150 mA im 5-Bunch Modus betrieben. Typische Strahllebensdauern betragen 10 Stunden zu Beginn und 20 Stunden am Ende eines achtstündigen Runs. 5358 Stunden geplanter dedizierter Strahlzeit wurden, getrennt durch jeweils eine Woche für Wartung, in acht Blöcke von etwa fünf Wochen gruppiert.

Zur Optimierung des DORIS-Betriebes wurden achtstündige Maschinenschichten jeweils am zweiten, dritten und vierten Donnerstag des jeweiligen Strahlzeitblocks eingefügt. Im Juli 2001 wurden zusätzliche kurze Shutdown-Zeiten eingeplant. Für Experimente, die eine spezielle Zeitstruktur benötigten, wurde der Speicherring im so genannten „Reduced Bunch Mode“ für etwa 20% seiner Laufzeit betrieben. Auf Grund technischer Probleme erreichte die Betriebseffizienz von DORIS III

nur 91.7% und damit nicht die Leistung aus dem Jahr 2000 von 94.4%.

Am PETRA-Speicherring konnten im Berichtsjahr 3100 Stunden dedizierter Strahlzeit geliefert werden. Dies wurde ermöglicht durch den Upgrade Shutdown des Lepton-Hadron Beschleunigers HERA. Im dedizierten Nutzerbetrieb beträgt die Strahllebensdauer ungefähr 12 Stunden bei einem mittleren Strom von 37 mA. 21 unterschiedliche Experimente konnten durchgeführt werden.

Während des viermonatigen Winter-Shutdowns 2000/2001 wurden bei DORIS III neue Vakuumkammern für die Quadrupol-Triplets installiert, um die gegenseitige mechanische Kopplung dieser Komponenten zu entfernen. Da bis zu dieser Zeit die drei Injektions Kicker-Magnete nicht fertig wurden, konnten nicht alle neuen Vakuumkammern installiert werden. Dennoch konnte die horizontale Bewegung des Strahlorbitals im Speicherring um einen Faktor fünf reduziert werden, was zu einer signifikanten Verbesserung der Synchrotronstrahlungsstabilität geführt hat. Es ist geplant, im Winter-



Shutdown 2002/2003 neue Kicker-Magnete zu installieren und die verbleibenden neun Vakuumkammern einzubauen.

Der HASYLAB Jahresbericht 2001 ist wie in den vergangenen Jahren als CD-Rom erschienen und im Internet veröffentlicht worden ([www-hasylab.desy.de/science/annual\\_reports/2001\\_report/main.htm](http://www-hasylab.desy.de/science/annual_reports/2001_report/main.htm)).

Im Jahr 2001 waren 252 Institute und etwa 1662 Wissenschaftler an der Vorbereitung und Durchführung von Experimenten am HASYLAB beteiligt. Auf dem Gebiet der Strukturbiologie arbeiteten 392 Wissenschaftler aus mehr als 86 Instituten, hauptsächlich aus Europa, an den EMBL Messplätzen und nutzten die Infrastruktureinrichtungen bei DESY (Abb. 64).

Beispiele für HASYLAB-eigene Forschung, die in den letzten drei Jahren von HASYLAB Mitarbeitern und Wissenschaftlern permanenter Gastgruppen auf dem DESY-Gelände durchgeführt wurden, sind in einer neuen Broschüre mit dem Titel „Research at HASYLAB“ gesammelt worden. Das Heft ist im HASYLAB Sekretariat erhältlich. Ein wesentliches Ziel dieser Broschüre ist es, Studenten und junge Wissenschaftler zu überzeugen, sich an Forschung mit Synchrotronstrahlung zu beteiligen.

Im Jahr 2001 sind zahlreiche Auszeichnungen für Forschungsarbeiten mit Synchrotronstrahlung verliehen worden:

Herr Prof. Kenneth Holmes vom Max-Planck-Institut für Medizinische Forschung Heidelberg hat den European Latsis Award für seine Pionierarbeiten auf dem Gebiet der Synchrotronstrahlung erhalten, sowie den Gregori-Aminoff-Award für seine bahnbrechenden Entwicklungen auf dem Gebiet der Strukturuntersuchungen von biologischen Makromolekülen wie Muskelproteinen.

Herrn Prof. Jochen R. Schneider, HASYLAB, ist der Preis der European Crystallographic Association für seine Pionierarbeiten zur Anwendung von  $\gamma$ -Strahlungsspektroskopie und hochenergetischer Synchrotronstrahlung sowie für seine Beiträge für die Entwicklung eines Freie-Elektronen-Lasers verliehen worden.

Herr Dr. Helmut Ehrenberg vom Institut für Materialwissenschaften der TU Darmstadt hat den Max-von-

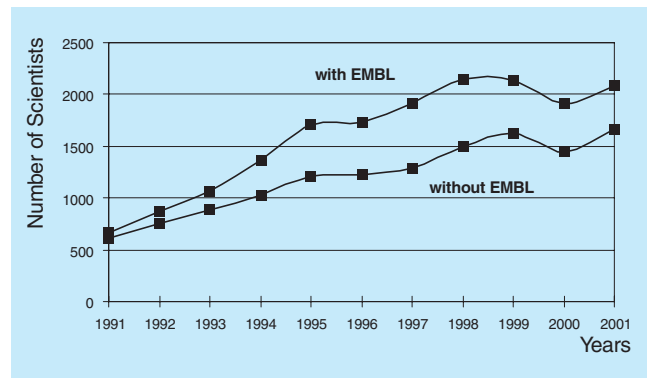


Abbildung 64: Anzahl der Nutzer, die in den letzten elf Jahren bei HASYLAB Experimente durchgeführt haben. (Nutzer, die mehr als einmal zur Messzeit kamen, wurden nur einmal pro Jahr gezählt.)

Laue Preis der Deutschen Kristallographischen Gesellschaft und den Adolf-Messer Preis der TU Darmstadt für seine außergewöhnlichen Arbeiten zur Pulverdiffraktometrie erhalten.

Herrn Dr. Harald Reichert vom Max-Planck-Institut für Metallforschung in Stuttgart ist der Walter-Schottky-Preis der Deutschen Physikalischen Gesellschaft für seine innovativen Arbeiten, die zur Entdeckung von lokalen fünffachen Symmetrien in flüssigem Blei geführt haben, verliehen worden.

Herr Prof. Gerhard Materlik wurde zum Chief Executive Officer der neuen englischen Synchrotronstrahlungsquelle DIAMOND am Rutherford Appleton Laboratory berufen.

## Erste Experimente an Clustern mit Gigawatt-Pulsen aus dem VUV-FEL

Hochintensive Strahlung aus Lasern im sichtbaren und infraroten Spektralbereich hat in den letzten Jahren ganz neue Forschungsfelder in der Physik und Chemie erschlossen und wichtige Entwicklungen in der optischen Technologie vorangetrieben. Bisher waren diese leistungsstarken Laser auf den optischen und angrenzenden ultravioletten Spektralbereich begrenzt.

Der Freie-Elektronen Laser (FEL) für den Vakuum-Ultravioletten Spektralbereich (VUV), basierend auf dem SASE-Prinzip („self-amplification of spontaneous emission“), liefert erstmals hochintensive Pulse im VUV und ermöglicht damit die Untersuchung optisch nichtlinearer Prozesse wie beispielsweise die Multiphoton-Ionisation.

Nur wenige Tage nachdem der FEL im September 2001 die Sättigung erreicht hatte, konnte mit ersten Experimenten an Molekülen und Clustern mit FEL-Strahlung begonnen werden. Ziel dieser Untersuchungen war, die Wechselwirkung extrem intensiver VUV-Pulse mit Materie zu studieren. Die ersten Experimente wurden an Edelgasatomen und Clustern durchgeführt. Der Vergleich von kondensierter Materie in Form von Clustern und Atomen in der Gasphase erlaubt es, intra-atomare Effekte und kollektive Phänomene, die durch die Kondensation hervorgerufen werden, zu unterscheiden.

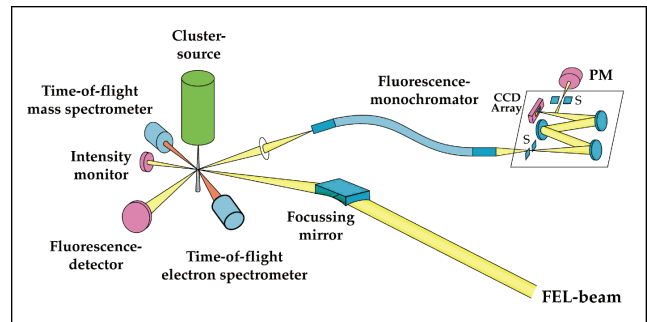


Abbildung 65: Schematische Darstellung des Clusterexperimentes im Tunnel des VUV-FELs.

Die Experimente wurden am HASYLAB mit einer Molekularstrahlapparatur durchgeführt, die am Tunnelende des TTF-Beschleunigers installiert war. Der schematische Aufbau ist in Abbildung 65 dargestellt.

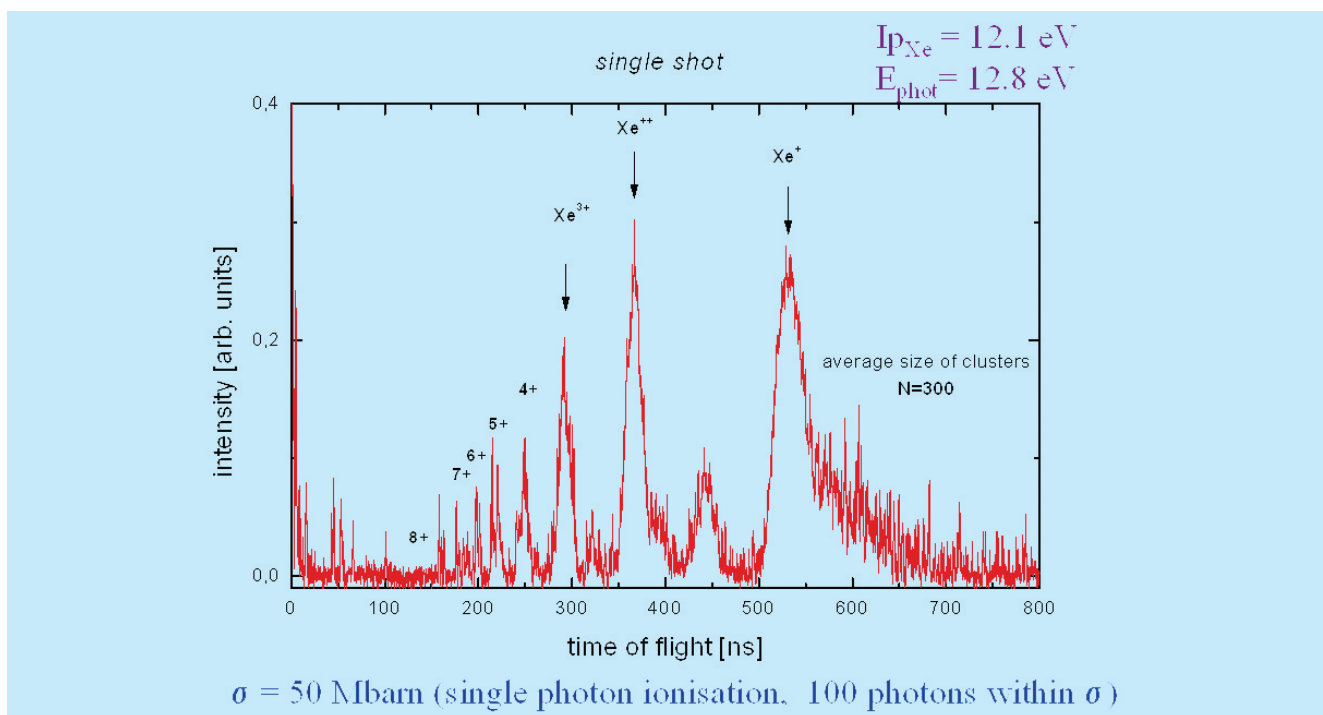


Abbildung 66: Flugzeitmassenspektrum, das nach der Ionisation von Xenon-Clustern aus im Mittel 300 Atomen mit einem Schuss des FELs aufgenommen wurde. Die einzelnen Linien können atomaren Xenon-Ionen mit einer kinetischen Energie von einigen hundert eV zugeordnet werden. Die Aufspaltung einiger Linien rührt von der geringen Transmission des Detektors für Ionen mit einer hohen Geschwindigkeit senkrecht zum Detektor her.

Ein gepulster Strahl von Edelgasclustern wird durch die Expansion eines Gases bei hohem Druck durch eine kleine Düse hergestellt. Die Größe der Cluster kann durch den Druck an der Düse kontrolliert werden. Der Clusterstrahl tritt durch einen Skimmer in die Hauptkammer des Experimentes ein. Die FEL-Strahlung mit einer Wellenlänge von 98 nm (Bandpass 0.5 nm) wird mit einem elliptischen Spiegel auf den Clusterstrahl fokussiert. Bei einem Fokusbereich von 20  $\mu\text{m}$  und einer Pulslänge von etwa 100 fs beträgt die Leistungsdichte im Fokus bis zu  $10^{14} \text{ W/cm}^2$ . Sie kann um zwei Größenordnungen reduziert werden, indem der Clusterstrahl aus dem Fokus bewegt wird. Die bei der Wechselwirkung mit dem FEL-Strahl erzeugten Ionen und Elektronen wurden mit Flugzeitspektrometern nachgewiesen und mit einem digitalen Oszilloskop mit einer Repetitionsrate von 1 Hz registriert. Die Intensität eines FEL-Pulses ist so hoch, dass ein komplettes Flugzeitmassenspektrum in einem einzigen Schuss aufgenommen werden kann.

Abbildung 66 zeigt ein Flugzeitmassenspektrum, das nach der Beleuchtung von Xenon-Clustern mit einer mittleren Clustergröße von 300 Atomen aufgenommen wurde. Überraschenderweise werden lediglich atomare Xenon-Ionen mit bis zu achtfachem Ladungszustand beobachtet. Dies steht in krassm Gegensatz zu Experimenten mit geringer Leistungsdichte, bei denen schwere Clusterionen nachgewiesen werden, deren Masse der neutralen Cluster entspricht. Die Linien im Massenspektrum sind stark verbreitert und zum Teil aufgespalten. Dies lässt sich mit der hohen kinetischen Energie der Ionen erklären. Aus der Verbreiterung der Linien und der Aufspaltung kann die Energie der Ionen bestimmt werden. Sie nimmt mit dem Ladungszustand zu und beträgt bis zu 2.5 keV bei  $\text{Xe}^{7+}$ . Molekulare Fragmente ( $\text{Xe}^{2+}$ ,  $\text{Xe}^{3+}$ ,  $\text{Xe}^{4+}$ ...) wurden bei der höchsten Leistungsdichte von  $10^{14} \text{ W/cm}^2$  nicht beobachtet. Dies deutet darauf hin, dass die Cluster mehrfach ionisiert werden und anschließend komplett zerfallen. Bei der Ionisation werden einzelne atomare Ionen erzeugt, die sich aufgrund der Coulomb-Wechselwirkung abstoßen. Diesen Prozess bezeichnet man als Coulomb-Explosion (Abb. 67).

Die Ionisationsprozesse hängen stark von der Leistungsdichte der Strahlung ab (Abb. 68). Bei reduzierter Leistungsdichte nimmt die Intensität von hochgeladenen Ionen ab. Dies zeigt, dass bei den hohen Leistungs-

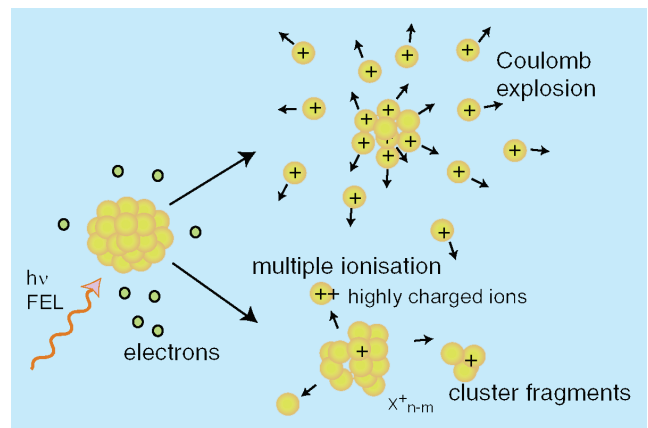


Abbildung 67: Schematische Illustration der Ionisationsdynamik von Edelgasclustern. Bei moderater Leistungsdichte (bis  $10^9 \text{ W/cm}^2$ ) dominiert die Fragmentation in einige wenige Bruchstücke. Bei sehr hoher Leistungsdichte ( $> 10^{12} \text{ W/cm}^2$ ) zerfällt der Cluster komplett durch Coulomb-Explosion.

dichten optisch nichtlineare Prozesse in den Clustern induziert werden. Bei großen Clustern werden mit dem FEL bis zu 250 eV pro Atom deponiert, dies entspricht der Absorption von etwa 20 Photonen pro Atom. Dieser Wert kann aus der kinetischen Energie der Xenon-Ionen bestimmt werden. Die Ionisationsdynamik hängt stark von der Größe der Cluster ab.

In Abbildung 69 sind Massenspektren von Clusterstrahlen und einem Atomstrahl verglichen. Während in großen Clustern aus bis zu 30000 Atomen die höher geladenen Ionen überwiegen, zeigt sich, dass Xenon-Atome unter den gleichen Bedingungen lediglich einfach ionisiert werden. Dies bedeutet, dass die Atome im Cluster die FEL-Strahlung wesentlich intensiver absorbieren als in isolierten Atomen. Neben Atomen und Clustern wurden auch Moleküle untersucht ( $\text{N}_2$ ,  $\text{H}_2\text{O}$ ). Ganz generell zeigen die Messungen, dass die Ionisation in Molekülen und Clustern viel effektiver als in isolierten Atomen abläuft. Vermutlich erfolgt die starke Absorption durch sequentiell ablaufende Multi-Photonprozesse. Mögliche Absorptionsprozesse in Clustern sind inverse Bremsstrahlung und Plasmonen-Absorption. Effektive Absorption und Dissoziation von Clustern, insbesondere Coulomb-Explosion, ist ein Phänomen, das auch bei der Bestrahlung von Clustern mit Hochleistungs-Infrarot-Lasern beobachtet wird. Die Ionisation erfolgt im Infraroten

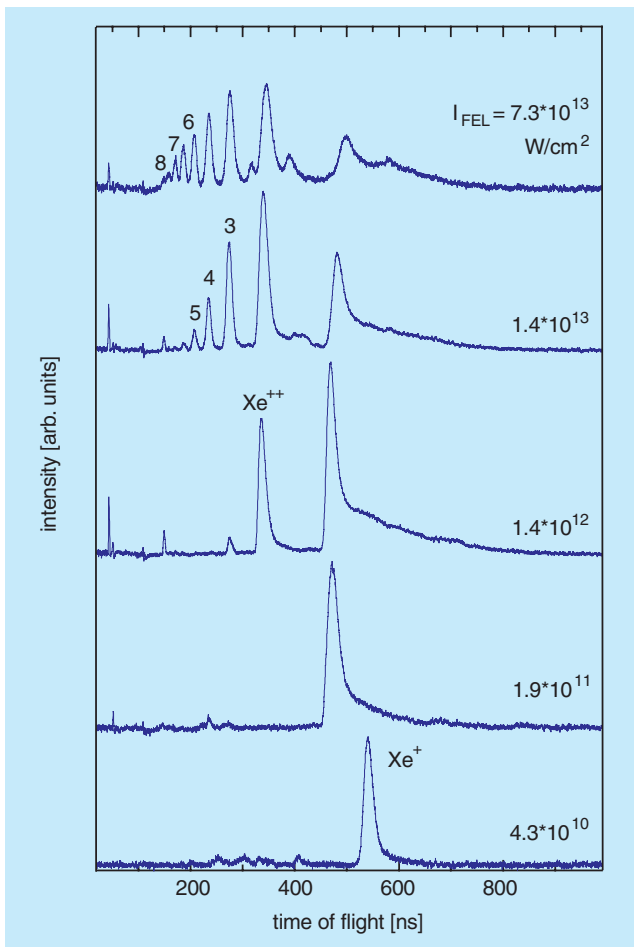


Abbildung 68: Flugzeitmassenspektren von Xenon-Clustern, aufgenommen bei verschiedenen Leistungsdichten.

vorzugsweise durch Feldionisation. Im VUV sind vermutlich andere Prozesse dominant, insbesondere die Multi-Photonabsorption, da die Feldionisation wegen der hohen Frequenz der Strahlung nicht so effektiv ist. Zur detaillierten Interpretation der Ergebnisse sind weitere Experimente und theoretische Arbeiten notwendig.

Die ersten Experimente belegen, dass auch bei kurzen Wellenlängen optisch nichtlineare Prozesse eine wichtige Rolle spielen. Sie zeigen darüber hinaus, dass der VUV-FEL völlig neue und aufregende Forschungsmöglichkeiten im Bereich der nichtlinearen Optik und der Multi-Photonprozesse eröffnet.

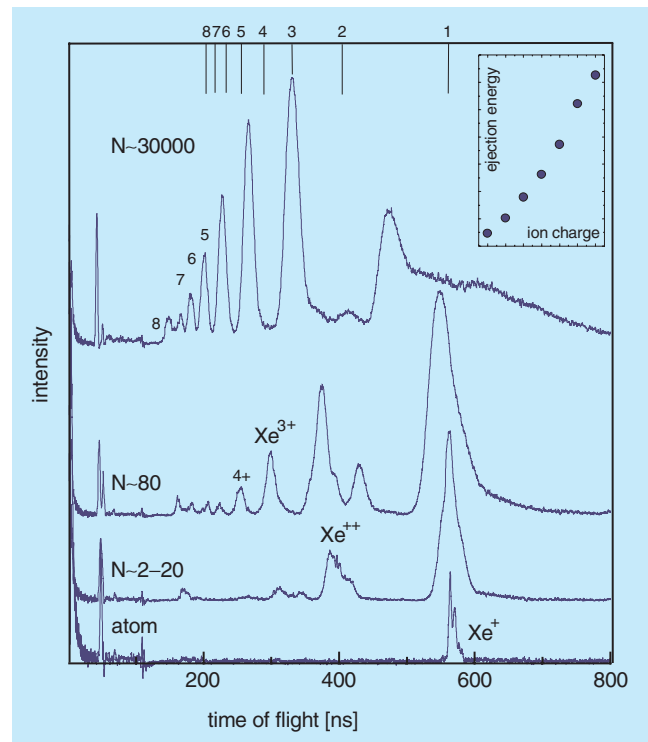


Abbildung 69: Flugzeitmassenspektren von Xenon-Clustern unterschiedlicher Größe im Vergleich mit einem am Atomstrahl aufgenommenen Spektrum. Die für ruhende Ionen berechneten Flugzeiten sind im oberen Teil der Abbildung markiert. Die Verschiebung der Linien ist ein Maß für die kinetische Energie der Ionen. Man erkennt deutlich, dass höhere Ladungszustände und die kinetische Energie der Ionen mit der Clustergröße zunehmen.

## Texturuntersuchungen mittels hochenergetischer Synchrotronstrahlung

Die meisten technisch genutzten Werkstoffe sind vielkristallin. Sie bestehen aus sehr vielen kleinen Kristalliten, die zusammen das polykristalline Gefüge bilden. Da die meisten Eigenschaften von Kristallen anisotrop sind, hängen die Eigenschaften des vielkristallinen Stoffes außer von denen der Kristallite auch von der räumlichen Anordnung und der Orientierung der Kristallachsen der Kristallite im

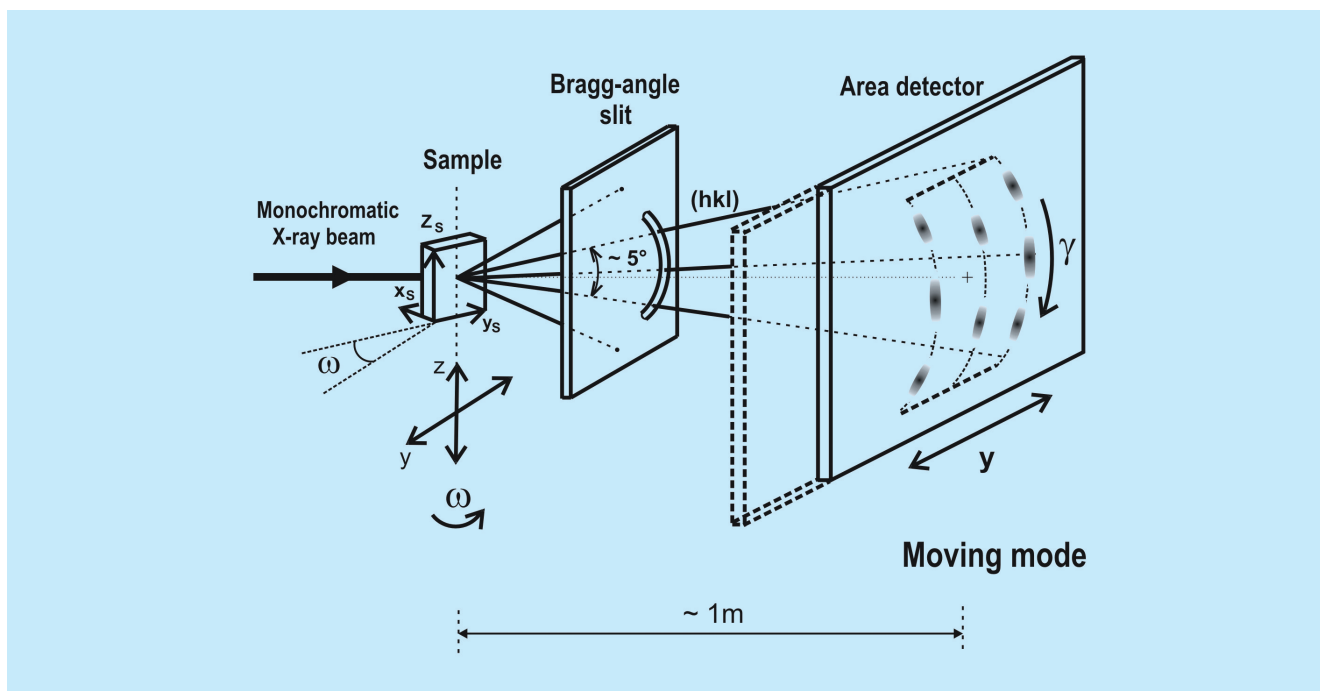


Abbildung 70: Schematischer Aufbau der Beugungsapparatur zur Gefügeabbildung. Sie enthält eine Bragg-Winkel Blende und einen kontinuierlich beweglichen Flächendetektor, dessen Bewegung mit Probentranslation oder -rotation gekoppelt werden kann. Auch zeitliche Veränderungen oder der Einfluss äußerer Parameter können abgebildet werden.

Gefüge ab. Die Eigenschaften der Kristallite können als bekannt vorausgesetzt werden, wenn man die chemische Zusammensetzung der Stoffe und damit die Kristallstrukturen kennt. Größe, Form, Anordnung und Orientierung der Kristallite, das heißt die Orientierungsstereologie, hängen aber entscheidend von der Vorgeschichte des Materials ab, zum Beispiel von dessen technologischen Herstellungsparametern.

Um die Eigenschaften eines vielkristallinen Stoffes verstehen zu können, muss man daher die Gefügeparameter kennen, das heißt drei Orts- und drei Orientierungskoordinaten jedes Kristalliten  $\{xyz, \omega\gamma\psi\}_i$ .

Die Ortskoordinaten allein kann man mit mikroskopischen Methoden bestimmen (quantitative Metallographie). Die Orientierungskoordinaten allein erhält man mit konventionellen Beugungsmethoden (Texturanalyse). Beide Parameter gleichzeitig liefert die Elektronenbeugungs-Raster-Mikroskopie. Wegen der

geringen Eindringtiefe der Elektronen ist diese Technik aber auf die Oberfläche des Materials beschränkt, die nicht immer repräsentativ für das gesamte Material ist.

Die Beschränkung auf die Oberfläche besteht bei der im Folgenden skizzierten Methode der Beugungsabbildung des Gefüges mittels hochenergetischer Synchrotronstrahlung nicht. Zur kontinuierlichen Abbildung verschieden orientierter Schnittflächen und Projektionen des sechsdimensionalen Orientierungs-Ortsraumes wird ein kontinuierlich bewegter Flächendetektor verwendet. Diese Technik wurde bereits früher mit photographischem Film als Flächendetektor und konventioneller Röntgenstrahlung angewendet. Die erforderliche Orts- und Winkelauflösung erreicht man aber nur aufgrund der hohen Brillanz von Synchrotronstrahlung und bei Eindringtiefen, die groß gegenüber der Korngröße sind. Dies ist nur mit kurzwelliger Strahlung möglich, wie sie zum Beispiel an der Beamline BW5 im HASYLAB zur Verfügung steht.



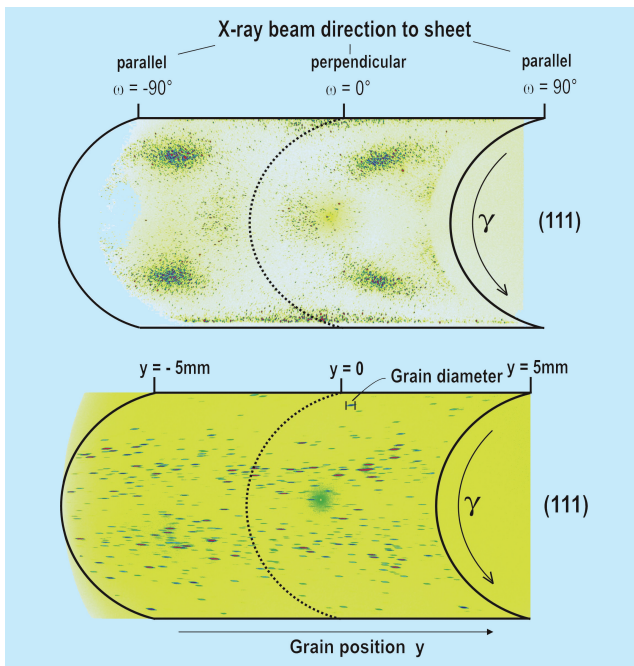


Abbildung 71: Orientierungs- und Ortsabbildung eines kornaufgelösten Gefüges. Die Probe ist ein rekristallisiertes Nickelblech.

Der schematische Aufbau des Instrumentes ist in Abbildung 70 skizziert. Ein fein ausgeblendeter, bereits monochromatisierter Röntgenstrahl fällt auf die polykristalline Probe und erzeugt dort ein System von Debye-Scherrer Kegeln. Mit Hilfe einer Bragg-Winkel Blende wird daraus nur ein Sektor eines Kegels ( $hkl$ ) ausgeblendet und fällt auf den Flächendetektor. Dieser wird während der Belichtung kontinuierlich in  $y$ -Richtung bewegt, während gleichzeitig die Probe in drei Richtungen  $\{xyz\}$  verschoben und um drei Winkel  $\{\omega\chi\varphi\}$  gedreht werden kann. Dadurch wird ein beliebiger „Pfad“ des Orientierungs-Ortsraumes auf die Detektorkoordinate  $y$  abgebildet. Die zweite Koordinate des Flächendetektors ist der Orientierungswinkel  $\gamma$  (speziell wurden solche Orientierungs-Orts Pfade benutzt, bei denen nur um  $\omega$  gedreht wird).

Abbildung 71 (oben) zeigt einen Orientierungsscan eines rekristallisierten Nickel-Blech. In ihm sind die Normalrichtungen der Netzebenen ( $hkl$ ) der Kristallite durch ihre Winkelkoordinaten  $\{\omega\gamma\}$  abgebildet. Die dritte Winkelkoordinate, die Drehung  $\psi$  um den Beugungsvektor, die zur eindeutigen Beschreibung der

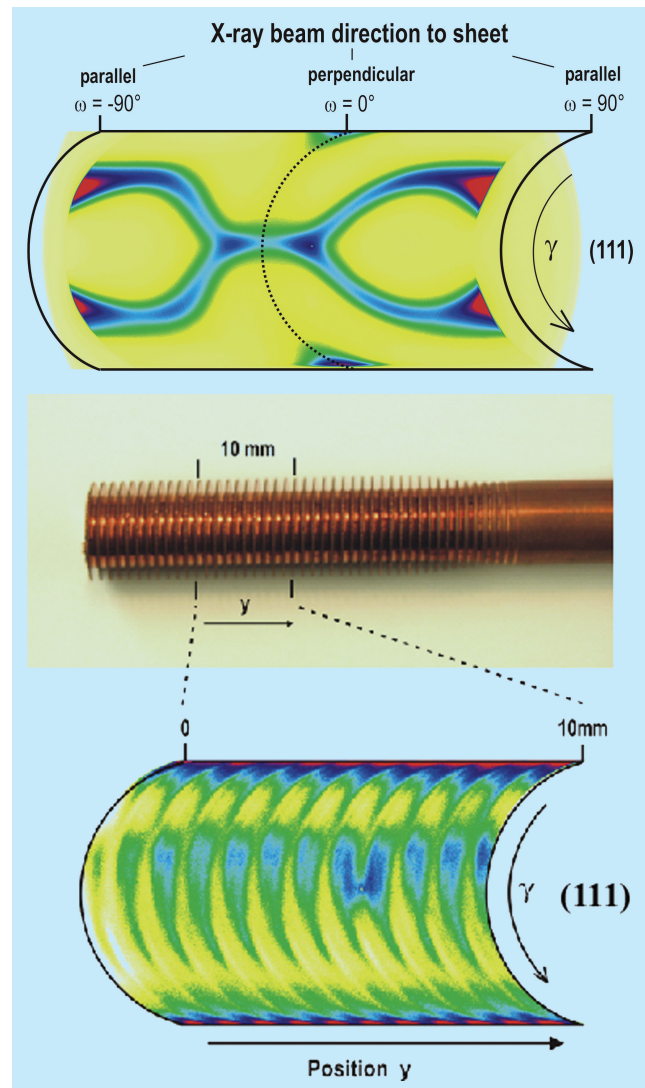


Abbildung 72: Orientierungs- und Ortsabbildung nicht-aufgelöster Gefüge: Orientierungsabbildung eines kaltgewalzten Nickelbleches (oben) und Ortsabbildung eines Rippenrohres aus Kupfer (unten).

Kristallorientierung erforderlich ist, bleibt dabei unerkannt. Außerdem muss man für diese Technik in  $y$ -Richtung eine breite Blende verwenden. Dann bleiben die Ortskoordinaten  $x$  und  $y$  unerkannt. Nur die  $z$ -Koordinate der Kristallite kann durch die Blende festgelegt werden.

Abbildung 71 (unten) zeigt einen Ortsscan desselben Nickel-Blech in  $y$ -Richtung. Hier sind ebenfalls die Normalrichtungen der Ebenen ( $hkl$ ) zu sehen, jedoch

nur von denjenigen Kristalliten mit  $\omega = 0^\circ$ . Jeder Kristallit reflektiert den Röntgenstrahl, während er durch den Strahlquerschnitt läuft. Neben dem Orientierungswinkel  $\gamma$  zeigt Abbildung 71 unten daher die Ortskoordinate  $y$  des Kristalliten und seinen Durchmesser in dieser Richtung. Auch hier bleibt der dritte Orientierungswinkel  $\psi$  unerkannt. Die  $z$ -Koordinate ist durch die Blendenöffnung in dieser Richtung festgelegt. Die  $x$ -Koordinate bleibt jedoch unerkannt.

Wegen der hohen Brillanz der Synchrotronstrahlung können Blendengrößen im Mikrometer-Bereich eingesetzt werden. Damit können Korngrößen dieser Größenordnung aufgelöst werden. Auch Materialien mit noch kleineren Korngrößen können mit dieser Methode untersucht werden. Dann überlappen sich die Reflexe der einzelnen Kristallite, und man sieht nur noch Dichteverteilungen von Kristalliten.

Abbildung 72 (oben) zeigt die Orientierungsdichte der Normalrichtungen der Ebenen ( $hkl$ ) eines kaltverformten Nickel-Blechtes. Das entspricht einer ( $hkl$ ) Polfigur der konventionellen Texturmesstechnik. Ein Beispiel mit starker Ortsabhängigkeit der Orientierungsdichte ist in dem Ortsscan in Abbildung 72 (unten) zu sehen. Es ist ein Rippenrohr aus Kupfer, das hier mit einer Ortsauflösung von 0.1 mm abgebildet wurde.

## Untersuchung zur Strukturbestimmung von einzelnen makromolekularen Partikeln mit XFEL-Strahlung

Ein Verständnis der Funktion von Biomolekülen auf molekularer oder atomarer Basis ist in den meisten Fällen ohne die Kenntnis der dreidimensionalen Molekülstruktur nicht möglich. Diese bildet die Grundlage für viele weitergehende Untersuchungen bezüglich möglicher Interaktionen mit anderen Molekülen.

In den meisten Fällen wird diese Information neben der NMR-Spektroskopie und der Elektronenmikroskopie durch die Proteinkristallographie zur Verfügung gestellt. Auf dem Weg von der Kenntnis eines Gens zum Verständnis der Funktion des darin kodierten Proteins ist neben der Expression in einem geeigneten Orga-

nismus die Kristallisation der Biomoleküle eines der am schwierigsten zu überwindenden Hindernisse und damit der geschwindigkeitsbestimmende Schritt. Jede Methode, die dieses Problem umgehen könnte, und die dennoch die dreidimensionale Struktur mit hinreichender Genauigkeit zu bestimmen in der Lage ist, wäre von sehr großem Nutzen.

In bestimmten Fällen sind dazu die bereits erwähnte NMR-Spektroskopie bzw. die Kryo-Elektronenmikroskopie in der Lage. Erstere ist sowohl in ihrer Genauigkeit als auch in der Größe des zu bestimmenden Moleküls beschränkt, letztere ist immer noch weit davon entfernt, in den Bereich der atomaren Auflösung vorzustoßen.

Eine völlig neue Möglichkeit wird sich durch die kurzen und sehr intensiven Röntgenstrahlungspulse des TESLA-XFELs ergeben. Molekulardynamische Rechnungen des Verhaltens eines einzelnen Proteinmoleküls unter Einwirkung eines sehr kurzen und intensiven Röntgenpulses und unter Berücksichtigung der inelastischen Wechselwirkung mit der Strahlung ergeben folgendes Bild:

- Die auf Grund der inelastischen Wechselwirkungen mit der Strahlung auftretenden Strukturänderungen während der Zeit des Pulses sind um so kleiner, je kürzer die Zeit ist, in der eine gegebene Anzahl von Photonen auf die Probe trifft. Da es sich bei der überwiegenden Anzahl der inelastischen Streuprozesse um Photoionisationen handelt, bedeutet dies, dass die das Molekül zerstörende Coulomb-Explosion durch die Trägheit der Atomkerne vergleichsweise „langsam“ in Gang kommt. Der quantitative Zusammenhang ist in Abbildung 73 wiedergegeben.
- Da im allgemeinen die inelastischen Wechselwirkungsquerschnitte mit zunehmender Photonen-Energie abnehmen, sind höhere Energien von Vorteil.
- Bei der für den XFEL zu erwartenden Pulslänge von 100 fs sind die zu erwartenden Strukturänderungen bei einer Photonen-Energie von 12 keV und einer Flußdichte von etwa  $5 \times 10^{10}$  Photonen auf einer Fläche von  $(100 \text{ nm})^2$  noch tolerabel.

Diese Berechnungen geben eine Abschätzung für die Stabilität biologischer Proben unter dem Einfluss kur-

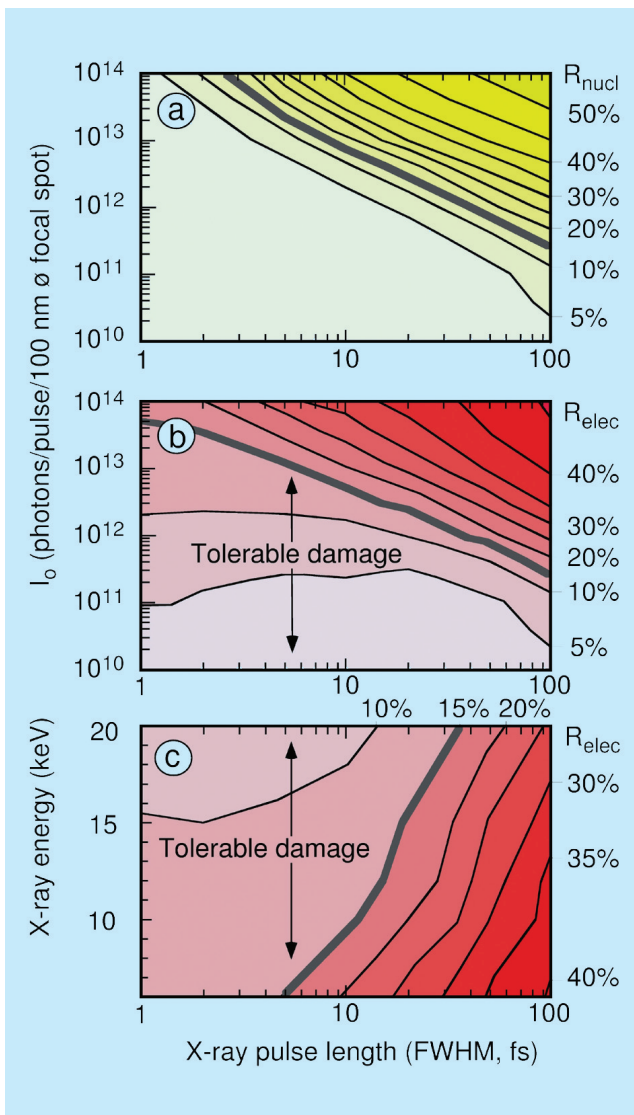


Abbildung 73: Probenschädigung als Funktion der Pulslänge für verschiedene Photonenzahlen pro Puls und als Funktion der Photonen-Energie. Als Bewertungskriterium  $R$  wurde der Unterschied zwischen den Beugungsbildern ungestörter und unter Strahlungseinwirkung modellierter Proben herangezogen. In a) wurde hierbei vernachlässigt, dass die Strahlenschädigung nicht nur die Atompositionen sondern auch die Elektronenhülle selbst ändert. Der Unterschied zwischen a) und b) macht deutlich, dass bei sehr kurzen Pulsen die Atomkerne „sehr lange“ auf ihren Positionen verharren, bevor die Coulomb-Explosion einsetzt. In c) wurde die Anzahl der elastisch gestreuten Photonen konstant gehalten und die Energieabhängigkeit der Schädigung untersucht.

zer, intensiver Röntgenpulse und dienen als Grundlage für weitere Betrachtungen. Berechnet man unter Berücksichtigung dieser Ergebnisse und unter idealisierten experimentellen Bedingungen die gestreute Intensität eines XFEL-Pulses an einem einzelnen Makromolekül, so ist diese sehr gering. Die Situation ändert sich bei der Beugung an großen makromolekularen Komplexen, wie zum Beispiel der Hülle eines Virus. Selbst in diesem Fall ist die gestreute Intensität klein, sie sollte jedoch ausreichen, um die Orientierung des Moleküls während der Belichtung aus den Streudaten mit hinreichender Genauigkeit zu rekonstruieren (Abb. 74). Die dazu notwendigen Verfahren wurden bereits für die Einzelpartikel-Rekonstruktion in der Tieftemperatur-Elektronenmikroskopie entwickelt. Dadurch sollte es möglich sein, die dreidimensionale Streudichteverteilung eines derartigen makromolekularen Komplexes aus einer großen Anzahl von Einzelaufnahmen zu rekonstruieren.

Das bei der Strukturlösung von Kristallen auftretende Phasenproblem, das heißt nur die Amplituden und nicht die Phasen der gebeugten Wellen sind experimentell zugänglich, wirkt sich bei den nicht translationsperiodischen Streudichteverteilungen nichtkristalliner Objekte weniger gravierend aus als bei Kristallen. Zur Illustration ist in Abbildung 61 der Unterschied der Intensitätsverteilung im reziproken Raum von einem einzelnen Makromolekül und einem Nanokristall des gleichen Moleküls gezeigt. Es wird deutlich, dass für einen Kristall Intensitäten nur an den reziproken Gitterpunkten gemessen werden können. Damit verringert sich der Informationsgehalt im Vergleich zu einem nicht translationsperiodischen Objekt dramatisch. Neuere Arbeiten haben gezeigt, dass es durch numerische Verfahren relativ einfach möglich ist, die Elektronendichte aus einer kontinuierlichen Streudichteverteilung zu bestimmen.

Die Beugung eines sehr intensiven Röntgenpulses an einem derart kleinen Objekt wie einem einzelnen Virus stellt besondere Anforderungen an die Reduzierung des experimentell bedingten Untergrunds der Messung. Hierbei kann man auf die bereits gut entwickelte Technik der Elektrospray-Massenspektrometrie zurückgreifen. Mit diesem Verfahren ist es möglich, einzelne Partikel mit einer Hydrathülle definierter Dicke in einen Vakuumrezipienten zu injizieren. Die technisch an-



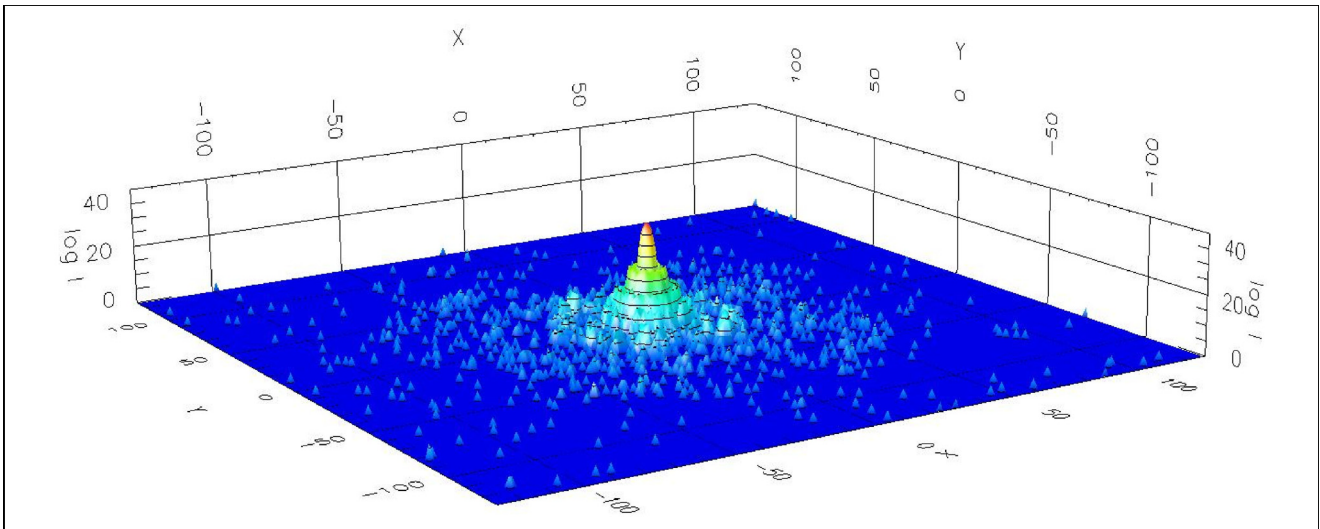


Abbildung 74: Streubild der Hülle eines BTV-Virus für einen Puls von  $5 \cdot 10^{10}$  Photonen fokussiert auf  $0.1 \mu\text{m}$ ; Photonen-Energie:  $12.4 \text{ keV}$ ; Detektorabstand  $1800 \text{ mm}$ , Pixelgröße:  $0.78 \text{ mm}$ ; die Intensität ist nach einer logarithmischen Farbskala aufgetragen. Die Intensitäten sind als Funktion der Pixelkoordinaten in X- und Y-Richtung aufgetragen. Nur durch das Mitteln einer sehr großen Anzahl derartiger Beugungsbilder kann die komplette 3D-Streudichte rekonstruiert werden.

spruchsvolle Aufgabe wird sein, den Partikelstrahl mit dem fokussierten XFEL-Strahl zur Deckung zu bringen. Das Clusterexperiment am TTF1 hat jedoch gezeigt, dass dies durchaus machbar ist. Da in einer derartigen Anordnung die Wechselwirkung zwischen Strahlung und Probe im Vakuum ohne Probenhalter stattfindet, sollte der zusätzliche Streuuntergrund minimal sein.

Die mit einem derartigen Verfahren erreichbare Auflösung, das heißt die Präzision der Atomanordnungen, hängt im Wesentlichen von zwei Faktoren ab: von der Streuung der Atomanordnungen der einzelnen Partikel untereinander und von der Genauigkeit, mit der im Nachhinein die Orientierung jedes einzelnen Partikels festgestellt werden kann. Vor allem der zweite Punkt ist derzeit Gegenstand theoretischer Untersuchungen.

# Europäisches Laboratorium für Molekularbiologie EMBL –Außenstation Hamburg–

**Leitung:** M. Wilmanns, V. Lamzin

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

Im Januar 2001 begann das neue 5-Jahresprogramm des Europäischen Molekularbiologielabors (EMBL). Mit zusätzlichen Mitteln aus diesem Programm ist es nun möglich, eine dringend notwendige Gebäudeerweiterung der EMBL-Hamburg Außenstation im Jahr 2002 durchzuführen, und die Ausrüstung der Mess-Stationen am Fächer K zu verbessern. Mit dem Umbau der Mess-Station X12 für MAD-Experimente im Bereich der Biokristallographie wurde begonnen.

Verbunden mit dem neuen Forschungsprogramm hat EMBL entschieden, sich zukünftig auf die neuartigen Möglichkeiten zu konzentrieren, die sich aufgrund der gewonnenen Genomikdaten und der dadurch entstandenen Technologien im Bereich der Genomik und Proteomik ergeben haben.

Mit zwei erfolgreichen institutionellen Drittmittelprojekten aus dem Jahr 2001 wird von EMBL Hamburg angestrebt, eine führende Rolle in Deutschland als Koordinator des Hamburger TB-Strukturgenomikprojektes und in Europa als Partner im EU-geförderten SPINE-Projekt einzunehmen. Als zentrales Element ist der Aufbau einer automatisierten Kristallisationseinheit im Hochdurchsatz geplant. Nachdem im Oktober 2001 von DESY entschieden wurde, den PETRA-Ring für zukünftige State-of-the-Art Synchrotron-Mess-Stationen zur Verfügung zu stellen, haben bei EMBL Planungen für eigene Mess-Stationen begonnen. Diese Planungen werden auch im kommenden Jahr im Mittelpunkt der Aktivitäten stehen.

**Wir danken DESY und HASYLAB für die Bereitstellung der Infrastruktur und Synchrotronstrahlung im Jahre 2001.**

Im weiteren Teil des Berichtes sind die wissenschaftlichen Aktivitäten der Forschungsgruppen aus den Bereichen Instrumentierung, Kleinwinkelstreuung, Rönt-

gensabsorptionsspektroskopie und Biokristallographie, zusammengefasst.

Weitere Projekte in Zusammenarbeit mit auswärtigen Gruppen und Einzelheiten sind im EMBL Jahresbericht dargestellt:

([www.embl-hamburg.de/annual\\_report\\_2001.html](http://www.embl-hamburg.de/annual_report_2001.html)).

## Instrumentierung der Synchrotron-Mess-Stationen

Wie im Bericht des Vorjahres erwähnt, sollten die drei Strahlführungen der Proteinkristallographie am Fächer K von DORIS komplett neu gestaltet werden. Im neuen Aufbau sind die Strahlführungen X11 und X13, die bei konstanter Wellenlänge von etwa 0.8 Å arbeiten, vollständig symmetrisch zur zentralen Strahlführung X12 angeordnet. Die Strahlführung X12 soll zur Durchführung von MAD-Experimenten komplett neu aufgebaut werden und Messungen in einem weiten Wellenlängenbereich ermöglichen. Der Umbau des Fächers wurde Ende 2000 begonnen und in mehreren Stufen im Jahr 2001 weitergeführt.

Die veränderte Geometrie der Strahlführungen erforderte weitreichende Umbaumaßnahmen von Optik- und Experimentierhütten, Strahlenschutzeinrichtungen sowie der gesamten Versorgungsinfrastruktur. Im Frühjahr 2001 konnte mit dem Wieder- bzw. Neuaufbau der Strahlführungen begonnen werden, nachdem vorher der gesamte Bereich des Fächers K geräumt, Komponenten abgebaut und zur Wiederverwendung eingelagert worden waren.

Wegen der veränderten Geometrie mussten die Vakuumgefäße der drei Strahlführungen modifiziert oder neu konstruiert und angefertigt werden, während die optischen Komponenten in diesen Behältern, wie Monochromatoren, Röntgenspiegel, Blendensysteme sowie



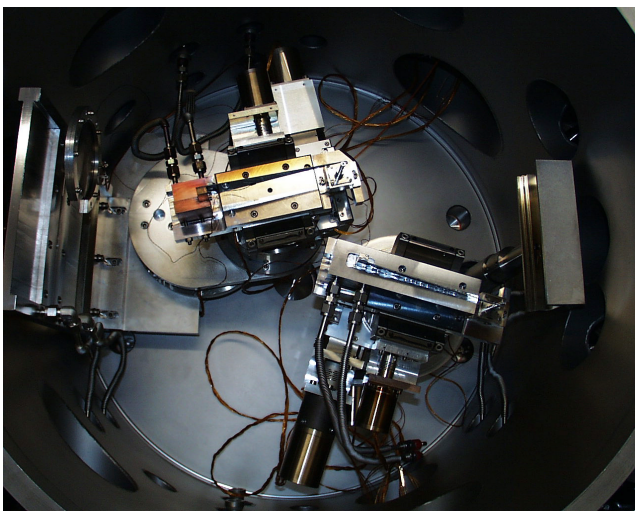


Abbildung 75: Blick von oben in das gemeinsame Vakuumgefäß der Monochromatoren von X13 (oben) und X11 (unten). Die von links kommende weiße Strahlung wird durch wassergekühlte Wolframblenden eingegrenzt, bevor sie auf die dreieckigen Si-Monochromatoren trifft. Der zentrale Teil des Strahlungsfächers für die zukünftige Strahlführung X12 wird zur Zeit durch einen beweglichen Wolframblock ausgeblendet.

deren gesamte Justiermechanik, vollständig neu entwickelt wurden. Dabei waren Vakuumkompatibilität, Strahlungsbeständigkeit sowie verbesserte Funktionalität und Zuverlässigkeit maßgebende Kriterien bei der Neukonstruktion. So konnte zum Beispiel durch eine weitaus effizientere Kühlung der fokussierenden Si-Monochromatoren sowohl die zeitliche Stabilität der Strahlung als auch deren Intensität an der Probe gesteigert werden. Mitentscheidend für diesen signifikanten Intensitätsgewinn um einen Faktor drei gegenüber der alten Anordnung war außerdem der Einsatz von kontinuierlichen, Rh-beschichteten Röntgenspiegeln, die eine verbesserte Fokussierung der Strahlung ermöglichen, anstelle der bisher verwendeten segmentierten Quarzspiegel. Abbildung 75 zeigt die Anordnung der Monochromator-Kristalle in ihrem gemeinsamen Vakuumgefäß, während Abbildung 76 das Kühlschema des X11 Monochromators verdeutlicht.

Mitte des Jahres 2001 standen die entscheidend verbesserten Messplätze X11 und X13 wieder für regulären Messbetrieb zur Verfügung. Die Konstruktion der

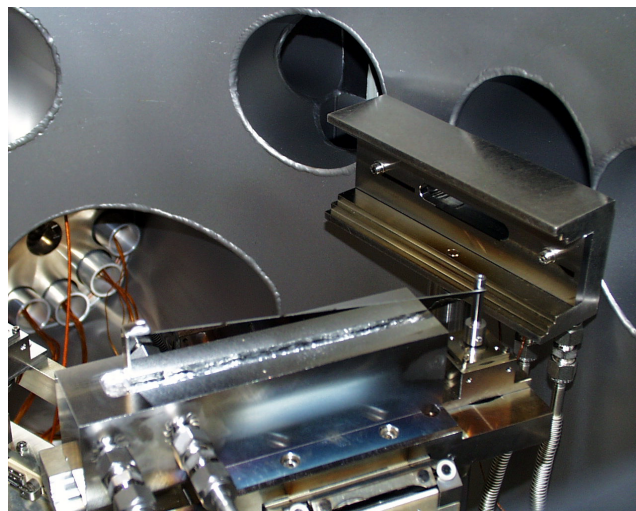


Abbildung 76: Der X11 Monochromator: Der dreieckige Si-Kristall taucht in die flüssige Metall-Legierung (Galinstan) in einem wassergekühlten Edelstahlgefäß. Der vertikale Stift an der Spitze des Dreiecks dient zur Fokussierung. Ganz rechts ist der bewegliche Strahlfänger sichtbar.

zukünftigen MAD Strahlführung X12 ist abgeschlossen und wesentliche Komponenten liegen zum Einbau bereit. Erste Tests des fokussierenden Doppelmonochromatorsystems sind für die zweite Hälfte 2002 geplant.

## Nichtkristalline Systeme

Im Laufe des Jahres wurden etwa 25 Projekte, die Synchrotronstrahlung anwenden, in Zusammenarbeit mit auswärtigen Gruppen durchgeführt. Hierbei wurden verschiedene Aspekte der Struktur oder Strukturänderungen von biologischen Makromolekülen, Lipiden, synthetischen Polymeren oder kolloidalen Systemen, die zum Beispiel als Arzneimittelträger entwickelt werden, studiert.

Die Ergebnisse dieser Projekte sind im HASYLAB Jahresbericht, im EMBL Forschungsbericht und in den 23 Publikationen der Gruppe, die im Jahre 2001 in internationalen Fachzeitschriften erschienen sind, beschrieben.

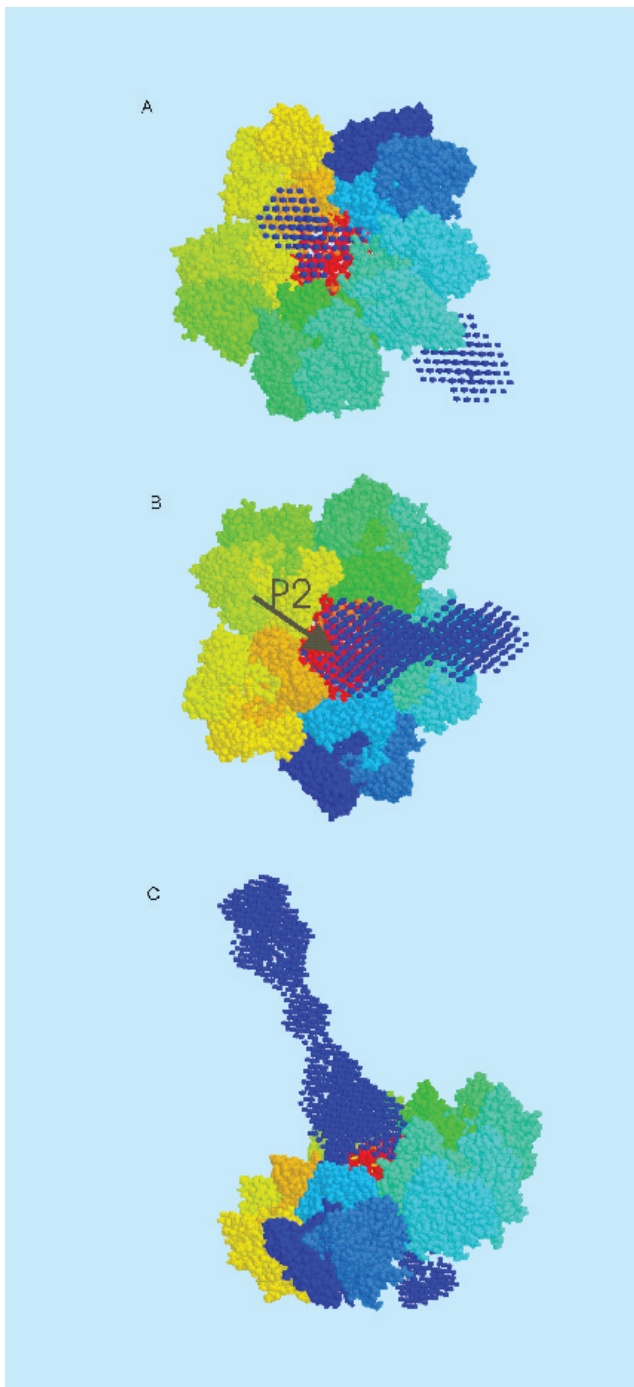


Abbildung 77: Struktur der Spitzen an der Oberfläche des PRD1 Bacteriophags: (A) Sicht aus dem Inneren des Virions, (B) Obenansicht: der Pfeil zeigt die mögliche Bindungsstelle des Proteins P2. In der Seitenansicht (C) sind die individuellen Untereinheiten einer Schicht P3-trimere in unmittelbarer Nähe der Spitze in verschiedenen Farben dargestellt.

In diesem Rahmen fanden Entwicklungen eines Datenerfassungssystems auf der Grundlage der Zeit-Raum-Zeit Umwandlung statt, das 2001 für eine Reihe von Projekten eingesetzt wurde. Der Erfolg eines solchen Instrumentierungsprojekts kann am besten daran gemessen werden, dass es von seinen Nutzern weitgehend unbemerkt bleibt.

Ein Schwerpunkt der Forschung war auch in diesem Jahr die Entwicklung von Daten-Interpretationsmethoden für Lösungsstreuung von biologischen Makromolekülen in Zusammenarbeit mit dem Institut für Kristallographie in Moskau.

Das Modell der Spitzen an der Oberfläche des Bacteriophags PRD1 in Abbildung 77 zeigt, wie durch Anwendung dieser Methoden die Röntgenkleinwinkelstreuung an Lösungen für Biochemiker nützliche Information über die Wechselwirkung von Proteinen geben kann.

In verschiedenen Projekten wurden Strukturänderungen oder Phasenübergänge, die zum Beispiel bei thermischen Behandlungen stattfinden, als Gleichgewichtsstrukturen studiert. Hierbei wurde meistens versucht, diese Änderungen in zeitaufgelösten Messungen zu verfolgen und die Ergebnisse mit denen von anderen Methoden, wie Infrarotspektroskopie, Kalorimetrie oder Kleinwinkellichtstreuung, zu korrelieren. Diese Methoden sind besonders bei der Entwicklung von Nahrungsmitteln wie Stärke, synthetischen Polymeren und ihren Legierungen oder Arzneimittelträgern wichtig.

Die Grundsätze des EMBL sehen neben der Forschung auch Ausbildung- und Lehrtätigkeiten auf höherer Ebene vor. In diesem Rahmen wurde im September zusammen mit der GKSS (Geesthacht) ein erfolgreiches EMBO Praktikum über Lösungsstreuung an biologischen Makromolekülen organisiert. Neben einführenden Vorlesungen über Röntgen- und Neutronenstreuung, mathematische Methoden, Instrumentierung, Datenerfassung und Modellierung hatten die 40 Teilnehmer auch die Möglichkeit, ihre eigenen Proben zu messen und die Daten auszuwerten.

## Röntgenabsorptionsspektroskopie

In vielen Biokatalysatoren (Enzymen) sind Metalle essentieller Bestandteil des aktiven Zentrums. Metalle wie

Zink, Eisen, Kupfer oder Mangan sind dort an der chemischen Umsetzung der jeweiligen Substrate beteiligt. Die Röntgenabsorptionsspektroskopie erlaubt es, diese Metallatome als Sonden zu nutzen. Einzelne Zustände können dabei strukturell charakterisiert werden. Aus dem Wissen über diese Einzelaufnahmen kann dann ein Modell für den Reaktionsmechanismus entwickelt werden.

Des Weiteren kann auch die Bindung von reaktionshemmenden Molekülen (Inhibitoren) analysiert werden. Die Methode erlaubt die strukturelle Analyse dieser Zentren unabhängig vom Probenzustand, das heißt im Gegensatz zur Proteinkristallographie können diese Messungen auch an Lösungen erfolgen.

Die EMBL Außenstation Hamburg betreibt einen Messplatz für Röntgenabsorptionsspektroskopie an Biomolekülen und stellt ihn der internationalen Nutzergemeinde zur Verfügung. Im Jahre 2001 wurde eine Vielzahl von Projekten in Kooperation mit Labors aus Europa und den USA durchgeführt. Im Folgenden wird eines der internen Projekte kurz skizziert, um einen Einblick in die typischen Fragestellungen und Arbeitsweisen zu geben.

Beta-Laktamasen sind eine der Ursachen für bakterielle Resistenzen gegen Antibiotika. Bereits seit mehreren Jahren sind wir an der Entschlüsselung des Reaktionsmechanismus der Metallo-Beta-Laktamasen beteiligt. Zu dieser Proteinfamilie zählen noch weitere Enzyme die über ein ähnliches aktives Zentrum verfügen, zum Beispiel Glyoxalase II, welche auch im Menschen für die Zellentgiftung wichtig ist.

Neben diesen Enzymen wurde ein neues Enzym untersucht, welches im Zusammenhang zu einigen Krebsarten zu stehen scheint. Im EMBL Molekularbiologielabor konnte dieses Enzym weltweit zum ersten Mal isoliert und in den für weitere Untersuchungen notwendigen Mengen hergestellt werden. Hierbei konnte bestätigt werden, dass Zink essentiell für seine Funktion ist. Das Metallbindungsmotiv ähnelt den Beta-Laktamasen. Diese erste strukturelle Einordnung hilft bei der weiteren funktionellen Untersuchung. In Kombination von molekularbiologischer und spektroskopischer Arbeit wird beleuchtet werden, welche Voraussetzungen Inhibitoren erfüllen müssen, um die Reaktivität der bakteriellen Metallo-Beta-Laktamasen zu verringern, ohne die Reaktivität anderer essentieller Enzyme

zu beeinflussen. Auf diesem Weg soll ein Beitrag zum Verständnis dieser Enzymklasse geleistet werden, so dass spezifische Inhibitoren für die medizinische Anwendung entwickelt werden können.

## Biokristallographie

### Alternative Strategien zur Phasenbestimmung unter der Verwendung von Xenon

Die in der Proteinkristallographie üblichen Methoden zur experimentellen Phasenbestimmung beruhen auf Diffraktionsexperimenten bei einer (SAD) oder mehreren Wellenlängen (MAD) und nutzen das anomale Signal von Selenatomen, die als Selenomethionin mit Hilfe von heterologen Expressionssystemen in Proteine eingebaut wurden. Das Interesse gilt der Erweiterung dieser Möglichkeiten, die Phasen zu bestimmen. Wie bereits vorher gezeigt werden konnte, kann das Edelgas Xenon zur Derivatisierung und damit zur Phasierung herangezogen werden. Dazu wird es entweder als isomorphes Schweratomderivat betrachtet (SIR, MIR), oder man nutzt seine anomale Streuung als Quelle zur Phasenbestimmung aus (SIRAS, MIRAS). Eine ganze Reihe von Geräten wurde entwickelt, um einen Proteinkristall unter hohem Druck einer Xenon-Atmosphäre auszusetzen, danach den Druck wieder abzusenken und den Kristall schnell einzufrieren, um das gebundene Xenon nicht wieder entweichen zu lassen.

Einige dieser Geräte stehen den Nutzern der EMBL Hamburg Mess-Stationen zur Verfügung. Die Derivatisierung mit Xenon wurde bisher ausschließlich unter der Zuhilfenahme von hydrophilen Additiven (beispielsweise Glycerin, Sucrose, Ethylenglykol) durchgeführt, um die Keimbildung von hexagonalem oder kubischem Eis zu verhindern, wenn der Kristall schnell auf  $-180^{\circ}\text{C}$  abgekühlt wird. Allerdings werden die Schwierigkeiten, ein geeignetes Gefrierschutzmittel zu finden, in dem der Kristall über einige Minuten stabil bleibt, oftmals nicht publiziert.

Es ist daher wichtig, eine möglichst breite Palette an Möglichkeiten für die Xenon- (oder Krypton-) Derivatisierung zu haben. Zum einen ist Xenon in hydro-



phoben Lösungsmitteln besser löslich als in Wasser, und zum anderen kann die an dem Kristall haftende Mutterlauge auch durch ein Ziehen des Kristalls durch Paraffinöl entfernt werden (eine alte Technik, die in letzter Zeit für die Proteinkristallographie wiederentdeckt wurde). Kombiniert man diese beiden Befunde, so lässt sich die Xenon-Derivatisierung mit der gleichen, wenn nicht einer besseren Ausbeute durchführen. Dazu wurden Kristalle von Elastase aus dem Schweinepankreas (PPE, Molekulargewicht etwa 22 000 Da) mittels trockenem Paraffinöl bzw. Panjelly™ kryogeschützt, und dann vor dem schnellen Abkühlen einer Xenon-Atmosphäre ausgesetzt.

## Strukturelle Grundlagen in der Regulation von Transkriptionsfaktoren

Das menschliche Genom enthält hunderte von Transkriptionsfaktoren, die das Ausmaß der Bereitstellung praktisch aller Akteure von biologischen Prozessen, den so genannten Proteinen, regulieren. Sie üben diese Regulation aus, indem sie die Transkription der jeweiligen DNA-Gene in ihre Produkte, die Proteine, durch Bindung an spezifische Regionen der Targetgene steuern. Diese Transkriptionsfaktoren regulieren aber nicht nur diesen Übersetzungsprozess, sondern sind selbst auf mehrfachen Ebenen Steuerungen unterworfen, die zum Beispiel durch die Bindung von zusätzlichen Aktivator, Repressoren und anderen spezifischen Rezeptoren erfolgen. Damit wird deutlich, wie wichtig die exakt portionierte Bereitstellung von Proteinen zu bestimmten Zeiten und in bestimmten Zellen ist, um zum Beispiel Zellwachstum und -differenzierung zu steuern. Sobald, in vielen Fällen nur geringfügig, diese Steuerungsmechanismen nicht mehr exakt ausbalanciert sind, geraten diese biologischen Prozesse schnell außer Kontrolle und können dann zum Beispiel zu vielfältigen Tumoren führen.

Unsere Gruppe beschäftigt sich mit strukturbiologischen Fragestellungen von zwei prototypischen Mitgliedern, Oct-1 und Oct-2, einer dieser Transkriptionsfaktorfamilien, der so genannten POU-Familie. Diese Faktoren regulieren eine Vielzahl biologischer Prozesse, wie zum Beispiel im Bereich des so genannten House-Keeping (Oct-1), der Programmierung von em-

bryonalen Stammzellen (Oct-4) bis hin zur Entwicklung und Adaption von Immunantworten (Oct-1, Oct-2). Die geringe Zahl von Transkriptionsfaktoren aus dieser Familie (15 im menschlichen Genom) erfordert daher komplizierte und divergente Kontrollmechanismen wie zum Beispiel post-translationale Modifikationen, Interaktionen mit heterologen Transkriptionsfaktoren und flexible DNA-Bindung. Diese für die Mitglieder der POU-Transkriptionsfaktorfamilie einzigartige Flexibilität beruht auf einer flexiblen Verbindung der beiden kanonischen DNA-Bindungsdomänen, die als POU-Homeodomäne und POU-spezifische Domäne bezeichnet werden. Je nach Mitglied aus dieser Transkriptionsfaktorfamilie variiert die Sequenz und die Länge dieser Verbindungen zwischen 15 und mehr als 50 Aminosäureresten. Da beide DNA-Bindungsdomänen strukturell autonom sind, sind unterschiedliche Anordnungen dieser Domänen in Gegenwart von spezifischen DNA-Motiven möglich.

In B-Zellen, die in der Immunologie eine wichtige Rolle spielen, wird die Aktivität von Oct-1 durch einen Lymphenspezifischen Koaktivator OBF-1 reguliert, in dem er sich zwischen die beiden DNA-bindenden Domänen von Oct-1 einklammert. Auf molekularer Ebene wurde, in Zusammenarbeit mit der Universität Pennsylvania, gezeigt, dass dieser Koaktivator zum Beispiel die Expression des Osteopontin-Gens durch Oct-4 regelt, nicht aber die so genannten VH-Promoter. Diese Ergebnisse erlaubten die Etablierung des Paradigmas für differenzielle Transkriptionsregulation durch unterschiedliche POU-Dimerkonformationen.

Um die strukturelle Basis dieses Phänomens zu bestimmen, wurden zwei Kristallstrukturen der DNA-bindenden Bereiche des Transkriptionsfaktors Oct-1 gelöst, in Gegenwart von zwei unterschiedlichen DNA-Motiven, die PORE und MORE genannt wurden und die die Szenarien von Osteopontin-Expression und VH-Expression vertreten. Die kristallographischen Daten wurden an Mess-Stationen am DORIS-Speicherring aufgenommen. Der direkte Vergleich dieser beiden Strukturen zeigt, dass die gleiche Polypeptidkette von Oct-1 in der Lage ist, zwei völlig unterschiedliche Dimer-Arrangements zu bilden mit jeweils zwei austauschbaren Oberflächenbereichen, die Kontaktflächen im jeweiligen Dimer bilden können (Abb. 78).

Mit Hilfe dieser Daten wurde das Konzept der DNA-abhängigen Transkriptionsfaktor-Dimerisierung einge-

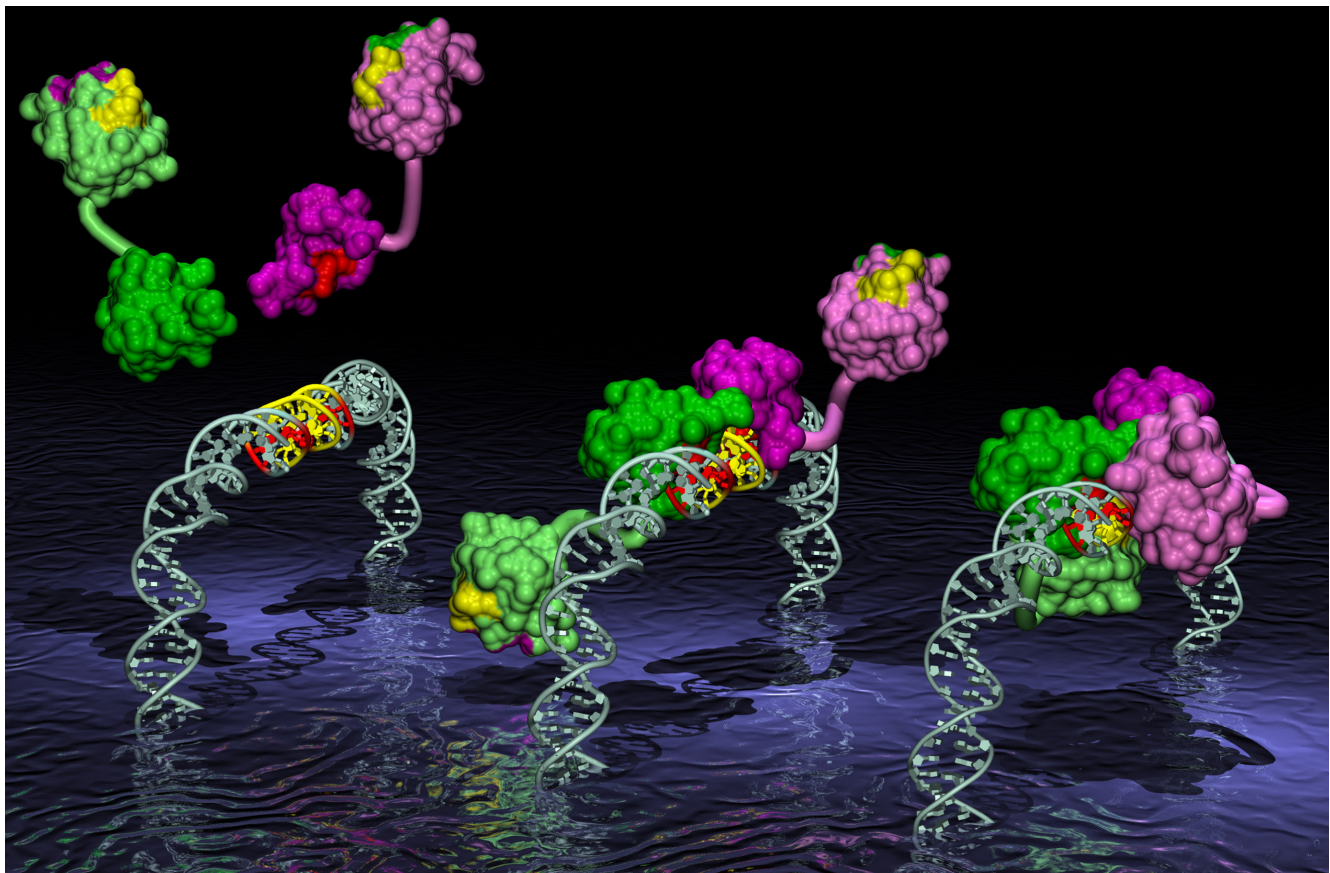


Abbildung 78: Dieses Bild zeigt, basierend auf den Kristallstrukturen von Oct-1/MORE und Oct-1/PORE, wie sich der gleiche Transkriptionsfaktor unterschiedlich mit spezifischen DNA-Motiven assoziieren kann. (Ansgar Phillipsen, Univ. Basel)

führt, die sowohl von der Sequenz der jeweiligen DNA als auch von den Abständen der beiden Bindungsmotive abhängt.

### Die ARP/wARP Software Suite zur Automatisierung der Kristallstrukturbestimmung

Seit Beginn der Proteinkristallographie war ein Schwerpunkt in diesem Forschungsgebiet die Verbesserung und Automatisierung der einzelnen Schritte der Strukturlösung. In den meisten Bereichen der modernen Molekularbiologie wächst das Wissen sprunghaft an. Wissenschaftler suchen Antworten auf eine immer größer werdende Anzahl von interessanten und komplexen

biologischen Fragen und bestimmen daher auch eine große Anzahl von Proteinstrukturen. Vor dem Hintergrund der Strukturgenomik-Ära wird es immer wichtiger, schnelle, sichere, objektive und automatische Methoden zur Lösung makromolekularer Strukturen zur Verfügung zu haben.

Wenn das Phasenproblem einmal gelöst ist, sieht sich die Kristallographie einem neuen Problem gegenüber: der Interpretation der Elektronendichte, die sich nicht von selbst erklärt. Die Reduktion einer in 3-D kontinuierlichen Elektronendichteverteilung zu Atomen mit verschiedenen Typen und Bindungen, aus denen das Modell besteht, ist eine sehr umfangreiche Aufgabe. Viel Zeit und großer Aufwand sind oft nötig, um ein erstes Modell aus einer interpretierbaren Elektronendichte zu erstellen und es dann zu verfeinern, bis es bestmög-



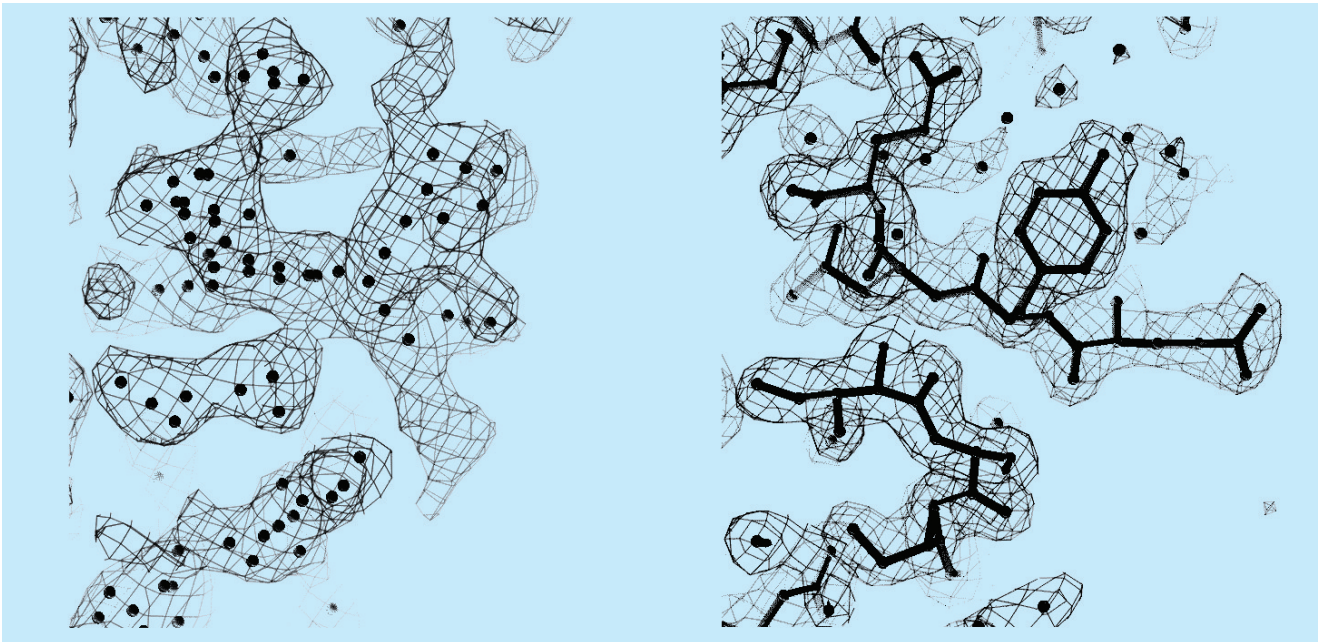


Abbildung 79: Automatische Verfeinerung und Bau der Struktur von Leishmanolysin bei 2.0 Å Auflösung, wobei während weniger CPU-Stunden ein praktisch vollständiges Modell entstand. Links: Region in der Start-Elektronendichte mit freien Atomen. Rechts: Dieselbe Region mit der Elektronendichte nach ARP/wARP und dem automatisch gebauten Modell.

liche Übereinstimmung mit den kristallographischen Daten erreicht.

Trotz jüngster Fortschritte in der Dichteinterpretation und Strukturerkennung in der Proteinkristallographie ist der momentane Stand der Automatisierung eher bescheiden, und es existiert große Abhängigkeit von einem Benutzer, um die wichtigen und relevanten Entscheidungen zu treffen. Die ARP/wARP Software, die beim EMBL Hamburg gemeinschaftlich mit dem NKI Amsterdam entwickelt wurde, bietet Möglichkeiten, die nahe an volle Automation herankommen und es erlauben, ein makromolekulares, atomares Modell praktisch vollständig zu bauen.

Die Methode setzt Daten mit einer Auflösung von 2.3 Å oder besser und geeignete Startphasen voraus. ARP/wARP revolutioniert konventionelle kristallogra-

phische Verfeinerung von Makromolekülen durch die Real-Space Manipulation des Modells, indem es die Eingriffe des Benutzers in silica nachspielt. Die erste Elektronendichte wird zunächst als freie, unverbundene Atome parametrisiert, die praktisch jedes Detail der Map beschreiben. Diese Atome werden dann durch Hinzunahme/Wegnahme einer wiederholten Neugruppierung unterworfen, einer Strukturerkennung von proteinähnlichen Fragmenten und komplettem Wiederaufbau der Proteinkette.

Zum Abschluss werden Seitenketten in optimaler Konformation eingebaut. Diese Prozedur ist an eine Optimierung der Modellparameter gegen die kristallographischen Daten gebunden und konvergiert schließlich zu einem Set von Polypeptidketten mit den übrigen freien Atomen als Lösungsmittelmoleküle. Ein Beispiel ist in Abbildung 79 gezeigt.

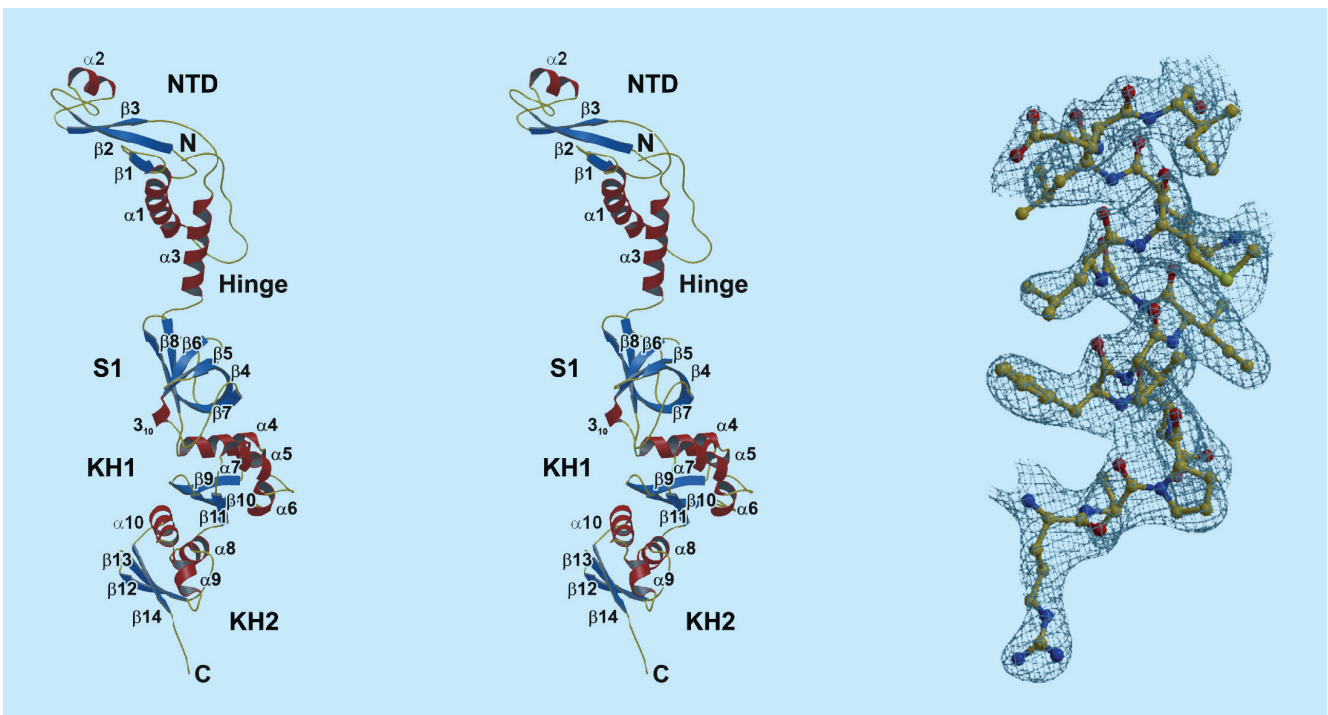


Abbildung 80: *Transkriptionsfaktor NusA von Thermotoga maritima.*  
(Quelle: M. Worbs et al.: *Mol. Cell* 7 (2001) 1177)

# Max-Planck-Gesellschaft

## Arbeitsgruppen für Strukturelle Molekularbiologie

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

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

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

**Die Proben werden mit biochemischen Methoden isoliert oder mit molekularbiologischen Methoden synthetisiert. Die wesentliche Methode der Strukturuntersuchung ist die Röntgenbeugung von Proteinkristallen, Fasern oder Lösungen; daneben werden weitere biophysikalische Analyseverfahren wie Spektroskopie, Elektronenmikroskopie, Bildverarbeitung und andere eingesetzt. Schwerpunkte methodischer und instrumenteller Entwicklungen sind neue Kristallisationsverfahren, Einsatz von elektronischen Detektoren, Laue-Methoden und eine Messstrecke für die Proteinkristallographie.**

### Forschungsschwerpunkte

#### Proteindynamik

Die MPG-Arbeitsgruppe für Proteindynamik untersucht Struktur-Funktionsbeziehungen von Proteinen. Sie setzt dabei Methoden der Proteinkristallographie bei ultra-hoher Auflösung, der Kryokristallographie sowie der Nanosekunden-zeitaufgelösten Röntgenbeugung ein. Ein weiterer Schwerpunkt ist die Entwicklung von Methoden anomaler Phasenlösung und ihre Anwendung auf de-novo-Bestimmungen von Proteinstrukturen. Die Gruppe betreibt eine Messstation an der Wiggler-Beamline BW6 an DORIS.

Ein Schwerpunkt der wissenschaftlichen Arbeiten lag bei der weiteren Entwicklung von Verfahren experimenteller Phasierung. Mit Hilfe anomaler Streuung bei einer Röntgenwellenlänge (SAD-Methode) bzw. bei mehreren Wellenlängen (MAD) wurde eine Reihe neuer Proteinstrukturen aufgeklärt. Ein wichtiges Beispiel stellt die Struktur des Transkriptionsfaktors NusA von *Thermotoga maritima* dar (Abb. 80), die auf der Grundlage anomaler Streuung an der Se-K-Kante gelöst wurde. Durch die Anordnung multipler Domänen (S1, KH) entsteht eine ausgedehnte Oberfläche für die Bindung von RNA. Durch kooperative Effekte können die Stärke und Spezifität der RNA-Bindung moduliert werden.

Ein weiterer Schwerpunkt lag bei der Entwicklung von Verfahren und Techniken zur Automatisierung der Beugungsmessungen und ihrer Auswertung. Damit wurden wesentliche Voraussetzungen für die Lösung von Proteinstrukturen in hohem Durchsatz und damit für Anwendungen in der Strukturgenomik an der Beamline BW6 geschaffen. In einem ersten Schritt sollen vorgefrorene Proteinkristalle automatisch auf ein Diffraktometer transferiert werden. Dazu wurde ein Robotersystem konzipiert, das in Kürze fertig gestellt und installiert werden soll. Ein zweiter Schritt, bei dem der montierte Kristall automatisch identifiziert und in den Röntgenstrahl positioniert wird, wurde bereits abgeschlossen; dieses System wurde schon in Routinemessungen eingesetzt. Ein dritter Schritt, der die Möglichkeit zu automatischer Beugungsdatensammlung sowie zur sofortigen Reduktion der Daten schafft, wurde ebenfalls bereits realisiert. Weitere Schritte, die sich in der Entwicklung befinden, zielen auf eine automatische Beurteilung der Kristallqualität, Wahl der Messstrategie sowie Lösung der Patterson als Basis für automatisierte SAD/MAD-Phasierung; diese Schritte bedürfen bisher der Expertise erfahrener Kristallographen. Es wird erwartet, dass sich die Auswahl geeigneter Kristalle (Screening) sowie die eigentliche Kristallstrukturan-

lyse für einen erheblichen Teil aller Proteine, die als Targets für Projekte der Strukturgenomik von Interesse sind, automatisieren lässt.

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

## Zytoskelett

Die MPG-Gruppe „Zytoskelett“ befasst sich mit der Strukturbestimmung von Proteinen des Zytoskeletts mit Hilfe der Synchrotronstrahlung, insbesondere mit der Untersuchung des Struktur-Funktions-Zusammenhangs von Mikrotubuli und Mikrotubuli-assoziierten Proteinen. Mikrotubuli sind hohlzylindrische Proteinfasern, die durch spontane Polymerisation von Tubulin entstehen. Sie spielen bei der Organisation zellulärer Strukturen eine wichtige Rolle und sind an vielen dynamischen Prozessen in der Zelle beteiligt.

Es gibt eine große Zahl von Proteinen und Protein-komplexen, die mit Mikrotubuli assoziiert sind. Von diesen stehen zwei Gruppen im Vordergrund des Interesses: Die erste ist die Gruppe der Motorproteine, die für den Transport zellulärer Bestandteile entlang der Mikrotubuli verantwortlich sind. Zu dieser Gruppe gehören Dynein und die Familie der Kinesine. Die zweite Gruppe sind die so genannten „MAPs“ (Mikrotubuli-assoziierte Proteine); sie haben hauptsächlich stabilisierende bzw. regulative Wirkung auf das Mikrotubuli-Gerüst der Zelle. Hierzu gehört das Tau-Protein, das eine besondere Rolle bei der Entstehung verschiedener Formen neuronaler Erkrankungen, wie FTDP-17 und Alzheimer-Krankheit, spielt. Neuere Untersuchungen belegen, dass es einen direkten, funktionellen Zusammenhang zwischen den beiden Gruppen, den Motorproteinen und den MAPs, gibt. Dies eröffnet neue Perspektiven für die Erforschung der molekularen Ursachen der genannten Krankheiten.

Konventionelles Kinesin, der Hauptvertreter der Kinesin-Familie, besteht in seiner nativen Form aus zwei schweren und zwei leichten Peptidketten. Jede der beiden schweren Ketten hat an ihrem N-Terminus eine etwa 350 Aminosäuren umfassende, globuläre „Motordomäne“. Diese Motordomänen sind für die Interaktion mit den Mikrotubuli und für die Umwandlung

chemischer Energie in gerichtete Bewegung (mechanische Arbeit) verantwortlich. Dabei wird die energiereiche Verbindung ATP (Adenosin-tri-phosphat) zu ADP (Adenosin-di-phosphat) und Phosphat hydrolysiert.

Mittlerweile sind Röntgenstrukturen von Motordomänen verschiedener Kinesine bekannt, unter anderem aus konventionellem Kinesin von Mensch und Ratte. Vor kurzem ist es gelungen, die Motordomäne des Pilzkinesins NcKin (*Neurospora crassa* Kinesin) zu kristallisieren und die Struktur mit Röntgendiffraktion zu bestimmen. NcKin weist gegenüber anderen Kinesinen einige Besonderheiten auf. NcKin hat keine leichten Ketten und bewegt sich drei- bis fünfmal schneller als das konventionelle Kinesin aus tierischen Zellen. Der Vergleich der Struktur des Pilzkinesins mit den bereits bekannten Kinesinstrukturen liefert Hinweise auf den Mechanismus der Motoraktivität von Kinesinen im allgemeinen und auf die Ursachen für die hohe Geschwindigkeit des Pilzkinesins im besonderen: Kleine strukturelle Änderungen in der ATP-Bindungstasche (hervorgerufen durch die Spaltung von ATP in ADP und Phosphat) werden durch ein dynamisches Netzwerk von Salzbrücken auf benachbarte Regionen in der Motordomäne übertragen und verstärkt. Diese Regionen sind einerseits für die Wechselwirkung mit Mikrotubuli und andererseits für die Kommunikation mit der zweiten Motordomäne verantwortlich. Der geschwindigkeitsbestimmende Schritt ist der Ersatz der Spaltprodukte ADP und Phosphat durch frisches ATP. Im Vergleich mit den anderen Kinesinen hat das schnelle Pilzkinesin eine viel weitere ATP-Bindungstasche. Dadurch kann der Austausch von ADP und ATP schneller erfolgen. Weiterhin trägt vermutlich auch die höhere Beweglichkeit der Region, über die die beiden Motordomänen miteinander kommunizieren, zur Geschwindigkeit des Pilzkinesins bei.

Das Mikrotubuli-assoziierte Protein Tau hat in Lösung keine bestimmte Struktur, die Tau-Moleküle nehmen vielmehr weitgehend zufällige Konformationen an. Das Fehlen einer definierten globulären Struktur führt bei Proteinen häufig zu unerwünschter Aggregation und zur Bildung großer Polymerkomplexe (Fasern), die die Zelle schädigen. Dieser Prozess ist die Grundlage verschiedener Demenzen des Menschen (Beispiel: Alzheimer-Krankheit, Parkinson-Krankheit, Creutzfeld-Jacob-Krankheit) und verwand-



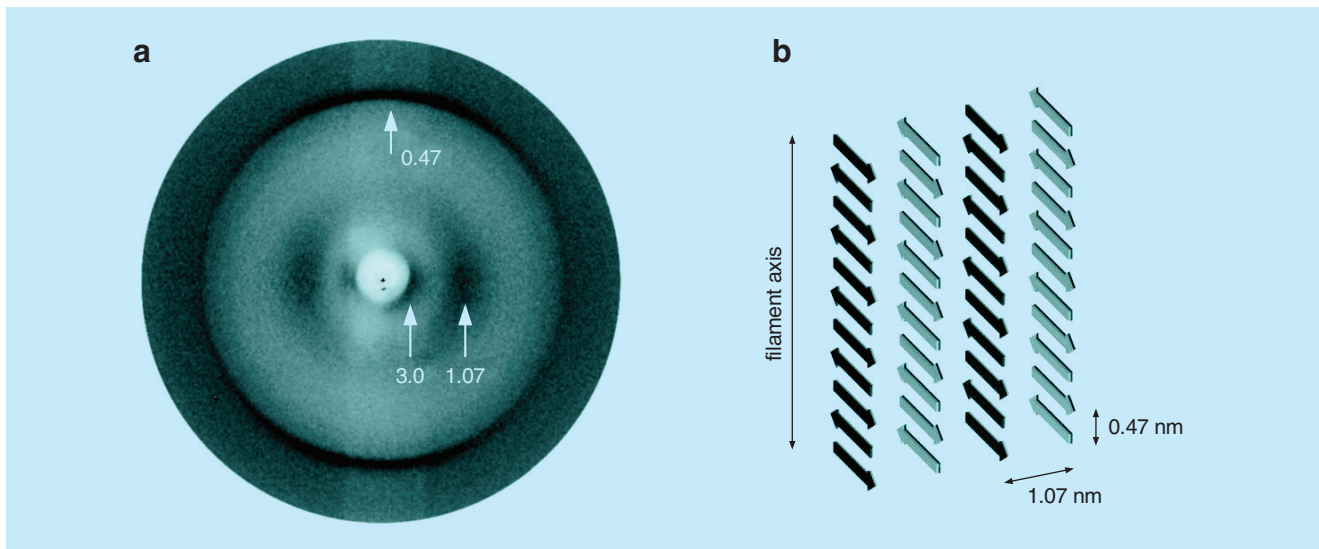


Abbildung 81: Röntgendiffraktion von teilweise orientierten Fasern der Mikrotubuli-Bindungsdomäne des Tau-Proteins (a) und daraus abgeleitete Organisation der für die Aggregation der Tau-Moleküle wesentlichen  $\beta$ -Stränge im Kernbereich der Filamente (b).

ter Erkrankungen bei Tieren (Beispiel: BSE = Rinderwahn). Das hier untersuchte Tau-Protein aggregiert zu paarigen helikalen Filamenten (PHFs) in der Alzheimer-Krankheit, und Mutationen des Tau-Proteins lösen so genannte „frontotemporale“ Demenzen aus (FTDP-17). Der Aggregationsprozess konnte *in vitro* nachvollzogen werden. Dadurch war es möglich, die Struktur der Filamente mit Hilfe der Röntgenfaserdiffraktion zu untersuchen (Abb. 81). Bestimmte Tau-Mutanten der frontotemporalen Demenz neigen besonders stark zur Fibrillenbildung, verglichen mit der langsameren Aggregation des Tau-Proteins bei der Alzheimer-Krankheit. In beiden Fällen liegt aber ein ähnliches Strukturprinzip zugrunde: Das Tau-Protein enthält ein Hexapeptid-Motiv, welches von einer ungeordneten Struktur in die Konformation eines  $\beta$ -Stranges übergehen kann. Die Umwandlung geschieht zunächst spontan in einem ersten, langsamen Prozess (Nukleation), später wird sie beschleunigt durch den Kontakt mit bereits umgewandelten Tau-Molekülen (Polymerisationsphase). Dabei kommt es zur Ausbildung einer  $\beta$ -Faltblatt-ähnlichen, filamentösen Struktur. Eine systematische Untersuchung der Faktoren, die die Aggregation zu Tau-Filamenten begünstigen, könnte dazu beitragen, die Entstehungsursachen der Alzheimer-Krankheit besser zu verstehen und neue Therapieansätze zu entwickeln.

## Struktur der Ribosomen

Der genetische Code ist eine Bibliothek von Bauplänen, die die Sequenz von Proteinen beschreibt. Die Übersetzung des genetischen Codes und die Produktion der Proteine wird durch ein universelles Zellorganell, das Ribosom, geleistet.

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

Im Jahr 2000 konnte die Struktur der 30S ribosomalen Untereinheit von *Thermus thermophilus* bei einer Auflösung von 3,3 Å röntgen-kristallographisch aufgeklärt werden und im Folgenden bis zu einer Auflösung von 3,1 Å verfeinert werden. Darauf basierend konnte



die Arbeitsgruppe Komplexe der 30S Untereinheit mit dem Initiationsfaktor IF3 sowie zwei Antibiotika, Tetracyclin und Edeine, aufklären.

Der Initiationsfaktor IF3 erfüllt wesentliche Funktionen in der Initiationsphase der Protein-Biosynthese. Zu diesem Zeitpunkt sind die 30S und 50S Untereinheiten getrennt, die mRNA wird in die 30S Untereinheit eingefädelt und die Initiationsfaktoren IF1-3 sowie die Initiator-tRNA werden angelagert. IF3 stellt sicher, dass keine vorzeitige Bindung der ribosomalen Untereinheiten stattfindet und die mRNA mit dem korrekten Start-Codon eingebaut wird. Die Kristallstruktur des Komplexes der 30S Untereinheit mit IF3 konnte einige der Funktionen von IF3 auf struktureller Ebene verständlich machen.

Tetracyclin war das erste Breitband-Antibiotikum, das entdeckt wurde, und ist noch immer eines der am weitesten verbreiteten Antibiotika, obwohl Resistenzen gegen Tetracyclin den Anwendungsbereich in den vergangenen Jahren dramatisch eingeschränkt haben. Tetracyclin war bekannt dafür, ein so genannter „A-site-inhibitor“ zu sein, also die Bindung von tRNA an der „A-site“ zu unterbinden und dadurch die Protein-Biosynthese zum Erliegen zu bringen. Die Struktur des 30S-Tetracyclin Komplexes zeigt, dass für die Wirkung von Tetracyclin eine Bindungsstelle verantwortlich ist, die mit der Bindungsstelle der tRNA übereinstimmt und so die Blockade des Ribosoms verursacht. Daneben wurden sechs weitere Bindungsstellen von Tetracyclin gefunden, die aber in erster Linie die Konstituierung des Ribosoms beeinflussen und keine direkte bakterizide Wirkung entfalten.

Edeine ist ein universelles Antibiotikum. Es unterbindet also im Gegensatz zu Tetracyclin, das nur an bakteriellen Ribosomen seine Wirkung entfaltet, die Protein-Biosynthese in jeder Zelle unabhängig von ihrem phylogenetischen Ursprung. Aus diesem Grunde ist Edeine kein Antibiotikum pharmazeutischer Relevanz, aber wegen seiner Universalität ein ausgezeichnetes Modell, um allgemeine Aspekte der Protein-Biosynthese zu untersuchen. Die Untersuchung des 30S-Edeine Komplexes hat gezeigt, dass Edeine – wenig überraschend – in einer universell konservierten Region des Ribosoms bindet, die durch dynamische Konformations-Änderungen direkt an der Initiation beteiligt ist. Edeine unterbindet diese Konformations-Änderungen und bewirkt damit einen Stillstand des Prozesses. Darüber

hinaus blockiert Edeine den Pfad der mRNA und verhindert die korrekte Positionierung der Initiator-tRNA auf der kleinen ribosomalen Untereinheit.

Ebenfalls im Jahr 2000 wurde die Struktur der 50S ribosomalen Untereinheit von *Haloarcula marismortui* publiziert. Dieser Organismus ist zum einen wenig geeignet, um die Wechselwirkung des Ribosoms mit Antibiotika zu untersuchen, zum anderen führen die Kristallisationsbedingungen zu einem inaktiven Ribosom. Das hat unter anderem zu einem inkorrekten Modell für die katalytische Aktivität der 50S Untereinheit geführt. In 2001 konnte die Arbeitsgruppe aber die Struktur der 50S ribosomalen Untereinheit von *Deinococcus radiodurans* (Abb. 82 links) aufklären. Dieses Bakterium, das seinen Namen einer extremen Stabilität gegenüber radioaktiver Strahlung verdankt, bietet ein nahezu perfektes Modell-System, um die Ribosomen-Antibiotika-Wechselwirkungen zu untersuchen. Als Folge konnten die Strukturen von therapeutisch wichtigen Antibiotika wie Clindamycin, Chloramphenicol und Erythromycin im Komplex mit der 50S ribosomalen Untereinheit ermittelt werden.

Chloramphenicol ist sehr wirkungsvoll in der Behandlung eines breiten Spektrums bakterieller Infektionen, einschließlich schwerer anaerober Infektionen. Clindamycin wird unter anderem zur Bekämpfung anaerober Infektionen und Cocci-Bakterien sowie zur Behandlung von *Pneumocystis* induzierter Lungenentzündung von AIDS-Patienten verwendet. Beide Antibiotika binden direkt im Peptidyltransferase-Zentrum des Ribosoms. Die Strukturen der ribosomalen Untereinheit mit Clindamycin und Chloramphenicol bestätigen die Vermutung, dass diese Antibiotika die Protein-Biosynthese durch „molekulare Mimikry“ unterbrechen: Sie besetzen nämlich Bereiche, die denen von zelleigenen Aminosäuren ähnlich sind, und werden deshalb durch das Ribosom gebunden. Da sie aber naturgemäß keine Peptidbindung eingehen können, bringen sie die Peptidyltransferase-Reaktion zum Stillstand.

Die so genannten Makrolide-Antibiotika, deren bekanntester Vertreter Erythromycin ist, werden zur Bekämpfung einer Vielzahl bakterieller Infektionen verwendet. Anhand biochemischer Daten war bereits bekannt, dass Erythromycin die Peptidyltransferase-Reaktion erst nach der Bildung einer kurzen Aminosäurekette unterbindet. Die Struktur der 50S Untereinheit im Komplex mit Erythromycin sowie mit den

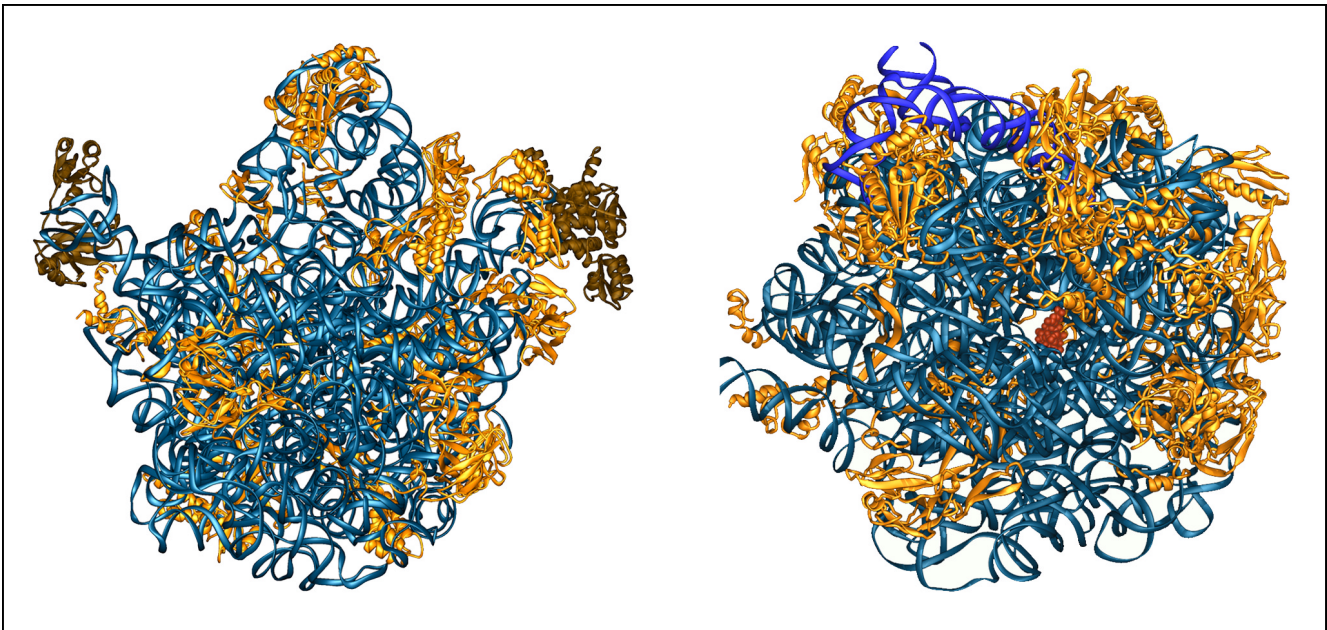


Abbildung 82: Links: Die 50S ribosomale Untereinheit von *Deinococcus radiodurans*. Rechts: Der Blick durch den Tunnel der 50S ribosomalen Untereinheit, blockiert durch Erythromycin (als oranges Kugelmodell). Die ribosomale RNA ist in blau dargestellt, die ribosomalen Proteine in gelb.

zwei anderen Makroliden (Roxithromycin und Clarithromycin) zeigt, dass diese Klasse der Antibiotika den Tunnel der 50S Untereinheit blockiert, durch den alle Proteine hindurchgefädelt werden (Abb. 82 rechts). Dies führt zu einem vorzeitigen Abbruch der Protein-Biosynthese.

Der größte Teil der Antibiotika wird heute nicht zur Behandlung bakterieller Infektionen eingesetzt, sondern in der Tiermast (bis zu 80% der weltweit produzierten Antibiotika), zur Produktion und Konservierung von Nahrungsmitteln und vielen anderen mehr oder minder sinnvollen Anwendungen.

Als unmittelbare Folge sind viele bakterielle Erreger in zunehmendem Maße multi-resistent gegen eine

große Zahl verschiedener Antibiotika. Üblicherweise vergehen nicht mehr als ein bis zwei Jahre nach der Einführung eines neuen Antibiotikums, bis die ersten resistenten Erreger auftreten. Die Entwicklung neuer Antibiotika kann daher mit der zunehmenden Verbreitung resistenter Bakterienstämme kaum Schritt halten: In den letzten 30 Jahren ist nur eine neue Wirkstoffklasse auf den Markt gekommen.

Die Aufklärung der Struktur der großen ribosomalen Untereinheit in Verbindung mit verschiedenen Antibiotika, und damit die Kenntnis der Wechselwirkung zwischen Antibiotika und Ribosomen, erlaubt es nunmehr, die langwierige und kostenintensive Entwicklung neuer Medikamente deutlich zu beschleunigen bzw. zu vereinfachen.

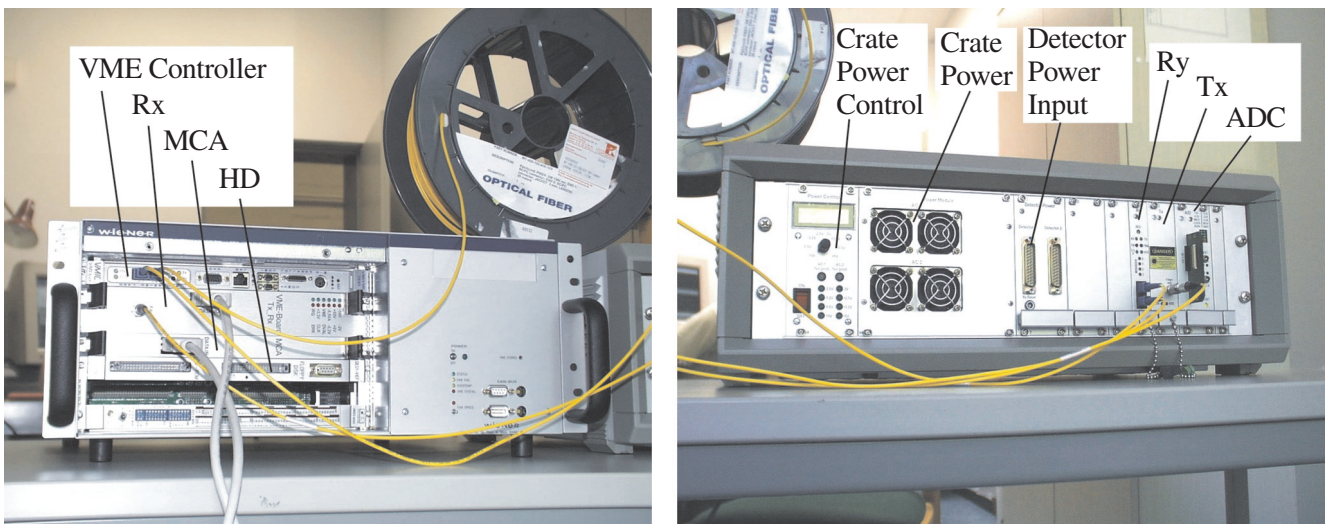


Abbildung 83: Datennahme- und Verarbeitungselektronik des Si-Driftdetektorsystems. (Links VME-Crate, rechts Front End Crate).

# Elektronik-Entwicklung

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

## Projekte

### ZEUS Luminositäts-Monitor

Das ZEUS-Experiment misst die Luminosität der e-p-Kollisionen mit der Abstrahlung eines Photons unter sehr kleinem Winkel. Dieses Photon wird mit einem Kalorimeter nachgewiesen, das mit Photovervielfachern ausgelesen wird. Das Integral des Pulses ist proportional zur Energie des Photons. Da sich alle 96 ns die Elektronen- und Protonenpakete kreuzen, muss innerhalb dieser Zeit ein möglichst langes Intervall integriert und mit 12 Bit Auflösung digitalisiert werden. Anschließend muss in möglichst kurzer Zeit wieder der Anfangszustand erreicht werden, da hiervon die Messgenauigkeit entscheidend bestimmt wird.

Abbildung 84 zeigt eine zugehörige Messung: Das Integral des 13 ns langen Eingangspulses, ein 60 ns Plateau über den Rest des 73 ns langen Integrationsintervalls und einen steilen Abfall ( $< 20$  ns) auf einen kleinen Restwert. Die durchlaufend flache Kurve wurde bei offenem Eingang gemessen, während auf dem unteren Kanal das digitale Steuersignal des Zeitfensters der Entladung dargestellt ist. Das Nullniveau (Pedestal) wird bei etwa 10% des vollen Bereichs eingestellt (innerhalb bauteilbedingter Streuungen). Die Linearität wurde zu besser als 1% gemessen, wobei dieser Wert durch die Ungenauigkeit des verwendeten Eingangssignals dominiert wird.

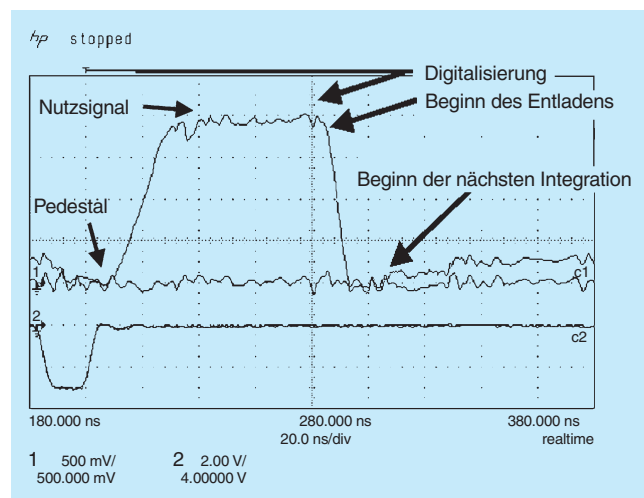


Abbildung 84: Oszillogramm des Integratorausgangs.

Die Entwicklung und Serienproduktion dieser Integrator-Module wurde von der Gruppe FEB abgeschlossen und 196 Platinen an das ZEUS-Experiment ausgeliefert. Der Serientest ergab, dass alle Module die Spezifikationen einhalten. Hierbei wurde als wichtiges Qualitätsmerkmal der Module die Rückkehrabweichung gemessen. Dazu wird das Verhältnis aus dem Restsignal zu Beginn der neuen Integration und dem Nutzsignal, jeweils abzüglich des Pedestals, bestimmt.

Abbildung 85 zeigt diese Häufigkeitsverteilung für alle 196 Module. Der gemessene Mittelwert von 1.2% ist wiederum durch das Eingangssignal dominiert.

Die Ausgangssignale dieser Integrator-Baugruppen werden von Modulen weiterverarbeitet, die von der Gruppe FEA entwickelt wurden. Es handelte sich hierbei um Memory-Module (VME-Karten), Pipelines und Speicher (Mezzanine-Module), Backplane (zwischen Memory- und Trigger-Boards) sowie Testadapter für die Mezzanine-Kommunikations-Module. Die Vorserienmodule wurden intensiven Systemtests unterzogen,



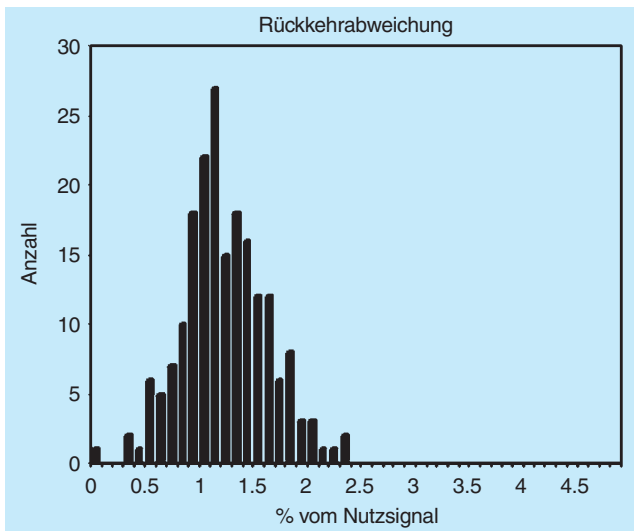


Abbildung 85: Häufigkeitsverteilung der Rückkehrabweichung der Integrator-Module.

um vor allem das Zusammenspiel mit der restlichen, von der ZEUS-Kollaboration entwickelten Elektronik zu optimieren. In die endgültige Serienproduktion floss noch eine Reihe von Weiterentwicklungen ein. Die Serientests an der verbesserten Version verliefen erfolgreich, so dass die gesamte Serie gegen Ende des Jahres bei ZEUS in Betrieb genommen werden konnte.

## H1 Timing Modul

Für das H1-Experiment entwickelte die Gruppe FEA ein universelles schnelles Timing-Modul, mit dem Ein- und Ausgangssignale auf unterschiedlichste Art verknüpft werden können. Im Wesentlichen besteht das Modul aus einem  $8 \times 8$  Kreuzschienenverteiler, auf dessen acht Ausgänge sich unter Programmkontrolle verschiedene Datenquellen schalten lassen, deren Pulse dann jeweils noch in Schritten von 0,5 ns bis zu etwa  $1 \mu\text{s}$  verzögert werden können. Bei den Datenquellen handelt es sich um

- einen von acht Frontplatteneingängen, der auch um eine programmierbare Anzahl von HERA-Pulsen verzögert werden kann,
- die Rückkopplung eines beliebigen Ausgangs,
- einen programmierbaren Puls (VME),

- einen programmierbaren Oszillator,
- den Ausgang eines programmierbaren Rauschgenerators.

Der Prototyp dieses Moduls wurde gefertigt und befindet sich zurzeit bei H1 im Test.

## Transientenrekorder

Um bei HERA oder TTF die Ursache für Fehlerzustände eindeutig erkennen zu können, wurde in den vergangenen Jahren von den Gruppen FEB und FEA ein Transientenrekorder-System zur Erfassung schneller analoger und digitaler Signale entwickelt. Das System erfasst Messwerte synchron an weit verstreuten Messorten im Bereich des gesamten Beschleunigers und legt die Messungen in einem Archiv ab.

Die Signale werden direkt vor Ort von Tastköpfen mit einer Auflösung von 12 Bit und einer einstellbaren Taktrate von maximal 100 kHz konvertiert. Die Datenerfassung und die Datenablage in einen 8 k tiefen Speicher sind in ihrem Potential entkoppelt. Die Daten werden während der Einlese auf Besonderheiten analysiert, und damit wird gegebenenfalls eine Übertragung aller Messungen in das Archiv ausgelöst. Die Analysemöglichkeiten wurden im letzten Jahr auf Anforderung der Gruppe MKK und im Hinblick auf zukünftige Erweiterungen für die Überwachung der Klystrons deutlich ausgeweitet und verbessert.

## E-Alarmsystem für HERA

Die Temperaturüberwachung für HERA-e wurde auf Wunsch der Gruppe MPY zu einem Alarmsystem für HERA-e ausgebaut. Nach der Luminositätserhöhung müssen nicht nur die Temperaturen einiger Teile des HERA-Beschleunigers ständig überwacht werden, um bei Übertemperatur den Elektronenstrahl abzuschalten und so die Experimentieranlagen zu schützen, sondern auch diverse Messsignale der Experimente.

Das für die Gruppe MPY entwickelte Elektroniksystem, bei dem die Strahlenresistenz, der Messbereich bis  $500^\circ\text{C}$ , die Wartbarkeit, die sichere Da-



tenübertragung über lange Strecken, die einfache Montage und die Ausfallsicherheit von großer Bedeutung sind, wurde zu einem Alarmsystem ausgebaut. Etwa 160 Temperaturen in der Nähe der Wechselwirkungspunkte und weitere 5 bis 9 Signale in den Hallenkontrollräumen werden dezentral von fünf Server-Rechnern erfasst. Überschreitet ein Signal die einstellbare Schwelle, so wird dieser Alarmzustand gespeichert, bis der Zustand vom Kontrollsystem zurückgesetzt wird. Tritt bei mehreren Kanälen der Alarmzustand auf, so wird die Reihenfolge der Alarme festgehalten.

Die Alarmweitschaltung erfolgt mit Relaisketten, unter Ausnutzung von vorher unbenutzten Kabeln von HERA-p. In der Halle West wird aus diesen Alarmen ein Sammelalarm gebildet. Dieser wird wiederum mit eventuellen schnelleren Alarmsignalen von den Experimenten und dem Kontrollraum zusammenschaltet und direkt zum Elektronenstrahl-Dump weitergeleitet.

Die Daten werden über die erwähnten Computer von einem Client-Rechner von der Gruppe MST ausgelesen. Dabei kann auf den aktuellen Alarmzustand, die aktuellen Temperaturen oder auf archivierte Daten zugegriffen werden.

Das System ist im Einsatz. Eventuell soll ein spezieller Kartentyp durch eine ausfallsicherere Variante ersetzt werden. Prototypen sind bereits getestet.

## Si-Driftdetektorsystem

Die Gruppe FEC hat im Berichtsjahr die Datennahme- und Datenverarbeitungselektronik für den Betrieb des Si-Driftdetektorsystems fertig gestellt. Detaillierte Beschreibungen zu den entwickelten System-Baugruppen lieferten die Berichte der vorangegangenen Jahre. Abbildung 83 zeigt die Anordnung des Steuerrechners (VME Controller), des Empfängers des optischen Links (Rx) und des Multikanalanalysators (MCA) innerhalb des VME-Überrahmens (VME Crate) sowie der A/D-Wandler-Baugruppe (ADC), des Senders des optischen Links (Tx) und eines Transceivers des optischen Steuersystems (Ry) innerhalb des detektornah platzierten Tischgerätes (Front-End Crate).

Der zweite Transceiver des optischen Steuersystems in Form einer PCI-Aufsteckkarte befindet sich auf dem VME Controller. Beide Rahmeneinheiten können über Monomodefasern einer Länge von bis zu 15 km miteinander kommunizieren. Das Tischgerät enthält unter anderem die Spannungs-Versorgungen für sämtliche Baugruppen (Crate Power und Crate Power Control) sowie die Eingänge für alle notwendigen Detektorspannungen (Detector Power Input). Die rechnergestützte Systemsteuerung, Messwertauslese-, -verarbeitung und -visualisierung erfolgt mit Hilfe eines WindowsNT-PC und der graphikorientierten Programmiersprache AgilentVee 5.0. Der VME Controller arbeitet unter dem Betriebssystem Linux. Alle nötigen Kommandos zum Betrieb des Systems werden von ANSI-C Programmen ausgeführt, die auf einer Festplatte im VME-Überrahmen gespeichert sind (HD).

Die für 2001 angekündigten Systemtests und Weiterentwicklungen der Software wurden abgeschlossen. Im Rahmen mehrerer ausgedehnter Systemtests (Messzyklen von mehr als 17 Stunden) wurde der Dynamikbereich der A/D-Wandler-Kanäle von  $\pm 1.5$  V in mV-Schritten durchfahren. Etwa 10 Millionen Abtastwerte pro Inkrement dienen der spektralen Auswertung mit dem Multikanalanalysator. Die Standardabweichung der gemessenen Linien übersteigt für keinen der Kanäle den Wert von 0.7 LSB (nominelle 12 Bit Auflösung). Die integrale Nichtlinearität bleibt unterhalb von  $\pm 0.4$  LSB.

Darüber hinaus wurde das Gesamtsystem zur Charakterisierung eines 6-kanaligen Prototyps der integrierten Ausleseelektronik eingesetzt. Der ASIC dient der Verstärkung und Filterung der analogen Detektorsignale sowie der Erzeugung eines seriellen Impulsstroms zur anschließenden A/D-Wandlung. Mit Hilfe einer  $^{55}\text{Fe}$ -Quelle und eines 7-zelligen Si-Driftdetektors wurden bei Raumtemperatur und 20 000 Einträgen pro Sekunde Linienbreiten von 260 eV (FWHM) erzielt. Messungen mit Hilfe eines Signalgenerators führten auf eine eingangsäquivalente Rauschladung von nur 19 Elektronen RMS bei einer Ereignisrate von etwa 7 kHz.

Eine weitergehende Charakterisierung hinsichtlich des Ablage-, Verstärkungs-, Linearitäts- und Übersprechverhaltens sowie die Fertigstellung 30-kanaliger Schaltkreise für die Detektormodul-Integration und erste Demonstrationen des 61-kanaligen Detektormoduls sind für das kommende Jahr geplant.

### Verschiedene Entwicklungen

Mit der Gruppe FDET wird an der Automatisierung der longitudinalen Emittanz-Messung bei TTF gearbeitet. Die Gruppe FEB war am Aufbau einer Regelung zur Synchronisation eines Laserpulses zu Diagnostikzwecken beteiligt. Ziel ist es, den Zeitpunkt des Laserpulses relativ zum 1.3 GHz Beschleunigungsfeld auf etwa 1 ps zu synchronisieren. In Zusammenarbeit mit FDET wurden Messungen zur Systemcharakterisierung durchgeführt und mehrere Vorschläge zur Realisierung erarbeitet, die sich zurzeit in der Prototypfertigung befinden.

Ein System zur Messung der Strahlverluste mit automatischer Schnellabschaltung des Strahls und integriertem „Post Mortem“ Speicher für TTF2 befindet sich zurzeit in der Definitionsphase. Hier arbeitet FEB mit der Gruppe MDI zusammen.

Die Gruppe FEA hat die Entwicklung eines Clock-Generators für die Messung von Multibunch-Schwingungen für die Gruppe MPY weitergeführt. Im Rahmen dieser Entwicklung wurden zusätzlich viele Untersuchungen zum Test der neu erworbenen Software-Pakete und zum Erstellen der benötigten Infrastruktur durchgeführt. Eine verbesserte Version des Moduls wird derzeit getestet.

Die Gruppe FEC hat die Entwicklung der Auslese-elektronik für die rückwärtige Proportionalkammer des H1-Experimentes abgeschlossen und die Komponenten ausgeliefert.

Die Software für die Strahlenschutzüberwachungsanlage am Photo-Injektor PITZ in Zeuthen wurde erweitert und ermöglicht nun mehreren Clients den gleichzeitigen Zugang zu den aktuellen Detektor-Daten.

### Service-Tätigkeiten

Die Service-Gruppe FEPOS hat im Jahr 2001 insgesamt 750 elektronische Geräte für verschiedene Gruppen bei DESY repariert. Davon sind etwa zwei Drittel

EDV-Komponenten und Peripheriegeräte. Weitere Aufgaben dieser Gruppe sind der Geräteverleih im Rahmen des Elektronik-Pools sowie die Verwaltung der Altgeräte und die damit verbundene Organisation einer sinnvollen Verwertung von alter Elektronik. Die technische Betreuung der Hörsäle und Seminarräume gehört ebenfalls zu den Tätigkeiten. In Zusammenarbeit mit der Gruppe FEA sind dort notwendige Erweiterungen und Modernisierungen in der Audio- und Videotechnik erfolgt. Zwei Mitarbeiter arbeiten eng mit der IT-Abteilung im Z-Bereich zusammen. Schwerpunkte hierbei sind die Unterstützung der Administratoren in der Verwaltung und umfangreiche Hardware-Tests im Auftrag des Komitees für Standardisierung der PC-Hardware und Peripherie sowie des Rechnerkomitees.

FEPOS betreut einen Auszubildenden und mehrere Praktikanten, FEA unterrichtet einen Umschüler in der Software-Entwicklung für Anwendungen.

Im Berichtsjahr wurden wiederum zwei Mitarbeiter von FEA abgestellt für Tätigkeiten bei H1. Ein anderer Mitarbeiter war wieder vollständig für ZEUS tätig. Er führte im Rahmen der Projekte Micro-Vertex-Detektor und Micro-Computer Executive (MCX) eine ganze Reihe von Hardware-Verbesserungen durch und übernahm die Betreuung der Komponenten.

Zusätzlich wurde noch ein Interface für die Datenübertragung im Rahmen einer Detektorentwicklung zur Messung hochenergetischer Neutronen entwickelt.

Die Gruppe FEA betreibt das Elektronik-Entwicklungssystem von der Firma Mentor Graphics und betreut die Anwender bei FE und auch bei anderen DESY-Gruppen. Im Berichtsjahr wurden außerdem umfangreiche Untersuchungen zum Test neu erworbener Software-Module und zur Einrichtung der benötigten Infrastruktur durchgeführt.

Neben der eigentlichen Entwicklungstätigkeit wurden von der Gruppe FEA umfangreiche Layoutarbeiten für verschiedene Gruppen (in erster Linie FEB) geleistet, unter anderem Clock-Generatoren, PC104 Carrier Adapter, Vorverstärker und Verstärker für Ionisationskammern, diverse Backplanes und weitere Baugruppen.

# Bibliothek und Dokumentation

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

Die gesamte Literatur zur Hochenergiephysik wird in enger Zusammenarbeit zwischen den Bibliotheken des Stanford Linear Accelerator Center SLAC und DESY dokumentarisch bearbeitet und in der Literaturdatenbank HEP (High Energy Physics), die Dokumente ab Anfang der siebziger Jahre enthält, bereitgestellt. Sie wird täglich aktualisiert und ist im World Wide Web (WWW) zugänglich.

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

Die Gruppe verwaltet auch das Berichts- und Veröffentlichungswesen von DESY und nimmt die Aufgaben des „Verlags Deutsches Elektronen-Synchrotron“ wahr.

Die DESY-Zentralbibliothek ist anerkannte Ausbildungsstelle für Fachangestellte für Medien- und Informationsdienste der Fachrichtung Bibliothek und stellt Praktikumsplätze 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“ machen Diplom-Physiker/innen seit 1992 den berufspraktischen Teil der zweijährigen Ausbildung zu Wissenschaftlichen Dokumentaren.

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

## Bibliotheken

DESY hat neben der Zentralbibliothek eine Institutsbibliothek bei DESY Zeuthen, eine Bibliothek im Hamburger Synchrotronstrahlungs-Labor HASYLAB und eine Abteilungsbibliothek der Arbeitsgruppe MKS. Ungefähr 27 150 Bücher wurden Ende 2001 über den gemeinsamen OPAC (Online Public Access Catalogue) nachgewiesen.

Die Institutsbibliothek im HASYLAB sammelt im Wesentlichen Literatur zur Festkörperphysik. Der Bestand umfasst etwa 1220 Bücher (ohne Zeitschriftenbände). Erwerbung und Katalogisierung werden von der Zentralbibliothek durchgeführt. Für die Benutzung gelten laborinterne Regelungen.

Die Bücherei der Abteilung MKS enthielt Ende 2001 etwa 190 Monographien und Lehrbücher zur Tieftemperatur-/Kältetechnik und zur Vakuumtechnik. Die Benutzung ist auch dort intern geregelt.

Alle Aufgaben der früheren Verwaltungsbücherei werden von der Zentralbibliothek wahrgenommen.

## Zentralbibliothek

Im Berichtsjahr benutzten etwa 1700 Leser regelmäßig die Zentralbibliothek. Sie entliehen durchschnittlich

	Zugang	Löschungen	Bestand (31.12.2001)
Monographien	1636	435	28 944
Gebundene Zeitschriftenbände	1504	1258	27 161
Laufend gehaltene Zeitschriften	14	8	407*
Zeitschriften (Verwaltung)	1	-	32**
elektronische Zeitschriften	407	-	1011

\* zzgl. 21 Abonnements von Tages-/Wochenzeitungen  
 \*\* davon 12 Abonnements von Zeitungen

Tabelle 1: *Entwicklung des Bibliotheksbestands in 2001.*

100 Medien (Bücher, Videos, CDs usw.) pro Woche. Im zunehmenden Leihverkehr wurden 466, im gebenden 165 Literaturbestellungen positiv bearbeitet. 542 Medien gingen ohne Inventarisierung als Verbrauchsmaterial direkt in die Abteilungen bzw. Gruppen.

Die Entwicklung des Bibliotheksbestands im Berichtszeitraum zeigt Tabelle 1.

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

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

Der HGF-Arbeitskreis Bibliotheks- und Informationswesen führte auch im Jahr 2001 für die HGF-Einrichtungen Verhandlungen mit Verlagen, Agenturen und Informationsdienstleistern über Konsortialverträge für den gemeinsamen Zugang zu den elektronischen Versionen der abonnierten Zeitschriften und zu Literatur- und Faktendatenbanken. Mit mehreren Verlagen und Informationsanbietern wurden im Berichtsjahr die Verhandlungen erfolgreich abgeschlossen. Insgesamt konnte zum Ende des Jahres auf die Inhaltsverzeichnisse, Kurzfassungen und Volltexte der Veröffentli-

chungen in 1011 elektronischen Zeitschriften zugegriffen werden.

Die Büchersammlung der Zentralbibliothek wird seit Anfang 2001 reorganisiert: Alle Wörterbücher sind nunmehr Präsenzbestand. Die Literatur zu Astronomie, Astrophysik und Kosmologie erhielt eine eigene Systematikstelle. Die populärwissenschaftlichen Bücher haben nunmehr einen separaten Standort; viele Bücher aus der Infothek der DESY-EXPO 2000 sind in dieser Sammlung zu finden.

Die Zentralbibliothek hat seit Gründung der Außenstation Hamburg des „Europäischen Molekularbiologischen Laboratoriums“ (EMBL) dessen Zeitschriften verwaltet. Da das EMBL seit kurzem eine eigene Bibliothek auf dem DESY-Gelände hat, wurden dessen Bestände im Berichtsjahr aus der Zentralbibliothek dorthin überführt.

Die Zentralbibliothek und die Bibliothek von DESY Zeuthen arbeiten mit der integrierten Bibliothekssoftware ALEPH-500. Im Berichtsjahr wurden die Module Erwerbung, Katalogisierung und Ausleihe eingesetzt.

## **Bibliothek von DESY Zeuthen**

Diese Bibliothek wird von 250 Lesern regelmäßig genutzt. Sie konnten sich Ende des Berichtsjahres aus 8768 Monographien und 8099 Zeitschriftenbänden informieren. 90 Zeitschriftentitel sind abonniert. Im Jahr



2001 wurden etwa 215 Literaturstellen im nehmenden Leihverkehr besorgt, 61 davon von der Zentralbibliothek in Hamburg.

In der Bibliothek des DESY Zeuthen wurden Altbestände zu Astronomie, Astrophysik und Kosmologie in den Sammelgebieten Physik und Naturwissenschaften bereits vollständig in die entsprechende neue Sammlung überführt.

## Berichts- und Veröffentlichungswesen

Im Jahr 2001 wurden 226 DESY-Berichte, 51 Dissertationen, 11 Diplomarbeiten und 12 Interne Berichte gedruckt und 169 Arbeiten in Fachzeitschriften unter Beachtung der DESY-Publikationsordnung veröffentlicht. Die Übertragung der elektronisch lesbaren Versionen der DESY-Berichte in die e-Print-Archive arXiv.org wurde überwacht.

Seit Februar 2001 gibt es den „Verlag Deutsches Elektronen-Synchrotron“. In ihm erschienen der „TESLA Technical Design Report“ und die Abhandlungen des DESY-Symposiums „Discovery of Quantum Mechanics“ in Verbindung mit dem Katalog der DESY-Ausstellung „100 Jahre Wirkungsquantum“.

Die Verlage der Forschungszentren Jülich und Karlsruhe und des DESY präsentierten ihre Verlagsprodukte auf einem gemeinsamen Stand der 53. Frankfurter Buchmesse.

## Dokumentation

Die Teilgruppe „Dokumentation“ stellt die von den DESY-Mitarbeitern und den bei DESY tätigen Gästen benötigte Literatur- und Fakteninformation in elektronischer Form zur Verfügung. Sie pflegt das integrierte Bibliothekssystem ALEPH und die Web-Seiten der Zentralbibliothek.

## Literaturdatenbank HEP

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

Im Jahr 2001 hat die Teilgruppe „Dokumentation“ für die Datenbank HEP 7030 Publikationen in Fachzeitschriften und Konferenzabhandlungen und 12 857 Forschungsberichte und Vorabdrucke klassifiziert und indiziert. Von weiteren 7842 Publikationen und 1154 Forschungsberichten wurden, um sie in der Datenbank schnell nachzuweisen, zunächst nur die bibliographischen Angaben erfasst. Für 8524 bereits dokumentierte Berichte wurden nach ihrer Veröffentlichung Publikationsvermerke hinzugefügt.

Im Berichtsjahr sind die Daten von etwa 10 000 Zeitschriftenartikeln der Jahre 1969-1973 aus DESY-Beständen in die Datenbank geladen worden.

Die Datenbank ist mit Installationen in den USA (SLAC), 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.

Bei der Katalogisierung von elektronisch verfügbaren Artikeln werden zunehmend die Daten der Verlage ausgewertet. Zur Zeit werden die Inhaltsverzeichnisse von 110 Zeitschriften und, soweit verfügbar, von Konferenz-Proceedings halbautomatisch recherchiert. Für bereits in der Datenbank vorhandene Artikel (zum Beispiel Preprints) werden Publikationsvermerke gemacht. Die bibliografischen Daten nicht vorhandener Artikel werden, so weit wie möglich automatisch, in die Datenbank übernommen, und es werden Links zu den Artikeln 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 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 2001 mit 617 000 Recherchen zugegriffen.

Die Volltexte von 92 000 Vorabdrucken, Doktor- und Diplomarbeiten und Konferenzbeiträgen, die auf dem Preprint-Archiv der Bibliothek gespeichert sind – etwa 10 GByte Daten – können von verschiedenen Stellen der Web-Seiten der Bibliothek eingesehen werden. Verweise auf die Volltext-Archive der Maschinengruppen und des Linear-Collider-Projektes werden angeboten.

Außerdem wurde eine einheitliche Zugriffsmöglichkeit über die Berichtsnummer erstellt. Für Anfragen von außerhalb DESY wurde eine Möglichkeit geschaffen, den DESY-Firewall zu umgehen.

Wesentliche Vorbereitungen für die Migration des Bibliotheks-Webservers und des Volltext-Archivs auf eine bibliothekseigene Maschine ohne Firewall wurden im Berichtsjahr geschaffen.

Über die Web-Seite der DESY-Bibliothek erhält man auch Zugang zum gemeinsamen Online-Katalog aller Bibliotheken am DESY (2001 mit 11 200 Katalogrecherchen genutzt), zu den Neuzugangslisten der Bücher und Berichte, zum Zeitschriftenverzeichnis der Zentralbibliothek, zu den Inhaltsverzeichnissen und Volltexten der abonnierten elektronischen Zeitschriften und zur Konferenzen-Datenbank.

Die Zentralbibliothek vermittelte weiterhin den Zugang zu den Datenbanken des Fachinformationszentrums Energie, Physik, Mathematik in Karlsruhe und zum Fachinformationszentrum Technik in Frankfurt. Hauptnutzer des FIZ Karlsruhe/STN waren Mitarbeiter am HASYLAB, des FIZ Frankfurt die Gruppe Konstruktion. Seit August 2001 kann von DESY aus in der Literaturdatenbank MathSciNet recherchiert werden. Sie enthält alle Publikationen zur Mathematik seit 1940.

### Ausbildung

Seit 1983 bildet die Zentralbibliothek zum Beruf „Fachangestellte/r für Medien- und Informationsdienste, Fachrichtung Bibliothek“ (bis 1998 Assistent/in an Bibliotheken) aus. Im Berichtsjahr waren zwei Auszubildende im dritten Lehrjahr, eine weitere beendete ihre Ausbildung Ende August.

Während der dreijährigen Ausbildung werden Praktika bei den Hamburger Öffentlichen Bücherhallen, einer Universitätsbibliothek, einem Archiv oder einer Bildagentur, einer anderen Dokumentationseinrichtung oder einem Verlag sowie bei einem Buchbinder absolviert.

Bereits seit über 30 Jahren bildet die Bibliothek künftige Diplom-Bibliothekare in den von ihren Hochschulen vorgeschriebenen Praktika aus. Eine Studentin des Fachbereichs Bibliothek und Information der Fachhochschule Hamburg verbrachte im Sommer 2001 drei Monate ihres Praxissemesters in der Zentralbibliothek. Im Berichtsjahr wurde eine schriftliche Facharbeit zur Diplomprüfung betreut.

Seit 1992 arbeiten Diplom-Physiker während ihrer berufsbegleitenden Ausbildung zu „Wissenschaftlichen Dokumentaren“ zwei Jahre lang als wissenschaftliche Mitarbeiter/innen in der DESY-Dokumentation. Im Berichtsjahr machte eine Physikerin diese Ausbildung, die sie Ende 2002 abschließen wird.

Ein Schüler absolvierte sein zweiwöchiges Betriebspraktikum in der DESY-Dokumentation.

Vier auszubildende Mitarbeiter/innen von Bibliothek und Dokumentation haben im Berichtsjahr die Ausbilder-Eignungsprüfung abgelegt.

Die Ausbildungsleiterin wurde im Berichtsjahr in den gemeinsamen Prüfungsausschuss des Personalamts der Freien und Hansestadt und der Handelskammer Hamburg berufen.

# Presse- und Öffentlichkeitsarbeit

**Der Dialog mit der Öffentlichkeit ist eine Herausforderung, die von DESY gern und mit großem Einsatz angenommen wird. Die Abteilung „Presse- und Öffentlichkeitsarbeit“ (PR) erfüllt hier die Funktion einer „Schnittstelle“ und sorgt für den erforderlichen Informationsfluss, wobei sie stets mit der vollen Unterstützung aller DESY-Bereiche und -Gruppen rechnen kann. In zunehmendem Maße gewinnt hierbei die Kommunikation des TESLA-Projekts an Bedeutung und fordert verstärkten Einsatz. Ein zentrales Ereignis zu TESLA im Berichtsjahr war die Veröffentlichung des „Technical Design Reports“ am 23. März im Rahmen eines zweitägigen Kolloquiums „Scientific Perspectives and Technical Realisation of TESLA“, für das ein aufwendiges Presse- und Informationsangebot erstellt wurde.**

**Neben solchen Schwerpunkt-Projekten, die den umfangreichen Einsatz aller PR-Ressourcen fordern, bedeutet PR-Arbeit, ständig ein aktuelles und vielfältiges Spektrum an Informationsangeboten und Kommunikationsmaßnahmen zu pflegen. Dazu gehören die Herausgabe von Informationsschriften für einen breiten Leser- und Interessentenkreis sowie der weit gefächerte Kontakt zu den Medien, der steigende Bedeutung im Tagesgeschäft erhält, weil zum einen das Medienangebot zunimmt (Print- und Online-Medien sowie Fernsehkanäle) und zum anderen der Anteil der Wissenschaftsberichterstattung in den Medien ebenfalls ansteigt. Des Weiteren gehören die regelmäßige Durchführung von Besichtigungen zur PR-Arbeit (2001 kamen über 9000 Besucherinnen und Besucher in 394 Einzelgruppen zu DESY, davon 230 Schülergruppen und 60 Studentengruppen), ebenso die Präsentation DESYs auf Messen und Ausstellungen. Dazu gehört auch, ständig für allgemeine, von außen an DESY herangetragene Anfragen ansprechbar zu sein sowie die bei DESY arbeitenden Menschen über Neues aus den verschiedenen Bereichen des Zentrums zu informieren.**

Im ersten Quartal des Berichtsjahres standen die Vorbereitungen für die Veröffentlichung des „Technical Design Reports“ und das TESLA-Kolloquium im März im Vordergrund. Begleitend zu diesem Ereignis wurde eine Pressekonferenz veranstaltet (Abb. 86); zudem wurden erstmals mehrere, auf die Bedürfnisse verschiedener Medien speziell zugeschnittene Versionen der Pressemitteilung erstellt: eine Fassung für die Wissenschaftspresse, eine Boulevard-Fassung sowie eine kurze und eine lange Nachrichtenversion. Dieses Verfahren erspart den immer stärker unter Zeitdruck stehenden Redaktionen Arbeit und erhöht somit die Wahrscheinlichkeit eines Beitrags. Die umfassende Pressearbeit wurde zusammen mit einer PR-Agentur durchgeführt. Die Medianauswertung belegt das große Interesse der Presse am Thema TESLA: Es gab auf regionaler Ebene 27 Zeitungsbeiträge, darunter eine mehrteilige Sonderserie in der Pinneberger Zeitung; überregional erschienen 73 Beiträge in Printmedien, und es wurden 9 Fernsehbeiträge gesendet (die Radiosender konnten nicht ausgewertet werden).

## Presseseiten im Internet

Rechtzeitig zu diesem Ereignis wurden auch die DESY-Presseseiten für das Internet fertig gestellt ([www.desy.de/presse](http://www.desy.de/presse)), die speziell für die Anforderungen von Journalisten konzipiert und entwickelt wurden. Sie umfassen neben allgemeinen Serviceseiten insbesondere ein umfangreiches Fotoarchiv zu DESY sowie den Schwerpunktthemen HASYLAB, HERA und TESLA. Dieses Archiv bietet den Journalisten schnellen und direkten Zugriff auf Fotos und Grafiken in druckfähiger Qualität. Weiterhin beinhalten die Seiten allgemein verständlich verfasste, aktuelle Hintergrundinformationen zu DESY sowie den bereits genannten Schwerpunktthemen. Die Rubrik „Aktuelles“ bietet Informationen und Fotos zu den aktuellen



Abbildung 86: Zu der Pressekonferenz, die anlässlich der Veröffentlichung des „Technical Design Reports“ am 23. März in dem neuen FEL-Tunnel stattfand, kamen über 30 Journalisten, denen führende DESY-Vertreter Rede und Antwort standen.

DESY-Pressemitteilungen. Begleitend zur Veröffentlichung des „Technical Design Reports“ fanden sich dort beispielsweise eine aktuelle Übersicht aller wichtigen Daten und Fakten zu TESLA, Pressefotos sowie Hintergrundinformationen. Der schnelle und unkomplizierte Zugriff auf presserelevante Informationen, den die DESY-Presseseiten bieten, hat sich in der Zusammenarbeit mit den Medien sehr bewährt.

## TESLA-Wanderausstellung

Ein weiteres Schwerpunkt-Projekt war die Konzeption und Arbeit an einer TESLA-Wanderausstellung, die in allgemein verständlicher Form über das Projekt in-

formieren soll. Die TESLA-Wanderausstellung wurde so konzipiert, dass sie dank einer modular-flexiblen Technik an die Bedürfnisse verschiedener Zielgruppen sowie an unterschiedliche Raumsituationen und Ausstellungsbedingungen angepasst werden kann. Die wichtigsten Ausstellungsmedien sind flexibel aufstellbare Postertafeln, Projektionen, Exponate, von denen ein Teil interaktiv ist, sowie „Wissensinseln“, also Stehbücher und Computerterminals, die vertiefende Informationen bieten. Die Inhalte der Wanderausstellung umfassen alle Aspekte von TESLA (Beschleuniger, Planung, Bau, Forschung zur Teilchenphysik, Forschung mit dem Röntgenlaser) und sind in verschiedene Informationsniveaus („Neugier“, „Einblick“, „Hintergrund“, „Wissen“) aufgeteilt. Je nach Zielpublikum und spezifischen Gegebenheiten können inhaltliche



Schwerpunkte gesetzt und Informationsniveaus ausgewählt werden. Die erste Stufe der Wanderausstellung (komplette deutsche Version ohne Hintergrundinformationen in digitaler Form) wurde Ende des Jahres fertig gestellt.

## TESLA-Unterrichtsmaterial

Der zweite Teil des TESLA-Unterrichtsmaterials, das DESY 1999 bei einem Schulbuch-Verlag in Auftrag gegeben hatte, wurde, wie geplant, im Berichtsjahr fertig gestellt und befasst sich mit dem Thema Teilchenphysik. Der erste Teil zum Thema Röntgenlaser erschien zur Ausstellung „Licht der Zukunft“ im Jahr 2000. Der zweite Teil wurde rechtzeitig zu Beginn des zweiten Unterrichtshalbjahres nach den Sommerferien als Ergänzungslieferung zu dem vorhandenen Ringbuchordner bundesweit an alle 4200 Gymnasien, Gesamtschulen und Schulen mit gymnasialer Oberstufe sowie die Waldorfschulen geliefert. Das Unterrichtsmaterial enthält außer einer Serie von Overhead-Folien auch Schülerseiten mit Aufgaben und Hintergrund-Informationen für Lehrer. Der zweite Teil umfasst die Basisinformationen zur TESLA-Teilchenphysik und entsprechend zu Teil eins Unterrichtseinheiten für drei Niveaustufen, die für Physik Grund- und Leistungskurse geeignet sind (Abb. 87). Zudem haben Physiklehrerinnen und -lehrer die Möglichkeit, das Material als Broschüre in zwei Bänden gegen Erstattung der Versandkosten zu erwerben. Insgesamt gingen im Berichtsjahr 279 neue Bestellungen ein.

## DESYs KworkQuark

Seit August 2001 gibt es eine neue Version von „DESYs KworkQuark – Teilchenphysik für alle!“, welche die Basis für eine für das kommende Jahr geplante, umfassende inhaltliche Erweiterung ist (Abb. 88). Ziel ist es, KworkQuark als **das** deutschsprachige Internet-Portal für Teilchenphysik zu etablieren. KworkQuark ist anspruchsvolle Lernsoftware, die im Internet für alle frei verfügbar ist (<http://kworkquark.desy.de>) und sich an alle Interessierten richtet mit einem besonderen Augenmerk auf Schüler und Lehrer. Die Neuauflage ist von der Hamburger Multimedia-Agentur „Sand und



Abbildung 87: Der Ringbuchordner liegt seit August 2001 mit beiden Teilen des TESLA-Unterrichtsmaterials an allen 4200 Gymnasien, Gesamtschulen und Schulen mit gymnasialer Oberstufe sowie den Waldorfschulen vor.

Schiefer – büro für neues lernen“ in Zusammenarbeit mit der PR-Gruppe konzipiert und produziert worden. Das neue KworkQuark ist optisch und inhaltlich erweitert, mit neuen Diensten versehen und in fünf Bereiche gegliedert:

- **KworkQuarks Wissenswelt** führt mit Hilfe von Texten, Illustrationen und Simulationen in die Grundlagen der Teilchenphysik ein. Hier erfährt jeder, woraus das Universum besteht und was es mit Elektronen, Quarks und Teilchenbeschleunigern auf sich hat. Ein Glossar, eine Zeitleiste und eine Auflistung der größten Teilchenphysikzentren runden das Angebot ab.
- **KworkQuarks Hyperraum** ist eine Link-Sammlung zur modernen Physik. Die hier aufgeführten Internet-Angebote sind kommentiert und nach Inhalt, Schwierigkeit und Sprache sortiert, so dass die



Abbildung 88: Die neue Version von „DESYs KworkQuark – Teilchenphysik für alle!“ ist anspruchsvolle Lernsoftware, die im Internet für alle frei verfügbar ist.

Besucher in ihren persönlichen Profilen bestimmen können, welche Schwierigkeit und welche Sprachen angezeigt werden sollen.

- Im **KworkQuark-Forum** können unter „Fragen Sie KworkQuark!“ weiterführende Fragen an das KworkQuark-Team gestellt werden. Auch sind hier Diskussionen zu Themen der modernen Physik möglich.
- **KworkQuarks Nachrichtendienst** hält alle Interessierten über neue Entwicklungen in der Teilchenphysik auf dem Laufenden. Dieser Newsletter kann von Interessierten kostenlos abonniert werden.
- **Das Lehrerreich von KworkQuark** richtet sich an Lehrer, die Teilchenphysik im Unterricht bereits behandeln oder dieses planen. Hier können Lehrer nach einer unkomplizierten Anmeldung Gedanken und Unterrichtsmaterial austauschen. Dies unterstützt DESYs Wunsch, moderner Physik zu einer größeren Präsenz im Schulunterricht zu verhelfen.

Im Jahr 2001 haben sich über 1600 Nutzer bei KworkQuark angemeldet, darunter fast 300 Lehrer, pro Monat

gibt es rund 5000 Besuche. KworkQuark wurde vom Berliner Institut für Bildung in der Informationsgesellschaft (TU Berlin) für den Deutschen Bildungssoftwarepreis „digita 2002“ nominiert. Als nächster Schritt folgt nun die inhaltliche und multimediale Erweiterung von KworkQuark.

## Projekt „Web-Office“

Die Web-Angebote bei DESY sollen besser werden. Dazu soll das Projekt „Web-Office“ beitragen. Es soll den zentralen DESY Web-Auftritt pflegen, zu dem auch ein aktueller Nachrichtendienst gehören soll, in enger Abstimmung mit den DESY-Gruppen neue Web-Konzepte und -dienste entwickeln und umsetzen sowie Hilfe bei der Erstellung von Webseiten anbieten. Um das genaue „Wie“ zu klären, wurde PR mit der Leitung der „Sondierungsphase Web-Office“ beauftragt. Ziel war es, in enger Zusammenarbeit mit der IT-Gruppe ein Konzept auszuarbeiten, das einen Aufgabenkatalog für das Web-Office beinhaltet sowie eine Skizze für die mögliche Einbettung in DESYs Organisation liefert und die Anforderungen an die zukünftigen Mitarbeiter bestimmt. Ein Lenkungsausschuss begleitete die Sondierungsphase, die zudem von einer Medienagentur unterstützt wurde. Bis Ende 2001 konnte ein Konzept für das Web-Office erarbeitet werden, so dass das Web-Office im Jahr 2002 eingerichtet werden kann.

## Besucherführungen

Für die Besucherführungen bei DESY wurde ein attraktiver Anlaufpunkt in der DORIS-Halle geschaffen: Die ehemalige Elektronik-„Hütte“ des ARGUS-Experiments wurde komplett umgestaltet zu einem attraktiven Standort, der, mit besonderem Bezug zu TESLA, über Physik, Datennahme und -auswertung bei Teilchenphysik-Experimenten mit Elektron-Positron-Kollisionen informiert. Die Ausstellungselemente in der Hütte sind Originalschränke mit Datenauslese-Elektronik von dem außer Betrieb genommenen ARGUS-Experiment, die zum Teil von den Besuchern bedient werden können und einen Eindruck von einer echten „Datenauslese-Hütte“ vermitteln, großformatige attraktive Bildwände sowie eine Projektion



(TESLA-Kollisionsanimation) und eine Darstellung von Elektron-Positron Kollisionen bei dem ehemaligen LEP-Experiment OPAL.

Im Dezember des Berichtsjahres fand bei DESY ein Workshop zum Thema „Strategic Science Communication for a Changed World“ statt, an dem leitende PR-Mitarbeiterinnen und -Mitarbeiter von fünf großen internationalen Teilchenphysikzentren teilnahmen. Ein wichtiges Ziel war es, durch die Identifikation gemeinsamer Kommunikationsziele und Möglichkeiten der Zusammenarbeit eine gemeinsame Außendarstellung der, politische Grenzen und kulturelle Schranken übergreifenden, physikalischen Grundlagenforschung zu konzipieren.

## Messen und Ausstellungen

Ein Schwerpunkt bei der Präsentation auf Messen und Ausstellungen ist die Information der Zielgruppe Lehrer/Schüler. Deshalb nahm DESY 2001 nicht nur an der 92. Hauptversammlung des Deutschen Vereins zur Förderung des mathematischen und naturwissenschaftlichen Unterrichts (MNU) in Köln teil, sondern auch an der 48. MNU-Regionaltagung in Bremerhaven. Weiterhin beteiligte sich DESY an Veranstaltungen, die sich an ein breit gefächertes Zielpublikum richteten. Mit einem großen Ausstellungsstand, dessen Hauptattraktion eine Nebelkammer in einem abgedunkelten Raum war, beteiligte sich DESY wie jedes Jahr an der Familienausstellung „Du und Deine Welt“, zudem am „Fest der Region“, das die Handelskammer Hamburg ausrichtete. Im Dezember präsentierten sich die 15 Helmholtz-Zentren im Rahmen der Jahrestagung der Hermann von Helmholtz-Gemeinschaft während der Festveranstaltung „Die Stärke konzertierter Forschung“ im Museum für Kommunikation in Berlin.

Mit drei Filmen beteiligte sich DESY am ersten deutschen Festival für Physikfilme „Bilder aus der Physik“ (IWF Göttingen, 9.11–11.11.2001). Alle drei Filme („AMANDA“, „TESLA – virtuell gesehen“ und „TESLA-Röntgenlaser – Eine brillante Lichtquelle für die Zukunft“) wurden von einer Jury aus Fachwissenschaftlern und Medienexperten unter die ersten 38 von insgesamt 150 Beiträgen gewählt, die auf dem Festival öffentlich vorgeführt wurden. Außerdem ist der Film „AMANDA“ von den Festival-Zuschauern für die

Vorführung der Publikumsbeliebte ausgewählt worden und belegte Platz 5. Das Festival wurde von der IWF Wissen und Medien GmbH (dem ehemaligen Institut für den Wissenschaftlichen Film) in Zusammenarbeit mit der Fakultät für Physik der Universität Göttingen veranstaltet und stand unter der Schirmherrschaft der Deutschen Physikalischen Gesellschaft.

Für das naturwissenschaftlich-technische Zentrum des Instituts für Lehrerfortbildung in der Gesamtschule Mümmelmannsberg stellte DESY insgesamt 13 „Hands-on“ Exponate als Dauerleihgabe zur Verfügung. Die Exponate stehen in einem neuen Trakt, dem „Experimentierfeld“, und machen Hamburger Schülerinnen und Schülern das Thema „Physik“ anschaulich und begreifbar im wahrsten Wortsinn. Entworfen und gebaut wurden die Exponate größtenteils von der Phänomenta, einem Science Center in Flensburg, für die DESY-EXPO „Licht der Zukunft“, wo sie von mehr als 450 Schulklassen auf ihre Tauglichkeit „getestet“ wurden. Die Stiftung der Exponate ist die Fortsetzung einer langjährigen und guten Zusammenarbeit zwischen DESY und dem Institut für Lehrerfortbildung mit dem Ziel, das naturwissenschaftliche Interesse von Schülerinnen und Schülern zu fördern.

## PR-Maßnahmen anderer DESY-Gruppen

Im Folgenden wird über Aktivitäten berichtet, die im Berichtsjahr von anderen DESY-Gruppen in Hamburg und Zeuthen durchgeführt wurden.

Einen außerordentlichen Schwerpunkt der PR-Aktivitäten in Zeuthen bildeten Konzeption, Planung und Vorbereitung einer großen Publikumsausstellung (inklusive Rahmenprogramm) zum Thema „TESLA – Licht der Zukunft“, die Anfang 2002 im Automobil Forum Unter den Linden in Berlin präsentiert wird. In enger Zusammenarbeit mit verschiedenen Hamburger DESY-Gruppen wurde ein Ausstellungsrundgang konzipiert, der die unterschiedlichen Aspekte von TESLA umfasste (Projekt, Beschleuniger, Teilchenphysik, Röntgenlaser). Als zentrale Exponate wurden von den Hamburger Fachgruppen eine Beschleunigungsstrecke aus fünf Original-TESLA-Resonatoren sowie der imposante Original-Prototyp der OPAL-Drahtkammer geliefert,

die das Herzstück des ehemaligen LEP-Experiments OPAL war. Von der Berliner Elektronenspeicherring-Gesellschaft für Synchrotronstrahlung (BESSY) wurde ein Original-Monochromator zur Verfügung gestellt. Ansonsten wurde bei den Ausstellungsmedien auf vorhandenes Material aus der DESY-EXPO („Licht der Zukunft“, 1.6.–31.10.2000) und der neuen TESLA-Wanderausstellung zurückgegriffen. Die Ausstellungsbetreuung wurde nach dem Vorbild der DESY-EXPO konzipiert.

Weiterhin organisierte DESY Zeuthen im Berichtsjahr insgesamt 13 Institutsbesichtigungen für Schulklassen, Studenten und interessierte Bürger sowie 6 Weiterbildungsveranstaltungen für Physiklehrer und beteiligte sich an einer Ausbildungsbörse für Lehrer im Landkreis Dahme-Spreewald sowie am Tag der Wirtschaft und Wissenschaft im Humboldt-Gymnasium Eichwalde.

Im September 2001 weihte [physik.begreifen@desy.de](mailto:physik.begreifen@desy.de) einen neuen Experimentierbereich für Schulklassen zum Thema „Radioaktivität“ ein, der von Hamburgs damaliger Schulsenatorin Ute Pape eröffnet wurde. Das Projekt bietet Schulklassen der 9./10. Jahrgangsstufe jetzt zwei verschiedene jeweils eintägige Praktika zu den Themen „Vakuum“ und „Radioaktivität“. In einem eigens eingerichteten Pavillon auf dem DESY-Gelände können Jugendliche selbst experimentieren und physikalische Zusammenhänge erarbeiten. In dem neu eingerichteten Themenbereich „Radioaktivität“ stehen jetzt beispielsweise Versuche zum Nachweis radioaktiver Strahlung und zur Halbwertszeitbestimmung auf dem Programm (Abb. 89). Unterstützt wird das Projekt



Abbildung 89: Bei [physik.begreifen@desy.de](mailto:physik.begreifen@desy.de) können Schülerinnen und Schüler jetzt auch Experimente zum Thema „Radioaktivität“ durchführen.

von der Hamburger Schulbehörde, die für die pädagogische Betreuung sorgt und den Experimentierpavillon finanzierte. Im Berichtsjahr nutzten 92 Schülergruppen (etwa 1650 Schülerinnen und Schüler) das Experimentierangebot von [physik.begreifen@desy.de](mailto:physik.begreifen@desy.de).

An besonders interessierte Schülerinnen und Schüler wendet sich die 1998 gegründete Seminarreihe „Faszination Physik“ – ein Treffpunkt und Diskussionsforum für junge Leute zu Themen der modernen Physik. Die Themen werden zusammen mit den Jugendlichen ausgesucht und unter Begleitung eines Physiklehrers diskutiert ([www.desy.de/faszination.physik/](http://www.desy.de/faszination.physik/)).

# DESY Zeuthen

## Inhalt

Übersicht	149
Forschungsthemen DESY Zeuthen	151
Zentrale Dienste DESY Zeuthen	177



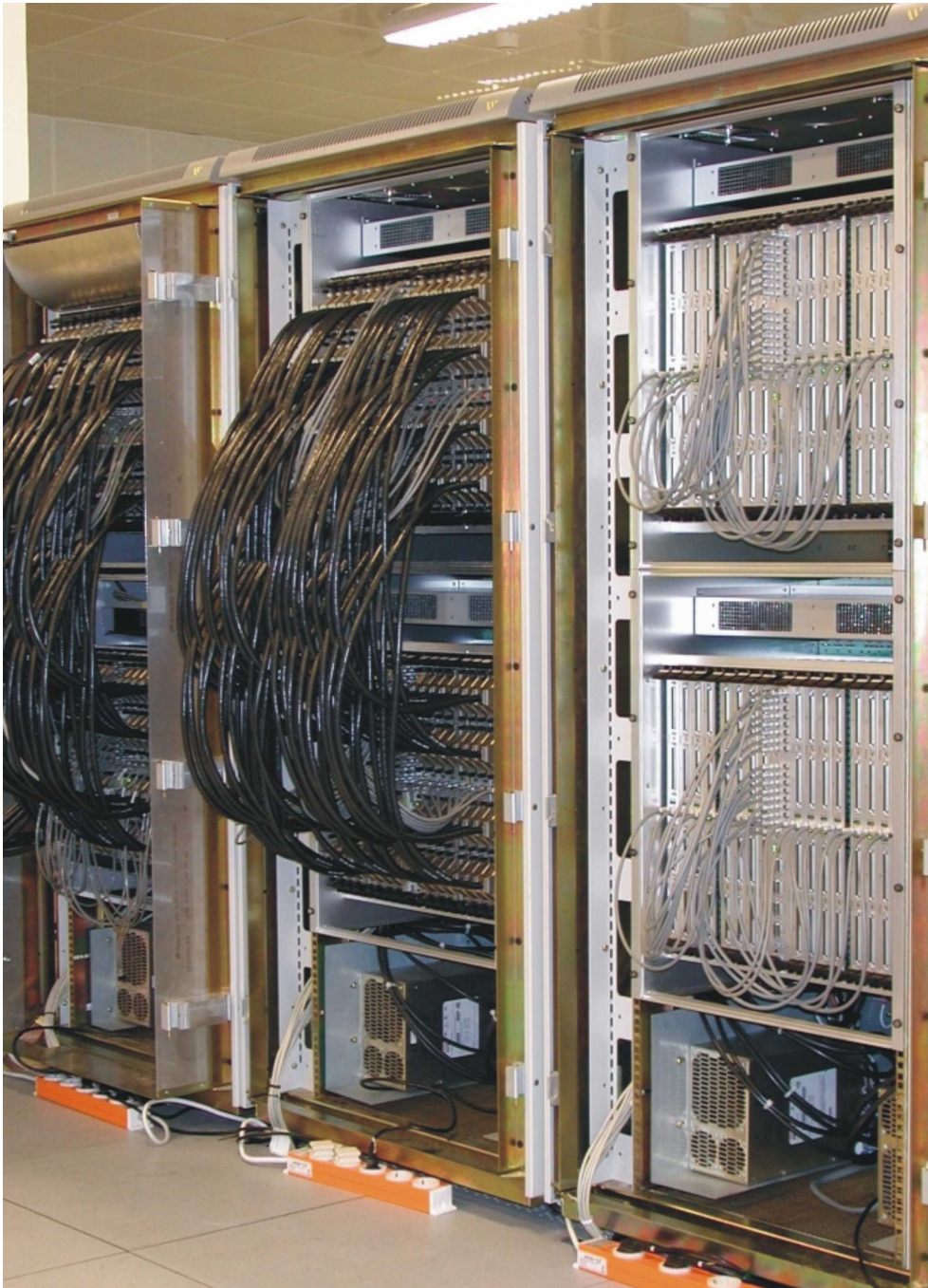


Abbildung 90: *Drei Rechner vom Typ APEmille, die zusammen pro Sekunde 400 Milliarden Gleitkomma-Operationen durchführen können.*



# Übersicht DESY Zeuthen

**Die im Forschungsbereich Zeuthen angesiedelten Themen sind zum Teil direkt an das HERA-Programm gekoppelt, andererseits aber auch typisch für den Standort Zeuthen. Die Aktivitäten, die der Vorbereitung des TESLA Projektes dienen, wurden im Berichtszeitraum weiter deutlich verstärkt.**

## HERA Physik

Am HERA-Programm arbeiten die Projektgruppen H1, HERMES, HERA-B und ZEUS und Mitarbeiter der Theoriegruppe.

Von der H1-Gruppe wurden Silizium-Detektoren zur Messung von unter kleinen Winkeln in Vorwärts- (FST) bzw. Rückwärtsrichtung (BST) erzeugten geladenen Teilchen fertig gestellt. Ein weiterer Detektor, der BST-Pad-Detektor, ermöglicht das Triggern von geladenen Teilchen. Die Gruppe hat sich aktiv an den Physikanalysen beteiligt, die zu wichtigen Resultaten bei der Messung der Gluonstrukturfunktion und der Bestimmung von  $\alpha_s$ , der Kopplungskonstanten der starken Wechselwirkung, führten.

Die HERMES-Gruppe hat im Berichtszeitraum mit den vorbereitenden Arbeiten für ein neues Detektorprojekt begonnen. Der „Recoil Detector“ gestattet die Vermessung der Spuren langsamer geladener Teilchen. Die Zeuthener Gruppe hat die Verantwortung für den aus Siliziumsensoren bestehenden Teildetektor übernommen. Eine gründliche Diskussion wichtiger Aspekte des HERMES Physikprogramms fand auf dem zusammen mit Zeuthener Theoretikern durchgeführten Workshop „Transverse Spin“ statt.

## L3

Mit dem Abschalten von LEP am CERN geht auch die sehr fruchtbare und produktive Zeit der L3 Gruppe

zu Ende. Die Gruppe hatte neben der Verantwortung im Experiment mit diversen Detektorkomponenten und Beiträgen zur Software auch großen Anteil an den physikalischen Analysen von L3. In Zeuthen wurden im Berichtszeitraum die Untersuchungen zur Higgs- und  $\tau$ -Physik fortgesetzt. Diese Arbeiten werden voraussichtlich im Jahr 2003 abgeschlossen.

Zeuthener Physiker haben sich auch an dem L3 Teilexperiment L3cosmics beteiligt, das die Messung des Energiespektrums kosmischer Myonen ermöglicht. Hierzu wurde der L3 Detektor zusätzlich mit großflächigen Szintillationszählern ausgerüstet. Vorläufige Ergebnisse zeigen, dass das Experiment gute Resultate liefert. Auch diese Analysen werden im Jahr 2003 abgeschlossen werden.

## Neutrino-Astrophysik

Im Berichtsjahr wurde der AMANDA Detektor, der das Eis des Südpols zum Nachweis hochenergetischer Neutrinowechselwirkungen verwendet, erfolgreich betrieben. Es wurden Ergebnisse zur Messgenauigkeit des Detektors, zu atmosphärischen Neutrinos, Neutrinos von Punktquellen sowie zur Suche nach magnetischen Monopolen und WIMPs (Weakly Interacting Massive Particles) veröffentlicht. Um eine ausreichende Empfindlichkeit für hochenergetische kosmische Neutrinos zu erzielen, wird allerdings ein Detektor mit einem Volumen von  $1 \text{ km}^3$  benötigt. Ein entsprechender Vorschlag, IceCube, wurde von Physikern aus Belgien, Deutschland, Schweden und den USA ausgearbeitet und von den entsprechenden Komitees in den USA, die den Großteil des Experiments und die Forschungsstation am Südpol finanzieren, begutachtet und empfohlen. Basierend auf der Empfehlung des DESY-PRC (Physics Research Committee) hat das Direktorium die Teilnahme von DESY an IceCube entschieden.

### Entwicklung massiv paralleler Rechner für die Gittereichtheorie

Zur Lösung von Problemen der theoretischen Teilchenphysik im Rahmen der Gittereichtheorie werden Spezialrechner mit außerordentlicher Rechenleistung benötigt. Im Betriebsjahr wurde die Installation der APE-mille Rechner, die seit 1996 gemeinsam mit dem INFN (Italien) entwickelt werden, in Zeuthen abgeschlossen (Abb. 90). Somit stehen der Gittereichtheorie-Community seit Sommer 2001 im Rahmen des NIC (John-von-Neumann-Institut für Computing) 650 GFlops an Rechenleistung zu Verfügung. Allerdings kann damit nur etwa ein Drittel des in Deutschland vorhandenen Bedarfs gedeckt werden. Um auch in Zukunft den wachsenden Bedarf an Rechenzeit befriedigen zu können, wird seit 2000 zusammen mit dem INFN und Orsay (Frankreich) der Nachfolgerechner apeNEXT entwickelt. Ziel ist es, bis etwa Ende 2002 einen Prototyp mit einer Rechenleistung von 500 GFlops bei Serienproduktionskosten von 1 MFlop/0.5 Euro zu entwickeln. Auf dieser Basis ließe sich eine Installation von mehreren TFlops in den Jahren 2003/04 in Zeuthen realisieren.

### Arbeiten zum TESLA Projekt

Die Zeuthener Arbeiten zu TESLA haben zwei Schwerpunkte: Studien zur Physik und Detektor-

entwicklung und den Aufbau des Photoinjektor Teststands PITZ. Im Frühjahr 2001 wurde der Technical Design Report für den Linear-Collider TESLA fertig gestellt und in einem Wissenschaftlichen Kolloquium am DESY der Öffentlichkeit vorgestellt. Zeuthener Physiker haben im Rahmen des ECFA/DESY Workshops zum Beispiel an physikalischen Analysen zum Standardmodell Higgs-Boson und zur Top-Produktion, an Studien zur elektroschwachen Physik mit der GigaZ-Option des Linear-Colliders sowie an Software-Entwicklungen zur Detektor-Simulation und -Graphik mitgearbeitet. In der zweiten Jahreshälfte wurden in Zeuthen zwei weitere TESLA-Aktivitäten gestartet: Untersuchungen für ein Kalorimeter im Bereich der Maske sowie Arbeiten für einen Photon-Photon Collider bei TESLA.

Der Photoinjektor-Teststand PITZ in Zeuthen ist ein Test-Beschleuniger zur Entwicklung und Verbesserung lasergetriebener Hochfrequenz-Photoinjektoren. Nachdem im Jahr 2000 die Bauarbeiten abgeschlossen werden konnten, wurden im Berichtsjahr die Arbeiten an der benötigten Infrastruktur abgeschlossen und die Komponenten des Teststandes aufgebaut. Das vom Max-Born-Institut entwickelte Lasersystem ging im Oktober in Betrieb, während die Hochfrequenz-Versorgung seit September erprobt wird. In den Folgemonaten wurden das Klystron und die Hochfrequenz-Elektronenquelle konditioniert.

# Forschungsthemen DESY Zeuthen

## Experimente bei HERA

### Das H1-Experiment

#### Arbeiten zur Verbesserung des Detektors

Im Jahr 2001 wurden die umfangreichen Arbeiten zur Luminositäts­erhöhung am HERA-Beschleuniger abgeschlossen. Diese haben das Ziel, seltene Reaktionen, zum Beispiel solche mit hohem Impulsübertrag vom Elektron auf das Proton, nachzuweisen sowie viele der bereits beobachteten Prozesse, zum Beispiel die Erzeugung schwerer Quarks, mit größtmöglicher Präzision zu analysieren. Neben dem Umbau der Wechselwirkungs­zonen waren dazu auch Veränderungen an den Detektoren notwendig.

Im Frühjahr 2001 wurden in Zeuthen drei Siliziumdetektoren fertig gestellt und in den H1-Detektor integriert: der Paddetektor und der Streifendetektor des BST (Backward Silicon Tracker) sowie der Streifendetektor des FST (Forward Silicon Tracker).

Der Paddetektor besteht aus 48 Si-Pad-Wafern, deren 1536 Signale mit einem in Zeuthen entwickelten, integrierten Schaltkreis (PRO-A) verstärkt und digitalisiert werden. Die Auslese erfolgt mittels programmierbarer Logikbausteine (FPGAs). Der Detektor dient mit seinen 384 parallel ausgelesenen, totzeitfreien Kanälen zum Triggern auf geladene Teilchen, die nahe der Strahlröhre in Richtung des Positronstrahls (rückwärts) gestreut werden. In den Studien zur Optimierung des Strahluntergrundes wurde der Detektor bereits als Monitor erfolgreich verwendet und seine Signale zum HERA-Kontrollraum übermittelt (Abb. 91).

Der BST und der FST Streifendetektor erlauben den Nachweis von Teilchen in Rückwärts- bzw. Vorwärts-

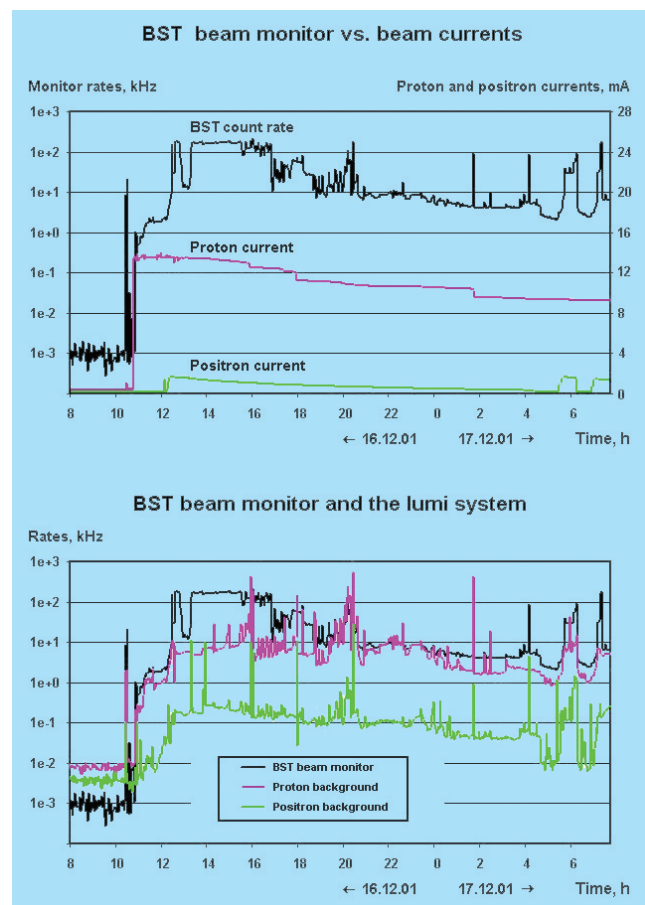


Abbildung 91: Zählrate des BST Paddetektors und die Proton- und Positronströme (in mA) sowie die Signale des Luminositätssystems als Funktion der Zeit.

richtung. Sie bestehen aus je 144 4-Zoll-Si-Wafern mit je 640, das heißt insgesamt je 92 160, Auslesekanälen. Die fertigen Detektormodule wurden vor dem Einbau getestet und hatten eine Effektivität von besser als 98% (für die neueren  $\varphi$ -Module) und von 95% (für die bereits mehrfach verwendeten r-Module). Für die Verarbeitung der Signale

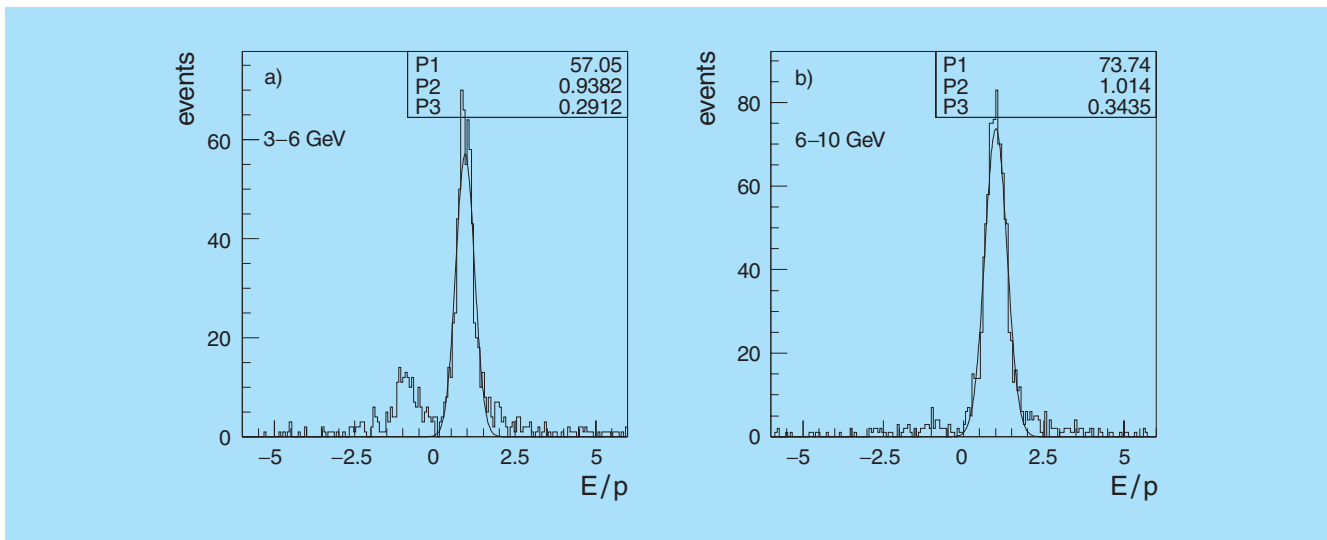


Abbildung 92: Verhältnis der Energie  $E$  (SPACAL) zum Impuls  $p$  (BST): a) der Beitrag von Hadronen mit falscher, hier negativer, Ladung wird gemessen und so das eigentliche Signal der tiefunelastischen Streuung extrahiert; b) die Impulsmessung des BST kontrolliert die Energieskala des SPACAL-Kalorimeters unterhalb von 10 GeV Positronenergie.

und die Steuerung der Detektoren werden speziell entwickelte Readout-Platinen und elektronische Module eingesetzt. Die Arbeiten zur Installation von BST und FST wurden Anfang 2002 abgeschlossen.

Für die Bestimmung der longitudinalen Strukturfunktion  $F_L$  ist es erforderlich, Positronen mit wenigen GeV Energie nachzuweisen. Zur Erkennung und Subtraktion des großen hadronischen Untergrundes in diesem Energiebereich dient die Messung des Impulses und des Ladungsvorzeichens im BST neben der Messung der Energie im nachfolgenden Kalorimeter SPACAL (Abb. 92).

Das Jahr 2001 wurde außerdem genutzt für eine umfangreiche Erneuerung von Komponenten des Vorwärts-Protonenspektrometers (FPS). Nachdem die erste Generation von Faserdetektoren seit 1995 im Einsatz war, mussten alle wichtigen opto-elektronischen Komponenten komplett ersetzt werden. Durch Alterung des Szintillators in den Faser- und Triggerdetektoren war die Nachweis-Effektivität merklich schlechter geworden. Der Prototyp einer neuen FPS-Station wurde im Jahre 2000 erfolgreich getestet. 2001 wurden die übrigen vertikalen und horizontalen Stationen mit neuen Baugruppen versehen. Die neue Generation der Stationen ist mit leistungsfähigeren Photomultipliern und

Faserdetektoren ausgerüstet, die im Falle des Verschleißes auch unkompliziert austauschbar sind. Beide vertikalen Stationen wurden im Herbst 2001 mit kosmischen Myonen getestet und die erwarteten Parameter für Effektivität und Ortsauflösung erreicht.

## Datenanalyse

Im Mittelpunkt der Analysearbeiten stand die Auswertung von Daten, die im Dezember 1999 mit dedizierten Triggern aufgenommen wurden, um mit dem 8-Ebenen-BST sowie dem SPACAL eine präzise Messung des inklusiven Wirkungsquerschnitts für tiefunelastische  $e p$  Streuung ( $ep \rightarrow eX$ ) bei 920 GeV Protonenergie und 27.5 GeV Positronenergie durchzuführen. Im Mittelpunkt dieser Arbeit standen die Überprüfung von Anfang 2001 publizierten Daten bei 820 GeV mit einer modifizierten Apparatur sowie die Erweiterung des Messbereichs zu kleinen Bjorken  $x$  bzw. großen Inelastizitäten  $y$  hin (siehe Kapitel H1, Seite 37ff.). Der Streuquerschnitt wurde mit etwa 2–3% Genauigkeit gemessen, und neue Daten für  $F_L$  wurden erhalten. Diese können durch Vorhersagen der QCD und des Dipolmodells beschrieben werden. Ein bemerkenswertes Resultat ist die Beobachtung, dass die aus dem



$Q^2$ -Verhalten von  $F_2$  berechnete Funktion  $F_L$  mit den Daten übereinstimmt. Das ist ein wichtiger Konsistenztest der QCD, der zukünftig mit noch genaueren  $F_L$ -Daten durchzuführen sein wird. Diese Resultate wurden auf den Konferenzen des Jahres 2001, in Bologna (DIS) und Budapest (EPS), präsentiert. In einer weiteren Arbeit wurde das Anwachsen der Strukturfunktion  $F_2$  bei kleinen  $x$  mit Hilfe der Ableitung  $d \ln F_2 / d \ln x$  untersucht. Dabei konnte wegen der großen Messgenauigkeit nachgewiesen werden, dass  $F_2$  wie  $x^{-\lambda}$  zu kleinen  $x$  hin anwächst, wobei  $\lambda$  nur von  $Q^2$  und nicht auch von  $x$  abhängt. Die beobachtete Stetigkeit dieses Verhaltens ist von großer Bedeutung für die theoretische Beschreibung des Bereiches großer Partondichten im Proton. Zur Analyse der Messung des Streuquerschnitts sowie zu umfangreichen Simulationsrechnungen wurde die PC Farm verwendet. Die Messungen der Strukturfunktionen  $F_2$  und  $F_L$  und die QCD-Analyse zur Bestimmung der Gluondichte bei kleinen  $x$  und der Kopplungskonstanten  $\alpha_s$  sind Bestandteile von zwei in Zeuthen entstandenen Dissertationen.

Im Jahr 2001 wurden die Analysen der Daten des Jahres 1996 abgeschlossen. Erste Ergebnisse der elastischen Erzeugung von  $\rho$ -Mesonen und tiefunelastischer Prozesse wurden auf der Europäischen Hochenergiekonferenz in Budapest gezeigt.

## Das HERA-B-Experiment

Das HERA-B-Experiment hatte im Jahr 2000 die erste längere Datennahme mit etwa 30 Millionen aufgezeichneten Ereignissen. Diese Daten wurden während der Umbauphase von HERA im Berichtsjahr analysiert, und es konnten wichtige Erfahrungen für das Verhalten des Detektors gewonnen werden. Die Betriebsunterbrechung von HERA wurde für die Reparatur und Verbesserung des Detektors genutzt, so dass der Detektor gegen Ende des Jahres in einem optimalen Zustand für die neue Datennahme bereit war. Das Programm für diese Datennahme ist, wie bereits im letzten Jahresbericht ausgeführt, neu definiert worden und wird sich vor allem auf die Messung des Wirkungsquerschnittes für die Produktion von Bottom-Quarks und Charmonium-Zuständen konzentrieren (siehe Kapitel HERA-B, Seite 81).

Die an HERA-B beteiligte Gruppe des Zeuthener Instituts hat, in enger Zusammenarbeit mit der Humboldt-Universität zu Berlin, Aufgaben und koordinierende Funktionen in folgenden Bereichen übernommen:

- Entwicklung, Bau und Betrieb des Äußeren Spurkammersystems „Outer Tracker“ (in Kollaboration mit DESY-Hamburg, VIK Dubna, NIKHEF Amsterdam, Tsinghua Universität und IHEP Beijing),
- Aufbau und Betrieb einer Prozessorfarm zur schnellen Rekonstruktion und Filterung von Ereignissen im Echtzeitbetrieb,
- Entwicklung des Physikprogramms,
- Software-Entwicklung und -Wartung:
  - Spurrekonstruktion, Alignment und Kalibration des Outer Tracker,
  - Analyse physikalischer Prozesse mit Daten und Simulationen.

## Äußerer Spurkammerdetektor

Im Folgenden werden die Zeuthen/Berlin-Aktivitäten im Rahmen des äußeren Spurkammerdetektors (Outer Tracker) dargestellt. Eine vollständigere Beschreibung findet sich im Kapitel HERA-B (Seite 77).

- Verbesserungen und Reparaturen:
 

Das im letzten Jahresbericht dargestellte Reparaturprogramm des Outer Tracker wurde im Berichtsjahr erfolgreich abgeschlossen. Das Ergebnis ist ein Detektor, der weniger hochspannungs- und rauschempfindlich ist. Beides verspricht höhere Nachweiswahrscheinlichkeiten und Auflösungen für die Rekonstruktion von Spuren geladener Teilchen. In die gleiche Richtung zielt die Entwicklung einer automatisierten Regelung der Gasverstärkung durch Nachfahren der Hochspannung, um den Einfluss von Parametern wie Temperatur, Druck und Gas Mischung auszugleichen.
- Untersuchungen zu Strahlenschäden in Driftzellen:
 

Im Berichtsjahr wurden die Untersuchungen über die Strahlenbelastbarkeit des Outer Tracker zumindest vorläufig abgeschlossen. Die Resultate sind auf dem internationalen „Aging Workshop“ im Oktober in Hamburg vorgetragen worden. Die Zeuthener HERA-B Gruppe beteiligte sich mit Beiträgen

zu den Untersuchungen des so genannten „Malter-Effekts“, der an den ersten Kammer-Prototypen beobachtet wurde, sowie mit Untersuchungen zu Beschädigungen der Goldbeschichtung der Anodendrähte, die von dem CF<sub>4</sub>-Anteil im Driftgas verursacht werden.

- Kontrolle der Datenqualität:  
Die Sicherung der Qualität der Daten des Outer Tracker während der Datennahme wird von einem Physiker der Zeuthener Gruppe organisiert.

### Prozessorfarm

Das Trigger- und Datenerfassungssystem des HERA-B Experimentes enthält in der vierten Stufe eine Linux-PC-Farm zur Ereignisrekonstruktion im Echtzeitbetrieb. Damit stehen rekonstruierte Ereignisse unmittelbar nach der Datenspeicherung für weitergehende Physikanalysen zur Verfügung. Die Farm besteht aus 100 PCs mit je zwei Intel Pentium-III/500 MHz Prozessoren, die in ein Fast-Ethernet Netzwerk integriert sind.

Im Jahr 2001 wurde die Farm während des HERA-Umbaus zur Reprozessierung der Daten aus der Datennahmeperiode 2000 benutzt. Dazu wurde innerhalb der Online-Umgebung ein System entwickelt, mit dem die Ereignisse auf die Farmknoten verteilt, die bearbeiteten Ereignisse wieder eingesammelt und schließlich auf einem Band archiviert werden. Mit diesem System können die gesamten Daten, die im Jahr 2000 genommen wurden (30 Millionen Ereignisse, entsprechend 5 Tbyte Daten), innerhalb von zwei Wochen reprozessiert werden. In Perioden der Datennahme kann das System durch die Schichtbesetzung genutzt werden, um bei Unterbrechungen Daten zu reprozessieren. Ein ähnliches System wurde für die Erzeugung von Monte Carlo-Ereignissen auf der Farm entwickelt.

Während der HERA-Abschaltung wurden die Farmknoten mit CAN-Bus-Karten ausgestattet, die in Zeuthen für die Überwachung und Steuerung der Hardware entwickelt und produziert worden sind. Mit dem System können die Knoten ferngesteuert an- und ausgeschaltet und zurückgesetzt werden, sowie die Temperaturen, Ventilatorgeschwindigkeiten, Spannungen und

Ströme kontrolliert werden. Das System ist an das zentrale „slow control“ System des HERA-B-Detektors gekoppelt.

### Software

Die Zeuthen/Berlin-Gruppe hat sich stark in der Arbeitsgruppe für die Rekonstruktion von Spuren geladener Teilchen im HERA-B-Detektor („Tracking Group“) engagiert. Das Programmpaket RANGER für die Spur-rekonstruktion im zentralen Spurensystem (Inner/Outer Tracker) wird in Zeuthen gewartet und aktualisiert.

Für den Outer Tracker wird das Alignment, die Kalibration der Orts-Driftzeit-Beziehung sowie die Bestimmung der Auflösungen und Effizienzen vor allem von der Zeuthen/Berlin-Gruppe durchgeführt, in vielen Bereichen in enger Zusammenarbeit mit der Gruppe aus Dubna.

Wie bisher wurde auch im Berichtsjahr das Simulationsprogramm von HERA-B, das auf den LUND-Generatoren zur Erzeugung physikalischer Prozesse und auf GEANT3 zur Detektorsimulation basiert, in Zeuthen gewartet und aktualisiert. Dazu gehört vor allem die fortlaufende Anpassung der für die Simulation benutzten Geometriedaten, die auch für die Rekonstruktion der realen Daten verwendet werden. Die Produktion simulierter Daten, die für die Analyse verschiedener Prozesse benötigt wurden, wurde sowohl in Zeuthen als auch in Berlin durchgeführt.

## Das HERMES-Experiment

### Detektorbetrieb und Datennahme

Die Zeuthener Gruppe hat innerhalb des HERMES-Experiments Verantwortung sowohl für den Betrieb von Detektorkomponenten als auch für das Gesamtexperiment übernommen. Sie stellt im Berichtszeitraum den Runkoordinator, den stellvertretenden Sprecher sowie den Technischen Koordinator des Experiments. Es findet eine kontinuierliche Betreuung der mit Beteiligung der Gruppe gebauten Hardware-Komponenten (Driftkammer einschließlich Gassystem, Photon-Detektoren

des RICH Detektors, Triggersystem) statt. Physiker der Gruppe sind aktiv an Entwicklung und Bau eines neuen Detektors („Recoil Detector“) beteiligt, mit dessen Hilfe rückwärts gestreute Targetfragmente vermessen werden sollen.

## Beiträge zur Physikanalyse

Beim Auftreffen eines im HERA-e Ring umlaufenden Elektrons (bzw. Positrons) auf den Kern eines Wasserstoffatoms des HERMES-Gastargets wird zunächst ein (virtuelles) Photon erzeugt. Aufgrund der Heisenbergschen Unschärferelation fluktuiert es kurzzeitig in ein Quark-Antiquark-Paar, welches in ein Vektormeson (beispielsweise ein  $\rho^0$ -Meson) übergeht. Dieses kann über seine Zerfälle in geladene Teilchen nachgewiesen werden. Untersuchungen ihres Erzeugungsmechanismus sind von großem Interesse, weil sehr verschiedene theoretische Modellvorstellungen diskutiert werden. Der HERMES-Energiebereich deckt gerade die Übergangsregion ab zwischen den theoretisch schwerer beschreibbaren Kernanregungen und Mesonaustauschprozessen auf der einen Seite, und den im Rahmen der (perturbativen) Quantenchromodynamik recht gut beschreibbaren Photon-Quark- bzw. Photon-Gluon-Wechselwirkungen auf der anderen Seite.

Der Vergleich mit HERMES-Daten kann deshalb wesentlichen Einfluss auf die Gültigkeit der verschiedenen Modelle haben. Es wurde festgestellt, dass der Erzeugungsquerschnitt für  $\rho^0$ -Mesonen abhängt von der relativen Orientierung der Drehimpulse der einlaufenden Teilchen. Die sich daraus ergebende Asymmetrie ist positiv für ein Wasserstoff-Target, während sie am Deuteron-Target mit Null verträglich ist. Die Abhängigkeit der Photon-Nukleon Asymmetrie von der Bjorken-Variablen  $x$  stimmt mit der Vorhersage des „Generalized Vector Meson Dominance“-Modells (GVMD) überein. Dies bedeutet einen Beitrag von „di-quark“-Austausch zur Erzeugung von Vektormesonen durch transversale Photonen.

Das  $J/\psi$ -Teilchen gehört zu den schweren Vektormesonen. Es ist der Grundzustand des gebundenen Systems von  $c$ - und  $\bar{c}$ -Quark. Seine im Vergleich zu  $\rho^0$ - und  $\phi$ -Mesonen hohe Masse von fast 3.1 GeV ist die Ursache dafür, dass es bei der HERMES-Schwerpunktsenergie von 7.2 GeV quasi „an der Schwelle“ erzeugt wird.

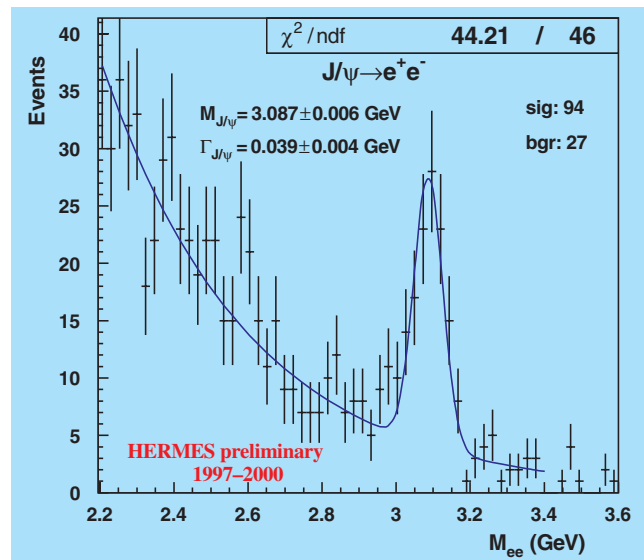


Abbildung 93: Verteilung der invarianten Masse  $M_{e^+e^-}$ . Die Fehlerbalken repräsentieren die statistischen Ungenauigkeiten. Masse und Breite des  $J/\psi$ -Mesons sind das Ergebnis einer Breit-Wigner-Anpassung (Kurve).

Dazu gibt es bisher nur sehr wenige Daten. Nach einer Gesamtanalyse aller (polarisierten und unpolarisierten) HERMES-Daten von quasi-reeller Photoerzeugung der Jahre 1997–2000 wurden sehr klare  $J/\psi$ -Signale in den Zerfallskanälen  $e^+e^-$  und  $\mu^+\mu^-$  separiert (Abb. 93). Monte Carlo-Generatoren für verschiedene Erzeugungsmechanismen erlauben Vergleiche der Formen von Verteilungen in Energie und Streuwinkel. Durch geeignete Anpassungen konnte bestätigt werden, dass etwa ein Drittel der bei HERMES erzeugten  $J/\psi$ -Mesonen unelastisch und zwei Drittel elastisch, das heißt diffraktiv, erzeugt werden. Dementsprechend wurden Erzeugungsquerschnitte berechnet, die gut im Bereich der erwarteten Werte liegen. Dies bildet die experimentelle Grundlage für weitergehende Untersuchungen, aus den  $J/\psi$ -Daten von HERMES Aussagen zur polarisierten Gluonverteilung zu erhalten. Diese wichtige Komponente der Nukleonstruktur konnte bisher nicht gemessen werden.

In Zusammenarbeit mit der Theorie-Gruppe wurde eine QCD-Analyse in niedrigster und nächstniedrigster Ordnung (LO und NLO) für alle verfügbaren Daten der polarisierten tiefunelastischen Lepton-Nukleon Streuung durchgeführt. Unter der Annahme von SU(3) Flavour-

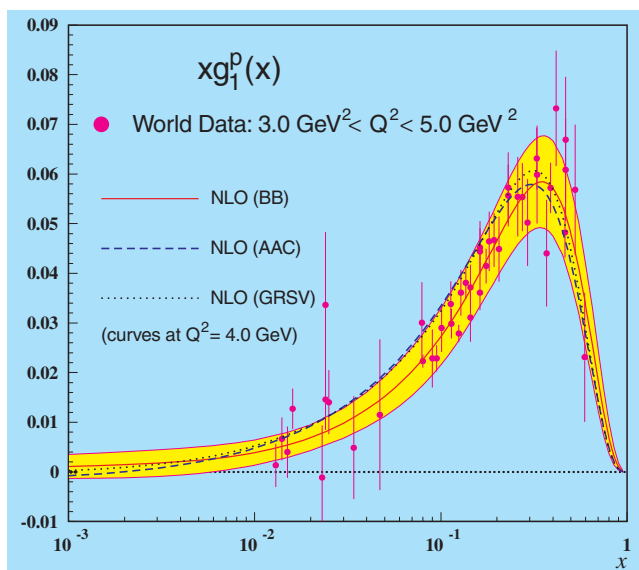


Abbildung 94: Die im Intervall  $3.0 \text{ GeV}^2 < Q^2 < 5.0 \text{ GeV}^2$  gemessene polarisierte Strukturfunktion  $xg_1^p$  als Funktion von Bjorken- $x$ . Die Fehlerbalken entsprechen der Summe der statistischen und systematischen Ungenauigkeiten (quadratisch addiert). Die durchgezogene Kurve zusammen mit dem grauen  $1 \sigma$  Fehlerband repräsentiert das Ergebnis unserer QCD-Analyse. Zum Vergleich sind auch die Resultate der QCD-Analyse der „Asymmetry Analysis Collaboration“ (AAC) (gestrichelte Kurve) und von Glück-Reya-Stratmann-Vogelsang (GRSV) (punktierte Kurve) gezeigt.

Symmetrie wurden neue Parametrisierungen der polarisierten Partonverteilungen  $\Delta u_v$ ,  $\Delta d_v$ ,  $\Delta \bar{q}$  und  $\Delta G$  und erstmalig auch Parametrisierungen der korrelierten  $1 \sigma$ -Fehlerbänder für die Verteilungen angegeben. Die gemessene polarisierte Strukturfunktion  $g_1^p$  wird durch diese Analyse sehr gut beschrieben (Abb. 94). Die Evolution der bei  $Q_0^2 = 4 \text{ GeV}^2$  bestimmten polarisierten Partonverteilungen zu  $Q^2$ -Werten bis zu  $10\,000 \text{ GeV}^2$  zeigte, dass  $\Delta G$  positiv bleibt, während  $\Delta \bar{q}$  die Tendenz eines Wechsels vom Negativen zum Positiven bei höherem  $Q^2$  und größerem  $x$  erkennen lässt.

Diese Analyse beinhaltete auch eine Bestimmung von  $\Lambda_{\text{QCD}}$ . Daraus ergab sich der Wert für die Kopplungskonstante der starken Wechselwirkung zu  $\alpha_s(M_Z^2) = 0.114^{+0.010}_{-0.008}$ . Dieser Wert stimmt im Rahmen der Fehler mit dem Weltmittelwert überein.

Transversale Nukleon-Polarisation erlaubt erstmalig die Messung der dritten fundamentalen Quarkverteilungsfunktion („Transversity“), die zur vollständigen Beschreibung der Nukleonstruktur in niedrigster Ordnung erforderlich ist. Da die HERMES-Messungen der Jahre 2002–03 vorwiegend mit transversal polarisiertem Target durchgeführt werden und auch am CERN (SMC) und BNL (RHIC-Spin) entsprechende Messungen in der Planung sind, war die Thematik des bei Zeuthen durchgeführten Workshops „Transverse Spin Physics“ von besonderem Interesse.

Physiker der Zeuthener Gruppe haben sich aktiv an der Ausarbeitung eines Vorschlags für ein mögliches Experiment zur polarisierten Elektron-Nukleon-Streuung unter Verwendung der Infrastruktur des geplanten TESLA-XFEL beteiligt. Dazu wurden sowohl die zukünftig wichtigen Physik-Schwerpunkte als auch konkrete Realisierungsmöglichkeiten zur Erreichung der notwendigen sehr hohen Luminosität diskutiert.

## Das L3-Experiment am CERN

L3 war eines der vier Experimente am Speicherring LEP im CERN; 12 Jahre lang registrierte der L3-Detektor Teilchen, die bei der Annihilation von Elektronen und Positronen entstehen. Bis zur Abschaltung des Speicherrings im November 2000 wurden mehr als  $5 \times 10^6$  Ereignisse bei Schwerpunktsenergien von 89 bis  $209 \text{ GeV}$  aufgezeichnet. Das Standardmodell der elektroschwachen Wechselwirkung wurde mit diesen Daten umfassend geprüft und sogar auf dem Niveau der Strahlungskorrekturen glanzvoll bestätigt. Dennoch gibt es berechtigte Zweifel am fundamentalen Charakter des Modells. Es wäre dann lediglich eine Näherung einer allgemeineren Theorie, die im derzeit verfügbaren Energiebereich gilt, zumal der „Schlussstein“ des Modells, das Higgs-Boson, bisher nicht gefunden wurde. Das Higgs-Boson ist die Folge der spontanen Symmetriebrechung, welche den Teilchen ihre Masse gibt und die Eichinvarianz des Modells garantiert. Auch in supersymmetrischen Modellen, in denen die bereits bekannten Teilchen durch supersymmetrische Partner ergänzt werden, um die starre Trennung zwischen Kräften und Teilchen aufzuheben, sind Higgs-Bosonen der Schlüssel zur Existenz von Teilchen mit Massen. Die



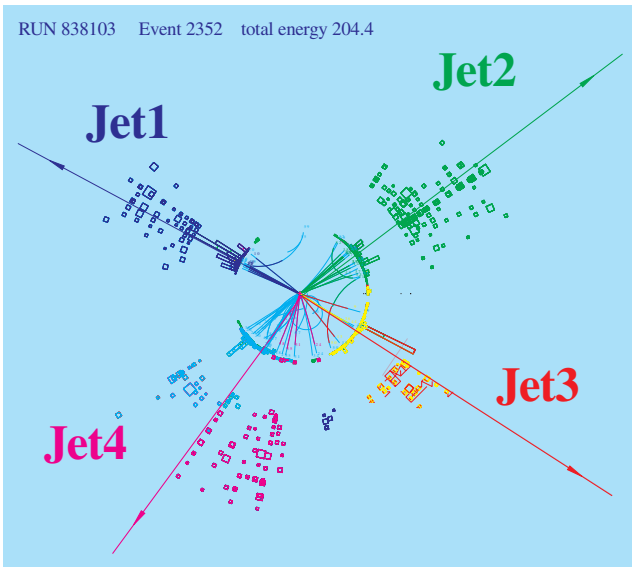


Abbildung 95: Ein Ereignis im L3-Detektor bei der Energie von 204 GeV, in welchem ein Higgs-Boson erzeugt worden sein könnte. Sowohl das assoziierte Z-Boson als auch das Higgs-Boson zerfallen in ein Quark-Antiquark Paar. Jedes Quark erzeugt einen Jet von Hadronen, welche in der Spurkammer und den Kalorimetern klar zu erkennen sind.

LEP-Messungen zusammen mit Ergebnissen von anderen Beschleuniger-Experimenten liefern zwingende Hinweise, dass das Higgs-Boson im Standardmodell eine Masse von  $88^{+53}_{-35}$  GeV hat, und dass die Higgs-Masse mit einem Konfidenzintervall von 95% kleiner als 196 GeV ist. Das heißt, es könnten einige wenige Ereignisse mit den LEP-Detektoren aufgezeichnet worden sein, in denen ein Higgs-Boson erzeugt wurde.

Über das Standardmodell hinaus gibt es Modelle, die auch ohne Higgs-Bosonen Teilchen mit Massen beschreiben können – dazu gehören beispielsweise einige Modelle mit zusätzlichen räumlichen Dimensionen, die auch die Gravitation in die Theorie einschließen. Wären solche Modelle in der Natur realisiert, müssten sich Differenzen zwischen erwarteten und gemessenen Resultaten feststellen lassen, und das möglicherweise schon bei Energien, die mit dem LEP-Beschleuniger erreicht wurden.

Die Zeuthener Arbeitsgruppe konzentrierte sich auf die Suche nach dem Higgs-Boson, auf die Messung des Wirkungsquerschnittes der paarweisen Produktion von

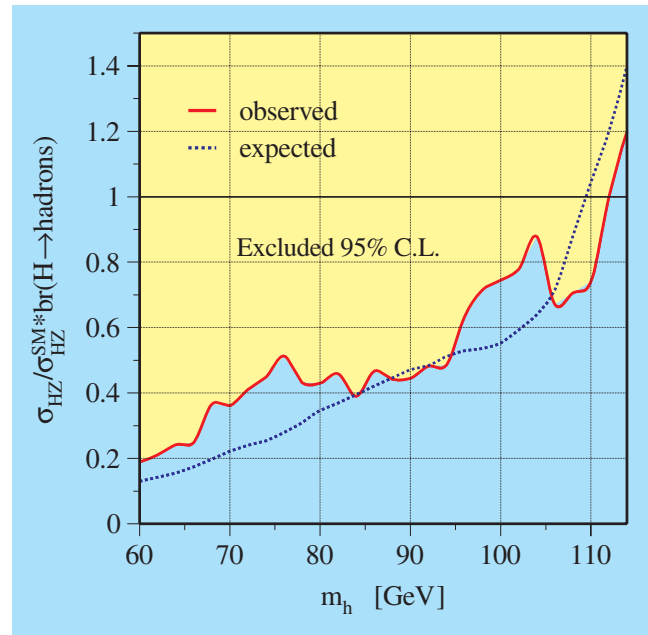


Abbildung 96: Die obere Grenze für den Wirkungsquerschnitt (normiert auf die Vorhersage des Standardmodells) der Higgs-Boson Erzeugung als Funktion der Higgs-Masse.

Z-Bosonen, auf die Suche nach Abweichungen von Vorhersagen des Standardmodells sowie auf die Suche nach supersymmetrischen Teilchen.

## Die Suche nach dem Higgs-Boson

Die Daten bei den höchsten je in  $e^+e^-$ -Reaktionen erreichten Energien um  $\sqrt{s} = 208$  GeV wurden nach der finalen Detektorkalibration nochmals nach dem Higgs-Boson abgesucht. Im Standardmodell werden Higgs-Bosonen  $h$  überwiegend gemeinsam mit dem Z-Boson erzeugt,  $e^+e^- \rightarrow hZ$ . Einige wenige Ereignisse, welche durch Higgs-Bosonen verursacht sein könnten, wurden auch gefunden, zum Beispiel das in Abbildung 95 gezeigte. Die Zahl dieser Ereignisse ist jedoch mit dem Untergrund verträglich. So konnte nur eine untere Grenze für die Masse des Higgs-Bosons von 112 GeV bestimmt werden. Die Suche nach dem Higgs-Boson wurde dann auf allgemeinere Modelle, wie das supersymmetrische oder Zwei-Dublett Modell, ausgedehnt,

welche auch die Paarproduktion von Higgs-Bosonen zulassen. Auch in diesen Ansätzen war die Suche negativ. So wurden weitgehend modellunabhängige Grenzen für den Wirkungsquerschnitt der Produktion von Higgs-Bosonen bestimmt (Abb. 96).

Die paarweise Erzeugung von Z Bosonen,  $e^+e^- \rightarrow ZZ$ , ist der Erzeugung von Higgs-Bosonen sehr ähnlich und liefert einen irreduziblen Untergrund. Daher ist die Messung von  $e^+e^- \rightarrow ZZ$  ein sehr wesentlicher Test des Detektors und der Analysetechniken, welche in der Suche nach dem Higgs-Boson verwendet werden. Weit mehr jedoch ist dieser Prozess, der im Standardmodell über den Austausch eines virtuellen Elektrons im t-Kanal beschrieben wird, als Test des Standardmodells bei hohen Energien von Bedeutung. Anomale Eichbosonen-Kopplungen, welche aus Physik jenseits des Standardmodells herrühren, können zusätzliche Beiträge zum Wirkungsquerschnitt liefern.

Die Messung des Wirkungsquerschnitts von  $e^+e^- \rightarrow ZZ$  erfolgte in allen möglichen Endzuständen. Das Ergebnis, dargestellt in Abbildung 97, ist in exzellenter Übereinstimmung mit der Vorhersage des Standardmodells. Die gleiche Feststellung gilt für den Subprozess  $e^+e^- \rightarrow ZZ \rightarrow b\bar{b}X$ .

### Abweichungen vom Standardmodell?

Bleibt die Suche nach neuen Prozessen und Teilchen erfolglos, kann ein Vergleich der Messung mit den Vorhersagen des Standardmodells mögliche Abweichungen aufgrund neuer physikalischer Phänomene aufzeigen.

Da die Wirkungsquerschnitte von Fermion-Paar-Endzuständen und Vorwärts-Rückwärts-Asymmetrien bei der Produktion von Lepton-Paaren bei den verfügbaren hohen Energien und Luminositäten mit Genauigkeiten im Prozentbereich gemessen wurden, können Abweichungen der Resultate von den Standardmodellvorhersagen relativ leicht sichtbar werden.

Bisher stimmten die Messungen der Wirkungsquerschnitte und der Vorwärts-Rückwärts-Asymmetrien sowie das Verhältnis der Wirkungsquerschnitte  $R_b = \sigma(e^+e^- \rightarrow b\bar{b})/\sigma(e^+e^- \rightarrow \text{Hadronen})$  im Rahmen der Messfehler mit den Vorhersagen des Standardmodells

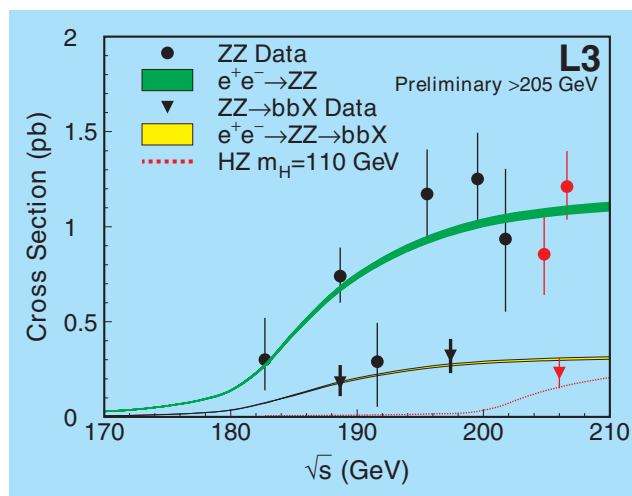


Abbildung 97: Die Wirkungsquerschnitte für die Prozesse  $e^+e^- \rightarrow ZZ$  und  $e^+e^- \rightarrow ZZ \rightarrow b\bar{b}X$ . Die gestrichelte Kurve zeigt die Erwartung für die Erzeugung von Higgs-Bosonen.

überein. Das bedeutet, dass neue Teilchen sehr schwer sein oder nur sehr schwach an Fermionen koppeln müssen, da sie praktisch nicht merklich zu den gemessenen Prozessen beitragen. Untere Grenzen für Massen bzw. obere für die Kopplungen von neuen Teilchen wie neutralen, schweren Z-Bosonen oder Leptoquarks wurden bestimmt. Ganz allgemein können diese Grenzen auch im Rahmen von 4-Fermion-Kontaktwechselwirkungen beschrieben werden, deren Wirksamkeit durch einen Parameter, die Energieskala  $\Lambda$ , erfasst wird. Näherungsweise kann man  $\Lambda$  als Verhältnis von Masse zu Kopplung betrachten. Die L3-Resultate zeigen, dass neue Prozesse bis zu einer Energieskala von 2 bis 20 TeV, je nach Wechselwirkungsmodell und Fermion-Endzustand der untersuchten Reaktion, ausgeschlossen sind. Im Rahmen einer allgemeineren Symmetrie, etwa  $E(6)$ , ergeben die Daten, abhängig vom Modell, untere Massengrenzen zwischen 275 GeV und 1.3 TeV für ein zusätzliches neutrales Eichboson  $Z'$ . Eine Kombination der Resultate aller vier LEP-Experimente schiebt diese unteren Grenzen auf Werte zwischen 430 GeV und 1.9 TeV.

Im Standardmodell werden die Teilchen als punktförmig angenommen. Sollten sie dennoch Substrukturen aufweisen, könnte sich das auch in messba-

ren Kontaktwechselwirkungen äußern. Dem Parameter  $\Lambda$  entsprechen bestimmte Teilchenradien. Der Radius von Leptonen ist kleiner als  $1.9 \times 10^{-19}$  m und der von Quarks kleiner als  $2 \times 10^{-19}$  m. Diese Teilchen sind daher im Rahmen unserer Messgenauigkeit punktförmig.

Falls Gravitonen in extra räumlichen Dimensionen existieren, können sie auch Fermion-Paar-Prozesse beeinflussen. Extra Dimensionen machen sich in unserer 3+1-dimensionalen Welt höchstens als eine spezielle Art von Kontaktwechselwirkung bemerkbar, die eine Projektion der zusätzlichen Dimensionen und ihrer fundamentalen Energieskala auf unsere bekannten Prozesse darstellt. Die Analysen zeigen, dass solche kompaktifizierten extra Dimensionen bis zu Energieskalen von 0.1 TeV nicht nachgewiesen werden können.

## Suche nach SUSY-Teilchen

Die Suche nach supersymmetrischen (SUSY) Partnern der Quarks und Leptonen konzentrierte sich auf R-Paritäts-verletzende Zerfälle. Die R-Parität ist eine additive Quantenzahl für supersymmetrische Teilchen, wobei auch Verletzungen der R-Parität zugelassen werden. Es wurde angenommen, dass die supersymmetrischen Teilchen paarweise unter Erhaltung der R-Parität erzeugt werden, dass aber bei deren Zerfall die R-Parität verletzt wird. Dabei wird entweder die Leptonenzahl oder die Baryonenzahl nicht erhalten. Damit ist immer nur eine der Kopplungen, welche R-Paritäts-verletzende Zerfälle erlauben, ungleich Null. Außerdem ist das leichteste supersymmetrische Teilchen nicht stabil und zerfällt in die bekannten Teilchen des Standardmodells. Gesucht wurde nach solchen Zerfällen in Endzuständen mit Leptonen, bestimmt durch die Kopplung  $\lambda_{ijk}$ , und in Endzuständen mit Hadronen mit der Kopplung  $\lambda''_{ijk}$ . Bei einer Kopplung größer als  $10^{-5}$  ließe sich der jeweilige Zerfall im Detektor beobachten.

Unter Berücksichtigung aller Daten von  $\sqrt{s} = 192\text{--}208$  GeV wurden untere Massengrenzen für Neutralinos ( $\tilde{\chi}_1^0, \tilde{\chi}_2^0, \tilde{\chi}_3^0$ ), Charginos ( $\tilde{\chi}_1^\pm$ ), rechtshändige skalare Leptonen ( $\tilde{\ell}_R$ ), Sneutrinos ( $\tilde{\nu}$ ) und skalare Quarks ( $\tilde{q}$ ) bestimmt:

$$M_{\tilde{\chi}_1^0} > 40 \text{ GeV}, M_{\tilde{\chi}_2^0} > 40 \text{ GeV}, M_{\tilde{\chi}_3^0} > 40 \text{ GeV}, \\ M_{\tilde{\chi}_1^\pm} > 103 \text{ GeV}, M_{\tilde{\ell}_R} > 83 \text{ GeV}, M_{\tilde{\nu}} > 149 \text{ GeV}.$$

Die Werte sind vergleichbar mit den bei L3 aus den R-Paritäts-erhaltenden Zerfällen erzielten Ergebnissen. In diesem Sinne sind die Massengrenzen für supersymmetrische Teilchen unabhängig von Annahmen über die Erhaltung der R-Parität.

## L3cosmics

Mit Hilfe des Myon-Spektrometers des L3-Detektors und eines  $200 \text{ m}^2$  großen zusätzlichen Szintillationsdetektors wurden in den Jahren 1999 und 2000 insgesamt 11 Milliarden Myonen aus Luftschauern mit Impulsen zwischen 20 und 2000 GeV/c vermessen. Im zweiten Jahr wurde dem Experiment ein Oberflächen-Schauerdetektor hinzugefügt, mit dessen Hilfe Richtung und Energie der Luftschauer bestimmt werden konnten. 33 Millionen Luftschauer wurden aufgezeichnet. Für etwa ein Drittel dieser Ereignisse wurden gleichzeitig ein oder mehrere Myonen im L3 Myon-Spektrometer registriert. Im Jahr 2001 wurden alle verfügbaren Daten weiter ausgewertet.

Hauptziel des Experiments ist die präzise Messung des Impulsspektrums der atmosphärischen Myonen und seine Abhängigkeit von der Ladung der Teilchen, und ihres Einfallswinkels. Das Spektrum wurde in diesem Jahr im Bereich von 40 bis 1000 GeV/c bestimmt. Der systematische Fehler wurde dabei auf 7.7% reduziert. Vorarbeiten zeigen, dass eine Halbierung dieses Wertes im nächsten Jahr möglich ist.

Die präzise Messung des Myonspektrums erlaubt Rückschlüsse über den Fluss atmosphärischer Neutrinos, dessen Kenntnis wichtig ist für die Bestimmung der Neutrino-Oszillationsparameter. Außerdem können Untergrundprozesse in vorhandenen und geplanten Neutrino-Teleskopen besser verstanden werden.

Mit Hilfe der Daten des Oberflächen-Schauerdetektors konnte in diesem Jahr erstmals das Myon-Spektrum in Abhängigkeit von der Energie der primären Luftschauer vermessen werden. Diese Ergebnisse werden mit Modellvorstellungen zur chemischen Zusammensetzung der kosmischen Strahlung verglichen. Es wird erwartet, Aussagen über die Änderung dieser Zusammensetzung mit wachsender Primärenergie machen zu können.

Die L3cosmics Datennahme erfolgte bei maximaler Aktivität der Sonne im elfjährigen Zyklus. Ein besonders starker „Solar Flare“ wurde am 14. Juli 2000 von Satelliten und Neutron-Monitoren auf der Erde beobachtet, was die Erzeugung von Protonen mit Energien bis zu einigen GeV bei diesem Prozess bestätigte. Analysen der Daten des L3cosmics Experiments ergaben keinen Hinweis darauf, dass Protonen noch höherer Energie erzeugt wurden.

## Neutrino-Astrophysik

Während die Neutrino-Astronomie bei niedrigen Energien durch die Beobachtung von solaren Neutrinos und von Neutrinos aus der Supernova 1987A wohl etabliert ist, steht der Nachweis von extraterrestrischen Neutrinos mit GeV oder TeV-Energien noch aus. Solche Neutrinos dürften zusammen mit hochenergetischen kosmischen Strahlen produziert werden, die zwar nachgewiesen wurden, deren Ursprung aber noch immer nicht geklärt ist. Im Gegensatz zu den geladenen kosmischen Strahlen behalten Neutrinos ihre Richtung bei; zudem können sie auch aus solchen Regionen des Kosmos zu uns dringen, die für Beobachtungen mit elektromagnetischen Wellen verborgen sind.

Unterirdische Detektoren haben sich als zu klein erwiesen, um die äußerst schwachen Flüsse von Neutrinos aus Aktiven Galaxien, Gamma Burstern oder binären Sternsystemen nachzuweisen. Das Fenster zu hohen Energien wird daher erst durch weit größere Anordnungen in offenem Wasser oder Eis geöffnet werden können. Neben der Suche nach extraterrestrischen Neutrinos widmen sich diese Detektoren so unterschiedlichen Feldern wie der Suche nach dunkler Materie oder nach magnetischen Monopolen, der Überwachung der Galaxis auf Supernova-Explosionen oder der Untersuchung von Neutrino-Oszillationen.

Die Neutrinoastrophysik-Gruppe in DESY-Zeuthen beteiligt sich an zwei Experimenten zum Nachweis hochenergetischer kosmischer Neutrinos. Das Schwergewicht der Aktivitäten liegt bei AMANDA, dem Neutrino-Teleskop am Südpol, und bei seinem Folgeprojekt, dem kubikkilometer-großen IceCube-Teleskop. Der zweite Detektor ist NT-200 im sibirischen Baikalsee. Durch ihre geographisch komplementäre Lage

ergänzen sich AMANDA und das Baikal-Experiment, die zur Zeit mit Abstand größten Neutrino-Teleskope. Die Rolle des kleineren NT-200 Detektors hat sich durch den Ausfall der bislang wichtigsten unterirdischen Neutrino-Teleskope – MACRO in Italien und Superkamiokande in Japan – entscheidend vergrößert.

Das hauptsächliche Nachweisprinzip von Teleskopen für hochenergetische Neutrinos besteht in der Registrierung und zweifelsfreien Identifizierung von aufwärtslaufenden Myonen. Nur Neutrinos können den Erdball durchqueren, und  $\nu_{\mu}$ s erzeugen in Wechselwirkungen über den geladenen Strom Myonen. Unterwasserteleskope bestehen aus einer gitterförmigen Anordnung von Photomultipliern (PM), mit deren Hilfe das Cherenkov-Licht der Myonen im Wasser registriert wird. Gemessen werden Ankunftszeit (mit einer Genauigkeit von 1–5 ns) und Stärke der Lichtsignale, woraus Richtung und Energie der Myonen rekonstruiert werden können.

Eine starke Hochenergie-Neutrinoquelle sind in der Atmosphäre erzeugte Neutrinos. Im Zentrum der ersten Analysen steht darum die effektive Identifizierung und korrekte Beschreibung atmosphärischer Neutrinos. Daran anschließend kann nach extraterrestrischen Ursprüngen, wie Neutrinos von Punktquellen, Neutrinos bei höchsten Energien oder Neutrinos in zeitlicher Korrelation mit Gamma Ray Bursts, gesucht werden. Beide Experimente, AMANDA und das Baikal-Experiment, haben nicht nur atmosphärische Neutrinos nachgewiesen, sondern auch die bisher besten oberen Grenzen für den Fluss extraterrestrischer, diffus einfallender Neutrinos gesetzt.

## AMANDA

Im Falle von AMANDA sind die Photomultiplier tief in dem 3 km dicken Eisschild, mit dem die Antarktis bedeckt ist, installiert. Die dazu notwendigen Löcher werden mit einem 80°C heißen Wasserstrahl in das Eis geschmolzen.

Der im Januar 2000 vollendete AMANDA-II Detektor besteht aus 19 Trossen („Strings“), von denen die ersten vier 1995/96 und die folgenden sechs 1996/97 installiert wurden. Dieser aus insgesamt 10 Strings und 302 PMs bestehende Detektor wird AMANDA-B10 genannt. 1998/99 folgten drei weitere, und ein Jahr darauf



schließlich sechs Strings. AMANDA-II hat eine effektive Fläche von  $25\,000\text{ m}^2$  für 1 TeV-Myonen und ist damit etwa 25-mal so sensitiv wie die größten unterirdischen Neutrino-Detektoren. Die große Fläche bei hohen Energien wird erkauft mit „Blindheit“ bei niedrigen Energien; die Energieschwelle von AMANDA liegt bei etwa 50 GeV.

### Abschließende Resultate der 1997er Daten

Im vergangenen Jahr wurde die Analyse der  $10^9$  Ereignisse, die der B10-Detektor im Jahr 1997 über 170 Tage hinweg registriert hatte, abgeschlossen. Die erste und methodisch wichtigste Analyse betrifft den Nachweis atmosphärischer Neutrinos. Zwei unabhängige Analysen, die eine durchgeführt am DESY, die andere in Madison, kamen zu konsistenten Resultaten und fanden 223 bzw. 204 Neutrino-Kandidaten. Die Winkelverteilung der Myonspuren ist kompatibel mit der Erwartung für Wechselwirkungen atmosphärischer Neutrinos. Es werden keine Anzeichen für Punktquellen beobachtet.

Das wichtigste astrophysikalische Resultat ergibt sich aus der Suche nach diffus einfallenden, extraterrestrischen Neutrinos. Da das erwartete Energiespektrum härter ( $E^{-2}$ ) als jenes der atmosphärischen Neutrinos ( $E^{-3.7}$ ) ist, kann man aus der Nichtbeobachtung eines Überschusses von Neutrino-Ereignissen mit hoher Energiedeposition eine obere Grenze für den diffusen Fluss von Neutrinos aus Quellen mit einem  $E^{-2}$ -Spektrum ableiten. Die Grenze, die sich aus der in DESY durchgeführten Analyse ergibt, liegt mit  $dF/dE \cdot E^2 < 0.9 \times 10^{-6} \text{ GeV cm}^{-2} \text{ s}^{-1} \text{ sr}^{-1}$  um einen Faktor zwei unter derjenigen oberen Grenze, welche die Beobachtung von Gamma-Strahlen in Bezug auf die zu erwartenden Neutrinoflüsse setzt (Abb. 98). Darüber hinaus werden einige konkrete Modelle für die Neutrino-Produktion in Aktiven Galaxien ausgeschlossen. Damit ist der erste Schritt der Neutrino-Astronomie aus dem eher methodischen Stadium in ein astrophysikalisch relevantes Gebiet getan.

Mit AMANDA-B10 wurde eine Reihe anderer Resultate gewonnen, darunter Obergrenzen für den Neutrinofluss aus Punktquellen von im Mittel  $10^{-7} \text{ cm}^{-2} \text{ s}^{-1}$  (unter Annahme eines  $E^{-2}$  Spektrums und Normierung auf eine Schwellenenergie von 10 GeV) sowie für den kumulativen Neutrinofluss von den 88 Gamma Ray

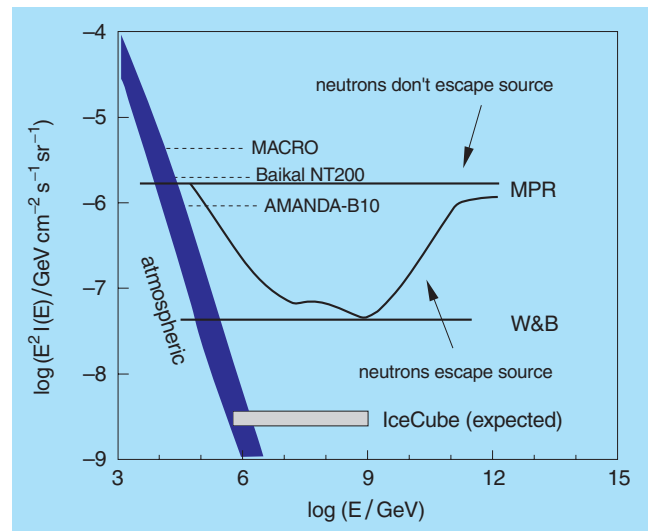


Abbildung 98: Experimentelle Obergrenzen für den Fluss extraterrestrischer Neutrinos mit einem  $E^{-2}$ -Spektrum im Vergleich zu Grenzen, die unter verschiedenen Annahmen aus dem gemessenen Spektrum kosmischer Strahlen abgeleitet wurden. Zum Vergleich ist das Spektrum atmosphärischer Neutrinos gezeigt.

Bursts, die 1997 von dem BATSE-Satelliten im keV- und MeV-Bereich identifiziert wurden, von  $dN/dE \cdot E^2 < 4 \times 10^{-4} \text{ TeV cm}^{-2}$ . Die Obergrenzen für relativistische magnetische Monopole, die sich durch sehr helle Spuren auszeichnen (8300-mal so starke Lichtabstrahlung wie ein minimal ionisierendes Myon) liegen bei  $0.62 \times 10^{-16} \text{ cm}^{-2} \text{ s}^{-1} \text{ sr}^{-1}$  für  $\beta = v/c \approx 1$  und damit um einen Faktor 20 unter dem aus astrophysikalischen Überlegungen abgeleiteten so genannten Parker-Limit. Aus der Nichtbeobachtung eines Überschusses von Ereignissen aus der Richtung des Erdzentrums wurden obere Grenzen in Bezug auf die Akkumulation und anschließende Annihilation von supersymmetrischen „Dunkle Materie“-Teilchen in der Erde abgeleitet.

AMANDA kann wegen des Fehlens optischer Störsignale im Eis auch kleine Änderungen der Rauschraten der Photomultiplier registrieren. Erhöhungen der Rauschraten über einige Sekunden könnten durch viele niederenergetische Neutrino-Reaktionen infolge einer Supernova-Explosion in unserer Galaxis hervorgerufen werden. Gegenwärtig überwacht AMANDA fast 90% der Galaxis auf Supernovae.

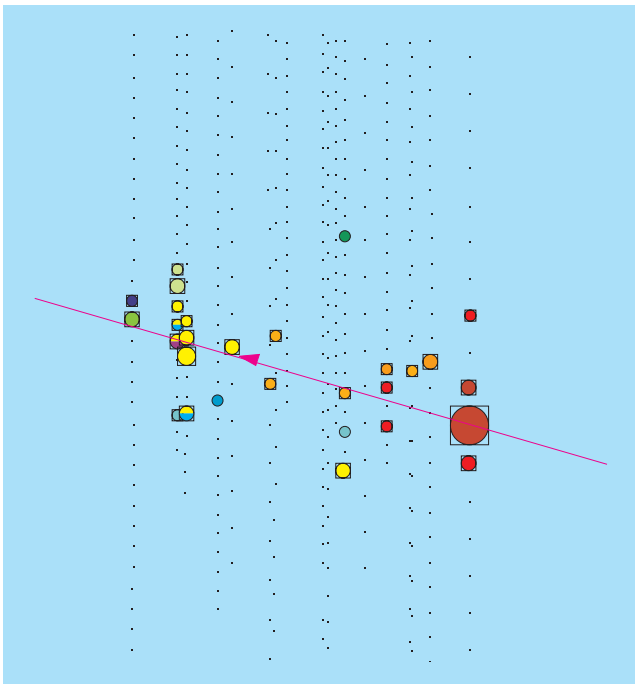


Abbildung 99: Ereignis-Display eines nahezu horizontalen Neutrino-Ereignisses in den Amanda-II-Daten des Jahres 2000.

Die gegenwärtige Bearbeitung der AMANDA-B10-Daten der Jahre 1998/99 wird unter anderem in Stockholm, Uppsala, Brüssel und Philadelphia durchgeführt.

## AMANDA-II

AMANDA-II mit seinen zusätzlichen neun äußeren Strings kann insbesondere Spuren nahezu horizontal einfallender Teilchen weit besser rekonstruieren als AMANDA-B10. Das führt zu einer verbesserten Winkelakzeptanz und drei bis vier Neutrino-Kandidaten pro Tag. Abbildung 99 zeigt ein nahezu horizontales Neutrino-Ereignis. Bisher sind von den Daten der Jahre 2000 und 2001 etwa 10% analysiert und jeweils knapp hundert Neutrino-Kandidaten separiert worden.

Die erwartete Sensitivität von AMANDA-II auf diffuse Flüsse beträgt  $dF/dE \cdot E^2 \sim 10^{-7} \text{ GeVcm}^{-2}\text{s}^{-1}\text{sr}^{-1}$ , der minimal nachweisbare Fluss von Punktquellen oberhalb von 1 TeV wird zu  $5 \times 10^{-11} \text{ cm}^{-2}\text{s}^{-1}$  berechnet, knapp unterhalb der Obergrenzen, die sich aus Gamma-Beobachtungen mit dem Milagro-Detektor (USA)

ergeben. Für Quellen mit einem Neutrino-zu-Gamma-Verhältnis größer als eins würde daher ein Nachweis in den Bereich des Möglichen rücken.

Die Monitorierung von AMANDA hat sich im Vergleich zu den Vorjahren wesentlich verbessert. Die Datennahme wird wochenweise auf die Institutionen verteilten Schichten kontinuierlich überwacht. Die Daten werden am Pol durch einen Online-Filter geschickt und danach rekonstruiert. Erste Neutrino-Kandidaten stehen damit im Prinzip wenige Tage nach ihrer Aufzeichnung zur Verfügung. Die Kollaboration hat sich jedoch entschlossen, die gesamte Analyse-Kette für AMANDA-II anhand von nur 20% der Daten zu entwickeln, um bei Schnitten auf die Datenqualität nicht durch Fluktuationen der endgültigen Datenmenge beeinflusst zu sein. Erste Grenzen aus der vollen Datenmenge werden darum frühestens Mitte 2002 zur Verfügung stehen. DESY ist für die volle Prozessierung der 2000er Daten zuständig und konzentriert sich auch bei der Analyse auf das Jahr 2000.

## IceCube

Vorhersagen für die Neutrino-Flüsse aus astrophysikalischen Quellen wie Aktiven Galaxien oder Gamma Ray Bursts legen Detektoren von der Größenordnung eines Kubikkilometers nahe. Die Sensitivitätsgrenze solcher Detektoren für diffuse Flüsse liegt mit  $dF/dE \cdot E^2 \sim 0.3 \times 10^{-8} \text{ GeVcm}^{-2}\text{s}^{-1}\text{sr}^{-1}$  unterhalb des Waxman-Bahcall-Limits (Abb. 98). Punktquellen, deren Neutrino Flüsse zehnfach schwächer sind als die TeV-Gammaflüsse der Aktiven Galaxie Markarian-501, könnten identifiziert werden. Die Grenzen auf magnetische Monopole würden um einen Faktor hundert verbessert.

Der geplante IceCube-Detektor soll aus 4800 Photomultipliern an 80 Strings bestehen, bei 12 m Stringabstand und 16 m Abstand zwischen den PMs entlang eines Strings. AMANDA-II soll in IceCube integriert werden (Abb. 100).

Die PM-Information wird im optischen Modul digitalisiert und dann über ein elektrisches Kabel an die Oberfläche übertragen. Dieses Konzept wird Digitaler Optischer Modul (DOM) genannt. Die Kollaboration hat sich im März 2001 entschieden, den Weg der optischen Analogübertragung der Signale zugunsten des

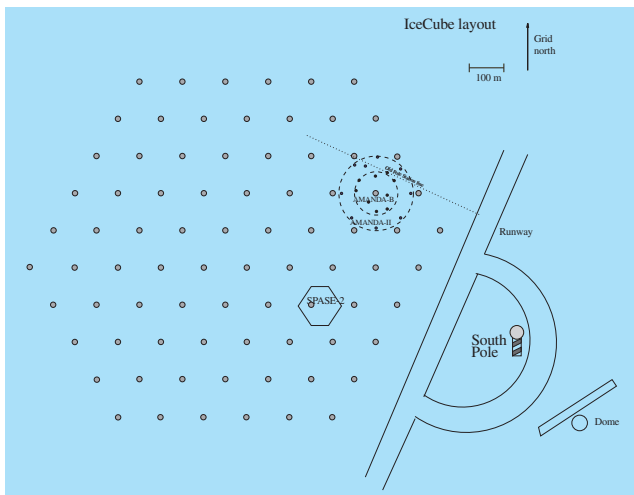


Abbildung 100: Draufsicht des IceCube Detektors. Rechts oben Amanda, rechts unten der Pol, die alte Polstation und die Landebahn. Der Maßstab neben dem Pfeil kennzeichnet 100 m.

DOM-Prinzips aufzugeben. Die entscheidenden Messungen hierfür wurden im Januar 2001 mit einigen der insgesamt 41 an String No. 18 installierten PMTs durchgeführt, für welche sowohl die optische Analogauslese wie auch die Digitalauslese möglich sind. Die vollständige Ausleseelektronik für all DOMs an String 18 wurde im Sommer und Herbst in Zeuthen gebaut und im Dezember 2001 erfolgreich am Pol installiert.

Das IceCube-Projekt wurde im Oktober einer letzten Begutachtung in den USA unterworfen („Hartill-Review“) und von dem Komitee nachdrücklich empfohlen. Eine Woche später empfahl auch das DESY Physics Research Committee die Teilnahme von DESY an IceCube. Das DESY-Direktorium folgte der Empfehlung des PRC. Der gegenwärtige Plan sieht vor, drei Strings in der Saison 2003/04 zu installieren. Diese Saison dient gleichzeitig als Technologietest für die neue Heißwasser-Bohranlage. In den Folgejahren sollen dann bis zu 16 Strings pro Jahr installiert werden, so dass der Detektor im Jahre 2009 fertig gestellt sein kann.

DESY Zeuthen wird im IceCube-Projekt folgende Aufgaben und Verantwortlichkeiten übernehmen:

- Montage und Tests von 1300 DOMs in Zeuthen in Zusammenarbeit und gemeinsam finanziert mit den Universitäten Mainz und Wuppertal,

- Entwicklung der DAQ für die Optischen Module,
- eines der zwei IceCube „Analysezentren“ für die Prozessierung der experimentellen und der Monte-Carlo-Daten,
- Beteiligung an der Software-Entwicklung für IceCube.

## Das Baikal-Experiment

Der Machbarkeitsbeweis für Neutrinooteleskope unter Wasser wurde durch das Baikal-Experiment erbracht. Im März/April 1993 wurde die weltweit erste Anordnung von 36 PMs an drei Trossen installiert und Myon-Spuren räumlich rekonstruiert. Mit diesem Detektor wurden auch die ersten zwei aufwärts laufenden Myonen und damit die ersten Neutrino-Kandidaten identifiziert. Seit 1998 umfasst das Baikal-Teleskop 192 Photomultiplier an acht Trossen (NT-200) und registriert durchschnittlich alle drei Tage ein Ereignis mit klarer Neutrino-Signatur. Die Energieschwelle liegt bei etwa 10 GeV. Mitarbeiter der Zeuthener Gruppe beteiligen sich aktiv an der Datenanalyse des Experiments.

Die Rolle des Baikal-Experimentes hat sich im letzten Jahr auf unvorhergesehene Weise verstärkt. Zum einen wurde im Sommer MACRO (Italien) mit seinen 700 m<sup>2</sup> effektiver Fläche planmäßig abgeschaltet, und im November verlor Superkamiokande, das Flaggschiff der Neutrino-Astronomie (1000 m<sup>2</sup> Fläche), durch einen Unfall etwa 2/3 seiner PMs und wird auf ein bis zwei Jahre außer Betrieb sein. Damit ist NT-200 gegenwärtig der einzige große Detektor auf der Nordhalbkugel. Die Fläche von NT-200 beträgt 2000 m<sup>2</sup> für 1 TeV-Myonen, im Vergleich zu wenigen hundert Quadratmetern der Untergrunddetektoren SNO, LVD, Soudan und Baksan.

Zum anderen hat sich herausgestellt, dass mit NT-200 eine Obergrenze für diffuse Neutrinos bestimmbar ist, die nur um etwa einen Faktor zwei schlechter ist als jene des viel größeren AMANDA-Detektors. Die Suchstrategie zielt nicht auf Myonen ab, die den Detektor durchqueren, sondern auf elektromagnetische oder hadronische Schauer in einem sehr großen Volumen unterhalb des Detektors. Dieses Volumen ist um ein Vielfaches größer als das geometrische Volumen 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 „von unten“ konnte eine obere Grenze für den Fluss hochenergetischer, diffus eintreffender Neutrinos aus Quellen mit einem  $E^{-2}$ -Spektrum zu  $dF/dE \cdot E^2 < 1.9 \times 10^{-6} \text{ GeVcm}^{-2}\text{s}^{-1}\text{sr}^{-1}$  abgeleitet werden (Abb. 98).

Die Kollaboration plant, in den nächsten zwei Jahren die Sensitivität auf diffuse Flüsse um einen Faktor vier zu verbessern. Das soll durch einen moderaten Ausbau um nur 22 PMs an drei Strings geschehen, die in einem Abstand von 70 Metern zu NT-200 angeordnet sind. Dieser NT200+ genannte Detektor wird zusammen mit AMANDA die Grenzen für diffus einfallende Neutrinos verbessern und als Kontroll-Experiment im Falle eines positiven Befundes bei AMANDA dienen können.

Ehe voraussichtlich im Jahre 2004 das ANTARES-Teleskop im Mittelmeer seinen vollen Betrieb aufnimmt, übernimmt daher das Baikal-Teleskop eine äußerst wichtige Rolle.

## Theoretische Elementarteilchenphysik

Theoretische Untersuchungen wurden auf den Gebieten der störungstheoretischen Quantenfeldtheorie des Standardmodells und dessen Erweiterungen, der Gittereichtheorie und allgemeiner Aspekte von Quantenfeldtheorien durchgeführt.

### Quantenchromodynamik

Perturbative Untersuchungen auf dem Gebiet der starken Wechselwirkung (QCD) befassten sich mit Fragestellungen der unpolarisierten und polarisierten tiefinelastischen Streuung. Im Bereich sehr kleiner Werte von Bjorken- $x$  werden neue dynamische Mechanismen vermutet, die zu einem Abfallen des Wachstums der Strukturfunktionen führen.

In einer ersten Analyse konnte gezeigt werden, dass dieser Effekt mit großer Wahrscheinlichkeit erst außerhalb des kinematischen Gebietes von HERA eintritt [DESY 01-007]. Neben den Screening-Termen wurden auch

Anti-Screening Beiträge gefunden. Eine Neuberechnung der anomalen Dimensionen der Transversalitäts-Strukturfunktion wurde mit verschiedenen Methoden vorgenommen, um Zweifel, die in der Literatur geäußert wurden, zu beseitigen [DESY 01-032].

Die Messung dieser Größe durch die HERMES-Kollaboration ist geplant. Eine Analyse aller verfügbaren Daten über Skalenverletzungen der polarisierten Strukturfunktion wurde in Zusammenarbeit mit Mitarbeitern der HERMES-Gruppe durchgeführt. Hierbei wurden erstmals Parametrisierungen der polarisierten Partondichten mit korrelierten Fehlern, für die es ebenso Parametrisierungen gibt, abgeleitet und die starke Kopplungskonstante  $\alpha_s$  bestimmt [DESY 01-107]. Sowohl in der unpolarisierten (H1, ZEUS) als auch in der polarisierten (HERMES) tiefinelastischen Streuung wird nach einer neuen Art der Korrelationsfunktionen, so genannter verallgemeinerter Partonverteilungen, gesucht. Sie können in Nicht-Vorwärts-Streuprozessen gemessen werden. Diese Korrelationsfunktionen eröffnen die Möglichkeit, den Bahndrehimpulsanteil der Quarks im Nukleon zu messen. Die Struktur des Streuquerschnittes und dessen Skalenverhalten wurden für den Fall zusätzlicher Mesonproduktion untersucht [DESY 01-108]. Die für die Nicht-Vorwärtsstreuung entwickelten Techniken der Lichtkegelentwicklung konnten erfolgreich auf den Prozess der inklusiven diffraktiven Streuung angewandt werden [DESY 01-072]. Dieser Formalismus gibt erstmalig eine konsequent feldtheoretische Beschreibung dieses Prozesses mit Hilfe der Operatorproduktentwicklung, die es erlaubt, über die bisher gefundene Twist-2 Faktorisierung auch systematisch Korrekturen höheren Twists zu behandeln. Mit ähnlichen Methoden wurden hadronische Zerfälle von B-Mesonen beschrieben [DESY 01-135]. QCD-Techniken wurden auf die Berechnung elektromagnetischer radiativer Korrekturen angewandt. Arbeiten zu Produktionseigenschaften von Leptoquarks an Hochenergiebeschleunigern wurden fortgesetzt.

### Elektroschwache Theorie

Ein weiterer Forschungsschwerpunkt war die Berechnung von Vorhersagen für Prozesse an den Beschleunigern LEP und DAΦNE sowie für das Projekt Linear-Collider TESLA. Erwähnt seien das Studium der  $\nu\bar{\nu}\gamma$ -



Produktion bei LEP2 [hep-ph/0110371] sowie eine vergleichende Studie des Potentials von LHC und TESLA zur Suche nach flavour-verletzenden neutralen Top-Quark-Kopplungen [hep-ph/0102197]. Mehrere Beiträge aus der Arbeitsgruppe wurden für den physikalischen Teil des Technical Design Reports (TDR) des TESLA-Projekts erarbeitet [hep-ph/0106315].

Auch die Projekte zu Strahlungskorrekturen höherer Ordnung und allgemeineren Strukturuntersuchungen wurden intensiv weiterbearbeitet. Es wurde mit dem Aufbau eines Projektes zur systematischen Untersuchung von Korrekturen höherer Ordnung der Störungstheorie begonnen, das auf dem in Dubna und Bielefeld entwickelten Programm DIANA basiert und die effektive Berechnung von Observablen mit Beiträgen von vielen Feynman-Diagrammen ermöglicht. Eine der Anwendungen ist die Top-Quark-Paarproduktion, eine andere sind Multileg-Prozesse in der QCD.

Zum ersten Mal wurden die hadronischen Beiträge zum anomalen magnetischen Moment ( $g-2$ ) des Myons über die Adlerfunktion im Euklidischen ( $t$ -Kanal) berechnet [DESY 01-028]. Der Vorteil dieses Verfahrens liegt in der wesentlich zuverlässigeren Kontrolle des Gültigkeitsbereichs der perturbativen QCD. Präzise theoretische Voraussagen für das magnetische Moment ( $g-2$ ) des Myons sind durch das neue, wesentlich präzisere experimentelle Resultat aus Brookhaven zu Beginn dieses Jahres von höchstem Interesse. In diesem Zusammenhang wurden auch wesentlich verbesserte Berechnungen der Strahlungskorrekturen zur niederenergetischen Hadronproduktion bei DAΦNE veröffentlicht [DESY 00-163]. Die Ergebnisse werden mittlerweile von experimentellen Gruppen bei DAΦNE/Frascati und bei VEPP-2M/Novosibirsk zur Datenanalyse herangezogen.

Wichtige Ergebnisse zur Physik bei TESLA konnten in zwei verschiedenen Projekten erzielt werden: Zum einen konnten die Berechnungen zur Photonabstrahlung in der Vier-Fermion Produktion für massive Fermionen für alle Kanäle abgeschlossen werden [DESY 01-143]. Einzelne Kanäle weisen auf dem Born-Niveau über tausend Feynman-Diagramme auf. Entsprechend schwierig war es, numerisch zuverlässige und zugleich effiziente Computer-Programme zu entwickeln. Wesentlich aufwendiger war die erstmalige Berechnung der vollständigen bosonischen Zweischleifen-Korrekturen zu den Massen des W- und Z-Bosons

[DESY 01-067]. Dabei ging es um die Berechnung einiger tausend sehr komplizierter Feynman-Integrale. Die Korrekturen stellen sich als wesentlich heraus und können dazu beitragen, die indirekten Higgsmassenschranken zuverlässiger zu bestimmen. Eine weitere Untersuchung betraf die genauere Berechnung der effektiven Feinstrukturkonstanten bei TESLA-Energien [DESY 01-029]. Hier wurden auch grundsätzliche Probleme diskutiert, welche durch die nicht-Abelschen Beiträge (W-Paare) hervorgerufen werden. Die W Paarproduktion bei RHIC wurde untersucht [DESY 01-098].

## Gitter-Eichtheorie

Die ALPHA-Kollaboration untersuchte mittels ausgehnter numerischer Simulationen die Energieabhängigkeit der starken Kopplung in der QCD mit zwei masselosen Quarks [DESY 01-052]. Nach den bisherigen vorläufigen Ergebnissen sind die durch die Diskretisierung der Raum-Zeit eingeführten Fehler etwa von der erwarteten Größenordnung, und die erzielten Resultate sollten daher nahe am Kontinuumsverhalten liegen. Die perturbative Energieabhängigkeit wurde für große Werte der Energie bestätigt, während sich für Energien unterhalb von 1 GeV deutlich Abweichungen von der Störungstheorie ergeben.

In einer verwandten Studie, jedoch in der Theorie ohne dynamische Quarks, wurde die starke Kraft zwischen statischen Quarks im Abstandsbereich von 0.05 bis 0.7 fm berechnet. Es zeigte sich, dass die Kraft bis zu Abständen von ungefähr 0.25 fm durch Störungstheorie recht gut beschrieben wird. Die Bestätigung der Anwendbarkeit der Störungstheorie in diesem Fall ist von Bedeutung für die Vorhersage des Top-Antitop Wirkungsquerschnitts bei TESLA. In der Nähe der Produktionsschwelle lässt sich das Top-Antitop System als nichtrelativistisch betrachten. Seine Dynamik ist dann wesentlich durch das (perturbativ zu berechnende) Potential bestimmt.

Die Beschreibung schwerer Quarks ist auf dem Gitter mit erheblichen Schwierigkeiten verbunden. Der naheliegende Zugang einer Entwicklung in  $1/M_{\text{Quark}}$  war bisher mit erheblichen perturbativen Unsicherheiten behaftet. Insbesondere kann bei perturbativer

Behandlung der Renormierung in vielen Fällen ein systematischer Kontinuumslimites nicht durchgeführt werden. Hier konnte ein konzeptioneller Fortschritt erzielt werden. Mit Hilfe einer neuen Strategie lässt sich das Problem komplett umgehen [DESY 01-140]. Anhand des Beispiels der Berechnung der b-Quarkmasse konnte demonstriert werden, dass sich die Strategie in numerischen Rechnungen erfolgreich umsetzen lässt.

## Allgemeine Feldtheorie

Die Untersuchungen von doppelt-periodischen Instantonen wurden weitergeführt und die „Monopol Konstituenten“ als „soft zero-modes“ der Nahm-Gleichung identifiziert.

Durch Inversion der symplektischen Form der  $SL(2, \mathbb{R})$ -Wess-Zumino-Novikov-Witten (WZNW)-Theorie wurden die chirale und anti-chirale „Poisson bracket algebra“ und daraus erstmals kausale „Poisson brackets“ für nicht-gleichzeitige physikalische Felder hergeleitet. Hamiltonreduktion erlaubte es, die entsprechenden Strukturen der zugehörigen Coset-Theorien, nämlich der Liouville-Theorie bzw. der  $SL(2, \mathbb{R})/U(1)$ -Modelle Schwarzer Löcher, zu deduzieren. Mit einem Moyal-Formalismus wurde eine für nicht-lineare Theorien neuartige Quantisierung der Liouville-Theorie realisiert, die eine natürliche Berechnung von Korrelationsfunktionen für geeichte WZNW-Theorien ermöglicht.

## Internationale Zusammenarbeit

Gegenwärtig arbeitet der Bereich Theorie in vier TMR-Netzwerken der Europäischen Union mit. Diese sind:

- EURODAPHNE: „High Precision Elementary Particle Physics at the  $\phi$  Factory DAΦNE“,
- Quantum Chromodynamics and the Deep Structure of Elementary Particles,
- Hadron Phenomenology from Lattice QCD,
- Particle Physics Phenomenology at High Energy Colliders.

Außerdem besteht ein INTAS Projekt: „Integrability in Statistical Physics and Quantum Field Theories“.

Die Zusammenarbeit mit dem JINR Dubna wurde auch in diesem Jahr durch die Heisenberg-Landau Stiftung unterstützt. Das Deutsch-Georgische Kooperationsprojekt Integration und Quantisierung nicht-nilpotenter geeichter Wess-Zumino-Novikov-Witten konformer Feldtheorien wurde von der DFG unterstützt.

Die ALPHA-Kollaboration, an der Wissenschaftler der Universitäten HU Berlin, Münster, Milano, Rom II und der Institute CERN, MPI München beteiligt sind, wird von Zeuthen aus koordiniert.

Es besteht eine enge Zusammenarbeit mit den Instituten für Theoretische Physik der Humboldt Universität Berlin und der Universitäten Leipzig und Bielefeld.

## APE Projekt / Entwicklung von Parallelrechnern

DESY stellt im Rahmen des John von Neumann Instituts für Computing (NIC), das gemeinsam mit dem Forschungszentrum Jülich betrieben wird, den Anwendern aus der Gittereichtheorie Rechenzeit auf speziellen Parallelrechnern vom Typ APE (Array Processor Experiment) zur Verfügung. Bei diesen Rechnern handelt es sich um massiv parallele Computer, die speziell für Rechnungen in der theoretischen Elementarteilchenphysik optimiert wurden. Diese Rechner werden in Zusammenarbeit mit Projektgruppen des INFN (Italien), Mitarbeitern der Theoriegruppe und der Forschergruppe Teilchenphysik des NIC entwickelt.

Im Dezember 2001 wurde am DESY Zeuthen die Installation der neuen Supercomputer vom Typ APEmille abgeschlossen. Die Installation umfasst über 1000 Prozessoren, die zusammen in jeder Sekunde mehr als 500 Milliarden Gleitkomma-Operationen durchführen können (Abb. 90). Verbunden sind sie durch ein leistungsfähiges Netzwerk. Der Zugang zu diesen Spezialrechnern ist realisiert durch ein Netzwerk von marktüblichen PCs, die mit dem Betriebssystem Linux operieren. Ungeachtet einiger Anlaufschwierigkeiten sind die Erfahrungen mit den neuen Systemen sehr positiv: Ähnlich wie die vorhergehende Rechnergeneration, APE100, zeichnet sich auch die APEmille durch hohe Stabilität aus.

Die enorme Rechenleistung, wie sie eine große APEmille Installation bietet, wird benötigt, um numerische Simulationen von Feldtheorien durchzuführen. Die Rechenzeit wird über das NIC der Forschung zur Verfügung gestellt. Aktuell sorgen vier internationale Forschungsk Kooperationen für eine hohe Auslastung dieser Computer. Von den Anwendern werden gewaltige Rechenleistungen benötigt. So bestand auf der Konferenz Lattice 2001 unter den Teilnehmern einer Podiumsdiskussion Einigkeit darüber, dass mittelfristig Supercomputer mit einer Rechenleistung von etwa 10 TFlops zur Verfügung stehen sollten. Langfristig benötigt die internationale Gittergemeinschaft Maschinen mit Rechenleistungen in der Größenordnung von 100 Tflops, um präzise Ergebnisse bei bestimmten Problemen in der QCD zu erreichen.

Um dieses Ziel tatsächlich zu erreichen, hat DESY im Jahr 2001 mit dem INFN und der Universität Paris-Sud eine Kooperationsvereinbarung geschlossen zur Entwicklung des Nachfolgesystems apeNEXT. Bis Ende 2001 wurde das Design aller wichtigen Komponenten dieses neuen Supercomputers fertig gestellt. Das Hauptaugenmerk der bisherigen Entwicklungsarbeit galt dem neuen Prozessor. Im Unterschied zu APEmille wurden alle wesentlichen Funktionen in einem Chip zusammengefasst. Entsprechend aufwendig gestaltete sich die Überprüfung der Leistungsfähigkeit und der korrekten Funktionalität des neuen Prozessors.

An dieser Arbeit war die Zeuthener APE-Gruppe maßgeblich beteiligt. Gleich 16 dieser Prozessoren werden beim neuen Rechner auf ein einzelnes Board platziert, um weiterhin eine sehr kompakte Bauweise zu ermöglichen. Anders als beim Vorgänger werden bei apeNEXT nicht mehr alle Prozessoren strikt im gleichen Takt die gleichen Operationen ausführen. Vielmehr wird ihre Arbeit nur noch von Zeit zu Zeit beim Austausch von Daten synchronisiert. Nachdem mit dem Abschluss des Designs ein weiterer Meilenstein erreicht wurde, ist das nächste große Ziel die Inbetriebnahme des ersten Prototyprechners zum Jahresende 2002.

## NIC bei DESY Zeuthen

DESY Zeuthen beherbergt seit Oktober 2000 die Forschergruppe Elementarteilchenphysik des John von Neumann Instituts für Computing (NIC). Das NIC ist

eine Einrichtung, die gemeinsam vom Forschungszentrum Jülich und DESY getragen wird und die Forschern, die sich mit wissenschaftlichem Rechnen befassen und insbesondere numerische Simulationen durchführen, die hierfür notwendige Rechenleistung zur Verfügung stellt.

Das NIC unterhält außerdem Forschungsgruppen, die in den Bereichen Elementarteilchenphysik und Vielteilchenphysik arbeiten.

Das Forschungsprogramm der NIC-Gruppe konzentriert sich auf Untersuchungen in der Quantenchromodynamik (QCD) als dem allgemein akzeptierten Modell der starken Wechselwirkung. Ziel der Forschung ist es, mittels ab initio Rechnungen Vorhersagen aus der QCD abzuleiten, ohne auf zusätzliche Approximationen oder Annahmen zurückgreifen zu müssen.

Die Forschungsaktivitäten der NIC-Gruppe sind recht vielfältig und umfassen die Entwicklung von innovativen theoretischen Konzepten, die Verbesserung von Algorithmen und die Entwicklung von speziellen Höchstleistungsrechnern. Erst das Zusammenspiel dieser drei Aspekte kann schließlich erwarten lassen, präzise Vorhersagen der QCD zu bekommen und damit Interpretationen der Experimente zu leisten. Dabei erleben wir im Moment einen Umbruch in der Gittereichtheorie: die Physiker gehen mehr und mehr dazu über, die bisher meist verwendete Valenzquark-Approximation hinter sich zu lassen und in der vollen Theorie zu arbeiten, was wegen des enormen Mehraufwandes an Rechenzeit erst durch die jetzige Rechnergeneration ermöglicht wird.

## Forschungsschwerpunkte

Fundamentale Parameter der QCD:

Die QCD ist auf dem Niveau der Quarkfelder durch ihre Parameter, die Kopplungskonstante und die Quarkmassen, gegeben. Bei der Bestimmung dieser fundamentalen Größen wurden erste Schritte unternommen, um die Rechnungen in der vollen Theorie vorzunehmen. Dies bedeutet einen qualitativen Fortschritt. Rechnungen wurden von der ALPHA- und der QCDSF-Kollaboration durchgeführt.

Chiral invariante Formulierungen der QCD:

Lange Zeit waren die wichtige chirale Symmetrie der masselosen QCD und das Gitter unvereinbar. Erst seit

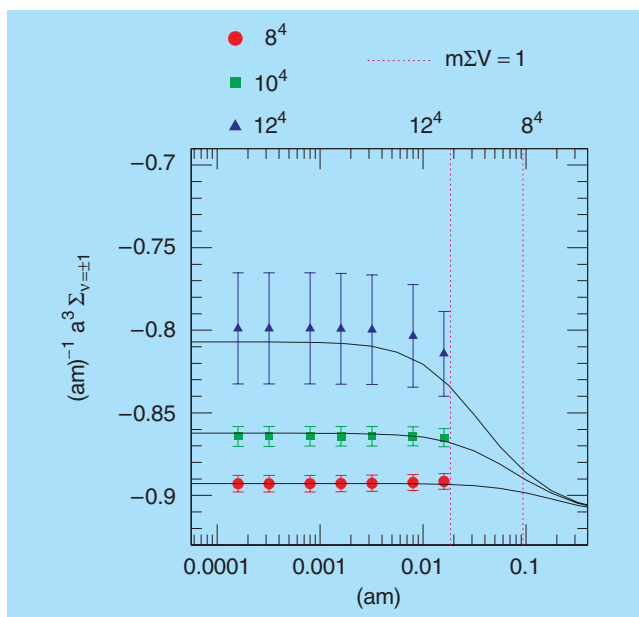


Abbildung 101: Das skalare Kondensat als Funktion der Quarkmasse, berechnet in unterschiedlichen Volumina. Die durchgezogene Linie ist die analytische Vorhersage aus der chiralen Störungstheorie.

relativ kurzer Zeit ist bekannt, wie die chirale Symmetrie auf dem Gitter realisiert werden kann. Die NIC-Gruppe beschäftigt sich schwerpunktmäßig mit chiral invarianten Formulierungen der QCD. So gelang es, auf dem Gitter das Phänomen der spontanen chiralen Symmetriebrechung zu demonstrieren und ein nicht-perturbativ renormiertes skalares Kondensat zu berechnen (Abb. 101). Allerdings bleiben diese Rechnungen zur Zeit auf die Valenzquark-Approximation beschränkt.

#### Strukturfunktionen und Hadron-Spektrum:

Die mit dem experimentellen Physikprogramm von DESY eng verknüpfte Untersuchung von Strukturfunktionen auf dem Gitter wird innerhalb der NIC-Gruppe mit zwei unterschiedlichen, sich gegenseitig ergänzenden Zugängen durchgeführt. Es erweist sich hierbei, dass Ergebnisse, etwa der mittlere Impuls in einem Nukleon für einen Twist-2 nicht-singulett Operator, in der „quenched“ Approximation nur sehr schwer mit experimentellen Daten zu vereinbaren sind. Die QCDSF-Kollaboration hat sich intensiv mit der Berechnung des Hadron-Massenspektrums beschäftigt. Besondere Aufmerksamkeit wurde den Formfaktoren sowie Mo-

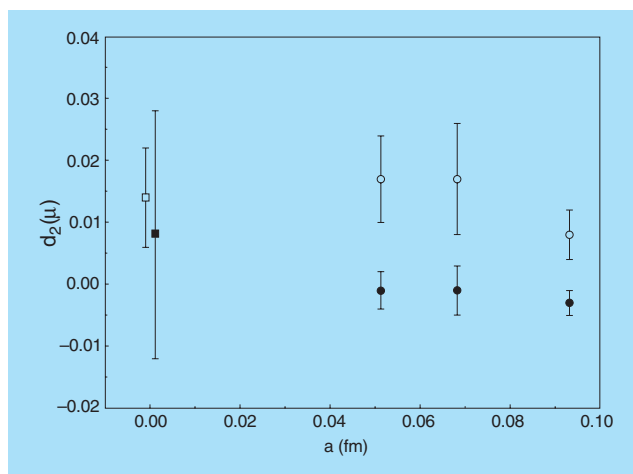


Abbildung 102: Die Strukturfunktion  $d_2$ . Offene Symbole repräsentieren das Proton, volle Symbole das Neutron. Die Werte bei  $a = 0$  stellen die experimentell gemessenen Werte dar.

menten von polarisierten und unpolarisierten Strukturfunktionen des Nukleons gewidmet (Abb. 102) [hep-lat/0012010, DESY 00-144, 153, 168, 01-110, 169]. Die Rechnungen werden seit kurzem auch auf Konfigurationen ausgedehnt, die in der vollen Theorie mit dynamischen Quarks gewonnen wurden. Dies geschah in enger Zusammenarbeit mit der britischen UKQCD-Kollaboration.

#### Confinement, Monopole und Topologie:

Es wird allgemein vermutet, dass Phänomene wie „Confinement“ und chirale Symmetriebrechung eng korreliert sind mit topologischen Strukturen der Eichfeldkonfigurationen (Instantonen, Monopole). Die NIC-Gruppe und hier insbesondere QCDSF hat traditionell ein Interesse an Untersuchungen der chiralen Symmetriebrechung und dem Confinement-Problem [DESY 00-161]. Erste Untersuchungen zeigen deutliche Unterschiede zwischen der QCD in der Valenzquark-Approximation und der vollen Theorie [DESY 01-209, 211]. Durch exakte Ungleichungen für Erwartungswerte von Wilsonschleifen konnte, im Gegensatz zu einer herkömmlichen naiven Betrachtungsweise, gezeigt werden, dass man Vortizes von beliebiger Dicke benötigt, um ein lineares Quarkpotential zu erzeugen [DESY 01-208, 210].



Präzisionsstudien von zwei- und dreidimensionalen Spinmodellen:

Niedrig-dimensionale Spinmodelle haben eine eigenständige Relevanz im Rahmen der Statistischen Physik. Die NIC Gruppe hat sich mit hochpräzisen Rechnungen in Spinmodellen beschäftigt und kritische Exponenten mit hoher, bisher unerreichter Genauigkeit bestimmt [DESY 01-074, 154, 156, 193].

QCD bei endlicher Temperatur:

Durch den Einsatz neuer statistischer Methoden kann eine Spektralanalyse vorgenommen werden, bei der die Temperaturabhängigkeit von hadronischen Parametern durch Veränderungen der Spektralverteilung sichtbar wird. Erste vorläufige Untersuchungen ergaben Hinweise auf mögliche Modifikationen bereits unterhalb der Temperatur des erwarteten Phasenübergangs zum Quark-Gluon Plasma. Selbst bei sehr hohen, experimentell erreichbaren Temperaturen wurden Abweichungen vom Verhalten freier Quarks und Gluonen beobachtet [DESY 01-153, 175].

Algorithmenverbesserung:

Simulationen mit dynamischen Quarks stellen für die Gittereichtheorie die große Herausforderung in den nächsten Jahren dar. Die Suche nach besseren Algorithmen wird deshalb ständig weitergeführt und die NIC-Gruppe beteiligt sich intensiv an diesen Studien. Im vergangenen Jahr wurde ein Vorschlag entwickelt, der das Potential besitzt, die Algorithmen insbesondere in Simulationen bei kleiner Quarkmasse zu beschleunigen [DESY 01-103, 155]. Bisher erzielte Ergebnisse legen nahe, dass zumindest ein Faktor zwei an Geschwindigkeit gegenüber herkömmlichen Algorithmen möglich ist.

Rechnerentwicklung:

Die NIC-Gruppe beteiligt sich an der Entwicklung, der Installation und dem Betrieb von speziell auf Anwendungen in der QCD ausgerichteten APE Rechnern. Für eine detailliertere Diskussion dieser massiv parallelen Systeme siehe den Bericht der APE Gruppe (Seite 166).

Neben den in Eigenbau entwickelten APE-Rechnern versucht die NIC-Gruppe, Erfahrung mit handelsüblichen PC-Clustersystemen zu gewinnen. Dazu wird in Zeuthen ein 16 Knoten System mit Intel Dual Xeon 1.7 GHz Prozessoren und schnellem Myrinet 2000 Kommunikationsnetzwerk aufgebaut. Ver-

schiedene Physik-Applikationen werden es erlauben herauszufinden, ob solche Systeme tatsächlich für Gittereichtheorie-Rechnungen geeignet sind.

## Internationale Zusammenarbeit

Forscher der NIC-Gruppe sind beteiligt an der ALPHA- und der QCDSF-Kollaboration, die europaweit vernetzt sind. Es gibt zudem enge Zusammenarbeiten mit Gruppen am CERN, in Rom und Marseille.

Die NIC-Gruppe ist momentan an zwei europäischen Projekten beteiligt:

- „Hadron Physics and Vacuum Structure from Lattice QCD“:  
Die Gruppe ist Koordinator dieses durch die Alexander-von-Humboldt-Stiftung, das Landau und das INTAS Programm geförderten Projekts, das der Zusammenarbeit und dem wissenschaftlichen Austausch mit Ländern aus Osteuropa (Polen, Russland und Bulgarien) dient.
- „Hadron Phenomenology from Lattice QCD“:  
Dieses Netzwerk dient der Förderung der Gitterphysik auf europäischer Ebene. Es wird ein besonderes Augenmerk auf die Studentenausbildung gelegt.

## Arbeiten zum TESLA-Projekt

Die Arbeiten zu TESLA haben drei Schwerpunkte :

- Studien zur Physik und Detektorentwicklung,
- Entwicklung von Diagnose-Elementen für die TESLA Test Facility (TTF),
- Aufbau eines Photoinjektor-Teststandes.

## Physik und Detektor bei TESLA

Im Frühjahr 2001 wurde der Technical Design Report (TDR) für den Linear-Collider TESLA fertig gestellt und der Öffentlichkeit vorgestellt. Zeuthener Physiker haben sehr aktiv hierzu beigetragen. Folgende Studien zum TDR wurden in Zeuthen durchgeführt:

- Physikalische Analysen zum Higgs-Boson des Standardmodells und zur Top-Quark Erzeugung im Energiebereich von 300 bis 500 GeV. Zum Beispiel wurde gezeigt, dass Spin und Parität des Higgs-Bosons eindeutig bei TESLA gemessen werden können.
- Studien der zwei-Fermion Produktion bei hohen Energien und Interpretation im Rahmen von Physik jenseits des Standardmodells,
- Studie von Stop- und Sbottom-Produktion im Rahmen supersymmetrischer Modelle,
- die Messung der Top-Yukawa Kopplung bei 500 und 800 GeV, basierend auf der Option hoher Luminosität von TESLA,
- Studien zur elektroschwachen Physik mit der „GigaZ“ Option des Linear-Colliders,
- Software-Entwicklungen zu den Detektorsimulationsprogrammen BRAHMS und SIMDET,
- Entwicklung eines Detektor-Grafik Programms,
- Untersuchungen zur Optimierung der Spurrekonstruktion geladener Teilchen unter besonderer Berücksichtigung des Vorwärtsbereichs,
- Energieunschärfe des Strahls mit Hilfe von Bhabha-Streuung,
- Untersuchungen zur Messung der Strahlpolarisation,
- Abschätzung des Myon-Untergrundes im Detektor und Möglichkeiten seiner Unterdrückung.

Die Physikstudien werden auch nach Beendigung des TDR fortgesetzt. Im Rahmen dieser Studien sind Zeuthener Physiker als Koordinatoren der Arbeitsgruppe „Electroweak Interactions“ innerhalb der ECFA/DESY Workshopserie und in der Weltstudie beteiligt.

Nach Abschluss des TDR wurden in Zeuthen zwei weitere Aktivitäten in Zusammenhang mit TESLA begonnen: die Entwicklung eines Kalorimeters im Bereich der Strahlmaske des TESLA-Detektors sowie Arbeiten für einen Photon-Collider bei TESLA.

Gemeinsam mit dem Institut für Kernphysik der Staatsuniversität Moskau wurden weitere Untersuchungen zur Auslotung der physikalischen Möglichkeiten eines  $e^+e^-$ -Linear-Colliders im Energiebereich von 0.5 bis

1 TeV durchgeführt. Insbesondere wurde das Potenzial der einfachen Top-Quark Erzeugung zur Bestimmung der Eigenschaften des Top-Quarks in Abhängigkeit vom Anfangszustand ( $e^+e^-$ ,  $e^-e^-$ ,  $e^- \gamma$  oder  $\gamma\gamma$ ) untersucht.

Die Analysen zur Messung des Verzweigungsverhältnisses vom Higgs-Boson des Standardmodells in zwei Photonen,  $BR(H \rightarrow \gamma\gamma)$ , wurden abgeschlossen und publiziert. Mit der Annahme von  $1 \text{ ab}^{-1}$  integrierter Luminosität und geeignet gewählten  $e^+e^-$ -Polarisationszuständen ist  $BR(H \rightarrow \gamma\gamma)$  mit einem Fehler von 10% messbar.

### Untersuchung zur Instrumentierung der Strahlmaske des TESLA-Detektors

Im Berichtszeitraum wurden Arbeiten begonnen mit dem Ziel, eine optimale Lösung für die Instrumentierung im Bereich der Strahlmaske des TESLA-Detektors zu finden. Dies schließt sowohl Hardware-Arbeiten als auch Monte Carlo-Studien ein. Wie aus Abbildung 103 hervorgeht, sind im Bereich der Maske zwei Kalorimeter mit unterschiedlichen Funktionen und möglicherweise unterschiedlichen Technologien untergebracht. Mit dem Kleinwinkel-Detektor (LAT) soll mittels Kleinwinkel-Bhabhastreuung die Luminosität von TESLA präzise gemessen werden. Das Kleinwinkel-Kalorimeter (LCAL) befindet sich bereits so dicht am Strahl, dass es von einer großen Menge niederenergetischer Elektronen und Positronen aus der Beamstrahlung getroffen wird (etwa 20 TeV pro Kollision). Mit Monte Carlo-Studien konnte gezeigt werden, dass trotz dieses enormen Untergrundes Hoffnung besteht, einzelne hochenergetische Elektronen, wie sie zum Beispiel in Zwei-Photon-Streuung entstehen, nachzuweisen.

Erste Studien zu den möglichen Technologien wurden begonnen und sollen mit Prototypfertigungen und Testmessungen fortgesetzt werden.

### Arbeiten für den Photon-Collider

Im TESLA TDR wird die mögliche Realisierung eines Photon-Colliders diskutiert. Zur Erzeugung des hochenergetischen Photonenstrahls wird ein Laser einige Millimeter vor dem Wechselwirkungspunkt mit

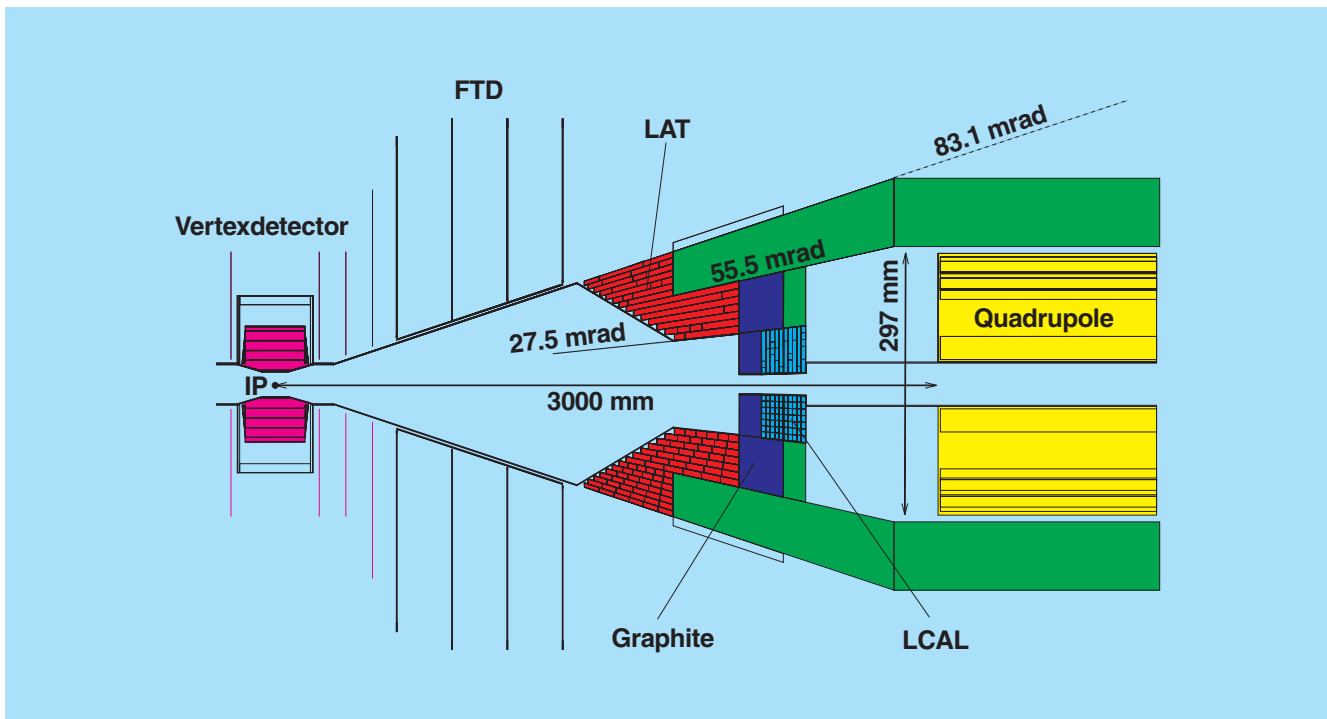


Abbildung 103: Die vorgeschlagene Maske im Vorwärtsbereich des TESLA-Detektors.

dem Elektronenstrahl zur Kollision gebracht. Durch Compton-Streuung werden dann Photonen mit maximal 80% der Elektronenergie erzeugt, die im Wechselwirkungspunkt kollidieren. Dieser Prozess ist in Abbildung 104 skizziert. Im Anhang des TDR wurde die prinzipielle Möglichkeit dieses Colliders aufgezeigt und eine vorläufige physikalische Motivation gegeben. In den nächsten zwei Jahren sollen nun die technische Machbarkeit und die physikalische Motivation genauer untersucht werden.

Das vielleicht schwierigste Problem beim Photon-Collider ist der Bau des benötigten Lasers. Um eine hohe Luminosität zu erhalten, benötigt man Laserpulse von etwa 5 J Energie, einer Pulslänge von 1–2 ps und einer Wiederholfrequenz von etwa 10 kHz, angepasst an die Pulsstruktur von TESLA. Die Laserleistung kann um etwa einen Faktor 100 reduziert werden, wenn man den Laserpuls in einem Resonator hoher Güte speichert. Ein solcher Resonator soll nun in Zusammenarbeit zwischen dem Max-Born-Institut (Berlin) und DESY-Zeuthen entwickelt werden. In diesem Jahr wurden erste Vorstudien begonnen.

Zeuthener Physiker beteiligen sich auch an den Physik-Studien zum Photon-Collider. Der wohl interessanteste Prozess beim Photon-Collider ist die Higgs-Boson Produktion. Wenn ein leichtes Higgs-Boson existiert, so ist der Prozess  $\gamma\gamma \rightarrow H b\bar{b}$  messbar, und die Rate ist proportional zur photonischen Partialbreite des Higgs-Bosons. Da die Higgs-Kopplung ans Photon nur über Schleifendiagramme erfolgt, ist diese Größe besonders sensitiv auf neue Physik. Eine detaillierte Studie zur Higgs-Boson Produktion unter besonderer Berücksichtigung der Detektoreffekte wurde in Zeuthen begonnen.

## Entwicklung von Diagnose-Elementen

Für die 1.57 GHz Cavity-Monitore in den Beschleunigungsmodulen bei TTF wurden drei weitere Elektronik-Module, basierend auf dem am weitesten entwickelten Modul, aufgebaut, vermessen und für den Einsatz bei TTF vorbereitet. Die erzielten Resultate waren zufriedenstellend, so dass drei weitere Module für die zweite Ausbaustufe von TTF-FEL in Vorbereitung sind.

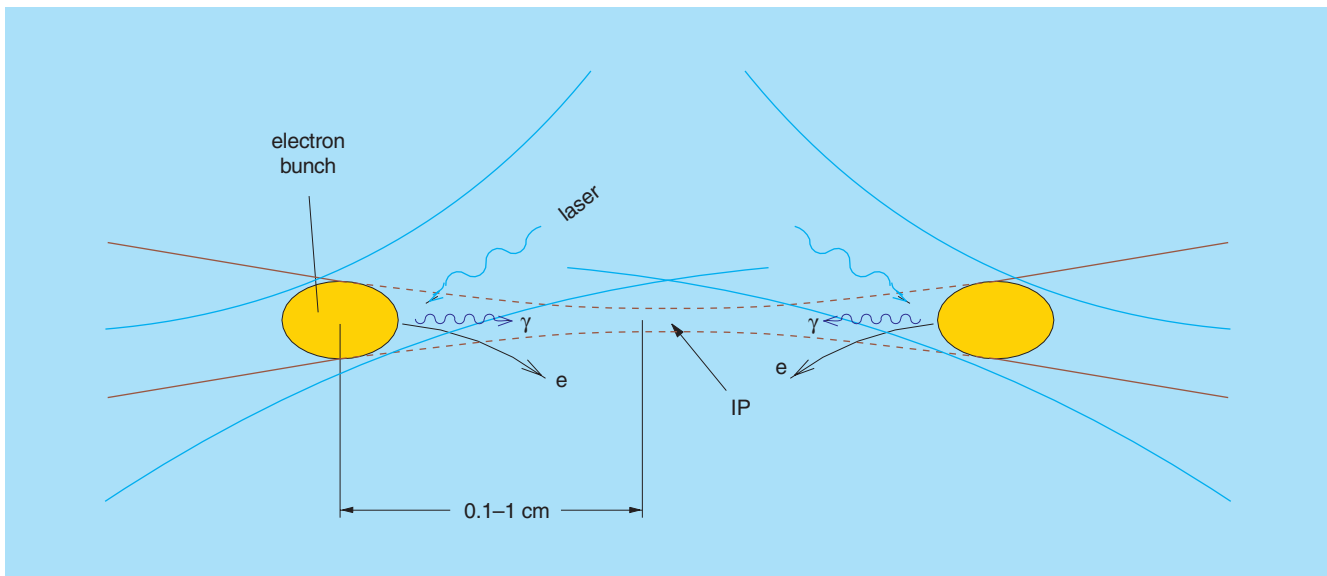


Abbildung 104: Prinzip der Erzeugung hochenergetischer Photonen im Photon-Collider.

Die 12 GHz Cavity-Strahllagemonitore in den Diagnostik-Stationen zwischen den Undulatormodulen der TTF wurden getestet. Dabei zeigte sich, dass die Resonanzfrequenzen der Resonatoren zum Teil erheblich (bis zu 96 MHz) vom Sollwert von 12.025 GHz abweichen. Die Ursache dafür ist in der Schwierigkeit zu sehen, den Durchmesser des Resonators mit einer Genauigkeit besser als 5  $\mu\text{m}$  zu fertigen. Für zwei der vier Monitore wurden akzeptable Abweichungen gefunden, so dass nur für diese ein guter Frequenzarbeitspunkt existiert, und somit eine hinreichend genaue Strahlkoordinatenbestimmung möglich ist. Ausgehend von ersten systematischen Untersuchungen an diesen beiden Monitoren musste zum Beispiel nach auftretender Sättigung bei Strahl Ladungen von mehr als 2 nC und relativ großen Unterschieden in den vier Kanälen eines Monitors eine Überarbeitung der Analogelektronik im Sommer 2001 vorgenommen werden. Es ist vorgesehen, den neuen Dynamikbereich der Elektronik und die Auflösung der Monitore zu bestimmen.

Nach Einsatz der Elektronik mit asynchroner Dioden-Demodulation für die so genannten Wellenleitermonitore im dritten Undulator wurde festgestellt, dass ein Signal-Rausch-Abstand von 40 dB eine akzeptable Strahlauflösung ermöglicht, aber die Übertragungsfunktion der 1 GHz-Verstärkung nur in einem

relativ kleinen Bereich der Bunchladung linear verläuft. Messungen im Einzelbunchbetrieb bei Festhalten der Bunchladung (mit Variation von nicht mehr als 20%) lieferten eine Ortsauflösung von 15–20  $\mu\text{m}$ . Dieser Wert liegt nahe der Erwartung von 10  $\mu\text{m}$  allein vom Signal-Rausch-Verhältnis der Analogelektronik. Variiert jedoch die Bunchladung über einen größeren Bereich, so wird eine Ortsabhängigkeit der Auflösung beobachtet. Die Untersuchungen dieses Effekts sowie die Ausarbeitung und der Test möglicher Korrekturverfahren konnten im Berichtszeitraum noch nicht abgeschlossen werden.

Ein neuer Typ von Wirescanner für die nächste Phase von TTF-FEL wurde in Zeuthen entwickelt, gefertigt und zu Testzwecken im November eingebaut. Die hohen Anforderungen an kinematische Eigenschaften wie Positionsgenauigkeit und große Geschwindigkeit bei minimaler Beschleunigung sind durch Anwendung eines Kehrwindespindelantriebs verwirklicht worden.

## Photoinjektor-Teststand

Der Photoinjektor-Teststand in Zeuthen (PITZ) ist eine neue Beschleunigeranlage bei DESY zur Entwicklung



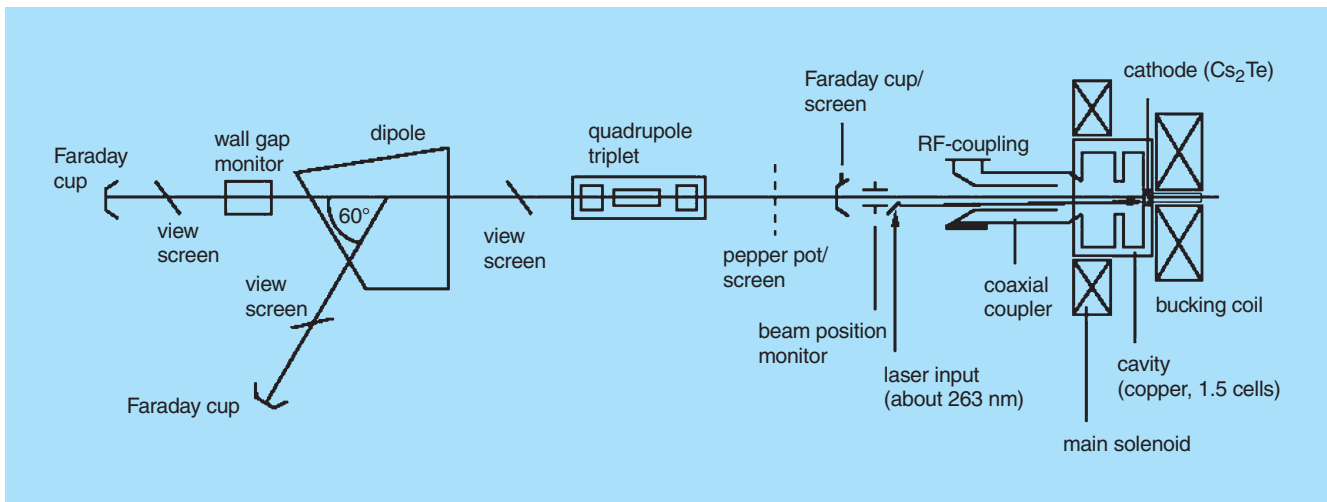


Abbildung 105: *Prinzipische Skizze des Photoinjektor-Teststandes mit Solenoid und Kompensationsmagnet, dem HF-Resonator und dem koaxialen HF-Einkoppler, der Lasereinkopplung und der Diagnosesektion zur Strahl-, Emittanz- und Ladungsmessung.*

und Verbesserung von lasergetriebenen Hochfrequenz-Photoinjektoren. Diese Elektronenquellen gestatten es, hohe Elektronen-Phasenraumdichten zu erzeugen, wobei die Elektronenpakete extrem kleine Länge und Emittanz besitzen. Damit spielen sie eine entscheidende Rolle für die nächste Generation von Linearbeschleunigern sowie für die Entwicklung von Freielektronen Lasern (FEL). Abbildung 105 zeigt ein Schema des Teststandes. Das Projekt wird aus dem Vernetzungsfond der Helmholtz-Gemeinschaft Deutscher Forschungszentren (HGF) gefördert und wird mit den Partnern Max-Born-Institut (MBI, Berlin), der Berliner Elektronenspeicherring-Gesellschaft für Synchrotronstrahlung (BESSY) und der Arbeitsgruppe „Theorie Elektromagnetischer Felder“ der Technischen Universität Darmstadt durchgeführt.

Das Ziel des Photoinjektor-Teststandes ist die Erzeugung von Elektronenstrahlen mit einer mittleren Ladung pro Elektronenpaket (etwa 1 nC) bei sehr kleiner transversaler Emittanz ( $1 \pi$  mm mrad) und ausreichend kleiner longitudinaler Emittanz (einige 10 keV mm). Um das Projektziel zu erreichen, sind detaillierte Untersuchungen der Prozesse bei der Erzeugung, Beschleunigung und Formung der Elektronenpakete nötig. Dies erfordert ein detailliertes Experimentierprogramm zur Bestimmung der Elektronenstrahlparameter im Wech-

selspiel mit Simulationsrechnungen. Der Aufbau eines kompletten Teststandes für Photoinjektoren ermöglicht die Optimierung aller Teilkomponenten und ist auch Voraussetzung, um Elektronenstrahlen höchster Strahlqualität zu erzeugen. Erste Aufgabe nach der Inbetriebnahme der Testanlage ist die Weiterentwicklung der existierenden  $e^-$ -Quelle, so dass diese am VUV FEL bei TTF eingesetzt werden kann.

Die Installation des Hochfrequenzsystems, bestehend aus Klystron, Pulstransformer und Modulator, wurde im März 2001 abgeschlossen. Daran schlossen sich Arbeiten zur Elektronik, Software und Mechanik für die Hochfrequenzversorgung und -regelung an, ebenso für die verschiedenen Interlocksysteme, das Vakuumsystem, das Beschleunigerkontrollsystem, das Laserstrahltransportsystem und für die Diagnose des Elektronenstrahls. Einige Komponenten mussten neu entworfen bzw. Anlagenteilen der TTF nachgebaut werden. Dabei waren insbesondere für das Hochfrequenzsystem Neuentwicklungen der Kontrollelektronik notwendig, die für das TESLA-Projekt von großem Nutzen sein werden.

Im Mai 2001 wurde die Betriebsgenehmigung für den Photoinjektor-Teststand erteilt. Im Jahr 2001 wurde in Zusammenarbeit mit dem INRNE Sofia ein

komplexes Emittanz-Messsystem entwickelt und gebaut. Daneben wurden Studien zur Bunchlängenbestimmung der Elektronen betrieben, die auf einem Cherenkov-Strahler basieren. Als Basismaterial wird hierbei neben verschiedenen Quarzen auch Aerogel erwogen. Detaillierte Untersuchungen zum Verhalten von Aerogel im Vakuum sowie Brechungszahlmessungen dieses Materials als Funktion des Umgebungsdruckes dienen Tauglichkeitstests. Zwischen Mai und Oktober 2001 fand die Installation des Lasersystems vom MBI statt. Im Anschluss daran wurde das Laserstrahl-Transportsystem adjustiert. Im September 2001 konnte die Hochfrequenz-Versorgung erstmalig in Betrieb gesetzt werden, in den folgenden Monaten wurde das Klystron konditioniert, und im Dezember konnte mit der Konditionierung der Hochfrequenz-Elektronenquelle (Kavität) begonnen werden.

## Experimente Support

Ein breites Spektrum an Serviceleistungen konnte trotz personeller Veränderungen und Umorganisation innerhalb der Gruppe wie im vorangegangenen Jahr den Projektgruppen zur Verfügung gestellt werden:

- Betreuung technischer Geräte (Kopierer, Projektoren, Kameras),
- Kopieren, Binden und Bereitstellen von Dokumentationen,
- Verwaltung der Dosimeter,
- Unterstützung bei der Erstellung und Zusammenfassung wissenschaftlicher Berichte und Referenzlisten,
- Datenbankarbeiten, Grafik- und Bildbearbeitungen,
- Aktualisierung und Wartung des Fotoarchivs,
- Mitwirkung bei der Aktualisierung der Webseiten,
- Betreuung zahlreicher ausländischer Gäste,
- Durchführung von Fertigungsprozessen, Routine-messungen und Aufarbeitung von Analysedaten.

Im Bereich Bilderzeugung und -verarbeitung wurde die Ausstattung durch eine hochwertige digitale Kamera erweitert. Damit ist das schnelle Ver- bzw. Einarbeiten hochwertiger digitaler Bilder bei der Dokumentation

von Fertigungsprozessen, Baumaßnahmen, Installationen und Veranstaltungen möglich. Neben der fotografischen Archivierung wird aber auch beim Erstellen von wissenschaftlichen Publikationen sowie von Informationsmaterial, Postern und Plakaten für die Öffentlichkeitsarbeit die Bedeutung der Grafik- und Bildbearbeitung in der Gruppe deutlich.

Neben diesen technischen und grafischen Serviceaufgaben ist die Organisation von wissenschaftlichen Veranstaltungen eine wesentliche Aufgabe der Gruppe. Im Vorfeld sind Aktivitäten wie Plakatgestaltung, Planung von Unterkünften und Rahmenprogramm sowie Information der Teilnehmer erforderlich. Während der Veranstaltungen unterstützt die Gruppe EXPS die Organisatoren bei der Registrierung der Teilnehmer, Erstellung und Pflege von Datenbanken sowie der Dokumentation der Vorträge.

Bei Veranstaltungen wie der Ausbildungsbörse im Oktober 2001 im Landkreis Dahme-Spreewald oder der Weiterbildung für Physiklehrer in Zeuthen am Ende des Berichtszeitraumes wurde Informationsmaterial zur Verfügung gestellt. Die aktive und öffentlichkeitswirksame Zusammenarbeit mit und an Schulen wird durch die Einladung zum Tag der Wirtschaft und Wissenschaft im Humboldt-Gymnasium Eichwalde im Oktober 2001 sowie zahlreiche Besuche von Schülergruppen am Standort Zeuthen deutlich.

Durch Vorträge und Laborbesichtigungen wurde auch anderen interessierten Gruppen, wie zum Beispiel Studenten, die Möglichkeit gegeben, die Forschungsbereiche der Elementarteilchenphysik näher kennen zu lernen. Durch das Bereitstellen von Text- und Bildmaterial unterstützt die Gruppe die Präsentation der Forschungsvorhaben bei DESY Zeuthen.

Im Bereich der Öffentlichkeitsarbeit waren die Koordination und Mitarbeit an der Ausstellung „TESLA – Licht der Zukunft“, die ab Januar 2002 in Berlin im Automobil Forum stattfindet, ein sehr wesentlicher und großer Aufgabenbereich im Berichtsjahr. In Zusammenarbeit mit vielen Wissenschaftlern und externen Agenturen wird das Ausstellungskonzept mit zahlreichen Exponaten, Postertafeln, Vorträgen, Führungen und Veranstaltungen für bestimmte Zielgruppen realisiert. Einzelaufgaben wie Absprachen der Werbemaßnahmen für diese Veranstaltung im Vorfeld und

koordinative Tätigkeiten, zum Beispiel bei der Ausstellungsbetreuung und der Anmeldung von Besuchergruppen, gehören ebenso zum Arbeitsbereich wie das Mitwirken bei der Umsetzung des Gesamtkonzeptes.

## Konferenzen und Workshops

Gruppen aus Zeuthen waren in diesem Jahr an der Organisation von fünf internationalen Konferenzen beteiligt:

- Topical Workshop on Transverse Spin Physics, Juli 2001, Zeuthen, 70 Teilnehmer. Die Konferenz wurde gemeinsam von der Theoriegruppe und der HERMES-Gruppe bei DESY organisiert mit Unterstützung durch die Gruppe Experimente Support, die auch die Proceedings zusammengestellt und gestaltet hat.
- 19th International Symposium on Lattice Field Theory (Lattice 2001), August 2001, Berlin, 400 Teilnehmer aus über 30 Ländern. Die Konferenz wurde gemeinsam von der Theoriegruppe, NIC/DESY, der Humboldt-Universität Berlin, der FU Berlin und dem Konrad-Zuse-Zentrum für Informationstechnik in Berlin organisiert, unterstützt durch die Gruppe Experimente Support. In einer öffentlichen Panel-Diskussion wurden Anforderungen an künftige Supercomputer präzisiert. Eine Pressekonferenz sorgte für ein Echo in der lokalen und überregionalen Presse, der Allgemeinheit verständliche Abendvorträge weckten die Aufmerksamkeit einer breiteren Öffentlichkeit.
- 27th International Cosmic Ray Conference (ICRC 2001), August 2001, Hamburg, 861 Teilnehmer aus 46 Ländern. DESY hat diese Konferenz unter anderem durch Bereitstellung von Rechentechnik unterstützt, die beteiligte Neutrinoastrophysik-Gruppe führte anschließend in Zeuthen einen zweitägigen internationalen Workshop zu methodischen Fragen von Hochenergie-Neutrinooteleskopen durch.
- QCD and the Deep Structure of Elementary Particles (QCDNET 2001), September 2001, Weimar, 80 Teilnehmer. Die Konferenz wurde gemeinsam von der Theoriegruppe und der Universität Hamburg organisiert, unterstützt von der Gruppe Experimente Support.

Mit Beteiligung der Neutrinoastrophysik-Gruppe fanden in Zeuthen statt:

- Das 2. Treffen der deutschen Astroteilchenphysiker, Dezember 2000.
- Der Workshop Astroteilchenphysik in Deutschland, Status und Perspektiven 2001, Juni 2001. Dieser wurde organisatorisch von der Gruppe Experimente Support unterstützt.

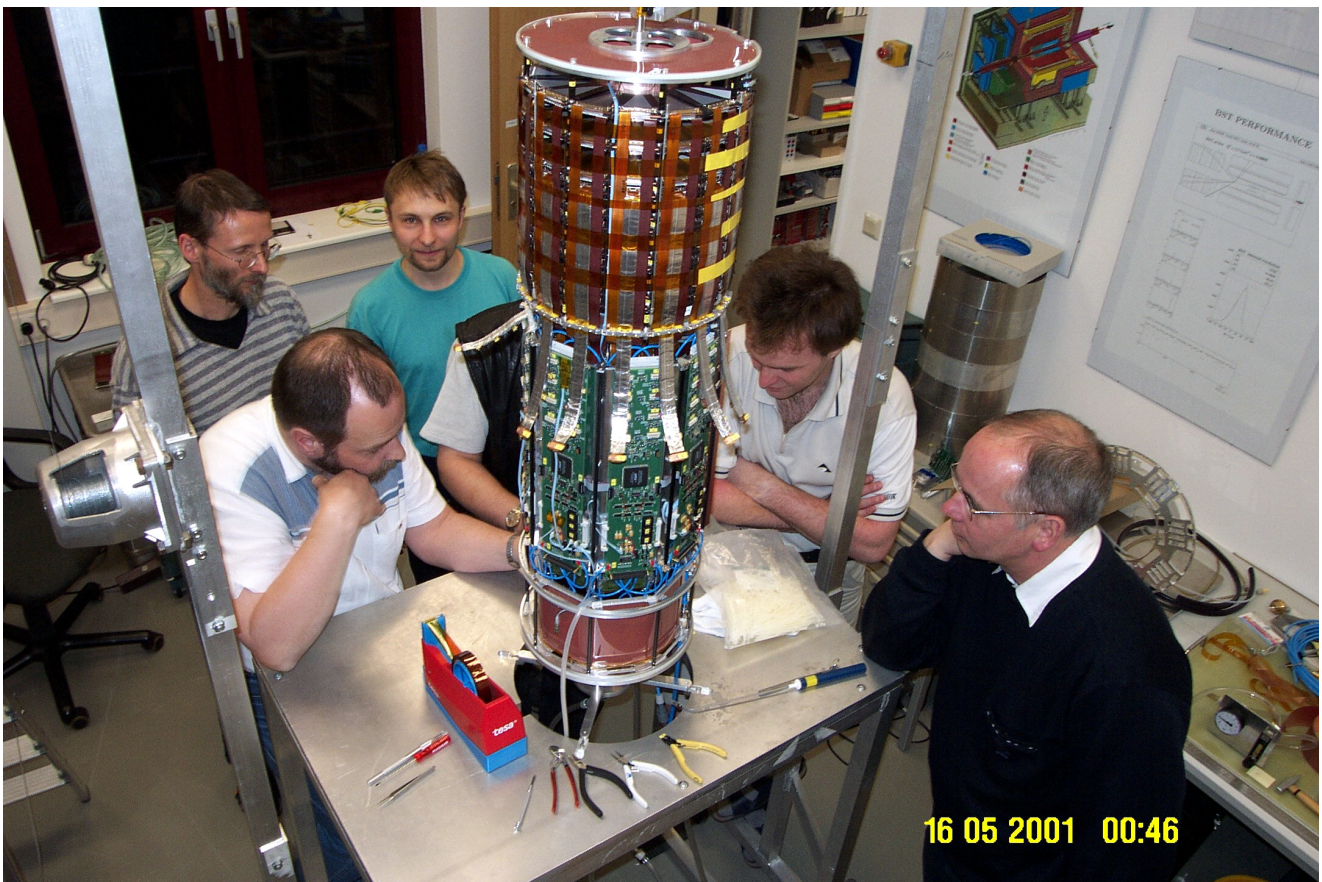


Abbildung 106: Der Backward-Silicon-Tracker (BST) des H1-Detektors bei der Probemontage im Labor in DESY Zeuthen.



# Zentrale Dienste DESY Zeuthen

Im Bereich „Zentrale Dienste“ (Z-Bereich) sind die Gruppen „Datenverarbeitung“, „Mechanik“, „Elektronik“ und „Technische Infrastruktur“ zusammengefasst. Diese Gruppen erbringen im Wesentlichen die notwendigen Service-Leistungen für den F-Bereich von DESY Zeuthen.

Die Gruppe „Datenverarbeitung“ stellt die erforderliche Rechenleistung und die Infrastruktur zur Verfügung, damit die in den Experimenten gewonnenen Daten ausgewertet werden können. Zusätzlich leistet die Gruppe „Datenverarbeitung“ eigene Beiträge zum Thema „paralleles Rechnen“.

Die Gruppen „Mechanik“ und „Elektronik“ unterstützen die experimentellen Gruppen beim Aufbau und Betrieb neuer Detektoren bzw. ihrer Komponenten. Alle drei Gruppen waren am weiteren Aufbau und der Inbetriebnahme des Photoinjektor-Teststandes in Zeuthen (PITZ) beteiligt.

Die Gruppe „Technische Infrastruktur“ konzentrierte sich im Berichtszeitraum ebenfalls auf den Aufbau der Infrastruktur für PITZ. Des Weiteren standen kleinere Ausbau- und werterhaltende Maßnahmen sowie die Aufrechterhaltung des laufenden Betriebs in DESY Zeuthen im Mittelpunkt.

## Gruppe Datenverarbeitung

Die Aktivitäten der Gruppe Datenverarbeitung (DV) im Berichtszeitraum waren von Bemühungen zur Konsolidierung der in den Vorjahren begonnenen Umstellung der Rechenleistung auf PC-basierte Systeme geprägt. Daneben standen die weitere Erhöhung der Rechenleistung im Bereich Parallelrechner (APE1000), die Verbesserung der lokalen Netzwerkstruktur und der Umbau der IT-Infrastruktur im Mittelpunkt der Arbeiten der zentralen Datenverarbeitung in DESY Zeuthen.

## IT-Infrastruktur

Am DESY Zeuthen gibt es etwa 600 registrierte Benutzer, von denen rund 150–170 täglich aktiv tätig sind. Für die einzelnen Forschungsgruppen und CAD-Anwendungen wird die erforderliche Rechenkapazität aus Kosten- und Effektivitätsgründen vornehmlich über eine PC-Farm sowie dedizierte Workgroup-Server/Workstations bereitgestellt. Die in den vergangenen Jahren aufgebauten PC-Farmen wurden im Berichtszeitraum zu einer Farm zusammengefasst und die Kapazität der Farm auf 90 Dual-Pentium Systeme erhöht. Auch der Tape-Roboter wurde ausgebaut, so dass jetzt eine Gesamtkapazität von 22 TB (unkomprimiert) zur Verfügung steht.

Gegenwärtig werden im Netzwerk 12 Fileserver mit einer Gesamtkapazität von etwa 12 TB, der Tape-Roboter, etwa 30 Compute- und Workgroup-Server, die PC-Farm sowie rund 300 Linux/Windows NT-basierte Desktop-PCs betrieben. Es wird angestrebt, im kommenden Jahr die noch verbliebenen rund 40 X-Terminals durch Desktop-PCs zu ersetzen.

Die Benutzer- und Datenfilessysteme werden per AFS und NFS von den File-Servern verteilt. Zur Verbesserung der Verfügbarkeit werden die Benutzerverzeichnisse zum großen Teil über ausfallsichere Hardware-RAID-Systeme mit einer Gesamtkapazität von 170 GB zur Verfügung gestellt. Die Nutzung der Rechenkapazitäten der Compute-Server, PC-Farm sowie bestimmter Workgroup-Server erfolgt seit Juli 2001 über das aus Codine/GRD hervorgegangene Open Source Batchsystem Sun Grid Engine (SGEE).

Das Backup von Fileverzeichnissen erfolgt automatisiert unter Verwendung von Legato Networker und dem Tape-Roboter. Als strategische Betriebssysteme werden Solaris, Linux und Windows NT zentral unterstützt, daneben kommt noch für bestimmte Anwendungen HP-UX zum Einsatz.

Das Zentrum für paralleles Rechnen am DESY ist als Teil des „John von Neumann Instituts für Computing“ (NIC) verantwortlich für die Entwicklung, die Installation und den Einsatz massiv paralleler Rechnersysteme für die Bearbeitung besonders rechenintensiver Probleme in der Elementarteilchenphysik. Von der Gruppe DV werden verschiedene Servicedienste für das Zentrum geleistet, unter anderem Hilfe bei der Installation neuer Systeme, die Netzwerkanbindung und die Bereitstellung von Fileservern. Im Herbst wurde unter Mithilfe der Gruppe DV die Beschaffung eines auf 16-Knoten XEON-P4 basierten PC-Clusters inklusive eines schnellen Myrinet-Netzwerkes eingeleitet.

### Entwicklungsschwerpunkte

Im Berichtszeitraum konzentrierten sich die Aktivitäten der Gruppe DV schwerpunktmäßig auf folgende Themen:

- Infrastrukturelle Maßnahmen:
  - Erweiterung der unterbrechungsfreien Stromversorgungsanlage (USV) von 80 kVA auf 200 kVA bei gleichzeitiger Erneuerung der gesamten Strom-einspeisung/verteilung im Rechenzentrum,
  - Erweiterung der Klima-Anlage von 80 kW auf 140 kW Kühlleistung,
- Verbesserung der Internet-Anbindung durch die Inbetriebnahme eines 34 Mbit/s GWIN-Anschlusses,
- Konsequente Verbesserung der lokalen Netzwerkinfrastruktur (Leistung, Ausfallsicherheit, Erhöhung der Anschlusskapazität mit GigabitEthernet-Ports im zentralen sowie mit 10/100 Mbit/s Ethernet-Ports im Access-Bereich),
- Bedarfsgerechter Ausbau der Rechenkapazität:
  - Erweiterung der PC-Farm um 50 Dual-Pentium III basierte Nodes,
  - Erweiterung der APE-Installation um vier APE-mille-Systeme mit einer Gesamtleistung von 500 GFlops,
  - Ausbau der Plattenspeicherkapazität auf nunmehr insgesamt 12 TB,
  - Erweiterung des Robotersystems auf vier LTO-Laufwerke sowie 190 Stellplätze für LTO-Kassetten,

- konsequente Verbesserung der Arbeitsplatzausstattung durch die Bereitstellung von 90 Linux/NT-basierten Desktopsystemen einschließlich erforderlicher Softwarekomponenten, zum Teil als Ersatz für veraltete X-Terminals und Desktopsysteme,
- stabile Versorgung der Benutzer mit Diensten, unter anderem Mail-Service, Web-Service, Druckservice, Software-Support,
- weitere Umsetzung von Konzepten zur Rechner- und Netzwerksicherheit sowie zur Schaffung von Softwarewerkzeugen zur signifikanten Reduzierung des Aufwandes bezüglich der Systemadministration von Unix/NT-Systemen,
- Mitarbeit bei den Experimenten und beim Photoinjektor Teststand PITZ durch Softwareentwicklung und Bereitstellung von Hardware.

Zur Sicherstellung eines stabilen Rechenbetriebes waren infrastrukturelle Maßnahmen zu realisieren. Diese stellten im Berichtszeitraum zugleich einen investiven Schwerpunkt dar. Aufgrund der in den letzten Jahren installierten Gerätesysteme sowie der weiteren Planungen waren die Leistungsreserven bezüglich Spannungsversorgung und Kühlleistung erschöpft. Daher wurden die Erweiterung der USV-Anlage auf 200 kVA, die Neuinstallation der Stromspeisung und -verteilung sowie die abgestimmte Erweiterung der Klimaanlage auf 140 kW Kühlleistung, ausbaubar auf 200 kW, erforderlich.

Das von der zentralen Datenverarbeitung angestrebte hohe Maß an Sicherheit im Computing-Umfeld kann nur durch ein ständiges Arbeiten an der Schließung von erkannten Sicherheitslücken erreicht werden. Diesem Ziel dienen auch die stete Analyse der zum Internet hin angebotenen Dienste sowie die Blockierung aller nicht benötigten Verbindungen durch Portfilterung auf den zentralen Routern. Der Betrieb der vom DFN zertifizierten „Certificate Authority“ (CA) stellt einen weiteren Schritt zur Erhöhung der Rechnersicherheit dar. Mit Hilfe der vom CA ausgestellten Zertifikate werden sichere Verbindungen über ungesicherte Netzstrukturen erzeugt, die unter anderem bei den SSL/TLS-fähigen Mail- und Web-Servern genutzt werden.

Die Absicherung einer angemessenen IT-Sicherheit wird auch künftig ein Schwerpunkt der Arbeit sein.

Die im Jahre 2000 begonnene Einführung des Verzeichnisdienstes für Mail-Adressen (LDAP) wurde im Berichtszeitraum abgeschlossen und allen Nutzern zur Verfügung gestellt.

Zur Aufrechterhaltung der Stabilität und Sicherheit aller Netzdienste muss die zugrunde liegende Software kontinuierlich auf einem aktuellen Stand gehalten werden. Zur Verbesserung ihrer Verfügbarkeit wurde zum Ende des Berichtszeitraumes mit der Migration der Software auf ausfallsichere Serversysteme (redundante Netzteile/Lüfter, gespiegelte Systemplatten, integrierte Error-Recovery Features) begonnen.

Im Windows NT-Bereich arbeiten Zeuthener und Hamburger Mitarbeiter zusammen in der Windows NT-Projektgruppe an der Weiterentwicklung der NT-Infrastruktur und dem sicheren Betrieb der gemeinsamen Domäne. Die Aktivitäten richteten sich unter anderem auf die Umstellung des Software-Tools zur Bereitstellung von Anwendungssoftware (neue Netinstall-Version) und die zentrale Bereitstellung und ständige Aktualisierung der Antivirensoftware. Um die Verfügbarkeit und Sicherheit der Bereitstellung von Anwendungssoftware und Benutzerverzeichnissen zu erhöhen, wurde in Zeuthen der zentrale Fileserver durch eine Cluster-Lösung ersetzt.

## Beteiligung an den Experimenten

Mehrere Mitarbeiter der Gruppe DV haben auch bei den Experimenten Photoinjektor Teststand Zeuthen (PITZ), H1 und TTF Beiträge geleistet, beispielweise durch die Entwicklung von Software zum Kontrollsystem, zur Datenerfassung und zur Vorverarbeitung (DAQ- und Trigger-Systeme).

## Gruppe Mechanik

Die Gruppe Mechanik besteht aus der Konstruktion (Ingenieure, Technische Zeichnerinnen), der Zentralen Mechanischen Werkstatt und der Zentralen Mechanischen Lehrwerkstatt. Die Aufgabe der Gruppe 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 Experiment bzw. Beschleuniger,
- Durchführung technologischer Versuche,
- Dokumentationen.

Hauptwerkzeug für die Konstruktion ist das CAD-Programm I-DEAS, mit dessen Hilfe es möglich ist, auch komplexe Aufgabenstellungen zu bearbeiten und die entstandenen Daten mit externen Gruppen auszutauschen.

Im Berichtszeitraum wurde an folgenden Projekten gearbeitet:

### Photoinjektor (PITZ)

Den größten Anteil der Arbeiten der Gruppe Mechanik bildete das Engagement am mechanischen Aufbau und an der vakuumtechnischen Betreuung des Photoinjektors. Im einzelnen wurden folgende Beiträge geleistet:

- Konstruktion und Fertigung
  - einer modularen Bleiabschirmung für das 5MW-Klystron,
  - eines Emittanz-Mess-Systems,
  - des Laserstrahl-Führungssystems,
  - des Streakkameralicht-Führungssystems,
  - einer Tuningvorrichtung für den Gun-Prototyp 1,
- Konstruktionsarbeiten für den Gun-Prototyp 3
- Schrittweise Komplettierung des Vakuumsystems am Teststand,
- Vermessung und Justierung der installierten Gun-Prototyp 2 und von Diagnosekomponenten,
- Besuch von Schulungen zur Vakuumphysik und Vakuumtechnik,
- weiterer Ausbau des Vakuumlabor.

Neben diesen an bestimmte Komponenten der Anlage gebundene Aktivitäten fiel ein erheblicher Anteil der

Arbeitszeit der Mitarbeiter der Gruppe Mechanik auf die Betreuung der Anlage, sei es bei der Mithilfe an komplizierten Montagearbeiten oder bei Arbeiten zur Wartung des Photoinjektors.

### H1-Experiment

Forward Silicon Tracker (FST) und Backward Silicon Tracker (BST3) wurden nahezu parallel in Zeuthen aufgebaut, justiert und vermessen (Abb. 106). Zur Kühlung der Repeater-Elektronik wurde erstmals eine Wasserkühlung eingesetzt.

Zwei neue Transport- und Einbauvorrichtungen nahmen die Detektoren auf. Im April und Mai erfolgten die Installation und der erfolgreiche Test der Detektoren am HERA-Beschleuniger. Alle Spannungs- und Signalleitungen sowie Wasser- und Stickstoffzuführungen des FST wurden über den Kontaktring auf der unzugänglichen Seite im Kryostaten verbunden. Die z-Kammer (COZ) wurde unverändert im Zentral-Detektor von H1 installiert.

### HERA Luminositäts-Upgrade

Als Beitrag zum Luminositäts-Upgrade wurde nach Vorarbeiten von ZEUS gemeinsam mit der Gruppe MDI ein Kollimator für die Experimente ZEUS und H1 entwickelt, konstruiert und gebaut. Dieser dient zur Absorption von Synchrotronstrahlung im Randbereich des Strahles innerhalb der GO-Magnete und des Vertex. Er ist definiert verfahrbar. Der Kollimator ist mit einem ebenfalls neu entworfenen Zwischenstück verbunden, das den Versatz der Magnete bei der Umstellung der Maschine von Positron- auf Elektron-Betrieb ermöglicht. Die Fertigung der Komponenten erfolgte in den mechanischen Werkstätten in Hamburg und Zeuthen (Abb. 107).

### Strahlrohrkomponenten

Für die TESLA Test-Facility (TTF) ist ein Bypass von etwa 100m Länge vorgesehen. Für diesen hat DESY Zeuthen die Konstruktion, einen Teil der Fertigung der Vakuumstrecke und die Fertigung der gesamten

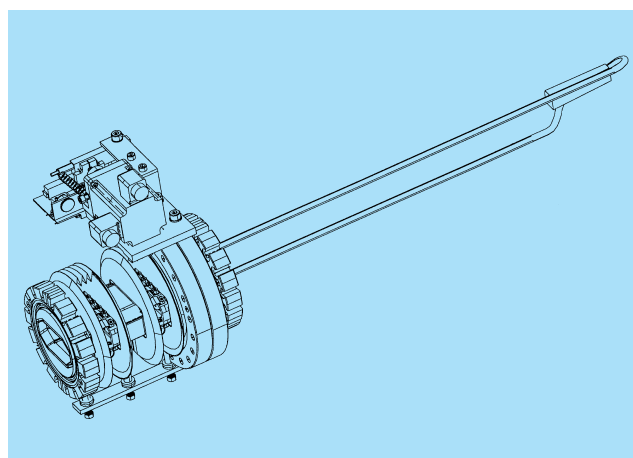


Abbildung 107: Der im Rahmen des Luminositäts-Upgrade-Programms in DESY Zeuthen konstruierte und gebaute Klappkollimator.

Stützmechanik für Magnete und Vakuumkomponenten übernommen. Für die vorgegebene Magnetanordnung (Strahloptik) wurde in Abstimmung mit den Gruppen MPY und MVP die Vakuumstrecke entworfen. Die Konstruktion der einzelnen Strahlrohrabschnitte sowie der Pumpkammern und Ausgleichsbälge wird bis Jahresende abgeschlossen sein. Die Konstruktion von zwei großen Dipolkammern hat begonnen. Es sind Entwürfe für die Stützmechanik (Gestelle für Dipole, Quadrupole, Steerer mit Stellelementen) sowie für die Halterung an der Tunnelwand erarbeitet worden. Diese werden jetzt konstruktiv bearbeitet.

### Mechanische Werkstatt

Die oben genannten Arbeiten wurden im Wesentlichen in der Mechanischen Werkstatt (ZMW) realisiert. Etwa 23% der Kapazität wurden für den PITZ erbracht, für H1 etwa 15% und für TTF-relevante Aufträge etwa 8%. Um zukünftig in DESY Zeuthen UHV-Bauteile und -Komponenten fertigen zu können, was die Arbeitsbereiche Schweißen, Reinigen, Reinraummontage, Lecksuche und Massenspektroskopie umfasst, wurden Umbauarbeiten für die Erweiterung der ZMW begonnen.



## Mechanische Lehrwerkstatt

In der Mechanischen Lehrwerkstatt (ZMLW) werden in den vier Lehrjahren jeweils drei Auszubildende betreut. Die Prüfungen wurden mit guten und sehr guten Noten bestanden. Zwei Azubis nahmen an der Auszubildenden-Börse im Königswusterhausen und Lübben teil. Acht Schüler erhielten die Möglichkeit, ein Schülerpraktikum zu absolvieren.

## Gruppe Elektronik

In der Gruppe Elektronik sind die Bereiche Elektronikentwicklung, Zentrale Elektronikwerkstatt und die Zentrale Elektronik Lehrwerkstatt zusammengefasst. Im Berichtszeitraum hat die Gruppe Elektronik, entsprechend ihrer Aufgabenstellung, die Forschungsgruppen in DESY Zeuthen bei Entwurf, Aufbau und Betrieb der elektronischen Instrumentierung unterstützt. Die Mitarbeit am Aufbau des Photoinjektor Teststandes (PITZ) stand dabei im Mittelpunkt der Aktivitäten.

Außerdem wurden die methodischen Arbeiten zu Technologien einer schnellen Datenübertragung und Datenauslese für das AMANDA-Experiment weitergeführt.

Die folgenden größeren Projekte wurden bearbeitet:

### Photoinjektor

Für den PITZ wurden folgende Leistungen erbracht:

- Realisierung der Verkabelung von Modulator und Klystron,
- Änderung der HV-Power Supply für den in Zeuthen eingesetzten Modulator Typ,
- Planung und Aufbau des Waveguide-Systems,
- Installation von Waveguide, Circulator, Loads und Fenstern in gasdichter Ausführung,
- Installation und Inbetriebnahme der Sparkdetektoren,
- Installation, Inbetriebnahme und Justierung der RF-Leckdetektoren,

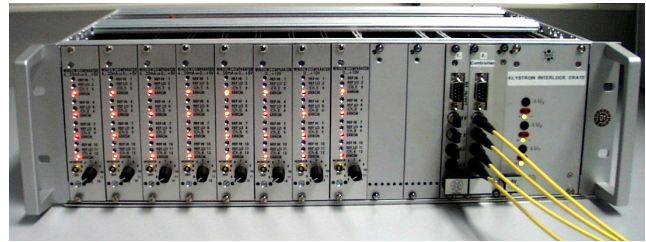


Abbildung 108: Von der Gruppe Elektronik entwickeltes Klystron-Interlock für den Photoinjektor.

- Entwurf, Aufbau und Inbetriebnahme des Klystron- und RF-Interlocksystems,
- Einfahren des Prototyps des neuen Modulators im Zusammenspiel mit dem Leistungs-Impuls-Trafo,
- Aufbau und Test des Personen-, Laser- und Gun-Interlocks für PITZ (Abb. 108),
- Programmierung und Inbetriebnahme einer SPS S7-300 für die Lasersteuerung,
- Aufbau und Programmierung des Beam-Inhibit-Systemes mit einer SPS S7-300,
- Aufbau und Test der Motorsteuerung und weiterer Zusatzmodule für den Micromover des PITZ-Solenoids,
- Design und Aufbau des Masteroszillators für PITZ.

Es ist zum Ende des Berichtszeitraumes gelungen, die Anlage teilweise in Betrieb zu nehmen und mit dem Konditionierungsprogramm zu beginnen.

Es erfolgten

- die TÜV-Teilabnahme,
- die HV-Konditionierung des 5MW Klystrons,
- die RF-Konditionierung des 5MW Klystrons,
- der Testbetrieb des RF-Gesamtsystems.

### TESLA Test Facility (TTF)

Acht Elektronik-Module, jeweils bestehend aus Down-converter und Dioden-Demodulator für die Wave Guide (WG)-Monitore wurden in TTF eingebaut und eingemessen. Bei den anschließenden Untersuchungen

zum Problem der ladungsabhängigen Strahllagemessung mittels realer Messungen mit den WG-Monitoren an der TTF ergab sich, dass die ermittelte Strahlablage nicht unabhängig von der Strahlladung ist. Berechnungen entsprechend dem WG-Monitormodell führten zu einer Strahlladungsabhängigkeit der Strahlage, wenn die linearen (bzw. linearisierten) Übertragungsfunktionen einen oder mehrere OFFSET aufweisen. Unterschiedliche SLOPE dagegen bewirken eine Verfälschung des absoluten Ablagewertes. Für den Modellfall kann durch eine Korrektur-Transformation der Messwerte die Ladungsunabhängigkeit erreicht werden. Aus den daraus folgenden Untersuchungen zum möglichen Einsatz eines I/Q-Demodulators ergab sich, dass eine Verbesserung des Dynamik- und S/N-Verhaltens der Monitorelektronik durch den Einsatz eines I/Q-Demodulators möglich ist. Die Entwicklung eines solchen Demodulators ist vorgesehen.

Des Weiteren erfolgte eine Überarbeitung der 12 GHz Cavity-Monitor-Elektronik durch Modifizierung der Verstärker sowie eine Anpassung der 12 GHz-Filter bzgl. der Mittenfrequenz. Es wurde etwa gleiches Übertragungsverhalten in den einzelnen Kanälen erreicht.

## AMANDA

Für das Experiment AMANDA wurde ein programmierbarer TDC entworfen und gebaut. Zur typischen Anwendung des TDC gehört unter anderem die Rauschanalyse von Photovervielfachern. Für das Interface zwischen Digitalem Optischem Modul und PC (DOMCOM) wurde ein Redesign durchgeführt und umfangreiche Testsoftware entwickelt. Ein Mitarbeiter der Gruppe Elektronik übernahm den Aufbau und die Inbetriebnahme von 50 DOMCOMs am Südpol.

Für das Zukunftsprojekt IceCube wurden Design-Varianten für einen DOM-Hub mit PCI-Interface sowie für ein Redesign des Digitalen Optischen Modules ausgearbeitet.

## H1-Experiment

Die Arbeiten konzentrierten sich hier auf Upgrade-Vorhaben für den Forward/Backward Silicon Tracker

(FST/BST). Dafür wurden zahlreiche Systemlösungen entwickelt und eingesetzt.

Am Entwurf von TriggerCard und MasterCard wurde mitgearbeitet. Es erfolgte eine Kalibrierung der PAD-Detektoren im Strahl. An der Konzeption einer Rohdaten-Auslese für die zweite Trigger-Stufe sowie der Slow Control Funktionen, besonders für den PAD-Detektor, wurde mitgearbeitet. Nach Fertigstellung wurden die Module Pad Repeater, Flex-Adapter, PDS3 und NIM-Fanout getestet und in Betrieb genommen. Nach Montage von FST und BST (unter anderem Kleben und Bonden der Hybride) in DESY Zeuthen erfolgte der Einbau von FST und BST in den H1-Detektor in Hamburg.

## Elektronik Werkstatt

Von der Elektronik Werkstatt (ZEW) wurde neben der Fertigung von Leiterplatten und Baugruppen für die laufenden Experimente eine Vielzahl zusätzlicher Aufgaben übernommen, hauptsächlich für den Photoinjektor. Durch die Anschaffung eines programmierbaren, automatischen Schablonendruckers wurde das Bedrucken von Leiterplatten mit Lötpaste im Fine Pitch Bereich möglich, was zu einer Kostenreduzierung führt. Zwei Mitglieder der ZEW wurden zur Unterstützung der AMANDA-Aktivitäten für zusätzliche Bestückungs- und Lötarbeiten an der Universität Stockholm eingesetzt.

Ein großer Anteil von den in der Werkstatt angefallenen Arbeiten wurde von den fünf Auszubildenden, die sich in der Fachausbildung befinden, geleistet.

Die von der Werkstatt ausgeführten Arbeiten verteilten sich wie folgt auf die einzelnen Experimente: PITZ 32%, H1 27%, AMANDA 10%, HERA-B 5%, übrige 26%.

## Technische Infrastruktur

Von der Gruppe Technische Infrastruktur wurden die umfangreichen Bauarbeiten für den Photoinjektor fortgesetzt. Dabei verlagerte sich das Hauptaufgabenge-



Abbildung 109: Die Kühlanlage des Photoinjektors. Die Anlage erlaubt es, die Temperatur der RF-Gun auf  $0.10^{\circ}\text{C}$  zu stabilisieren.

biet von den reinen Baumaßnahmen zum Aufbau der Infrastruktur für den Teststand. Dazu gehören Kühl- und Wassersysteme, Lüftung, Klimatisierung sowie Elektro-, Heizungs- und Sanitäranlagen (Abb. 109).

Nachdem die baulichen Anlagen für den Photoinjektor fertig gestellt waren, wurden die Außenanlagen um diesen Komplex herum instand gesetzt.

Im Rechenzentrum musste eine neue Klimaanlage eingebaut werden, um die Kühlleistung den neuen Anforderungen anzupassen. Ebenfalls erneuert wurde die unterbrechungsfreie Stromversorgungsanlage (USV),

zeitgleich mit der Erneuerung der gesamten Strom-einspeisung im Rechenzentrum.

Um in DESY Zeuthen zukünftig auch Vakuumbauteile bearbeiten zu können, wurde mit dem Umbau von Teilen der alten Werkstatt und der Schlosserei begonnen. Im Zuge dieser Umbauarbeiten wurden auch Dach und Fassade des gesamten Gebäudes saniert.

Der zweite Aufgabenschwerpunkt der Gruppe ist die Aufrechterhaltung des laufenden Betriebes, dazu gehören unter anderem Energieversorgung, Heizung, Zu- und Abwasser, Klimatisierung und Telefon.





# Bereich Beschleuniger (M)

## Inhalt

Übersicht	187
Speicherringanlage HERA	189
Speicherring DORIS III	191
Die Vorbeschleuniger	193
Arbeiten der Gruppen des Bereichs Beschleuniger	197
Voruntersuchungen zum TESLA Linear-Collider Projekt	225
Entwicklung eines Freie-Elektronen Lasers für sehr kurze Wellenlängen	233
Strahlenschutz	239



# Übersicht M-Bereich

## HERA

Das Berichtsjahr 2001 war von den Umbauarbeiten für die Luminositätserhöhung von HERA geprägt. Nachdem im Vorjahr die alten Beschleunigerkomponenten bereits weitgehend ausgebaut worden waren, ging die Montage der neuen Beschleunigerkomponenten zügig voran, so dass der Strahlbetrieb mit der Injektion von Protonen in HERA am 27. Juli aufgenommen werden konnte. Bis Mitte August konnten Protonen routinemäßig injiziert und beschleunigt werden.

Nach anfänglichen Schwierigkeiten, den Positronenstrahl um die Maschine zu transportieren, standen dann Anfang September beide Ringe für ausführliche Strahl-optikttests zur Verfügung.

Ab Anfang Oktober wurden zum ersten Mal in 2001 beide Strahlen bei ihrer Maximalenergie zur Kollision gebracht, wobei eine spezifische Luminosität von  $1.68 \times 10^{30} \text{ cm}^{-2} \text{ sec}^{-1} \text{ mA}^{-2}$  erreicht wurde.

Ein Problem bei der Inbetriebnahme der neuen Wechselwirkungszonen war der Synchrotronstrahlungsuntergrund der Experimente H1 und ZEUS. Er soll durch den Einbau von zwei vertikalen und einem horizontalen Kollimator, mit deren Auslegung und Fertigung bereits begonnen wurde, reduziert werden.

## DORIS III

Bedingt durch größere Umbauarbeiten, bei denen unter anderem ein Großteil der Triplet-Vakuumkammern ausgetauscht und zwei Resonatoren ausgebaut wurden, und wegen einer Reihe von Zwangsbelüftungen entwickelte sich die Strahllebensdauer nur sehr langsam. Bei einem integrierten Strahlstrom von 100 Ah wurden erst annähernd 50% der Vorjahreswerte erreicht. Dies

erklärt die gegenüber dem letzten Jahr um 2% leicht reduzierte Betriebseffizienz von 92.3%.

Die gegen Ende des diesjährigen Betriebes erzielten Lebensdauern von 12 Stunden bei 130 mA, 15 Stunden bei 110 mA und 20 Stunden bei 90 mA sind ähnlich wie die in den Vorjahren erzielten Werte.

## Vorbeschleuniger

Die Vorbeschleuniger für Elektronen und Positronen, LINAC II-PIA-DESY II, liefen auch 2001 sehr zuverlässig.

Die vom LINAC II an PIA gelieferte Teilchenzahl konnte auf  $3.9 \times 10^{10}$  Positronen gesteigert und damit verdoppelt werden.

Für den Betrieb des LINAC III stehen seit Herbst dieses Jahres zwei verschiedene  $\text{H}^-$ -Quellen zur Verfügung. Die neu in Betrieb genommene Cäsium-freie Hochfrequenzquelle konnte während einer mehrwöchigen Betriebsperiode für die Injektion in den LINAC III und weiter in DESY III genutzt werden. DESY III erzeugt unabhängig von der genutzten Quelle einen stabilen Strom von 210 mA bei 7 GeV.

## Linear-Collider Studien

Mit der Fertigstellung des TESLA Technical Design Report (TDR) wurde im Berichtszeitraum ein wichtiger Meilenstein auf dem Weg zur Realisierung des Zukunftsprojekts für einen 500–800 GeV supraleitenden Elektron-Positron Linear-Collider mit integriertem Röntgenlaser-Labor erreicht.

Eine Kostenschätzung für den Beschleunigerteil des Projektes wurde anhand von Industriestudien für die

Massenfertigung der Hauptkomponenten der Anlage erarbeitet. Die Kosten für den 500 GeV Collider wurden zu 3.136 Milliarden € ermittelt. Die zusätzlichen Kosten für die Integration des Röntgen-FEL belaufen sich auf 0.241 Milliarden €.

Der TESLA TDR wurde im März 2001 im Rahmen eines internationalen Kolloquiums der Öffentlichkeit vorgestellt. Das große Interesse am TESLA-Projekt wurde durch die Teilnahme von annähernd 1000 Wissenschaftlern an dieser Veranstaltung eindrucksvoll unterstrichen.

Auf der Basis des TDR wurde die Vorbereitung des Planfeststellungsverfahrens weitergeführt. Mitarbeiter von DESY und unabhängige Ingenieure für die Genehmigungsplanung, die Projektsteuerung, die Umweltplanung und die hydrogeologischen Untersuchungen erarbeiten in einem Team die Planunterlage.

Im Berichtszeitraum konnte der TESLA Test Facility LINAC in der Regel im 24-Stunden-Betrieb genutzt werden. Hierbei standen zunächst Studien zur Beschleunigerphysik im Vordergrund. Ab Sommer lag der Schwerpunkt dann im Bereich des FEL-Betriebs.

## Freie-Elektronen Laser

Im Laufe des Jahres 2001 gelang es, die Verstärkungsleistung des FELs gegenüber dem im Vorjahr erreichten Wert von  $10^3$  bis  $10^4$  schrittweise um mehrere Größenordnungen zu erhöhen. Der Erfolg beruhte auf der Optimierung nicht eines einzelnen, sondern mehrerer Betriebsparameter wie der Einstellung des Bunch-Kompressors, des Photoinjektors und der Elektronenstrahlage im Undulator.

Dem Wunsch der ersten wissenschaftlichen Nutzer folgend, konzentrierten sich die Bemühungen auf den Wellenlängenbereich zwischen 80 nm und 120 nm. Am 10. September wurde der maximal mögliche Verstärkungsfaktor von  $10^7$  erreicht. Erste Experimente nutzten den erzeugten FEL-Strahl, um das Verhalten von Probenmaterial im intensiven Photonenstrahl zu untersuchen.

Die Studien zum Entwurf eines Höchstleistungs-FELs für Wellenlängen bis hinunter zu 0.1 nm (kurz: XFEL) wurden fortgesetzt.



# Speicherringanlage HERA

Im Berichtsjahr 2001 stand HERA im Zeichen der Umbauarbeiten für die Luminositätserhöhung. Im Vorjahr waren bereits die alten Beschleunigerkomponenten weitgehend ausgebaut und die neuen Magnetstützen teilweise aufgestellt worden. Die Montage der neuen Beschleunigerkomponenten ging zügig voran, inklusive des Einbaus der Spinrotatoren in den geraden Stücken Nord und Süd.

Am 1. Mai waren die Einbauarbeiten im Norden abgeschlossen. Zwei Wochen später war auch das gerade Stück Süd bereit für die Inbetriebnahme. Ab Mitte Mai wurden Vermessungsarbeiten, die Inbetriebnahme der Netzgeräte, Vakuumtests und die Inbetriebnahme und Justierung des neu installierten drahtgestützten Magnetpositions-Messsystems durchgeführt. Alle diese Arbeiten sind ausführlich im Bericht der technischen Gruppen beschrieben. Vor Beginn des Strahlbetriebs wurden noch einmal alle Magnete, an denen während der Betriebsunterbrechung gearbeitet wurde, bezüglich Polarität und Zuordnung zum Kontrollsystem überprüft und dabei gefundene Unstimmigkeiten beseitigt. Am 27. Juli wurde der Strahlbetrieb mit der Injektion von Protonen in HERA aufgenommen. Die Inbetriebnahme von Protonen verlief ohne größere Probleme. Nach der Aufdeckung von einigen Fehlern bei der Ansteuerung der Netzgeräte und nach der Beseitigung von Problemen mit der Magnetkühlung konnten bis zum 13. August Protonen routinemäßig injiziert und beschleunigt werden. Der Anlauf mit Positronen stand unter einem ungünstigeren Stern. Es gab anfänglich große Schwierigkeiten, den Strahl um die Maschine zu transportieren. Diese waren im Wesentlichen darauf zurückzuführen, dass einer der neuen Quadrupolmagnete beim Einbau beschädigt wurde. Dies hatte den Kurzschluss einer Teilspule zur Folge. Das Auffinden dieses Defekts sowie seine Reparatur führten zu einer Verschiebung des Wiederanlaufs um etwa drei Wochen.

Anfang September standen dann beide Ringe für ausführliche Strahloptiktests zur Verfügung. Im Verlauf dieser Studien wurden mehrere kleinere Fehler der Magnetfelder aufgedeckt und beseitigt. Die Strahlenveloppen weichen nach diesen Korrekturen nur noch um etwa 10% von ihren Idealwerten ab. Damit sind die Voraussetzungen für einen Luminositätslauf von dieser Seite erfüllt. Größere Schwierigkeiten machte der Versuch, die absoluten Magnetpositionen im Bereich der Wechselwirkungszonen mit einer Genauigkeit von unter einem Millimeter durch so genanntes „Beam Based Alignment“ zu bestimmen. Es stellte sich heraus, dass die üblichen Prozeduren in ihrer Genauigkeit nicht ausreichten. Die Bemühungen konzentrierten sich dann auf die Bereitstellung von verbesserten Algorithmen und automatisierten Verfahren. Diese Verbesserungen nahmen den ganzen Rest des Jahres in Anspruch. Zuletzt betrug die Genauigkeit der Festlegung der Magnetpositionen nur etwa einige Millimeter, welches für einen guten Luminositätsbetrieb nicht ausreichend ist.

Die Beeinflussung der neuen, in den Detektoren H1 und ZEUS installierten supraleitenden Fokussier- und Ablenkmagnete durch die Detektorsolenoidfelder dagegen stellte kein großes Problem dar. Die Bewegung dieser Magnete durch die sich ändernden magnetischen Kräfte während der Magnetrampe erwiesen sich im Wesentlichen so wie erwartet, und ihre Kompensation stellte kein großes operationelles Problem dar. Etwas schwieriger war die Kompensation der durch das Schließen des ZEUS-Kalorimeters bedingten Änderung der Magnetfelder. Die Strahlorbitverschiebungen lassen sich jedoch mit Hilfe eines neuen Orbit-Rückkopplungssystems mit einer Bandbreite von 2 Hz kontrollieren. Die Kompensation der Kopplung der horizontalen und vertikalen Betatronschwingungen des Positronenstrahls, welche durch die Detektorsolenoidfelder verursacht wird, erfolgt

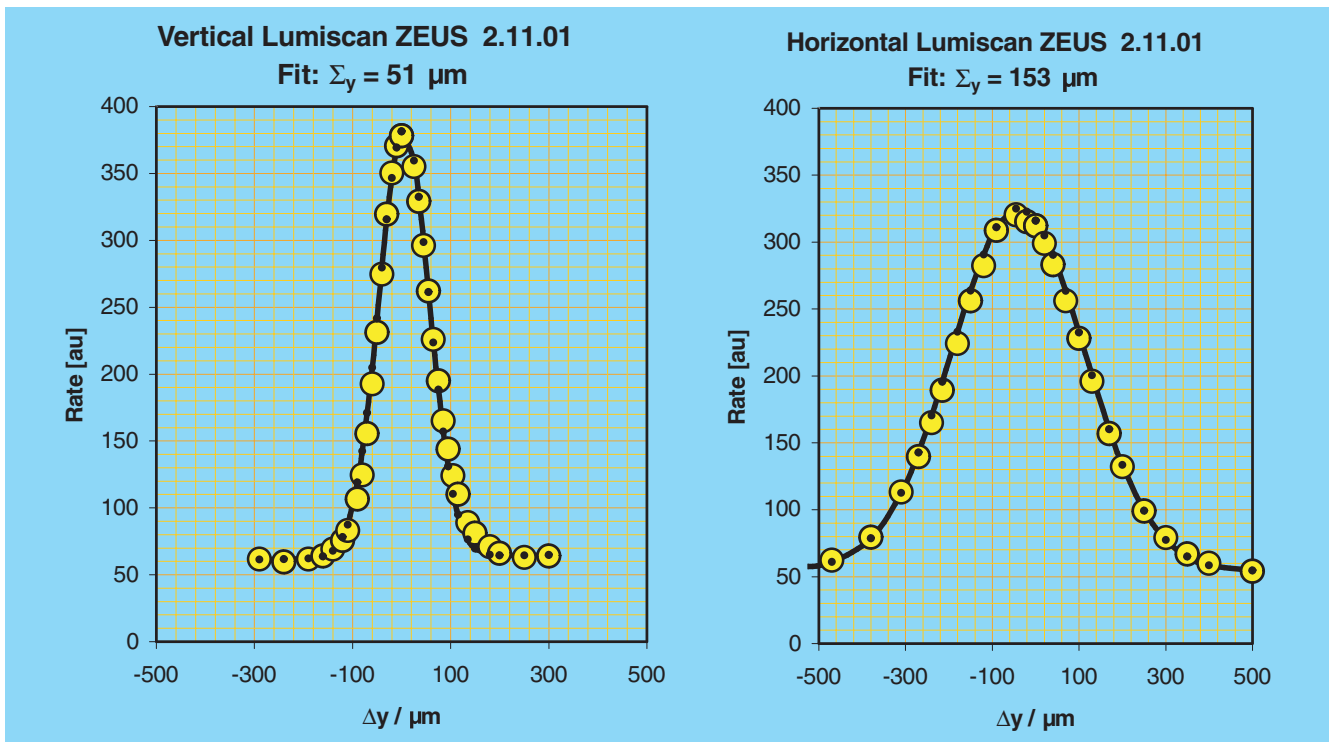


Abbildung 110: Luminitätssignal als Funktion der relativen vertikalen (links) und horizontalen (rechts) Strahlposition von Protonen und Positronen am Wechselwirkungspunkt ZEUS. Die Breite der Kurven entspricht der effektiven Strahlbreite. Die daraus berechnete Spezifische Luminosität beträgt  $1.68 \times 10^{30} \text{ cm}^{-2} \text{ sec}^{-1} \text{ mA}^{-2}$ , die etwa 87% des Entwurfswertes beträgt.

nun mit zwei gedrehten Quadrupol-Paaren auf beiden Seiten des Wechselwirkungspunktes. Die globale Kopplung, die in den Bögen des Beschleunigers generiert wird, wird nach wie vor durch kleine vertikale Orbitverschiebungen in den Sextupolmagneten kompensiert. Die Kopplung, welche durch Neigung der „low beta“ Quadrupole entsteht, wird lokal durch gedrehte Quadrupolwindungen auf den supraleitenden Magneten in der Wechselwirkungszone kompensiert. Dieses Konzept erwies sich in der Praxis als erfolgreich. Damit ließen sich Strahlparameter in der Nähe der Designwerte realisieren.

Ab Anfang Oktober wurden zum ersten Mal im Jahr 2001 beide Strahlen bei ihrer Maximalenergie zur Kollision gebracht. Nach einigen Verbesserungen von Kopplung und Optik des Positronenstrahls (wie oben beschrieben) ergab sich eine spezifische Luminosität von  $1.68 \times 10^{30} \text{ cm}^{-2} \text{ sec}^{-1} \text{ mA}^{-2}$  (Abb. 110),

welche bereits recht nahe am Designwert von  $1.92 \times 10^{30} \text{ cm}^{-2} \text{ sec}^{-1} \text{ mA}^{-2}$  liegt.

Als größtes Problem mit der neuen Wechselwirkungszone stellte sich bei der Inbetriebnahme der Synchrotronstrahlungsuntergrund der Experimente H1 und ZEUS dar. Durch sorgfältige Zentrierung des Positronenstrahl-Orbits konnte der Untergrund so weit reduziert werden, dass das Experiment H1 eingeschaltet werden konnte. Der Untergrund muss jedoch noch etwa um den Faktor 100 reduziert werden, um gute Bedingungen für die Experimente zu erzielen. Die Analyse, welche sich über die Monate November und Dezember erstreckte, ergab, dass die Situation mit zwei vertikalen und einem horizontalen Kollimator bei 62 m, 19 m und 6 m jeweils auf der linken Seite vor den Experimenten H1 und ZEUS verbessert werden kann. Mit der Auslegung und Fertigung dieser Kollimatoren wurde bereits begonnen.

# Speicherring DORIS III

## DORIS III Betrieb 2001

Der Wiederanlauf von DORIS begann am 15. Januar, und der Beginn des offiziellen Nutzerbetriebes für HASYLAB war für den 12. Februar geplant. Wie im Jahr zuvor wurde mit HASYLAB der übliche 5:1 Wochenrhythmus vereinbart, das heißt fünf Wochen Synchrotronstrahlungsbetrieb, gefolgt von einer Service-Woche. Abweichend davon sollte die erste und die letzte Run-Periode jeweils drei Wochen betragen. Für unvorhersehbare Arbeiten war eine Kurz-Wartungsperiode vom 9. bis zum 23. Juli vorgesehen.

Bedingt durch weitgehende Umbauarbeiten während der Winter-Wartungsperiode – ein Großteil der Triplett-Vakuumkammern, der Vertikalkicker und das Septum wurden ausgetauscht, außerdem wurden zwei Resonatoren ausgebaut – und wegen einer Reihe von Zwangsbelüftungen, die im Laufe des Jahres erforderlich waren, konnte sich die Strahllebensdauer nur sehr langsam erholen. Bereits am 18. Januar musste der Betrieb von DORIS unterbrochen werden, da der neue Vertikalkicker einen irreparablen Schaden zeigte. Drei Keramikstützen, die der Isolation des stromführenden Leiters dienen, hatten sich gelöst und waren in den Bereich des gespeicherten Strahls geraten, was den regulären Betrieb zunächst beendete. Eine ordnungsgemäße Reparatur des Kickers war nicht schnell genug möglich, weshalb die leere Hülle wieder eingebaut wurde. Dafür musste wiederum ein Viertel des DORIS-Vakuumsystems belüftet werden. Fünf Wochen später, in der ersten Service-Woche, wurde eine Belüftung der Bypass-Vakuumkammer vorgenommen, da das Ventil, welches das Strahlrohr BW5 von DORIS trennt, eine zu hohe Leckrate aufwies. Bis zum Juli mussten zwei weitere Belüftungen verkräftet werden. Ursache waren zwei undichte Mode-Koppler an den Beschleunigungskavitäten. In einer Kurz-Wartungsperiode wurde der reparierte Vertikalkicker wieder eingebaut und arbeitete dann störungs-

frei bis zum 16. Oktober. Wegen einer gelösten Keramikstütze wurde die Strahllebensdauer jedoch stark verringert, so dass ein nochmaliger Ausbau erforderlich wurde. Die bis zum Berichtszeitpunkt letzte Belüftung erfolgte am 2. November wegen eines undichten Flansches.

## Strahlparameter

Wegen der neuen Vakuumkammern erhöhte sich die Strahllebensdauer nur sehr langsam. Bei einem integrierten Strahlstrom von 100 Ah wurden erst annähernd 50% der Vorjahreswerte erreicht. Massenspektrometrische Messungen zeigten einen dominanten Wasseranteil im Restgas, was die sehr langsame Druckverbesserung erklärt. Die Desorption von Wasser ist wegen des großen Dipolmoments des Wassermoleküls sehr langsam. Der Zeitraum für die Erholung der Lebensdauer im Anschluss an die Belüftungen war allerdings für HASYLAB akzeptabel.

Gegen Ende des diesjährigen Betriebes wurden im 5-Bunch-Betrieb folgende Lebensdauern erzielt: 12 Stunden bei 130 mA, 15 Stunden bei 110 mA und 20 Stunden bei 90 mA. Wie im Jahr zuvor wurden im 5-Bunch-Betrieb maximal 150 mA gespeichert und während der vier Wochen Strahlzeit mit 2 Bunchen 85 mA. Der von HASYLAB genutzte integrierte Strahlstrom betrug 492 Ah.

## Strahllagestabilität

Der Austausch der Vakuumkammern der Quadrupol-Triplets war erfolgt, um unerwünschte horizontale Orbitveränderungen zu minimieren. Diese werden vor allem durch horizontale Verschiebungen der Quadrupole in den Triplets bewirkt. Da die drei Injektionskicker

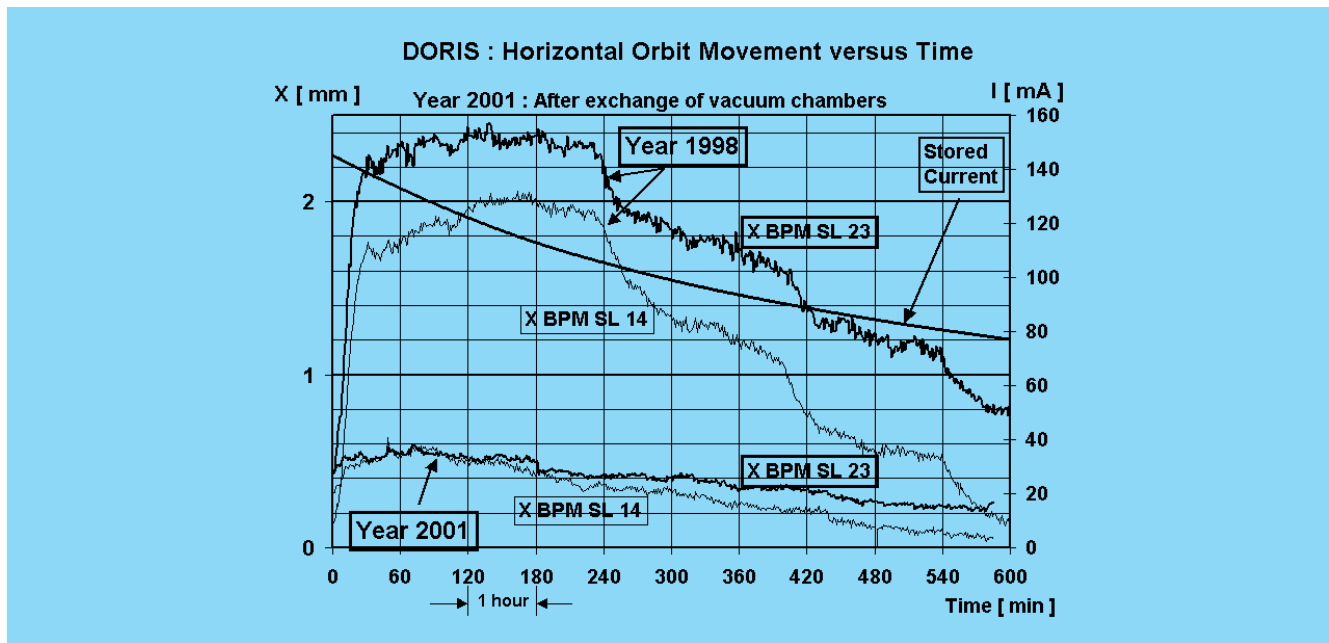


Abbildung 111: Durch den Einbau neuer Vakuumkammern in den Quadrupol-Triplets konnte eine deutliche Verbesserung der horizontalen Orbitstabilität erreicht werden.

nicht rechtzeitig fertig wurden, konnten nicht alle neuen Kammern eingebaut werden, so dass eine Restbewegung des Orbits über eine Run-Periode bleibt. Orbitmessungen zeigen allerdings, dass eine deutliche Verbesserung eingetreten ist. In Abbildung 111 sind die Ablagen des Orbits an zwei Stellen aufgetragen. Diese Messungen überspannen jeweils einen Zeitraum von zehn Stunden und sind im Jahre 1998 bzw. im Berichtsjahr durchgeführt worden. Zu diesen Zeitpunkten waren Lebensdauern und Ströme nahezu gleich. Vor dem Austausch der Vakuumkammern im Jahre 1998 waren die Bewegungen des Orbits an der Stelle der ausgewählten Monitore SL23 und SL14 etwa um den Faktor 5 größer als in diesem Jahr. Als Folge dieser verbesserten Orbitstabilität ergibt sich, wie angestrebt, eine deutlich verbesserte Strahllagestabilität bei den Synchrotronstrahlen. Die PC basierte Strahllageregelung arbeitete auch im Berichtsjahr einwandfrei.

## Betriebsergebnis 2001

Das Betriebsergebnis ergibt sich aus dem Verhältnis von 5796 Stunden geplanter Strahlzeit für HASYLAB

und den 5348 Stunden, in der tatsächlich Synchrotronlicht geliefert werden konnte. Die daraus resultierende, verglichen mit dem letzten Jahr geringere Betriebseffizienz von 92,3% ist wesentlich auf die ungewöhnlich hohe Zahl von Zwangsbelüftungen zurückzuführen.

## Betriebsunterbrechung

Während der Betriebsunterbrechung vom 17.12.2001 bis 16.2.2002 soll untersucht werden, ob die Resonator-Mode-Koppler für den regulären Betrieb von DORIS erforderlich sind. Im Berichtsjahr waren zwei Belüftungen auf defekte Koppler zurückzuführen. Als Ersatz könnten so genannte Hohlleiter-Mode-Koppler eingesetzt werden, deren Vorteil darin besteht, dass keine Verbindung zum Vakuum existiert. Nachdem weitgehend die Ursachen für das Fehlverhalten des Vertikalkickers erkannt und behoben sind, wird der reparierte Kicker wieder eingebaut. Drei Temperatursensoren werden während des Betriebes über die Temperaturverteilung im Inneren Aufschluss geben. In der darauffolgenden Winter-Wartungsperiode könnten dann die restlichen Kicker eingebaut werden.



# Die Vorbeschleuniger

## LINAC II und PIA

Mit dem Ende des Betriebsjahres 2000 wurde eine Reihe neuer Komponenten am LINAC II in Betrieb genommen. Das komplett erneuerte und auf moderne Vakuumtechnik umgebaute Injektionssystem läuft seit Beginn des Jahres 2001 störungsfrei im Beschleunigerbetrieb. Insgesamt wurden drei Beschleunigerabschnitte durch neu gefertigte ersetzt. Hierbei wurde im ersten Abschnitt die Anpassung an die noch nicht abgeschlossene Gruppierung der Elektronenpakete aufgegeben und ein Standardabschnitt eingebaut. Mit der Inbetriebnahme zum Jahresbeginn konnte die an PIA gelieferte Teilchenzahl der Positronen auf  $3.9 \times 10^{10}$  Teilchen gesteigert werden. Dies ist eine Verdoppelung der über lange Jahre hinweg üblichen Teilchenzahl. Der während der Betriebsunterbrechung ebenfalls erneuerte Positronen-Separator hat sich beim Betriebsanlauf und während der Optimierung der Positronen-Intensität bewährt. Im Lauf des Jahres konnten drei weitere Modulatoren parallel zum Beschleunigerbetrieb auf Kondensatorladegerät und SPS-Steuerung umgebaut und wieder in Betrieb genommen werden. Der Beschleunigerbetrieb wurde nicht beeinträchtigt.

Auch im beginnenden Jahr 2002 werden weitere Modulatoren umgebaut. Abgeschlossen wird die Modernisierung und damit die Erhöhung der Betriebssicherheit für die kommenden Jahre durch den Austausch der noch verbliebenen vier alten Beschleunigerabschnitte und den Umbau der restlichen Modulatoren. Diese Arbeiten sind für die nächste große Betriebsunterbrechung bei HERA geplant. Der während der Betriebsunterbrechung Ende letzten Jahres in Betrieb genommene neue zweistufige Tetroden-Leistungsverstärker für das 10.4 MHz-System läuft seit Beginn des Jahres störungsfrei. Der alte Verstärker wird für den Einsatz als Reserveeinheit umgebaut. Für das 125 MHz-System muss ein neuer Beschleunigungsresonator gebaut werden, da zum einen kein Ersatz vorhanden ist, zum anderen der

eingebaute Resonator in der Vergangenheit wegen einer hartnäckigen Multipactorentladung Probleme bereitet hat. Hier wurde damals eine Titan-Nitrid-Bedampfung zur Unterdrückung der Entladung vorgenommen. Der Ersatz-Resonator befindet sich zur Zeit in der Konstruktionsphase.

## LINAC III

Nachdem sich der in den vergangenen Jahren vorangetriebene Umbau des LINAC III Injektionssystems schon im Testbetrieb bewährt hatte, der wechselweise Betrieb von zwei verschiedenen  $H^-$ -Quellen also möglich wurde, konnte der Betrieb der Cäsium-freien Hochfrequenzquelle zusammen mit dem LINAC III so optimiert werden, dass sie seit Herbst für mehrere Wochen als Betriebsquelle eingesetzt werden konnte. Dabei wurde bei einem in den LINAC III injizierten Strom von 9.4 mA und einer Pulslänge von  $45 \mu s$  ein hochbeschleunigter und stabiler Strom von 210 mA in DESY III erreicht. Die Umschaltung zwischen beiden Quellen ist inzwischen rechnergesteuert möglich und benötigt nur wenige Minuten. Die Stabilität der LINAC III Sender und damit der LINAC-Energie konnte durch den Einbau schneller Amplitudenregelungen und hochstabiler Schirmgitternetzgeräte wesentlich verbessert werden. Die Amplitudenregelungen kompensieren nun auch die Strahllast.

## DESY II

DESY II wurde nach dem Austausch der Summendrossel, dem Einbau eines neuen Strahlfängers in einem Strahltransportweg und der Modernisierung der Senderanlage im Januar 2001 wieder mit Positronen in Betrieb

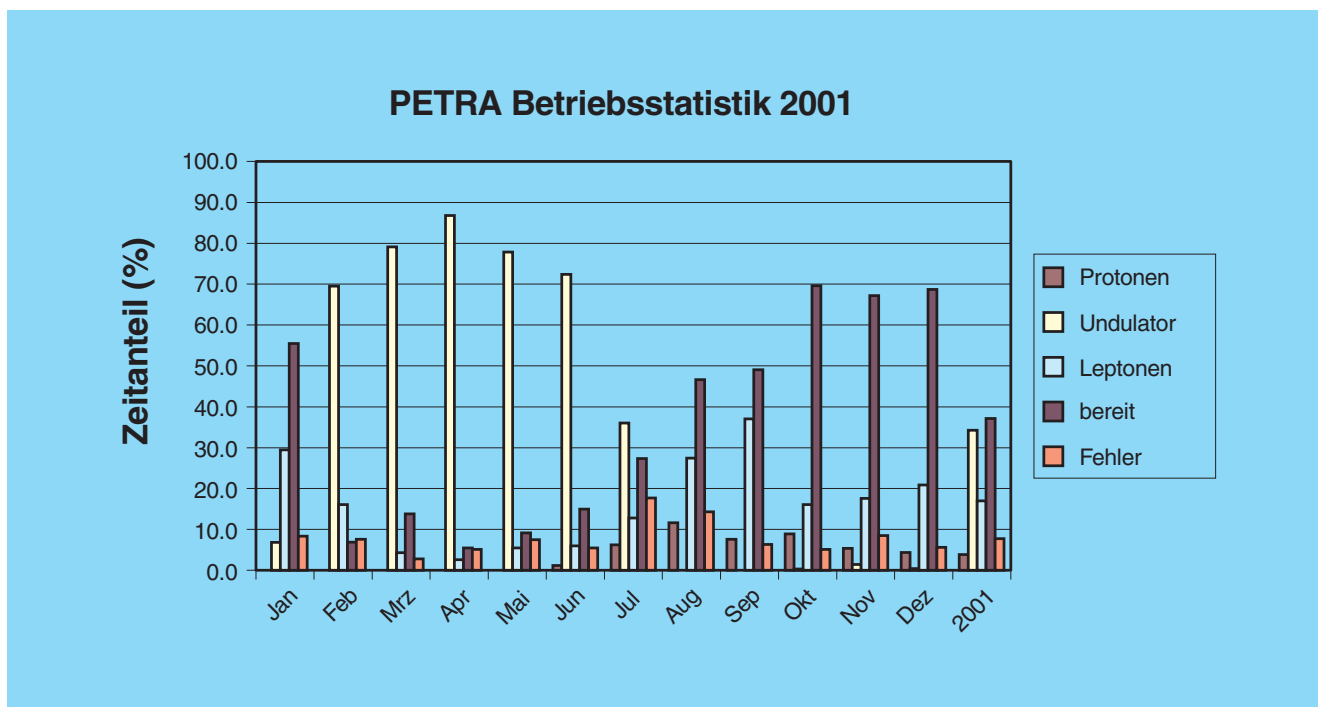


Abbildung 112: Aufteilung der Betriebszeit 2001 auf die einzelnen Betriebsmodi: Vorbeschleunigerbetrieb: Leptonen und Protonen; Synchrotronstrahlungsbetrieb: Undulator; Maschine im Wartezustand: bereit.

genommen. Als Vorbeschleuniger lieferte DESY II mit gewohnter hoher Zuverlässigkeit mittlere Intensitäten von  $(1.2-1.3) \times 10^{10}$  Teilchen pro Bunch, 2.0–2.1 mA bei 7 GeV für PETRA und  $(3-4) \times 10^9$  Teilchen bei 4.5 GeV für DORIS. In den Füllpausen stellte DESY II in der ersten Jahreshälfte auch wieder Strahl für die Teststrahl-Benutzer zur Verfügung. Im Juli 2001 wurde ein DESY II-Standby-Zustand zur Reduzierung der Energiekosten während der Füllpausen eingeführt.

### DESY III

Während der Wartungsperiode 2000/2001 wurden neben dem Einbau eines neuen Resonators und Verbesserungen am Lagemonitorsystem die Blindleistungskompensationsanlage modernisiert und eine neue Steuerungslogik für die Schieberventile eingebaut. Bei der Wiederinbetriebnahme mit Strahl im Mai wurde der neue Resonator während mehrerer Wochen konditioniert. In dieser Zeit wurde das Kontrollsystem auf

ein neues Betriebssystem umgestellt. Zusätzlich wurde die Ansteuerung von mehreren Hauptmagnetkreisen verbessert. Ende November musste das Ejektionsseptum wegen eines Wasserlecks im Vakuumsystem ausgetauscht werden. Als Protonenbeschleuniger für PETRA lief DESY III wieder mit hoher Zuverlässigkeit. Der mittlere Wert des Gesamtstroms konnte durch Optimierungen um 5% auf 210 mA gesteigert werden. Die erreichten Spitzenströme lagen über 220 mA.

### PETRA II

Im Betriebsjahr 2001 lief PETRA fast während des ganzen Jahres. Nach dem Wiederanlauf im Januar wurde die Maschine bis Anfang Juli im Wesentlichen als Synchrotronstrahlungsquelle genutzt. Den Rest des Jahres lief die Maschine als Vorbeschleuniger für HERA. Änderungen an der Maschine betrafen das Kontrollsystem, das auf ein neues Betriebssystem umgestellt wurde, und die Elektronen-Hochfrequenz, die umgebaut wurde, um

eine höhere Betriebssicherheit zu erzielen. Die Verteilung der Zeit auf die einzelnen Betriebsmodi entnimmt man Abbildung 112. Der Betrieb im Einzelnen sah wie folgt aus:

## Betrieb als Vorbeschleuniger

### Elektronen/Positronen

Die Maschine lief etwa 17% der Zeit als Positronen-Vorbeschleuniger für HERA. Der Betrieb war wie in den vorangegangenen Jahren unproblematisch.

### Protonen

Während der Anlaufphase zu Beginn des Jahres gab es noch einige Probleme mit dem umgestellten Kontrollsystem, die allerdings zum überwiegenden Teil in der ersten Jahreshälfte gelöst wurden, so dass im Wesentlichen das positive Betriebsergebnis des letzten Jahres wiederholt werden konnte.

Die im letzten Jahresbericht erwähnten Schwierigkeiten mit der Ejektion von Protonen traten in diesem Jahr nicht auf, da diesmal der Betrieb als Synchrotronstrahlungsquelle bzw. Vorbeschleuniger zeitlich klar getrennt war. Allerdings konnte der Verdacht bestätigt werden, dass durch den Synchrotronstrahlungsbetrieb die Ferrite der Kicker aufgewärmt werden, was zu einer erheblichen Minderung der magnetischen Ablenkfelder führen kann. Ob die geschaffenen Gegenmaßnahmen, wie zusätzliche Abschirmung der Kicker gegen elektromagnetische Felder der Positronenbunche und der Einbau eines dritten Ejektionskickers, das Ejektions-Problem lösen, konnte in diesem Jahr leider nicht geklärt werden.

Einen weiteren Einfluss des Positronenbetriebs auf den Protonenbetrieb gibt es vermutlich auch über die Protonen-Hochfrequenz. Elektromagnetische Felder, die von den Positronenbunchen in den Proton-Hohlraumresonatoren induziert werden und deren Größe proportional zum Positronenstrom ist, können sowohl die Abstimmereinheiten, so genannte Tuner, wie auch die so genannten „Higher Order Mode“ (HOM)

Koppler zerstören. Dies hat zur Folge, dass entweder die Strahlverluste während des Beschleunigens erheblich zunehmen, oder aber zumindest die Protonenbunche erheblich länger werden, so dass die Strahlqualität deutlich verschlechtert wird und damit in der Regel nicht mehr akzeptabel für HERA ist. Inwieweit diese beiden Problematiken, einerseits die Protonejektion und andererseits der Einfluss auf die Protonenhochfrequenz, den Positronenstrom im Synchrotronstrahlungsmodus begrenzen, muss im nächsten Jahr geklärt werden.

## Betrieb als Synchrotronstrahlungsquelle

In den Monaten Februar bis einschließlich Juni lief PETRA ausschließlich mit Positronen zu etwa 77% der Zeit als Synchrotronstrahlungsquelle. Dass die Verfügbarkeit nicht höher war, hat mehrere Gründe. Zum einen dauerten die Tests an dem umgestellten Kontrollsystem länger als erwartet. Anfangsschwierigkeiten mit der umgebauten Elektronenhochfrequenz führten zu Ausfällen und Betriebsunterbrechungen. Auch nach deren Beseitigung gab es noch zahlreiche Strahlverluste durch Ausfall des Hochfrequenzsystems. Zwar wurden im Laufe des Jahres viele dieser Mängel beseitigt, aber letztlich war der Zustand noch nicht befriedigend.

Neben diesen technischen trat auch noch ein prinzipielles Problem auf. Wie sich im Laufe der ersten Monate herausstellte, ist die Maschine durch den Umbau der Elektronen-Hochfrequenz empfindlicher gegenüber longitudinalen Instabilitäten, die durch den Grundmodus der Hochfrequenz verursacht werden. In der Vergangenheit konnte man die Maschine durch Erhöhung der Hochfrequenzumfangsspannung stabilisieren. Durch den Umbau der Hochfrequenz ist die Leistung der Anlage und damit die Spannung begrenzt, so dass diese Art der Stabilisierung nicht mehr praktiziert werden kann. Diese Begrenzung der Leistung ist von der ökonomischen und Betriebssicherheitsseite sinnvoll und wünschenswert. Nachdem der Instabilitätsmechanismus verstanden war, konnte aber durch ein geeignetes Rückkopplungssystem der Strahl wieder stabilisiert werden, so dass der Umbau der Hochfrequenz die Strahlintensität der Positronen nicht limitiert.

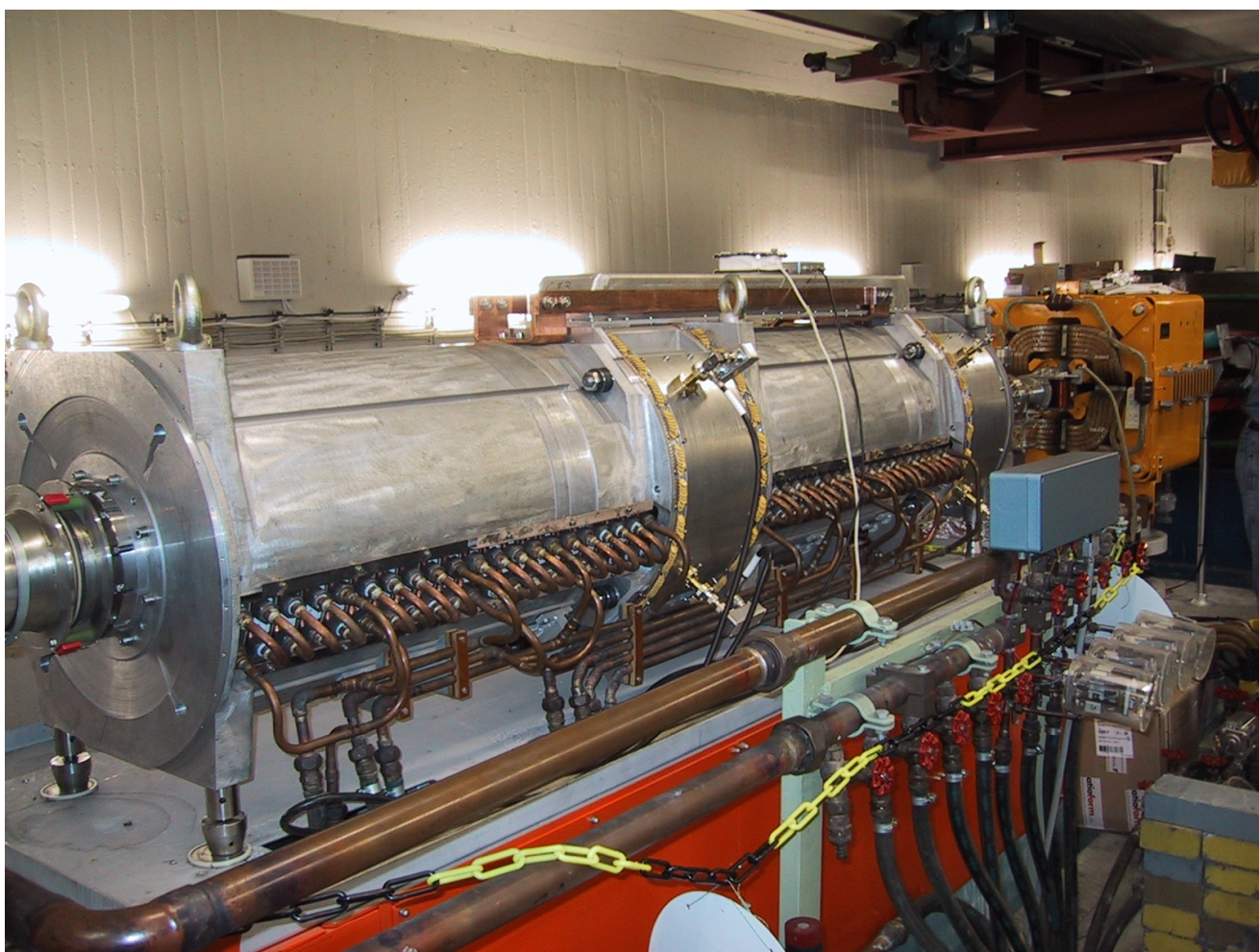


Abbildung 113: *DESYIII Resonator.*



# Arbeiten der Gruppen des Bereichs Beschleuniger

## Beschleunigerphysik und Beschleunigerkoordination

Die Gruppe „Beschleunigerphysik“ MPY und die Koordinationsgruppen befassen sich vorwiegend mit der Entwicklung, Inbetriebnahme und Verbesserung aller bei DESY befindlichen Beschleuniger und Speicherringe. Viele Arbeiten dieser Gruppen sind bereits im Abschnitt Beschleuniger erwähnt worden. Einige Arbeiten sollen hier erläutert werden.

## Fortführung der Studien zur Elektronenkühlung in PETRA

Wie im vorigen Jahresbericht erwähnt wurde, ist eine Option für die längerfristige Zukunft von HERA die Kollision von Hadronen mit Elektronen bzw. Positronen. Um eine möglichst hohe Luminosität bei derartigen Kollisionen zu erreichen, ist die Kühlung der Hadronenstrahlen zur Reduktion der Emittanz von Interesse. Daher wird die Elektronenkühlung von Hadronen in PETRA seit einiger Zeit untersucht.

Ein wesentlicher Bestandteil eines solchen Elektronenkühlers ist ein Elektronen-Linac. Die Anforderungen an die Strahlqualität der Elektronen sind sehr hoch, um eine adäquate Kühlrate zu erzielen. Durch Simulationen konnte gezeigt werden, dass ein Elektronenstrahl ausreichender Qualität generiert und auf bis zu 10 MeV beschleunigt werden kann. Darüber hinaus konnte die dafür notwendige Linac-Struktur einschließlich der Strahlführung durch Solenoide stark vereinfacht werden, so dass eine technische Realisierung, die zwar immer noch aufwendig ist, jetzt möglich scheint.

Da auch die anderen Bestandteile wie der so genannte Debuncher und der Rezirkulator schon weitgehend untersucht worden sind, besteht die Hoffnung, dass die

Studien zur Elektronenkühlung in PETRA im folgenden Jahr erfolgreich abgeschlossen werden können.

## Nutzung von PETRA als dedizierte Synchrotronstrahlungsquelle

Im Berichtsjahr wurde die Möglichkeit untersucht und ein Vorschlag ausgearbeitet, PETRA ausschließlich als Synchrotronstrahlungsquelle zu betreiben. Der Vorschlag sieht vor, im Wesentlichen sieben Achtel und die dazugehörigen Komponenten zu modernisieren und ein Achtel komplett umzubauen, so dass hier bis zu zehn Undulatoren ähnlich wie in einer Synchrotronstrahlungsquelle der dritten Generation eingebaut werden können. Es konnte gezeigt werden, dass man bei einer Strahlenergie von 6 GeV eine Strahlungsquelle erhält, die konkurrenzfähig zur ESRF (Grenoble) ist. Darüber hinaus zeigen vorläufige Untersuchungen, dass es möglich ist, durch den Einbau so genannter Dämpfungswiggler die Emittanz noch weiter zu verkleinern, wodurch eine Quelle im Röntgenbereich von einzigartiger Qualität zur Verfügung stünde.

## Spin-Polarisation

### Polarisierte Positronen und Elektronen

In einer Dissertation über die Beeinflussung der Strahlpolarisation durch die mit der Erhöhung der Luminosität verbundenen Änderungen in der Maschine wurde berechnet, dass die neue Optik mit drei Spinrotatorpaaren und mit unkompenzierten Solenoidspulen in den Detektoren eine Polarisation von etwa 50% ermöglichen sollte, unter der Voraussetzung einer sehr guten Korrektur der Strahllage. Effekte der nichtlinearen Spinbewegung wurden mit dem Computerprogramm SITROS berechnet, das einzige zur Verfügung stehende Pro-

gramm, welches die Strahlage und Synchrotronstrahlung berücksichtigen kann. SITROS wurde etwas verbessert, insbesondere in Bezug auf die Behandlung von Solenoidfeldern. Es stellte sich allerdings heraus, dass der Einfluss der Strahl-Strahl-Wechselwirkung auf die Polarisierung für die neue Optik mit SITROS nicht zuverlässig berechnet werden kann. Es ist daher geplant, die Entwicklung eines hierfür geeigneten Programms voranzutreiben. Es soll auf dem Programm SPRINT basieren, das zur Analyse von polarisierten Protonen in HERA entwickelt wurde. In der Dissertation wird auch gezeigt, wie Elektronendepolarisierung für ein einfaches Modell der Synchrotron-Seitenbänder berechnet werden kann.

Optik-Files für den MIT-Bates Elektronenring stehen nun zur Verfügung. Wegen des speziellen Layouts bietet dieser Ring eine einzigartige Möglichkeit, die so genannte „kinetische Polarisierung“ zu untersuchen. Dieses Phänomen ist für die Polarisationsmessung in HERA wichtig. Die Files werden verwendet, um die erwartete kinetische Polarisierung im MIT-Bates Ring zu beurteilen. Es sollen Methoden gefunden werden, die den Effekt so vergrößern, dass er als Ersatz für den Sokolov-Ternov Effekt verwendet werden kann.

### Polarisierte Protonen

Die numerischen Untersuchungen der Möglichkeit, bei hoher Energie in HERA polarisierte Protonenstrahlen zur Verfügung zu stellen, wurden nicht weitergeführt. Ein gutes Verständnis der Spindynamik von hochenergetischen Protonen bedarf eines guten Verständnisses des Spin Tunes. Aus der Arbeit bei DESY hat sich bereits ein gutes Verständnis dieses Konzepts ergeben, eine genauere mathematische Analyse ist nun zusammen mit der University of New Mexico erarbeitet worden und wird bald veröffentlicht werden.

### Numerische Berechnung der Maxwell'schen Gleichungen

Bei DESY wird an zahlreichen Problemen der numerischen Berechnung elektromagnetischer Felder gearbeitet. Dabei kommen die Programme OPERA-2D (Magnetostatik), MAFIA (Elektro- und Magnetostatik, Temperaturberechnungen, zeitharmonische und

transiente Felder, resonante Felder und selbstkonsistente Teilchen-Feld-Wechselwirkung), Microwave Studio (zeitharmonische und resonante Felder), TRAFIC<sup>4</sup> (selbstkonsistente Berechnung von Bunchen auf gekrümmten Bahnen, kohärente Synchrotronstrahlung), ASTRA (Teilchentracking mit Raumladeeffekten im niederenergetischen Bereich), ELEGANT (hochenergetisches Teilchentracking), GENESIS (FEL Berechnung) und V (Ensemble Tracking) zum Einsatz.

### Neu- und Weiterentwicklung von Programmen

An der TU Darmstadt wird das Programm V laufend erweitert, so dass eine detailliertere Berücksichtigung von TTF-Komponenten möglich ist und mehrere Ensembles gleichzeitig berechnet werden können.

Die Programmstruktur von TRAFIC<sup>4</sup> wurde bei SLAC an die Erfordernisse von Parallelrechnern angepasst und kommt bei DESY auf einem UNIX PC Cluster zum Einsatz. Die große Rechenleistung, die somit zur Verfügung steht, erlaubt eine wesentlich bessere Beschreibung der Wechselwirkungsvorgänge, zum Beispiel durch kohärente Synchrotronstrahlung, in Bunchkompressoren. So kann beispielsweise ein neuartiger Instabilitätsmechanismus, der mit einfachen eindimensionalen Programmen nur grob beschrieben wird, genauer berechnet werden. Dies ist die Grundlage für ein verbessertes eindimensionales Modell, an dem ebenfalls gearbeitet wird.

An der Universität Rostock wird die CSC („Coupled Scattering Parameters“) Methode untersucht, die es erlaubt, resonante Felder in sehr ausgedehnten Strukturen zu berechnen. Der Vorteil dieser Methode besteht darin, dass einzelne Unterabschnitte getrennt simuliert werden können und nicht das vollständige Modenspektrum der gesamten Struktur bestimmt werden muss. So können Eigenmoden in einem vorgegebenen Frequenzbereich gezielt ermittelt werden, und eine Änderung an einem Unterabschnitt erfordert nicht notwendig die erneute Berechnung der vollständigen Geometrie.

### Projekte

Zahlreiche Berechnungen wurden für die existierenden und geplanten Beschleuniger durchgeführt, wie

zum Beispiel Koppler (TESLA, TTF), Wakefield-Berechnungen und Resonatoren (TESLA, TTF2, HERA, H1, ZEUS) und Magnete (HERMES, TTF2). Sehr umfangreiche Berechnungen waren erforderlich, um das Dämpfungsverhalten von Resonanzen in der TTF-Struktur oberhalb der Cutoff-Frequenz zu untersuchen. Dabei wurde die CSC Methode erfolgreich eingesetzt.

## Untersuchung nichtlinearer Prozesse

Ein Schwerpunkt der Arbeiten auf dem Gebiet nichtlinearer Prozesse im Berichtsjahr war die Untersuchung stochastischer Einflüsse auf die Teilchenbewegung in Beschleunigern, zum Beispiel Diffusion aus stabilen HF-Paketen („Coasting Beam“) oder Einfluss von Rauschen auf das transversale Strahl-Echo in Proton-Speicherringen.

Die zur Beschreibung notwendigen Hamilton-Gleichungen mit schwachen, im allgemeinen farbigen, Rauschtermen und die entsprechenden Fokker-Planck-Gleichungen lassen sich nicht mehr analytisch lösen und erfordern, wegen der Symplektizität der Hamilton-Dynamik, spezielle numerische Verfahren. Verschiedene Codes wurden entwickelt, an einfachen Beispielen getestet und miteinander verglichen. Ziel ist die spätere Anwendung auf realistische Modelle. Diese Untersuchungen werden in Zusammenarbeit mit der Universität Bologna durchgeführt.

Eine andere wichtige Frage ist, wie Quanteneffekte die Strahldynamik in Beschleunigern beeinflussen können. Strahlungseffekte und Spin-Polarisation in Elektron-Speicherringen sind Beispiele für das explizite Auftreten des Planck'schen Wirkungsquantums  $h$ . Eine in diesem Zusammenhang interessierende Frage ist, wie Quantenaspekte die SASE-FEL Photon-Statistik beeinflussen oder modifizieren können.

## Arbeiten der technischen Gruppen

Über viele Arbeiten der technischen Gruppen wurde bereits im Abschnitt über die Maschinen (Seite 189 ff, 191 ff und 193 ff) berichtet. Weitere Arbeiten der Gruppen werden hier beschrieben. Die Aktivitäten im Rah-

men der Linear-Collider Studien finden an entsprechender Stelle Erwähnung (Seite 225 ff).

Es sei hier darauf hingewiesen, dass sich alle Gruppen am Schichtbetrieb der Beschleuniger oder an Rufbereitschaften beteiligen.

## Injektion/Ejektion – MIN –

Die Gruppe MIN 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 TESLA Test Facility LINAC. Der Schwerpunkt liegt hier im Bereich des Injektionssystems und in der Koordination des TTF-LINAC Betriebes.

## Elektronen/Positronen LINAC II

Mit dem Ziel, den Wechsel der Kanoneneinheit zu vereinfachen, wurde seit 1999 eine austauschbare Einheit mit Anodenflansch und Vakuumventil für einen schnellen Kanonenwechsel berechnet, konstruiert und gefertigt. Alle Strahlführungselemente zwischen der Kanone und dem ersten Beschleunigerabschnitt wurden in neuer CF Vakuum-Dichttechnik realisiert. Der Test aller Komponenten (Kanone, Plattensystem und Prebuncher) auf einem separaten Teststand war erfolgreich, so dass in der Betriebsunterbrechung seit Herbst 2000 der neue Injektor im LINAC II eingebaut und zu Beginn des Jahres gemeinsam mit drei erneuerten Beschleunigerabschnitten in Betrieb genommen werden konnte. Mit diesen neu eingebauten Abschnitten sind nun sukzessive acht von zwölf ersetzt worden. Aufgrund eines Vakuumlecks an einer Keramikdurchführung wurde der erste Abschnitt im Frühjahr noch einmal ausgetauscht. Mit der Inbetriebnahme zum Jahresbeginn konnte die an PIA gelieferte Teilchenzahl der Positronen auf  $3.9 \times 10^{10}$  Teilchen gesteigert werden. Dies ist eine Verdoppelung der über lange Jahre hinweg üblichen Teilchenzahl.





Abbildung 114: *Modernisierte DESY II-Senderanlage.*

### Kicker

In zunehmendem Maße werden Röhren durch Halbleiterpulsler ersetzt. So wurden im Berichtszeitraum vier Ignitronpulsler der HERA Positronen-Injektion durch Halbleiterschalter ersetzt. Diese ermöglichten einen wesentlich stabileren Betrieb mit stark reduziertem Jitter.

Für die Protonen-Ejektion von PETRA nach HERA wurden bereits 1999 die vorhandenen so genannten Fahrkicker durch eine neue Generation von Kickermagneten ersetzt. Sie haben sich seitdem im Betrieb sehr gut bewährt. Zu Diagnosezwecken wurde inzwischen eine Temperaturmessung nachgerüstet. Ergänzend wurde während der Betriebsunterbrechung im Herbst ein so genannter Mittelkicker eingebaut.

Die Entwicklungsarbeiten für den HERA Elektronen-Dump wurden rechtzeitig vor der Betriebsunterbrechung Ende 2000 abgeschlossen, so dass der Einbau in HERA möglich war. Nach abgeschlossenen Tests steht die Dump-Kicker-Anlage für den Betrieb zur Verfügung.

Für den Speicherring DORIS wurde der Einbau eines vertikalen Anregungskickers mit integrierten Temperaturfühlern abgeschlossen.

Für den Ausbau der TESLA Test Facility wurden vier weitere Feedback-Kicker entwickelt, die sich zur Zeit inklusive des zugehörigen Vakuumsystems in der Ferti-

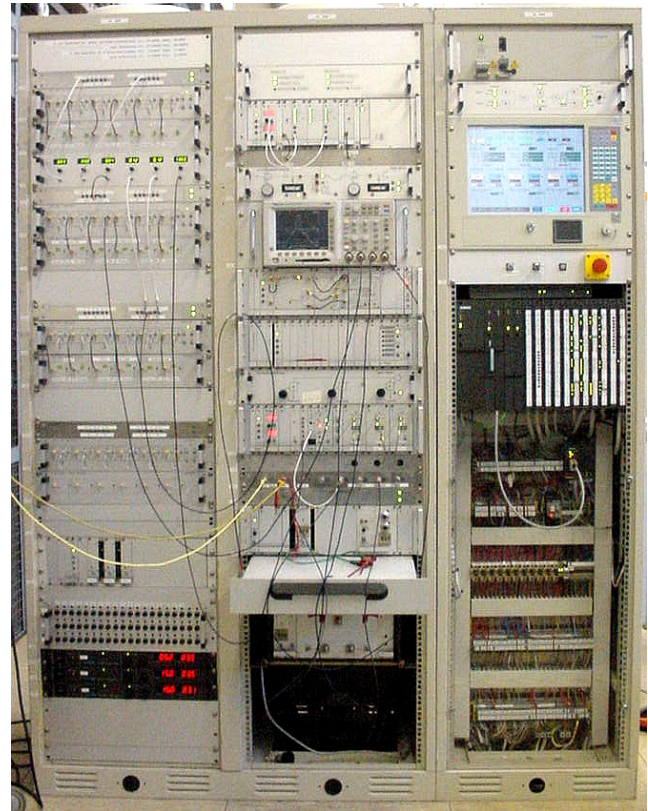


Abbildung 115: *SPS-Anlagensteuerung mit „Siemens S7“.*

gung befinden. Im Rahmen von Studien für den TESLA Linear-Collider wird an verschiedenen Konzepten für so genannte Dämpfungsringkicker gearbeitet. Erste Ergebnisse sind für das kommende Jahr zu erwarten.

### Hochfrequenztechnik – MHF –

Die Gruppe MHF ist verantwortlich für den Betrieb und die Entwicklung aller Hochfrequenzanlagen in den Kreisbeschleunigern bei DESY. Die Arbeiten teilen sich drei Untergruppen. Die erste, MHF-e, ist zuständig für die sehr umfangreichen, normalleitenden 500 MHz Beschleunigungsanlagen und 1000 MHz Rückkopplungssysteme für Elektronen oder Positronen in DESY II, DORIS III, PETRA II und HERA. Die zweite, MHF-sl, ist verantwortlich für das supraleitende 500 MHz System im HERA-Elektronen-Ring und für die supraleitenden 1.3 GHz Resonatoren der TTF. Die Hochfrequenzsysteme für die Protonen-Beschleunigung in DESY III,



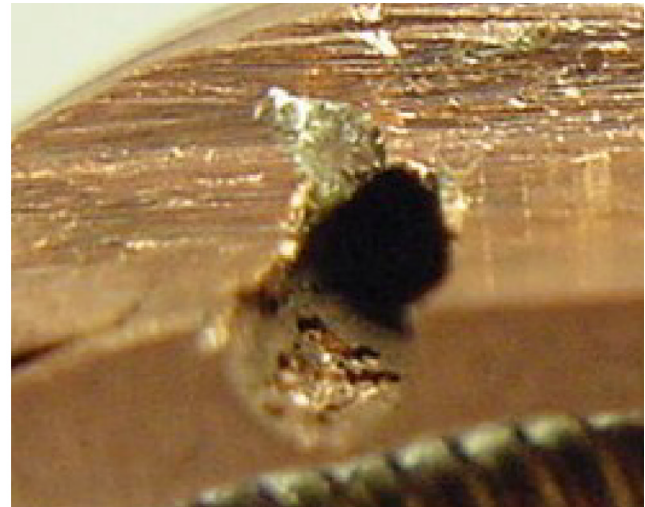


Abbildung 116: Links: Koppelschleife des ausgebauten HOM-Kopplers. Im Bereich der grauen Verfärbung, links oberhalb der Bildmitte, war das Wasser ausgetreten. Rechts: Ein Schnitt durch den Kühlwasserkanal offenbarte tiefe Erosionsspuren. Die ursprüngliche Materialdicke zwischen Wasserkanal und Vakuum betrug 1 mm.

PETRA II und HERA sowie die 1.3 GHz Klystrons der TTF werden von der dritten Untergruppe, MHF-p, betreut.

### Normalleitende Beschleunigungsstrecken für Elektronen/Positronen – MHF-e –

Die Gruppe MHF-e betreibt die 500/1000 MHz HF-Systeme aller Elektronen-Ringbeschleuniger. Diese HF-Systeme bestehen aus 16 Senderanlagen mit insgesamt 28 Dauerstrich-Klystrons. Davon sind 21 800 kW-Klystrons, drei 600 kW-Klystrons, zwei 300 kW-Klystrons und zwei 250 kW-Klystrons. Die DC-Anschlussleistung der 16 Senderanlagen beträgt 34 MW. Die HF-Leistung wird über etwa 3.5 km Hohlleiter auf etwa 120 normalleitende und 16 supraleitende Cavities verteilt.

Die im Vorjahr begonnenen Modernisierungsarbeiten an der DESY II-Senderanlage konnten im Berichtsjahr fristgerecht und erfolgreich abgeschlossen werden. Die Anlage ist seit Jahresbeginn 2001 in Betrieb und ist seitdem 4400 Stunden ohne nennenswerte Probleme und Störungen gelaufen. Die Anlage wurde für drei Klystrons konzipiert, von denen aber nur jeweils zwei betrieben werden. Das dritte Klystron steht als Reserve bereit und kann in kürzester Zeit über ein Hohlleiterschalter-System aktiviert werden.

Bei den beiden PETRA-HF-Systemen wurde die Möglichkeit geschaffen, die beiden Resonator-Gruppen wahlweise mit nur einer der beiden Senderanlagen oder mit beiden Senderanlagen zu betreiben (Abb. 114 und 115).

Seit Beginn 2001 wird PETRA in dieser Form erfolgreich betrieben. Die ersten Monate des Jahres war die Senderanlage „Süd-Links“ für den PETRA-Betrieb aktiv. Im November wurde auf den Betrieb mit der Senderanlage „Süd-Rechts“ umgeschaltet.

Im April trat ein Vakuum-Wasserleck an einem Koppler zur Bedämpfung höherer Schwingungsmoden (HOM-Koppler) in einem DORIS-Resonator auf. Die nähere Untersuchung der Leckstelle zeigte, dass das Kühlwasser in 15 Betriebsjahren tiefe Krater in die Kühlkanäle der Koppelschleife gewaschen hatte (Abb. 116).

Da zu befürchten ist, dass die restlichen sieben HOM-Koppler dieses Typs ähnlich stark erodiert sind, wird derzeit untersucht, ob DORIS auch ohne diese HOM-Koppler hinreichend stabil zu betreiben ist. Für den Fall, dass dies auf Probleme stößt, wurden Hohlleiter-HOM-Koppler entwickelt, die in der Lage sind, zumindest einige der höheren Moden über die Einkoppelschleifen der Resonatoren zu bedämpfen. Ergebnisse werden für Anfang 2002 erwartet.

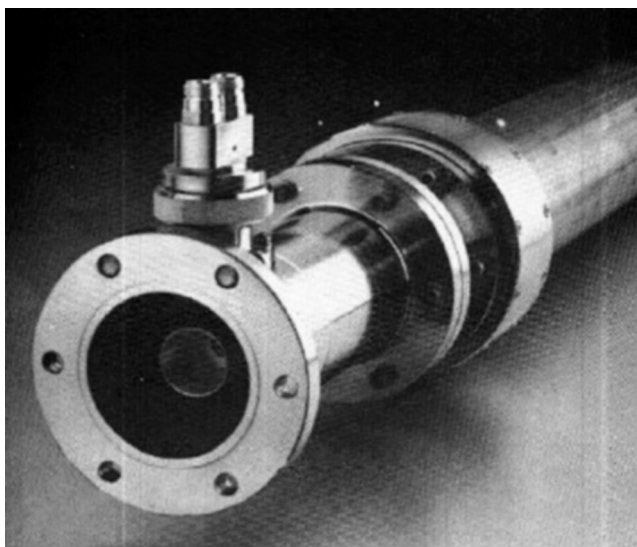


Abbildung 117: Links: 100 kW-3 1/8"-Koaxial-Absorber für Betrieb mit 30-prozentigem Glykol-Wassergemisch. Rechts: Wasserperlen durchdringen das poröse Kupfermaterial des koaxialen Außenleiters im Bereich des keramischen Fensters.

Seit Ende August 2001 wurde zeitweise eine longitudinale Instabilität bei DORIS beobachtet. Es zeigte sich eine starke Abhängigkeit der Instabilitätsschwelle von der Kühlwassertemperatur des Resonator-Kühlkreises. Bei normalen Kühlwassertemperaturen (27.5 °C) trat die Instabilität verlässlich bei Strahlströmen zwischen 27 und 33 mA auf. Ab Kühlwassertemperaturen von 32 °C verschob sich die Instabilitätsschwelle temperaturproportional zu höheren Strahlströmen. Bei 37 °C Kühlwassertemperatur konnte DORIS stabil mit 150 mA betrieben werden. Dieser Effekt, der weiter untersucht wird, ist noch nicht verstanden.

Der 1 GHz-Klystronsender des longitudinalen Multi-bunch Feedback für HERA-e wurde 1990 aus Restbeständen der alten PETRA-HF-Systeme aufgebaut. Während der Wartungsperiode wurde die Anlage komplett überarbeitet und auf moderne SPS-Steuerung umgestellt

Um mittelfristig das problematische Glykol aus den HF-Absorberkühlkreisen zu verbannen, wurden die mit 30-prozentigem Glykol-Wassergemisch funktionierenden alten koaxialen Absorber der Senderanlagen HERA-WR und -WL gegen neue und leistungsfähigere Ferrit-Hohlleiter-Absorber während der Wartungsperiode ausgetauscht. Bei diesen neuen Ab-

sorbieren wird die HF-Leistung von wassergekühlten Ferrit-Kacheln und nicht, wie bisher, direkt von dem Glykol-Wassergemisch absorbiert. Aufgrund der Entkopplung von Absorbermedium und Kühlmittel besteht bei Absorbieren dieser Bauart nicht mehr die Gefahr, dass Glykol-Wasser durch einen Fensterbruch in das Hohlleitersystem läuft. An den beiden genannten Senderanlagen wurden insgesamt fünf 400 kW- und ein 100 kW-Absorber installiert

Eine erneute Bestandsaufnahme bei den koaxialen 100 kW Balance-Absorbieren der Hohlleiter-Systeme HERA und PETRA zeigte, dass bereits etwa ein Drittel der rund 120 Absorber mehr oder weniger starke Wasserlecks aufwies. Das Glykol-Wasser hatte offenbar im Laufe von 10–15 Jahren den etwa 1 mm starken Kupferaußenmantel der keramischen Fenster mit feinen Poren durchsetzt, so dass sich bei einigen hpa Wasserdruck auf der Außenseite Wasserperlen bildeten (Abb. 117). Deshalb wurden über 40% dieser Koaxial-Absorber ausgetauscht. Auch die Reservebestände sind mittlerweile durch Lieferung einiger der bestellten Ersatz-Absorber wieder aufgefüllt.

Die ersten beiden 800 kW Marconi-Klystrons vom Typ K-3480-YA (kompatibel zu Philips YK-1304) wurden 1999 geliefert. Eine der Röhren konnte nach erhebli-

chen anfänglichen Schwierigkeiten für ungefähr 1300 Stunden betrieben werden, musste dann aber wegen überhöhter Temperatur des HF-Auskoppelfensters und wegen schlechten Vakuums an den Hersteller zurückgesandt werden. Das zweite Klystron dieses Typs läuft seit Anbeginn problemlos und hatte im November 5000 Hochspannungs-Betriebsstunden erreicht.

### Supraleitende Beschleunigungsstrecken – MHF-sl –

Neben den normalleitenden Beschleunigungsstrecken aus Kupfer werden auch supraleitende Resonatoren im HERA-Elektronenring betrieben. Hierbei handelt es sich um 16 500 MHz-Resonatoren, die aus jeweils vier Zellen bestehen. Sie sind aus dem Metall Niob gefertigt, welches bei 9.2 K supraleitend wird. Die Betriebstemperatur des supraleitenden Resonators ist 4.2 K, die Temperatur flüssigen Heliums bei normalem atmosphärischem Druck. Eine detaillierte Beschreibung der supraleitenden Beschleunigungsstrecke ist in den früheren Jahresberichten gegeben worden.

Im Berichtsjahr sind während der längeren Wartungsperiode Verbesserungen an der Versorgung der Kryostate mit flüssigem Helium vorgenommen worden. Zum einen wurden an allen „kalten“ Verbindungsleitungen zu den Kryostaten Absperrventile eingebaut, so dass ein eventuell notwendiger Austausch dieser Leitungen ohne Aufwärmen der Kryostate erfolgen kann. Weiterhin wurden alle elektrischen Isolierungen an den Einkopplern durch solche mit höherer Durchschlagsfestigkeit ersetzt. Die Einkoppler werden mit einer Gleichspannung von 3 kV des Innenleiters gegen den Außenleiter betrieben. Es hat sich erwiesen, dass hierdurch Hochfrequenz-Überschläge, die durch „Multipacting“ initiiert werden, verhindert werden können. Dieser Mechanismus ist in den Jahresberichten 1996 und 1999 ausführlich beschrieben.

Die Hauptaufgabe der Gruppe MHF-sl war weiterhin die Entwicklung supraleitender Resonatoren für TESLA. Die Schwerpunkte der Tätigkeiten waren:

- Messungen an supraleitenden Resonatoren:  
„Vertikale Tests“ im Badkryostaten als Eingangskontrolle der extern gefertigten 9-zelligen Resonatoren. Hier konnte die Prüfung aller 24 Resonatoren

aus der letzten Produktion mit mittleren Feldstärken von über 25 MV/m abgeschlossen werden.

- Tests der Einkoppler für supraleitende Resonatoren: 20 Einkoppler der dritten Serie wurden fertig gestellt und im Leistungstest überprüft. Diese Koppler werden benötigt zur Ausrüstung der letzten zwei Kryostate für den TTF-FEL LINAC.
- Fertigstellung der Infrastruktur zum Test von ein- bis dreizelligen Resonatoren:  
Die Ende 1998 beschlossene Errichtung einer weiteren Präparations- und Testinfrastruktur für ein- bis dreizellige Resonatoren in der PETRA Halle NO wurde im Laufe des Jahres 2001 weitgehend abgeschlossen. Zum Ende des Jahres konnte erstmalig flüssiges Helium in den vertikalen Badkryostaten gefüllt, der Testeinsatz vorläufig fertig gestellt und ein kryogener Testbetrieb aufgenommen werden. Im Reinraum mit der Reinraumklasse 100 wurden routinemäßig zahlreiche einzellige Resonatoren erfolgreich mit der neu entstandenen Hochdruckspülvorrichtung gereinigt und für den Hochfrequenztest vorbereitet. Ziel dieser Einrichtung ist es, grundlegende Untersuchungen an supraleitenden Resonatoren durchzuführen, die aus Zeitmangel nicht in der Installation zur Behandlung und zum Test der 9-zelligen Resonatoren erbracht werden können.
- Entwicklung der „Superstruktur“:  
Hierbei werden mehrere Resonatoren (7- oder 9-zellige Cavities) zu einer Einheit verbunden und können gemeinsam mit nur einem Einkoppler betrieben werden. Der wesentliche Vorteil besteht in der Reduzierung der (teuren) Einkoppler und der Verkürzung der Gesamtlänge. Nach Abschluss erfolgreicher Simulationen und Messungen an Kupfer-Prototypen (siehe Jahresbericht 2000, Seite 215) wurden sechs 7-zellige Niob-Resonatoren hergestellt und im supraleitenden Zustand gemessen. Aus Vereinfachungsgründen wurden bei diesen Prototypen zunächst Flansche an den Verbindungsstellen vorgesehen. Die entsprechenden Dichtungen zeigten allerdings hohe Verluste und bedingten ein längeres Versuchsprogramm, bis befriedigende Feldstärken von rund 19 MV/m gemessen werden konnten. Jeweils zwei dieser Resonatoren wurden danach zu einer Einheit verschweißt und befinden sich derzeit in der Vorbereitung eines Strahltestes



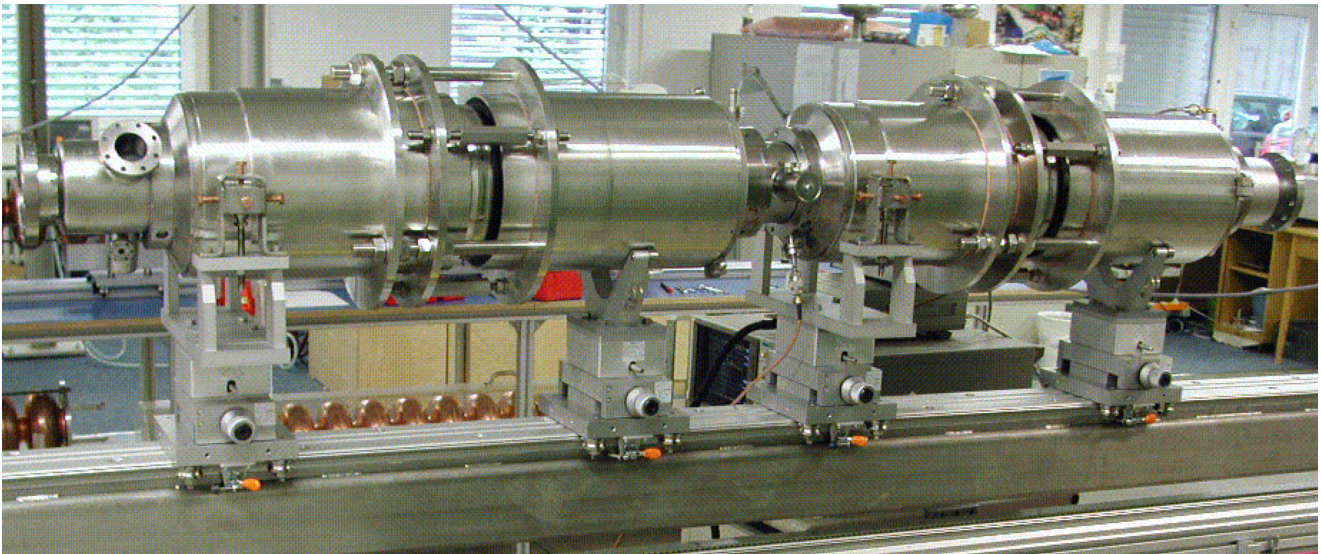


Abbildung 118:  $2 \times 7$ -zellige Niob-Struktur („Superstruktur“) auf der Montageschiene. Die Resonatoren sind in die Titan-Zylinder eingeschweißt, die später das Reservoir für das flüssige Helium bilden. In der Mitte dieser Behälter befindet sich die mechanische Einheit zum Abstimmen der Resonanzfrequenz.

im TTF-LINAC im Sommer 2002 (Abb. 118 und 119).

- Mechanische Reinigung von Niob-Resonatoren:  
Derzeit werden die Resonatoren durch chemisches oder elektro-chemisches Beizen von etwa  $150 \mu\text{m}$  gereinigt. Frühere Versuche an 500 MHz-Resonatoren mit der Anwendung von lokalem

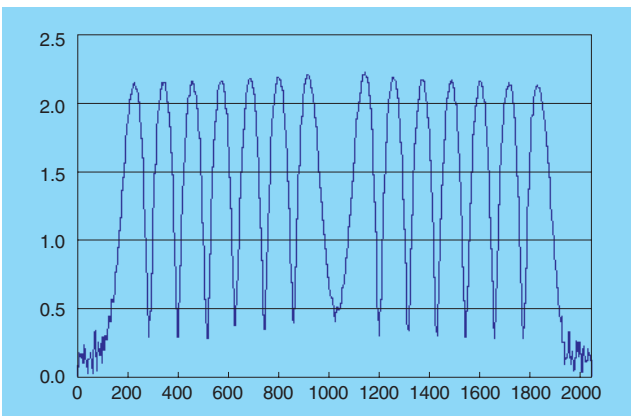


Abbildung 119: Anregung der Beschleunigungsfelder in der  $2 \times 7$ -zelligen „Superstruktur“. Die gleichmäßige Feldstärke in den einzelnen Zellen konnte nach nur zwei Schritten einer Abstimmungsprozedur erreicht werden.

mechanischem Schleifen und nachfolgender chemischer Beizung zeigten ermutigende Resultate in Bezug auf die Supraleitung. Entsprechende Versuche wurden aufgenommen, dieses Verfahren global bei den 9-zelligen Niob-Resonatoren in TTF anzuwenden. Es wurde eine Apparatur entwickelt, die unter Anwendung von Fliehkraft einen hinreichenden Druck der Schleifkörper auf die Niob-Oberfläche erzeugt, so dass ein Abtrag von etwa  $100 \mu\text{m}$  in wenigen Stunden erreicht wird. Als positive Nebenwirkung werden hierbei die Schweißnähte auf der Innenseite der Resonatoren geglättet. Die ersten zwei Test-Einzeller zeigten bereits Feldstärken von  $28 \text{ MV/m}$ , obwohl nur  $40 \mu\text{m}$  chemische Abtragung nach der Schleifbehandlung erfolgt waren. Weitere Tests mit mehrzelligen Resonatoren sind für das Jahr 2002 geplant.

- Software- und Hardware-Entwicklung zur Messwerterfassung und -Auswertung:  
Zur Messung supraleitender Resonatoren ist in den letzten Jahren eine Vielzahl von Messprogrammen und Hardware Konfigurationen erstellt worden. Viele dieser Programme wurden unter Labview erstellt. Im Rahmen einer Modernisierung wurde begonnen, diese Installationen auf das Linux-



Betriebssystem umzustellen. Für Messaufbauten nach dem SCXI System wurde entsprechende Treibersoftware für die neue Systemumgebung entwickelt. Durch diese Umstellung ist das TTF-Cavity Testsystem vereinheitlicht worden, und es ist sichergestellt, dass eine Nutzung des von der Gruppe MVP erprobten DOOCS Systems gewährleistet ist.

## 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, für die Entwicklungsarbeiten der HF-Systeme für den vorgeschlagenen Linear-Collider TESLA und die HF-Systeme der TESLA Test Facility (TTF).

Während der HERA-Wartungsperiode wurden an den HF-Systemen der Protonenringbeschleuniger verschiedene Modifikationen vorgenommen. Bei HERA wurden vier HF-Schalter und vier Phasensteller-Einheiten eingebaut, die es ermöglichen, die Ansteuerungsleistung der vier 208 MHz Resonatoren unabhängig voneinander ein- oder auszuschalten bzw. gegenphasig zu betreiben. Die 208 MHz Hochfrequenz-Regelungseinheiten wurden mit SMA Festmantelkabeln anstelle einfacher BNC Kabel vollständig neu verkabelt, und die Front End Computer wurden von DOS auf Linux umgestellt. Die 52 MHz-Systeme erhielten HF-Detektoren zur Messung der HF-Spannung in den Resonatoren. Sowohl bei den 208 MHz- als auch bei den 52 MHz-Systemen wurden Frequenzzähler installiert, um in Zukunft die Frequenzen während des Betriebes besser überwachen zu können. Aufbau und Inbetriebnahme der Transientenrekorder konnten erfolgreich abgeschlossen werden.

Die Arbeiten an PETRA waren weniger umfangreich. Durch eine Modifikation der HOM-Dämpfer der 52 MHz-Resonatoren ist es nun möglich, die dort induzierten Spannungen zu messen und die Temperaturen der Dämpfer rechnergestützt zu überwachen.

Bei DESY III wurde ein neuer Resonator eingebaut und in Betrieb genommen (Abb. 113). Nach der Inbetriebnahme- und Konditionierungsphase, in der noch einmal Keramikstützen im Resonator entfernt werden mussten, arbeitete der Resonator der Spezifikation

entsprechend und ermöglicht nun die Beschleunigung von Protonenströmen von mehr als 215 mA bei einer HF-Spannung von 20 kV. Der ausgetauschte Resonator steht weiterhin als Ersatz zur Verfügung.

Der Anlauf aller Systeme zur Protonenbeschleunigung nach der Wartungsperiode gestaltete sich weitgehend problemlos. Zu berichten sind lediglich der Austausch einiger ausgefallener kleinerer Komponenten, wie beispielsweise Netzteile und Vorverstärker, sowie als größte Maßnahme der Austausch jeweils einer 52 MHz und einer 208 MHz Hochleistungstetrode bei HERA.

Das andere Hauptarbeitsgebiet umfasst die Hochfrequenzsysteme für TESLA bzw. für TTF. Dazu gehören Hochspannungspulsgeneratoren, so genannte Modulatoren, Klystrons, Hohlleiterverteilungen und die Hochfrequenzregelung.

Für den „Technical Design Report“ des TESLA Linear-Colliders, der im März 2001 vorgelegt wurde, wurden umfangreiche Arbeiten zur technischen Auslegung und zur Kostenermittlung geleistet. Viele Entwicklungsarbeiten wurden weitergeführt. Zusätzlich wurde der Betrieb der TTF-Hochfrequenzsysteme betreut und mit Arbeiten zur Erweiterung von TTF begonnen.

Wie bereits im Vorjahr berichtet, konnte der Prototyp eines 10 MW Multibeam Klystrons bei TTF erfolgreich getestet werden. Er erreichte eine Ausgangsleistung von 10 MW bei einer Pulslänge von 1.5 ns. Die dafür benötigte Hochspannung betrug 117 kV bei einem Strom von 131 A. Somit lag die Effizienz bei 65%. Bis zum Mai 2001 wurde dieser Prototyp für den TTF-Betrieb eingesetzt.

Im Dezember 2000 konnte das erste Serienexemplar des Multibeam Klystrons beim Hersteller Thales Electron Devices fertig gestellt und getestet werden. Im Mai 2001 wurde es bei DESY einem Akzeptanztest unterzogen und anstelle des Prototyps bei TTF installiert. Im Laufe des Jahres wurde ein zweites Serien-Multibeam Klystron fertig gestellt und im Herstellerwerk der Werksabnahme unterzogen. Es soll zu Beginn des nächsten Jahres bei DESY betrieben werden.

Die Installation und Inbetriebnahme eines ersten Hochspannungspulsgenerators für die geplante Erweiterung von TTF wurde fortgesetzt. Seine unterschiedlichen Untereinheiten wurden nach DESY-Vorgaben

von Industriefirmen gefertigt und zum Teil von diesen auch weiterentwickelt. Hervorzuheben sind der neue Hochspannungs-Halbleiterschalter auf Basis von Integrated Gate-Commutated Thyristoren (IGCT), der neue Typ des Pulstransformators und das neu entwickelte Hochspannungsnetzgerät, das es ermöglicht, Rückwirkungen auf das Hauptnetz zu beseitigen, die ansonsten mit der Betriebsfrequenz des Modulators von 10 Hz auf das Hauptnetz einwirken würden. Nach dem erfolgreichen Abschluss der Inbetriebnahme mit einem 5 MW Singlebeam Klystron ist nun die Installation eines 10 MW Multibeam Klystrons vorgesehen. Mit der Installation der ersten Komponenten eines weiteren Hochspannungspulsenergiegenerators gleichen Typs, ebenfalls zur Erweiterung von TTF, wurde bereits begonnen.

Die Hochfrequenzregelung der TTF, die für die Regelung der Vektorsumme von 24 supraleitenden Resonatoren ausgelegt ist und zur Zeit die installierten 16 Resonatoren ansteuert, wurde mehrere Monate lang mit Strahlbetrieb betrieben und hat sich dabei als sehr zuverlässig erwiesen. Die Flexibilität der digitalen Regelung erlaubte dabei wahlweise TTF Betrieb, bei dem die Vektorsumme der 16 Resonatoren geregelt wird, oder FEL Betrieb, bei dem wegen des zwischen den beiden Kryomodulen installierten Bunchkompressors nur die Vektorsumme der vor dem Bunchkompressor installierten acht Resonatoren stabilisiert wird.

Eine wesentliche Verbesserung der Bedienungsfreundlichkeit der HF-Regelungen wurde durch Erweiterung der Zustandssteuerung erreicht, die auch inzwischen für die HF-Kanone zur Verfügung steht. Wesentliche Elemente dieser Steuerung sind die Automatisierung der Inbetriebnahme der HF, des Wiedereinschaltens nach Abschaltung durch Fehler, Einstellung der Schleifenphase und einer adaptiven Voraussteuerung. Diese wurde durch die Implementierung zusätzlicher Ausnahmeverfahren („Exception Handling“) wesentlich robuster und kann inzwischen routinemäßig während des Strahlbetriebs eingesetzt werden. Die Arbeitsbelastung der Bedienungsmannschaft konnte durch diese Automatisierung erheblich verringert werden.

Eine neues Konzept zur aktiven Kompensation der dynamischen Lorentzkraftverstimmung der supraleitenden Resonatoren wurde entwickelt und erfolgreich am horizontalen Teststand Chechia erprobt. Das Arbeitsprinzip beruht auf einem piezoelektrischen Translator,

welcher in den Motor-gesteuerten mechanischen Frequenzsteller integriert ist und eine Reaktionszeit von weniger als 100  $\mu$ s besitzt. In Verbindung mit einer adaptiven Voraussteuerung konnten Frequenzänderungen von etwa 300 Hz auf weniger als 30 Hz unterdrückt werden.

In der Entwicklungsphase befindet sich eine „state-of-the-art“ digitale Regelung, basierend auf dem C67 DSP von Texas Instruments, der aufgrund seiner etwa zehnfach höheren Leistungsfähigkeit die Hardware vereinfacht und die Implementierung wesentlich komplexerer Algorithmen erlaubt. Erfolgreich getestet wurde ein „Gigalink“ Interface zu dem neuen 10 MHz ADC Board, welches den Datentransfer von 32 ADC Kanälen in weniger als 600 ns gewährleistet.

Eine neue Version von Frequenzumsetzern, basierend auf Analog Multiplizierern (RF2411), wurde im TTF-Beschleuniger installiert. Die Haupteigenschaften sind geringer Offset, geringe LO-Leistung und geringere Konversionsverluste.

Weitere Entwicklungen im Bereich der HF-Regelung betreffen die Motorisierung der Waveguide Tuner, Einzelbunch-Transientenmessung und eine Verbesserung der Regelung der HF-Kanone durch individuelle Kreise für Amplitude und Phase sowie eine präzise Verstimmungsmessung, die für die Regelung der Wassertemperatur eingesetzt werden kann.

Ein Großteil der verschiedenen zum Ausbau von TTF benötigten HF-Komponenten, wie Hohlleiterkomponenten, Zirkulatoren oder Verstärker, wurden von Industriefirmen geliefert und konnten getestet werden. Hervorzuheben ist hierbei ein 1.3 GHz 5 MW Hochleistungsisolator. Zusätzlich wurden die DESY Entwicklungsarbeiten auf dem Gebiet der Hohlleiterkomponenten vorangetrieben, so wurden beispielsweise neue 1.3 GHz 5 MW Hochleistungs-HF-Fenster und Phasenschieber entwickelt.

## Software und Technik zur Kontrolle von Beschleunigern – MST –

Die Gruppe MST betreibt die Kontrollsysteme der Beschleuniger LINAC II/III, DESY II/III, DORIS, PETRA und HERA sowie der zugehörigen Strahltransportwege. Hierzu entwickelt und betreut sie Software

und betreibt ein umfangreiches Rechnernetzwerk, das überwiegend aus PCs besteht. Darüber hinaus unterhält sie ein Entwicklungs- und Servicelabor für prozessorgesteuerte Elektronik sowie für Personenschutzeinrichtungen im Rahmen des Beschleunigerstrahlenschutzes.

Neben der ständigen Pflege und weiteren Verbesserung der Rechner- und Peripherieinfrastruktur sowie der existierenden Kontrollprogramme hatte im Berichtsjahr die Arbeit der Software-Teilgruppe mehrere Schwerpunkte:

Die im vergangenen Jahr begonnene Umstellung des Kontrollsystems von PETRA auf Windows NT wurde abgeschlossen. Das Kontrollsystem wurde im Frühjahr wieder erfolgreich in Betrieb genommen und in den Routinebetrieb überführt. Diese Systemumstellung folgte einem Konzept, das einerseits bewährte Elemente beibehielt, aber auch andererseits neue Techniken zum Einsatz kommen ließ, die bereits für das HERA-Kontrollsystem entwickelt worden waren.

Der Umbau der HERA-Wechselwirkungszonen mit dem Ziel, die Luminosität von HERA zu vervielfachen, hatte auch starke Auswirkungen auf das HERA-Kontrollsystem. Neue Steuerungs- und Bedienungsprogramme mussten geschrieben oder eingebunden werden. Diese erlauben es, die Lage des Strahls in Bezug auf die Magnete im Bereich der Wechselwirkungszonen bei H1 und ZEUS zu messen, zu analysieren und zu korrigieren. Ferner mussten neue Komponenten, zum Beispiel zur Strahlkontrolle und Strahl diagnose, in das Kontrollsystem integriert werden. Darüber hinaus wurde die mehrmonatige Betriebsunterbrechung zum Anlass genommen, das HERA-Kontrollsystem in Hinblick auf die Kommunikation zwischen den Kontrollrechnern durch die ausschließliche Benutzung des TINE-Protokolls („Threefold Integrated Network Environment“) zu vereinheitlichen, an einigen Stellen Betriebssystem-Upgrades (Windows NT, Linux) vorzunehmen sowie die Administration der verteilten Kontrollrechner den neuen Gegebenheiten anzupassen. Nach der Wiederinbetriebnahme von HERA wurde das Hauptaugenmerk darauf gelegt, die Physiker und Operateure im Kontrollraum mit Programmen oder Programmpaketen zu unterstützen, die verbesserte Optimierungs- und Messmöglichkeiten bieten.

Zum Jahresende hin wurde mit der Umstellung der Kontrollsysteme der Vorbeschleuniger und von DORIS

auf Windows NT begonnen. Die Umstellung des Kontrollsystems von DESY III konnte im Rahmen der Erneuerung der DESY III Magnet- und Hochfrequenzkontrollen bereits im Berichtsjahr fertig gestellt werden.

Die rasante Entwicklung der Netzwerktechnologie machte es notwendig, das teilweise stark veraltete und unübersichtliche Ethernet-Netzwerk durch eine strukturierte Verkabelung mit modernen Netzwerkkomponenten zu ersetzen. Diese Maßnahmen erlauben es, in Zukunft eng mit der zentralen IT-Netzwerkgruppe zusammenzuarbeiten und zentrale Infrastrukturkomponenten mitbenutzen zu können.

Neben den Arbeiten an den existierenden Beschleunigerkontrollsystemen wurde im Berichtsjahr mit Projektstudien begonnen, deren Ziel es ist, Erfahrungen auf dem Gebiet plattformunabhängiger bzw. Web-fähiger Kontrollsysteme sowie sprachenneutraler Software zu sammeln. In Zusammenarbeit mit dem Jozef Stefan Institut (Slowenien) wurde das HERA-Kontrollsystemprotokoll TINE als so genannte JAVA Bean implementiert und in einigen JAVA-Beispielanwendungen verwendet. Zusammen mit dem IHEP Protvino (Russland) wurden Wizards und Softwaregeneratoren für Server- und Clientanwendungen geschrieben, die sich mittels XML und davon abgeleiteter Standards definieren lassen.

Darüber hinaus wurde die seit mehreren Jahren existierende Zusammenarbeit mit KEK (Japan) fortgesetzt und Software für die Photoinjektor Test Facility (PITZ) bei DESY Zeuthen zur Verfügung gestellt.

Prozessorgesteuerte Elektronik kommt im Bereich der Beschleunigerkontrollen in großer Stückzahl zum Einsatz. So mussten im Berichtsjahr über dreitausend Controller gewartet und gegebenenfalls repariert werden. Aufgrund von Alterungserscheinungen erwies es sich als notwendig, elektronische Bauteile in mehreren hundert Netzteilen vorsorglich zu tauschen.

Für das Projekt zur Erhöhung der Luminosität bei HERA wurden fast 200 neue Netzgerätecontroller gebaut und in Betrieb genommen. Alle Netzgerätecontroller, die bei HERA zum Einsatz kommen, wurden mit einer neuen Software versehen. Bei DORIS wurden Netzgerätecontroller für die neue vertikale Strahl lageregelung bereitgestellt. Darüber hinaus entstand eine Reihe von Spezialcontrollern, zum Beispiel

für die Frequenzsteuerung bei PETRA, bzw. Steuerkomponenten wie eine 18 Bit Istwertfassung.

In Zusammenarbeit mit der Gruppe MKK begann die Entwicklung eines neuartigen Netzgerätekontrollers, der die Steuerfunktionen und eine vollständig digitale Regelung vereint. Es ist vorgesehen, diesen Controller bei TTF2 einzusetzen und auf seine Tauglichkeit für einen etwaigen Einsatz im TESLA-Tunnel zu prüfen.

Im Bereich der gesetzlich vorgeschriebenen Personenschutzvorrichtungen an allen DESY-Beschleunigeranlagen wurden die in den vergangenen Jahren begonnenen Entwicklungsarbeiten für ein neues Interlocksystem fortgesetzt. Die Schwerpunkte lagen im Berichtsjahr im Bereich des Hochfrequenzinterlocks von TTF, beim neuen Türeninterlock sowie bei der Einbindung neuer Sprachspeicher in das Interlocksystem aller Beschleuniger.

### Diagnose und Instrumentierung – MDI –

Die Gruppe MDI ist zuständig für die Erfassung und Untersuchung der Strahleigenschaften in nahezu allen Beschleunigern und Speicherringen bei DESY. Dazu gehören neben der Analyse von Strahlumgebung, Strahlströmen, Strahlprofilen und Strahlpolarisation auch die Messung der Strahlverluste und das Kollimieren der Strahlen, was für den Schutz der Experimente und der supraleitenden Magnete bei HERA von außerordentlicher Wichtigkeit ist.

Für die Luminositätserhöhung von HERA wurde eine Reihe von Instrumenten zur Strahldiagnose und Strahlführung entwickelt und erfolgreich in Betrieb genommen. So können die Magnetbrücken und der GO Quadrupol in ZEUS nun präzise fernsteuerbar justiert werden. Die permanente Messung der Position der Magnete auf den Magnetbrücken mittels eines Drahtmesssystems ist dabei ein sehr hilfreiches Instrument zur Beobachtung der Positionsänderung der Magnete, insbesondere der durch Bodenbewegung beim Fahren der Experimente verursachten Änderungen.

Neuartige „Finger“- und Schirm-Monitore für die Beobachtung der Synchrotronstrahlung aus den Wechsel-

wirkungspunkten wurden zu Beginn der HERA-Strahlzeit in Betrieb genommen. Die Systeme liefern sehr nützliche Informationen zur Optimierung der Luminosität in den Experimenten. Die Auslese der Schirme wird über das von IHEP entwickelte Softwarepaket zur schnellen Übertragung von digitalen Videosignalen über das Computer-Netzwerk realisiert. Das Paket wird inzwischen bei einigen Videoapplikationen bei DESY standardmäßig angewendet.

Die Inbetriebnahme der für das Projekt zur Luminositätserhöhung entwickelten neuen Kollimatoren und Verlustmonitore verlief erfolgreich. Die neuen Positionsmonitore in den Wechselwirkungszonen wurden eingehend untersucht, wobei einige Verbesserungen in der Auslese vorgenommen wurden. Damit ist nun eine zuverlässige Analyse der Strahlumgebung in den Experimenten möglich. Für die Luminositätserhöhung wurden umfangreiche Erweiterungen in dem Datenübertragungssystem SEDAC, in dem Pilotthermsystem und in der Verkabelung vorgenommen.

Bei den Draht-Scannern in den Elektronenbeschleunigern mussten die leitenden Kohlefäden von 7 µm Durchmesser durch nichtleitende Quarzfäden von 15 µm Durchmesser ersetzt werden, um die Zerstörung der Fäden durch die elektromagnetischen Wechselfelder der Strahlpakete zu vermeiden. Erste Messungen von Elektronenstrahlprofilen mit den neuen Drähten verliefen erfolgreich.

Die Strahl-Instrumentierung in den Vorbeschleunigern wurde weiter ergänzt. Für PETRA wurde zusammen mit Mitarbeitern vom HASYLAB eine präzise und schnelle Nebenbunchmessung mit einer Auflösung von etwa 0.3 ns aufgebaut, um die Besetzung der HF-Buckets in weniger als einer Minute auf  $< 10^{-6}$  zu bestimmen. Ein weiterer Aufbau ist für DORIS geplant. Am LINAC III wurde ein neuer Strahlstrommonitor zur Analyse des Stroms aus der neuen HF-Quelle eingebaut und in Betrieb genommen. Ein weiterer Strommonitor für die Magnetron-Quelle ist einbaufertig.

Bei TTF wurden zahlreiche Experimente zur Verbesserung der Strahlstrom-Messung durchgeführt. Ein von der Gruppe MDI entwickelter schneller (Bunch-) Strommonitor für TTF2 wurde erfolgreich in TTF getestet. Der Monitor erlaubt wegen seiner schnellen Signale einen Messbetrieb bis zu 10 MHz. Er ist durch



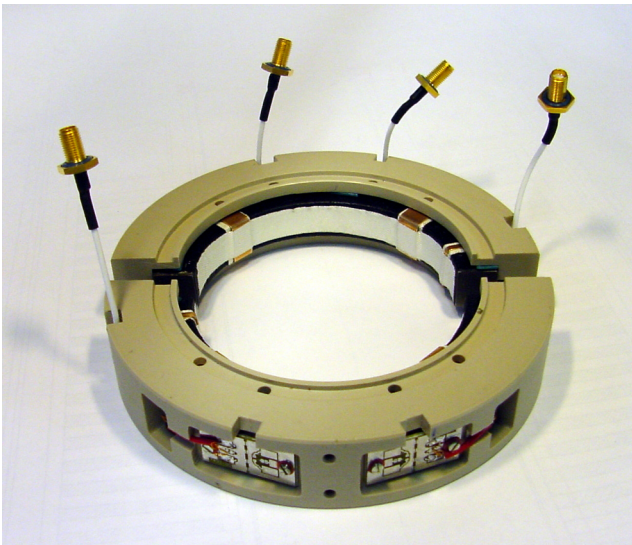


Abbildung 120: Schneller und teilbarer Bunchstrommonitor für TTF/TTF2.

seine Teilbarkeit ohne Öffnen des Vakuumsystems ein- und ausbaubar (Abb. 120).

Die Online-Dosimetrie mit Hilfe von Lichtwellenleitern (LWL) wurde in Zusammenarbeit mit dem Hahn-Meitner-Institut in Berlin und dem Fraunhofer-Institut in Euskirchen weiter verbessert. Die Messung mit LWL entlang TTF wurde in das Kontrollsystem integriert. Eine neue Messmethode mit gewickelten LWLs erlaubt eine schnelle und empfindliche Online-Messung der Ortsdosis an definierten Positionen. Es wurden einige Messspulen im FEL Undulator installiert und erste Daten aufgenommen (Abb. 121).

Für TTF2 wurden wichtige Projekte zur Instrumentierung des Beschleunigers in Angriff genommen. Dazu zählen die Messungen der Strahlage (Abb. 122), des Strahlstromes, der Strahlphase, der Strahlemittanz und der Strahlverluste sowie ein schnelles Strahlinterlock-System. Einige der Projekte werden in Kollaborationen mit anderen DESY-Gruppen sowie mit in- und ausländischen Instituten bearbeitet.

Der ständige Ausbau, die Wartung und die Dokumentation der Lichtleiter-, Koaxial- und Steuerkabelnetze in allen Beschleunigeranlagen wurde von der Gruppe MDI in Zusammenarbeit mit externen Firmen zuver-

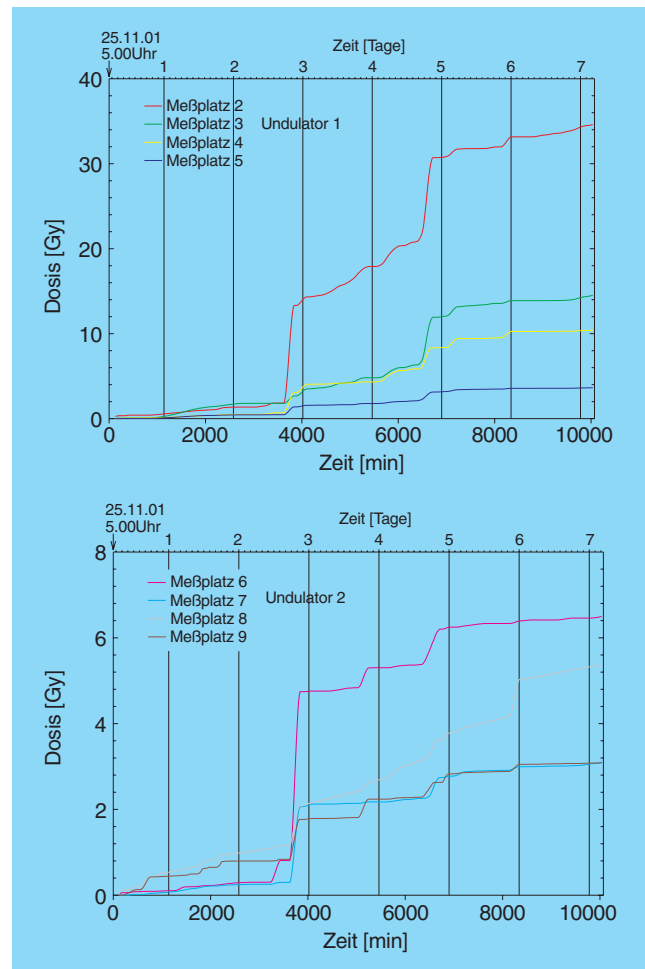


Abbildung 121: Ortsdosis an unterschiedlichen Messpositionen im Undulator 1 (oben) und Undulator 2 (unten), online gemessen mit gewickelten LWL-Sensoren. Die Kurven wurden in der 48. Kalenderwoche während TTF-Strahlbetrieb aufgenommen.

lässig weitergeführt. Für TTF2 sind die erforderlichen Arbeiten an den Kabelnetzen, dem Pilothermsystem und den Elektronikschränken angelaufen.

Die Entwicklung und der Service von Spezialmonitoren wurden von der Gruppe MDI weitergeführt. So wird zur Zeit ein hochempfindlicher kryogener Strommonitor entwickelt. Dieser soll eine präzise und absolute Messung der Dunkelströme aus den supraleitenden Resonatoren und Modulen in den Testständen gewährleisten. Diese Entwicklung findet in Kollabo-

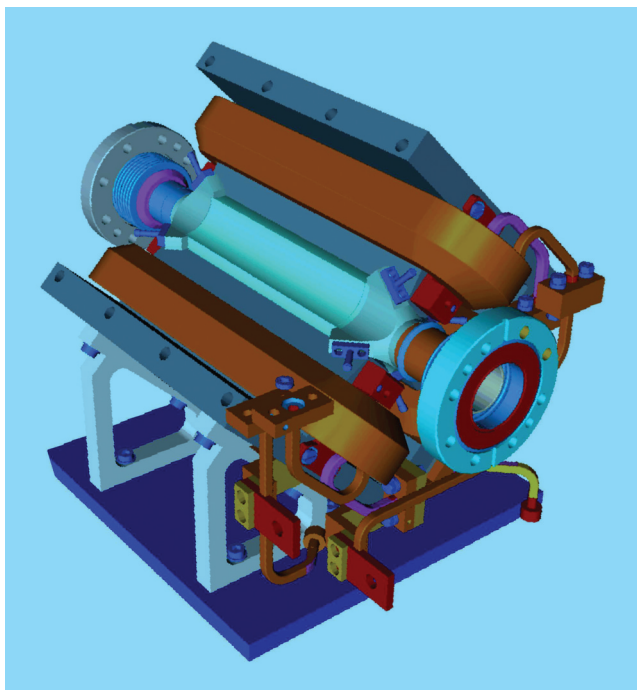


Abbildung 122: Stripline-Strahlpositionsmonitor für TTF2, fest verbunden mit einem Quadrupol. Diese Konstruktion erleichtert wesentlich das Positionieren des Strahls im Zentrum des Magneten.

rationen mit der Universität Jena und der GSI Darmstadt statt. Weiterhin wurde die Fertigung spezieller Leuchtschirme nach Anwenderspezifikation betrieben. So wurden unter anderem besondere Anfertigungen für IHEP (Titanfolien), HASYLAB und PITZ realisiert. Für den geplanten Aufbau eines Laser-Wire-Scanners bei PETRA wurden eingehende Studien für einen Detektor aus  $\text{PbWO}_4$ -Kristallen betrieben und erste Installationskonzepte für den Laser erarbeitet. In Zusammenarbeit mit IHEP entsteht ein neuartiger Monitor zur Beobachtung von Strahlprofil-Injektionsschwingungen in HERA-p, basierend auf einem OTR-Schirm und einer umlaufsynchronen Signalauslese. Die Entwicklungsarbeiten und erste Untersuchungen wurden in Protvino vorgenommen. Bei der Messung von strahlangeregten Dipolschwingungen („Higher Order Modes“ HOM) an den TTF-Resonatoren wurde der Messaufbau an den HOM-Kopplern aufgebaut und betreut. Als Messgeräte dienten fernsteuerbare Mikrowellen-Koaxialrelais und ein Spektrumanalysator, welche halbautomatisch per Rechnerprogramm gefahren wurden.

## Strahlkontrollen – MSK –

Die Gruppe MSK ist zuständig für spezielle Kontroll- und Instrumentierungsaufgaben im Zusammenhang mit der Strahldynamik in HERA und den Vorbeschleunigern sowie für die TESLA Test Facility TTF; dazu gehören die folgenden Aufgabenschwerpunkte:

- Transfersteuerung und Synchronisation bei der Teilcheninjektion,
- Markersysteme und Triggererzeugung,
- HF-Ansteuerung von Vorbeschleunigern und HERA,
- Strahlfeedback an allen Beschleunigern,
- Messung longitudinaler Strahlschwingungen,
- Messung der Q-Werte durch Analyse der transversalen Strahlschwingungen,
- Magnetstromsteuerung für DESY II und DESY III,
- Frequenzsteuerung für die HF der Protonenmaschinen.

Im Berichtsjahr wurden im Wesentlichen folgende Einzelaufgaben bearbeitet:

- Umstellung der Übertragungsstrecken für das HERA-Timingsystem auf Glasfaser (LWL). Dadurch wird der Einfluss von Störungen und Potentialschwankungen im Netz auf die Elektronik vermindert.
- Test und Weiterentwicklung des Layout eines neuen Triggergenerators für den LINAC II als VME-Modul.
- Weiterentwicklung der Temperaturkompensation für die 500 MHz HF-Übertragung zu den HERA-Senderhallen. Hierzu waren umfangreiche Abgleicharbeiten nötig.
- Untersuchungen zur Verbesserung der zeitlichen Reproduzierbarkeit der Protonenbunche relativ zum Markersystem bei HERA.
- Implementierung und Beginn der Inbetriebnahme der Hardware für die neue HERA-p Transfersteuerung. Die Software entsteht in enger Anlehnung an die HERA-e Transfersteuerung, die ihre Bewährungsphase abgeschlossen hat.
- Untersuchung der spektralen Reinheit der HF für die Protonenbeschleunigung im Rahmen der „Coasting

Beam“ Problematik in HERA in Zusammenarbeit mit dem IHP (Moskau).

- Erweiterung und Verbesserung der Feedbacksysteme durch Softwareerweiterung und Entwicklung von digitalen Filtern zur Trennung von longitudinalen und transversalen Signalanteilen.
- Weitere Optimierung der Schwingungsdetektoren der Feedbacksysteme hinsichtlich ihrer Auflösung, und Vervollständigung des Bestands an Ersatzgeräten.
- Entwicklung des Prototyps einer neuen Arbeitspunktmesung für DORIS. Dazu werden die Signale des Multibunch-Feedback spektral analysiert und die Q-Werte im BKR dargestellt.
- Weiterentwicklung der Strahllageregelung (schnelles Feedback) für TTF.
- Entwicklung eines Phasendetektors zur Messung der Flugzeit der Bunche in TTF unter dem Einfluss des Bunchkompressors. Die Bunchphase kann relativ zur HF-Referenz von Puls zu Puls mit einer Auflösung von weniger als 1 ps gemessen werden.
- Anpassung der Magnetstrom- und Frequenzkontrolle für DESY III an die Standards der HERA-Kontrollen. Dazu wurde ein Interface zwischen der Bedienkonsole und den I/O CPUs auf der Basis von TINE-Protokollen erstellt. Außerdem wurden die CPUs für Dipol, Quadrupol und HF auf das Betriebssystem VxWorks umgestellt.
- Inbetriebnahme einer Fernsteuerung der DESY III-Dipol- und Quadrupol-Netzgeräte aus dem BKR, außerdem Einrichtung einer neuen Übertragung der analogen Soll- und Istwerte der Magnetströme für die Darstellung im BKR.
- Erstellung einer DESY-Webseite für die Gruppe MSK.

## Quenchüberwachung

Die Projektgruppe „Quenchüberwachung“ besteht aus Mitgliedern der M-Bereichsgruppen MST, MDI, MVP und MKS sowie der F-Bereichsgruppe FEB. Die Aufgabe der Gruppe besteht darin, das Quenchüberwachungssystem des HERA-Protonenrings weiterzuentwickeln 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. Das Quenchüberwachungssystem sorgt unter anderem dafür, dass der Strom in der betroffenen Magnetspule von Schutzdioden übernommen wird, bis der Strom abgeschaltet ist. Auf diese Weise wird die Zerstörung der Spule verhindert.

Durch den Einbau neuer supraleitender Magnete mit einer eigenen Quenchüberwachungselektronik in den Wechselwirkungszone von H1 und ZEUS im Rahmen des HERA-Projektes zur Erhöhung der Luminosität hat sich das Aufgabengebiet der Projektgruppe im Berichtsjahr erweitert. Die im Vorjahr begonnene Entwicklung der benötigten Elektronik wurde abgeschlossen und die bei Messungen auf dem Magnetteststand gewonnenen Erfahrungen in den Entwurf der Elektronik eingearbeitet. Trotzdem erwies sich, wie erwartet, die Inbetriebnahme der neuen Quenchüberwachungselektronik im Bereich H1 und ZEUS als schwierig, da aus magnetbaulichen Gründen das störungsunempfindliche Messbrückenprinzip der HERA-p Hauptmagnete nicht angewendet werden konnte. Durch intensive Zusammenarbeit mit anderen M-Bereichsgruppen wurde das komplexe System, bestehend aus Magnetspule, Kältesystem, Netzgerät, Quenchüberwachung und Kontrollsystem, so weit optimiert, dass ein reibungsloser Routinebetrieb möglich wurde.

Die Quenchüberwachungselektronik der HERA-p Hauptmagnete war vom Umbau der Wechselwirkungszone nicht betroffen. Ihre Wiederinbetriebnahme nach der mehrmonatigen Betriebsunterbrechung von HERA war problemlos. Die durch den Einbau zusätzlicher Strahlverlustdetektoren notwendig gewordenen Modifikationen am ringweiten Alarmsystem des Quenchüberwachungssystems hatten jedoch unerwartete Störungen des Alarmsystems zur Folge. Diese konnten nach einer umfangreichen Fehlersuche beseitigt werden.

## Vakuum – MVA –

Mit Ausnahme der Vakuumsysteme von HERA-p, DESY III sowie TTF werden alle Vakuumsysteme der DESY Beschleuniger von der Gruppe MVA entworfen, gefertigt, betrieben sowie weiterentwickelt.

### **HERA-Umbau und Betreuung laufender Beschleuniger**

Im Jahre 2001 wurden die Arbeiten am Vorhaben HERA Luminositätsupgrade, welches für die Gruppe MVA in den letzten drei Jahren ein Hauptprojekt war, beendet. Etwa 400 m neu konstruierte Strahlröhren wurden bis zum Sommer in den neu konfigurierten Wechselwirkungszonen installiert. Kritische Elemente waren dabei dünnwandige Edelstahlkammern mit Außenverkupferung zur Verbesserung der Wärmeleitung sowie Hochleistungsabsorber für Synchrotronstrahlung. Erstmals kamen bei HERA integrierte NEG-Pumpen zum Einsatz, die auf einem speziellen NEG-Material basieren, das bereits bei 400°C aktivierbar ist. Der Einsatz des bei HERA verwendeten Standardmaterials mit einer Aktivierungstemperatur von 800°C war wegen zu großer thermischer Belastung der relativ komplex aufgebauten Edelstahlkammern nicht möglich.

Weiterhin wurden Vakuumabschnitte für die neu eingebauten Spinrotoren in den Wechselwirkungszonen Nord und Süd installiert. Die Gesamtlänge dieser Abschnitte der Elektronenmaschine beträgt ungefähr 240 m.

Bei DORIS wurden neue Triplettkammern eingebaut, die eine mechanische Entkoppelung von Quadrupolen und Kammern ermöglichen. Bei der alten Installation war es zu Orbitalabweichungen gekommen, da die thermische Verformung von Vakuumkammern zu kleinen Verschiebungen der Quadrupole führte. Im LINAC II wurden zwei bei MVA gefertigte S-Band Strukturen installiert. Die Umkonstruktion bzw. Fertigung einer neuen Elektronenkanone für den Injektorteststand PITZ in Zeuthen ist bei MVA in Arbeit.

### **Beiträge zu TTF2**

Zwei größere Vakuumabschnitte für den TTF2 Beschleuniger werden bei MVA konstruiert und gefertigt. Es handelt sich dabei um den so genannten Bunchkompressor III mit einer flachen, etwa 25 m langen Edelstahlkammer sowie den Spektrometerarm am Ende des Beschleunigers. Weiterhin werden ein Meter lange Keramikammern als Teil von Feedbackkicker gefertigt. In einer speziell für diesen Zweck aufgebauten Magnetron-Sputtereinrichtung wird die Innenoberfläche dieser Kammern mit einer dünnen Edelstahlschicht

versehen. Diese Schicht ist dick genug, um durch den Strahl erzeugte Spiegelströme weiterzuleiten, aber gleichzeitig dünn genug, um die Durchdringung der Kickermagnetfelder mit der nötigen Bandbreite zu gewährleisten.

Ein weiteres Teilprojekt für TTF2 ist der Aufbau einer so genannten Probenbeschussanlage, die es erlauben wird, thermisch-mechanische Eigenschaften von Materialproben beim Beschuss mit einem konzentrierten Elektronenstrahl zu untersuchen. Alle Konstruktionsarbeiten im Zusammenhang mit TTF2 wurden erstmalig komplett mit dreidimensionaler CAD Software durchgeführt.

### **Elektronenstrahlschweißanlage**

Im Herbst des Jahres wurde im Gebäude 14, der Fertigungshalle von MVA, eine neue Elektronenstrahlschweißanlage für die Fertigung von TESLA-Kavitäten in Betrieb genommen. Die neue Anlage wird von den Gruppen MVA, MKS und ZM gemeinschaftlich betrieben, wobei die Bereitstellung der Infrastruktur und die ingenieurmäßige Betreuung durch die Gruppe MVA erfolgt. Die Besonderheit der Anlage liegt in der Realisierung eines besonders niedrigen Restgasdruckes während des Schweißvorganges, was durch den Einsatz zweier Kryopumpen mit extrem hoher Saugleistung erreicht wird. Von dem im Vergleich mit herkömmlichen Schweißanlagen um etwa zwei Größenordnungen niedrigeren Arbeitsdruck verspricht man sich eine Reduktion der Verunreinigungen in den Schweißnähten und damit einen verbesserten RRR Wert des Niobs. Die ersten Arbeiten an der Schweißanlage beinhalten die Ermittlung optimaler Parameter für das Schweißen der Niob-Kavitäten sowie die systematische Untersuchung der Verunreinigungen in den Schweißnähten unter verschiedensten Bedingungen.

### **Entwicklungsarbeiten für TESLA**

Für den Transport extrem kurzer Teilchenpakete sind glatte, gut leitende Strahlrohre essenziell, um die selbst-induzierten Felder des Strahls zu minimieren. Im Zusammenhang mit diesen Anforderungen, insbesondere des TESLA FEL, wurden bei MVA verschiedene Methoden zur Beschichtung von Edelstahlröhren mit



Kupfer untersucht. Diese Verfahren umfassen galvanische Methoden mit anschließender Wärmebehandlung, Sputtern sowie thermisches Bedampfen. Insbesondere mit den ersten beiden Verfahren wurden sehr gute Ergebnisse im Hinblick auf die Haftung der Kupferschicht und eine exzellente Leitfähigkeit, die mittels Hochfrequenzmessungen verifiziert wurde, erzielt. Es ist geplant, diese Aktivitäten auch im Hinblick auf geringe Oberflächenrauigkeit und kostengünstige Massenproduktion fortzuführen.

Untersuchungen zur Herstellung von dünnwandigen Undulorkammern mit Innendurchmessern von wenigen Millimetern wurden begonnen. Ein weiteres Thema in diesem Zusammenhang ist die Entwicklung von effizienten induktiven Lötverfahren zur Erstellung von UHV-tauglichen Kupfer-Kupfer bzw. Kupfer-Edelstahl Verbindungen. Sehr gute Ergebnisse wurden beim direkten Anlöten von Edelstahlflanschen an Kupferkammern erzielt.

Ein weiteres wichtiges Arbeitsfeld ist die Entwicklung von Kollimatormaterialien sowohl für den Linear-Collider als auch für die FEL Facility von TESLA. In Kollaboration mit SLAC wurden im Oktober Wakefield Messungen an bei MVA gefertigten Graphit-Kollimatoren mit dem SLC-Strahl durchgeführt. Im Weiteren sind die Fertigung von Kollimatoren aus pyrolytischem Graphit, Versuche zur Beschichtung von Graphit sowie Untersuchungen von Lötverbindungen geplant.

## Protonenvakuum – MVP –

Die Gruppe MVP ist für die Vakuumsysteme des Protonenrings von HERA, einschließlich der Isoliervakuumsysteme für die Heliumtransferleitung und die supraleitenden Magnete, des Protonenrings von DESY III, sowie die der TESLA Test Facility im Rahmen des Linear-Collider Projekts TESLA verantwortlich. Die Vakuumsysteme werden von der Gruppe entworfen, gebaut, betrieben und weiterentwickelt. Weiterhin ist die Gruppe maßgeblich an der Entwicklung und dem Betrieb des TTF-Kontrollsystems beteiligt.

Im Berichtsjahr bereitete der Betrieb dieser Systeme keinerlei Probleme. Die Aufgaben der Gruppe konzentrierten sich vor allem auf die im Rahmen der Luminositätserhöhung bei HERA notwendigen Umbauten

der HERA-p-Vakuumsysteme, diverse Wartungs- und Reparaturarbeiten sowie auf die Weiterentwicklung und den Ausbau der Vakuum- und Kontrollsysteme für die TESLA Test Facility (TTF) und den supraleitenden TTF-Linearbeschleuniger. Weiter wurden der Aufbau und die Inbetriebnahme von 60 weiteren, fernbedienbaren Vakuumpumpständen nahezu abgeschlossen.

## HERA

Bei dem in der Wartungsperiode 2000/2001 durchgeführten Umbau der Wechselwirkungszonen Nord und Süd zur Luminositätserhöhung von HERA wurden rund 320 m des Protonenvakuumsystems modifiziert. Hierfür wurden im Berichtszeitraum die aus Kostengründen überwiegend gruppenintern durchgeführte Fertigung der neuen Vakuumkammern mit zum Teil elliptischen Strahlquerschnitten sowie die Modifikationen der weiter zu verwendenden Kammern abgeschlossen. Nach dem Aufbau der neuen Abschnitte im HERA-Tunnel wurden diese erfolgreich in Betrieb genommen.

Die beiden Synchrotronstrahlungsabsorber zum Schutz der Strahlventile nahe der Wechselwirkungszonen wurden ebenfalls fertig gestellt und eingebaut. Aufgrund der deutlich höheren Wärmelast an diesen Positionen war eine Neukonstruktion von wassergekühlten Absorbern erforderlich, wobei die zur Verfügung stehende Einbaulänge äußerst knapp bemessen ist.

Für die neuen supraleitenden Magnete GG und GO, die sich innerhalb der beiden Detektoren von H1 und ZEUS befinden, wurden die Isoliervakuumsysteme aufgebaut und in Betrieb genommen.

In der Wartungsperiode wurden umfangreiche Wartungs- und Reparaturarbeiten am Isoliervakuumsystem zur Beseitigung von Lecks sowie an den Pumpen, Vakuumschiebern, Messröhren und elektronischen Komponenten durchgeführt. Ebenso wurden einige Modifikationen zum Einbau weiterer Diagnoseelemente sowie der Spinrotatoren im Norden und Süden ausgeführt.

Die komplette Umstellung des elf Jahre alten Vakuumkontrollsystems des HERA-p-Ringes auf das bei TTF verwendete DOOCS (Data Object Oriented Control System) wurde Anfang 2001 erfolgreich und nahezu reibungslos durchgeführt. Das bisherige System

lief zwar überaus zuverlässig, war aber an vielen Stellen am Rande seiner Leistungsfähigkeit angekommen, und Erweiterungen waren daher nur begrenzt möglich. Durch die Umstellung konnten zum einen die im Rahmen der Luminositätserhöhung neu hinzugekommenen Vakuumkomponenten problemlos integriert werden, zum anderen ergaben sich für die Bedienung der Kontrollprogramme eine Reihe von neuen und nützlichen Hilfsmitteln, die sich beim Betrieb des TTF-Linearbeschleunigers bereits bewährt haben. Ein weiterer Vorteil ist, dass in Zukunft von der Gruppe nur noch ein Kontrollsystem betreut werden muss.

### DESY III

Die Wiederinbetriebnahme des Vakuumsystems bei DESY III nach dem Einbau des neuen Protonenresonators in der Wartungsperiode 2000 verlief reibungslos und bereitete für den Protonenbetrieb im Berichtszeitraum keinerlei Probleme.

### Vakuumsysteme für neue Linearbeschleuniger (TTF und TESLA)

Im Rahmen der Entwicklungsarbeiten für den neuen Linear-Collider TESLA wurden an den Vakuumsystemen für den Testbetrieb der supraleitenden Resonatoren diverse Verbesserungen und Erweiterungen vorgenommen, um die Abläufe weiter zu optimieren.

Beim Betrieb des supraleitenden Linearbeschleunigers der TESLA Test Facility bereitete das Vakuumsystem keinerlei Probleme. Es wurden mehrere Modifikationen am Vakuumsystem durchgeführt. Hierzu gehörten einige Umbauten im Bereich der Elektronenkanone und der Einbau von Elementen für diverse Experimente wie Vakuumkammern für das RAFEL-Experiment, den „Beam-Trajectory-Monitor“ sowie einen Kollimator zur Abschattung des Dunkelstroms von der Elektronenquelle. Weiterhin wurde im Bunchkompressor II die Dipolkammer vor dem Modul ACC2 gegen eine Kammer mit deutlich geringerer vertikaler Apertur (8 mm innere Kammerhöhe) ausgetauscht. Für die Fertigung dieser Edelstahlkammer wurden spezielle Techniken, wie Wasserstrahlschneiden für die Profile und Elektronenstrahlschweißen für die Verbindungsnahte, angewandt. Vor dem Einbau in den Beschleuniger wurden, wie bisher, alle neuen Vakuumkomponenten im

Reinraum mit ähnlichen Prozeduren wie die supraleitenden Resonatoren gereinigt, um Staub und andere Partikel zu entfernen. Die Installation der Vakuumkammern in den Beschleuniger erfolgte mit kleinen mobilen Reinräumen.

Im Rahmen des Tests des Superstrukturmoduls im TTF-Linearbeschleuniger soll als Vorstufe für TESLA auch ein Absorber für höhere Moden (HOM) aus einer auf wenige Kelvin gekühlten Keramik untersucht werden. Hierfür wurde bei der Gruppe MVP eine technische Lösung entwickelt und für den Einbau vorbereitet. Ebenso wurden hierfür wie auch für andere Teilprojekte umfangreiche Untersuchungen hinsichtlich der Vakuumtauglichkeit verschiedenster Materialien durchgeführt.

Einen weiteren Schwerpunkt der Arbeiten der Gruppe MVP bilden die Vorbereitungen für den Ausbau des TTF-Linearbeschleunigers auf 1 GeV (TTF2). Hierfür wurde im Berichtszeitraum das Konzept für das Vakuumsystem einschließlich der Anordnung von Pumpen und Ventilen festgelegt und mit der detaillierten Auslegung der Strecken begonnen. Im Bereich Injektor, Bunchkompressor II sowie anschließender Diagnosestrecke ist die Erarbeitung des Layouts weit fortgeschritten. Der Aufbau der temporären Strahlführungen im Bereich der erst später zu installierenden Seeding-Undulatoren sowie des TESLA-Moduls wurde festgelegt und mit der Detailkonstruktion der Komponenten begonnen. Die Bearbeitung der Abschnitte Bunchkompressor III, Kollimatorstrecke und Bypass durch andere Gruppen wurde vakuumtechnisch durch MVP koordiniert. Im Gegensatz zum Aufbau von TTF1 sind für TTF2 aufgrund der hohen Anforderung an die Strahlqualität HF-Abschirmungen in den Bälgen notwendig. Daher wurde ein Schiebestück mit einem Kupfereinsatz als HF-Abschirmung entwickelt, das keine aufeinander reibenden Flächen enthält, um die Erzeugung von Partikeln während der Montage bzw. des Betriebs zu vermeiden. Ferner wurde mit Detailstudien für die Konstruktion der Vakuumkammern für die „Optical Transition Radiation“ (OTR) Monitore begonnen.

Für die Vakuumkomponenten der TESLA Test Facility und zunehmend auch für Komponenten in den Strahlführungen des Synchrotronstrahlungslabors von HASYLAB bestehen gegenüber den anderen Beschleunigern erhöhte Anforderungen hinsichtlich Staub- und Partikelfreiheit. Bisher werden daher alle Vakuumkomponenten nach der UHV-Standardreinigung zusätz-

lich in denselben Anlagen wie die TTF-Resonatoren gereinigt, um Staub und andere Partikel zu entfernen. Um längerfristig die Arbeiten an den supraleitenden Resonatoren und die Reinigung von Vakuumkomponenten im Reinraum zu entkoppeln, wurde in Zusammenarbeit der Vakuumgruppe vom HASYLAB mit MVP eine neue Ultraschallreinigungsanlage für Ultrahochvakuum-Komponenten konzipiert und die Beschaffung der Komponenten vorbereitet.

Am Injektorteststand PITZ in Zeuthen wurde der Aufbau des Vakuumsystems weiterhin unterstützt, vor allem im Bereich der elektronischen Komponenten.

Der Aufbau von 60 weiteren, fernbedienbaren Pumpständen wurde nahezu abgeschlossen. Die fertig gestellten Pumpstände sind inzwischen an den vorgesehenen Stellen in Betrieb genommen worden.

### **Kontrollsystem für neue Linearbeschleuniger (TTF und TESLA)**

Auch in diesem Berichtszeitraum wurden die Arbeiten zur Automatisierung des Beschleunigerbetriebes weitergeführt. Ein „Finite State Machine Server“ steuert die gesamte Hochfrequenz und startet automatisch die Subsysteme, stellt die Parameter ein und überwacht den laufenden Betrieb. Ausgefallene Komponenten werden von diesem Server selbständig wieder eingeschaltet. Ein weiterer „State Machine Server“ für den Start des Lasers konnte ebenfalls in Betrieb genommen werden.

Für die Geräte-Server wurde die Abarbeitung der Programme auf mehrere so genannte „Threads“ umgestellt. Dadurch werden die Teilaufgaben in einem Server in verschiedene, unabhängige Einheiten geteilt. Die Abarbeitung von Anfragen von anderen Programmen können jetzt unabhängig von den Interrupts und der Datenarchivierung geschehen. Diese Erweiterung kann durch einfaches Neuübersetzen in alle vorhandenen Server übernommen werden.

Der TTF Linearbeschleuniger wird seit diesem Jahr auch vom Hauptbeschleunigerkontrollraum (BKR) aus gesteuert (siehe auch Seite 230). Die erforderlichen Konsolen wurden installiert. 2001 wurde der gesamte LINAC erstmalig auch aus Italien gesteuert. Teilsysteme wurden schon in früheren Jahren von den Partnerinstituten, zum Beispiel aus Paris, gesteuert. Für einen

derartigen Fernsteuerungsbetrieb waren einige Voraussetzungen zu schaffen. Dazu gehören ein zuverlässiges und von der Netzwerkverbindung unabhängiges Überwachungssystem, das den Beschleuniger bei allen Fehlern sicher ausschaltet, und das Lesen und Steuern aller Parameter der Anlage von entfernten Orten.

Darüber hinaus wurde eine ganze Reihe von Verbesserungen im Detail an der Hardware und in den Applikationen für den TTF-Betrieb vorgenommen und an Konzepten für TTF2 gearbeitet.

## **Kryogenik und Supraleitung – MKS –**

### **HERA-Kryogenik**

Das HERA-Kältesystem zur Helium-Versorgung der supraleitenden Protonenringmagnete, der Experimente und der supraleitenden Kavitäten wurde in der geplanten HERA-Betriebsunterbrechung ab Anfang September 2000 aufgewärmt und ab Mitte April 2001 wieder kaltgefahren. Während der Betriebsunterbrechung wurden an den Anlagenkomponenten routinemäßige Wartungs- und Instandsetzungsarbeiten durchgeführt. Außerdem wurde in dieser Zeit eine der drei Kälteanlagen für jeweils zweimal vier bzw. einmal drei Wochen betrieben, um die vier neuen supraleitenden Luminositäts-Upgrade Magnete GO und GG für die Wechselwirkungszonen bei H1 und ZEUS in der Magnetesthalle kalt zu testen. Dazu wurde ein vorhandener HERA-Magnetteststand entsprechend umgerüstet.

Die Kalttests der bis Dezember 2001 vom BNL (USA) gelieferten zwei Ersatzmagnete mit ihren in Teilen gelieferten Stromzuführungen wurden entsprechend vorbereitet.

An den Kompressoren der Kälteanlagen wurden die vorhandenen alten SPS-Steuerungen, die zu Ausfällen neigten und für die es keinen Ersatz mehr gab, durch neue ersetzt.

Die zur Steigerung der Kompressorleistung zunächst für den Betrieb des HERA-Südhalbring bestellten Frequenzumrichter wurden Ende 2001 geliefert und werden im Laufe des Jahres 2002 in Betrieb genommen.

Die Hauptaktivitäten der HERA-Kryogruppe lagen im Berichtszeitraum in Installation, Inbetriebsetzung und Tests der Kryoversorgung für die supraleitenden Magnete GO und GG bei H1 und ZEUS. Das Abkühlen der neuen Vorkühlerboxen und der Magnete vom HERA Heliumverteilungssystem her erfolgte wie geplant und problemlos. Unmittelbar danach konnte der routinemäßige Kühlbetrieb aufgenommen werden. Auch ein zwischenzeitliches Wiederaufwärmen der Magnete und des zugehörigen Strahlrohres zum Zwecke der NEG-Pumpen Regeneration konnte reibungslos durchgeführt werden.

Für HASYLAB und die Labors wurden im Jahr 2001 in der HERA-Kryoanlage insgesamt 4600 kg Helium verflüssigt und in Kannen bereitgestellt. Eingetretene Versorgungsengpässe von Seiten der Helium-Lieferfirmen führten zwar nicht zu Betriebseinschränkungen, zeigten jedoch erneut einen Klärungsbedarf bezüglich der externen Heliumversorgung auf.

### HERA-Kryokontrollen

Für das in der HERA-Kryoanlage verwendete D/3 Kontrollsystem wurde ein Upgrade auf Version 10.2 beschafft. Die Implementierung soll in der nächsten größeren HERA-Wartungsperiode erfolgen.

Bedingt durch die Konstruktion der Stromzuführungstürme („Leadtower“) der supraleitenden GO- bzw. GG-Magnete wurde ein komplexes System aus Stromzuführungskühlung und äußerer Erwärmung des oberen Teils der Stromanschlüsse notwendig. Dieses System erlaubt einen problemlosen Betrieb bei unterschiedlichsten Umgebungsbedingungen und Strömen der einzelnen Magnetkreise. Durch dieses während mehrerer Testphasen optimierte System wurde die Gefahr ausgeschaltet, dass Dichtungen durch zu niedrige Temperaturen (zum Beispiel  $T < -50\text{ °C}$ ) beschädigt oder die Stromzuführungen überhitzt werden. Wärme, die von außen über die Stromzuführungen in den Magneten gelangt und dort zu einem Quench führen kann, wird kontinuierlich auf ein Minimum reduziert werden.

In Zusammenarbeit mit der Gruppe MKK wurde ein EPICS-Interface für speicherprogrammierbare Steuerungen (SPS) auf Basis des TCP/IP Protokolls entwickelt. Ausgangspunkt für diese Entwicklung war eine

Software, welche von der Kontrollgruppe der Swiss Light Source (PSI/SLS) entwickelt wurde. So konnte der Entwicklungsaufwand bei DESY erheblich reduziert werden.

Das Kontroll- und Datenerfassungssystem der supraleitenden Referenzmagnete von HERA-p wurde modernisiert. Zur Auslese werden jetzt PCs benutzt. Die Client-Server Software wurde in Visual Basic realisiert.

Für den Umbau der Wechselwirkungszonen von HERA im Rahmen der Luminositätserhöhung wurden etwa 50 normalleitende Quadrupol-Magnete und sechs supraleitende Magnete benötigt. Die normalleitenden Magnete und die supraleitenden Magnete sind vor dem Einbau auf einem Teststand in Halle 55 getestet und magnetisch und optisch vermessen worden.

### Beschleunigerentwicklung (TTF und TESLA)

Anfang 2001 gab es nach einem Membranbruch in der Hochdruckspülanlage einen Einbruch in der Resonator-Qualität. In einer mehrwöchigen Aktion wurden alle Bauteile des Hochdruckspülen-Systems von dem beim Membranbruch eingedrungenen Öl gereinigt und neu qualifiziert. Neben dieser Betriebsstörung traten erste Verschleißmerkmale in der Infrastruktur wie Partikelkontamination in Pumpensystemen, Filterausfälle und Verschleiß in Bauteilen der Chemieanlage auf.

Durch eine komplette Generalüberholung des Reinraumes sowie der Pumpen und der Klimaanlage und durch eine intensive Überwachung der Arbeitsschritte konnten die Resonator-Ergebnisse wieder auf den im Vorjahr erreichten Standard zurückgeführt werden, so dass die noch fehlenden Resonatoren für Modul 5 erfolgreich getestet werden konnten. Nach der Überholung der Anlage erreichte ein Resonator im horizontalen Test 32 MV/m und zeigte dabei bis 28 MV/m keine Feldemission.

Zur Vermeidung von Betriebsstörungen, zur Qualitätssicherung und zur frühen Erkennung von Fehlerquellen wurde das Überwachungssystem für Wasserqualität und Luftpartikel-Kontamination erweitert und auf rechnergestützte Datennahme umgerüstet. Die Auswertung der Partikelfilter, durch die das beim Hochdruckspülen aus den Resonatoren ablaufende Wasser geführt wird,



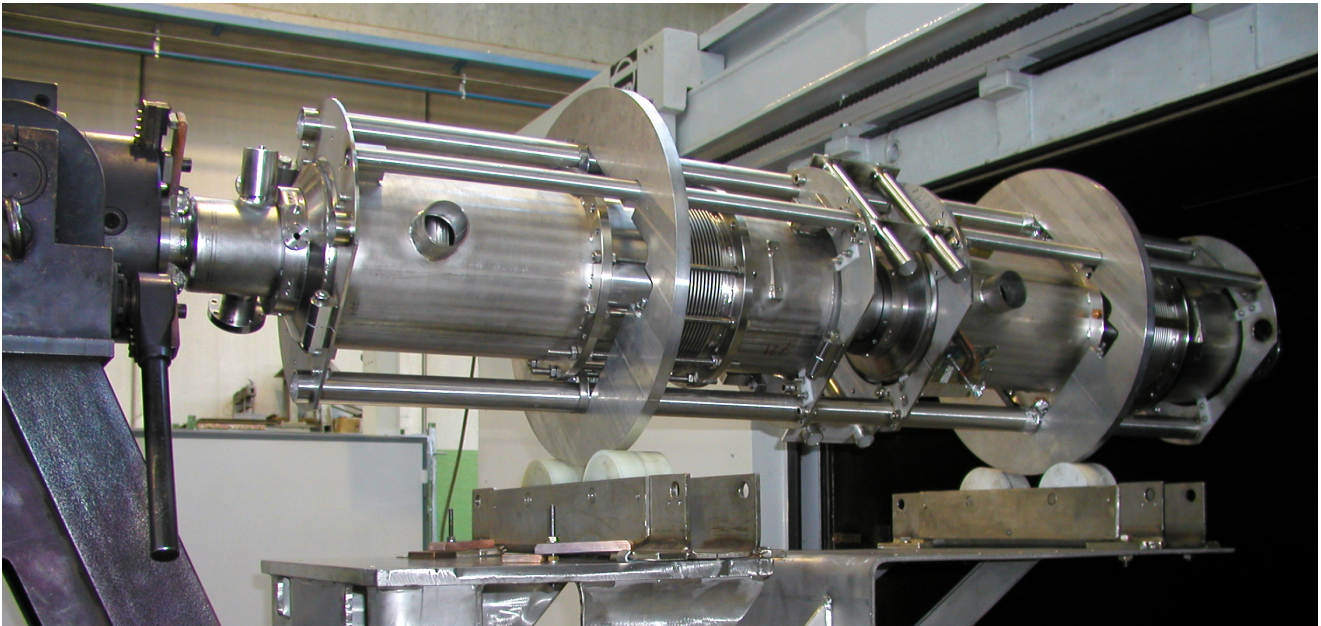


Abbildung 123: Superstruktur beim Einfahren in die EB Anlage.

wurde intensiviert, so dass diese Analyse nun zeitnah zur Behandlung erfolgt.

Die für den ersten Test einer Superstruktur notwendigen 7-zelligen Resonatoren wurden bei DESY angeliefert und getestet.

Für die Verbindung der Resonatoren dieser Superstrukturen wurde eine supraleitende UHV Vakuumdichtung entwickelt. Mit dieser Dichtungstechnik konnte ein zweizelliger Resonator reproduzierbar bis an seine Leistungsgrenze betrieben werden. Diese Werte konnten jedoch nicht auf die 7-zelligen Strukturen übertragen werden. Die Ursache hierfür scheint in den Materialparametern der Niob-Titan-Legierung der Flansche und des zur Herstellung der Dichtungen eingesetzten Niobs zu liegen. Zur Realisierung des Superstruktur-Projekts wurde daraufhin eine Schweißversion der Superstruktur entwickelt. Hierfür sind Vorrichtungen und Handlingsysteme gefertigt (Abb. 123) sowie ein neuer Behandlungsablauf erstellt worden. In den vor dem Verschweißen zweier Resonatoren zur Superstruktur durchgeführten vertikalen Messungen mit angeschweißten Strahlrohrverlängerungen erreichten die Substrukturen jeweils 18 MV/m Beschleunigungsfeldstärke. Beide Superstrukturen sind zum Ende des Be-

richtszeitraums komplett geschweißt worden und sollen im Frühjahr 2002 in ein Modul eingebaut werden.

Bei mehreren Experimenten an supraleitenden Resonatoren konnten Verbesserungen der Güte als Funktion der Beschleunigungsfeldstärke durch eine Wärmebehandlung bei 100 bis 150 °C erreicht werden. Die hierfür im Jahr 2000 gebaute Heizapparatur ist erfolgreich in Betrieb genommen worden und seitdem fester Bestandteil der Resonator-Präparation.

Zur vollständigen Dokumentation und Steuerung von Arbeitsabläufen und um einen schnellen Datenzugriff für verschiedene Personen gleichzeitig zu ermöglichen, wurde für den Bereich Resonator-Präparation und Reinraummontage ein elektronisches Daten-Management-System (EDMS) eingeführt und Ende des Jahres in Betrieb genommen. Die hierfür erstellten Arbeitspakete und Arbeitsabläufe enthalten alle für die Arbeitsschritte notwendigen Informationen sowie Sicherheits- und Arbeitsablaufunterlagen.

Zur Realisierung der Elektropolitur (EP) bei DESY ist eine neue Infrastruktur in Kooperation mit der Gruppe MVA im Aufbau. Diese Anlage ist modular aufgebaut, so dass sie sowohl die Politur von einzelligen Test-

Resonatoren als auch die der geplanten Doppel-9-Zeller Superstrukturen ermöglicht. Die zum Aufbau dieser Infrastruktur notwendigen Umbaumaßnahmen am Gebäude 28 wurden beendet. Mit der Installation der bereits gelieferten Hardware wurde begonnen, so dass diese Anlage ab Frühjahr 2002 in Betrieb genommen werden kann.

In Vorbereitung der Elektropolitur wurden Messungen an Proben zur Parameterfestlegung durchgeführt. Hierbei wurden neben Alterungserscheinungen und standardisierten Betriebsparametern auch die für die Betriebsgenehmigung notwendigen Sicherheitsparameter untersucht.

Die Überwachung und Steuerung der Elektropolituranlage wird auf einer SPS realisiert. Zu diesem System wurde eine Visualisierungssoftware entwickelt. Das System wurde an einem Simulationsaufbau getestet.

Im Frühjahr 2001 wurde das Kryomodul Nr. 4 fertig gestellt, dessen mittlerer Feldgradient, bezogen auf die Messungen der einzelnen Resonatoren im Vertikalkryostat, bei 27 MV/m liegen wird. Zum Ende des Berichtszeitraumes wurden die Resonatoren für das Kryomodul Nr. 5 fertig gestellt und in ihre Heliumbehälter eingeschweißt. Der zu erwartende mittlere Gradient dieses Moduls liegt bei 28 MV/m.

Einzelkomponenten, die für den Bau der weiteren TTF-Kryomodule benötigt werden, wurden getestet. Unter anderem wurden Prototypen neuer Hochfrequenzuner untersucht.

Zur Optimierung der Arbeiten an den supraleitenden Kavitäten für TTF werden die chronologische Abfolge der Arbeiten und die Verfügbarkeit der wichtigsten Anlagen zur Präparation und zum Test der Resonatoren in einer Datenbank festgehalten. Zusätzlich werden die wichtigsten Daten der visuellen und mechanischen Eingangskontrolle der Resonatoren, die Prozedur und Ergebnisse ihrer chemischen Behandlungen und Messungen bei Zimmertemperatur und 2 K in dieser Datenbank gespeichert.

Um den Zugriff auf diese Daten zu erleichtern, wurde ein umfangreiches graphisches Benutzer-Interface zur Datenbank erstellt, das die wichtigsten Ergebnisse in Form von Tabellen und Graphen zur Verfügung stellt.

Dieses Benutzer-Interface wurde auf die neuesten Versionen der ORACLE-Produkte umgestellt und den Benutzerwünschen entsprechend stetig erweitert.

Im Berichtszeitraum wurde die Heliumkälteversorgung des TTF-Kältelabors und des TTF-Linearbeschleunigers mit zwei TTF-Kryomodulen gewährleistet. Dabei wurde der Kältebetrieb des TTF Linearbeschleunigers im gesamten Jahr durchgehend aufrechterhalten.

Der Aufbau des TTF-Linearbeschleunigers in der Phase 2 ist mit einem Umbau des Injektors verbunden. Dieser Umbau erfordert unter anderem auch wesentliche Änderungen der Heliumkälteverteilung für die Anschlüsse der ersten beiden Kryomodule (ACC1 und ACC2). Es wurde ein Konzept für die geänderte Heliumkälteverteilung entworfen, die benötigten Komponenten (Modulanschlusstransferleitungen mit Ventilboxen und eine Modul-Feedbox) wurden spezifiziert und zur Beschaffung ausgeschrieben.

Die Konstruktion und Fertigung einer Bypass-Transferleitung für den Bunchkompressor III bei einer Fremdfirma wurde betreut. Für die Ersatzbeschaffung von zwei Heliumschraubenkompressoren der TTF-Kälteanlage wurde die Spezifikation erstellt und die Ausschreibung veranlasst. Die Planung und Spezifikation für einen TTF-Modulteststand wurde aufgenommen.

Im November 2001 wurden zum ersten Mal probeweise die Kompressoren der HERA Kälteanlage benutzt, um die 900 W Coldbox der TTF-Anlage zu versorgen. Damit ist eine Redundanz zu den TTF Heliumkompressoren hergestellt, die im Laufe des Jahres 2002 ersetzt werden sollen. Die Cavity-Test-Anlage (CTA) für den Test von ein- bis dreizelligen supraleitenden Resonatoren wurde, zusammen mit dem Stickstoff-Verteilungssystem für die Schildkühlung, fertig gestellt. Die 300 W Kälteanlage und der Testkryostat wurden in Betrieb genommen und die Kalttests mit einem Testeinsatz wurden begonnen.

Für den kryogenischen Teil von TESLA wurden die Planungen und Vorarbeiten fortgesetzt und die Kapitel „Accelerator Modules“ und „Cryogenics“ für den TESLA TDR erarbeitet. In einer Arbeitsgruppe „TESLA-Kryohallen“ wurden ein Teil der Vorbereitungen zum Planfeststellungsverfahren und die Detailplanung der TESLA-Kryohallen vorangetrieben.

## Energieversorgung – MKK –

Die Gruppe MKK betreibt die Energieversorgung bei DESY. Die Stromversorgung beginnt bei den drei 110 kV/10 kV-Großtransformatoren, die die 10 kV-Schaltstationen für die Energieverteilung speisen. Die Energieverteilung geht bis zu den Niederspannungsanlagen für die Gebäudeversorgung. Ein großes Aufgabengebiet ist die Magnet- und Senderstromversorgung. Die gesamte Wasserkühlung, Kaltwasser und Druckluftzeugung sowie die Beheizung und Belüftung der Gebäude, Experimente und Tunnel gehören ebenfalls zu den Aufgaben der Gruppe.

Die wesentlichen Aktivitäten werden im Folgenden dargestellt.

### Stromversorgung

Die betriebsunsicheren 10 kV-Kabel wurden im Laufe des Jahres 2001 ersetzt. Betroffen waren die Verbraucher Senderstrom PETRA West, PETRA Nord und PETRA Süd-links sowie der LINAC II und die Querverbindung der 10 kV-Hauptstationen A und B. Kabelfehler traten in diesem Jahr nicht mehr auf.

Die neue unterbrechungsfreie Stromversorgungsanlage und die zweite Einspeisung vom Rechenzentrum haben sich bewährt. Trotz zweier Netzzusammenbrüche traten keine Netzstörungen bei den Rechnern auf. Gegen Ende des Jahres wurde die Niederspannungsschaltanlage für die Versorgung von Gebäude 2 erneuert und für die automatische Umschaltung bei Netzausfall ausgerüstet. Die neue Niederspannungsversorgung für den Anbau der Halle 3 wurde installiert und in Betrieb genommen. Für die Luminositätssteigerung von HERA mussten zwei 10 kV-Stromrichtertransformatoren im Bereich HERA-Nord und HERA-Süd aufgestellt werden.

### Magnetstromversorgung

Im Rahmen des Projekts zur Erhöhung der Luminosität wurden über hundert neue Netzgeräte, davon 83 Chopper, 17 Thyristor- und 3 Diodennetzgeräte beschafft, aufgebaut und in Betrieb genommen.

Die neuen Magnetbrücken in HERA-Nord und -Süd wurden in der Magnettesthalle komplett aufgebaut und unter Betriebsbedingungen getestet. Für die neuen supraleitenden GO- und GG-Magnete wurden Dump-schalter mit Steuerungen beschafft, aufgebaut und in Betrieb genommen. Bei DORIS wurden zehn neue Korrektornetzgeräte nachgerüstet und in Betrieb genommen.

Für die TTF-Klystronmodulatoren wurden vier neue Ladenetzgeräte mit einer Ladespannung von 10 kV beschafft. Es wurde mit den Planungen und Vorarbeiten zur TTF-Phase 2 begonnen. Eine Dreierkombination der Elektronikschaltschränke, wie sie in TESLA eingebaut werden sollen, wurde beschafft und zunächst in einem Holzgestell montiert. Das Andocksystem für die endgültigen Container wurde projektiert und die Kosten ermittelt. Die Stromversorgungen, die ebenfalls in den Containern installiert werden sollen, wurden entwickelt und Prototypen gebaut.

Die Steuerungen für die DESY III-Magnetstromversorgungen wurden überarbeitet und verbessert. Die 10 kV-Schaltanlage für die statische Blindleistungskompensation von DESY III wurde erneuert und in die Fernkontrolle mit aufgenommen. Die Regelung und Steuerung für die Blindleistungskompensation wurden ebenfalls ersetzt.

Die DESY II-Magnetstromversorgungen liefen ohne Störungen. Im Öl der Summendrossel entwickelten sich erneut Gase, die auf eine Zersetzung von Isoliermaterial hindeuten. Die Untersuchungen dauern noch an. Eine Gefährdung des Betriebes ist aber nicht zu erwarten. Voruntersuchungen für die Erneuerung der DESY II 12.5 Hz-Wechselstromquelle wurden begonnen.

### Senderstromversorgung

Für DESY II wurde ein neues Konzept für den Klystron-schutz erarbeitet. Es funktioniert auf der Basis von hochspannenden lichtgetriggerten Thyristoren (LTT) und soll die Funkenstrecken aus den 60er Jahren ersetzen. Es müssen 14 LTTs, bestehend aus zwei Thyristorsäulen, in Reihe geschaltet werden. Die LTTs müssen sehr hohen  $di/dt$ -Werten von über  $10 \text{ kA}/\mu\text{s}$  widerstehen. Dabei ist eine symmetrische Spannungsaufteilung



während der Schaltvorgänge wichtig. Ein neu entwickelter Prototyp wurde von der Firma Eupec geliefert. Er wird zur Zeit bei MKK komplettiert.

Für das HERA-Feedbacksystem in Halle West wurde eine neue Senderstromversorgung in Betrieb genommen. Sie ist baugleich mit der Feedbacksenderstromversorgung von DORIS. Eine komplette Trafo-Hochspannungsgleichrichter-Einheit wurde als Reserve beschafft.

Die Betriebserfahrungen mit den digitalen Schutzgeräten für die beiden 10 kV-Schaltanlagen, die in den Containern PETRA-Ost und -West installiert sind, sind gut. Die integrierten Störwertschreiber ermöglichen eine laufende Fernüberwachung. Nach einer Störung können die Spannungs- und Stromverläufe sowie die Schaltaktionen ausgelesen werden. Dadurch wird die Fehleranalyse wesentlich verbessert. Die digitalen Schutzgeräte bieten deutlich mehr Funktionalität und sollen bei neuen 10 kV-Schaltanlagen eingebaut werden. Die 10 kV-Schaltanlage bei PETRA-Süd-rechts soll erneuert werden. Die technische Spezifikation wurde erarbeitet.

### Überwachung und Kontrollen

Für das PITZ-Projekt in Zeuthen wurde die Steuerung und Regelung der Wasserkühlanlage in Betrieb genommen. Die Betriebsdaten lassen sich auch von Hamburg aus lesen und die Regelparameter optimieren.

Bei den digitalen Schutzgeräten der Container PETRA-West und -Ost, bei verschiedenen Klima- und Wasserkühlanlagen und bei der Steuerung für das Pumpenhaus im Anbau der Halle 3 (TTF-Phase 2) wurden zahlreiche Verbesserungen und Modernisierungen der Steuerungs- und Überwachungssysteme vorgenommen. Für die Verwaltung der Datenpunkte aus dem Leitsystem wurde eine Datenbankanwendung entwickelt. Sie dient zur Generierung von diversen Konfigurationsfiles wie Alarmhandler und Archivierung. Eine ORACLE-Datenbank ist die Basis für alle Applikationen. Das elektronische Logbuch für die MKK-Schicht wurde erweitert und den Erfordernissen der MKK-Schicht und der Labors angepasst.

Eine Testinstallation neuer Transientenrekorder für die Senderstromversorgungen wurde in Zusammenarbeit mit den Gruppen FEB und MKS2 entwickelt.

### Wasserkühlung, Kaltwasser und Druckluft

Im Rahmen der Arbeiten zur Erhöhung der Luminosität musste die Wasserversorgung in den geraden Stücken von HERA-Nord und -Süd neu aufgebaut und in Betrieb genommen werden. Von 22 Kühltürmen, die früher beim PETRA HF-System eingesetzt waren, mussten 12 erneuert werden. Die erdverlegten Sammelrohre hatten sich um einige Zentimeter abgesenkt, was auf eine mangelnde Erdverdichtung während der HERA-Bauzeit zurückzuführen ist.

Die Kältetrockner für die Druckluftversorgung der Kryoanlagen wurden durch FCKW-freie Trockner ausgetauscht. In PETRA-Nord und -Süd wurden die Kolbenverdichter durch Schraubenkompressoren für die Druckluftherzeugung ersetzt. Bei DORIS wurde ein Kompressor erneuert. In PETRA-Nord wurde die VE-Wasseraufbereitung überholt und teilweise erneuert.

In HERA-Nord wurde ein zusätzlicher Entgaser für das Kühlwasser installiert. Trotz Stickstoffpolster im Ausdehnungsgefäß und Stickstoffeinperlung in Halle Ost ist der Sauerstoffgehalt im HERA-Kühlwasser recht hoch. Die Ursachen werden weiter untersucht.

Das Mittel zur Härtestabilisierung des Kühlturmwassers wird weiter in Absprache mit der Umweltbehörde testweise eingesetzt. Die Kalkablagerungen halten sich in Grenzen und Rostfraß wurde in den Stahlrohren nicht mehr beobachtet. Die Gebäude 3 und 11 wurden an das zentrale Kaltwassernetz angeschlossen

### Klima-, Lüftungs- und Heizungsanlagen

Die Klimaanlage des Hörsaals wurde komplett erneuert und umgebaut. Die Kälteversorgung erfolgt jetzt aus dem zentralen Kaltwassernetz. Die Wärmeübergabestation für den Hörsaal und das Verwaltungsgebäude wurde ebenfalls ausgetauscht und leistungsmäßig vergrößert. Zahlreiche defekte bzw. altersschwache Leitungen, Wärmeübergabestationen und Klimaanlagen wurden ausgetauscht oder erneuert.

Die Klimatisierung der geplanten Undulatorstrecke im FEL-Tunnel wurde untersucht und Lösungsvorschläge wurden erarbeitet. Die Temperaturverteilung über eine Länge von 75 m soll mit einem mathematischen 3D-Modell berechnet werden.



Mit Hilfe der Visualisierung und Archivierung von Messdaten konnten die Isolationsprobleme in den neuen 10 kV-Schaltanlagen der PETRA-Senderstromversorgung schnell aufgeklärt werden. Ursache war die Belüftung der so genannten Container mit gekühlter Außenluft. Die Kühlung führte im Sommer zu einer hohen Luftfeuchtigkeit in der Zuluft, was dann Kriechströme auf den Isolatoren und Wandlern nach sich zog. Die Betriebsweise der Lüftungsanlagen wurde daraufhin geändert und die Luftfeuchtigkeit beobachtet. Auch bei den Lüftungsanlagen für die HERA-Sender wurde die Betriebsweise überprüft.

### Kollaboration mit der TU Darmstadt

Beim Institut für Hochspannungstechnik der TU Darmstadt wurden am Prototyp eines mehrfach koaxialen Rohrgasleiters elektrische, thermische und magnetische Messungen durchgeführt. Die Dichtigkeitsmessungen ergaben Spaltundichtigkeiten im Bereich der Gießharzstücke. Die absolute Streufeldfreiheit konnte aufgrund der kurzen Länge von 6 m wegen der Streufelder der Zuleitungen nicht gemessen werden. Der Abschlussbericht soll 2002 erfolgen. Für den koaxialen Rohrgasleiter erfolgte Ende 2001 die Patentierung. Der Prototyp soll auf der Hannover Messe 2002 von der TU Darmstadt und DESY präsentiert werden.

### Beschleunigerplanung – MPL –

Die Gruppe MPL ist zuständig für die Planung und Aufstellung von Beschleunigerstrukturen in Tunneln und Experimentierhallen und die Koordination von Beschleunigeraufstellungen. Eine andere wichtige Aufgabe der Gruppe ist die Entwicklung von Komponenten für die supraleitenden Beschleuniger und Materialuntersuchungen, vor allem an Niob und Niob-Legierungen.

### Beschleunigeraufstellungen

Konstruktive Restarbeiten für das Projekt zur Erhöhung der HERA-Luminosität wurden abgeschlossen. Mit den Konstruktionen der Unterbauten und Gestelle für TTF2 wurde begonnen. Für die Sektionen Kollimatorstrecke

und temporäre Strahlführungen sind die Betonunterbauten Ende November geliefert worden. Für die Kollimatorstrecke sind die Entwürfe für die Aufstellungen der Quadrupole, Sextupole, Dipole, und Korrekturmagnete abgeschlossen, einschließlich der verfahrbaren Quadrupole, die senkrecht und quer zum Strahl über Schrittmotoren nachgeführt werden.

Für die Sektionen der temporären Strahlführungen sind Pumpunterstützungen, Kammer- und Ventilhalterungen in Arbeit, ebenso die konstruktive Lösung der Anbindung der „Optical Transition Radiation“ (OTR) Linsensysteme auf den Unterbauten.

### Entwicklung von nahtlosen Resonatoren

Für die Fertigung von mehrzelligen Resonatoren war die Entwicklung der Einschnürung im Irisbereich erforderlich. Diese Entwicklung wurde zusammen mit der Firma HTI erfolgreich durchgeführt. Es wurden mehrere dreizellige Cu-Resonatoren und der erste zweizellige Niob-Resonator durch Innenhochdruckumformung (IHU) hergestellt (Abb. 124).

Die bei DESY durch IHU gefertigten vier einzelligen sprengplattierten NbCu-Resonatoren der TESLA-Form wurden auf die HF-Eigenschaften getestet. Die Behandlungen und Prüfungen sind in Kollaboration mit Jefferson Lab (USA) und KEK (Japan) durchgeführt worden.

Das beste Ergebnis ist an dem Cavity 1NC2 beim Jefferson Lab erreicht worden. Die Beschleunigungsfeldstärke beträgt 40 MV/m, die Güte  $Q = 10^{10}$  nach etwa 180  $\mu\text{m}$  „Buffered Chemical Polishing“ (BCP), zwei Stunden Glühen bei 800 °C und 30 Stunden Ausbacken bei 140 °C. Dieses Ergebnis ist mit Abstand das beste Resultat in der Geschichte von supraleitenden NbCu-Resonatoren. Die anderen drei NbCu-Resonatoren haben im Dezember 2001 die Beschleunigungsfeldstärke von 33 MV/m, 24 MV/m und 17 MV/m erreicht.

Vier neue einzellige mit Niob innen ausgekleidete Cu-Resonatoren der TESLA-Form sind durch IHU gefertigt worden. Das NbCu-Rohr ist nach einem neuen Verfahren hergestellt worden (Strangpressen, siehe Niobrohrentwicklung). Die für 2002 geplanten HF-Tests sollen zeigen, welches Verfahren (Sprengplattieren oder Strangpressen) vorteilhafter ist.

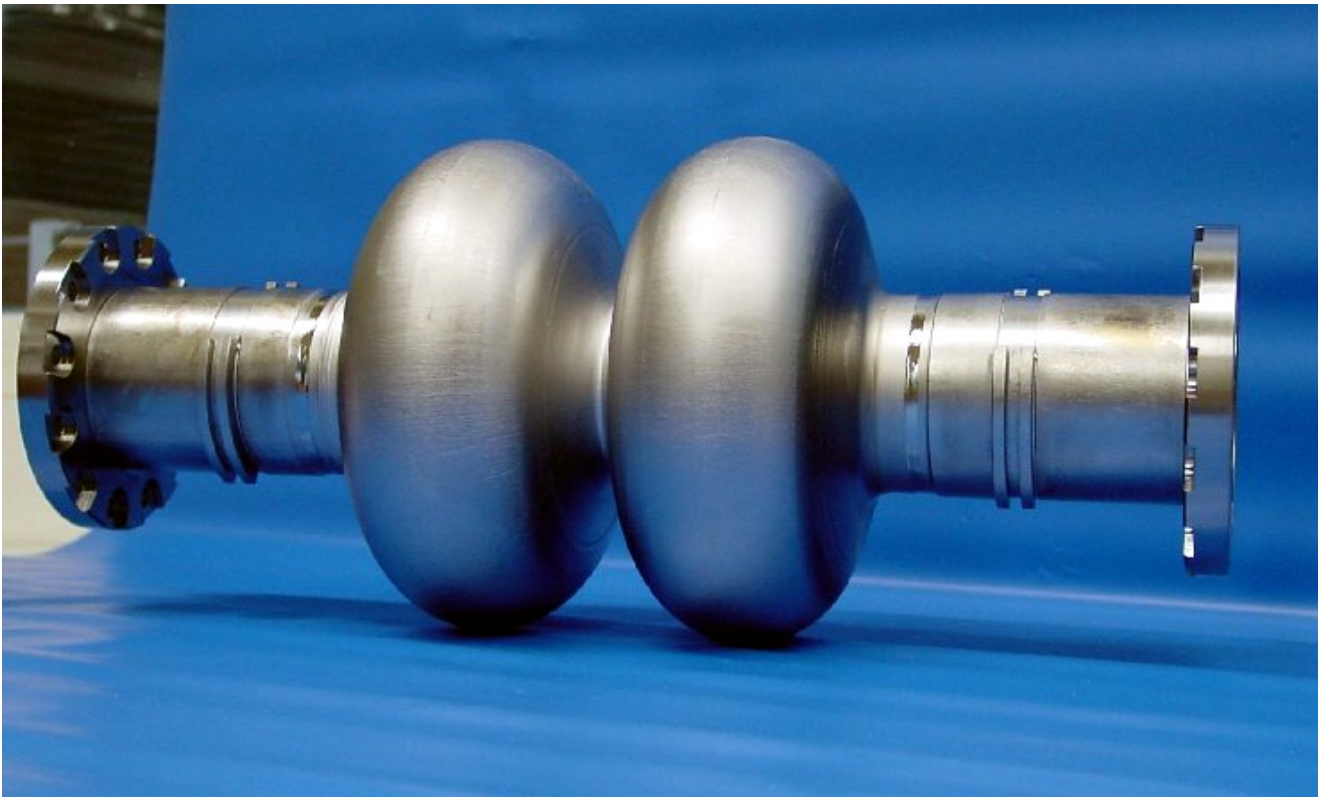


Abbildung 124: *Durch IHU hergestellter zweizelliger nahtloser Niob-Resonator.*

Es wurde eine neue Kalibrierungsvorrichtung für TESLA-Resonatoren in Zusammenarbeit mit INR Troitsk (Russland) gebaut. Dafür wurde beim DESY eine Vorrichtung konstruiert, die über ein Joch mit Spindel und Hubelement die Matrizen aus dem Kalibrierungsrohr herausziehen kann; außerdem sind neue Mittelzellen-Matrizen konstruiert worden. Durch Kalibrieren des fertigen Resonators mit dem hohen Druck von etwa 1000 bar werden kleine Abweichungen in der Form korrigiert. Die Rechnersteuerung und die Simulationsrechnungen des Umformvorganges wurden auf mehrzellige Resonatoren erweitert.

### Niobrohrentwicklung

Es sind neue nahtlose Test-Rohre aus massivem Niob gebaut worden. Es hat sich herausgestellt, dass die Fertigung aus dicken Blechen durch Drücken und Drückwalzen eine akzeptable IHU-Tauglichkeit bereitstellt. Es

ist geplant, weitere zweizellige Resonatoren aus diesen Rohren zu bauen.

Es sind bimetallische NbCu-Rohre nach einem neuen Verfahren hergestellt worden. Das dickwandige Niob-Rohr wird in ein Sandwich aus Cu-Rohren eingepackt und unter Vakuum zugeschweißt. Danach wird es durch Strangpressen warm auf die notwendigen Abmessungen (etwa 4 mm Gesamtdicke, davon etwa 1 mm Niob und etwa 3 mm Cu) umgeformt. Die stranggepressten NbCu-Rohre zeigen im Vergleich mit sprengplattierten NbCu-Rohren bessere Bindungseigenschaften, die Wandstärkeschwankungen sind allerdings etwas höher. Ziel dieser Entwicklung ist es, den Rohrpreis zu senken.

### Tuner für TESLA-Resonatoren

Eine weitere Aktivität der Gruppe MPL war die Überarbeitung der Konstruktion einer neuen Feinabstimmung

für TESLA, die in den Helium-Tank integriert wird und somit keine zusätzliche Beschleunigerlänge benötigt. Die Resonator-Feinabstimmung wurde in eine Halbschalenausführung umkonstruiert und ein Piezo-Element wurde integriert. Die neue Version des Tuners soll 2002 gebaut und getestet werden.

### Resonator-Versteifung

Es wurde eine für flüssiges Helium durchlässige, eine Resonatorzelle umspannende und demontierbare Titanschale konstruiert und gebaut. Mit dieser Schale können TESLA-Resonatoren mit einer Äquatorwandstärke von nur etwa 1.5 mm für 40 MV/m tauglich gemacht werden. Die erwartete Verstimmung des Resonators durch die Feldkräfte liegt bei nur 200 Hz. Die Tests der Titanschale sind im Jefferson Lab durchgeführt worden. Die Abschätzungen der Verstimmung sind im Experiment bestätigt worden. Es hat sich aber herausgestellt, dass eine ähnliche Versteifung auch in NbCu-plattierten Resonatoren erreicht werden kann, allerdings deutlich kostengünstiger. Aus diesem Grund wird die Versteifung mit der Ti-Schale nicht weiter verfolgt.

### Werkstoffuntersuchungen

Das Labor für Metalluntersuchungen ist weiter ausgebaut und funktionsfähig gemacht worden. Folgende Untersuchungen werden durchgeführt:

- Anfertigung von Mikroschliffen und Analyse der Mikrostruktur mit dem Lichtmikroskop und REM,
- Messungen des Restwiderstandsverhältnisses RRR an Niob-Proben und Niob-Resonatoren,
- Zug- und Tiefungsversuche bei verschiedenen Dehnraten,
- Härteprüfungen und Untersuchungen der Oberflächenrauigkeit,

- chemische und elektrochemische Behandlungen von Niob-Proben und kleinen Niob-Teilen,
- Messungen der Wärmeleitfähigkeit von Niob bei tiefen Temperaturen.

Diese Arbeiten ermöglichen eine von Niob-Produzenten unabhängige Qualitätskontrolle von Niob und sind wichtig für R&D.

Im Jahr 2001 wurden folgende Themen bearbeitet:

- Betreuung der Fertigung samt Glühbehandlung der für das TTF-Projekt erforderlichen Niob-Halbzeuge,
- Abtasten von Niob-Blechen auf Defekte und SYRFA-Analyse (zusammen mit MHF-sl),
- Untersuchungen der Qualität des Niob von neuen potentiellen Niob-Lieferanten (ITEP, CBMM, Cabot, China),
- Entwicklung der Fertigung und Untersuchung der Eigenschaften von nahtlosen Rohren für Hydroforming und supraleitende Bälge,
- Analyse der Oberfläche von elektropolierten Niob-Proben (zusammen mit MKS3),
- Analyse der Schweißqualität von in der DESY-Anlage geschweißtem Niob (zusammen mit MVA),
- Metallkundliche Untersuchungen für die Superstruktur,
- Beschichtungsqualität von Bellows für Powercoupler (zusammen mit ORSAY/F),
- R&D an Niob (zusammen mit UNIPRESS, Warschau/PL und Surface Spectroscopy Lab, Krakau/PL),
- Konstruktion und Bau der Vorrichtung für die Wärmeleitfähigkeitsmessungen bei tiefen Temperaturen,
- Entwicklung einer Vorrichtung für Defektsuche in Niob-Halbzeugen auf SQUID-Basis (zusammen mit der Universität Gießen).





# Voruntersuchungen zum TESLA Linear-Collider Projekt

Mit der Fertigstellung des TESLA Technical Design Report (TDR) wurde im Berichtszeitraum ein wichtiger Meilenstein auf dem Weg zur Realisierung des Zukunftsprojekts für einen 500–800 GeV supraleitenden Elektron-Positron Linear-Collider mit integriertem Röntgenlaser-Labor erreicht. Am Beschleuniger-Kapitel (Part II) des TDR haben über 400 Wissenschaftler und Ingenieure aus 13 Ländern mitgearbeitet. In diesem Teil des Reports werden die technische Auslegung und die Beschleunigerphysikalischen Aspekte des supraleitenden Linearbeschleunigers sowie aller für den Collider und den Free Electron Laser (FEL) erforderlichen Subsysteme beschrieben.

## TESLA Projektvorschlag

Beim Linear-Collider werden Elektronen und Positronen in zwei 15 km langen gegenläufigen Beschleunigern auf eine Endenergie von 250 GeV beschleunigt und in der zentralen Wechselwirkungszone zur Kollision gebracht. Die Energiezufuhr geschieht in supraleitenden Hochfrequenzresonatoren mit einer Feldstärke von etwa 23 MV/m. Diese neue Technologie wurde von der internationalen TESLA Kollaboration entwickelt und an der Testanlage (TTF) bei DESY erfolgreich erprobt. Die Technologie mit supraleitenden Niob-Resonatoren ermöglicht aufgrund der hohen Effizienz des Beschleunigers und der exzellenten Strahlqualität eine bessere Kollisionsrate (Luminosität) als ein konventioneller Linearbeschleuniger. Die hervorragende Strahlqualität und -stabilität macht den TESLA-Beschleuniger ebenfalls zu einem idealen Treiber für eine Röntgen-FEL Anlage, die integraler Bestandteil des vorgeschlagenen Projekts ist. Eine Kostenschätzung für den Linear-Collider wurde anhand von Industriestudien für die Massenfertigung der Hauptkomponenten der Anlage erarbeitet. Die Gesamtkosten

für den 500 GeV Collider wurden zu 3.136 Milliarden € ermittelt. Als dominierende Anteile entfallen davon etwa ein Drittel auf die supraleitenden Beschleuniger-Module, jeweils etwa ein Sechstel auf das Hochfrequenzsystem sowie auf den Bau des 33 km langen Tunnels und der Hallen. Die zusätzlichen Kosten für das Röntgen-FEL Beschleunigersystem belaufen sich auf 0.241 Milliarden €.

Der TESLA TDR wurde im März 2001 im Rahmen eines internationalen Kolloquiums der Öffentlichkeit vorgestellt. Das große Interesse am TESLA-Projekt wurde durch die Teilnahme von annähernd 1000 Wissenschaftlern an dieser Veranstaltung eindrucksvoll unterstrichen. Das hohe Maß an Aufmerksamkeit, das der TESLA Projektvorschlag in der internationalen Gemeinschaft der Hochenergie-Physiker genießt, wurde ebenfalls beim Treffen der amerikanischen Teilchen- und Beschleuniger-Physiker in Snowmass (USA) im Sommer 2001 deutlich. Bei diesem nur alle fünf Jahre stattfindenden dreiwöchigen Treffen wurden die Zukunftsperspektiven der Teilchenphysik intensiv diskutiert, mit dem klaren Ergebnis, dass ein Linear-Collider bei den mit TESLA erreichbaren Energien das nächste international zu realisierende Projekt sein soll. Gleichzeitig begann in Snowmass ein Prozess des detaillierten Vergleichs der für so eine Anlage vorgeschlagenen technischen Lösungen: während die bei DESY koordinierte Kollaboration auf Supraleitung setzt, arbeiten die Beschleuniger-Experten in den USA (SLAC, Stanford) und Japan (KEK, Tsukuba) an der Optimierung der konventionellen Technologie mit Kupfer-Resonatoren.

## Vorbereitung des Planfeststellungsverfahrens für TESLA

Die Freie und Hansestadt Hamburg und das Land Schleswig-Holstein haben im Jahr 1998 einen Staats-

vertrag für die Schaffung der planerischen Voraussetzung für die Errichtung und den Betrieb von TESLA abgeschlossen. In dem Vertrag wurde festgelegt, dass für das Projekt ein gemeinsames Planfeststellungsverfahren (PFV) mit einer integrierten Umweltverträglichkeitsprüfung (UVP) durchzuführen ist. Die Planfeststellungsbehörde und Anhörungsbehörde ist das Oberbergamt (OBA) in Clausthal-Zellerfeld.

Auf der Basis des TDR wurde die Vorbereitung des PFV weitergeführt. Mit einer Ingenieurgemeinschaft (IG) wurde ein Vertrag zur Erstellung der Planunterlage abgeschlossen. In einem Workshop Ende April 2001 wurde der Rahmen dafür festgelegt. Mitarbeiter von DESY und unabhängige Ingenieure für die Genehmigungsplanung, die Projektsteuerung, die Umweltplanung und die hydrogeologischen Untersuchungen erarbeiten in einem Team die Planunterlage. Die Verträge mit den unabhängigen Planern orientieren sich dabei an Partnerschaftsmodellen. Darüber hinaus haben sich bei DESY Arbeitsgruppen gebildet, die die technischen Rahmenbedingungen für die TESLA-Planungsgruppe ausarbeiten. Von allen TESLA-Planern werden die gleichen Werkzeuge benutzt. Von Anfang an wird dreidimensional konstruiert. Alle benötigten Karten liegen als Vektorgrafik vor. Es wird ein gemeinsames elektronisches Archivierungssystem („Engineering Data Management System“ EDMS) benutzt.

Dem Vorschlag einer elektronischen Abgabe, Verteilung und öffentlichen Auslegung der Planunterlage hat das OBA bereits jetzt zugestimmt.

Eine erste Demonstrationsversion der digitalen Planunterlage liegt bereits vor. Für diese Unterlage sind bereits die dreidimensionalen Konstruktionen und die Vektorkarten eingesetzt worden. Eine gedruckte Version wird ebenfalls zur Verfügung gestellt.

Zeichnungen, Vorträge, Bilder, Filme und weitere Informationen stellt die TESLA-Planungsgruppe TPL planungsbegleitend intern in einer speziellen Homepage zur Verfügung.

Da der TESLA-Tunnel direkt unter der Kirche von Relingen verläuft, sind im Berichtszeitraum Referenzmessungen an der Kirche begonnen worden, um die natürlichen Bewegungen des Bauwerks zu untersuchen. Dafür wurden sowohl im Kirchenschiff als auch im Außenmauerwerk Messmarken angebracht. Die Messungen werden über einen längeren Zeitraum durchge-

führt, um die tages- und jahreszeitlichen Bewegungen zu ermitteln.

Im Rahmen der Umweltverträglichkeitsstudie UVS wird auch das Schutzgut Wasser untersucht. DESY hat ein hydrogeologisches Fachgutachten in Auftrag gegeben. Die erste Stufe auf der Basis von vorhandenen Bohrungen ist bereits fertig gestellt. Für die erweiterte zweite Stufe wurden im Berichtszeitraum insgesamt 16 Probebohrungen an acht Hallenstandorten und entlang der Tunneltrasse abgeteuft. Diese Bohrungen werden auch bereits für Baugrunduntersuchungen verwendet. Die UVS ist mit dem Planungsstand April 2001 abgeschlossen worden. Eine Anpassung an den neuesten Stand und der Landschaftspflegerische Begleitplan (LBP) werden im Jahr 2002 bearbeitet.

Mit der Technischen Universität Hamburg-Harburg wurde ein Kooperationsvertrag zur Untersuchung des Schwingungsverhaltens des Baugrundes entlang der TESLA-Trasse abgeschlossen.

Im Rahmen der TDR-Begutachtung durch den Deutschen Wissenschaftsrat wurde eine alternative Lösung für den vom Collider-Betrieb weitgehend unabhängigen Betrieb der Röntgenlaseranlage eingereicht. Diese alternative Lösung, die als Übersicht in Abbildung 125 dargestellt ist, basiert auf dem TDR-Vorschlag. Zusätzlich wurde ein knapp drei Kilometer langer Beschleunigertunnel in die Planung mit aufgenommen, der an der Kältehalle Borstel beginnt. Dieser Tunnel nimmt alle Komponenten auf, die in der integrierten Lösung auf den ersten Kilometern angeordnet waren und weitgehend zusammen mit dem Beschleuniger für die Hochenergiephysik genutzt wurden. Die alternative Lösung ist teurer, bietet aber wesentlich mehr Flexibilität gegenüber der integrierten Lösung. Für die alternative Lösung hat sich bereits die modulare Planung der Bauwerke bewährt. Das gesamte Verzweigungsbauwerk müsste nur geringfügig nach Osten verschoben werden, um unnötige Ablenkungen zu vermeiden. Der zusätzliche Beschleunigertunnel könnte dann an ein bereits geplantes Verzweigungsbauwerk angeschlossen werden. Für die zusätzliche Versorgung des separaten X-FEL-Beschleunigers mit Helium und für die zusätzlichen Modulatoren müsste die Versorgungshalle Borstel erweitert werden. Die Abmessungen blieben jedoch innerhalb des für die Umweltplanungen vorgegeben Rahmens.

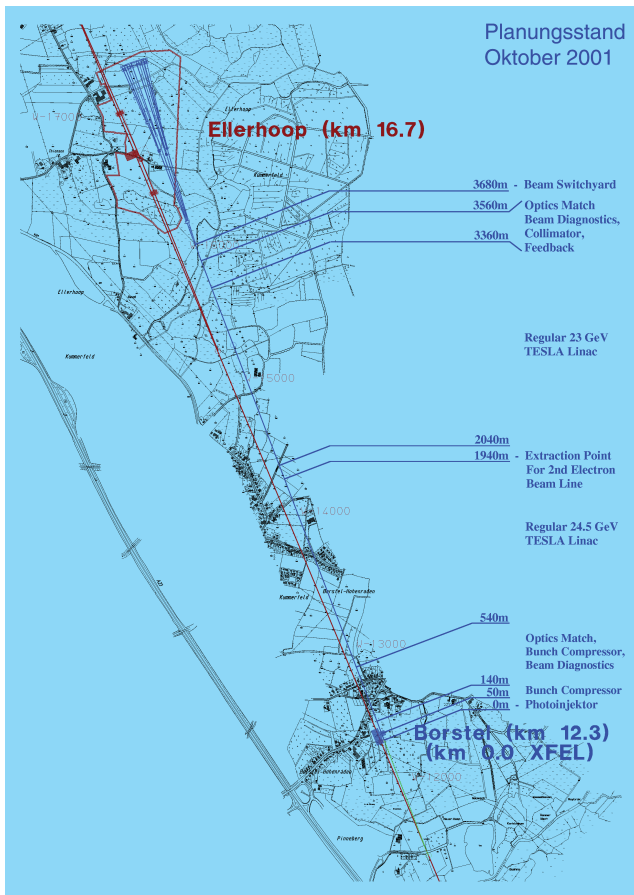


Abbildung 125: Ausschnitt aus dem TESLA-Lageplan mit einem getrennten XFEL Beschleunigertunnel.

## TESLA Test Facility (TTF)

### LINAC-Betrieb und Erweiterungen

Im Rahmen der Voruntersuchungen zum TESLA-Projekt wird bei DESY der Linearbeschleuniger der TESLA Test Facility betrieben. Gleichzeitig wird dieser TTF-LINAC als Treiber für einen Freie-Elektronen Laser (FEL) genutzt.

Im Berichtszeitraum konnte der Beschleuniger in der Regel im 24-Stunden-Betrieb genutzt werden. Hierbei standen zunächst Studien zur Beschleunigerphysik im Vordergrund. Ab dem Sommer lag der Schwerpunkt dann im Bereich des FEL-Betriebs. Erste Experimente nutzten den erzeugten FEL-Strahl, um das

Verhalten von Probenmaterial im intensiven Photonenstrahl zu untersuchen. Zwei Betriebsunterbrechungen von jeweils vier Wochen erlaubten den Wechsel zwischen verschiedenen Experimenten. Am 22. September gelang es, bei der Wellenlänge von 100 nm Sättigung zu erreichen, also die maximal mögliche Verstärkung. Hiermit erreicht der TTF-FEL eine bislang unerreichte Leuchtstärke.

Das Jahr 2001 begann mit den letzten Vorbereitungen für den Betrieb mit 800  $\mu$ s langen Pulszügen. Nach einigen abschließenden Tests konnte ein System zur Überwachung von Strahlverlusten erfolgreich in Betrieb genommen werden. Ein Strahlverlust von deutlich unter einem Prozent führt innerhalb von wenigen Mikrosekunden zur Abschaltung der Elektronenquelle. Im Bereich der Undulatoren gelten noch schärfere Bedingungen.

Ende Januar wurde der TTF-LINAC erstmals mit voller Strahllast betrieben. Ein 800  $\mu$ s langer Pulszug mit einem Strahlstrom von 8 mA erreichte eine Energie von fast 240 MeV. Hierbei betrug die Ladung der einzelnen Elektronenpakete 3.5 nC und der zeitliche Abstand der Pakete 444 ns (Abb. 126). Dieses Ergebnis entspricht den TESLA-Parametern mit ausreichender Genauigkeit.

Im Anschluss an den Betrieb mit langen Pulszügen wurde die Beschleunigungsfeldstärke im ersten TTF-LINAC Abschnitt auf etwa 2 MV/m abgesenkt, um möglicherweise auftretende strahlinduzierte Schwingungen in den supraleitenden Resonatoren zu untersuchen. Die Folgefrequenz der Elektronenpakete wurde auf 54 MHz heraufgesetzt und die Intensität der einzelnen Pakete mit einer frei wählbaren Frequenz um bis zu 90% moduliert. Das so erzeugte Anregungsspektrum ist geeignet, eventuell vorhandene Schwingungsmodi in den Resonatoren anzuregen, die dann wiederum auf den Elektronenstrahl zurückwirken. Ein mit einer Ablage relativ zur Strahlachse eingeschossener Elektronenstrahl kann so genannte Dipolmoden anregen. Ein Strahlagemonitor weist diese Anregungen nach. Es wurde eine Vielzahl von Moden gemessen. Von Interesse war die Güte der Moden, aber auch der Unterschied im Verhalten der einzelnen supraleitenden Resonatoren. Die Auswertung ist noch immer nicht abgeschlossen. Unter anderem konnten aber aus der Messung Rückschlüsse auf einen Fehler in der Anordnung der Antennen erfolgen, die diese Schwingungsmoden bedämpfen sollen.

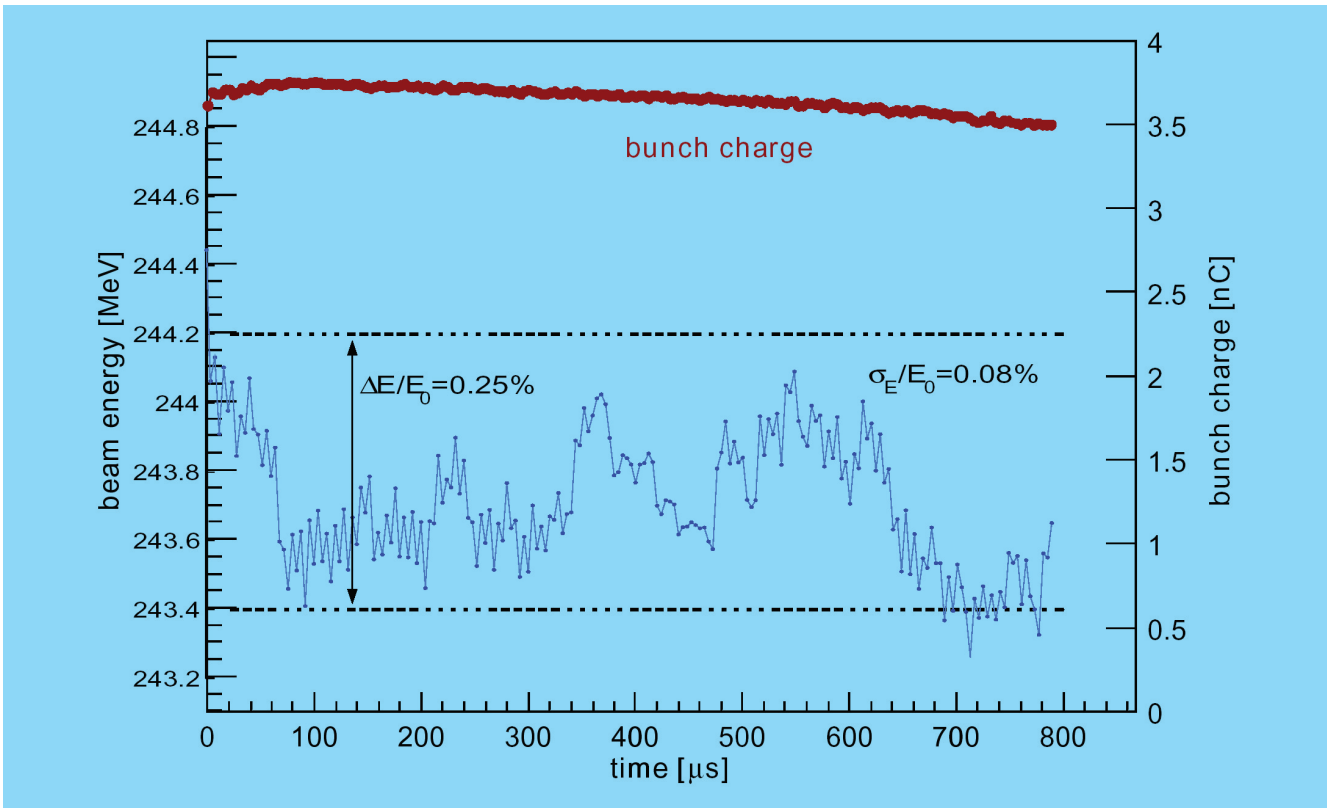


Abbildung 126: Bunchladung und Energieunschärfe während eines 800  $\mu\text{s}$  langen Bunchzuges in der TESLA Test Facility.

## Wakefields

Parallel zur Optimierung des FEL-Betriebes wurden im Frühjahr Experimente zu einem weiteren, den Elektronenstrahl möglicherweise stark beeinflussenden Effekt abgeschlossen. So genannte „Wakefields“, unmittelbar zu vergleichen mit der Bugwelle eines Schiffes in einem schmalen Kanal, entstehen, sobald ein Paket von sehr vielen Elektronen durch ein enges Strahlrohr geführt wird. Für den FEL-Betrieb wurde die Rauigkeit der Innenwände der Undulatorkammern diskutiert. Eine Reihe von theoretischen Modellen sagte unterschiedlich starke Effekte voraus. Aus diesem Grund wurde unmittelbar hinter dem Undulator eine Anordnung mit mehreren austauschbaren Rohren verschiedener Rauigkeit installiert. Die tatsächlich entstehenden Wakefields wurden über einen speziellen Schirm ausgekoppelt und in ihrem Frequenzspektrum analysiert. Im Bereich um 500 GHz, einer Frequenz, die unmittelbar durch die

Länge der Elektronenpakete bestimmt ist, konnte eine sehr gute Übereinstimmung zwischen der Vorhersage und den gemessenen Daten gefunden werden. Auf einem Schirm hinter einem Spektrometernagneten wird eine energieabhängige Intensitätsverteilung beobachtet, die als ein Zerreißen des Elektronenpaketes entlang seiner Flugrichtung zu verstehen ist (Abb. 127). Nimmt dieser Effekt überhand, so kann der FEL nicht mehr arbeiten.

Im Rahmen eines etwa vierwöchigen Umbaus wurde im Mai 2001 der Aufbau zur Untersuchung von Wakefields gegen einen so genannten „Beam Trajectory Monitor“, eine Art Lochkamera zur Bestimmung des Entstehungsortes der Undulator-Strahlung, getauscht. Weiterhin wurde das RAFEL-Experiment („Regenerative Amplifier FEL“) modifiziert und im Bereich der LINAC-Infrastruktur das erste Multibeam-Klystron eingebaut. Dieses 10 MW Klystron ist der Proto-



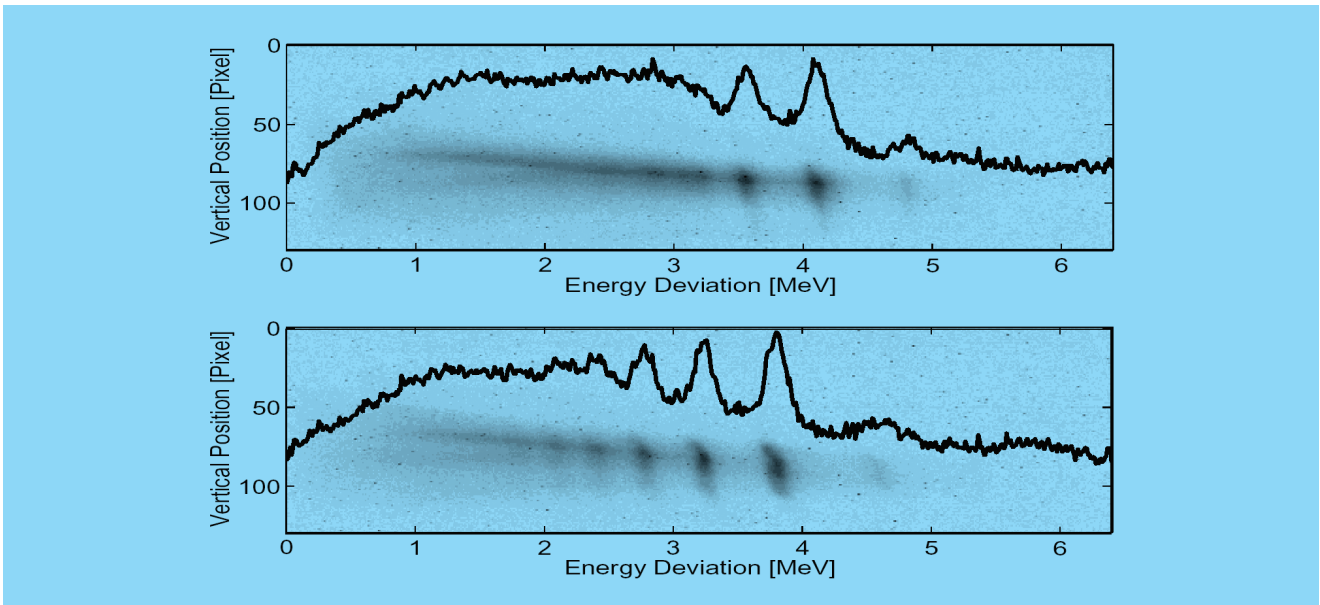


Abbildung 127: Wakefields, die durch den Strahlstrom an den Rauigkeiten der Strahlrohrwände induziert werden, bewirken Änderungen in der Intensitätsverteilung eines Bunches. Die untere Verteilung wurde an einem Strahlrohr gemessen, dessen Oberfläche durch Sandstrahlen aufgeraut worden war.

typ eines TESLA-Klystrons, das im Unterschied zu herkömmlichen Klystrons mehrere Elektronenstrahlen verwendet.

### Dunkelstrom

Bereits während der Betriebsunterbrechung konnte der durch Feldemission entstehende Dunkelstrom der supraleitenden Resonatoren im zweiten Beschleunigerabschnitt untersucht werden. Für diese Messung wurde die Strahlführung unterbrochen, um den durch den Beschleunigerabschnitt erzeugten Dunkelstrom-Elektronenstrahl nach dem Austritt aus einem dünnen Edelstahlfenster direkt auf der Achse abzustoppen und seine Intensität zu bestimmen. Zum einen stellte sich hierbei heraus, dass der achte Resonator im zweiten Beschleunigerabschnitt sehr viel Dunkelstrom erzeugt, während die anderen Resonatoren akzeptable Ströme zeigen, zum anderen konnte die später im Jahr durchgeführte Messung am ersten Beschleunigerabschnitt vorbereitet werden. Diese im November durchgeführte Messung ergab bei einer maximal möglichen mittleren Beschleunigungsfeldstärke von 21.5 MV/m einen

Dunkelstrom von deutlich unter  $1\ \mu\text{A}$ , ohne den dritten Resonator dieses ersten Beschleunigerabschnittes waren es nur etwa 100 nA. Dies ist mit den Annahmen für TESLA verträglich.

### FEL-Betrieb

Seit dem Sommer stand der FEL-Betrieb im Vordergrund. Neben der Nutzung des FEL-Photonenstrahls für die Untersuchung des Ab- bzw. Verdampfens von Oberflächen unter Einwirkung des sehr intensiven Photonenstrahls sowie der Streuung von Photonen an so genannten Clustern stand die weitere Optimierung der FEL-Verstärkung im Vordergrund. Um Sättigung zu erreichen, wurde unter anderem mit Hilfe eines an der TU Darmstadt geschriebenen Programms der Bereich der Elektronenquelle mit sehr hoher Präzision ausgerichtet. Die Ablage des Elektronenstrahls wurde in Abhängigkeit von der Einstellung von Strahlführungsmagneten gemessen. Das Programm simulierte den Strahltransport und ermittelte die notwendigen Korrekturen in der Aufstellung.

Für das Verständnis des optimierten FEL-Betriebs ist weiterhin die gründliche Untersuchung der Intensitätserhöhung durch Verkürzung der Elektronenpakete im so genannten Bunch-Kompressor Voraussetzung. Die Verkürzung wird durch unterschiedliche Laufzeiten in einer magnetischen Schikane realisiert. Nach einer leichten Energiemodulation im ersten Beschleunigerabschnitt legt der niederenergetischere Kopf des Paketes in der Schikane eine längere Strecke zurück als der höherenergetische Schwanz. Dies bewirkt die Verkürzung des Paketes, birgt aber die Gefahr, dass die bei der Ablenkung in den Magneten der Schikane entstehende Synchrotronstrahlung die Strahlqualität verschlechtert. In der Tat kann bei relativ kurzen Elektronenpaketen das von den hinten fliegenden Elektronen abgestrahlte Licht die vorn fliegenden einholen und diese beeinflussen. Es kommt zu einer kohärenten Abstrahlung von Synchrotronstrahlung, und die Intensitätsverteilung entlang der Flugrichtung wird stark beeinflusst. Ein einzelnes Paket kann, ähnlich wie oben für Wakefields beschrieben, regelrecht zerreißen, so dass im Undulator für den FEL-Prozess kein wohldefinierter kurzer und intensiver Puls mehr zur Verfügung steht. Eine Reihe von Messungen führte zu einem tieferen Verständnis dieser kohärenten Abstrahlung von Synchrotronstrahlung. Die Messungen müssen jedoch mit einer im November in den Bunch-Kompressor eingebauten flacheren Vakuumkammer wiederholt werden. Sie kann das Ergebnis laut Theorie beeinflussen.

### Verbesserte Instrumentierung

Eine Reihe weiterer Verbesserungen kann hier nur kurz aufgezählt werden. So wurde zum Beispiel die Präparation der Kathoden in der Elektronenquelle deutlich verbessert, was eine merkliche Verringerung des Dunkelstroms und damit auch eine sehr stark abgeschwächte Aktivierung der Strahlführung zur Folge hat. Wesentlich waren auch die Arbeiten an den Diagnoseelementen zur Strahlstrommessung. Hier galt es, die Messgenauigkeit und die Zuverlässigkeit zu erhöhen, so dass diese so genannten Toroide im Maschinen-Interlock zum Einsatz kommen können. Der Test eines neu entwickelten schnellen Strommonitors wird künftig die Strahlüberwachung für jedes einzelne Elektronenpaket erlauben. Dies gilt auch für den geplanten zeitlichen Abstand der Pa-

kete von 111 ns. Ein weiterer Drahtmonitor zum Ausmessen der Elektronenstrahlprofile konnte ebenso erfolgreich in Betrieb genommen werden wie auch alle Strahllagemonitore im Bereich der ersten beiden Undulatorabschnitte. Eine neu aufgebaute Elektronik wird zur Überwachung der Flugzeit der Elektronenpakete im Bereich des Bunch-Kompressors eingesetzt. Eine Online-Dosimetrie mit Hilfe von Lichtwellenleitern (LWL) wurde in Zusammenarbeit mit dem Hahn-Meitner-Institut in Berlin und dem Fraunhofer-Institut in Euskirchen weiter verbessert. Die Messung mit LWL entlang dem TTF-LINAC wurde in das Kontrollsystem integriert. Eine neue Messmethode mit gewickelten LWLs erlaubt eine schnelle und empfindliche Online-Messung der Ortsdosis an definierten Positionen.

Der auf Seite 233 im Detail beschriebene FEL-Betrieb profitierte sehr von der Tatsache, dass der TTF-LINAC seit dem Sommer auch vom Hauptbeschleunigerkontrollraum (BKR) aus gesteuert werden kann. Hierbei wurde insbesondere der FEL-Nutzerbetrieb vom BKR aus ermöglicht. Die erforderlichen Konsolen wurden installiert. Nachdem einige Teilsysteme bereits in der Vergangenheit von Partnerinstituten, zum Beispiel aus Paris, betreut und gesteuert wurden, konnte im Spätsommer erstmalig der gesamte LINAC auch aus Italien bedient werden. Ein weiterer wichtiger Schritt auf dem Weg zu einem gemeinsamen, partnerschaftlich betriebenen LINAC ist die Einführung eines elektronischen Logbuches, das von verschiedenen Arbeitsplätzen zuverlässig beschrieben und gelesen werden kann. Alle Grafiken von Messergebnissen sowie Statusbilder können von verschiedenen Rechnern direkt in das Logbuch geschrieben werden. Die Texteingabe und die Darstellung erfolgen über einen Standardbrowser wie Netscape. Neueste Internet-Technologien wie XML, XSL und JAVA Servlets werden verwendet, um das Logbuch zu verwalten und darzustellen. Nach einigen kleineren Korrekturen wurde das elektronische Logbuch von den Benutzern so gut angenommen, dass die Papierform aufgegeben wurde. Mit diesem neuen Logbuch können jetzt alle Mitglieder der TESLA Kollaboration sowie die Experten in ihren Büros sehr viel stärker an den Ergebnissen und Problemen des Beschleunigerbetriebs teilhaben. Die Wahl von offenen Internet-Standards ermöglicht einen zukünftigen Ausbau dieser Technologien zur weiteren Integration von verteilten Informationen.

Dies ist der Weg zu einem globalen Beschleuniger-Netzwerk, in dem Komponenten nicht nur in auswärtigen Instituten entwickelt und gebaut werden, sondern nach der Installation auch die dauerhafte Betreuung der Beschleunigersektionen möglich ist. Der Aufstellort des Beschleunigers wird unwichtiger. Ein partnerschaftlicher Betrieb ist möglich. Im August wurde begonnen, den TTF-LINAC Betrieb statistisch zu erfassen. So ist es möglich, neben der gesamten

Betriebsdauer von inzwischen über 11 000 Stunden Angaben über die Aufteilung der Strahlzeit zu machen. Erwähnenswert ist an dieser Stelle, dass die typische Effektivität in FEL-Betriebszeiten inzwischen oberhalb von 75% liegt. Die durch Ausfälle bedingten Betriebsunterbrechungen liegen über Wochen gemittelt unter 20%. Insgesamt waren im Berichtszeitraum etwa 2500 Stunden FEL-Betrieb für von HASYLAB durchgeführte Experimente möglich.

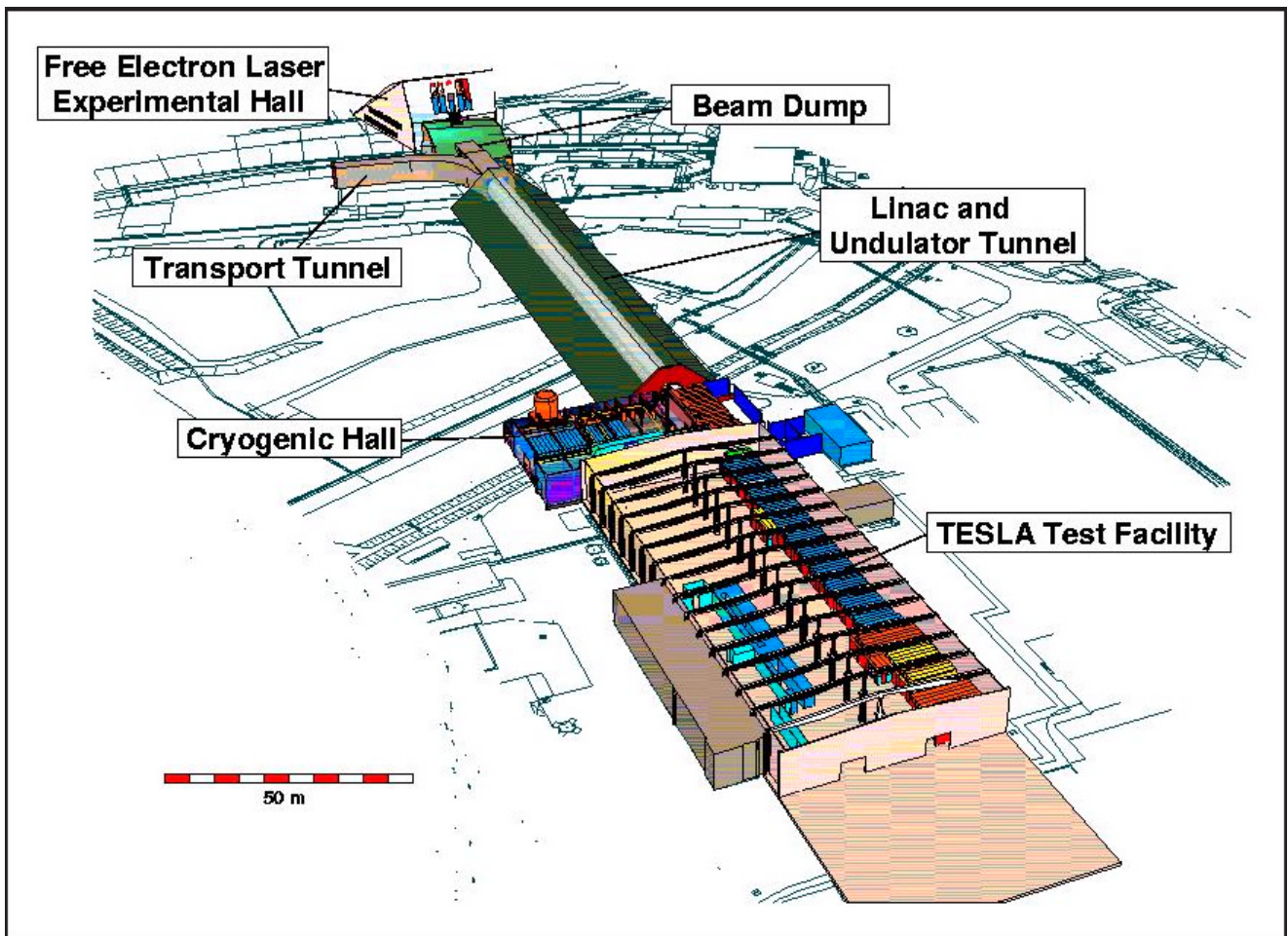


Abbildung 128: Der SASE FEL für sehr kurze Wellenlängen nach Erweiterung der TESLA Test Facility (TTF FEL Phase 2).



# Entwicklung eines Freie-Elektronen Lasers für sehr kurze Wellenlängen

Das Prinzip des Freie-Elektronen Lasers (FEL) ermöglicht es, mit sehr großer Effizienz Bewegungsenergie eines Elektronenstrahls in elektromagnetische Strahlung umzuwandeln. Durch das Prinzip der selbst-verstärkten spontanen Emission („Self-Amplified Spontaneous Emission“ SASE) und durch den Einsatz eines Linearbeschleunigers mit exzellenter Strahlqualität sollte sich ein FEL auch im VUV- und Röntgenbereich betreiben lassen. Dies verspricht gegenüber derzeitigen Synchrotronstrahlungsquellen eine Verbesserung der Photonenstrahl-Qualität, die in einigen Aspekten 8–10 Größenordnungen beträgt.

Das Grundprinzip und die wichtigsten Komponenten wurden in früheren Jahresberichten beschrieben (u.a. 1995). Der SASE FEL bei DESY wird an der TESLA Test Facility (TTF) installiert, weil dieser Linearbeschleuniger als idealer Treiber für einen FEL angesehen wird. Die Realisierung erfolgt in zwei Stufen: Die erste Phase verfolgt das Ziel eines so genannten „Proof of Principle“, das heißt den Nachweis, dass das SASE Verfahren bei Wellenlängen im Bereich zwischen 70 und 140 nm so funktioniert wie erwartet, und dass die erforderliche Elektronenstrahl-Qualität technisch realisierbar ist.

In der zweiten Ausbaustufe soll der TTF-Linac durch Installation von vier weiteren Linac-Abschnitten auf 1 GeV Strahlenergie erweitert und der Undulator auf etwa 30 m verlängert werden. Diese Anlage wird weniger als 6 nm Wellenlänge erreichen und soll Nutzern zur Verfügung stehen. Die ganze Entwicklung erfolgt mit maßgeblicher Unterstützung von Wissenschaftlern aus 37 Instituten aus elf Nationen. Abbildung 128 gibt einen Überblick über beide Phasen der Anlage.

Die Arbeiten zum FEL im Berichtszeitraum 2001 konzentrierten sich auf die Demonstration der vol-

len FEL-Leistung an Phase 1 einschließlich erster Pilot-Experimente durch wissenschaftliche Nutzer, die technische Konstruktion und Auftragsvergabe für Phase 2 sowie auf den Technical Design Report (TDR) zu einem Höchstleistungs-FEL im Sub-Nanometer-Bereich, der als integraler Bestandteil des TESLA-Projekts geplant wird.

## Der FEL an der TTF

### Phase 1

Im Laufe des Jahres 2001 gelang es, die Verstärkungsleistung des FEL gegenüber dem im Vorjahr erreichten Wert von  $10^3$ – $10^4$  schrittweise um mehrere Größenordnungen zu erhöhen. Der Erfolg beruhte auf der Optimierung nicht eines einzelnen, sondern mehrerer Betriebsparameter, wie der Einstellung des Bunch-Kompressors, des Photoinjektors und der Elektronenstrahlage im Undulator. Dem Wunsch der ersten wissenschaftlichen Nutzer folgend, konzentrierten sich die Bemühungen auf den Wellenlängenbereich zwischen 80 nm und 120 nm. Am 10. September wurde der maximal mögliche Verstärkungsfaktor von  $10^7$  erreicht.

Der Nachweis, dass Lasersättigung erreicht wurde, erfolgte durch genaue Vermessung der Eigenschaften des Laserstrahls. Die Strahlungsintensität als Funktion der longitudinalen Koordinate im Undulator ist in Abbildung 129 zu sehen. Da die Intensität nur am Ausgang des Undulators gemessen werden kann, wurde diese Information dadurch gewonnen, dass die aktive Länge des Undulators absichtlich schrittweise verkürzt wurde. Das ist möglich, indem die Korrekturmagnete für die Elektronenstrahlage einer nach dem anderen, und zwar von hinten beginnend, so stark erregt werden, dass der Überlapp zwischen Elektronen- und Photonenstrahl zerstört und dadurch der FEL-Prozess gestoppt

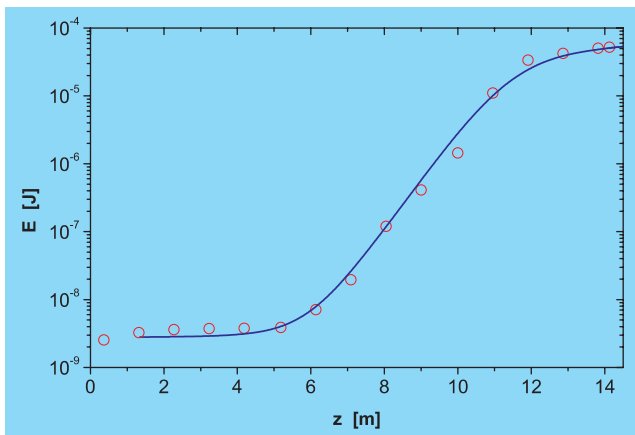


Abbildung 129: Mittlere Energie der FEL-Strahlungspulse (vertikale Achse in logarithmischem Maßstab) bei 98 nm Wellenlänge als Funktion der aktiven Länge des Undulators. Kreise: Messwerte. Kurve: Numerische Simulation.

wird. Auf den letzten zwei Metern knickt die Verstärkungskurve deutlich vom exponentiellen Anstieg ab, was ein Hinweis auf das Erreichen der Sättigungsleistung ist. Im ersten Teil des Undulators ist der exponentielle Anstieg in dieser Darstellung nicht sichtbar, weil er von der spontanen Strahlung des Undulators überdeckt wird. Die gemessene absolute Pulsenergie sowie der Öffnungswinkel der Strahlung stimmen mit den theoretisch erwarteten Werten für Lasersättigung überein.

Durch eine Verbesserung der Messtechnik wurde es möglich, die Spektren einzelner Laserpulse zu messen. Einige solcher Spektren sind in Abbildung 130 zu sehen, zusammen mit dem gemittelten Spektrum vieler FEL-Pulse. Aus diesen Spektren lässt sich der wichtige Schluss ziehen, dass die Strahlungspulse nur etwa 50 fs lang sind. Dass die Spektren innerhalb einer festen Bandbreite beträchtlich fluktuieren, ist mit dieser Feststellung konsistent.

Die Strahlungsleistung im Puls beträgt etwa 1 GW. Mit der erreichten Spitzenbrillanz ist der TTF FEL millionenfach besser als moderne Speicherringe für Synchrotronstrahlung und tausendfach besser als jede andere heute verfügbare Strahlungsquelle in diesem Wellenlängenbereich. Der TTF FEL hat damit die wesentlichen Entwurfparameter für Phase 1 erreicht.

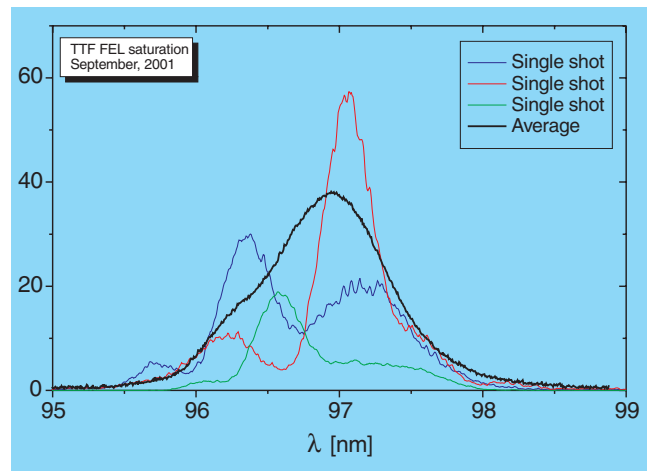


Abbildung 130: Spektren einzelner FEL-Strahlungspulse (dünne, farbige Linien) und des gemittelten Spektrums (dicke Linie) bei Sättigung der Leistung.

Wenige Tage nach dem Erreichen der Sättigungsleistung nahmen erste wissenschaftliche Nutzer den Experimentierbetrieb auf. Obwohl die TTF in der Phase 1 nicht für einen routinemäßigen Experimentierbetrieb vorgesehen und ausgerüstet wurde, konnte schon nach wenigen Wochen eine hohe Zuverlässigkeit des Nutzerbetriebs im 24-Stunden-Betrieb erreicht werden (Abb. 131).

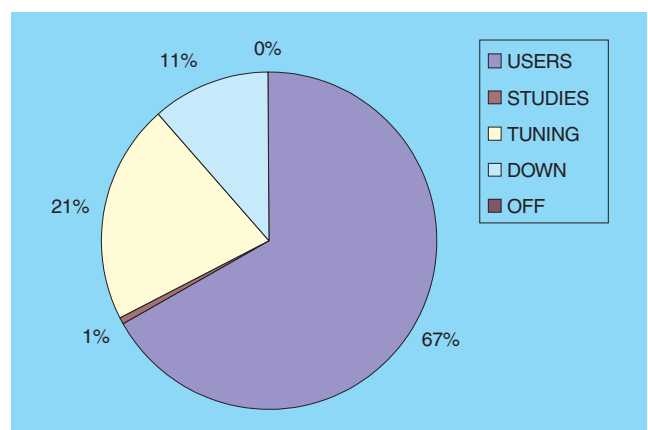


Abbildung 131: Betriebsstatistik der TTF während der Woche 8.10.01 – 14.10.01. Während zwei Drittel der gesamten Betriebszeit war der FEL in Sättigung und lieferte Strahl für wissenschaftliche Nutzer. 21% der Zeit wurde verwendet, um diesen Zustand zu erreichen bzw. zu erhalten.

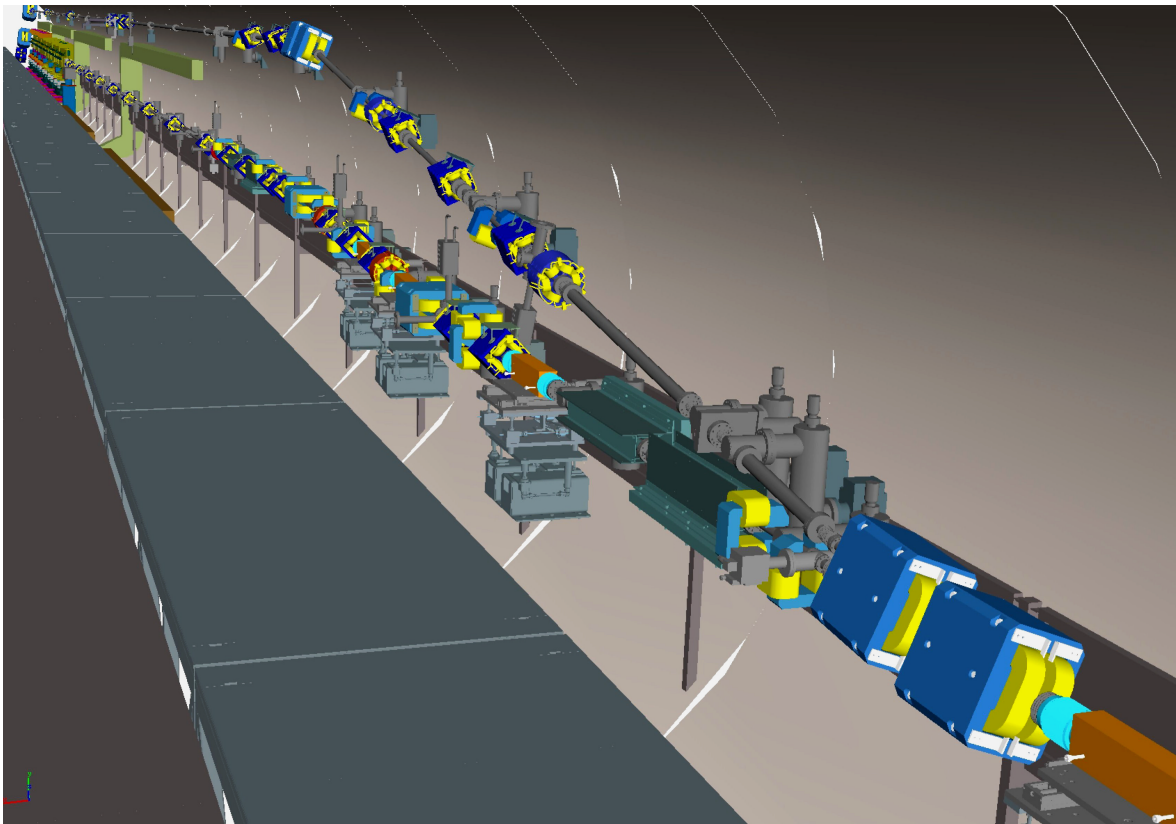


Abbildung 132: Dreidimensionale Konstruktionszeichnung für TTF2 im Bereich der Abzweigung des Undulator-Bypasses mit Blick in Strahlrichtung.

## Phase 2

Das Ziel der zweiten Ausbaustufe ist es, noch kürzere Wellenlängen zu erreichen und den Strahl für Experimente zur Verfügung zu stellen. Die erforderliche Tunnelverlängerung wurde 1999 im Rohbau fertig gestellt. Der Einbau der Beschleunigerkomponenten und Undulatoren ist für die Jahre 2002–2003 geplant, so dass sich die Arbeiten im Jahr 2001 auf den Abschluss der Konstruktion nahezu sämtlicher Bauteile und auf die Bestellung der zu beschaffenden Komponenten konzentrierte.

Die Beiträge der Technischen Gruppen sind in deren Berichtsteil beschrieben und betreffen unter anderem:

MKK: Modulare Container zur Versorgung unterschiedlicher Bauteile im Tunnel mit Strom, Wasser und Elektronik wurden entwickelt, die voll bestückt unter die Lauffläche im Tunnel eingebaut und schnell an-

geschlossen werden können. Diese technische Lösung wird später bei der Realisierung des TESLA-Projektes von großem Nutzen sein.

MVA, MVP, Zeuthen, ZM1: Die einzelnen Vakuumabschnitte wurden von verschiedenen Gruppen übernommen, wobei MVP die vakuumtechnische Koordination und ZM1 die Erstellung einheitlicher Übersichtszeichnungen verantwortet. Besonderes Augenmerk erforderten

- die erforderliche Partikelfreiheit (zur Vermeidung von Kontamination des supraleitenden Beschleunigers),
- die gewünschte Glattheit der inneren Vakuumkammer-Oberfläche (kritisch wegen der extrem kurzen Elektronenpakete und der engen Toleranz des FELs gegen Energiebreite des Elektronenstrahls) erforderte spezielle Lösungen, zum Beispiel HF-Abschirmungen für Wellbälge,

- keramische Vakuumkammern mit einer dünnen Edelstahlbeschichtung für sehr schnell gepulste Korrekturmagnete, mit deren Hilfe die Elektronenstrahlage im Undulator auf besser als 10  $\mu\text{m}$  stabilisiert werden soll,
- ein System verstellbarer Absorberblenden, mit deren Hilfe der Undulator gegen Strahlenschäden durch Elektronen mit zu großer Abweichung vom Sollwert geschützt wird,
- ein zweiter Strahlweg für die Elektronen am Undulator vorbei. Er wird unter die Tunneldecke gehängt und ermöglicht die Inbetriebnahme und Optimierung der Elektronenstrahlparameter, ohne den Strahl durch den Undulator führen zu müssen. Dieser Bypass wird auch verwendet, um ein Target aufzubauen, mit dem mechanische Eigenschaften verschiedener Materialien unter Beschuss mit konzentrierten Elektronenstrahlen untersucht werden sollen.

Ein Teil des Strahlweges für TTF2 ist in Abbildung 132 dargestellt.

MDI: Die Instrumentierung des TTF2-Beschleunigers erfordert wegen der extremen Strahlparameter und der engen Toleranzen einige anspruchsvolle Neuentwicklungen. Dabei sind die an TTF1 gewonnenen Erfahrungen eine unverzichtbare Grundlage. Einige der Projekte werden in Kollaborationen mit anderen DESY-Gruppen sowie mit in- und ausländischen Instituten

bearbeitet. Als Beispiel sei ein neuartiges, auf Glasfasern basierendes Dosimetersystem genannt, welches in Zusammenarbeit mit dem Hahn-Meitner-Institut (Berlin) und der Fraunhofer-Gesellschaft (INT Euskirchen) entwickelt wurde und auf eine vergleichsweise einfache und preiswerte Weise eine orts aufgelöste Online-Information über die Verteilung der Strahlungs-dosis auch an schwer zugänglichen Bauteilen erlaubt.

MKS: Der Umbau des Injektors für TTF2 erfordert wesentliche Änderungen der Heliumkälteverteilung für die Anschlüsse der ersten beiden Kryomodule (ACC1 und ACC2). Die benötigten Komponenten wurden spezifiziert und zur Beschaffung ausgeschrieben. Im November 2001 wurden zum ersten Mal probeweise die Kompressoren der HERA-Kälteanlage benutzt, um die 900 W Coldbox der TTF-Anlage zu versorgen.

### Vorstudien zu einem Röntgen-FEL als Teil des TESLA-Projektes

Die Studien zum Entwurf eines Höchstleistungs-FELs für Wellenlängen bis hinunter zu 0.1 nm (kurz: XFEL) wurden fortgesetzt. In der ersten Hälfte des Berichtszeitraums konzentrierten sich die Arbeiten darauf, technisch-wissenschaftliche Fragen zu klären, die für die Spezifikation und Kostenermittlung des XFEL-Labors wesentlich waren, sowie auf die Abfassung

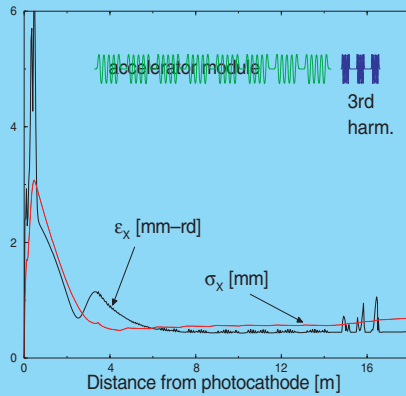
Verwendetes Programm	Institut der Autoren	Zweck
ASTRA	DESY	Raumladungsdominierter Strahltransport
TraFiC4	DESY	Selbstkonsistente Berechnung der kohärenten Synchrotronstrahlung und ihrer Wirkung auf den Strahl
MAFIA	DESY/TUD/CST	Berechnung elektromagnetischer Felder, z.B. Wakefields
elegant	ANL Argonne	Schnelle Verfolgung von Elektronenbahnen einschließlich vereinfachter Behandlung von Wakefields und kohärenter Synchrotronstrahlung
GENESIS1.3	DESY	Dreidimensionale Berechnung des SASE FEL-Prozesses unter Berücksichtigung von Feldstörungen
FAST	DESY/JINR	Schnelle Berechnung des SASE FEL-Prozesses zur Optimierung von Parametern

Tabelle 2: *Computer-Programme, die zur Verfolgung der Elektronenstrahlqualität entlang des XFEL-Beschleunigers verwendet wurden.*

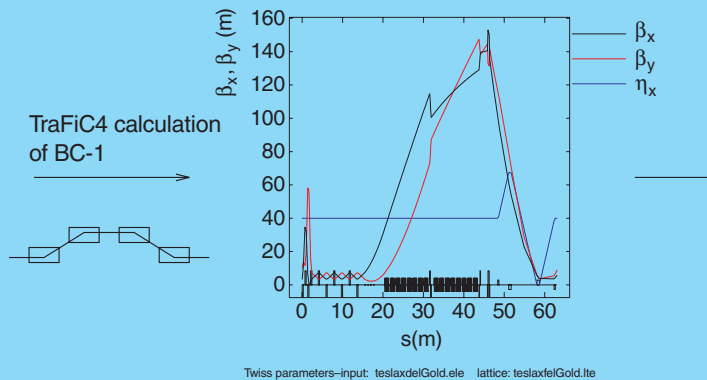


### Complete Simulation of the TESLA X-FEL (25 GeV, 1A)

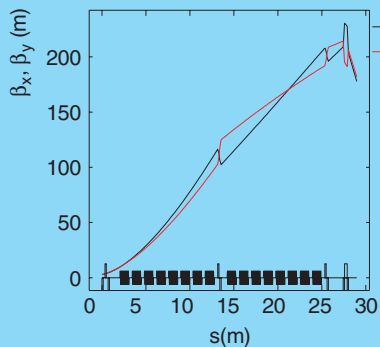
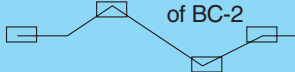
Injector calculated with ASTRA



Transport between BC-1 and BC-2 with elegant

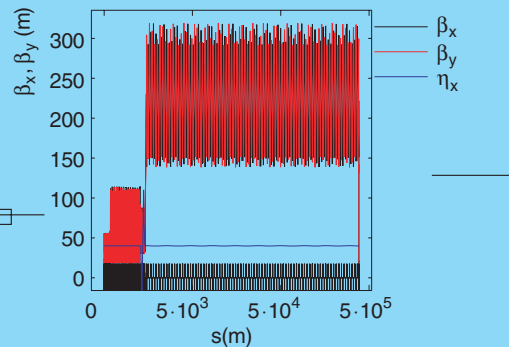
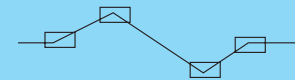


TraFiC4 calculation of BC-2



Transport between BC-2 and BC-3 with elegant

TraFiC4 calculation of BC-3



Transport between BC-3 and undulator with elegant

GENESIS

Abbildung 133: Schema der Computersimulation für die vollständige Elektronenstrahldynamik im TESLA XFEL. Für die verschiedenen Abschnitte des Beschleunigers wurden unterschiedliche Programme verwendet, die auf die jeweiligen spezifischen Probleme spezialisiert sind.

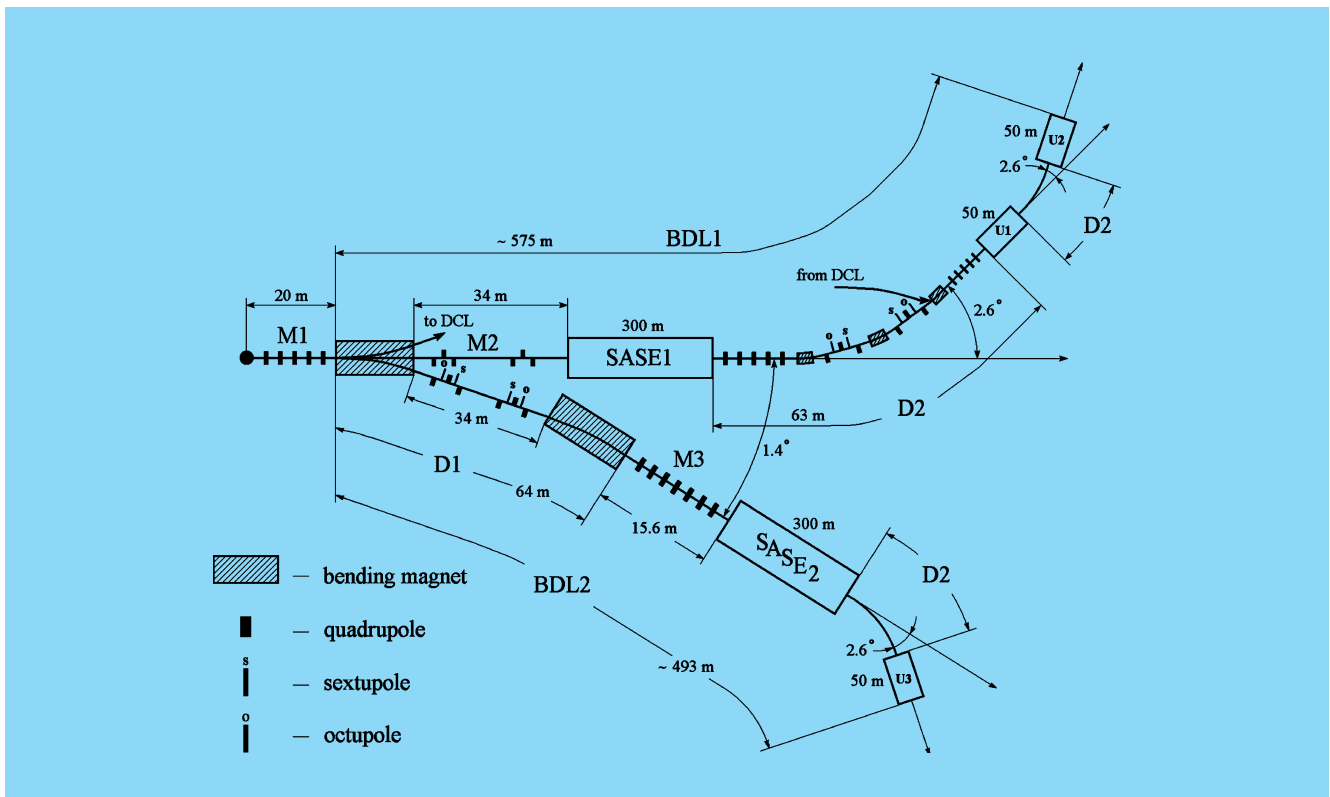


Abbildung 134: Detaillierte Auslegung der Elektronenstrahlverteilung auf verschiedene Undulatoren. Die Magneto-optik garantiert, dass der Elektronenstrahl innerhalb einer Energie-Bandbreite von  $\pm 3\%$  ungestört an den Eingang der verschiedenen Undulatoren transportiert wird.

des Technical Design Reports selbst (TESLA TDR Part II, Kapitel 9). Dabei wurden die Beiträge einiger hundert Co-Autoren aus 54 Instituten aus aller Welt zusammengeführt. Als Beispiel seien genannt:

- Die Qualität des Elektronenstrahls kann von der Quelle bis zum Undulator durch zeitabhängige Hochfrequenzfelder, Raumladungskräfte, Wakefields sowie spontane und kohärente Synchrotronstrahlung in Mitleidenschaft gezogen werden. Nur eine vollständige Computersimulation kann ein hinreichend genaues Bild der akkumulierten Störungen liefern. Für die verschiedenen Abschnitte des Beschleunigers müssen unterschiedliche Programme verwendet werden, die auf die jeweiligen Probleme spezialisiert sind. Die meisten dieser Programme, die in Tabelle 2 aufgelistet sind, wurden im Laufe der vergangenen Jahre im Rahmen der

TESLA-Kollaboration entwickelt. Abbildung 133 illustriert schematisch die Reihenfolge der Simulationsschritte.

- Der Elektronenstrahl wird nach der Beschleunigung zu den verschiedenen Undulatoren geleitet, wobei schnell schaltende Ablenkmagnete dafür sorgen, dass die Undulator-Zweige im gewünschten Verhältnis mit Strahl versorgt werden. Dieses Strahlverteilungssystem muss dafür sorgen, dass der Elektronenstrahl innerhalb einer Energie-Bandbreite von  $\pm 3\%$  ungestört an den Eingang der verschiedenen Undulatoren transportiert wird und dass die Undulatoren auf die gewünschte Position in der Experimentierhalle ausgerichtet sind. Ein Teil dieses Systems ist in Abbildung 134 zu sehen, wobei die Maßstäbe verzerrt wurden, damit die Ablenkwinkel besser zu erkennen sind.

# 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 unter anderem Abschirmung der Beschleuniger, Interlocksysteme, Kontrolle radioaktiver Stoffe, Unterweisung der Mitarbeiter. Weiterhin werden Personen- und Ortsdosen gemessen, die die Wirksamkeit dieser Maßnahmen überwachen. Die so gewonnenen Messwerte dürfen die in den oben genannten Verordnungen festgelegten Grenzwerte nicht überschreiten. Die Strahlenschutzgruppe muss dies überwachen und auch darauf hinwirken, dass jeder Mitarbeiter seine eigene Verantwortung beim Umgang mit ionisierender Strahlung wahrnimmt.**

## Neue Strahlenschutzverordnung

Mit Wirkung zum 1. August 2001 ist eine neue Strahlenschutzverordnung in Kraft getreten, die den Schutz von Mensch und Umwelt vor radioaktiver Strahlung auf eine neue Grundlage stellt. Damit werden die europäischen Vorgaben der Richtlinien 96/29 EURATOM („Grundnormen“) und 97/43 EURATOM („Patientenschutz“) in deutsches Recht umgesetzt. Für den praktischen Strahlenschutz hat dies zur Folge, dass die Dosisgrenzwerte für die Bevölkerung auf 1 mSv pro Jahr und für beruflich strahlenexponierte Personen auf 20 mSv pro Jahr abgesenkt wurden. Direkte Folge davon ist die entsprechende Absenkung der Grenzwerte für die Einrichtung von Strahlenschutzbereichen. Weiterhin ist die Freigabe für Stoffe aus genehmigungsbedürftigem Umgang mit radioaktiven Stoffen oder dem Betrieb von Anlagen nun bundesweit und umfassend geregelt.

Die von der Strahlenschutzgruppe daraufhin getroffenen Maßnahmen beinhalten die Vermittlung der oben erwähnten Neuerungen in den entsprechenden Unterweisungen der Mitarbeiter sowie die Revision und teilweise Änderung der Strahlenschutzbereiche bei DESY.

## Ortsdosimetrie

Den Vorschriften der neuen Strahlenschutzverordnung entsprechend gibt es auf dem DESY-Gelände Kontroll- und Überwachungsbereiche. In allen diesen Bereichen werden Ortsdosen gemessen, die von Photonen oder Neutronen herrühren können. Dazu werden zwei unterschiedliche Messprinzipien verwendet.

Das eine Messprinzip besteht aus einem System von einfachen Festkörperdosimetern, die an vielen Messpunkten über das DESY-Gelände verteilt angebracht sind und die Dosis in einem Zeitraum von einem Monat aufsummieren. Die Dosimeter werden im Labor der Strahlenschutzgruppe ausgewertet und 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, existiert ein zweites System, bestehend aus aktiven Detektoren für Photonen und Neutronen, das in der Lage ist, bei Überschreitung eines bestimmten Alarmschwellenwertes der Dosisleistung in den Beschleunigerbetrieb aktiv einzugreifen. Diese Detektoren sind vorwiegend an Stellen positioniert, an denen eine höhere Dosisleistung möglich erscheint.

Das Gelände wird derzeit an 253 Stellen mit integrierenden Festkörperdosimetern und an 85 Positionen mit aktiven Geräten überwacht. Alle Messwerte werden für das jeweils zurückliegende Jahr in einem Internen Bericht veröffentlicht. Gegenüber den Werten von 2000

haben sich die gemessenen Ortsdosen im Berichtszeitraum in fast allen Fällen nur unwesentlich verändert. In einzelnen HERA-Hallen wurden aufgrund von Anlaufproblemen des HERA-Beschleunigers an einigen Stellen erhöhte Ortsdosen gemessen. Allerdings haben sich die Werte nach den ersten Monaten schnell wieder auf normalem Niveau eingependelt, so dass hier auf die Einrichtung von Kontrollbereichen verzichtet werden konnte. Wegen der oben angesprochenen Änderung der Gesetzeslage mussten allerdings an einigen anderen Stellen neue Kontrollbereiche eingerichtet werden.

### Personendosimetrie

Die Messung der Personendosen für Photonen erfolgt mit Festkörperdosimetern, wohingegen Personendosen, die von Neutronen herrühren, mit Kernspur-Filmen registriert werden. Diese wurden bis Ende 2000 vom CERN bereitgestellt und ausgewertet, Anfang 2001 wurde die Bereitstellung und Auslese von der GSF (Neuherberg) übernommen. Festkörperdosimeter wie auch Kernspur-Filme werden bei DESY im Zwei-Monats-Rhythmus getauscht.

Derzeit werden regelmäßig 1087 Personen überwacht. Dazu kommen noch etwa 560 Gäste, die nur kurzzeitig bei DESY arbeiten. Insgesamt werden alle zwei Monate jeweils etwa 1000 Dosimeter für Photonen und 120 für Neutronen verteilt und deren Auswertergebnisse in einer Datenbank archiviert. Im Zeitraum November 2000 bis Oktober 2001 wurden auf 53 Dosimetern (von etwa 6900) Dosen registriert, die über der amtlichen Schwelle von 0.1 mSv lagen. Die höchste Personendosis betrug 13 mSv und die zweit höchste 1.8 mSv pro zwei Monate. Die sehr hohe Dosis von 13 mSv in einem Überwachungsintervall resultierte aus dem unsachgemäßen Umgang mit einer radioaktiven Quelle und kann nicht als Personendosis verstanden werden, zudem lag der gemessene Wert noch deutlich unter der maximal zugelassenen Dosis für beruflich strahlenexponierte Personen von seinerzeit 50 mSv pro Arbeitsjahr. Die etwas erhöhten restlichen Personendosen lassen sich mit der sehr langen Wartungsperiode während des Überwachungszeitraumes erklären und sind fast ausschließlich durch Arbeiten nahe dem ZEUS-Kalorimeter entstanden. Alle diese bei DESY gemessenen Personendosen liegen aber sehr weit unterhalb des zugelassenen Grenzwertes.

### Allgemeine Projekte

Angeregt durch die für DESY zuständige Aufsichtsbehörde, das Amt für Arbeitsschutz, gibt es bei DESY zum 1. Januar 2002 eine grundlegende personelle Neuorganisation des Strahlenschutzes. Kern dieser Neuerung ist die Ablösung der, rechtlich nicht definierten, Aufsichtsführenden für den Strahlenschutz durch Strahlenschutzbeauftragte. Um die 44 künftigen Strahlenschutzbeauftragten zu schulen, wurde im März 2001 ein spezieller behördlich anerkannter Strahlenschutz-Fachkudkurs, der Voraussetzung ist für die Bestellung zum Strahlenschutzbeauftragten, von der Strahlenschutzgruppe organisiert und am DESY durchgeführt. Es konnten im Rahmen dieses Kurses 30 angehende Strahlenschutzbeauftragte im Sinne der Strahlenschutzverordnung erfolgreich ausgebildet werden.

Aufgrund der oben angesprochenen Änderung der Freigabe für Stoffe aus genehmigungsbedürftigem Umgang mit radioaktiven Stoffen oder dem Betrieb von Anlagen im Rahmen der neuen Strahlenschutzverordnung wurde mit der Planung und Errichtung einer neuen Halle zur Lagerung von radioaktiven Abfällen begonnen, deren Fertigstellung für Anfang 2002 geplant ist. Durch die neuen, teilweise deutlich reduzierten Freimessgrenzen werden sich die abzugebenden Mengen an nicht radioaktiven Stoffen reduzieren und die einzulagernden Mengen an radioaktiven Stoffen deutlich vergrößern. Ein praktikables Verfahren der Freigabe wird Anfang 2002 zusammen mit der Aufsichtsbehörde erarbeitet werden, ebenso wird ein Abfall-Management-Konzept vorbereitet, das der gesetzlich vorgeschriebenen Buchhaltungspflicht Rechnung trägt.

Im Bereich HERA gab es nach fast zehn Jahren Betrieb eine Revision der erforderlichen Erdabschirmung des Tunnels, bei der die früher gemachten Annahmen anhand der gemessenen Strahlverluste und Ortsdosen überprüft wurden. Die Ergebnisse wurden in einem zusammenfassenden Papier dargestellt, und ein neues, aktuelles Abschirmkonzept vorgestellt.

### Arbeiten für TESLA

Die Strahlenschutzgruppe ist beteiligt am Bau und an der Installation einer Strahlenüberwachungsanlage



für den in DESY-Zeuthen aufgebauten Hochfrequenz-Photoinjektor, der als Testeinrichtung für den Linear-Collider TESLA dient. Hierzu wurden modifizierte Messkammern (neue Vorverstärker und Hochspannungsmodule), ein neues Auslesesystem (CAN-Bus) sowie Datenspeicherung (mysql auf Linux) und Visualisierung (Java auf Linux) von der Gruppe FE entwickelt. Das System wurde 2001 fertig gestellt, getestet, in Zeuthen installiert und in das Interlock-System eingebunden.

Für die Erweiterung der TESLA Test Facility (TTF2) wurde der Sicherheitsbericht überarbeitet und ergänzt, so dass er der neu auftretenden Problematik des gleichzeitigen und unabhängigen Betriebes der zwei Maschinen TTF und PETRA Rechnung trägt.

Für den TESLA TDR wurden Anfang 2001 einige ergänzende neue Studien durchgeführt, Eine davon beschäftigt sich mit der Aktivierung von Luft im Tunnel des TESLA-Beschleunigers. Hierzu wurden zwei verschiedene Lüftungskonzepte untersucht und deren Auswirkungen auf die am Lüftungsausstritt entstehenden Dosen studiert. Im Falle des geschlossenen Systems, bei welchem der Luftaustausch nur an den Wartungstagen geplant ist, wurde eine Dosis gefunden, die drei Größenordnungen unter dem gesetzlichen Grenzwert liegt, wohingegen im Falle des offenen Systems, bei welchem die Lüftung kontinuierlich läuft, eine Dosis gefunden wurde, die eine Größenordnung unter dem gesetzlichen Grenzwert liegt. Für den Bereich der Positronen-Quelle wurden in einem weiteren Bericht die Flüsse der Photonen und Neutronen untersucht sowie die Aktivierung der Positronen-Quelle berechnet. Es wurden sowohl Abschirmungsvorgaben für den Betrieb als auch für die Wartungsphasen gemacht. Eine weitere Studie beschäftigt sich mit der Aktivierung der Hauptstrahlabsorber und der daraus resultierenden Problematik im Bereich der Strahlabsorberhallen, sowie mit der Aktivierung des den Hauptstrahlabsorber umhüllenden Bodens und Grundwassers. Hier wurde ein neues, realis-

tischeres Modell entwickelt, welches die Ausbreitung der Aktivität räumlich beschreibt.

Im Sommer 2001 wurde der erste Entwurf der Umweltverträglichkeitsstudie (UVS) für das TESLA-Projekt mit Hilfe der Strahlenschutzgruppe angefertigt. Die UVS gibt einen zusammenfassenden Überblick über alle Umwelt-relevanten Aspekte bei der Errichtung und dem Betrieb der neuen Beschleunigeranlage TESLA. Im Bereich Strahlenschutz wurden keine prinzipiellen Probleme in Bezug auf die Umweltverträglichkeit gefunden.

Im Rahmen der „SLAC RP & ESH Seminar Series“ wurde im Juli 2001 ein umfassender Überblick über die bisher für das TESLA Projekt untersuchten strahlenschutzrelevanten Aspekte gegeben.

## Kollaboration mit dem INP Krakau

Die Kollaboration mit dem Institute of Nuclear Physics in Krakau (Polen) besteht weiterhin und ist vorläufig bis zum Juni 2002 geplant. Sie soll hauptsächlich auf dem Gebiet strahlenschutzrelevanter Rechnungen für das Linear-Collider Projekt TESLA zusammenarbeiten.

Im Berichtszeitraum konnten weitere Teilprojekte abgeschlossen werden. Hierbei handelt es sich vorwiegend um Berechnungen im Bereich Strahlabsorber, die sich mit der Restenergie beschäftigen, die den eigentlichen Strahlabsorber aus Wasser verlässt und zu thermischen Problemen, Luftaktivierung und Abschirmungsproblemen führen kann. Es konnten gewisse Mindestanforderungen für die Abschirmung angegeben werden, um die Luftaktivierung in eine ähnliche Größenordnung zu bringen wie im Haupttunnel an typischen Verlustpunkten. Diese und weitere Rechnungen zur Aktivierung des Strahlabsorbers und der Abschirmungen wurden mit Hilfe des Simulationsprogramms FLUKA durchgeführt.



# Bereich Technische Infrastruktur (Z)

## Inhalt

Übersicht	245
Servicezentrum Mechanik	247
Servicezentrum Elektronik	251
Ausbildung in gewerblich-technischen und IT-Berufen	255
Bauwesen	257
Aufbau von Beschleunigern und Experimenten	259
Informationstechnik	269
Informationsmanagement, Prozesse und Projekte	275
Sicherheit	279





# Übersicht Z-Bereich

Der Z-Bereich stellt einen großen Teil der für ganz DESY erforderlichen technischen Infrastruktur, Entwicklungen und Dienstleistungen zur Verfügung. Der Bereich umfasst die Standorte Hamburg und Zeuthen und gliedert sich in folgende Servicezentren und Stabsstellen:

- Servicezentrum Mechanik mit Konstruktion, Technischer Auftragsabwicklung, Fertigung, Tischlerei und gewerblicher Ausbildung,
- Servicezentrum Elektronik mit Arbeitsvorbereitung, Fertigung und gewerblicher Ausbildung,
- Bauwesen mit Neubauten, Instandhaltung, Betriebsschlosserei und Transportgruppe,
- Aufbau der Beschleuniger und Experimente mit Projektierung, Vermessung, Tieftemperatur- und Gaseservice, Experimentesicherheit,
- Informationstechnik,
- Informationsmanagement, Prozesse und Projekte, CAD-Support,
- Stabsstelle IT-Sicherheit und Datenschutz,
- Stabsstelle Sicherheit und Umweltschutz,
- Technischer Notdienst und technische Sicherheit,
- Technologietransfer.

In mehreren Gruppen des Z-Bereichs wurden Schulungen und Klausuren zur weiteren Organisationsentwicklung durchgeführt. Die Entwicklung von DESY-weiten Projektrichtlinien wurde unterstützt. In ZM, ZBAU und IT standen Wechsel der Gruppenleitung an und konnten im Berichtsjahr erfolgreich umgesetzt werden.

Zu den Mechanik-Werkstätten (Gruppe ZM) gehören die zentrale Konstruktion, die technische Auftragsabwicklung, die mechanische Fertigung, die Tischlerei und die Ausbildungswerkstätten. In der Technologieentwicklung wurde zur weiteren Verstärkung der neuen

Fügetechniken in enger Abstimmung mit dem Maschinenbereich eine Elektronenstrahlschweißanlage in Betrieb genommen. Die Linear-Collider Projekte und Beschleuniger standen im Brennpunkt der Arbeiten in Konstruktion und Fertigung. Die Konstruktion hat mit dem Einsatz eines Digital Mockup-Systems für die übergreifende 3D-Modellierung und Anlagendokumentation von TTF2 begonnen.

Die Elektronik-Werkstätten (ZE) entwickelten, produzierten und testeten in Hamburg überwiegend für den Beschleunigerbetrieb, in Zeuthen überwiegend für die Experimente. Die technische Ausstattung wurde auf den Gebieten Bestückung, Löten und Inspektion sowie für neue Chip-Bauformen weiter ausgebaut.

Die erfolgreiche Arbeit DESYs in der gewerblich-technischen Ausbildung wurde mit Auszeichnungen bedacht. Das Spektrum der angebotenen Ausbildungsberufe wurde um zwei IT-Berufe erweitert.

Die Bauabteilung (ZBAU) ist intensiv in die Planung der Ingenieurbauwerke für TESLA eingebunden. Die Betriebsschlosserei war stark am großen Umbau von HERA beteiligt. Es wurden umfangreiche Umbau- und Instandhaltungsarbeiten durchgeführt, wie die Erneuerung des Hörsaal-Innenausbau und die Komplettsanierung des Theorie-Gebäudes.

Beim Aufbau von Beschleunigern und Experimenten (ZMEA) standen in der ersten Jahreshälfte die Durchführung der Luminositätssteigerung und der Einbau der Spinrotatoren bei HERA in enger Zusammenarbeit mit Maschine und Experimenten im Vordergrund. Für alle neuen normalleitenden Magnete wurden umfangreichen Feldmessungen durchgeführt. Die Auslegung und Beschaffung der etwa 100 Magnete für TTF2 konnten in Zusammenarbeit mit dem Efremov-Institut (St. Petersburg) bereits weitgehend abgeschlossen werden. Für TESLA wurde am Design für den Teilchenphysik-

Detektor und an der Vorbereitung des Planfeststellungsverfahrens gearbeitet.

In der Informationstechnik (Gruppe IT) war das Berichtsjahr neben der Sicherstellung des operationellen Betriebes der Systeme von zwei wichtigen Veränderungen geprägt. Zum einen wurde in intensiven Gesprächen mit der Windows NT Projektgruppe eine Regelung zur Überführung des operationellen NT-Service in die IT-Gruppe verabredet und begonnen. Zum zweiten hat sich die IT-Gruppe intensiv mit den eigenen Geschäftsprozessen befasst mit dem Ergebnis, dass vier interne Fachgruppen (Benutzerservice, Systeme, Netze und Betrieb) den Anforderungen am besten gerecht werden. Die Arbeit der im Vorjahr neu geschaffenen Gremien CUC (Computer User Committee) und CRB (Computing Review Board) hat sich sehr bewährt. Unter Federführung von PR wurde ein Konzept für ein DESY-weit zuständiges und gemeinsam von PR und IT betriebenes Web-Office erarbeitet.

Die Gruppe Informationsmanagement, Prozesse und Projekte (IPP) ist für die Schaffung eines Integrierten Informationsmanagements verantwortlich, um dadurch

die Kommunikation und Koordination von Großprojekten zu unterstützen. Dies wurde im Berichtszeitraum vor allem durch die Freischaltung des Engineering Data Management Systems vorangebracht. In diesem Rahmen wurden verschiedene Arbeitsabläufe in Abstimmung mit den Projektbeteiligten neu definiert. Ebenfalls im Verantwortungsbereich der Gruppe IPP liegt die zentrale Unterstützung der mechanischen CAD-Systeme, die als wesentliches Werkzeug für den Anlagenbau besonders in das Informationsmanagement eingebettet sind. Der zentrale CAD-Datenserver wurde ausgebaut, eine neue High-End Plattform für Anwender eingeführt und die Softwareversionen wurden aktualisiert.

Bei der Sicherheit (Stabsstelle D5 und Gruppe ZTS) wurde die Fremdvergabe einer zweiten Schicht des Technischen Notdienstes erfolgreich durchgeführt. Die Fachgruppe Sicherheitstechnik, die seit längerem geplant war, konnte im Berichtsjahr ihre Arbeit aufnehmen. Dadurch und durch die personelle Verstärkung der Stabsstelle konnten die zahlreichen Sonderaufgaben der DESY-Sicherheit in Umsetzung neuer europäischer Richtlinien in Angriff genommen werden.

# Servicezentrum Mechanik (ZM)

Zum Servicezentrum Mechanik gehören die Zentrale Konstruktion, die Technische Auftragsabwicklung, die Mechanische Fertigung, die Tischlerei und die Ausbildungswerkstätten für die gewerblich-technischen Berufe. Das Servicezentrum Mechanik ist der zentrale Lieferant von komplexen und neuentwickelten Mechanikkomponenten für den Aus- und Weiterbau der Beschleuniger und Experimente.

Hauptauftraggeber des Servicezentrums Mechanik war der Beschleunigerbereich. Für die Linear-Collider Projekte und Beschleuniger stellte ZM 62% seiner Jahreskapazität zur Verfügung (Abb. 135).

Im Bereich Teilchenphysik war der Umbau der HERA-Experimente H1 und ZEUS für den Luminositäts-Upgrade die Hauptaufgabe.

## Zentrale Konstruktion

Die Zentrale Konstruktion (ZM1) 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, Feingeräte-technik und wissenschaftlichen Gerätebau, Behälter- und Rohrleitungsbau bis hin zum kompletten Experiment der Hochenergiephysik.

Für die Konstruktion lag der Schwerpunkt bei der Linear-Collider Entwicklung. Für das Projekt TTF2 waren folgende Aufgaben zu erledigen:

- Dokumentation der Gesamtanlage mit den Bauwerken und allen Gewerken als so genannte „Overviews“. Hierbei wurde erstmals bei DESY ein „Digital Mock Up“-Werkzeug (DMU) testweise

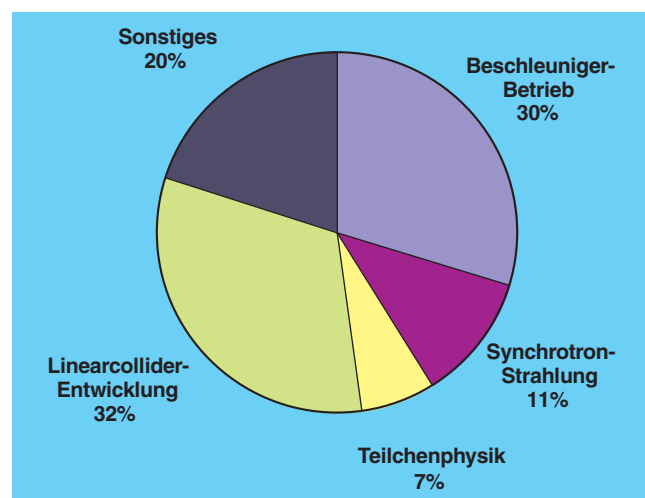


Abbildung 135: Kapazitätsverteilung des ZM-Leistungsangebotes auf die einzelnen Bereiche.

eingesetzt. Vorzug dieses Werkzeugs sind die relativ kleinen Datenmengen der Grafik, die eine schnelle Bewegung auch umfangreicher Anlagen auf dem Bildschirm ermöglicht. Damit sind Scroll- und Zoom-Aktionen leicht ausführbar. Darüber hinaus ist der Import von Geometrie unterschiedlicher Systeme über vereinheitlichte Schnittstellen möglich (Abb. 132, Seite 235).

- Konfiguration der Sektion „Kollimator“, etwa 20 m Anlage mit ungefähr 40 verschiedenen Komponenten (Abb. 136).
- Abgleich mit allen beteiligten Gewerken hinsichtlich Funktion und Bauraum.
- Konstruktion von Geräten und Komponenten, zum Beispiel der Kollimatoren und des Austrittsfensters zum Dump.

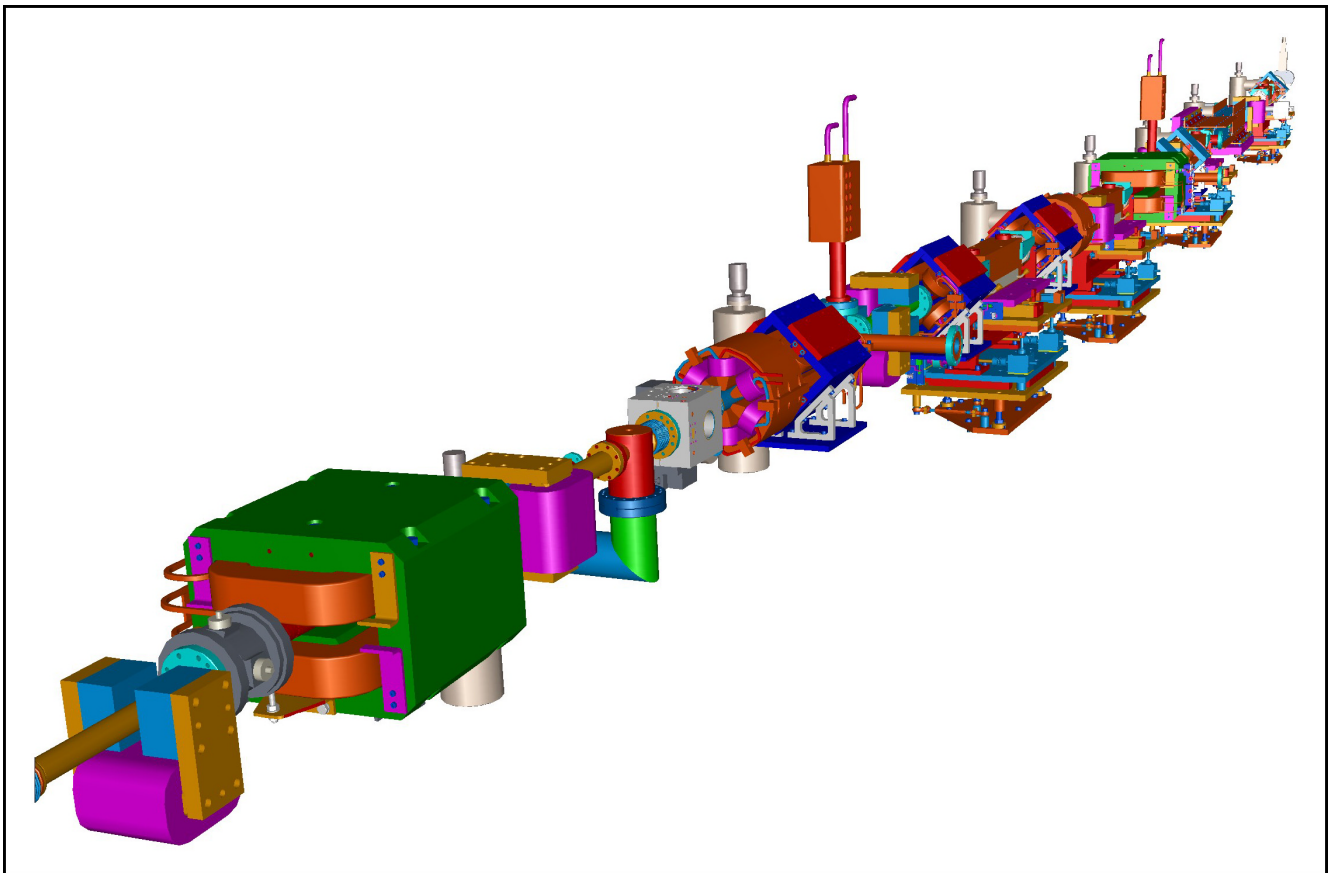


Abbildung 136: *Linearbeschleuniger TTF2 – Ausschnitt aus dem Gesamtmodell der Kollimator-Sektion.*

Für das TESLA-Projekt standen folgende Entwicklungsarbeiten an:

TESLA-Hauptdumpp, TESLA-Messzug, Dunkelstrom-Monitor und TESLA-Cavities, letztere als Weiterentwicklung zur  $2 \times 9$ -zelligen-Superstruktur mit Tuning. In der TESLA-Planungsgruppe wurde ständig mit zwei bis drei Mitarbeitern an Layout und Bauwerksplanung sowie an den Unterlagen für das Planfeststellungsverfahren gearbeitet.

Für bestehende Beschleuniger wurden Komponenten überarbeitet und nachgefertigt, so zum Beispiel ein Beamshutter für HERA. Für den F-Bereich wurde eine Aufgabe zur Weiterentwicklung des Inneren Silicon-Trackers des HERMES-Detektors begonnen. Für HASYLAB wurde an Variantenkonstruktionen für Monitore und an Monochromatoren gearbeitet.

## Technische Auftragsabwicklung/ Mechanische Fertigung (ZM3)

Die Technische Auftragsabwicklung (ZM2) hat die Aufgabe, für interne Anforderer mechanische Sonderfertigungen ausführen zu lassen bzw. entsprechende Beschaffungen abzuwickeln. 650 Werkstattaufträge mit einem Gesamtvolumen von 4.8 Millionen DM wurden bearbeitet, davon wurden Aufträge im Wert von 1.9 Millionen DM an externe Firmen vergeben. Hier ist besonders die technische Betreuung der Beschaffung von zwei Ersatz-Cavities (52 MHz) für PETRA und HERA zu erwähnen.

Der Maschinenbereich war Hauptauftraggeber der Hauptwerkstatt (Abb. 137) und der Technikerwerkstatt. Schwerpunkte waren der Bau von Vakuumkam-



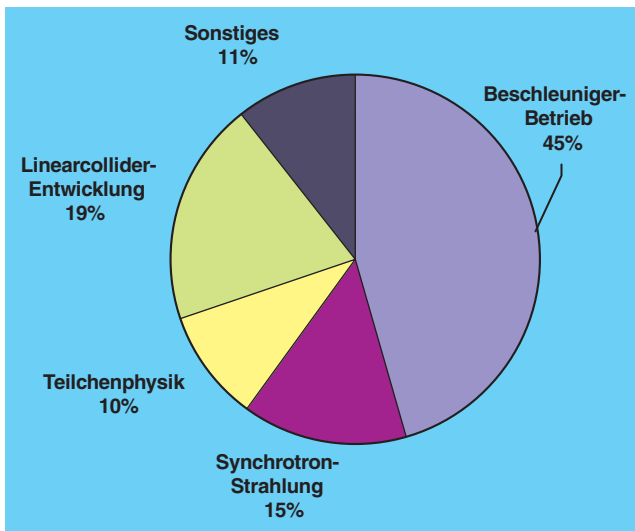


Abbildung 137: Verteilung der Werkstattkapazität auf die einzelnen Bereiche.

mern und Absorbern für den HERA-Luminositäts-Upgrade, Kickern für DORIS sowie HF-Komponenten für supraleitende Cavities (Abb. 138). Für die Experimente ZEUS und H1 wurden Vakuum-Komponenten für den Luminositäts-Upgrade gefertigt. In der Hauptwerkstatt wurden die Aufbau- und Ablauforganisation zur Stärkung der Effizienz überarbeitet und neugestaltet, die Betriebseinrichtungen modernisiert und in den Kernkompetenzen das Angebot erweitert: Wasserstrahlschneiden, Laserschweißen, Spektralanalyse.

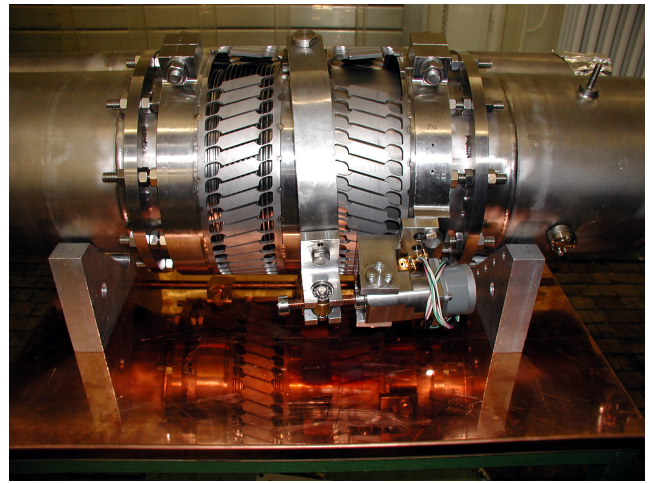


Abbildung 138: Verstellereinheit Tuner für die TESLA-Cavity (Prototyp).

## Tischlerei (ZM4)

Das Gesamtauftragsvolumen der Tischlerei betrug etwa 300 Einzelaufträge. Neben den zahlreichen Umbaumaßnahmen in Büros und Laborgebäuden waren für den Forschungsbereich spezielle Transportvorrichtungen für Detektoren, Cavities und Vakuumkammern anzufertigen. Der Hauptauftraggeber war PR, unter anderem mit der Verkleidung der Argushütte sowie den Vorbereitungs- und Aufbauarbeiten für die TESLA-Ausstellung im Autoforum Berlin.

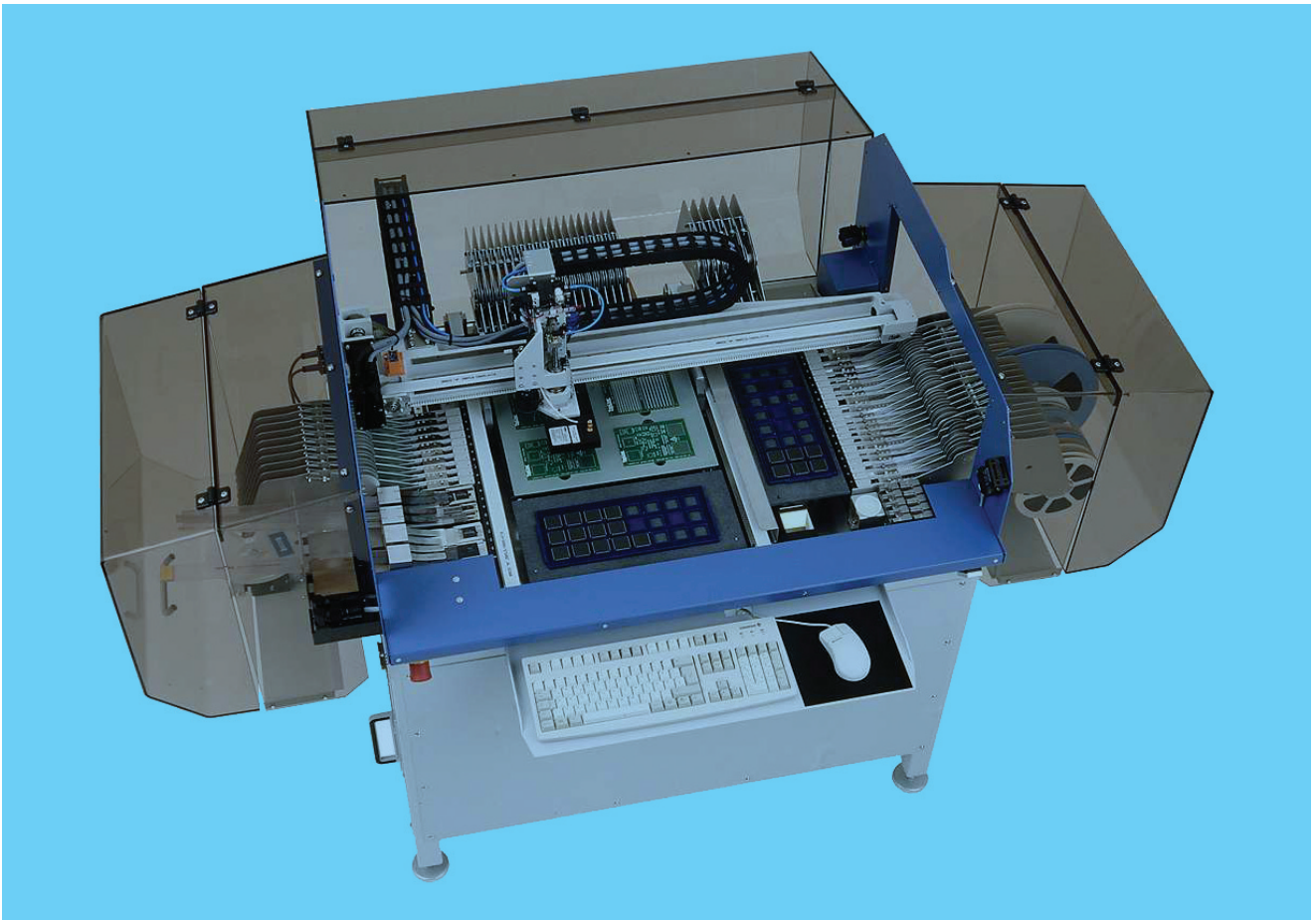


Abbildung 139: *Bestückungsautomat INOPLACER HP.*

# Servicezentrum Elektronik (ZE)

## Leistungsangebot der Elektronikfertigung

Die Gruppe ZE stellt Standardverfahren für die Erstellung und Prüfung von elektronischen Baugruppen und Geräten bereit, mit deren Hilfe Kundenaufträge bearbeitet werden. Der Zustand dieser Standardverfahren orientiert sich am allgemeinen technischen Standard sowie an den Kundenanforderungen. Das Angebot umfasst:

- die Gerätekonstruktion: Konstruktion des Geräteaufbaus nach vorgegebener Schaltung und mechanischen Vorgaben,
- die Leiterplattenkonstruktion nach vorgegebener Schaltung,
- die zentrale Beschaffung von Leiterplatten in verschiedenen Materialien,
- die Beschaffung aller erforderlichen Bauelemente,
- die Bestückung von konventionellen und SMD-Baugruppen,
- das Bonden in Alu-Dünndrahttechnik mit Vollautomat, 8×6 Zoll Arbeitsbereich,
- Geräteaufbau und -verdrahtung, Herstellung von Kabeln,
- die Baugruppenprüfung sowie den Geräteabgleich und die Geräteprüfung nach Vorgabe,
- die Dokumentation (Schaltplan, Layout, mechanische Zeichnungen, Stücklisten, Video-Bilder),
- die Reparatur von Baugruppen und Geräten.

Die zugehörige technische Ausstattung umfasst:

- Mechanikkonstruktion mit Autosketch R7, das mit AutoCAD kompatibel ist,

- Leiterplattenkonstruktion mit EAGLE Version 4.08,
- Bestückung von SMD-Baugruppen mit hochwertigen Geräten, wie:
  - Präziser Schablonendruck der reinigungsfreien Lötpaste mit Hilfe eines Video-Korrektursystems,
  - Bestückung der Bauelemente mit Hilfe eines Halbautomaten bis Pitch (Anschlussraster) 0.4 mm,

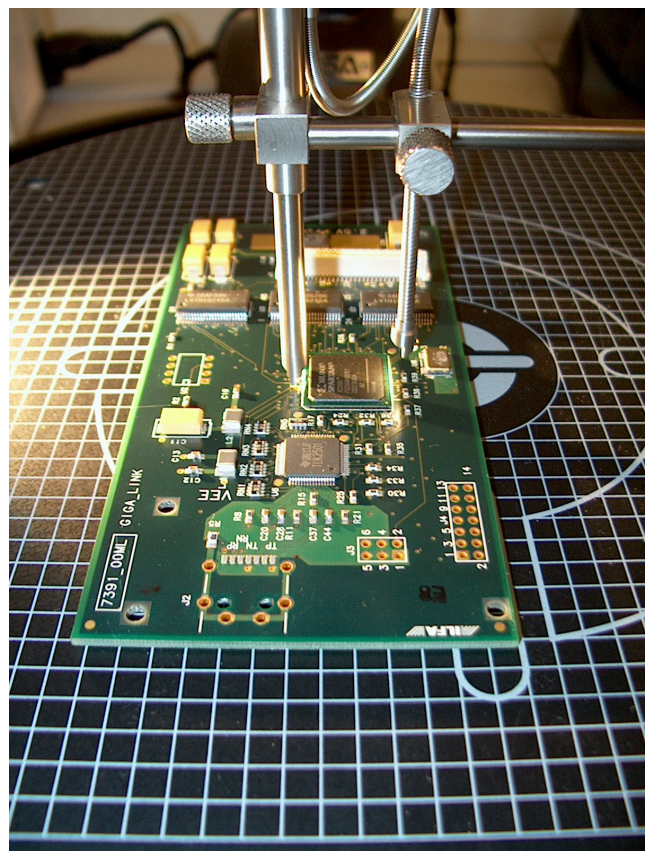


Abbildung 140: BGA mit ERSA Inspektionssystem.



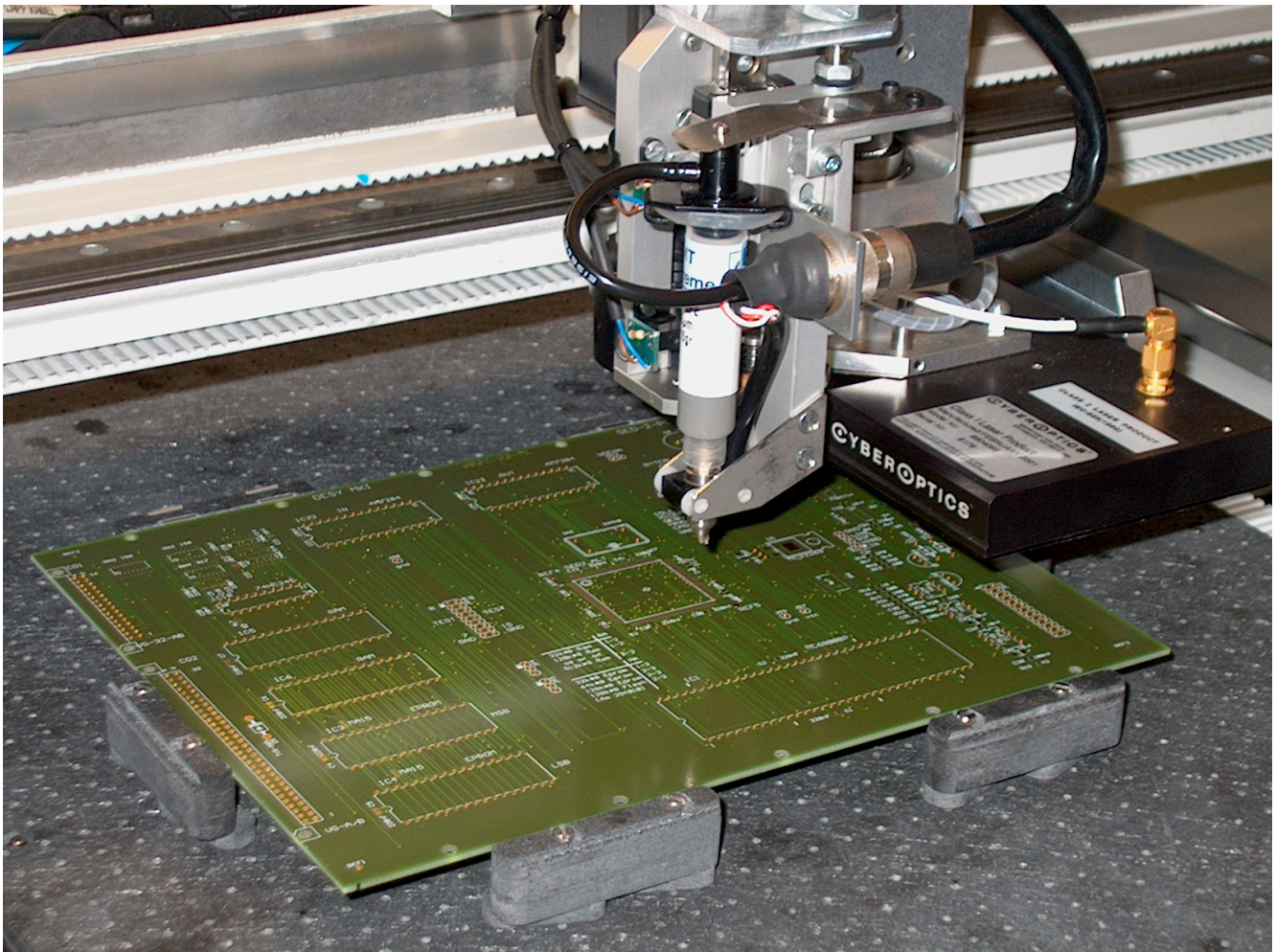


Abbildung 141: *Bestückungskopf.*

- Vollautomatische Bestückung mit Video-Korrektursystem, insbesondere für die Bauformen BGA („Ball Grid Array“),  $\mu$ BGA, CSP („Chip Scale Package“) (Abb. 139),
- Löten in der Dampfphase, das heißt minimale thermische Belastung der Baugruppe (maximal 230°C, auch für bleifreie Lote) unter Sauerstoffabschluss, das heißt keine Oxydation,
- optischer Inspektionsplatz für BGA- und CSP-Bauformen von Ersa (Abb. 140),
- SMD-Reparaturplatz,
- ESD-Absicherung der Fertigungszelle,
- Bearbeitung von Aluminiumplatten und Gehäuseteilen mit Hilfe eines Fräs- und Graviersystems,
- Bondautomat Delvotec 6400 mit Bondkontrolle und Pulltester,
- Bildanalysestation für 50- bis 500-fache Vergrößerung,
- Möglichkeit der Erstellung von Prüfprogrammen mit Hilfe von LABVIEW und VISUAL BASIC,
- Möglichkeit der Kontaktierung von Baugruppen mit Hilfe eines „Universal Nadelbett-Testadapters“.



## SMD-Bestückungsautomat Inoplacer HP

Durch eine fortschreitende Miniaturisierung und Verarbeitung von Bauteilen mit verdeckten Anschlüssen (BGA,  $\mu$ BGA, CSP) ist eine genaueste Platzierung der Bauelemente nur durch ein hochgenaues vollautomatisches Bestückungssystem zu erreichen. Der Inoplacer HP von Heeb-Inotec (Abb. 139) zeichnet sich durch eine hohe Bestückgenauigkeit, einfache Programmierung und Flexibilität aus. Die Kombination von berührungsloser Laser- und Visionzentrierung ermöglicht ein wirtschaftliches Bestücken eines sehr großen Bauteilspektrums. Chip, SO und PLCC-Bauteile werden berührungslos durch eine im Bestückungskopf integrierte Laserzentrierung zentriert (Abb. 141). Über das Visionsystem werden QFPs, Fine-Pitch, BGA und  $\mu$ BGA-Bauteile zentriert. Einzelne Balls, Reihen von Balls

und Ball-Durchmesser von BGA können geprüft werden.

Bauteilzuführungen für Standardgurte sind als Einzel-„Feeder“ mit einem CAN-Bus ausgestattet und gelten somit als intelligentes Feeder-Management. So kann genau erkannt werden, welche Feeder – und damit welche Bauteile – sich auf der Maschine an welcher Position befinden und wie viele Komponenten noch zur Verfügung stehen. Für Zuführung von Bauteilen, die auf „Grid-Trays“ (Tablett) geliefert werden, steht ein automatisches 10-fach Wechselsystem zur Verfügung.

Automatische Referenzmarken- und Schlechtnutzenerkennung sind ebenso vorhanden wie Lötpasten- und Kleberdosierung. Einfache und schnelle Programmierung direkt an der Maschine oder Konvertierung der Bestückdaten aus gängigen CAD-Programmen zeichnen dieses System mit kurzen Rüstzeiten aus.



Abbildung 142: Jahrgang 2001 der Auszubildenden.

## Ausbildung in gewerblich-technischen und IT-Berufen

In zehn Berufen werden 69 junge Leute ausgebildet. 16 Auszubildende haben 2001 die Berufsausbildung erfolgreich abgeschlossen, davon 4 mit einer Abschlussnote besser als 2. Für diese herausragenden Leistungen in der dualen Berufsausbildung hat DESY von der Handelskammer Hamburg eine Urkunde erhalten.

Am 1. September 2001 haben 24 junge Leute ihre Berufsausbildung im gewerblich-technischen und IT-Bereich begonnen (Abb. 142). Tabelle 3 gibt eine Übersicht der bei DESY tätigen Auszubildenden. Im Berichtsjahr wurden die Informatikberufe neu in das

DESY-Ausbildungsspektrum aufgenommen. Eine erste Gruppe von vier IT-Systemelektronikern/innen und IT-Kaufleuten hat im September 2001 die Ausbildung begonnen, die Auswahl der Bewerber für das nächste Jahr hat bereits stattgefunden. In den Folgejahren werden weitere Auszubildende folgen.

Auf diese Weise will DESY qualifizierten Nachwuchs im IT-Bereich heranbilden und an sich binden. Die Ausbildung findet schwerpunktmäßig in der Gruppe IT in enger Zusammenarbeit mit anderen Gruppen und insbesondere mit der Verwaltung statt.

Beruf	Ausgelernt und Abgänge 2001	Neuzugänge September 2001	Stand 31.12.2001
Industrie-Elektroniker/in	2	6	19
Energie-Elektroniker/in	2	1	5
Kommunikations-Elektroniker/in	2	1	3
Mechatroniker/in	–	2	4
Industrie-Mechaniker/in: Geräte- und Feinwerktechnik	3	5	17
Industrie-Mechaniker/in: Betriebstechnik	2	2	5
Tischler/in	2	–	2
Technische Zeichner/in	3	3	10
IT-Systemelektroniker/in	–	1	1
IT-Kaufleute	–	3	3
<b>Gesamt</b>	<b>16</b>	<b>22</b>	<b>61</b>

Tabelle 3: Anzahl der Auszubildenden im gewerblich-technischen und IT-Bereich.





Abbildung 143: *Sicherungsmessungen an der Rellinger Kirche.*



# Bauwesen

## Bauangelegenheiten

In Gebäude 32 wurde der Dachausbau vorgenommen, es wurden 21 Gästezimmer erstellt. Für die Erweiterung der Gebäude 6 und 1e sowie für die Aufstockung des Rechenzentrums wurden die Planungen erstellt. Für Halle 5 und das D3-Komponentenlager wurde die Planung erstellt und mit der Ausführung begonnen. Der Einbau elektrisch betriebener Hallentore für die HERA-Hallen wurde vorgenommen. Die Tischlerei und das MKK-Lager wurden erweitert.

Im Zuge der Vorbereitungen für TESLA wurden Baugrundaufschlussbohrungen durchgeführt und Vermessungsfestpunkte an der Rellinger Kirche installiert (Abb. 143). Es wurden die folgenden größeren Umbau- und Instandhaltungsmaßnahmen durchgeführt:

- Im Hörsaal: Beleuchtung, Polsterung der Bestuhlung, Lüftungsanlage durch MKK3, Bodenbelag, Anstricharbeiten,
- Sanierung des Untergeschosses in Gebäude 1d,
- Erneuerung der Fenster in Gebäude 30,
- Komplettsanierung von Gebäude 2a einschließlich der Fenster,
- diverse Umbauten durch Umstrukturierungen, zum Beispiel Gebäude 10, Plexiwerkstatt und Lötwerkstatt,
- Straßenbauarbeiten an der Zufahrtstraße Luruper Chaussee,
- diverse Erd- und Straßenbauarbeiten für die Verlegung von Heizungs- und Kaltwasserleitungen für MKK,
- größere Dachreparaturen bzw. -erneuerungen an den Gebäuden 1a, 1d, 3 und 54.

## Betriebsschlosserei

Umfangreiche Reparaturen an den Institutsgebäuden und Außenanlagen umfassten den Austausch und die Instandhaltung des gesamten Schließsystems.

Die Arbeiten an den Experimenten (DORIS, PETRA, HERA-B, Synchrotron, ZEUS) im Zuge des großen Shutdowns wurden abgeschlossen. Für ZEUS wurde am Kryoturm gearbeitet. Die HERA-Arbeiten umfassten die Fertigung der 132 Magnetgestelle unterschiedlicher Bauart.

Für die Expo wurden diverse Arbeiten, zum Beispiel am Atommodell, durchgeführt. Die Gruppe MHF wurde durch Fertigung von Klystrontransportwagen zum Aufrichten und Lagern sowie die gesamte Abschirmung des Klystrons in Sandwich-Bauweise unterstützt.

Am Synchrotron DESY wurden diverse Sonderkonstruktionen für Transport, Heben (Krantraversen usw.) und Stahlbauten erstellt.

## Transportgruppe

Die Gruppe organisiert das Transportwesen einschließlich aller Spezial- und Gefahrguttransporte. Alle DESY Fahrzeuge werden zentral beschafft und gewartet.

Außerdem wird durch die Gruppe der Winterdienst und die gärtnerische Pflege der Außenanlagen durchgeführt. Die verschiedenen Arbeiten werden durch Fremdfirmen und durch eigenes Personal erbracht.

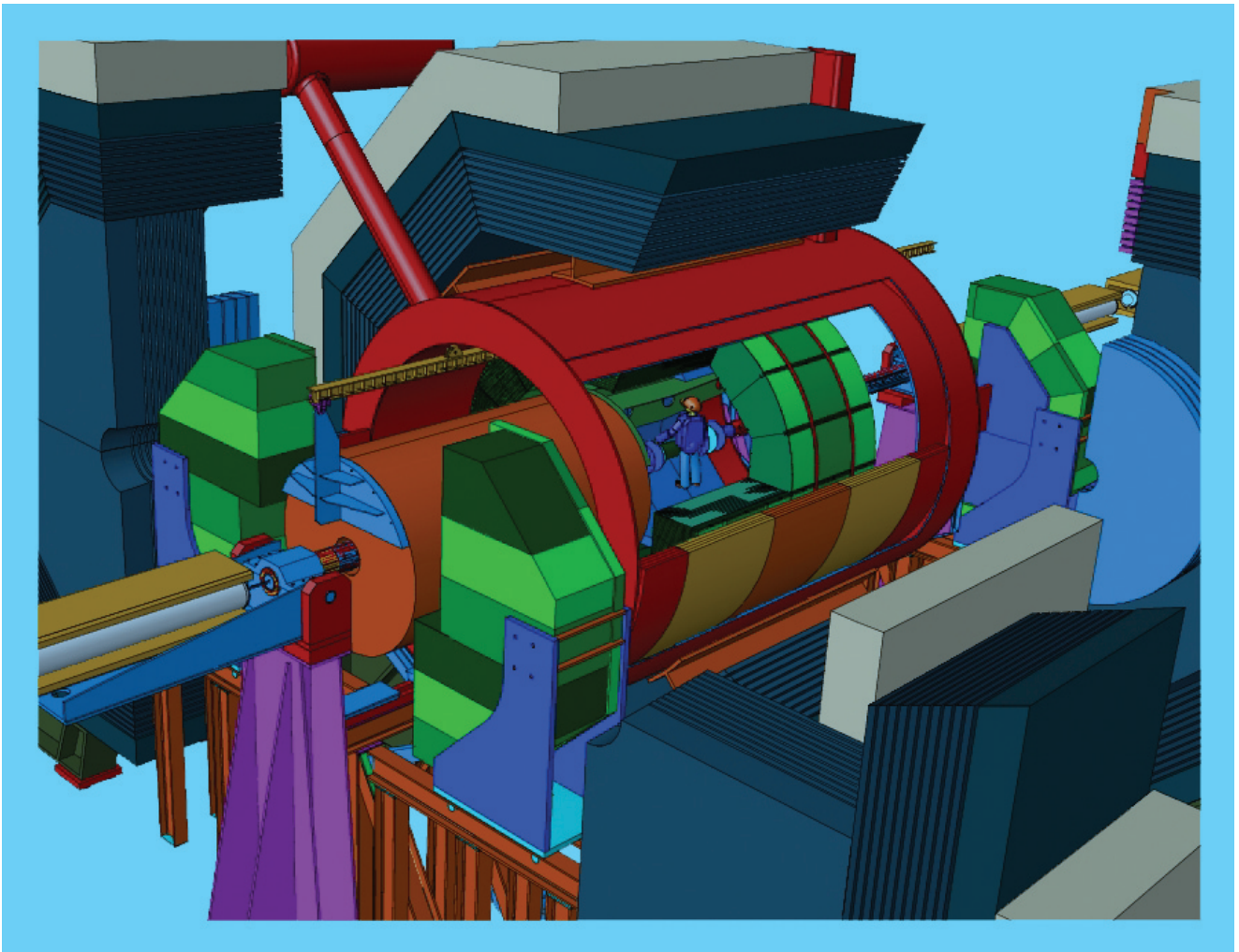


Abbildung 144: Zugang zum Innendetektor des TESLA-Detektors in Strahlposition.

# Aufbau von Beschleunigern und Experimenten

Von der Gruppe ZMEA wurden in enger Zusammenarbeit mit dem Z-, M- und F-Bereich Planung, Koordination und Terminverfolgung der Auf- und Umbauarbeiten im HERA-Tunnel und bei den HERA-Experimenten während der Montageperiode für die HERA-Luminositätserhöhung durchgeführt. Neben den üblichen Wartungs- und Reparaturarbeiten in den Experimentierbereichen und dem Beschleunigerverbundsystem wurden im Berichtszeitraum die im Folgenden aufgelisteten Arbeiten ausgeführt.

Für die Bewältigung der Transport-, Montage- und Vermessungsarbeiten in den Betriebsunterbrechungen der Beschleuniger wurde die Gruppe wie in den vergangenen Jahren durch Zeitarbeitskräfte und Fremdfirmen unterstützt.

Auslegung, Berechnung und Konstruktion neuer Magnettypen für die Ausbaustufe der TESLA Test Facility, TTF2, wurden in Zusammenarbeit mit der Gruppe MPY und russischen Wissenschaftlern und Ingenieuren im Rahmen des Kooperationsvertrages mit dem Efremov-Institut in St. Petersburg durchgeführt.

## Beschleuniger

### HERA

Für die HERA-Luminositätserhöhung wurden die nach dem Ausbau der Maschinenkomponenten Ende 2000 begonnenen Montagearbeiten in den an die Wechselwirkungszonen HERA-Nord und HERA-Süd angrenzenden geraden Tunnelabschnitten NL, NR, SL und SR fortgesetzt und, wie vorgesehen, im Mai abgeschlossen. Dabei wurde die HERA-Strahlführung in Zusammenarbeit mit den technischen Gruppen des M-Bereichs jeweils zwischen etwa 10 m bis 70 m vom Wechselwirkungspunkt bis an die Experimente H1 und ZEUS neu aufgebaut.

Dazu konnten die von der Gruppe ZMEA betreuten Beschaffungs- und Umbauprogramme für alle in der HERA-Strahlführung benötigten Magnete mit normalleitenden Spulensystemen termingerecht durchgeführt und abgeschlossen werden (Abb. 145). Alle Magnete wurden vor dem Einbau in HERA auf dem ZMEA-Magnetmessplatz einer Kontrollmessung unterzogen. Dabei wurden neben integralen Feldmessungen und Messungen der Feldfehler auch seitliche Rand- und Streufelder gemessen und mit den berechneten Werten verglichen, um in der HERA-Strahlführung ungewünschte Einflüsse des Magneten auf den jeweils benachbarten Protonen- bzw. Elektronenstrahl ausschließen zu können. Von jedem Magnettyp wurden Erregungskurven mit kleiner Schrittweite gemessen, die als Parameter in die HERA-Optikprogramme integriert wurden.

Die in die Experimente integrierten supraleitenden Strahlführungsmagnete Typen GO und GG links und rechts vom Wechselwirkungspunkt wurden mit der entsprechenden Kälteversorgung in H1 und ZEUS eingebaut und nach Abschluss der Umbauarbeiten an den inneren Detektorkomponenten mit der Strahlführung auf den Magnetbrücken im Hallenbereich verbunden (Abb. 146). Auch an den GO- und GG-Magneten wurden Randfeldmessungen durchgeführt. In den HERA-Abschnitten NL, NR, SL und SR wurden jeweils zwischen 112 m und 204 m die Spinrotatoren für die Wechselwirkungspunkte von H1 und ZEUS eingebaut. Alle Quadrupolmagnete Typ QR in HERA sind mit neuen Spulensätzen versehen.

Nach Abschluss der Montagearbeiten im HERA-Tunnel wurden die Experimente HERMES in HERA-Ost und HERA-B in HERA-West in die Strahlposition verfahren und für den Maschinenbetrieb vorbereitet. In HERA-Nord und HERA-Süd wurden die Abschirmungen zwischen Experiment und Tunnel aufgrund der geänderten Strahlführung modifiziert, wobei ver-



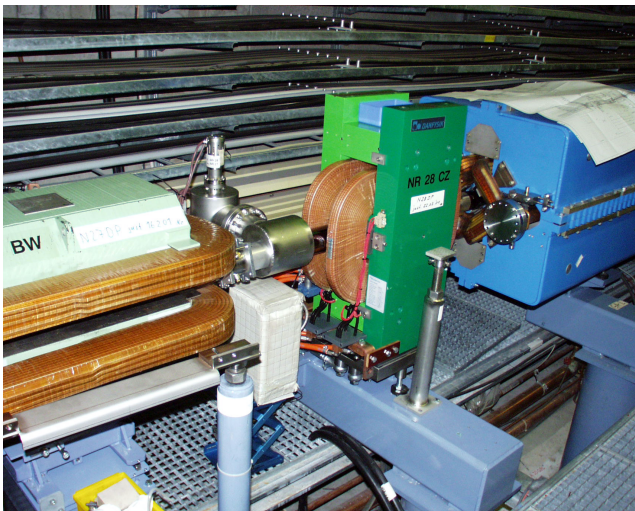


Abbildung 145: CZ-Magnet in HERA-NL vor Einbau der Vakuumkammer für den Elektronenstrahl.

sucht wurde, die bisherige modulare Abschirmtechnik im Magnetbrückenbereich beizubehalten, um für Vermessungs- und Montagearbeiten im Brückenbereich schnell die entsprechenden Freiräume schaffen zu können. Im Projekt „Polarisation 2000“ wurden die notwendigen Änderungen an der Infrastruktur des transversalen Polarimeters in HERA-West rechts 200 m zur Aufnahme der zusätzlichen Detektoren und Elektronik geplant und veranlasst. Für die Erweiterung des longitudinalen Polarimeters im Rahmen des Teilprojekts „LPOL Cavity“ konnte im November 2001 als erster Teil der Infrastruktur der Unterbau für die optische Kavität installiert werden.

### DORIS

In DORIS wurde im Quadranten SL ein neuer Kicker eingebaut.

### PETRA

Für die erweiterte Nutzung von PETRA als Synchrotronstrahlungsquelle wurden erste Untersuchungen durchgeführt. Die Kosten für eine dazu notwendige Grundüberholung der PETRA-Strahlführungsmagnete, deren Spulensysteme aus dem früheren PETRA-Betrieb für Hochenergiephysik-Experimente erhebliche Strahlenschäden aufweisen, wurden abgeschätzt.

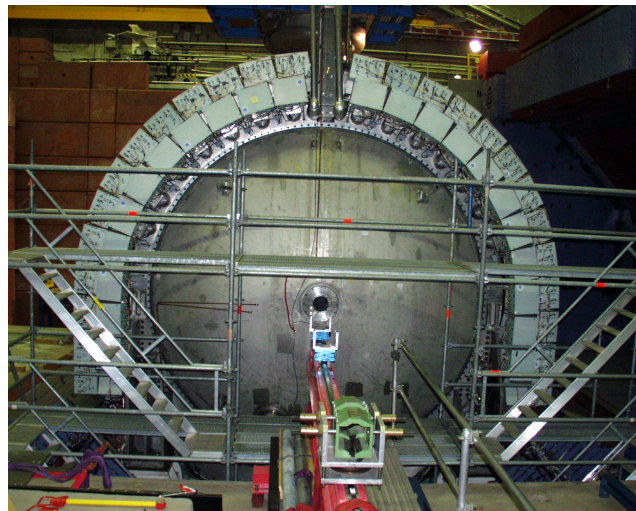


Abbildung 146: Vorbereitung des GO-Magneteinbaus in H1.

Für Demontage- und Montagearbeiten im PETRA-Tunnel wurde ein zweites Transport- und Montagefahrzeug, angepasst an die spezifischen PETRA-Randbedingungen, fertig gestellt.

### TTF/FEL

Für die Strahlführung der geplanten Ausbaustufe der Tesla Test Facility TTF2 wurden von der Gruppe ZMEA die Auslegung, Berechnung und Beschaffung aller Strahlführungsmagnete übernommen. Dabei handelt es sich um vier Typen Dipolmagnete, vier Typen Quadrupolmagnete und zwei Typen Sextupolmagnete in einer Stückzahl von insgesamt über hundert (Abb. 147). Die technische Auslegung dieser Magnettypen wurde in Zusammenarbeit mit dem Efremov-Institut in St. Petersburg abgeschlossen, und mit der Fertigung aller Magnettypen wurde in St. Petersburg und in der Industrie begonnen, so dass eine termingerechte Lieferung entsprechend der TTF2-Montageplanung zu erwarten ist.

Von den Quadrupolmagnettypen TQA und TQB sind mehrere Exemplare gefertigt und magnetisch vermessen worden, gemessene und berechnete Feldstärke und Feldgüte stimmen überein, die Serienfertigung wurde freigegeben.

Für die magnetischen Kontrollmessungen aller Magnete bei DESY wurden die vorbereitenden Arbei-



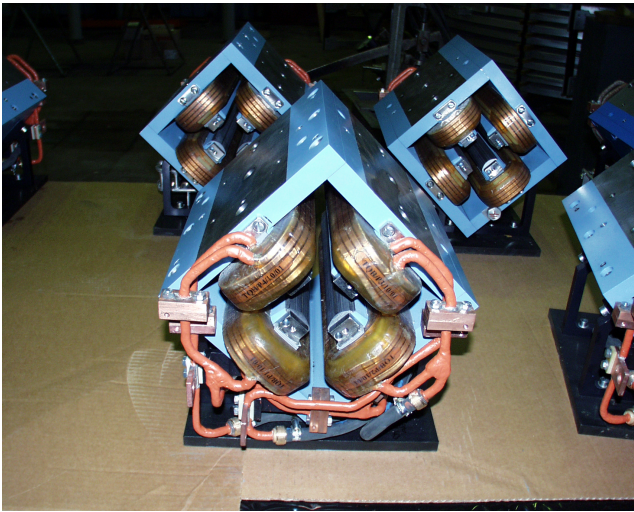


Abbildung 147: Quadrupolmagnete Typ TQB für TTF2.

ten am ZMEA-Magnetmessplatz begonnen. Darüber hinaus werden für Strahlkorrekturen in der TTF2-Strahlführung etwa 80 Korrektur-Dipolmagnete mit verschiedenen Gapweiten und Feldstärken benötigt. Dieser Magnettyp TCA wurde von ZMEA zusammen mit der Gruppe MPY berechnet und ausgelegt, wobei als Randbedingung die Einschränkung zu beachten war, dass als Stromversorgung bei DESY vorhandene 3A Netzgeräte eingesetzt werden sollen. Die Spezifikation für die Magnetproduktion wurde erstellt und die Beschaffung ausgeschrieben.

## TESLA

Um die technischen und sicherheitsrelevanten Randbedingungen für das Planfeststellungsverfahren zu untersuchen und festzulegen, haben Mitarbeiter der Gruppe ZMEA1 – Technische Projektierung – in den verschiedenen DESY-Arbeitskreisen zur Vorbereitung des Planfeststellungsverfahrens mitgearbeitet. Die Arbeitsgruppe Tunnelmontage wurde und wird von einem ZMEA1-Ingenieur koordiniert. Im Rahmen der Zusammenarbeit mit dem Efremov-Institut wurden die für das „Beam-Delivery-System“ vorgeschlagenen technisch anspruchsvollen Septum-Magnete in Detailrechnungen näher untersucht, und mit der Konstruktion für die Fertigung von zwei Prototyp-Magneten wurde begonnen.

## Experimente

### H1 und ZEUS

Bei ZEUS und H1 wurde von der Gruppe ZMEA während der gesamten Betriebsunterbrechung umfangreiche Transport- und Montagehilfe für die Umbauarbeiten geleistet, die im Rahmen der HERA-Luminositätserhöhung insbesondere in den Innendetektorbereichen notwendig waren. Nach dem Zusammenfahren der beiden Experimente in den Wechselwirkungszonen wurde in den Hallen die Abschirmung vervollständigt, wobei mehrere tausend Tonnen Betonsteine bewegt werden mussten. Für H1 wurde ein Hubtisch für den Photonendetektor NR 108 m konstruiert, gebaut und im Tunnel installiert (Abb. 148).



Abbildung 148: Einbau des Hubtisches für den H1-Photonendetektor.

### HERMES

Zusammen mit dem technischen Koordinator von HERMES wurde der Ablauf der Shutdown-Arbeiten organisiert und Hilfestellung bei den Demontage- und Montagearbeiten an den BC- und MC-Kammersystemen und dem RICH-Detektor gegeben. Die HERMES-Kollaboration wurde beim Bau, der magnetischen Vermessung und der Installation des transversalen Target-Magneten in die HERMES-Targetzone unterstützt. Kühlwasseranschluss, Stromversorgung und Steuerprogramm des Targetmagneten wurden veranlasst. Nach Abschluss der Montagearbeiten im Tunnelabschnitt HERA-Süd wurde im April das HERMES-Experiment aus der Parkposition in die Strahlposition verfahren und die Betonabschirmung vervollständigt. Hinter der dreiteiligen Eisen-Myonfilterwand wurde innerhalb der HERMES-Abschirmung eine zusätzliche Krananlage zur Erleichterung von Montagearbeiten in kurzen Zugangszeiten eingebaut.

### HERA-B

Nach Fertigstellung der HERA-Strahlführung und dem Einbau der Komponenten für die Spinrotatoren in HERA-NL und HERA-SR, für die alle Transporte über die HERA-Halle West erfolgen müssen, wurde die Tram-Ladezone in der Halle abgebaut und das HERA-B Experiment in die Strahlposition verfahren. Bei der Reparatur der HERA-B Kammersysteme, für welche teilweise Kammern ausgebaut werden mussten, wurden die dazu notwendigen Montage- und Transportarbeiten von der Gruppe ZMEA durchgeführt.

### TESLA-Detektor

Das 3D-Modell des Detektors für die TESLA-Wechselwirkungszone wurde insbesondere im Bereich des Innendetektors an den Stand der ECFA/DESY-Planung angepasst. Die Montageabläufe beim Aufbau des Detektors in der Experimentierhalle bei gleichzeitig möglichem Strahlbetrieb und die schnelle Zugänglichkeit des Innendetektors in der Strahlposition wurden weiter untersucht (Abb. 144). Die Ergebnisse wurden in einer TESLA-Note als Anhang zum Technical Design Report zusammengefasst. Parallel dazu wurden technische Lösungen für das Verschieben von großen und

schweren Detektorelementen mit „Air Pads“ und Fettkissen in Zusammenarbeit mit CERN und der Industrie untersucht.

## Vermessung

### Beschleuniger

#### HERA

Nachdem im letzten Quartal des Jahres 2000 alle betroffenen Teile der alten HERA-Maschine demontiert wurden, konnte im Januar 2001 mit dem Markieren der Sockel und Magnetpositionen für die Elektronen-Spinrotatoren und den Luminositäts-Upgrade-Bereich im „leeren Tunnel“ begonnen werden. Verbliebene e-Quadrupole, BU-Magnete und Cavities mussten in ihrer Position der neuen Optik angepasst und justiert werden. Dem Anreißen der Magnetpositionen auf den Stützen folgte der Einbau der Magnete.

Ausgehend von den im HERA-Tunnel vorhandenen Vermessungssäulen oder noch verbliebenen justierten Magneten erfolgte die „Grobpositionierung“ der neu hinzukommenden Magnete. Für das in Nord und Süd neu aufzubauende Drahtmesssystem wurde im gleichen Arbeitsgang die Absteckung der Fixpunkte in 60 m Entfernung vom Experiment durchgeführt. Nach Beendigung dieser ersten Justierung aller Magnete mit einer angestrebten relativen Genauigkeit von 0.5 mm erfolgte ein komplettes Aufmaß der Tunnelbereiche Süd Rechts und Links bis 500 m für die Elektronenmaschine und bis 300 m für die Protonenmaschine inklusive der dort bereits vorhandenen Brücken. Die auf den Brücken montierten Magnete waren vor dem Brückeneinbau im Tunnel relativ zueinander justiert worden, so dass bei den Justierungsarbeiten die Brücke grundsätzlich als Ganzes mit den Schrittmotoren bewegt wurde.

In den Tunnelbereichen Nord und Süd wurden die Elektronen- bzw. Protonenmaschine ebenfalls bis 500 m bzw. 300 m beiderseits des Experimentes aufgemessen. Nach der Ausgleichung der Beobachtungen wurde durch die ermittelten Koordinaten eine Spline-Funktion zur Bestimmung einer bestangepassten Strahlführung gelegt und die verbleibenden Justierbeträge ermittelt. In der anschließenden Feinjustierung wurden diese Beträge umgesetzt.

Ein zusätzlicher Arbeitsschritt war eine Verbindungsmessung der Tunnelabschnitte Rechts und Links mit den Brücken und den Experimenten zu einem Zeitpunkt, bei dem noch optische Sichtverbindung bestand. Für die Endmontage der Experimente fanden gesonderte Messkampagnen statt. Diese Messungen ergaben für ZEUS eine zusätzliche Verschiebung des Experimentes um 4 mm nach Ring außen. Durch ein in HERA Nord und Süd abschließend durchgeführtes kleineres Aufmaß (beidseitig bis 60 m), bei dem auch die Magnete GO und GG sowie die Experimente mit einbezogen wurden, konnte auch die Position der Maschine zum Experiment überprüft und bestätigt werden. Neben diesen Arbeiten für den Luminositäts-Upgrade wurden diverse weitere Komponenten von HERA aufgemessen oder neu justiert.

### DESY

Nach dem Defekt des Ejektionsseptums bei DESY III fand ein Aufmaß der Situation statt. Nach Montage der Ersatzkomponente wurde diese auf die alte Position justiert.

### LINACS

Für den Linac II wurde die Cavity-Struktur Nr. 9 im Hüllrohr justiert.

### TTF

Für das Modul Nr. 4 der TTF wurde der Cavity-String ausgerichtet und im Tank justiert. Drei Danfysik-Dipole sind nach Austausch der Vakuumkammern im Strahl neu eingemessen worden. Die Einbauten für das Rafel-Experiment wurden positioniert und die Distanz zwischen Rafel 1 und Rafel 2 mit einer sehr umfangreichen Netzmessung hochgenau bestimmt.

### PITZ-Zeuthen

Bereits im Vorjahr war das Referenznetz für den Aufbau des Photoinjektors eingerichtet und vermessen worden. Im Jahr 2001 wurden die Elemente des Photoinjektors nach dem Einbau und bereits unter Vakuum stehend

eingemessen. Ein nahezu komplett verbundener, unter Vakuum stehender Geräteaufbau lässt der Vermessung nur sehr geringe Möglichkeiten offen, Fehlaufstellungen einzelner Komponenten zu korrigieren. Ein Lösen der Verbindungen wurde abgelehnt. Wegen fehlender Transfermessungen für einige Magnete wurden ergänzend die Flansche des Strahlrohrs mit gemessen, um eine Aussage über die Lage des Strahls zu erhalten. Auf Grund der Messergebnisse erfolgten Korrekturen des Photoinjektors durch Mitarbeiter aus Zeuthen mit abschließenden Aufmaß von der Gruppe ZMEA 2. Die verbliebenen Ablagen infolge fehlender Bezugsmessungen und zum Teil in der Größenordnung der Messgenauigkeit sollen mittels Strahlvermessung ermittelt und korrigiert werden. Es ist angestrebt, die Transfermessungen nachzuholen, wenn wegen Austausch der Gun im Jahr 2002 das Vakuum geöffnet wird.

## Experimente

### H1

Ebenso wie ZEUS war auch H1 während des Luminositäts-Upgrade Shutdowns großteils demontiert worden. In mehreren Arbeitsschritten erfolgten Zusammenbau und Justierung des Forward Tracking Detektors und des Central Tracking Detektors sowie der spätere Aufbau in der Halle Nord. Mit einem speziell gefertigten und ins CFK-Strahlrohr eingebrachten Target erfolgte die Vermessung des Detektors und des GO-Magneten. In diesem Zusammenhang wurden auch Messungen zur Verbindung der beiden Tunnelabschnitte und der Brücken durchgeführt und gemeinsam ausgewertet. Die sich ergebenden Nachjustierungen wurden vom H1-Team ausgeführt. Eine besondere Problematik war die Vermessung der Magnete GO und GG, da bei fortschreitendem Einbau die ursprünglichen Vermessungsmarken nicht mehr verwendet werden konnten. Aus Zeitgründen wurden ersatzweise die für ZEUS konstruierten Messvorrichtungen verwendet, welche aber nicht exakt und reproduzierbar aufgesetzt werden konnten. Hinzu kam das Fehlen der Transfermessungen, so dass besonders für den GG bei den Schlussvermessungen nur Näherungskordinaten bestimmt werden konnten. Die Entwicklung und Konstruktion zusätzlicher Messvorrichtungen ist geplant. Zur permanenten geometrischen Überwachung der supraleitenden „Final Focus“ Magnete GO und GG, die teilweise



schon vom Experiment umschlossen werden, konnte eine Halterung für Mess-Sensoren am letzten Magnet auf der Brücke installiert werden. Fünf inkrementelle Wegegeber und zwei Elektrolyt-Neigungssensoren ermöglichen die Erfassung aller relativen Bewegungen und Rotationen zwischen GO/GG und dem Magneten auf der Brücke und geben somit einen Bezug zur Maschine. Da eine Software zur geometrischen Analyse fehlt, sind im HERA-Kontrollsystem bisher nur die erfassten Messwerte zu sehen.

### ZEUS

Im Rahmen des Luminositäts-Upgrades wurde auch das Experiment ZEUS auseinander gebaut, verschoben und mit einem neuen Strahlrohr versehen. Die Vermessung des Strahlrohrs sowie die vermessungstechnische Überwachung des Zusammenbaus der FDET-Scheiben, des Micro-Vertex-Detektors, des Central-Tracking-Detektors und die Anpassung an den Kryostat und das Frustum erfolgte durch die Gruppe ZMEA 2. Durch den umfassenden Ausbau des Experimentes war eine durchgehende Messung der beiden HERA-Tunnelabschnitte möglich. Hierfür wurden auf den Brückenköpfen speziell angepasste Instrumentenstandpunkte geschaffen. Eine Koordinatenbestimmung der Messpunkte am Experiment im HERA-X3-System war hierdurch ebenfalls möglich. Auch für ZEUS wurden die bereits unter H1 aufgeführten Mess-Sensoren zur Überwachung der GO und GG Magnete gegenüber der Maschine installiert und deren Messwerte online verfügbar gemacht.

### HERMES

Am neuen Targetmagneten von HERMES wurden Transfermessungen durchgeführt. Nach Abschluss des Shutdowns wurde das Experiment wieder in Strahlposition zurückgebracht und der Luminositäts-Monitor justiert und eingemessen.

### HERA-B

Nachdem das Experiment HERA-B gegen Ende des Luminositäts-Upgrade Shutdowns wieder in den Strahl zurückgefahren war, wurden Kalorimeter, RICH, Magnet und Vertex eingemessen. Eine Justierung erfolgte daraufhin nur für den Vertex.

### GIS/FMS

Das bei DESY eingesetzte geographische Informationssystem (GIS) basiert auf der CAD-Software GDS (Graphic Data System). Da die Weiterentwicklung dieser Software seit 1997 eingestellt ist, soll sie in Kürze durch ein modernes System, welches beispielsweise auch Zugriffe über das WorldWideWeb ermöglicht, ersetzt werden. Vielfach werden bei DESY Informationssysteme gewünscht, die über das Innere von Gebäuden detailliert Auskunft geben können. Diese werden unter dem Begriff Facility Management Systeme (FMS) zusammengefasst. Da GIS- und FMS-Systeme in etwa die gleiche Zielrichtung verfolgen, strebt DESY ein integriertes System für beide Aufgaben an.

Die grundsätzliche Zuständigkeit für diesen Bereich ist zwar von ZMEA auf die neue Gruppe IPP übergegangen, die Eigenart jedes GIS erfordert aber naturgemäß die Mitarbeit der Vermessungsgruppe bei Auswahl, Aufbau und Betrieb solcher umfangreichen und leistungstarken Produkte.

Als erster Schritt wurden in mehreren Workshops die Benutzeranforderungen ausgearbeitet. Nach einer öffentlichen Ausschreibung wurden die bestgeeigneten Kandidaten durch eine Reihe von Präsentationen ermittelt. Aus diesen soll mit Hilfe eines Benchmarktests die für DESY geeignetste Software (und das beste Team) ermittelt werden. Ein abschließendes Ergebnis lag zum Jahresende vor und ermöglicht damit eine Testinstallation im Frühjahr 2002 als nachfolgenden Projektschritt.

Weiterhin arbeitet die Vermessungsabteilung auch für die inhaltlich mit dem GIS-Projekt zusammenhängenden Projekte Gebäudeflächenerfassung, Kabeldokumentation und Digital Mock Up (DMU).

### Topographische-/Bauvermessung

#### Topographie

Neben der ständigen Aktualisierung des DESY-Lageplanes wurde der Verlauf des neuen DESY-Zaunes um das ehemalige EXPO-Gelände festgelegt und örtlich abgesteckt.



### Bau

Für die zweite Verlängerung des Gebäudes 36 in Richtung Nordosten wurden die Bauachsen für die Stützfundamente abgesteckt. Außerdem erfolgte die örtliche Absteckung einer zukünftigen Lagerhalle für HERA-Komponenten südlich des Sportplatzes.

### TTF 2

Im TTF-Tunnel wurden Entfernungspunkte auf der Strahlachse im Abstand von fünf Metern, bezogen auf den Ursprung im Gebäude 28, durch Messingmarken gekennzeichnet. Dies erleichtert die Positionierung der Magnetgestelle. In der Grube am Ende des neuen Bauwerks musste der Dump endgültig abgesteckt und justiert werden. Sowohl am Ende des TTF-Tunnels als auch in der EXPO-Halle wurden Vermessungskonsolen montiert und ein Basisnetz erstellt. Verbindungsmessung erfolgt im Weihnachts-Shutdown 2001/2002 durch ein Sichtrohr, das den PETRA-Tunnel kreuzt.

### TESLA

In unmittelbarer Nachbarschaft zu DESY ist ein Separationsschacht geplant. Um eine aktuelle, detaillierte Planungsgrundlage zu schaffen, ist die Topographie auf den benachbarten Grundstücken eingemessen worden. Am Hallenstandort Ellerhoop wurde mit vorbereitenden Vermessungsarbeiten für eine umfangreiche topographische Geländeaufnahme begonnen.

### TESLA Planung

Seit Mai 2001 wird das Planfeststellungsverfahren für den zukünftigen Linear-Collider TESLA vorbereitet. Dazu wurde die „virtuelle“ Gruppe TPL ins Leben gerufen, der neben einigen externen Ingenieurbüros auch DESY-Mitarbeiter verschiedener Gruppen angehören. Die Vermessungsabteilung übernimmt innerhalb dieser Projektgruppe unter anderem folgende Aufgaben:

- Zur Ermittlung der betroffenen Grundstücke und deren Eigentümern wurden amtliche Unterlagen wie Flurkarten und Liegenschaftsbücher beschafft und

ausgewertet. Insgesamt liegen mehr als 500 Grundstücke, überwiegend in privater Hand, auf der Trasse von TESLA.

- Bei Maßnahmen auf privaten Grundstücken, wie Begehungen oder Probebohrungen, wurde die PR-Abteilung bei der Feststellung und Benachrichtigung der Eigentümer oder Nutzungsberechtigten unterstützt.
- Darüber hinaus wurden im Rahmen der zweiten Stufe des hydrogeologischen Fachgutachtens als Teil der Umweltverträglichkeitsstudie Baugrundaufschlussbohrungen vorgenommen. Diese wurden vermessungstechnisch begleitet und dokumentiert.
- Der geplante TESLA-Tunnel verläuft unter der denkmalgeschützten Kirche von Rellingen. Daher wurde für dieses Bauwerk ein Konzept für eine langfristige Bauwerksbeobachtung aufgestellt, ein Referenznetz aus festen Beobachtungspfeilern geschaffen und bereits die ersten Messungen durch die Arbeitsgruppe Geodäsie der Ruhruniversität Bochum in Vergabe ausgeführt (Abb. 143).
- Im Bereich des Flusses Pinnau ist die Überdeckung des Tunnels besonders gering. Da dies Auswirkungen auf die Sicherheit beim Auffahren des Tunnels sowie auf den Strahlenschutz hat, wurde hier ein Höhenprofil des Flussbettes angefertigt.
- Für verschiedene Nutzer wurde eine in der Vermessungsabteilung bei DESY digitalisierte Version der Deutschen Grundkarte 1:5000 bereitgestellt. Diese Planungsunterlage wurde mit Hilfe des DESY-eigenen GIS-Systems auf Basis der CAD-Software GDS erstellt und wird laufend ergänzt. Wegen unzureichenden Inhaltes, mangelnder Aktualität und unzureichender Genauigkeit der amtlichen Daten sind umfangreiche topographische Aufmessungen für die Entwurfsplanung auf den zukünftigen Betriebsflächen unabdingbar und werden seit November durch einen eigenen Außendiensttrupp vorangetrieben.

### TESLA Vermessung

Zur effizienten und den gestellten Genauigkeitsforderungen entsprechenden Vermessung des TESLA-Beschleunigers ist ein Messzug geplant, der in Kooperation mit der Professur Vermessungskunde der

Bauhaus-Universität Weimar entwickelt wird. In diesem Jahr konnten nach der Detaillierung des Messkonzeptes Sensor- und Modelluntersuchungen durchgeführt werden.

### Lagevermessung

In der ersten Jahreshälfte wurden für die Lagevermessung eindeutige Sensorspezifikationen beschlossen. Durch diesen Fortschritt konnten auch erste Konstruktionsideen zur Anordnung der Sensoren ausgeführt werden. Diese Aufgabe wurde von der DESY-Gruppe ZM1 durchgeführt. In der zweiten Jahreshälfte fanden überwiegend Untersuchungen der Sensoren statt, die sich primär auf das Auflösungsvermögen der Kamera und der Objektiv konzentrierten. Die gleichzeitig durchgeführten Mess- und Temperaturversuche ergaben die Eignung der ausgewählten Kamera- und Prismensysteme.

### Höhenbestimmung

Zur Überprüfung des Messkonzeptes für die Höhenbestimmung wurde bei Katzhütte (Thüringen) der Aufbau eines „Hydrostatic Levelling System“ (HLS) mit 1 km Länge realisiert. Die durchgeführten Versuche bestätigten die Funktionsweise des theoretischen Ansatzes. Aus den Messergebnissen wurden Informationen über das Ausbreitungsverhalten und die Ausbreitungsgeschwindigkeit der durch einen Wellengenerator in den Versuch eingetragenen Wellen abgeleitet. Zudem wurde in einer zweiten Ausbauphase der für den TESLA-Tunnel geplante Rohrdurchmesser auf seine Eignung überprüft. Die Versuche hierzu werden auch im Jahr 2002 fortgesetzt.

### Konstruktion

Die Konstruktion des Messzuges wurde aufgrund der getroffenen Festlegungen zu den verschiedenen Sensoren detailliert und von ZM1 durchgeführt.

Der konstruktive Entwurf für das Mess-System war bis zum Jahresende so weit fortgeschritten, dass parallel zum geplanten Aufbau einer 100 m langen Teststrecke für den Lageversuch ein Prototyp des Messwagens

bei DESY gefertigt werden kann. Mit der Softwareentwicklung für den gesamten Messzug wurde eine Firma beauftragt.

### Hannover Messe

In Zusammenarbeit mit der Bauhaus-Universität wurde das Projekt „Vermessungskonzept für zukünftige Linearbeschleuniger“ auf dem Stand des Forschungslandes Thüringen bei der Hannover Messe im April 2001 vorgestellt. Hier konnte den Besuchern neben Plakaten, Prospektmaterial und Videopräsentation die Funktionsweise des hydrostatischen Mess-Systems auch an praktischen Versuchen vorgestellt werden.

### Arbeiten zu mechanischen Messhilfsmitteln und Adaptern

Entwicklung und Fertigung eines Adapters zur Horizontierung des neuen automatischen Tachymeters Leica TDA 5005 wurden durchgeführt. Da die Komponenten der HERA-Beschleuniger in einer geneigten Ebene aufgebaut werden, ist ein dreidimensionales Zentriersystem für Messinstrumente und Zielzeichen erforderlich, bei dem neben der Lage auch die Höhe eines jeden Messpunktes eindeutig definiert ist. Mit diesen speziellen Adaptern kann das Messinstrument auf der Zentrierfläche aufgebaut werden und die notwendigen mathematischen Reduktionen können durch eine mechanisch konstante Instrumentenhöhe vereinfacht werden.

Konstruktion und Fertigung einer Adaption für Invarstäbe unter den HERA-Brücken beiderseits der Experimente H1 und ZEUS wurden durchgeführt. Zur permanenten Höhenkontrolle der neuen Brücken gegenüber dem Hallenboden und dem Experiment wurde ein hydrostatisches Mess-System installiert. Um den Niveauunterschied zwischen Tunnel/Brücke und Hallenboden zu überbrücken, ist eine temperaturstabile mechanische Konstruktion notwendig, an deren Ende ein weiterer Inkrementalmesstaster eingebaut ist. Zur optimalen geometrischen Anpassung der HERA-Maschinen an die Experimente ist eine Verbindungsmessung zwischen beiden Tunnelseiten nötig. Durch Einbau der Experimente ist jedoch eine direkte optische Sicht

nicht mehr möglich. Die teilweise Demontage bzw. der Umbau von ZEUS während des Lumi-Shutdowns ermöglichten für einen kurzen Zeitraum eine Sichtlinie von Tunnel-Links nach Tunnel-Rechts. Für diesen Zweck waren zwei mechanisch aufwendige Instrumententräger zu entwickeln und zu fertigen, die an den Brückenenden stabile Messbedingungen garantieren (Abb. 149).

Zusätzliche Messmarken und Adapter zur Einmessung und Justierung des Photoinjektor-Teststandes PITZ in Zeuthen wurden angefertigt. Konstruktion und Fertigung einer Höhenstabaufnahme für den Einsatz des neuen Digitalnivelliers Leica NA3003 für Barcode-Latten sowie von Hilfsadaptern für die Vermessung von Strahlage-Monitoren beiderseits des HERMES-Experiments wurden durchgeführt.

### Arbeiten zu elektrischen Messhilfsmitteln

Für die Justierarbeiten und die Permanentüberwachung an den Brücken links und rechts der Experimente wurden Elektrolyt-Neigungsgeber, Inkrementalmesstaster und hydrostatische Mess-Systeme installiert. Hierfür ist die Verkabelung inklusive der Stromversorgung erneuert worden. Die Neigungssensoren mussten arbeitsintensiv kalibriert werden. Die Messgenauigkeit in Abhängigkeit von der Versorgungsspannung wurde untersucht. Für die Schaevitz Neigungsgeber wurden stabile Spannungsquellen geschaffen, was zur Steigerung der Messgenauigkeit führte. Derzeit wird daran gearbeitet, zwischen Messinstrumenten, Datenerfassungsrechnern und Sensoren ein Telemetriesystem aufzubauen. Damit fallen Kabel, die Mobilität und Messbetrieb beeinträchtigen, weg. Das System erlaubt nach Realisierung über RS232 Kommunikation berührungsloses Auslösen der Messungen an den Instrumenten und Sensoren, also erschütterungsfreies Arbeiten ohne hinderliche Kabelstränge.

### Gaseservice

In den ersten Monaten konnte, bedingt durch den Luminositäts-Upgrade Shutdown bei HERA, die Gas-mischanlage bei ZMEA6 fertig gestellt und aufgebaut



Abbildung 149: Träger für Vermessungsinstrumente.

werden. Um den Qualitätsstandard gegenüber der alten Anlage zu verbessern, wurden nur Bauteile aus Edelstahl und für die Verrohrung innen elektropoliertes Edelstahlrohr verwendet. Mit der neuen Anlage können nun gleichzeitig sechs statt fünf Gasflaschen gemischt werden (Abb. 150). Vier Reingas-Flaschenbündel (Argon, Helium, Stickstoff und Kohlendioxid) sind fest mit der Anlage verbunden. Zusätzlich können neben dem Mischvorgang vier weitere Gasflaschen umgefüllt werden. Eine SPS überwacht die Ventilfunktionen und steuert teilweise automatisch den Mischvorgang; eine Option auf vollautomatische Mischvorgänge für Standardgemische ist vorgesehen.

Neben den regelmäßig anfallenden Serviceleistungen für die HASYLAB- und HERA-Experimente, wie beispielsweise eine Helium Flaschenversorgung für den Luminositäts-Monitor bei ZEUS („Kapton-Tüte“), war

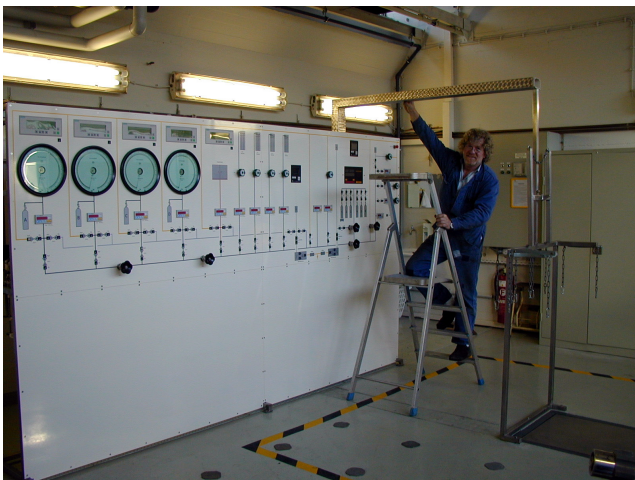


Abbildung 150: Gasmischanlage.

ein weiteres Projekt die Versorgung der neuen Elektronenstrahlschweißmaschine (EB-Anlage) im Gebäude 14 mit Stickstoff. Die Qualität des zu liefernden Gases und damit auch die benötigten Armaturen und Rohrleitungen mussten die Reinraumqualität erfüllen. Wegen der besonderen Anforderung an die Gasreinheit wurde eine Reinstgasleitung zu dem bestehenden Stickstofftank bei ZMEA6 verlegt. Die nötigen Arbeiten wurden von Fremdfirmen ausgeführt.

Aufgrund des ständig wachsenden Bedarfs an Flüssig-Helium (LHe) bei den HASYLAB-Benutzern wurden sechs neue Flüssig-Helium Transportbehälter angeschafft. Diese passen trotz maximal 380 Liter Heliuminhalts durch jede Zimmertür, sind relativ leicht (Innen- und Außenbehälter bestehen aus Aluminium), und sie haben einen integrierten flexiblen LHe-Entnahmeheber und eine elektrische Druckaufbauregelung.

Der Verbrauch an Druck- und tiefkalt verflüssigten Gasen war in diesem Jahr rückläufig, da der Umbau der Experimente und der HERA-Maschine bis zum Juni dauerte. Für Spül- und Testzwecke von Detektorcomponenten wurde aber vermehrt Argongas benutzt, das aus der Flüssigphase gewonnen wird. Um den HERA-Protonenring für den Betrieb abzukühlen, wurden zusätzliche 2 Millionen NI Flüssig-Stickstoff und 20 000 Nm<sup>3</sup> Flüssig-Helium benötigt. Der erhöhte Bedarf an Krypton und Xenon ist auf die Experimente bei HASYLAB zurückzuführen.

## Sicherheitseinrichtungen

Beim von der Gruppe ZMEA3 betreuten Personeninterlock HASYLAB wurden in Zusammenarbeit mit der Firma Zeiss Ikon (Berlin) neue Schließzylinder für die Gebietstüren, Schlüsselkästen und Beamshutter-Fahrkassetten entwickelt. Die neuen Schließzylinder werden ab 2002 Stück für Stück das alte Schließsystem ersetzen. Das Konzept für die Fahrkassetten und die Schlüsselkästen, die zur Erhöhung der Sicherheit auf das erste und zweite Interlocksystem wirken, wurde in Zusammenarbeit mit dem Strahlenschutzbeauftragten von HASYLAB und D3 festgelegt.

Die Beamshutter- und Absorber-Fahrkassetten wurden zusätzlich mit Schlüsselschaltern ausgerüstet. Diese werden ab 2002 mit neuen Schließzylindern umgerüstet.

Für das HERMES-Experiment wurde ein neues Gas-system für unpolarisierte Target-Gase projektiert. Die Anlage wird über einen Industrie-PC bedient und über Ethernet mit der Experimente-Kontrolle vernetzt. Die Steuerungssoftware beinhaltet Datensätze und Regelparameter für 16 unterschiedliche Gasarten.



# Informationstechnik (IT)

Neben der Sicherstellung des operationellen Betriebes der Systeme war das Berichtsjahr für die Gruppe Informationstechnik (IT) von zwei herausragenden Ereignissen geprägt:

Zum einen wurde in intensiven Gesprächen mit der Windows NT-Projektgruppe eine Regelung zur Überführung des operationellen NT-Service in die IT-Gruppe verabredet und begonnen, wobei die Übergabe bis weit ins Jahr 2002 hinein dauern wird.

Zum zweiten hat sich die IT-Gruppe intern intensiv mit den eigenen Geschäftsprozessen befasst und als ein Ergebnis herausgearbeitet, dass eine Aufteilung in die vier internen Fachgruppen Benutzerservice, Systeme, Netze und Betrieb den Anforderungen an die IT-Gruppe insgesamt besser gerecht wird als die vorherige Struktur. Des Weiteren wurden Prozesse installiert, die eine gute Kommunikation innerhalb von IT sicherstellen.

Die Arbeit des im Vorjahr neu geschaffenen Gremiums CUC (Computer User Committee) als Instrument bei der Eskalation schwerwiegender Probleme mit etablierten Diensten, und damit als Stimme der Benutzer, hat sich sehr bewährt. Benutzerwünsche konnten bereits im Frühstadium in diesem Gremium diskutiert und bewertet werden. Das CUC hat regelmäßig am ersten Montag jedes Monats in Hamburg mit Zeuthener Beteiligung getagt.

Das CRB (Computing Review Board), ebenfalls im Vorjahr geschaffen, diskutiert die Rahmenbedingungen für die Datenverarbeitung bei DESY und gibt Empfehlungen an das Direktorium zur Durchführung von DESY-relevanten und DESY-weiten IT-Projekten.

Im Berichtsjahr wurde eine Reihe von Sitzungen zur Aufnahme eines Windows 2000 Migrationsprojektes abgehalten. Im Auftrage des Direktoriums wurde unter Federführung von PR ein Konzept für ein DESY-weit zuständiges und gemeinsam von den Gruppen

PR und IT betriebenes Web-Office erarbeitet, das dem Auftraggeber derzeit zur Entscheidung vorliegt.

## Unix

Im Unix-Bereich setzten sich die in den Vorjahren begonnenen Entwicklungen fort. Als Hauptplattform für das wissenschaftliche Rechnen im Bereich der Server und Workstations wächst die Zahl der Linux-PCs weiter mit hoher Rate. Das zentrale Dienstangebot von IT wird weiterhin in erster Linie auf Solaris-Systemen bereitgestellt, wobei das Hauptaugenmerk auf Stabilität und Wartbarkeit der Plattform und auf Verfügbarkeit der Dienste liegt.

Wo es vertretbar und sinnvoll ist, haben erste Linux-PCs auch in den Bereich zentraler Server Einzug gehalten, zum Beispiel für den WWW-Proxy und den Basiationshost. Auf dem Rückzug sind Server unter IRIX, HP-UX und AIX, deren Einsatz sich zunehmend auf begründbare Nischen beschränkt.

Die Konzentration auf zwei Kernplattformen erleichtert die Arbeit innerhalb der Systemgruppe und ist vor dem Hintergrund der noch immer stark steigenden Anzahl der zu betreuenden Rechner unabdingbar. Die Gesamtzahl der von IT installierten und gewarteten Unix- und Linux-Systeme lag zum Ende des Berichtszeitraumes bei 1150.

Ein Schwerpunktprojekt des Jahres 2001 war eine konzeptionelle Neuordnung und erhebliche Erweiterung der zentralen AFS-Fileserver. Umfangreiche Untersuchungen von geeignet scheinenden Fiber-Channel RAID-Systemen führten zum Jahresende zur Beschaffung einer skalierbaren SAN-Lösung aus sechs SUN-Fire 280 Servern mit einem LSILogic Storage Array mit 1.5 Terabyte Kapazität, die den Fileservice für Heimat-

und Gruppenverzeichnisse wie für die Anwendungsbereitstellung auf allen Unix-Plattformen für die kommenden Jahre sichern soll.

Die unter AIX und IRIX betriebenen kleinen AFS-Server der ersten Generation wurden außer Dienst gestellt. Zusammen mit dem Upgrade des Vorjahres stehen damit 2.5 Terabyte RAID-Kapazität in einer homogenen Solaris Server-Umgebung für AFS-Verzeichnisse zur Verfügung.

## Linux

Die Zahl der Linux-Workstations ist im Jahr 2001 erneut stark angestiegen, von 300 am Jahresanfang auf über 500 im Dezember. Die Basishardware der Linux-Workstation ist der DESY Standard-PC mit seinen optionalen Erweiterungen. Als Ergebnis des Linux-Projektes können aber praktisch alle PCs mit dem von IT angebotenen DESY Linux installiert werden (Abb. 151). Einschränkungen in der Auswahl der Hardware sind durch die Flexibilisierung des Installationsschemas weitgehend entfallen. Ausnahmen bilden die Netzwerk- und Grafikkarten, von denen nur eine Auswahl an Modellen vom Standardsystem unterstützt wird. Das manuelle Konfigurieren fast beliebiger Grafikkarten ist aber möglich, wenn es die Anwendung erfordert. Die Ausstattung der Workstations mit Soundkarten ist inzwischen der Regelfall, Peripheriegeräte wie CD-Brenner und Scanner finden zunehmend Verbreitung und erfordern besondere Aufmerksamkeit bei der Systemkonfiguration.

Im Serverbereich zeigt sich ein erfreulicher Trend zur Verwendung standardisierter Komponenten. Basis ist hier eine in Zusammenarbeit mit CERN entwickelte Klasse von Systemen mit redundanten Netzteilen, ausreichend dimensionierter Belüftung und redundanten preiswerten IDE-Festplattenarrays an RAID-Controllern, die bei DESY den Namen DELFI (für DEsy Linux Fileserver) trägt.

Der eigentliche Fileserver (DELFI-3) ist ein System mit bis zu 22 IDE-Festplatten in einem entsprechend dimensionierten Gehäuse mit einer Netto-Kapazität von bis zu 2 Terabyte Plattenplatz, auf die der Zugriff über NFS, RFIO oder seit kurzem über das DiskCache-Protokoll erfolgt. Bei Anbindung über ein Gigabit-



Abbildung 151: PC-Farm.

Netzwerk sind via NFS ohne spezielles Tuning Übertragungsraten von 35 MB/s gemessen worden. Diese Server sind kapazitätsorientiert und realisieren Plattenspeicher im Netzwerk für deutlich unter einem Cent pro Megabyte.

Daneben hat sich eine 19-Zoll-Rackmount Variante DELFI-1 mit maximal acht IDE-Festplatten an einem RAID-Controller in erheblicher Stückzahl durchgesetzt. Sie wird benutzt als kleiner, performanceorientierter Fileserver mit etwa 600 GB Kapazität, oder in reduzierter Plattenausstattung als Workgroup- oder CPU-Server mit lokalem Plattenplatz. Durch die stark gefallen Preise für große IDE-Festplatten sind trotz der Mehrkosten für den RAID-Controller und die Spiegelung der Systemplatten diese Server ab 100 GB Plattenkapazität aufwärts preisgünstiger als entsprechende nicht redundante SCSI-Systeme.

Das Produktionssystem für Workstations und Server war während des gesamten Berichtszeitraumes DESY Linux 3 auf der Basis von SuSE 6.3. Die Migration auf DESY Linux 4 (SuSE 7.2) hat zum Jahresende begonnen. Es zeigt sich, dass Linux als Betriebssystem inzwischen so ausgereift ist, dass die Migrationszyklen nach Jahren gemessen werden. Allerdings ist mit der zunehmenden Breite der Hardwareplattformen vom Notebook bis zum Terabyte-Fileserver auch der Aufwand für die Bereitstellung und Zertifizierung eines neuen Linux-Systems erheblich angewachsen.

Als Problem erweist sich immer wieder die schnelle und nicht transparente Entwicklung des PC-Hardwaremarktes. So musste mehrfach auf Änderungen an Chipsätzen der Netzwerk-, Sound- und Grafikkarten reagiert werden, ebenso auf die Einstellung der Fertigung der bis dahin einzigen unterstützten Gigabit-Netzwerkkarte und auf neue Versionen der RAID-Controller in den DELFI-Servern. Die dann kurzfristig erforderlichen Anpassungen der Linux-Kernel und Systemkonfigurationen machten einen erheblichen Teil der im Berichtsjahr geleisteten Arbeit aus.

## Windows

Auch in diesem Jahr ist WindowsNT die zahlenmäßig stärkste Rechnerplattform bei DESY. Anders als bei den Unix-Systemen ist hier der Anteil der strukturgebenden Server im Rechenzentrum klein gegen die Zahl der auf dem Gelände verteilten Systeme. Während im wissenschaftlichen Bereich Linux-Workstations dominieren, findet Windows Anwendung vor allem in den Maschinenkontrollen sowie in Verwaltungs-, Sekretariats-, CAD- und technischen Anwendungen.

Die Zahl der täglich am Domain-Controller angemeldeten Rechner stieg im Berichtszeitraum von 1500 auf 1700, die Zahl der täglich aktiv arbeitenden Windows-Benutzer bei DESY betrug am Jahresende etwa 1200.

Das Produktionssystem war im Berichtsjahr unverändert WindowsNT 4.0, das in einer Single Domain über beide Standorte DESY Hamburg und DESY Zeuthen betrieben wird. Ein Aufgabenschwerpunkt im Berichtsjahr war die Migration des Exchange-Servers auf eine neue Hardwareplattform, da der Message Store des im Vorjahr eingeführten Systems an seine Kapazitätsgrenze geriet. Der neue Server erweitert den Plattenspeicher von 20 auf 100 GB.

Die Planungen für eine plattformübergreifende User Registry und die Fortentwicklung des Web Based Domain Management WBDM gerieten durch Mitarbeiterfluktuation innerhalb der NT-Projektgruppe im Frühjahr ins Stocken und konnten erst zum Jahresende wieder intensiviert werden.

Mit der zunehmenden Verbreitung von Notebooks bei DESY wächst der Wunsch der Anwender nach einer

zentralen Unterstützung bei Installation, Konfiguration und Softwareversorgung. Ein Konzept für die zentrale Unterstützung von Notebooks existierte im Berichtsjahr nicht, so dass deren Verwendung erhebliche Mehrarbeit für die Gruppenadministratoren und Anwender verursachte.

Das seit dem Vorjahr in Planung befindliche Windows2000 Migrationsprojekt wurde im Mai vom CRB befürwortet, damit verbunden war der Wunsch nach einer organisatorischen Neuordnung der Windows-Unterstützung bei DESY mit stärkerer Anbindung an IT. Diese wurde im August durch das Direktorium beschlossen, und nach eingehender Verhandlung der beteiligten Gruppen wurde ab November mit der Umsetzung begonnen. In deren Verlauf übernimmt IT zunächst alle verbliebenen betrieblichen Aufgaben innerhalb der NT-Domäne von der WindowsNT-Projektgruppe, die sich damit auflöst. Federführend für Betrieb und Weiterentwicklung von WindowsNT ist künftig die Fachgruppe IT Systeme.

Parallel zur Aufgabenübergabe wird die Besetzung zusätzlicher Stellen für das Windows2000 Projekt betrieben, das im Berichtsjahr noch nicht begonnen werden konnte. Wichtig ist die integrative Behandlung der Windows- und Unix-Plattformen.

## Data Management

Bedingt durch den HERA-Umbau wuchs der Physikdatenbestand im Berichtsjahr weniger stark als in den Vorjahren. Die erhöhte Luminosität von HERA ebenso wie neue Aktivitäten in den Bereichen TESLA/TTF und HASYLAB werden in den Folgejahren die Datenrate wesentlich erhöhen. Erwartet wird ein jährlicher Zuwachs der im Zugriff zu haltenden Daten um etwa 100 Terabyte.

Im Vorgriff auf die Wiederaufnahme des HERA-Betriebes wurden darum zum Jahresende zwei weitere StorageTek Silos mit zehn Laufwerken des Typs STK 9940 in Betrieb genommen (Abb. 152). Die Robotkapazität im Rechenzentrum wird damit auf über 1 PB erhöht.

Zur Verbesserung des Durchsatzes und der Redundanz beim Zugriff auf die neuen Fiber-Channel-Laufwerke





Abbildung 152: Robot während der Installation.

wurde als Tape-Server eine SGI Origin 3400 beschafft und installiert. Die bereits installierten SCSI-Bandlaufwerke werden weiterhin über die SGI Origin 2000 bedient.

Das DiskCache-Projekt, eine Kooperation von DESY und FNAL, schreitet nach Plan voran. Im Berichtsjahr wird es von allen HERA-Experimenten parallel zu deren bisherigen Datenzugriffsprotokollen getestet und eingesetzt. Der vom DiskCache bediente Festplattenpool, überwiegend auf DELFI-Servern der Experimente, ist zum Jahresende auf über 5 Terabyte angewachsen. Das DiskCache Protokoll hat Eingang ebenso in die Experiment-eigenen Zugriffsbibliotheken wie in kommende Versionen des vom CERN entwickelten Analysepaketes ROOT gefunden. Der Kooperationspartner FNAL setzt den DiskCache in mehreren produktionsnahen Anwendungen ein.

Das zentrale Datensicherungssystem TSM wurde mit moderaten Erweiterungen des Servers an das wachsende Datenvolumen angepasst. Arbeitsschwerpunkt war die Umstellung der meisten Klienten von der Vorgängerversion ADSM nach TSM. Allnächtlich werden im inkrementellen Backup von 173 Klienten auf 17 Plattformen im Mittel 400 000 Dateien mit einem Gesamtvolumen von über 100 GB gesichert. Der gesamte vom Backup abgedeckte Filespace umfasst 20 Terabyte in 1500 Dateisystemen. Der Datenbestand im Archiv wuchs im Berichtsjahr auf 40 Millionen Dateien mit einem Gesamtvolumen von etwa 11 Terabyte.

## Datennetze

Wie in den vergangenen Jahren wurde die Migration des DESY LANs (Local Area Network) auf ein geschichtetes Datennetzwerk mit 10/100 MBit/s Anbindung zu den einzelnen Bürorechnern konsequent weitergeführt. Dabei wurden insbesondere die Gebäude 55, 3 und 30b sowie die Experimentierhallen HERA-Nord und HERA-Süd mit der neuen Infrastruktur ausgestattet bzw. an die neue Infrastruktur angeschlossen.

Im Zuge dieses Ausbaus wurden die Anzahl der im „neuen“ Datennetz zur Verfügung stehenden 10/100 Ports von 3568 auf 4963 (+39%) und die Zahl der Gigabit-Ports von 168 auf 223 (+33%) erhöht. Damit sind mit Ausnahme der Gebäude 30, 55a sowie des Geländes der Universitätsinstitute alle großen Bürogebäude mit der neuen Infrastruktur ausgerüstet.

Die bereits im Jahr 2000 im Bereich des HASYLAB erfolgreich eingesetzte Technologie der dynamischen Virtuellen LANs (dVLANs) wurde im Februar des Berichtsjahres im gesamten neuen Netzwerk zur Verfügung gestellt und hat sich als sehr erfolgreich erwiesen. Neben einer erheblichen Reduktion des administrativen Aufwands auf Seiten der Netzwerkadministratoren wurde eine bisher nicht vorhandene Mobilität der Arbeitsplätze ermöglicht, beispielsweise der problemlose Betrieb eines Laptops sowohl im Büro als auch in einem beliebigen Seminarraum ohne jegliche Umkonfiguration des Gerätes oder anderen administrativen Aufwand. Mit der Bereitstellung dieser Technologie auf dem gesamten DESY-Gelände war es möglich, weitläufig das Konzept eines Gästernetzwerks zu realisieren, so dass nunmehr die Möglichkeit besteht, sich als



Gast am DESY beispielsweise mit einem Laptop ohne Registrierung oder ähnlichen administrativen Aufwand an das Datennetzwerk anzuschließen. Da es sich um ein nicht registriertes Gerät handelt, wird automatisch das Gästernetzwerk zugewiesen, die IP-Adresse über DHCP konfiguriert und somit volle Internetkonnektivität hergestellt. Aus Sicherheitsgründen ist das allgemeine DESY Datennetzwerk gegen das Gästernetzwerk über die DESY Firewall abgesichert.

Im Zuge der Bereitstellung einfacher, moderner und mobiler Datennetzzugänge wurde im Berichtsjahr die Wireless LAN Technologie (WLAN) intensiv untersucht, eine Herstellerwahl getroffen, ein Betriebsmodell entwickelt und die Beschaffung der benötigten Netzwerkkomponenten eingeleitet. Damit kann mit einer Inbetriebnahme dieser Technologie im ersten Quartal 2002 zügig vorangeschritten werden. Ein weiterer wesentlicher Entwicklungsschritt war die Einführung einer Managementsoftware für die Verwaltung des DESY IP Adressraums (QIP von Lucent Technologies). Mit der Einführung dieses Werkzeugs und der damit verbundenen Migration der DNS-Server auf neuere Versionen wurde der Boden für zukünftige Entwicklungen und Unterstützungen wie beispielsweise DHCP oder dynamische DNS Updates, wie sie innerhalb einer Windows 2000 Umgebung zum Einsatz kommen, bereitet.

Im Rahmen der klassischen Telefonie sowie des Mobilfunks wurden die Ausfallsicherheit der Telefonanlage durch den Einsatz redundanter Baugruppen erhöht und die Mobilfunkversorgung in den Experimentierhallen und im HERA-Tunnel durch Installation weiterer Repeater und Schlitzantennen deutlich verbessert bzw. überhaupt erst ermöglicht.

Im Zuge der Bereitstellung der H.323 Unterstützung innerhalb der DESY Firewall und einer Aufrüstung der Videokonferenzanlagen wurden IP basierende Videokonferenzdienste erfolgreich und produktiv eingeführt.

## Betrieb

Im Rechenzentrum war das Jahr 2001 von Vorbereitungen auf den Betrieb von HERA nach dem Luminositäts-Upgrade bestimmt. Die erhöhten Anforderungen an Datenmengen und Rechenleistung ab dem Jahre 2002

verlangten nach einer Erweiterung der Magnetband-Libraries und -Laufwerke, um den erhöhten Anforderungen gerecht werden zu können.

Im Bereich der Auswertekapazität wurden die Rekonstruktions- und Analysekapazitäten der Kollaborationen erheblich erweitert. Das neue Aufstellkonzept hat es erlaubt, die erheblich erweiterten Farmen für Rekonstruktion und Analyse innerhalb des vorgesehenen Platzes unterzubringen und auf eine Erweiterung des Rechenzentrums zu verzichten.

Die Nachfrage nach Farbdruckern war im Jahre 2001 erheblich gestiegen und führte vor allem bei Ausfall einzelner Geräte zu Engpässen. Daher wurden Anzahl und Leistungsfähigkeit der bereitgestellten Drucker erheblich erweitert. Die neuen Drucker arbeiten wesentlich günstiger im Verbrauch, so dass die Verbesserungen ohne wesentliche Kostensteigerung erreicht werden konnten.

Weitere Maßnahmen fanden vor allem im Infrastrukturbereich statt. Die Sicherheit der Stromversorgung wurde durch eine zweite, unabhängige Einspeisung aus dem Netz verbessert, so dass zukünftig auch längere Störungen überbrückt werden können. Durch Einbau einer neuen Brandmeldeanlage ist jetzt auch bei ungünstigen Luftströmungen im Rechenzentrum eine frühzeitige Branderkennung sichergestellt.

Die Zuverlässigkeit der angebotenen Dienste des Rechenzentrums konnte im vergangenen Jahr erheblich gesteigert werden. Nachdem im Vorjahr 97 Störungen außerhalb der Anwesenheitszeiten des Operating aufgetreten waren, ging die Anzahl im Berichtsjahr auf 43 Fälle zurück.

## Benutzerservice

Den Schwerpunkt der Arbeiten in der IT-Fachgruppe Benutzerservice bildete im Jahr 2001 die weitere Konsolidierung der beiden Hauptarbeitsfelder Benutzerunterstützung und Softwarebereitstellung.

Die Benutzerunterstützung erfolgt schwerpunktmäßig durch das User Consulting Office (UCO) als Ansprechpartner in allen IT-relevanten Fragen. Dazu erforderte

und erfordert das sehr komplexe und heterogene IT-Umfeld bei DESY mit den vielen auch zentral bereitgestellten Diensten und Anwendungen die ständige Bereitschaft zur Weiterbildung sowie zur Kommunikation mit Anwendern aus verschiedenen Gruppen sowie mit den EDV-Dienstleistern selbst. Um hier noch bessere Hilfe bieten zu können, ist ein Projekt zum Thema „EDV-HelpDesk“ in der Vorbereitungsphase. Als vorbereitende Maßnahme dazu wurden vorab die Erreichbarkeit des UCOs ausgeweitet auf den Zeitraum von 7 bis 20 Uhr (telefonische Problemannahme) und ein einheitlicher Zugang geschaffen (Tel. 5005, Email uco@desy.de).

Des Weiteren wurden umfangreiche Schulungsmaßnahmen, teils unter Mitwirkung externer Vortragender, im Unix und Windows-Umfeld durchgeführt. Sie erstreckten sich von Office-Anwendungen über Datenbanken und Programmiersprachen bis hin zu Geant4.

Im Bereich der Softwarebereitstellung unter Windows war eine weitere Migration des Softwareverteilungs-

mechanismus (NetInstall) für Windows NT notwendig, um den Erfordernissen hinsichtlich der Installation aktueller Programme gerecht zu werden. Darauf basierend wurde das per NetInstall zur Verfügung stehende Software-Angebot für Windows-NT-Rechner auf einen aktuellen Stand gebracht.

Mit Ende des Jahres 2001 stehen neue Aufgaben an: Eine davon ist die Unterstützung der bei DESY immer mehr genutzten Notebooks mit zentral bereitgestellter Software. Eine weitere Herausforderung ist die Umstellung der Software-Bereitstellung auf den Windows-Arbeitsplatzrechnern: Hier steht die Ablösung des bei DESY bislang hauptsächlich eingesetzten Windows NT 4.0 durch das Betriebssystem Windows XP bevor.

## IT-Ausbildung

DESY bildet seit diesem Jahr auch im IT-Bereich aus (siehe Kapitel Ausbildung, Seite 255).

# Informationsmanagement, Prozesse und Projekte (IPP)

Die Gruppe Informationsmanagement, Prozesse und Projekte (IPP) ist für die Schaffung eines Integrierten Informationsmanagements verantwortlich, um dadurch die Kommunikation und Koordination von Großprojekten zu unterstützen.

Informationsmanagement unterstützt vor allem die Erfassung und Verteilung von Dokumenten und Informationen und hilft den Anwendern bei deren Recherche. Für erfolgreiches Informationsmanagement ist es notwendig, dass bei der Einführung neuer DV-Technologien zuvor eine organisatorische Analyse und Abstimmung des Arbeitsumfelds vorgenommen wird.

Die Arbeitsschwerpunkte der Gruppe beinhalten daher gleichermaßen technische wie methodische und organisatorische Aufgabenstellungen. Ebenfalls im Verantwortungsbereich der Gruppe IPP liegt die zentrale Unterstützung der mechanischen CAD-Systeme, die als wesentliches Werkzeug für den Anlagenbau besonders in das Informationsmanagement eingebettet sind.

## Informationsmanagement

Die Schaffung eines Integrierten Informationsmanagements wurde im Berichtszeitraum vor allem durch die Freischaltung des Engineering Data Management Systems (EDMS) und die Entwicklung des Asset Management Systems (AMS) bis zur Einsatzbereitschaft vorangebracht.

In diesem Rahmen wurden verschiedene Arbeitsabläufe in Abstimmung mit den Projektbeteiligten neu definiert mit dem Ziel, Verbesserungen in der Zusammenarbeit verschiedener Gruppen zu erreichen. Das Integrierte Informationsmanagement, wie es am DESY aufgebaut werden soll, unterstützt die verschiedenen Aufgabengebiete, die bei der Durchführung eines Beschleunigerprojekts entstehen.

Die verschiedenen Aufgabengebiete werden durch spezielle Werkzeuge unterstützt, im Wesentlichen

- ein Engineering Data Management System (EDMS) für die Unterstützung der Anlagenkonstruktion und -entwicklung, das gleichzeitig als Dokumentenmanagementsystem verwendet wird,
- ein Asset Management System (AMS) für die Unterstützung von Gerätefertigung, -betrieb und -bewirtschaftung,
- ein Geographisches Informationssystem und Facility Management System (GIS/FMS), welches die Installation und den Betrieb gesamter Anlagen unterstützt,
- ein Projektmanagement-System, das die Steuerung des Projekts unterstützt,
- eine betriebswirtschaftliche Software (SAP R/3), in der die gesamte kaufmännische Komponente eines Projekts abgewickelt wird.

Die an sich unabhängigen Informationssysteme sollen hierfür in der Datenbasis, den Geschäftsprozessen und der Anwenderoberfläche so miteinander verbunden werden, dass sie einem informationssuchenden Anwender wie ein durchgängiges System erscheinen.

Im Einzelnen wurden im Berichtsjahr in den verschiedenen Bereichen die folgenden Aktivitäten durchgeführt:

## Einführung eines EDMS bei DESY

EDMS ist der methodische Ansatz, mit Werkzeugen der Datenverarbeitung unternehmensweit den Produktentwicklungsprozess durch ein intelligentes Informationsmanagement zu unterstützen. Ein EDMS organisiert alle zu einem Produkt gehörenden Daten und alle zum

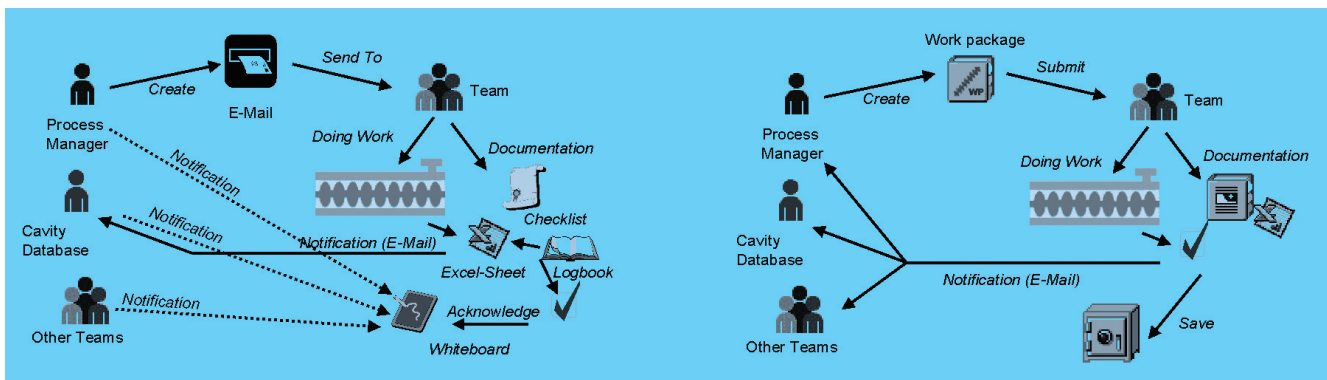


Abbildung 153: Cavity-Präparationsprozess vor (links) und nach (rechts) der EDMS Einführung.

Entwicklungsprozess gehörenden Arbeitsabläufe, indem es allen an der Produktentwicklung beteiligten Mitarbeitern den Zugriff auf aktuelle gültige Dokumente ermöglicht, sie bei bestimmten Ereignissen informiert und sich wiederholende Abläufe automatisiert.

DESY führt ein EDMS zur Verbesserung der Entwicklungsprozesse von Beschleuniger- und Experimentieranlagen ein. Die Einführung wird von einem Team durchgeführt, das aus DESY Mitarbeitern und aus Beratern und Entwicklern von zwei externen Firmen besteht. Im Jahre 2001 wurde EDMS erfolgreich für zwei Anwendungsbereiche eingeführt:

- Bei der Präparation der supraleitenden Cavities für den TTF2-Beschleuniger koordiniert das EDMS den Qualitätssicherungsprozess und archiviert alle im Laufe der Tätigkeiten anfallenden Dokumente,
- bei der Erstellung der Planfeststellungsunterlagen für TESLA wird das EDMS als zentrales Dokumentenarchiv genutzt.

Zu Jahresbeginn wurde mit der Einführung eines Pilotsystems begonnen, die im Herbst erfolgreich abgeschlossen werden konnte. Im Rahmen des Pilot-systems wurde zunächst ein Workflow-basiertes Dokumentenmanagement für die Präparation der supraleitenden Cavities entwickelt und mit ausgewählten Anwendern verifiziert. Hier liefert das EDMS einen Freigabeprozess, wie er für Dokumente aus Entwicklungsprozessen üblich ist (gezeichnet, geprüft, freigegeben), und steuert die Arbeitsabläufe der Cavity-Präparation durch deren elektronische Dokumentation

und indem es zum Beispiel Beteiligte per E-Mail über die nächsten durchzuführenden Prozesse informiert.

Abbildung 153 zeigt die Arbeitsabläufe der Cavity-Präparation vor und nach der Einführung des EDMS. Kommunikation, die zuvor über Logbücher, Tafeln und gemeinsame Dateien geführt wurde, wird nun über Arbeitspakete, die zielgerichtet elektronisch zugestellt werden, koordiniert. Die gesamte Dokumentation ist plattform-übergreifend verfügbar. Die Arbeitsabläufe wurden gemeinsam mit den Anwendern entwickelt und dann ins System implementiert. Anschließend wurden die Anwender auf die neuen systemgestützten Abläufe geschult. Für den laufenden Betrieb wurde eine Hotline eingerichtet.

In einem zweiten Schritt wurde die Machbarkeit von Teilemanagement mit einer tiefen Einbindung in das bei DESY verwendete 3D Modellierungswerkzeug I-DEAS demonstriert. Eine wesentliche Aufgabe hierfür war die Entwicklung und Abstimmung einer einheitlichen Struktur für den TTF2-Beschleuniger, die die verschiedenen Sichtweisen der Beteiligten berücksichtigt und die in den EDM- und CAD-Systemen als Organisations- und Navigationsstruktur hinterlegt werden kann.

Im Oktober 2001 wurde das Pilotprojekt erfolgreich beendet und das System in den Produktivbetrieb überführt, wofür eine Campuslizenz des Systems beschafft wurde. Am Ende des Jahres wurde das System von etwa 80 Anwendern benutzt, und es wurden etwa 1200 Dokumente vom System verwaltet.



## Einführung eines IT AMS

Der Begriff Asset Management umfasst die Aufgaben des Betriebs und der Verwaltung der strategischen, technischen und Informations-Infrastruktur. Asset Management Systeme (AMS) können alle hierfür wichtigen Informationen und Abläufe organisieren, indem sie Ressourcenbestände verfolgen und analysieren, Routineabläufe wie beispielsweise Wartung, Reparaturen oder Umbauten dokumentieren und steuern, technische Detailinformationen über den Gerätepark bereit halten und Vollkostenrechnung ermöglichen.

DESY führt ein AMS zunächst für die Betreuung der IT-Geräte ein, um damit die Software-Lizenzabrechnung durchzuführen, eine übergreifende zentrale Informationsbasis über die genutzten Rechner- und Softwareprodukte zu erhalten und die Beschaffung von Standardgeräten zu verbessern. Es ist geplant, das AMS anschließend in anderen Bereichen für die Betreuung und Dokumentation von technischen Anlagen zu erproben.

Im Berichtsjahr wurde ein kommerzielles Asset Management System erworben und eine Pilotinstallation vorbereitet, die zum Jahreswechsel betriebsbereit war. Hierfür wurden mehrere verteilte Betriebsdatenbanken in eine zentrale Datenbasis überführt und die vorhandenen Datenbestände bereinigt. Weiter wurden Automatismen für die Erfassung und Auswertung der am DESY genutzten Hard- und Softwareprodukte eingeführt und der Beschaffungsprozess von Standard-EDV-Geräten als teilautomatisierter Ablauf im System hinterlegt. Die Information kann über Intranet abgerufen werden

## Einführung eines GIS/FMS

Facility Management- und Geographische Informationssysteme (GIS/FMS) sind Technologien, mit denen die Bewirtschaftung von Gebäuden und Liegenschaften unterstützt wird. Der Aufgabenbereich beinhaltet zum Beispiel das Flächenmanagement, die Gebäudeerstellung, die Kartenerstellung und die Betreuung und Verwaltung der technischen Gebäudeausstattung und der Gebäudenutzung.

DESY führt ein GIS/FMS ein zur Planung und Koordination der Baumaßnahmen für künftige Großprojekte, wobei gleichzeitig die Systempotentiale für die

Betreuung der vorhandenen Anlagen genutzt werden sollen. Im Berichtsjahr wurde ein Grobkonzept für ein GIS/FMS am DESY erstellt und eine Marktstudie mit anschließenden ausführlichen Systemtests durchgeführt.

## CAD-Support

In der Gruppe IPP ist der zentrale CAD-Support für DESY angesiedelt, der CAD-Anwender aller Gruppen betreut. Die Hauptaufgaben liegen im Betrieb einer Hotline, über die Anwender Unterstützung anfordern können, und in der nachgeschalteten Lösung von technischen oder Applikationsproblemen.

Der Applikationssupport wurde im Berichtsjahr neu aufgenommen, daran gekoppelt wurde ab September 2001 ein umfangreiches Programm für interne Schulungen für 3D-Modellierung, aufgesetzt mit dem Ziel, Systemeinsatz und Arbeitsweisen besser aufeinander abzustimmen und Synergieeffekte zwischen den verschiedenen Anwendergruppen zu erzielen.

Am DESY werden die CAD-Systeme I-DEAS für die 3D-Modellierung und AutoCAD für 2D-Zeichnen unterstützt, ergänzt um Applikationen für den Datenaustausch, Normteile-Bibliotheken und andere Werkzeuge. Abbildung 154 zeigt die zentrale I-DEAS Installation am DESY.

## Weiterentwicklung der zentralen CAD Installationen

Die vorhandene Systemlandschaft wird im Rahmen von Projekten ständig aktualisiert. Im Berichtsjahr wurden der zentrale CAD-Datenserver ausgebaut, eine neue High-End Plattform für Anwender eingeführt und die Softwareversionen aktualisiert.

Der verfügbare Plattenplatz des CAD-Datenservers musste im Berichtsjahr erweitert werden, und die Freischaltung des EDMS machte die Einführung eines eigenen Datenservers notwendig. Beide Server wurden zu einem Cluster zusammengezogen, wodurch eine höhere Redundanz und damit eine bessere Ausfallsicherheit und Leistungsfähigkeit erreicht wurden.

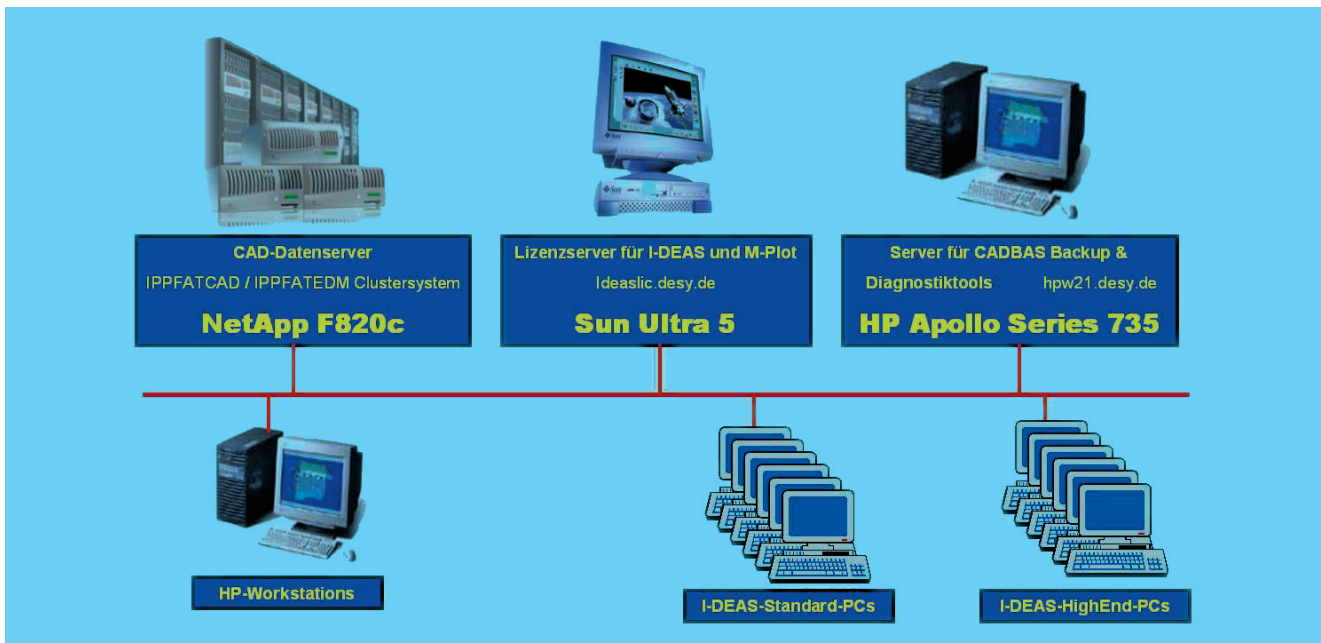


Abbildung 154: Zentrale 3D-CAD-Installation am DESY.

Vier marktübliche und vom CAD-Systemhersteller freigegebene Hochleistungs-PCs wurden in einem Systemtest auf ihre Eignung für einen Einsatz bei DESY geprüft. Die Tests umfassten die Überprüfung der technischen Leistungsfähigkeit der Geräte und das Verhalten der CAD-Anwendung auf den Geräten mit dem Ziel, die vorhandenen Unix-Workstations durch günstigere PCs zu ersetzen. Der Testsieger erreichte eine etwa 30% bessere Leistung als die vorhandenen Workstations und wurde daraufhin als reguläre CAD-Plattform aufgenommen.

Für die 3D-CAD-Software wurde im Berichtsjahr eine neue Version mit Neuerungen vor allem in der Ableitung von Zeichnungen ausgeliefert, die am DESY eingespielt wurde. Vor der Freigabe wurde die Version am DESY in einer Testumgebung ausführlich erprobt. Hierbei entstand eine erhebliche Belastung dadurch, dass der Systemhersteller zweimal eine Softwareversion mit schwerwiegenden Defekten auslieferte, wodurch einige Arbeiten mehrfach durchgeführt werden mussten.

Besonders bewährt hat sich in diesem Zusammenhang der strikt definierte Prozess für die Freigabe neuer Sys-

temversionen, da durch ihn die Softwaredefekte im Produktivsystem vermieden werden konnten. Für das 2D-CAD-System wurde die aktuelle vom Hersteller freigegebene Softwareversion nach demselben Verfahren ohne Probleme eingespielt.

## Prozessentwicklung im CAD-Support

Die Prozessdefinitionen im CAD-Support wurden im Berichtsjahr überarbeitet und ergänzt. Der Prozess für die Freigabe neuer Softwareversionen wurde nach mehreren Durchläufen organisatorisch gestrafft, und es wurde eine Standard-Dokumentation definiert. Die Prozesse für die Anwenderbetreuung wurden um die neue interne Applikationsunterstützung ergänzt.

Die wichtige Rolle der Gruppenadministratoren, die in der Soforthilfe vor Ort und bei der Kommunikation zwischen Anwendern und zentralem Support als Wissens-träger wesentliche Aufgaben haben, wurde deutlicher definiert. An der Hotline wurde mit Unterstützung der Gruppe IT ein System für die interne Verfolgung, Bearbeitung und Dokumentation von Anfragen eingeführt.

# Sicherheit

Die Neugliederung im Bereich der Sicherheit wurde im Berichtsjahr konsolidiert. Die organisatorische Aufteilung in Stabsstelle und Technische Sicherheit erforderte eine sorgfältige Festlegung der Zuständigkeiten und der Schnittstelle zwischen den Aufgabenbereichen.

- Die Stabsstelle Sicherheit und Umweltschutz (D5) ist für alle Fragen der Unfallverhütung sowie des Gesundheits- und Umweltschutzes zuständig. Sie deckt als Hauptaufgabengebiet die klassischen Tätigkeitsfelder des Arbeitsschutzes ab.
- Das Gebiet der technischen Sicherheit mit der gesamten Alarm- und Störmeldetechnik wird abgedeckt durch die Servicegruppe Technische Sicherheit (ZTS), die auch den Unfallhilfs- und Rettungsdienst auf dem Gelände, die Brandvorsorge und Brandbekämpfung sowie den technischen Service einschließlich regelmäßiger Kontrollgänge gewährleistet.

Der Objektschutz und die Pfortnerei, das heißt die Geländebewachung, liegen bei der Verwaltung (V1).

## Sicherheit und Umweltschutz

Wichtige Aufgaben der Stabsstelle Sicherheit und Umweltschutz (D5) sind:

- Die Beratung der Mitarbeiter aller Ebenen sowie der Gäste über Arbeitsschutzmaßnahmen und -bestimmungen,
- Informationsveranstaltungen und Sicherheitsbelehren zum Unfallschutz,
- Organisation von Erste-Hilfe-Kursen, Löschübungen und technischen Ausbildungs- und Trainingsgängen.

Im Berichtsjahr lag der Schwerpunkt auf der Schulung von Kranfahrern sowie Informationsrunden zur EU-Maschinenrichtlinie, insbesondere Gerätezertifizierung und neue Druckgeräte richtlinie.

Zu den Aufgaben der Stabsstelle gehört außerdem die Führung des Zentralregisters aller prüfpflichtigen Einrichtungen bei DESY. Dies erfolgt in Zusammenarbeit mit dem TÜV.

Einen weiteren Schwerpunkt in der Tätigkeit der Stabsstelle Sicherheit bildet die Organisation der Entsorgung und Verwertung von Betriebsabfällen, wie Altgeräten und Schrott. Die zentrale Erfassung und Dokumentation dieser Vorgänge entsprechend Kreislaufwirtschaft- und Abfallgesetz wurde in D5 zusammengefasst.

Im Berichtsjahr waren neben der sicherheitstechnischen Begleitung der langen Wartungs- und Umbauphase bei HERA wieder HASYLAB und TTF wichtige „Kunden“ der Sicherheitsgruppe. Bei der TESLA-Planung ist die Stabsstelle an der Arbeitsgruppe Tunnelsicherheit beteiligt. An das wieder aufgenommene Begehungsprogramm wurde die Gefährdungsbeurteilung der Arbeitsplätze in Werkstätten, Labors und Experimentierhallen angekoppelt.

Als weitere dringende Aufgabe treibt die Stabsstelle die Herausgabe einer englischen Version der DESY-Sicherheitsvorschriften voran und arbeitet an der Klärung aller Fakten zur Erstellung eines Kapitels Gerätesicherheit zu diesen Vorschriften.

## Unfallbericht

Der lange Shutdown hat sich auch in den Unfallzahlen widerspiegelt. Die Gesamtzahl der Unfälle hat sich von 24 auf 26 erhöht (Abb. 155). Im Betrieb hat sich die Zahl um drei Unfälle auf 22 erhöht. Die Wegeunfälle sind mit drei gleichgeblieben und die Unfälle

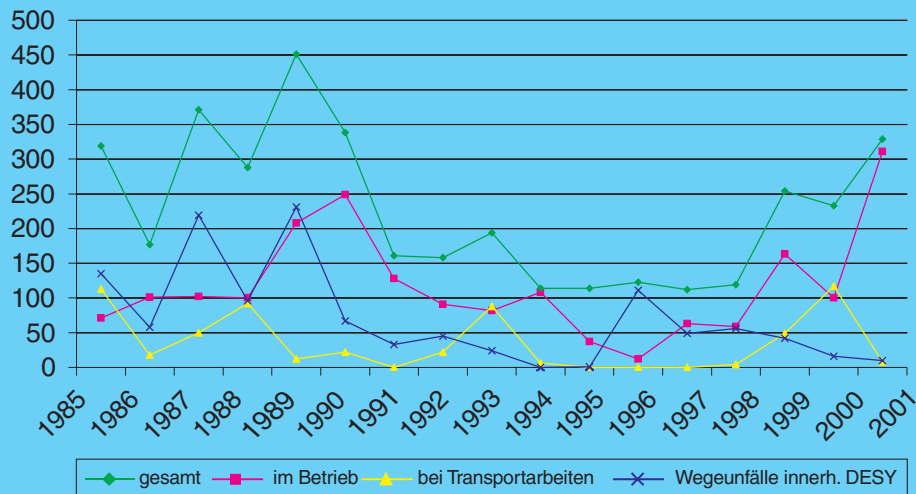


Abbildung 155: Entwicklung der Ausfalltage.

bei Transportarbeiten haben sich auf einen halbiert. Die Zahl der Ausfalltage hat sich erhöht, besonders durch drei Sturz-Unfälle. Ein Leitersturz verursachte 100, ein Sturz im Arbeitsablauf 49 und ein Treppensturz 21 Ausfalltage. Ein unverschuldeter Autounfall auf dem DESY-Gelände verursachte 57 Ausfalltage.

## Abfallbericht

Das Kreislaufwirtschafts- und Abfallgesetz fordert die Vermeidung von Abfällen als Grundsatzanforderung und das Rückführen von Wertstoffen in den Stoffkreislauf. Die Gesamtmenge an besonders überwachungsbedürftigen Abfällen (Sonderabfällen) lag im Jahr 2001 bei etwa 195 t gegenüber etwa 61 t im Vorjahr. Die Steigerung auf mehr als das 3-fache ist auf die Entsorgung des Metallhydroxidschlammes aus der Wasseraufbereitung (Eisenfällung) zurückzuführen, die zur Zeit alle fünf Jahre stattfindet. Nimmt man diesen Sonderposten heraus, so ist gegenüber dem Vorjahr, eine Steigerung der Sonderabfallentsorgung um 5% zu verzeichnen.

Zu den jährlich anfallenden Sonderabfällen gehören neben Altölen, Kühlschmierstoffen, organischen und anorganischen Chemikalien, Farben und anderen ge-

fährlichen Abfällen auch die sauren Beizlösungen, die zur Bearbeitung der supraleitenden Cavities anfallen und mit einer Menge von 23.8 t den größten Anteil der Sonderabfälle ausmachen.

Neben den besonders überwachungsbedürftigen Abfällen fallen bei DESY auch etwa 880 t gemischte Gewerbeabfälle, Baustellenabfälle, etwa 106 t Altpapier, Altglas, Schrott (Elektro-, Elektronikschrott, Altmetalle, Altanlagen) und Kabelabfälle an. Eine mengenmäßige Erfassung für Schrott und Kabelabfälle wird bisher nicht durchgeführt, ist jedoch für das Jahr 2002 in Vorbereitung.

Die Entsorgung gebrauchter Batterien und Akkumulatoren erfolgt über das Gemeinsame Rücknahmesystem Batterien (GRS). Nicht mehr genutzte CD-ROMs können durch das Sammelsystem CD-Collect wieder einer stofflichen Aufbereitung zugeführt werden.

## Umschlüsselung des Europäischen Abfall-Katalogs

Aufgrund europarechtlicher Vorgaben trat am 1. Januar 2002 die Verordnung über das Europäische Abfallver-



zeichnung in Kraft. Sie tritt an die Stelle der Europäischen Abfall Katalog-Verordnung und der Bestimmungsverordnung besonders überwachungsbedürftiger Abfälle. So wurden alle behördlichen Bescheide, sofern diese Abfallschlüssel enthalten, den neuen Bestimmungen angepasst.

Betroffen waren hiervon vereinfachte Entsorgungsnachweise und vereinfachte Sammelentsorgungsnachweise sowie Abfallbegleitscheine/Übernahmescheine.

## Betriebsbegehungen

Im Berichtsjahr wurde das Begehungskonzept überarbeitet und eine halbjährige Einführungsphase eingeleitet. In einem Begehungskataster ist der Gesamtbetrieb erfasst und die darin festgelegten Behebungsbereiche sind drei Behebungszyklen zugeordnet worden:

- Jährlich: Hörsaal, Kantine, Bibliothek, Flure, Treppenhäuser usw.
- alle 2 Jahre: Anlagen, Werkstätten, Labors usw.
- alle 3 Jahre: Büros, Lager, Gästehäuser usw.

Aus den Begehungsprotokollen werden die Mängel systematisch erfasst, einem Verantwortlichen zugeordnet und ihre Abstellung terminlich überwacht. Schwerpunktmäßig wurden in den Begehungen des Berichtsjahres zunächst 17 prioritäre Bereiche ausgewählt.

## Servicezentrum Technische Sicherheit (ZTS)

### Technischer Notdienst (ZTS1)

Die Fachgruppe ZTS1 ist eine im Vollschiechtdienst eingesetzte Gruppe, die in vier Schichtbesetzungen aufgeteilt ist. Zu den wesentlichen Aufgaben gehören:

- Einsatz bei Notfällen (Feuer, Unfall und technische Störung),

- Kontrolle und Überwachung von Experimentieranlagen und Versorgungseinrichtungen auf dem gesamten DESY-Gelände,
- Ausübung des Sicherheitsdienstes (Arbeitssicherheit/Technische Sicherheit) in den Gebäuden, Hallen und auf dem Gelände,
- Beseitigung von Störungen an den DESY-Anlagen und -Einrichtungen.

Unterstützt werden die Mitarbeiter durch den Einsatz moderner Brandmelde- und Sicherheitstechnik. Es sind etwa 3500 Rauchmelder und 1000 technische Alarmer in der Zentrale des Technischen Notdienstes angeschaltet.

Das Gefahrenmanagement wird mit einem Gebäude- und Anlageninformationssystem (System IBM GEBANIS) durchgeführt. Die bei ZTS1 aufgebaute Leitwarte wurde im Jahr 2001 IBM-Referenzleitwarte. Ein Lizenzvertrag zur erweiterten Nutzung und Umsetzung der Weiterentwicklungen sowie zur Demonstration bei Interessenten wurde abgeschlossen.

Im Juni 2001 begannen fünf weitere Mitarbeiter des bereits für die erste externe Wache herangezogenen Unternehmens ihre Ausbildung im Technischen Notdienst. Im Dezember haben sie diese erfolgreich abgeschlossen und werden ab Januar 2002 als zweite externe Schichtbesetzung im Technischen Notdienst eingesetzt.

### Sicherheitstechnik (ZTS2)

Die Fachgruppe ZTS2 (Sicherheitstechnik) hat folgende Aufgaben:

- Koordination der gesamten bei DESY eingesetzten Sicherheitstechnik, beispielsweise mit den Gruppen ZMEA, MKK, ZBAU, dem HASYLAB und den HERA-Experimenten, Realisierung der zugehörigen Schnittstellen,
- Standardisierung der Sicherheitstechnik, Mitarbeit bei der Planung neuer Projekte im Hinblick auf Brandmelde- und Sicherheitstechnik,
- Datenpflege und Weiterentwicklung des Leitwartensystems,

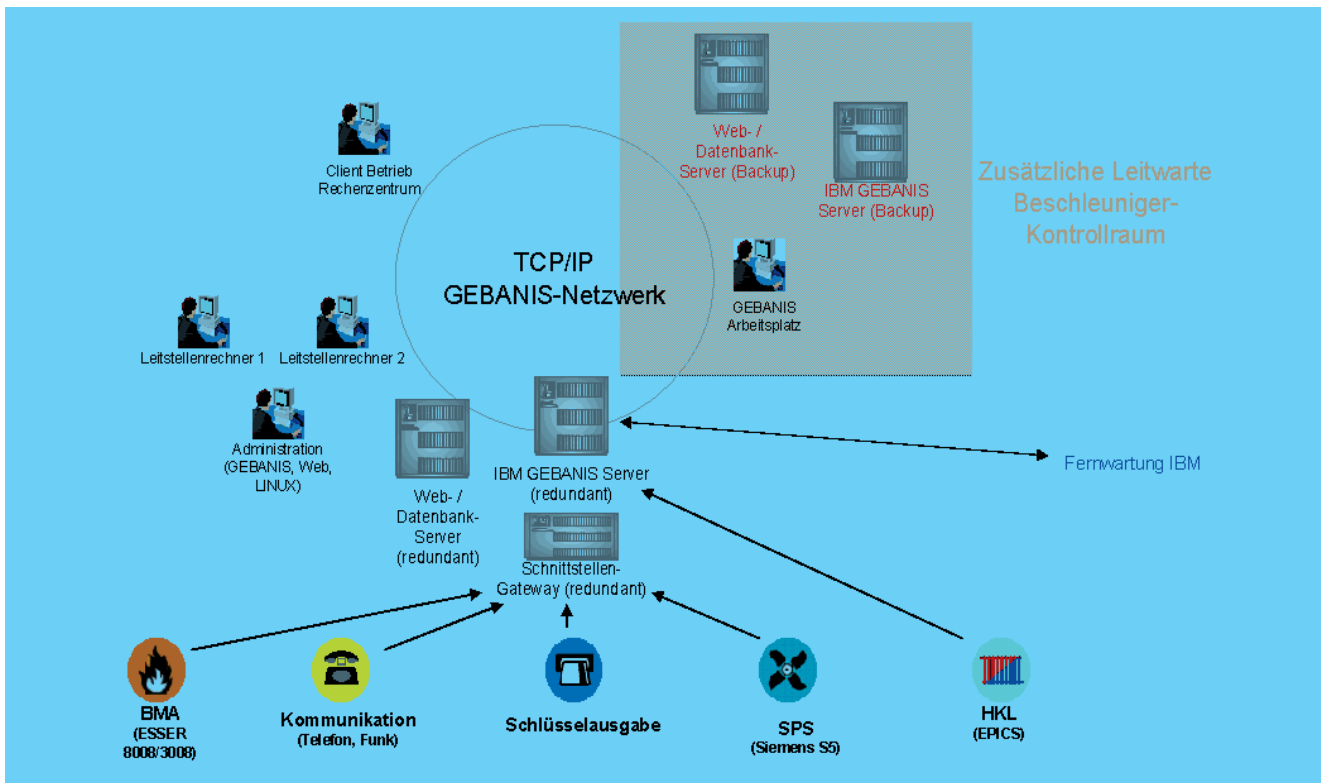


Abbildung 156: Schema der GEBANIS-Installation bei DESY.

- personelle und organisatorische Unterstützung der Stabsstelle D5 zum Beispiel bei der Durchführung von Begehungen,
- Ausbildung von neuen ZTS-Mitarbeitern und Atemschutzgeräteträgern, Feuerlöschübungen,
- Überprüfungen der prüfpflichtigen Geräte und Einrichtungen (beispielsweise Druckbehälter, Kräne, Aufzüge, Feuerlöscher).

Die Bereitstellung von zwei Mitarbeitern für den Einsatz im Beschleunigerkontrollraum (BKR) ist für das Jahr 2002 geplant. Mit dem Einsatz der Mitarbeiter wird die seit Beginn der Outsourcing-Maßnahme bei ZTS1 bestehende Forderung nach Unterstützung der BKR-/TTF-Betriebsmannschaft erfüllt. Damit zusammenhängend ist für 2002 geplant, eine zweite, redundante GEBANIS-Leitwarte im BKR aufzubauen. Diese erfüllt dann zum einen die Forderung nach einer Redundanz der ZTS-Leitwarte in Gebäude 35, zum anderen bildet sie die Grundlage für den effizienten Einsatz

von Mitarbeitern des Technischen Notdienstes innerhalb des BKR.

## Ausstattung

Die Gruppe ZTS hat folgende Ausrüstung zur Verfügung:

- Leitwarte mit entsprechender Hard- und Software,
- Brandmeldezentralen,
- Überwachungseinrichtungen,
- 3 Einsatzfahrzeuge mit entsprechender Notfall-Ausstattung (Umbau im Jahr 2001),
- Kommunikationseinrichtungen,
- Mobiles Notstromaggregat,
- Not-Einsatzgeräte wie Pumpen usw.,
- 45 Atemschutzgeräte Dräger PSS90,
- Atemschutzgerätewerkstatt (im Aufbau).

## Gebäude- und Anlageninformationssystem

Das Gebäude- und Anlageninformationssystem (GEBANIS) besteht aus einem Rechnersystem, das Alarme, Status usw. von angeschlossenen, unabhängig voneinander operierenden Einzelsystemen wie Brandmeldeanlagen, Einbruchmeldeanlagen, Gebäudeleit-

technik, Videoüberwachung, Zutrittskontrolle, SPS unter einer einheitlichen Bedieneroberfläche integriert. Gängige Datenformate können im- und exportiert werden, was ein wichtiges Kriterium hinsichtlich der Kompatibilität und Interaktion mit Systemen wie EDM und FMS/GIS ist. Ein Webserver ermöglicht die dynamische Erzeugung der GEBANIS-Alarmtexte. Deren Inhalte können einfach via Datenbank gepflegt werden. Abbildung 156 zeigt das Aufbauschema des Leitwartensystems bei DESY.





# Veröffentlichungen und Vorträge



## DESY-Kolloquien

### Scientific Perspectives and Technical Realisation of TESLA

23.3.2001

A. WAGNER (DESY Hamburg/D)

H. SCHUNCK (BMBF, Berlin/D)

Opening.

M. VELTMAN (Univ. of Michigan Ann Arbor/USA)

Why Do We Need TESLA?

H. DOSCH (MPI Metallforsch. Stuttgart/D)

The X-Ray FEL: Light for the New Millennium.

R. BRINKMANN (DESY Hamburg/D)

How Do We Build the TESLA Linear Collider?

J. ROSSBACH (DESY Hamburg/D)

The Challenge to Build a Free Electron Laser for X-Rays.

A. WAGNER (DESY Hamburg/D)

TESLA as an International Project.

24.3.2001

S. TESCHERT (MPI Biophys. Chemie, Göttingen/D)

From Hours to Femtoseconds: Time-Resolved Photo-Diffraction Probes of Chemical Reactions.

R.W. LEE (Lawrence Livermore Nat. Lab., Livermore/USA)

Creating and Probing Extreme States of Matter with an X-Ray FEL.

R. FEIDENHANS'L (Risø Nat. Lab., Roskilde/DK)

Surfaces in a New Light.

J. HAJDU (Univ. Uppsala/S)

Structural Biology: The Fall of the Wall?

M. WINTER (IReS Strasbourg/F)

Challenging the Standard Model.

M. BATTAGLIA (CERN Geneva/CH)

The Origin of Mass: Higgs and Electroweak Symmetry Breaking.

H.-U. MARTYN (RWTH Aachen/D)

The Way to Grand Unification.

A. WAGNER (DESY Hamburg/D)

Concluding Remarks.

J. BAGGER (Johns Hopkins Univ. Baltimore/USA)

The HEPAP Report: The Roadmap for US Particle Physics.  
29.11.2001

## Vorträge – Innerbetriebliche Fortbildung

R.-D. HEUER (DESY Hamburg/D)

Die Faszination der Teilchenphysik bei TESLA.

10.1.2001

W. KRECHLOK (DESY Hamburg/D)

Internet und Globalisierung.

7.2.2001

F. EISELE (Heidelberg/D)

HERA-B – was wurde erreicht, wie geht es weiter?

14.2.2001

A. HERMANN (Stuttgart/D)

Das 20. Jahrhundert – geprägt von Wissenschaft und Technik.

21.2.2001

G. PAULUS (München/D)

Physik des Blasrohrs.

28.2.2001

J.K. BIENLEIN (Hamburg/D)

Unsere Energieversorgung – Heute und in Zukunft.

7.3.2001

H. KRECH (DESY Hamburg/D)

Neue Strukturen in der deutschen Forschung.

21.3.2001

M. KELLER (Hamburg/D)

Selbstbehauptung beginnt im Kopf.

28.3.2001

U. STEINVORTH (Hamburg/D)

Der Einfluss der modernen Physik auf die Philosophie.

11.4.2001

K. LABITZKE (Berlin/D)

Sonnenflecken und Klima: Gibt es doch einen Zusammenhang?

18.4.2001

C. WUNDERLICH (Hamburg/D)

Verschränkte Zustände: Spuk in der Quantenphysik?

25.4.2001

H. FELDMEIER (Berlin/D)

Malaria und Co – Tropenkrankheiten im Aufwind.

2.5.2001

K. HENCO (EVOTEC, Hamburg/D)

Neue Strategien zur Suche und Optimierung von Pharmaka.

9.5.2001

P. AUFMUTH (Hannover/D)  
GEO 600 – Astronomie mit Gravitationswellen.  
23.5.2001

M. OETKEN, M. DUCCI (Oldenburg/D)  
Nerven wie Drahtseile – elektrochemische Modellexperimente zur Erregungsleitung am Nerven.  
30.5.2001

M. SACHWITZ (DESY Hamburg/D)  
Tschernobyl – 15 Jahre danach.  
13.6.2001

G. HENSLER (Kiel/D)  
Galaxien – Sternensinseln und Zeitzeugen eines ruhelosen Universums.  
20.6.2001

O. HERBARTH (Leipzig/D)  
Umwelteinflüsse auf die menschliche Gesundheit.  
27.6.2001

W. PETRY (München/D)  
Neutronen bringen Licht ins Dunkel.  
4.7.2001

J. ZSCHAU (Potsdam/D)  
Wie groß ist die Gefahr einer Erdbebenkatastrophe für Istanbul?  
11.7.2001

P. WALOSCHEK (DESY Hamburg/D)  
Gibt es die Quarks wirklich?  
12.9.2001

M. HOLLER (Hamburg/D)  
Konflikte konstruktiv nutzen.  
19.9.2001

D. GRUNDLER (Hamburg/D)  
Von der Magnetoelektronik zur Spintronik.  
26.9.2001

I. PARCHMANN (Kiel/D),  
H. HUNTEMANN (Oldenburg/D)  
Die Brennstoffzelle als Autoantrieb der Zukunft.  
17.10.2001

A. DENKER (HMI, Berlin/D)  
Ionen heilen Krebs, verändern Materialien und entlarven Fälschungen.  
24.10.2001

T. TILLING (Hamburg/D)  
Gentechnologie – Einführung in die Grundlagen.  
31.10.2001

S. BRANDT (Siegen/D)  
75 Jahre Schrödinger-Gleichung.  
7.11.2001

A. OUANE (Hamburg/D)  
UNESCO and the UNESCO Institute for Education.  
14.11.2001

K. RICHTER (Regensburg/D)  
Quantenphysik am Rande des Chaos.  
28.11.2001

M. SCHAAF (Kapstadt/ZA)  
Ein Teil des Ganzen – Zum 100. Geburtstag Werner Heisenbergs.  
5.12.2001

L. SCHULTZ (Dresden/D)  
Auf starken Magnetfeldern in die Zukunft schweben.  
Experimentalvortrag zur Hochtemperatur-Supraleitung.  
13.12.2001

U. BORGEEST (Hamburg/D)  
Die Schöpfung aus Sicht der Astrophysik.  
19.12.2001

## Vorträge – Direktorium

R. KLANNER  
HERA und die fundamentalen Naturkräfte.  
Kolloquium, Univ. Dortmund/D (2001)

Possibilities for ep Scattering at DESY after HERA-II.  
9th Int. Workshop on Deep Inelastic Scattering (DIS2001), Bologna/I (2001)

DESY Physikprogramm.  
Workshop Summary.  
Workshop AstroTeilchenphysik, Zeuthen/D (2001)

Future Challenges from the HERA Experiments for QCD.  
Workshop on QCD and the Deep Structure of Elementary Particles, Weimar/D (2001)

Das Innenleben des Protons.  
Spektr. Wiss. (2001) No.3 62

J. SCHNEIDER  
Structural Phase Transitions: High Energy X-Ray Diffraction versus Neutron Scattering.  
Workshop on High Energy Synchrotron Radiation, APS, Argonne/USA (2001)



Free-Electron Laser X-Ray Sources.  
British Crystallog. Assoc. Spring Meeting, Reading/GB (2001)

Die Proteomics Perspektive: Spitzentechnologie für die Struktur-  
forschung.  
3. Bio-Technologietage des BMBF, Hamburg/D (2001)

Future Synchrotron Radiation Sources.  
Nordic Res. Training Course on the Appl. of X-Ray Synchrotron  
Radiation in Chem., Biol. and Phys., Sandbjerg/DK (2001)

Investigating Condensed Matter with 0.01 nm X-Rays.  
European Crystallography Meeting, Cracow/PL (2001)

X-Ray Sources.  
OECD Global Science Forum, Copenhagen/DK (2001)

X-Ray Free-Electron Lasers at Linear Accelerators.  
„Röntgen's Heritage“, Würzburg/D (2001)

#### D. TRINES

Das TESLA-Projekt. Entwicklung und Planungsstand.  
ELSA-Sonderkolloquium zur Verabschied. von Prof. Husmann,  
Bonn/D (2001)

Projekt TESLA.  
Adv. Study Inst. on Symmetries and Spin, Prague/CZ (2001)

TESLA.  
10th Workshop on RF Superconductivity, Tsukuba/J (2001)

TESLA-Beschleuniger.  
Jahrest. der Dt. Elementarteilchen-Physik, Bad Honnef/D (2001)

#### H. VON DER SCHMITT

Computing for TESLA.  
Conf. on Computing for High Energy Physics (CHEP2001),  
Beijing/PRC (2001)

#### A. WAGNER

TESLA – A new Research Tool.  
Sitges, Barcelona/E (2001)  
Kolloquium, Aachen/D (2001)  
SLAC Users' Meeting, Stanford/USA (2001)

Report on DESY.  
HEACC, Tsukuba/J (2001)

The TESLA Project.  
Tokyo/J (2001)  
CERN Geneva/CH (2001)

TESLA – The X-Ray FEL Laboratory.  
Accademia dei Lincei, Rome/I (2001)

Die Elementarteilchenphysik auf den Spuren des Urknalls.  
Planetarium, Hamburg/D (2001)

TESLA – Science and Technology.  
Fermilab Batavia/USA (2001)  
Columbia Univ. New York/USA (2001)  
Yale Univ. New Haven/USA (2001)

Why Spend a Life Annihilating Matter with Anti-Matter?  
Retirement Colloquium Gideon Alexander, Univ. Tel Aviv/IL  
(2001)

The Path to Future Electron-Positron Colliders.  
Retirement Colloquium Ger van Middelkoop, NIKHEF, Amster-  
dam/NL (2001)

DESY: Opportunities and Challenges.  
The Global Accelerator Network.  
Snowmass/USA (2001)

Accelerator Physics, Progress and Plans.  
27th Int. Cosmic Ray Conf., Hamburg/D (2001)

The Future of Accelerators and the Physics on Accelerators.  
Kolloquium Louis Leprince Ringuet, Paris/F (2001)

Plans for the TESLA Accelerator.  
NORDITA/NBI European Graduate College, Copenhagen/DK  
(2001)

Research Plans with the TESLA Electron-Positron Collider and  
its X:FEL.  
Kolloquiumsvorträge, MIT, Boston/USA (2001)  
Brookhaven Nat. Lab. Upton/USA (2001)

Science and Technology of a High-Energy Electron-Positron Linear  
Collider.  
Mexican Workshop on Particles and Fields, Zacatecas/MEX (2001)

DESY Matters.  
ECFA Plenary Meeting, CERN Geneva/CH (2001)

Neues Licht ins Dunkel der Materie – Das TESLA Projekt: Laser  
und Zeitmaschine.  
Symposium „100 Jahre Nobel Preis“, Würzburg/D (2001)

Vom Ursprung der Materie – Das TESLA Projekt.  
Friedrich-von-Siemens-Stiftung, München/D (2001)

## F-Bereich

## H1

## Veröffentlichungen

H1 KOLLABORATION, C. ADLOFF et al.

Searches at HERA for Squarks in R-Parity Violating Supersymmetry.

Eur. Phys. J. C20 (2001) 639 und DESY 01-021, hep-ex/0102050

Photoproduction with a Leading Proton at HERA.

Nucl. Phys. B619 (2001) 3 und DESY 01-062, hep-ex/0106070

Three-Jet Production in Deep-Inelastic Scattering at HERA.

Phys. Lett. B515 (2001) 17 und DESY 01-073, hep-ex/0106078

Measurement of Deeply Virtual Compton Scattering at HERA.

Phys. Lett. B517 (2001) 47 und DESY 01-093, hep-ex/0107005

A Search for Leptoquark Bosons in  $e^-p$  Collisions at HERA.

Phys. Lett. B523 (2001) 234 und DESY 01-094, hep-ex/0107038

Measurement of  $D^{(*\pm)}$  Meson Production and  $F_2^D$  in Deep-Inelastic Scattering at HERA.

Phys. Lett. B528 (2002) 199 und DESY 01-100, hep-ex/0108039

On the Rise of the Proton Structure Function  $F_2$  towards Low  $x$ .

Phys. Lett. B520 (2001) 183 und DESY 01-104, hep-ex/0108035

$D^{(*\pm)}$  Meson Production in Deep-Inelastic Diffractive Interactions at HERA.

Phys. Lett. B520 (2001) 191 und DESY 01-105, hep-ex/0108047

Search for Excited Neutrinos at HERA.

Phys. Lett. B525 (2002) 9 und DESY 01-145, hep-ex/0110037

Measurement of Dijet Electroproduction at Small Jet Separation.

DESY 01-178, hep-ex/0111006, zur Veröffentl. in Eur. Phys. J.

Measurement of Dijet Cross Sections in Photoproduction at HERA.

DESY 01-225, hep-ex/0201006, zur Veröffentl. in Eur. Phys. J.

H1 CALORIMETER GROUP, E. BARRELET et al.

A Purity Monitoring System for the H1 Liquid Argon Calorimeter.

DESY 01-188, hep-ex/0111066,

zur Veröffentl. in Nucl. Instrum. Methods A

A. BAIRD et al.

A Fast High Resolution Track Trigger for the H1 Experiment.

IEEE Trans. Nucl. Sci. 48 (2001) 1276 und hep-ex/0104010

## Veröffentlichte Vorträge

**Proc. of the Int. Conf. on the Structure and Interactions of the Photon, Including the 14th Int. Workshop on Photon-Photon Collisions (PHOTON2001), Ascona/CH (2001)**

T. BERNDT

Odderon and Pomeron Physics in Multi-Photon Final States at HERA.

W. ERDMANN

Charm in DIS and Diffraction.

T. SCHÖRNER

QCD Tests with Jets at HERA.

K. SEDLAK

Structure of Virtual Photons at HERA.

hep-ex/0111019

P. THOMPSON

Diffraction at High and Low  $Q^2$ .

D. TRAYNOR

Fragmentation in Diffractive DIS.

A. VALKAROVA

Structure of Real Photons.

**Proc. of the 9th Int. Workshop on Deep Inelastic Scattering (DIS2001), Bologna/I (2001)**

D. BROWN

Proton Dissociative Photoproduction of  $J/\psi$  at High  $|t|$ .

C. COLLARD

Density Matrix Elements for  $\rho$  Electroproduction as a Function of  $t$ .

C. DIACONU

Events with Isolated High Energy Lepton.

A. DUBAK

High  $Q^2$  NC and CC Cross Sections from H1.

D. ECKSTEIN

$F_L$  (New Data).

E. ELSÉN

Some Aspects of HERA II Physics Programme.

L. FAVART

Measurement of the Deeply Virtual Compton Scattering at HERA.

S. FERRON

Photon Structure from High  $E_t$  Jet Photoproduction.

T. GOLLING

Search for Odderon Induced Contributions to Exclusive  $\pi^0$  Photoproduction at HERA.

G. GRINDHAMMER

The Gluon Density and the Strong Coupling from Jets in DIS.

- D. HAIDT  
Analysis of the Virtual Photon Proton Cross Sections in the Limit  $Q^2 \rightarrow 0$ .
- K.H. HILLER  
Photoproduction with Leading Protons.
- C. ISSEVER  
Measurement of  $F_2$  with Radiative Events at HERA.
- J. KROSEBERG  
Open Beauty Production at HERA.  
hep-ex/0108052
- P. MARAGE  
Data: Review Diffraction vis-à-vis  $F_2$ .
- J. MEYER  
Hard Interactions: Experimental Summary.
- S. MOHRDIECK  
 $D^*$  and  $F_2^c$  for  $Q^2 > 1 \text{ GeV}^2$  at H1.
- F.-P. SCHILLING  
Diffractive Jet Production in DIS – Testing QCD Factorization.  
hep-ex/0107002
- W. WALLNY  
The Gluon and  $\alpha_s$  from Inclusive DIS Data from H1.
- M. WOBISCH  
Three Jet Production in DIS.
- Z. ZHANG  
Searches for Leptoquarks, SUSY, and Excited Fermions.  
hep-ex/0107017
- Proc. of the Int. Europhys. Conf. on High Energy Physics, Budapest/H (2001) (JHEP)**
- A. BUNYATIAN  
Physics with Leading Baryons at HERA.
- S. CARON  
Jets & QCD Tests in Photoproduction.
- T. GOLLING  
Odderon and Pomeron Physics in Multi-Photon Final States at HERA.
- H.-U. MARTYN  
Resummed Event Shape Spectra in DIS.
- A. MEYER  
Vector Mesons at High  $Q^2$  and t.  
A New Physics Analysis Framework for H1.
- P. NEWMAN  
Measurements of the Diffractive Structure Function  $F_2^{D(3)}(\beta Q^2 x_{\mathbb{P}})$  at HERA.  
Inclusive Diffractive Cross Sections:  $F_2^{D(3)}$  Measurements.  
hep-ex/0112034
- E. RIZVI  
NC & CC DIS Cross Sections at High  $Q^2$ .
- C. SCHWANENBERGER  
Search for  $R_p$ -Violating SUSY and Excited Fermions at HERA.
- F. SEFKOW  
Heavy Flavour Production in DIS.  
hep-ex/0105064
- C. VALLEE  
Production of Anomalous Isolated Leptons and Single Top.
- W. WALLNY  
Proton Structure Functions from H1.
- Z. ZHANG  
Electron Polarization Measurement Using a Fabry-Perot Cavity at HERA.
- Proc. of the Ringberg Workshop on New Trends in HERA Physics, Schloss Ringberg, Tegernsee/D (2001)**
- B. ANDRIEU  
Photoproduction of Jets, Prompt Photons and Photon Structure.
- E. DE WOLF  
Diffractive Structure Functions.
- N. GOGITIDZE  
Determination of the Longitudinal Structure Function  $F_L$  at HERA.  
hep-ph/0201047
- B. KOBLITZ  
Search for Instantons at HERA.  
hep-ex/0110042
- E. LOBODZINSKA  
The DVCS Measurement at HERA.  
hep-ph/0108263
- B. NAROSKA  
Production of  $J/\psi$  Mesons at HERA.
- F. SEFKOW  
Open Bottom Production.
- Z. ZHANG  
Structure Functions at Large x.
- W. BARTEL  
The Structure of the Proton.  
Univ. of Kobe/J (2001)
- O. BEHNKE  
Heavy Flavor Production at HERA.  
Proc. of the 31st Int. Sympos. on Multiparticle Dynamics (ISMD2001), Datong/PRC (2001) und hep-ph/0111405
- V. CHEKELIAN  
Standard Model Physics at HERA.  
Proc. of the 15th Rencontres de Physique de la Vallée d'Aoste, La Thuile/I (2001)

E. ELSEN

Introduction to Contemporary Studies of Diffractive Processes and Low-x Dynamics.  
Proc. of the 31st Int. Sympos. on Multiparticle Dynamics (ISMD2001), Datong/PRC (2001)

M. ERDMANN

Proton and Photon Structure.  
Proc. of the 20th Int. Sympos. on Lepton and Photon Int. at High Energies, Rome/I (2001)

J. GAYLER

Selected Results on the Transition from Short to Long Distance Physics at HERA.  
Proc. of the 1st High Energy Phys. Conf. in Madagascar, Antananarivo/RM (2001) und hep-ph/0201100

M. KAPISHIN

Diffraktion at HERA.  
Proc. of the 14th Int. Workshop on High Energy Physics and Quantum Field Theory, Moscow/RUS (2001)

M. KLEIN

Inelastic  $e p$  Scattering at Low  $x$  and Low  $Q$ .  
Proc. of the 36th Rencontres de Moriond: QCD and Hadronic Int., Les Arcs/F (2001)

K. KRÜGER

Vector Mesons at HERA.  
Proc. of the 9th Blois Workshop on Elastic and Diffractive Scattering, Pruhonice/CZ (2001)

D. MILSTEAD

Low  $x$  Physics.  
Proc. of the 31st Int. Sympos. on Multiparticle Dynamics (ISMD2001), Datong/PRC (2001)

C. NIEBUHR

Aging Effects in the Central Jet Chamber of the H1 Experiment.  
Proc. of the Int. Workshop on Aging Phenomena in Gaseous Detectors, DESY Hamburg (2001) (Nucl. Instrum. Methods A)

J. OLSSON

Search for Odderon Induced Contributions to Exclusive  $\pi^0$  Photoproduction at HERA.  
Proc. of the 9th Blois Workshop on Elastic and Diffractive Scattering, Pruhonice/CZ (2001)

QCD Studies at HERA.

Proc. of the Int. Conf. on New Trends in High-Energy Physics, Yalta/UA (2001) und hep-ph/0112217

Search for Odderon Induced Contributions to Exclusive Meson Photoproduction at HERA.

Proc. of the Int. Conf. on New Trends in High-Energy Physics, Yalta/UA (2001) und hep-ex/0112012

E. PEREZ

$R_p$ -Violation + Exotica at Tevatron and HERA.  
Proc. of the Conf. on Higgs & Supersymmetry, Orsay/F (2001)

R. PÖSCHL

Jets and Event Shapes in  $e p$  Collisions at HERA.  
Proc. of the 36th Rencontres de Moriond, Les Arcs/F (2001) und hep-ex/0106036

A. ROSTOVTSEV

Soft Particle Production at HERA.  
Proc. of the 31st Int. Sympos. on Multiparticle Dynamics (ISMD2001), Datong/PRC (2001)

M. SCHNEIDER

Searches.  
Proc. of the 14th Int. Workshop on High Energy Physics and Quantum Field Theory, Moscow/RUS (2001)

A. SCHÖNING

Searches beyond the Standard Model at HERA.  
Proc. of the 36th Rencontres de Moriond: Electroweak Int. and Unified Theories, Les Arcs/F (2001) und hep-ex/0106022

Search for Leptoquarks.

Proc. of the Conf. on The Legacy of LEP and SLC, Siena/I (2001)

T. SLOAN

Heavy Flavour Production at HERA.  
Proc. of the 36th Rencontres de Moriond QCD, Les Arcs/F (2001)

B. STELLA

Proton Structure Functions at HERA.  
Proc. of the Int. Sympos. on Hadrons and Nuclei, Seoul/ROK (2001)

J. STIEWE

Exclusive Photoproduction of Mesons Decaying to Purely Photonic Final States at HERA: Seeing the Pomeron, and Looking for the Odderon.  
Proc. of the 1st High Energy Phys. Conf. in Madagascar, Antananarivo/RM (2001)

P. VANMECHELEN

Diffractive Phenomena.  
Proc. of the 21st Conf. on Physics in Collision (PIC2001), Seoul/ROK (2001)

## Vorträge

### DPG Frühjahrstagung Teilchenphysik, Bonn/D (2001)

O. BEHRENDT

Identifikation von Endzuständen mit dem H1 Fast Track Trigger.

S. CARON

Jets mit hohen Transversalimpulsen in Photoproduktion bei HERA.

J. DINGFELDER

Suche nach anomaler Erzeugung einzelner Top-Quarks in der  $e p$ -Streuung bei HERA.

A. DUBAK

Longitudinal Structure Function  $F_L$  at High  $Q^2$ .



C. DUPREL

Messung der Protonstrukturfunktion  $F_2$  bei kleinen  $Q^2$  mit dem H1-Detektor.

M. ELLERBROCK

Messung der inklusiven Wirkungsquerschnitte des neutralen Stroms bei hohen Impulsüberträgen in der  $e^-p$  und  $e^+p$  Streuung.

G. FRISING

Likelihood-Analyse von Jets in Photoproduktion.

C. ISSEVER

Messung der Protonstrukturfunktionen  $F_2$  und  $F_L$  mit radiativen Ereignissen bei HERA.

H. JUNG

Was ist los bei kleinem  $x$  – neuer Bereich in QCD?

B. KOBLITZ

Suche nach Instantonen bei HERA.

J. KROSEBERG

Messung von Beauty-Produktion bei HERA.

J. KÜCKENS

Suche nach seltenen Charmonium-Zuständen mit dem H1-Detektor.

T. KUHR

Messung von Beauty-Produktion über den Zerfall  $b \rightarrow D^*$  bei H1.

T. LASTOVICKA

Measurement of  $F_L$  Structure Function at HERA.

V. LENDERMANN

Messung des Wirkungsquerschnittes von quasi-reellen QED-Compton-Ereignissen bei HERA.

S. LÜDERS

Compact Bidirectional 2.5 Gbit/s Optical Transceiver for the H1-Experiment.

J. NAUMANN

Spursegment-Identifikation für den Fast Track Trigger des H1 Experiments.

B. REISERT

Proton Structure Function  $xF_3$  from Charged Lepton Scattering.

C. RISLER

$\Lambda^0$  Baryonproduktion in tiefinelastischer Streuung bei HERA.

S. SCHÄTZEL

Dijets in Diffractive Photoproduction.

S. SCHILLING

Implementierung von BGF-Prozessen in Monte-Carlo-Generators für Elektron-Proton Streuung.

S. SCHMIDT

Objektbasierte Vorverarbeitung der Eingangsdaten beim neuronalen Netzwerktigger bei H1.

C. VEELKEN

W Produktion bei HERA.

J. WAGNER

Untersuchung von Charm- und Beauty-Produktion durch  $D^*$ -Myon-Koinzidenzen.

C. WISSING

Schneller Spurlink und -fit des H1 FastTrackTriggers.

V. BLOBEL

Statistische und numerische Methoden der Datenanalyse.

Graduiertenkurs, Univ. Heidelberg/D

Academic Training, DESY Zeuthen/D

N. DELERUE

Searches at HERA.

Winter Inst. on Fundamental Interactions, Lake Louise/CAN (2001) und hep-ex/0107039

J. DINGFELDER

SUSY Searches at HERA.

Conf. on Higgs & Supersymmetry, Orsay/F (2001)

T. GOLLING

Odderon and Pomeron Physics in Multi-Photon Final States at HERA.

Kolloquium, Univ. Wuppertal/D (2001)

B. HEINEMANN

pQCD at HERA.

29th SLAC Summer Inst., Stanford/USA (2001)

C. KIESLING

HERA Physics: Present and Future.

52nd Extended Scientific Council of DESY, Hamburg/D (2001)

H.-U. MARTYN

The Way to Grand Unification.

Kolloquium, RWTH Aachen/D (2001)

K. MEIER

Hunting the Odderon at HERA.

Kolloquium, Univ. Heidelberg/D (2001)

A. MEYER

Vector Meson Production at HERA.

Workshop on Generalized Parton Distributions, Bad Honnef/D (2001)

P. NEWMAN

Hard Diffraction at HERA and its Relevance to Diffractive  $p\bar{p}$  Scattering.

IPPP Workshop on Diffractive Physics at the Tevatron and LHC, Durham/GB (2001)

A. ROSTOVTSEV

Plenary on Searches.

9th Int. Conf. on Supersymmetries in Physics, Dubna/RUS (2001)

F.-P. SCHILLING

Hard Diffraction: Results from H1 at HERA.  
Workshop on High Energy QCD: Beyond the Pomeron, New York/USA (2001)

S. SCHMITT

Tests of Perturbative QCD at HERA.  
Workshop on Frontiers in Contemporary Physics II, Vanderbilt Univ. Nashville/USA (2001)

T. SLOAN

Triple Regge Phenomenology Revisited.  
IPPP Workshop on Diffractive Physics at the Tevatron and LHC, Durham/GB (2001)

Spin Physics with Deuterons in HERA.

Workshop on Future of Lepton-Nucleon Scattering, Durham/GB (2001)

R. STAMEN

DVCS at HERA.  
Univ. Wuppertal/D (2001)

P. THOMPSON

H1 Results and Status.  
52nd DESY PRC, Hamburg/D (2001)

E. TZAMARIUDAKI

Recent Highlights from ZEUS and H1.  
Euroconf. on Electromagnetic Interactions with Nucleons and Nuclei, Santorini/GR (2001)

P. VANMECHELEN

Diffraction Physics: HERA Results.  
LHC-Workshop on Hard Diffraction, CERN Geneva/CH (2001)

M. WOBISCH

pQCD: Jets, Final States.  
Winter Inst. on Fundamental Int., Lake Louise/CAN (2001)

Hard QCD and the Hadronic Final State.

DESY Forum: Hard QCD and HFS at HERA, Hamburg/D (2001)

#### Dissertationen

T. BERNDT

Exclusive Pomeron and Odderon Induced Photoproduction of  $\omega$  and  $f_2$  Mesons at HERA.  
Univ. Heidelberg/D (2001)

C. ISSEVER

Messung der Protonstrukturfunktionen  $F_2(x, Q^2)$  und  $F_L(x, Q^2)$  bei HERA in radiativer e p-Streuung.  
Univ. Dortmund/D (2001)  
DESY-THESIS-2001-032

O. KARSCHNICK

Photoproduktion von  $\rho$ -Mesonen unter Nachweis des vorwärtsgestreuten Protons bei H1.  
DESY Hamburg/D (2001)  
DESY-THESIS-2001-026

F. KEIL

Dijet Production in Charged and Neutral Current  $e^+p$  Interactions at High  $Q^2$  at HERA.  
Univ. Heidelberg/D (2001)

K. KRÜGER

Photoproduction of  $J/\psi$  Mesons at Medium and Low Elasticities at HERA.  
Univ. Hamburg/D (2001)  
DESY-THESIS-2001-025

V. LENDERMANN

Measurement of the QED Compton Scattering Cross Section with the H1 Detector at HERA.  
Univ. Dortmund/D (2001)

S. LÜDERS

A Measurement of the Beauty Production Cross Section via  $B \rightarrow J/\psi X$  at HERA.  
ETH Zürich/CH

O. NIX

Suche nach odderoninduzierten Beiträgen in exklusiver  $\pi^0$ -Produktion mit dem Detektor H1 bei HERA.  
Univ. Heidelberg/D (2001)

B. REISERT

Elektron-Proton-Streuung bei hohen Impulsüberträgen am H1-Experiment.  
MPI Phys. München/D (2001)  
MPI-PHE-2000-26

J. SCHEINS

Suche nach Kontakt-Wechselwirkungen und Gravitoneffekten in der tief-inelastischen Streuung bei HERA.  
RWTH Aachen/D (2001)  
DESY-THESIS-2001-041

F.-P. SCHILLING

Diffractive Jet Production in Deep-Inelastic  $e^+p$  Collisions at HERA.  
Univ. Heidelberg/D (2001)

D. SCHMIDT

Diffraktive Photoproduktion von Charmonium im H1-Detektor bei HERA.  
Univ. Hamburg/D (2001)  
DESY-THESIS-2001-029

T. SCHÖRNER-SADENIUS

Messung inklusiver Jet-Wirkungsquerschnitte in tiefunelastischer e p-Streuung mit dem H1-Detektor bei HERA.  
Univ. München/D (2001)  
MPI-PHE-2001-10

R. STAMEN

Measurement of Deeply Virtual Compton Scattering at HERA.  
Univ. Dortmund/D und Univ. Brüssel/B (2001)  
DESY-THESIS-2001-057

D.P. TRAYNOR

Hadronic Fragmentation Studies in Diffractive Deep Inelastic Scattering at HERA.

Queen Mary and Westfield College London/GB (2001)

J.E. TURNEY

A Study of Identified Hadron Fragmentation in ep Collisions at HERA Using the H1 Detector.

Queen Mary and Westfield College London/GB (2001)

T. WILKSEN

Nachweis vorwärts gestreuter Protonen in der tiefinelastischen Elektron-Proton-Streuung mit dem Vorwärtsprotonspektrometer von H1.

Univ. Hamburg/D (2001)

DESY-THESIS-2001-007

### Diplomarbeiten

A. AKTAS

Untersuchung von Endzuständen mit hohem Transversalimpuls in der Elektron Proton Streuung.

RWTH Aachen/D (2001)

J. BECKER

The Data Acquisition and Control System for a Fast Trigger at H1.

Univ. Heidelberg/D (2001)

D. DÜNKELMANN

Wirkungsquerschnitte für Photoproduktion von  $D^*$ -Mesonen in e $p$ -Wechselwirkungen am H1-Experiment bei HERA.

Univ. Hamburg/D (2001)

G. FLUCKE

Charm-Jets in Photoproduktion im H1-Detektor.

Univ. Hamburg/D (2001)

T. GOLLING

Search for Odderon Induced Contributions to Exclusive  $\pi^0$  Photoproduction at HERA.

Univ. Heidelberg/D (2001)

J. KÜCKENS

Untersuchung zur inelastischen Produktion von  $\chi_c$  Mesonen am H1-Detektor bei HERA.

Univ. Hamburg/D (2001)

I. STRAUCH

Anwendung objektorientierter Methoden der Datenanalyse auf Endzustände mit Jets im H1-Detektor.

RWTH Aachen/D (2001)

C. VEELKEN

Search for Muonic W Decays with the H1 Detector at HERA.

Univ. Hamburg/D (2001)

C. VONCUBE

Untersuchungen zur exklusiven Photoproduktion der Mesonen  $b_1(1235)$  und  $a_2(1320)$  in Multi-Photon-Endzuständen bei HERA.

Univ. Heidelberg/D (2001)

C. WARENYCIA

Untersuchung der Myonererkennung am H1-Detektor bei HERA.

Univ. Hamburg/D (2001)

R. WEBER

A Search for Anomalous Top Production at H1.

ETH Zürich/CH

B. WESSLING

Identifizierung von Elektronen in  $D^*$  Ereignissen mit dem H1 Detektor.

Univ. Hamburg/D (2001)

## ZEUS

### Veröffentlichungen

#### ZEUS KOLLABORATION

J. BREITWEG et al.

Measurement of Dijet Production in Neutral Current Deep Inelastic Scattering at High  $Q^2$  and Determination of  $\alpha_s$ .

Phys. Lett. B507 (2001) 70 und DESY 01-018

S. CHEKANOV et al.

Study of the Effective Transverse Momentum of Partons in the Proton Using Prompt Photons in Photoproduction at HERA.

Phys. Lett. B511 (2001) 19 und DESY 01-043

Multiplicity Moments in Deep Inelastic Scattering at HERA.

Phys. Lett. B510 (2001) 36 und DESY 01-053

Measurement of the Neutral Current Cross Section and  $F_2$  Structure Function for Deep Inelastic  $e^+p$  Scattering at HERA.

Eur. Phys. J. C21 (2001) 443 und DESY 01-064

Three-Jet Production in Diffractive Deep Inelastic Scattering at HERA.

Phys. Lett. B516 (2001) 273 und DESY 01-092

Properties of Hadronic Final States in Diffractive Deep Inelastic Scattering at HERA.

Phys. Rev. D65 (2002) 052001 und DESY 01-097

Dijet Production in Neutral Current Deep Inelastic Scattering at HERA.

Eur. Phys. J. C23 (2002) 13 und DESY 01-127

Searches for Excited Fermions in ep Collisions at HERA.

DESY 01-132, zur Veröffentl. in Phys. Lett. B

Measurement of the Photon-Proton Total Cross Section at a Center-of-Mass Energy of 209 GeV at HERA.

Nucl. Phys. B627 (2002) 3 und DESY 01-216

High-Mass Dijet Cross Sections in Photoproduction at HERA.

DESY 01-219, zur Veröffentl. in Phys. Lett. B

Dijet Photoproduction at HERA and the Structure of the Photon.  
DESY 01-220, zur Veröffentl. in Eur. Phys. J. C

Search for Lepton-Flavor Violation in  $e^+p$  Collisions at HERA.  
DESY 01-222, zur Veröffentl. in Phys. Rev. D

ZEUS LUMINOSITY GROUP, L. ADAMCZYK et al.  
Luminosity Measurement in the ZEUS Experiment.  
Acta Phys. Pol. B32 (2001) 2025 und DESY 01-041

L.A.T. BAUERDICK, A. FOX-MURPHY, T. HAAS, S. STONJEK,  
E. TASSI  
Event Indexing Systems for Efficient Selection and Analysis of  
HERA Data.  
Comput. Phys. Commun. 137 (2001) 236 und DESY 01-045

I. BOHNET, D. KUMMEROW, K. WICK  
Influence of Radiation Damage on the Performance of a  
Lead/Scintillator Calorimeter Investigated with 1–6 GeV Electrons.  
Zur Veröffentl. in Nucl. Instrum. Methods A

N.H. BROOK, I.O. SKILLICORN  
A Comparison of Momentum Spectra in Deep Inelastic Scattering  
with the Modified Leading-Log Approximation.  
Phys. Lett. B497 (2001) 55

P.J. BUSSEY  
Heavy Flavour Physics at HERA – A Survey.  
Int. J. Mod. Phys. A1 (2002) 1065 und  
DESY 01-197, hep-ph/0109254

R.P. FELLER, N. GENDNER, U. HOLM, K.F. JOHNSON,  
A. MEYER-LARSEN, S. THIES  
Construction and Beam Test of a Small Compact Electromagnetic  
PbWO<sub>4</sub> Calorimeter.  
Zur Veröffentl. in Nucl. Instrum. Methods A

M. SEIDEL, J. KOUPTSIDIS, G. NAWRATH, U. SCHNEE-  
KLOTH, K. ZAPFE  
The Vacuum System for the Upgraded HERA Interaction Regions.  
Vacuum 60 (2001) 267

G. WOLF  
Deep Inelastic Scattering at Large Energy and Momentum Trans-  
fers: Recent Results from the HERA Collider.  
DESY 01-058, hep-ex/0105055

#### Veröffentlichte Vorträge

**Proc. of the Int. Conf. on the Structure and Interactions of the  
Photon, Including the 14th Int. Workshop on Photon-Photon  
Collisions (PHOTON2001), Ascona/CH**

S. BOOGERT  
Photoproduction of Strange Hadrons.

K. BORRAS  
Leading Baryon Production at HERA.

S. KANANOV  
Diffractive VM and DVCS.

U. KARSHON  
Production of Excited P-Wave Charm Mesons at HERA.

S. PADHI  
Heavy Flavoured Jets at HERA.  
hep-ex/0111023

M. TURCATO  
Bottom Production at HERA.

M. VÁZQUEZ  
Substructure of Jets at HERA.  
hep-ex/01110085

B. WEST  
Virtual Photon Structure with Charm.

#### **Proc. of the 9th Int. Workshop on Deep Inelastic Scattering (DIS2001), Bologna/I (2001)**

R. BRUGNERA  
Inelastic  $J/\psi$  and  $\psi'$  Production at HERA.

P.J. BUSSEY  
Prompt Photons in Photoproduction at HERA.

U. FRICKE  
Phenomenology of the Proton Structure Function  $F_2$  at Low  $Q^2$ .

A. GARFAGNINI  
Leading Baryon Production at HERA with the ZEUS Forward  
Detectors.

O. GONZÁLEZ  
Determination of  $\alpha_s$  from Subjet Multiplicities.  
hep-ex/0111072

D. KÇIRA  
Virtual Photon Structure at HERA.

I. KORZHAVINA  
Study of  $D^{*\pm}$  Meson Production in Diffractive  $ep$  Scattering at  
HERA.

A. KOWAL  
Proton-Dissociative Diffractive VM Production at Large  $|t|$ .

A. KREISEL  
Exclusive Vector Mesons Production at Low  $t$  in ZEUS.

A. LÓPEZ-DURÁN VIANI  
NC/CC Deep Inelastic  $ep$ -Scattering at High  $Q^2$  with ZEUS at  
HERA.

T. MATSUSHITA  
Isolated High Energy Lepton and Missing Transverse Momentum  
at ZEUS.



K. NAGANO  
ZEUS NLO-QCD Fit to Determine Proton PDFs and  $\alpha_s$ .

A. PELLEGRINO  
Measurement of the Diffractive Cross Section in e p Interactions at Low  $Q^2$ .

S. SCHAGEN  
Measurement of Charm Production in DIS with the ZEUS Detector.

B. SMALSKA  
Diffractive Results from the ZEUS Leading Proton Spectrometer at HERA.

E. TASSI  
Jet Production in NC DIS and Determination of  $\alpha_s$ .

T. YAMASHITA  
Diffractive Hadronic Final States.

A.F. ZARNECKI  
Contact Interactions at HERA.

L. ZAWIEJSKI  
Multiplicity Fluctuations in DIS.

**Proc. of the Int. Europhys. Conf. on High Energy Physics, Budapest/H (2001) (JHEP)**

A. COOPER-SARKAR  
ZEUS NLO QCD Fits.

L. GLADILIN  
Heavy Flavor in Photoproduction at HERA.

C. GLASMAN  
Jet Production in Deep Inelastic e p Scattering at HERA and Determination of  $\alpha_s$ .  
hep-ex/0112039

F. GOEBEL  
Inclusive Diffraction at HERA with a Measured Leading Proton.

H. KOWALSKI  
DGLAP Evolution and Saturation Effects at HERA.

X. LIU  
Search for Leptoquarks and Contact Interactions.

B. MELLADO  
VM Cross Sections and Trajectory Determination.

M. MILITE  
Jet Substructure in Photoproduction.

P.R.B. SAULL  
Deeply Virtual Compton Scattering.

B. SURROW  
Low-x Phenomenology.

R. WICHMANN  
Hadronic Final State in Diffraction at HERA.

G. WOLF  
Conference Summary.

R. YOSHIDA  
Hard QCD and Structure Functions.

**Proc. of the Ringberg Workshop on New Trends in HERA Physics, Schloss Ringberg, Tegernsee/D (2001)**

N. BROOK  
Soft Multiparticle Production.

J.A. CRITTENDEN  
Experimental Results on the Production of Light Vector Mesons.  
DESY 01-133, hep-ex/01110040

E. DE WOLF  
Diffractive Structure Functions.

G. LEVMAN  
Pion Structure Function and Jet in  $\gamma p \rightarrow n+X$ .

K. NAGANO  
 $\alpha_s$  and Gluon Density from Structure Functions.

I. REDONDO  
Open Charm Production at HERA.

R. SACCHI  
W Bosons and Searches for beyond SM Physics at HERA.

M. WING  
Jets in Deep-Inelastic Scattering at HERA.  
hep-ex/0109039

D. BAILEY  
HERA Heavy Flavour Physics.  
Proc. of the Int. Conf. on New Trends in High-Energy Physics (CRIMEA2001), Yalta/UA (2001)

L. BELLAGAMBA  
Lepton Flavor Violation and FCNC at HERA.  
Proc. of the 9th Int. Conf. on Supersymmetries in Physics (SUSY2001), Dubna/RUS (2001)

T. CARLI  
Physics at Small-x.  
Proc. of the 20th Int. Sympos. on Lepton and Photon Interactions at High Energies, Rome/I (2001)

J.E. COLE  
Low x Physics at HERA.  
Proc. of the 16th Int. Workshop on High Energy Physics and Quantum Field Theory (QFTHEP2001), Moscow/RUS (2001)

C.M. CORMACK  
High  $Q^2$  Physics at HERA.  
Proc. of the 21st Conf. on Physics in Collision (PIC2001), Seoul/Korea (2001)

M. DERRICK

Diffraction and Vector Meson Production at HERA.  
Proc. of the Workshop on Lepton Scattering, Hadrons and QCD (LEPSCAT01), Adelaide/AUS (2001)

S. DUSINI

DVCS Measurements in H1 and ZEUS.  
Proc. of the Conf. on the Legacy of LEP and SLC, Siena/I (2001)

J. FIGIEL

Vector Meson Production at HERA.  
Proc. of the 36th Rencontres de Moriond: QCD and High Energy Hadronic Interactions, Les Arcs/F (2001) und hep-ex/0105012

U. FRICKE

Upgrade of the ZEUS OO Tag Database for Physics Analysis at HERA.  
Proc. of the Conf. on Computing in High Energy and Nuclear Physics (CHEP'01), Beijing/PRC (2001)

K. FUSAYASU

Recent Results on High- $Q^2$  Neutral and Charged Current Cross Sections at HERA.  
Proc. of the 36th Rencontres de Moriond on Electroweak Interactions and Unified Theories, Les Arcs/F (2001)

R. HALL-WILTON

Low-x and Diffraction at HERA.  
Proc. of the 16th Lake Louise Winter Institute, Alberta/CAN (2001)

J.C. HART

Prompt Photons and DVCS.  
Proc. of the 36th Rencontres de Moriond: QCD and High Energy Hadronic Interactions, Les Arcs/F (2001)

E. HEAPHY

Jets and Subjets.  
Proc. of the 31st Int. Sympos. on Multiparticle Dynamics (ISMD2001), Datong/PRC (2001)

G. IACOBUCCI

Diffraction Phenomena.  
Proc. of the 20th Int. Sympos. on Lepton and Photon Interactions at High Energies, Rome/I (2001)

U. KARSHON

Heavy Quark Production and Spectroscopy at HERA.  
Proc. of the 9th Int. Conf. on Hadron Spectroscopy (HADRON2001), Protvino/RUS (2001)

D. KÇIRA

Proton, Photon and Virtual Photon Structure at HERA.  
Proc. of the 36th Rencontres de Moriond: QCD and High Energy Hadronic Interactions, Les Arcs/F (2001)

T.Z. KOWALSKI, B. MINDUR

A Study of Aging Effects in Gas-Monitoring Proportional Counters of the BAC Calorimeter of the ZEUS Experiment.  
Proc. of Int. Workshop on Aging Phenomena in Gaseous Detectors, Hamburg/D (2001) (Nucl. Instrum. Methods A)

M. KUZE

Searches for New Physics at HERA.  
Proc. of the 15th Rencontres de Physique de la Vallée d'Aoste, La Thuile/I (2001)

B.B. LEVCHENKO

Inclusive  $\phi(1020)$  Meson Production in DIS.  
Proc. of the 16th Int. Workshop on High Energy Physics and Quantum Field Theory (QFTHEP2001), Moscow/RUS (2001)

G. LEVMAN

Leading Bayron Production at HERA.  
Proc. of the Workshop on Lepton Scattering, Hadrons and QCD (LEPSCAT01), Adelaide/AUS (2001)

E. LOHRMANN

Results from H1 and ZEUS.  
Proc. of the 29th Int. Workshop on Gross Properties of Nuclei and Nuclear Excitations, Structure of Hadrons, Hirschegg/A (2001)

S. MAGILL

Hard Interactions at HERA.  
Proc. of the 1st High-Energy Physics Conf. in Madagascar, Antananarivo/RM (2001)

V. MONACO

Diffraction Structure Functions from HERA.  
Proc. of the 36th Rencontres de Moriond: QCD and High Energy Hadronic Interactions, Les Arcs/F (2001)

D. NOTZ

Zusammenspiel einer SPS mit dem CAN Open Bus.  
Frühjahrstagung der Studiengruppe Elektron. Instrum., FZK Karlsruhe/D (2001) (HMI-B-580 (2001))

Programmieren mit Microsoft Visual C++.

Das Standardmodell der Elementarteilchenphysik.  
Herbsttagung der Studiengruppe Elektron. Instrum., TU Graz/A (2001) (HMI-B-583 (2001))

B.Y. OH

Overview of HERA Physics.  
Proc. of the 9th Int. Sympos. on Meson-Nucleon Physics and the Structure of the Nucleon (MENU2001), Washington/USA (2001)

A. SAVIN

Diffraction.  
Proc. of the 31st Int. Sympos. on Multiparticle Dynamics (ISMD2001), Datong/PRC (2001)

M. SUTTON

$\alpha_s$  and gluons.  
Proc. of the 16th Int. Workshop on High Energy Physics and Quantum Field Theory (QFTHEP2001), Moscow/RUS (2001)

A. TAPPER

Deep Inelastic Scattering at High  $Q^2$ .  
Proc. of the 16th Winter Institute, Lake Louise/CAN (2001)

J.J. VELTHUIS

Irradiation Test of the ZEUS Vertex Detector Frontend Chips, the Helix 3.0.  
Proc. of the 7th Int. Conf. on Adv. Technol. and Part. Phys., Como/I (2001)

J.J. WHITMORE

Diffraction and Elastic Scattering at HERA.  
Proc. of the Int. Conf. on New Trends in High-Energy Physics (CRIMEA2001), Yalta/UA (2001)

G. WOLF

Highlights in Subnuclear Physics.  
Proc. of Int. School of Subnuclear Physics, Erice/I, 2001

K. WRONA, R. KACZOROWSKI, M. KOWAL, R. MANKEL,  
I. MARTENS

Operation and Optimization of a Linux PC Farm for Physics  
Analysis in the ZEUS Experiment.  
Proc. of the Conf. on Computing in High Energy and Nuclear  
Physics, Beijing/PRC (2001)

L. ZAWIEJSKI

Charged Multiplicity Fluctuations and Bose-Einstein Correlations  
at HERA.

Proc. of the 31st Int. Sympos. on Multiparticle Dynamics  
(ISMD2001), Datong/PRC (2001)

W. ZEUNER

Open Heavy Flavour Production at HERA.  
Proc. of the Conf. on the Legacy of LEP and SLC, Siena/I (2001)

A. ZIEGLER

A New W/Scintillator Electromagnetic Calorimeter for ZEUS.  
Proc. of the 7th Int. Conf. on Advanced Technology and Particle  
Physics, Como/I (2001)

AR. ZIEGLER

In Situ Measurements of Radiation Damage in Scintillating Fi-  
bers.

Proc. of the 7th Int. Conf. on Advanced Technology and Particle  
Physics, Como/I (2001)

## Vorträge

### DPG Frühjahrstagung Teilchenphysik, Bonn/D (2001)

V. ADLER

Ergebnisse des Systemtests für den Mikro-Vertex-Detektor am  
ZEUS-Experiment.

A. BENEN

Transversale Energieflüsse in tiefinelastischer e p-Streuung bei  
HERA.

I. BLOCH

Aufbau des Systemtests für den ZEUS-Mikrovertex-Detektor am  
ZEUS Experiment.

B. BODMANN, U. HOLM

Neutronen- und gamma-induzierte Strahlenschäden in Plastik-  
szintillatoren.

T. CARLI, V. CHIOCHIA

Optimised Hit Reconstruction for the ZEUS Microvertex Detector.

D. DANNHEIM

Ein Strahlungsmonitorsystem für den ZEUS-Mikrovertexdetektor.

S. GOERS

Neues ZEUS-Tracking: Verbesserungen mit dem Mikrovertex-  
Detektor und dem Straw-Tube Tracker.

O. GONZÁLEZ

Inclusive Jet Cross Sections in Neutral Current DIS.

S. HILLERT

Der ZEUS-Mikrovertex-Detektor: Produktion und Tests zur Qua-  
litätskontrolle.

P. IRRGANG

Der Straw-Tube-Tracker des ZEUS Experimentes am DESY.

A. KAPPES

Messung der differentiellen Wirkungsquerschnitte der Reaktion  
 $e^-p \rightarrow e^-X$  bei hohen  $x$  und  $Q^2$  und Extraktion der Strukturfunk-  
tion  $xF_3$  mit ZEUS an HERA.

R. KERGER

Suche nach Lepton-Flavor-verletzenden Reaktionen mit dem  
ZEUS-Detektor.

O.M. KIND

Elektron-Pion-Separation mit dem ZEUS-Übergangsstrahlungsdetektor.

B. KOBLITZ, T. CARLI

Suche nach Instantonen bei HERA.

N. KRUMNACK

Testexperimente am Prototypen des 6m-Taggers für den ZEUS-  
Luminositätsdetektor.

H. LABES

Photon-Struktur in Zwei-Jet-Ereignissen bei HERA.

N. LATUSKE, U. HOLM, K. WICK

Strahlungsharte Fasern für ein Spaghetti-Kalorimeter.

M. MORITZ

Messung von NC-Wechselwirkungsquerschnitten in  $e^+p$  Kollisio-  
nen mit dem ZEUS-Detektor bei HERA.

J. RAUTENBERG

Messung von Wirkungsquerschnitten des Geladenen-Strom-  
Prozesses  $e^+p \rightarrow \bar{\nu}_e X$  bei hohen  $x$  und  $Q^2$  mit dem ZEUS-Detektor  
an HERA.

H. SCHNURBUSCH

Analyse tiefinelastischer NC-Ereignisse mit hohem Impulsübertrag  
in 1999/2000er  $e^+p$  Daten im ZEUS-Experiment.

J. TANDLER

Exklusive Photoproduktion von  $J/\psi$  im ZEUS-Experiment analy-  
siert mit dem Übergangsstrahlungsdetektor.

A. WEBER

Suche nach angeregten Neutrinos mit dem ZEUS-Detektor.

H. WIEBER

Messung von Wirkungsquerschnitten Geladener-Strom-Ereignisse  
am ZEUS-Experiment aus der Datennahmeperiode 99/00.

- M. VÁZQUEZ  
Study of the Internal Structure of Jets in Charged Current DIS at HERA.
- K. VOSS  
Exklusive Photoproduktion von  $J/\psi$  im ZEUS-Experiment.
- R. YOSHIDA  
QCD at Colliders.
- J.K. BIENLEIN  
Achievements of Particle Physics.  
Research at DESY.  
Depleted Uranium.  
Univ. Damascus/SYR (2001)
- I. BLOCH  
Systemtest des ZEUS Mikro-Vertex-Detectors.  
33. Herbstschule für Hochenergiephysik, Maria Laach/D (2001)
- I.C. BROCK  
 $e^\pm p$  mit ZEUS/HERA Phase II.  
Kolloquium zu den phys. und astron. und weiteren BMBF-Forschungsschwerpunkten der Verbundforschung, Univ. Bonn/D (2001)
- T. CARLI  
From HERA to Future Colliders.  
Sympos. on Future Aspects of High Energy and Astroparticle Physics, MPI München/D (2001)
- J.A. CRITTENDEN  
Scaling Properties of High-Energy Diffractive Vector-Meson Production at High Momentum Transfer.  
Workshop on High Energy QCD: Beyond the Pomeron, BNL Upton/USA (2001)
- A. COOPER-SARKAR  
Structure Function Results from HERA.  
Low-x Meeting, Cracow/PL (2001)
- Low-x Results from HERA.  
Gordon Res. Conf. on Nuclear Physics, Newport News/USA (2001)
- M. DERRICK  
Pomeron Physics Studied with the ZEUS Detector.  
Workshop on High Energy QCD: Beyond the Pomeron, BNL Upton/USA (2001)
- A.T. DOYLE  
Deep Inelastic Scattering.  
CTEQ-IPPP Summer School, St. Andrews/GB (2001)
- B. FOSTER  
HERA Physics.  
7th Hellenic Summer School and Workshops on High Energy Physics, Corfu/GR (2001)
- L. GLADILIN  
Heavy Flavour Physics at HERA II.  
DESY Forum: Heavy Flavour Physics at HERA II, Hamburg/D (2001)
- T. HAAS  
Results from HERA Run I and Prospects for Run II.  
Univ. Princeton/USA (2001)
- E. HILGER  
 $e^\pm p$  mit ZEUS/HERA Phase I.  
Kolloquium zu den phys. und astron. und weiteren BMBF-Forschungsschwerpunkten der Verbundforschung, Univ. Bonn/D (2001)
- U. KARSHON  
Heavy Quark Production and Spectroscopy at HERA.  
Univ. Oxford/GB (2001)
- U. KATZ  
Physics at HERA.  
Adriatic School on Particle Phys. and Phys. Informatics, Split/HR (2001)
- R. KERGER  
Search for Lepton Flavor Violation with the ZEUS-Detector.  
Univ. Prague/CZ (2001)
- H. KOWALSKI  
Hard Diffraction at HERA.  
9th Blois Workshop on Elastic and Diffractive Scattering (EDS2001), Pruhonice/CZ (2001)
- R. MANKEL  
Report from the CHEP2001 Conference.  
Computing Rev. Board, DESY Hamburg/D (2001)
- ZEUS Computing Upgrades for HERA-II.  
DESY Hamburg/D (2001)
- M.C. PETRUCCI  
Leading Baryon Results.  
9th Blois Workshop on Elastic and Diffractive Scattering (EDS2001), Pruhonice/CZ (2001)
- J. REPOND  
Physics at HERA.  
Sympos. on Phenomenology (PHENO2001), Wisconsin Univ. Madison/USA (2001)
- P.R.B. SAULL  
High  $Q^2$  and Exotics Physics with ZEUS at HERA.  
CAP Congress, Victoria/CAN (2001)
- Deeply Virtual Compton Scattering at ZEUS.  
Univ. Oxford/GB (2001)
- Probing Parton Correlations in the Proton.  
Univ. Toronto/CAN (2001)
- Deeply Virtual Compton Scattering with ZEUS and H1.  
WE-HERAEUS Seminar on Generalised Parton Distributions, Bad Honnef/D (2001)
- S. SCHLENSTEDT  
QCD at Small  $x$  at HERA.  
Astrophysics, Nuclear, Particle Physics and the Connections.  
2nd Frontiers in Contemp. Phys., Nashville/USA (2001)



B. STRAUB

New Particle Searches at HERA.  
29th SLAC Summer Institute, SLAC Stanford/USA (2001)

G. WOLF

HERA: Struktur von Quarks und Leptonen.  
Univ. Würzburg/D (2001)

Y. YAMAZAKI

DVCS Measurements in H1 and ZEUS.  
Electromagnetic Int. with Nucleons and Nuclei, Santorini/GR (2001)

A.F. ZARNECKI

Exotic Searches at HERA.  
Conf. on Higgs & Supersymmetry, Orsay/F (2001)

### Dissertationen

K. DESLER

Elastic and Proton-Dissociative  $\rho^0$  Photoproduction at HERA.  
Univ. Hamburg/D (2001)

R. GALEA

A Search for R-Parity Violating Supersymmetric Particles at HERA  
Using the ZEUS Detector.  
Univ. Toronto/CAN (2001)  
DESY-THESIS-2001-015

F. GOEBEL

Measurement of the Diffractive Contribution to the DIS Cross  
Section Using the ZEUS Forward Plug Calorimeter.  
Univ. Hamburg/D (2001)  
DESY-THESIS-2001-049

A. KAPPES

Measurement of  $e p \rightarrow e X$  Differential Cross Sections at High  $Q^2$   
and of the Structure Function  $xF_3$  with ZEUS at HERA.  
Univ. Bonn/D (2001)  
BONN-IR-2001-16

D. KÇIRA

Study of Photon Structure via Dijet Production at HERA.  
Univ. Hamburg/D (2001)  
DESY-THESIS-2001-051

R. KERGER

A Search for Lepton Flavor Violating Transitions  $e \leftrightarrow \tau$  via Lep-  
toquarks in  $e^+p$  Scattering with the ZEUS Detector at HERA.  
Univ. Bonn/D (2001)  
BONN-IR-01-01

K.H. KLIMEK

Cross Section Measurement of Vector Meson Quasi-Photo-  
production at High Four-Momentum Transfer Using the ZEUS  
Detector at the HERA Collider.  
INP Cracow/PL (2001)  
DESY-THESIS-2001-053

M. KUHNKE

Microscopic Investigations on Various Silicon Materials Irradiated  
with Different Particles with the DLTS Method.  
Univ. Hamburg/D (2001)  
DESY-THESIS-2001-009

N. KRUMNACK

Testbeam Experiments and Monte Carlo Simulation of the ZEUS  
6 m Tagger.  
Univ. Hamburg/D (2001)  
DESY-THESIS-2001-033

A. LÓPEZ-DURÁN VIANI

Measurement of the Proton Structure Function  $xF_3$  in High  $Q^2$   
DIS Events Using ZEUS Data.  
Humboldt-Univ. Berlin/D (2001)  
DESY-THESIS-2001-056

G. MCCANCE

Event Shapes and Power Correlations at HERA.  
Univ. Glasgow/GB (2001)

B. MELLADO

Measurement of Diffractive Heavy Vector Meson Photoproduction  
at HERA with the ZEUS Detector.  
Columbia Univ. New York/USA (2001)  
DESY-THESIS 02-002

M. MILITE

The Internal Structure of Charmed Jets in Photoproduction at  
HERA and Tests of the ZEUS Microvertex Silicon Sensors.  
Univ. Hamburg/D (2001)  
DESY-THESIS-2001-050

H. RAACH

Inclusive Jet Cross Sections in Neutral Current Deep Inelastic  
Scattering in the Breit Frame at ZEUS.  
Univ. Freiburg/D (2001)  
DESY-THESIS-2001-046

F. REDONDO

Charm Electroproduction at HERA.  
Univ. Madrid/E (2001)  
DESY-THESIS-2001-037

B. SMALSKA

Measurement of the Proton Diffractive Structure Functions.  
Univ. Warsaw/Poland 2001

S. STONJEK

Measurement of  $D^{*\pm}$  Cross Sections in Photon Proton Collisions  
at HERA.  
Univ. of Hamburg/D (2001)  
DESY-THESIS 2001-043

A.D. TAPPER

Measurement of Charged Current Deep Inelastic Scattering Cross  
Sections Using the ZEUS Detector at HERA.  
Imperial College, Univ. London/GB (2001)

E. TASSI

Measurement of Dijet Production in Neutral Current Deep Inelastic Scattering at High  $Q^2$  and Determination of  $\alpha_s$  at HERA.  
Univ. Hamburg/D (2001)  
DESY-THESIS-2001-059

N. TUNING

Proton Structure Functions at HERA.  
NIKHEF, Univ. Amsterdam/NL (2001)

### Diplomarbeiten

D. BARTSCH

Charm-Erzeugung in tief-inelastischer Positron-Proton-Streuung mit ZEUS an HERA.  
Univ. Bonn/D (2001)  
BONN-IB-2001-11

I. BLOCH

The ZEUS Micro-Vertex Detector System Test – Triggering and Data Analysis.  
Univ. Hamburg/D (2001)  
DESY-THESIS-2002-001

M. DEPTUCH

Gas Multiplication Process in Proportional Counters Filled with Gas Mixtures Based on Ar +CO<sub>2</sub>.  
Univ. of Mining and Metallurgy, Cracow/PL (2001)

O. GUTSCHE

Development of the Trigger Algorithm for the MONOLITH Experiment.  
Univ. Hamburg/D (2001)  
DESY-THESIS-2001-020

I. KOWALIK

Study of Halo Muons Using the BAC in the ZEUS Experiment.  
(In polish)  
Univ. Warsaw/PL (2001)

N. KRUMNACK

Testbeam Experiments and Monte Carlo Simulation of the ZEUS 6m Tagger.  
Univ. Hamburg/D (2001)  
DESY-THESIS-2001-033

N. LATUSKE

Untersuchung von szintillierenden Fasern für ein Spaghetti-Kalorimeter auf ihre Strahlungshärte.  
Univ. Hamburg/D (2001)

P. SCHAFFRATH

Studien zum Alignment des ZEUS-Mikrovertexdetektors.  
Univ. Bonn/D (2001)  
BONN-IB-2001-04

J. WOJTASZWESKI

Gas Multiplication Process in Ar Based Mixtures in Straw Proportional Counters for ATLAS and ZEUS Experiments.  
Univ. of Mining and Metallurgy, Cracow/PL (2001)

M. ZAMPONI

Vergleich von Messdaten und Simulation der tiefinelastischen Reaktion  $e p \rightarrow \text{Neutrino } X$  bei ZEUS.  
Univ. Bonn/D (2001)  
BONN-IB-2001-03

### HERMES

---

#### Veröffentlichungen

HERMES KOLLABORATION, A. AIRAPETIAN et al.

Double-Spin Asymmetry in the Cross Section for Exclusive  $\rho^0$  Production in Lepton-Proton Scattering.  
Phys. Lett. B513 (2001) 301 und DESY 00-189, hep-ex/0102037

Multiplicity of Charged and Neutral Pions in Deep-Inelastic Scattering of 27.5 GeV Positrons on Hydrogen.  
Eur. Phys. J. C21 (2001) 599 und DESY 01-037, hep-ex/0104004

Single-Spin Azimuthal Asymmetries in Electroproduction of Neutral Pions in Semi-Inclusive Deep-Inelastic Scattering.  
Phys. Rev. D64 (2001) 097101 und  
DESY 01-047, hep-ex/0104005

Measurement of the Beam-Spin Azimuthal Asymmetry Associated with Deeply Virtual Compton Scattering.  
Phys. Rev. Lett. 87 (2001) 182001 und  
DESY 01-091, hep-ex/0106068

Single-Spin Azimuthal Asymmetries in Exclusive Electroproduction of  $\pi^+$  Mesons.  
DESY 01-223, hep-ex/0112022, zur Veröffentl. in Phys. Lett. B

A. ANDREEV et al.

Multiwire Proportional Chambers in the HERMES Experiment.  
Nucl. Instrum. Methods A465 (2001) 482

C. BAUMGARTEN et al.

Molecular Flow and Wall Collision Age Distributions.  
Eur. Phys. J. D18 (2002) 37

Time-of-Flight Measurements in Atomic Beam Devices Using Adiabatic High Frequency Transitions and Sextupole Magnets.  
Zur Veröffentl. in Nucl. Instrum. Methods A

An Atomic Beam Polarimeter to Measure the Nuclear Polarisation in the HERMES Gaseous Polarized Hydrogen and Deuterium Target.  
Zur Veröffentl. in Nucl. Instrum. Methods A

T. BENISCH et al.

The Luminosity Monitor of the HERMES Experiment at DESY.  
Nucl. Instrum. Methods A471 (2001) 314

J.T. BRACK et al.

The HERMES Forward Tracking Chambers: Construction, Operation, and Aging Effects.  
Nucl. Instrum. Methods A469 (2001) 47

R. DE LEO et al.  
Chromatic Aberration and Forward Scattering of Light in Silica Aerogel.  
Nucl. Instrum. Methods A457 (2001) 52

E. DEVITSIN et al.  
Transparency and Radiation Hardness of Cherenkov Crystals NaBi(WO<sub>4</sub>)<sub>2</sub>:Sc.  
Radiat. Meas. 33 (2001) 597

V.A. KOROTKOV et al.  
Transversity Distribution and Polarized Fragmentation Function from Semi-Inclusive Pion Electroproduction.  
Eur. Phys. J. C18 (2001) 639

K.A. OGANESSYAN et al.  
Investigation of Single Spin Asymmetries in  $\pi^+$  Electroproduction.  
Nucl. Phys. A689 (2001) 784

M.G. VAN BEUZEKOM et al.  
First Experience with the HERMES Silicon Detector.  
Nucl. Instrum. Methods A461 (2001) 247

G. VAN DER STEENHOVEN  
First Observation of DVCS at HERMES.  
Nucl. Phys. News 4 (2001) 30

#### Veröffentlichte Vorträge

#### Proc. of the 9th Int. Workshop on Deep Inelastic Scattering and QCD (DIS2001), Bologna/I (2001)

E.C. ASCHENAUER  
Measurement of the Double Spin Asymmetry in the Photoproduction of High- $p_T$  Hadrons at HERMES.

M. BECKMANN  
Measurements of Polarized Quark Distributions at HERMES.

N. BIANCHI  
Conveners Summary Talk of the Spin Physics Session.

P. DI NEZZA  
A Measurement of Pion Multiplicities and Momentum Distributions in DIS at HERMES.

O. GREBENYUK  
Longitudinal Lambda Polarization Measured at HERMES.

D. HASCH  
Single Spin Azimuthal Asymmetries in Neutral Pion Electroproduction.

V. MUCCIFORA  
Hadron Formation in DIS in a Nuclear Environment.

W.-D. NOWAK  
Prospects for HERMES RUN II.

K. OGANESSYAN  
u-Quark Dominance in  $\sin \varphi$  Azimuthal Asymmetry in  $\gamma^* \vec{p} \rightarrow \pi^{\pm,0} X$ .

E. THOMAS  
Single Spin Azimuthal Asymmetries in Electroproduction of Exclusive  $\pi^+$ .

J. VOLMER  
Single-Spin Azimuthal Asymmetries from Deeply Virtual Compton Scattering at HERMES.

C. WEISKOPF  
A HERMES Measurement of the Deuteron Spin Structure Function  $g_1^d$ .

#### Proc. of the 9th Workshop on High Energy Spin Physics (SPIN2001), Dubna/RUS (2001)

S. BELOSTOTSKI, O. GREBENYUK  
Transverse Polarization of Lambda Hyperons Produced Inclusively in eN-Scattering at HERMES.

S. BELOSTOTSKI  
Longitudinal Spin Transfer to the Lambda Hyperon in Lepto-Production.

A. BORISSOV  
Spin Physics of Vector Meson Production at Intermediate W and  $Q^2$ .

J. ELY  
Deeply Virtual Compton Scattering: Motivation and First Observation.

E. THOMAS  
SSA and Exclusive  $\pi$  Production.

A. TKABLADZE  
 $J/\psi$  Production at HERMES.

#### Proc. of the 1st US-Japan Phys. Soc. Joint Meeting and Nucl. Phys. Division Fall Meeting, Maui/USA (2001)

S. BERNREUTHER  
Measurement of Polarised Quark Distributions at HERMES.

P. DI NEZZA  
Nuclear Effect at HERMES.

A. FANTONI  
The  $Q^2$  Dependence of the Generalised GDH Integral in the HERMES Experiment.

W. LORENZON  
Deeply Virtual Compton Scattering at HERMES.

C. SCARLETT  
Cross Sections and Asymmetries in Open Charm Production at HERMES.

- T.-A. SHIBATA  
Recent Results from HERMES.
- E.C. ASCHENAUER  
HERMES Past and Future.  
Proc. of the Int. Workshop on QCD: Theory and Experiment, Martina Franca/I (2001)
- S. BERNREUTHER  
Spin Structure of Nucleons Measured in Polarised Deep-Inelastic Scattering at HERMES.  
Proc. of the Int. Workshop on Physics with GeV Electrons and Gamma-Rays, Tokyo/J (2001)
- Measurement of Polarised Quark Distributions at HERMES.  
Proc. of the 3rd Circum-Pan-Pacific Sympos. on High Energy Spin Physics (SPIN2001), Beijing/PRC (2001)
- N. BIANCHI  
Exclusive Mesons and Photons Electroproduction.  
Proc. of the 3rd Circum-Pan-Pacific Sympos. on High Energy Spin Physics (SPIN2001), Beijing/PRC (2001)
- Exclusive Processes at HERMES.  
Proc. of the Workshop on Lepton Scattering, Hadrons & QCD, Adelaide/AUS (2001)
- Nuclear Medium Effect in Hadron Leptoproduction.  
Proc. of the Int. Sympos. on Electromagnetic Interactions in Nuclear and Hadron Physics (EMI2001), Osaka/J (2001)
- H. BÖTTCHER  
QCD Analysis of Polarized Structure Functions.  
Proc. of the Int. Conf. on QCD: Theory and Experiment, Martina Franca/I (2001)  
Proc. of the Topical Workshop on Transverse Spin Physics, Zeuthen/D (2001)  
Proc. of the 4th EC Network Meeting (QCDNET2001), Weimar/D (2001)
- A. BORISSOV  
Exclusive Processes at Intermediate Energies: HERMES Results and Prospects.  
Proc. of the 9th Blois Workshop on Elastic and Diffractive Scattering (EDS2001), Pruhonice/CZ (2001)
- L. DENARDO  
Measurement of the Spin Structure Function  $g_1$  at HERMES.  
Proc. of the Adv. Study Inst. on Symmetries and Spin, Prague/CZ (2001)
- P. DINEZZA  
Nuclear Medium Effects at HERMES.  
Proc. of the Workshop on Lepton Scattering, Hadrons & QCD, Adelaide/AUS (2001)
- Tagging the Collins Fragmentation Function at HERMES.  
Proc. of the Topical Workshop on Transverse Spin Physics, Zeuthen/D (2001)
- M. DÜREN  
The Structure of the Nucleon.  
Proc. of the Structure of Hadrons: 29th Int. Workshop on Gross Properties of Nuclei and Nuclear Excitations, Hirschegg/A (2001)
- New Results and Future Prospects of the Spin Structure of the Nucleon as Measured by HERMES.  
Proc. of the 9th Int. Sympos. on Meson-Nucleon Physics and the Structure of the Nucleon (MENU2001), Washington/USA (2001)
- F. ELLINGHAUS  
TESLA-N: Future Polarized Electron-Nucleon Scattering at DESY.  
Proc. of the 16th Winter Institute, Lake Louise/CAN (2001)
- J. ELY  
Observation of a Single Spin Azimuthal Asymmetry in the Exclusive Electroproduction of Photon.  
Proc. of the 36th Rencontres de Moriond: QCD and High Energy Hadronic Interactions, Les Arcs/F (2001)
- A. FANTONI  
Results from the HERMES Experiment.  
Proc. of the ECT\* Conf. on the Spin Structure of the Proton, Trento/I (2001)
- F.H. HEINSIUS  
Structure Functions and the Spin of the Nucleon: From HERMES to COMPASS.  
Proc. of the 36th Rencontres de Moriond: QCD and High Energy Hadronic Interactions, Les Arcs/F (2001)
- V. KOROTKOV  
Deeply Virtual Compton Scattering at HERMES: Present and Future.  
Proc. of the Adv. Study Inst. on Symmetries and Spin, Prague/CZ (2001)
- K. LIPKA  
Diffractive Vector Meson Production at HERMES.  
Proc. of the Int. Conf. on the Structure and Interactions of the Photon (PHOTON2001), Ascona/CH (2001)
- V. MUCCIFORA  
Nuclear Medium Effects at HERMES.  
Proc. of the ECT\* Conf. on the Spin Structure of the Proton, Trento/I (2001)
- W.-D. NOWAK  
European Perspectives for Electron-Nucleon Scattering at the Luminosity Frontier.  
Proc. of the ECT\* Conf. on the Spin Structure of the Proton, Trento/I (2001)
- K. OGANESSYAN  
Transversity Effects in Longitudinally Polarized Nucleons.  
Proc. of the Topical Workshop on Transverse Spin Physics, Zeuthen/D (2001)
- G. SCHNELL  
Transversity and Lambda Physics at HERMES.  
Proc. of the 3rd Circum-Pan-Pacific Sympos. on High Energy Spin Physics (SPIN2001), Beijing/PRC (2001)
- B. SEITZ  
Single Spin Asymmetries in Exclusive Electroproduction at HERMES.



Proc. of the 9th Int. Sympos. on Meson-Nucleon Physics and the Structure of the Nucleon (MENU2001), Washington/USA (2001)

M.C. SIMANI

Spin Physics at HERMES.

Proc. of the Adv. Study Inst. on Symmetries and Spin, Prague/CZ (2001)

J. STEWART

Polarized Lepton-Nucleon Scattering at HERMES.

Proc. of the Europysics Conf. on High Energy Physics, Budapest/H (2001)

U. STOESSLEIN

Polarized Structure Functions and Spin Physics.

Proc. of the 20th Int. Conf. on Lepton and Photon Interactions, Rome/I (2001) und hep-ex/0201036

M. TYTGAT

Diffraction Vector Meson Production at Intermediate Energies.

Proc. of the 9th Blois Workshop on Elastic and Diffractive Scattering, Pruhonice/CZ (2001)

G. VAN DER STEENHOVEN

Hard Exclusive Processes at HERMES.

Proc. of the 8th Meeting on Mesons & Light Nuclei, Prague/CZ (2001)

M.G. VINCTER

Plans for HERMES Run 2.

Proc. of the Topical Workshop on Transverse Spin Physics, Zeuthen/D (2001)

### Vorträge

#### DPG Frühjahrstagung Hadronen und Kerne, Erlangen/D (2001)

F. ELLINGHAUS

Polarized Electron-Nucleon Scattering at TESLA.

U. ELSCHENBROICH

Monte-Carlo-Simulation der HERMES-Luminositätsmessung.

P. LENISA

The HERMES Polarised Target.

R. KAISER

HERMES und der Spin des Nukleons.

F. MENDEN

Quasireale Photoproduktion von Hadronenpaaren mit hohem Transversalimpuls bei HERMES.

E.C. ASCHENAUER

HERMES at the Turn of the Millennium.

WA, DESY Hamburg/D (2001)

Messungen von Single-Spin Asymmetrien und Transversity mit dem HERMES Experiment.

Arbeitsreffen „Hadronen und Kerne“, Pommersfelden/D (2001)

N. BIANCHI

Single Spin Azimuthal Asymmetries at HERMES.

Ringberg Castle, Tegernsee/D (2001)

E. DEVITSIN

Improvement of Optical Properties and Radiation Hardness of NaBi(WO<sub>4</sub>)<sub>2</sub> Cherenkov Crystals.

6th Int. Conf. on Inorganic Scintillators and their Applications (SCINT2001), Chamonix/F (2001)

F. ELLINGHAUS

Elektroproduktion von exklusiven Photonen am HERMES-Experiment.

33. Herbstschule für Hochenergiephysik, Maria Laach/D (2001)

R. FABBRI

Elettroproduzione esclusiva di 2 pioni a HERMES.

88th Congresso Nazionale SIF, Milano/I (2001)

A. FANTONI

Duality in Polarized Structure Function.

Santorini/GR (2001)

H. FISCHER

Exklusive Mesonproduktion und tief-virtuelle Comptonstreuung bei HERMES und COMPASS.

Arbeitsreffen Kernphysik, Schleching/D (2001)

E. GARUTTI

Hadron Formation in Nuclei in Deep-Inelastic Scattering.

Fall Meeting of NNV, Lunteren/NL (2001)

Fisica dello spin at HERMES.

Univ. Ferrara/I (2001)

Physics at HERMES (an Experiment to Study the Structure Function of the Nucleon).

DESY Hamburg/D (2001)

D. HASCH

Exclusive Pion Production at HERMES.

Santorini/GR (2001)

R. KAISER

Physics at HERMES.

Univ. Glasgow/GB (2001)

K. LIPKA

Diffraction Vector Meson Production at HERMES.

Humboldt-Univ. Berlin/D (2001)

N. MAKINS

News from HERMES: Turning the Proton Inside Out.

Kolloquium, Illinois Univ. Urbana-Champaign/USA (2001)

V. MEXNER

Spin-Asymmetry of Photo-Produced High- $p_t$  Hadron Pairs in HERMES.

Fall Meeting of NNV, Lunteren/NL (2001)

V. MUCCIFORA

Recent Results from HERMES.

Workshop on Perspectives in Hadronic Physics, Trieste/I (2001)

Studio di fenomeni di adronizzazione nel mezzo nucleare a HERMES.

88th Congresso Nazionale SIF, Milano/I (2001)

Electromagnetic Interactions with Nucleons and Nuclei.  
Santorini/GR (2001)

K. OGANESSYAN

Single Spin Azimuthal Asymmetries in Electroproduction of  $\pi^0$  in Semiinclusive Deep Inelastic Scattering.

6th Workshop on Non-Perturbative QCD, Paris/F (2001)

S. POTASHOV

The Luminosity Monitor of the HERMES Experiment at DESY.  
9th Vienna Conf. on Instrumentation (VCI2001), Vienna/A (2001)

C. SCHILL

Azimutale Single-Spin-Asymmetrien bei der semi-inklusive Hadron-Produktion im HERMES-Experiment.

DPG Frühjahrstagung, Bonn/D (2001)

G. SCHNELL

Transversity Measurements at HERMES.

PRC-Meeting, DESY Hamburg/D (2001)

B. SEITZ

GDH Sum Rule.

Arbeitstreffen Kernphysik, Schleching/D (2001)

G. VAN DER STEENHOVEN

Skewed Parton Distributions at HERMES, ELFE and TESLA-N.  
Workshop on Skewed Parton Distributions, Orsay/F (2001)

Deep-Inelastic Scattering on Nuclei.

INT Workshop on Correlations in Nucleons and Nuclei, Seattle/USA (2001)

The Role of the Nucleus in (Polarized) Deep-Inelastic Scattering.

3rd North West Europe Nuclear Physics Conf., Bergen/N (2001)

Spin Physics: Where Will We Be in 2006?

IPPP Workshop on Future Physics at HERA, Durham/GB (2001)

M.G. VINCTER

New Results from HERMES.

Congress of the Can. Assoc. of Physicists, Victoria/CAN (2001)

J. VISSER

Nuclear Effects in Deep Inelastic Scattering.

Workshop on Perspectives in Hadronic Physics, Trieste/I (2001)

B. ZIHLMANN

Nuclear Effects in Deep Inelastic Scattering.

Univ. Basel/CH (2001)

### Dissertationen

Y. GÄRBER

Messung der Proton-Spinstrukturfunktion  $g_1$  bis zu kleinstmöglichen Bjorken- $x$  mit dem HERMES-Experiment.

Humboldt-Univ. Berlin/D (2001)

DESY-THESIS-2001-042

T. LINDEMANN

Extraktion der polarisierten Quarkverteilungen des Nukleons mit besonderer Berücksichtigung der Seequarks im HERMES-Experiment.

Univ. Hamburg/D (2001)

DESY-THESIS-2001-054

F. MENDEN

Determination of the Gluon Polarization in the Nucleon.

Univ. Freiburg/D (2001)

DESY-THESIS-2001-060

Y. NARYSHKIN

Investigation of Lambda-Hyperon Production in Deep Inelastic Positron Nucleon Scattering in the HERMES Experiment.

Petersburg Nucl. Phys. Inst., Gatchina/RUS (2001)

J. SEIBERT

Bestimmung der Verhältnisse der  $F_2^n$ - und  $F_2^D$ -Strukturfunktionen sowie der u- und d-Valenzquarkverteilungen.

Univ. Freiburg/D (2001)

DESY-THESIS-2001-036

M. TYTGAT

Diffraction Production of  $\rho^0$  and  $\omega$  Vector Mesons at HERMES.

Univ. Gent/B (2000)

DESY-THESIS-2001-018

E. VOLK

Measurement of the  $D^{*+/-}$  Cross-Section at HERMES.

Univ. Heidelberg/D (2001)

DESY-THESIS-2001-002

S. YONEYAMA

Spin Asymmetry of Kaon Productions in Polarized Deep-Inelastic Scattering on Deuterium Target by HERMES Experiment.

Inst. of Techn., Tokyo/J (2001)

DESY-THESIS-2001-017

### Diplomarbeiten

I. BRUNN

Optimization of the Magnet System of the Breit-Rabi Polarimeter and Calibration of the Target Gas Analyzers of the HERMES Experiment at DESY.

Univ. Erlangen-Nürnberg/D (2001)

M. EHRENFRIED

Eine Studie zur Nachweisbarkeit von open-charm-Ereignissen bei HERMES.

Univ. Münster/D (2001)

DESY-THESIS-2001-024

U. ELSCHENBROICH

Bhabha-Streuung and Luminositätsmessung im HERMES-Experiment.

Univ. Düsseldorf/D (2001)

G. KOTIK

Production and Decay of Diffractive  $\rho$  Mesons at HERMES.

Alberta Univ. Edmonton/CAN (2001)

B. KRAUSS

Ein Silizium-Detektor für das HERMES-Experiment.  
Univ. Erlangen-Nürnberg/D (2000)

P. LIEBING

Double Spin Asymmetries in Single Hadron Quasi-Real Photo-production at HERMES.  
Humboldt-Univ. Berlin/D (2001)  
DESY-THESIS-2001-003

B. MAIHEU

Coherentie-effecten in diffractieve, exclusive  $\rho^0$  elektroproductie in HERMES.  
Univ. Gent/B (2001)

F. SATO

Flavor Asymmetry of the Polarized Light Sea Quarks Extracted from Deep-Inelastic Scattering at HERMES.  
Inst. of Techn., Tokyo/J (2001)

K. SUETSUGU

Performance of Pion, Kaon, and Proton Identification with the Ring Imaging Cerenkov of HERMES.  
Inst. of Techn., Tokyo/J (2001)  
DESY-THESIS-2001-016

A. VANDENBROUCKE

Exclusieve elektroproductie van pseudoscalaire en vectormesonen in HERMES.  
Univ. Gent/B (2001)

## HERA-B

### Veröffentlichungen

I. ABT et al.

Cluster Shapes and Cluster Sizes in the HERA-B Silicon Vertex Detector.  
Nucl. Instrum. Methods A449 (2001) 147

A. AREFIEV et al.

A Gaseous Muon Detector at the HERA-B Experiment.  
IEEE Trans. Nucl. Sci. 48 (2001) 1059

K. EHRET et al.

Observation of Coasting Beam at the HERA Proton Ring.  
Nucl. Instrum. Methods A456 (2001) 206 und  
DESY 00-018, hep-ex/0002002

V. EIGES, B. FOMINYKH, F. KHASANOV, T. KVARATSKHELIA, L. LAP-  
TIN, V. CHUDAKOV, I. TIKHOMIROV, M. TITOV, YU. ZAITSEV

The Muon Detector at the HERA-B Experiment.  
Nucl. Instrum. Methods A461 (2001) 104

M. DANILOV, YU. GUILITSKY, T. KVARATSKHELIA, L. LAP-  
TIN, I. TIKHOMIROV, M. TITOV, YU. ZAITSEV

Aging Studies of Large Area Proportional Chambers under High Rate Irradiation with  $\text{CF}_4$  Based Mixtures. Pt. 1 and Pt. 2.

ITEP-15-01-PART-1, hep-ex/0111078

ITEP-15-01-PART-2, hep-ex/0111077

P. KRÍŽAN

Recent Progress in Čerenkov Counters.  
IEEE Trans. Nucl. Sci. 48 (2001) 941

P. KRÍŽAN et al.

The Performance of the HERA-B RICH at High Track Densities.  
Nucl. Instrum. Methods A471 (2001) 30

A.S. SCHWARZ

New Developments in Charged Particle Tracking.  
In: Techniques and Concepts of High-Energy Physics, H.B. Prosper,  
M. Danilov (Eds.), Kluwer Acad. Publ. (2001) 251

A. ZOCCOLI

Status of the HERA-B Experiment.  
Nucl. Phys. B99 (2001) 267

### Veröffentlichte Vorträge

**Proc. of the Int. Workshop on Aging Phenomena in Gaseous Detectors, Hamburg/D (2001) (Nucl. Instrum. Methods A)**

G. BOHM

Observations on Cathode Aging (Malter Effect) in High-Irradiation-Load Drift Tubes.

M. CAPEANS

Aging and Materials: Lessons for Detectors and Gas Systems.

K. DEHMELT

A Longterm Aging Study of the Honeycomb Drift Tubes of HERA-B Using a Circulated and Purified  $\text{CF}_4$ -Gas Mixture.

H.-B. DREIS

Gas Support Systems for New High-Rate Detectors: The Example of the Inner Tracker of HERA-B.

M. HOHLMANN

A Clean Gas System with Closed Loop for a Large Gaseous Detector Operation at High Rates.

T. HOTT

Aging Problems of the Inner Tracker at HERA-B: How to Develop Micro-Pattern Gaseous Detectors for High-Rate Experiments.

K. LAU

Test-Beam Aging Studies of a TMAE Prototype for the HERA-B RICH.

C. PADILLA

Aging Studies for the Outer Tracker of HERA-B.

B. SCHMIDT

Recommendations for Building and Testing the Next Generation of Gaseous Detectors.

- A. SCHREINER  
Humidity Dependence of Dark Currents and Anode Etching.
- D. SKRK  
The Performance of a Wire Chamber with a Light-Sensitive Methane-TMAE Gas Mixture at High Counting Rates.
- M. TITOV  
Aging Studies for the Muon Detector of HERA-B.
- V. AMARAL, A. AMORIM, J. BATISTA  
Operational Experience Running HERA-B Database System.  
Proc. of the Int. Conf. on Computing in High-Energy and Nuclear Physics (CHEP'01), Beijing/PRC (2001)
- V. AMARAL, A. AMORIM et al.  
Studies for Optimization of Data Analysis Queries for HEP Using HERA-B.  
Proc. of the Int. Conf. on Computing on High-Energy and Nuclear Physics (CHEP'01), Beijing/PRC (2001)
- M. BRUINSMA et al.  
First Commissioning Results for the HERA-B First Level Trigger.  
Proc. of the 7th Workshop on Electronics for LHC Experiments, Stockholm/S (2001)
- R. ECKMANN, D. DUJMIC, R.F. SCHWITTERS  
The Performance of the HERA-B RICH.  
Proc. of the 8th Pisa Meeting on Adv. Detectors, La Biodola, Isola d'Elba/I (2000) (Nucl. Instrum. Methods A461 (2001) 563)
- V. EIGES et al.  
The Muon Detector at the HERA-B Experiment.  
Proc. of the 8th Pisa Meeting on Adv. Detectors, La Biodola, Isola d'Elba/I (2000) (Nucl. Instrum. Methods A461 (2001) 104)
- J. GLÄSS et al.  
Terabit per Second Data Transfer for the HERA-B First Level Trigger.  
Proc. of the 12th Conf. on IEEE-NPSS Real Time, Valencia/E (2001)
- W. GRADL  
The Inner Tracker of HERA-B.  
Proc. of the 8th Pisa Meeting on Adv. Detectors, La Biodola, Isola d'Elba/I (2000) (Nucl. Instrum. Methods A461 (2001) 80)
- J.M. HERNANDEZ  
PC Farms for Triggering and Online Reconstruction at HERA-B.  
Proc. of the Int. Conf. on Computing in High-Energy and Nuclear Physics (CHEP'01), Beijing/PRC (2001)
- W. HULSBERGEN  
Status of the HERA-B Experiment.  
Proc. of the Cracow Epiphany Conf. on B Physics and CP Violation, Cracow/PL (2001) (Acta Phys. Pol. B32 (2001) 1791)
- C. KRAUSS  
Charged Particle Tracking with the HERA-B Detector.  
Proc. of the 7th Int. Conf. on Adv. Technol. and Part. Phys., Como/I (2001)
- M. MEDINNIS  
HERA-B Status.  
Proc. of the 9th Int. Workshop on Vertex Detectors (VERTEX2000), Homestead/USA (2000) (Nucl. Instrum. Methods A473 (2001) 174)
- A. MICHETTI et al.  
Track Finding at 10 MHz Hadronic Event Rate.  
Proc. of the 12th Conf. on IEEE-NPSS Real Time, Valencia/E (2001)
- I. RIU et al.  
Commissioning of a Very Fast Track Finder.  
Proc. of the IEEE Nucl. Sci. Sympos. (NSS) and Medical Imaging Conf. (MIC), San Diego/USA (2001)
- B. SCHWINGENHEUER  
Electronic Commissioning Experience at HERA-B.  
Proc. of the 7th Workshop on Electronics for LHC Experiments, Stockholm/S (2001)
- M. STARIČ  
Particle Identification with the HERA-B RICH.  
7th Int. Conf. on Adv. Technol. and Part. Phys., Como/I (2001)
- M. TITOV  
Summary and Results of the International Workshop on Aging Phenomena in Gaseous Detectors.  
Proc. of the IEEE Nucl. Sci. Sympos. (NSS) and Medical Imaging Conf. (MIC), San Diego/USA (2001) (IEEE Trans. Nucl. Sci.)
- T. ZEUNER  
Charged Particle Tracking at HERA-B.  
Proc. of the Int. Europhysics Conf. on High-Energy Phys., Budapest/H (2001) (JHEP)
- Vorträge**
- DPG-Frühjahrstagung Teilchenphysik, Bonn/D (2001)**
- P. BECHTLE  
Das Online-Monitoring des HERA-B Myon-Pretriggers.
- M. BÖCKER  
Die Inbetriebnahme des HERA-B Myon-Pretriggers.
- C. CRUSE  
Der HERA-B Myon-Pretrigger: Hardware und Effizienz.
- U. HUSEMANN  
Drell-Yan-Physik bei HERA-B.
- M.-A. PLEIER  
HERA-B: Erste Ergebnisse mit dem High- $p_t$  Lepton Trigger.
- B. SCHWINGENHEUER  
Das HERA-B Experiment: Erreichtes, Defizite und Aussichten.



## I. ABT

Silicon Detectors.

MC Methods.

ICFA School, Stellenbosch/ZA (2001)

Experience with QC for Silicon Detector Modules at HERA-B.  
1st Workshop on QA Issues in Silicon Detectors, CERN Geneva/CH (2001)

The HERA-B Vertex Detector.

Kolloquium, Univ. Siegen/D (2001)

Comparative Irradiation Test of an Oxygenated and a Non-Oxygenated Silicon Microstrip Detector.

1st Workshop on Radiation Hard Semiconductor Devices for Very High Luminosity Colliders, CERN Geneva/CH (2001)

The HERA-B Vertex Detector.

CERN Geneva/CH (2001)

## M. BUCHLER

$J/\psi$  Differential Cross Sections at HERA-B.

APS Meeting, Washington/USA (2001)

## M. DANILOV

Status of the HERA-B Experiment.

Results and Perspectives in Particle Physics.

La Thuile/I (2001)

## R. HARR

First Physics Results from HERA-B.

APS Meeting, Washington/USA (2001)

## O. IGONKINA

Charmonium Hadron Production at HERA-B.

Conf. of Particle Phys. in the New Millennium, Dubrovnik/HR (2001)

## K.T. KNÖPFLE

Performance of the HERA-B Vertex Detector System.

10th Int. Workshop on Vertex Detectors, Brunnen/CH (2001)

## P. KRIŽAN

Heavy Quark Physics at HERA-B and Tevatron.

55th Scottish Univ. Summer School in Physics, St. Andrews/GB (2001)

## S. MASCIOCCHI

L'Esperimento HERA-B a DESY.

Univ. of Milano/I (2001)

## B. SCHWINGENHEUER

Radiation Hardness of the HERA-B Double-Sided Silicon Strip Detectors.

5th Int. Conf. on Large Scale Appl. and Rad. Hardness of Semiconductor Detectors, Florence/I (2001)

## J. SHIU

A Search for the FCNC Decay  $D^0 \rightarrow \mu^+ \mu^-$ .

APS Meeting, Washington/USA (2001)

## T. ZIVKO

Experiment HERA-B.

Int. Conf. on Flavor Physics, Zhang-Jia-Jie City/PRC (2001)

## Dissertationen

## M. BRÄUER

Die Alignierung des HERA-B Vertexdetektors.

Univ. Heidelberg/D (2001)

## M. BUCHLER

Measurement of  $J/\psi$  Differential Cross Sections in 920 GeV/c

Proton- Nucleus Collisions Using the Muon Channel.

Wayne State Univ. Detroit/USA (2001)

## M. DRESSEL

Untersuchung dynamischer Eigenschaften der tiefinelastischen

Wechselwirkung von 920 GeV Protonen mit Al-, C-, Ti- und W-

Drähten bei HERA-B.

MPI München/D (2001)

MPI-PhE-2001-12

## D. DUJMIC

Open Charm Production at HERA-B.

Univ. of Texas/USA (2001)

## J. FLAMMER

Entwicklung der Simulation des ECAL Pretrigger Systems für das

Experiment HERA-B und Analyse der Effizienzen des Zerfalls

$J/\psi \rightarrow e^+ e^-$ .

DESY-Hamburg/D (2001)

DESY-THESIS-2001-048

## W. GRADL

The Readout System of the HERA-B Inner Tracker and Prospects

of HERA-B in the Field of Drell-Yan Physics.

Univ. Heidelberg/D (2001)

## C. HÄHNEL

Entwicklung von Software zum Test und zur Simulation von

Komponenten des HERA-B First Level Triggers.

Univ. Mannheim/D (2001)

## S. ISSEVER

Entwicklung des Target-Steuersystems für das HERA-B Experiment

und Untersuchung der Eigenschaften des Targetbetriebs am HERA-

Speicherring.

Univ. Dortmund/D (2001)

DESY-THESIS-2001-011

## R. PESTOTNIK

Identification of Pions, Kaons and Protons in the HERA-B Spec-

trometer.

Univ. Ljubljana/SL (2001)

## D. SAMTLEBEN

Messung der  $J/\psi$  Produktion in Proton-Nukleon Wechselwirkun-

gen.

Univ. Hamburg/D (2001)

DESY-THESIS-2001-028

## S. SCHALLER

Leistungsmerkmale des HERA-B Vertexdetektors und Suche nach

semileptonischen Charm-Zerfällen.

MPI München/D (2001)

A. SCHREINER  
Aging Studies of Drift Chambers of the HERA-B Outer Tracker Using CF<sub>4</sub>-Based Gases.  
Humboldt-Univ. Berlin/D (2001)

B. SCHWENNINGER  
Das Myon-Pretrigger-System für das HERA-B Experiment.  
Univ. Dortmund/D (2001)

M. TITOV  
Investigation of Main Characteristics of the Muon Detector in the HERA-B Experiment.  
ITEP Moscow/RUS (2001)

### Diplomarbeiten

M. AGARI  
Search for the Decay of Charmed Mesons with the HERA-B Detector in Proton-Nucleon Collisions at  $\sqrt{s} = 42$  GeV.  
MPI Heidelberg/D (2001)

P. BECHTLE  
Inbetriebnahme des HERA-B Myon-Pretrigger-Systems.  
Univ. Dortmund/D (2001)

U. HUSEMANN  
Prospects of Drell-Yan Physics with the HERA-B Detector.  
Univ. Dortmund/D (2001)

T. UGLOV  
Study of the Possibility of Partial Reconstruction of Bs Decays Selected with the Hadron-Lepton Trigger at HERA-B.  
ITEP Moscow/RUS (2001)

### FLC

#### Veröffentlichungen

OPAL COLLABORATION, G. ABBENDI et al.

Search for Single Top Quark Production at LEP2.  
Phys. Lett. B521 (2001) 181

Search for Lepton Flavour Violation in  $e^+e^-$  Collisions at  $\sqrt{s} = 189-209$  GeV.  
Phys. Lett. B519 (2001) 23

Measurement of the Branching Ratio of the Process  $b \rightarrow \tau \bar{\nu}_\tau X$ .  
Phys. Lett. B520 (2001) 1

Angular Analysis of the Muon Pair Asymmetry at LEP 1.  
Phys. Lett. B516 (2001) 1

Measurement of  $|V(ub)|$  Using b Hadron Semileptonic Decay.  
Eur. Phys. J. C21 (2001) 399

Determination of the b Quark Mass at the Z Mass Scale.  
Eur. Phys. J. C21 (2001) 411

Precision Neutral Current Asymmetry Parameter Measurements from the tau Polarization at LEP.  
Eur. Phys. J. C21 (2001) 1

Measurement of the Branching Ratio for  $D_s^- \rightarrow \tau^- \bar{\nu}_\tau$  Decays.  
Phys. Lett. B516 (2001) 236

A Search for a Narrow Radial Excitation of the  $D^{*\pm}$  Meson.  
Eur. Phys. J. C20 (2001) 445

A Simultaneous Measurement of the QCD Colour Factors and the Strong Coupling.  
Eur. Phys. J. C20 (2001) 601

Search for the Standard Model Higgs Boson in  $e^+e^-$ -Collisions at  $\sqrt{s} = 192-209$  GeV.  
Phys. Lett. B499 (2001) 38

Bose-Einstein Correlations in  $K^\pm K^\pm$  Pairs from  $Z^0$  Decays into two Hadronic Jets.  
Eur. Phys. J. C21 (2001) 23

T. BEHNKE  
Electromagnetic Radiation Hardness of Diamond Detectors.  
hep-ex/0101028, zur Veröffentl. in Nucl. Instrum. Methods

T. BEHNKE et al.  
Performance Study of the Proposed TESLA Detector Using a Realistic Track Reconstruction Package.  
2nd ECFA/DESY Study 1998-2001, DESY 01-123F 1758 und LC-DET-2001-029

T. BEHNKE, S. BERTOLUCCI, R.D. HEUER, R. SETTLES (Eds.)  
TESLA Technical Design Report, Part IV: A Detector for TESLA.  
DESY 01-11-Pt. 4

T. BEHNKE, M. HAMANN, M. SCHUMACHER  
Development of a TPC with GEM Readout.  
2nd ECFA/DESY Study 1998-2001, DESY 01-123F 1439 und LC-DET-2001-006

E. BOOS et al.  
Gold-Plated Processes at Photon Colliders.  
Nucl. Instrum. Methods A472 (2001) 100

K. BÜSSER, M. PAGANONI  
Measurement of the Integrated Luminosity at TESLA.  
LC-DET-2001-044

K. DESCH, N. MEYER  
Higgs Production in WW-Fusion at TESLA.  
2nd ECFA/DESY Study 1998-2001, DESY 01-123F 1694 und LC-PHSM-2001-025

J. HAUSCHILDT  
Studies on a Silicon Intermediate Tracker for the TESLA Detector.  
2nd ECFA/DESY Study 1998-2001, DESY 01-123F 1872 und LC-DET-2001-036

C. HENSEL  
Beam Induced Background at a TESLA Detector.  
2nd ECFA/DESY Study 1998-2001, DESY 01-123F 396 und LC-DET-2000-001

C. HENSEL, K. DESCH

Searches for Charginos with Small  $\Delta M$  in  $e^+e^-$ -Collisions at  $\sqrt{s} = 189\text{--}202$  GeV.

OPAL Physics Note, PN464 (2000).

R.D. HEUER, D. MILLER, F. RICHARD, P. ZERWAS (Eds.)  
TESLA Technical Design Report, Part III: Physics at an  $e^+e^-$ -  
Linear Collider.

DESY 01-11-Pt. 3 und hep-ph/0106315

K. HÖPFNER, A. SKIBA, C. HENSEL

Efficient Detection of Single Photons – A Comparative Study on  
Multi-Anode PM and HPD.

Nucl. Instrum. Methods A461 (2001) 568

Analysis of Light-Yield Spectra Observed with Multi-Anode PMT  
and HPD.

Zur Veröffentlich. in Nucl. Instrum. Methods

N. GHODBANE et al.

Chargino Searches at LEP for Complex MSSM Parameters.  
hep-ph/0012031, zur Veröffentlich. in Nucl. Phys. B

N. GOLLUB, M. SCHUMACHER

Searches for Technicolor with the OPAL Detector in  $e^+e^-$ -  
Collisions at the Highest LEP Energies.

OPAL Physics Note PN485 (2001)

W. MENGES

A Study of Charged Current Triple Gauge Couplings at TESLA.  
2nd ECFA/DESY Study 1998-2001, DESY 01-123F 1635 und  
LC-PHSM-2001-022

V.L. MORGUNOV et al.

The Hadronic Tile Calorimeter for the TESLA Detector: Design,  
Construction and Installation.

2nd ECFA/DESY Study 1998-2001, DESY 01-123F 2108 und  
LC-DET-2001-046

Upcoming R&D, Design and Construction Studies for the HCAL  
Tile Calorimeter.

2nd ECFA/DESY Study 1998-2001, DESY 01-123F 2193 und  
LC-DET-2001-050

Calibration and Monitoring of the HCAL Tile Calorimeter.

2nd ECFA/DESY Study 1998-2001, DESY 01-123F 2203 und  
LC-DET-2001-051

M. SCHUMACHER

Determination of the CP Quantum Numbers of the Higgs Boson  
and Test of CP Invariance in the Higgs-Strahlung Process at a  
Future  $e^+e^-$ -Linear Collider.

2nd ECFA/DESY Study 1998-2001, DESY 01-123F 1403 und  
LC-PHSM-2001-003

Pad Readout Geometries for a TPC with GEM Readout for the  
TESLA Linear Collider.

2nd ECFA/DESY Study 1998-2001, DESY 01-123F 1528 und  
LC-DET-2001-014

G. WAGNER.

Neutron Background Studies at the TESLA Collider.

2nd ECFA/DESY Study 1998-2001, DESY 01-123F 2181 und  
LC-DET-2001-048

#### Veröffentlichte Vorträge

M. BATTAGLIA, K. DESCH

Precision Studies of the Higgs Boson Profile at the  $e^+e^-$  Linear  
Collider.

Proc. of the 5th Int. Linear Collider Workshop (LCWS 2000),  
Batavia/USA (2000) (AIP Conf. Proc. 578) und hep-ph/0101165

T. BEHNKE

Summary of the Tracking Session.

A Monte Carlo for TESLA.

Proc. of the 5th Int. Linear Collider Workshop (LCWS 2000),  
Batavia/USA (2000) (AIP Conf. Proc. 578)

K. DESCH

Study of Higgs Boson Production through WW-Fusion at a Linear  
Collider.

Proc. of the 5th Int. Linear Collider Workshop (LCWS 2000),  
Batavia/USA (2000) (AIP Conf. Proc. 578)

K. DESCH, M. BATTAGLIA

Determination of the Higgs Profile: HFITTER.

Proc. of the 5th Int. Linear Collider Workshop (LCWS 2000),  
Batavia/USA (2000) (AIP Conf. Proc. 578)

M. DOUCET

The TESLA Detector.

Proc. of the Int. Europhys. Conf. on High Energy Physics,  
Budapest/H (2001) (JHEP)

K. HARDER

Excited B and D Mesons at OPAL.

Proc. of the Int. Europhys. Conf. on High Energy Physics,  
Budapest/H (2001) (JHEP) und hep-ex/0110049

R.D. HEUER

$e^+e^-$  Colliders. (Invited talk)

Proc. of the 20th Int. Sympos. on Lepton and Photon Interactions  
at High Energies, Rome/I (2001)

C. HENSEL

Chargino and Neutralino Searches at LEP.

Proc. of the 9th Int. Conf. on Supersymmetry and Unification of  
Fundamental Interactions, Dubna/RUS (2001)

W. MENGES

Electroweak Precision Tests with a Future Linear Collider.

Proc. of the Int. Europhys. Conf. on High Energy Physics,  
Budapest/H (2001) (JHEP)

V.L. MORGUNOV

Energy-Flow Method for Multi-Jet Effective Mass Reconstruction  
in the Highly Granulated TESLA Calorimeter.

Proc. of the APS/DPF/DPB Summer Study on the Future of Particle  
Physics, Snowmass/USA (2001)

V.L. MORGUNOV et al.

R&D Program for TESLA Tile HCAL.

Proc. of the APS/DPF/DPB Summer Study on the Future of Particle  
Physics, Snowmass/USA (2001)

M. SCHUMACHER

Higgs Physics at a Future  $e^+e^-$  Linear Collider.  
Proc. of the 36th Rencontres de Moriond: Electroweak Int. and Unified Theories, Les Arcs/F (2001) und hep-ph/0107273

**Vorträge**

**DPG Frühjahrstagung Teilchenphysik, Bonn/D (2001)**

K. BÜSSER

Kalorimetrie im Vorwärtsbereich eines Detektors für TESLA.

K. DESCH

Suche nach dem Higgs Boson bei LEP. (Hauptvortrag)

G. GAYCKEN

Flavour unabhängige Higgs Suche.

N. GOLLUB

Suche nach Technicolor bei OPAL.

M. HAMANN

GEM-Auslese für einen TPC-Prototyp für TESLA.

K. HARDER

Suche nach einer radialen Anregung des  $D^*$ .  
Spurrekonstruktion für einen TESLA-Detektor.

J. HAUSCHILDT

Suche nach elastischen  $ZZ \rightarrow ZZ$ -Streuprozessen an Leptonbeschleunigern.

C. HENSEL

Suche nach Charginozerfällen mit OPAL.

T. KRÄMER

Messung der Vorwärts-Rückwärts-Asymmetrie schwerer Quarks mit semileptonischen Zerfällen bei OPAL.

W. MENGES

Drei-Eichboson-Kopplungen am geplanten Linearbeschleuniger TESLA.

M. SCHUMACHER

Bestimmung der CP Quantenzahlen des Higgs Bosons bei TESLA.

G. WAGNER

Strahl-induzierter Untergrund bei TESLA.

T. BEHNKE

The BRAHMS Simulation System.  
2nd ECFA DESY Study Workshop, Cracow/PL (2001)

TESLA: The Physics Program.

Klausurtagung des ALEPH Graduierten Kollegs, Bullay/D (2001)  
Adv. Study Inst. on Symmetries and Spin, Prague/CZ (2001)

TESLA: Eine TPC voller Präzision.

Aachen/D (2001)

K. BÜSSER

Energy Calibration for TESLA.  
Beam Induced Backgrounds at TESLA.  
1st Workshop of the Extended ECFA/DESY Study of Physics and Detectors for a 90 to 800 GeV Linear Collider, Cracow/PL (2001)

K. BÜSSER et al.

TESLA – Die Physik des 21. Jahrhunderts.  
Hamb. Raumfahrtgespräche, DGLR und VDI, Hamburg/D (2001)

K. DESCH

$e^+e^-$  Physics at 500–800 GeV: The TESLA Project.  
Univ. Freiburg/D (2001)

Higgs Boson Precision Studies at an  $e^+e^-$  Linear Collider.  
Fermilab Batavia/USA (2001)

New Physics at Linear  $e^+e^-$  Colliders.

Supersymmetry at Linear Colliders.

ECFA/DESY Fast Simulation Software.

Summary of Higgs Precision Working Group.

The Case for 800–1000 GeV: Higgs and SUSY.

APS/DPF/DPB Summer Study on the Future of Particle Physics, Snowmass/USA (2001)

TESLA Physics.

Summer School, Korfu/GR (2001)

Directions in Higgs Physics Studies (experiment).

2nd ECFA DESY Study Workshop, Cracow/PL (2001)

M. DOUCET

Physics at a 500–800 GeV Electron-Positron Linear Collider.  
Kolloquium, Queen's Univ., Kingston/CAN (2001)

N. GHODBANE

Radiation Hardness of Diamond Detectors.  
Univ. Karlsruhe/D (2001)

The Susygen Monte Carlo GENERATOR.

Euro-GDR Workshop, Aachen/D (2001)

K. HARDER

Heavy Quark Spectroscopy at OPAL.

Frontiers in Contemporary Physics II, Nashville/USA (2001)

(Why) Do we Need a Linear  $e^+e^-$  Collider?

B and D Mesons Spectroscopy (not only) at OPAL. (Poster)

Int. School of Subnuclear Physics, Erice/I (2001)

J. HAUSCHILDT

Optimization Studies of the Intermediate Tracker.

6th Workshop of the 2nd ECFA/DESY Study on Physics and Detectors for a Linear Electron-Positron Collider, Padova/I (2001)

C. HENSEL

Experimental Signatures of Small  $\Delta M$  SUSY at a Linear Collider.  
Euro-GDR Supersymmetry, Aachen/D (2001)

Chargino and Neutralino Searches at LEP.

9th Int. Conf. on Supersymmetry and Unification of Fund. Int. (SUSY01), Dubna/RUS (2001)

Experimental Signatures of Charginos/Neutralinos with Small Mass Splittings.

ECFA/DESY Linear Collider Workshop, Cracow/PL (2001)



R.D. HEUER

Was macht Masse? Die Suche nach dem Higgs-Teilchen.  
Kolloquium, Univ. Rostock/D (2001)

The TESLA Project: Status and Scientific Prospects.  
Kolloquium, Univ. Heidelberg/D (2001)

The Global Accelerator Network.  
CERN-GSF Meeting, Geneva/CH (2001)

The TESLA Project.  
Telluride Tech Festival, Telluride/USA (2001)

Global Accelerator Network, OECD and all that.  
2nd ECFA DESY Study Workshop, Cracow/PL (2001)

LHC Computing.  
Jahreststr. der dt. Teilchenphysiker, Bad Honnef/D (2001)

The ECFA/DESY Study: Status and Developments.  
4th ACFA Workshop on Physics/ Detector at the Linear Colliders,  
Beijing/PRC (2001)

Mit einem Teilchenbeschleuniger auf der Suche nach dem Bauplan  
des Universums.  
12. Auricher Wissenschaftstage, Aurich/D (2001)

T. KRÄMER  
Messung der Vorwärts-Rückwärts-Asymmetrie schwerer Quarks  
mit semileptonischen Zerfällen bei OPAL.  
Herbstschule für Hochenergiephysik, Maria Laach/D (2001)

T. LUX  
Status and Plans of TPC R&D in Hamburg.  
1st Workshop of the Extended ECFA/DESY Study, Cracow/PL  
(2001)

N. MEYER  
Studies on Heavy Higgs Bosons in  $e^+e^-$ -Collisions.  
Measuring  $\Gamma_H$  in  $e^+e^- \rightarrow H(Z) \rightarrow 4\ell$  (X).  
APS/DPF/DPB Summer Study on the Future of Particle Physics,  
Snowmass/USA (2001)

Direct Measurement of  $\Gamma_H$  at TESLA.  
1st Workshop of the Extended ECFA-DESY Study, Cracow/PL  
(2001)

V.L. MORGUNOV  
Energy-Flow and R&D Program for Software.  
ECFA-DESY Meeting, CERN Geneva/CH (2001)

Energy-Flow Method.  
R&D Program for TESLA Tile HCAL.  
APS/DPF/DPB Summer Study on the Future of Particle Physics,  
Snowmass/USA (2001)

Comparison of Two Reconstruction Methods.  
Software Collaboration.  
2nd ECFA DESY Study Workshop, Cracow/PL (2001)

M. SCHUMACHER  
Higgs Physics in the TESLA TDR.  
Determination of the CP Quantum Numbers of the Higgs Boson  
at TESLA.  
Workshop on Higgs Physics at a High Energy Linear Collider,  
UC Davis/USA (2001)

Higgs Physics at Future  $e^+e^-$  Colliders.  
36th Rencontres de Moriond: Electroweak Int. and Unified Theo-  
ries, Les Arcs/F (2001)

Seeing Higgs Decaying to Invisible Final States at TESLA.  
2nd ECFA DESY Study Workshop, Cracow/PL (2001)

### Dissertationen

P. HÜNTEMEYER  
A Determination of the Electroweak Quark Couplings Using Final  
State Photon Emission in  $Z^0$  Decays.  
Univ. Hamburg/D (2001)  
DESY-THESIS-2001-021

J. THOM  
Search for  $B_s^0 - \bar{B}_s^0$  Oscillations with a Charge Dipole Technique  
at SLD.  
Univ. Stanford/USA (2001)  
SLAC-R-585

### Diplomarbeiten

T. MUNDT  
Studien zur Messung der Vorwärts-Rückwärts Asymmetrie schwe-  
rer Quarks mit dem OPAL Detektor bei LEP.

T. LUX  
Bau und Test einer Mini-TPC mit GEM-Auslese zur Messung des  
Ionen-Rückflusses.  
Univ. Hamburg/D (2001)  
DESY-THESIS-2001-047

N. GOLLUB  
Search for Technicolor with the OPAL Detector in  $e^+e^-$  Colli-  
sions at the Highest LEP Energies.

## Theorie

---

### Veröffentlichungen

T. ABE et al.  
Linear Collider Physics Resource Book for Snowmass 2001.  
Part 1: Introduction.  
hep-ex/0106055,  
Part 2: Higgs and Supersymmetry Studies.  
hep-ex/0106056  
Part 3: Studies of Exotic and Standard Model Physics.  
hep-ex/0106057  
Part 4: Theoretical, Accelerator, Experimental Options.  
hep-ex/0106058

- H. ABRAMOVICZ et al.  
TESLA Technical Design Report, Part VI, Chapter 2: THERA: Electron Positron Scattering at  $\sqrt{s} \approx 1$  TeV.  
DESY 01-011-Pt. 4-2
- J.A. AGUILAR-SAAVEDRA et al.  
TESLA Technical Design Report, Part III: Physics at an  $e^+e^-$  Linear Collider.  
DESY 01-011-Pt. 3, hep-ph/0106315
- A. ALI  
B Factories Measure an Eternal Angle.  
CERN Cour. 41 No.3 (2001) 13
- A. ALI, A.V. BORISOV, N.B. ZAMORIN  
Majorana Neutrinos and Same Sign Dilepton Production at LHC and in Rare Meson Decays.  
Eur. Phys. J. C21 (2001) 123 und DESY 01-051, hep-ph/0104123
- A. ALI, E. LUNGHI  
Extended Minimal Flavor Violating MSSM and Implications for B Physics.  
Eur. Phys. J. C21 (2001) 683 und DESY 01-059, hep-ph/0105200
- A. ALI, E. LUNGHI, C. GREUB, G. HILLER  
Improved Model Independent Analysis of Semileptonic and Radiative Rare B Decays.  
DESY 01-217, hep-ph/0112300, zur Veröffentlich. in Phys. Rev. D
- A. ALI, A.YA. PARKHOMENKO  
Branching Ratios for  $B \rightarrow K^*\gamma$  and  $B \rightarrow \rho\gamma$  Decays in Next-to-Leading Order in the Large Energy Effective Theory.  
Eur. Phys. J. C23 (2002) 89 und DESY 01-068, hep-ph/0105302
- M. ANSELMINO et al.  
TESLA Technical Design Report, Part VI, Chapter 4: ELFE: The Electron Laboratory for Europe.  
DESY 01-011-Pt. 4-4
- T. ASAKA  
Affleck-Dine Leptogenesis and Low Scale Inflation.  
Phys. Lett. B521 (2001) 329 und DESY-01-142, hep-ph/0110073
- T. ASAKA, W. BUCHMÜLLER, L. COVI  
False Vacuum Decay after Inflation.  
Phys. Lett. B510 (2001) 271 und DESY 01-019, hep-ph/0104037
- Gauge Unification in Six Dimensions.  
Phys. Lett. B523 (2001) 199 und DESY 01-106, hep-ph/0108021
- B. BADELEK et al.  
TESLA Technical Design Report, Part VI, Appendix 1: Photon Collider at TESLA.  
DESY 01-011-Pt. 4-A1
- A.A. BARRIENTOS BENDEZÚ, B.A. KNIEHL  
Pair Production of Neutral Higgs Bosons at the CERN Large Hadron Collider.  
Phys. Rev. D64 (2001) 035006 und  
DESY 01-015, hep-ph/0103018
- J. BARTELS, M.A. BRAUN, D. COLFERAI, G.P. VACCA  
Diffractive  $\eta_c$  Photoproduction and Electroproduction with the Perturbative Odderon.  
Eur. Phys. J. C20 (2001) 323 und DESY 01-020, hep-ph/0102221
- J. BARTELS, D. COLFERAI, G.P. VACCA  
The NLO Jet Vertex for Mueller Navelet Jets and Forward Jets: The Quark Part.  
DESY 01-221, hep-ph/0112283, zur Veröffentlich. in Eur. Phys. J. C
- J. BARTELS, S. GIESECKE, A. KYRIELEIS  
The Process  $\gamma^* + q \rightarrow (q\bar{q}g) + q$ : Real Corrections to the Virtual Photon Impact Factor.  
Phys. Rev. D65 (2002) 014006 und  
DESY 01-102, hep-ph/0107152
- J. BARTELS, H. KOWALSKI  
Diffraction at HERA and the Confinement Problem.  
Eur. Phys. J. C19 (2001) 693 und DESY 00-154, hep-ph/0010345
- J. BARTELS, M.G. RYSKIN  
The Small-x Behavior of the Singlet Polarized Structure Function  $g_2$  in the Double Logarithmic Approximation.  
DESY 01-198, hep-ph/0111306, zur Veröffentlich. in Phys. Rev. D
- M. BARTELS, G. MACK, G. PALMA  
Analytic Calculation of the 1-Loop Effective Action for the  $O(N+1)$ -Symmetric 2-Dimensional Nonlinear  $\sigma$ -Model.  
Nucl. Phys. B612 (2001) 413 und hep-lat/9912039
- A. BARTL, T. GAJDOSIK, E. LUNGHI, A. MASIERO, W. POROD, H. STREMNITZER, O. VIVES  
General Flavour Blind MSSM and CP Violation.  
Phys. Rev. D64 (2001) 076009 und hep-ph/0103324
- W. BEENAKKER, S. DITTMAYER, M. KRÄMER, B. PLÜMPER, M. SPIRA, P.M. ZERWAS  
Higgs Radiation off Top Quarks at the Tevatron and the LHC.  
Phys. Rev. Lett. 87 (2001) 201805 und  
DESY 01-077, hep-ph/0107081
- E.R. BERGER, F. CANO, M. DIEHL, B. PIRE  
Generalized Parton Distributions in the Deuteron.  
Phys. Rev. Lett. 87 (2001) 142302 und  
DESY 01-082, hep-ph/0106192
- E.R. BERGER, M. DIEHL, B. PIRE  
Probing Generalized Parton Distributions in  $\pi N \rightarrow \ell^+ \ell^- N$ .  
Phys. Lett. B523 (2001) 265 und DESY 01-137, hep-ph/0110080
- Timelike Compton Scattering: Exclusive Photoproduction of Lepton Pairs.  
DESY 01-119, hep-ph/0110062
- W. BERNREUTHER, A. BRANDENBURG, Z.G. SI, P. UWER  
Next-to-Leading Order QCD Corrections to Top Quark Spin Correlations at Hadron Colliders: the Reactions  $gg \rightarrow t\bar{t}(g)$  and  $gq(\bar{q}) \rightarrow t\bar{t}q(\bar{q})$ .  
Phys. Lett. B509 (2001) 53 und DESY 01-040, hep-ph/0104096
- Top Quark Spin Correlations at Hadron Colliders: Predictions at Next-to-Leading Order QCD.  
Phys. Rev. Lett. 87 (2001) 242002 und  
DESY 01-085, hep-ph/0107086
- C. BLOECHINGER, H. FRAAS, G. MOORTGAT-PICK, W. POROD  
Selectron Pair Production in  $e^-e^-$  and  $e^+e^-$  Scattering with Polarized Beams.  
DESY 01-173, hep-ph/0201282

- M. BÖHM, A. DENNER, H. JOOS  
Gauge Theories of the Strong and Electroweak Interaction.  
B.G. Teubner, Stuttgart/D (2001) 784 p.
- S.A. BLUDMAN, M. ROOS  
Smooth Energy: Cosmological Constant or Quintessence?  
Astrophys. J. 547 (2001) 77
- Quintessence Cosmology und the Cosmic Coincidence.  
Phys. Rev. D65 (2002) 043503 und astro-ph/0109551
- C. BRENNER MARIOTTO, M.B. GAY DUCATI, G. INGELMAN  
Soft and Hard QCD Dynamics in Hadroproduction of Charmonium.  
hep-ph/0111379, zur Veröffentl. in Eur. Phys. J. C
- R. BRUNELIÈRE, A. DENNER, S. DITTMAIER, S. JADACH,  
S. JÉZÉQUEL, W. PIACZEK, M. ROTH, M. SKRZYPEK,  
D. WACKEROTH, B.F.L. WARD, Z. WĄS  
On Theoretical Uncertainties of the W Angular Distribution in  
W-Pair Production at LEP2 Energies.  
DESY 01-184, hep-ph/0201304
- R. BRUNETTI, K. FREDENHAGEN  
When Does a Detector Click?  
DESY 01-038, DSF 11-2001, quant-ph/0103144
- R. BRUNETTI, K. FREDENHAGEN, R. VERCH  
The Generally Covariant Locality Principle – A New Paradigm  
for Local Quantum Physics.  
math-ph/0112041
- W. BUCHMÜLLER, M. PLÜMACHER  
Spectator Processes and Baryogenesis.  
Phys. Lett. B511 (2001) 74 und DESY 01-046, hep-ph/0104189
- W. BUCHMÜLLER, D. WYLER  
CP Violation, Neutrino Mixing and the Baryon Asymmetry.  
Phys. Lett. B521 (2001) 291 und DESY 01-115, hep-ph/0108216
- A.J. BURAS, R. FLEISCHER  
Bounds on the Unitarity Triangle,  $\sin 2\beta$  and  $K \rightarrow \pi\nu\bar{\nu}$  Decays in  
Models with Minimal Flavour Violation.  
Phys. Rev. D64 (2001) 115010 und  
DESY 01-054, hep-ph/0104238
- S. CATANI, S. DITTMAIER, M.H. SEYMOUR, Z. TRÓCSÁNYI,  
The Dipole Formalism for Next-to-Leading Order QCD Calcula-  
tions With Massive Partons.  
DESY 01-099, hep-ph/0201036
- K.G. CHETYRKIN, M. STEINHAUSER  
Three-Loop Non-Diagonal Current Correlators in QCD and NLO  
Corrections to Single-Top-Quark Production.  
Phys. Lett. B502 (2001) 104 und DESY 00-173, hep-ph/0012002
- Heavy-Light Current Correlators at Order  $\alpha_s^2$  in QCD and HQET.  
Eur. Phys. J. C21 (2001) 319 und DESY 01-090, hep-ph/0108017
- S.Y. CHOI, J. KALINOWSKI, G. MOORTGAT-PICK, P.M. ZER-  
WAS  
Analysis of the Neutralino System in Supersymmetric Theories.  
Eur. Phys. J. C22 (2001) 563 und DESY 01-088, hep-ph/0108117
- L. COVI, H.B. KIM, J.E. KIM, L. ROSZKOWSKI  
Axinos as Dark Matter.  
JHEP 0105 (2001) 033 und DESY 00-193, hep-ph/0101009
- J. DAMET, G. INGELMAN  
B –  $\bar{B}$  Production Asymmetry at LHC and HERA-B.  
TSL/ISV-2001-0242
- J. DAMET, G. INGELMAN, C.B. MARIOTTO  
Prompt  $J/\psi$  Production at the LHC.  
hep-ph/0111463
- M. DASGUPTA, G.P. SALAM  
Resummation of Non-Global QCD Observables.  
Phys. Lett. B512 (2001) 323 und DESY 01-055, hep-ph/0104277
- Resummation of the Jet Broadening in DIS.  
DESY 01-160, hep-ph/0110213, zur Veröffentl. in Eur. Phys. J. C
- A. DENNER, S. DITTMAIER, M. ROTH, D. WACKEROTH  
Probing Anomalous Quartic Gauge-Boson Couplings via  $e^+e^- \rightarrow$   
4 Fermions +  $\gamma$ .  
Eur. Phys. J. C20 (2001) 201 und DESY 01-042, hep-ph/0104057
- P. DIBARI  
Update on Neutrino Mixing in the Early Universe.  
Phys. Rev. D65 (2002) 043509 und hep-ph/0108182
- M. DIEHL  
Generalized Parton Distributions with Helicity Flip.  
Eur. Phys. J. C19 (2001) 485 und DESY 01-009, hep-ph/0101335
- M. DIEHL, G. HILLER  
New Ways to Explore Factorization in b Decays.  
JHEP 0106 (2001) 067 und DESY 01-060, hep-ph/0105194
- Yet Another Way to Measure  $\gamma$ .  
Phys. Lett. B517 (2001) 125 und DESY 01-061, hep-ph/0105213
- M. DIEHL, P. KROLL, C. VOGT  
The Annihilation of Virtual Photons into Pseudoscalar Mesons.  
Eur. Phys. J. C22 (2001) 439 und DESY 01-118, hep-ph/0108220
- K.P.O. DIENER, B.A. KNIEHL  
On-Mass-Shell Renormalization of Fermion Mixing Matrices.  
Nucl. Phys. B617 (2001) 29 und DESY 01-071, hep-ph/0109110
- S. DITTMAIER, M. KRÄMER  
Electroweak Radiative Corrections to W-Boson Production at Ha-  
dron Colliders.  
Phys. Rev. D65 (2002) 073007 und  
DESY 01-121, hep-ph/0109062
- M. DÜTSCH, F.M. BOAS  
The Master Ward Identity.  
hep-th/0111101
- I. DUNIETZ, R. FLEISCHER, U. NIERSTE  
In Pursuit of New Physics with  $B_s$  Decays.  
Phys. Rev. D 63 (2001) 114015 und  
DESY 00-171, hep-ph/0012219
- R. ENBERG, G. INGELMAN, L. MOTYKA  
Hard Colour Singlet Exchange and Gaps Between Jets at the  
Tevatron.  
Phys. Lett. B 524 (2002) 273 und hep-ph/0111090

- R. ENBERG, G. INGELMAN, N. TIMNEANU  
Soft Color Interactions and Diffractive Hard Scattering at the Fermilab Tevatron.  
Phys. Rev. D64 (2001) 114015 und  
DESY 01-076, hep-ph/0106246
- F. FARCHIONI, A. FEO, T. GALLA, C. GEBERT, R. KIRCHNER, I. MONTVAY, G. MUENSTER, A. VLADIKAS  
The Supersymmetric Ward Identities on the Lattice.  
DESY 01-141, hep-lat/0111008, zur Veröffentl. in Eur. Phys. J. C
- R. FLEISCHER, T. MANNEL  
Exploring New Physics in the  $B \rightarrow \phi K$  System.  
Phys. Lett. B511 (2001) 240 und DESY 01-030, hep-ph/0103121
- General Analysis of New Physics in  $B \rightarrow J/\psi K$ .  
Phys. Lett. B506 (2001) 311 und DESY 01-006, hep-ph/010276
- Z. FODOR, S.D. KATZ, A. RINGWALD  
Determination of Absolute Neutrino Masses from Z-Bursts.  
DESY 01-048, hep-ph/0105064, zur Veröffentl. in Phys. Rev. Lett.
- A. FREITAS, D.J. MILLER, P. M. ZERWAS  
Pair Production of Smuons and Selectrons near Threshold in  $e^+e^-$  and  $e^-e^-$  Collisions.  
Eur. Phys. J. C21 (2001) 361 und DESY 01-066, hep-ph/0106198
- M.B. GAY DUCATI, G. INGELMAN, C.B. MARIOTTO  
Soft and Hard QCD Dynamics in  $J/\psi$  Hadroproduction.  
TSL/ISV-2001-0241
- K. GOLEC-BIERNAT, L. MOTYKA, A. STASTO  
Diffusion into Infrared and Unitarization of the BFKL Pomeron.  
Phys. Rev. D65 (2002) 074037 und DESY 01-172
- K. GOLEC-BIERNAT, M. WÜSTHOFF  
Diffractive Parton Distributions from the Saturation Model.  
Eur. Phys. J. C20 (2001) 313 und DESY 00-180, hep-ph/0102093
- P.A. GRASSI, T. HURTH, M. STEINHAUSER  
The Algebraic Method.  
Nucl. Phys. B610 (2001) 215 und DESY 01-008, hep-ph/0102005
- P.A. GRASSI, B.A. KNIEHL, A. SIRLIN  
Width and Partial Widths of Unstable Particles in the Light of the Nielsen Identities.  
DESY 01-120, hep-ph/0109228
- F. GUTBROD  
A Visualization of the  $SU(2)$  Vacuum on the Lattice.  
Eur. Phys. J. direct C8 (2001) 1
- S. HANDS, I. MONTVAY, L. SCORZATO, J. SKULLERUD  
Diquark Condensation in Dense Adjoint Matter.  
Eur. Phys. J. C22 (2001) 451 und DESY 01-139, hep-lat/0109029
- S. HOLLANDS, R.M. WALD  
Existence of Local Covariant Time Ordered Products of Quantum Fields in Curved Spacetime.  
gr-qc/0111108
- S.J. HUBER, CA. LEE, Q. SHAFI  
Kaluza-Klein Excitations of W and Z at the LHC?  
DESY 01-201, hep-ph/0111465
- M. KLASSEN  
Jet Photoproduction at THERA.  
Eur. Phys. J. direct C3 (2001) 1 und  
DESY 01-031, hep-ph/0103091
- M. KLASSEN, G. KRAMER  
Photoproduction of Jets on a Virtual Pion Target in Next-to-Leading Order QCD.  
Phys. Lett. B508 (2001) 259 und DESY 01-026, hep-ph/0103056
- M. KLASSEN, L. MIHAILA, B.A. KNIEHL, M. STEINHAUSER  
 $J/\psi$  plus Dijet Associated Production in Two-Photon Collisions.  
Nucl. Phys. B609 (2001) 518 und DESY 01-039, hep-ph/0104044
- Evidence for Colour-Octet Mechanism from CERN LEP2  $\gamma\gamma \rightarrow J/\psi + X$  Data.  
DESY 01-202, hep-ph/0112259
- B.A. KNIEHL  
Theoretical Aspects of Standard-Model Higgs-Boson Physics at a Future  $e^+e^-$  Linear Collider.  
DESY 01-203, hep-ph/0112023
- B.A. KNIEHL, A.A. PENIN, V.A. SMIRNOV, M. STEINHAUSER  
Nonabelian  $\alpha_s^3/(m_q r^2)$  Heavy-Quark-Antiquark Potential.  
DESY 01-075, hep-ph/0106135
- B.A. KNIEHL, A. SIRLIN  
On the Field Renormalization Constant for Unstable Particles.  
DESY 01-146, hep-ph/0110296
- B.A. KNIEHL, L. ZWIRNER  
 $J/\psi$  Inclusive Production in ep Deep-Inelastic Scattering at DESY HERA.  
DESY 01-196, hep-ph/0112199
- J.H. KÜHN, S. MOCH, A.A. PENIN, V.A. SMIRNOV  
Next-to-Next-to-Leading Logarithms in Four Fermion Electroweak Processes at High-Energy.  
Nucl. Phys. B616 (2001) 286 und DESY-01-086, hep-ph/0106298
- J.H. KÜHN, M. STEINHAUSER  
Determination of  $\alpha_s$  and Heavy Quark Masses from Recent Measurements of  $R(s)$ .  
Nucl. Phys. B619 (2001) 588 und DESY 01-130, hep-ph/0109084
- M. LÜSCHER, P. WEISZ  
Locality and Exponential Error Reduction in Numerical Lattice Gauge Theory.  
JHEP 09 (2001) 010
- E. LUNGI, D. WYLER  
Complex Flavour Coupling in Supersymmetry and Unexpected CP Violation in the Decay  $B \rightarrow \phi K$ .  
Phys. Lett. B521 (2001) 320 und DESY 01-128, hep-ph/0109149
- D.J. MILLER, S.Y. CHOI, B. EBERLE, M.M. MÜHLLEITNER, P.M. ZERWAS  
Measuring the Spin of the Higgs Boson.  
Phys. Lett. B505 (2001) 149
- A. MONDRAGÓN T. RIBERA, E. RODRÍGUEZ-JÁUREGUI  
Mass Textures and Wolfenstein Parameters from Breaking the Flavour Permutational Symmetry.  
Rev. Mex. Fis. 47 (2001)



I. MONTVAY

Dynamical Fermion Algorithm for Variable Actions.  
Phys. Lett. B527 (2002) 155 und DESY 01-187, hep-lat/0111015

Supersymmetric Yang-Mills Theory on the Lattice.  
DESY 01-214, hep-lat/0112007,  
zur Veröffentlichung in Int. J. Mod. Phys. A

G. MOORTGAT-PICK, H. STEINER  
Physics Opportunities with Polarized  $e^-$  and  $e^+$  Beams at TESLA.  
Eur. Phys. J. direct C6 (2001) 1 und  
DESY 00-178, LC-TH-2000-055

G. MOORTGAT-PICK, P. M. ZERWAS  
Supersymmetry – The Way to Grand Unification?  
Phys. Bl. 57 No.3 (2001) 41

M.M. MÜHLEITNER, M. KRÄMER, M. SPIRA, P.M. ZERWAS  
Production of MSSM Higgs Bosons in Photon-Photon Collisions.  
Phys. Lett. B508 (2001) 311 und DESY 00-192

A.A. PENIN, M. STEINHAUSER  
Heavy-Light Meson Decay Constant from QCD Sum Rules in  
Three-Loop Approximation.  
Phys. Rev. D65 (2002) 054006  
und DESY 01-112, hep-ph/0108110

D. PRANGE  
Energy Momentum Tensor in Local Causal Perturbation Theory.  
Ann. Phys. (Leipzig) 10 (2001) 497

Operator Product Expansion in Local Causal Perturbation Theory.  
Ann. Phys. (Leipzig) 10 (2001) 527

G. PINTER  
Finite Renormalizations in the Epstein Glaser Framework and  
Renormalization of the S-Matrix of  $\phi^4$ -Theory.  
Ann. Phys. (Leipzig) 10 (2001) 333

A. RINGWALD  
Pair Production from Vacuum at the Focus of an X-Ray Free  
Electron Laser.  
Phys. Lett. B510 (2001) 107 und DESY 01-024, hep-ph/0103185

A. RINGWALD, H. TU  
Collider versus Cosmic Ray Sensitivity to Black Hole Production.  
Phys. Lett. B525 (2002) 135 und DESY 01-182, hep-ph/0111042

E. RODRÍGUEZ-JÁUREGUI  
Implications of Maximal Jarlskog Invariant and Maximal CP Violation.  
DESY 01-050, hep-ph/0104092

A.S. SAFIR  
The Radiative Rare Decays  $B \rightarrow K^{**}\gamma$  in the Light-Cone QCD  
Sum Rule Approach.  
Eur. Phys. J. C15 (2001) 1 und DESY 01-138, hep-ph/0109232

J. SKULLERUD, D.B. LEINWEBER, A.G. WILLIAMS  
Nonperturbative Improvement and Tree-Level Correction of the  
Quark Propagator.  
Phys. Rev. D64 (2001) 074508 und  
DESY 01-022, ADP-01-07/T443, hep-lat/0102013

A. STASTO, K. GOLEC-BIERNAT, J. KWIECINSKI  
Geometric Scaling for the Total  $\gamma^*p$  Cross Section in the Low  $x$   
Region.  
Phys. Rev. Lett. 86 (2001) 596 und  
DESY 00-103, hep-ph/0007192

R. VERCH  
A Spin-Statistics Theorem for Quantum Fields on Curved Space-  
time Manifolds in a Generally Covariant Framework.  
Commun. Math. Phys. 223 (2001) 261

### Veröffentlichte Vorträge

**Proc. of the 19th Int. Symposium on Lattice Field Theory  
(LATTICE 2001), Berlin/D (2001)  
(Nucl. Phys. B, Proc. Suppl. 106/107 (2002))**

I.L. BOGOLUBSKY, V.K. MITRJUSHKIN, I. MONTVAY,  
M. MÜLLER-PREUSSKER, N.V. ZVEREV  
Performance Studies of the Two-Step Multiboson Algorithm in  
Compact Lattice QED.  
DESY 01-149, hep-lat/0111031

N. EICKER, M. D'ELIA, P. DE FORCRAND, C. GEBERT,  
I. MONTVAY, TH. LIPPERT, B. ORTH, M. PEPE, K. SCHIL-  
LING, W. SCHROERS  
The Quest for Light Sea Quarks: Algorithms for the Future.  
DESY 01-148, hep-lat/0110033

F. FARCHIONI, A. FEO, T. GALLA, C. GEBERT, R. KIR-  
CHNER, I. MONTVAY, G. MÜNSTER, A. VLADIKAS  
Lattice Supersymmetric Ward Identities.  
DESY 01-157, hep-lat/0110110

SUSY Ward Identities in 1-Loop Perturbation Theory.  
DESY 01-158, hep-lat/0110113

F. FARCHIONI, C. GEBERT, I. MONTVAY, W. SCHROERS  
QCD Spectroscopy with Three Light Quarks.  
DESY 01-159, hep-lat/0110130

S. HANDS, I. MONTVAY, L. SCORZATO, J. SKULLERUD  
Diquark Condensation in Dense SU(2) Matter.  
DESY 01-152, hep-lat/0110090

P. HERNANDEZ, K. JANSEN, L. LELLOUCH, H. WITTIG  
Scalar Condensate and Light Quark Masses from Overlap Fermi-  
ons.  
DESY 01-174

M. LÜSCHER  
Lattice QCD on PCs? (Plenary Talk)  
CERN-TH/2001-262, hep-lat/0109000

W. SCHROERS, N. EICKER, M. D'ELIA, P. DE FORCRAND,  
C. GEBERT, T. LIPPERT, I. MONTVAY, B. ORTH, M. PEPE,  
K. SCHILLING  
The Quest for Light Sea Quarks: Algorithms for the Future.  
DESY 01-148, hep-lat/0110033

**Proc. of the 9th Int. Workshop on Deep Inelastic Scattering and QCD (DIS2001), Bologna/I (2001)**

J. BARTELS

Summary of the Working Group „Diffraction“.

E.R. BERGER, M. DIEHL, B. PIRE

Timelike Compton Scattering.

DESY 01-081

W. BUCHMÜLLER

Physics at HERA II.

hep-ph/0111192

M. DIEHL

Generalized Parton Distributions.

DESY 01-080

R. ENBERG, L. MOTYKA, G. INGELMAN

Hard Colour Singlet Exchange at the Tevatron from the BFKL Equation.

hep-ph/0106323

K. GOLEC-BIERNAT

Diffraction Parton Distributions and the Saturation Model.

hep-ph/0105333

M. KLASSEN

Status of Hard Interactions (Jets and Heavy Flavor).

DESY 01-089, hep-ph/0106274

**Proc. of the Int. Europhys. Conf. on High Energy Physics, Budapest/H (2001) (JHEP)**

L. COVI

What We Can Learn on Inflation from Recent CMBR.

DESY 01-195, hep-ph/0111365

M. DASGUPTA, H.U. MARTYN

Resummed Event Shape Spectra in DIS.

hep-ph/0110384

A. DENNER, S. DITTMAYER, M. ROTH, D. WACKEROTH

Precise Predictions for  $e^+e^- \rightarrow 4f(+\gamma)$  with Anomalous Couplings.

hep-ph/0110402

P. DIBARI

The Cosmological Information on Neutrino Mixing.

hep-ph/0111056

M. DIEHL

Designer Mesons for Exploring Factorization in b Decays.

hep-ph/0111009

Z. FODOR, S.D. KATZ

The Critical Point of Lattice QCD on the  $\mu$ -T Plane.

hep-lat/0111064

E. LUNGHI

Extended Minimal Flavour Violating MSSM.

hep-ph/0108066

N. TIMNEANU, R. ENBERG, G. INGELMAN

Soft Colour Interactions and Diffractive Hard Scattering at the Tevatron.

hep-ph/0111210

**Proc. of the Ringberg Workshop on New Trends in HERA Physics, Schloss Ringberg, Tegernsee/D (2001)**

J. BARTELS

Theory of Diffractive Structure Functions.

M. DASGUPTA

Power Corrections in QCD.

hep-ph/0109220

M. DIEHL

Elastic Meson Production and Compton Scattering.

DESY 01-126, hep-ph/0109040

K. GOLEC-BIERNAT

Saturation and Geometric Scaling in DIS at Small x.

hep-ph/0109010

M. KLASSEN

The Pion Structure Function and Jet Production in  $\gamma p \rightarrow nX$ .

hep-ph/0107011

F. SCHREMPP

Tracking QCD Instantons.

DESY 01-125, hep-ph/0109032

**Proc. of the APS/DPF/DPB Summer Study on the Future of Particle Physics, Snowmass/USA (2001)**

T. ADAMS et al.

Young Physicists' Forum.

hep-ex/0110027

U. BAUR, A. DENNER, S. DITTMAYER, M. KRÄMER,

M. ROTH, D. WACKEROTH

Status and Prospects of Theoretical Predictions for Weak Gauge Boson Production Processes at Lepton and Hadron Colliders.

DESY 01-183, hep-ph/0111060

S.A. BLUDMAN

Observed Smooth Energy Fitted by Parametrized Quintessence.

J. ERLER, K. FLOETTMANN, S. HEINEMEYER, K. MOE-

NIG, G. MOORTGAT-PICK, P.C. ROESON, E. TORRENCE,

G. WEIGLEIN, G.W. WILSON

Positron Polarization and Low-Energy Running at a Linear Collider.

hep-ph/0112070

A. FREITAS, D.J. MILLER

Slepton Pair Production at a Linear Collider.

J. KALINOWSKI, G. MOORTGAT-PICK

Complete Reconstruction of the Neutralino System.

SUSY Parameters from Charginos.

- B.A. KNIEHL  
Theoretical Aspects of SM Higgs Decays and Leptoproduction.
- D.J. MILLER  
Proving Higgs Bosons are Scalars at a Linear Collider.
- G. MOORTGAT-PICK  
Physics Opportunities with Polarized  $e^-$  and  $e^+$  Beams at a Linear Collider.
- P. ZERWAS  
Electroweak Symmetry Breaking at Future Colliders.
- A. ALI  
Signatures of Supersymmetry in B Decays – A Theoretical Perspective.  
Proc. of the Int. Conf. on Flavor Physics (ICFP2001), Zhang-Jia-Jie City/PRC und DESY 01-224, hep-ph/0201120
- A. ALI, A.V. BORISOV, N.B. ZAMORIN  
Same-Sign Dilepton Production via Heavy Majorana Neutrinos in Proton-Proton Collisions.  
Proc. of the 10th Lomonosov Conf. on Elem. Part. Phys., Moscow/RUS (2001) und DESY 01-207, hep-ph/0112043
- A. ALI, A.YA. PARKHOMENKO  
The Effective  $\eta'g^*g^*$  Vertex at Arbitrary Gluon Virtualities.  
Proc. of the Conf. on Fund. Int. of Elem. Part., Moscow/RUS (2000) und DESY 01-012, hep-ph/0112048
- T. ASAKA  
Onset of Phase Transition after Hybrid Inflation.  
Proc. of the 8th Int. Sympos. on Particles, Strings and Cosmology, Chapel Hill/USA (2001)
- E.L. BERGER, T.M. TAIT, M. KLASSEN  
Next-to-Leading Order Calculation of Associated Production of Gauginos and Gluinos.  
Proc. of the 5th Int. Symp. on Radiative Corrections (RADCOR 2000) und ANL-HEP-CP-01-002, hep-ph/0101164
- W. BERNREUTHER, A. BRANDENBURG, Z.G. SI, P. UWER  
Top Quark Pair Production and Decay Including Spin Effects at Hadron Colliders: Predictions at NLO QCD.  
Proc. of the 3rd Circum-Pan-Pacific Symp. on High Energy Spin Physics (SPIN 2001), Beijing/PRC (2001)
- S.A. BLUDMAN  
Quintessence Cosmology, Cosmic Evolution.  
Eds. E. Vangioni-Flam et al., World Scientific (2001) 317
- Quintessence Cosmology and the Cosmic Coincidence.  
Proc. of the Int. Workshop on Part. Phys. and the Early Universe (Cosmo 01), Rovaniemi/FIN (2001)
- Observed Smooth Energy Fitted by Parametrized Quintessence.  
Proc. of the Conf on Topics in Astropart. and Underground Phys. (TAUP 2001), Gran Sasso/I (2001) (Nucl. Phys. B, Proc. Suppl.) und DESY 01-165, astro-ph/0110489
- W. BUCHMÜLLER  
Recent Progress in Leptogenesis.  
Proc. of the 8th Int. Symp. on Particles, Strings and Cosmology, Chapel Hill/USA (2001) und hep-ph/0107153
- Neutrinos & GUTs.  
Lectures, Europ. School of High-Energy Physics, Beatenberg/CH (2001)
- Neutrino Masses in GUTs and the Baryon Asymmetry.  
Proc. of the 8th Adriatic Meeting, Dubrovnik/HR (2001) Ustroń/PL (2001) (Acta Phys. Pol. B32 (2001) 3707) und DESY 01-186, hep-ph/0111195
- A. DENNER, S. DITTMAYER, M. ROTH, D. WACKEROTH  
Off-Shell W-Pair Production – Universal versus Non-Universal Corrections.  
Proc. of the 5th Int. Symp. on Radiative Corrections (RADCOR 2000), Carmel/USA (2000) und DESY 01-003, hep-ph/0101257
- Predictions for  $e^+e^- \rightarrow WW \rightarrow 4f(\gamma)$  at a Future Linear Collider.  
Proc. of 5th Int. Linear Collider Workshop (LCWS2000), Fermilab, Batavia/USA (2000) und hep-ph/0101268
- M. DIEHL  
Exclusive QCD.  
Proc. of the 5th Int. Symp. on Radiative Corrections (RADCOR 2000), Carmel/USA (2000) und DESY 01-001, hep-ph/0101080
- Generalized Parton Distributions I.  
Proc. of the 3rd Int. Conf. on Perspectives in Hadronic Physics, Miramare, Trieste/I (2001) und DESY 01-079
- S. DITTMAYER, M. KRÄMER, M. SPIRA, P.M. ZERWAS  
Higgs Radiation off Quarks in the Standard Model and Supersymmetric Theories at  $e^+e^-$  Colliders.  
2nd ECFA/DESY Study 1998-2001, DESY 01-123F 2460 und LC-TH-2001-069
- M. DÜTSCH, F.M. BOAS  
Perturbative Algebraic Field Theory, and Deformation Quantization.  
Proc. of the Conf. on Math. Phys. in Mathematics and Physics, Siena/I (2000) und DESY 01-002, hep-th/0101079
- R. FLEISCHER  
Extraction of  $\gamma$ .  
Proc. of the 9th Int. Symp. on Heavy Flavor Physics, Pasadena/USA (2001) und DESY 01-162, hep-ph/0110278
- Z. FODOR, S.D. KATZ, A. RINGWALD  
Possible Detection of Relic Neutrinos and Determination of their Mass: Quantitative Analysis.  
Proc. of the 27th Int. Cosmic Ray Conf. (ICRC2001), Hamburg/D (2001) und DESY 01-070, hep-ph/0105336
- A. FREITAS, D.J. MILLER, P.M. ZERWAS  
Pair Production of Smuons near the Threshold in  $e^+e^-$  Collisions.  
7th Workshop of the 2nd ECFA/DESY Linear Collider Study, DESY Hamburg/D (2000), LC-TH-2001-011
- B.A. KNIEHL  
Theoretical Aspects of Inclusive Light-Hadron Production.  
Proc. of the Symp. in Honor of Professor Alberto Sirlin's 70th Birthday, Univ. New York/USA (2000) und hep-ph/0101198

I. MONTVAY

Majorana Fermions on the Lattice.  
Proc. of the Workshop on Quantum Monte Carlo, Trento/I (2001)  
und DESY 01-113, hep-lat/0108011

A. RINGWALD

Possible Detection of Relic Neutrinos and their Mass.  
(Invited talk)  
Proc. 27th Int. Cosmic Ray Conference (ICRC2001), Hamburg/D  
(2001) und DESY 01-189, hep-ph/0111112

Fundamental Physics at an X-Ray Free Electron Laser.  
Proc. of the Workshop on Electromagnetic Probes of Fundamental  
Physics, Erice/I (2001) und DESY 01-213, hep-ph/0112254

**Vorträge**

A. ALI

Testing Standard Model in B Physics. (Invited talk)  
Epiphany Conf. on b Physics and CP Violation, Cracow/PL (2001)

CP Violation in B Physics and SUSY. (Invited talk)  
Conference on Higgs and Supersymmetry, Orsay/F (2001)

The  $\eta'g^*g^*$  Vertex with Arbitrary Gluon Virtualities in the Per-  
turbative QCD Hard Scattering Approach.  
Univ. Wuppertal/D

The  $\eta'g^*g^*$  Vertex in QCD and Implications for B-Meson Physics.  
Inst. of High Energy Phys., Beijing/PRC (2001)  
Normal Univ. Henan/PRC (2001)

Status of the CKM Matrix and CP-Violating Phases in the SM  
and MSSM.  
Univ. Beijing/PRC (2001)

Extended Minimal Flavor Violating MSSM and Implications for  
B Physics.  
Tsing Hua Univ., Beijing/PRC (2001)

Supersymmetry and B Physics. (Vortragsreihe)  
South Europ. School on High Energy Phys., Corfu/GR (2001)

T. ASAKA

Preheating and Reheating in Supersymmetric Hybrid Inflation.  
Workshop on Supersymmetric Models and String Theory in  
Cosmology, Heidelberg/D (2001)

D. BAHNS

First Steps towards a Unitary Quantum Field Theory on Quantum  
Spacetime.  
9th Workshop „Grundlagen und konstruktive Aspekte der QFT“,  
Univ. Göttingen/D (2001)

J. BARTELS

NLO Corrections to the Photon Impact Factor.  
Univ. Lund/S (2001)

The Color Dipole Picture in QCD.  
Zakopane/PL (2001)  
Bad Honnef/D (2001)

Recent NLO QCD Calculations in Diffraction.  
Future of HERA: Diffraction.  
Univ. Durham/UK (2001)

S.A. BLUDMAN

Quintessence and the Anthropic Principle.  
9th Int. Workshop on Neutrino Telescopes, Venice/I (2001)

Quintessence Cosmology, Dark Universe.  
Conf. on Matter, Energy & Gravity, Baltimore/USA (2001)

Quintessence Cosmology and the Cosmic Coincidence.  
LMU München/D (2001)

A. BRANDENBURG

CP Violation.  
RWTH Aachen/D (2001)

Quantum Chromodynamics.

1st Adriatic School on Particle Physics and Physics Informatics,  
Split/HR (2001)

Gravitino Production in the Early Universe and Dark Matter.  
Univ. Wuppertal/D (2001)  
Univ. Heidelberg/D (2001)

Gravitinos as Cold Dark Matter.  
Euro-GdR „Supersymmetry“, Aachen/D (2001)

W. BUCHMÜLLER

Neutrinomassen und die Baryon-Asymmetrie.  
Univ. Mainz/D (2001)  
Univ. Heidelberg/D (2001)

Inflation and Supersymmetry Breaking.  
ICTP Trieste/I (2001)  
Univ. Heidelberg/D (2001)

Leptonic CP Violation and the Baryon Asymmetry.  
ECFA Workshop, CERN Geneva/CH (2001)

Quantum Mechanics of Baryogenesis.  
LMU München/D (2001)

CP Violation and Baryogenesis.  
IOP Workshop, London/GB (2001)

L. COVI

Axinos as Dark Matter Candidates.  
Technical Univ. Lisbon/P (2001)

Hybrid Inflation with Supersymmetry Breaking.  
CERN Geneva/CH (2001)  
DESY Hamburg/D (2001)  
Univ. Halle-Wittenberg/D (2001)

Inflationary Models in the Light of Recent Observations.  
DESY Theory Workshop, Hamburg/D (2001)

Inflation and Symmetry Breaking in the Early Universe.  
RWTH Aachen/D (2001)

M. DIEHL

Helicity Flip Distributions.  
ESOP Network Meeting on Skewed Parton Distributions, Orsay/F  
(2001)



Designer Mesons for Exploring Factorization in b Decays.  
Workshop on Exclusive B-Decays, Regensburg/D (2001)

Generalized Parton Distributions and all That.  
Univ. Paris-Sud, Orsay/F (2000)  
Univ. Wuppertal/D (2000)  
DESY Hamburg/D (2000)  
Univ. Bochum/D (2001)  
Karls-Univ. Prag/CZ (2001)

Probing Hadronization in  $\gamma^*\gamma \rightarrow \pi\pi$ .  
CERN Geneva/CH (2001)

Timelike Compton Scattering.  
DESY Hamburg/D (2001)

Exploring Factorization in Exclusive b Decays.  
Univ. Marseille/F (2001)

Generalized Parton Distributions: How to Model them.  
DESY Hamburg/D (2001)

F. FARCHIONI  
Simulation of the SU(2) SUSY Yang-Mills Model on the Lattice:  
SUSY Ward Identities.  
Univ. Pisa/I (2001)  
Univ. Milano/I (2001)

The SUSY Ward Identities in N=1 Super Yang-Mills Theory on  
the Lattice.  
Int. Workshop on Lattice Field Theory, Dublin/IRL (2001)

R. FLEISCHER  
B Physics – A Probe of CP Violation.  
Habitationsvortrag, Univ. Hamburg/D (2001)

Using QCD Flavour Symmetries to Explore CP Violation in Non-  
Leptonic B Decays.  
Workshop on Exclusive B Decays, Regensburg/D (2001)

CP-Verletzung im System der B-Mesonen.  
Univ. Wuppertal/D (2001)

A. FREITAS  
Breiteneffekte und Eichinvarianz in Slepton-Paar-Produktion.  
DPG Frühjahrstagung Teilchenphysik, Bonn/D (2001)

Pair Production of S leptons near Threshold at the LC.  
Euro-GDR „Supersymmetry“, Aachen/D (2001)

How Precise are Precision Calculations in the Standard Model?  
CERN Geneva/CH (2001)

Precise Predictions for Threshold Sparticle Pair Production.  
Radiative Corrections to Slepton Pair Production.  
1st Workshop of the Extended ECFA/DESY Linear Collider Study,  
Cracow/PL (2001)

C. GEBERT  
QCD Spectroscopy with Three Light Quarks on a Lattice.  
DESY Theory Workshop, Hamburg/D (2001)

QCD Spectroscopy with Light Quarks Using the TSMB Algorithm.  
Humboldt Univ. Berlin/D (2001)

K. GOLEC-BIERNAT  
Saturation in QCD.  
DESY Forum: Low-x Physics and Saturation, Hamburg/D (2000)

DIS2001: Summary of the Theory Part.  
DESY Hamburg/D (2001)

DIS at Small x.  
Univ. Warsaw/PL (2001)

Saturation Model of DIS at Small x.  
Workshop on Low x Physics, Cracow/ PL (2001)  
4th EC Network Meeting on QCD and the Deep Structure of  
Elementary Particles (QCDNET2001), Weimar/D (2001)

S.J. HUBER  
Fermion Masses from Localized Gravity.  
DESY Hamburg/D (2001)

B.A. KNIEHL  
Aktuelle Probleme in der Theoretischen Elementarteilchenphysik.  
Univ. Hamburg/D (2001)

Theoretical Aspects of SM Higgs Decays and Leptoproduction.  
Univ. Valencia/E (2001)  
Univ. Autonoma Barcelona/E (2001)

Light-Hadron Production at Next-to-Leading Order in QCD.  
Univ. Barcelona/E (2001)

M. LÜSCHER  
Chiral Gauge Theories & Extra Dimensions.  
Univ. di Roma II, Rome/I (2000)  
Univ. de Lausanne/CH (2001)  
TU München, Garching/D (2001)

Lattice Regularization of Chiral Gauge Theories.  
LAPP, Annecy/F (2001)  
Univ. Bern/CH (2001)

PC Clusters for Theoretical Physics.  
CERN Geneva/CH (2001)  
MPI Phys., München/D (2001)

Introduction to Lattice QCD.  
Vorlesung im Rahmen des „Troisième Cycle de la Suisse Ro-  
mande“, EPFL, Lausanne/CH (2001)

E. LUNGHI  
Extended Minimal Flavour Violating MSSM.  
TU München, Garching/D (2001)  
Univ. Valencia/E (2001)  
Univ. Zürich/CH (2001)

G. MACK  
A Network-Based Unified Theory of Complex (Adaptive) Systems.  
Dynamical Networks in Complex Systems, Kiel/D (2001)

Perspektiven der Quantenfeldtheorie – zum 80. Geburtstag der  
Theoretischen Physik in Hamburg.  
Univ. Hamburg/D (2001)

D.J. MILLER

Using TESLA to Confirm a Scalar Higgs Boson.  
1st Workshop of the Extended ECFA/DESY Study, Cracow/PL (2001)

Does the Higgs Have No Spin?

3rd Nordic LHC Physics Workshop, Oslo/N (2001)

The TESLA  $e^+e^-$  Linear Collider.

Univ. of Oslo/N (2001)

A. MONDRAGÓN, E. RODRÍGUEZ-JÁUREGUI

Quark and Mixing Matrices from Breaking the Flavour Permutational Symmetry.

34th Sympos. on Nuclear Physics, Taxco Guerrero/MEX (2001)

I. MONTVAY

Lattice Supersymmetry.

Univ. di Roma/I (2001)

QCD Spectroscopy with Three Light Quarks.

NIC Jülich/D (2001)

Univ. Dublin/IRL

Multibosonic Simulations.

Univ. Seattle/USA (2001)

G. MOORTGAT-PICK

Higgs and SUSY Physics at Hadron and Linear Colliders.

1st „Physics at Colliders“ Network Meeting, Granada/E (2001)

Polarisation Effects for SUSY Processes.

CERN Geneva/CH (2001)

Polarization at the Linear Collider.

„Roadmap“ for the Reconstruction of SUSY Parameters at the LC.

Durham/GB (2001)

Reconstruction of the Neutralino System Analytical Solution.

Euro-GDR „Supersymmetry“, Aachen/D (2001)

Physics at TESLA: Theoretical Introduction.

Humboldt Univ. Berlin, Golzhau/D (2001)

Disentangling Fundamental SUSY Parameters at Future Colliders.

Wien/A (2001)

CERN Geneva/CH (2001)

Physics Prospects of a Future Linear Collider.

Zürich/CH (2001)

B. PLÜMPER

NLO Predictions for  $t\bar{t}H$  Production at Hadron Colliders.

Euro-GDR „Supersymmetry“, Aachen/D (2001)

DESY Theory Workshop, Hamburg/D

A. RINGWALD

Teilchenphysikalische Anwendungen des Röntgenlasers XFEL.

Kolloquium, Univ. Dortmund/D (2001)

Aktuelle Fragen der Astroteilchenphysik.

Bestimmung von Neutrinomassen mittels der höchstenergetischen kosmischen Strahlung.

Workshop Astroteilchenphysik in Deutschland: Status und Perspektiven 2001, Zeuthen/D (2001)

Der Röntgenlaser XFEL und einige teilchenphysikalische Anwendungen.

Univ. Tübingen/D (2001)

Ultrahigh Energy Cosmic Rays from Neutrino Annihilation on Relic Neutrinos.

LMU München/D (2001)

Möglicher Nachweis von Urknall-Neutrinos und deren Masse.

27th Int. Cosmic Ray Conf. (ICRC2001), Hamburg/D (2001)

Neutrino Masses from the Highest-Energy Cosmic Rays.

Euro Conf. on Frontiers in Particle Astrophysics and Cosmology: Neutrinos in the Universe, Lenggries/D (2001)

Looking beyond the Standard Model with Ultrahigh Energy Cosmic Neutrinos.

Workshop on Astroparticle Theory, Heidelberg/D (2001)

E. RODRÍGUEZ-JÁUREGUI

The Quark Mixing Matrix from Flavour Permutational Symmetry Breaking.

DESY Hamburg/D (2001)

Implications of Maximal Jarlskog Invariant and Maximal CP Violation.

DESY Theory Workshop, Hamburg/D (2001)

T. SCHLEGELMILCH

Howlands Formalismus in der zeitabhängigen Quantentheorie.

Univ. Hamburg/D (2001)

Howland's Formalism and Local Scattering Operators.

9th Workshop on Foundations and Constructive Methods in QFT, Univ. Göttingen/D (2001)

F. SCHREMPP

Zooming-in on Instantons at HERA.

Univ. Heidelberg/D (2001)

L. SCORZATO, J. SKULLERUD

Chiral Symmetry and Diquark Condensation in Dense Adjoint Matter.

Hotmatter2001, Helsinki/FIN (2001)

J. SKULLERUD

Two-Colour QCD at Non-Zero Density.

40. Int. Theor. Phys. Univ.-Wochen, Schladming/A (2001)

TU Wien/A (2001)

Trinity Coll., Dublin/IRL (2001)

Univ. Amsterdam/NL (2001)

Quark Propagator and Quark-Gluon Vertex from Lattice QCD.

Univ. Tübingen/D (2001)

M. STEINHAUSER  
Impact of Multi-Loop Calculations on Precision Tests.  
Univ. Hamburg/D (2001)  
Nat. Univ. of Seoul/ROK (2001)  
KAIST Taejon/ROK (2001)

Non-Abelian Heavy Quark-Antiquark Potential to Order  $\alpha_s^3/mr^2$ .  
4th EC Network Meeting on QCD and the Deep Structure of  
Elementary Particles (QCDNET 2001), Weimar/D (2001)

The Cross Section  $e^+e^- \rightarrow$  Hadrons & the Heavy Quark Masses.  
DESY Zeuthen/D (2001)

H. WITTIG  
Is the Up-Quark Massless?  
Univ. Wuppertal/D (2001)  
Univ. Hamburg/D (2001)

Effective Chiral Lagrangian from Simulations of Partially  
Quenched QCD.  
264th Int. WE-Heraeus Seminar on Effective Field Theories of  
QCD, Bad Honnef/D (2001)

P. ZERWAS  
Higgs Physics at  $e^+e^-$  Linear Colliders.  
Workshop on Higgs Physics, Fermilab Batavia/USA (2001)

Higgs und Supersymmetry an  $e^+e^-$  Linearcollidern.  
Kolloquium, Univ. Mainz/D (2001)

TESLA: Higgs and Supersymmetry.  
Kolloquium, Univ. Bonn/D (2001)  
Kolloquium, Univ. Karlsruhe/D (2001)  
Univ. Wuppertal/D (2001)  
DESY Zeuthen/D (2001)

Hochenergie-Physik: Status und Perspektiven.  
HEP Kolleg, RWTH Aachen/D (2001)

$e^+e^-$  Linear Colliders: Supersymmetry.  
HEP Workshop, LAL und Univ. Paris-Sud, Orsay/F (2001)

Electroweak Symmetry Breaking at  $e^+e^-$  Linear Colliders.  
ECFA/DESY Workshop, Cracow/PL (2001)

Higgs Physics.  
Vanderbilt HEP School, Nashville/USA (2001)  
EU Network-School on Collider Physics, Torino/I (2001)

### Dissertationen

M. BARTELS  
Analytic Calculation of a 1-Loop Effective Action for the  $O(N+1)$ -  
Symmetric 2-Dimensional  $\sigma$ -Model.  
Univ. Hamburg /D (2000)  
DESY-THESIS-2001-001

C. BRENNER MARIOTTO  
Perturbative and Non-Perturbative QCD Dynamics in Hadropro-  
duction of Charmonium.  
Univ. Uppsala/S (2001)

S. GIESECKE  
Virtual Photon Interactions in High Energy QCD.

Univ. Hamburg/D (2001)  
DESY-THESIS-2001-031

M. MEIER-SCHELLERSHEIM  
The Immune System as a Complex System: Description and Si-  
mulation of the Interactions of its Constituents.  
Univ. Hamburg/D (2001)  
DESY-THESIS-2001-006

B. PLÜMPER  
NLO QCD Corrections to Higgs Radiation off Heavy Quarks at  
Hadron Colliders.  
Univ. Hamburg/D (2001)  
DESY-THESIS-2002-005

M. WEBER  
Tests of Supersymmetric Couplings at High Energy Colliders.  
Univ. Hamburg/D (2001)  
DESY-THESIS-2002-003

### Diplomarbeiten

M. DE RIESE  
Polar Decomposition in General Complex Systems and Discrimi-  
nation of Gauge, Higgs and Vierbein Fields.  
Univ. Hamburg /D (2001)

B. EBERLE  
Messung des Spins von Higgs-Bosonen in Higgs-Strahlung.  
Univ. Hamburg/D (2001)

A. KISSAVOS  
Diffractive Higgs Production through Soft Colour Interactions at  
the Tevatron and the LHC.  
Univ. Uppsala/S (2001)

T. KOSLER  
Der Einfluss von Fermionen auf den Renormierungsgruppenfluss.  
Univ. Hamburg/D (2001)

C. LEHMANN  
Konvergenzeigenschaften von Mehrgitterverfahren für ungeordnete  
Systeme.  
Univ. Hamburg/D (2000)

T. SCHLEGELMILCH  
Howlands Formalismus in der zeitabhängigen Quantentheorie.  
Univ. Hamburg/D  
DESY-THESIS 01-039

S. WIESENFELDT  
Neutrinoeigenschaften und Protonenzerfall.  
Univ. Hamburg/D (2001)  
DESY-THESIS-2001-013

## HASYLAB

---

### Veröffentlichungen, Veröffentlichte Vorträge

B. ADAMS

Proposal for a Femtosecond X-Ray Detector.  
Nucl. Instrum. Methods A467-468 (2001) 1129  
Nucl. Instrum. Methods A459 (2001) 339

B. ADAMS, Y. NISHINO, D.V. NOVIKOV, G. MATERLIK, D.M. MILLS

Parametric Down Conversion of X-Rays, Recent Experiments.  
Nucl. Instrum. Methods A467-468 (2001) 1019

R. ADELUNG, J. BRANDT, L. KIPP, M. SKIBOWSKI

Reconfiguration of Charge Density Waves by Surface Nanostructures on TaS<sub>2</sub>.  
Phys. Rev. B63 (2001) 16 5327

R. ADELUNG, J. BRANDT, K. ROSSNAGEL, O. SEIFARTH, L. KIPP, M. SKIBOWSKI, C. RAMIRES, T. STRASSER, W. SCHATTKE

Tuning Dimensionality by Nanowire Adsorption on Layered Materials.  
Phys. Rev. Lett. 86 (2001) 1303

H. AHRENS, H. BALTES, J. SCHMITT, H. MÖHWALD, C.A. HELM

Polyelectrolyte Adsorption onto Insoluble Monolayers at the Air/Water Interface.  
Macromolecules 34 (2001) 4504

H. AHRENS, K. GRAF, C.A. HELM

Observation of a Superstructure X-Ray Peak within Lipopolymer Monolayers on the Water Surface Gold.  
Langmuir 17 (2001) 3113

C. ALONSO, I. KUZMENKO, T.R. JENSEN, K. KJAER, M. LAHAV, L. LEISEROWITZ

Self-Assembly of Crystalline Films of Interdigitated Long-Chain Cholesteryl Esters at the Air-Water Interface.  
J. Phys. Chem. 105 (2001) 8563

J. ANDRÄ, K. OETZMANN, F. FÖRSTER, S. HUBO, M. KRUSE, M. LEIPPE, R. WILLUMEIT

Membrane Interaction of Synthetic Antibacterial Peptides Analyzed by Small Angle X-Ray Scattering.  
Biol. Chem. 382 (2001) 149

R.J. ANGEL, U. BISMAYER, W.G. MARSHALL

Renormalisation of the Phase Transition in Lead Phosphate, Pb<sub>3</sub>(PO<sub>4</sub>)<sub>2</sub>, by High Pressure: Structure.  
J. Phys. Condens. Matter 13 (2001) 5353

I. ARCON, A. TUEL, A. KODRE, G. MARTIN, A. BARBIER

EXAFS Determination of the Size of Co Clusters on Silica.  
J. Synchrotron Rad. 8 (2001) 575

I. ARCON, N.N. TUSAR, A. RISTIC, V. KAUCIC, A. KODRE, M. HELLIWELL

Incorporation of Mn, Co and Zn Cations into Large-Pore Aluminophosphate Molecular Sieves MeAPO-50.  
J. Synchrotron Rad. 8 (2001) 590

C. ARUTA et al.

Structure of Superconducting (BaCuO<sub>x</sub>)<sub>2</sub>(CaCuO<sub>2</sub>)<sub>n</sub> Superlattices on SrTiO<sub>3</sub>(001) Investigated by X-Ray Scattering.  
phys. stat. sol. (a) 183 (2001) 353

M. ASPELMEYER, U. KLEMRADT, W. HARTNER, H. BACHHOFER, G. SCHINDLER

High-Resolution X-Ray Reflectivity Study of Thin Layered Electrodes for Integrated Ferroelectric Devices.  
J. Phys. D34 (2001) A173

T. ASTHALTER, I. SERGEEV, H. FRANZ, K. MESSEL, W. PETRY, P. HAERTER, A. HUWE

Quasielastic Nuclear Forward Scattering as a Background-Free Probe of Slow Glass Dynamics in Confined Geometries.  
Nucl. Instrum. Methods B22 (2001) 301

T. ASTHALTER, I. SERGEEV, H. FRANZ, W. PETRY, K. MESSEL, R. VERBENI

Glass Dynamics and Scaling Behaviour under Pressure Using Quasielastic Nuclear Forward Scattering.  
Zur Veröffentlich. in Hyperfine Interact.

B. BAGAUDINOV, A. JOBST, J. LÜDECKE, S. VAN SMAALLEN

Structural Basis for the Phase Transitions of Cs<sub>2</sub>HgCl<sub>4</sub>.  
Acta Crystallogr. B57 (2001) 231

M.A. BAGNI, G. CECCHI, B. COLOMBINI, P.J. GRIFFITHS, C.C. ASHLEY, H. AMENITSCH, S. BERNSTORFF

Effects of Temperature on the Intensity Changes of the Meridional 14.5 nm X-Ray Reflection from Activated Skeletal Muscle during Sinusoidal Oscillations.  
J. Physiol. 533 (2001) 135

M.A. BAGNI, B. COLOMBINI, H. AMENITSCH, S. BERNSTORFF, C.C. ASHLEY, G. RAPP, P.J. GRIFFITHS

Frequency Dependent Distortion of Meridional Intensity Changes during Sinusoidal Length Oscillations of Activated Skeletal Muscle.  
Biophys. J. 80 (2001) 2809

K. BALASHEV, T.R. JENSEN, K. KJAER, T. BJØRNHOLM

Novel Methods for Studying Lipids and Lipases and their Mutual Interaction at Interfaces. Part 1: Atomic Force Microscopy.  
Biochimie 83 (2001) 387

P. BALAZ, E. GODOCIKOVA, Z. BASTL, J.Z. JIANG, E. BOLDIZAROVA, M. LUXOVA

Characterization of Nanocrystalline Products Prepared by Mechanochemical Reduction of Copper Sulphide.  
Zur Veröffentlich. in Czech J. Phys.

P. BALAZ, L. TAKACS, J.Z. JIANG, V. SOIKA, M. LUXOVA

Mechanochemical Reduction of Copper Sulfide.  
Proc. of ISMANAM 2001, Ann Arbor/USA (2001)



- P. BALGAVY et al.  
X-Ray Diffraction and Neutron Scattering Studies of Amphiphile-Lipid Bilayer Organization.  
Cell. Mol. Biol. Lett. 6 (2001) 283
- A. BARBIER, A. TUEL, I. ARCON, A. KODRE, G.A. MARTIN  
Characterization and Catalytic Behavior of Co/SiO<sub>2</sub> Catalysts: Influence of Dispersion in the Fischer-Tropsch Reaction.  
J. Catalysis 200 (2001) 106
- I.O. BASHKIN, V.G. TISSEN, M.V. NEFEDOVA, A. SCHIWEK, W.B. HOLZAPFEL, E.G. PONYATOVSKY  
Enhanced Superconductivity of the Ti-Zr Alloys in the High-Pressure bcc-Phase.  
JETP Lett. 73 (2001) 73
- J. BATISTA, A. PINTAR, J. PADEZNIK GOMILSEK, A. KODRE, F. BORNETTE  
On the Structural Characteristics of  $\gamma$ -Alumina-Supported Pd-Cu Bimetallic Catalysts.  
Appl. Catalysis A217 (2001) 55
- A.A. BATTISTON, J.H. BITTER, D.C. KONINGSBERGER  
Structure/Activity Correlation in Fe/ZSM5 for DeNO<sub>x</sub> Applications – in situ XAFS Characterization and Catalysis.  
Stud. Surf. Sci. Catal. 135 (2001) 12-0-02
- J. BECHER, T. BRIMERT, J.O. JEPPESEN, J.Z. PEDERSEN, R. ZUBAREV, T. BJØRNHOLM, N. REITZEL, T.R. JENSEN, K. KJAER, E. LEVILLAIN  
Tetrathiafulvaleno-Annelated Porphyrins.  
Angew. Chem. Int. Ed. 40 (2001) 2497
- F. BECKMANN  
Microtomography Using Synchrotron Radiation as a User Experiment at Beamlines BW2 and BW5 of HASYLAB at DESY.  
Proc. of SPIE 4503 (2001)
- K. BEHRENS, M. CICHON, A. KNÖCHEL, O. LUDEK, F. MILLER, H. POTGETER, S. STAUB  
Entwicklung Geochemischer Methoden zur naturnahen Schadstoffdemobilisierung in Fließgewässern: Analytik, Überwachungsmethoden.  
In: Universität Hamburg (2001) ISBN 3-924330-40-9
- F. BELL, J.R. SCHNEIDER  
Three-Dimensional Electron Momentum Densities of Solids.  
J. Phys. Condens. Matter 13 (2001) 7905
- R. BENDA, C. HERTA, V. SCHÜNEMANN, H. WINKLER, A.X. TRAUTWEIN, YU. SHVYD'KO, F.A. WALKER  
Nuclear Resonant Forward Scattering Using Synchrotron Radiation Applied to Study the Low-Spin Ferriheme Complex TPPFe(NH<sub>2</sub>PzH)<sub>2</sub>Cl.  
Zur Veröffentlich. in Hyperfine Interact.
- C. BENMORE, B. TOMBERLI, J. NEUEFEIND, P. EGELSTAFF  
Isotopic Quantum Correction to Liquid Methanol at -30°C.  
Zur Veröffentlich. in J. Appl. Phys. A  
Quantum Effects in the Structure of Liquid Benzene at Room Temperature.  
Molec. Phys. 99 (2001) 787
- A. BERNERT, T. CHATTERJI, P. THALMEIER, P. FULDE  
Structure Determination, Valence, and Superexchange in the Dimerized Low Temperature Phase of  $\alpha'$ -NaV<sub>2</sub>O<sub>5</sub>.  
Eur. Phys. J. B21 (2001) 535
- J. BERRY, J.Z. JIANG, S. MØRUP, P. WYNN  
Formation of Perovskite Structures CaMO<sub>3</sub> (M=Sn,Ti) by Mechanical Milling.  
J. Mater. Sci. 36 (2001) 3637
- P. BISEL, M. SCHLAUCH, E. WECKERT, K.-S. SIN, A.W. FRAHM  
Expeditious Synthesis and Chromatographic Resolution of (+)- and (-)-Trans-1-Benzylcyclohexan-1,2-Diamine Hydrochlorides.  
Chirality 13 (2001) 89
- U. BISMAYER, A. ENGELHARDT, E.K.H. SALJE, M. AROYO  
Domain Walls in Ferroelastic Minerals.  
Z. Krist. Suppl. 18 (2001) 178
- U. BISMAYER, W. LEE, E. SALJE  
Ferroelastic Gradient Structures: From Needle Domains to Atomic Diffusion.  
Beih. Europ. J. Min. 13 (2001) 25
- R. BOCA, M. VRBOVA, M. BOCA, H. EHRENBERG, H. FUESS, W. LINERT  
Spin Crossover in Iron(II)tris(2-(2-pyridyl)benimidazole) Complex Monitored by the Variable Temperature X-Ray Powder Diffraction and IR Spectra.  
Zur Veröffentlich. in Chem. Phys. Lett.
- S. BOCHAROV, T. KIRCHNER, G. DRÄGER, O. SIPR, A. SIMUNEK  
Dipole and Quadrupole Contributions to Polarized Cu K X-Ray Absorption Near-Edge Structure Spectra of CuO.  
Phys. Rev. B63 (2001) 045 104
- T. BÖKER, R. SEVERIN, A. MÜLLER, C. JANOWITZ, R. MANZKE, D. VOSS, P. KRÜGER, A. MAZUR, J. POLLMANN  
Band Structures of MoS<sub>2</sub>, MoSe<sub>2</sub>, and A-MoTe<sub>2</sub>: Angular-Resolved Photoelectron Spectroscopy in the Constant-Final-State Mode and ab initio Calculations.  
Zur Veröffentlich. in Phys. Rev. B
- U. BONSE, F. BECKMANN  
Multiple Beam X-Ray Interferometry for Phase-Contrast Microtomography.  
J. Synchrotron Rad. 8 (2001) 1
- K.G. BRAMNIK, H. EHRENBERG, H. FUESS  
Preparation, Crystal Structure, and Magnetic Studies of a New Sr<sub>7</sub>Re<sub>4</sub>O<sub>19</sub> Double Oxide and its Relation to the Structure of Ba<sub>7</sub>Ir<sub>6</sub>O<sub>19</sub>.  
J. Solid State Chem. 160 (2001) 45
- J. BRANDT, J. KANZOW, K. ROSSNAGEL, L. KIPP, M. SKIBOWSKI, E. KRASOWSKII, W. SCHATTKE, M. TRAVING, J. STETTNER, W. PRESS, C. DIEKER, W. JAEGER  
Band Structure of the Misfit Compound (PbS)NbS<sub>2</sub> Compared to NbSe<sub>2</sub>: Experiment and Theory .  
J. Electr. Spectrosc. Relat. Phenom. 114-116 (2001) 555

- F. BRIELER, M. BREHM, L. CHEN, P.J. KLAR, W. HEIMBRODT, M. FRÖBA  
MCM-41 Silica Monoliths and Diluted Magnetic Semiconductors: A Promising Union for Fabricating Nanosized Quantum Wires. *Stud. Surf. Sci. Catal.* 135 (2001) 160
- F. BRIELER, M. FRÖBA, P.J. KLAR, L. KLAR, W. HEIMBRODT  
Ordered Arrays of II/VI Diluted Magnetic Semiconductor Wires: Formation within Mesoporous MCM-41 Silica. *Zur Veröffentlich. in Chem. Eur. J.*
- T. BRÜCKEL, D. HUPFELD, J. STREMPFER, W. CALIEBE, K. MATTENBERGER, A. STUNAU, N. BERNHOEFT, G.J. MCINTYRE  
Antiferromagnetic Order and Phase Transitions in GdS as Studied with X-Ray Resonance-Exchange Scattering. *Eur. Phys. J. B19* (2001) 475
- T. BRÜCKEL, J. STREMPFER  
Non-Resonant Magnetic Diffraction at High X-Ray Energies. *Synchrotron Radiation News* 14 (2001) 16
- G. BRUNAUER, H. BOYSEN, F. FREY, S. GHOSE, H.-G. KRANE, H. SCHMIDT, U. BISMAYER, C. PAULMANN  
 $\alpha - \beta$  Phasenumwandlung und Domänen in Crystobalit. *Z. Krist. Suppl.* 18 (2001) 177
- C. BUHRMESTER, C. HOLST, H. EHRENBERG, H. FUESS  
Solid Phases of 1-chloro-2,2-dimethylpropane. Thermal Analysis, Powder Diffraction and Spectroscopic Investigation. *Zur Veröffentlich. in J. Mol. Struct.*
- C. BUNGENSTOCK, G. REISS, F. NESSEL, H. GIEFERS, G. NOWITZKE, G. WORTMANN, W.B. HOLZAPFEL, J. HAINES, J.M. LEGER  
Structural Systematics of LnOX Compounds under Pressure. *Zur Veröffentlich. in J. Phys. Condens. Matter*
- O. BUNK, M.M. NIELSEN, J.H. ZEYSING, G. FALKENBERG, F. BERG-RASMUSSEN, M. NIELSEN, C. KUMPF, Y. SU, R. FEIDENHANS' L, R.L. JOHNSON  
Ge(001)-(2103)-Pb - (2106)-Pb: Low-Temperature Two-Dimensional Phase Transition. *New J. Phys.* 3 (2001) 13.1
- E. BUZDUGAN, P. GHIUCA, N. STRIBECK  
Synthesis and Properties of Styrene-Isoprene Multiblock Copolymers. *Mater. Plast.* 37 (2001) 138
- E. BUZDUGAN, P. GHIUCA, N. STRIBECK, E.J. BECKMAN, S. SERBAN  
Synthesis and Properties of Block Polymers Based on  $\epsilon$ -caprolactone by Anionic Polymerization. *Macromol. Mater. Eng.* 286 (2001) 497
- W. CALMANO, S. MANGOLD, E. WELTER  
An XAFS Investigation of the Artefacts Caused by Sequential Extraction Analyses of Pb-Contaminated Soils. *Fresenius J. Analytical Chem.* 371 (2001) 823
- P. CASTRO et al.  
Alignment of the Optical Feedback System of VUV Regenerative FEL Amplifier at the TESLA Test Facility at DESY. *Zur Veröffentlich. in Nucl. Instrum. Methods A*
- M.B. CASU, P. IMPERIA, S. SCHRADER, B. FALK  
Ultraviolet Photoelectron Spectroscopy of Thin Films of New Materials for Multilayer Organic Light Emitting Diodes. *Surf. Sci.* 482-485 (2001) 1205
- M.B. CASU, P. IMPERIA, S. SCHRADER, B. SCHULZ, F. FANGMEYER, H. SCHÜRSMANN  
Electronic Structure of Ordered Langmuir-Blodgett Films of an Amphiphilic Derivative of 2,5-diphenyl-1,3,4-oxadiazole. In: *Novel Methods to Study Interfacial Layers*, D. Möbius, R. Miller (Eds.) (Studies in Interface Science, Elsevier)
- M.B. CASU, P. IMPERIA, S. SCHRADER, B. SCHULZ, M. JANDKE, P. STROHRIEGL  
Valence Electronic Structure of Oxadiazoles and Quinoxalines Model Compounds. *Synth. Met.* 121 (2001) 1397
- M.B. CASU, P. IMPERIA, B. SCHULZ, S. SCHRADER  
Electronic Structure at the Interface between Metals and New Materials for Organic Light Emitting Diodes. *Zur Veröffentlich. in Synth. Met.*
- Electronic Structure of Aromatic 1,3,4-Oxadiazoles Studied by Ultraviolet Photoelectron Spectroscopy. *Zur Veröffentlich. in Synth. Met.*
- Electronic Structure of Aromatic 1,3,4-Oxadiazoles. *Proc. of the Int. School of Physics „Enrico Fermi“* (2001)
- R. CATTANEO, T. SHIDO, R. PRINS  
QEXAFS Study of the Sulfidation of NiMo/Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> Hydrotreating Catalysts. *J. Synchrotron Rad.* 8 (2001) 158
- G. CECCHI, M.A. BAGNI, B. COLOMBINI, H. AMENITSCH, S. BERNSTORFF, C.C. ASHLEY, P.J. GRIFFITHS  
Temperature Effects on the Equilibrium Tilt of the Myosin Heads during Sinusoidal Length Oscillations. *Biophys. J.* 80 (2001) 269a
- M.L. CERRADA, R. BENAVENTE, E. PEREZ  
Crystalline Structure and Viscoelastic Behavior in Composites of a Metallocenic Ethylene-1-Octene Copolymer and Glass Fiber. *Macromol. Chem. Phys.* 202 (2001)
- Influence of Thermal History on the Morphology and Viscoelastic Behavior of Ethylene-1-Octene Copolymers Synthesized with Metallocene Catalysts. *J. Mater. Res.* 16 (2001) 1103
- L. CHEN, P.J. KLAR, W. HEIMBRODT, F. BRIELER, M. FRÖBA, H.A. KRUG VON NIDDA, A. LOIDL  
Magneto-Spectroscopy of Ordered Arrays of Magnetic Semiconductor Quantum Wires. *Physica E10* (2001) 368

- L. CHEN, P.J. KLAR, W. HEIMBRODT, N. OBERENDER, D. KEMPE, M. FRÖBA  
Novel Nano-Structures on the Basis of GeS<sub>2</sub>- and GeSe<sub>2</sub>-MCM Materials.  
Springer Series in Physics 87 (2001) 1627
- W.M. CHEN et al.  
Quality Assessment of Sapphire Wafers for X-Ray Crystal Optics Using White Beam Synchrotron X-Ray Topography.  
phys. stat. sol. (a) 186 (2001) 365
- J. DANGER, P. LE FEVRE, H. MAGNAN, D. CHANDESRI, S. BOURGEOIS, J. JUPILLE, T. EICKHOFF, W. DRUBE  
Quadrupolar Transitions Evidenced by Resonant Auger Spectroscopy.  
Zur Veröffentlich. in Phys. Rev. Lett.
- K. DARDENNE, T. SCHÄFER, M.A. DENECKE, J. ROTHE, J.I. KIM  
Identification and Characterization of Sorbed Lutetium Species on 2-Line Ferrihydrite by Sorption Data Modeling, TRLFS and EXAFS.  
Radiochimica Acta 89 (2001) 469
- A.K. DAS, J. KAMILA, B.N. DEV, B. SUNDARAVEL, G. KURI  
Response to Comments on Self-Assembled Ge Nanostructures on Polymer-Coated Silicon: Growth and Characterization.  
Appl. Phys. Lett. 78 (2001) 3552
- J. DAVAASAMBUU, A. DANIEL, J. STAHN, U. PIETSCH  
Comparison of Experimental and Theoretical Valence Charge Densities in Cubic ZnSe.  
J. Phys. Chem. Solids 62 (2001) 2147
- Harmonic and Anharmonic Thermal Vibrations in Cubic ZnSe.  
Z. Kristallogr. 216 (2001) 22
- Q. DEROBILLARD, X. GUO, N. DINGENOUTS, M. BALLAUFF, G. GOERIGK  
Application of Anomalous Small-Angle X-Ray Scattering to Spherical Polyelectrolyte Brushes.  
Macromol. Symp. 164 (2001) 81
- P. DE PADOVA et al.  
Electron Accumulation Layer on a Clean In-Terminated InAs(001)(4×2)-c(8×2) Surface.  
Surf. Sci. 482-485 (2001) 587
- O. DEGTYAREVA, V.F. DEGTYAREVA, F. PORSCH, W.B. HOLZAPFEL  
Face-Centred Cubic to Tetragonal Transitions in In Alloys under High Pressure.  
J. Phys. Condens. Matter 13 (2001) 7295
- O. DEGTYAREVA, W. HOLZAPFEL  
Crystal Structures of Binary Alloys between La, Ce, Pr under Pressure.  
J. Alloys Compd. 322 (2001) 1
- I. DINCER, A. ELMALI, Y. ELERMAN, H. EHRENBERG, H. FUESS  
Magnetic Interactions in PrMn<sub>2-x</sub>Co<sub>x</sub>Ge<sub>2</sub>.  
Zur Veröffentlich. in J. Alloys Compd.
- W.R. DIX, T. DILL, W. KUPPER, M. LOHMANN, B. REIME, R. VENTURA  
Intravenous Coronary Angiography with Synchrotron Radiation. Proc. of 15th Int. Congress and Exhibition CARS 2001 (Int. Congress Series 1230, Elsevier Science (2001) 883)
- G. DRÄGER, S. BOCHAROV, T. KIRCHNER, N. KIRCHNER  
Linear Dichroism in 3d Transition Metal NEXAFS of Correlated Materials.  
J. Synchrotron Rad. 8 (2001) 466
- G. DRÄGER, T. KIRCHNER, S. BOCHAROV, C.C. KAO  
Spin-Resolved NEXAFS from Resonant X-Ray Scattering (RXS).  
J. Synchrotron Rad. 8 (2001) 398
- Spin-Resolved NEXAFS from Resonant X-Ray Scattering (RXS): Application to MnO.  
Appl. Phys. A73 (2001) 687
- W. DRUBE, H. SCHULTE-SCHREPPING, R. TREUSCH  
Automatic Alignment of the HASYLAB BW2 Beamline.  
Nucl. Instrum. Methods A467-468 (2001) 797
- M. DUBIEL, S. BRUNSCH, L. TRÖGER  
Temperature Dependence of Thermal Expansion Coefficient of Silver Nanoparticles and of Bulk Material Determined by EXAFS.  
J. Synchrotron Rad. 8 (2001) 539
- C. DÜRR et al.  
Angle-Resolved Photoemission Spectroscopy of Sr<sub>2</sub>CuO<sub>2</sub>Cl<sub>2</sub> – A Revisit.  
Phys. Rev. B63 (2001) 014505
- H. EHRENBERG, R. THEISSMANN, Y. GASSENBAUER, M. KNAPP, G. WLTSCHEK, H. WEITZEL, H. FUESS, T. HERRMANNSDOERFER, D. SHEPTYAKOV  
Crystal and Magnetic Structure Relationship in CuW<sub>1-x</sub>Mo<sub>x</sub>O<sub>4</sub> Compounds with Wolframite-Type Structure.  
Zur Veröffentlich. in Phys. Rev. B
- K. ELLMER, R. MIENTUS, H. ROSSNER  
In situ Investigation by Energy Dispersive X-Ray Diffraction (EDXRD) of the Growth of Magnetron Sputtered ITO Films.  
Surf. Coat. Technol. 142-144 (2001) 1094
- K. ELLMER, R. MIENTUS, V. WEISS, H. ROSSNER  
Set Up for in situ X-Ray Diffraction Studies of Thin Film Growth by Magnetron Sputtering.  
Nucl. Instrum. Methods A467-468 (2001) 1041
- A. ENGELHARDT, M. FECHTELKORD, L. SCHWALOWSKY, U. BISMAYER, J.-C. BUHL  
NMR Spectroscopic Study of the Phase Transition and Proton Conduction of Letovicite (NH<sub>4</sub>)<sub>3</sub>H(SO<sub>4</sub>)<sub>2</sub>.  
Beih. Europ. J. Min. 13 (2001) 49

- NMR-Spectroscopy of Letovicite  $(\text{NH}_4)_3\text{H}(\text{SO}_4)_2$ : Phase Transition and Proton Conduction.  
Z. Krist. Suppl. 18 (2001) 172
- L. ENGELKE, M. SCHAEFER, M. SCHUR, W. BENSCH  
In-situ X-Ray Diffraction Studies of the Crystallisation of Layered Manganese Thioantimonates (III) under Hydrothermal Conditions.  
Chem. Mater. 13 (2001) 1383
- M. EPPLE  
Solid-State Chemical Methods to Investigate the Nature of Calcified Deposits.  
Z. Kardiol. 90 (2001) III-64
- M. EPPLE, E. WELTER  
„Heller als Tausend Sonnen“ – Anwendungen eines Freien Elektronenlasers in der Chemie.  
Nachr. Chemie 49 (2001) 155
- C. ERD, M. BAVDAZ, G. BRAMMERTZ, A. OWENS, A. PEACOCK, V. LÄMSÄÄND, S. NENONEN, H. ANDERSSON, N. HAACK  
Hard X-Ray Test and Evaluation of a Prototype  $32 \times 32$  Pixel Gallium-Arsenide.  
Zur Veröffentlich. in Nucl. Instrum. Methods
- S. FAKIROV, O. SAMOKOVLIJSKY, N. STRIBECK, A.A. APOSTOLOV, Z. DENCHEV, D. SAMOUNDJIEVA, M. EVSTATIEV, A. MEYE, M. STAMM  
Nanostructure Deformation Behavior in Poly(ethylene terephthalate)/Polyethylene Drawn Blend as Revealed by Small-Angle Scattering of Synchrotron X-Radiation.  
Macromolecules 34 (2001) 3314
- S. FAKIROV, N. STRIBECK, A.A. APOSTOLOV, Z. DENCHEV, B. KRASTEVA, M. EVSTATIEV, K. FRIEDRICH  
Crystallization in Partially Molten Oriented Blends of Polycondensates as Revealed by X-Ray Studies.  
J. Macromol. Sci. – Phys. B40 (2001) 935
- G. FALKENBERG, O. CLAUSS, A. SWIDERSKI, T. TSCHEN-TSCHER  
Optics for the X-Ray Fluorescence Beamline at HASYLAB.  
Nucl. Instrum. Methods A467-468 (2001) 737
- Upgrade of the X-Ray Fluorescence Beamline L at HASYLAB/DESY.  
X-Ray Spectrom. 30 (2001) 170
- G. FALKENBERG, R.L. JOHNSON, N. TAKEUCHI  
Scanning Tunneling Microscopy and ab initio Calculations:  $c(4 \times 8)$  Reconstructions of Pb on Si and Ge(001) Surfaces.  
Phys. Rev. B64 (2001) 035304
- J. FALTA, A. HILLE, T. SCHMIDT, G. MATERLIK  
X-Ray Photon Stimulated Ion Desorption Revealed by Standing Waves. (Erratum)  
Surf. Sci. 472 (2001) 154 (Surf. Sci. 436 (1999) L677)
- J. FELDHAUS  
Status and Perspectives of Single-Pass Free Electron Lasers for Short Wavelengths.  
J. Phys. IV 11 (2001) 237
- A. FERA, I. DOLBANYA, R. OPITZ, B.I. OSTROVSKII, W.H. DE JEU  
Crystalline Smectic-B Films as Fluctuating Systems: Static and Dynamic X-Ray Scattering.  
Phys. Rev. E63 (2001) 020601
- A. FERA, R. OPITZ, W.H. DE JEU, B.I. OSTROVSKII, D. SCHLAUF, C. BAHR  
Structure of Freely Suspended Chiral Smectic Films as Determined by X-Ray Reflectivity and Optical Ellipsometry.  
Phys. Rev. E64 (2001) 021702
- P. FIGUEIREDO, S. GEPPERT, R. BRANDSCH, G. BAR, R. THOMANN, R.J. SPONTAK, W. GRONSKI, R. SAMLENSKI, P. MÜLLER-BUSCHBAUM  
Ordering of Cylindrical Microdomains in Thin Films of Hybrid Isotropic/Liquid Crystalline Triblock Copolymers.  
Macromolecules 34 (2001) 171
- J.I. FLEGE, T. SCHMIDT, J. FALTA, G. MATERLIK  
Origin of X-Ray Photon Stimulated Desorption of  $\text{Cl}^+$  and  $\text{Cl}^{2+}$  Ions from  $\text{Cl}/\text{Si}(111)-(1 \times 1)$ .  
Zur Veröffentlich. in Surf. Sci.
- H. FRANZ, T. ASTHALTER, M. DOMMACH, A. EHNES, K. MESSEL, I. SERGUEEV  
Investigations of Solid State Dynamics at the NRSSR Beamline at PETRA II – An Overview.  
Zur Veröffentlich. in Hyperfine Interact.
- S.S. FUNARI  
Small Angle X-Rays Scattering (SAXS) Studies of Biomolecules.  
Zur Veröffentlich. in Acta Phys. Pol. A
- S.S. FUNARI, B. NUSCHER, G. RAPP, K. BEYER  
Detergent-Phospholipid Mixed Micelles with a Crystalline Phospholipid Core.  
Proc. Natl. Acad. Sci. 98 (2001) 8938
- M.C. GARCIA GUTIERREZ, D. RUEDA, F.J. BALTA CALLEJA, N. STRIBECK, R.K. BAYER  
Nanostructure of Atmospheric and High-Pressure Crystallised Poly(ethylene-2,6-naphthalate).  
Zur Veröffentlich. in J. Mater. Sci.
- P. GARIDEL, W. RICHTER, G. RAPP, A. BLUME  
Structural and Morphological Investigations of Quasi Crystalline Phases of 1,2-Dimyristoyl-sn-glycero-3-phosphoglycerol (DMPG).  
Phys. Chem. Chem. Phys. 3 (2001) 1504
- M. GERKEN, H.-C. WILLE, E. GERDAU, YU.V. SHVYD'KO, H. FRANZ, H.D. RÜTER  
Nuclear Resonant Scattering of Synchrotron Radiation from  $^{61}\text{Ni}$  at 67.4 keV.  
Zur Veröffentlich. in Hyperfine Interact.



- C. GERTH, T. LOKAJCZYK, R. TREUSCH, J. FELDHAUS  
Photon Diagnostics for the Study of Electron Beam Properties of a VUV SASE-FEL.  
Nucl. Instrum. Methods A475 (2001) 481
- M. GETZLAFF, M. MORGENSTERN, C. MEYER, R. BROCHIER, R.L. JOHNSON, R. WIESENDANGER  
Nb-Induced Two-Dimensional Electron Gas on N-InAs(110): Anomalous Coverage Dependence.  
Phys. Rev. B63 (2001) 205305
- T. GEUE, O. HENNEBERG, J. GRENZER, U. PIETSCH, A. NATANSOHN, P. ROCHON, K. FINKELSTEIN  
Formation of a Buried Density Grating on Thermal Erasure of Azobenzene Polymer Surface Gratings.  
Zur Veröffentlich. in Coll. Surf. A
- P. GHIOCA, E. BUZDUGAN, S. SERBAN, N. STRIBECK  
The Effect of the Polybutadiene Microstructure of Styrene-Butadiene Star Block Copolymers Used HDPE Blending.  
Mater. Plast. 38 (2001) 67
- S.K. GHOSE, B.N. DEV, A. GUPTA  
Resonance Enhancement of X-Rays and Fluorescence Yield from Marker Layers in Thin Films.  
Zur Veröffentlich. in Phys. Rev. B
- S.K. GHOSE, D.K. GOSWAMI, B. ROUT, B.N. DEV, G. KURI, G. MATERLIK  
Ion-Irradiation-Induced Mixing, Interface Broadening and Period Dilation in Pt/C Multilayers.  
Appl. Phys. Lett. 79 (2001) 467
- H. GIEFERS, R. LÜBERS, K. RUPPRECHT, G. WORTMANN, D. ALFE, A.I. CHUMAKOV  
Phonon Density-of-States in Oriented hcp Iron by Nuclear Inelastic Scattering of Synchrotron Radiation.  
Zur Veröffentlich. in High Press. Res.
- P. GIPPNER, E. GROSSE, A. SCHAMLOTT, W. SEIDEL, U. WOLF, R. WÜNSCH, J. PFLÜGER  
Magnetic Characterization of the Hybrid Undulator U27 for ELBE.  
Zur Veröffentlich. in Nucl. Instrum. Methods A
- E. GLAZOUNOV, T. FETT, J.T. RESZAT, M.J. HOFFMANN, D. MUNZ, T. WROBLEWSKI  
Influence of Domain Switching State on R-Curves Interpreted by Using X-Ray Diffraction Study.  
J. Mat. Sci. Lett. 20 (2001) 877
- E. GLAZOUNOV, M.J. HOFFMANN  
Investigation of Domain Switching in Fractured Ferroelectric Ceramics by Using Imaging of X-Ray Diffraction.  
J. Eur. Ceram. Soc. 21 (2001) 1417
- J. GLODO, A.J. WOJTOWICZ  
Charge Traps and Emission Kinetics in LuAlO<sub>3</sub>:Ce.  
Proc. of SPIE 4412 (2001) 216
- G. GOERIGK, D.L. WILLIAMSON  
Comparative Anomalous Small-Angle X-Ray Scattering Study of Hotwire and Plasma Grown Amorphous Silicon-Germanium Alloys.  
J. Appl. Phys. 90 (2001) 5808
- Quantitative ASAXS of Germanium Inhomogeneities in Amorphous Silicon Germanium Alloys.  
J. Non-Cryst. Solids 281 (2001) 181
- L. GOTTSCHALCK ANDERSEN, H.F. POULSEN, A. ABRAHAMSEN, B.A. JACOBSEN, T. TSCHENTSCHER  
Microstructural Dynamics of Bi-2223/Ag Tapes Annealed in 8% O<sub>2</sub>.  
Zur Veröffentlich. in Supercond. Sci. Technol.
- A. GOTTWALD, D. POSPIECH, D. JEHNICHEN, L. HÄUSSLER, P. FRIEDEL, J. PIONTECK, M. STAMM, G. FLOUDAS  
Self-Assembly and Viscoelastic Properties of Semifluorinated Polyesters.  
Zur Veröffentlich. in J. Polym. Chem.
- K. GRAF, C.A. HUSTED, H. BALTES, H. AHRENS, C.A. HELM  
Structure of Hydroxylated Galactocerebrosides from Myelin at the Air/Water Interface.  
Zur Veröffentlich. in Biophys. J.
- C. GRAZIOLI, Z. HU, M. KNUPFER, G. GRAW, G. BEHR, M.S. GOLDEN, J. FINK, H. GIEFERS, G. WORTMANN, K. ATTENKOFER  
Characteristic Temperature Dependence of the 4f Occupancy in the Kondo System CeSi<sub>3</sub>.  
Phys. Rev. B63 (2001) 115107
- T.M. GREHK, W. DRUBE, G. MATERLIK, L. KIPP, M. SKIBOWSKI  
Backscattering X-Ray Standing Waves in the XUV Region.  
J. Synchrotron Rad. 8 (2001) 1015
- J. GRENZER, N. DAROWSKI, T. GEUE, U. PIETSCH, A. DANIEL, S. RENNON, J.P. REITHMEIER, A. FORCHEL  
Strain Analysis and Quantum Well Intermixing of a Laterally Modulated Multiquantum Well System Produced by Focused Ion Beam Implantation.  
J. Phys. D Appl. Phys. 34 (2001) A11
- P.J. GRIFFITHS, C.C. ASHLEY, S. LIPSCOMB  
Sarcomere Length Measurements during Flash Photolysis-Induced Activation or Relaxation of Skinned Skeletal Muscle Fibres.  
J. Physiol. 533 (2001) 2
- P.J. GRIFFITHS, R. PELC, C.C. ASHLEY, S. FUNARI, G. RAPP  
Structural and Mechanical Investigation of the Effect of S1 Substrate Analogues on Skeletal Muscle from Rana Temporaria.  
J. Physiol. 533 (2001) 132
- J. GROCHOWSKI, P. SERDA, R. CZARNECKI, T. LIBROWSKI, S. LOCHYNSKI, M. PASENKIEWICZ  
Quick Identification of Monoterpene Derivative Epimers Using Calculated and Experimental Synchrotron Radiation HRPD.  
In: Molecular and Physiological Aspects of Regulatory Processes of the Organism, H. Lach (Ed.), (2001) 122
- J.-D. GRUNWALDT, L. BASINI, B.S. CLAUSEN  
In situ EXAFS Study on Rh/Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> Catalysts for Catalytic Partial Oxidation of Methane.  
J. Catal. 200 (2001) 321

- J.-D. GRUNWALDT, B.S. CLAUSEN  
Combining XRD and EXAFS with On-line Catalytic Studies for in situ Characterization of Catalysts.  
Zur Veröffentlich. in Topics in Catalysis
- J.-D. GRUNWALDT, P. KAPPEN, L. BASINI, B.S. CLAUSEN  
Iridium Clusters for Catalytic Partial Oxidation of Methane – An in situ Transmission and Fluorescence XAFS Study.  
Zur Veröffentlich. in Catal. Lett.
- J.-D. GRUNWALDT, P. KAPPEN, B.S. HAMMERSHØI, L. TRÖGER, B.S. CLAUSEN  
Fluorescence EXAFS for the in situ Study on the State of Promoters in Catalysis.  
J. Synchrotron Rad. 8 (2001) 572
- J.-D. GRUNWALDT, D. LÜTZENKIRCHEN-HECHT, M. RICHWIN, S. GRUNDMANN, B.S. CLAUSEN, R. FRAHM  
Piezo XAFS for the Investigation of Solid State Transformations in the Millisecond Range.  
J. Phys. Chem. 105/22 (2001) 5161
- E. GRZANKA, B. PALOSZ, S. GIERLOTKA, R. PIELASZEK, K. AKIMOW, U. BISMAYER  
Generation and Relaxation of Strain in GaN and SiC Nanocrystals under Extreme Pressures.  
Z. Krist. Suppl. 18 (2001) 179
- M.M. GÜNTER, B. BEMS, R. SCHLÖGL, T. RESSLER  
In situ Studies on the Structure of Copper Oxide/Zinc Oxide Catalysts.  
J. Synchrotron Rad. 8 (2001) 619
- M.M. GÜNTER, T. RESSLER, B. BEMS, C. BÜSCHER, T. GENGER, O. HINRICHSSEN, M. MUHLER, R. SCHLÖGL  
Implication of the Microstructure of Binary Cu/ZnO Catalysts for their Catalytic Activity in Methanol Synthesis.  
Catal. Lett. 71 (2001) 37
- M.M. GÜNTER, T. RESSLER, R.E. JENTOFT, B. BEMS  
Redox Behavior of Copper Oxide/zinc Oxide Catalysts in the Steam Reforming of Methanol Studied by in situ X-Ray Diffraction and Absorption Spectroscopy.  
J. Catalysis 203 (2001) 133
- B. GUILLEAUME, M. BALLAUFF, G. GOERIGK, M. WITTEMANN, M. REHAHN  
Correlation of Counterions with Rodlike Macroions as Assessed by Anomalous Small-Angle X-Ray Scattering.  
Colloid Polym. Sci. 279 (2001) 829
- E. GUZIEWICZ, B.J. KOWALSKI, J. MASEK, B.A. ORLOWSKI, R.L. JOHNSON  
Transition Metal 3d States in HgSe-Based Diluted Magnetic Semiconductors.  
J. Alloys Compd. 328 (2001) 119
- E. GUZIEWICZ, B.J. KOWALSKI, B.A. ORLOWSKI, R.L. JOHNSON  
Photoemission Study of Sm/CdTe Interface Formation.  
Surf. Sci. 482-485 (2001) 512
- E. GUZIEWICZ, B.A. ORLOWSKI, B.J. KOWALSKI, I. GRZEGORY, S. POROWSKI, R.L. JOHNSON  
Electronic Structure of GaN(0001) and CdTe(100) Clean Surfaces Sm Doped in Resonant Photoemission Study.  
Zur Veröffentlich. in Surf. Sci.
- F. HAASS, T. BUHRMESTER, M. MARTIN  
High Temperature in situ X-Ray Absorption Studies on the Iron Valence in Iron Doped Nickel Oxide ( $\text{Ni}_{1-x}\text{Fe}_x$ ) $_{1-\delta}\text{O}$ .  
Solid State Ion. 141-142 (2001) 289
- Quantitative Elaboration of the Defect Structure of Iron-Doped Nickel Oxide ( $\text{Ni}_{0.955}\text{Fe}_{0.045}$ ) $_{1-\delta}\text{O}$  by in situ X-Ray Absorption Spectroscopy.  
Phys. Chem. Chem. Phys. 3 (2001) 4806
- A. HAGEN, K. SCHUELER, F. ROESSNER  
The Performance of Ti-MCM-41 in Aqueous Media and after Mechanical Treatment Studies by in situ XANES, UV/VIS and Test Reactions.  
Zur Veröffentlich. in Microporous & Mesoporous Mater.
- U. HAHN, W. GRAEFF  
Civil Engineering for the X-FEL Multiuser Facility at DESY.  
Proc. of SPIE 4143 (2001) 14
- U. HAHN, M. HESSE, T. KRACHT, E.W. WEINER, K. PORGES, U. MISSE  
The Residual Gas Analyzer System for the HASYLAB Beamline Vacuum System.  
Nucl. Instrum. Methods A467-468 (2001) 805
- M. HAHN, A. TEGGE-SCHÜRING, H. BEHRENS, J. KOEPKE, G. FALKENBERG  
Comparison of Trace Element Diffusivities in Metaluminous and Peralkaline Rhyolitic Melts.  
Beiheft Eur. J. Mineral. 13 (2001) 70
- K.H. HALLMEIER, S. SAUTER, R. SZARGAN  
XANES and EXAFS Investigations of Bonding and Structure of Ni and Co Derivatives from Prussian Blue Coordination Compounds.  
Inorg. Chem. Commun. 4 (2001) 153
- M. HARISH BHAT, F.J. BERRY, J.Z. JIANG, K.J. RAO  
Structure and Redox Chemistry of Tin in  $\text{SnONaPO}_3$  Pseudo-Binary Glasses.  
J. Non-Cryst. Solids 29 (2001) 93
- T. HARTMANN, H. EHRBENBERG, G. MIEHE, T. BUHRMESTER, G. WLTSCHEK, J. GALY, H. FUESS  
Preparation and Crystal Structure of  $\text{Re}_3\text{O}_{10}$ .  
J. Solid State Chem. 160 (2001) 317
- B. HASSE, J.C. MARXEN, W. BECKER, H. EHRENBERG, M. EPPLER  
A Detailed Structural Investigation of the Love Dart (*Gypsobellum*) of the Land Snail *helix pomatia*.  
Zur Veröffentlich. in J. Molluscan Studies

- H.G. HAUBOLD, T. VAD, H. JUNGBLUTH, P. HILLER  
Nanostructure of NAFION: A SAXS Study.  
*Electrochimica Acta* 46 (2001) 1559
- J. HEEMSOTH, E. TEGELER, F. ROESSNER, A. HAGEN  
Generation of Active Sites for Ethane Aromatization in ZSM-5 Zeolites by a Solid-State Reaction of Zinc Metal with Brønsted Acid Sites of the Zeolite.  
*Microporous & Mesoporous Mater.* 46 (2001) 185
- O. HENNEBERG, L.F. CHI, T. GEUE, M. SAPHIANNIKIVA, U. PIETSCH, P. ROCHON, A. NATANSOHN  
AFM Inspection of the Early State of Formation of Polymer Surface Relief Grating.  
*Appl. Surf. Lett.* 79 (2001) 2357
- O. HENNEBERG, T. GEUE, M. SAPHIANNIKOVA, U. PIETSCH, A. NATANSOHN, P. ROCHON, K. FINKELSTEIN  
Investigation of Material Flow on Inscribing a Polymer Surface Grating Probing X-Ray and VIS Light Scattering.  
*Zur Veröffentlich. in Coll. Surf. A*
- O. HENNEBERG, T. GEUE, M. SAPHIANNIKOVA, U. PIETSCH, P. ROCHON, A. NATANSOHN  
Formation and Dynamics of Polymer Surface Relief Gratings.  
*Appl. Surf. Sci.* 182 (2001) 272
- C. HERTA, H. WINKLER, R. BENDA, A.X. TRAUTWEIN, M. HAAS  
Dynamic Phenomena in Deoxy- and Oxy-myoglobin Investigated by Nuclear Resonant Forward Scattering of Synchrotron Radiation.  
*Zur Veröffentlich. in Hyperfine Interact.*
- O. HERZBERG, H. EHRENBERG, S.J. KITCHIN, K.D.M. HARRIS, M. EPPLE  
Structural Aspects of the Solid-state Polycondensation Reaction in Alkali 4-halogenomethyl Benzoates.  
*J. Solid State Chem.* 156 (2001) 61
- O. HERZBERG, M. EPPLE  
Formation of Polyesters by Thermally Induced Polymerization Reactions of Molecular Solids.  
*Eur. J. Inorg. Chem.* (2001) 1395
- F. HEYROTH, J. ZELLNER, H.-R. HÖCHE, C. EISENSCHMIDT, E. WECKERT, M. DRAKOPOULOUS  
Pinhole Topography in the Three-beam Case of X-Ray Diffraction – Experiment and Theory.  
*J. Phys. D Appl. Phys.* 34 (2001) A151
- F.U. HILLEBRECHT, H. OHL DAG, N.B. WEBER, C. BETHKE, U. MICK, M. WEISS, J. BAHRDT  
Magnetic Moments at the Surface of Antiferromagnetic NiO(100).  
*Phys. Rev. Lett.* 86 (2001) 3419
- M.J. HOFFMANN, M. HAMMER, A. ENDRISS, D.C. LUPASCU  
Correlation between Microstructure, Strain Behavior, and Acoustic Emission of Soft PZT Ceramics.  
*Acta Mater.* 49 (2001) 1301
- W.B. HOLZAPFEL  
Equations of State for High Pressure Phases.  
*Rev. High Press. Sci. Technol.* 11 (2001) 55
- Equations of State for Regular Solids.  
*Zur Veröffentlich. in High Press. Res.*
- Equations of State for Solids under Strong Compression.  
*Z. Kristallogr.* 216 (2001) 473
- W.B. HOLZAPFEL, M. HARTWIG, G. REISS  
Equations of State for Rare Gas Solids under Strong Compression.  
*J. Low Temp. Phys.* 122 (2001) 401
- W.B. HOLZAPFEL, M. HARTWIG, W. SIEVERS  
Equations of State for Cu, Ag, and Au for Wide Ranges in Temperature and Pressure up to 500 GPa and above.  
*J. Phys. Chem. Ref. Data* 30 (2001) 515
- U. HOPPE, H. EBENDORFF-HEIDEPRIEM, J. NEUEFEIND, D.T. BOWRON  
A Neutron and X-Ray Diffraction Study of the Structure of Nd Phosphate Glasses.  
*Z. Naturforsch. A56* (2001) 1004
- U. HOPPE, R. KRANOLD, A. BARZ, D. STACHEL, J. NEUEFEIND, D.A. KEEN  
Combined Neutron and X-Ray Scattering Study of Phosphate Glasses.  
*J. Non-Cryst. Solids* 293-295 (2001) 158
- U. HOPPE, R. KRANOLD, E. GATTEF, J. NEUEFEIND, D.A. KEEN  
An X-Ray and Neutron Scattering Study of the Structure of Zinc Vanadate Glasses.  
*Z. Naturforsch. A56* (2001) 478
- U. HOPPE, R. KRANOLD, A. GHOSH, J. NEUEFEIND, D.T. BOWRON  
X-Ray and Neutron Scattering Studies of the Structure of Strontium Vanadate Glasses.  
*Zur Veröffentlich. in Phys. Chem. Glasses*
- U. HOPPE, R. KRANOLD, H.J. WEBER, J. NEUEFEIND, A.-C. HANNON  
The Structure of Potassium Germanate Glasses – A Combined X-Ray and Neutron Scattering Study.  
*Zur Veröffentlich. in J. Non-Cryst. Solids*
- U. HOPPE, E. METWALLI, R.K. BROW, J. NEUEFEIND  
High-Energy X-Ray Diffraction Study of La-Coordination in Lanthanum Phosphate Glasses.  
*Zur Veröffentlich. in J. Non-Cryst. Solids*
- B.K. HOSKINS, C.C. ASHLEY, G. RAPP, P.J. GRIFFITHS  
Time-Resolved X-Ray Diffraction by Skinned Skeletal Muscle Fibres during Activation and Shortening.  
*Biophys. J.* 80 (2001) 398
- S. HOSOKAWA, W.-C. PILGRIM  
A High-pressure Vessel for X-Ray Diffraction Experiments for Liquids in a Wide Temperature Range.  
*Nucl. Instrum. Methods A467-468* (2001) 1057

- P. IMPERIA, M.B. CASU, S. SCHRADER, B. FALK, M. JANDKE, P. STROHRIEGL  
Electronic Transport Properties of Heterocyclic Materials for Heterolayer Organic Light Emitting Devices.  
Synth. Met. 121 (2001) 1673
- Thermally Stimulated Processes in Heterocyclic Materials Suitable for Heterolayer Organic Light Emitting Diodes.  
Synth. Met. 124 (2001) 83
- P. IMPERIA, M.B. CASU, B. SCHULZ, S. SCHRADER  
Analysis of Detrapping Processes of Aromatic 1,3,4-Oxadiazoles with Thermally Stimulated Luminescence.  
Zur Veröffentlich. in Synth. Met.
- Detrapping Processes in Aromatic 1,3,4-oxadiazoles.  
Proc. of the Int. School of Physics „Enrico Fermi“ (2001)
- R.J. IWANOWSKI  
Comment on „The Covalent Radius of Mn“.  
Chem. Phys. Lett. 350 (2001) 577 (to Chem. Phys. Lett. 283 (1998) 313 and Chem. Phys. Lett. 336 (2001) 226)
- R.J. IWANOWSKI, W. PASZKOWICZ, K. LAWNICZAK-JABLONSKA, M.H. HEINONEN, B. WITKOWSKA, J. FELDHAUS  
Mn-Te Bond in the Rocksalt  $\text{Sn}_{1-x}\text{Mn}_x\text{Te}$  Alloys and Octahedral Radius of Mn: X-Ray Absorption- and Diffraction Study.  
Chem. Phys. Lett. 336 (2001) 226
- S. JACOBI, J. WIESMANN, B. STEEG, J. FELDHAUS, C. MI-CHAELSEN  
Development of Thin-Film Total-Reflection Mirrors for the XUV FEL.  
Proc. of the Int. Symposium on Optical Science and Technol., SPIE's 46th Annual Meeting, San Diego/USA (2001)
- J.M. JAKOBSEN, J.E. JØRGENSEN, J. STAUN OLSEN, L. GERWARD, J. JIANG  
High Pressure X-Ray Diffraction Study of TbN.  
Zur Veröffentlich. in Solid State Commun.
- J. JANOWITZ, R. MÜLLER, M. SCHNEIDER, A. KRAPF, H. HÖCHST, C. AST, R. MANZKE  
Fermi-Surface of Bi-cuprates with Variable Number of  $\text{CuO}_2$ -Planes.  
Physica C364-365 (2001) 600
- C. JANOWITZ, N. ORLOWSKI, R. MANZKE, Z. GOLACKI  
On the Band Structure of HgTe and HgSe – View from Photoemission.  
J. Alloys Compd. 328 (2001) 84
- D. JEHNICHEN, D. POSPIECH, A. JANKE, P. FRIEDEL, L. HÄUSSLER, A. GOTTWALD, S. KUMMER, W. KOLLIG, K. GRUNDKE  
Bulk and Surface Structure of Semifluorinated Polyesters.  
Mater Sci. Forum 378-381 (2001) 378
- T.R. JENSEN, K. BALASHEV, T. BJØRNHOLM, K. KJAER  
Novel Methods for Studying Lipids and Lipases and their Mutual Interaction at Interfaces. Part 2: Surface Sensitive Synchrotron X-Ray Scattering.  
Biochimie 83 (2001) 399
- M.O. JENSEN, O.G. MOURITSEN, T.R. JENSEN, K. KJAER, K. BALASHEV, T. BJØRNHOLM, G.H. PETERS  
Preferred Interfacial Orientation and Conformation of a Lipase Investigated by Molecular Dynamics Simulations.  
Biophys. J. 80 (2001) 1364
- R.E. JENTOFT, A. HAHN, F.C. JENTOFT, T. RESSLER  
Manganese, Iron and Sulfur K Edge XAFS of Promoted Sulfated Zirconia Catalysts.  
J. Synchrotron Rad. 8 (2001) 563
- J.Z. JIANG  
Phase Transformation in Nanocrystals under Pressure.  
Zur Veröffentlich. in Diffusion & Defects Forum
- Phase Transformation in Metallic Glasses under Pressure.  
Proc. of the 22nd Risø Int. Sympos. on Mater. Sci. (2001) 263
- J.Z. JIANG, L. GERWARD, J. STAUN OLSEN  
Pressure-Induced Phase Transformation in Nanocrystal  $\text{SnO}_2$ .  
Scr. Mater. 44 (2001) 1983
- Structured Stability of Binary CdCa Quasicrystal under High Pressure.  
Appl. Phys. Lett. 79 (2001) 2538
- Grain-size and Alloying Effects on the Pressure-Induced bcc-to-hcp Transition in Nanocrystalline Iron.  
Mater. Trans. JIM 42 (2001) 1571
- J.Z. JIANG, C.H. JENSEN, A.R. RASMUSSEN, L. GERWARD  
Evidence of a Stable Binary CdCa Quasicrystalline Phase.  
Appl. Phys. Lett. 78 (2001) 1856
- J.Z. JIANG, F. KRAGH, D.J. FROST, K. STÅHL, H. LINDELOV  
Hardness and Thermal Stability of Cubic Silicon Nitride.  
J. Phys. Condens. Matter 13 (2001) L515
- J.Z. JIANG, J.S. OLSEN, L. GERWARD, S. STEENSTRUP  
X-Ray Diffraction Study on Pressure-Induced Phase Transformation in Nanocrystalline GaAs.  
Zur Veröffentlich. in High Pressure Res.
- J.Z. JIANG, K. SAKSL, H. RASMUSSEN, T. WATANUKI, N. ISHIMATU, O. SHIMOMARA  
High-pressure X-Ray Diffraction of Icosahedral Zr-Al-Ni-Cu-Ag Quasicrystals.  
Appl. Phys. Lett. 79 (2001) 1112
- J.Z. JIANG, K. SAKSL, J. SAIDA, A. INOUE, H. FRANZ, K. MESSEL, C. LATHE  
Evidence of Polymorphous Amorphous-to-Quasicrystalline Phase Transformation in  $\text{Zr}_{66.7}\text{Pd}_{33.3}$ .  
Zur Veröffentlich. in Appl. Phys. Lett.



- J.Z. JIANG, Y.X. ZHUANG, H. RASMUSSEN, N. NISHIYAMA, A. INOUE, C. LATHE  
Crystallization of Pd<sub>40</sub>Cu<sub>30</sub>Ni<sub>10</sub>P<sub>20</sub> Bulk Glass under Pressure.  
Europhys. Lett. 54 (2001) 182
- J.Z. JIANG, Y.X. ZHUANG, H. RASMUSSEN, J. SAIDA, A. INOUE  
Formation of Quasicrystals and Amorphous-to-Quasicrystalline Phase Transformation Kinetics in Zr<sub>65</sub>Al<sub>17.5</sub>Cu<sub>7.5</sub>Ni<sub>10</sub>Ag<sub>10</sub> Metallic Glass under Pressure.  
Phys. Rev. B64 (2001) 094208
- I.A. KAMENSKIKH, M. KIRM, V.N. KOLOBANOV, V.V. MIKHAILIN, P.A. OREKHANOV, I.N. SHPINKOV, D.A. SPASSKY, A.N. VASIL'EV, B.I. ZADNEPROVSKY, G. ZIMMERER  
Optical and Luminescence Properties of Complex Lead Oxides.  
IEEE TNS 48 (2001) No. 6
- I.A. KAMENSKIKH, M. KIRM, V.N. KOLOBANOV, V.V. MIKHAILIN, P.A. OREKHANOV, I.N. SHPINKOV, D.A. SPASSKY, A.N. VASIL'EV, G. ZIMMERER  
Optical Property and Luminescence Centres of Lead Tungstate, Sulphate and Carbonate.  
Zur Veröffentlich. in Rad. Effects & Defects in Solids
- I.A. KAMENSKIKH, V.N. KOLOBANOV, V.V. MIKHAILIN, L.I. POTKIN, I.N. SHPINKOV, D.A. SPASSKY, B.I. ZADNEPROVSKY, G. ZIMMERER  
Anisotropy of Optical Properties of Scheelite Tungstates in the Fundamental Absorption Region.  
Nucl. Instrum. Methods A470 (2001) 270
- I.A. KAMENSKIKH, V.N. KOLOBANOV, V.V. MIKHAILIN, I.N. SHPINKOV, D.A. SPASSKY, G. ZIMMERER  
VUV-Spectroscopy of Anisotropic Crystals Using Polarized Synchrotron Radiation.  
Nucl. Instrum. Methods A467-468 (2001) 1423
- R. KAMPMANN, T. LIPPMANN, J. BURMESTER, J.F. DOS SANTOS, H. FRANZ, M. HAESE-SEILLER, M. MARMOTTI  
Upgrading of the PETRA-2 Beamline at HASYLAB for Materials Science Analyses.  
Nucl. Instrum. Methods A467-468 (2001) 1261
- A.V. KANAIEV, L. MUSEUR, T. LAARMANN, S. MONTICONE, M.C. CASTEX, K. VON HAEFTEN, T. MÖLLER  
Dissociation and Suppressed ionization of H<sub>2</sub>O Molecules Embedded in He Clusters: The Role of the Cluster as a Cage.  
J. Chem. Phys. 115 (2001) 10248
- J. KANATHARANA, J.J. PEREZ-CAMACHO, T. BUCKLEY, P.J. MC NALLY, T. TUOMI, A.N. DANILEWSKY, M. O'HARE, D. LONEY, W. CHEN  
Investigation of Mechanical Stresses in Underlying Silicon due to Lead-Tin Solder Bumps via Synchrotron X-Ray Topography and Finite Element Analysis.  
Proc. of the Mater. Res. Soc. Spring Meeting, San Francisco/USA (2001)
- B. KANNGIESSER, S. BRÜNKEN, K. GODEHUSEN, C. GERTH, W. MALZER, M. RICHTER, P. ZIMMERMANN  
A Photoelectron-Photoion Coincidence Method for the Investigation of Decay Probabilities after Innershell Photoionization.  
Nucl. Instrum. Methods A467-468 (2001) 1477
- P. KAPPEN, J.-D. GRUNWALDT, B.S. HAMMERSHØI, L. TRÖGER, G. MATERLIK, B.S. CLAUSEN  
The State of the Cu Promoter Atoms in High Temperature Shift Catalysts – An in situ Fluorescence XAFS Study.  
J. Catalysis 198 (2001) 56
- P. KAPPEN, N. HAACK, K. KLEMENTEV, N. NISHINO, G. MATERLIK  
Application of Photon Interference X-Ray Absorption Fine Structure (pXAFS) to Amorphous Systems.  
Zur Veröffentlich. in Phys. Chem. Glass
- P. KAPPEN, L. TRÖGER, K. HANSEN, C. RECKLEBEN, P. LECHNER, L. STRÜDER, G. MATERLIK  
Spatial Characterization of Monolithic Multi-Element Silicon-Drift-Detectors for X-Ray Spectroscopic Applications.  
Nucl. Instrum. Methods A467-468 (2001) 1163
- P. KAPPEN, L. TRÖGER, H. ZINK, G. MATERLIK, C. RECKLEBEN, K. HANSEN, J.D. GRUNDWALDT, B.S. CLAUSEN  
Silicon Drift Detectors as a Tool for Time Resolved Fluorescence XAFS on Low Concentrated Samples in Catalysis.  
Zur Veröffentlich. in J. Synchrotron Rad.
- D.N. KARIMOV, M. KIRM, V.N. MAKHOV, T.V. OUVAROVA, S. VIELHAUER, G. ZIMMERER  
VUV Spectroscopy of a New Fluoride System NaF-(Er,Y)F<sub>3</sub>.  
Opt. Mater. 16 (2001) 437
- P. KEIL, D. LÜTZENKIRCHEN-HECHT, D.V. NOVIKOV, U. HAHN, R. FRAHM  
Reflectivity Studies on a Synchrotron Radiation Mirror in the Hard X-Ray Regime.  
Nucl. Instrum. Methods A467-468 (2001) 275
- N. KERNAVANOIS, P. DALMAS DE RÉOTIER, A. YAOUANC, J.-P. SANCHEZ, V. HONKIMÄKI, T. TSCHENTSCHER, J. MC CARTHY, A. ROGALEV, O. VOGT  
Orbital and Spin Magnetism in US – Comparison with USe and UTe.  
J. Phys. Condens. Matter 13 (2001) 9677
- L. KIPP  
Zur Veröffentlich. in Bonds and Fermi Surfaces Studied by Photoelectron Spectroscopy.  
J. Appl. Phys. A
- L. KIPP, M. SKIBOWSKI, R.L. JOHNSON, R. BERNDT, R. ADELUNG, S. HARM, R. SEEMANN  
Sharper Images by Focusing Soft X-Rays with Photon Sieves.  
Nature 414 (2001) 184
- A. KIRFEL, H.G. KRANE, P. BLAHA, K. SCHWARZ, T. LIPPMANN  
Electron Density Distribution in Stishovite, SiO<sub>2</sub>: A New High-Energy Synchrotron Radiation Study.  
Acta Cryst. A57 (2001) 663

- M. KIRM, L. JÖNSSON, A. KOTLOV, V. NAGIRNYI, G. SVENSSON, M. ÅSBERG-DAHLBORG, G. ZIMMERER  
Optical Properties of Oriented PbWO<sub>4</sub> Scintillator Crystals Doped with Various Ions Studied under Synchrotron Radiation.  
In: Physics and Chemistry of Luminescent Materials, C. Ronda (Ed.), PV 2000-33, The Electrochem. Soc. Proc. Series, Pennington/USA (2001)
- M. KIRM, F. SAVIKHIN, A. LUSHCHIK, C. LUSHCHIK  
Dependence of the Efficiency of Various Emissions on Excitation Density in BaF<sub>2</sub> Crystals.  
Radiat. Meas. 33 (2001) 515
- M. KNAPP, H. EHRENBERG, H. FUESS, U. HAHN, M. HESSE, H. SCHULTE-SCHREPPING, T. WROBLEWSKI  
Pneumatically Bent Mirrors: An Additional Degree of Freedom for Beam Conditioning in High-Resolution Powder Diffraction.  
Nucl. Instrum. Methods A467-468 (2001) 291
- M. KNAPP, U. RUSCHEWITZ  
Structural Phase Transitions in CaC<sub>2</sub>.  
Chem. Eur. J. 7 (2001) 874
- N. KOCH, G. GHIJSEN, R.L. JOHNSON, J. SCHWARTZ, J.J. PIREAUX, A. KAHN  
Physisorption-Like Interaction at the Interfaces Formed by Pentacene and Samarium.  
Zur Veröffentl. in J. Phys. Chem. B
- N. KOCH, A. RAJAGOPAL, G. LEISING, J.J. PIREAUX  
Organic-Metal Interfaces: From Physisorption to Covalent Bonding.  
In: Conjugated Polymer and Molecular Interfaces: Science and Technology for Photonic and Optoelectronic Applications, W.R. Salaneck et al. (Eds.), New York/USA (2001)
- N. KOCH, E. ZOJER, A. RAJAGOPAL, J. GHIJSEN, R.L. JOHNSON, G. LEISING, J.J. PIREAUX  
Electronic Properties of the Interfaces between Wide Bandgap Organic Semiconductor Para-Sexiphenyl and Samarium.  
Adv. Funct. Mater. 11 (2001) 51
- N. KOCH, E. ZOJER, L.-M. YU, M.C. ROJAS, M. GRIONI, R.L. JOHNSON, G. LEISING, J.-J. PIREAUX  
Experimental Evidence for a Local Fermi-Level on Organic Thin Film Surfaces.  
Zur Veröffentl. in J. Chem. Phys.
- A. KODRE, R. PRESEREN, I. ARCON, J. PADEZNIK GOMILSEK, M. BOROWSKI  
A Study of Transferability of Atomic Background on EXAFS Spectra of Simple Gaseous Compounds of As.  
J. Synchrotron Rad. 8 (2001) 282
- A. KÖCHEL, F. LECHTENBERG, M. PAULSEN, A. RANCK, S. STAUB, G. WESELOH  
Ortsabhängige Multielementanalyse in Schadstoffbelasteten Lungengewebe.  
In: Universität Hamburg (2001) ISBN 3-924330-41-7
- R. KÖHLER, M. SCHMIDBAUER  
X-Ray Diffuse Scattering – A Tool for the Investigation of Defects and Mesoscopic Structures in Layer Systems.  
Proc. of the Int. Workshop on Prep. and Charact. Imp. Single Crystals, New Delhi/IND (2001) 36
- R. KÖHN, M. FRÖBA  
Nanoparticles of 3d Transition Metal Oxides in Mesoporous Silica Host Structures: Synthesis and Characterization.  
Catalysis Today 68 (2001) 227
- R. KOLB, C. WUTZ, N. STRIBECK, G. VON KROSIGK, C. RIEKEL  
Investigation of Secondary Crystallization of Polymers by Means of Microbeam X-Ray Scattering.  
Polymer 42 (2001) 5257
- M. KOLBE, C. EISENSCHMIDT, H.R. HÖCHE  
Depolarisationseffekte bei der Röntgenbeugung durch Mehrstrahllanregung in LiF-Kristallen.  
Z. Krist. Suppl. 18 (2001) 99
- P. KORECKI, G. MATERLIK  
Real-Space Imaging of Atomic Structure with White X-Rays.  
Phys. Rev. Lett. 86 (2001) 2333
- P. KORECKI, G. MATERLIK, J. KORECKI  
Complex  $\gamma$ -Ray Hologram: Solution of Twin Images Problem in Atomic Resolution Imaging.  
Phys. Rev. Lett. 86 (2001) 1534
- V. KOTESKI, B. REINHOLD, H. HAAS, E. HOLUB-KRAPPE, H.E. MAHNKE, D. WRUCK  
EXAFS Studies of the Local Structure around Zn in Cd<sub>1-x</sub>Zn<sub>x</sub>Te.  
Proc. of the 12. Int. Conf. on Hyperfine Interactions, Park City/USA (2001)
- B.J. KOWALSKI, B.A. ORLOWSKI, E. JANIK, R.L. JOHNSON  
Mn 3d Derived Contribution to the Valence Band of MBE Grown Cubic MnTe.  
J. Alloys Compd. 328 (2001) 149
- B.J. KOWALSKI, L. PLUCINSKI, K. KOPALCO, R.J. IWANOWSKI, B.A. ORLOWSKI, R.L. JOHNSON, I. GRZEGORY, S. POROWSKI  
Photoemission Studies on GaN(000-1) Surfaces.  
Surf. Sci. 482-485 (2001) 740
- T. KRAFT, B. BRENNER  
Evidence for Actin-Induced Structural Changes of Weakly Attached Cross-Bridges.  
Biophys. J. 80 (2001) 266A
- T. KRAFT, T. MATTEI, A. RADOCAJ, B. PIEP, C. NOCULA, M. FURCH, B. BRENNER  
Structural Features of Cross-Bridges in Isometrically Contracting Skeletal Muscle.  
Zur Veröffentl. in Biophys. J.

- R. KRANOLD, M. KAMMEL, A. HOELL  
Effect of the Cl Content of the Formation and Dissolution of Precipitates in a Soda-Lime-Silica Glass.  
*J. Non-Cryst. Solids* 293-295 (2001) 642
- E.E. KRASOVSKII, O. TIEDJE, W. SCHATTKE, J. BRANDT, J. KANZOW, K. ROSSNAGEL, L. KIPP, M. SKIBOWSKI, M. HYTHA, B. WINKLER  
Electronic Structure and UPS of the Misfit Chalcogenide (SnS)NbS<sub>2</sub> and Related Compounds.  
*J. Electr. Spectrosc. Rel. Phenom.* 114-116 (2001) 1133
- G.V. KROSIGK, S. CUNIS, R. GEHRKE, R. KRANOLD  
Recent Developments and ASAXS Measurements at the Ultra Small Angle X-Ray Scattering Instrument of HASYLAB.  
*Nucl. Instrum. Methods* A467-468 (2001) 1088
- P. KRÜGER, M. SCHALKE, J. LINDERHOLM, M. LÖSCHE  
Multi-Purpose X-Ray Reflectometer Optimized for the Characterization of Organic Surface Films on Aqueous Subphases.  
*Rev. Sci. Instrum.* 72 (2001) 184
- S. KÜCK  
Laser-Related Spectroscopy of Ion-Doped Crystals for Tunable Solid State-Lasers.  
*Appl. Phys.* B72 (2001) 515
- S. KÜCK, M. HENKE, K. RADEMAKER  
Crystal Growth and Spectroscopic Investigation of Yb<sup>2+</sup>-Doped Fluoride Crystals.  
*Laser Physics* 11 (2001) 116
- D.A. KULIK, C. TOMMASEO, M. KERSTEN  
Aqueous Solubility Diagrams for Cementitious Waste Stabilization Systems. 4: Carbonation Model for Zn-Doped Calcium Silicate Hydrate.  
Zur Veröffentlich. in *Environ. Sci. Technol.*
- C. KUMPF, L.D. MARKS, D. ELLIS, D. SMILGIES, E. LANDEMARK, M. NIELSEN, R. FEIDENHANS'L, J. ZEGENHAGEN, O. BUNK, J.H. ZEYSING, Y. SU, R.L. JOHNSON  
Subsurface Dimerization in III-V Semiconductor (001) Surfaces.  
*Phys. Rev. Lett.* 86 (2001) 3586
- C. KUMPF, M. NIELSEN, R. FEIDENHANS'L, Y. SU, R.L. JOHNSON  
Covalent-Bond Stabilization of the Si(111)-(3 2 / -1 1)-Pb Structure.  
*Surf. Sci.* 486 (2001) L495
- C. KUMPF, D. SMILGIES, E. LANDEMARK, M. NIELSEN, R. FEIDENHANS'L, O. BUNK, J.H. ZEYSING, Y. SU, R.L. JOHNSON, LA CAO, J. ZEGENHAGEN, B.O. FIMLAND, L.D. MARKS, D. ELLIS  
Structure of Metal-rich (001) Surfaces of III-V Compound Semiconductors.  
*Phys. Rev.* B64 (2001) 075307
- G. KURI, G. MATERLIK  
Measured Transverse Straggling of MeV Sn and Sb Ions Implanted in SiO<sub>2</sub> Targets.  
*Nucl. Instrum. Methods* B183 (2001) 189
- G. KURI, G. MATERLIK, V. HAGEN, R. WIESENDANGER  
Surface Morphology of MgO(100) Crystals Implanted with MeV Al<sup>+</sup> and Al<sub>2</sub><sup>+</sup> Ions.  
*Appl. Surf.* A73 (2001) 265
- I. KUZMENKO, M. KINDERMANN, K. KJAER, P.B. HOWES, J. ALS-NIELSEN, R. GRANEK, G. KIEDROWSKI, L. LEISEROWITZ, M. LAHAV  
Crystalline Films of Interdigitated Structures Formed via Amidinium-Carboxylate Interactions at the Air-Water Interface.  
*J. Am. Chem. Soc.* 123 (2001) 3771
- I. KUZMENKO, H. RAPAPORT, K. KJAER, J. ALS-NIELSEN, I. WEISSBUCH, M. LAHAV, L. LEISEROWITZ  
Design and Characterization at Crystalline Thin Film Architectures at the Air-Liquid Interface: Simplicity to Complexity.  
*Chem. Rev.* 101 (2001) 1659
- B.H. LARSEN, J.G. LARSEN, A.B. ABRAHAMSEN, H.F. POULSEN, T. TSCHENTSCHER, J.K.S. CHRISTIANSEN, N.H. ANDERSEN  
Relation between Texture and Critical Current Density of Textured YBa<sub>2</sub>Cu<sub>3</sub>O<sub>x</sub> Plates.  
*IEEE Trans. Applied Supercond.* 11 (2001) 3513
- K.Y.C. LEE, J. MAJEWSKI, T.L. KUHL, P.B. HOWES, K. KJAER, M.M. LIPP, A.J. WARING, J.A. ZASADZINSKI, G.S. SMITH  
Synchrotron X-Ray Study of Lung Surfactant-Specific Protein SP-B in Lipid Monolayers.  
*Biophys. J.* 81 (2001) 572
- U. LIENERT, S. KEITEL, W. CALIEBE, C. SCHULZE-BRIESE, H.F. POULSEN  
Source Size Conserving Broad Band Monochromators of Fixed Exit Geometry for High Energy Synchrotron Radiation.  
*Nucl. Instrum. Methods* A467-468 (2001) 659
- S. LINDEROT, N. PRYDS, M. ELDRUP, A.S. PEDERSEN, M. OHNUMA, T.J. ZHOU, L. GERWARD, J.Z. JIANG, C. LATHE  
Bulk Amorphous Mg-Cu-Y Alloys in the As-Prepared, Supercooled Liquid and Crystalline States.  
*Mater. Res. Soc. Symp. Proc.* 644 (2001) L4.1.1
- M. LÖSCHE  
Surface-Sensitive X-Ray and Neutron Scattering Characterization of Planar Lipid Model Membranes and Lipid/Peptide Interactions. In: *Current Topics in Membranes*, T.J. McIntosh, S.A. Simon (Eds.), Vol. 52, Acad. Press, San Diego/USA (2001) 115
- T. LORAND, B. KOCSIS, P. SOHAR, G. NAGY, G. KISPAL, H.G. KRANE, H. SCHMITT, E. WECKERT  
Synthesis and Antibacterial Study of Unsaturated Mannich Ketones.  
*Eur. J. Medicinal Chem.* 36 (2001) 705

- D. LOWNEY, P.J. MCNALLY, M. O'HARE, P.A.F. HERBERT, T. TUOMI, R. RANTAMÄKI, A.N. DANILEWSKY, M. KARI-LAHTI  
Examination of the Structural and Optical Failure of Ultra Bright LEDs under Varying Degrees of Electrical Stress Using Synchrotron X-Ray Topography and Optical Emission Spectroscopy.  
*J. Mater. Sci. Mater. Electron.* 12 (2001) 249
- J. LÜDECKE, A. JOBST, S. GEUPEL, S. VANSMAALEN  
The Structure of the Two-Dimensional, Incommensurate Charge-Density Wave in  $(\text{PO}_2)_4(\text{WO}_3)_8$  at  $T = 20 \text{ K}$ .  
*Phys. Rev. B* 64 (2001) 104015
- D. LÜTZENKIRCHEN, R. FRAHM  
Reflection Mode XAFS Investigations of Reactively Sputtered Thin Films.  
*J. Synchrotron Rad.* 8 (2001) 478
- The Corrosion of Mo in KOH: Time Resolved XAFS Investigations.  
Zur Veröffentlich. in *J. Phys. Chem.*
- D. LÜTZENKIRCHEN-HECHT, S. GRUNDMANN, R. FRAHM  
Piezo-QEXAFS with Fluorescence Detection: Fast Time-Resolved Investigation of Dilute Specimens.  
*J. Synchrotron Rad.* 8 (2001) 6
- D. LÜTZENKIRCHEN-HECHT, N. SCOTTI, H. JACOBS, R. FRAHM  
XAFS Investigations of Tin Nitrides.  
*J. Synchrotron Rad.* 8 (2001) 698
- A. LUSHCHIK, M. KIRM, C. LUSHCHIK  
Peculiarities of the Decay of Cation Excitons in Alkali Halide Crystals.  
*Radiat. Meas.* 33 (2001) 557
- A. LUSHCHIK, M. KIRM, C. LUSHCHIK, I. MARTINSON, F. SAVIKHIN  
Decay of Cation Excitons in Sodium Halide Crystals.  
Zur Veröffentlich. in *Rad. Eff. and Def. in Solids*,
- C. LUSHCHIK, V. DEMIDENKO, M. KIRM, I. KUDRYAVTSEVA, A. LUSHCHIK, I. MARTINSON, V. NAGIRNYI, E. VASIL'CHENKO  
Creation of F Centres and Multiplication of Electronic Excitations in  $\text{Na}_6\text{Al}_6\text{Si}_6\text{O}_{24}(\text{NaBr})_{2x}$  Optical Ceramics under VUV Irradiation.  
*J. Phys. Condens. Matter* 13 (2001) 6133
- W. LUZNY, E.J. SAMUELSEN, D.W. BREIBY  
Polyaniline Thin Films – Structural Anisotropy Study by Use of Synchrotron Radiation Surface Diffraction.  
*Synth. Met.* 119 (2001) 203
- B. MAHLTIG, P. MÜLLER-BUSCHBAUM, M. WOLKENHAUER, O. WUNNICKE, S. WIEGAND, J.-F. GOHY, R. JEROME, M. STAMM  
Highly Regular Polyampholytic Structures Adsorbed Directly from Solution.  
*J. Colloid Interface Sci.* 242 (2001) 36
- V.N. MAKHOV, N.M. KHAIDUKOV, N.YU. KIRIKOVA, M. KIRM, J.C. KRUPA, T.V. OUVAROVA, G. ZIMMERER  
VUV Spectroscopy of Wide-Band-Gap Crystals Doped with Rare Earth Ions.  
*Nucl. Instrum. Methods A* 470 (2001) 290
- V.N. MAKHOV, V.N. KOLOBANOV, M. KIRM, S. VIELHAUER, G. ZIMMERER  
Phonon Broadening of Emission Spectra for STE and Auger-Free Luminescence.  
In: *Excitonic Processes in Condensed Matter*, K. Cho, A. Matsui (Eds.), World Scientific, Singapore (2001) 464
- T. MALCHEREK, C. PAULMANN, U. BISMAYER  
Diffuse Scattering Anisotropy in Titanite.  
*Z. Krist. Suppl.* 18 (2001) 168
- T. MALCHEREK, C. PAULMANN, M.C. DOMENEGHETTI, U. BISMAYER  
Diffuse Scattering Anisotropy and the P21/a – A2/a Phase Transition in Titanite,  $\text{CaTiOSiO}_4$ .  
*J. Appl. Cryst.* 34 (2001) 108
- R. MANZKE, R. MÜLLER, C. JANOWITZ, M. SCHNEIDER, A. KRAPF, H. DWELK  
Fine-Structure in the Low-Energy Excitation Spectrum of a High- $T_c$  Superconductor by Polarization Dependent Photoemission.  
*Phys. Rev. B* 63 (2001) R100504
- H.K. MAO et al.  
Phonon Density of States in Iron up to 153 GPa.  
*Science* 292 (2001) 914
- D.D.E. MARTIN, A. OWENS, C. ERD, S. ANDERSSON, A. PEACOCK, H. ANDERSSON, V. LÄMÄS, S. NENONEN, N. HAACK  
High Resolution X-Ray Spectroscopy Using a Large Format GaAs Array.  
Proc. of the of 46th SPIE Meeting, San Diego/USA (2001)
- A. MASCARAQUE, L. MORALES DE LA GARZA, E.G. MICHAELE  
Electronic Band Structure of  $\text{Co/Mo/S}_2$ .  
*Surf. Sci.* 482-485 (2001) 664
- N. MATTERN, U. KÜHN, H. HERMANN, H. EHRENBERG, J. NEUEFEIND, J. ECKERT  
Short-Range Order of  $\text{Zr}_{62-x}\text{Ti}_x\text{Al}_{10}\text{Cu}_{20}\text{Ni}_8$  Bulk Metallic Glasses.  
Zur Veröffentlich. in *Acta Materialia*
- N. MATTERN, J. NEUEFEIND, U. KÜHN, M. ZINKEVITCH, H. HERMANN, J. ECKERT  
Short-Range Order and Crystallization Behavior of Zr-Based Bulk Amorphous Alloys.  
Proc. of THERMEC2000, Las Vegas/USA (2001) Ma1-6
- N. MATTERN, S. ROTH, H.D. BAUER, G. HENNINGER, J. ECKERT  
Influence of Iron Addition on Structure and Properties of Amorphous  $\text{Zr}_{65}\text{Al}_{7.5}\text{Cu}_{17.5}\text{Ni}_{10}$ .  
*J. Mater. Sci. Engineering* 304-306 (2001) 311



- N. MATTERN, S. ROTH, U. KÜHN, M. HOFMAN, H.D. BAUER, J. ECKERT  
Formation of Nanocrystals by Crystallisation of Zr - Al - Cu - Ni - Fe Metallic Glasses.  
Mater. Trans. 42 (2001) 1509
- N. MATTERN, M. ZINKEVITCH, H. EHRENBERG, M. KNAPP, A. HANDSTEIN  
Crystal Structure and Magnetic Properties of  $Gd_{1+n}Fe_{12-x-y}Mo_{x-y}$   $L_y$  Solid Solution.  
Proc. of EPDIC 7, Mater. Sci. Forum 378-381 (2001) 402
- C. MCGINLEY, H. BORCHERT, M. PFLUGHOEFFT, S. AL MOUSSALAMI, A.R.B. DE CASTRO, M. HAASE, H. WELLER, T. MÖLLER  
Dopant Atom Distribution and Spatial Confinement of Conduction Electrons in Sb-Doped  $SnO_2$  Nanoparticles.  
Zur Veröffentlich. in Phys. Rev. B
- C. MCGINLEY, M. PFLUGHOEFFT, H. BORCHERT, S. AL MOUSSALAMI, M. RIEDLER, A.R.B. DE CASTRO, M. HAASE, H. WELLER, T. MÖLLER  
Pure and Sb-Doped  $SnO_2$  Nanoparticles Studied by Photoelectron Spectroscopy.  
Eur. Phys. J. D16 (2001) 225
- P.J. MCNALLY, R. RANTAMÄKI, T. TUOMI, A.N. DANILEWSKY, D. LOWNEY, J.W. CURLEY, P.A.F. HERBERT  
Mapping of Mechanical, Thermomechanical and Wire-Bond Strain Fields in Packaged Si Integrated Circuits Using Synchrotron White Beam X-Ray Topography.  
IEEE Trans. Comp. Packag. Technol. 24 (2001) 76
- P.J. MCNALLY, T. TUOMI, D. LOWNEY, K. JACOBS, A.N. DANILEWSKY, R. RANTAMÄKI, M. O'HARE, L. CONSIDINE  
Epitaxial Lateral Overgrowth of GaN on Sapphire – An Examination of Epitaxy Quality Using Synchrotron X-Ray Topography.  
phys. stat. sol. (a) 185 (2001) 373
- B. MIHAILOVA, U. BISMAYER, A. ENGELHARDT, B. GÜTTLER  
Wall-Related Raman Scattering in Ferroelastic Lead Phosphate  $Pb_3(PO_4)_2$ .  
Zur Veröffentlich. in J. Phys. Condens. Matter
- C. MINCHEV, R. KÖHN, T. TSONCHEVA, M. DIMITROV, M. FRÖBA  
Preparation and Characterization of Copper Oxide Modified MCM-41 Molecular Sieves.  
Stud. Surf. Sci. Catal. 135 (2001) 253
- F. MIRABELLA, J. GHIJSEN, R.L. JOHNSON, Z. GOLACKI, B.A. ORLOWSKI  
Photoemission Study of  $Sn_{1-x}Mn_xSe_2$ .  
J. Alloys Compd. 328 (2001) 166
- A. MISIUK, A. BARCZ, V. RAINERI, J. RATAJCZAK, J. BAK-MISIUK, I.V. ANTONOVA, W. WIERZCHOWSKI, K. WIE-  
TESKA  
Effect of Stress on Accumulation of Oxygen in Silicon Implanted with Helium and Hydrogen.  
Zur Veröffentlich. in Physica B
- S. MØRUP, J.Z. JIANG, F. BØDKER, A. HORSEWELL  
Crystal Growth and the Steady-State Grain Size during High-Energy Ball-Milling.  
Europhys. Lett. 56 (2001) 441
- A. MOLENBROEK, J.K. NØRSKOV, B.S. CLAUSEN  
Structure and Reactivity of Ni-Au Nanoparticle Catalysts.  
J. Phys. Chem. 105/23 (2001) 5450
- B. MORIN, M. FISCHER, W. SZUSZKIEWICZ, E. DYNOWSKA, W. PASZKOWICZ, J.Z. DOMAGALA, C. LATHE, A. FLESZAR, E.K.U. GROSS.  
Pressure Dependence of HgSe Elastic Properties: Ultrasound Propagation, X-Ray Diffraction Measurements and ab initio Calculations.  
Zur Veröffentlich. in Jap. J. Appl. Phys.
- B. MÜLLER, F. BECKMANN, M. HUSER, F. MASPERO, G. SZEKELY, K. RUFFIEUX, P. THURNER, E. WINTERMANTEL  
Non-Destructive Three-Dimensional Evaluation of Polymer Sponge by Microtomography Using Synchrotron Radiation.  
In: Makromolekular Engineering, Elsevier Science (2001)
- B. MÜLLER et al.  
Non-destructive Three-Dimensional Evaluation of Biocompatible Materials by Microtomography Using Synchrotron Radiation.  
Proc. of SPIE 4503 (2001)
- M. MÜLLER, L.G. MAC DOWELL, P. MÜLLER-BUSCHBAUM, O. WUNIKE, M. STAMM  
Nano-Dewetting: Interplay between van der Waals- and Short-Range Interactions.  
J. Chem. Phys. 115 (2001) 9960
- R. MÜLLER, M. SCHNEIDER, C. JANOWITZ, R. UNGER, A. KRAPF, H. DWELK, R. MANZKE, K. ROSSNAGEL, L. KIPP, M. SKIBOWSKI  
Fermi Surface Map of the Single-Layer Bi-Cuprate  $Bi_2Sr_{2-x}La_xCuO_{6+d}$  at Optimal Doping.  
Zur Veröffentlich. in J. Supercond.
- R. MÜLLER, E. WECKERT  
Strukturlösung durch Kombination gemessener Triplettphasen mit „Simulated Annealing“-Verfahren.  
Z. Krist. Suppl. 18 (2001) 101
- R. MÜLLER, E. WECKERT, J. ZELLNER, M. DRAKOPOULOS  
Investigation of Radiation Dose Induced Changes in Organic Light Atom Crystals by Accurate D-Spacing Measurements.  
Zur Veröffentlich. in J. Synchrotron Rad.
- P. MÜLLER-BUSCHBAUM, J.S. GUTMANN, C. LORENZ-HAAS, B. MAHLTIG, M. STAMM, W. PETRY  
Early Stages of Film Creation in Thin Diblock Copolymer Films.  
Macromolecules 34 (2001) 7463
- P. MÜLLER-BUSCHBAUM, J.S. GUTMANN, M. WOLKENHAUER, J. KRAUS, D. SMILGIES, W. PETRY  
Solvent Induced Surface Morphology of Thin Polymer Films.  
Macromolecules 34 (2001) 1369

- P. MÜLLER-BUSCHBAUM, M. STAMM  
Film Thickness Dependence of the Domain Size in Weakly Incompatible Thin Polymer Blend Films.  
*Colloid. Polym. Sci.* 279 (2001) 376
- P. MÜLLER-BUSCHBAUM, M. WOLKENHAUER, O. WUNNICKE, M. STAMM, R. CUBITT, W. PETRY  
Structure Formation in Two-Dimensionally Confined Diblock Copolymer Films.  
*Langmuir* 17 (2001) 5567
- V. NAGIRNYI, E. FELDBACH, L. JÖNSSON, M. KIRM, A. KOTLOV, F. SAVIKHIN, G. SVENSSON  
Optical Properties of Oriented CdWO<sub>4</sub> Scintillating Crystals.  
*Radiat. Meas.* 33 (2001) 601
- S. NERGER, E. KENTZINGER, U. RÜCKER, J. VOIGT, F. OTT, O.H. SEECK, T. BRÜCKEL  
Proximity Effects in Fe<sub>1-x</sub>Co<sub>x</sub>/Mn/Fe<sub>1-x</sub>Co<sub>x</sub> Trilayers.  
*Physica B* 297 (2001) 185
- J. NEUEFEIND  
A Potential Inversion Study of Liquid CuBr.  
Zur Veröffentl. in *Phys. Rev. B*
- High Energy XRD Investigations of Liquids.  
Zur Veröffentl. in *J. Molec. Liquids*
- On the ZnCl<sub>2</sub> Partial Structure Factors.  
*Phys. Chem. Chem. Phys.* 3 (2001) 3987
- R. NIETUBYC, E. SOBCZAK, J.P. PELKA, S. MACKOWSKI, E. JANIK, G. KARCZEWSKI, G. GOERIGK  
Anomalous Small Angle X-Ray Scattering Study of CdTe Quantum Dots in ZnTe.  
*J. Alloys Compd.* 328 (2001) 206
- N. NISHIYAMA, A. INOUE, J.Z. JIANG  
Elastic Properties of Pd<sub>40</sub>Cu<sub>30</sub>Ni<sub>10</sub>P<sub>20</sub> in Supercooled Liquid Region.  
*Appl. Phys. Lett.* 78 (2001) 1985
- Y. NISHINO, G. MATERLIK  
Theory of Photon Interference X-Ray Absorption Fine Structure.  
*J. Synchrotron Rad.* 8 (2001) 204
- Y. NISHINO, L. TRÖGER, P. KORECKI, G. MATERLIK  
Photon Interference X-Ray Absorption Fine Structure.  
*Phys. Rev. B* 64 (2001) 201101R
- C. NOTTHOFF, B. FEUERBACHER, H. FRANZ, D.M. HERLACH, D. HOLLAND-MORITZ  
Direct Determination of Metastable Phase Diagram by Synchrotron Radiation Experiments on Undercooled Metallic Melts.  
*Phys. Rev. Lett.* 86 (2001) 1038
- N. NOVAK TUSAR, A. RISTIC, A. CHANBARI-SIAHKALI, J.DWYER, J.G. MALI, I. ARCON, V. KAUCIC  
Investigation on Isomorphous Substitution and Catalytically Active Centres in MeAPO-31 (Me=Mn,Co,Zn,Ti).  
*Stud. Surf. Sci. Catal.* 135 (2001) 349
- C. NOWAK, H. DÖLLEFELD, A. EYCHMÜLLER, J. FRIEDRICH, A. KOLMAKOV, J.O. LÖFKEN, M. RIEDLER, A. WARK, H. WELLER, M. WOLFF, T. MÖLLER  
Innershell Absorption Spectroscopy on CdS: Free Clusters and Nanocrystals.  
*J. Chem. Phys.* 114 (2001) 489
- I.N. OGORODNIKOV, V.A. PUSTOVAROV, A.V. KRUSHALOV, M. KIRM, L.I. ISAENKO  
Electron Excitations in LiB<sub>3</sub>O<sub>5</sub> Crystals with Defects. Low Temperature Time-Resolved Luminescence VUV Spectroscopy.  
*Phys. Solid State* 43 (2001) 1454
- I.N. OGORODNIKOV, V.A. PUSTOVAROV, B.V. SHULGIN, V.T. KUANYSHEV, M.K. SATYBALDIEVA  
Low-Temperature Luminescent Time-Resolved VUV Spectroscopy of KH<sub>2</sub>PO<sub>4</sub> Crystals with Defects.  
*Opt. Spectrosc.* 91 (2001) 224
- A.N. OGURTSOV, E.V. SAVCHENKO  
Molecular Trapped Centers in Atomic Cryocrystals.  
*J. Low Temp. Phys.* 122 (2001) 233
- A.N. OGURTSOV, E.V. SAVCHENKO, E. GMINDER, S. VIELHAUER, G. ZIMMERER  
Photon Yield from Solid Krypton and Xenon at the Edge of Exciton Absorption.  
Zur Veröffentl. in *Surf. Rev. Lett.*
- H. OHL DAG, N.B. WEBER, C. BETHKE, F.U. HILLENBRECHT  
Surface Antiferromagnetism of NiO Studied by Photoemission Microscopy.  
*J. Electr. Spectrosc. Rel. Phenom.* 114-116 (2001) 765
- J.S. OLSEN, L. GERWARD, J.Z. JIANG  
High Pressure X-Ray Diffraction Study of Nanocrystalline TiO<sub>2</sub>.  
Zur Veröffentl. in *High Pressure Res.*
- B.A. ORLOWSKI, E. GUZIEWICZ, E. NOSSARZEWSKA-ORLOWSKA, A. BUZKOWSKI, R.L. JOHNSON  
Photoemission Study of Gd Doped Clear Si(111) Surface.  
Zur Veröffentl. in *Surf. Sci.*
- B.A. ORLOWSKI, B.J. KOWALSKI, E. GUZIEWICZ, K. SZAMOTA-SADOWSKA, N. BARRETT, C. GUILLOT, R.L. JOHNSON, J. GHIJSEN  
Clean and Doped Surface Electronic Structure in Angle Resolved and Resonant Photoemission Study.  
*Progress in Surf. Sci.* 67 (2001) 323
- B.A. ORLOWSKI, S. MICKVICIUS, B.J. KOWALSKI, A.J. NADOLNY, B. TALIASHVILI, J. GHIJSEN, F. MIRABELLE, R.L. JOHNSON  
Electronic Structure of Sn<sub>1-x</sub>Mn<sub>x</sub>Te MBE Layers.  
Zur Veröffentl. in *Surf. Sci.*
- J.E. ORTEGA, A. MUGARZA, A. NÄRMANN, A. RUBIO, S. SPELLER, A.R. BACHMANN, J. LOBO, E.G. MICHEL, F.J. HIMPSEL

- Transition from Terrace to Step Modulation in the Surface Wave Functional at Vicinal Cu(111).  
Surf. Sci. 482-485 (2001) 764
- M.K. OUDENHUIJZEN, J.H. BITTER, D.C. KONINGSBERGER  
The Nature of the Pt-H Bonding for Strongly and Weakly Bonded Hydrogen on Platinum. A XAFS Spectroscopy Study of the Pt-H Antibonding Shaperesonance and Pt-H EXAFS.  
J. Phys. Chem. 105 (2001) 4616
- M.K. OUDENHUIJZEN, P.J. KOOYMAN, B. TAPPEL, J.A. VAN BOKHOVEN, D.C. KONINGSBERGER  
Understanding the Influence of Variations in the Pretreatment Procedure on the Particle Size and Particle Size Distribution for Pt/SiO<sub>2</sub>. A Combination of HRTEM, Mass Spectrometry and Quick EXAFS.  
Zur Veröffentlich. in J. Catalys.
- A. OWENS, M. BAVDAZ, I. LISJUTUN, A. PEACOCK, S. ZATOLOKA  
On the Development of Compound Semiconductor Thallium Bromide Detectors for Astrophysics.  
Nucl. Instrum. Methods A458 (2001) 413
- A. OWENS, M. BAVDAZ, D. MARTIN, A. PEACOCK  
The Hard X-Ray Response of HgI<sub>2</sub>.  
Zur Veröffentlich. in Nucl. Instrum. Methods A
- A. OWENS, M. BAVDAZ, A. PEACOCK, A. POELAERT, H. ANDERSSON, S. NENONEN, L. TRÖGER, G. BERTUCCIO  
Hard X-Ray Spectroscopy Using Small Format GaAs Arrays.  
Nucl. Instrum. Methods A466 (2001) 168
- A. OWENS et al.  
Development of Compound Semi-Conductor Arrays for X- and Gamma-Ray Spectroscopy.  
Proc. of the 46th SPIE Meeting, San Diego/USA (2001)
- J. PADEZNIK GOMILSEK, A. KODRE, I. ARCON, R. PRESE-REN  
K-Edge X-Ray Absorption Spectrum of Potassium.  
Phys. Rev. A64 (2001) 022508
- B. PALOSZ, E. GRZANKA, S. GIERLOTKA, S. STELMAKH, R. PIELASZEK, U. BISMAYER, J. NEUEFEIND, J.F. JANIK  
Surface Strain in Nanocrystalline GaN and SiC: X-Ray Diffraction Study.  
Z. Krist. Suppl. 18 (2001) 181
- T. PASSOW, H. HEINKE, T. SCHMIDT, J. FALTA, A. STOCKMANN, H. SELKE, P.L. RYDER, K. LEONARDI, D. HOMMEL  
Segregation Enhanced Etching of Cd during Zn Deposition on CdSe Quantum Dots.  
Phys. Rev. B64 (2001) 193311
- T. PASSOW, K. LEONARDI, H. HEINKE, T. SCHMIDT, J. FALTA, A. STOCKMANN, H. SELKE, D. HOMMEL  
Influence of Capping Conditions on Structural Properties of CdSe/ZnSe Quantum Dot Structures.  
Zur Veröffentlich. in Physica E
- W. PASZKOWICZ, M. KNAPP, J.Z. DOMAGALA, G. KAMLER, S. PODSIADLO  
Low-Temperature Thermal Expansion of Mg<sub>3</sub>N<sub>2</sub>.  
J. Alloys Compd. 328 (2001) 272
- W. PASZKOWICZ, J.B. PELKA, M. KNAPP, T. SZYSZKO, S. PODSIADLO  
Lattice Parameters and Anisotropic Thermal Expansion of Hexagonal Boron Nitride in the 10–297.5 K Temperature Range.  
Zur Veröffentlich. in Appl. Phys. A
- C. PAULMANN, U. BISMAYER  
Thermal Recrystallization of Metamict Allanite: A Synchrotron Radiation Study.  
Beih. Europ. J. Min. 13 (2001) 137
- C. PAULMANN, R. KURTZ, U. BISMAYER  
Software Development for Studies of Diffuse Scattering Using CCD-detectors and Synchrotron Radiation Sources.  
Nucl. Instrum. Methods A467-468 (2001) 1113
- C. PAULMANN, H. SCHMIDT, H.G. KRANE, U. BISMAYER  
NMR-Spectroscopy of Letovicite (NH<sub>4</sub>)<sub>3</sub>H(SO<sub>4</sub>)<sub>2</sub>: Phase Transition and Proton Conduction.  
Z. Krist. Suppl. 18 (2001) 173
- H. PAULSEN, R. BENDA, C. HERTA, V. SCHÜNEMANN, A.I. CHUMAKOV, L. DUELUND, H. WINKLER, H. TOFTLUND, A.X. TRAUTWEIN  
Anisotropic Nuclear Inelastic Scattering of an Iron(II) Molecular Crystal.  
Phys. Rev. Lett. 86 (2001) 1351
- H. PAULSEN, H. GRÜNSTEUDEL, W. MEYER-KLAUCKE, M. GERDAN, H.F. GRÜNSTEUDEL, A.I. CHUMAKOV, R. RÜFFER, H. WINKLER, H. TOFTLUND, A.X. TRAUTWEIN  
The Spin-Crossover Complex Fe(tpa)(NCS)<sub>2</sub> Investigated by Synchrotron Radiation Based Spectroscopies.  
Eur. Phys. J. B23 (2001) 463
- J.B. PELKA, W. PASZKOWICZ, P. DLUZEWSKI, M. BRUST, C.J. KIELY, M. KNAPP, E. CZERWOSZ  
Characterisation of Thin Films Containing Au and Pd Nanoparticles by Grazing-Incidence X-Ray Diffraction and Related Methods.  
J. Alloys Compd. 328 (2001) 248
- J.B. PELKA et al.  
Structural and Magnetic Study of Co/Gd Multilayers Deposited on Si and Si-N Substrates.  
J. Phys. D Appl. Phys. 34 (2001) A208
- J.B. PELKA, W. PASZKOWICZ, A. WAWRO, L.T. BACZEWSKI, O.H. SEECK  
Structural Study of Co/Gd Multilayers by X-Ray Diffraction and GIXR.  
J. Alloys Compd. 328 (2001) 253
- G. PEPPONI, P. WOBRAUSCHEK, F. HEGEDÜS, N. ZÖGER, C. JOKUBONS, G. FALKENBERG

- Synchrotron Radiation TXRF and EDXRS on AP1 Films Applied to the Analysis of Trace Element in Metal Alloys for the Construction of Nuclear Reactor Core Components: A Comparison.  
Zur Veröffentlichung in Spectrochim. Acta
- F. PETERS, M. EPPLER  
Simulating Arterial Wall Calcification in Vitro: Biomimetic Crystallization of Calcium Phosphates under Controlled Conditions.  
Z. Kardiol. 90 (2001) III-81
- J. PFLÜGER, M. TISCHER  
Undulator Systems for the TESLA SASE X-FELs.  
Zur Veröffentlichung in Nucl. Instrum. Methods A
- U. PIETSCH, J. STAHN, J. DAVASAMBUU, A. PUCHER  
Electric Field Induced Charge Density Variations in Partially-Ionic Compounds.  
J. Phys. Chem. Solids 62 (2001) 2129
- U. PIETSCH, U. ZEIMER, L. HOFMANN, J. GRENZER, S. GRAMLICH  
Strain Induced Compositional Modulations in AlGaAs Overlayers Induced by Lateral Surface Grating.  
Mater. Res. Proc. Vol. 168 (2001) 41-46
- C. PIETZKER, E. RUDIGIER, D. BRÄUNIG, R. SCHEER  
Laser Light Scattering and Real-Time XRD-Studies on the Sequential Formation of CuInS<sub>2</sub> Films: Towards a Simple and Stable Process Control.  
Proc. of the 17th Europ. Photovoltaic and Solar Energy Conf., München/D (2001)
- C.U. PINNOW, M. BICKER, U. GEYER, S. SCHNEIDER, G. GOERIGK  
Decomposition and Nanocrystallization in Reactively Sputtered Amorphous Ta-Si-N Thin Films.  
J. Appl. Phys. 90 (2001) 1986
- A. PLECH, U. KLEMRADT, J. PEISL  
Wetting Transition and Pretransitional Thin Films in a Binary Liquid: Alcohol/Perfluoromethylcyclohexane Mixtures Studied by X-Ray Reflectivity.  
J. Phys. Condens. Matter 13 (2001) 5563
- L. PLETH NIELSEN, M. SCHØNNING, S.V. CHRISTENSEN, S.V. HOFFMANN, Z. LI, F. BESENBACHER, B.S. CLAUSEN  
Combined TPS, XPS, EXAFS, and NO-TPD Study of the Sulfiding of Mo/Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>.  
Catal. Lett. 73 (2001) 85
- L. PLUCINSKI, B.J. KOWALSKI, T. STRASSER, I. GRZEGORY, S. POROWSKI, S. EINFELDT, B.A. ORLOWSKI, R.L. JOHNSON  
Electronic Band Structure of Gallium Nitride – A Comparative Angle-Resolved Photoemission Study of Single Crystals and Thin Films.  
Zur Veröffentlichung in Surf. Sci.
- S. POLIZZI, G. FAGHERAZZI, M. BATTAGLIARIN, M. BETTINELLI, A. SPEGHINI  
Fractal Aggregates of Lanthanide-Doped Y<sub>2</sub>O<sub>3</sub> Nanoparticles Obtained by Combustion Synthesis.  
J. Mater. Res. 16 (2001) 146
- S. POLIZZI, P. RIELLO, A. BALERNA, A. BENEDETTI  
Nanostructure of Pd/SiO<sub>2</sub> Supported Catalysts.  
Phys. Chem. Chem. Phys. 3 (2001) 4614
- P. POLOUCEK, U. PIETSCH, T. GEUE, C. SYMIETZ, G. BREZESINSKI  
X-Ray Reflectivity Analysis of Thin Complex LB-Films.  
J. Phys. D Appl. Phys. 34 (2001) 450
- D. POSPIECH, L. HÄUSSLER, K. ECKSTEIN, H. KOMBER, D. VOIGT, D. JEHNICHEN, P. FRIEDEL, A. GOTTWALD, W. KOLLIG, H.R. KRICHELDORF  
Synthesis and Phase Separation Behaviour of High-Performance Multiblock Copolymers.  
High Perform. Polym. 13 (2001) 275
- D. POSPIECH, L. HÄUSSLER, K. ECKSTEIN, D. VOIGT, D. JEHNICHEN, A. GOTTWALD, W. KOLLIG, A. JANKE, K. GRUNDKE, C. WERNER, H.R. KRICHELDORF  
Tailoring of Polymer Properties in Segmented Block Copolymers.  
Macromol. Symp. 163 (2001) 113
- D. POSPIECH, D. JEHNICHEN, A. GOTTWALD, L. HÄUSSLER, W. KOLLIG, K. GRUNDKE, A. JANKE, S. SCHMIDT, S. WERNER  
Surface Structure of Fluorinated Polymers and Block Copolymers.  
Zur Veröffentlichung in Surface Coatings Int. Part B: Coatings Transactions
- D. POSPIECH, D. JEHNICHEN, A. GOTTWALD, L. HÄUSSLER, U. SCHELER, P. FRIEDEL, W. KOLLIG, C.K. OBER, X. LI, A. HEXEMER, E.J. KRAMER, D.A. FISCHER  
Investigation of the Microphase Separation in Semifluorinated Polyesters.  
Div. Polym. Materials: Sci. & Eng. 84 (2001) 314
- W. POTZEL, U. VAN BÜRCK, P. SCHINDELMANN, G.M. KALVIUS, G.V. SMIRNOV, E. GERDAU, YU.V. SHVYD'KO, H.D. RÜTER, O. LEUPOLD  
Investigation of Radiative Coupling and Enlarged Decay Rates of Nuclear Oscillators.  
Phys. Rev. A63 (2001) 043810
- H.F. POULSEN, D. JUUL JENSEN, T. TSCHENTSCHER, L. WCISLAK, E.M. LAURIDSEN, L. MARGULIES, S. SCHMIDT  
Quantification of Minor Texture Components by Hard X-Rays.  
Zur Veröffentlichung in Textures Microstruct.
- R. PRAMATAROVA, K. BANDEL, U. BISMAYER  
Biominerals Calcite and Aragonite Studied in Patella Crenata.  
Beih. Europ. J. Min. 13 (2001) 149
- Structure of Patella Crenata Characterised by Vibrational Spectroscopy and Diffraction Experiments.  
Z. Krist. Suppl. 18 (2001) 42
- W. PRANGE, T. KURBUJHN, M. TOLAN, W. PRESS  
The Structure of Hexane/Perfluorohexane Thin Liquid Films.  
J. Phys. Condens. Matter 13 (2001) 4957



- R. PRESEREN, A. KODRE, I. ARCON, M. BOROWSKI  
Atomic Background and EXAFS of Gaseous Hydrides of Ge, As, Se and Br.  
J. Synchrotron Rad. 8 (2001) 279
- G. PRÜMPER, B. ZIMMERMANN, N.A. CHEREPKOV, U. BECKER, H. KLEINPOPPEN  
Complete Photoionization Experiments Using Polarized Atoms.  
In: Complete Scattering Experiments, U. Becker, A. Crowe (Eds.),  
Kluwer Academic/Plenum Publishers, New York/USA (2001) 141
- D. PUGACHOV, G. BUSCHHORN, R. KOTTHAUS, V.L. MOROKHOVSKII, J. THEY, H. GENZ, A. RICHTER, A. USHAKOV  
Polarization Properties of Coherent Polarization Radiation of Relativistic Electrons in a Crystal.  
Phys. Rev. A286 (2001) 70
- A. PUNDT, M. DORNHEIM, H. GUERDANE, H. TEICHLER, H. EHRENBERG, M.T. REETZ, N.M. JISRAWI  
Evidence for Cuboctahedral to Icosahedral Transformation of Quasi-Free Pd-Clusters Controlled by Hydrogen.  
Zur Veröffentlich. in Phys. Rev. Lett.
- V.A. PUSTOVAROV, V.YU. IVANOV, M. KIRM, A.V. KOROTAEV, A.V. KRUZHALOV, G. ZIMMERER  
Electron Excitations Relaxation in Beryllium Oxide Crystals. 3: Time-Resolved VUV-Spectroscopy.  
Phys. Solid State 43 (2001) 1233
- V.A. PUSTOVAROV, V.YU. IVANOV, M. KIRM, A.V. KOROTAEV, A.V. KRUZHALOV, G. ZIMMERER, E.I. ZININ  
Time-Resolved Luminescent VUV Spectroscopy of F<sup>-</sup> and F<sup>+</sup>-Centres in BeO Single Crystals.  
Nucl. Instrum. Methods A470 (2001) 353
- V.A. PUSTOVAROV, V.V. VOROB'EV, M. KIRM, E.G. ZINEVICH, V.L. PETROV, B.V. SHULGIN, E.I. ZININ  
Electronic Excitation and Energy Transfer in A<sub>2</sub>SiO<sub>5</sub>-Ce (A=Y, Lu, Gd) and Sc<sub>2</sub>SiO<sub>5</sub> Single Crystals.  
Nucl. Instrum. Methods A470 (2001) 358
- A. RAJAGOPAL, N. KOCH, J. GHIJSEN, R.L. JOHNSON, K. KAERIYAMA, G. LEISING, J.-J. PIREAUX  
A Photoemission Spectroscopy Investigation of the Interface between Poly(2,5-diheptyl-1,4-phenylene-alt-2,5-thienylene) and p-sexiphenyl.  
Zur Veröffentlich. in J. Appl. Phys.
- A. RAJAGOPAL, N. KOCH, J. GHIJSEN, K. KAERIYAMA, R.L. JOHNSON, G. LEISING, J.J. PIREAUX  
A Photoemission Investigation of Interfaces of Poly(2,5-diheptyl-1,4-phenylene-alt-2,5-thienylene) with an Oligomer (p-sexiphenyl) and a Deposited Metal (Calcium).  
In: Metallized Plastics Vol. 7: Fundamental and Applied Aspects, K.L. Mittal (Ed.), VSP (2001) 265
- K.V.S. RAMA RAO, H. EHRENBERG, G. MARKANDEYULU, U.V. VARADARAJU, M. VENKATESAN, K.G. SURESH, V.S. MURTHY, P.C. SCHMIDT, H. FUESS  
On the Structural and Magnetic Properties of R<sub>2</sub>Fe<sub>17-x</sub>(A, T)<sub>x</sub> (R=Rare Earth; A=Al, Si, Ga; T=Transition Metal) Compounds.  
Zur Veröffentlich. in phys. stat. sol.
- R. RANTAMÄKI, T. TUOMI, Z.R. ZYTKIEWICZ, P.J. MCNALLY, A.N. DANILEWSKY  
Comparative Analysis of Synchrotron X-Ray Transmission and Reflection Topography Techniques Applied to Epitaxial Laterally Overgrown GaAs Layers.  
Zur Veröffentlich. in J. X-Ray Sci. Technol.
- M. REHBEIN, M. EPPLE  
Preparation of Intermetallic Phases of Noble Metals and Tin by Thermolysis of Metal-Organic Coordination Polymers.  
Zur Veröffentlich. in Mater. Sci. Forum
- R. REININGER, J. FELDHAUS, P. GÜRTLER, J. BAHRDT  
Wavefront Propagation through Beamline Designed for Seeding the DESY XUV FEL.  
Nucl. Instrum. Methods A467-468 (2001) 38
- T. RESSLER, R.E. JENTOFT, J. WIENOLD, T. NEISIUS  
Bulk Structural Investigation of the Reduction of MoO<sub>3</sub> with Propene and the Oxidation of MoO<sub>2</sub> with Oxygen.  
Zur Veröffentlich. in J. Catalysis
- T. RESSLER, R.E. JENTOFT, J. WIENOLD, O. TIMPE  
Solid-state Kinetics from Time-Resolved in situ XAFS Investigations: Reduction and Oxidation of Molybdenum Oxides.  
J. Synchrotron Rad. 8 (2001) 683
- T. RESSLER, J. WIENOLD, R.E. JENTOFT  
Formation of Bronzes during Temperature-Programmed Reduction of MoO<sub>3</sub> with Hydrogen – An in situ XRD and XAFS Study.  
Solid State Ionics 141-142 (2001) 243
- T. RESSLER, J. WIENOLD, R.E. JENTOFT, O. TIMPE, T. NEISIUS  
Solid State Kinetics of the Oxidation of MoO<sub>2</sub> by Time-Resolved X-Ray Absorption Spectroscopy.  
Solid State Commun. 119 (2001) 169
- J.T. RESZAT, A.E. GLAZOUNOV, M.J. HOFFMANN  
Analysis of Intrinsic Lattice Deformation in PZT-Ceramics of Different Compositions.  
J. Eur. Ceram. Soc. 21 (2001) 1349
- F. RICHTER, G. RAPP, L. FINEGOLD  
Miscibility Gap in Fluid Dimyristoylphosphatidylcholine: Cholesterol as Seen by X-Rays.  
Phys. Rev. E63 (2001) 051914
- M. RICHWIN, R. ZAEPER, D. LÜTZENKIRCHEN-HECHT, R. FRAHM  
Piezo-QEXAFS: Advances in Time-Resolved X-Ray Absorption Spectroscopy.  
J. Synchrotron Rad. 8 (2001) 354
- K. RICKERS, K. MEZGER, M. RAIH  
Evolution of the Continental Crust in the Proterozoic Eastern Ghats Belt, India: Evidence from Combines Sm-Nd, Rb-Sr and Pb-Pb Isotopic Systematics.  
Precambrian Research 112 (2001) 183

- K. RICKERS, M. RAITH, S. DASGUPTA  
Multistage Reaction Textures in Xenolithic High-MgAl Granulites at Anakapalle, Eastern Ghats Belt, India: Examples of Contact Polymetamorphism and Infiltration-Driven Metasomatism.  
J. Metamorphic Geology 19 (2001) 563
- K. RICKERS, R. THOMAS, W. HEINRICH  
Element Distribution in Immiscible Pegmatite Melts and Coexisting Fluids Determined by Synchrotron Radiation XRF.  
Beiheft Eur. J. Mineral. 13 (2001) 154
- M. RIEDLER, A.R.B. DE CASTRO, A. KOLMAKOV, J.O. LÖFKEN, C. NOWAK, A.V. SOLDATOV, A. WARK, G. YALOVEGA, T. MÖLLER  
Photoabsorption of NaCl Clusters at the Na K-Edge: Development of the Bond Length with the Cluster Size.  
J. Chem. Phys. 115 (2001) 1319
- M.J. ROBERTS, J. MAJEWSKI, G.S. SMITH, K. KJAER, J.D. STENGER-SMITH, G.A. LINDSAY, L.H. MERWIN, R.A. HOLLINS, A.P. CHAFIN, W.N. HERMAN  
Syndioregic Second Order NLO Polymer and its Cyclic Dimer: Self-Assembly at the Air-Water Interface.  
J. Am. Chem. Soc. 221 (2001) 59
- K. ROSSNAGEL, L. KIPP, M. SKIBOWSKI  
High Energy Angle-Resolved Photoemission Spectroscopy of the Model System 1T-TiTe<sub>2</sub>.  
Zur Veröffentlich. in Phys. Rev. B
- The Charge-Density-Wave Transition in 1T-TiSe<sub>2</sub> – Excitonic Insulator or Band-Type Jahn-Teller Mechanism.  
Zur Veröffentlich. in Phys. Rev. B
- K. ROSSNAGEL, L. KIPP, M. SKIBOWSKI, S. HARM  
A High Performance Angle-Resolving Electron Spectrometer.  
Nucl. Instrum. Methods A467-468 (2001) 1485
- K. ROSSNAGEL, L. KIPP, M. SKIBOWSKI, C. SOLTERBECK, T. STRASSER, W. SCHATTKE, D. VOSS, P. KRÜGER, A. MAZUR, J. POLLMANN  
Three-Dimensional Fermi Surface Determination by Angle-Resolved Photoelectron Spectroscopy.  
Phys. Rev. B63 (2001) 125104
- K. ROSSNAGEL, O. SEIFARTH, L. KIPP, M. SKIBOWSKI, D. VOSS, P. KRÜGER, A. MAZUR, J. POLLMANN  
Fermi Surface of 2H-NbSe<sub>2</sub> and its Implications on the Charge-Density-Wave.  
Zur Veröffentlich. in Phys. Rev. B
- K. RUPPRECHT, T. FRIEDMANN, H. GIEFERS, G. WORTMANN, B. DOYLE, J. ZUKROWSKI  
High-Pressure/High Temperature NFS Study of Magnetism in LuFe<sub>2</sub> and ScFe<sub>2</sub>.  
Zur Veröffentlich. in High Pressure Research
- P.M. SACHS, H.G. GRAF  
The Volcanic Impact on Global Atmosphere and Climate.  
In: Climate of the 21st Century: Changes and Risks, J.L. Lozán et al. (Eds.), Hamburg/D
- N. SAITO et al.  
Probing Bond Angle Changes by Triple Ionic Fragmentation of CO<sub>2</sub>: A Direct Proof for the Validity of the (Z+1) Model.  
Zur Veröffentlich. in Phys. Rev. Lett.
- C. SANCHEZ-HANKE, V. ETELÄNIEMI, A. HILLE, G. MATTERLIK, E.G. MICHEL  
XSW Study of Oxygen/Alkali Metal/Si(111) Interfaces.  
Surf. Sci. 482-485 (2001) 1283
- T. SATTLER, T. TSCHENTSCHER, J.R. SCHNEIDER, M. VOS, A.S. KHEIFETS, D.R. LUN, E. WEIGOLD, G. DOLLINGER, H. BROSS, F. BELL  
The Anisotropy of the Electron Momentum Density of Graphite Studied by ( $\gamma$ , e $\gamma$ ) and (e,2e) Spectroscopy.  
Phys. Rev. B63 (2001) 155204
- W. SCHIESSER, H. VINEK, A. JENTYS  
Oxidation State of Platinum Clusters during the Reduction of NOx with Propene and Propane.  
Catal. Lett. 73 (2001) 67
- P. SCHINDELMANN, U. VAN BÜRCK, W. POTZEL, G.V. SMIRNOV, S.L. POPOV, E. GERDAU, YU.V. SHVYD'KO, J. JÄSCHKE, H.D. RÜTER, A.I. CHUMAKOV, R. RÜFFER  
Investigation of Radiative Decoupling and Coupling of Nuclear Oscillators by Stepwise Doppler Energy Shifts.  
Zur Veröffentlich. in Phys. Rev. A
- A. SCHIWEK, F. PORSCH, W.B. HOLZAPFEL  
High-Temperature – High Pressure Structural Studies of Cerium.  
Zur Veröffentlich. in High Press Res.
- H. SCHLENZ, A. KIRFEL, K. SCHULMEISTER, N. WARTNER, W. MADER, W. RABERG, K. WANDEL, C. OLIGSCHLEGER, S. BENDER, R. FRANKE, J. HORMES, W. HOFFBAUER, V. LANSMANN, M. JANSEN, N. ZOTOV, C. MARIAN, H. PUTZ  
Structure Analyses of Ba-Silicate Glasses: A Collaborative Study.  
Zur Veröffentlich. in J. Non-Cryst. Solids
- R. SCHLÖGL, A. KNOP-GERICKE, M. HÄVECKER, T. RESSLER, R.E. JENTOFT, J. WIENOLD, G. MESTL, Y. UCHIDA  
In situ Analysis of Metal-oxide Systems Used for Selective Oxidation Catalysis: How Essential is Chemical Complexity?  
Topics in Catalysis 15 (2001) 219
- R. SCHMID, M. WILKE, R. OBERHÄNSLI, S. DONG, K. JANSSENS, G. FALKENBERG, L. FRANZ, A. GAAB  
Micro-XANES Determination of Ferric Iron and its Applications in Thermobarometry.  
Proc. of the 6th Int. Eclogite Conf., Niihama/J (2001)
- M. SCHMIDBAUER, M. HANKE, F. HATAMI, P. SCHÄFER, H. RAIDT, D. GRIGORIEV, T. PANZNER, W.T. MASSELINK, R. KÖHLER

- Shape Induced Anisotropic Elastic Relaxation in InP/In<sub>0.48</sub>Ga<sub>0.52</sub>P Quantum Dots.  
Zur Veröffentlichung in Physica E
- M. SCHMIDBAUER, F. HATAMI, P. SCHÄFER, M. HANKE, T. WIEBACH, H. NIEHUS, W.T. MASSELINK, R. KÖHLER  
Shape, Strain and Spatial Correlation of InP/In<sub>0.48</sub>Ga<sub>0.52</sub>P Quantum Dot Multilayers.  
Proc. of Mater. Res. Soc. Symp. 642 (2001) J6.8
- J.R. SCHNEIDER, R. TREUSCH  
„Ich sehe was, was du nicht siehst“: Von Röntgen Röhre zum Röntgenlaser.  
In: ...und er würfelt doch! H. Müller-Krumbhaar, H.F. Wagner (Hrsg.), Wiley-VCH Wiley-VCH Berlin (2001)
- S. SCHRADER, M.B. CASU, P. IMPERIA, M. JANDKE, P. STROHRIEGL  
Electronic Structure and Localised States in Starburst Trisphenyl-quinoline.  
Zur Veröffentlichung in SPIE
- M. SCHROEDER, A. RANCK, M. DÖSCHER, S. NEPIJKO, I. ROZHKO, E. KISKER  
Micromagnetism of a Permalloy Stripe Array Investigated by Soft-X-Ray T-MOKE.  
Nucl. Instrum. Methods A467-468 (2001) 1404
- H. SCHULTE-SCHREPPING  
Photon Beamlines at TESLA X-FEL Undulators.  
Proc. of SPIE 4143 (2001) 9
- H. SCHULTE-SCHREPPING, W. DRUBE  
Properties of a Detuned Non-Dispersive Double Crystal Monochromator.  
Nucl. Instrum. Methods A467-468 (2001) 396
- U. SCHWARZ, R. GIEDIGKEIT, R. NIEWA, M. SCHMIDT, W. SCHNELLE, R. CARDOSO, M. HANFLAND, Z. HU, K. KLEMENTIEV, YU. GRIN  
Pressure-Induced Oxidation State Change of Ytterbium in YbGa<sub>2</sub>.  
Z. Anorg. Allg. Chem. 627 (2001) 2249
- S.P. SCHWENZER, C. TOMMASEO, M. KERSTEN, T. KIRNBAUER  
Speciation and Oxidation Kinetics of Arsenic in the Thermal Springs of Wiesbaden Spa, Germany.  
Zur Veröffentlichung in Fresenius J. Anal. Chem.
- O.H. SEECK  
Continuum Description: Grazing Incidence Neutron Diffraction.  
In: Neutron Scattering, T. Brückel et al. (Eds.), FZJ Jülich (2001) 6.
- O.H. SEECK, S.K. SINHA, I.D. KAENDLER, D. SHU, K. SHIN, M. RAFAILOVICH, J. SOKOLOV, M. TOLAN  
Interfacial Properties of Soft Matter Thin Films Studied by X-Ray Scattering.  
In: Interfacial Properties on the Submicrometer Scale, J. Frommer, R. Overney (Eds.), ACS Symposium Series 781 (2001) 343
- A.A. SHIRYAEV, M.T. HUTCHISON, K.A. DEMBO, A.T. DEMBO, K. IAKOUBOVSKII, YU.A. KLYUEV, A.M. NALETTOV  
High-Temperature High-Pressure Annealing of Diamond. Small-Angle Scattering and Optical Study.  
Zur Veröffentlichung in Physica B
- A.A. SHIRYAEV, K. IAKOUBOVSKII, H. SCHUT, A. VAN VEEN, R. ESCOBAR GALINDO, O.D. ZAKHARCHENKO, YU.A. KLYUEV, F.V. KAMINSKY, B.N. FEIGELSON  
Positrons in Diamonds.  
Mater. Sci. Forum 363-365 (2001) 40
- Y.V. SHVYD'KO, E. GERDAU, M. GERKAN, M. LUCHT, M. LERCHE, H.D. RÜTER, H.C. WILLE, P. MCNALLY, W. CHEN, E. ALP, H. SINN, J. SUTTER, A. ALATAS, T. TUOMI  
Bragg Backscattering Mirrors for X-Rays and Mößbauer Radiation.  
Nucl. Instrum. Methods A467-468 (2001)
- YU.V. SHVYD'KO, M. GERKEN, H. FRANZ, M. LUCHT, E. GERDAU  
Nuclear Resonance Scattering of Synchrotron Radiation from <sup>161</sup>Dy at 25.61 keV.  
Europhys. Lett. 56 (2001) 309
- M. SIKORA, CZ. KAPUSTA, D. ZAJAC, W. TOKARZ, K. AT-TENKOFER, P. FISCHER, E. GOERING, G. SCHÜTZ  
X-MCD Study of Mixed Valence Manganites.  
J. Alloys Compd. 328 (2001) 100
- L. SIMON, J.G. VANOMMEN, A. JENTYS, J.A. LERCHER  
Dual Pathways for Benzene Hydrogenation on Pt/Mordenites. Implication for Sulfur Tolerance.  
Stud. Surf. Sci. Catal. 135 (2001) 166
- Sulfur-Tolerant Pt-Supported Zeolite Catalysts for Benzene Hydrogenation. I. Influence of the Support.  
J. Catal. 201 (2001) 60
- O. SIPR, A. SIMUNEK, S. BOCHAROV, T. KIRCHNER, G. DRÄGER  
Polarized Cu K Edge XANES Spectra of CuO – Theory and Experiment.  
J. Synchrotron Rad. 8 (2001) 235
- G. SNELL, U. HERGENHAHN, N. MÜLLER, M. DRESCHER, J. VIEFHAUS, U. BECKER, U. HEINZMANN  
Study of Xenon 4d, 5p, and 5s Photoionization in the Shape Resonance Region Using Spin-Resolved Electron Spectroscopy.  
Phys. Rev. A63 (2001) 032712
- E. SOBCZAK, R. NIETUBYC, J.B. PELKA, S. MACKOWSKI, E. JANIK, G. KARCZEWSKI, G. GOERIGK  
Anomalous Small Angle X-Ray Scattering Study of Self-Assembled Quantum Dots.  
Appl. Crystallogr. 18 (2001) 112
- J.W. SOBCZAK, E. SOBCZAK, A. KOSINSKI  
XANES Investigations of Pd-Doped Polyaniline.  
J. Alloys Compd. 328 (2001) 132

- E. SOBCZAK, Y. SWILEM, N.N. DOROZHKIN, R. NIETUBYC, P. DLUZEWSKI, A. SLAWSKA-WANIEWSKA  
X-Ray Absorption Studies of Fe-Based Nanocrystalline Alloys.  
*J. Alloys Compd.* 328 (2001) 57
- I. SOKOLSKA, S. KÜCK  
Observation of Photon Cascade Emission in Pr<sup>3+</sup>-Doped KMgF<sub>3</sub>.  
*Chem. Phys.* 270 (2001) 355
- V.L. SOLOZHENKO  
Kinetics of Crystallization of Cubic Boron Nitride in the NH<sub>4</sub>F-BN System: in situ Studies. (In Russian)  
In: Synthesis, Sintering and Properties of Superhard Materials, ISM, Kiev/UA (2001) 49
- V.L. SOLOZHENKO, E.G. SOLOZHENKO  
Equation of State of Turbostratic Boron Nitride.  
*High Press. Res.* 21 (2001) 115
- B. SONNTAG  
VUV and X-Ray Free-Electron Laser.  
*Nucl. Instrum. Methods A467-468* (2001) 8
- E. SOZONTOV, L.X. CAO, A. KAZIMIROV, V. KOHN, M. KONUMA, M. CARDONA, J. ZEGENHAGEN  
X-Ray Standing Wave Analysis of the Effect of Isotopic Composition on the Lattice Constants of Si and Ge.  
*Phys. Rev. Lett.* 86 (2001) 5329
- C. SPIES, R. GEHRKE  
Excimer Formation of Dimethyl 2,6-naphthalene Dicarboxylate Embedded in a Poly(methylmethacrylate) Matrix.  
Zur Veröffentlichung in *J. Phys. Chem.*
- J. STAHN, U. PIETSCH, P. BLAHA, K.H. SCHWARZ  
Electric Field Induced Charge-Density Variations in Covalently Bonded Compounds.  
*Phys. Rev. B* 65 (2001) 165205
- U. STAUB, M. SHI, A.G. O'CONNOR, M.J. KRAMER, M. KNAPP  
The Site-Specific Electronic Structure of Pr in Pr<sub>1-x</sub>Ba<sub>2+x</sub>Cu<sub>3</sub>O<sub>7-d</sub>.  
*Phys. Rev. B* 63 (2001) 134522
- N. STRIBECK,  
Extraction of Domain Structure Information from Small-Angle X-Ray Patterns of Bulk Materials.  
*J. Appl. Crystallogr.* 34 (2001) 496
- Utilising Spatial Frequency Filtering to Extract Nanoscale Layer Structure Information from Isotropic Small-Angle X-Ray Scattering Data.  
Zur Veröffentlichung in *Colloid Polym. Sci.*
- N. STRIBECK, R.K. BAYER, G. VON KROSIGK, R. GEHRKE  
Nanostructure Evolution of Oriented High-Pressure Injection-Molded Poly (Ethylene) during Heating.  
Zur Veröffentlichung in *Polymer*
- N. STRIBECK, E. BUZDUGAN, P. GHIOCA, S. SERBAN, R. GEHRKE  
Nanostructure Evolution of SIS Thermoplastic Elastomers during Straining as Revealed by USAXS and 2D Chord Distribution Analysis.  
Zur Veröffentlichung in *Macromol. Chem. Phys.*
- N. STRIBECK, S. FAKIROV  
Strain-Induced Polymorphic Transition in Poly(butylene Terephthalate) and in its Blends with Poly(Ether Ester) Thermoplastic Elastomer as Revealed by Synchrotron Radiation.  
Zur Veröffentlichung in *J. Mater. Sci. Lett.*
- Three-Dimensional Chord Distribution Function SAXS Analysis of the Strained Domain Structure of a Poly(ether Ester) Thermoplastic Elastomer.  
Zur Veröffentlichung in *Macromolecules*
- N. STRIBECK, C. WUTZ  
Layer Morphology of a Poly(ester Imide) LCP in Different Solid States.  
Zur Veröffentlichung in *Macromol. Chem. Phys.*
- Shape and Position of Middle Angle Scattering Peaks from Smectic Phases of Polymers.  
*J. Polym. Sci. B Polym. Phys.* 39 (2001) 1749
- A.I. SURDO, V.S. KORTOV, V.A. PUSTOVAROV  
Luminescence of F and F<sup>+</sup> Centers in Corundum upon Excitation in the Interval from 4 to 40 eV.  
*Radiat. Meas.* 33 (2001) 587
- N. TAKEUCHI, G. FALKENBERG, R.L. JOHNSON  
The Low-Coverage Phases of Pb on Ge(001): Scanning Tunneling Microscopy and First-Principles Calculations.  
Zur Veröffentlichung in *Surf. Rev. Lett.*
- A. TEGGE-SCHÜRING, J. KOEPKE, H. BEHRENS, M. HAHN, G. FALKENBERG, M. WIEDENBECK  
Measurements of Trace Element Diffusivities: Comparison between SYXRF and SIMS.  
*Beiheft Eur. J. Mineral.* 13 (2001) 185
- B. TENCHOV, R. KOYNOVA, G. RAPP  
New Ordered Metastable Phases between the Gel and Subgel Phases in Hydrated Phospholipids.  
*Biophys. J.* 80 (2001) 1873
- C. TEXTOR, P.M. SACHS, H.F. GRAF  
The Fate of Sulfur and Halogen Gases in a Plinian Volcanic Plume. The Geological Society Special Publications, London/GB (2001)
- R. THEISSMANN, H. EHRENBERG, H. WEITZEL, H. FUESS  
Nanostructured Cation Distribution in FeNbO<sub>4</sub>: a Synchrotron Powder Diffraction and Transmission Electron Microscopy Investigation.  
Zur Veröffentlichung in *J. Mater. Sci.*
- J. THEY, G. BUSCHHORN, R. KOTTHAUS, D. PUGACHEV  
A Compton Polarimeter for Parametric X-Radiation.  
*Nucl. Instrum. Methods A467-468* (2001) 1167



- G. THORKILDSEN, H.B. LARSEN, E. WECKERT  
Approximate Solution of the Takagi-Taupin Equation for a Semi-infinite Crystal in the Three-Beam Laue-Laue Case.  
*Acta Crystallogr. A57* (2001) 389
- M. TISCHER, P. ILINSKI, U. HAHN, J. PFLÜGER, H. SCHULTE-SCHREPPING  
Photon Diagnostics for the X-Ray FELs at TESLA.  
Zur Veröffentlich. in *Nucl. Instrum. Methods A*
- B. TOMBERLI, C.J. BENMORE, P.A. EGELSTAFF, J. NEUFEIND, V. HONKIMÄKI  
Temperature Dependence of Structural Quantum Effects in Liquid Methanol.  
*Europhys. Lett.* 55 (2001) 341
- B. TOMBERLI, P.A. EGELSTAFF, C.J. BENMORE, J. NEUFEIND  
Isotopic Effects in the Structure of Liquid Methanol. II: Experimental Data in Fourier Space.  
*J. Phys. Condens. Matter* 13 (2001) 11421
- Isotopic Quantum Effects in the Structure of Liquid Methanol. I: Experiments with High-Energy Photon Diffraction.  
*J. Phys. Condens. Matter* 13 (2001) 11405
- C. TOMMASEO, M. KERSTEN  
Aqueous Solubility Diagrams for Cementitious Waste Stabilization Systems. 3: Kinetics and Mechanism of Zinc Immobilization by Calcium Silicate Hydrate.  
Zur Veröffentlich. in *Environ. Sci. Technol.*
- EXAFS Analysis of Competitive Adsorption of Arsenate and Silicate on Natural Hydrous Ferric Oxides in Thermal Water Scales.  
Zur Veröffentlich. in *Geochim. Cosmochim. Acta*
- EXAFS Spectroscopy of Innersphere Si Sorption by Hydrous Ferric Oxides.  
Beiheft *Eur. J. Mineral.* 13 (2001) 188
- E. TRATAR PIRC, I. ARCON, P. BUKOVEC  
Sinteza in Karakterizacija Nikljevega Hialuronata.  
*Proc. of Slovenski kemijski dnevi 2001, Maribor/SLO* (2001) 827
- M. TRAVING, T. SEYDEL, L. KIPP, M. SKIBOWSKI, F. STARROST, E.E. KRASOVSKII, A. PERLOV, W. SCHATTKER  
Combined Photoemission and Inverse Photoemission Study of  $\text{HfS}_2$ .  
*Phys. Rev. B63* (2001) 035107
- R. TREUSCH, C. GERTH, T. LOKAYCZYK, J. FELDHAUS  
Photon Diagnostics on the VUV FEL at DESY: First Lasing around 100 nm.  
*Nucl. Instrum. Methods A467-468* (2001) 30
- L. TRÖGER, P. KAPPEN, Y. NISHINO, N. HAACK, G. MATERLIK  
Measurements of Photon Interference X-Ray Absorption Fine Structure (pXAFS).  
*J. Synchrotron Rad.* 8 (2001) 105
- V.R. TROLL, P.M. SACHS, H.U. SCHMINCKE, M. SUMITA  
The REE-Ti Mineral Chevkinite in Comenditic Magmas from Gran Canaria/Spain: A SYXRF-Probe Study.  
Zur Veröffentlich. in *Contrib. Mineral.*
- T. TSCHENTSCHER  
The XFEL Laboratory at TESLA.  
X-Ray Free-Electron Laser Radiation as a New Source for Plasma Physics.  
*Proc. of SPIE* 4500 (2001)
- T. TUOMI, R. RANTAMÄKI, P.J. MCNALLY, D. LOWNEY, A.N. DANILEWSKY, P. BECKER  
Dynamical Diffraction Imaging of Voids in Nearly Perfect Silicon.  
*J. Phys. D Appl. Phys.* 34 (2001) A133
- D. UHRIKOVA, G. RAPP, P. BALGAVY  
Condensed Lammellar Phase in Ternary DNA-DLCP-Cationic Gemini Surfactant System: A Small-Angle Synchrotron X-Ray Diffraction Study.  
Zur Veröffentlich. in *Bioelectrochemistry*
- Condensation of DNA and Phosphatidylcholine Bilayers Induced by Mg(II) Ions – A Synchrotron X-Ray Diffraction Study.  
In: *Challenges for Coordination Chemistry in the New Century*, M. Melnik, A. Sirota (Eds.), Slovak Techn. Univ. Press, Bratislava/SLO (2001) 219
- U. VAN BÜRCK, W. POTZEL, P. SCHINDELMANN, G.V. SMIRNOV, S.L. POPOV, E. GERDAU, YU.V. SHVYD'KO, H.D. RÜTER, O. LEUPOLD  
Inversion of Target Sequence in Nuclear Forward Scattering of Synchrotron Radiation.  
Zur Veröffentlich. in *Hyperfine Interact.*
- L. VASYLECHKO, R. NIEWA, H. BORRMANN, M. KNAPP, D. SAVYTSKII, A. MATKOVSKII, U. BISMAYER, M. BERKOWSKI  
R-3c – Pbnmp Phase Transition of  $\text{La}_{1-x}\text{Sm}_x\text{GaO}_3$  ( $0 < x < 0.3$ ) Perovskites and Crystal Structures of the Orthorhombic and Trigonal Phases.  
*Solid State Ionics* 143 (2001) 219
- L. VASYLECHKO, D. SAVYTSKI, A. MATKOVSKII, M. BERKOWSKI, M. KNAPP, U. BISMAYER  
Room and High Temperature Structures of  $\text{La}_{1-x}\text{Nd}_x\text{GaO}_3$  ( $x=0.27$  and  $0.37$ ) Perovskites Determined by Synchrotron Powder X-Ray Diffraction.  
*J. Alloys Comp.* 328 (2001) 264
- R.V. VEDRINSKII, V.L. KRAIZMAN, A.A. NOVAKOVICH, SH.M. ELYAFI, S. BOCHAROV, T. KIRCHNER, G. DRÄGER  
Experimental and Theoretical Studies of Fine Structure in Polarised Ni K X-Ray Absorption Spectra of NiO Single Crystal.  
*phys. stat. sol. (b)* 226 (2001) 203
- R. VENTURA, T. DILL, W.R. DIX, M. LOHMANN, H. JOB, W. KUPPER, R. FATTORI, C.A. NIENABER, C.W. HAMM, T. MEINERTZ

- Intravenous Coronary Angiography Using Synchrotron Radiation: Technical Description and Preliminary Results.  
Ital. Hear J. 2 (2001) 306
- S. VIELHAUER, E. GMINDER, M. KIRM, V. KISAND, E. NEGODIN, B. STEEG, G. ZIMMERER  
Inner-Shell Transitions and Secondary Excitons in Solid Xe and Kr.  
In: Excitonic Processes in Condensed Matter, K. Cho, A. Matsui (Eds.), World Scientific, Singapore (2001) 127
- C. VIROJANADARA, L.I. JOHANSSON, P.A. GLANZ, T. EICKHOFF, W. DRUBE  
High Energy Photoemission Investigations of SiO<sub>2</sub>/SiC Samples.  
Appl. Surf. Sci. 172 (2001) 253
- U. VOGEL, F. BECKMANN, T. ZUHNERT, U. BONSE  
Microtomography of the Human Middle and Inner Ear.  
Proc. of SPIE 4503 (2001)
- K. VON HAEFTEN, T. LAARMANN, H. WABNITZ, T. MÖLLER  
Observation of Atomic-Like Electronic Excitations in Pure <sup>3</sup>He and <sup>4</sup>He Clusters Studied by Fluorescence Excitation Spectroscopy.  
Phys. Rev. Lett. 87 (2001) 153403
- Z. WANG, B.S. HSIAO, N. STRIBECK  
Nanostructure Evolution of Isotropic High-Pressure Injection Molded UHMWPE during Heating.  
Zur Veröffentlich. in Macromolecules
- S. WARREN, A. REITZLE, A. KAZIMIROV, J.C. ZIEGLER, O. BUNK, L.X. CAO, F.U. RENNER, D.M. KOLB, M.J. BEDZYK, J. ZEGENHAGEN  
A Structure Study of Electrodeposited Au on Si(111).  
Zur Veröffentlich. in Surf. Sci.
- A. WASIAK  
Studies on Kinetics of Non-isothermal Crystallization of I-Polypropylene by Means of Wide Angle and Small Angle Scattering of X-Ray Synchrotron Radiation.  
J. Macromol. Sci. Phys. B40 (2001) 577
- Wide Angle X-Ray Scattering Studies of Transient Effects in Non-Isothermal Crystallization of I-Polypropylene.  
Polymer 42 (2001) 9025
- Time Dependent Effects in Structure Formation during Polymer Processing.  
Proc. of the 4th ESAFORM Conf., Liège/B (2001) 693
- A. WASKOWSKA, L. GERWARD, J. STAUN OLSEN, S. STEENSTRUP, E. TALIK  
CuMn<sub>2</sub>O<sub>4</sub>: Properties and the High-Pressure Induced Jahn-Teller Phase Transition.  
J. Phys. Condens. Matter 13 (2001) 2549
- L. WCISLAK, H. KLEIN, H.J. BUNGE, U. GARBE, T. TSCHENTSCHER, J.R. SCHNEIDER  
Texture Analysis with High-Energy Synchrotron Radiation.  
Zur Veröffentlich. in J. Appl. Crystallogr.
- L. WCISLAK, J.R. SCHNEIDER, T. TSCHENTSCHER, H. KLEIN, H.J. BUNGE  
Hard X-Ray Texture Measurements with an On-line Image Plate Detector.  
Nucl. Instrum. Methods A467-468 (2001) 1257
- R. WEBER, K.M. ZIMMERMANN, M. TOLAN, J. STETTNER, O.H. SEECK, J. ERICHSEN, V. ZAPOROJTCHENKO, T. STRUNSKUS, F. FAUPEL, W. PRESS  
Comparison of Surface and Bulk Glass Transition of Polystyrene.  
Zur Veröffentlich. in Phys. Rev. E
- E. WECKERT, P. DANIELS, J. HAJDU, R. NEUTZE, D.V.D. SPOEL, R. WOUTS, A. ZUEV  
Theoretische Untersuchungen zur Beugung von X-FEL-Strahlung an Nano-Objekten.  
Z. Krist. Suppl. 18 (2001) 101
- F. WEIGAND, E. GOERING, J. GEISLER, M. JUSTEN, K. DÖRR, K. RUCK, G. SCHÜTZ  
XMCD Study of the Ruddlesden-Popper Phase La<sub>1.2</sub>Nd<sub>0.2</sub>Sr<sub>1.6</sub>Mn<sub>2</sub>O<sub>7</sub>.  
J. Synchrotron Rad. 8 (2001) 431
- W. WEIGAND, C. KUMPF, A. BADER, C. SCHUMACHER, A. MÖGINGER, W. FASCHINGER, L.W. MOLENKAMP, E. UMBACH  
Discrete Mosaic Spread at the Surface of ZnSe Layers on GaAs(001).  
Zur Veröffentlich. in phys. stat. sol. (b)
- E. WELTER  
Instrumental Developments for XAFS-Analysis of Dilute Environmental Samples at HASYLAB.  
Zur Veröffentlich. in NEA-Report
- Direct Speciation of Solids: XAFS Spectroscopy for Metal Species Analysis in Solid Environment Samples.  
In: Handbook of Elemental Speciation, R. Cornelis et al (Eds.), John Wiley&Sons, Chichester/GB (2001)
- M. WEYGAND, D. PUM, U.B. SLEYTR, P.B. HOWES, K. KJAER, M. LÖSCHE  
Structural Reorganization of Phospholipid Headgroups upon Recrystallization of an S-Layer Lattice.  
Zur Veröffentlich. in J. Phys. Chem. B
- J. WIENOLD, R.E. JENTOFT, T. RESSLER  
Phase Formation during the Decomposition of Ammonium Heptamolybdate – An in situ XAFS and XRD Investigation.  
J. Synchrotron Rad. 8 (2001) 677
- Structural Investigation of the Thermal Decomposition of Ammonium Heptamolybdate.  
Zur Veröffentlich. in Chem. Materials
- W. WIERZCHOWSKI, K. WIETESKA, A. TUROS, W. GRAEFF, G. GAWLIK  
Synchrotron Investigation of Strain Profiles in the Implanted Semiconductors.  
Vacuum 63 (2001) 767

- K. WIETESKA, W. WIERZCHOWSKI, W. GRAEFF, A. TUROS  
Application of Bragg-Case Section Topography for Strain Profile Determination in A<sup>III</sup>B<sup>V</sup> Implanted Semiconductors.  
*J. Phys. D Appl. Phys.* 34 (2001) A122
- K. WIETESKA, W. WIERZCHOWSKI, W. GRAEFF, A. TUROS, R. GRÖTZSCHEL  
Synchrotron Studies of Implanted In<sub>x</sub>Ga<sub>1-x</sub>As.  
*J. Alloys Compd.* 382 (2001) 193
- M. WISNIEWSKA, A.J. WOJTOWICZ, T. LUKASIEWICZ, Z. FRUKACZ, Z. GALAZKA, M. MALINOWSKI  
Radiation- and VUV- Excited Luminescence of YAP:Ce, YAP\_Pr.  
*Proc. of SPIE* 4412 (2001) 351
- P. WOBRAUSCHEK, G. PEPPONI, C. STRELI, C. JOKUBONIS, G. FALKENBERG, W. OSTERODE  
SR-XRF Investigation of Human Bone.  
Zur Veröffentlichung in *Adv. X-Ray Anal.*
- S. WOEDTKE, A. MEEDER, R. ADELUNG, R. SCHWED-HELM, L. KIPP, M. SKIBOWSKI  
Structural Properties of Chlorinated Epitaxial C60 Films.  
*Phys. Rev. B* 63 (2001) 155401
- A.J. WOJTOWICZ, J.A. MARES  
Energy Transfer Processes in (Lu,Gd)AlO<sub>3</sub>:Ce.  
*Proc. of SPIE* 4412 (2001) 221
- A.J. WOJTOWICZ, P. SZUPRYCZYNSKI, D. WISNIEWSKI, J. GLODO, W. DROZDOWSKI  
Electron Traps and Scintillation Mechanism in LuAlO<sub>3</sub>:Ce.  
*J. Phys. Condens. Matter* 13 (2001) 9599
- A. WOLSKA, R. BACEWICZ, J. FILIPOWICZ, K. ATTENKOFER  
X-Ray Absorption Near-Edge Structure of Selenium in the Cu-In-Se System.  
*J. Phys.: Condens. Matter* 13 (2001) 4457
- T. WROBLEWSKI  
X-Ray Imaging Using the Radiation Diffracted by Polycrystalline Materials.  
*Radiat. Phys. Chem.* 61 (2001) 329
- D. WRUCK, R. BOYN, M. WIENECKE, F. HENNEBERGER, U. TROPPEZ, B. HÜTTL, W. BOHNE, B. REINHOLD, H.E. MAHNKE  
The Configuration of Cu Centers in Electroluminescent SrS:Cu Phosphors: An X-Ray Absorption Fine Structure and Optical Study.  
Zur Veröffentlichung in *J. Appl. Phys.*
- D. WRUCK, A. KLIMAKOW, B. RAU, F. HENNEBERGER  
Study of the Environment of Er in ZnSe Using Extended X-Ray Absorption Fine Structure and Optical Spectroscopy.  
*Semicond. Sci. Technol.* 16 (2001) 885
- D. WRUCK, K. LORENZ, R. VIANDEN, B. REINHOLD, H.-E. MAHNKE, J.M. BARANOWSKI, K. PAKULA, L. PARTHIER, F. HENNEBERGER  
Extended X-Ray Absorption Fine Structure and Photoluminescence Study of Er-implanted GaN Films.  
*Semicond. Sci. Technol.* 16 (2001) L77
- A. WURLITZER, E. POLITSCH, S. HUEBNER, P. KRÜGER, M. WEYGAND, K. KJAER, P. HOMMES, O. NUYKEN, G. CEVC, M. LÖSCHE  
Conformation of Polymer Brushes at Aqueous Surfaces Determined with X-Ray and Neutron Reflectometry. 2. High-Density Phase Transition of Lipopolyoxazolines.  
*Macromol.* 34 (2001) 1334
- K. YAMADA, T. TSUDA, C. HOLST, T. OKUDA, H. EHRENBURG, I. SVOBODA, H.G. KRANE, H. FUESS  
Characteristic Phase Transition of (C<sub>5</sub>H<sub>5</sub>NH)SbBr<sub>4</sub> Having a Hypervalent Bond Studied by Single Crystal X-Ray Diffraction and <sup>2</sup>H NMR.  
*Bull. Chem. Soc. Jpn.* 74 (2001) 77
- X. YANG, F.C. JENTOFT, R.E. JENTOFT, F. GIRGSDIES, T. RESSLER  
Sulfated Zirconia with Ordered Mesopores as an Active Catalyst for N-Butane Isomerization.  
Zur Veröffentlichung in *Catalysis Lett.*
- J. YUHARA, K. MORITA, J. FALTA, B.H. MÜLLER, M. HORN-VON HOEGEN  
Characterization of Ge D-Doped Si(111) with RBS-Channeling.  
*Surf. Interface Anal.* 31 (2001) 754
- R. ZAEPER, M. RICHWIN, R. WOLLMANN, D. LÜTZENKIRCHEN-HECHT, R. FRAHM  
Realisation of a Novel Crystal Bender for a Fast Double Crystal Monochromator.  
*Nucl. Instrum. Methods A* 467-468 (2001) 994
- J. ZEGENHAGEN, A. KAZIMIROV, L.X. CAO, M. KONUMA, E. SOZONTOV, D. PLACHKE, H.D. CARS, G. BILER, E. HALLER, V. KOHN, M. CARDONA  
Isotopic Mass and Lattice Constants of Si and Ge: X-Ray Standing Wave Measurements.  
*Proc. of the Int. Conf. on the Physics of Semiconductors, ICPS25, N. Miura, T. Ando (Eds.) Springer* (2001) 125
- U. ZEIMER, F. BUGGE, S. GRAMLICH, V. SMIRNITSKI, M. WEYERS, G. TRÄNKLE, J. GRENZER, U. PIETSCH, G. CASSABOIS, V. EMILIANI, C. LINAU  
Evidence of Strain-Induced Lateral Carrier Confinement in InGaAs-Quantum Wells by Low Temperature Near-Field Spectroscopy.  
*Appl. Phys. Lett.* 76 (2001) 1611
- U. ZEIMER, J. GRENZER, U. PIETSCH, S. GRAMLICH, F. BUGGE, V. SMIRNITSKI, M. WEYERS, G. TRÄNKLE  
Investigation of Strain-Modulated InGaAs-Nanostructures by Grazing-Incidence X-Ray Diffraction and Photoluminescence.  
*J. Phys. D Appl. Phys.* 34 (2001) A183
- A. ZERR, M. KEMPF, M. SCHWARZ, E. KROKE, M. GÖKEN, R. RIEDEL  
Elastic Moduli and Hardness of Cubic Silicon Nitride.  
Zur Veröffentlichung in *J. Am. Ceramic Soc.*

K. ZHANG, J. FALTA, C. HEYN, T. SCHMIDT, W. HANSEN  
Lateral Distribution of Buried Self-Assembled InAs Quantum Dots  
in GaAs.  
Proc. of the 25th Int. Conf. on the Physics of Semicond., Osaka/J  
(2001) 371

K. ZHANG, C. HEYN, W. HANSEN, T. SCHMIDT, J. FALTA  
Grazing Incidence Structural Characterization of InAs Quantum  
Dots on GaAs(001).  
Appl. Surf. Sci. 175-176 (2001) 606

Structural Characterization of Self-Assembled InAs Quantum Dots  
Grown by MBE.  
J. Cryst. Growth 227-228 (2001) 1020

G. ZHANG, C. SHI, Z. HAN, J. SHI, Z. FU, M. KIRM, G. ZIM-  
MERER  
Photoluminescent Properties of ZnO Films Deposited on Si Sub-  
strates.  
Chin. Phys. Lett. 18 (2001) 441

J.J. ZHU, J.Z. JIANG, C.J.H. JACOBSEN, X.P. LIN  
Preparation of Fe-Mo-C Ternary Carbide by Mechanical Alloying.  
J. Mater. Chem. 11 (2001) 864

Y.X. ZHUANG, L. GERWARD, J.Z. JIANG, J.S. OLSEN, Y.  
ZHANG, W.H. WANG  
Crystallization of Bulk  $Zr_{48}Nb_8Cu_{14}Ni_{12}Be_{18}$  Metallic Glass.  
Mater. Res. Soc. Symp. Proc. 644 (2001) L5.2.1

Y.X. ZHUANG, J.Z. JIANG, Z.G. LIN, M. MEZOUAR, W.  
CRICHTON, A. INOUE  
Evidence of Eutectic Crystallization and Transient Nucleation in  
 $Al_{89}La_6Ni_5$  Amorphous Alloy.  
Appl. Phys. Lett. 79 (2001) 743

**Weitere Vorträge wurden von HASYLAB-Mitarbeitern auf  
folgenden Konferenzen und Tagungen gehalten:**

Symposium on Metallic Multilayers (MML'01), Aachen/D (2001)

17th Nordic Structural Chemistry Meeting, Aarhus/DK (2001)

7th Jordanian Conf. on Geology & Investment, Amman/JOR (2001)

Conf. on Strongly Correlated Electron Systems (SCES 2001), Ann  
Arbor/USA (2001)

2nd Int. Capillary Optics Meeting (ICOM'2001), Antwerp/B (2001)

Workshop on High Energy Synchrotron Radiation, Argonne/USA  
(2001)

13th Int. Conf. on Solid State Dosimetry, Athens/GR (2001)

Workshop on Wetting of Structured Materials, Bad Honnef/D  
(2001)

Joint AIRAPT-18 & HPCC-11 Conf., Beijing/PRC (2001)

Sino-German Symposium on Polymer Characterization and Struc-  
ture/Property Correlation, Beijing/PRC (2001)

4th G.-M. Schwab Symposium on Dynamics Phenomena in Ca-  
talysis, Berlin/D (2001)

4th World Congress on Oxidation Catalysis, Berlin/D (2001)

7th Europ. Conf. on Atomic and Molecular Physics (ECAMP VII),  
Berlin/D (2001)

5th Int. Conf. on X-Ray Investigations of Polymer Structures (XIPS  
2001), Bielsko Biala/PL (2001)

12th Int. Symposium on Spectroscopy in Theory & Practice,  
Bled/SLO (2001)

4th TMR-TOSS Meeting, Bordeaux/F (2001)

45th Biophysical Society Meeting, Boston/USA (2001)

10th Int. Conf. on II-VI Compounds, Bremen/D (2001)

Conf. on Fluorine in Coatings IV, Brussels/B (2001)

Int. Conf. on Solid State Ionics, Cairns/AUS (2001)

Nanostructures, Calcutta/IND (2001)

Inter-American Workshop on Synchrotron Radiation for Research  
& Symposium on Nanotechnologies, Campinas/Br (2001)

6th Int. Conf. on Inorganic Scintillators and their Use in Scientific  
and Industrial Applications (SCINT 2001), Chamonix/F (2001)

11. Tagung Festkörperanalytik, Chemnitz/D (2001)

OECD Global Science Forum, Copenhagen/DK (2001)

4th Int. Discussion Meeting on Relaxations in Complex Systems,  
Crete/GR (2001)

Atomic and Molecular Physics at 4GLS, Daresbury/GB (2001)

23rd Int. Free Electron Laser Conf. (FEL 2001), Darmstadt/D  
(2001)

Workshop on Coherent Evolutions in Noisy Environment, Dres-  
den/D (2001)

19th Int. Congress on Glass, Edinburgh/GB (2001)

Europolymer Congress, Eindhoven/NL (2001)

13. Deutsche Zeolith-Tagung, Erlangen/D (2001)

Chains@Interfaces 2001, Evora/P (2001)

10th Int. Conf. on Bioinorganic Chemistry, Florence/I (2001)

4th Workshop on Functional Materials: Synthesis and Characte-  
rization of Mesoscale Systems, Geesthacht/D (2001)

Workshop on the Present & Future of the Research in Manganites,  
Granada/E (2001)

ESRF Workshop on Nuclear Inelastic Scattering, Grenoble/F  
(2001)

3. Bio-Technologie des BMFT, Hamburg/D (2001)



- Research Course on New X-Ray Sciences. I: Coherent X-Rays: Properties, Generation and Applications, Hamburg/D (2001)
- Workshop on VUV-FEL Instrumentation & Research, Hamburg/D (2001)
- Int. Workshop on High Density in Matter, Hirschegg/A (2001)
- 3rd Int. Conf. on New Theories, Discoveries & Applications of Superconductors & Rel. Mater. (New 3SC-3), Honolulu/USA (2001)
- 103rd American Ceramic Society Meeting, Indianapolis/USA (2001)
- 10th Int. Conf. on Narrow Gap Semiconductors (NGS 10), Ishikawa/J (2001)
- 11th Feofilov Symp. on Spectrosc. of Crystals Activated by Rare Earth & Transition Metal Ions, Kazan/RUS (2001)
- Int. Workshop on Nano-Materials, Kolkata/IND (2001)
- 20th Europ. Crystallographic Meeting (ECM 20), Cracow/PL (2001)
- Int. Symposium on Synchrotron Crystallography (SYNCRYS 2001), Krynica-Czarny Potok/PL (2001)
- 13th Int. Conf. on Crystal Growth (ICCG-13), Kyoto/J (2001)
- 5th Int. Symposium on Radiation from Relativistic Electrons in Periodic Structures (RREPS-01), Lake Aya, Altai Mountains/RUS (2001)
- ECOF 8, Lecce/I (2001)
- 5th Europ. Congress on Catalysis (Europacat V), Limerick/IRL (2001)
- 10th Int. Conf. on Modulated Semiconductor Structures (MSS 10), Linz/A (2001)
- 11th Int. Conf. on Radiation Effects in Insulators (REI-XI), Lisboa/P (2001)
- 15th Europ. Conf. on Biomaterials, London/GB (2001)
- The Geological Society, London/GB (2001)
- American Crystallographic Ass. (ACA), Los Angeles/USA (2001)
- Workshop on the Generation and Uses of VUV and Soft X-Ray Coherent Pulses, Lund/S (2001)
- 10th Int. Meeting on Ferroelectricity, Madrid/E (2001)
- 3rd Europ. Workshop on Environmental Catalysis, Maiori/I (2001)
- Phasing of Biological Macromolecules (PHABIO 2001), Martina Franca/I (2001)
- 5th Microsymposium on Nanometer Structured Materials, Merseburg/D (2001)
- Int. Conf. on Neutron Scattering (ICNS 2001), München/D (2001)
- Materials Week, München/D (2001)
- NanoBioTech, Münster/D (2001)
- X-Ray Gordon Research Conf., New London/USA (2001)
- 2nd Netherlands' Catalysis and Chemistry Conf., Noordwijkhout/NL (2001)
- 6th Int. Conf. on Atomically Controlled Surfaces, Interfaces and Nanostructures (ACSIN-6), North Lake Tahoe/USA (2001)
- 17th Croatian Meeting of Chemists & Chemical Engineers, Osijek/HR (2001)
- Int. Conf. on the Application of the Mößbauer Effect (ICAME 2001), Oxford/GB (2001)
- 2nd Int. Symposium on the Molecular Aspect of Catalysis by Sulfides (MACS II), Porquerolles/F (2001)
- 4th World Congress of Oxidation Catalysis, Potsdam/D (2001)
- Europ. Conf. on Organic Electronics (ECOER'01), Potsdam/D (2001)
- 6th Polish Conf. on Crystal Growth, Poznan/PL (2001)
- 15th Indian Nat. Symposium on Catalysis & 2nd Conf. of the Indo-Pacific Catalysis Assoc., Pune/IND
- Spring Meeting of the British Crystallography Assoc., Reading/GB (2001)
- 9th Int. Conf. on Defects – Recognition, Imaging & Phys. in Semiconductors (DRIP IX), Rimini/I (2001)
- Ringberg-Symposium on Plasmas in Superintense Laser Fields, Ringberg Castle/D (2001)
- ICPEAC (e,2e) and Polarization Satellite Meeting, Rolla/USA (2001)
- Decay Processes in Core-Excited Species, Rome/I (2001)
- ACS 221st National Meeting, San Diego/USA (2001)
- IEEE NSS & MIC Conf., San Diego/USA (2001)
- American Geophysical Fall Meeting, San Francisco/USA (2001)
- MRS Spring Meeting, San Francisco/USA (2001)
- Nordic Res. Training Course on the Application of X-Ray Synchrotron Radiation in Chemistry, Biology and Physics, Sandbjerg/DK (2001)
- 22nd Int. Conf. on Photonic, Electronic & Atomic Collisions (ICPEAC), Santa Fe/USA (2001)
- 39th EHPRG Meeting, Santander/E (2001)
- APS March Meeting, Seattle/USA (2001)
- Int. Workshop on Time-Resolved Investigations with Neutrons and X-Rays (TINX), Sommerfeld/D (2001)
- Gordon Res. Conf. on Electron Distribution & Chemical Bonding, South Hadley/USA (2001)
- 50th Denver X-Ray Conf., Steamboat Springs/USA (2001)
- Congrès de la Soc. Franc. de Physique, Strasbourg/F (2001)
- European Union of Geosciences (EUG XI), Strasbourg/F (2001)

100. Hauptvers. der Dt. Bunsenges. für Physikalische Chemie, Stuttgart/D (2001)

UHPM Workshop of the Int. Lithosphere Prog. Task Group, Tokyo/J (2001)

17th North Am. Catalysis Soc. Meeting, Toronto/CAN (2001)

13th Int. Conf. on Vacuum Ultraviolet Radiation Phys. (VUV-XIII), Trieste/I (2001)

30th Int. School on Physics of Semiconducting Compounds, Ustron-Jaszowiec/PL (2001)

4th Int. School and Symposium on Physics in Materials Science (ISSPMS 2001), Ustron-Jaszowiec/PL (2001)

11th Int. Conf. on Scanning Tunneling Microscopy, Spectrosc. & Related Techniques, Vancouver/CAN (2001)

16th Int. Conf. on X-Ray Optics & Microanalysis, Vienna/A (2001)

Workshop on Extended X-Ray Absorption Fine Structure Analysis, Warsaw/PL (2001)

34. Jahrestreffen Deutscher Katalytiker, Weimar/D (2001)

2nd Int. Conf. on Scanning Probe Microscopy of Polymers, Weingarten/D (2001)

5th Int. Conf. on Excited States of Transition Elements (ESTE5), Wroclaw/PL (2001)

„Röntgen's Heritage“, Würzburg/D (2001)

#### **Habilitationen**

U. KLEMRADT

Zur Rolle der Oberfläche bei diffusionslosen Phasenübergängen. Univ. München/D (2001)

S. KÜCK

Laser-Related Spectroscopy of Ion-Doped Crystals for Tunable Solid State-Lasers. Univ. Hamburg/D (2001)

M. WINTERER

From Molecules to Materials Synthesis and Structure of Nanocrystalline Ceramics. Univ. Darmstadt/D (2001)

#### **Dissertationen**

L.G. ANDERSEN

Structural Properties of Superconducting Bi-2223/ag Tapes. Techn. Univ. of Denmark/DK (2001)

M. ASPELMEYER

Untersuchung Dünner Ferroelektrischer Filme unter dem Einfluss von externen Feldern mittels Grenzflächensensitiver Röntgenstreuungsmethoden. Univ. München/D (2001)

S. BOCHAROV

Winkelabhängige K-Röntgenabsorption und Elektronenstruktur von 3-Metallverbindungen. Univ. Halle-Wittenberg/D (2001)

M.B. CASU

Electronic Structure of Heterocyclic Organic Semiconductors. Univ. Potsdam/D (2001)

M. CASAGRANDE

Untersuchung der Ordnung und Diffusion von Polymerdispersionen bei ihrer Verfilmung. Univ. Mainz/D (2001)

K. CROMPTON

Microstructural Studies of a Passivation Layer on GaAs – An Application of X-Ray Reflectivity under Grazing Angles. Monash Univ./AUS und Univ. München/D (2001) (Bachelor's Honours Thesis)

W. DROZDOWSKI

Radiative Recombination Processes in BaF<sub>2</sub> Crystals Activated with Selected Rare Earth Ions. N. Copernicus Univ., Torun/PL (2001)

M.M. GÜNTER

Structure and Activity of Copper/Zinc Oxide Catalysts Studied Using X-Ray Diffraction and Absorption Spectroscopy. TU Berlin/D (2001)

B. HASSE

Festkörperchemische Untersuchungen an Biomaterialen und Alkali-S-2-Chlorpropionaten. Ruhr-Univ. Bochum/D (2001)

M. HENKE

Präparation und Spektroskopie Zweiwertiger Selten-Erd-Ionen in Oxidischen und Fluoridischen Kristallen. Univ. Hamburg/D (2001)

C. HERTA

Kernresonante Vorwärtsstreuung an Eisen-Proteinen und einer Modellspezies zur Untersuchung von Relaxationsphänomenen. Med. Univ. Lübeck/D (2001)

D. KEMPE

Mesostrukturierte Selenogermanate – Strukturdirigierte Synthese und Charakterisierung. Univ. Hamburg/D (2001)

V. KISAND

Creation of Free Excitons in Solid Krypton Investigated by Time-Resolved Luminescence Spectroscopy. Univ. Hamburg/D (2001) DESY-THESIS-2001-014

- R. KÖHN  
Synthesis, Characterization, and Modification of Various Mesoporous Silica Phases.  
Univ. Hamburg/D (2001)
- A. KOSINSKI  
Catalytic Reactivity of the Palladium Surface in Systems: Poly-aniline (EB)-Pd-H<sub>2</sub>O and Polyacetylene-Pd.  
Polish Academy of Sciences, Warsaw/PL (2001)
- M. REHBEIN  
Polymere Metalcyanide als Vorstufen für Intermetallische Phasen und Metalloxide.  
Univ. Hamburg/D (2001)
- B. MAHLTIG  
Adsorption, Charakterisierung und Eigenschaften von Diblockpolyampholyten und flüssig/fest Grenzflächen.  
Univ. Dresden/D (2001)
- F. PETERS  
Biologische Kristallisation von Calciumphosphaten – Untersuchung und Simulation.  
Univ. Hamburg/D (2001)
- W. PRANGE  
Struktur und Mischungsverhalten von binären Benetzungsfilmen.  
Univ. Kiel/D (2001)
- D. PUGACHOV  
Polarization Properties of Coherent Polarization Radiation of Relativistic Electrons in a Crystal.  
TU München/D (2001)  
MPI-PhE-2001-15
- C.C. RETSCH  
X-Ray Intensity Fluctuation Spectroscopy in the Energy Range from 1 to 4 keV.  
Univ. Hamburg/D (2001)  
DESY-THESIS-2001-027
- K. ROSSNAGEL  
Fermi Surfaces and Charge-Density Waves of Quasi-Two-Dimensional Metals Imaged by High-Resolution Photoelectron Spectroscopy.  
Univ. Kiel/D (2001)
- A. RÜDEL  
Elektronenspektroskopische Untersuchungen zur Photoionisationsdynamik freier Moleküle nach Anregung mit Synchrotronstrahlung.  
TU Berlin/D (2001)
- J. SCHULZ  
Dichroismus in der resonanten und nicht resonanten Photoionisation von atomarem Europium.  
Univ. Hamburg/D (2001)  
DESY-THESIS-2001-038
- K. SCHWARZ  
Biodegradable Polyesters from Solid-State Precursors.  
Univ. Hamburg/D (2001)
- M. TIEMANN  
Mesostructured Aluminum Phosphates Synthesised by Supramolecular Structure-Direction.  
Univ. Hamburg/D (2001)
- V. TROLL  
Evolution of Large Peralkaline Silicic Magma Chambers and Associated Caldera Systems; a Case Study from Gran Canaria, Canary Islands.  
Univ. Kiel/D (2001)
- N. WIELE  
Phononenzustandsdichten von Fe<sub>x</sub>Pt<sub>1-x</sub> gemessen mit nuklearer inelastischer Absorption von Synchrotronstrahlung.  
TU München/D (2001)
- O. WUNNICKE  
Entzerrung und Strukturbildung an Polymer-Polymer Grenzflächen.  
Univ. Dresden/D (2001)
- Diplomarbeiten**
- T. BORK  
Herstellung und Charakterisierung von MoTe<sub>2</sub>- und Mo<sub>6</sub>Te<sub>8</sub>-Dünnschichten.  
Humboldt-Univ. Berlin/D (2001)
- O. BRUNKE  
Strukturelle Untersuchung von Siliziumnitridfilmen auf Si(111)-Substraten mit Synchrotronstrahlungsmethoden und Rastertunnelmikroskopie.  
Univ. Bremen/D (2001)
- T. FRIEDMANN  
Magnetische und strukturelle Eigenschaften von LuF<sub>2</sub> und verwandten Systemen unter hohem Druck.  
Univ. Paderborn/D (2001)
- A. MIHELIC  
Multielectron Excitations in X-Ray Absorption Spectroscopy.  
Univ. of Ljubljana/SLO (2001)
- J. MÜLLER  
Untersuchung der Adsorption von Bi auf Si(113) mit Hilfe stehender Röntgenwellenfelder.  
Univ. Bremen/D (2001)
- M.R. NÜRNBERG  
Untersuchungen zum thermischen Rekristallisationsverhalten metamikter Allanite.  
Univ. Hamburg/D (2001)

D.V. PERMYAKOV

Electron Excitations, Luminescence and Defects in  $\text{AlPO}_4$  and  $\text{GaPO}_4$  Crystals.

Urals State Techn. Univ., Ekaterinburg/RUS (2001)

D. ROLLES

Electron Angular Distributions in the Photoionization of Oriented Molecules.

TU Berlin/D (2001)

F. SÄUBERLICH

Chemical Vapor Synthesis and Characterization of Nanocrystalline Strontium Titanate.

Univ. Darmstadt/D (2001)

V.V. VOROB'EV

Electron Excitation and Energy Transfer in  $\text{A}_2\text{SiO}_5$ -Ce (A=Sc,Y, Lu,Gd) and  $\text{Sc}_2\text{SiO}_5$  Single Crystals.

Urals State Techn. Univ., Ekaterinburg/RUS (2001)

## EMBL

### Veröffentlichungen

D. ADAMIYAK, W. R. RYPNIEWSKI, J. MILECKI, R.W. ADAMIYAK

The 1.19 Å X-Ray Structure of 2'-O-Me(CGCGCG)<sub>2</sub> Duplex Shows Dehydrated RNA with 2-Methyl-2,4-Pentanediol in the Minor Groove.

Nucleic Acids Res. 29 (2001) 4144

B. AGIANIAN, J.D. CLAYTON, K. LEONARD, P.A. TUCKER, B. BULLARD, P. GROS

Crystallization and Preliminary X-Ray Analysis of S-Transferase-2. *Drosophila* Glutathione.

Acta Cryst. D57 (2001) 75

S. ANTONYUK, A. GREBENKO, V. LEVDIKOV, D. URUSOVA, W. MELIK-ADAMYAN, V. LAMZIN, K. WILSON

X-Ray Diffraction Study of the Complexes of SAICAR Synthase with Adenosinetriphosphate.

Crystallografia 46 (2001) 687

V.V. BARYNIN, M.M. WHITTAKER, S. ANTONYUK, V.S. LAMZIN, P.M. HARRISON, P.J. ARTYMIUK, J.W. WHITTAKER

Crystal Structure of Manganese Catalase from *Lactobacillus Plantarum*.

Structure 9 (2001) 725

S. BENINI, W.R. RYPNIEWSKI, K.S. WILSON, S. CIURLI, S. MANGANI

Structure-Based Rationalisation of Urease Inhibition by Phosphate: Novel Insights into the Enzyme Mechanism.

J. Biol. Inorg. Chem. 6 (2001) 778

R. BERISIO, A. VIGUERA, L. SERRANO, M. WILMANN

Atomic Resolution Structure of a Src Homology 3 Domain Mutant of the Spectrin SH3 Domain.

Acta Cryst. D57 (2001) 337

K. BRANDENBURG, G. JURGENS, M. MÜLLER, S. FUKUOKA, M.H.J. KOCH

Biophysical Characterization of Lipopolysaccharide and Lipid A Inactivation by Lactoferrin.

Biol. Chem. 382 (2001) 1215

U. BREITINGER, T. CLAUSEN, R. HUBER, B. LABER, F. SCHMIDT, E. POHL, A. MESSERSCHMIDT

The Three-Dimensional Structure of Cystathionine B-Lyase from *Arabidopsis Thaliana* and its Substrate Specificity.

Plant Physiol. 126 (2001) 631

C. DE RAAD ISELI, T. REIMANN, G. GOLDING, C. BOULIN, A. EPSTEIN, E. BELOEUVRE, A. GABRIEL, M.H.J. KOCH

A Data Acquisition System for Gas Proportional Detectors with Delay Line Readout Based on Space-Time-Space Conversion.

Nucl. Instrum. Methods A467-468 (2001) 1152

B. FAZI, B. COPE, A. DOUANGAMATH, S. FERRACUTI, K. SCHIRWITZ, A. ZUCCONI, D. DRUBIN, M. WILLMANN, G. CESARENI, L. CASTAGNOLI

Unusual Binding Properties of the SH3 Domain of the Yeast Actin Binding Protein Abp1: Structural and Functional Analysis.

Zur Veröf. in J. Biol. Chem.

M.D. FEESE, E. POHL, R.K. HOLMES, W.G.J. HOL

Iron-Dependent Regulators. In: Handbook of Metalloproteins, K. Wieghardt et al. (Eds.), John Wiley&Sons, Chichester/GB (2001)

I.K. FEIL, M. MALFOIS, J. HENDLE, H. VAN DER ZANDT, D.I. SVERGUN

A Novel Quaternary Structure of the Dimeric  $\alpha$ -Crystallin Domain with Chaperone-Like Activity.

J. Biol. Chem. 276 (2001) 12024

G. GEORG, E. POHL

The Structure of the Chloroplast F1-ATPase at 3.2 Å Resolution.

J. Biol. Chem. 276 (2001) 1345

W. GRABARSE, F. MAHLERT, E.C. DUIN, M. GOUBAUD, S. SHIMA, R.K. THAUER, V. LAMZIN, U. ERMLER

On the Mechanism of Biological Methane Formation: Structural Evidence for Conformational Changes in Methyl-coenzyme M Reductase upon Substrate Binding.

J. Mol. Biol. 309 (2001) 315



- M. HEFTI, J. HENDLE, C. ENROTH, J. VERVOORT, P.A. TUCKER  
Crystallization and Preliminary Crystallographic Data of the PAS Domain of the NifL Protein from *Azotobacter Vinelandii*.  
*Acta Cryst. D57* (2001) 1895
- B. HÖCKER, C. JÜRGENS, M. WILMANN, R. STERNER  
Stability, Evolution and Applications of  $\beta/\alpha$ -Barrel Enzymes.  
*Curr. Opin. Biotechnology* 12 (2001) 376
- A. IVENS, O. MAYANS, H. SZADKOWSKI, M. WILMANN, K. KIRSCHNER  
Purification, Characterisation and Crystallization of Anthranilate Phosphoribosyltransferase from *Sulfolobus Solfataricus*.  
*Eur. J. Biochem.* 268 (2001) 2246
- J. JENKINS, O. MAYANS, D. SMITH, K. WORBOYS, R.W. PICKERSGILL  
Three-Dimensional Structure of *Erwinia Chrysanthemii* Pectin Methyltransferase Reveals a Novel Esterase Active Site.  
*J. Mol. Biol.* 305 (2001) 951
- M.B. KOZIN, D.I. SVERGUN  
Automated Matching of High- and Low-Resolution Structural Models.  
*J. Appl. Crystallogr.* 34 (2001) 33
- V.S. LAMZIN, A. PERRAKIS, K.S. WILSON  
The ARP/WARP Suite for Automated Construction and Refinement of Protein Models.  
In: *International Tables for Crystallography. Volume F: Crystallography of Biological Macromolecules*, M.G. Rossmann, E. Arnold (Eds.), Kluwer Academic, Dordrecht/NL (2001) 720
- S. MAKEDONOPOULOU, K. YANNAKOPOULOU, D. MENTZAFOS, V. LAMZIN, A. POPOV, I.M. MAVRIDIS  
Non-Covalent Interactions in the Crystallization of the Enantiomers of 1,7-dioxaspiro[5.5]undecane (olive fly sex pheromone) by enantiospecific Cyclodextrin Hosts, hexakis(2,3,6-tri-O-methyl)- $\alpha$ -cyclodextrin and heptakis(2,3,6-tri-O-methyl)- $\beta$ -cyclodextrin.  
*Acta Crystallogr. B57* (2001) 399
- R. MEIJERS, R.J. MORRIS, H.W. ADOLPH, A. MERLI, V.S. LAMZIN, E.S. CEDERGREN-ZEPPEAUER  
On the Enzymatic Activation of NADH.  
*J. Biol. Chem.* 276 (2001) 9316  
*Acta Crystallogr. D57* (2001) 619
- S. PANJIKAR, P.A. TUCKER  
Use of Dry Paraffin Oil and Panjelly in the Xenon Derivatization of Protein Crystals.  
*J. Appl. Cryst.* 34, in press (2001)
- M. PERBANDT, V. CHANDRA, K.R. RAJASHANKAR, K. IDAKIEVA, K. PARVANOVA, W. RYPNIEWSKI, S. STOEVA, W. VOELTER, N. GENOV, C. BETZEL  
Preliminary X-Ray Diffraction Studies of the External Functional Unit Rth2-e from *Rapana Thomasiana Hemocyanin*.  
*Acta Crystallogr. D57* (2001) 1663
- E. POHL, A. GONZALEZ, C. HERMES, R.G. VAN SILFHOUT  
Overview of the Tunable Beamlines for Protein Crystallography at the EMBL Hamburg Outstation; an Analysis of Current and Future Usage and Developments.  
*J. Synchr. Rad.* 8 (2001) 1113
- E. POHL, J. GORANSON-SIEKIERKE, M.K. CHOI, T. ROOSILD, R.K. HOLMES, W.G.J. HOL  
Crystal Structures of Three Diphtheria Toxin Repressor (DtxR) Variants with Decreased Repressor Activity.
- A. REMENYI, E. POHL, H.R. SCHÖLER, M. WILMANN  
Crystallization of Redox-Insensitive Oct-1 POU Domain with Different DNA Response Elements.  
*Acta Crystallogr. D57* (2001) 1634
- A. REMENYI, A. TOMILIN, E. POHL, K. LINS, A. PHILIPPSEN, R. REINBOLD, H.R. SCHÖLER, M. WILMANN  
Differential Transcriptional Activity of Oct-1 by DNA Motif Induced Dimerization Interface.  
*Mol. Cell.* 8 (2001) 569
- W.R. RYPNIEWSKI, P. OESTERGAARD, M. NOERREGAARD-MADSEN, M. DAUTER, K.S. WILSON  
Fusarium Oxysporum Trypsin at Atomic Resolution, at 100 K and 283 K. A Study of Ligand Binding.  
*Acta Crystallogr. D57* (2001) 8
- M.P. SEBASTIAO, V.S. LAMZIN, M.J. SARAIVA, A.M. DAMAS  
Transthyretin Stability as a Key Factor in Amyloidogenesis: X-Ray Analysis at Atomic Resolution.  
*J. Mol. Biol.* 306 (2001) 733
- D. SVERGUN, F. KOZIELSKI, G. ZACCAÏ, M.H.J. KOCH, R.H. WADE  
Conformation of the Drosophila Motor Protein Non-Claret Disjunctive in Solution from X-Ray and Neutron Scattering.  
*J. Biol. Chem.* 276 (2001) 24826
- D.I. SVERGUN, M.V. PETOUKHOV, M.H.J. KOCH  
Determination of Domain Structure of Proteins from X-Ray Solution Scattering.  
*Biophys. J.* 80 (2001) 2946
- S. TISHCHENKO et al.  
Detailed Analysis of RNA-Protein Interactions within the Ribosomal Protein S8-rRNA Complex from the Archaeon *Methanococcus Jannaschii*.  
*J. Mol. Biol.* 311 (2001) 311

## Max-Planck-Gesellschaft

### Veröffentlichungen

H. BLUME, P. BÖSECKE, G.P. BOURENKOV, D. KOSCIESZA, H.D. BARTUNIK

The Protein Crystallography Beamline BW6 at DORIS – Automatic Operation and High-Throughput Data Collection.  
Nucl. Instrum. Methods A467-468 (2001) 1358

J. BOSCH, T. TAMURA, G. BOURENKOV, W. BAUMEISTER, L.O. ESSEN

Purification, Crystallization, and Preliminary X-Ray Diffraction Analysis of the Tricorn Protease Hexamer from *Thermoplasma acidophilum*.  
J. Struct. Biol. 134 (2001) 83

G. FRITZ, A. ROTH, A. SCHIFFER, T. BUECHERT, G. BOURENKOV, H.D. BARTUNIK, H. HUBER, K.O. STETTER, P.M.H. KRONECK, U. ERMLER

Structure of Adenylylsulfate Reductase from the Hyperthermophilic *Archaeoglobus fulgidus* at 1.6 Å Resolution.  
Zur Veröffentl.

J. HARMS, F. SCHLÜNZEN, R. ZARIVACH, A. BASHAN, S. GAT, I. AGMON, H. BARTELS, F. FRANCESCHI, A. YONATH  
High Resolution Structure of the Large Ribosomal Subunit from a Mesophilic Eubacterium.  
Cell 107 (2001) 679

A. HARTMANN, D. RUJESCU, T. GIANNAKOUIROS, E. NIKOLAKAKI, M. GOEDERT, E.-M. MANDELKOW, Q. GAO, A. ANDREADIS, S. STAMM

Regulation of Alternative Splicing of Human Tau Exon 10 by Phosphorylation of Splicing Factors.  
Mol. Cell. Neurosci. 18 (2001) 80

S. LECLERC, M. GARNIER, R. HOESSEL, D. MARKO, J. BIBB, G. SNYDER, P. GREENGARD, J. BIERNAT, Y.Z. WU, E.-M. MANDELKOW, G. EISENBRAND, L. MEIJER

Indirubins Inhibit Glycogen Synthase Kinase-3 $\beta$  and CDK5/p25, two Protein Kinases Involved in Abnormal Tau Phosphorylation in Alzheimer's Disease – A Property Common to most CDK Inhibitors?  
J. Biol. Chem. 276 (2001) 251

J.J. MULLER, A. LAPKO, G. BOURENKOV, K. RUCKPAUL, U. HEINEMANN

Adrenodoxin Reductase – Adrenodoxin Complex Structure Suggests Electron Transfer Path in Steroid Biosynthesis.  
J. Biol. Chem. 276 (2001) 2786

M. PIOLETTI, F. SCHLÜNZEN, J. HARMS, R. ZARIVACH, M. GLÜHMANN, H. AVILA, A. BASHAN, H. BARTELS, T. AUERBACH, C. JACOBI, T. HARTSCH, A. YONATH, F. FRANCESCHI

Crystal Structures of Complexes of the Small Ribosomal Subunit with Tetracycline, Edeine and IF3.  
EMBO J. 20 (2001) 1829

F. SCHLÜNZEN, R. ZARIVACH, J. HARMS, A. BASHAN, A. TOCILJ, R. ALBRECHT, A. YONATH, F. FRANCESCHI  
Structural Basis for the Interaction of Antibiotics with the Peptidyl Transferase Centre in Eubacteria.  
Nature 413 (2001) 814

Y.-H. SONG, A. MARX, J. MÜLLER, G. WOEHLKE, M. SCHLIWA, A. KREBS, A. HOENGER, E. MANDELKOW  
Structure of a Fast Kinesin: Implications for the ATPase Mechanism and Interactions with Microtubules.  
EMBO J. 20 (2001) 6213

M. THORMÄHLEN, J. MÜLLER, E. MANDELKOW  
Crystallization of Kinesin.

In: Methods in Molecular Biology, Vol. 164, Kinesin Protocols, I. Vernos (Ed.), Humana Press, Totowa (2001) 223

A. VILFAN, E. FREY, F. SCHWABL, M. THORMÄHLEN, Y.-H. SONG, E. MANDELKOW

Dynamics and Cooperativity of Microtubule Decoration by the Motor Protein Kinesin.  
J. Mol. Biol. 312 (2001) 1011

M. VON BERGEN, S. BARGHORN, L. LI, A. MARX, J. BIERNAT, E.-M. MANDELKOW, E. MANDELKOW

Mutations of Tau Protein in Frontotemporal Dementia Promote Aggregation of Paired Helical Filaments by Enhancing Local beta Structure.  
J. Biol. Chem. 276 (2001) 48165

M. VON BERGEN, J. BIERNAT, E.-M. MANDELKOW, E. MANDELKOW

A Hexapeptide Motif (306-VQIVYK-311) Forming beta Structure Induces the Aggregation of Tau Protein to Paired Helical Filaments.  
In: Alzheimer's Disease: Advances in Etiology, Pathogenesis, and Therapeutics, K. Iqbal et al. (Eds.), Wiley & Sons (2001) 631

M. WORBS, G.P. BOURENKOV, H.D. BARTUNIK, R. HUBER, M.C. WAHL

An Extended RNA Binding Surface through Arrayed S1 and KH Domains in Transcription Factor NusA.  
Mol. Cell 7 (2001) 1177

**Dissertationen**

S. BARGHORN

In vitro Analyse der biochemischen und strukturellen Auswirkungen von Mutationen im Tau-Protein bei frontotemporalen Demenzen: Implikationen für die Alzheimer-Krankheit.  
Univ. Hamburg/D (2001)

M. GLÜHMANN

Untersuchungen zur optimalen Phasierung bei der kristallographischen Strukturbestimmung der kleinen ribosomalen Untereinheit von *Thermus thermophilus*.  
Univ. Hamburg/D (2001)

A. TOCILJ

The Crystal Structure of the Small Ribosomal Subunit from *Thermus thermophilus*.  
Univ. Jena/D (2001)

**FE****Veröffentlichungen**

S. HILLERT, R. ISCHEBECK, U.C. MÜLLER, S. ROTH, K. HANSEN, P. HOLL, S. KARSTENSEN, J. KEMMER, R. KLANNER, P. LECHNER, M. LEENEN, J.S.T. NG, P. SCHMÜSER, L. STRÜDER

Test Results on the Silicon Pixel Detector for the TTF-FEL Beam Trajectory Monitor.  
Nucl. Instrum. Methods A458 (2001) 710

M. REINECKE, K. HANSEN

A 2.488 Gbit/s Optical Link for Fast and Reliable Data Readout and Acquisition.  
Nucl. Instrum. Methods A465 (2001) 606

**Veröffentlichte Vorträge**

P. KAPPEN, L. TRÖGER, K. HANSEN, C. RECKLEBEN, P. LECHNER, G. MATERLIK

Spatial Characterization of Monolithic Multi-Element Silicon-Drift-Detectors for X-Ray Spectroscopic Applications.  
Proc. of the 7th Int. Conf. on Synchr. Radiat. Instrum. (SRI-2000), Berlin/D (2000) (Nucl. Instrum. Methods A467-468 (2001) 1163)

M. REINECKE, K. HANSEN

Advanced 3b4b Channel Coding for Low Error-Rate Optical Links at 2.488 Gbit/s.  
Proc. of the IEEE Int. Conf. on Inform. Technol.: Coding and Comput. (ITCC 2001), Las Vegas/USA (2001) 524

**DESY Zeuthen****Veröffentlichungen**

ALPHA COLLABORATION

A. BODE et al.

First Results on the Running Coupling in QCD with Two Massless Flavors.  
Phys. Lett. B515 (2001) 49 und DESY 01-052, hep-lat/0105003

J. HEITGER et al.

The Schrödinger Functional Coupling in Quenched QCD at Low Energies.  
DESY 01-151

AMANDA COLLABORATION, J. AHRENS et al.

Observation of High-Energy Neutrinos Using Cerenkov Detectors Embedded Deep in Antarctic Ice.  
Nature 410 (2001) 441

Search for Supernova Neutrino-Bursts with the AMANDA Detector.  
Astropart. Phys. 16 (2002) 345

APE COLLABORATION, R. ALFIERI et al.

ApeNEXT: A Multi-Tflops LQCD Computing Project.  
hep-lat/0102011

BAIKAL COLLABORATION, V. BALKANOV et al.

Messung der Ausbreitungsgeschwindigkeit von Lichtsignalen im Wasservolumen um das Baikal Neutrinoteleskop. (Russisch)  
Moscow INR-1061

THE LEP COLLABORATIONS et al.

Combined Results on b-Hadron Production Rates and Decay Properties.  
CERN-EP/2001-050

A Combination of Preliminary Electroweak Measurements and Constraints on the Standard Model.  
CERN-EP/2001-021, hep-ex/0103048

L3 COLLABORATION

M. ACCIARI et al.

Measurement of the  $\tau$  Branching Fractions into Leptons.  
Phys. Lett. B507 (2001) 47 und CERN-EP-2001-007

Study of the  $e^+e^- \rightarrow Z\gamma\gamma \rightarrow q\bar{q}\gamma\gamma$  Process at LEP.  
Phys. Lett. B505 (2001) 47 und CERN-EP-2001-008

Total Cross Section in  $\gamma\gamma$  Collisions at LEP.

Phys. Lett. B519 (2001) 33 und CERN-EP-2001-012

P. ACHARD et al.

Search for Heavy Isosinglet Neutrino in  $e^+e^-$  Annihilation at LEP.  
Phys. Lett. B517 (2001) 67 und CERN-EP-2001-045

- Search for Heavy Neutral and Charged Leptons in  $e^+e^-$  Annihilation at LEP.  
Phys. Lett. B517 (2001) 75 und CERN-EP-2001-046
- Standard Model Higgs Boson with the L3 Experiment at LEP.  
Phys. Lett. B517 (2001) 319 und CERN-EP-2001-049
- Measurement of the Topological Branching Fractions of the  $\tau$  Lepton at LEP.  
Phys. Lett. B519 (2001) 189 und CERN-EP-2001-054
- Bose-Einstein Correlations of Neutral and Charged Pions in Hadronic Z Decays.  
Phys. Lett. B524 (2002) 55 und CERN-EP-2001-063
- Inclusive  $\pi^0$  and  $K_S^0$  Production in Two-Photon Collisions at LEP.  
Phys. Lett. B524 (2002) 44 und CERN-EP-2001-065
- Measurement of the Charged-Particle Multiplicity and Inclusive Momentum Distributions in Z Decays at LEP.  
CERN-EP-2001-072, zur Veröffentl. in Phys. Lett. B
- Search for R-parity Violating Decays of Supersymmetric Particles in  $e^+e^-$  Collisions at LEP.  
Phys. Lett. B524 (2002) 65 und CERN-EP-2001-068
- $f_1(1285)$  Formation in Two-Photon Collisions at LEP.  
Phys. Lett. B526 (2002) 269 und CERN-EP-2001-073
- Double-Tag Events in Two-Photon Collisions at LEP.  
CERN-EP-2001-075, zur Veröffentl. in Phys. Lett. B
- Study of the  $W^+W^-\gamma$  Process and Limits on Anomalous Quartic Gauge Boson Couplings at LEP.  
Phys. Lett. B527 (2002) 29 und CERN-EP-2001-080
- O. ADRIANI et al.  
The L3+C Detector – A Unique Tool-Set to Study Cosmic Rays.  
zur Veröffentl. in Nucl. Instrum. Methods A
- QCDSF and UKQCD COLLABORATIONS, S. BOOTH et al.  
Determination of  $\Lambda_{\overline{MS}}$  from Quenched and  $N_F = 2$  Dynamical QCD.  
DESY 01-035, hep-lat/0103023
- QCDSF, UKQCD and LHPC COLLABORATIONS,  
M. GOCKELER et al.  
Negative Parity Baryon Masses Using an  $O(a)$  Improved Fermion Action.  
DESY 01-084, hep-lat/0106022
- N. AGABABYAN et al.  
A Study of Cumulative Proton Production Mechanisms in Neutrino-Nucleus Interactions.  
IHEP 2001-29, zur Veröffentl. in Phys. At. Nucl.
- J. AGUILAR-SAAVEDRA, T. RIEMANN  
Probing Top Flavor Changing Neutral Couplings at TESLA.  
In: ECFA/DESY TESLA Study 1998-2001 (DESY 01-123F) und LC-TH 2001-067, hep-ph/0102197
- G. ALEXANDER, I. COHEN  
Møller Scattering Polarimetry for High Energy  $e^+e^-$  Linear Colliders.  
Zur Veröffentl. in Nucl. Instrum. Methods
- M. ANSELMINO et al.  
TESLA Technical Design Report, Part VI, Appendix 3: TESLA-N: Electron Scattering with Polarized Targets at TESLA.  
DESY 01-011-Pt.4-A3 und DESY 00-160, hep-ph/0011299
- E.C. ASCHENAUER et al.  
Alpha-Cluster Knockout in the  $^{16}\text{O}(e,e'\alpha)^{12}\text{C}$  Reaction.  
Phys. Lett. B513 (2001) 258
- D. BARDIN et al.  
Predictions for  $\bar{\nu}\nu\gamma$  Production at LEP.  
DESY 01-005, hep-ph/0110371, zur Veröffentl. in Eur. J. Phys. C
- J. BLÜMLEIN  
On the Anomalous Dimension of the Transversity Distribution  $h_1(x, Q^2)$ .  
Eur. Phys. J. C20 (2001) 683 und DESY 01-032, hep-ph/0104099
- J. BLÜMLEIN, A. KRYUKOV  
Leptoquark Pair Production in  $\gamma\gamma$  Scattering: Threshold Resummation.  
Nucl. Instrum. Methods A472 (2001) 243
- J. BLÜMLEIN, D. ROBASCHIK  
Scaling Violations of Diffractive Structure Functions: Operator Approach.  
Phys. Lett. B517 (2001) 222 und DESY 01-072, hep-ph/0106037
- J. BLÜMLEIN et al.  
Twist-4 Gluon Recombination Corrections for Deep Inelastic Structure Functions.  
Phys. Lett. B504 (2001) 235 und DESY 01-007, hep-ph/0102025
- On the Structure of the Virtual Compton Amplitude with Additional Final-State Meson in the Extended Bjorken Region.  
NTZ 11/2001 und DESY 01-108, hep-ph/0108095
- A.A. BOGDANOV et al.  
The Use of a Reaction of Inclusive  $\pi^0$  Meson Production for Measuring the Polarization of Accelerator and Collider Beams.  
Instrum. Exp. Tech. 44 (2001) 311
- E. BOOS et al.  
Measuring the Higgs Branching Fraction into two Photons at Future Linear  $e^+e^-$  Colliders.  
Eur. Phys. J. C19 (2001) 455 und DESY 00-162, LC-PHSM-2000-053
- Single Top Production in  $e^+e^-$ ,  $e^-e^-$ ,  $\gamma e^-$  and  $\gamma\gamma$  Collisions.  
Eur. Phys. J. C21 (2001) 81 und DESY 01-049, hep-ph/0104279
- M. CAMPOSTRINI et al.  
Critical Exponents and Equation of State of the Three-Dimensional Heisenberg Universality Class.  
DESY 01-154, cond-mat/0110336
- M. CASELLE, M. HASENBUSCH, A. PELISSETTO  
Irrelevant Operators in the Two-Dimensional Ising Model.  
DESY 01-074, cond-mat/0106372
- P.H. DAMGAARD et al.  
Finite-Size Scaling of Meson Propagators.  
DESY 01-205



- A.I. DAVYDYCHEV, M.Y. KALMYKOV  
New Results for the  $\epsilon$ -Expansion of Certain One-, Two- and Three-Loop Feynman Diagrams.  
Nucl. Phys. B 605 (2001) 266
- C. FORD, G. JORJADZE, G. WEIGT  
Causal Poisson Brackets of the SL(2,R) WZNW Model and its Coset Theories.  
Phys. Lett. B514 (2001) 413 und hep-th/0106060
- M. GÖCKELER et al.  
A Lattice Calculation of the Nucleon's Spin Dependent Structure Function  $g_2$  Revisited.  
Phys. Rev. D63 (2001) 074506 und hep-lat/0011091
- M. HASENBUSCH  
Speeding up the Hybrid Monte Carlo Algorithm for Dynamical Fermions.  
Phys. Lett. B519 (2001) 177 und DESY 01-103, hep-lat/0107019
- P. HERNANDEZ et al.  
Nonperturbative Renormalization of the Quark Condensate in Ginsparg-Wilson Regularizations.  
JHEP 0107 (2001) 18 und DESY 01-083, hep-lat/0106011
- A. HÖFER, J. GLUZA, F. JEGERLEHNER  
Pion Pair Production with Higher order Radiative Corrections in Low Energy  $e^+e^-$  Collisions.  
DESY 00-163, hep-ph/0107154, zur Veröffentl. in Eur. Phys. J. C
- F. JEGERLEHNER  
The Effective Fine Structure Constant at TESLA Energies.  
DESY 01-029, hep-ph/0105283
- Hadronic Contributions to the Photon Vacuum Polarization and their Role in Precision Physics.  
DESY 01-028, hep-ph/0104304
- F. JEGERLEHNER, M.Y. KALMYKOV, O. VERETIN  
 $\overline{MS}$  vs. Pole Masses of Gauge Bosons: Electroweak Bosonic Two-Loop Corrections.  
DESY 01-067, hep-ph/0105304, zur Veröffentl. in Nucl. Phys. B
- F. JEGERLEHNER, K. KOŁODZIEJ  
Fermion Mass Effects in Results for all Reactions  $e^+e^- \rightarrow 4f, 4f\gamma$  with Nonzero Fermion Masses.  
DESY 01-143, hep-ph/0109290, zur Veröffentl. in Eur. Phys. J. C
- G. JORJADZE, G. WEIGT  
Poisson Structures and Moyal Quantisation of the Liouville Theory.  
Nucl. Phys. B619 (2001) 232 und hep-th/0105306
- F. KARSCH et al.  
A Lattice Calculation of Thermal Dilepton Rates.  
DESY 01-175, hep-lat/0110208
- H. KAWAMURA et al.  
Revisiting  $W\gamma$  Production at RHIC.  
DESY 01-098, hep-ph/0108011
- B Meson Light-Cone Distribution Amplitudes in the Heavy Quark Limit.  
Phys. Lett. B523 (2001) 111 und DESY 01-135, hep-ph/0109181
- V.A. KOROTKOV, W.-D. NOWAK  
Future Measurements of Deeply Virtual Compton Scattering.  
DESY 01-109, hep-ph/0108077, zur Veröffentl. in Eur. J. Phys. C
- E.E. KOSTOLEVA et al.  
Messung der Impulsform des Cherenkovlichts von Luftschauern mit der TUNKA-Anlage. (Russisch)  
Mitteilungen der Russ. Akad. Wiss. (2001) UDK 531.591.15
- T.G. KOVACS  
The Topological Susceptibility with Dynamical Overlap Fermions.  
DESY 01-211, hep-lat/0111021
- T.G. KOVACS, E.T. TOMBOULIS  
Vortex Waistlines and Vortex Gas.  
DESY 01-210, hep-lat/0110123
- Vortex Waistlines and Long Range Fluctuations.  
DESY 01-208, hep-lat/0108017
- M. KOWALSKI  
Tracing Tau-Neutrinos from WIMP Annihilation.  
Phys. Lett. B511 (2001) 119 und DESY 00-125
- M. KURTH, R. SOMMER  
Heavy Quark Effective Theory at One-Loop Order: An Explicit Example.  
DESY 01-111, zur Veröffentl. in Nucl. Phys. B
- S. NECCO, R. SOMMER  
The  $N_f = 0$  Heavy Quark Potential from Short to Intermediate Distances.  
Nucl. Phys. B622 (2002) 328 und DESY 01-095
- Testing Perturbation Theory on the  $N_f = 0$  Static Quark Potential.  
Phys. Lett. B523 (2001) 135 und DESY 01-096
- C. SPIERING  
Neutrinojagd im ewigen Eis.  
In: Sieben Hügel – Bilder und Zeichen des 21. Jahrhunderts, Vol.1, Henschel-Verlag, Berlin/D (2000) 41
- Neutrinos – unsichtbare Himmelsboten.  
In: ... und er würfelt doch! H. Müller-Krumbhaar, H.F. Wagner (Hrsg.), Wiley-VCH Berlin (2001) 206

#### Veröffentlichte Vorträge

**Proc. of the 19th Int. Symposium on Lattice Field Theory (Lattice 2001), Berlin/D (2001)**  
(Nucl. Phys. B, Proc. Suppl. 106/107 (2002))

#### APE COLLABORATION

A. BARTOLONI et al.  
Status of APEmille.  
hep-lat/0110153

F. BODIN et al.  
The ApeNEXT Project.  
hep-lat/0110197

QCDSF COLLABORATION

S. CAPITANI et al.  
Progress Towards a Lattice Determination of (Moments of) Nucleon Structure Functions.  
hep-lat/0111012

M. GÖCKELER et al.  
The Spin Structure of the Lambda Hyperon in Quenched Lattice QCD.  
DESY 01-144, hep-lat/0110057

F. BERRUTO et al.  
A Simulation of the 't Hooft Model at Finite  $N(c)$  with the Overlap Dirac Operator.  
DESY 01-177, hep-lat/0110079

S. BOOTH et al.  
The Strong Coupling Constant from Lattice QCD with  $N(F) = 2$  Dynamical Quarks.  
DESY 01-170, hep-lat/0111006

V. BORNYAKOV, M. MÜLLER-PREUSSKER  
Continuum Limit in Abelian Projected  $SU(2)$  Lattice Gauge Theory.  
DESY 01-161, hep-lat/0110209

V. BORNYAKOV, G. SCHIERHOLZ, T. STREUER  
Glueball and Gluelump Spectrum in Abelian Projected QCD.  
Berlin/D (2001)

V. BORNYAKOV et al.  
On the Dynamics of Color Magnetic Monopoles in Full QCD.  
DESY 01-171

M. CASELLE et al.  
Bound States in the 3-D Ising Model and Implications for QCD at Finite Temperature and Density.  
DESY 01-156, hep-lat/0110160

P.H. DAMGAARD et al.  
Finite Volume Meson Propagators in Quenched Chiral Perturbation Theory.  
DESY 01-163, hep-lat/0110170

L. GIUSTI, C. HÖLBING, C. REBBI  
Quenched Results for Light Quark Physics with Overlap Fermions.  
hep-lat/0110184

M. HASENBUSCH, K. JANSEN  
Speeding up the Hybrid Monte Carlo Algorithm for Dynamical Fermions.  
DESY 01-155, hep-lat/0110180

M. HASENBUSCH et al.  
Nonstandard Cutoff Effects in the Nonlinear Sigma Model.  
DESY 01-193, hep-lat/0110202

J. HEITGER, R. SOMMER  
A Strategy to Compute the b-Quark Mass with Non-Perturbative Accuracy.  
DESY 01-140

R. HORSLEY, P.E.L. RAKOW, G. SCHIERHOLZ  
Separating Perturbative and Nonperturbative Contributions to the Plaquette.  
hep-lat/0110210

R. HORSLEY et al.  
Low-Lying Fermion Modes of  $N_f = 2$  Improved Wilson Fermions.  
hep-lat/0111030

T.G. KOVACS  
Unquenching the Topological Susceptibility with an Overlap Action.  
DESY 01-209, hep-lat/0109037

S. NECCO  
The  $N_f = 0$  Heavy Quark Potential and Perturbation Theory.  
DESY 01-150

P. PETRECZKY et al.  
Temporal Quark and Gluon Propagators: Measuring the Quasi-particle Masses.  
hep-lat/0110111

I. WETZORKE et al.  
Meson Spectral Functions at Finite Temperature.  
hep-lat/0110132

**Proc. of the 27th Int. Cosmic Ray Conf. (ICRC2001), Hamburg/D (2001)**

AMANDA COLLABORATION

S. BARWICK et al.  
Scientific Potential of the AMANDA-II High Energy Neutrino Detector.

D. COWEN, K. HANSON et al.  
Time Calibration of the AMANDA Neutrino Telescope with Cosmic Ray Muons.

R. HARDKE, G. BAROUCH et al.  
The AMANDA Search for High Energy Neutrinos from Gamma-Ray Bursts.

G. HILL, M. LEUTHOLD et al.  
Search for a Diffuse Flux from Sources of High Energy Neutrinos with AMANDA.

S. HUNDERTMARK et al.  
Search for UHE Neutrinos in AMANDA.

T. NEUNHÖFFER et al.  
Supernova Neutrino-Burst Search with the AMANDA Detector.

P. NIESSEN et al.  
Search for Relativistic Magnetic Monopoles with the AMANDA Neutrino Telescope.

I. TABOADA, M. KOWALSKI et al.  
Search for Cascade-Like Events in the AMANDA-B10 Detector.

C. WIEBUSCH et al.  
Observation of High Energy Atmospheric Neutrinos with AMANDA.

- R. WISCHNEWSKI et al.  
The Performance of the AMANDA-II 19 String Array.
- BAIKAL COLLABORATION, V. BALKANOV et al.  
The Lake Baikal Neutrino Telescope.
- A Search for High Energy Neutrinos with the Baikal Neutrino Telescope NT-20.
- L3 COLLABORATION
- L. DING  
Search for Possible Enhancement in the Flux of High Energy Muons Due to the Solar Flare of 14 July 2000 with the L3+C Muon Spectrometer.
- P. LE COULTRE  
Momentum Dependence of the Vertical Muon Flux and Charge Ratio Measured by the L3+Cosmics Experiment.
- S. TONWAR  
Variations in Cosmic Ray Intensity Observed with the L3+Cosmics Air Shower Detector and the Intense Solar Flare on 14 July 2000.
- H. WILKENS  
Observations of High Energy Muons Associated with Air Showers with the L3-Muon Spectrometer.
- ICECUBE COLLABORATION
- A. GOLDSCHMIDT et al.  
The ICECUBE Detector.
- M. LEUTHOLD, H. WISSING et al.  
Performance Studies for ICECUBE.
- C. SPIERING et al.  
Science Potential of the ICECUBE Detector.
- SPASE COLLABORATION, X. BAI et al.  
Calibration and Survey of AMANDA with SPASE.
- N. BUDNEV et al.  
The TUNKA EAS Cherenkov Array-Status 2001.
- AMANDA COLLABORATION
- J. EDSJOE et al.  
WIMP Search with AMANDA-B10.  
Proc. of the 3th Int. Workshop on Dark Matter, York/GB und astro-ph/0012285
- A. KARLE et al.  
Results from AMANDA.  
Proc. of the 9th Int. Workshop on Neutrino Telescopes, Venice/I (2001)
- M. KOWALSKI et al.  
Physics Results from the AMANDA Neutrino Detector.  
Proc. of the Int. Europhys. Conf. on High Energy Physics, Budapest/H (2001) (JHEP)
- M. LEUTHOLD et al.  
Search for High Energy Neutrinos with the AMANDA-B10 Detector.  
Proc. of the NANPino Conf., Dubna/RUS (2001)
- W. RHODE et al.  
Status of the AMANDA Neutrino Telescope: Monopoles and WIMPs.  
Proc. of the Workshop on Dark Matter in Astro and Particle Physics, Heidelberg/D (2000) 699
- C. SPIERING et al.  
Particle Astrophysics with the AMANDA Neutrino Telescope.  
Quantum Theory Centenary: Symposium 4, Berlin/D (2000) (Ann. Phys. 10 (2001) 131)
- BAIKAL COLLABORATION, V. BALKANOV et al.  
The Baikal Neutrino Project: Status Report.  
Proc. of the 19th Int. Conf. on Neutrino Physics and Astrophysics, Sudbury/CAN (2000) (Nucl. Phys. B (Proc.Suppl.) 91 (2001) 438)  
Proc. of the Int. Conf. on Dark Matter (DARK 2000), Heidelberg/D (2000) 707
- A Search for Very High Neutrinos with the Baikal Neutrino Telescope.  
Proc. of the 9th Int. Workshop on Neutrino Telescopes, Venice/I (2001)
- APE COLLABORATION, F. BODIN et al.  
APE Computers – Past, Present and Future.  
CCP2001, Aachen/D (2001), (Comput. Phys. Commun.)
- L3 COLLABORATION, R. NAHNHAUER  
Recent Results from L3+Cosmics at CERN.  
Proc. of the Conf. on Topics in Astropart. and Underground Phys. (TAUP 2001), Gran Sasso/I (2001) (Nucl. Phys. B, Proc. Suppl.)
- QCDSF and UKQCD COLLABORATIONS
- R. HORSLEY  
Determining  $g(A)$  Using Nonperturbatively  $O(a)$  Improved Wilson Fermions.  
Proc of the 18th International Symposium on Lattice Field Theory (Lattice 2000), Bangalore/IND (2000) (Nucl. Phys. B, Proc. Suppl. 94 (2001) 307) und DESY-00-153, hep-lat/0010059
- D. PLEITER  
Light Quark Masses for Dynamical, Nonperturbatively  $O(a)$  Improved Wilson Fermions.  
Proc of the 18th Int. Sympos. on Lattice Field Theory (Lattice 2000), Bangalore/IND (2000) (Nucl. Phys. B, Proc. Suppl. 94 (2001) 265) und DESY-00-152, hep-lat/0010063
- R. ASSMANN et al.  
Overview of the CLIC Collimation Design.  
Proc. of the Part. Accel. Conf. (PAC 2001), Chicago/USA (2001)
- J. BAEHR et al.  
Diagnostic for the Photo Injector Test Facility at DESY Zeuthen.  
5th Europ. Workshop on Diagnostics and Beam Instrum., Grenoble/F (2001)

- M. BATTAGLIA et al.  
Probing New Scales at an  $e^+e^-$  Linear Collider.  
Proc. of the APS/DPF/DPB Summer Study on the Future of Particle Physics, Snowmass/USA (2001)
- K. BERKHAN et al.  
Observations on Cathode Aging (Malter-Effect) in Honeycomb Drift Chambers under High Irradiation Load.  
Proc. of the Int. Workshop on Aging Phenomena in Gaseous Detectors, Hamburg/D (2001)
- J. BLÜMLEIN  
Precision of Electro-Weak Couplings of Scalar Leptoquarks at TESLA.  
DESY 01-123F 1209
- J. BLÜMLEIN, H. BÖTTCHER  
QCD Analysis of Polarized Deep Inelastic Scattering Data.  
Proc. of the 9th Int. Conf. on Deep Inelastic Scattering and QCD (DIS2001), Bologna/I (2001)  
Proc. of the Int. Conf. on QCD: Theory and Experiment, Martina Franca/I (2001) und DESY 01-107, hep-ph/0107317
- J. BLÜMLEIN, V. RAVINDRAN, W.L. VAN NEERVEN  
The Drell-Yan-Levy Relation:  $e p$  vs  $e^+e^-$  Scattering to  $O(\alpha_s^2)$ .  
Proc. of the 5th Int. Sympos. on Radiative Corrections (RADCOR 2000), Carmel/USA (2000) und DESY 01-004, hep-ph/0101235
- J. BLÜMLEIN, D. ROBASCHIK  
On the Scaling Violations of Diffractive Structure Functions: Operator Approach.  
Proc. of the Int. Europhys. Conf. on High Energy Physics, Budapest/H (2001) (JHEP)
- J. BLÜMLEIN et al.  
Twist-4 Gluon Recombination Corrections for Deep Inelastic Structure Functions.  
Proc. of the 9th Int. Conf. on Deep Inelastic Scattering and QCD (DIS2001), Bologna/I (2001)
- H. BÖTTCHER  
QCD Analysis of Polarized Structure Functions.  
Proc. of the Int. Conf. on QCD: Theory and Experiment, Martina Franca/I (2001)  
Proc. of the Topical Workshop on Transverse Spin Physics, DESY Zeuthen/D (2001)  
Proc. of the 4th EC Network Meeting on QCD and the Deep Structure of Elementary Particles (QCDNET2001), Weimar/D (2001)
- V. BORNIAKOV, A. HOFERICHTER, G. SCHIERHOLZ  
Is the Chiral  $U(1)$  Theory Trivial?  
Proc. of the 18th Int. Sympos. on Lattice Field Theory (Lattice2000), Bangalore/IND (2000) (Nucl. Phys. B, Proc. Suppl. 94 (2001) 773) und DESY-00-161, hep-lat/0011063
- I. BOZOVIC-JELISAVCIC et al.  
Charged Particle Tracking in the Forward Region of the TESLA Detector. (Abstract)  
Book of Abstracts of the Yugoslav Conf. on Nucl. and Part. Phys. (YUNFEC01), Studenica/YU (2001)
- S. CAPITANI et al.  
Four Quark Operators in Hadrons.  
Proc. of the 18th Int. Sympos. on Lattice Field Theory (Lattice 2000), Bangalore/IND (2000) (Nucl. Phys. B, Proc. Suppl. 94 (2001) 299) und DESY 00-144, hep-lat/0010043
- R.S. CHIVUKULA, C. HÖLBLING  
Limits on the Mass of a Composite Higgs Boson: An Update.  
Proc. of the APS/DPF/DPB Summer Study on the Future of Particle Physics, Snowmass/USA (2001) und DESY 01-176, hep-ph/0110214
- D. ECKSTEIN  
A New Measurement of the Deep Inelastic Scattering Cross Section and of  $F_L$  at Low  $Q^2$  and Bjorken  $x$  at HERA.  
Proc. of the 9th Int. Conf. on Deep Inelastic Scattering and QCD (DIS2001), Bologna/I (2001)
- J. ERLER et al.  
Positron Polarisation and Low Energy Running at a Linear Collider.  
Proc. of the APS/DPF/DPB Summer Study on the Future of Particle Physics, Snowmass/USA (2001) und hep-ph/0112070
- M. GÖCKELER et al.  
Nucleon Form-Factors and Structure Functions from Lattice QCD.  
Workshop on Lepton Scattering, Hadrons and QCD, Adelaide/AUS (2001) und DESY 01-110, hep-ph/0108105
- The Vacuum Polarization: Power Corrections beyond OPE?  
Proc. of the 18th Int. Sympos. on Lattice Field Theory (Lattice 2000), Bangalore/IND (2000) (Nucl. Phys. B, Proc. Suppl. 94 (2001) 571) und hep-lat/0012010
- J. HERNANDEZ  
The HERA-B Data Acquisition System.  
Proc. of the 12th IEEE Real Time Congress on Nuclear and Plasma Sciences, Valencia/E (2001)
- PC Farms for Triggering and Online Reconstruction at HERA-B.  
Proc. of the Int. Conf. on Computing in High-Energy and Nuclear Physics (CHEP'01), Beijing/PRC (2001) 106
- P. HERNANDEZ, K. JANSEN, L. LELLOUCH  
From Enemies to Friends: Chiral Symmetry on the Lattice.  
NIC Sympos. Jülich/D (2001), DESY 01-204
- K. JANSEN et al.  
APE-Tflops Computers for Theoretical Particle Physics.  
Proc. of the Int. Conf. on Computing in High-Energy and Nuclear Physics (CHEP'01), Beijing/PRC (2001) 106
- U. KATZ et al.  
The THERA Book.  
2nd ECFA/DESY Study 1998-2001, DESY 01-123F, vol. 4
- M. KLEIN  
Future Deep Inelastic Scattering Physics with HERA and THERA.  
Proc. of the 9th Int. Conf. on Deep Inelastic Scattering and QCD (DIS2001), Bologna/I (2001)
- Future Low  $x$  Physics and Facilities.  
Proc. of the 31st Int. Sympos. on Multiparticle Physics, Datong/PRC (2001) und hep-ex/0112333



H. KOLANOSKI

Summary of Session 3: Materials and Gases.  
Proc. of the Int. Workshop on Aging Phenomena in Gaseous Detectors, Hamburg/D (2001)

H. LEICH et al.

A New Interlock Design for the TESLA RF System.  
Proc. of the Int. Conf. on Computing in High-Energy and Nuclear Physics (CHEP'01), Beijing/PRC (2001) 106

G. MEDIN

Tracking in a High Rate Environment.  
Proc. of the 8th Adriatic Meeting, Central Europ. Sympos. on Part. Phys. in the New Millennium, Dubrovnik/HR (2001)

K. MÖNIG

Polarisation Measurement Using Annihilation Data at a Linear Collider.  
The TESLA Detector.  
Proc. of the APS/DPF/DPB Summer Study on the Future of Particle Physics, Snowmass/USA (2001) und hep-ex/0111015

The Physics Goals of the TESLA Project.

Proc. of the 7th Topical Seminar on the Legacy of LEP and SLC, Siena/I (2001) und hep-ex/011201

W.-D. NOWAK

The Momentum and Spin Structure of the Nucleon: A Challenge for Several Generations of Experiments.  
RIKEN Winter School, Yuzawa/J (2000)  
Proc. of the RIKEN BNL Res. Cent. Workshop, Vol.35, Upton/USA (2001)

K.A. OGANESSYAN et al.

Single Spin Asymmetries in Semi-Inclusive Electroproduction: Access to Transversity.  
Proc. of 2nd EPIC Workshop on Phys. with an Electron Pol. Light-Ion Collider, Cambridge/USA (2000), (AIP Conf. Proc. 588)

S. RIEMANN

Search for Exotic Physics with Four Fermion Coupling at LEP.  
Proc. of the 36th Rencontres de Moriond: QCD and Hadronic Int., Les Arcs/F (2001) und DESY 01-069, hep-ex/0105079

T. SCHMIDT et al.

The Digital Analog-Optical Module – A Technology for the AMANDA Experiment at the South Pole.  
Proc. of the Int. Conf. on Computing in High-Energy and Nuclear Physics (CHEP'01), Beijing/PRC (2001) 570

A. SCHREINER et al.

Humidity Dependence of Anode Corrosion in HERA-B Outer Tracker Chambers with Ar/CF<sub>4</sub>/CO<sub>2</sub>.  
Proc. of the Int. Workshop on Aging Phenomena in Gaseous Detectors, Hamburg/D (2001)

A. SPIRIDONOV

Track Reconstruction in the High Rate Environment of the HERA-B Spectrometer.  
Proc. of the Int. Conf. on Computing in High-Energy and Nuclear Physics (CHEP'01), Beijing/PRC (2001)

I. TSURIN

A Silicon Pad Detector for Triggering on Backward Scattered Electrons.  
Proc. of the Int. Workshop Vertex 2001, Brunnen/CH (2001),

Q. ZHAO et al.

Design of the Bunch Length Measurement for the Photo Injector Test Facility at DESY Zeuthen.  
Proc. of the Part. Accel. Conf. (PAC 2001), Chicago/USA (2001)

F. ZIMMERMANN et al.

Final-Focus Schemes for CLIC at 3 TeV.  
Proc. of the Part. Accel. Conf. (PAC 2001), Chicago/USA (2001)

## Vorträge

### DPG Frühjahrstagung Teilchenphysik, Bonn/D (2001)

A. BIRON et al.

Punktquellensuche mit dem AMANDA-Neutrino-Teleskop.

I. BOZOVIC-JELISAVCIC,

Charged Particle Tracking in the Forward Region of the TESLA Detector.

M. GAUG et al.

Nachweis hochenergetischer atmosphärischer Neutrinos mit dem AMANDA-Teleskop.

M. KOWALKSI et al.

Suche nach kaskadenartigen Ereignissen im AMANDA-B10 Detektor.

Tau-Neutrinos von Neutralino-Annihilationen in der Sonne und der Erde.

A. KRÜGER

Messung von  $R_b$  bei LEP2 für  $\sqrt{s} = 192\text{--}208$  GeV.

T. LASTOVICKA

A Precision Measurement of the Inclusive DIS Cross Section at Low  $Q^2$ .

M. LEUTHOLD et al.

Suche nach hochenergetischen Neutrinos mit dem AMANDA-B10 Detektor.

M. UNGER

Messung atmosphärischer Myonen im L3+Cosmics Experiment.

C. WIEBUSCH et al.

Status des AMANDA Experiments.

H. WISSING et al.

Monte Carlo-Studien zum IceCube Detektor.

J. BLÜMLEIN

All Order Small  $x$  Contributions to the Radiative Corrections of Polarized Electron Scattering.  
Granada/E (2001)

Theory of Deep Inelastic Scattering: Recent Developments.

Prague/CZ (2001)  
MPI München/D (2001)

- Scaling Violations of Diffractive Structure Functions: Operator Approach.  
Cracow/PL (2001)  
Bad Honnef/D (2001)
- Classic Weimar: the Less Known Facts.  
4th EC Network Meeting on QCD and the Deep Structure of Elementary Particles (QCDNET2001), Weimar/D (2001)
- Introduction to Quantum Chromodynamics.  
Summer Student Programme, Zeuthen/D (2001)
- V. BORNIAKOV  
Abelian Monopoles in Lattice QCD with and without Dynamical Quarks.  
Workshop on the Physics of Colour Confinement at ECT, Trento/I (2001)
- Color Magnetic Monopoles in Lattice QCD with Dynamical Quarks.  
DESY Zeuthen/D (2001)
- I. BOZOVIC-JELISAVCIC  
Measurement of Anomalous TGC in  $\gamma\gamma$  Interactions.  
First Workshop of the Extended ECFA/DESY Study: Physics and Detectors for a 90 to 800 GeV Linear Collider, Cracow/PL (2001)
- T. CHIARAPPA  
Lattice Gauge Theory: Chiral Condensate in Low Dimensional Models.  
33. Herbstschule für Hochenergiephysik, Maria Laach/D (2001)
- M. GAUG  
AMANDA Event Reconstruction and Cut Extrapolation Methods.  
Post-ICRC Workshop on Neutrino Telescopes, Hamburg/D (2001)
- U. GENSCHE  
Forschung bei DESY Zeuthen.  
TU Cottbus/D (2000)
- Das AMANDA Experiment.  
Univ. Innsbruck/A (2001)
- Research at DESY.  
Univ. Tbilisi/GE (2001)
- The TESLA Project.  
Georgian Acad. Sci., Tbilisi/GE (2001)
- M. HASENBUSCH  
Eliminating Leading Corrections to Scaling in 3-Dimensional Spin Models.  
Univ. Leipzig/D (2001)
- The Three-Dimensional Ising and XY Universality Classes: High Precision Monte Carlo Results.  
Kolloquium, Univ. Köln/D (2001)
- R. HORSLEY  
Progress Report on the Determination of  $g_A$ ,  $f_\pi$ ,  $m_s$  ... Using Non-Perturbatively  $O(a)$  Improved Wilson Fermions.  
UKQCD Workshop, Edinburgh/GB (2000)
- Nucleon Structure Functions and Form Factors.  
Workshop on Algorithms, Phenomenology and Experiment, Glasgow/GB (2000)
- The Problem of Turbulence.  
Habitations-Kolloquium, Humboldt-Univ. Berlin/D (2001)
- The Structure of the Nucleon – A Lattice Approach.  
Univ. Edinburgh/GB (2001)
- K. JANSEN  
Structure Functions on the Lattice.  
Kolloquium, Univ. Graz/A (2000)
- Simulating Elementary Particles: A Challenge for Numerical Computations.  
NIC, FZ Jülich/D (2001)
- Chiral Symmetry and the Lattice: A New Alliance in Non-Perturbative Particle Physics.  
Kolloquium, FU Berlin/D (2001)
- Elementary Particle Physics.  
EPS Meeting, FZJ Jülich/D (2001)
- Activities of the NIC Research Group.  
WR Sitzung, Jülich/D (2001)
- Structure Functions: A Challenge for the Lattice.  
Workshop on Spin Structure Functions (2001)
- Quarks and the Lattice: New Concepts in Lattice Gauge Theories.  
Kolloquium, RWTH Aachen/D (2001)
- F. JEGERLEHNER  
Testing Non-Perturbative Strong Interaction Effects via the Adler Function: Theory and Applications.  
Univ. Bern/CH (2001)  
Univ. Heidelberg/D (2001)
- Radiative Corrections to Pion-Pair Production.  
EURODAPHNE Meeting, Marseille/F (2001)
- Hadronic Contributions to  $g-2$  and Precision Tests of the Standard Model.  
 $g-2$  Workshop, Univ. ROMA III, Rome/I (2001)  
CERN Geneva/CH (2001)
- Status Report on the Theoretical Error on the Hadronic Contribution to  $g-2$ .  
LNF-INFN Spring School, Frascati/I (2001)
- Do New Results from the BNL  $g-2$  Experiment Establish the Existence of Physics beyond the Standard Model?  
Univ. Zürich/CH (2001)  
IKP, FZ Jülich/D  
Univ. Dortmund/D (2001)
- The Loop-Verein: Progress Report.  
ECFA/DESY LCWS, Cracow/PL (2001)
- G. JORJADZE  
Symbol Calculus for Integrable Models.  
Univ. Mainz/D (2001)
- Poisson Structure and Moyal Quantisation of the Liouville Field Theory.  
Humboldt-Univ. Berlin/D (2001)
- Zero Mode Structure of the Liouville Theory.  
NRC Democritos, Athens/GR (2001)

- M. KLEIN, P. KOSTKA  
Detektoren in der Teilchenphysik.  
Humboldt-Univ. Berlin/D
- V.A. KOROTKOV, W.-D. NOWAK  
Projections for DVCS Measurements with Unpolarized and Polarized Targets.  
Int. Workshop on Generalized Parton Distributions, Bad Honnef/D (2001)
- T. KOVACS  
Instantons in Quantum Mechanics and QCD.  
Univ. of Pécs/H (2001)
- Fermion Actions and the Unquenched Topological Susceptibility.  
(Poster)  
11th Workshop on Lattice Field Theory, Dublin/IRL (2001)
- M. KOWALSKI, I. TABOADA  
Reconstruction of Cascade-Like Events and its Verification with Laser Data.  
Post-ICRC Workshop on Neutrino Telescopes, Hamburg/D (2001)
- W. LOHMANN  
Higgs Physics – From LEP to TESLA.  
Univ. Karlsruhe/D (2001)
- $e^+e^-$  Physics at LEP and a Future Linear Collider.  
Dubna Summer School for Particle Physics, Gomel/BY (2001)  
The Crucial Tests of the Electroweak Theory.  
DESY Summer Students Programme, Zeuthen/D (2001)
- Teilchenphysik im Überblick.  
Vortrag für Physiklehrer, Zeuthen/D (2001)
- Higgs Physics with the TESLA Linear Collider.  
Humboldt-Univ. Berlin/D (2001)
- Physics with the TESLA Linear Collider.  
Charles Univ. Prague/CZ (2001)
- G. MEDIN  
HERA-B Outer Tracker Calibration.  
Yugoslav Conf. on Nucl. and Part. Phys. (YUNFEC01), Studenica/YU (2001)
- K. MÖNIG  
Precision Measurements at a Linear Collider.  
Conf. on Higgs & Supersymmetry, Orsay/F (2001)
- TESLA: Mit einem Teilchenbeschleuniger zu den Bauplänen des Universums.  
Kolloquium, Berlin/D (2001)
- Precision Measurements at TESLA.  
Graduiertenkolleg der Berliner Univ. und der TU Dresden/D (2001)
- TESLA – The Superconducting Electron-Positron Linear Collider with an Integrated X-Ray Laser Laboratory.  
Kolloquium, Vinca Inst., Belgrade/YU (2001)
- Studies of Electroweak Symmetry Breaking with a Linear Collider.  
Kolloquium, Inst. Phys. Belgrade/YU  
PSI Villigen/CH (2001)
- Polarisation Measurement in 2f and WW.  
First Workshop of the Extended ECFA/DESY Study: Physics and Detectors for a 90 to 800 GeV Linear Collider, Cracow/ PL (2001)
- H. MOLKE  
First Results in Using Wave Functions in the QCD Schrödinger Functional.  
Maria Laach/D (2001)
- T. NAUMANN  
Introduction to Elementary Particle Physics.  
DESY Summer Students Programme, Zeuthen/D (2001)
- S. NECCO  
The  $N_f = 0$  Heavy Quark Potential and Perturbation Theory.  
Holzhau/D (2001)
- H. NOWAK  
Das TESLA Projekt des DESY.  
Deutsche Physikerinnentagung, Dresden/D (2001)
- W.-D. NOWAK  
TESLA-N, Polarized Electron-Nucleon Scattering at TESLA.  
NIKHEF, Amsterdam/NL (2000)
- Do We Understand the Spin Structure of the Nucleon?  
Humboldt-Univ. Berlin/D (2001)
- Prospects for Fixed-Target Electron (Positron) Nucleon Scattering at DESY.  
EuroConf. on Hadron Production with Electromagnetic Probes, Santorini/GR (2001)
- D. PLEITER  
Status Report on the Calculation of the Hadron Spectrum and the Light Quark Masses.  
Univ. Liverpool/GB (2001)
- Teraflop Computers for Lattice Gauge Theory.  
TU Chemnitz/D (2001)
- A. RASPEREZA  
Higgs beyond SM at L3.  
Conf. on Higgs & Supersymmetry, Orsay/F (2001)
- Higgs Searches at LEP.  
Zeuthen/D (2001)
- Searches for Neutral Higgs Bosons at LEP.  
Hamburg/D (2001)
- S. RIEMANN  
Hints for New Physics in Fermion Pair Production.  
First Workshop of the Extended ECFA/DESY Study, Cracow/PL (2001)
- T. RIEMANN  
Search for Lepton-Flavor Violation in Z-Decays at Giga-Z.  
Charles Univ. Prague/CZ (2001)
- G. SCHIERHOLZ  
Operator Product Expansion and Higher Twist.  
MPI München/D (2001)  
Univ. Regensburg/D (2001)

Is Chiral U(1) Trivial?  
Univ. Jena/D

Dynamics of the Vacuum in Quenched and Full QCD.  
MPI München/D (2001)

Lattice Hadron Phenomenology.  
FZJ Jülich/D (2001)  
Univ. Bonn/D (2001)

Hadronic Structure from Lattice QCD.  
Univ. Cairns/AUS (2001)  
Univ. Kyoto/J (2001)

S. SCHLENSTEDT  
Structure Function Measurements at the e p Collider HERA.  
Physics in e p Collisions VI, KEK Tsukuba/J (2001)

H. SIMMA  
Compute Engines for Lattice QCD.  
Joint Training Course, Algorithms, Actions and Computers, Wuppertal/D (2001)

R. SOMMER  
Quark Masses from Lattice QCD.  
CERN Geneva/CH (2001)  
Zürich/CH (2001)

Heavy Quarks on the Lattice and the Mass of the b-Quark.  
INT Seattle/USA (2001)

C. SPIERING  
Physics Capabilities of IceCube.  
Post-ICRC Workshop on Neutrino Telescopes, Hamburg/D (2001)

Neutrino Astrophysics with Large Underwater/Ice Cherenkov Arrays.  
Europ. Res. Conf. on Frontiers in Part. Astrophys., Lenggries/D (2001)

Neutrinosuche im Baikalsee.  
Baikal-Workshop der Heinrich-Böll-Stiftung, Berlin/D (2001)

Astroteilchenphysik – ein neues Grenzgebiet der Forschung.  
URANIA, Berlin/D (2001)

High Energy Neutrino Astrophysics.  
Univ. of Brussels/B (2001)

A. STAHL  
Results from Lumi-Cal from Zeuthen.  
Beam Polarization Measurement.  
First Workshop of the Extended ECFA/DESY, Study: Physics and Detectors for a 90 to 800 GeV Linear Collider, Cracow/PL (2001)

P. STEFFEN  
Pattern-Recognition in AMANDA.  
Post-ICRC Workshop on Neutrino Telescopes, Hamburg/D (2001)

M. WALTER  
The Outer Tracker System of the HERA-B Experiment.  
Vienna Conf. on Instrumentation, Wien/A (2001)

G. WEIGT  
The Genes of the SL(2,R) WZNW Theory in its Liouville and Black Hole Daughter Theories.  
13. Arbeitstr. „Theoretische Ansätze jenseits des Standardmodells“, Bad Honnef/D (2001)

The SL(2,R) WZNW Model and its Coset Theories.  
5th Workshop on CFT and Integrable Models, Bologna/I (2001)

A. WERTHENBACH  
Sudakov Logarithms in Electroweak Processes.  
CERN Geneva/CH (2001)  
Wisconsin Univ. Madison/USA (2001)  
Fermilab Batavia/USA (2001)  
Univ. Bochum/D (2001)

Towards Automatized Calculation of Multi-Loop Radiative Corrections.  
Pheno 2001 Sympos., Wisconsin Univ. Madison/USA (2001)

C. WIEBUSCH  
Recent Results from AMANDA.  
MPI München/D (2001)  
CERN Geneva/CH (2001)

R. WISCHNEWSKI  
High Energy Neutrino Telescope – First Physics Results.  
MPI Radioastron., Bonn/D (2001)

Neutrino-Astrophysik  
Volkssternwarte Bonn/D (2001)

Neutrino-Astrophysik – ein neues Forschungsgebiet.  
SPACE Week, Berlin/D (2001)

### Dissertationen

J. BIEBEL  
Predictions for the Search for Anomalous Couplings of Gauge Bosons and Leptons in  $e^+e^-$ -Scattering.  
Humboldt-Univ. Berlin/D (2001)  
DESY-THESIS-2001-030

D. ECKSTEIN  
Messung der Longitudinalen Strukturfunktion  $F_L(x, Q^2)$  mit dem HERA-Experiment H1.  
Humboldt-Univ. Berlin/D (2001)

M. LEUTHOLD  
Search for Cosmic High Energy Neutrinos with the AMANDA-B10 Detector.  
Humboldt-Univ. Berlin/D (2001)

P. NIESSEN  
Search for Relativistic Magnetic Monopoles with the AMANDA Detector.  
Humboldt-Univ. Berlin/D (2001)

O. STREICHER  
Entwicklung einer Methode zur Rekonstruktion der Energie von Myonen mit dem Baikal-Neutrinoobservatorium NT-96.  
Humboldt-Univ. Berlin/D (2001)  
DESY-THESIS-2001-023



**Diplomarbeiten**

M. GAUG

Detection of Atmospheric Muon Neutrinos with the AMANDA Neutrino Telescop.

Humboldt-Univ. Berlin/D (2000)

DESY-THESIS-2001-022

P. JUNG

Pion-Kaon Separation mit dem HERMES-RICH-Detektor.

Humboldt-Univ. Berlin/D (2000)

P. SUDHOFF

Systematische Untersuchungen an Optischen Modulen im AMANDA-Experiment.

Humboldt-Univ. Berlin/D (2001)

H. WISSING

Detection of Cosmic Muon Neutrinos with IceCube.

Humboldt-Univ. Berlin/D (2001)

**Interner Bericht**

J. BLÜMLEIN, W.-D. NOWAK, G. SCHNELL (Eds.)

Proceedings of the Topical Workshop on Transverse Spin Physics, Zeuthen, Germany, July 9-11, 2001. (Transparencies)

DESY Zeuthen 01-01

**Linear-Collider Notes**

H. BAUKE

Performance Studies for the TESLA Forward Tracking System with Different Layouts.

LC-DET-2001-078

M.T. DOVA, P. GARCIA-ABIA, W. LOHMANN

Determination of the Higgs Boson Spin with a Linear  $e^+e^-$  Collider.

LC-PHSM-2001-055

P. GARCIA, W. LOHMANN, A. RASPEREZA

Measurement of the Higgs Boson Mass and Cross Section with a Linear  $e^+e^-$  Collider.

LC-PHSM-2001-054

H. NOWAK, A. SOPCZAK

Study of Scalar Top Quarks in the Neutralino and Chargino Decay Channel: Addendum.

LC-PHSM-2000-026A

A. RASPEREZA

ZH  $\rightarrow$  qq  $W^+W^-$  Final States with Linear  $e^+e^-$  Collider.

LC-PHSM-2001-034

S. RIEMANN

Fermion-Pair Production at a Linear Collider – A Sensitive Tool for New Physics Searches.

LC-TH-2001-007

**M-Bereich****Veröffentlichungen**

V. AYVAZIAN et al.

Generation of GW-Level Radiation Pulses from a VUV Self-Amplified Spontaneous Emission Free-Electron Laser Operating in the Femtosecond Regime.

Zur Veröffentl. in Phys. Rev. Lett.

A New Powerful Source for Coherent VUV Radiation: Demonstration of Experimental Growth and Saturation at the TTF Free-Electron Laser.

Zur Veröffentl. in Nature

R. BACHER

PCs Gain Greater Importance in Particle Accelerator Control.

CERN Cour. 41 (2001) 3

W. BREFELD et al.

Study of Frequency Multiplication Process in Multistage HGHG FEL.

DESY 01-056

Generation of High Power Femtosecond Pulses by Sideband-Seeded X-Ray FEL.

DESY 01-063

R. BRINKMANN, K. FLÖTTMANN, J. ROSSBACH, P. SCHMÜSER, N. WALKER, H. WEISE (Eds.)

TESLA Technical Design Report, Part II: The Accelerator.

DESY 01-011-Pt. 2

B. FAATZ, A.A. FATEEV, J. FELDHAUS, J. KRZYWINSKI, J. PFLÜGER, J. ROSSBACH, E.L. SALDIN, E.A. SCHNEIDMILLER, M.V. YURKOV

Development of a Pump-Probe Facility with Sub-Picosecond Time Resolution Combining a High-Power Ultraviolet Regenerative FEL Amplifier and a Soft X-Ray SASE FEL.

Nucl. Instrum. Methods A475 (2001) 368

Development of a Pump-Probe Facility Combining a Far-Infrared Source with Laser-Like Characteristics and a VUV Free Electron Laser.

Nucl. Instrum. Methods A475 (2001) 363

J. FELDHAUS, T. MÖLLER, E.L. SALDIN, E.A. SCHNEIDMILLER, M.V. YURKOV

Pump-Probe Experiments in the Femtosecond Regime, Combining First and Third Harmonics of SASE FEL Radiation.

DESY 01-215

K. HEINEMANN, D.P. BARBER

Spin Transport, Spin Diffusion and Bloch Equations in Electron Storage Rings.

Nucl. Instrum. Methods A463 (2001) 62

Nucl. Instrum. Methods A469 (2001) 294 (Erratum)

G.H. HOFFSTAETTER

The Luminosity Upgrade of HERA.

ICFA Beam Dynamics Newslett. 24 (2001)

M. HÜNING, P. SCHMÜSER, H. SCHLARB, M. TIMM  
Measurements of Harmonic Wake Fields Excited by Rough Surfaces.

Zur Veröffentlichung in Phys. Rev. Lett.

M. HÜNING, H. SCHLARB, M. TIMM

Experimental Setup to Measure the Wakefields Excited by a Rough Surface.

Nucl. Instrum. Methods A445 (2000) 362

A. KAESTNER, F. LUDWIG, J. MENZEL et al.

YBa<sub>2</sub>Cu<sub>3</sub>O<sub>7</sub> Josephson Junctions on LaAlO<sub>3</sub> Bicrystals for Terahertz-Frequency Applications.

Appl. Phys. Lett. 77 (2000) 3057

H. MAIS

Summary Report – Quantum Fluctuations in Beam Dynamics.

DESY 01-025

M. MC ASHAN, R. WANZENBERG

RF Design of a Transverse Mode Cavity for Kaon Separation.

FERMILAB-TM-2144

C. PAGANI, E.L. SALDIN, E.A. SCHNEIDMILLER, M.V. YURKOV

VUV Lithography Based on SiC Reflective Optical Systems and SASE FEL Coherent Light Sources as a Natural Extension to Shorter Wavelengths of Present-Day Optical Lithography Technology.

DESY 01-179

Design Considerations of 10 KW-Scale Extreme Ultraviolet SASE FEL for Lithography.

Nucl. Instrum. Methods A463 (2001) 9

E.L. SALDIN, E.A. SCHNEIDMILLER, M.V. YURKOV

Longitudinal Phase Space Distortions in Magnetic Bunch Compressors.

DESY 01-129

FEL System for Gamma-Gamma Collider TESLA.

Nucl. Instrum. Methods A472 (2001) 94

#### Veröffentlichte Vorträge

**Proc. of the 18th Int. Conf. on High Energy Accel. (HEACC2001), Tsukuba/J (2001)**

K. BALEWSKI, H.-T. DUHME

Design and Test of a Fast Feedback System for Orbit Correction at TTF and the TESLA Linear Collider.

A. BEUNAS, G. FAILLON, S. CHORоба, A. GAMP

A High Efficiency Long Pulse Multi Beam Klystron for the TESLA Linear Collider.

G.H. HOFFSTAETTER, F. WILLEKE

Future HERA High Luminosity Performance. (Invited talk)

L. LILJE

Cavity R&D for TESLA. (Invited talk)

T. LIMBERG, P. PIOT

Longitudinal Phase Space Disruption in Magnetic Bunch Compressors.

C. PAGANI et al.

The TESLA Cryogenic Accelerator Modules.

B. PETERSEN, W.D. MÖLLER, B. SPARR, S. WOLFF

The TESLA Accelerator Module Test Facility.

H. QUACK, M. KAUSCHKE, C. HABERSTROH, H. LIERL,

B. PETERSEN, S. WOLFF

The TESLA Cryo-Plants.

S. WOLFF

The Cryogenic System of TESLA. (Invited Talk)

S. WOLFF, H. LIERL, B. PETERSEN, H. QUACK

The TESLA Cryogenic Distribution System.

**Proc. of the IEEE Part. Accel. Conf. (PAC2001), Chicago/ USA (2001)**

A. ASSMANN, H. BURKHARDT, S. FARTOUKH, J.-B. JEANNERET, J. PANCIN, S. REDAELLI, T. RISSELADA, F. ZIMMERMANN, H.-J. SCHREIBER

Overview of the CLIC Collimation Design.

V. AYVAZYAN, K. REHLICH, S.N. SIMROCK, N. STURM

Finite State Machine Implementation to Automate RF Operation at the TESLA Test Facility.

K. BALEWSKI, G.A. BLAIR, T. KAMPS, F. POIRIER, K. WITTENBURG

Simulation Studies and Background Measurements for a Laser Based Beam Size Monitor for the Future Linear Collider.

W. BEINHAUER, R. CEE, W. KOCH, M. KRASSILNIKOV, A. NOVOKHATSKI, S. RATSCHOW, T. WEILAND, P. CASTRO, S. SCHREIBER

Beam-Based Alignment of TTF RF-Gun Using V-Code.

Investigation of TTF Injector Alignment with the Simulation Code V.

L. BELLANTONI, H.T. EDWARDS, M. MC ASHAN, R. WANZENBERG

Design and Measurements of a Deflecting Mode Cavity for an RF Separator.

G.A. BLAIR et al.

Proposing a Laser Based Beam Size Monitor for the Future Linear Collider.

R. BRINKMANN, O. NAPOLY, D. SCHULTE

Beam-Beam Instability Driven by Wakefield Effects in Linear Colliders.

R. BRINKMANN, P. RAIMONDI, A. SERYI

Halo Reduction by Means of Non Linear Optical Elements in the NLC Final Focus System.

G. CIOVATI et al.

Superconducting Prototype Cavities for the Spallation Neutron Source (SNS) Project.

P. CZARAPATA, D. HARTILL, S. MYERS, S. PEGGS, N. PHINNEY, N. TOGE, F. WILLEKE, M. SERIO, C. ZHANG  
How to Commission, Operate and Maintain a Large Future Accelerator Complex from Far Remote Sites. (Invited Talk)

D. EDWARDS, H. EDWARDS, N. HOLTKAMP, S. NAGAITSEV, J. SANTUCCI, R. BRINKMANN, K. DESSLER, K. FLÖTTMANN, I. BOHNET, M. FERRARIO  
Status of Flat Electron Beam Production.

K. FLÖTTMANN, P. PIOT, M. FERRARIO, B. GRIGORYAN  
The TESLA X-Fel Injector.

W. HARTUNG, J.-P. CARNEIRO, D. EDWARDS, H. EDWARDS, D. FINLEY, M.J. FITCH, M. KUCHNIR, P. MICHELATO, D. SERTORE  
Studies of Photo-Emission and Field Emission in an RF Photo-Injector with a High Quantum Efficiency Photo-Cathode.

K. HONKAVAARA, P. PIOT, S. SCHREIBER, D. SERTORE  
Bunch Length Measurements at the TESLA Test Facility Using a Streak Camera.

M. HÜNING  
Recent Results from the TESLA Test Facility.

M. LIEPE, W.D. MÖLLER, S.N. SIMROCK  
Dynamic Lorentz Force Compensation with a Fast Piezoelectric Tuner.

T. LIMBERG, P. PIOT  
Integrated Modeling of the TESLA X-Ray FEL.

C. MAGNE et al.  
Measurement with Beam of the Deflecting Higher Order Modes in the TTF Superconducting Cavities.

P. MICHELATO, L. MONACO, D. SERTORE, S. SCHREIBER  
First Energy Spectra Obtained with a Time-of-Flight (TOF) Electron Spectrometer on Cs<sub>2</sub>Te Photocathodes.

S. MICHIZONO, M. LIEPE, S.N. SIMROCK  
Design of Low Level RF Control for the TESLA Superstructure.

C. MONTAG  
Fast Beam-Ion Instability Simulations in the TESLA Electron Damping Ring and the FEL Beam Transfer Line.

C. MONTAG, K. EHRET, M. FUNCKE, S. ISSEVER  
Transverse Beam Tail Shaping in HERA-p by Means of Tune Modulation.

P. PIOT, S. SCHREIBER, D. SERTORE, K. FLÖTTMANN, A. CIANCHI, L. CATANI  
Emittance Measurements at the TTF Photoinjector.

J. ROSSBACH  
New Developments of Free Electron Lasers Based on Self-Amplified Spontaneous Emission. (Invited talk)

J.T. SEEMANN et al.  
Measurements of the Beam-Beam Interaction at PEP-II.

S.N. SIMROCK  
Achieving Phase and Amplitude Stability in Pulsed Superconducting Cavities. (Invited Talk)

C. STEIER, D. ROBIN, Y. WU, W. DECKING, J. LASKAR, L. NADOLSKI  
Understanding the Dynamic Momentum Aperture of the Advanced Light Source.

**Proc. of the APS/DPF/DPB Summer Study on the Future of Particle Physics, Snowmass/USA (2001)**

D.P. BARBER  
Electron/Positron Polarization in Rings. (Invited talk)

I. BEN-ZVI, G.H. HOFFSTAETTER (Eds.)  
Executive Summary of the M5 Working Group on Lepton-Hadron Colliders.

Report of the M5 Working Group on Lepton-Hadron Colliders.

W. BIALOWONS  
TESLA – Conventional Facilities Overview, a Superconducting Linear Collider with an Integrated X-Ray Free Electron Laser Facility at DESY.

Optimal Tunnelling for Future Colliders, Part 1: Tunnel Requirements. (NPSS Technology Lectures)

W. BIALOWONS, C. LAUGHTON, A. SERGI  
Executive Summary Working Group Environmental Control (T6).

G.H. HOFFSTAETTER  
Lepton Hadron Colliders.  
Beam-Beam Experiments with HERA's Proton and Electron Beams.

M. MINTY  
Beam Measurements and Manipulation.

M. SEIDEL  
The Accelerator Side of Interaction Regions.

M. WENDT  
BPMs for TESLA.

K. WITTENBURG  
A Survey through the TTF, TTF2 and TESLA Beam Instrumentation.

**Proc. of the 23rd Int. Free Electron Laser Conf. (FEL2001), Darmstadt/D (2001)**

M. ABO-BAKR et al.  
The BESSY FEL Project.

J. BÄHR, K. FLÖTTMANN, F. STEPHAN  
Development of a TV Diagnostics System for the Photoinjector Test Facility at DESY Zeuthen.

V. BALANDIN, N. GOLUBEVA, M. KÖRFER  
Studies of Beam Optics in the Collimation System for the TTF2 Soft X-Ray User Facility.  
Zur Veröffentl. in Nucl. Instrum. Methods

- I. BOHNET, J. BÄHR, D. LIPKA, F. STEPHAN, M. WINDE, Q. ZHAO, K. FLÖTTMANN  
Photo Injector Test Facility in the Commissioning Phase at DESY Zeuthen.
- W. BREFELD et al.  
Generation of High Power Coherent Soft X-Ray Pulses by Sub-harmonically Seeded FEL at DESY.  
Development of a Femtosecond Soft X-Ray SASE FEL at DESY. LINAC-Based Synchrotron Radiation Facility with Femtosecond Soft X-Ray Pulses.  
Generation of High Power Femtosecond Pulses by Sideband-Seeded X-Ray FEL.
- M. BRUNKEN, H. GENZ, C. HESSLER, H. LOOS, A. RICHTER, M. HÜNING, P. SCHMÜSER, S. SIMROCK, M. TONUTTI, D. TÜRKE  
Electro-Optic Experiments at the TESLA Test Facility.
- B. FAATZ et al.  
Use of Micro-Channel Plate for Nondestructive Measurement of VUV Radiation from the SASE FEL at the TESLA Test Facility.  
Alignment of the Optical Feedback System of VUV Regenerative FEL Amplifier at the TESLA Test Facility at DESY.  
A Concept of a 150 nm FEL Oscillator Driven by RF Linear Accelerator with a Thermionic Gun.
- P. GIPPNER, E. GROSSE, J. PFLÜGER, A. SCHAMLOTT, W. SEIDEL, U. WOLF, R. WÜNSCH  
Magnetic Characterization of the Hybrid Undulator U27 for ELBE.
- M. HÜNING, P. SCHMÜSER.  
Experimental Investigation of Wake Fields Excited by Rough Surface.  
DESY-TESLA-FEL-2001-090
- M. KÖRFER for the TTF FEL Group  
The TTF-FEL Status and Its Future as a Soft X-Ray User Facility. (Invited talk)
- D. LIPKA, J. BÄHR, I. BOHNET, K. FLÖTTMANN, D. RICHTER, F. STEPHAN, Q. ZHAO  
Measurement of the Longitudinal Phase Space for the Photo Injector Test Facility at DESY Zeuthen.
- J. PFLÜGER, M. TISCHER  
Undulator Systems for the TESLA X-FELs.
- S. REICHE, B. FAATZ  
Status of the 3D Time-Dependent FEL Simulation Code GENESIS 1.3.
- E.L. SALDIN, E.A. SCHNEIDMILLER, M.V. YURKOV  
An Analytical Description of Longitudinal Phase Space Distortions.
- M. TISCHER, P. ILINSKI, U. HAHN, J. PFLÜGER, H. SCHULTE-SCHREPPING  
Photon Diagnostics for the X-Ray FELs at TESLA.
- M. YURKOV for the TTF FEL Team  
Statistical Properties of SASE FEL Radiation: Experimental Results from the VUV FEL at the TESLA Test Facility.
- Proc. of the 10th Workshop on RF Superconductivity, Tsukuba/J (2001)**
- M. BÖHNERT, O. HENSLER, D. HOPPE, K. ZAPFE  
Oil-Free Pump Stations for Pumping of the Superconducting Cavities of the TESLA Test Facilities.
- B. DWERSTEG  
Surface TiN Coating of TESLA Couplers at DESY as an Antimultipactor Remedy. (Poster)
- B. DWERSTEG, D. KOSTIN, W.D. MÖLLER  
TESLA RF Couplers Development at DESY. (Poster)
- B. DWERSTEG, Y. ZHENZE  
Measuring Complex Dielectricity Constant of Aluminum Oxide Window Ceramics for TTF-Power Couplers at DESY. (Poster)
- K. ESCHERICH et al.  
Electro-Polishing at DESY – A Set Up for Multi-Cell Resonator Treatment.
- P.D. GALL, A. GÖSSEL, V. GUBAREV  
The Superconducting Cavity Database for the TESLA Test Facility. (Poster)
- G. KREPS  
High Frequency Adjustment of TESLA Cavities. (Poster)
- M. LIEPE, J. SEKUTOWICZ et al.  
Status of the Superstructure.
- L. LILJE for the TESLA COLLABORATION  
High Accelerating Gradients in 1.3 GHz Niobium Cavities.
- A. MATHEISEN for the TESLA Collaboration  
Status of the RF Superconductivity Activities at DESY.
- W.-D. MÖLLER  
TTF Operating Experience.
- D. PROCH for the TESLA Collaboration  
Cost Reduction in Cavity Fabrication. (Invited talk)
- D. PROCH, P. YLAE-OIJALA  
Multipac – Multipacting Simulation Package with 2D FEM Field Solver. (Invited talk)
- D. RESCHKE  
Final Cleaning and Assembly.
- D. RESCHKE, D. PROCH, G. MÜLLER, B. GÜNTNER, D. WERNER  
Dry Ice Cleaning for SRF Applications.
- J. SEKUTOWICZ  
Status of Superstructure Development.
- J. SEKUTOWICZ et al.  
Status of the Superstructure.
- W. SINGER et al.  
Hydroforming of Superconducting TESLA Cavities.



W. SINGER, X. SINGER, K. TWAROWSKI, I. JELEZOV,  
T. KHABIBULINE, A. SKASYRSKAIA, P. KNEISEL  
Hydroforming of NbCu Clad Cavities at DESY.

N. STEINHAU-KÜHL et al.  
Basic Studies for the Electro-Polishing Facility at DESY.

**Proc. of the 8th Int. Conf. on Accel. and Large Exp. Phys.  
Control Systems (ICALEPS2001), San Jose/USA (2001)**

R. BACHER  
Report on the PCaPAC 2000 Workshop.

R. BACHER, P. DUVAL, S. HERB  
What Are the Control Requirements for the Global Accelerator  
Network?

P. BARTKIEWICZ, P. DUVAL, J. DOVE, M. KADUNC, Y. OKU,  
M. PLESKO, G. TKACIK  
New Abeans for TINE Java Control Applications.

R. CHESTNUT, S. ALLISON, K. LUCHINI, M. CLAUSEN  
EPICS-Based Controls for the Next Linear Collider Test Accel-  
erator Facility.

M. CLAUSEN, P. BARTKIEWICZ, A. DMITROVSKI, A. KAG-  
ARMANOV, Z. KAKUCS, H. SHOAEE, G. WHITE  
An XML Driven Graphical User Interface and Application Ma-  
nagement Toolkit.

M. CLAUSEN, R. MACKENZIE, R. SASS, H. SHOAEE, K. UN-  
DERWOOD, G. WHITE  
COSMIC – The SLAC Control System Migration Challenge.

AIDA – Accelerator Integrated Data Access, an NLC Middleware  
Concept.

P. DUVAL  
The Use of Wizards in Creating Control Applications.

K. GUBRIENKO, I. KROUPCHENKOV, S. MAKONIN, V. SE-  
LEZNEV, F. SOLODOVNIK, A. SYTIN, M. VRAZHNOV,  
K. WITTENBURG  
Precision Geometric Parameter Gage for Synchrotron Radiation.

Z. KAKUCS, P. DUVAL, M. CLAUSEN  
An EPICS-to-TINE Translator.

V. KOVALTSOV, A. LOUKIANTSEV, A. MATYUSHIN, V. MI-  
LYUTKIN, I. ROMANOV, V. SELEZNEV, A. SYTIN, M. CLAU-  
SEN  
Upgrading of the Beam Diagnostic System of U-70 Beam Transfer  
Lines.

H.G. WU  
Fieldbus Device Drivers for Accelerator Control at DESY.

D.P. BARBER  
Polarised Protons and Deuterons in HERA. (Invited talk)  
Proc. of the IPPP Workshop on Future Physics at HERA, Dur-  
ham/GB (2001)

A. BEUNAS, G. FAILLON, S. CHOROBA  
A High Power Long Pulse High Efficiency Multi Beam Klystron.  
Proc. of the 5th Modulator-Klystron Workshop on Future Linear  
Colliders (MDK2001), Geneva/CH (2001)

W. BIALOWONS  
TESLA – A Tunnel for a Superconducting Linear Collider with an  
Integrated X-Ray Free Electron Laser Facility at DESY. (Poster)  
World Tunnel Drilling Technology, Ferrara/I (2001)

M. BIELER  
Monitoring Beam Quality at HERA.  
Proc. of the Workshop on Accel. Operation (WAO2001), Villars  
sur Ollon/CH (2001)

M. BIELER, B. HOLZER  
Operational Challenges of HERA's Superconducting Proton Ma-  
chine.  
Proc. of the Workshop on Accelerator Operation (WAO2001),  
Villars sur Ollon/CH (2001)

G. BLAIR et al.  
Compton Scattering Techniques for the Measurement of the Trans-  
verse Beam Size of Particle Beams at Future Linear Colliders.  
Proc. of the 21st ICFA Beam Dynamics Workshop on Laser-Beam  
Interactions, Stony Brook/USA (2001)

S. CHOROBA  
The TESLA RF System.  
Proc. of the 5th Modulator-Klystron Workshop on Future Linear  
Colliders (MDK2001), Geneva/CH (2001)

H.J. ECKOLDT, N. HEIDBROOK  
Power Supplies for TESLA Modulators.  
Digital Regulation for TESLA Modulator Power Supplies.  
Proc. of the 5th Modulator-Klystron Workshop on Future Linear  
Colliders (MDK2001), Geneva/CH (2001)

B. FAATZ et al.  
Development of a Facility for Probing the Structural Dynamics  
of Materials with Femtosecond X-Ray Pulses.  
Proc. of the 8th Advanced ICFA Beam Dynamics Workshop,  
Arcidosso/I (2000) (AIP Conf. Proc. 581 (2001) 162)

H. HENSCHL, M. KÖRFER, F. WULF  
Fibre Optical Radiation Sensing System for TESLA.  
Proc. of the 5th Europ. Workshop on Diagnostics and Beam  
Instrumentation (DIPAC2001), Grenoble/F (2001)

M. HÜNING  
Investigation of the Longitudinal Charge Distribution in Very Short  
Electron Bunches. (Invited talk)  
Proc. of the 5th Europ. Workshop on Diagnostics and Beam  
Instrumentation (DIPAC2001), Grenoble/F (2001)

J. KAHL, S. CHOROBA, T. GREVSMÜHL, N. HEIDBROOK,  
H. LEICH  
A New Interlock System for the TESLA RF-System.  
Proc. of the 5th Modulator-Klystron Workshop on Future Linear  
Colliders (MDK2001), Geneva/CH (2001)

P. KNEISEL, W. SINGER, X. SINGER  
NbCu Clad Cavities.  
SNS Meeting, Newport News/USA (2001)

Fibre Optical Radiation Sensing Systems for TESLA.  
Proc. of the 5th Europ. Workshop on Diagnostics and Beam Instrumentation (DIPAC2001), Grenoble/F (2001)

M. MINTY  
Emittance Preservation in Linear Accelerators.  
Proc. of the Joint US-CERN-Japan-Russia Accel. School on High Quality Beams (JAS2000), St. Petersburg and Moscow/RUS (2000) (AIP Conf. Proc. 592 (2001))

D. PROCH  
State of the Art of Superconducting Accelerator Cavities. (Invited Talk)  
Description of TESLA with Special Emphasis to the Chinese Contributions. (Invited Talk)  
Overview of the SNS Project as an Example of Superconducting Proton Linacs. (Invited Talk)  
Proc. of the Sino-German Sympos. on Phys. and Technol. of High Power Proton Accel., Beijing/PRC (2001)

D. PROCH, P. SCHMÜSER, W. SINGER, L. LILJE  
Niobium in Superconducting RF Cavities.  
Proc. of the Int. Niobium Symposium, OrlandoUSA (2001)

E.L. SALDIN, E.A. SCHNEIDMILLER, M.V. YURKOV  
Limitations of the Transverse Coherence in the Self-Amplified Spontaneous Emission FEL.  
Proc. of the 22nd Int. Free Electron Laser Conf. and 7th FEL Users Workshop, Durham/USA (2000) (Nucl. Instrum. Methods A475 (2001) 92)

Diffraction Effects in the SASE FEL.  
Proc. of the 8th Advanced ICFA Beam Dynamics Workshop, Arcidosso/I (2000) (AIP Conf. Proc. 581 (2001) 153)

E.L. SALDIN, E.A. SCHNEIDMILLER, YU. V. SHVYD'KO, M.V. YURKOV  
X-Ray FEL with a MeV Bandwidth.  
Proc. of the 8th Advanced ICFA Beam Dynamics Workshop, Arcidosso/I (2000) (AIP Conf. Proc. 581 (2001) 169)

W. SINGER, H. KAISER, D. PROCH  
Application of High Purity Niobium for Superconducting TESLA Cavities.  
Int. Sympos. on Tantalum and Niobium, Brussels/B (2001)

M. WENDT  
BPM Read-Out Electronics Based on the Broadband AM/PM Normalization Scheme.  
Proc. of the 5th Europ. Workshop on Diagnostics and Beam Instrumentation (DIPAC2001), Grenoble/F (2001)

M. WERNER, K. WITTENBURG  
A New WireScanner Control Unit.  
Proc. of the 5th Europ. Workshop on Diagnostics and Beam Instrum. (DIPAC2001), Grenoble/F (2001)

Y. XIANG, S. WOLFF, B. PETERSEN, S.W. VAN SCIVER  
Numeric Simulation of the Two-Phase Helium II Stratified Flow in Cryogenic Units of TESLA.  
Proc. of the 17th Int. Conf. on Magnet Technology (MT-17), Geneva/CH (2001)

**Vorträge**

W. BIALOWONS  
TESLA – Ein Tunnel und ein interdisziplinäres Zentrum für die Forschung.  
VDE Landesverband Schleswig-Holstein, Lübeck/D (2001)  
DESY Hamburg/D (2001)  
White, Case und Feddersen (Rechtsanwälte), Hamburg/D (2001)  
Rellingen/D (2001)

S. CHOROBA  
Multibeam Klystrons and Modulators.  
TTF Collab. Meeting, Hamburg/D (2001)

Status RF Sources.  
TTF Collab. Meeting, Frascati/I (2001)

G.H. HOFFSTAETTER  
Electron-Ion Collisions and Other Options for HERA.  
IPPP Workshop on Future Physics at HERA, Durham/GB (2001)

HERA Accelerator Studies.  
CERN Geneva/CH (2001)

The Physics of Accelerators.  
DESY Summer Student Progr., Hamburg/D (2001)

A Review of Electrodynamics.  
A Review of Special Relativity.  
Joint Univ. Accel. School JUAS, Archamps/F (2001)

M. KÖRFER  
Fibre Optical Radiation Sensing Systems for TESLA.  
5th Europ. Workshop on Diagnostics and Beam Instrum. (DIPAC 2001), Grenoble/F (2001)

TTF Operations Statistics.  
DESY Accel. Workshop, Norddorf/D (2001)

M. MINTY  
Accelerator Physics Challenges of the High Luminosity Beauty Factories.  
Univ. Hamburg/D (2000)

Intermediate Accelerator Physics: Beam Control and Manipulation.  
US Part. Accel. School (USPAS), Boulder/USA (2001)

D. PROCH  
Radio-Frequency Superconnectivity.  
Tsinghua Univ., Beijing/PRC (2001)

H. WEISE  
Neue Entwicklungen am Beispiel von  $e^+ e^-$  Linear Collidern.  
(Hauptvortrag)  
DPG Frühjahrstagung Teilchenphysik, Bonn/D (2001)

P. WESOLOWSKI  
Studies on Electron Cooling at DESY.  
255th Int. WE-Heraeus Seminar, Bad Honnef/D (2001)

J. WOJTKIEWICZ, M. BÖHNERT, D. HOPPE, D. HUBERT,  
V. GUBAREV, K. REHLICH, K. ZAPFE  
10 Jahre Betriebserfahrung mit über 100 Turbomolekularpump-  
ständen bei HERA.  
DPG Frühjahrstagung, Hamburg/D (2001)

K. ZAPFE, M. BÖHNERT, O. HENSLER, D. HOPPE, D. HU-  
BERT, K. REHLICH, M. STAACK, H.-P. WEDEKIND, J. WOJT-  
KIEWICZ  
Betriebserfahrungen mit dem Vakuumsystem des supraleitenden  
Linearbeschleunigers der TESLA Test Facility.  
DPG Frühjahrstagung, Hamburg/D (2001)

#### Dissertationen

N. BABOI  
Studies on Higher Order Modes in Accelerating Structures for Li-  
near Colliders.  
Univ. Hamburg/D (2001)  
DESY-THESIS-2001-052

G.Z.M. BERGLUND  
Spin-Orbit Maps and Electron Spin Dynamics for the Luminosity  
Upgrade Project at HERA.  
Royal Inst. Techn., Stockholm/S (2001)  
DESY-THESIS-2001-044

C. BURNTON  
Simulations of Longitudinal Beam Dynamics in Storage Rings.  
TU Darmstadt/D (2001)  
DESY-THESIS-2001-012

K. DESLER  
Elastic and Proton-Dissociative  $\rho^0$  Photoproduction at HERA.  
Univ. Hamburg/D (2000)

M. LIEPE  
Superconducting Multicell Cavities for Linear Colliders.  
Univ. Hamburg/D (2001)  
DESY-THESIS-2001-045

L. LILJE  
Experimental Investigations on Superconducting Niobium Cavities  
at Highest Radio Frequency Fields.  
Univ. Hamburg/D (2001)  
DESY-THESIS-2001-034

A. MESECK  
The Electron Distribution in HERA and the Consequences for the  
H1 Detector after the Luminosity Upgrade.  
Univ. Hamburg/D (2000)  
DESY-THESIS-2000-042

H. SCHLARB  
Collimation System for the VUV Free-Electron Laser at the TESLA  
Test Facility.  
Univ. Hamburg/D (2001)  
DESY-THESIS-2001-055

#### Diplomarbeit

H. SELIG  
Elektro-optisches Abtasten von Terahertz-Pulsen.

#### HERA Berichte

S. IVANOV, D. LEBEDEV  
Coasting Beam in HERA-p Ring.  
DESY HERA 01-03

C. MONTAG  
The HERA-p Tune Modulation System: Hardware Description  
and User's Manual.  
DESY HERA 01-01

C. MONTAG, J. KLUTE, H.-T. DUHME, J. RÜMMLER  
The HERA-p Coasting Beam Kicker: Hardware Description and  
User's Manual.  
DESY HERA 01-02

#### Interne Berichte

Contributions to the HEACC2001.  
DESY M 01-05

Contributions to the PAC2001.  
DESY M 01-06

ICFA Beam Dynamics Newsletter No. 24.  
DESY M 01-01

I. BEN-ZVI, G.H. HOFFSTAETTER  
The Working Group M5 on Lepton-Hadron Colliders.  
DESY M 01-04

A. NOVIKOV-BORODIN  
Space Rotation Invariance.  
DESY M 01-02

#### TESLA Berichte

TESLA TDR – TESLA Technical Design Report.  
DESY-TESLA 2001-23

G.A. AMATUNI, V.G. KHACHATRYAN, V. TSAKANOV,  
R. BRINKMANN  
On the Single Bunch Emittance Preservation in TESLA.  
DESY-TESLA 2001-02

- A. BERNASIK, K. KOWALSKI, W. SINGER, X. SINGER  
Bulk and Grain Boundary Diffusion of Titanium in High Purity Niobium.  
DESY-TESLA 2001-34
- A. BEUNAS, G. FAILLON, S. CHORоба, A. GAMP  
A High Efficiency Long Pulse Multi Beam Klystron for the TESLA Linear Collider.  
DESY-TESLA 2001-01
- W. BIALOWONS, M. MASLOV, M. SCHMITZ, V. SYTCHEV  
Concept of the High Power  $e^+$  Beam Dump for TESLA.  
DESY-TESLA 2001-04
- E. BONDARCHUK, N. DOINIKOV, V. MURATOV, V. PEREGUD, A. POPOV  
A Technical Proposal for the Development and Manufacturing of the Electromagnets for the TESLA Fast Emergency Extraction Line.  
DESY-TESLA 2001-20
- A Technical Proposal for the Development and Manufacturing of the Electromagnets for the TESLA Main Extraction Line.  
DESY-TESLA 2001-21
- A. BRENGER, K. REHLICH, K. ZAPFE  
The Vacuum System for the TESLA Beam Delivery System.  
DESY-TESLA 2001-14
- R. BRINKMANN, I.I. DEGTYAREV, A.E. LOKHOVITSKII, E.A. MERKER, I.A. YAZYNNIN  
Beam Collimators.  
DESY-TESLA 2001-32
- R. BRINKMANN, R. GLANTZ, E.A. MERKER, I.A. YAZYNNIN  
TESLA Spent Beamlines.  
DESY-TESLA 2001-30
- R. BRINKMANN, O. NAPOLY  
Beam-Beam Instability Driven by Wakefield Effects in Linear Colliders.  
DESY-TESLA 2001-16
- R. BRINKMANN, N.J. WALKER, G.A. BLAIR  
The TESLA Post-Linac Collimation System.  
DESY-TESLA 2001-12
- M. CASTELLANO, V.A. VERZILOV  
Spatial Resolution of the Optical System for Beam Profile Measurements at TTF.  
DESY-TESLA 2001-24
- A. CURTONI, M. JABLONKA  
Study of the TESLA Preaccelerator for the Polarised Electron Beam.  
DESY-TESLA 2001-22
- W. DECKING  
Optical Layout of the 5 GeV TESLA Damping Ring.  
DESY-TESLA 2001-11
- A. DENVRED, C. GOURDIN, F. KIRCHER, J.P. LOTTIN, J.M. RIFFLET  
Conceptual Design for the Final Focus Quadrupole Magnets for TESLA.  
DESY-TESLA 2001-17
- M. DOHLUS  
Impedance of Beam Pipes with Smooth Shallow Corrugations.  
DESY-TESLA 2001-26
- J. ECKOLDT  
Pulse Cable for TESLA Modulators.  
DESY-TESLA 2000-35
- Magnet Power Supplies for TESLA.  
DESY-TESLA 2000-37
- J. ECKOLDT, N. HEIDBROOK  
Power Supplies for TESLA Modulators.  
DESY-TESLA 2000-36
- H.W. GLOCK, K. ROTHEMUND, U. VAN RIENEN  
CSC – A System for Coupled S-Parameter Calculations.  
DESY-TESLA 2001-25
- G.H. HOFFSTAETTER  
Requirements for the Tilted TTF Bypass Line.  
DESY-TESLA 2001-31
- W. KRIENS  
Basic Timing Requirements for TESLA.  
DESY-TESLA 2001-10
- J. KOUPTSIDIS, F. PETERS, D. PROCH, W. SINGER  
Niob für TESLA – eine globale Marktanalyse.  
DESY-TESLA 2001-27
- M. LIEPE, W.D. MÖLLER, S.N. SIMROCK  
Dynamic Lorentz Force Compensation with a Fast Piezoelectric Tuner.  
DESY-TESLA 2001-03
- M. MASLOV, M. SCHMITZ, V. SYTCHEV  
Concept of the Beam Exit and Entrance Windows for the TESLA Water Based Beam Dumps and its Related Beam Lines.  
DESY-TESLA 2001-07
- E.A. MERKER, I.A. YAZYNNIN, O. NAPOLY, R. BRINKMANN, N.J. WALKER  
The TESLA High-Power Extraction Line.  
DESY-TESLA 2001-19



- O. NAPOLY  
Collimation Depth Requirements for the TESLA IR.  
DESY-TESLA 2001-18
- TESLA Linear Collider: Status Report.  
DESY-TESLA 2001-28
- O. NAPOLY, J. PAYET, N. WALKER  
Emergency Extraction High-Energy Beamline for TESLA.  
DESY-TESLA 2001-13
- O. NAPOLY, D. SCHULTE  
Beam-Beam Effects at the TESLA Linear Collider.  
DESY-TESLA 2001-15
- O. NAPOLY, N.J. WALKER  
TESLA Interaction Region Layout, Collimation and Extraction.  
DESY-TESLA 2001-29
- J. NELSON, M. ROSS  
Studies of TTF RF Photocathode Gun Using Acoustic Sensors.  
DESY-TESLA 2001-35
- C. PAGANI et al.  
The TESLA Cryogenic Accelerator Modules.  
DESY-TESLA 2001-36
- B. PETERSEN, W.D. MOELLER, B. SPARR  
A Proposal for a TESLA Accelerator Module Test Facility.  
DESY-TESLA 2001-08
- A Proposal for the Cryogenic Supply of a Single TTF/FEL-  
Cryomodule Test Bench.  
DESY-TESLA 2001-09
- H. QUACK, C. HABERSTROH, M. KAUSCHKE, H. LIERL,  
B. PETERSEN, S. WOLFF  
The TESLA Cryo-Plants.  
DESY-TESLA 2001-38
- V. SYTCHEV, O. KURNAEV, M. MASLOV, M. SCHMITZ  
Concept of the Fast Beam Sweeping System for the e<sup>+</sup> Beam  
Dump for TESLA.  
DESY-TESLA 2001-05
- Concept or an Emergency Kicker System for TESLA.  
DESY-TESLA 2001-06
- R. WANZENBERG  
Monopole, Dipole and Quadrupole Passbands of the TESLA 9-  
Cell Cavity.  
DESY-TESLA 2001-33
- S. WOLFF  
The Cryogenic System of TESLA.  
TESLA 2001-39
- S. WOLFF, H. LIERL, B. PETERSEN, H. QUACK  
The TESLA Cryogenic Distribution System.  
DESY-TESLA 2001-37
- TESLA FEL Berichte**
- TESLA TDR – TESLA Technical Design Report.  
DESY-TESLA-FEL 2001-05
- Contributions to the FEL2001.  
DESY-TESLA-FEL 2001-09
- W. BREFELD, E.L. SCHNEIDMILLER, J. KRZYWINSKI  
LINAC-Based Synchrotron Radiation Facility with Femtosecond  
Soft X-Ray Pulses.  
DESY-TESLA-FEL 2001-01
- W. BREFELD, E.L. SCHNEIDMILLER, J. KRZYWINSKI,  
M.V. YURKOV  
Development of a Femtosecond Soft X-Ray SASE FEL at DESY.  
DESY-TESLA-FEL 2001-02
- B. FAATZ  
Beam Based Alignment of the TESLA X-Ray FEL Undulator.  
DESY-TESLA-FEL 2001-04
- B. FAATZ, J. PFLÜGER  
Field Accuracy Requirements for the Undulator Systems of the  
X-Ray FELs at TESLA.  
DESY-TESLA-FEL 2000-14
- M. FERRARIO, K. FLOETTMANN, T. LIMBERG, P. PIOT,  
B. GRIGORYAN  
Conceptual Design of the TESLA XFEL Photoinjector.  
DESY-TESLA-FEL 2001-03
- K. FLOETTMANN, T. LIMBERG, P. PIOT  
Generation of Ultrashort Electron Bunches by Cancellation of  
Nonlinear Distortions in the Longitudinal Space.  
DESY-TESLA-FEL 2001-06
- M. LOMPERSKI  
PC-Based Software Tools for Wire Scanner Measurements at the  
TTF.  
DESY-TESLA-FEL 2001-07
- J. PFLÜGER, M. TISCHER  
A Prototype Phase Shifter for the Undulator Systems at the TESLA  
X-Ray FEL.  
DESY-TESLA-FEL 2000-08
- Ein SIMATIC basiertes Kontrollsystem für die Undulatoren des  
TESLA Röntgenlasers.  
DESY-TESLA-FEL 2000-09

Manufacturing Considerations of the Magnetic Structures for the Undulators for the X-FEL at TESLA.  
DESY-TESLA-FEL 2000-10

M. SEIDEL  
Parameter Evaluation for Microwave Undulator Schemes.  
DESY-TESLA-FEL 2001-08

M. TISCHER, J. PFLÜGER  
Magnet Design of a Prototype Structure for the X-Ray FELs at TESLA.  
DESY-TESLA-FEL 2000-12

## Strahlenschutz

---

### Veröffentlichungen

D. DWORAK, J. LOSKIEWICZ  
Energy Deposition in the TESLA Water Dump as a Function of its Size.  
INP-Report No. 1880/AP

The Energy Deposition for No-Air-Gap Design of the TESLA Beam Dump.  
INP-Report No. 1881/AP

### Vorträge

B. RACKY  
Radiation Safety Aspects of the Linear Collider TESLA.  
SLAC RP & ESH Seminar Series, Stanford/USA (2001)

### Interne Berichte

A. LEUSCHNER, B. RACKY  
A Ventilation Concept for Activated Air in the TESLA Tunnel.  
DESY D3-104a

A. LEUSCHNER, B. RACKY, N. TESCH  
Aktuelle Abschirmungsrechnungen für den Speicherring HERA.  
DESY D3-116

N. TESCH  
Soil, Groundwater and Cooling Water Activation.  
DESY D3-114

Activation and Fluxes at the TESLA Positron Source.  
DESY D3-115

Ergebnisse von Strahlenschutzmessungen am DESY im Jahre 2000.  
DESY D3-97

## Z-Bereich

### Veröffentlichte Vorträge

B. ANDERBERG, J. DANIELSSON, W. BEECKMAN, Y. HOLLER, K. SINRAM, M. VIEWEG, F. WILLEKE, G. WOEBKE  
Precision Septum-Like Dipole for the HERA Luminosity Upgrade.  
Proc. of the 17th Int. Conf. on Magnet Technology (MT-17), Geneva/CH (2001)

C. BEYER  
Network Printing in a Heterogenous Environment.  
Proc. of the Int. Conf. on Computing on High-Energy and Nuclear Physics (CHEP'01), Beijing/PRC (2001)

E. BONDARCHUK, N. DOINIKOV, B. KITAEV, YU. KONSTANTINOV, V. LOKIEV, V. MURATOV, A. NIKIFOROV, V. PEREGUD, A. PETROV, K. SINRAM, N. WALKER  
Septum-Magnet for the Main Extraction Line of the Tesla Linear Collider.  
Proc. of the 17th Int. Conf. on Magnet Technology (MT-17), Geneva/CH (2001)

P. FUHRMANN  
dCache, a Distributed Storage Data Caching System.  
Proc. of the Int. Conf. on Computing on High-Energy and Nuclear Physics (CHEP'01), Beijing/PRC (2001)

A. GELLRICH  
Managing an Ever Increasing Number of Linux-PCs at DESY.  
Proc. of the Int. Conf. on Computing on High-Energy and Nuclear Physics (CHEP'01), Beijing/PRC (2001)

K. WOLLER  
After the First Five Years Central Linux Support at DESY.  
Proc. of the Int. Conf. on Computing on High-Energy and Nuclear Physics (CHEP'01), Beijing/PRC (2001)

### Vorträge

C. BEYER  
Network Printing in Heterogenous Environments.  
HEPiX-HEPNT 2001, Paris/F (2001)

J. DICKE, H. MÜNCH  
Beispiele aus dem wissenschaftlichen Gerätebau (TESLA).  
HGF-Ausschuss Techn. Dienste, IPP Teilinst. Greifswald/D (2001)

P. FUHRMANN  
dCache: Access Tertiary Storage System Like a Petabyte Disk Device.  
HEPiX-HEPNT 2001, Paris/F (2001)



---

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](mailto:desyinfo@desy.de), Internet: [www.desy.de](http://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 2002  
Verfügbar unter: [www.desy.de/f/jb2001](http://www.desy.de/f/jb2001)

Herstellung und Gestaltung:  
Annemarie Blobel, Bibliothek und Dokumentation  
Manfred Fleischer, Bereichsreferent Forschung

Sekretariat:  
Andrea Schrader

Satz und Layout:  
L<sup>A</sup>T<sub>E</sub>X  
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 FEL-Experimentierhalle (im Vordergrund).

I S S N 0179-9282

---

# Beschleuniger bei DESY 2001

