

**D  
E  
S  
Y**

# Wissenschaftlicher Jahresbericht



**1993**

10117





---

# Wissenschaftlicher Jahresbericht 1993 Deutsches Elektronen-Synchrotron DESY

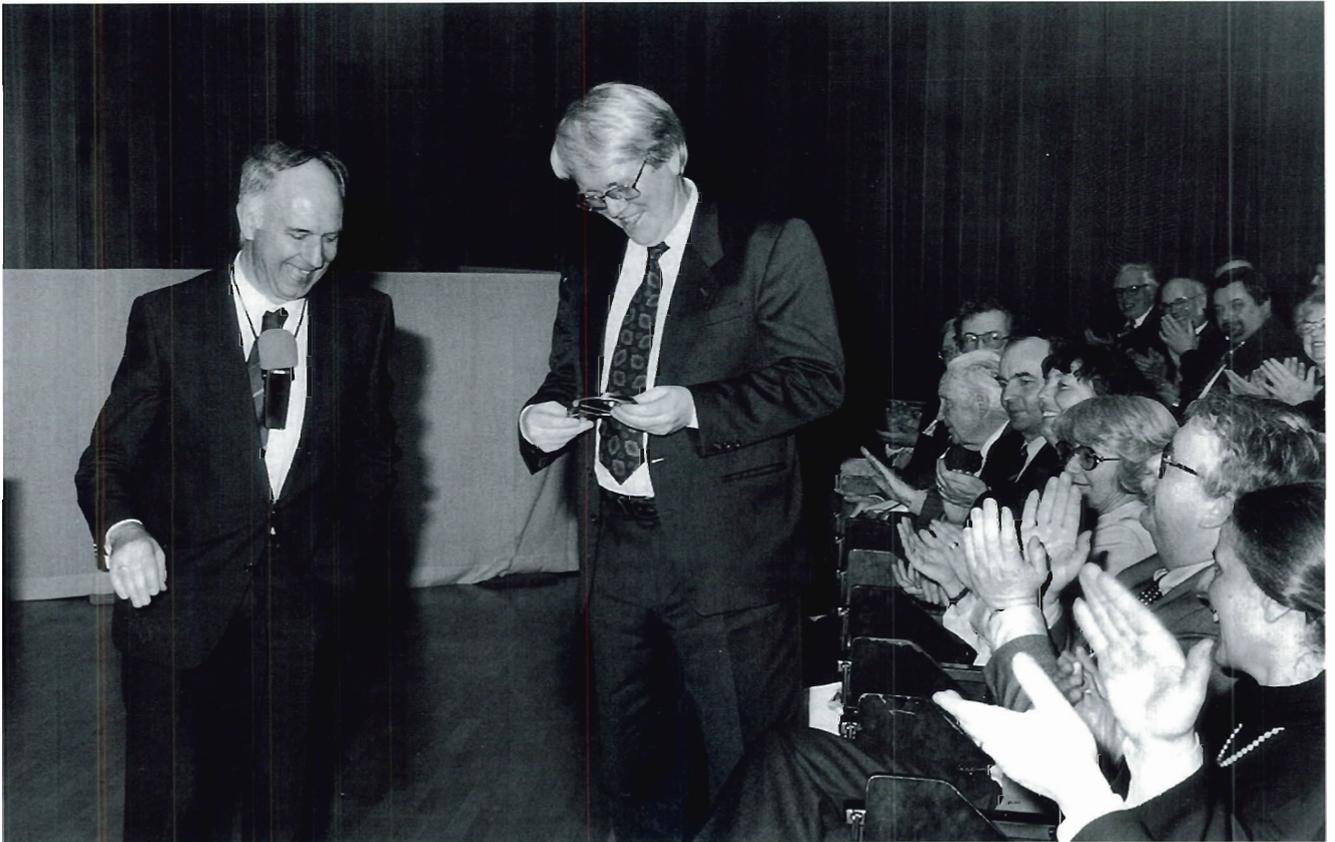
## Inhalt

Vorspann	5
Bereich Forschung	27
DESY-Institut für Hochenergiephysik Zeuthen	135
Bereich Maschinen	167
Bereich Zentrale Datenverarbeitung, Entwicklung und Betrieb	215
Veröffentlichungen und Vorträge	259

# Vorspann

## Inhalt

Vorwort	7
Organigramm	10
Organe der Stiftung und weitere Gremien	11
Internationale Zusammenarbeit bei den Experimenten	17



*Am 25. Februar 1993 nahm der neue Vorsitzende des DESY-Direktoriums, Prof. Bjørn H. Wiik (rechts), den symbolischen „DESY-Schlüssel“ von seinem Amtsvorgänger in Empfang. Prof. Volker Soergel (links) hat diese Aufgabe über 12 Jahre für DESY wahrgenommen und ist jetzt wieder als Professor für Physik an der Universität Heidelberg tätig.*

# Vorwort

Das Deutsche Elektronen-Synchrotron DESY mit seinen Standorten Hamburg und Zeuthen gehört zu den 16 Großforschungszentren in Deutschland. Die Schwerpunkte von DESY sind Elementarteilchenphysik und Untersuchungen mit der Synchrotronstrahlung. Im Jahr 1993 erhielt DESY-Hamburg von seinen Zuwendungsgebern, der Bundesrepublik Deutschland und der Freien und Hansestadt Hamburg, Mittel in Höhe von 253 Mio. DM für Investitionen und Betrieb. Zum Etat von DESY-Zeuthen trägt das Land Brandenburg 10% bei. Insgesamt standen hier Mittel in Höhe von knapp 24 Mio. DM zur Verfügung.

## HERA-Beschleuniger

Die Betriebsbedingungen der beiden HERA-Beschleuniger konnten gegenüber dem Vorjahr entscheidend weiter verbessert werden. Mit  $1000 \text{ nb}^{-1}$  wurde 1993 eine 20fache Luminosität erreicht, wobei Elektronen- und Protonenring sich im Betrieb als reproduzierbar und zuverlässig erwiesen. Typische Elektronen- und Protonenströme waren mit 90 Teilchenpaketen (Entwurfswert 210) jeweils 12 mA (Entwurfswert für Protonen 160 mA und für Elektronen 56 mA). Der Spitzenwert der beobachteten Luminosität erreichte etwa 10% des Entwurfswertes. Die spezifische Luminosität war bis zu einem Faktor 2 höher als der entsprechende Entwurfswert. In Maschinenschichten zum Abschluß des HERA-Betriebes in 1993 konnte die Zahl der gespeicherten Teilchenpakete in beiden Ringen von 90 auf 160 erhöht werden, wobei Protonen- und Elektronenströme von jeweils 30 mA erreicht wurden. Die transversale Polarisierung des Elektronenstrahls von über 60% wurde durch den Luminositätsbetrieb nicht beeinträchtigt.

## HERA-Experimente

Im Berichtsjahr haben die beiden Experimentengruppen H1 und ZEUS die Analyse der 1992 genommenen Daten weitgehend abgeschlossen und veröffentlicht. Diese ersten Ergebnisse zur inneren Struktur des Protons und des Photons in einem neuen kinematischen Bereich haben große Beachtung gefunden und werden einen Schwerpunkt der HERA-Physik bilden. In der Wartungsperiode 1992/93 wurde der H1-Detektor weiter vervollständigt. Bei der erneuten Inbetriebnahme der zentralen Jetkammer ergab sich, daß mehrere Signaldrähte gerissen waren. Hierdurch wurden Reparaturen notwendig, die dazu führten, daß der Detektor erst Ende Mai in die Strahlposition gefahren wurde. Anschließend ist das Experiment dann zuverlässig gelaufen. Beim ZEUS-Detektor ist besonders hervorzuheben, daß das Uran-Szintillator-Kalorimeter mit sehr geringer Ausfallrate, hoher Stabilität und ausgezeichneter Auflösung betrieben werden konnte. Die zentrale Driftkammer wurde vor Beginn der Datennahme 1993 vollständig mit Ausleseelektronik ausgerüstet.

Im Juni 1993 wurde ein Experiment der zweiten Generation an HERA, das HERMES-Experiment, genehmigt. HERMES wird die Spinpolarisation der Elektronen in HERA nutzen mit dem Ziel, mit hoher statistischer und systematischer Präzision alle Aspekte der inneren Spinstruktur der Kernbausteine Proton und Neutron zu untersuchen. Es wurden auch erste Überlegungen für ein weiteres Experiment an einem internen Target, diesmal im Protonenring von HERA, angestellt. Ziel dieses Experiments ist die Messung der Verletzung der Zeit-Umkehr-Invarianz. Diese CP-Verletzung

soll an den im HERA-Protonenring erzeugten B-Mesonen untersucht werden. Im September 1993 war ein internationaler Workshop den Fragen der Physik mit Elektronen- und Protonenstrahlen mit einem internen Target gewidmet.

### DORIS III

Seit Juni 1993 wird DORIS als dedizierte Synchrotronstrahlungsquelle betrieben. Aufgrund der unerwarteten Tatsache, daß nach dem Umbau von DORIS zur Erweiterung der Experimentiermöglichkeiten mit der Synchrotronstrahlung die Wechselwirkungsraten für das ARGUS-Experiment nicht wieder erreicht werden konnten, war eine Fortsetzung eines konkurrenzfähigen Physikprogramms mit dem Detektor ARGUS nicht mehr gewährleistet. Deshalb wurde im Mai 1993 einvernehmlich beschlossen, das Experiment ARGUS und damit die Messungen der Teilchenphysik an DORIS zu beenden. Damit ging ein außerordentlich erfolgreiches Experiment nach zehn Jahren zu Ende, das wesentlich zur Bestimmung vieler fundamentaler Konstanten des Standard-Modells beigetragen hat. Im Herbst 1993 wurde die wissenschaftliche Leistung von ARGUS in einem Festkolloquium ausführlich gewürdigt. Die Auswertung der Daten wird von der ARGUS-Gruppe fortgeführt. Für die Synchrotronstrahlungsexperimente wurde DORIS bei einer Energie von 4.6 GeV und mittleren Strömen bis zu 100 mA betrieben. Etwa 20% der Zeit wurde für Maschinenschichten verwendet, um die Bedingungen für den Synchrotronstrahlungsbetrieb und die Experimentierstationen bei HASYLAB weiter zu verbessern.

### Theorie der Elementarteilchen

Die Arbeiten der Gruppe „Theorie“ lassen sich grob in drei Bereiche einteilen: Phänomenologie, Gitterfeldtheorie sowie Quantenfeldtheorie und mathematische Physik. Ein Schwerpunkt der Arbeiten im Bereich der Phänomenologie lag auf Untersuchungen zur Physik mit HERA. Weiterhin wurden eine Reihe von Arbeiten über die schweren Quarks durchgeführt. Zur Gitterfeldtheorie

wurden neben den rein theoretischen Arbeiten auch wichtige Beiträge zur Methodik veröffentlicht. Für spezielle QCD-Rechnungen der DESY-Theoriegruppe wurde in Abstimmung mit dem Höchstleistungsrechenzentrum in Jülich mit der Beschaffung von APE-Parallelrechnern begonnen. Sie sollen in Zeuthen aufgestellt werden und auch für einzelne Projekte deutscher Universitäten zur Verfügung stehen.

### HASYLAB

Bei HASYLAB werden an 39 Meßplätzen 83 Instrumente im Wechsel betrieben. Besonders mit den neuen Wigglerstrahlen an DORIS III wurden 1993 viele interessante Ergebnisse gewonnen. Eine Außenstelle des Europäischen Laboratoriums für Molekularbiologie (EMBL) sowie drei Arbeitsgruppen für Strukturelle Molekularbiologie der Max-Planck-Gesellschaft sind bei DESY angesiedelt. Zusätzlich zu den Experimentiermöglichkeiten an DORIS wurde 1993 entschieden, am PETRA-Speicherring, der Teil des HERA-Injektionssystems ist und in dem die Elektronen mit Energien von bis zu 12 GeV gespeichert werden, eine Undulatorstrahlführung aufzubauen. Der so erzeugte Strahl ist im Spektralbereich oberhalb von 20 keV einzigartig in der Welt und kann immer dann für Synchrotronstrahlungsexperimente genutzt werden, wenn PETRA nicht für die Injektion von Elektronen und Protonen in den HERA-Speicherring beziehungsweise für Beschleunigerstudien benötigt wird.

### DESY-Zeuthen

Das Teilinstitut von DESY in Zeuthen (Brandenburg) ist aus dem „Institut für Hochenergiephysik“ der Akademie der Wissenschaften der DDR hervorgegangen. Auf Empfehlung des Wissenschaftsrates wurde das Institut in seinem Bestand im wesentlichen erhalten. Es wurden bewährte wissenschaftliche Kollaborationen weitergeführt und neue Aktivitäten aufgenommen mit dem Ziel, ein attraktives, eigenständiges Programm der Elementarteilchenforschung, gestützt auf eine enge Zusammenarbeit mit DESY-Hamburg und mit benachbarten

Universitäten, durchzuführen. Eine zentrale Rolle spielt das Forschungsprogramm an der HERA-Anlage, an dem Mitarbeiter aus Zeuthen an allen bestehenden, genehmigten und auch geplanten Experimenten beteiligt sind. Seit März 1993 arbeitet am Grund des Baikalsees in Sibirien eine gemeinsam mit russischen Instituten entwickelte erste Ausbaustufe eines Neutrino-Teleskops, das einen signifikanten Schritt in Richtung auf eine zukünftige Neutrino-Astronomie darstellt.

## Zukunftsprojekte

Es werden Studien durchgeführt mit dem Ziel, Möglichkeiten für den Bau eines 500 GeV „Linearen Colliders“ zu untersuchen, um gegebenenfalls in der zweiten Hälfte der neunziger Jahre einen solchen Beschleuniger als ein großes internationales Projekt vorschlagen zu können. Die Studien untersuchen zwei Möglichkeiten: 1.) den Bau von zwei konventionellen gegeneinandergerichteten Linearbeschleunigern („warme“ S-Band-Beschleuniger) und 2.) den Bau von supraleitenden gegeneinandergerichteten Linearbeschleunigern („TESLA-Projekt“). Beide Studien schließen die Herstellung von Prototypen von Beschleunigersektionen ein und werden in internationaler Zusammenarbeit durchgeführt.

## Nationale und internationale Zusammenarbeit

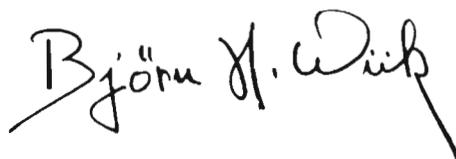
Die Experimentengruppen H1, ZEUS, HERMES und ARGUS sind überwiegend aus Hochschulgruppen des In- und Auslandes zusammengesetzt. Ins-

gesamt sind es fast 1000 Wissenschaftler von über 90 Instituten aus 17 Ländern. Bei den Untersuchungen mit der Synchrotronstrahlung waren 1993 fast 900 Wissenschaftler von 149 Instituten an der Vorbereitung und Durchführung von Experimenten beteiligt.

## Ausbildung

Angehende Wissenschaftler haben bei DESY die Gelegenheit, an der Front der Forschung mitzuarbeiten. Im Jahr 1993 wurden 83 Doktorarbeiten und 91 Diplomarbeiten mit DESY-Themen abgeschlossen. In jedem Jahr können 40 besonders qualifizierte Physikstudenten ein achtwöchiges Forschungspraktikum bei DESY absolvieren. Auf dem gewerblichen Sektor bildet DESY in zehn Lehrberufen jährlich etwa 60 junge Leute aus. Zusätzlich waren 1993 zehn Auszubildende aus Mecklenburg-Vorpommern im Rahmen eines Sonderprogramms bei DESY.

Die deutliche Verbesserung der Experimentierbedingungen mit HERA gegenüber dem ersten Betriebsjahr und die intensive Nutzung der Möglichkeiten der Synchrotronstrahlung an DORIS im Jahr 1993 zeigen, daß DESY ein breites, auf der Welt einmaliges Forschungsprogramm hat und auf Jahre hin haben wird. Im nächsten Jahr gilt es, das große wissenschaftliche Potential dieser Anlagen weiter voll auszuschöpfen, aber auch die vorbereitenden Arbeiten für die Zeit nach HERA und DORIS zu intensivieren.



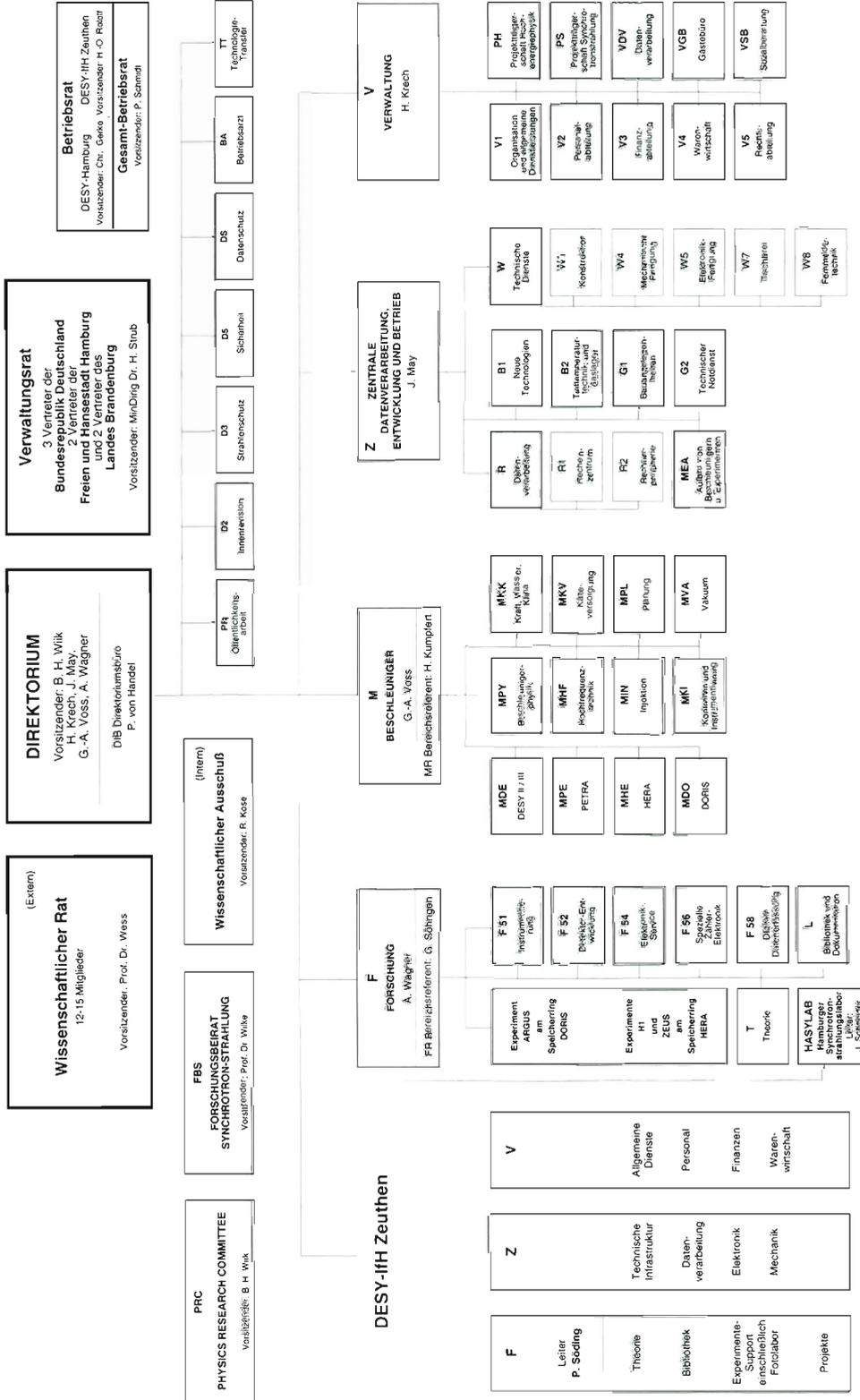
Björn H. Wiik  
Vorsitzender des DESY-Direktoriums

## DEUTSCHES ELEKTRONEN-SYNCHROTRON DESY

(Stiftung privaten Rechts)

Organigramm für das Geschäftsjahr 1993  
Stand: 18. Juni 1993

NOTKESTRASSE 85 · 22603 HAMBURG  
TEL. 040/69 98-0 · TX 215 124 desy d · TX 40 31 73-DESY · FAX 040/69 98 32 82



# Organe der Stiftung und weitere Gremien

## Verwaltungsrat

Vertreter der Bundesrepublik Deutschland:

MDg Dr. **H. Strub** – (Vorsitzender)

Stellvertreter: MR Dr. **H. Schunck**

MR Dr. **E. Haffner**

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

(Bundesministerium für Forschung und Technologie)

MR **D. Bürgener** (bis Frühjahr 1993)

Stellvertreterin: RD **H. Scholz**

(Bundesministerium der Finanzen)

Vertreter der Freien und Hansestadt Hamburg:

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

Stellvertreter: Ltd. RD **U. Nordmann**

(Behörde für Wissenschaft und Forschung)

RD **H. Datzner** (bis Mai 1993)

Dr. **M. Woisin** (ab Juni 1993)

Stellvertreter: RD **W. Münch**

(Finanzbehörde)

Vertreter des Landes Brandenburg:

MDg **K. Faber**

Stellvertreter: Dr. **R. Ruge**

(Ministerium für Wissenschaft, Forschung und Kultur)

MDg **W. Heitmann** (bis Juni 1993)

**U. Mattusch** (ab Juli 1993)

Stellvertreter: OAR **H. Breier**

(Ministerium der Finanzen)

## Direktorium

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

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

Prof. Dr. **V. Soergel** (Vorsitzender bis Februar 1993)

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

Prof. Dr. **A. Wagner** (Bereich Forschung)

Prof. Dr. **B.H. Wiik** (Vorsitzender ab März 1993)

## Wissenschaftlicher Rat (WR)

Prof. Dr. **S. Brandt**

Fachbereich Physik, Universität-GH Siegen

(Vorsitzender)

(bis Juni 1993)

Prof. Dr. **J. Drees**

Fachbereich Physik, Bergische Universität-GH Wuppertal

(Stellvertr. Vorsitzender)

Prof. Dr. **E. Hilger**

Physikalisches Institut der Universität Bonn

Dr. **H.J. Hilke**

European Organization for Particle Physics CERN, Genf (CH)

Prof. Dr. **H.R. Höche**

Sektion Physik, Martin-Luther-Universität, Halle

Prof. Dr. **W. Jentschke**

II. Inst. für Experimentalphysik, Universität Hamburg

(Ehrenmitglied)

Prof. Dr. **K. Kleinknecht**

Institut für Physik, Universität Mainz

Prof. Dr. **H. Nicolai**

II. Inst. für Theoretische Physik, Universität Hamburg

Prof. Dr. **W. Paul**

Physikalisches Institut der Universität Bonn

(Ehrenmitglied)

(verstorben am 7.12.1993)

Prof. Dr. **J. Peisl**

Sektion Physik, Universität München

Prof. Dr. **G. Röpke**

Sektion Physik, Universität Rostock

Dr. **W.-D. Schnell**

European Organization for Particle Physics CERN, Genf (CH)

Dr. **W.-D. Schlatter**

European Organization for Particle Physics CERN, Genf (CH)

Prof. Dr. **V. Soergel**

Physikalisches Institut, Universität Heidelberg

(ab März 1993)

Prof. Dr. **J. Wess**

Max-Planck-Institut für Physik und Astrophysik, München

(Vorsitzender)

(ab Juli 1993)

Prof. Dr. **K. Wille**

Inst. für Beschleuniger und Synchrotronstrahlung, Universität Dortmund

## Erweiterter Wissenschaftlicher Rat (EWR)

Prof. Dr. **J. Bordas**

Daresbury Laboratory, Synchrotron Radiation Laboratory (GB)

Prof. Dr. **J. D. Dowell** FRS

School of Physics and Space Research, Univ. of Birmingham (GB)

Prof. Dr. **G. Flügge**

Chairman of ECFA

III. Physikalisches Institut, Rhein.-Westf. Techn. Hochschule, Aachen  
(ex officio)

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

NIKHEF-H, Amsterdam (NL)

Prof. Dr. **J. Haïssinski**

Centre d'Etudes de Saclay, DAPNIA, Gif-sur-Yvette (F)  
(ab Juli 1993)

Prof. Dr. **R. Hemingway**

Dept. of Physics, Carleton Univ. (CAN)

Prof. Dr. **W. Hoogland**

European Organization for Particle Physics CERN, Genf (CH)  
(bis Mai 1993)

Prof. Dr. **L. Maiani**

Dept. of Physics, Univ. of Rome (I)

Prof. Dr. **L. Okun**

ITEP, Moscow (Russia)

Prof. Dr. **R. Schwitters**

SSC Lab., Dallas (USA)

Dr. **R. Turlay**

Dept. de Phys. des Part. Elém.,  
Centre d'Etudes Nucléaires CEN, Saclay (F)  
(bis Juni 1993)

Prof. Dr. **A.K. Wróblewski**

Institute of Physics, Warsaw Univ. (PL)

Die Mitglieder des **Wissenschaftlichen Rates**

## Physics Research Committee (PRC)

Dr. **J. Bürger** (DESY)

(bis September 1993)

Prof. Dr. **F. Barreiro**

Depto. de Fisica Teorica, Univ. Autonoma de Madrid (E)

(ab März 1993)

Prof. Dr. **D.G. Cassel**

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

Prof. Dr. **P. Dalpiaz**

Department of Physics, University of Ferrara (I)

(bis März 1993)

Dr. **R. Felst** (DESY, ex officio)

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

European Organization for Particle Physics CERN, Genf (CH)

Prof. Dr. **W. Hofmann**

Max-Planck-Institut für Kernphysik, Heidelberg

Prof. Dr. **J. Jaros**

SLAC, Stanford CA (USA)

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

Dr. **V. Lüth**

SSC Lab., Dallas (USA)

Dr. **J. May** (DESY)

Prof. Dr. **D.H. Saxon**

Dept. of Physics and Astronomy, Univ. of Glasgow (GB)

(ab März 1993)

Dr. **W.-D. Schlatter**

European Organization for Particle Physics CERN, Genf (CH)

(Vertreter des Wissenschaftlichen Rates)

Dr. **F. Schrempp** (DESY)

Prof. Dr. **P. Söding** (DESY-Zeuthen)

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

(bis Februar 1993)

Prof. Dr. **R. Sosnowski**

Institute for Nuclear Studies, Warsaw Univ. (PL)

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

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

Prof. Dr. **B.H. Wiik** (DESY, Vorsitzender)

(ab März 1993)

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

(ab Oktober 1993)

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

## Wissenschaftlicher Ausschuß (WA)

- Dr. **W. Bartel** (F11)  
 Prof. Dr. **J.K. Bienlein** (F31)  
**H. Böttcher** (W 40)  
 Dr. **K. Borrás** (FH1K)  
 Univ. Dortmund  
 Prof. Dr. **W. Buchmüller** (T)  
 Dr. **J. Crittenden** (F12)  
 Univ. Bonn  
 (bis März 1993)  
**K. Dahmann** (R1)  
 Dr. **K. Daum** (F32)  
 Univ. Wuppertal  
 (ab April 1993)  
 Dr. **H.-C. Dehne** (MPY)  
 Dr. **M. Düren** (MPY)  
 Univ. Erlangen-Nürnberg  
 (ab April 1993)  
 Dr. **E. Elsen** (FH1K)  
 Dr. **R. Frahm** (HASYLAB)  
 Dr. **D. Haidt** (FH1K)  
 Dr. **H. Hartmann** (F1)  
 Univ. Bonn  
 (ab April 1993)  
 Dr. **U. Holm** (Uni)  
 I. Inst., Univ. Hamburg  
 Dr. **J.-P. Jensen** (MKK1)  
 Dr. **A. Kaprolat** (HASYLAB)  
 Univ. Dortmund  
 (ab April 1993)  
 Dr. **R. Klanner** (F35)  
 (Stellvertr. Vorsitzender)  
 Dr. **M. Koch** (EMBL)  
 Dr. **W. Koch** (F31)  
 Dr. **U. Kötz** (F35)  
**J. Koll** (F21)  
 Dr. **R. Kose** (MTH)  
 (Vorsitzender)
- Dr. **M. Kuhlen** (FH1K)  
 MPI München  
 Dr. **B. Kuznik** (F32)  
 Univ. Wuppertal  
 (bis März 1993)  
 Prof. Dr. **M. Lüscher** (T)  
 Prof. Dr. **G. Materlik** (HASYLAB)  
 Dr. **T. Naumann** (DESY-Zeuthen)  
**M. Paulini** (F15)  
 Univ. Erlangen-Nürnberg  
 (bis März 1993)  
 Dr. **N. Pavel** (F35)  
 II. Inst., Univ. Hamburg  
 Dr. **D. Reßing** (F15)  
 Univ. Karlsruhe  
 Dr. **J. Roßbach** (MPY)  
 Prof. Dr. **J. Schneider** (HASYLAB)  
 Dr. **A. Schwarz** (F15)  
 (ab Dezember 1993)  
 Dr. **R. Seifert** (F1)  
 Univ. Siegen  
 Prof. Dr. **P. Söding**  
 (DESY-Zeuthen)  
 Dr. **C. Spiering** (DESY-Zeuthen)  
 Dr. **J. Spengler** (F15)  
 Univ. Heidelberg  
 Dr. **J. Tutas** (FH1K)  
 RWTH Aachen  
 Prof. Dr. **P. Waloschek** (FH1K)  
**E. Weiß** (MEA)  
 Dr. **E. Wieczorek** (DESY-Zeuthen)  
 Dr. **F. Willeke** (MPY)  
 Dr. **G. Wolf** (F1)  
 Dr. **S. Wolff** (B1)  
 Prof. Dr. **P. M. Zerwas** (T)

## Forschungsbeirat Synchrotronstrahlung (FBS)

Prof. Dr. **U. Becker**  
Fritz-Haber Institut der Max-Planck-Gesellschaft, Berlin

Dr. **R. Frahm**  
DESY/HASYLAB

Prof. Dr. **G. Materlik**  
DESY/HASYLAB

Dr. **M. Nielsen**  
Risø National Laboratory, Roskilde (DK)

Dr. **U. Pietsch**  
II. Physikalisches Institut, Universität Potsdam

Prof. Dr. **W. Prandl**  
Institut für Kristallographie, Universität Tübingen

Prof. Dr. **J. Schneider**  
DESY/HASYLAB

Prof. Dr. **B. Sonntag**  
II. Institut für Experimentalphysik, Universität Hamburg

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

Prof. Dr. **W. Wilke**  
Abteilung für Experimentalphysik, Universität Ulm  
(Vorsitzender)

# Internationale Zusammenarbeit bei den Experimenten

## An der Speicherringanlage HERA

H1

- I. Physikalisches Inst. der RWTH Aachen
- III. Physikalisches Inst. der RWTH Aachen
- School of Physics and Space Research,  
Univ. of Birmingham (GB)
- Inter-University Institute for High Energies ULB-VUB,  
Brussels (B)
- Rutherford Appleton Lab. Chilton, Didcot (GB)
- Inst. for Nuclear Physics, Cracow (PL)
- Physics Dept. and IIRPA, Univ. of California,  
Davis CA (USA)
- Inst. für Physik, Universität Dortmund
- DAPNIA, Centre d'Etudes de Saclay. Gif-sur-Yvette (F)
- Dept. of Physics and Astronomy. Univ. of Glasgow (GB)
- Deutsches Elektronen-Synchrotron DESY, Hamburg
- I. Inst. für Experimentalphysik. Universität Hamburg
- II. Inst. für Experimentalphysik. Universität Hamburg
- Physikalisches Institut, Universität Heidelberg
- Institut für Hochenergiephysik, Universität Heidelberg
- Inst. für Reine und Angewandte Kernphysik, Univ. Kiel
- Institute of Experimental Physics.
- Slovak Academy of Sciences, Košice (Slovak Republic)
- School of Physics and Materials.
- University of Lancaster (GB)
- Dept. of Physics, University of Liverpool (GB)
- Queen Mary and Westfield College. London (GB)
- Physics Dept., University of Lund (S)
- Physics Dept., University of Manchester (GB)
- Inst. for Theoretical and Experimental  
Physics ITEP, Moscow (Russia)
- Lebedev Physical Inst., Moscow (Russia)

Max-Planck-Institut für Physik, München  
LAL, Univ. de Paris-Sud, IN2P3-CNRS, Orsay (F)  
LPNHE, Ecole Polytechnique, IN2P3-CNRS, Palaiseau (F)  
LPNHE, Univ. Paris VI and VII, IN2P3-CNRS, Paris (F)  
Inst. of Physics, Czech Academy of Sciences, Praha (Czech Republic)  
Nuclear Center, Charles University, Praha (Czech Republic)  
INFN Roma and Dipartimento di Fisica,  
Universita „La Sapienza“, Roma (I)  
Fachbereich Physik, Bergische Universität-GH Wuppertal  
DESY-Institut für Hochenergiephysik, Zeuthen  
Institut für Teilchenphysik, ETH Zürich (CH)  
Physik-Institut der Universität Zürich (CH)

### ZEUS

II. Faculty of Sciences, Torino Univ. and INFN, Alessandria (I)  
National Institute for Nuclear and High Energy Physics NIKHEF  
und Universität Amsterdam, Amsterdam (NL)  
Argonne National Laboratory ANL, Argonne IL (USA)  
Physics Dept., Virginia Polytech. Inst. and State Univ.,  
Blacksburg VA (USA)  
University and INFN, Bologna (I)  
Physikalisches Inst. der Universität Bonn  
H.H. Wills Physics Lab., Univ. of Bristol (GB)  
Physics Dept., Ohio State Univ., Columbus OH (USA)  
Physics Dept. and INFN, Calabria Univ., Cosenza (I)  
Faculty of Physics and Nuclear Techniques,  
Academy of Mining and Metallurgy, Cracow (PL)  
Inst. of Nuclear Physics, Cracow (PL)  
Dept. of Physics, Jagellonian Univ., Cracow (PL)  
Rutherford Appleton Lab., Chilton, Didcot (GB)  
Univ. and INFN Florence (I)  
Istituto Nazionale di Fisica Nucleare INFN,  
Lab. Nazionale di Frascati (I)  
Physikalisches Institut, Universität Freiburg  
Dept. of Physics and Astronomy, Univ. of Glasgow (GB)  
Deutsches Elektronen-Synchrotron DESY, Hamburg  
I. Inst. für Experimentalphysik, Universität Hamburg  
II. Inst. für Experimentalphysik, Universität Hamburg

Physics and Astronomy Dept., University of Iowa,  
Iowa City IA (USA)  
Nevis Labs., Columbia University, Irvington on Hudson N.Y. (USA)  
Inst. für Kernphysik,  
Forschungszentrum Jülich  
High Energy Nuclear Physics Group,  
Imperial College, London (GB)  
Physics and Astronomy Dept., Univ. College, London (GB)  
Dept. of Physics and Astronomy,  
Louisiana State Univ. Baton Rouge LA (USA)  
Dept. of Physics, Univ. of Wisconsin, Madison WI (USA)  
Dept. de Física Teórica, Univ. Autónoma Madrid (E)  
Dept. of Physics, McGill Univ., Montreal (CAN)  
Moscow Engineering Physics Institute, Moscow (Russia)  
Inst. of Nuclear Physics,  
Moscow State University, Moscow (Russia)  
Dept. of Phys., York University, North York (CAN)  
Dept. of Physics, University of Oxford (GB)  
Dipartimento di Fisica, Univ. and INFN, Padova (I)  
Nuclear Physics Dept., Weizmann Institute,  
Rehovot (Israel)  
Dipartimento di Fisica, Univ. „La Sapienza“ and INFN, Roma (I)  
University of California, Santa Cruz CA (USA)  
Fachbereich Physik der Universität-GH Siegen  
Korea University, Seoul (Korea)  
School of Physics, Tel Aviv Univ. (Israel)  
Dept. of Phys., Tokyo Metropolitan Univ., Tokyo (J)  
Inst. for Nuclear Study, University of Tokyo (J)  
Dipartimento di Fisica Sperimentale and INFN,  
Univ. di Torino (I)  
Dept. of Physics, Univ. of Toronto (CAN)  
Dept. of Physics, Pennsylvania State Univ.,  
University Park PA (USA)  
Brookhaven National Lab., Upton N.Y. (USA)  
Inst. of Exp. Physics, Warsaw University (PL)  
Inst. for Nuclear Studies, Warsaw University (PL)  
Dept. of Physics, University of Manitoba, Winnipeg (CAN)  
DESY-Institut für Hochenergiephysik, Zeuthen

### HERMES

NIKHEF, Amsterdam (NL)  
Argonne National Laboratory, Argonne IL (USA)  
Nuclear Physics Lab., Univ. of Colorado, Boulder CO (USA)  
Lab. for Nuclear Science, MIT, Cambridge MA (USA)  
Univ. of Alberta, Edmonton (CAN)  
Phys. Inst., Univ. Erlangen-Nürnberg  
Lab. Nazionali di Frascati, INFN, Frascati (I)  
Deutsches Elektronen-Synchrotron DESY, Hamburg  
Max-Planck-Institut für Kernphysik, Heidelberg  
Dept. of Physics, New Mexico State Univ., Las Cruces NM (USA)  
Dept. of Physics, Univ. Liverpool (GB)  
Dept. of Physics, Univ. of Wisconsin, Madison WI (USA)  
FB Physik, Univ. Marburg  
P.N. Lebedev Inst. of Physics, Moscow (Russia)  
Sektion Physik, Univ. München  
California Inst. of Technology, Pasadena CA (USA)  
Sezione Sanita, INFN, Rome (I)  
St. Petersburg Nuclear Physics Inst. (Russia)  
Univ. of Illinois at Urbana-Champaign, Urbana IL (USA)  
Simon Fraser Univ. und TRIUMF, Vancouver (CAN)  
Yerevan Physics Inst. (Armenia)  
DESY-Institut für Hochenergiephysik, Zeuthen

## Am Speicherring DORIS III

### ARGUS

Physikalisches Institut, Universität Dortmund  
Inst. für Kern- und Teilchenphysik, Technische Univ. Dresden  
Physikalisches Institut, Universität Erlangen-Nürnberg  
Deutsches Elektronen-Synchrotron DESY, Hamburg  
II. Inst. für Experimentalphysik, Universität Hamburg  
Inst. für Hochenergiephysik, Universität Heidelberg  
Max-Planck-Inst. für Kernphysik, Heidelberg  
Inst. für Experimentelle Kernphysik, Univ. Karlsruhe  
Dept. of Physics, University of Ljubljana (Slovenia)  
High Energy Phys. Group, McGill Univ., Montreal (CAN)

Inst. of Theor. and Exp. Phys. ITEP, Moscow (Russia)  
Dept. of Physics, Carleton Univ., Ottawa (CAN)  
Dept. of Physics, Toronto Univ., Toronto (CAN)  
DESY-Institut für Hochenergiephysik, Zeuthen

## Im HASYLAB

Physikalisches Inst., Inst. für Kristallographie und  
Inst. für Physikalische Chemie der RWTH Aachen  
Inst. of Physics and Kemisk Inst., University of Aarhus (DK)  
University of Antwerpen (NL)  
FOM Institut Amsterdam (NL)  
Inst. für Experimentalphysik II, Univ. Augsburg  
Physics Dept., University of Athens (GR)  
Synchrotron Radiation Lab., Beijing (VR China)  
AG Röntgenbeugung der MPG, Berlin  
Zentrum für anorganische Polymere, Berlin  
Zentrum für Heterogene Katalyse eV, Berlin  
Inst. für Atom- und Festkörperphysik, FU Berlin  
Inst. für Strahlungs- und Kernphysik, TU Berlin  
Hahn-Meitner-Institut für Kernforschung, Berlin  
Fritz-Haber-Institut der MPG, Berlin  
Bundesanstalt für Materialforschung und Prüfung, Berlin  
Bundesanstalt für Materialforschung und Prüfung, Außenstelle Berlin-Adlershof  
Paul-Drude-Institut, Berlin  
FB Physik, Humboldt Universität, Berlin  
Inst. für Experimentalphysik, Universität Bochum  
Mineralogisch-Petrologisches Inst., Universität Bonn  
Physikalisch-Technische Bundesanstalt, Braunschweig  
Dep. Werkstoffe und Verfahrenstechnik der Aero Space, Bremen  
Inst. für Allgemeine Physik, Eötvös Universität, Budapest (H)  
University of Cambridge (GB)  
Lab. Nacional de Luz Sincrotron, Univ. de Estadual de Campinas (Brazil)  
Inst. für Metallkunde und Metallphysik, TU Clausthal-Zellerfeld  
University of Warwick, Coventry (GB)  
Regional Lab., Jagellonian University, Crakow (P)

Inst. für Angewandte Physik, Inst. für Physikalische Chemie  
und FB Materialwissenschaften, TH Darmstadt  
Deutsches Kunststoff-Inst., Darmstadt  
FB 21/Strukturforschung, TU Darmstadt  
Inst. für Spektrochemie und Angewandte Spekt., Lehrstuhl für  
Experimentalphysik I, Fachgebiet Qualitätskontrolle, Anorganische Chemie,  
Universität Dortmund  
Inst. für Anorganische Chemie, Inst. für Werkstoffwissenschaften und  
Inst. für Kristallographie und Festkörperphysik, TU Dresden  
Zentral-Inst. für Festkörperphysik und Werkstoffkunde, Dresden  
Inst. für Polymerenforschung Dresden eV  
Inst. für Sicherheitsforschung, Inst. für Ionenstrahlphysik und  
Materialforschung des Forschungszentrum Rossendorf, Dresden  
FB 6, Physikalische Chemie, Universität-GH Duisburg  
Inst. für Physikalische Chemie und Elektrochemie,  
Inst. für Angewandte Physik, Universität Düsseldorf  
Astronautics Lab., Dept. of the Air Force, Edwards (USA)  
Inst. for Polymer Technology, University of Eindhoven (NL)  
FH Ostfriesland, Emden  
Eriwan Physics Institute, Eriwan  
Inst. für Angewandte Physik, Physikalisches Inst., Universität Erlangen-Nürnberg  
Uniklinikum Frankfurt/Main  
Inst. für Kernphysik, Inst. für Kristallographie und Mineralogie,  
Universität Frankfurt/Main  
MPI für Biophysik, Max-Planck-Gesellschaft, Frankfurt/Main  
Inst. für Metallkunde, Bergakademie Freiberg  
Inst. für Extraterrestrische Physik, Max-Planck-Gesellschaft, Garching  
Physik Dept. E15, TU München, Garching  
National Inst. for Standards and Technology, Gathersburg (USA)  
GKSS-Forschungszentrum, Geesthacht  
Lab. de Cristallographie aux Rayons X, Université de Geneve (CH)  
Inst. für Geowissenschaften u. Lithosphärenforschung, Universität Gießen  
Mineralogisch-Kristallographisches Institut, Universität Göttingen  
Inst. für Physikalische Chemie, Universität Graz (A)  
FB Chemie, Universität Greifswald  
Inst. Laue-Langevin, Grenoble (F)  
European Synchrotron Radiation Facility, Grenoble (F)  
Inst. for Technology, Technion Haifa (Israel)

FB Physik und Inst. für Physikalische Chemie, Universität Halle  
Inst. für Schicht- und Oberflächentechnik, Fraunhofer Gesellschaft, Hamburg  
European Molecular Biology Laboratory, EMBL Außenstelle Hamburg  
Inst. für Bodenkunde, II. Inst. für Experimentalphysik, Inst. für Anorganische und Angewandte Chemie, Inst. für Technische und Makromolekulare Chemie,  
Inst. für Physikalische Chemie, Mineralogisch-Petrographisches Inst.,  
Universitätskrankenhaus Eppendorf, Universität Hamburg  
Arbeitsgruppen für Strukturelle Molekularbiologie, Max-Planck-Gesellschaft, Hamburg  
Arbeitsbereich Umweltschutz, TU Hamburg-Harburg  
Hamburger Synchrotronstrahlungslabor, DESY, Hamburg  
Inst. für Mineralogie, Inst. für Fertigungstechnik, Inst. für Physikalische Chemie und Elektrochemie, Inst. für Festkörperphysik, Universität Hannover  
Max-Planck-Institut für Kernphysik, Heidelberg  
Helsinki University of Technology (SF)  
Dept. of Physics, University of Ioannina (GR)  
Cornell University, Ithaca (USA)  
Technisches Inst., Max-Planck-AG Röntgenoptik, Universität Jena  
Inst. für Schicht- und Ionentechnik, Inst. für Festkörperforschung, Kernforschungsanlage Jülich  
Inst. für Werkstoffkunde I, Inst. für Kristallographie, Universität Karlsruhe  
Europäisches Inst. für Transurane, EURATOM, Karlsruhe  
GEOMAR Forschungszentrum für Marine Geowissenschaften,  
Inst. für Experimentalphysik, Mineralogisches Inst., Universität Kiel  
Inst. für Physikalische Chemie, Universität Köln  
Fakultät für Chemie, Universität Konstanz  
H.C. Oersted Inst., University of Copenhagen (DK)  
International Inst. of Advanced Research, Panasonic, Kyoto (J)  
Inst. für Kristallographie, Mineralogie und Materialwissenschaften, FB Physik, Universität Leipzig  
Inst. Jozef Stefan, University of Ljubljana, (Slovenia)  
Los Alamos National Lab. (USA)  
MAX-LAB, University Lund (S)  
Haldor Topsøe Research Lab., Lyngby (DK)  
Inst. de Ciencia y Tecn. de Polímero, Cons. Sup. de Investigac. Ci., Madrid (E)  
Dpto. Fisico-Química, Farmacia, Universidad Complutense Madrid (E)  
Dpto. Física de la Materia Condensada, Univ. Autónoma Madrid (E)  
Inst. de Estructura de la Materia, Madrid (E)

Inst. für Geowissenschaften und Inst. für Organische Chemie, Inst. für Physikalische Chemie, Inst. für Physik, Inst. für Biochemie, Universität Mainz  
Max-Planck-Inst. für Polymerenforschung, Mainz  
Abt. Geochemie, Max-Planck-Inst. für Chemie, Mainz  
FB 14 – Polymere, Universität Marburg  
CRMC2-CNRS, Campus de Luminy, Dept. de Physique, Université Aix-Marseille (F)  
University of Illinois (USA)  
Chemistry Dept., St. Patrick's College, Moynooth (IRL)  
Dip. di Fisica, Università di Modena (I)  
I.V. Kurchatov Inst. of Atomic Energy, Moscow (Russia)  
Lebedev Physical Inst., Academy of Sciences, Moscow (Russia)  
MPI für Physik, Max-Planck-Gesellschaft, München  
Arbeitsgruppe Röntgenbeugung, MPI, München  
Inst. für Kristallographie und Mineralogie, Sektion Physik, Universität München  
Technische Universität München  
Siemens AG, München  
Inst. für Kernphysik, Anorg.-Chemisches Inst., Universität Münster  
Lab. L.I.S.E., Université Notre Dame de la Paix, Namur (B)  
LURE, Université Paris Sud, Orsay (F)  
FB 6 – Physik, Universität-GH Paderborn  
Section de Physique et Chimie, Inst. Curie, Paris (F)  
Pädagogische Hochschule Potsdam  
II. Physikalisches Inst., Universität Potsdam  
Inst. of Physics, University of Purdue (USA)  
Inst. für Angewandte Physik, Universität Regensburg  
Dept. of Structural Chemistry, Weizmann Inst., Rehovot (Israel)  
PUC, Rio de Janeiro (Brazil)  
Dip. di Chimica, Università La Sapienza, Rom (I)  
Risø National Laboratory, Roskilde (DK)  
FB Physik, Universität Rostock  
Fachrichtung Kristallographie, Universität des Saarlandes, Saarbrücken  
FB Physik, Universität Siegen  
TSI Lab., Université Jean Monnet St. Etienne (F)  
Inst. of Physics, University of St. Petersburg (Russia)  
Fysikinstitutionen, Kunglige Techn. Höskolan, Stockholm (S)  
Synchrotron Radiation Center, University of Wisconsin, Stoughton (USA)  
Inst. für Physikalische Chemie, Universität Stuttgart

MPI für Festkörperforschung, MPI für Metallforschung,  
Max-Planck-Gesellschaft, Stuttgart  
Inst. of Physics, Tartu (Estland)  
Frauenhofer-Einrichtung für Angewandte Polymerenforschung, Teltow  
IUT Paul Sabatier, Toulouse (F)  
Sincrotrone Trieste (I)  
Inst. für Kristallographie, Universität Tübingen  
Abt. für Experimentelle Physik, Universität Ulm  
Physics Inst., Uppsala University (S)  
Brookhaven National Lab., Upton (USA)  
Université des Sciences et Technique de Lille, Villeneuve d'Ascq (F)  
LIMHP, CNRS, Centre Paris-Nord, Villetaneuse (F)  
Inst. of Physics, University of Warsaw (PL)  
Atominstytut Wien (A)  
Inst. für Angewandte und Technische Physik, TU Wien (A)  
Experimental Station, E.I. Dupont de Nemour and Co., Wilmington (USA)  
Inst. für Physikalische Chemie, Physikalisches Inst.,  
Mineralogisches Inst., Universität Würzburg  
Anorgan.-Chemisches Inst., Universität Zürich (CH)  
ETH-Zentrum, Zürich (CH)

---

Year	Value	Value	Value
2010	100	100	100
2011	100	100	100
2012	100	100	100
2013	100	100	100
2014	100	100	100
2015	100	100	100
2016	100	100	100
2017	100	100	100
2018	100	100	100
2019	100	100	100
2020	100	100	100
2021	100	100	100
2022	100	100	100
2023	100	100	100
2024	100	100	100
2025	100	100	100
2026	100	100	100
2027	100	100	100
2028	100	100	100
2029	100	100	100
2030	100	100	100

# Bereich Forschung (F)

## Inhalt

Übersicht	29
H1-Experiment	35
ZEUS-Experiment	51
HERMES-Experiment	67
ARGUS-Experiment	79
Theoretische Physik	93
Hamburger Synchrotronstrahlungslabor HASYLAB	99
Europäisches Laboratorium für Molekularbiologie EMBL Außenstelle Hamburg	115
Max-Planck-Gesellschaft Arbeitsgruppen für Strukturelle Molekularbiologie	119
Technische Entwicklungen	125
Bibliothek und Dokumentation	129
Presse- und Öffentlichkeitsarbeit	133



# Übersicht F-Bereich

Das Jahr 1993 war durch eine Reihe von wichtigen wissenschaftlichen Ergebnissen, technischen Verbesserungen und langfristigen Entscheidungen gekennzeichnet. Die Kollaborationen H1 und ZEUS konnten erste Ergebnisse zu der inneren Struktur des Protons und des Photons vorlegen, die in früheren Experimenten nicht zugänglich waren und die wichtige Erkenntnisse über den inneren Aufbau des Protons und die Struktur des Photons lieferten.

Der Gruppe, die für die Beschleuniger zuständig ist, gelang es, den Betrieb von HERA so weit zu verbessern, daß die Experimente rund zwanzigmal mehr Daten aufzeichnen konnten als im vorangegangenen Jahr. Hierdurch ließen sich erstmals Prozesse mit sehr kleinem Wirkungsquerschnitt nachweisen.

Nachdem es in umfangreichen Versuchen nicht gelungen war die Luminosität für das Experiment ARGUS am Speicherring DORIS entscheidend zu verbessern, wurde im Mai 1993 beschlossen, den Betrieb von DORIS für Experimente der Hochenergiephysik einzustellen und DORIS in Zukunft ausschließlich als Quelle für Synchrotronstrahlung zu nutzen. Mit dem Abschalten von ARGUS ging eines der erfolgreichsten Experimente der Hochenergiephysik bei DESY zu Ende. Durch die nun mögliche Optimierung von DORIS für die Synchrotronstrahlung sowie den weiteren Ausbau der neuen Strahlführungen und Meßanordnungen an HASYLAB konnten die Meßbedingungen wesentlich verbessert und eine große Zahl interessanter Experimente durchgeführt werden.

## Die Experimente H1 und ZEUS an HERA

Im Sommer 1992 begann nach vielen Jahren intensiver Vorarbeiten das Physikprogramm bei HERA. Im Jahr 1993 nahmen die beiden Experimente H1 und ZEUS zwischen Juni und November Daten. Durch große Fortschritte im Betrieb von HERA konnten beide Detektoren dabei etwa zwanzigmal mehr interessante Ereignisse aufzeichnen als im Vorjahr.

Der H1-Detektor wurde in der Wartungsperiode 1992/93 weiter vervollständigt. Das Experiment lief mit all seinen Komponenten während der gesamten Strahlperiode sehr zuverlässig. Die Spurdetektoren und das Flüssig-Argon-Kalorimeter waren stabil, die Meßgenauigkeit (Auflösung) der Komponenten konnte mit Hilfe der Daten aus der tiefunelastischen Elektron-Proton-Streuung weiter verbessert werden. Vor Beginn der Datennahme wurde die Leistungsfähigkeit des Datennahmesystems gegenüber dem Vorjahr wesentlich verbessert.

Im Laufe des Jahres wurden folgende Ergänzungen des Detektors vom Physics Research Committee (PRC) empfohlen und vom Direktorium bewilligt: Siliziumstreifenzähler nahe dem Wechselwirkungspunkt zur besseren Spurbestimmung, der Ersatz des elektromagnetischen Kalorimeters in der Rückwärtsrichtung (bezogen auf die Flugrichtung des Protons) durch ein neues Kalorimeter mit verbesserter Energie- und Zeitauflösung und der Ersatz der rückwärtigen Proportionalkammer durch eine hochauflösende Driftkammer. Die neuen Komponenten sollen Ende 1994 in den H1-Detektor eingebaut werden.

Der ZEUS-Detektor lief mit hoher Zuverlässigkeit. Besonders hervorzuheben ist hier das Uran-

Szintillator-Kalorimeter, das mit sehr geringer Ausfallrate, hoher Stabilität und ausgezeichneter Auflösung betrieben werden konnte. Die zentrale Driftkammer wurde vor Beginn der Datennahme 1993 vollständig mit Ausleseelektronik ausgerüstet. Die Genauigkeit der Luminositätsmessung konnte auf 4% gesteigert werden. Die Ausleseelektronik, die eine nahezu totzeitfreie Datennahme erlaubt, arbeitete fehlerfrei, ebenso die verschiedenen Triggerstufen und das Datenerfassungssystem.

Im Laufe des Jahres wurden folgende Ergänzungen des Detektors vom PRC empfohlen und vom Direktorium bewilligt: Einbau eines Hadron-Elektron-Separators in Vorwärtsrichtung, Bau eines Rückwärts-Kleinwinkel-Detektors, um die Akzeptanz des Detektors zu erhöhen und Bau eines Neutronenzählers in Vorwärtsrichtung, um diffraktive Streuprozesse zu messen. Die Kollaboration plant noch weitere Verbesserungsmaßnahmen.

Die Online-Rekonstruktion der Daten auf RISC-Rechnern des Rechenzentrums lief ausgezeichnet und ermöglichte es den Kollaborationen die Analyse der Daten nahezu parallel zur Datennahme durchzuführen.

### Physikalische Ergebnisse der Experimente H1 und ZEUS an HERA

Bei HERA wird im Zusammenprall der Elektronen mit den Protonen der innere Aufbau des Protons abgetastet. Dabei können noch Strukturen einer Größe von  $10^{-15}$  Millimetern, entsprechend einem Tausendstel der Größe eines Protons, aufgelöst werden. Das Proton selbst ist aus drei Quarks aufgebaut, die ihrerseits durch Gluonen zusammengehalten werden. Durch die aufprallenden Elektronen werden sowohl die Quarks als auch, indirekt, die Gluonen abgetastet. Bei HERA kann der mit den Gluonen korrelierte Quark-Antiquark-See bei ganz kleinen Impulsen gemessen werden, wodurch die Theorie der starken Wechselwirkung in einem bisher unzugänglichen Bereich genau überprüft werden kann.

Der Streuprozess läßt sich durch zwei Größen beschreiben,  $x$  und  $Q^2$ , wobei  $x$  den Bruchteil des Protonimpulses angibt, der von dem Quark getragen wird, an dem das Elektron gestreut wird.  $Q^2$  ist ein Maß für den im Stoß übertragenen Impuls und für das Auflösungsvermögen. Je größer  $Q^2$  ist, umso kleinere Strukturen können im Inneren des Protons aufgelöst werden. Beide Größen,  $x$  und  $Q^2$ , werden durch die Messung der Streuwinkel und Teilchenenergien bestimmt.

Im Berichtsjahr haben beide Kollaborationen die Analyse der 1992 genommenen Daten, entsprechend einer Luminosität von etwa  $30 \text{ nb}^{-1}$ , weitgehend abgeschlossen und veröffentlicht. Von den zahlreichen Ergebnissen sollen hier nur einige genannt werden: Erstmals konnte die Strukturfunktion  $F_2(x, Q^2)$  im kinematischen Bereich extrem kleiner Parton-Energien gemessen werden, die in früheren Experimenten nicht zugänglich waren und die zu wichtigen Aussagen über die Parton-Dichte im Proton führten. Das starke Anwachsen der Strukturfunktion bei kleinem  $x$ , das einem starken Anwachsen der Gluondichte entspricht, ermöglicht einen wichtigen Test der Quanten-Chromodynamik (QCD). Die Untersuchung der Jet-Strukturen in der tiefunelastischen Streuung und in der Photoproduktion ermöglichte wichtige Tests von Modellen der Hadronisierung und eine direkte Studie von QCD-Effekten höherer Ordnung. In der tiefunelastischen Streuung wurde eine neue, unerwartete Art von Ereignissen beobachtet, bei denen keine Gluonen im Winkelbereich zwischen dem gestreuten Quark und dem verbleibenden Rest des Protons auftreten. Man erhofft sich von diesen Ereignissen eine Klärung der diffraktiven Streuung. Die hohe Energie von HERA ermöglichte es den Experimenten auch die innere Struktur des Photons zu analysieren. Die Suche nach neuen Formen der Materie, wie zum Beispiel gebundenen Quark-Lepton-Zuständen, hat zu neuen Massengrenzen geführt. Mit den Daten von 1993 konnte bei HERA erstmals der Anteil an der Elektron-Proton-Streuung nachgewiesen werden, der durch den Austausch eines schweren geladenen Vektorbosons  $W^-$  vermittelt wird.

Die hohe Qualität der Experimente, die zahlreichen Ergebnisse, die mit den Daten des ersten Betriebsjahres erzielt werden konnten und die große Steigerung der Luminosität im zweiten Betriebsjahr lassen alle Beteiligten hoffen, daß auch in den nächsten Jahren weitere wichtige neue Erkenntnisse über den Aufbau der Materie gewonnen werden.

## Experimente der zweiten Generation an HERA

Im Juni 1993 wurde das HERMES-Experiment genehmigt. Es soll im Laufe des Jahres 1994 in der Osthalle von HERA installiert werden und im Jahr 1995 mit der Datennahme beginnen. Ziel dieses Experiments ist es, mit hoher statistischer und systematischer Präzision alle Aspekte der inneren Spinstruktur der Kernbausteine Proton und Neutron durch spinabhängige tiefunelastische Elektron-Nukleon-Streuung zu untersuchen. HERMES ist das erste Experiment, das die Spinpolarisation der Elektronen in HERA nutzen wird. In Vorbereitung des Experimentes wurden in der Wartungsperiode 1993/94 sogenannte Spin-Rotatoren rechts und links von der zukünftigen Wechselwirkungszone eingebaut. Die polarisierten Elektronen treffen am Wechselwirkungs-ort auf ein gasförmiges Target aus polarisierten Atomen. Dieses Gastarget besteht aus einer Speicherzelle, die von einer intensiven Quelle polarisierter Atome (Wasserstoff, Deuterium,  $^3\text{He}$ ) gespeist wird. Der Vorteil dieser neuartigen Technologie liegt darin, daß alle Target-Atome polarisierbar sind. Die gestreuten Elektronen und die beim tiefunelastischen Streuprozeß erzeugten hochenergetischen Hadronen werden in einem magnetischen Spektrometer nachgewiesen. Ende 1993 hat die Kollaboration bereits ein Testtarget und Prototypen der zukünftigen Detektoren eingebaut, um im kommenden Jahr erste Messungen zum Untergrund und zum Einfluß des Targets auf die Elektronenstrahlen in HERA durchzuführen.

Zur Zeit wird über ein weiteres Experiment an einem internen Target in HERA nachgedacht. Ziel dieses Experiments ist die Messung der Verletzung der Zeit-Umkehr-Invarianz beziehungsweise

der CP-Verletzung. Diese wurde bislang nur im System der K-Mesonen beobachtet und untersucht. Um diesen Prozeß aber besser zu verstehen, ist es nötig, ihn auch in anderen Teilchensystemen zu beobachten. Die neutralen B-Mesonen stellen solch ein System dar und bieten die Möglichkeit, die CP-Verletzung auf verschiedene Weisen zu untersuchen. Hadronenbeschleuniger bieten sich als Quelle für B-Mesonen an. Die ARGUS-Kollaboration hat die Möglichkeit untersucht, den Protonenstrahl von HERA zur Produktion von B-Mesonen zu verwenden und die CP-Verletzung zu messen. Die Gruppe hat 1992 einen „Letter of Intent“ vorgelegt sowie 1993 einen Status-Report, in dem die experimentelle Durchführbarkeit des Experiments ausführlich analysiert wird. Eine Entscheidung über dieses Experiment wird 1994 erwartet.

Im September 1993 fand ein internationaler „Workshop on Physics at HERA with Internal Targets“ bei DESY statt, auf dem die verschiedenen Aspekte der Physik mit Elektronen- und Protonenstrahlen diskutiert wurden.

## Elementarteilchenphysik mit ARGUS an DORIS

Die ARGUS-Kollaboration führte in den Jahren 1982 bis 1992 Experimente am Elektron-Positron-Speicherring DORIS durch. Untersucht wurden dabei Ereignisse, die in der Elektron-Positron-Vernichtung bei Schwerpunktsenergien von etwa 10 GeV entstehen. Die Analyse dieser Ereignisse erlaubte detaillierte Untersuchungen in vielen Bereichen der Elementarteilchenphysik, wie zum Beispiel der Physik der schweren Quarks, „Charm“ und „Beauty“, der Fragmentation von Quarks, der Untersuchung des schweren Leptons  $\tau$  und der Photon-Photon-Wechselwirkung.

Der Umbau des Speicherrings DORIS II zur Erweiterung der Experimentiermöglichkeiten mit der Synchrotronstrahlung ergab unerwarteterweise eine reduzierte Wechselwirkungsrate für das ARGUS-Experiment. Dabei war die Fortsetzung eines konkurrenzfähigen Physikprogramms mit dem Detektor ARGUS an DORIS nicht mehr

gewährleistet. Deshalb wurde im Mai 1993 einvernehmlich beschlossen, das Experiment ARGUS und damit die Messungen der Teilchenphysik an DORIS zu beenden. Damit ging ein außerordentlich erfolgreiches Experiment nach zehn Jahren zu Ende, das durch seine Messungen wesentlich zur Bestimmung vieler fundamentaler Konstanten des Standard-Modells beigetragen hat. Die vermutlich wichtigste Entdeckung des ARGUS-Experiments mit weitreichenden Konsequenzen war die Beobachtung von  $B^0\bar{B}^0$ -Oszillationen im Jahr 1987. Diese Messung gab unter anderem den ersten Hinweis darauf, daß das Top-Quark sehr viel schwerer ist als ursprünglich angenommen. Die wissenschaftliche Leistung von ARGUS wurde im Herbst 1993 in einem Festkolloquium ausführlich gewürdigt.

Die Analyse der Daten hat im Berichtsjahr zu einer Reihe interessanter Veröffentlichungen zur B-Physik, Charm-Physik und  $\tau$ -Physik geführt. Das physikalische Potential der mit ARGUS genommenen Datenmenge ist aber noch nicht ausgeschöpft, so daß die Gruppe in den nächsten Jahren die Auswertung fortsetzen wird.

### Theorie der Elementarteilchen

Die Arbeiten der Gruppe Theorie lassen sich grob in drei Bereiche einteilen: Phänomenologie, Gitterfeld-Theorie sowie Quantenfeld-Theorie und mathematische Physik. Die Fortschritte auf dem Gebiet der Physik der Elementarteilchen haben stets auf der engen Zusammenarbeit von Experiment und Theorie basiert. Deshalb lag ein Schwerpunkt der Arbeiten im Bereich der Phänomenologie auf Untersuchungen von unmittelbarer Relevanz für HERA. Die Bestimmung der Quark- und Gluondichten im Proton ist einer der Schwerpunkte der HERA-Physik. Von besonderem Interesse ist dabei das Verhalten der Parton-Dichten bei sehr kleinen  $x$ -Werten, wo Rekombinationsphänomene bei hohen Teilchendichten auftreten. Diese Analysen sind theoretisch weiter verfeinert worden. Die bei HERA beobachteten diffraktiven tiefunelastischen Streuprozesse bieten die Möglichkeit, Quark- und Gluon-Inhalt in einem Parton-Bild des Pomerons zu studieren. Weiter wurden

die unterschiedlichen Mechanismen der Photoproduktion durch Analysen höherer Ordnung studiert, die experimentell durch die Beobachtung von Jets in der Photon-Proton-Streuung bei HERA direkt meßbar sind. Eine Reihe von Arbeiten beschäftigten sich mit elektroschwachen Strahlungskorrekturen, im besonderen der Relation zwischen  $Z$ -Masse und dem elektroschwachen Mischungswinkel. Diese Untersuchungen sind für die Präzisionsmessungen in der  $e^+e^-$ -Wechselwirkung von Bedeutung. Im Zusammenhang mit dem Higgs-Phänomen zur Erzeugung der Massen von fundamentalen Teilchen im Standard-Modell wurden eine Reihe von Arbeiten durchgeführt, die den möglichen Higgs-Massenbereich analysieren und Vorhersagen über Higgs-Zerfalleigenschaften machen.

Für die Interpretation der Messungen des ARGUS-Experiments sind Arbeiten auf dem Gebiet der effektiven Theorien schwerer Quarks von Bedeutung, von denen man quantitative Aussagen über die Zerfälle dieser Quarks erwartet. Die schwache Wechselwirkung der  $b$ -Quarks bietet den Schlüssel zur Beantwortung fundamentaler Fragen im Rahmen des Standard-Modells und darüber hinaus der Mischung von Quarks und der physikalischen Natur der CP-Verletzung. In Vorbereitung des geplanten HERA-Experiments zur Beobachtung der CP-Verletzung in B-Zerfällen war dieses Thema ein weiterer Schwerpunkt der theoretischen Untersuchungen.

Bei hohen Temperaturen wird die spontan gebrochene Symmetrie der elektroschwachen Wechselwirkung restauriert. Diese Folge aus dem Higgs-Mechanismus ist für die Kosmologie von Bedeutung. Zu diesem Themenkreis, den man den elektroschwachen Phasenübergang nennt, wurden einige Arbeiten veröffentlicht.

Neben den phänomenologischen Arbeiten beschäftigt sich die Theoriegruppe mit der Gitterfeldtheorie. Im Rahmen dieser Theorie ist es im Prinzip möglich, die gleitende Kopplungskonstante  $\alpha_s$  der QCD über einen großen Energiebereich zu verfolgen. Eine solche Rechnung wurde jetzt für den Fall der reinen Eichtheorie mit einer Eichgruppe  $SU(3)$  ausgeführt. Die Resultate zeigen,

daß es zwischen dem nichtperturbativen Niederenergiebereich der Theorie und dem perturbativen Hochenergiebereich einen glatten Übergang gibt. Weiter wurde die Frage der Konsistenz der Theorie bei hohen Energien untersucht. Wichtiger Bestandteil der Arbeit war die Entwicklung von neuen numerischen Verfahren der Simulationstechnik. Eine Reihe von Arbeiten im Bereich der Quantenfeldtheorie und der mathematischen Physik beschäftigten sich mit Phasenübergängen bei hohen Temperaturen, der konformen Feldtheorien, der Quantensymmetrien, der Supergravitation und des Quantenchaos.

Viele Arbeiten entstanden zusammen mit wissenschaftlichen Besuchern aus dem In- und Ausland und mit anderen Gruppen, insbesondere von der Universität Hamburg und dem Höchstleistungsrechenzentrum HLRZ in Jülich. Für die Fortführung der Gitterrechnungen wurde in diesem Jahr eine Zusammenarbeit mit der Universität Rom II begonnen. Dort steht ein APE-100-Massiv-Parallel-Rechner zur Verfügung, der im Rahmen der Zusammenarbeit benutzt werden kann. Zu einer Reihe von Themen wurden Workshops bei DESY veranstaltet, die von Mitgliedern der Theoriegruppe und der Universität Hamburg geleitet worden sind: „Quantenchromodynamik“, „QCD at HERA“, „ECFA-Workshop on an European B-meson factory“ und „ $e^+e^-$  Collisions at 500 GeV: The Physics Potential“.

## Experimente mit Synchrotronstrahlung an DORIS (HASYLAB)

Seit Mai 1993 wird DORIS ausschließlich zur Erzeugung von Synchrotronstrahlung betrieben. Im Hamburger Synchrotronstrahlungslabor HASYLAB wird die vom Speicherring DORIS III abgestrahlte Synchrotronstrahlung in vielfältiger Weise in Grundlagen- und anwendungsbezogener Forschung auf den Gebieten der Physik, Biologie, Chemie und Kristallographie, in den Material- und Geowissenschaften sowie in der Medizin eingesetzt. Dabei wird das Spektrum der elektromagnetischen Strahlung vom sichtbaren Licht bis zum harten

Röntgengebiet genutzt und ein Energiebereich von etwa 1 eV bis zu 200 000 eV überstrichen.

Bei HASYLAB werden an 39 Meßplätzen 83 Instrumente im Wechsel betrieben. Die wissenschaftlichen Ergebnisse des Jahres 1993 sind im HASYLAB-Jahresbericht in 423 Teilberichten wiedergegeben. Besonders an den neuen Wigglerstrahlen wurden viele interessante Ergebnisse gewonnen, die neue Möglichkeiten für die Forschung mit Synchrotronstrahlung bei HASYLAB eröffnen und eindrucksvoll den Erfolg des Umbaus von DORIS für Synchrotronstrahlungsexperimente belegen. Im Laufe des Jahres 1993 wurde eine Reihe neuer Strahlführungen an Wiggler und Undulatoren erfolgreich in Betrieb genommen.

Eine Außenstelle des Europäischen Laboratoriums für Molekularbiologie (EMBL) sowie drei Arbeitsgruppen für Strukturelle Molekularbiologie der Max-Planck-Gesellschaft sind bei DESY angesiedelt. Sie führen eigene Forschungsprogramme mit Hilfe der Synchrotronstrahlung von DORIS durch, unter starker Beteiligung auswärtiger Nutzer. Die Forschungsschwerpunkte der Arbeiten am EMBL liegen im Bereich der Instrumentierung, der Proteinkristallographie, der Biochemie und Molekularbiologie. Die Max-Planck-Arbeitsgruppen beschäftigen sich mit den Beziehungen zwischen Struktur und Funktion von biologischen Makromolekülen. Thematische Schwerpunkte sind 1) die Enzyme und ihr katalytischer Mechanismus, 2) das Zytoskelett und seine Rolle in Zellbewegung, Zellteilung und im Zelltransport sowie 3) das Ribosom und seine Funktion in der Protein-Biosynthese. Die wesentliche Methode der Strukturuntersuchung ist dabei die Röntgenbeugung von Proteinkristallen, Fasern oder Lösungen. Dieser Jahresbericht enthält einen kurzen Überblick über die wichtigsten Arbeiten dieser Gruppen.

Im Laufe des Jahres entschied das Direktorium, am PETRA-Speicherring, der Teil des HERA-Injektionssystems ist und in dem die Elektronen mit Energien von bis zu 12 GeV gespeichert werden, einen Undulatorstrahl aufzubauen. Dieser Strahl ist im Spektralbereich oberhalb von 20 keV einzigartig in der Welt und soll im Sommer 1995 in Betrieb genommen werden.

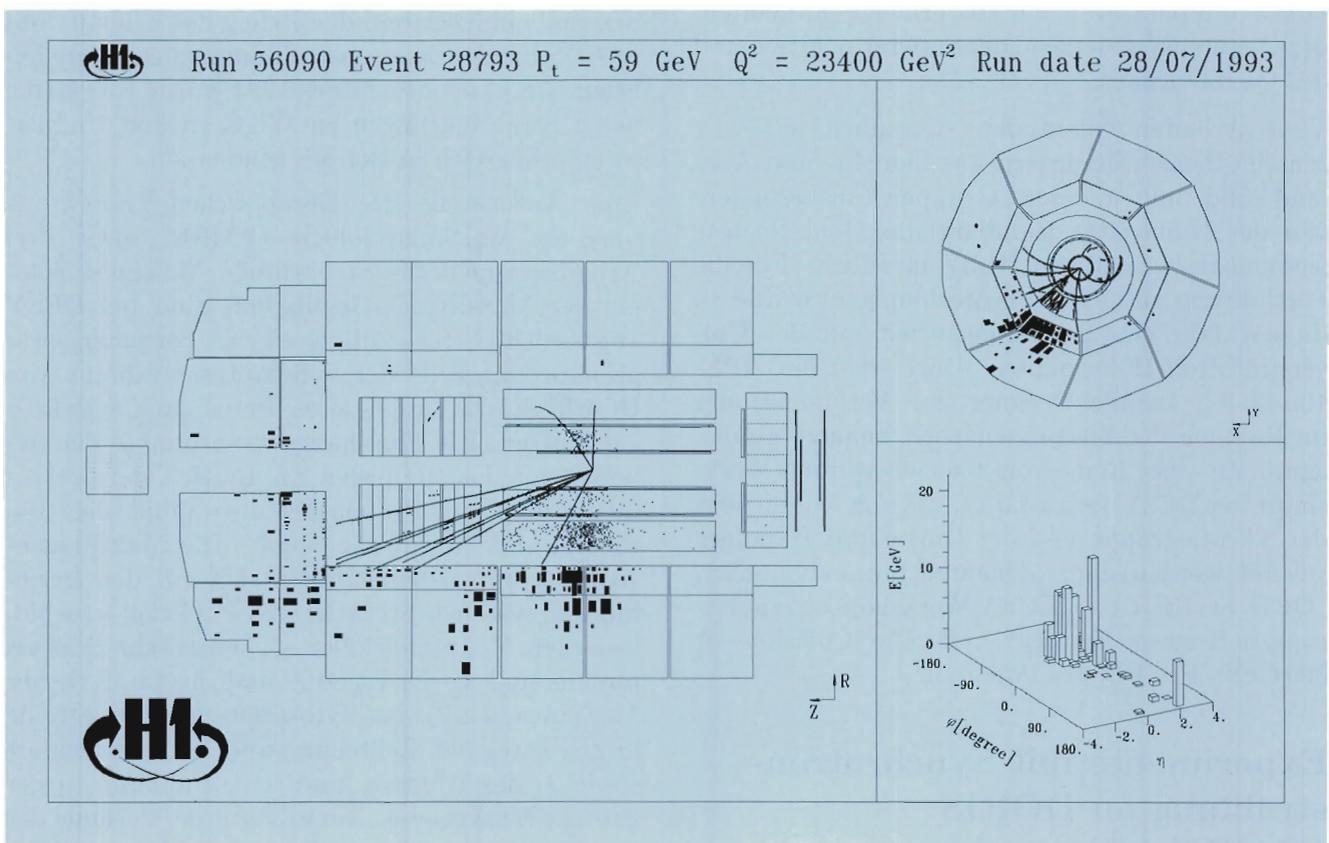


Abbildung 1: Ein durch den Austausch eines geladenen  $W$ -Bosons erzeugtes Ereignis. Deutlich erkennbar ist der in der Bilanz fehlende Transversalimpuls.

# H1-Experiment

**Beteiligte Institute:** RWTH Aachen, Univ. of Birmingham, Inter-Univ. ULB-VUB Brussels, Rutherford Appleton Lab. Chilton, Inst. of Nucl. Phys. Cracow, Univ. of California Davis, Univ. Dortmund, CEN Saclay, Univ. of Glasgow, DESY und Univ. Hamburg, Univ. Heidelberg, Univ. Kiel, Slov. Acad. of Sciences Košice, Univ. of Lancaster, Univ. of Liverpool, QMWC London, Univ. of Lund, Univ. of Manchester, ITEP und Lebedev Inst. Moskau, MPI München, Univ. de Paris-Sud Orsay, Ec. Polytech. Palaiseau, Univ. Paris VI und VII, Czech Acad. of Sciences und Charles Univ. Prag, Univ. und INFN Rom, Univ. GH Wuppertal, DESY-IfH Zeuthen, ETH und Univ. Zürich.

**Sprecher:** J. Feltesse, Saclay

Im Vergleich zum Vorjahr wurden 1993 in HERA höhere Strahlströme gespeichert und damit den Experimenten eine 20mal größere Luminosität geliefert. Dadurch ließen sich erstmals Prozesse mit kleinem Wirkungsquerschnitt nachweisen. Von besonderem Interesse ist die Beobachtung der Reaktion  $e^-p \rightarrow \nu_e + \text{Hadronen}$ , einer Umkehrreaktion zur tiefunelastischen Neutrinostreuung, die bisher nur bei sehr viel niedrigeren Energien untersucht wurde. Der Prozeß wird durch Austausch eines geladenen Vektorbosons  $W^\pm$  vermittelt und erlaubt die Untersuchung der schwachen Wechselwirkung in einem bisher unerforschten kinematischen Bereich. In einer zum Jahresende fertiggestellten Untersuchung konnte die H1-Kollaboration mit den 1993 gewonnenen Daten 14 Ereignisse dieses Typs eindeutig identifizieren (Abb. 1). Der gemessene Wirkungsquerschnitt ist signifikant ( $5\sigma$ ) niedriger als der mit der Fermi-Theorie berechnete und zeigt damit zum ersten Mal den bisher nicht nachweisbaren Einfluß des  $W$ -Boson-Propagators.

Die übrigen Untersuchungen vertiefen die Analyse der im Jahr 1992 aufgenommenen Daten. Hervorzuheben sind die Messungen der Strukturfunktion  $F_2(x, Q^2)$  im kinematischen Bereich extrem kleiner Partonen-

Energien, die früheren Experimenten nicht zugänglich waren und die zu interessanten Aussagen über die Partonen-Verteilung im Proton führen. Ferner erlaubten es Untersuchungen der Jetstruktur in der Photoproduktion und in der tiefunelastischen  $e^-p$ -Streuung, von der QCD vorhergesagte Erweiterungen des einfachen Quark-Parton-Modells zu prüfen. Außerdem wurden diffraktive Ereignisse mit einer „Rapiditätslücke“ untersucht. Bei der systematischen Suche nach neuen Teilchen wurden aus der Nicht-Beobachtung bestimmter theoretisch postulierter „exotischer“ Teilchen neue Minimalwerte für deren mögliche Massen und Kopplungsstärken ermittelt.

## Der Detektor

In der Winterpause 1992/93 wurde der Detektor vervollständigt und erfolgreich getestet. Mit der Fertigstellung der Myon-Spurkammern im Eisenjoch und der  $\phi$ -Lagen der Vorwärts-Myonenkammern ist das System zum Nachweis von Myonen vollständig. Im Kleinwinkelkalorimeter (Plug) wurden weitere Nachweisebenen installiert. Bei der Wiederinbetriebnahme der zentralen Jetkammer CJC1 stellte sich heraus, daß während der Winterpause mehrere Signaldrähte

gerissen waren. Wegen der Bedeutung dieser Jetkammer für die gesamte physikalische Auswertung wurde beschlossen, alle störenden Drahtreste während des HERA-Entwicklungsprogramms im April zu entfernen und den gesamten Detektor erst Ende Mai in die Wechselwirkungszone zu bringen. Ursache der Drahtbrüche ist vermutlich Korrosion durch Galvanikrückstände. Es wurden daher neue korrosionssichere Drahtdurchführungen entwickelt und am Jahresende 1993 alle 720 Signaldrähte der CJC1 ausgetauscht.

Die Flexibilität der ersten Triggerstufe (L1) hat sich im Berichtszeitraum wiederum bewährt, wobei beim Betrieb wesentliche Erkenntnisse aus den Erfahrungen des Vorjahres angewandt wurden. Als wichtigste neue Komponente wurde der DCr $\phi$ -Trigger routinemäßig eingesetzt. Dieser Trigger findet aus den Signalen der zentralen Jetkammern CJC1 und CJC2 die Anzahl der geladenen Teilchen und kann damit die Rate der für die Photo-Produktion wichtigen reinen Spurtrigger auf einem akzeptablen Niveau halten.

Die Akzeptanz für hochenergetische Myonen in den Vorwärts-Myonenkammern ist für die Physik der schweren Quarks sehr wichtig. Deshalb wurde ein spezieller Trigger entwickelt und in Betrieb genommen, der aus den Signalen dieser Kammern die Myonen mit guter räumlicher und zeitlicher Auflösung erkennt.

Von hervorragender Bedeutung für die Physik der Jets ist das Ansprechverhalten des Hadronentrigger auf kleine Energien im Kalorimeter. Durch eine systematische Eliminierung elektrischer Störquellen konnte die Ansprechschwelle um einen Faktor vier herabgesetzt werden. In der Winterpause 1993/94 soll die Effizienz bei kleinen Energien weiter verbessert werden.

Die Elektronik des Flugzeitsystems (TOF), das Teilchen aus der Wechselwirkungszone von durch Protonen induziertem Untergrund unterscheidet, wurde für die erwarteten höheren Strahlströme verbessert und erfolgreich in Betrieb genommen.

Ebenfalls im Hinblick auf höhere Strahlströme wurde die zentrale Datenaufnahme auf schnellere Datenkanäle umgestellt. Durch den Ausbau können die gesamten Rohdaten der Driftkammern

mit einer Rate von bis zu 100 Ereignissen pro Sekunde an die vierte Triggerstufe (L4) übergeben werden. Diese basiert auf parallel arbeitenden RISC-Prozessoren, die unter Verwendung rekonstruierter Größen physikalisch interessante Ereignisse herausfiltern. Das auf 32 Prozessoren aufgestockte System erlaubt eine detaillierte Untersuchung ambivalenter Ereignisse durch die Rekonstruktion von Spuren in den Drift- und Myonenkammern und durch die Berechnung des Energieflusses im Kalorimeter unter Einschluß der Eichung. Zusätzlich konnte die unmittelbare Überwachung aller Subdetektoren und die erste Stufe der Driftkammereichung durchgeführt werden.

## Detektorausbau

Die Kollaboration hat mehrere Ergänzungen des Detektors vorgeschlagen, die inzwischen im „Physics Research Committee“ empfohlen und vom DESY-Direktorium bewilligt wurden:

- Einbau von Siliziumdetektoren nahe dem Wechselwirkungspunkt
- Einbau des Driftkammer-Z-Triggers
- Ersatz des elektromagnetischen Kalorimeters in der Rückwärtsrichtung durch ein neues elektromagnetisches und hadronisches Kalorimeter mit verbesserter Energie- und Zeitauflösung
- Ersatz der rückwärtigen Proportionalkammer durch eine hochauflösende Driftkammer.

Es werden zwei Komponenten aus Siliziumdetektoren gebaut, ein zentraler Siliziumdetektor zur Messung sekundärer Vertices vom Zerfall schwerer Mesonen, und ein rückwärtiger Siliziumdetektor zur Verbesserung der Winkelakzeptanz für Elektronen bei sehr kleinen Streuwinkeln. Der zentrale Detektor besteht aus zwei Lagen zylindrisch angeordneter Mikro-Streifendetektoren mit doppelseitiger Auslese über insgesamt 82 000 elektronische Kanäle. Der rückwärtige Detektor besteht aus vier Scheiben tortenstückförmig angeordneter Streifendetektoren und aus sogenannten „Pad“-Detektoren zum Triggern. Tests mit

Prototypen dieser Detektoren wurden erfolgreich durchgeführt. Zur Auslese wurden ein spezieller Vorverstärker- und Pipeline-Chip entwickelt und getestet. Die weitere Signalverarbeitung und Steuerung des Detektors erfolgt mit einer neuentwickelten Elektronik, deren erste Prototypen getestet wurden. Um die Möglichkeiten der Vertexerkennung durch den zentralen Detektor voll auszuschöpfen, ist ein Strahlrohr mit kleinerem Durchmesser erforderlich. Die Komponenten dieses Strahlrohres, einschließlich neuer kompakter Kollimatoren, wurden entwickelt und gefertigt.

Ein neuentwickelter Driftkammer-Z-Trigger soll die in den zentralen Z-Driftkammern CIZ und COZ registrierten z-Koordinaten der Teilchenspuren auf die Strahlachse extrapolieren und ihre Herkunft von einem gemeinsamen Vertex mit großer Genauigkeit prüfen. Dadurch lassen sich Untergrundeignisse aus dem Strahlrohr mit guter Wahrscheinlichkeit identifizieren und unterdrücken, und  $e^-p$ -Streuprozesse besser vom Untergrund trennen. Erste Erfahrungen mit einem großen Teil des Systems wurden im Herbst gesammelt. Im Winter 1993/94 wird der Trigger im Detektor installiert.

Ein neues Kalorimeter im Rückwärtsbereich soll das Potential des H1-Detektors erheblich verbessern: Elektronen mit kleinen Streuwinkeln bis hinab zu  $3^\circ$  können mit hoher Energie- und Winkelauflösung gemessen werden. Dadurch ist es möglich, in einen mit dem jetzigen Detektor nicht zugänglichen kinematischen Bereich vorzustoßen, nämlich solche Ereignisse der tiefinelastischen Streuung zu untersuchen, die durch sehr kleine  $x$  bis zu  $10^{-5}$  und  $Q^2$ -Werte von einigen  $\text{GeV}^2$  charakterisiert werden. In diesem Bereich erwartet man eine neue Physik, die mit einer anderen QCD-Evolution der Strukturfunktionen beschrieben werden muß. Die Theorie der starken Wechselwirkung kann dort neuen, entscheidenden Tests unterworfen werden. Das geplante Kalorimeter, das von insgesamt 15 Instituten der H1-Kollaboration entwickelt wird, besteht aus je einer elektromagnetischen und einer hadronischen Sektion. Beide Sektionen sind aus einer Matrix aus speziellen bei DESY produzierten Bleiprofilen und Szintillationsfasern aufgebaut. Sie werden

mit besonderen Photomultipliern ausgelesen, die auch in einem Magnetfeld von über einem Tesla genügend hoch verstärken. Die Verwendung von Photomultipliern erlaubt es zusätzlich, durch eine genaue Zeitmessung Untergrundeignisse von echten  $e^-p$ -Kollisionen zu trennen. Prototypen von elektromagnetischen Kalorimetermodulen wurden bei DESY, von hadronischen am ITEP gebaut und jeweils in Teststrahlen geprüft. Für die elektromagnetischen Module wurden sehr gute Energieauflösungen von bis zu  $7\%/\sqrt{E}$  erreicht. Gegenwärtig befindet sich dieses Projekt in der Phase der detaillierten Festlegung des Produktionsablaufes. Der vorgesehene Einbautermin ist die Winterpause 1994/95.

Ebenfalls in Rückwärtsrichtung wird direkt vor dem neuen Kalorimeter eine neue Driftkammer (BDC) eingebaut. Die Kammer überdeckt den gesamten Akzeptanzbereich des Kalorimeters und erlaubt eine unabhängige Vermessung der Teilchenspuren. Der Eintreffpunkt ins Kalorimeter wird auf etwa 1 mm bestimmt. Mit Hilfe der BDC können ebenfalls früh schauernde Elektronen identifiziert und dementsprechend die Kalorimetermessungen korrigiert werden. Die Anforderungen an die Ortsauflösung betragen radial (senkrecht zur Drahrichtung) etwa  $400 \mu\text{m}$  und azimuthal etwa 1 mm. Die Kammer besteht aus fünf Doppellagen zu je acht Sektoren. Die azimuthale Auflösung wird durch eine Anordnung versetzter Sektoren zu fünf Stereo-Lagen erreicht. Zur Vermeidung von „Pile-up“-Problemen beträgt der Driftraum im Bereich von 60 bis 226 mm Radius weniger als 5 mm und vergrößert sich erst weiter außen auf 15 mm. Testmessungen mit Prototypen dieser Kammer fanden im Herbst 1993 an einem Teststrahl bei DESY statt. Dabei wurde auf Anhieb eine Auflösung von weniger als  $250 \mu\text{m}$  erreicht. Weiterhin wurden Meßreihen mit schauernden Elektronen und verschiedenen Magnetfeldern aufgenommen. Sie werden zur Zeit ausgewertet. Im Frühjahr 1994 werden Prototypen der Kammern an einer freien Stelle hinter dem Flugzeitsystem in den H1-Detektor eingebaut. Mit ihnen sollen 1994 Betriebserfahrungen unter realistischen Bedingungen gewonnen werden. Parallel dazu werden die Kammern für den endgültigen Einbau im Winter 1994/95 gefertigt.

Die Studien zum Einbau eines Protonen-Vorwärtsdetektors zum Nachweis diffraktiver  $e^-p$ -Prozesse wurden fortgesetzt. Diese Prozesse sind dadurch ausgezeichnet, daß die Protonen bei der Kollision erhalten bleiben. Ihre Energien unterscheiden sich nur wenig von der Strahlenergie, und ihre Streuwinkel sind extrem klein. Die Magnete der HERA-Maschine lenken die gestreuten Protonen ab, so daß sie bei einem Energieverlust von 5% nach 80 m um wenige Millimeter vom umlaufenden Strahl getrennt sind. Mit Vakuumeinsätzen, den „Roman Pots“, welche nach der Injektion an den umlaufenden Strahl herangefahren werden, kann man Detektoren nahe genug an den Sollkreis bringen, um die diffraktiv gestreuten Protonen nachzuweisen. Als Nachweiselemente werden szintillierende Fibern verwendet. Im Jahr 1994 werden zwei Stationen bei 80 m und 90 m installiert, um erste Testmessungen vorzunehmen.

## Datennahme 1993

Während der Datennahmeperiode bis November 1993 speicherte HERA immer höhere Strahlströme und lieferte den Experimenten eine entsprechend größere Luminosität. Die flexibel programmierbare Triggerlogik des H1-Detektors erlaubte die Anpassung an die neuen Bedingungen derart, daß einerseits alle physikalisch interessanten Reaktionen mit genügender Ausbeute erfaßt wurden, andererseits aber die Raten von weniger interessanten Prozessen und Untergrundereignissen und damit die aus der Datenrate resultierende Totzeit in akzeptablen Grenzen blieben. Neben der Totzeit verminderten zu etwa gleichen Teilen auch Perioden schlechter Strahlqualität und Ausfälle verschiedener Detektorkomponenten die Datenausbeute. Die H1-Kollaboration konnte unter schwierigen Bedingungen von den  $1\text{pb}^{-1}$  integrierter Luminosität, die HERA nominell erzeugte, etwa  $500\text{nb}^{-1}$  für Messungen guter Qualität verwerten. Für die Datennahme von 1994 werden verschiedene Verbesserungen der Effizienz angestrebt. Insbesondere wird durch den Ausbau der Triggerelektronik eine Reduktion der Rate registrierter Untergrundereignisse erwartet.

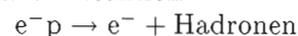
## Physikalische Ergebnisse

Bis zum Jahresende konnten bereits erste physikalische Ergebnisse aus den neuen, bis November genommenen Daten mit einer integrierten Luminosität von  $500\text{nb}^{-1}$  erzielt werden. Die meisten im Laufe des Berichtsjahres erzielten und veröffentlichten Ergebnisse basieren auf den im Jahr 1992 genommenen Daten mit einer integrierten Luminosität von  $25\text{nb}^{-1}$ .

### Tiefunelastische $e^-p$ -Streuung

Die tiefunelastische Elektron-Proton-Streuung kann als Streuung von Elektronen an Partonen, den Bestandteilen des Protons, betrachtet werden. Neben der durch die Strahlimpulse festgelegten Schwerpunktsenergie des Elektron-Proton-Systems wird die Streuung durch zwei kinematische Variable beschrieben. Das Quadrat des Viererimpulsübertrages  $Q^2$  ist ein Maß für das Auflösungsvermögen. Je größer  $Q^2$  ist, desto feinere Strukturen des Protons können aufgelöst werden. Als weitere kinematische Variable kann die Größe  $x$  ( $x_{Bj}$ , Bjorken- $x$ ) gewählt werden, der Anteil, den das getroffene Parton am Impuls des Protons hat. Durch diese kinematischen Größen wird die raumartige Charakteristik des ausgetauschten elektroschwachen Quants festgelegt.

Mit HERA wird der den Messungen zugängliche Bereich der tiefunelastischen Streuung wesentlich erweitert, und zwar sowohl zu kleineren Werten der kinematischen Variablen  $x$ , als auch zu größeren Werten von  $Q^2$  hin. Bei früheren Experimenten ließ sich die tiefunelastische Streuung geladener Leptonen an Nukleonen vollständig elektromagnetisch, das heißt durch den Austausch eines virtuellen Photons beschreiben. Bei HERA wird jedoch mit hohen Werten von  $Q^2$  auch der Austausch von neutralen  $Z^0$ -Bosonen und geladenen  $W^\pm$ -Bosonen wichtig. Mit den Daten von 1992 ( $25\text{nb}^{-1}$ ) wurde zunächst in der durch „neutrale“ Ströme ( $\gamma$  und  $Z^0$ ) vermittelten Reaktion



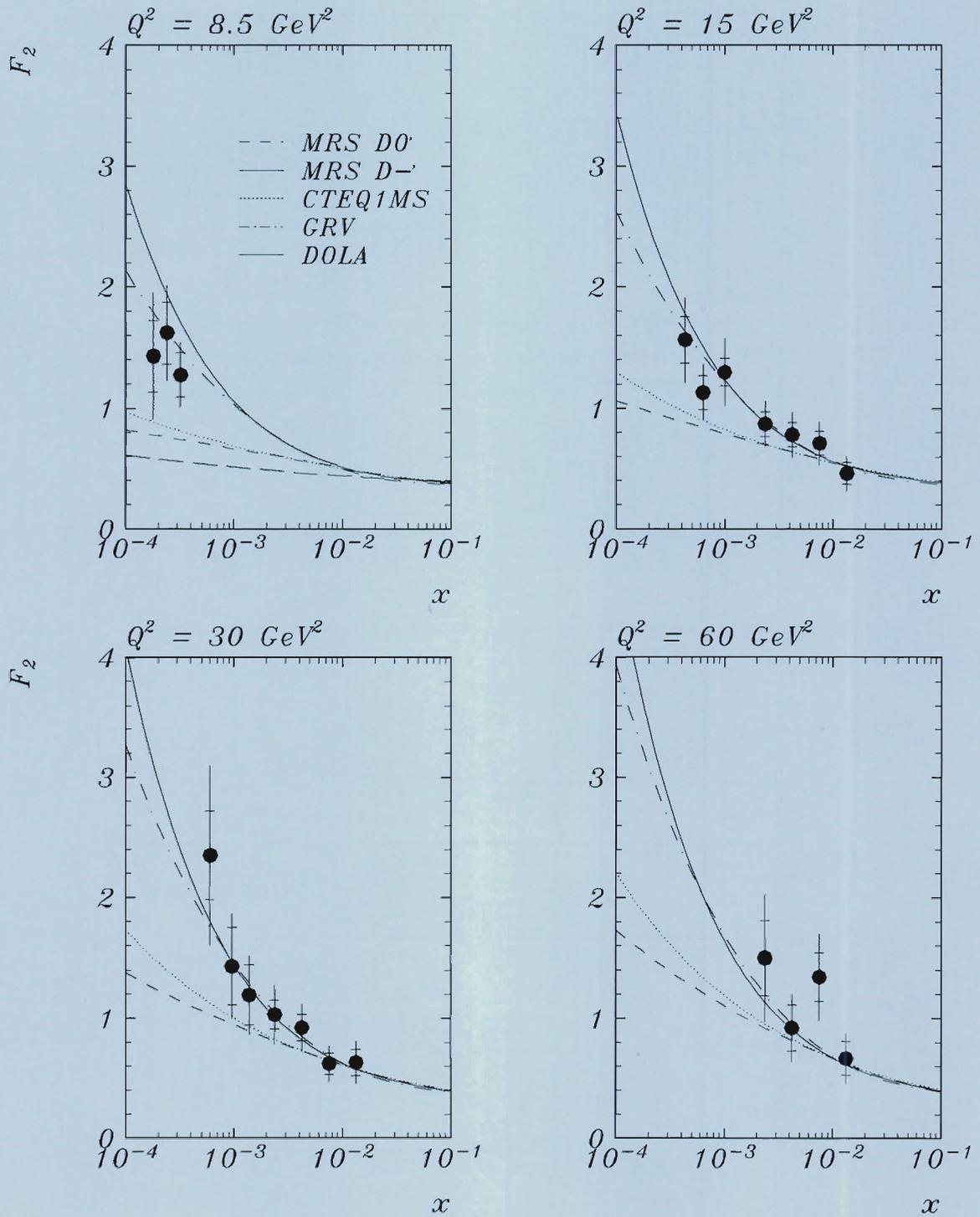


Abbildung 2: Die Strukturfunktion  $F_2(x, Q^2)$  als Funktion von  $x$  bei festem  $Q^2$ .

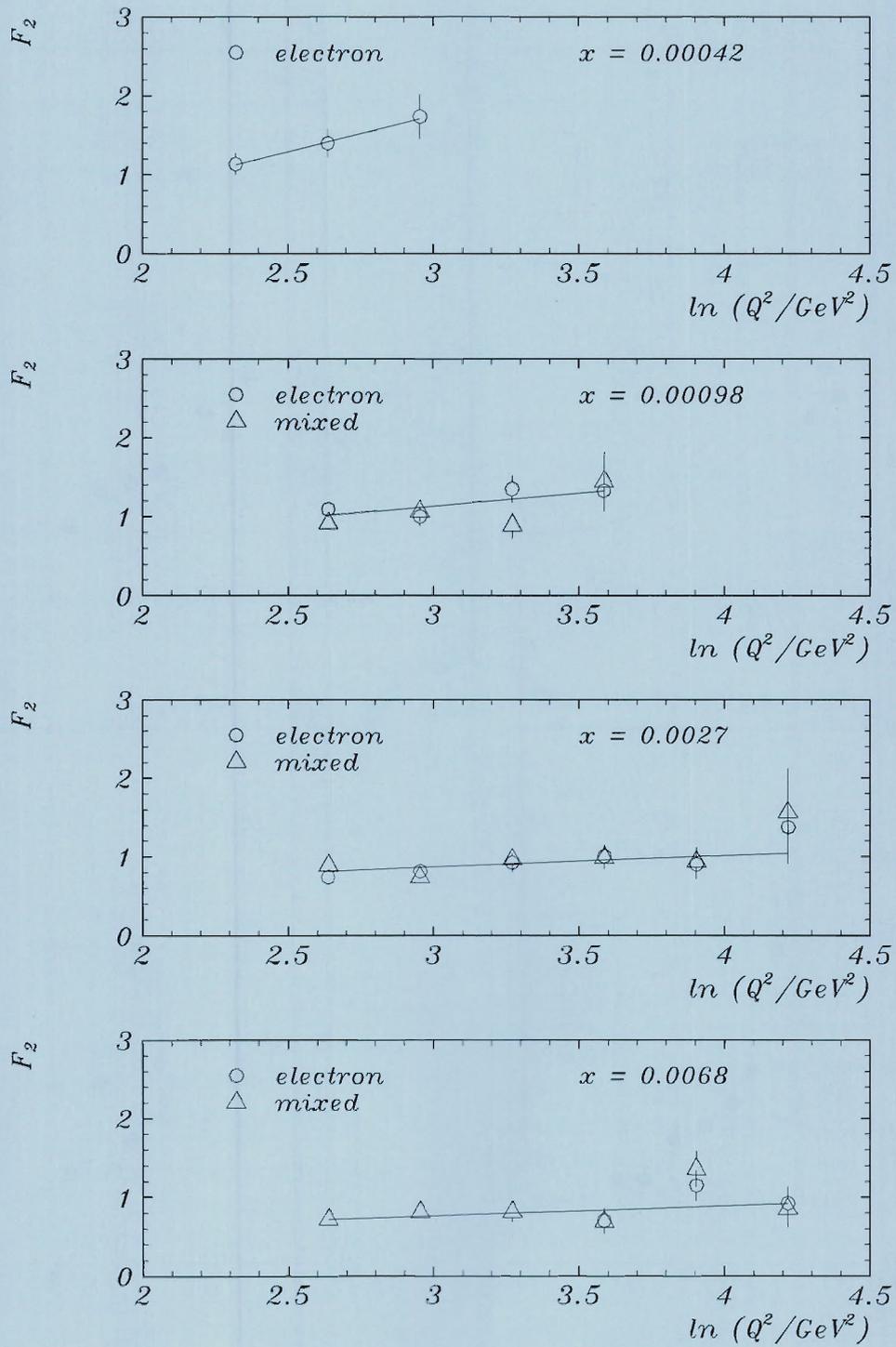


Abbildung 3: Die Strukturfunktion  $F_2(x, Q^2)$  als Funktion von  $\ln(Q^2)$  bei festem  $x$ .

die Protonen-Strukturfunktion  $F_2(x, Q^2)$  im neuen kinematischen Bereich sehr kleiner  $x$ -Werte bestimmt. Die durch den schwachen „geladenen“ Strom ( $W^\pm$ ) vermittelte Reaktion



konnte mit der erheblich höheren Luminosität von 1993 zum ersten Mal nachgewiesen werden.

## Protonen-Strukturfunktion $F_2(x, Q^2)$

Bereits mit den ersten 1992 genommenen Daten konnte durch die Messung von  $F_2(x, Q^2)$  die Partonen-Verteilung im Proton bis zu  $x \approx 10^{-4}$ , also bei 100mal kleineren  $x$ -Werten als in früheren Experimenten, untersucht werden, und zwar mit einer guten „Auflösung“ entsprechend  $Q^2$ -Werten zwischen 10 und 60  $\text{GeV}^2$ . Damit erlauben die Daten einen ersten Einblick in einen Bereich, in dem die Gluondichte im Proton wegen der nicht-abelschen Struktur der Quantenchromodynamik (QCD) neuartige Effekte hervorrufen kann.

Abbildung 2 zeigt die von H1 im Jahr 1992 gemessene Strukturfunktion  $F_2(x, Q^2)$  im Bereich kleiner  $x$  für verschiedene Werte von  $Q^2$ . Zum Vergleich werden theoretische Erwartungen gezeigt, die meist auf der Extrapolation von früheren Messungen bei größerem  $x$  beruhen. Die in den Daten sichtbare Zunahme von  $F_2(x, Q^2)$  zu kleineren Werten von  $x$  hin ist eine wesentliche neue Erkenntnis.

Erste Messungen zur  $Q^2$ -Abhängigkeit der Strukturfunktion  $F_2(x, Q^2)$  bei festem  $x$  sind in Abbildung 3 gezeigt. Sie geben Anzeichen für eine Abhängigkeit von  $F_2$  von der Auflösung (oder Skala)  $Q^2$  auch in dem neuen  $x$ -Bereich. Im naiven Quark-Parton-Modell streuen die Elektronen elastisch an den geladenen punktförmigen Partonen im Proton, den Quarks, und die Strukturfunktion  $F_2(x, Q^2)$  ist unabhängig von  $Q^2$ . In der Theorie der starken Wechselwirkung zwischen Quarks und Gluonen wird eine  $Q^2$ -Abhängigkeit (Skalenverletzung) vorhergesagt, die davon herrührt, daß mit zunehmender Auflösung (größerem  $Q^2$ ) immer mehr Partonen zur Streuung beitragen. Dieser sogenannte See von virtuellen Quarks und Anti-

quarks ist eng mit der Gluondichte im Proton verknüpft.

Im Jahr 1993 wurden 20mal mehr Ereignisse gemessen, so daß detaillierte Vergleiche mit der Theorie der starken Wechselwirkung, der QCD, möglich werden.

## Beobachtung von Jets

Der hadronische Endzustand in der tiefunelastischen Streuung liefert wesentliche Informationen über die Proton-Struktur. Die Bestandteile (Partonen) des Protons, Quarks und Gluonen, lassen sich nicht als freie Teilchen beobachten, sondern fragmentieren in Systeme von Hadronen. Diese haben einen beschränkten Transversalimpuls gegenüber den ursprünglichen Partonen und werden als Hadronen-Jet in einem engen Kegel um die Partonen-Richtungen sichtbar. Solche Jets sind aus der  $e^+e^-$ -Vernichtung und der  $\bar{p}p$ -Streuung bekannt. Durch die hohe Energie bei HERA wird jetzt auch in der tiefunelastischen  $e^-p$ -Streuung die Erzeugung mehrerer Jets nachweisbar. Abbildung 4 zeigt ein solches Jet-Ereignis. Durch Rekonstruktion der Jets werden Energie und Richtung der ursprünglichen Partonen bestimmt. Die Messungen können mit Vorhersagen der Theorie der starken Wechselwirkung, in der die elementare Parton-Parton-Streuung berechnet werden kann, verglichen werden.

Die QCD macht Vorhersagen über die Verteilung der transversalen Energie der Jets und die Rate von Ereignissen mit mehreren Jets in der tiefunelastischen Streuung. Deren Rate ist proportional zur Kopplungskonstante  $\alpha_s$  der starken Wechselwirkung, die nach der Theorie selbst von  $Q^2$  abhängt, und zwar mit wachsendem  $Q^2$  logarithmisch abnimmt. Wegen des schnelleren Anwachsens des Phasenraums nimmt die Jetrate allerdings mit wachsendem  $Q^2$  zu. Abbildung 5 zeigt diese Zwei-Jetrate als Funktion von  $Q^2$ . Mit der größeren Statistik der Daten aus dem Jahr 1993 sollte die Bestimmung von  $\alpha_s$  und sogar seiner  $Q^2$ -Abhängigkeit möglich sein.

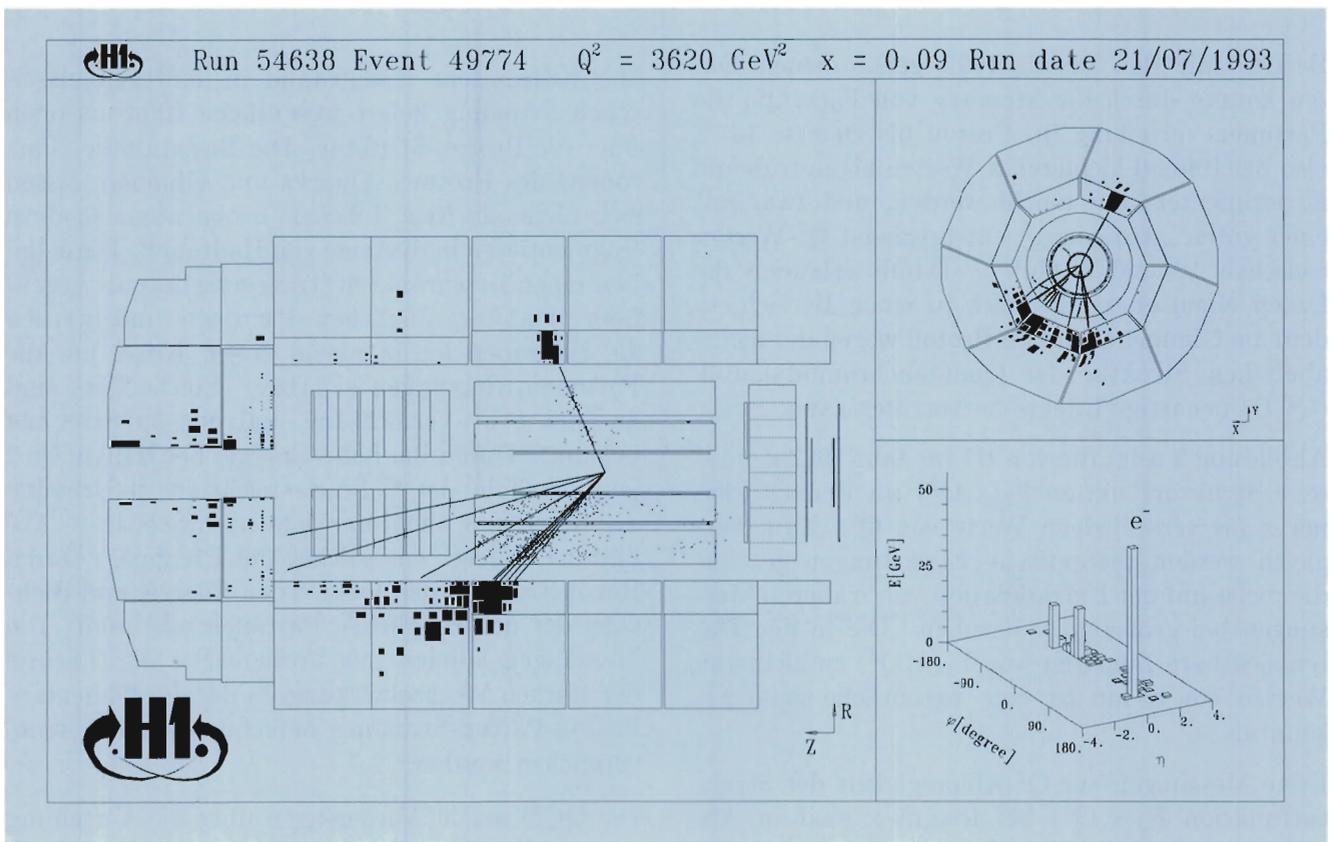


Abbildung 4: Ein Ereignis der tiefunelastischen  $e^-p$ -Streuung mit sichtbaren Teilchenjets.

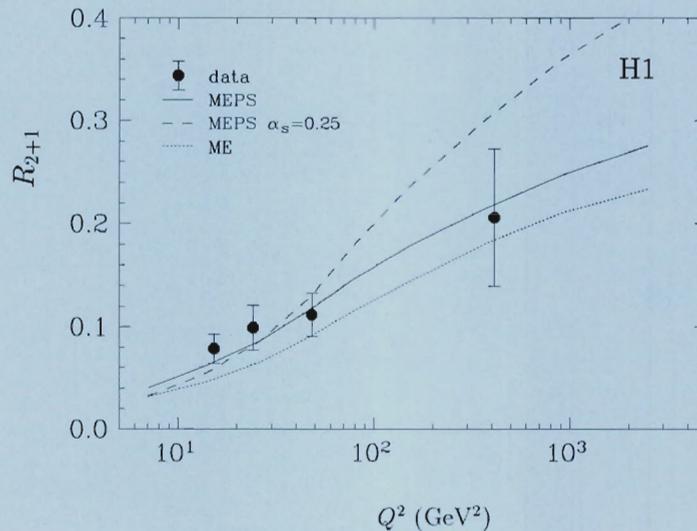


Abbildung 5: Die Zwei-Jetrate  $R_{2+1}$  gegen  $Q^2$  im Vergleich mit von der QCD inspirierten Modellen. Das eine beruht auf Matrixelementen mit korrektem  $\alpha_s(Q^2)$  und Partonenschaubern (MEPS), das zweite auf einem konstanten  $\alpha_s = 0.25$ , und das dritte (ME) auf Matrixelementen ohne Partonenschauber.

### Beobachtung von geladenen Strömen in der $e^-p$ -Streuung

Mit HERA kann die Untersuchung der schwachen Wechselwirkung durch den Nachweis der Reaktion  $e^-p \rightarrow \nu_e + \text{Hadronen}$  erweitert werden, und zwar in einem völlig neuen kinematischen Bereich, in dem der W-Propagator eine entscheidende Rolle spielt. Der schwache geladene Strom ist in der Neutrino-Physik seit 30 Jahren genau untersucht worden. Hauptmotivation dieser Experimente war zunächst die Suche nach den intermediären Vektorbosonen  $W^\pm$ , deren Propagator den Anstieg des totalen  $\nu N$ -Wirkungsquerschnitts mit wachsender Energie um den Faktor  $1/(1 + Q^2/M_W^2)^2$  dämpfen sollte. Aus dem bisher beobachteten linearen Anstieg konnte nur eine untere Grenze für die Masse des W bestimmt werden. Inzwischen sind  $W^\pm$ -Bosonen bei CERN am  $\bar{p}p$ -Collider als reelle Teilchen experimentell nachgewiesen worden. Ihr Einfluß auf die schwache Wechselwirkung konnte aber bisher noch nicht nachgewiesen werden.

Die am Speicherring HERA beobachtbare Reaktion  $e^-p \rightarrow \nu_e + \text{Hadronen}$  ist eine Umkehrreaktion zur  $\nu N$ -Streuung, wobei durch die 100-fach höhere verfügbare Energie hohe  $Q^2$  in der Größenordnung  $M_W^2$  erreicht werden. Beim H1-Experiment erfolgt der Nachweis des Neutrinos durch den in der Gesamtbilanz fehlenden Transversalimpuls unter Ausnutzung der Hermetizität des Detektors, das heißt der Tatsache, daß das Kalorimeter jedes andere mit diesem Impuls emittierte Teilchen registriert haben müßte. Mit den Daten von 1993 konnten insgesamt 14 Ereignisse der Reaktion durch einen fehlenden Transversalimpuls  $p_T > 25$  GeV identifiziert werden, entsprechend einem Wert von  $Q^2$  von mindestens 625 GeV<sup>2</sup>. Abbildung 1 zeigt ein typisches Ereignis. Auch mit der relativ geringen Ereignisrate wird der seit Jahrzehnten gesuchte Effekt des W-Propagators als eine  $5\sigma$ -Abweichung von der Fermi-Theorie zweifelsfrei nachgewiesen.

In Abbildung 6 sind Messungen des  $\nu N$ -Wirkungsquerschnitts dargestellt, zusammen mit

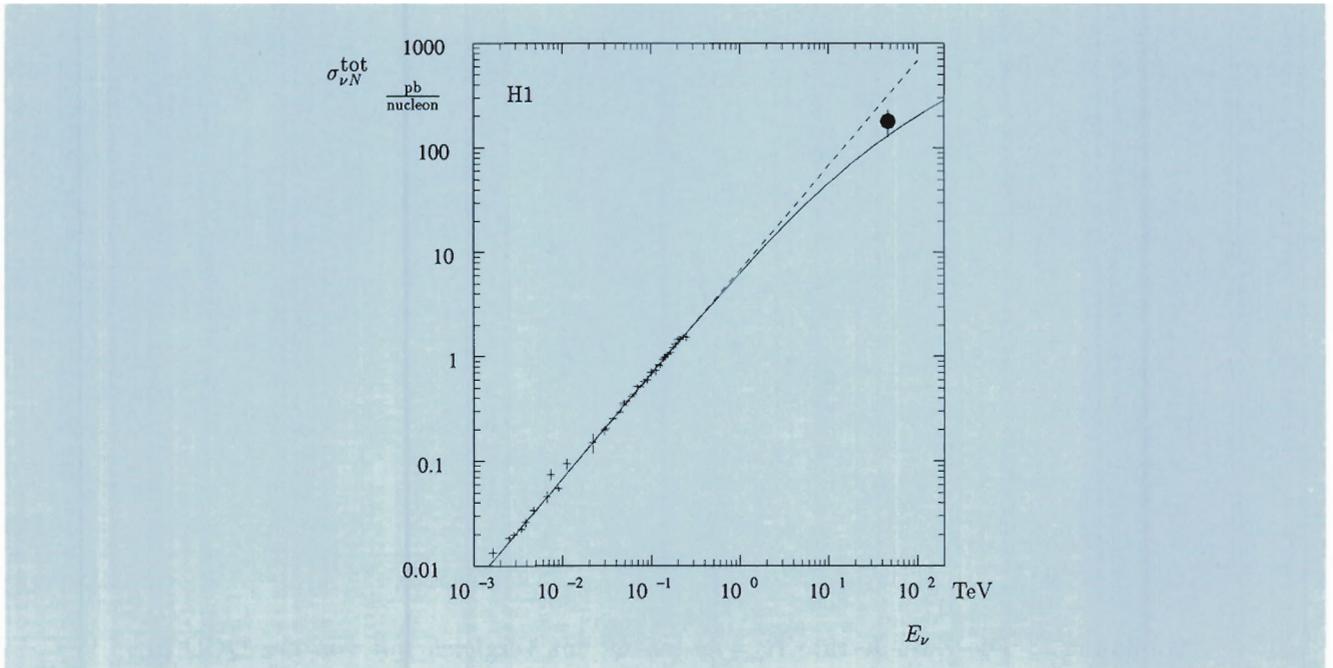


Abbildung 6: Abhängigkeit des  $\nu N$ -Wirkungsquerschnitts von der Energie. Die Kreuze stellen die Neutrino-Daten bei kleiner Energie dar. Der Kreis zeigt das Ergebnis der H1-Kollaboration, das zum Vergleich in den  $\nu N$ -Wirkungsquerschnitt umgerechnet wurde, und das einer Neutrino-Energie von 50 TeV entspricht. Die durchgezogene Linie zeigt den erwarteten Einfluß des W-Propagators, die gestrichelte Linie gibt die lineare Extrapolation der Daten bei kleiner Energie an.

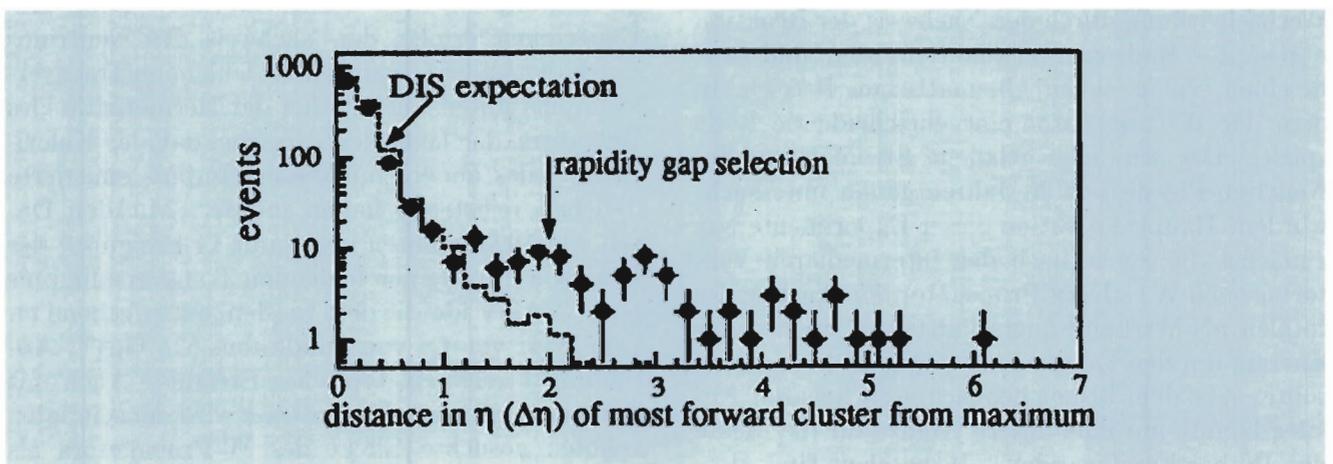


Abbildung 7: Verteilung der Distanz in der Pseudorapidität  $\Delta\eta$  zwischen  $\eta_{\text{max}}$  und der am meisten vorwärts liegenden Energiedeposition. Das Histogramm zeigt eine Simulation der Verteilung ohne Annahme diffraktiver Prozesse.

dem zum Vergleich umgerechneten Ergebnis des H1-Experiments. Die durchgezogene Kurve zeigt den mit Propagator erwarteten Wirkungsquerschnitt, die gestrichelte Linie ist die lineare Extrapolation von kleineren Energien.

## Ereignisse mit einer Rapiditätslücke

Aus der Fragmentation der Partonen im Proton, die nicht am harten Streuprozeß mit dem virtuellen Photon beteiligt sind, wird ein signifikanter Energiefluß nahe der ursprünglichen Protonenrichtung und im Gebiet zwischen den Protonen-Fragmenten und den anderen Jets erwartet. Für die Mehrzahl der Ereignisse wird diese Erwartung auch bestätigt. In beiden HERA-Experimenten wurde jedoch ein kleiner Anteil von Ereignissen gefunden, die keinerlei Energiefluß in der Nähe der Protonen-Fragmente zeigen. Ein solches Ereignis ist in Abbildung 7 dargestellt. Die größte beobachtbare Rapidität  $\eta = -\ln \tan \theta/2$  im Flüssig-Argon-Kalorimeter von H1 beträgt  $\eta_{\max} = 3.8$ . Die Verteilung der Rapiditätsdifferenz  $\Delta\eta$  zwischen  $\eta_{\max}$  und der im Kalorimeter am weitesten vorn nachgewiesenen Energie zeigt gegenüber der naiven Erwartung einen Überschuß an Ereignissen im Bereich  $\Delta\eta > 2$ . Der Überschuß beträgt 6% aller Ereignisse der tiefunelastischen Streuung. Diese Ereignisse mit großer Rapiditätslücke sind charakterisiert durch eine niedrige Multiplizität von geladenen Teilchen und eine kleine Gesamtmasse des hadronischen Systems, so daß sie als diffraktive Streuung interpretiert werden können.

## Photoproduktion

Bei Reaktionen der Photoproduktion wird das Elektron unter sehr kleinen Winkeln gestreut, so daß es im Strahlrohr bleibt; es gilt  $Q^2 \approx 0 \text{ GeV}^2$  und man spricht von quasireellen Photonen. In einem Teil der Reaktionen kann das gestreute Elektron im Luminositäts-Monitor nachgewiesen werden. Nach einer auf einer Luminosität von  $1.5 \text{ nb}^{-1}$  beruhenden ersten Analyse wurde der totale hadronische Wirkungsquerschnitt der Photoproduktion mit den Gesamtdaten von 1992 neu bestimmt (verwendete

Luminosität:  $21.9 \text{ nb}^{-1}$ ). Das Ergebnis bei der mittleren Gesamtenergie von  $197 \text{ GeV}$  ist  $\sigma_{\text{tot}} = (156 \pm 2 \pm 18 \text{ (sys)}) \mu\text{b}$ .

Dieser Wert stimmt im Rahmen der Fehler mit dem der Analyse von 1992 überein. Gut dazu paßt auch eine Extrapolation, die auf einer Parametrisierung früherer, bei einer 10mal kleineren Energie gewonnener Daten im Rahmen eines erweiterten Regge-Modells beruht. Nicht bestätigt werden dagegen Modellvorstellungen, die durch Anomalien in der kosmischen Strahlung motiviert sind und auf einer Hypothese von Mini-Jet-Erzeugung aufbauen.

Die hadronische Wechselwirkung von Photonen mit Protonen kann schematisch in drei Bereiche unterteilt werden:

- (i) weiche hadronische Stöße, die im wesentlichen durch das Vektor-Dominanz-Modell beschrieben werden
- (ii) harte hadronische Wechselwirkungen, bei denen das Photon wie ein Hadron mit dem Proton in Wechselwirkung tritt
- (iii) harte Wechselwirkungen, bei denen das Photon als Eichboson des Standard-Modells „direkt“ an die elektrisch geladenen Konstituenten des Protons anknüpft.

Die weichen Prozesse (i) machen einen großen Teil des totalen Wirkungsquerschnitts aus, der mit kleinen Transversalimpulsen ( $p_T < 1 \text{ GeV}/c$ ) der erzeugten Teilchen verbunden ist.

Mit HERA wird der kinematische Bereich für Messungen der Transversalimpulse  $p_T$  von erzeugten Teilchen in der Photoproduktion so weit vergrößert, daß harte hadronische Streuung gut identifizierbar wird. Abbildung 8 zeigt die Verteilung der Transversalimpulse geladener Teilchen in der Photoproduktion. Zum Vergleich werden entsprechende Daten aus  $\bar{p}p$ -Wechselwirkungen bei gleicher Schwerpunktsenergie gezeigt. Der im Vergleich zu durch Hadronen induzierten Reaktionen relativ hohe Wirkungsquerschnitt bei großen Transversalimpulsen deutet auf besonders harte Prozesse in der Photoproduktion hin.

In früheren Photoproduktions-Experimenten war wegen der geringen Energie eine Unterschei-

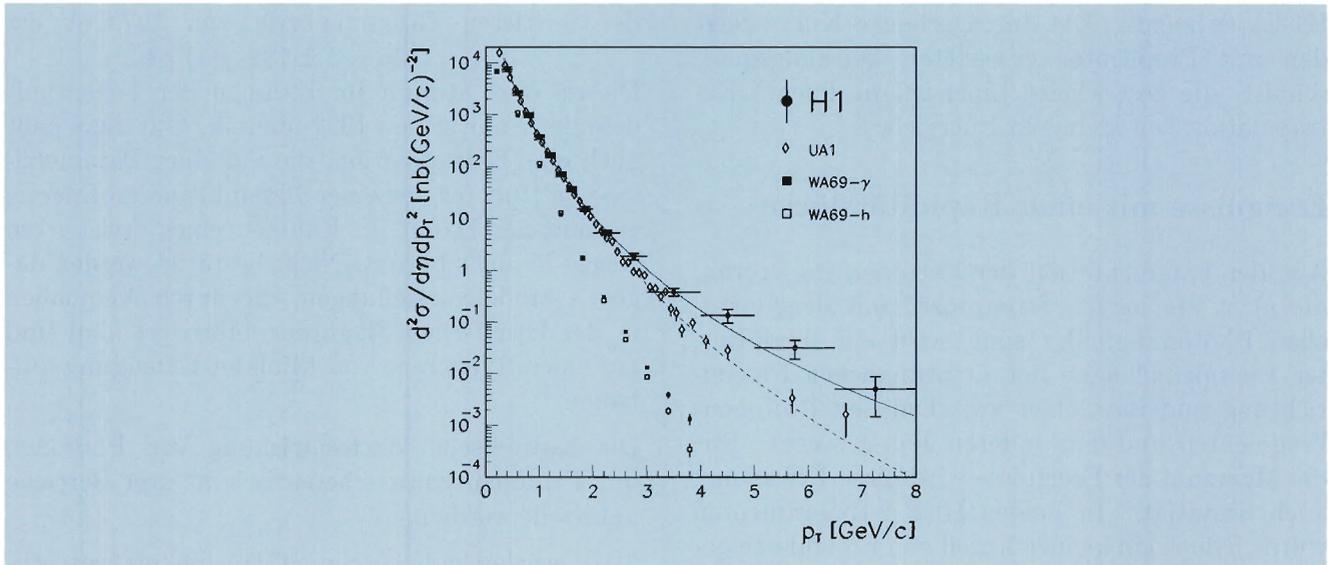


Abbildung 8: Differentieller Wirkungsquerschnitt  $d^2\sigma/dp_T^2 d\eta$  für inklusive Produktion geladener Teilchen im Rapiditätsbereich  $|\eta| < 1.5$ , gemessen von H1 ( $\bullet$ ) in der  $e^-p$ -Streuung und von UA1 ( $\diamond$ ) bei  $\bar{p}p$ -Kollisionen in einem vergleichbaren Rapiditätsintervall, normalisiert auf die H1-Daten bei  $p_T = 300$  MeV/c. Die eingezeichneten Kurven zeigen Anpassungen durch die Daten.

derung zwischen harten Prozessen der Bereiche (ii) und (iii) nicht möglich. Bei den harten  $\gamma p$ -Wechselwirkungen (ii) wird die Struktur des Photons wie bei normalen Hadronen durch Kollisionen mit hohem (hadronischen) Transversalimpuls analysiert. Nur ein Teil des ursprünglichen Impulses des Photons ist an der Kollision bei hohem Transversalimpuls beteiligt, und analog zum Verhalten des Protons bei der Wechselwirkung gibt es bei kleinem  $p_T$  einen hadronischen „Rest“ (Remnant) in Form eines Jets von Teilchen. Bei dieser Art Wechselwirkung nennt man das Photon „aufgelöst“ (resolved); die Beschreibung erfolgt durch Vektordominanz und QCD-Störungsrechnung und beruht auf der hadronischen Struktur des Photons. In direkten Photon-Wechselwirkungen (iii) tritt dagegen bei kleinem  $p_T$  kein Jet von Teilchen auf.

Bereits mit den ersten Daten von H1 konnte gezeigt werden, daß die inklusive Jet-Rate als Funktion der transversalen Energie  $E_T$  nicht ohne die Annahme von Wechselwirkungen des „aufgelösten“

Photons erklärt werden kann. Auch wurden Ereignisse mit Hadronen bei kleinem  $p_T$  in der Rückwärtsrichtung (Elektron-Richtung) beobachtet.

Der Wirkungsquerschnitt der inklusiven Erzeugung von Jets durch quasi-reelle Photonen wurde für Ereignisse bestimmt, bei denen das gestreute Elektron im Luminositäts-Monitor nachgewiesen wurde („tagged“ photon). Abbildung 9 zeigt das nach der QCD erwartete Abfallen des Wirkungsquerschnitts mit wachsender transversaler Energie ( $E_T$ ). Der Vergleich mit QCD-Rechnungen in führender Ordnung der Kopplungskonstanten  $\alpha_s$  für den harten Partonen-Prozeß zeigt trotz relativ großer statistischer Fehler bereits die Empfindlichkeit dieser Daten bezüglich der Partonen-Verteilung im Photon. Mit erhöhter statistischer Genauigkeit und einem besseren Verständnis möglicher systematischer Effekte wird eine Unterscheidung zwischen verschiedenen phänomenologischen Beschreibungen der hadronischen Struktur des Photons möglich werden.

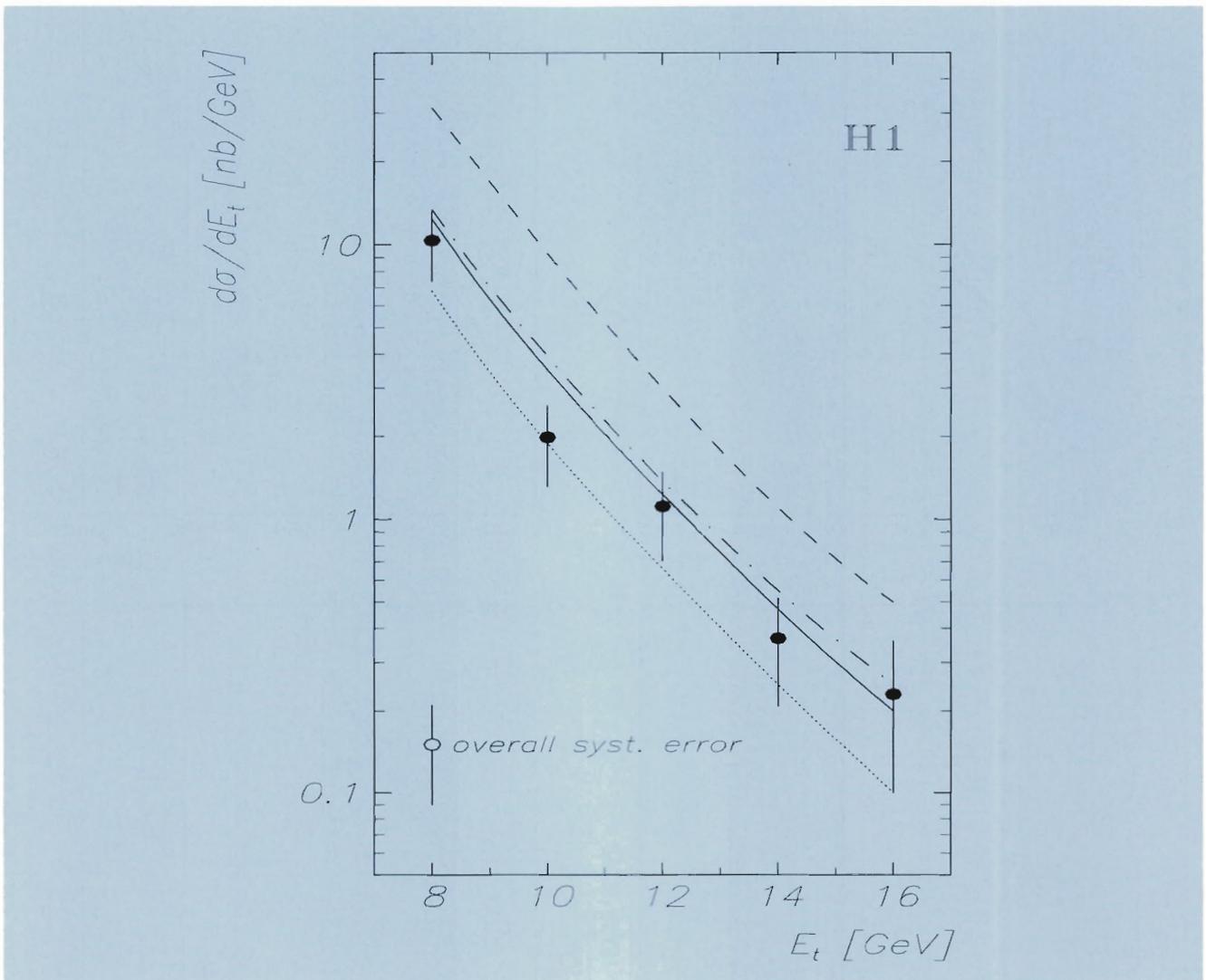


Abbildung 9: Verteilung der transversalen Energie  $E_t$  von Jets, integriert über den Rapiditätsbereich  $-1.0 \leq \eta \leq 1.5$ , für Ereignisse mit  $Q^2 \approx 0 \text{ GeV}^2$  (Photoproduktion). Der innere Fehlerbalken stellt den statistischen Fehler, der äußere den systematischen und statistischen Fehler quadratisch addiert dar. Die Kurven zeigen QCD-Rechnungen in führender Ordnung von  $\alpha_s$  im Rahmen des Ereignisgenerators PYTHIA. Als Photonen-Strukturfunktion wurden zwei Parametrisierungen von Levy-Abramowicz-Charchula (gestrichelte und strichpunktierte Linie) und eine Parametrisierung von Glück-Reya-Vogt (ausgezogene Linie) benutzt. Der Anteil der Gluonen in letzterer wird durch die punktierte Linie demonstriert, bei deren Berechnung die Streuprozesse an den Gluonen des Photons unterdrückt wurden.

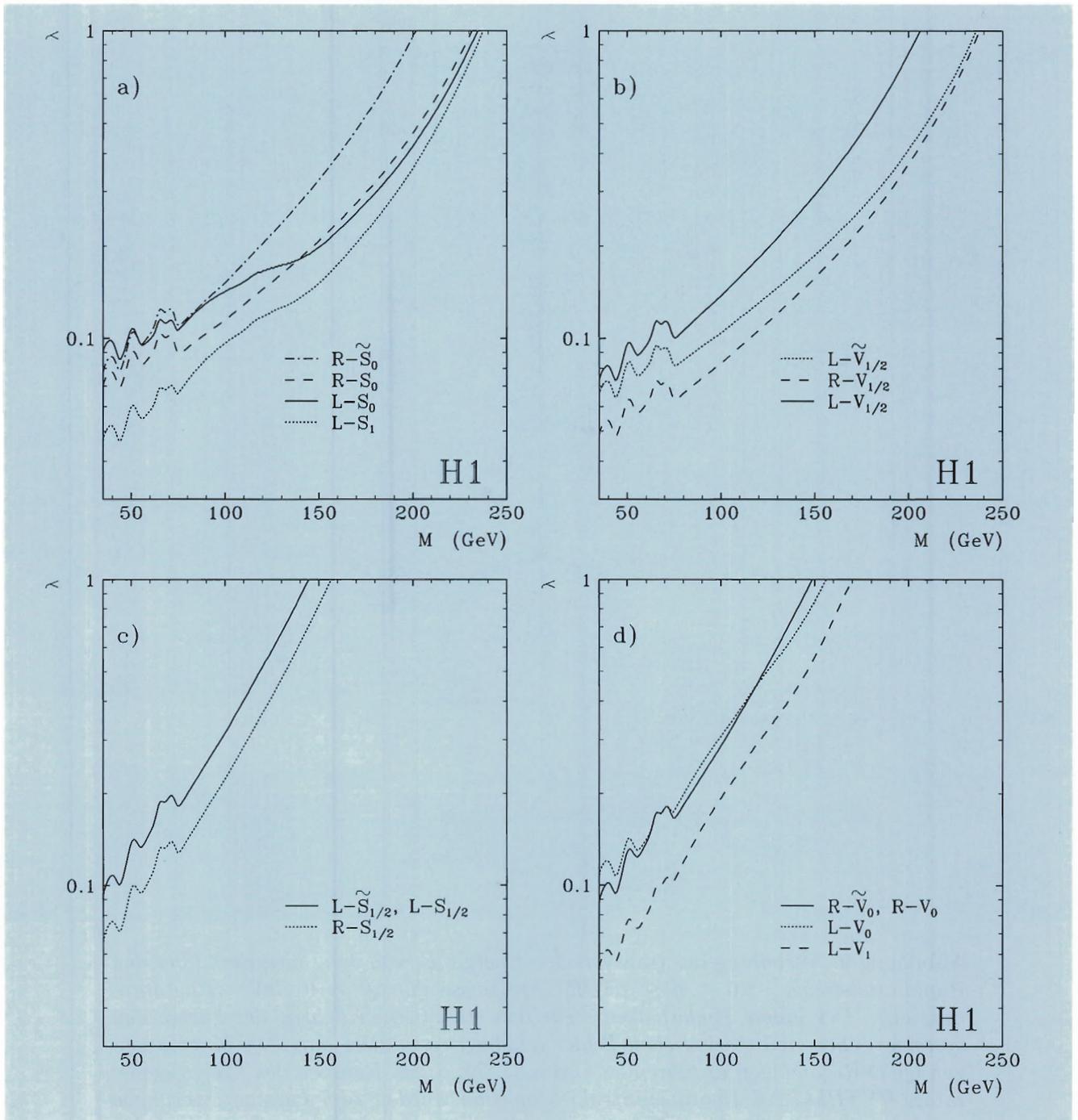


Abbildung 10: Zusammenhang zwischen der Kopplungskonstanten  $\lambda$  und der Masse von Leptoquarks. Das Gebiet oberhalb der Linien ist durch das H1-Experiment ausgeschlossen. Die vier Abbildungen geben die Grenzen bei einer Vertrauensgrenze von 95% für hypothetische Leptoquarks unterschiedlicher Quantenzahlen an.

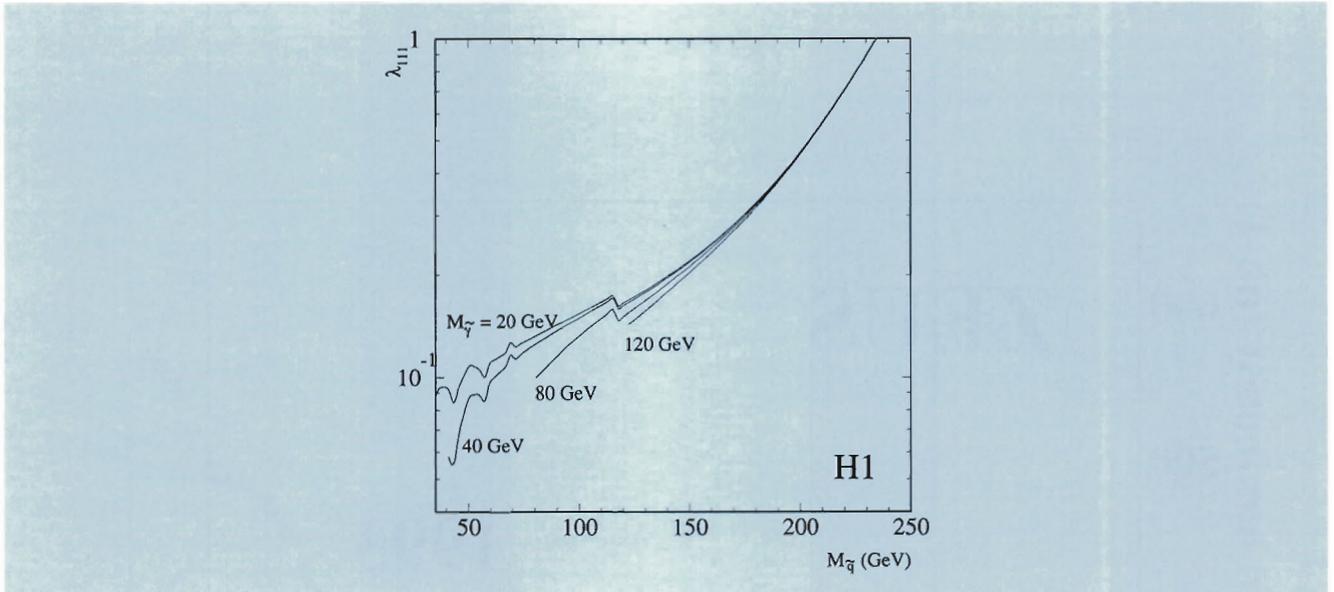


Abbildung 11: Grenzen für Squarks mit Kopplung  $\lambda$  und Masse  $M$  für verschiedene angenommene Photino-Massen  $M_{\tilde{\gamma}}$ . Die Regionen oberhalb der Linien sind durch das H1-Experiment ausgeschlossen.

## Suche nach neuen Teilchen

Das Standard-Modell der starken und elektroschwachen Wechselwirkung hat sich bei der Beschreibung der Phänomene der Teilchenphysik bewährt. Es gibt allerdings viele Aspekte, über die es keine Aussagen macht, wie die Quark-Lepton Symmetrie oder das Massenspektrum der Fermionen. In theoretischen Ansätzen zur Erweiterung des Standard-Modells werden neue Teilchen postuliert, wie angeregte Leptonen, Leptoquarks, Leptogluonen und supersymmetrische Partner der Quarks, die Squarks. Solche „exotisch“ genannten

Teilchen könnten bei HERA in Elektron-Parton-Stößen erzeugt werden, sofern ihre Masse nicht zu groß ist.

Bisher wurden keine neuen Teilchen gefunden. Die Empfindlichkeit der Suche nach neuen Teilchen mit dem H1-Detektor wird in den Abbildungen 10 und 11 quantitativ durch die Angabe von Grenzen für Leptoquarks (Abb. 10) und für Squarks (Abb. 11) ausgedrückt. Die Abbildungen zeigen die neuen unteren Grenzen für ihre mögliche Masse als Funktion der Stärke  $\lambda$  ihrer Kopplung an Elektronen und Quarks.

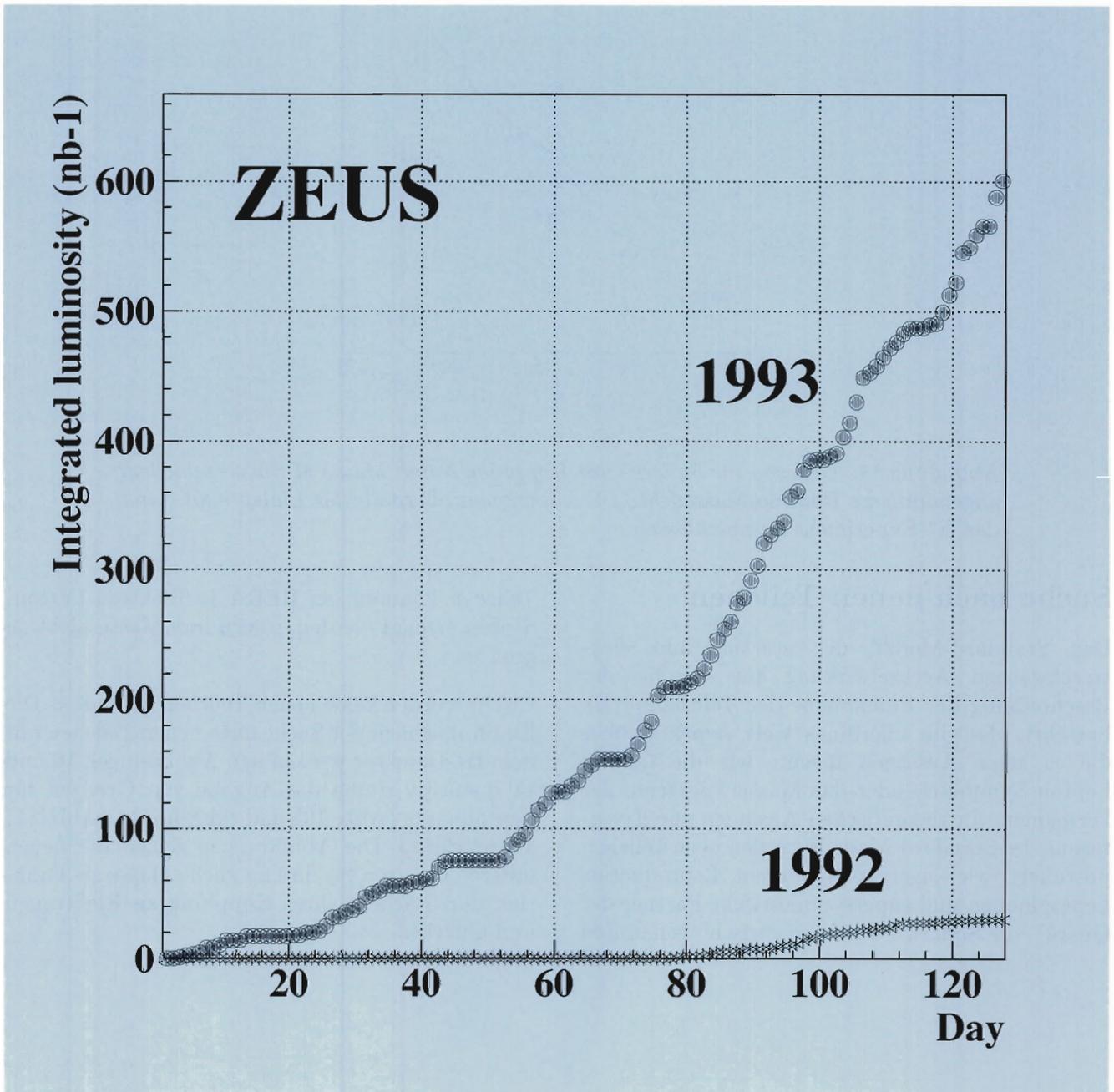


Abbildung 12: Die vom ZEUS-Detektor in den Jahren 1992 und 1993 aufgezeichnete Luminosität.

## ZEUS-Experiment

**Beteiligte Institute:** Univ. Torino Alessandria, NIKHEF und Univ. Amsterdam, ANL Argonne, Virginia Polytech. Inst. Blacksburg, Univ. Bologna, Univ. Bonn, Univ. Bristol, Ohio State Univ. Columbus, Univ. della Calabrie Cosenza, Inst. of Phys. and Nucl. Techn. und Inst. of Nucl. Phys. Cracow, Jagellonian Univ. Cracow, RAL Chilton, Univ. Firenze, INFN Frascati, Univ. Freiburg, Univ. Glasgow, DESY und Univ. Hamburg, Univ. of Iowa Iowa City, Columbia Univ. Irvington, KFA Jülich, Imperial Coll. and Univ. Coll. London, Louisiana State Univ. Baton Rouge, Univ. of Wisconsin Madison, Univ. Autonoma Madrid, McGill Univ. Montreal, Moscow Engin. Phys. Inst., Moscow State Univ., York Univ. North York, Oxford Univ., Univ. Padova, Weizmann Inst. Rehovot, Univ. „La Sapienza“ Roma, Univ. of California Santa Cruz, Univ.-GH Siegen, Korea Univ. Seoul, Tel Aviv Univ., Tokyo Metropolitan Univ., Univ. Tokyo, Univ. Torino, Toronto Univ., Pennsylvania State Univ. University Park, BNL-AUI Upton, Univ. Warsaw, Univ. of Manitoba Winnipeg, DESY-IfH Zeuthen.

**Sprecher:** G. Wolf, DESY

Am 31. Mai 1992 wurde mit der Beobachtung der ersten Elektron-Proton-Wechselwirkungen in den Detektoren H1 und ZEUS der Experimentierbetrieb bei HERA begonnen. Bis zum Ende des Jahres 1992 wurden 4 000 000 Ereignisse bei einer Gesamt-Luminosität von  $33 \text{ nb}^{-1}$  im ZEUS-Detektor aufgezeichnet. Diese Daten wurden im Berichtsjahr 1993 analysiert. Die Ergebnisse sind in elf Veröffentlichungen in internationalen Fachzeitschriften sowie in zahlreichen Vorträgen und Berichten bei internationalen Tagungen dargestellt worden.

Zu den interessantesten Ergebnissen zählen die Untersuchungen zu der tiefunelastischen Elektron-Proton-Streuung, wo mit HERA ein neuer kinematischer Bereich erforscht wird. Es konnte gezeigt werden, daß die Dichte der Bausteine des Protons (Gluonen und Quarks) bei kleinen  $x$ -Werten (Impulsanteil des Bausteins im Proton) sehr stark anwächst. Außerdem konnte eine neue Klasse von Ereignissen in der tiefunelastischen Streuung gefunden werden, in denen das von den Elektronen im Streuprozess ausgesandte hoch-virtuelle Photon

quasi-elastisch an den Protonen gestreut wird. Bei der Suche nach neuen exotischen Teilchen konnten interessante obere Grenzen für Erzeugungs-Wirkungsquerschnitte bestimmt werden. Mehrere neue Ergebnisse wurden auch in der Photoproduktion gewonnen. Der gemessene totale Wirkungsquerschnitt zeigt eine ähnliche Energieabhängigkeit wie bei hadronischen Wechselwirkungen. Außerdem konnte vom ZEUS-Experiment zum ersten Mal eindeutig gezeigt werden, daß Photonen direkt an die Quarks in den Protonen koppeln und nicht nur über die partonische Unterstruktur des Photons. Diese Ergebnisse sind ein erster wesentlicher Schritt zur Bestimmung der Strukturfunktion des Photons.

### Datennahme 1993

Im Jahr 1993 fand die Datennahme zwischen Juni und November statt. Der ZEUS-Detektor konnte in diesem Zeitraum 6 000 000 Ereignisse bei einer integrierten Luminosität von  $600 \text{ nb}^{-1}$  aufzeichnen, also das etwa zwanzigfache der Luminosität des Jahres 1992. Abbildung 12, welche den Verlauf

der Luminosität als Funktion des Betriebstages für die Jahre 1992 und 1993 zeigt, veranschaulicht den großen Fortschritt, der im Betrieb von HERA im Berichtsjahr erzielt wurde.

Der Betrieb aller Komponenten des ZEUS-Detektors verlief auch 1993 reibungslos. Besonders zu erwähnen ist, daß 1993 die gesamte elektronische Auslese der zentralen Spurkammer (CTD), ein Kleinwinkel-Kalorimeter zur Vermessung von Neutronen (FNC) sowie eine Reihe von Silizium-Streifenzählern zur Messung quasi-elastisch gestreuter Protonen (LPS) zur Verfügung standen und interessante Daten lieferten. Bei der wesentlich höheren Luminosität hat sich das dreistufige Triggersystem sehr bewährt, so daß die Datennahme praktisch ohne Totzeitverluste ( $< 1\%$ ) durchgeführt werden konnte. Die Rekonstruktion der genommenen Daten sowie deren Überprüfung konnten dank des leistungsfähigen Arbeitsplatz-rechnerverbundes ZARAH mit der Datennahme Schritt halten.

## Detektorkomponenten

In diesem Abschnitt werden kurz die Fortschritte bei den Komponenten beschrieben, für die die Verantwortung bei der DESY-Gruppe lag, sowie Vorschläge zu Detektorverbesserungen, an denen die DESY-Gruppe beteiligt ist.

### Luminositätsmonitor

Für die Datennahmeperiode 1993 wurden einige Veränderungen am Luminositätsmonitor vorgenommen, um die Energieauflösung für Photonen aus Bremsstrahlungs-Prozessen zu verbessern, und um ein besseres Verständnis der Energieeichung der beiden Luminositäts-Kalorimeter sowie des Transports gestreuter Elektronen vom Wechselwirkungspunkt zum Elektronen-Kalorimeter zu erreichen.

Dank der erhöhten Ströme bei HERA waren 1993 die Raten zehnmal höher als 1992. Die typische Rate von Bremsstrahlungs-Photonen variierte zwischen 30 kHz und 150 kHz. Im Jahr 1993 erreichte

der Luminositätsmonitor die geforderte Genauigkeit von 4%.

Am ZEUS-Wechselwirkungspunkt betrug im Jahr 1993 die mittlere instantane Luminosität  $3 \cdot 10^{29} \text{ cm}^{-2}\text{s}^{-1}$ , die maximale  $1.44 \cdot 10^{30} \text{ cm}^{-2}\text{s}^{-1}$ .

### Kalorimeter

Im Jahr 1993 verlief der Betrieb des zentralen Uran-Szintillatorkalorimeters ohne größere Probleme. Die Programme der Kalorimereichung wurden vom Komponentenrechner auf die vielen parallelen Mikroprozessoren der Ausleseelektronik verlagert, wodurch die gesamte Eichung der Ausleseelektronik (etwa 2 400 000 Kalibrationskonstanten) in etwa einer Minute durchgeführt werden kann. Damit können eventuell auftretende Fehler nun schnell und verlässlich erkannt werden. Während der Zugangszeiten zum Detektor konnten Ausfälle an den sich im Detektor befindenden Elektronik-Komponenten regelmäßig beseitigt werden, so daß im Mittel nur etwa 250 von 11 834 Einzelkanälen nicht vollständig funktionsfähig waren. Da die Kalorimetermodule von zwei Seiten ausgelesen werden, waren damit nur zwei bis drei der 5917 Kalorimetertürme inaktiv.

Die gesamte Auslekette einschließlich der Photoröhren erwies sich als ausgesprochen stabil, so daß eine tägliche Eichung mit Hilfe des Signals von der Aktivität des Urans zu einer relativen Eichgenauigkeit von etwa 0.2% führte. Die absolute Energieeichung konnte mit Hilfe von Halo-Myonen sowie mit Elektronen von tiefunelastischer Streuung mit einer Genauigkeit von 4% überprüft werden.

Die gute Zeitauflösung des Kalorimeters ist ein wesentliches Hilfsmittel für die Unterdrückung von Untergrundereignissen sowohl während der Datennahme als auch bei der Datenanalyse. Die Genauigkeit der Zeitmessung für einen Kalorimeterturm beträgt ungefähr  $(0.5 + 1.5/\sqrt{E})$  ns. Um diese Meßgenauigkeit für das Kalorimeter als Ganzes nutzen zu können, mußte für jeden Kanal der Zeitnullpunkt bestimmt werden, beginnend mit der unterschiedlichen Teilchenflugzeit, Transitzeiten in Photomultipliern bis hin zu Verzögerungen,

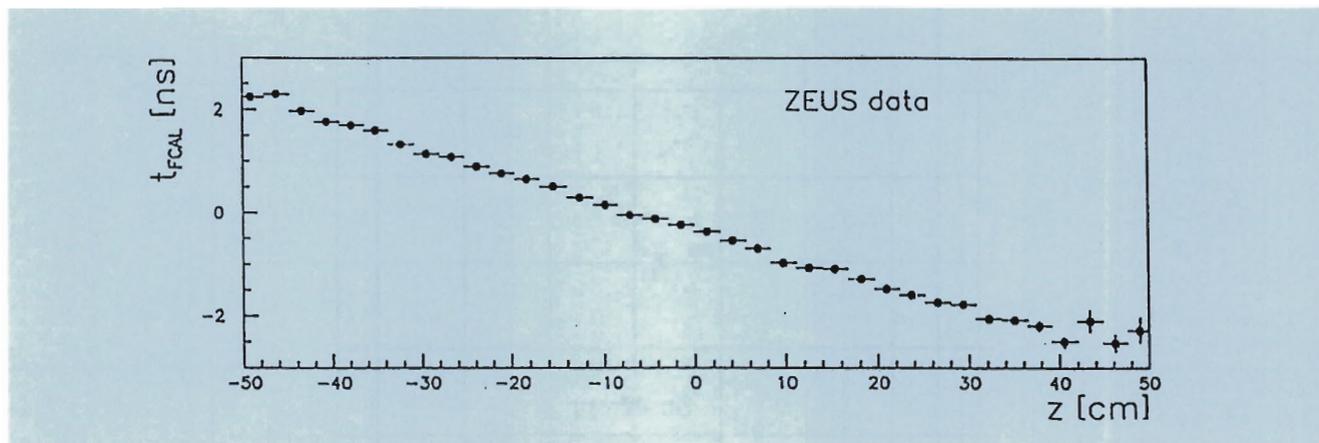


Abbildung 13: Korrelation zwischen gemessener Kalorimeterzeit und der Vertexposition, die aus der Spurkammer (CTD) bestimmt wurde.

bedingt durch die Schauerentwicklung. Mit Hilfe der genauen Zeitmessung ist eine zur CTD komplementäre Vertex-Bestimmung entwickelt worden. Abbildung 13 zeigt die Korrelation zwischen Kalorimeter-Zeit und Vertex-Messung mit Hilfe der CTD. Die Genauigkeit der Vertex-Bestimmung beträgt 12 cm in Übereinstimmung mit einer Zeitauflösung von ungefähr 0.7 ns.

Bereits im Jahr 1991 wurde festgestellt, daß die Analog-CMOS-Bausteine der Ausleseelektronik (Analog-Verzögerungsleitung) einen Alterungseffekt zeigen, der im Dauerbetrieb zu größeren Ausfällen führen würde. Im Jahr 1993 führte der Alterungseffekt zu Verschiebungen der Zeitnullpunkte, die aber durch wöchentliche Elektronik-Eichungen berücksichtigt werden konnten. In einem neuen Entwurf des CMOS-Bausteins wurde durch die Änderungen der Transistorauslegung der Alterungseffekt stark reduziert und die Strahlenhärte wesentlich erhöht.

Die neuen Bausteine stehen seit Herbst 1993 zur Verfügung und werden in der Wartungszeit 1993/1994 in den Auslesekarten ausgewechselt, so daß zu Beginn der Strahlzeit 1994 das Kalorimeter wieder voll funktionstüchtig sein wird.

## Hadron-Elektron-Separator (HES)

Zur Unterscheidung der Elektronen beziehungsweise Photonen von Hadronen ist im Kalorimeter nach etwa vier Strahlungslängen eine Ebene von Siliziumdioden eingebaut. Jede Diode hat eine Fläche von  $3 \times 3 \text{ cm}^2$ . Als erste Kalorimeterkomponente wurden 20 Module des Rückwärtskalorimeters (RCAL) mit insgesamt 10 400 Dioden bestückt. Während der Datennahme war allerdings nur Elektronik für 2 862 Dioden installiert (28% der gesamten Fläche). Die Instrumentierung für die restlichen Kanäle wurde vorbereitet und wird in der Wartungsperiode 1993/94 eingebaut. Für die Auslese wurden die Module in der Nähe des Strahlrohres ausgewählt, die 77% der tiefunelastisch gestreuten Elektronen überdecken.

Die Funktion des HES entspricht den Erwartungen sowohl im Hinblick auf Elektron-Hadron-Trennung als auch auf räumliche Auflösung. Mit der verbesserten Elektron-Messung kann der systematische Fehler bei der Bestimmung der Strukturfunktion des Protons bei kleinen Impulsüberträgen verringert werden. Außerdem ist es bereits gelungen, neutrale Pionen über den Zerfall in zwei Photonen nachzuweisen. Abbildung 14 zeigt einen Kandidaten für ein solches Ereignis.

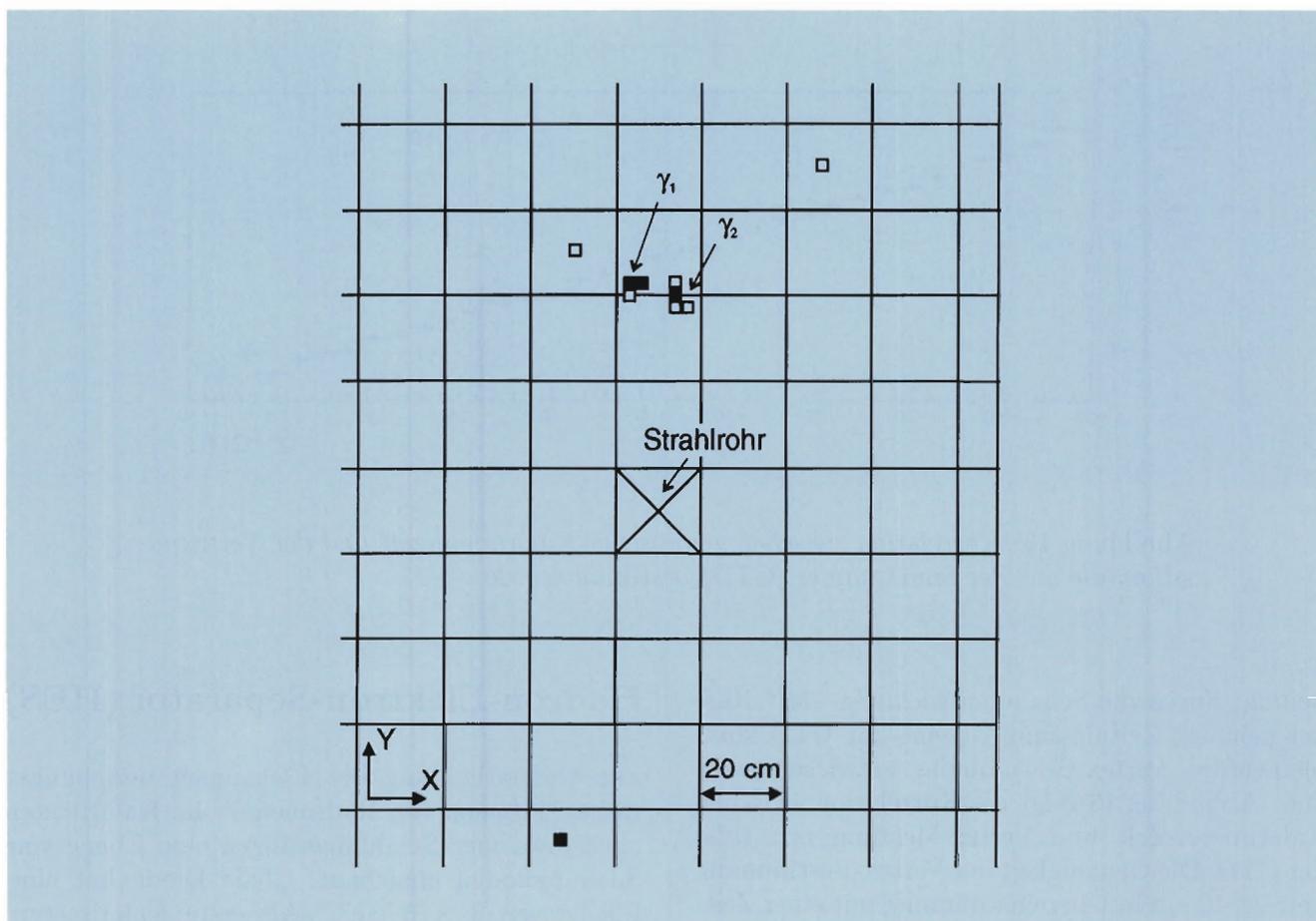


Abbildung 14: Kandidat für den Zerfall  $\pi^0 \rightarrow \gamma\gamma$ . Dargestellt ist eine Ansicht des Rückwärtskalorimeters, wobei die  $20 \times 20 \text{ cm}^2$  großen Türme des Kalorimeters dargestellt sind. Die kleinen Quadrate zeigen die  $3 \times 3 \text{ cm}^2$  großen Siliziumdioden, die von mehr als 5 MIPs (■) und mehr als 0.6 MIPs (□) durchflogen wurden.

## Strahlrohrkalorimeter (BPC)

Im Berichtsjahr wurde das ZEUS-Strahlrohrkalorimeter in Betrieb genommen. Es besteht aus acht Lagen 7 mm dicker Wolframplatten mit dazwischenliegenden großflächigen Siliziumdioden und befindet sich in 3.04 m Abstand vom Wechselwirkungspunkt in Elektronenstrahlrichtung. Die aktive Fläche der Siliziumdioden beträgt  $6 \times 6 \text{ cm}^2$ . Vor dem eigentlichen Kalorimeter befinden sich zwei orthogonale Streifenzähler mit jeweils zwölf 4 mm breiten Siliziumstreifen. Das Kalorimeter ist

direkt an dem Strahlrohr auf der Innenseite des HERA-Ringes montiert. Die geometrische Akzeptanz des Strahlrohrkalorimeters überdeckt den kinematischen Bereich für gestreute Elektronen von  $0.1 < Q^2 < 0.5 \text{ GeV}^2$ . In der Datennahmepériode 1993 wurden vom Strahlrohrkalorimeter Daten von  $113 \text{ nb}^{-1}$  integrierter Luminosität aufgezeichnet.

## Zentrale Datennahme

Das Konzept und der Betrieb des ZEUS-Datennahmesystems (DAQ) stellten sich während

der Datennahmeperiode 1993 als Erfolg heraus. Das DAQ besteht aus einer Anzahl miteinander verknüpfter Untersysteme: dem Trigger, der Datenauslese, der Steuerung und der Überwachung.

Der Trigger besteht aus drei Stufen. Die erste Stufe (FLT), die als totzeitfreie Verzögerungsleitung mit der HERA-Taktfrequenz von 10.4 MHz ausgebildet ist, reduziert die Rate möglicher Ereignisse von 10.4 MHz auf etwa 1–3 kHz durch Auswahlkriterien wie Energiesummen in verschiedenen Kalorimeterbereichen oder Anzahl gefundener Spuren in der zentralen Driftkammer. Die zweite Triggerstufe (SLT), welche als Transputer-Netzwerk aufgebaut ist, reduziert die Ereignisrate auf etwa 100 Hz. Als Information verwendet es Größen wie den Zeitpunkt der Energiedeposition im Kalorimeter. Die dritte Triggerstufe (TLT) führt eine vollständige Analyse der von der zweiten Stufe akzeptierten Daten durch. Sie ist eine Rechnerfarm, die zur Zeit aus 32 leistungsfähigen Arbeitsplatzrechnern des Typs SGI-35 besteht. Die Ausgangsraten nach der dritten Triggerstufe waren typischerweise 5 Hz.

Das Datenauslesesystem basiert auf Transputer-Verbindungen. Diese verknüpfen die VME-Bus-Systeme der einzelnen Detektorkomponenten mit dem Ereignisbauer (EVB). Dieser befindet sich logisch zwischen der SLT-Stufe und der TLT-Stufe und vereinigt die Daten der einzelnen Komponenten zu einem kompletten Ereignis, das an die TLT-Stufe weitergegeben wird. Typische Ereignisgrößen von 200 kByte und Datenraten von 100 Hz führen zu einer Bandbreite von 20 MByte/s für den Ereignisbauer. Der Datentransport von der TLT-Stufe zu den etwa 2 km entfernten IBM-Speicher-Silos wird über Glasfaser durchgeführt.

Die Überwachung und Steuerung des gesamten Datennahmesystems sowie der einzelnen Detektorkomponenten ist ein sehr komplexes Problem, das hohe Anforderungen an die Schichtoperatoren stellt. Um dies zu erleichtern, wurde im April 1993 der Prototyp des ZEUS-Experten-Systems ZEX installiert, das den Datenfluß im Ereignisbauer überwacht. Er lief stabil und zuverlässig während der gesamten Datennahmeperiode. Der Prototyp hat gezeigt, daß es ein vielversprechender

Ansatz ist, mit einem Expertensystem die Steuerung und die Kontrolle eines großen Hochenergie-Experimentes effizienter und zuverlässiger zu gestalten. Aufgrund dieser Erfahrung wurde beschlossen, ein Expertensystem zu entwickeln, das den gesamten Bereich des Datennahmesystems abdeckt.

## Detektorausbau

Nach der erfolgreichen Inbetriebnahme des ersten Teils des Rückwärts-Hadron-Elektron-Separators wurde mit den Entwicklungen und Planungen für den Vorwärts-Hadron-Elektron Separator begonnen. Die großflächigen Siliziumdioden wurden in Zusammenarbeit mit der Moskauer Staatsuniversität entwickelt und mit der ersten Serienfertigung konnte in einer Firma nahe bei Moskau Ende 1993 begonnen werden. Gleichzeitig wurde mit der Fertigung der hochempfindlichen Vorverstärker, der bis zu 4 m langen Viellagenplatinen, der digitalen Ausleseelektronik und des neu entworfenen Kühlsystems begonnen. Die Produktion der 10 000 Detektorkanäle soll bis Ende 1994 abgeschlossen sein, so daß sie dann in den ZEUS-Detektor eingebaut werden können.

Eines der ersten Ergebnisse der HERA-Experimente war das Anwachsen der Proton-Strukturfunktion bei kleinen Impulsanteilen der elementaren Bestandteile im Proton. Um dieses Phänomen besser untersuchen zu können, ist es notwendig, gestreute Elektronen nahe dem Strahlrohr in Rückwärtsrichtung (der Richtung der einlaufenden Elektronen) zu messen. Dazu wurde 1993 ein Szintillatorhodoskop entwickelt, das aus 244 Szintillatorstreifen besteht, die mit optischen Fasern ausgelesen werden, sowie die Elektronik für die Auslese mit Photoröhren. Ende 1993 war der Bau dieser neuen Detektorkomponente so weit fortgeschritten, daß der Einbau in den ZEUS-Detektor im Frühjahr 1994 stattfinden wird. Während der Datennahme war bereits 1993 ein Prototyp aus vier Streifen betriebsbereit, mit dem das SRTD-Prinzip erfolgreich erprobt werden konnte.

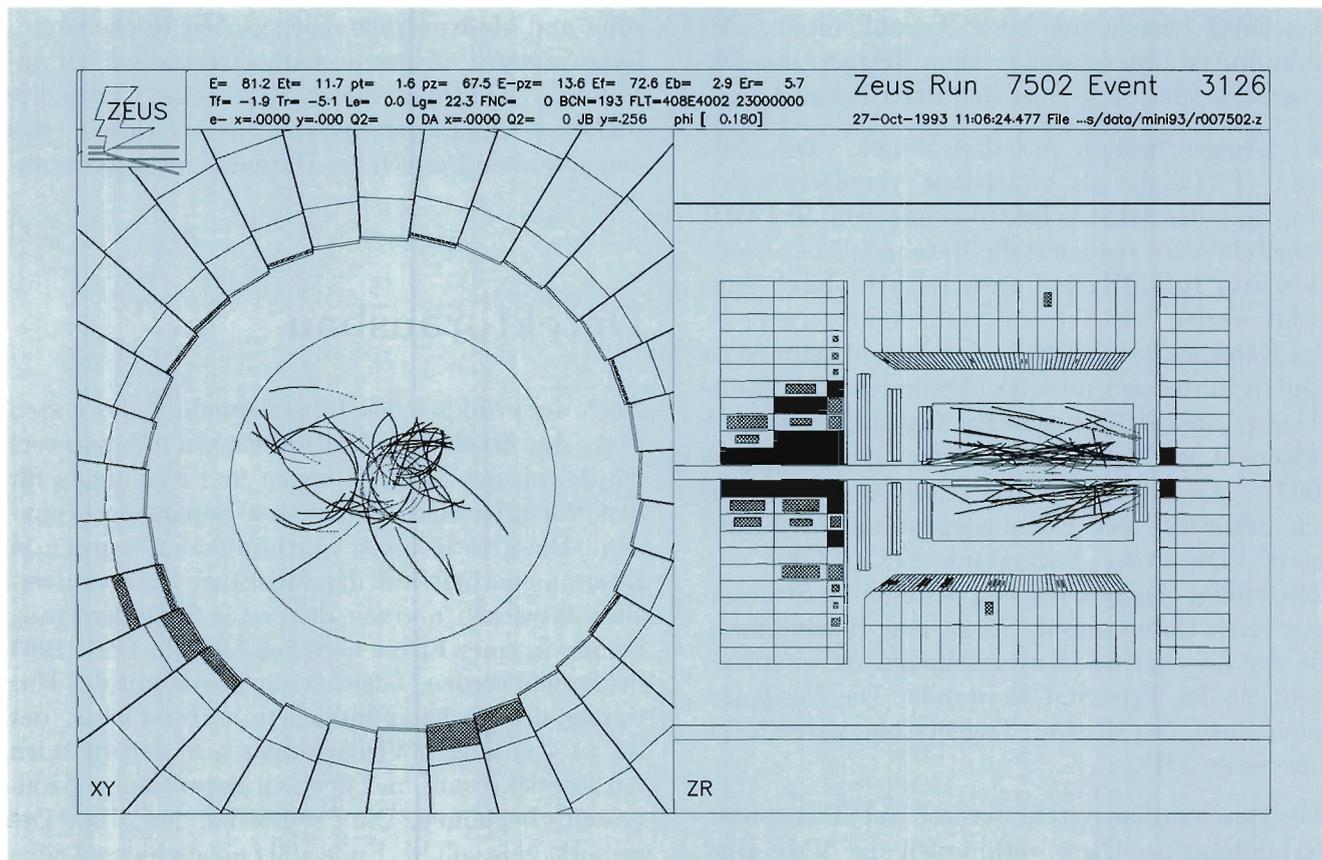


Abbildung 15: Beispiel für ein Untergrundereignis einer Protonstrahl-Restgas-Wechselwirkung außerhalb des ZEUS-Detektors. Charakteristisch ist die hohe Teilchenmultiplizität in der zentralen Spurkammer sowie die hohe Energiedeposition im Kalorimeter im Bereich der Strahlrohre.

Bevor die in den Elektron-Proton-Wechselwirkungen erzeugten Teilchen auf das hochauflösende Uran-Szintillatorkalorimeter treffen, wo ihre Energien präzise vermessen werden, durchqueren sie die davorliegenden Detektorkomponenten, mechanischen Aufhängungen und Kabel, in denen sie durch Wechselwirkungen einen Teil ihrer Energie verlieren. Im Augenblick begrenzt dieser Energieverlust die Meßgenauigkeit. Aufgabe des Presampplers ist es, zu bestimmen, wieviel Energie vor dem Eintritt in das Kalorimeter bereits verlorengegangen ist.

1993 wurden ausführliche Voruntersuchungen und Tests am CERN sowie in Zeuthen durchgeführt, auf deren Basis ein Experimentierorschlag ausgearbeitet wurde, der dem Physics Research Committee zur Begutachtung vorgelegt wird. Als Nachweisgerät werden  $20 \times 20 \text{ cm}^2$  große Szintillatorplatten, die mit Lichtfasern und Multianoden-Photodioden ausgelesen werden, eingesetzt. Falls der Vorschlag genehmigt wird, soll diese neue Detektorkomponente Anfang 1995 in den ZEUS-Detektor eingebaut werden.

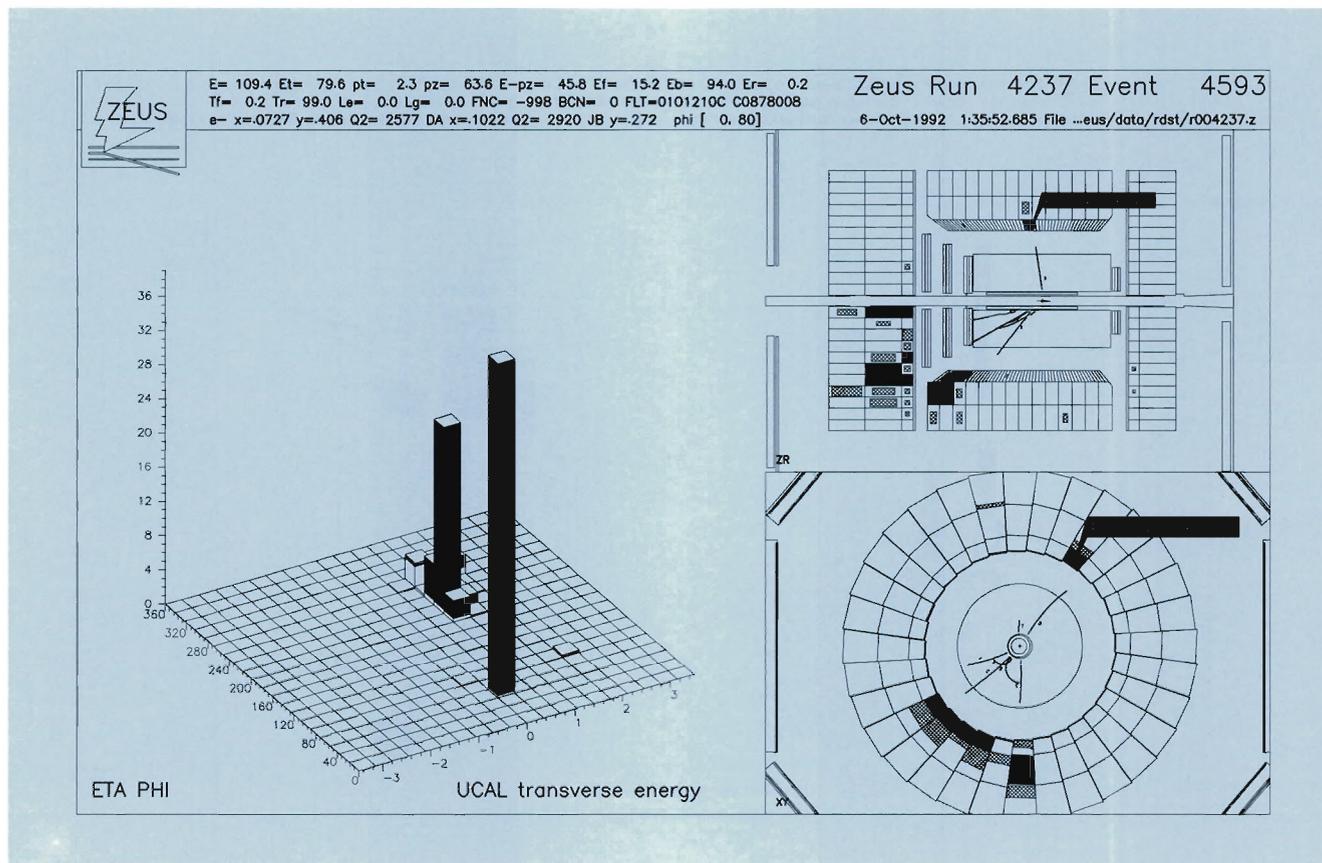


Abbildung 16: Beispiel für ein tiefunelastisches Ereignis der neutralen Strom-Reaktion  $e^-p \rightarrow e^-X$ , in der das rückgestreute Elektron und ein Teilchenbündel nachgewiesen wurden; die kinematischen Größen sind  $x = 0.06$  und  $Q^2 = 2500 \text{ GeV}^2$ .

## Physikalische Ergebnisse

Im Berichtsjahr konnte die Physikanalyse der 1992 mit einer gesamten Luminosität von etwa  $30 \text{ nb}^{-1}$  genommenen Daten weitgehend abgeschlossen werden. Die Funktion des ZEUS-Detektors sowie die physikalischen Reaktionen, die bei HERA untersucht werden, können am besten durch Ereignisbilder veranschaulicht werden. Abbildung 15 zeigt eine Protonstrahl-Restgas-Wechselwirkung außerhalb der ZEUS-Wechselwirkungszone. Das Ereignis zeichnet sich durch eine hohe Anzahl von Spuren in der zentralen Spurkammer (CTD) sowie durch eine große deponierte Energie im Vorwärts- (FCAL) und Rückwärts-Kalorimeter (RCAL) aus.

Diese Ereignisse sind etwa 10 000mal häufiger als Elektron-Proton-Wechselwirkungen und werden bereits beinahe vollständig vom Trigger verworfen und nicht aufgezeichnet.

## Tiefunelastische $e^-p$ -Streuung

Beispiele für tiefunelastische Elektron-Proton-Wechselwirkungen zeigen Abbildungen 16 und 17.

In dem gezeigten neutralen Strom-Ereignis (NC für Neutral Current, Abb. 16)

$$e^-p \rightarrow e^-X$$

ist das Impulsübertragsquadrat  $Q^2$  des ausgetauschten virtuellen Photons  $2500 \text{ GeV}^2$ . Die Streuung hat an einem Parton des  $x$ -Wertes

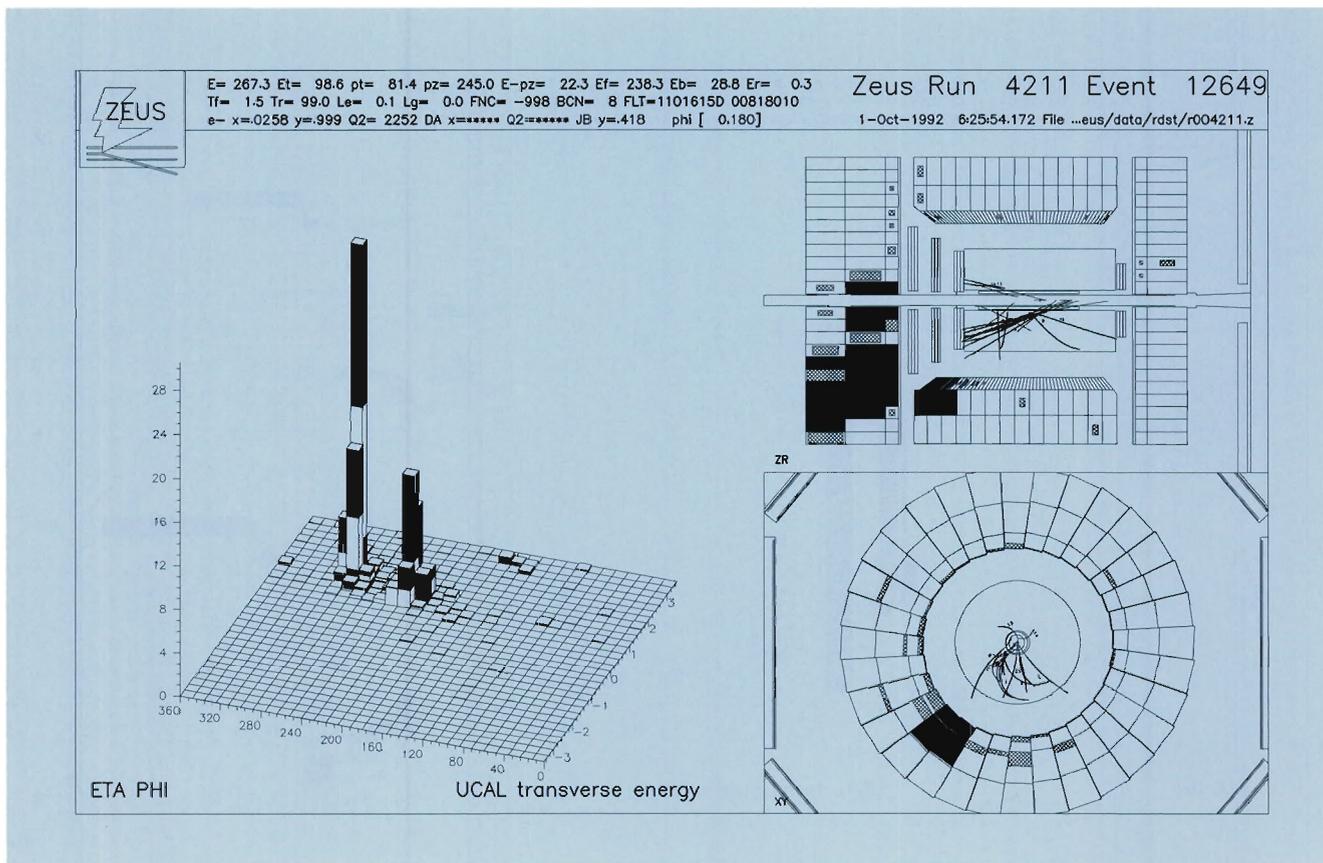


Abbildung 17: Beispiel für ein tiefunelastisches Ereignis der geladenen Strom-Reaktion  $e^-p \rightarrow \nu X$ ; die kinematischen Größen sind  $x = 0.44$  und  $Q^2 = 14\,000\text{ GeV}^2$ .

(Verhältnis des Parton-Impulses zum Proton-Impuls) von 0.07 stattgefunden. In dem geladenen Strom-Ereignis (CC für Charged Current, Abb. 17)

$$e^-p \rightarrow \nu X$$

ist das ausgetauschte Teilchen ein virtuelles, geladenes Vektorboson W. Diese Ereignisse zeichnen sich durch einen großen fehlenden Transversalimpuls aus, da das gestreute Neutrino nicht nachgewiesen werden kann. Dennoch können aus der präzisen Messung der restlichen in der Wechselwirkung erzeugten Teilchen der Impulsübertrag des ausgetauschten Teilchens sowie der x-Wert des Partons bestimmt werden.

In dem gezeigten Ereignis sind die entsprechenden Werte  $Q^2 = 14\,000\text{ GeV}^2$  und  $x = 0.44$ .

### Proton-Strukturfunktion

Im Quark-Parton-Modell (QPM) wird die tiefunelastische NC Elektron-Proton-Streuung (NC-DIS) als direkte Wechselwirkung des vom einlaufenden Elektron ausgesandten virtuellen Photons oder Z-Bosons mit den Quarks im Proton verstanden. Da der ZEUS-Detektor bis auf kleine Ausparungen im Bereich der Strahlrohre ein hermetischer Detektor ist, können die physikalisch relevanten Größen, das Impulsübertragsquadrat  $Q^2$  zwischen ein- und auslaufendem Elektron und der Impulsanteil x des gestreuten Quarks im Proton, auf verschiedene, unabhängige Weisen bestimmt werden. Dies erlaubt eine Überprüfung der gewonnenen Ergebnisse sowie ein Erkennen von Unter-

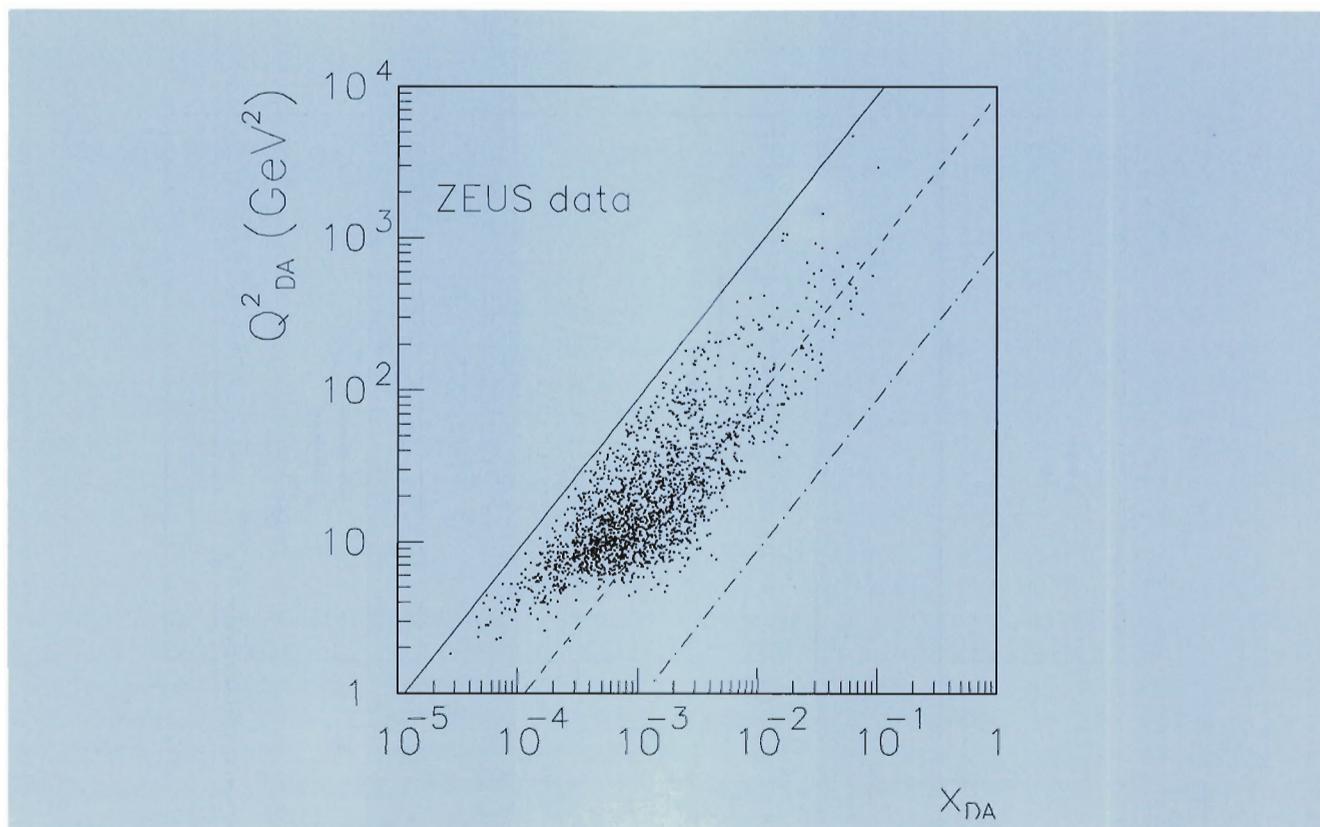


Abbildung 18: Verteilung der tiefunelastischen  $e^-p \rightarrow eX$  Ereignisse in der  $x$ - $Q^2$ -Ebene. Der vor HERA untersuchte kinematische Bereich ist  $Q^2 < 500 \text{ GeV}^2$  und  $x > 5 \cdot 10^{-3}$ .

grundereignissen der wesentlich häufigeren Photoproduktion.

Insgesamt konnten 2012 NC-DIS Ereignisse bei einer integrierten Luminosität von  $25 \text{ nb}^{-1}$  identifiziert werden. Abbildung 18 zeigt die Verteilung der gemessenen Ereignisse in der  $x$ - $Q^2$ -Ebene. Man erkennt Ereignisse bis zu  $x = 10^{-4}$  und  $Q^2 = 5 \times 10^4 \text{ GeV}^2$ . Die bisherigen NC-DIS Experimente überdecken den Bereich  $x > 5 \times 10^{-3}$  bei maximalen  $Q^2$  von  $500 \text{ GeV}^2$ . HERA dringt also in einen gänzlich neuen kinematischen Bereich vor. Abbildung 19 zeigt die Ergebnisse für die Strukturfunktion als Funktion von  $x$  und  $Q^2$ . Ebenso werden Vorhersagen von Modellen beziehungsweise Extrapolationen der bisher vorhandenen Daten als Kurven dargestellt.

Zur Bestimmung der Strukturfunktion  $F_2$  werden die gemessenen Ereignisse in Intervalle in der  $x$ - $Q^2$ -Ebene eingeteilt (der verbleibende geringe Untergrund von Photoproduktion wird abgezogen), und mit Hilfe eines Monte-Carlo-Programms für Detektorauflösung, radiative Effekte und Einflüsse der longitudinalen Strukturfunktion korrigiert. Das markanteste Ergebnis ist das starke Anwachsen der Strukturfunktion, die die Quarkdichte in den Protonen beschreibt, bei kleinen  $x$ -Werten.

Daraus kann geschlossen werden, daß in diesem kinematischen Bereich die mit der Quarkdichte gekoppelte Gluondichte stark ansteigt. Die gezeigten Kurven unterscheiden sich im wesentlichen in dem Verhalten der Gluondichte  $G(x)$  im Grenzfall  $x \rightarrow 0$ . Die höheren Werte entspre-

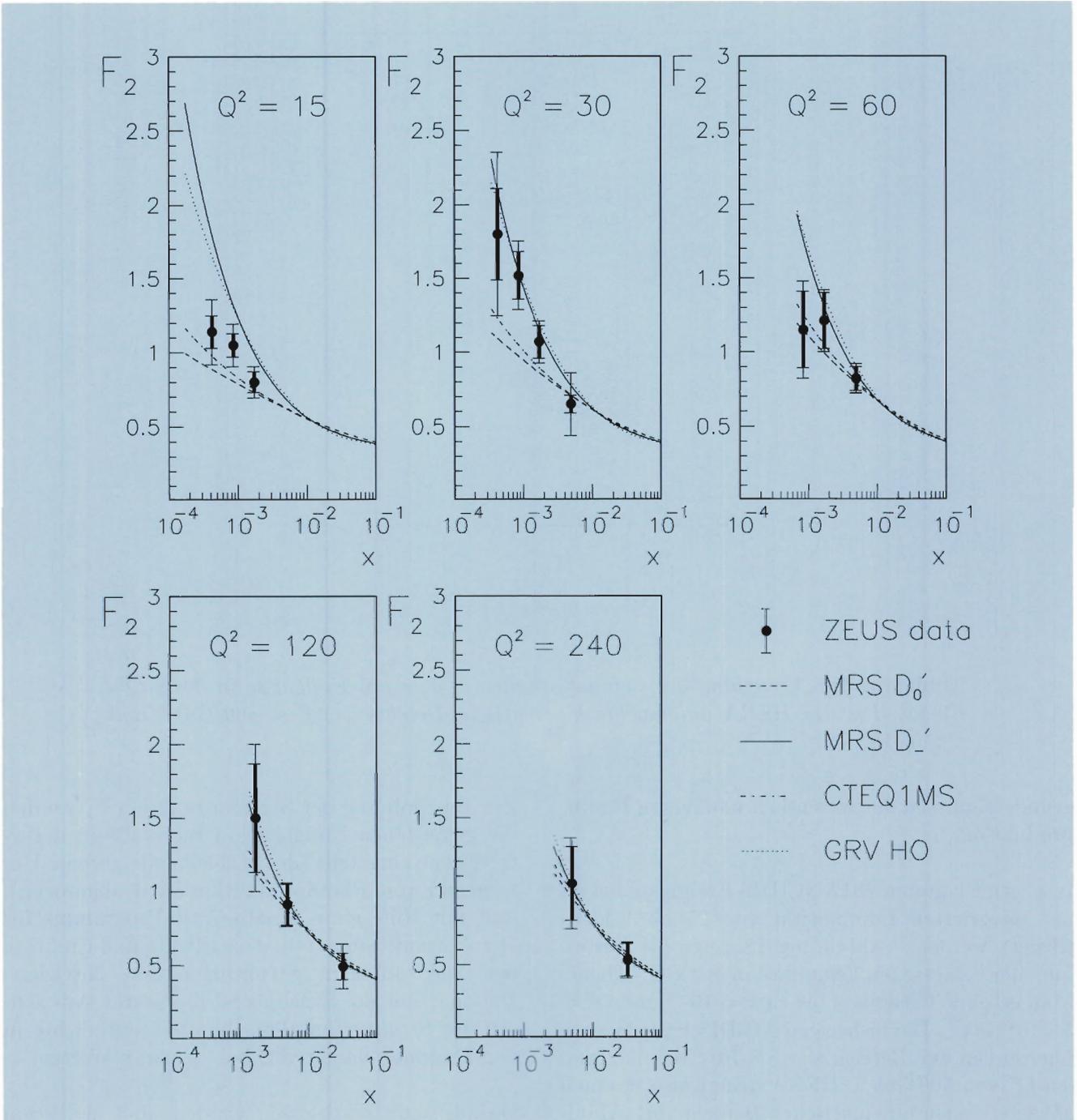


Abbildung 19: Die Proton-Strukturfunktion als Funktion des Parton-Impulsanteils  $x$  für verschiedene Werte des Impulsübertragsquadrats  $Q^2$  im Vergleich zu theoretischen Vorhersagen.

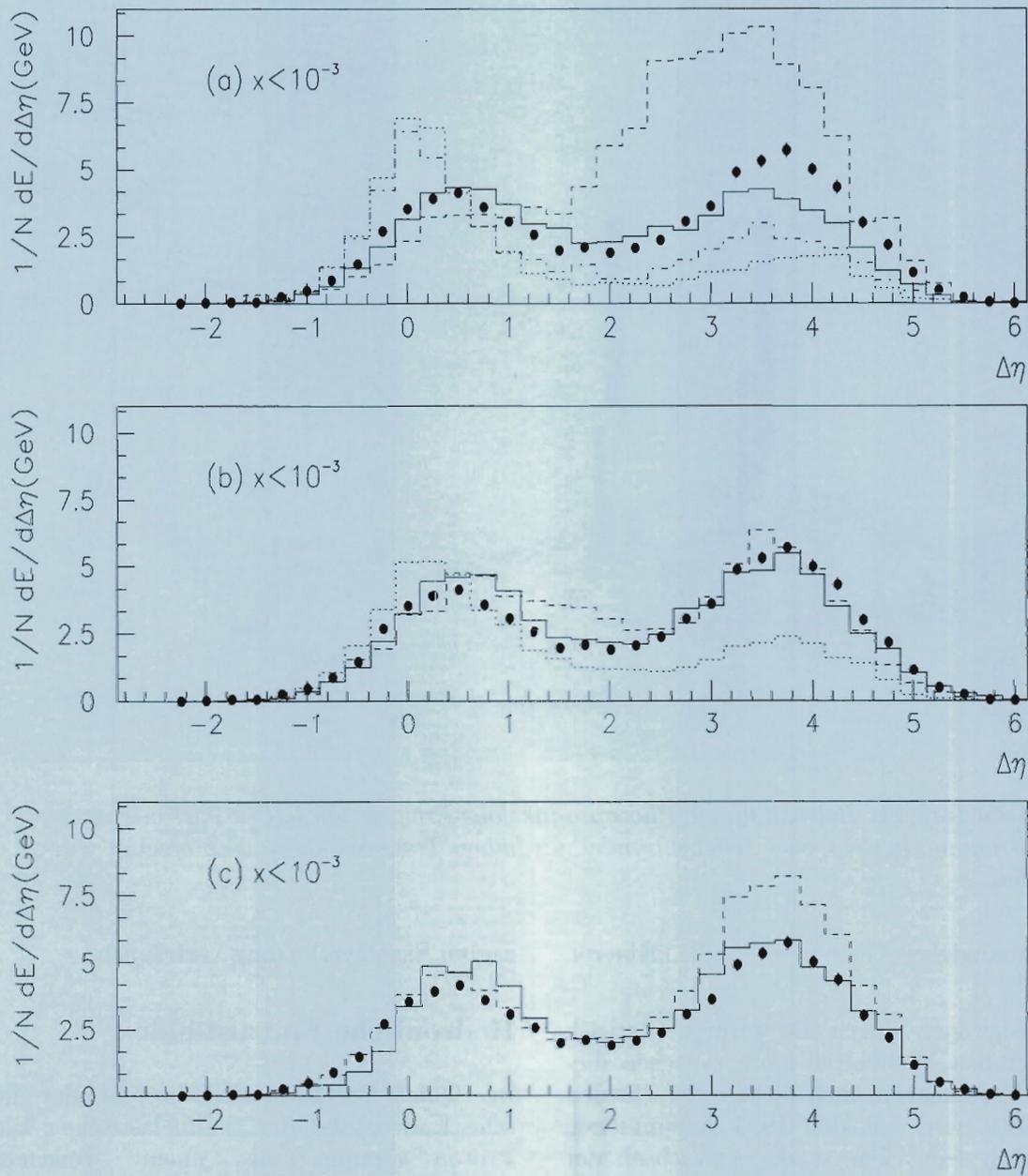


Abbildung 20: Vergleich der gemessenen Rapiditätsabhängigkeit des Energieflusses in tiefunelastischer Streuung mit Vorhersagen von verschiedenen QCD-Modellen.

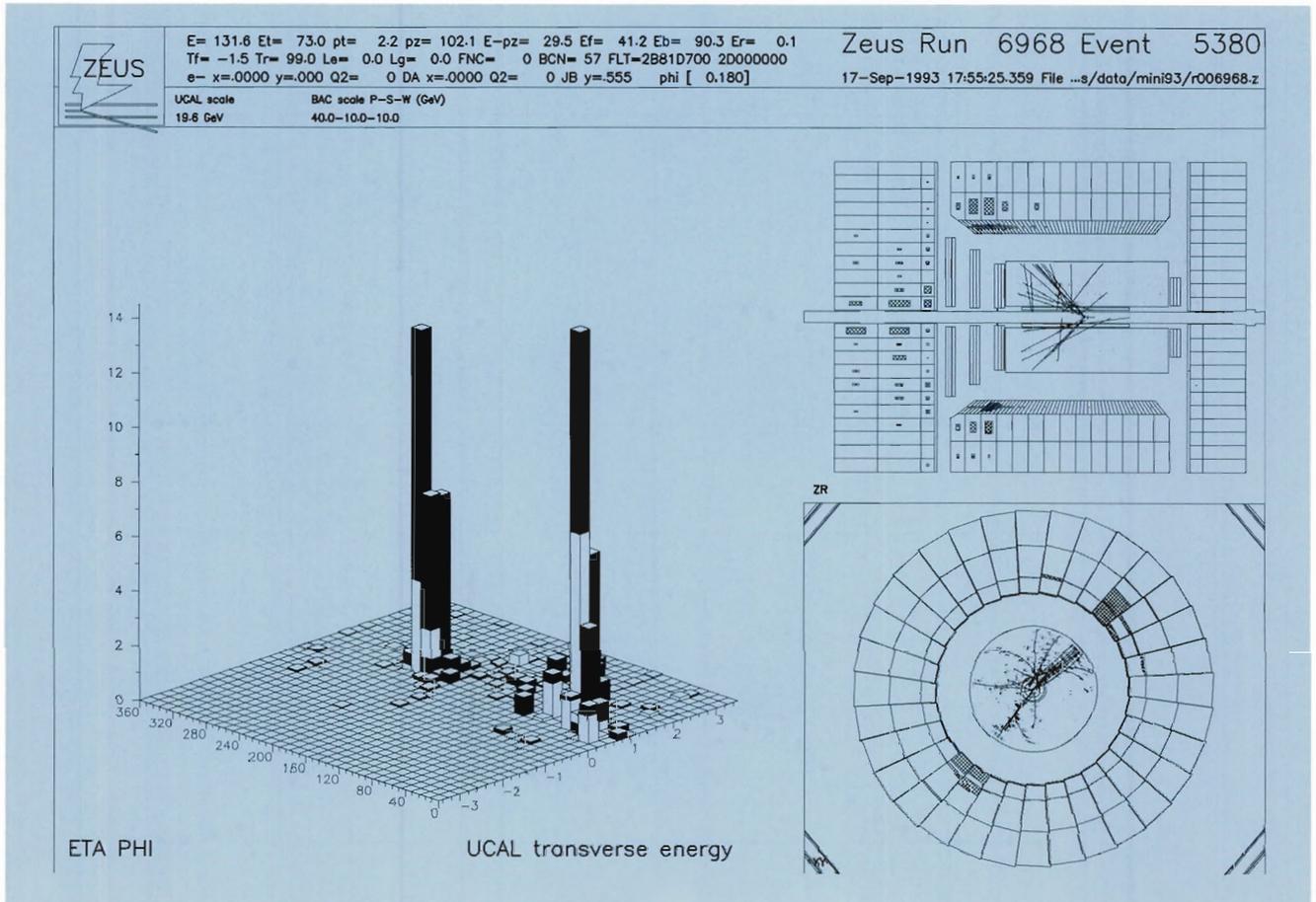


Abbildung 21: Beispiel für ein Photoproduktions-Ereignis mit harter Parton-Parton-Streuung, in dem zwei Teilchenbündel mit hohen Transversalimpulsen erzeugt wurden.

chen der Abhängigkeit  $G(x) \propto x^{-1.5}$ , die kleineren  $G(x) \propto x^{-1}$ .

Mit den bisherigen, durch die geringe Statistik bedingten großen Meßfehlern kann zwischen diesen beiden Vorhersagen noch nicht unterschieden werden. Dies wird mit den 1993 genommenen Daten möglich sein. Das starke Anwachsen der Strukturfunktion läßt es möglich erscheinen, daß mit den in den HERA-Experimenten erreichbaren Gluondichten die Quantenchromodynamik (QCD) in einem neuen Bereich getestet werden kann. Die gemessene  $Q^2$ -Abhängigkeit der Strukturfunktion ist innerhalb der allerdings noch recht großen statistischen Fehler mit der von der QCD vorherge-

sagten Skalenverletzung verträglich.

### Hadronische Endzustände

Im Quark-Parton-Modell besteht der hadronische Endzustand der tiefunelastischen Elektron-Proton-Streuung aus einem Teilchenbündel vom gestreuten Quark (Stromjet) und den Bruchstücken des Protons. Der Transversalimpuls des gestreuten Elektrons wird vom Stromjet ausgeglichen, während der Protonrest relativ wenig transversalen Impuls aufnimmt. Im Phasenraum zwischen Stromjet und Protonrest findet man Teilchen von der Gluon-Abstrahlung, die von dem

Übertrag von Farbladung zwischen getroffenem Quark und Protonrest herrührt.

Dies ist in Abbildung 20 sichtbar, in der der im ZEUS-Kalorimeter gemessene Energiefluß als Funktion des Rapiditätsabstandes  $\Delta\eta$  zum Stromjet gezeigt wird. Der Rapiditätsabstand ist ein Lorentz-invariantes Maß für den Polarwinkel der deponierten Energie. Die Anhäufung nahe  $\Delta\eta = 0$  stammt von den Zerfallsprodukten des Stromjets. Die geringe Verschiebung des Maximums vom Wert Null wird im Rahmen der QCD von zusätzlicher Partonstrahlung im Fragmentierungsprozeß erwartet. Die verschiedenen Kurven in der Abbildung sind Vorhersagen verschiedener Modelle. Qualitativ stimmen sie mit den gemessenen Daten überein; quantitativ gibt es signifikante Unterschiede.

Die Beobachtung von Ereignissen mit mehreren Teilchenbündeln bei HERA erlaubt eine direkte Studie von QCD-Effekten höherer Ordnung. Eine erste Studie der Jetraten als Funktion von  $Q^2$  zeigt, daß es mit einem größeren Datensatz als dem 1992 gemessenen möglich sein wird, die Abhängigkeit der fundamentalen starken Kopplungskonstante  $\alpha_S$  vom Impulsübertrag mit hoher Präzision zu messen.

## Diffraktive Ereignisse

Unter den gemessenen tiefunelastischen Ereignissen wurde eine Ereignisklasse gefunden, die keine Gluonabstrahlung zeigt. In ihnen werden im Rapiditätsbereich zwischen Stromjet und Protonrest keine Teilchen gefunden. Insgesamt wurden 87 solche Ereignisse in den Daten von 1992 identifiziert. Ihre  $x$ - und  $Q^2$ -Verteilungen sind innerhalb der statistischen Fehler gleich denen der normalen DIS-Ereignisse, die im Detektor nachgewiesene effektive Masse des hadronischen Systems ist allerdings wesentlich geringer. Die Ereignisse können als die diffraktive Streuung des virtuellen Photons am Proton interpretiert werden. Es wird erwartet, daß diese Ereignisse in Zukunft wesentlich zur Klärung der Natur der diffraktiven Streuung beitragen werden.

## Photoproduktion

### Harte Streuung

Ein typisches Beispiel für eine quasielastische Photoproduktions-Reaktion, in der zwei Teilchenbündel mit hohen Transversalimpulsen erzeugt wurden, zeigt Abbildung 21.

In solchen Ereignissen wird das Elektron nur unter kleinem Winkel gestreut, und Energie und Position werden im Luminositätszähler gemessen.

Das Auftreten von Teilchenbündeln, die sowohl aus der Verteilung der Teilchenspuren in der CTD als auch aus der deponierten Energie im Kalorimeter (CAL) gut erkennbar sind, kennzeichnet eine harte Wechselwirkung des vom Elektron abgestrahlten Photons mit einem elementaren Baustein des Protons (Parton), wie man sie bei den hohen Schwerpunktsenergien, die mit HERA in Photoproduktion untersucht werden können, erwartet. Die beiden klar erkennbaren Teilchenbündel (Jets) sind die Endprodukte der harten Parton-Parton-Streuung. In den Daten konnten Jets mit Transversalimpulsen bis zu 20 GeV gefunden werden.

Eine genauere Durchmusterung der Ereignisse mit zwei Jets von mehr als 5 GeV Transversalimpuls zeigt zwei Ereignisklassen:

- Ereignisse, bei denen sich die gesamte im ZEUS-Detektor gemessene Energie in den Jets befindet
- Ereignisse, bei denen außerdem Energie im Rückwärtskalorimeter in der Richtung des einlaufenden Photons gefunden wird.

In ersteren nimmt das Photon „direkt“ an der harten Streuung teil (direct coupling), in letzteren nehmen die elementaren Bestandteile des Photons, das sich in diesen Prozessen wie ein Hadron (z.B. wie ein  $\rho$ -Meson) verhält, an der Reaktion mit den Partonen des Protons teil.

Erst die hohen Energien von HERA haben es dem ZEUS-Experiment erlaubt, erstmals die direkte Photon-Kopplung zu beobachten. Aus der Energie- und Winkelverteilung der Jets kann experimentell  $x_\gamma$ , der Bruchteil des Photonenimpulses, der an der harten Streuung teilnimmt, bestimmt werden. Die Anhäufung der Ereignisse

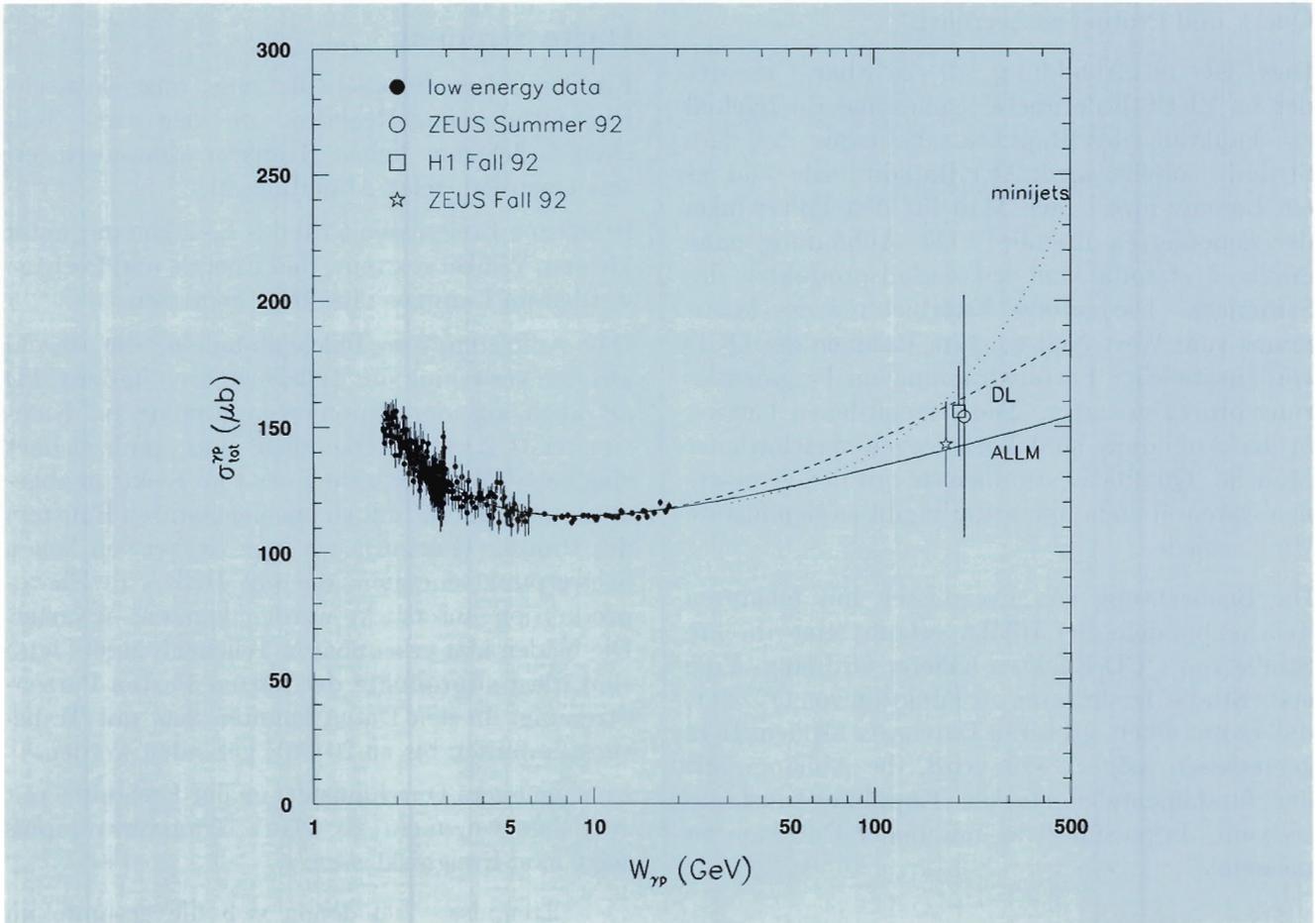


Abbildung 22: Energieabhängigkeit des totalen Photoproduktions-Wirkungsquerschnitts. Verglichen werden die Daten von HERA bei einer Schwerpunktsenergie um 200 GeV sowie die bisher vorhandenen Daten bei Energien bis zu 20 GeV mit theoretischen Vorhersagen.

nahe  $x_\gamma = 1$  ist die Evidenz für die direkte Photon-Kopplung.

### Totaler Wirkungsquerschnitt

Die hohe Schwerpunktsenergie von 300 GeV von HERA erlaubt es, Photoproduktion in einem sehr weiten Energiebereich in einem einzigen Experiment zu untersuchen. Die maximal erreichbaren Energien sind mehr als eine Größenordnung höher als an bisherigen Beschleunigern. Das erste, vom ZEUS-Experiment veröffentlichte Er-

gebnis war die Bestimmung des totalen Photon-Proton-Wirkungsquerschnittes zu  $(154 \pm 36) \mu\text{b}$ , basierend auf 97 Ereignissen. Mit dem wesentlich größeren Datensatz von 5731 Ereignissen mit Photon-Energien zwischen 8.5 und 11.5 GeV war es möglich, die einzelnen Unterprozesse der Photoproduktion zu trennen und damit sowohl neue Informationen über Photoproduktion bei hohen Energien zu erhalten, als auch die Akzeptanz des ZEUS-Detektors wesentlich besser zu verstehen.

Zusammen mit einer genaueren Luminositätsbestimmung konnte damit ein neuer, präziserer Wert

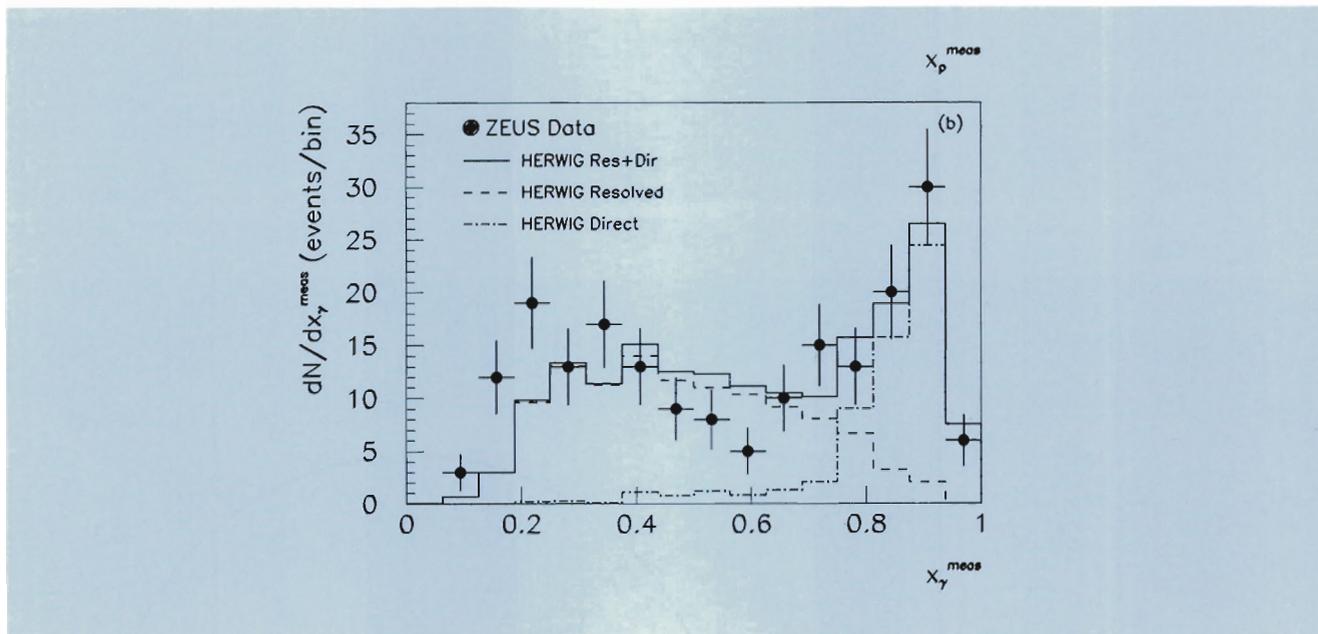


Abbildung 23: Verteilung von  $x_\gamma$ , dem Impulsanteil des Partons im Photon, das an der harten Parton-Parton-Streuung in der Photoproduktion teilgenommen hat; die Anhäufung der Ereignisse bei  $x_\gamma = 0.9$  ist die Evidenz für die direkte Streuung der Photonen mit den Partonen im Proton.

für den totalen Wirkungsquerschnitt

$$\sigma_{\text{tot}} = (143 \pm 17) \mu\text{b}$$

bei einer Schwerpunktsenergie von 180 GeV bestimmt werden. Abbildung 22 vergleicht diesen Wert mit den bei kleineren Schwerpunktsenergien erhaltenen Werten. Die Kurven geben die Vorhersagen verschiedener Modelle wieder. Als wesentliches Ergebnis kann festgestellt werden, daß die Energieabhängigkeit des Photoproduktions-Wirkungsquerschnitts gleich der hadronischer Wirkungsquerschnitte ist – in erster Näherung verhält sich das Photon also wie ein Hadron. Das gleiche kann über die mit dem ZEUS-Detektor bei HERA-Energien erstmals gemessenen partiellen Wirkungsquerschnitte gesagt werden (Abb. 23).

## Exotische Teilchen

Dank der hohen Energie ist HERA ausgezeichnet geeignet, nach sogenannten exotischen Teilchen zu

suchen, die von Theorien, die das Standard-Modell der Elementarteilchenphysik erweitern, vorhergesagt werden. Beispiele sind Leptoquarks, gebundene Zustände von Leptonen und Quarks, die bei HERA direkt als Resonanzen im Elektron-Quark-System auftreten würden. Sie haben je nach Zerfallsart die gleiche Ereignistopologie wie CC- beziehungsweise NC-Ereignisse. Unter den 1659 NC- und 2 CC-Ereignissen, die in den 1992 genommenen Daten vermessen wurden, konnte keine Evidenz für Leptoquarks gefunden werden. Unter der Annahme einer elektroschwachen Kopplung kann damit deren Existenz für Massen bis etwa 180 GeV ausgeschlossen werden. Diese Grenzen sind bereits höher als Messungen mit dem CDF-Detektor am Fermilab bei Chicago. Ebenso konnte bisher keinerlei Evidenz für Leptogluonen oder angeregte Elektronen gefunden werden. Mit dem 1993 genommenen, zwanzigmal größeren Datensatz ist eine wesentlich empfindlichere Suche nach exotischen Teilchen möglich.

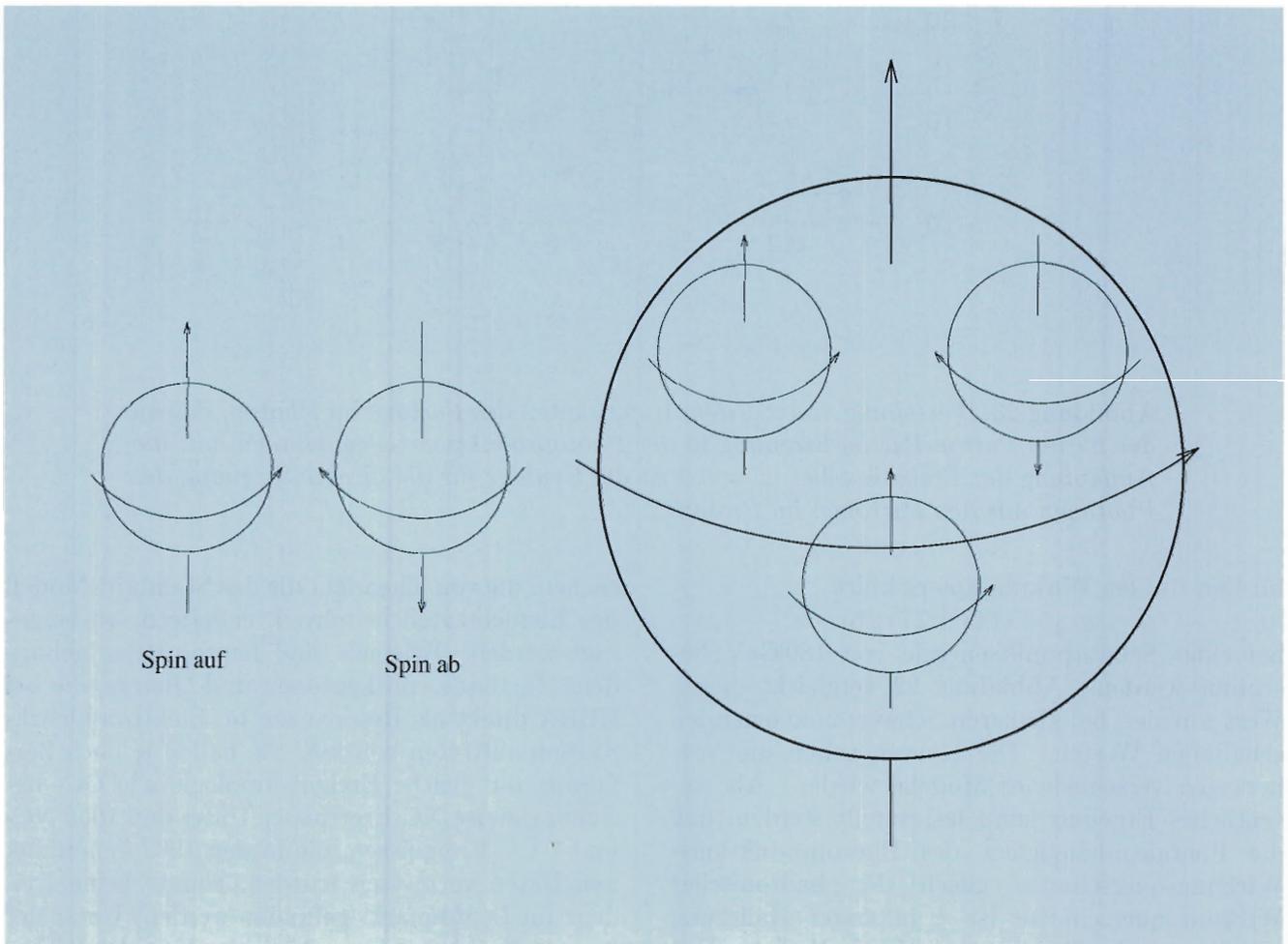


Abbildung 24: *Modell für den Spin der Quarks.*

# HERMES-Experiment

**Beteiligte Institute:** NIKHEF Amsterdam, ANL Argonne, Univ. of Colorado Boulder, MIT Cambridge, Univ. of Alberta Edmonton, Univ. Erlangen-Nürnberg, INFN Frascati, DESY Hamburg, MPI Heidelberg, New Mexico State Univ. Las Cruces, Univ. Liverpool, Univ. of Wisconsin Madison, Univ. Marburg, P.N. Lebedev Inst. Moscow, Univ. München, Caltech Pasadena, INFN Rome, St. Petersburg Phys. Inst., Univ. of Illinois Urbana-Champaign, Simon Fraser Univ. und TRIUMF Vancouver, Yerevan Phys. Inst., DESY-IfH Zeuthen

**Sprecher:** K. Rith, Univ. Erlangen-Nürnberg  
R. Milner, MIT Cambridge

Das HERMES-Experiment wurde im Juni 1993 vom DESY-Direktorium endgültig als drittes Experiment am Elektron-Proton-Speicherring HERA genehmigt. Es wird im Laufe des Jahres 1994 in der HERA-Halle Ost installiert werden und soll im Jahr 1995 mit der Datennahme beginnen.

Ziel dieses Experimentes ist es, mit hoher statistischer und systematischer Präzision alle Aspekte der inneren Spin-Struktur der Kernbausteine Proton und Neutron durch spinabhängige tiefunelastische Elektron-Nukleon-Streuung zu untersuchen.

Da hier zum ersten Male über dieses Projekt berichtet wird, wird im folgenden die Motivation für die geplanten Untersuchungen erläutert und der prinzipielle Aufbau der Apparatur beschrieben.

## Spin des Nukleons

Der Spin ist eine fundamentale Eigenschaft von Elementarteilchen. Exakt kann man ihn nur im Rahmen der Quantentheorie verstehen. Der Spin hat für alle fundamentalen Teilchen, das sind die geladenen Leptonen (Elektron, Myon und Tauon), die Neutrinos und die Quarks, den gleichen Wert (Spin- $\frac{1}{2}$ ).

Die Kernbausteine (Nukleonen) Proton und Neutron sind selbst keine elementaren Teilchen, son-

dern aus Quarks zusammengesetzt, drei sogenannten Valenzquarks und einem „See“ von Quark-Antiquark-Paaren. Allerdings ist ihr Spin gleich groß wie der eines einzelnen Quarks oder Leptons. Nach den bisher als gültig angesehen Vorstellungen des Quark-Modells wird dies so erklärt: Zwei Valenzquarks (und auch alle Quark-Antiquark-Paare des Quark-Sees) sind im entgegengesetzten Spin-Zustand, eines hat „Spin-auf“, das andere „Spin-ab“, und ihre Spin-Beiträge heben sich auf. Der Spin des Nukleons ist daher genau gleich dem des dritten Valenzquarks (Abb. 24).

## Polarisation

Die geladenen Leptonen und Quarks und die Nukleonen haben ein mit dem Spin korreliertes magnetisches Moment. Mit einem äußeren Magnetfeld kann man erreichen, daß bei einer Probe von vielen Teilchen sehr viel mehr Teilchen im Zustand „Spin-auf“ als im Zustand „Spin-ab“ sind oder umgekehrt. Diese Tatsache nennt man Polarisation.

## Spin-Rätsel

Erste polarisierte tiefunelastische Streuexperimente, bei denen man polarisierte Myonen beziehungsweise Elektronen an polarisierten Protonen streute, wurden vor einigen Jahren an den Forschungszentren CERN/Schweiz und SLAC/USA

durchgeführt. Die Meßergebnisse dieser Experimente stehen im Widerspruch zu den Vorstellungen des Quark-Modells. Sie legen die Schlußfolgerung nahe, daß die Beiträge der Quarkspins sich nicht zum Spin des Protons addieren, sondern sich vielmehr nahezu aufheben.

Wenn dieses Resultat richtig ist, so bedeutet dies, daß man noch weit davon entfernt ist, den Aufbau der Nukleonen aus Quarks wirklich zu verstehen. Es war die Rede vom Spin-Rätsel. Zur Erklärung des Phänomens wurde eine Fülle von theoretischen Modellen entwickelt, auf die hier nicht weiter eingegangen werden kann. So wurde spekuliert, daß möglicherweise der Spin der Valenzquarks weitgehend von dem der See-Quarks kompensiert wird, und daß Gluonen, die Feldquanten der starken Wechselwirkung, die die Quarks im Nukleon zusammenhalten, sowie Bahndrehimpulse wesentlich zum Spin des Nukleons beitragen.

Allerdings sind die wenigen vorliegenden Daten noch viel zu bruchstückhaft, um so weitgehende Schlußfolgerungen ziehen zu können. Zunächst ist es erforderlich, durch detaillierte Messungen an polarisierten Protonen und Neutronen möglichst umfangreiches und vollständiges Datenmaterial über die innere Spinstruktur des Nukleons zu sammeln. Die geplanten Messungen des HERMES-Experiments sollen dazu einen wesentlichen Beitrag leisten und dazu dienen, das Spin-Rätsel aufzuklären.

### Polarisation bei HERA

Für die Messung der Spins der Nukleonen benötigt man einen longitudinal polarisierten Elektronenstrahl, bei dem die Spins der Elektronen überwiegend in ihre Flugrichtung ausgerichtet sind und ein Streutarget, das sowohl in Richtung des einfallenden Elektronenstrahls (longitudinal) als auch senkrecht dazu (transversal) polarisiert werden kann. Transversale Elektronenpolarisation erhält man beim HERA-Elektronen-Speicherring durch den selbstpolarisierenden Sokolov-Ternov-Effekt bei Abstrahlung von Synchrotronlicht. Im Berichtszeitraum wurden transversale Polarisationsgrade bis zu 70% im Luminositätsbetrieb er-

reicht. Zur Erzeugung der longitudinalen Polarisation wird ein System von Spinrotatoren benötigt, das im Winter 1993/94 installiert wird. Wahrscheinlich wird es technisch nicht möglich sein, auch die Protonen im Protonen-Speicherring zu polarisieren, so daß diese Polarisationsexperimente nicht von ZEUS und H1 durchgeführt werden können.

### Das HERMES-Spektrometer

HERMES basiert auf einer völlig neuen Technologie. Die Idee ist, ein gasförmiges Target aus polarisierten Atomen in den Elektronen-Speicherring einzubauen. Dieses Gastarget besteht aus einer dünnwandigen Speicherzelle, die von einer intensiven Quelle von polarisierten Atomen gespeist wird.

Hierzu sind die leichtesten Wasserstoffisotope  $^1\text{H}$  (Kern: Proton) und  $^2\text{D}$  (Kern: schwach gebundenes Proton-Neutron-System) sowie das leichte Heliumisotop  $^3\text{He}$  (Kern: Neutron und zwei spinmäßig abgesättigte Protonen) besonders geeignet.

Der Hauptvorteil dieser neuartigen Technologie liegt darin, daß alle Targetatome polarisierbar sind und keine Verdünnung oder Verfälschung durch unpolarisiertes Targetmaterial wie bei konventionellen polarisierten Festkörpertargets auftritt, bei denen die überwiegende Zahl der gestreuten Teilchen von Reaktionen mit unpolarisierten Nukleonen herührt. Die Polarisationsrichtung der Targetnukleonen kann in sehr kurzen Zeitintervallen umgeschaltet werden.

Die gestreuten Elektronen und die beim tiefunelastischen Streuprozeß erzeugten hochenergetischen Hadronen werden mit einem magnetischen Spektrometer, das in Abbildung 25 gezeigt ist, nachgewiesen. Aus den Unterschieden der Zählraten für die beiden Einstellungen der Nukleonenpolarisation, parallel beziehungsweise antiparallel zur Einfallrichtung der Elektronen, bestimmt man die sogenannte spinabhängige Strukturfunktion  $g_1$ , mit deren Hilfe man schließen kann, welcher Bruchteil der Quarks seinen Spin in Richtung des Nukleonenspins hat und welcher entgegengesetzt. Aus Messungen mit transversaler Targetpo-

larisation erhält man eine weitere spinabhängige Strukturfunktion  $g_2$ , die hier nicht weiter diskutiert werden soll.

Die spinabhängigen Strukturfunktionen des Protons erhält man direkt aus den Messungen an Wasserstoff, die des Neutrons zum einen aus der Differenz der Daten für Deuterium und Wasserstoff, zum anderen direkt aus den Messungen mit  $^3\text{He}$ . Im Fall des Deuterons, das ein Spin-1-Target ist, existieren zwei weitere Strukturfunktionen, die HERMES als einziges Experiment erstmals studieren kann.

## Das interne Target

### Wasserstoff/Deuterium-Target

Das Prinzip des Wasserstofftargets ist in Abbildung 26 erläutert. Zunächst wird ein polarisierter Wasserstoffstrahl in einer Atomstrahlquelle erzeugt. Dazu wird in einem Dissoziator molekularer Wasserstoff in Atome aufgespalten und durch Ausströmen ins Vakuum mit Hilfe von Blenden ein kalter Wasserstoffstrahl erzeugt. Dieser wird im starken Feld fokussierender Stern-Geirlach-Magnete nach der Einstellung des mit dem Spin gekoppelten magnetischen Moments getrennt und damit polarisiert. Durch zusätzliche Hochfrequenzübergänge können weitere Orientierungen der Spins erreicht werden.

### $^3\text{He}$ -Target

Die Erzeugung von polarisiertem  $^3\text{He}$ -Gas beruht dagegen auf dem Prinzip des optischen Pumpens. Dabei wird durch Anregung der Heliumatome mit zirkularpolarisiertem Laserlicht Drehimpuls übertragen. Hierdurch werden die Kernspins orientiert.

### Speicherzelle

Der so erzeugte polarisierte Atomstrahl wird in die Speicherzelle, ein T-förmiges dünnwandiges Rohr, injiziert und aufgestaut. Auf diese Weise „sieht“ der im Speicherring umlaufende Elektronenstrahl eine etwa hundertmal höhere Flächendichte im

Vergleich zum freien Atomstrahl, so daß mit Streuraten von einigen Ereignissen pro Sekunde entsprechend einer Luminosität von einigen  $10^{31} \text{ cm}^{-2}\text{s}^{-1}$  gerechnet werden kann. Die Dichte des Targets ist andererseits aber so gering, daß die Lebensdauer des gespeicherten Elektronenstrahls durch die Streuung am Gas nicht verringert wird. Zum Abpumpen des in den Speicherring gebrachten Gases dienen mehrere Pumpstufen mit hoher Saugleistung, die durch kleine Öffnungen voneinander getrennt sind (differentielles Pumpen).

Ein starkes magnetisches Führungsfeld ( $\approx 0.1 - 0.3 \text{ T}$ ) in der vertikalen oder longitudinalen Richtung definiert die Richtung der Targetpolarisation und verhindert, daß die Kernspins durch die starken Hochfrequenzfelder des Elektronenstrahls „desorientiert“ werden.

## Vorexperimente

Targets dieser Art wurden für das HERMES-Experiment in Heidelberg (Kollaboration Heidelberg-Marburg-München-Wisconsin) sowie am MIT/Boston (Kollaboration MIT-Caltech) entwickelt und im Jahr 1992 erfolgreich in Speicherringen getestet. Einen Eindruck des Wasserstofftargets vermittelt Abbildung 27, die den Aufbau am Kühllerring TSR im Heidelberger Max-Planck-Institut zeigt.

## Testexperiment

Zur Untersuchung des Einsatzes von Speicherzellentargets im HERA-Elektronenring wird in der Winter-Betriebsunterbrechung 1993/94 in der geraden Sektion HERA-Ost ein Testaufbau installiert. Dieser umfaßt ein Kollimatorsystem, eine Prototyptargetkammer mit Speicherzelle sowie einige Detektormodule und soll erste Aufschlüsse über die zu erwartenden Untergrundverhältnisse geben.

Die 400 mm lange Speicherzelle mit einem elliptischen Querschnitt von  $29.0 \times 9.8 \text{ mm}^2$  besteht aus 0.125 mm dünnem Aluminiumblech. Um diese Zelle sowie die Detektoren vor Synchrotronstrahlung zu schützen, wird ein Kollimatorsystem aus

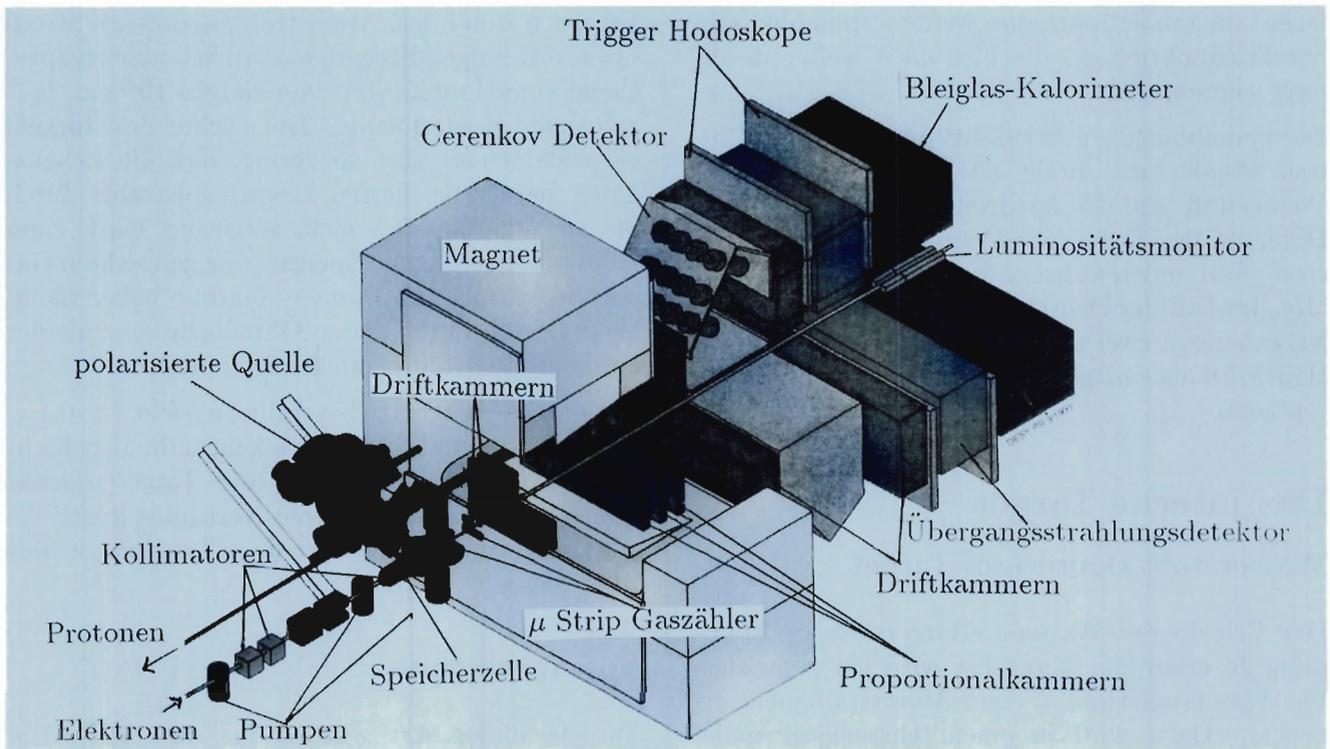


Abbildung 25: Das HERMES-Spektrometer.

120 mm langen Wolframblöcken verwendet. Direkt vor der Zelle befindet sich ein Kollimator mit fester Öffnung, während etwa 2 m vor dem Target fahrbare Kollimatoren verwendet werden. 1994 soll das Verhalten des HERA-Elektronenstrahls bei Anwesenheit der engen Kollimatoren sowie bei Einlaß von unpolarisiertem Gas studiert werden.

## Das Elektronenspektrometer

Die an den Targetnukleonen gestreuten Elektronen und die bei den tiefunelastischen Reaktionen erzeugten Hadronen werden durch das in Abbildung 25 gezeigte Spektrometer nachgewiesen und nach Streuwinkel und -energie analysiert. Elektronen- und Protonenstrahl verlaufen im Bereich des Experiments parallel in einem Abstand von 71.4 cm. Das Spektrometer besteht aus zwei symmetrischen Hälften oberhalb und unterhalb der Strahlebene. Es akzeptiert Elektronen mit Streuwinkeln  $\Theta$  im Bereich  $2.3^\circ < \Theta < 13^\circ$  und somit einen kinematischen Bereich  $1 \text{ GeV}^2 < Q^2 <$

$20 \text{ GeV}^2$ ,  $0.02 < x < 0.8$ . Hierbei sind  $Q^2$  das Quadrat des Viererimpulsübertrags und  $x$  die Bjorkensche Skalenvariable.

Alle Komponenten des Spektrometers sowie die Targetanordnung werden auf einer fahrbaren Plattform aufgebaut. Dadurch wird es zum einen möglich sein, das Experiment im Laufe des Jahres 1994 während des HERA-Betriebes außerhalb der Abschirmung komplett zu installieren und zu testen, zum anderen es später innerhalb der Abschirmung so weit zu verfahren, daß freier Zugang zum HERA-Tunnel gewährleistet ist. Hierdurch wird die Gesamtlänge des Spektrometers auf ca. 8 m eingeschränkt.

Im folgenden seien die einzelnen Komponenten des Detektors und ihre wichtigsten Aufgaben und Eigenschaften kurz dargestellt. Angaben über die Zahl von Modulen, Ebenen etc. beziehen sich immer auf eine Detektorhälfte. Angaben über die Gesamtzahl von Kanälen beziehen sich immer auf den ganzen Detektor.

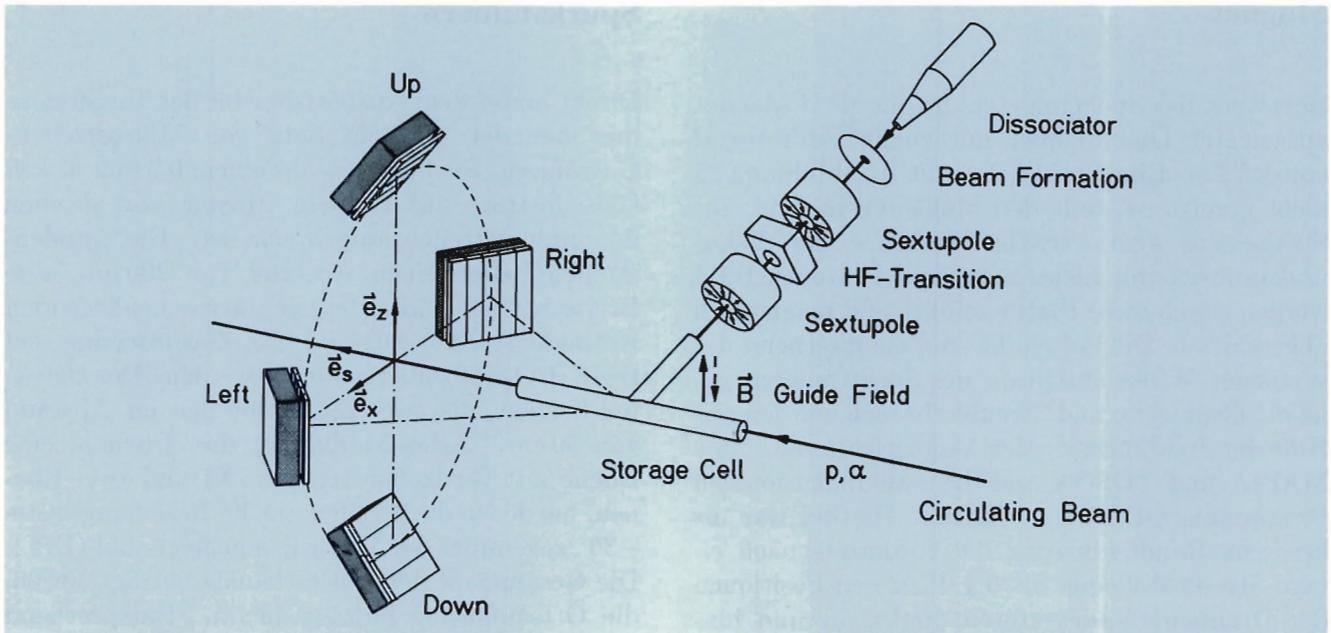


Abbildung 26: Prinzip des Wasserstofftargets. Der Wasserstoffstrahl wird in einer Atomstrahlquelle erzeugt, polarisiert und dann in die T-förmige Speicherzelle injiziert. Dort wechselwirkt der gespeicherte Elektronenstrahl mit dem aufgestauten Gas.

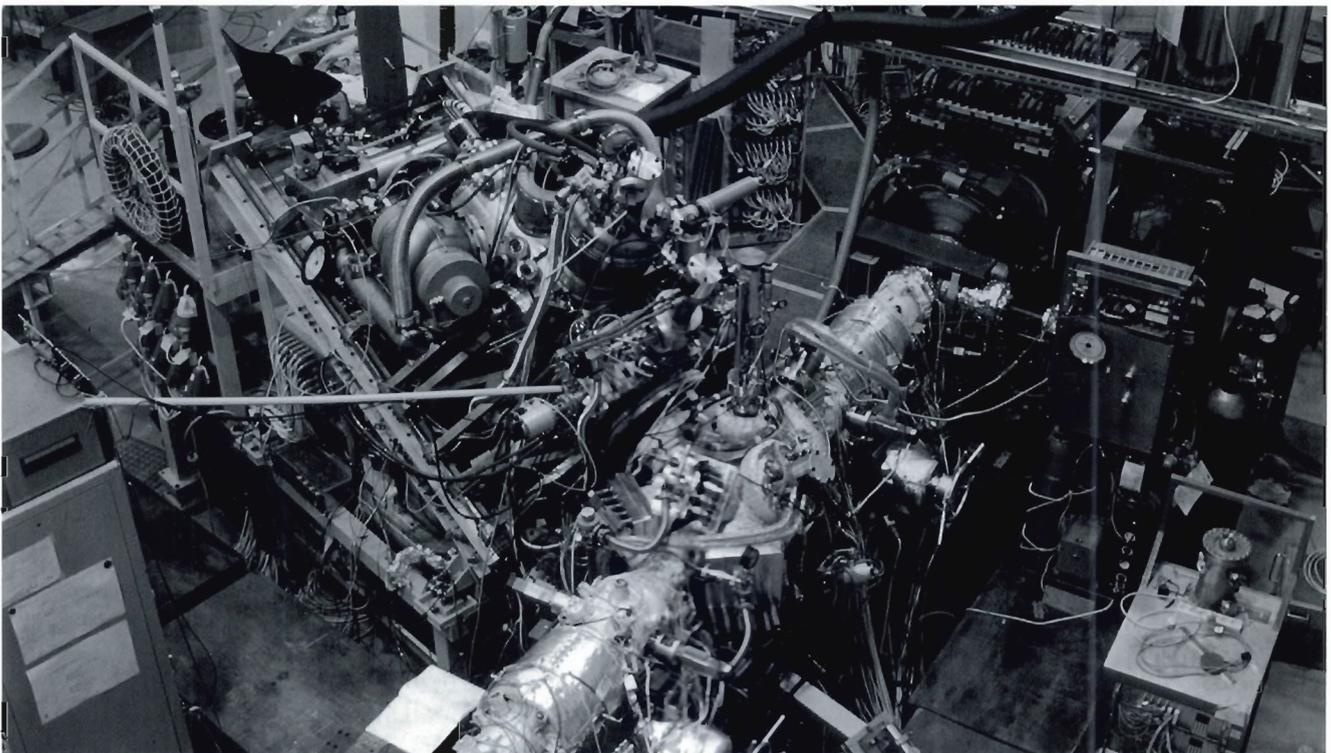


Abbildung 27: Aufbau des Wasserstofftargets am Heidelberger Kühlerring TSR.

## Magnet

Herzstück des Spektrometers ist ein als H-Magnet ausgelegter Dipolmagnet mit einem Feldintegral von 1.5 Tm. Eine Stahlplatte, die in Abbildung 25 nicht gezeigt ist, teilt den Magneten in zwei, zur Strahlebene symmetrische Hälften. Die Vakuumkammern von Elektronen- und Protonenstrahl werden durch diese Platte geführt und magnetisch abgeschirmt. Die Polschuhe sind entsprechend der vertikalen Winkelakzeptanz des Spektrometers geneigt. Geometrie und Stromverbrauch wurden mit Hilfe der dreidimensionalen Magnetfeldprogramme MAFA und TOSCA und des zweidimensionalen Programms OPERA optimiert. Hierbei war als kritische Randbedingung die Forderung nach einem Streufeld kleiner als 0.1 T an den Positionen der Drahtkammerdetektoren direkt vor und hinter dem Magneten zu erfüllen. Abbildung 28 zeigt einen Schnitt durch den Magneten zusammen mit dem Verlauf der Vektoren der Flußdichte  $B$  in der Schnittebene.

Die technische Konstruktion des Magneten wurde nach DESY-Vorgaben beim EFREMOV-Institut in St. Petersburg, an dem auch die Fertigung erfolgt, durchgeführt. Die Grobbearbeitung der Magnetjoch- und Polstücke ist abgeschlossen, mit der Spulenfertigung wurde begonnen. Der Testaufbau beim Hersteller ist für Mai 1994 vorgesehen.

## Detektoren

Die Detektoren des HERMES-Spektrometers lassen sich in zwei Klassen unterteilen: Spurkammern, aus deren Informationen der Wechselwirkungsort im Target, der Streuwinkel des Elektrons beziehungsweise die Produktionswinkel anderer Teilchen, die bei den tiefunelastischen Reaktionen erzeugt werden, sowie deren Impulse rekonstruiert werden und Detektoren die zur Teilchenidentifizierung dienen (Gas-Cherenkovzähler, Übergangsstrahlungsdetektor und elektromagnetisches Kalorimeter).

## Spurkammern

Direkt hinter dem Austrittsfenster der Targetkammer befindet sich ein Satz von Mikrostreifen-Gaszählern. Sie bestehen aus einem 0.3 mm dicken Glassubstrat, auf das ein Muster von dünnen Aluminiumstreifen aufgebracht ist. Die Anodenstreifen haben einen Abstand von  $200 \mu\text{m}$ , ihre Breite beträgt  $7 \mu\text{m}$ , die der dazwischenliegenden Kathodenstreifen  $90 \mu\text{m}$ . Als Gasmischung soll DME/CO<sub>2</sub> (60/40) verwendet werden. Der Detektor besteht aus zwei Einzelmodulen im Abstand von 30 cm. Jedes Modul hat drei Ebenen, eine Ebene mit vertikalen Streifen (X) und zwei Ebenen, bei denen die Streifen um  $30^\circ$  beziehungsweise  $-30^\circ$  gegenüber der Vertikalen geneigt sind (U,V). Die Gesamtzahl der Auslesekanäle beträgt 13 500, die Ortsauflösung beträgt  $45 \mu\text{m}$ . Entsprechend kann der Streuwinkel allein mit dieser Anordnung mit einer Genauigkeit von  $0.01^\circ$  bestimmt werden.

Vor und hinter dem Magneten befinden sich planare Driftkammern. Jedes Detektorpaket besteht aus zwei Modulen mit jeweils sechs Ausleseebenen (2X, 2U, 2V). Die Größe der Driftzellen beträgt bei den Kammern vor dem Magneten 7 mm, bei den beiden Paketen hinter dem Magneten 15 mm. Als Gas wird das Gemisch Ar/CO<sub>2</sub>/CF<sub>4</sub> (95/5/5) verwendet, das nicht brennbar ist und eine hohe Driftgeschwindigkeit besitzt. Die Auslese der Driftzeiten erfolgt über FASTBUS TDCs. Die Gesamtzahl der ausgelesenen Drähte beträgt für das Paket vor dem Magneten 2304, für die beiden Pakete hinter dem Magneten 3072 beziehungsweise 4608.

Im Berichtszeitraum wurde von der HERMES-Gruppe DESY-IH Zeuthen ein Prototyp der hinteren Kammern gebaut und zusammen mit der Erlanger Gruppe am externen Elektronenstrahl getestet. Die Resultate dieser Testmessungen sind im Abschnitt über die Arbeiten am IH Zeuthen dargestellt (Seite 141ff).

Im Magneten befinden sich drei Module von Vieldrahtproportionalkammern mit jeweils drei Ausleseebenen (X,U,V). Hauptaufgabe dieser Detektoren ist es, auch bei hohem Untergrund eine saubere Spurkonstruktion durch den Magneten zu



In der zweiten Ausbaustufe soll der Gas-Schwellen-Cherenkovzähler durch einen Ring-Image-Cherenkovzähler ersetzt werden, mit dem dann simultan auch Kaonen und Protonen identifiziert werden können.

Simulationsrechnungen haben gezeigt, daß die zu erwartenden Raten von hochenergetischen, geladenen Teilchen mit Energien oberhalb von 4.5 GeV, die vom Spektrometer akzeptiert werden, in der Größenordnung von ca. 100 Hz (Wasserstoff) bis ca. 2 kHz ( $^3\text{He}$ ) liegen werden. Diese Raten werden von Pionen dominiert, nur ein kleiner Bruchteil von ca. 2% sind tiefunelastisch gestreute Elektronen. Die Trennung von Elektronen und Pionen soll durch eine Kombination der Information eines elektromagnetischen Kalorimeters und eines Übergangsstrahlungsdetektors erfolgen. Das Kalorimeter allein ermöglicht eine Pionenunterdrückung mit einem Unterdrückungsfaktor von einigen hundert, durch Hinzunahme der Information des Übergangsstrahlungsdetektors erhöht sich dieser Faktor auf mehr als 10 000 : 1.

### Kalorimeter

Das elektromagnetische Kalorimeter besteht aus strahlungsresistentem Bleiglas F101, das in Rußland hergestellt wird. Etwa die Hälfte der Blöcke ist bereits geliefert. Ein einzelner Block hat eine Querschnittsfläche von  $9 \times 9 \text{ cm}^2$  und eine Länge von 50 cm (etwa 18 Strahlungslängen). Jede der beiden Detektorhälften besteht aus einer Matrix von  $42 \times 10$  Blöcken. Die in Testmessungen am CERN bestimmte Energieauflösung beträgt  $\sigma_E/E \approx 4\%/\sqrt{E}$ .

Das Experiment wird in der ersten Stufe auf Teilchen getriggert, die innerhalb eines kleinen räumlichen Bereiches im Kalorimeter eine Energie von mehr als 4.5 GeV deponiert haben. Hierbei wird der Anteil der hochenergetischen Pionen bereits um mehr als einen Faktor 10 reduziert.

### Übergangsstrahlungsdetektor

Der Übergangsstrahlungsdetektor dient zur weiteren Unterdrückung der Pionen. Er hat jeweils

sechs Module, von denen jedes aus einem Radiator und einer Proportionalkammer zum Nachweis der Übergangsstrahlung besteht. Jeder Radiator ist 6.5 cm dick und besteht aus einer Filzmatte von 17-20  $\mu\text{m}$  dicken Polypropylenfasern. Die Proportionalkammern sind 2.54 cm dick und mit einem Xe/He (90/10) Gasgemisch gefüllt. Die gesamte deponierte Ladung wird gemessen. Der Trigger zweiter Stufe basiert auf der aufaddierten Ladung aller sechs Module, zusammen mit der Energie- und Ortsinformation der Bleiglaswand. Er unterdrückt den Anteil der das Experiment triggern den Pionen um einen weiteren Faktor 10. Der gesamte Unterdrückungsfaktor des Übergangsstrahlungsdetektors am Ende der Analyseketten beträgt mindestens 100:1.

Abbildung 29 zeigt die erste am TRIUMF gefertigte Proportionalkammer dieses Detektors.

### Hodoskope

Zwei Ebenen von Szintillationszählerhodoskopen vor und hinter dem Übergangsstrahlungsdetektor dienen zum schnellen Nachweis von geladenen Teilchen für den Trigger der ersten Stufe und zur groben Ortsmessung. Die erste Ebene ermöglicht eine Unterdrückung von hochenergetischen Photonen um den Faktor 50:1. Die zweite Ebene dient in Kombination mit einer Bleiplatte einer Dicke von 1.5 Strahlungslängen als Preshower für das Kalorimeter. Hierdurch wird die Pion-Elektron-Separation noch deutlich gegenüber der des Kalorimeters allein erhöht.

### Luminositätsmonitor

Die Luminosität wird mit Hilfe der Möllerstreuung der Strahlelektronen an den Hüllenelektronen der Targetatome bestimmt. Dazu werden 7.2 m hinter der Targetmitte zwei Kalorimeter symmetrisch zur Strahlachse installiert. Sie weisen die Möllerelektronen nach, die mit jeweils der halben Strahlenergie symmetrisch zum Elektronenstrahl produziert werden. Die Koinzidenzrate beträgt bei einer Luminosität von  $3.5 \times 10^{31} \text{ cm}^{-2}\text{s}^{-1}$  ca. 300 Hz, so daß die Luminosität in weniger als einer Minute mit



Abbildung 29: Das erste Modul des Übergangsstrahlungsdetektors wird am TRIUMF-Institut in Vancouver/CAN im neuen HERMES-Reinraum verdrahtet. Die Drähte sind an Reflexionen des Lichts zu erkennen.

einer statistischen Genauigkeit von 1% bestimmt werden kann.

Als Zählermaterial werden Kristalle von  $\text{NaBi}(\text{WO}_4)_2$  eingesetzt, die vom Institute for Synthesis of Raw Materials in Alexandrov (Rußland) hergestellt werden. Dieses Cherenkovmaterial hat eine sehr kleine Strahlungslänge von 1.03 cm und eine extrem hohe Strahlungsfestigkeit von mehr als  $7 \times 10^5$  Gy. Jedes Kalorimeter besteht aus  $3 \times 4$  Zählern mit einer Querschnittsfläche von  $22 \times 22 \text{ mm}^2$  und einer Länge von 20 cm.

## Datenanalyse

### Grundkonzept

Im Berichtsjahr wurden die grundlegenden Konzepte für die Datenanalyseprogramme im HERMES-Experiment festgelegt. Ziel ist es, bei Beginn der Datennahme Programmpakete zur Verfügung zu haben, die es erlauben, in kürzester Zeit, das heißt im Idealfall simultan zur Datennahme, eine Rekonstruktion und Analyse der genommenen Daten vornehmen zu können. Die

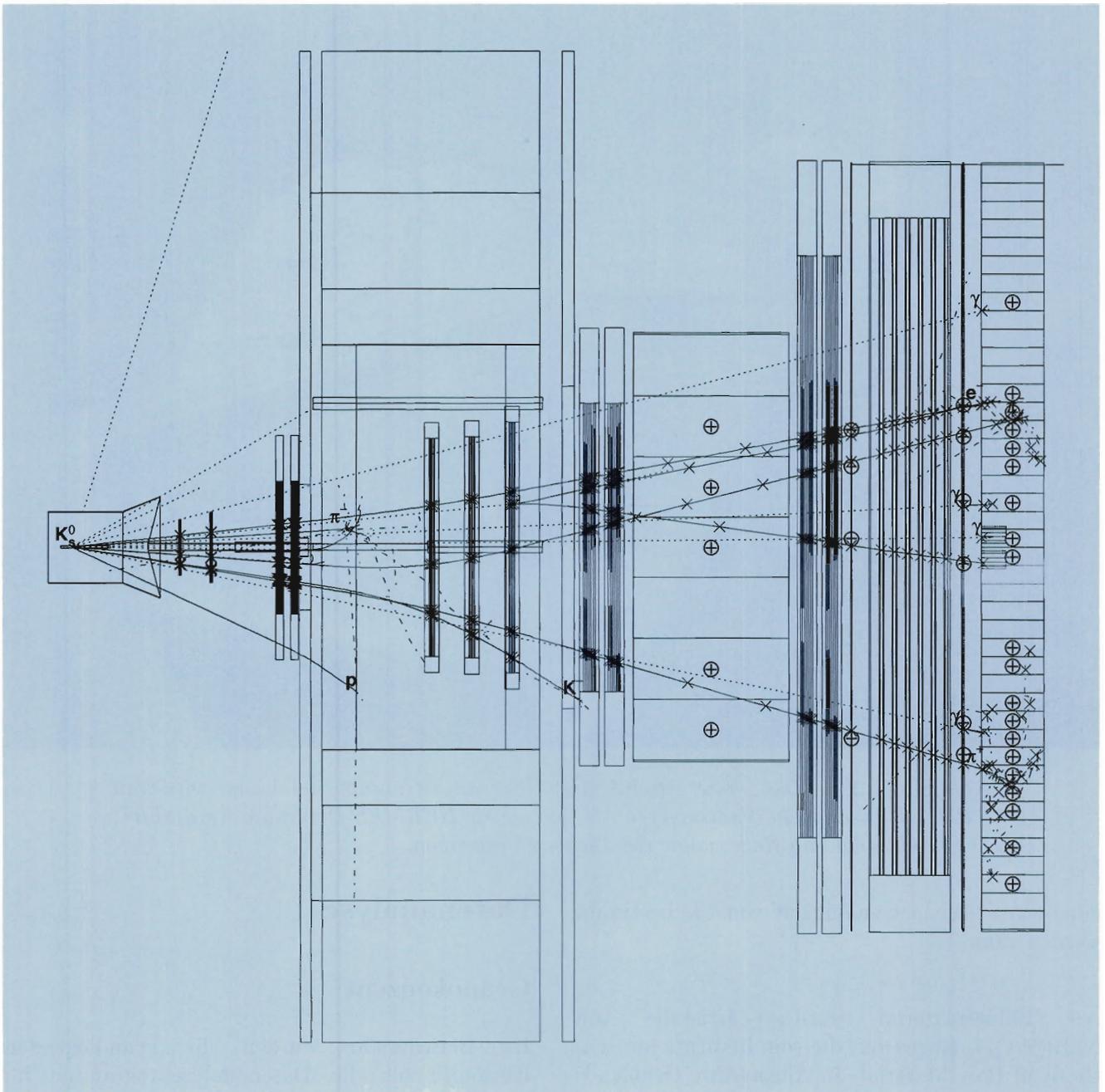


Abbildung 30: Ein Ereignis in der Detektorsimulation.

Software muß flexibel genug sein, um sie an die dann auftretenden Probleme schnell anpassen zu können. Grundlage der Software bilden gut getestete Programmpakete der CERN-Programmbibliotheken (z.B. CMZ, HIGZ, KUIP, GEANT, PAW, ...) sowie das Datenbanksystem ADAMO, das es erlaubt, sehr übersichtlich und sicher Datenflüsse zwischen verschiedenen Benutzerprogrammen auszutauschen.

### Spur-Rekonstruktion

Die Spur-Rekonstruktion erfolgt mit Hilfe eines sehr schnellen „Baum-Such-Algorithmus“, bei dem die Treffer in den Drahtkammerdetektoren mit erlaubten Spurmustern verglichen werden, deren Zahl minimalisiert wurde und die in einer Datenbank abgelegt sind.

### Detektorsimulation

Besondere Bedeutung kommt dem Detektor-Simulationsprogramm zu. Das HERMES-Monte-Carlo-

Programm basiert auf GEANT und den LUND-Programmen. Es erlaubt, physikalische Ereignisse, wie sie später im Experiment auftreten werden, zu generieren, den Spurverlauf der erzeugten Teilchen zu berechnen, sowie das Signal der Teilchen in den einzelnen Detektoren zu simulieren. Ein Interface zu der HERMES-Detektor-Datenbank erlaubt es, den Detektor detailgenau in allen wichtigen Eigenschaften widerzuspiegeln.

Abbildung 30 zeigt eine Aufsicht auf den Detektor. Links ist die Targetzelle und rechts das Kalorimeter zu sehen. Es wurde ein tiefunelastisches Ereignis mit  $x = 0.12$ ,  $Q^2 = 5.6 \text{ GeV}^2$  und  $E' = 10 \text{ GeV}$  erzeugt. Das Elektron löst im Kalorimeter den Trigger aus. Weiterhin ist ein positives Pion zu sehen, das vollständig im Detektor nachgewiesen wird, sowie Photonen aus Zerfällen von neutralen Pionen. Außerdem wurden negative Pionen, neutrale Kaonen, ein Proton und ein positives Kaon erzeugt, die jedoch nicht vollständig gemessen werden können.



# ARGUS-Experiment

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

**Sprecher:** H. Schröder, DESY

Die ARGUS-Kollaboration führte in den Jahren 1982 bis 1992 Messungen am Elektron-Positron-Speicherring DORIS durch. Der Detektor ARGUS zeichnete dabei Ereignisse auf, die in der Elektron-Positron-Vernichtung bei Schwerpunktsenergien von etwa 10 GeV entstehen. Die Analyse dieser Ereignisse erlaubt detaillierte Untersuchungen in vielen verschiedenen Bereichen der Elementarteilchenphysik, wie der Physik der schweren Quarks „charm“ und „bottom“, der Fragmentation von Quarks, der Untersuchung des schweren Leptons  $\tau$  und der Photon-Photon-Wechselwirkung. Insgesamt hat die ARGUS-Kollaboration bisher 120 Arbeiten aus diesen Gebieten veröffentlicht.

Nach dem in den Jahren 1990/91 erfolgten Umbau des Speicherringes DORIS II in die Version III konnte leider das DORIS gesetzte Ziel, eine Luminosität von mindestens einem Ereignis pro picobarn und Tag zu liefern, nicht erreicht werden. Unter diesen Bedingungen war die Fortsetzung eines konkurrenzfähigen Physikprogramms mit dem Detektor ARGUS an DORIS nicht mehr gewährleistet. Infolgedessen wurde am 3. Mai 1993 einvernehmlich beschlossen, die Datennahme an DORIS zu beenden.

Das physikalische Potential der bei der ARGUS-Kollaboration vorhandenen Datenmenge ist aber noch nicht ausgeschöpft, so daß die Gruppe die Auswertungen in den nächsten Jahren fortsetzen wird.

## Physikalische Ergebnisse

Die Analyse der Daten führte im Berichtsjahr zu neun Publikationen der ARGUS-Kollaboration. Inklusive und exklusive Zerfälle von B- und D-Mesonen bildeten, wie in den Jahren zuvor, das Thema der Mehrzahl der Untersuchungen. Darüber hinaus konnten wieder Ergebnisse auf dem Gebiet der  $\tau$ -Lepton-Physik sowie zur Fragmentation von Quarks und Gluonen erzielt werden.

Zu folgenden Themen sind im Berichtsjahr Veröffentlichungen erschienen:

- Modellunabhängige Bestimmung des inklusiven semileptonischen Anteils beim Zerfall von B-Mesonen
- Untersuchung des Zerfalls  $\bar{B}^0 \rightarrow D^{*+} \ell^- \bar{\nu}$  und der  $B^0$ - $\bar{B}^0$  Oszillationsstärke mit Hilfe partieller  $D^{*+}$ -Rekonstruktion
- Suche nach seltenen Zerfällen von B-Mesonen in  $D_s^+$ -Mesonen
- Messung der K-Mesonen-Ausbeute in Zerfällen von markierten B- und  $\bar{B}$ -Mesonen
- Beobachtung eines neuen Baryons mit dem Quarkinhalt „cud“
- Untersuchung des Zerfalls  $D^0 \rightarrow K^{*-} e^+ \nu$
- Partialwellenanalyse des Zerfalls  $D^0 \rightarrow K_s^0 \pi^+ \pi^-$
- Bestimmung der Michel-Parameter  $\rho$  und  $\xi$  in rein leptonenischen  $\tau$ -Zerfällen

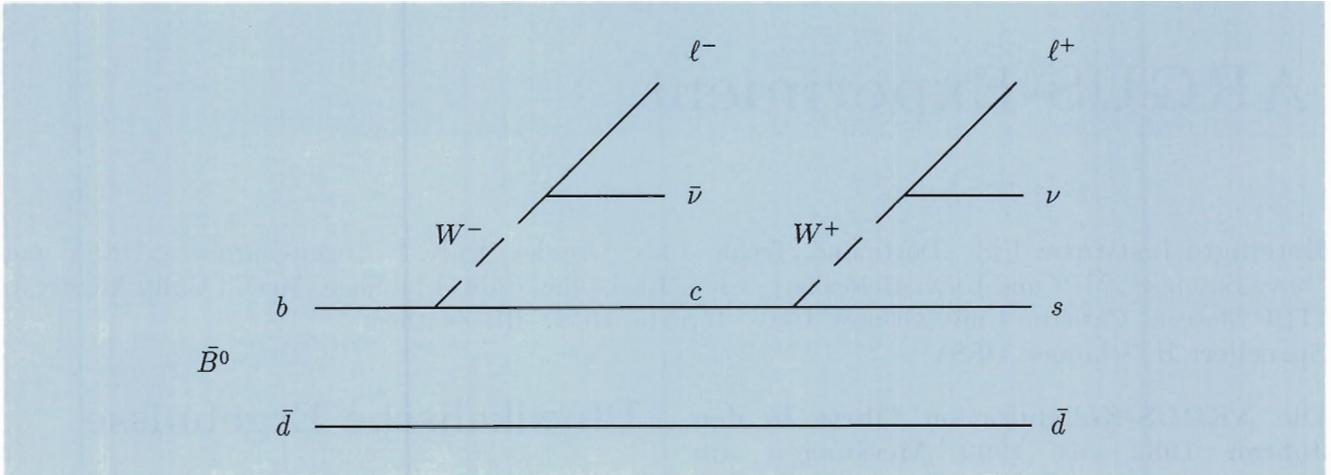


Abbildung 31: Feynman-Diagramm aufeinanderfolgender semileptonischer Zerfälle in der Quark-Zerfallskette  $b \rightarrow c \rightarrow s$ .

- Inklusive Produktion von  $K^*(892)^-$ ,  $\rho^0(770)$ - und  $\omega(783)$ -Mesonen im  $\Upsilon$ -Energiebereich.

Im folgenden werden einige der Ergebnisse im einzelnen dargestellt.

## B-Physik

### B-Erzeugung

Die Quelle der B-Mesonen im ARGUS-Experiment bildet die  $\Upsilon(4S)$ -Resonanz, die in der  $e^+e^-$ -Annihilation bei einer Schwerpunktsenergie von 10.58 GeV erzeugt wird. Das  $\Upsilon(4S)$ -Meson zerfällt in der Hälfte der Fälle in ein Paar neutraler B-Mesonen,  $e^+e^- \rightarrow \Upsilon(4S) \rightarrow B^0 - \bar{B}^0$ , und zur anderen Hälfte in ein Paar geladener B-Mesonen,  $e^+e^- \rightarrow \Upsilon(4S) \rightarrow B^+B^-$ . Die Entstehung von  $B\bar{B}$ -Paaren ohne andere begleitende Teilchen in einer  $e^+e^-$ -Wechselwirkung eröffnet eine Vielzahl experimenteller Möglichkeiten, ein B-Meson durch vollständige oder auch nur teilweise Rekonstruktion des anderen zu markieren.

Die ARGUS-Kollaboration hat sich dieser Technik in großem Umfang zur Erlangung neuer und zur Verbesserung früherer Ergebnisse bedient.

### Der Zerfall $B \rightarrow \ell\nu X$

Das Studium semileptonischer B-Zerfälle erlaubt die Bestimmung der fundamentalen Kopplungskonstanten  $V_{cb}$  und  $V_{ub}$ . Die experimentelle Schlüsselgröße, das inklusive semileptonische Verzweigungsverhältnis  $BR(B \rightarrow \ell\nu X)$ , wobei X eine beliebige Teilchenkombination bedeutet, wird durch Integration des gemessenen Impulsspektrums der Leptonen aus B-Zerfällen gewonnen. Die Güte dieses Verfahrens wird beeinträchtigt durch die Existenz von sekundären Leptonen aus leptonischen Zerfällen von B-Zerfallsprodukten. Ihr Beitrag läßt sich wirksam unterdrücken durch eine Beschränkung der Leptonen-Impulse auf Werte von  $p_\ell > 1.4 \text{ GeV}/c$ . Dadurch bleibt aber etwa die Hälfte des gesamten Impulsbereiches ungemessen und muß durch Extrapolation mit Hilfe von theoretischen Modellen erschlossen werden. Auf diese Weise werden die Ergebnisse modellabhängig. Der Mittelwert so gewonnener Resultate beträgt gegenwärtig  $BR(B \rightarrow \ell\nu X) = (10.5 \pm 0.3)\%$  und liegt damit deutlich niedriger als die theoretischen Erwartungen aus dem Zuschauer-Modell, das Werte  $> 12\%$  vorhersagt.

Das Verzweigungsverhältnis  $BR(B \rightarrow \ell\nu X)$  wurde mit einer neuen Methode bestimmt, die die

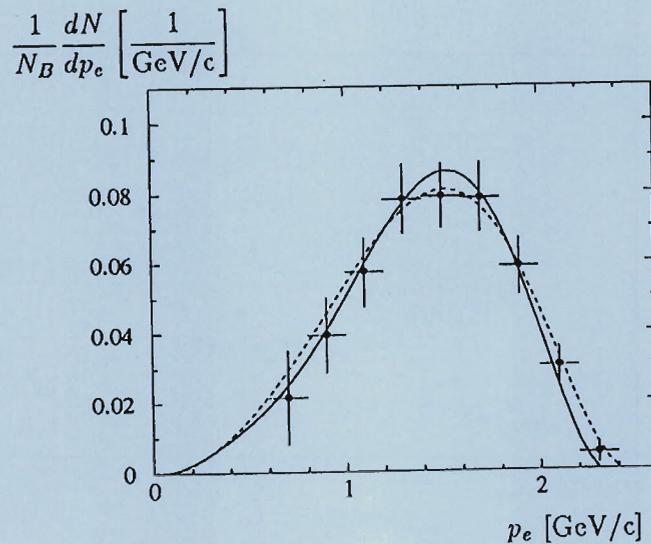


Abbildung 32: Gemessenes Impulsspektrum der Elektronen aus semileptonischen B-Zerfällen (Punkte mit Fehlerbalken) und Ergebnisse von angepassten Modellrechnungen (ausgezogene und gestrichelte Linie).

Modellabhängigkeit früherer Resultate weitgehend vermeidet, weil das primäre Leptonen-Spektrum bis hin zu kleinen Impulsen isoliert werden kann. Angesichts der unteren Impulsgrenzen der Leptonen-Identifikation im ARGUS-Detektor von  $0.6 \text{ GeV}/c$  für Elektronen und  $1.3 \text{ GeV}/c$  für Myonen kommt das Verfahren offensichtlich nur für die Messung des Elektronen-Spektrums in Frage.

Die Methode beruht auf der Tatsache, daß das Ladungsvorzeichen des Leptons beim semileptonischen B-Zerfall eindeutig durch den Typ des B-Mesons, B oder  $\bar{B}$ , gegeben ist, und daß sich sekundäre Leptonen in der Zerfallskette durch ihre entgegengesetzte Ladung zu erkennen geben (Abb. 31). Zur Markierung des B-Typs wurde zusätzlich zum untersuchten Elektron ein hartes Lepton im  $B\bar{B}$ -Ereignis verlangt, das aufgrund seines hohen Impulses ( $1.4 \text{ GeV}/c < p_\ell < 2.3 \text{ GeV}/c$ ) nur aus einem primären B-Zerfall stammen kann und das mit seinem Ladungsvorzeichen das andere B des Paares als B oder  $\bar{B}$  markiert. Das untersuchte Elektron ist dann primär, wenn seine Ladung entgegengesetzt ist derjenigen des markie-

renden Leptons, ansonsten ist es sekundär. Das auf diese Weise bis zu Impulsen von  $0.6 \text{ GeV}/c$  herab gemessene primäre Elektronen-Spektrum ist in Abbildung 32 wiedergegeben. Die Form des Spektrums ist in guter Übereinstimmung mit theoretischen Modellen. Der Anteil der Elektronen mit Impulsen unterhalb der Meßgrenze von  $0.6 \text{ GeV}/c$  beträgt nur noch  $(5.7 \pm 1.0)\%$ . Die Integration des Spektrums ergibt ein weitgehend modellunabhängiges Ergebnis für das semileptonische Verzweungsverhältnis von  $\text{BR}(B \rightarrow \ell \nu X) = (9.6 \pm 0.5 \pm 0.4)\%$  in Übereinstimmung mit früheren Messungen. Die Diskrepanz zwischen QCD-orientierten theoretischen Erwartungen und experimentellen Ergebnissen wird damit erhärtet.

### Der Zerfall $\bar{B}^0 \rightarrow D^{*+} \ell^- \bar{\nu}$

Für die vollständige Rekonstruktion eines  $\bar{B}^0$ -Mesons ist die Beobachtung des Zerfalls  $\bar{B}^0 \rightarrow D^{*+} \ell^- \bar{\nu}$  vorteilhaft, weil er das größte Verzweungsverhältnis aller bekannten B-Zerfallskanäle hat. Werden die B-Mesonen in Ruhe erzeugt,

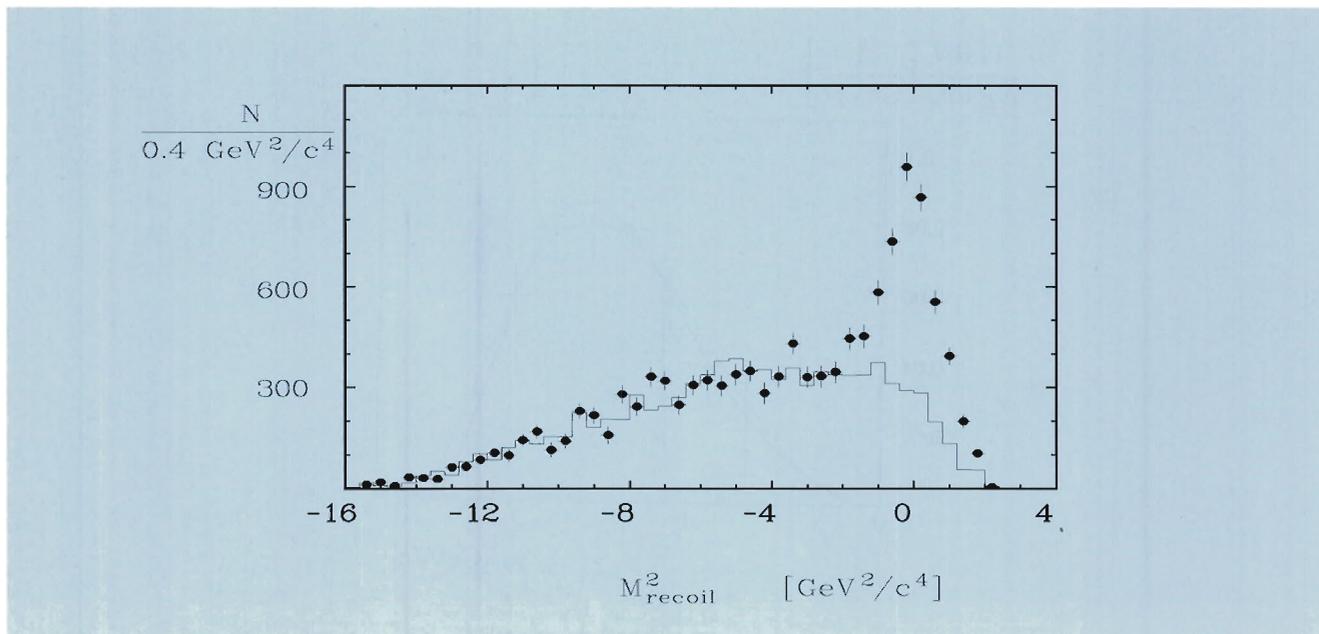


Abbildung 33: Gemessene Rückstoßmassenspektren für die richtige (Punkte mit Fehlerbalken) und die falsche (Histogramm) Ladungskorrelation in  $\ell\pi$ -Kombinationen.

wie es näherungsweise im Experiment ARGUS der Fall ist, so können semileptonische Zerfälle trotz des nicht nachweisbaren Neutrinos durch Berechnung der Rückstoßmasse exklusiv untersucht werden. Die Verteilung der Rückstoßmassenquadrate gegenüber dem  $(D^{*+}\ell^-)$ -System

$M_{\text{Rückstoß}}^2 = (E_{\text{Strahl}} - E_{D^{*+}} - E_{\ell^-})^2 - (\vec{p}_{D^{*+}} + \vec{p}_{\ell^-})^2$  erlaubt es, zwischen den Endzuständen  $(D^{*+}\ell^- \nu)$  mit  $M_{\text{Rückstoß}}^2 \approx m_\nu = 0$  und  $(D^{*+}\pi^0 \ell^- \nu)$  mit  $M_{\text{Rückstoß}}^2 > 0$  zu unterscheiden.

Die vollständige Rekonstruktion eines geladenen  $D^{*+}$  aus dem Zerfall eines B-Mesons erfordert normalerweise die Rekonstruktion der gesamten Zerfallskette  $D^{*+} \rightarrow D^0\pi^+$ ,  $D^0 \rightarrow K^-\pi^+$ ,  $K^- \rightarrow \pi^+\pi^-\pi^-$  usw., womit die Nachweiswahrscheinlichkeit als Produkt von mehreren Verzweungsverhältnissen und Akzeptanzfaktoren sehr klein wird. Mit einem Trick läßt sich diese Schwierigkeit aber umgehen: Wegen des kleinen Q-Wertes von nur 6 MeV beim  $D^{*+}$ -Zerfall sind die Impulsvektoren des  $D^{*+}$  und des  $\pi^+$  aus dessen Zerfall stark korreliert. Damit eröffnet sich die Möglichkeit, das  $\pi^+$  als Indikator für

Richtung und Impulsbetrag des  $D^{*+}$ -Mesons zu verwenden, ohne dieses im einzelnen zu rekonstruieren. Für jedes  $\pi^+$  mit  $p_\pi < 0.2 \text{ GeV}/c$  im Ereignis wird angenommen, daß es aus einem  $D^{*+}$ -Zerfall stammt, daß ferner die Richtung des  $\pi^+$  die Richtung des ursprünglichen  $D^{*+}$  anzeigt, und daß eine lineare Beziehung zwischen den Impulsbeträgen der beiden Teilchen besteht ( $p_{D^*} = a \cdot p_\pi + b$ , mit  $a = 8.23$  und  $b = 0.41 \text{ GeV}/c$  aus Monte-Carlo-Studien). Aus Impuls, Richtung und elektrischer Ladung des weichen Pions wird auf die entsprechenden Eigenschaften des ursprünglichen  $D^*$  geschlossen. Man gewinnt auf diese Weise einen Faktor zehn an Rate gegenüber der vollständigen Rekonstruktion des  $D^*$ .

Das Verfahren wurde auf die Messung des Verzweungsverhältnisses  $\text{BR}(\bar{B}^0 \rightarrow D^{*+}\ell^-\bar{\nu})$  angewendet und lieferte ein neues unabhängiges Ergebnis mit besserer Statistik. Abbildung 33 zeigt Rückstoßmassenspektren für Ereignisse, in denen zusätzlich zum partiell rekonstruierten  $D^{*+}$  noch ein hartes Lepton mit  $1.4 \text{ GeV}/c < p_\ell < 2.5 \text{ GeV}/c$  verlangt

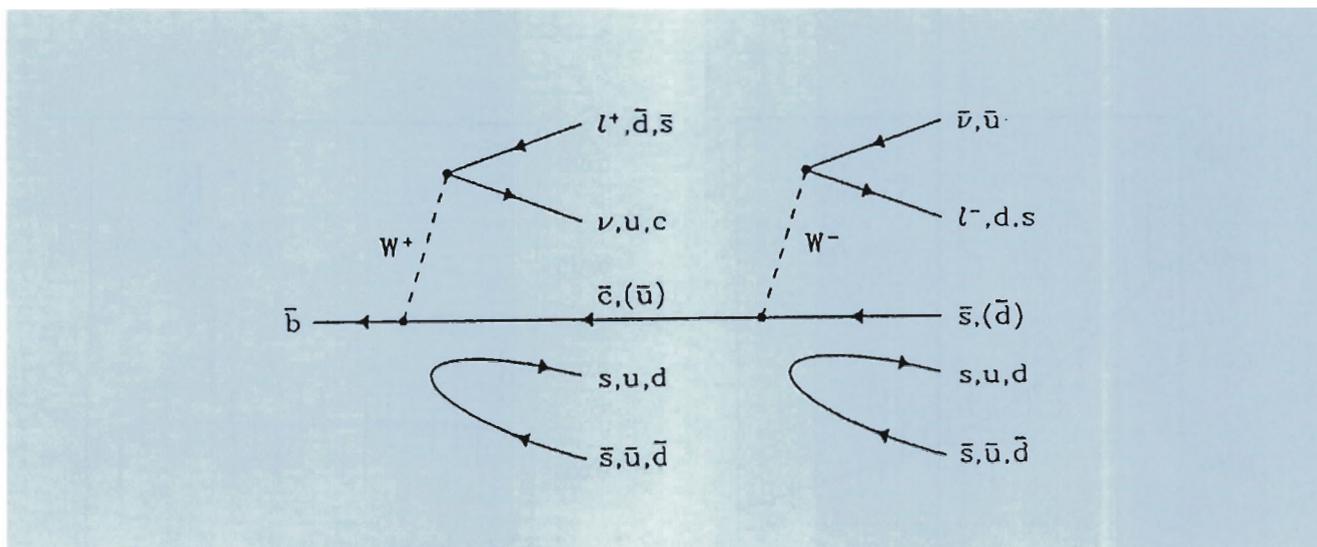


Abbildung 34: Mechanismen der Erzeugung von s- und s̄-Quarks in B-Zerfällen.

wurde. Die Kurve für die richtige Ladungskorrelation in  $\ell\pi$ -Kombinationen zeigt ein deutliches Maximum bei der Rückstoßmasse Null, während die falsche Korrelation den Untergrund zutreffend beschreibt. Die Auswertung der in Abbildung 33 gezeigten Resultate ergibt für das semileptonische Verzweigungsverhältnis den Wert

$$\text{BR}(\bar{B}^0 \rightarrow D^{*+} \ell^- \bar{\nu}) = (4.5 \pm 0.3 \pm 0.4)\%$$

in guter Übereinstimmung bei kleineren Fehlern mit dem früheren Ergebnis,

$$\text{BR}(\bar{B}^0 \rightarrow D^{*+} \ell^- \bar{\nu}) = (5.2 \pm 0.5 \pm 0.6)\%$$

das durch vollständige Rekonstruktion der  $D^{*+}$ -Mesonen erhalten wurde.

### $B^0$ - $\bar{B}^0$ -Oszillation

Durch das zusätzlich zu der  $\ell\pi$ -Kombination aus dem Zerfall des einen B-Mesons verlangte harte Lepton aus dem semileptonischen Zerfall des anderen B in demselben Ereignis sind beide B-Mesonen des  $B^0\bar{B}^0$ -Paares aus dem  $\Upsilon(4S)$ -Zerfall hinsichtlich ihres Charakters zum Zeitpunkt des Zerfalls, B oder  $\bar{B}$ , durch die Ladungsvorzeichen markiert. Damit eröffnet sich eine neue Möglichkeit, die Übergangswahrscheinlichkeit eines  $B^0$  in ein  $\bar{B}^0$  während seiner Lebensdauer, die sogenannte  $B^0$ - $\bar{B}^0$ -Oszillation, zu messen. Diese Messung hat gegenüber anderen

den Vorteil, daß ihr Ergebnis unabhängig ist von dem Verhältnis von geladenen zu ungeladenen B-Paaren aus dem  $\Upsilon(4S)$ -Zerfall. Das Verfahren ergab einen Wert für den Mischungsparameter

$$r = \frac{\text{Zahl von } B^0, \text{ die als } \bar{B}^0 \text{ zerfallen}}{\text{Zahl von } B^0, \text{ die als } B^0 \text{ zerfallen}} = 0.194 \pm 0.062 \pm 0.054.$$

Auch dieses Ergebnis ist wieder in guter Übereinstimmung mit dem früheren Resultat aus der Analyse von Lepton-Paaren, welches noch von der Zerfallsrate des  $\Upsilon(4S)$ -Mesons in geladene B-Mesonen abhing.

### b oder $\bar{b}$ ?

In vielen Untersuchungen an B-Mesonen ist die Kenntnis des Quarktyps, b oder  $\bar{b}$ , der in der Wechselwirkung vorliegt, wesentlich. Bei der Entdeckung des Überganges  $B^0 \rightarrow \bar{B}^0$  durch das ARGUS-Experiment im Jahre 1987 hatte die Markierung des Quarktyps mit Hilfe des Ladungsvorzeichens der Leptonen, die beim semileptonischen B-Zerfall auftreten, entscheidende Bedeutung. Das Gelingen von zukünftigen Experimenten, die Verletzung der CP-Symmetrie beim Zerfall des b-Quarks zu beobachten und damit fundamentale Größen des Standard-Modells zu mes-

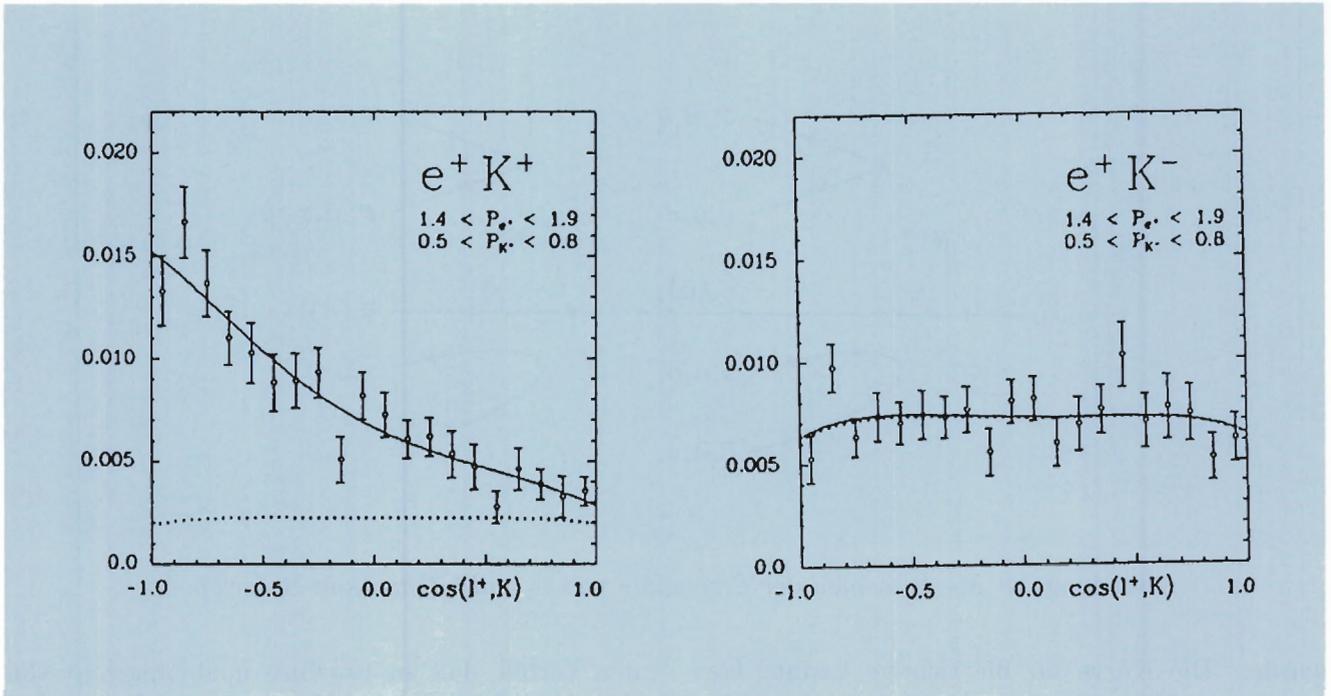


Abbildung 35: Beispiele gemessener Winkelverteilungen von  $e^+ K^+$ - und  $e^+ K^-$ - Paaren aus B-Zerfällen. Die punktierte Kurve bezeichnet die unkorrelierte Komponente, wie sie sich aus einer Anpassungsrechnung an die Daten ergibt. Die Differenz zwischen ausgezogener und punktierter Kurve entspricht der korrelierten Komponente. Lepton-Impuls: 1.4 – 1.9 GeV/c, K-Impuls: 0.5 – 0.8 GeV/c.

sen, hängt von einer effektiven Markierung des b-Quarktyps ab.

Die Qualität der Markierung wird von zwei Faktoren bestimmt, der absoluten Rate, mit der Markierungen pro  $b\bar{b}$ -Ereignis erhalten werden, und dem Anteil falscher Zuordnungen. Da die Rate der vollständig rekonstruierbaren B-Zerfälle für die meisten Anwendungen zu gering ist, hat die ARGUS-Kollaboration in großem Umfang die Markierung durch das Ladungsvorzeichen des Leptons in semileptonischen B-Zerfällen benutzt. Diese Rate, gegeben durch die Wahrscheinlichkeit des semileptonischen Zerfalls, beträgt 20%. Zur Unterdrückung falscher Zuordnungen ist eine Beschränkung auf Leptonen-Impulse  $p_\ell > 1.4$  GeV/c notwendig, womit die Rate auf etwa 10% absinkt bei weitgehender Fehlerfreiheit.

### Die Zerfälle $B, \bar{B} \rightarrow K X$

Eine andere Möglichkeit der Markierung mit höherer Rate, allerdings auch höherem Fehleranteil, bietet der Nachweis geladener K-Mesonen aus B-Zerfällen. K-Mesonen entstehen beim Zerfall eines B-Mesons überwiegend in der Quark-Zerfallskette ( $b \rightarrow c \rightarrow s$ ) (Abb. 31). Damit ist eine direkte Korrelation zwischen dem b-Quarktyp und dem Ladungsvorzeichen des aus dem s-Quark hervorgehenden Kaons gegeben. Die geladenen K-Mesonen in einem Ereignis können als Indikatoren für den b-Quarktyp, aus dem sie hervorgegangen sind, benutzt werden.

Als Vorbereitung auf eine solche Verwendung wurde eine systematische Untersuchung der Ausbeute von  $K^+$ -,  $K^-$ - und  $K_s^0$ -Mesonen in inklusiven

Zerfall	$\frac{n(B \rightarrow \ell^+ \nu K_x X)}{\text{BR}(B \rightarrow \ell^+ \nu X)}$
$B^+ / B^0 \rightarrow \ell^+ \nu K^+ X$	0.594 $\pm 0.021 \pm 0.056$
$\rightarrow \ell^+ \nu K^- X$	0.086 $\pm 0.011 \pm 0.044$
$\rightarrow \ell^+ \nu K_s^0 X$	0.226 $\pm 0.019 \pm 0.028$
Zerfall	$n(B \rightarrow K_x X)$
$B^+ / B^0 \rightarrow K^+ X$	0.620 $\pm 0.013 \pm 0.038$
$\rightarrow K^- X$	0.165 $\pm 0.011 \pm 0.036$
$\rightarrow K_s^0 X$	0.321 $\pm 0.005 \pm 0.021$

Tabelle 1: Gemessene mittlere K-Mesonen-Multiplizitäten aus semileptonischen und inklusiven B-Zerfällen. Die Werte für inklusive Zerfälle enthalten den Effekt von  $(B^0 \rightarrow \bar{B}^0)$ -Übergängen.

und semileptonischen B-Zerfällen durchgeführt. Die oben erwähnte Zerfallskette des b-Quarks ist zwar die häufigste, aber nicht die einzige Quelle von K-Mesonen in B-Zerfällen. Abbildung 34 zeigt auch die anderen Erzeugungsmechanismen, die  $s\bar{s}$ -Paarerzeugung aus dem Vakuum und den Zerfall virtueller  $W^\pm$ -Bosonen.

Zur getrennten Messung der Ausbeute von K-Mesonen aus B- und  $\bar{B}$ -Zerfällen gehört eine unabhängige Methode, den b-Quarktyp in einem B-Zerfall zu bestimmen. Hier wurde wieder die Markierung mit Hilfe des Leptons aus dem semileptonischen Zerfall gewählt, mit der Beschränkung der Leptonen-Impulse auf  $p_\ell > 1.4 \text{ GeV}/c$ . Um identifizierte K-Mesonen dem nachgewiesenen semileptonisch zerfallenden oder dem Partner-B-Meson zuzuordnen zu können, wurde die Winkelkorrelation zwischen K-Meson und Lepton benutzt. Aus Gründen der Impulserhaltung tendieren K-Meson und Lepton aus dem Zerfall desselben, praktisch ruhenden, B-Mesons dazu, in entgegengesetzter Richtung auseinander zu fliegen, während beide Teilchen aus verschiedenen B-Mesonen des Paares sich isotrop zueinander verhalten. Eine Analyse der Winkelverteilung zwischen K-Meson und Lepton erlaubt im statistischen Mittel die Unterscheidung von korrelierten und unkorrelierten K-Mesonen und die getrennte Messung ihrer Multiplizitäten. Abbildung 35 zeigt eine typische ge-

messene Winkelverteilung, die die Trennung der beiden Komponenten erlaubt.

Tabelle 1 gibt eine Zusammenfassung der Meßergebnisse von K-Mesonen-Multiplizitäten aus semileptonischen (korrelierte Ausbeute) und inklusiven (unkorrelierte Ausbeute) B-Zerfällen, getrennt für B- und  $\bar{B}$ -Mesonen. Für Zwecke der Markierung des b-Quarktyps durch Beobachtung geladener K-Mesonen aus inklusiven Zerfällen von B-Mesonen ergibt sich eine Rate von 62% für korrekte und 16.5% für falsche Zuordnung. Ein Teil der falschen Zuordnungen rührt dabei von  $B^0 \rightarrow \bar{B}^0$  Übergängen während der Lebensdauer des B-Mesons her. Obgleich ein direkter Vergleich dieser Zahlen mit den für die Markierung durch Leptonen angegebenen Zahlen wegen unterschiedlicher Identifizierungswahrscheinlichkeiten erschwert ist, ist es doch offensichtlich, daß die Markierung durch K-Mesonen eine wichtige Rolle spielen kann.

## Charm-Physik

### Baryonen mit Charm

Das Studium der Baryonen, in denen ein leichtes u-Quark durch ein schweres c-Quark ersetzt ist, erlaubt wichtige Rückschlüsse auf die Kräfte, die zwischen den Quarks im Baryon wirken. Baryonen mit Charm sind daher seit langem Gegenstand von

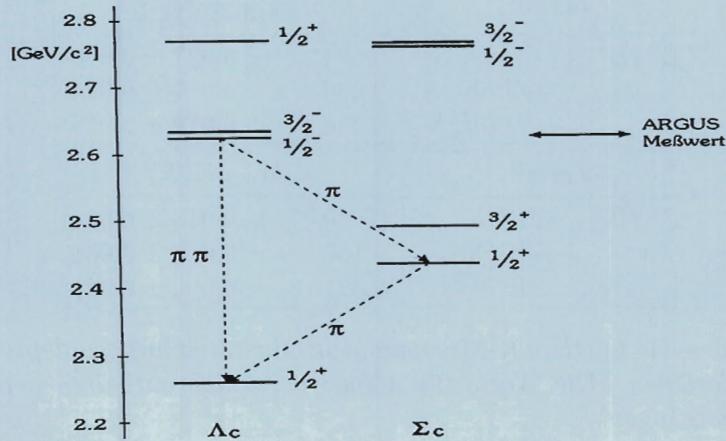


Abbildung 36: Massenschema von Baryonen, die ein c-Quark enthalten, nach einer Modellrechnung von L.A.Copley et al. (Phys. Rev. D20 (1987) 768), verglichen mit der Beobachtung von ARGUS.

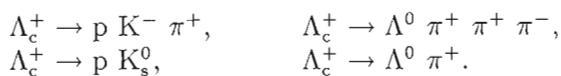
$J^P$	$\Lambda_c^*$	$\Sigma_c^*$	Meßwert
$\frac{1}{2}^-$	2630 MeV/c <sup>2</sup>	2765 MeV/c <sup>2</sup>	2626.6 ± 1.6 MeV/c <sup>2</sup>
$\frac{3}{2}^-$	2640 MeV/c <sup>2</sup>	2770 MeV/c <sup>2</sup>	

Tabelle 2: Vergleich theoretischer Vorhersagen der Massen von angeregten Baryonen mit Charm mit der ARGUS-Beobachtung.

Untersuchungen der ARGUS-Kollaboration gewesen, die zur Beobachtung fast aller Grundzustände dieser Teilchen geführt haben. Inzwischen wurden theoretische Modelle entwickelt, die Voraussagen über die Masse angeregter Zustände von Baryonen mit Charm machen. Abbildung 36 zeigt ein solches berechnetes Massenspektrum. Bisher fehlte aber noch der experimentelle Nachweis von angeregten Zuständen.

### Die Entdeckung des $\Lambda_c^{*+}$ -Baryons

Im Berichtsjahr ist mit dem ARGUS-Detektor die Entdeckung eines solchen angeregten Baryons mit Charm gelungen. Der Grundzustand  $\Lambda_c^+$  wurde in vier Zerfallskanälen beobachtet:



Motiviert durch die theoretischen Vorhersagen, wie sie in Abbildung 36 gezeigt sind, wurden die Teilchenkombinationen  $\Lambda_c^+ \pi^+ \pi^-$  untersucht, wobei für das  $\Lambda_c^+$  die vier oben genannten Zerfallskanäle zugelassen waren. Baryonen mit Charm entstehen frühzeitig in der Charm-Quark-Fragmentationskette und unterscheiden sich durch ein hartes Impulsspektrum vom kombinatorischen Untergrund. Damit ergibt sich die Möglichkeit, durch einen Impulsschnitt das Signal zu Untergrund Verhältnis im Experiment zu verbessern.

In Abbildung 37 ist das Massenspektrum der Teilchenkombination  $\Lambda_c^+ \pi^+ \pi^-$  mit skalierten Impulsen  $x_p > 0.5$  dargestellt, wobei gilt:  $x_p = p(\Lambda_c^+ \pi^+ \pi^-)/p_{\max}$  und  $p_{\max} = \sqrt{E_{\text{beam}}^2 - M^2(\Lambda_c^+ \pi^+ \pi^-)}$ . Man beobachtet ein schmales Maximum bei der Masse ( $2626.6 \pm 0.5 \pm$

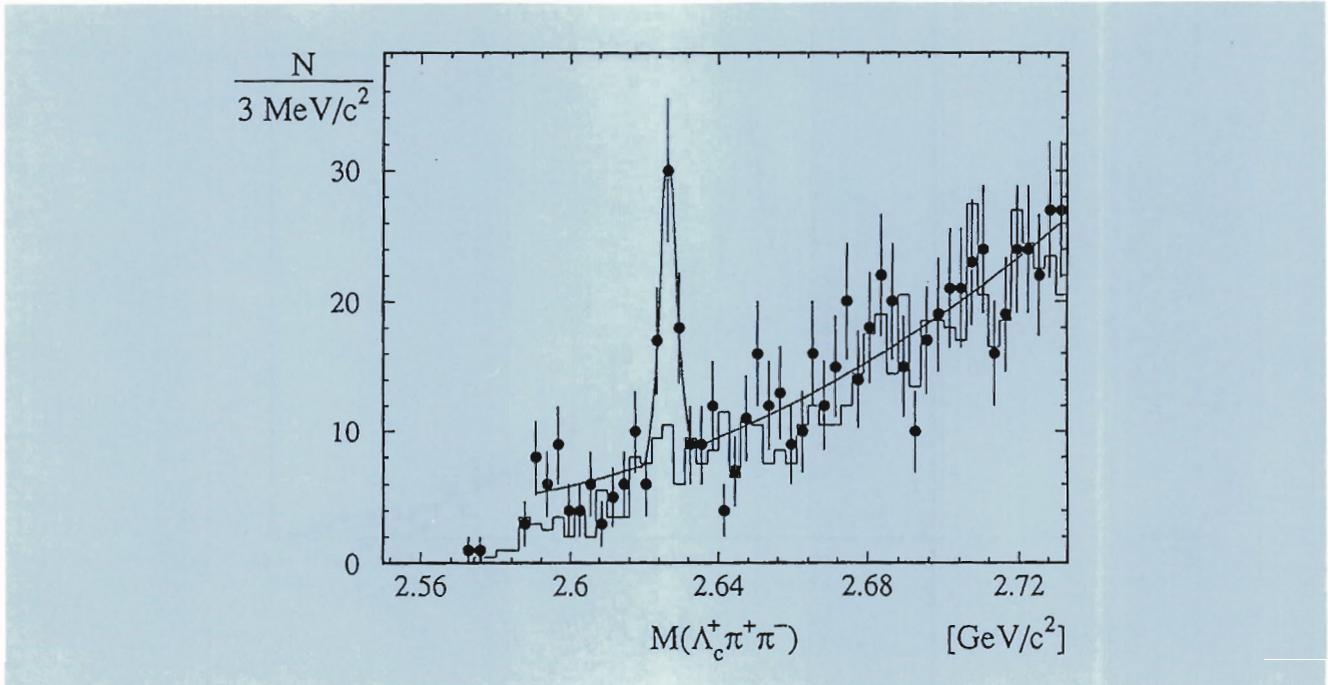


Abbildung 37: Massenspektrum der Teilchenkombination  $\Lambda_c^+ \pi^+ \pi^-$ .

1.5)  $\text{GeV}/c^2$ , das mit dem angeregten Zustand  $\Lambda_c^{*+}$  identifiziert wird. Tabelle 2 vergleicht die gemessene Masse mit theoretischen Vorhersagen für  $\Lambda_c^{*+}$ - und  $\Sigma_c^{*+}$ -Zustände. Sowohl der direkte Übergang  $\Lambda_c^{*+} \rightarrow \Lambda_c^+ \pi^+ \pi^-$ , als auch der Zerfall über den Zwischenzustand  $\Sigma_c^{\pm}$  wird beobachtet, in Übereinstimmung mit den theoretischen Erwartungen.

### Der Zerfall $D^0 \rightarrow K^{*-} e^+ \nu$

In Fortsetzung einer systematischen Untersuchung semileptonischer Zerfälle von Teilchen mit Charm hat die ARGUS-Kollaboration eine Studie des Zerfalls  $D^0 \rightarrow K^{*-} e^+ \nu$  vorgelegt. Quark-Modelle sagen gleiche Wahrscheinlichkeiten für den semileptonischen Charm-Zerfall in pseudoskalare Mesonen,  $D \rightarrow K e \nu$ , und Vektormesonen,  $D \rightarrow K^* e \nu$ , voraus. Bisherige Messungen finden die vorausgesagte Wahrscheinlichkeit für den Zerfall  $D \rightarrow K e \nu$ , aber nur etwa den halben Wert für  $D \rightarrow K^* e \nu$ , wobei das letzte Resultat noch umstritten war.

Die Übergangswahrscheinlichkeit  $D^0 \rightarrow K^{*-} e^+ \nu$  wurde mit zwei verschiedenen Verfahren gemessen. Einmal wurde die beim  $D^0$ -Zerfall entstehende charakteristische Winkelkorrelation zwischen  $K_s^0 \pi^-$ -Kombination und Positron benutzt, um den Zerfall zu beobachten. Im zweiten Verfahren wurden die  $D^0$ -Mesonen markiert durch die Beobachtung des  $\pi^+$  aus dem Zerfall  $D^{*+} \rightarrow D^0 \pi^+$ . Beide Verfahren unterscheiden sich erheblich in Ereignisrate und Untergrund.

Im ersten Verfahren sucht man nach  $K^{*-}$ -Mesonen in der Massenverteilung von  $K_s^0 \pi^-$ -Kombinationen in Kontinuumsereignissen. Zur Unterdrückung von Untergrund macht man sich die überwiegend hohen Impulse der  $D^0$  im Kontinuum zunutze und verlangt einen Öffnungswinkel zwischen  $K_s^0 \pi^-$ -Kombination und Positron von weniger als  $90^\circ$ , einen Impuls der  $K_s^0 \pi^-$ -Kombination von mehr als  $1 \text{ GeV}/c$  und einige andere Schnitte. Die sich ergebende Massenverteilung zeigt ein deutliches  $K^{*-}$ -Signal auf einem breiten Untergrund (Abb. 38).

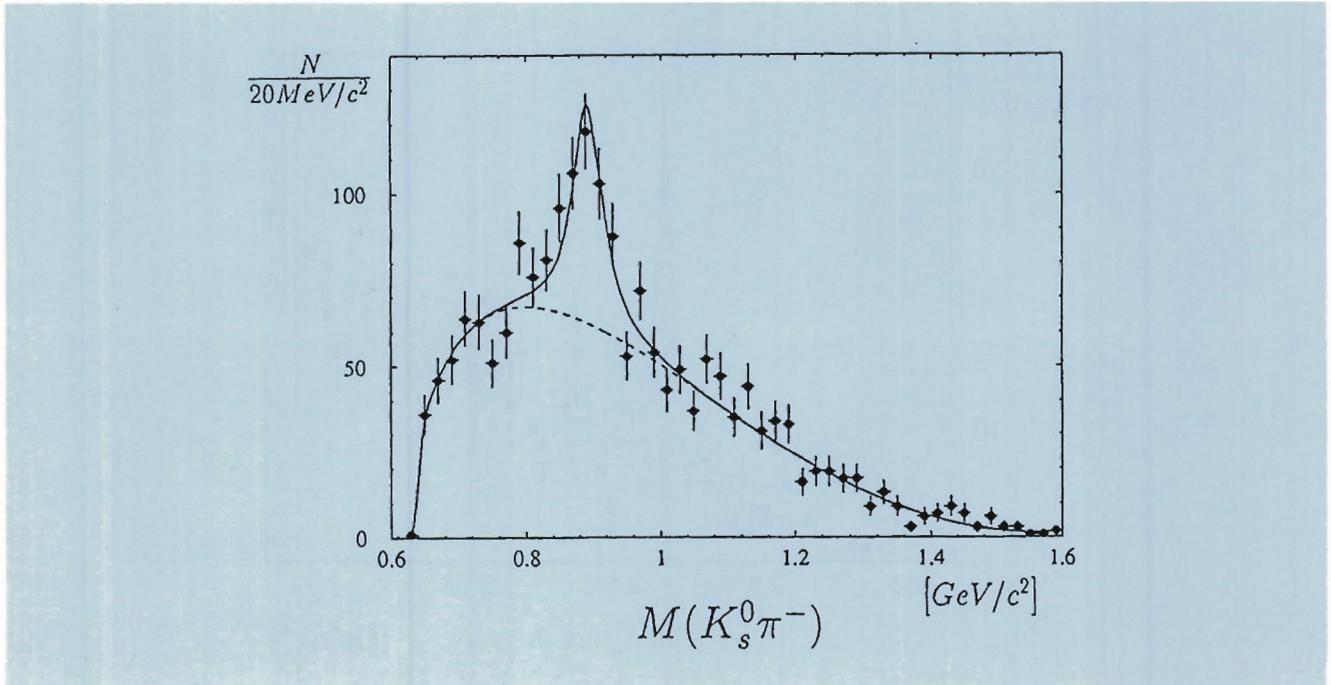


Abbildung 38: Das  $K_s^0\pi^-$ -Massenspektrum aus Ereignissen, die ein Positron enthalten.

Die Berücksichtigung von Untergrund und Nachweiswahrscheinlichkeit führt im Endergebnis zu einer Übergangswahrscheinlichkeit  $D^0 \rightarrow K^{*-}e^+\nu = (1.8 \pm 0.3 \pm 0.5)\%$ , in sehr guter Übereinstimmung mit dem Ergebnis der CLEO-Kollaboration von  $D^0 \rightarrow K^{*-}e^+\nu = (1.9 \pm 0.5 \pm 0.6)\%$ .

Das zweite Verfahren benutzt den kleinen  $Q$ -Wert im Zerfall  $D^{*+} \rightarrow D^0\pi^+$  zur Markierung von  $K_s^0\pi^-e^+$ -Kombinationen aus  $D^0$ -Zerfällen: Ergänzt man die Kombination durch ein weiteres  $\pi^+$ -Meson und verlangt für die Massendifferenz  $\Delta M = M(\pi^+K_s^0\pi^-e^+) - M(K_s^0\pi^-e^+) \leq 0.18 \text{ GeV}/c^2$ , so erhält man eine Auswahl von  $K_s^0\pi^-e^+$ -Kombinationen, die überwiegend aus  $D^0$ -Zerfällen stammen. Die Massenverteilung der beteiligten  $K_s^0\pi^-$ -Kombinationen (Abb. 39) zeigt ein deutliches  $K^{*-}$ -Signal auf reduziertem Untergrund. Aus der weiteren Analyse dieser Daten ergibt sich schließlich eine Übergangswahrscheinlichkeit von  $D^0 \rightarrow K^{*-}e^+\nu = (1.9 \pm 0.5 \pm 0.5)\%$ ,

in guter Übereinstimmung mit dem Ergebnis nach der ersten Methode. Damit ist gezeigt, daß der Zerfallskanal  $D^0 \rightarrow K^{*-}e^+\nu$  tatsächlich mit unerwartet niedriger Wahrscheinlichkeit auftritt. Eine Erklärung für diese Beobachtung steht noch aus.

### Partialwellenanalyse des Zerfalls $D^0 \rightarrow \bar{K}^0\pi^+\pi^-$

Grundzustände von Mesonen, die aus einem  $c$ - und einem  $u$ - oder  $d$ -Quark bestehen, zerfallen durch den Übergang des  $c$ -Quarks in ein  $s$ -Quark, wobei das zweite Quark im Meson nur die Rolle eines Zuschauers spielt. Nach dem Zuschauer-Modell erwartet man, daß diese Mesonen überwiegend in Zweiteilchen-Endzustände übergehen. In diesem Zusammenhang ist es interessant, den Zerfall  $D^0 \rightarrow \bar{K}^0\pi^+\pi^-$  zu untersuchen, der sowohl über mehrere resonante Zweiteilchen-Zwischenzustände als auch nicht-resonant direkt in

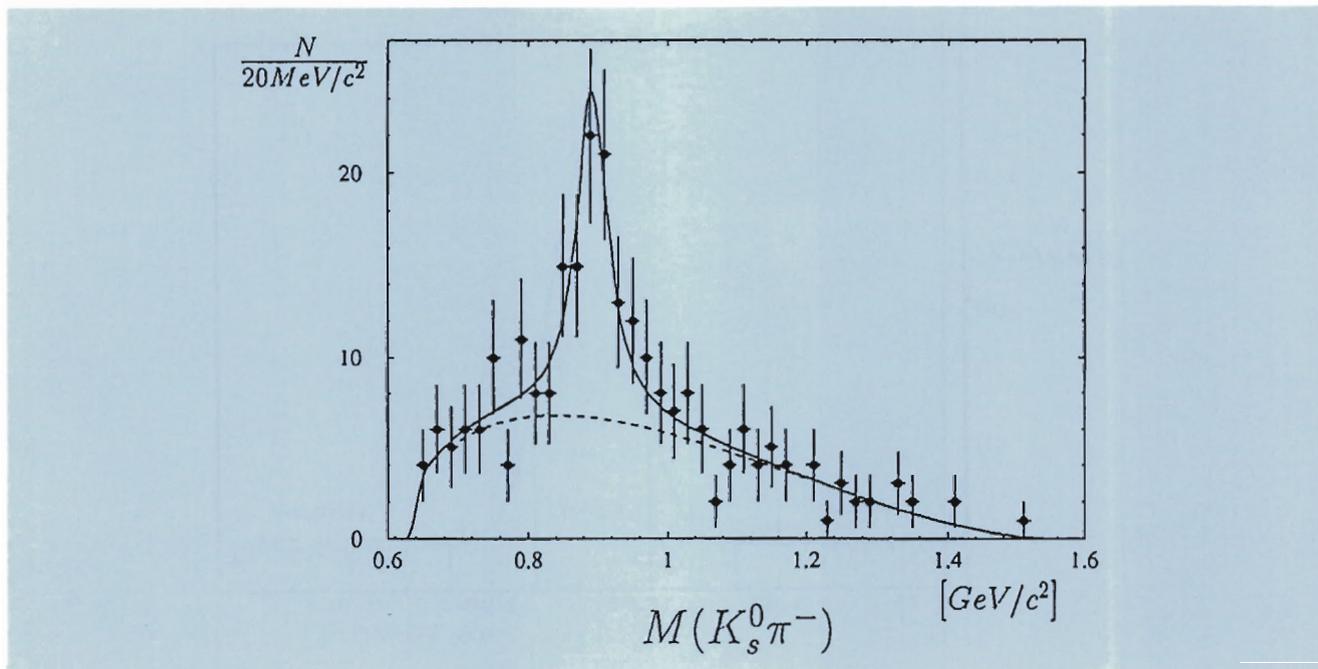


Abbildung 39: Massenspektrum von  $K_s^0 \pi^-$ -Kombinationen, die zusammen mit einem Positron im Ereignis als aus einem  $D^{*+} \rightarrow D^0 \pi^+$ -Zerfall stammend markiert wurden.

den Dreiteilchen-Endzustand übergehen kann. Die ARGUS-Kollaboration hat zur Aufklärung der Resonanzbeiträge in diesem Zerfall eine Partialwellenanalyse des Endzustandes vorgenommen. Wiederum wurden  $D^0$ -Kandidaten aus  $D^{*+} \rightarrow D^0 \pi^+$ -Zerfällen mit Hilfe des zusätzlichen  $\pi^+$ -Mesons aus diesem Zerfall ausgewählt. Man erhält ein sehr sauberes  $D^0$ -Signal im Endzustand  $K_s^0 \pi^+ \pi^-$  (Abb. 40). Die Analyse des Dalitz-Diagramms des Endzustandes hat ergeben, daß eine befriedigende Beschreibung des Zerfalls allein durch resonante Zweiteilchen-Endzustände möglich ist, in Übereinstimmung mit dem einfachen Bild des Zuschauer-Modells.

## Physik der $\tau$ -Leptonen

Die Physik der  $\tau$ -Leptonen gehörte von Beginn an zu den Arbeitsgebieten der ARGUS-Kollaboration. Mit etwa 400 000 nachgewiesenen  $\tau\bar{\tau}$ -Paaren konnten in der Vergangenheit signifi-

kante Beiträge zu Masse, Lebensdauer, Raum-Zeit-Struktur und Zerfallskanälen des  $\tau$ -Leptons geleistet werden. Im Berichtsjahr wurden die Michel-Parameter  $\rho$  und  $\xi$  aus den rein leptoni-schen Zerfällen  $\tau \rightarrow \mu \nu \bar{\nu}$  und  $\tau \rightarrow e \nu \bar{\nu}$  bestimmt. Hier geht es darum, zu zeigen, inwieweit der  $\tau$ -Zerfall zutreffend durch W-Boson-Austausch im Rahmen des Standard-Modells beschrieben wird. Die gefundenen Werte

$$\begin{aligned} \rho_{\tau \rightarrow e} &= 0.79 \pm 0.08 \pm 0.06, \\ \rho_{\tau \rightarrow \mu} &= 0.769 \pm 0.078 \pm 0.086 \end{aligned}$$

sind zu vergleichen mit der Vorhersage des Standard-Modells  $\rho = 0.75$ . Der paritätsverlet-zende Parameter  $\xi$  ergibt sich im Experiment zu  $\xi = 0.90 \pm 0.15 \pm 0.10$ . Aus dem Standard-Modell folgt  $\xi = 1.0$ . Die Ergebnisse sind in Übereinstim-mung mit dem Standard-Modell der elektroschwa-chen Wechselwirkung.

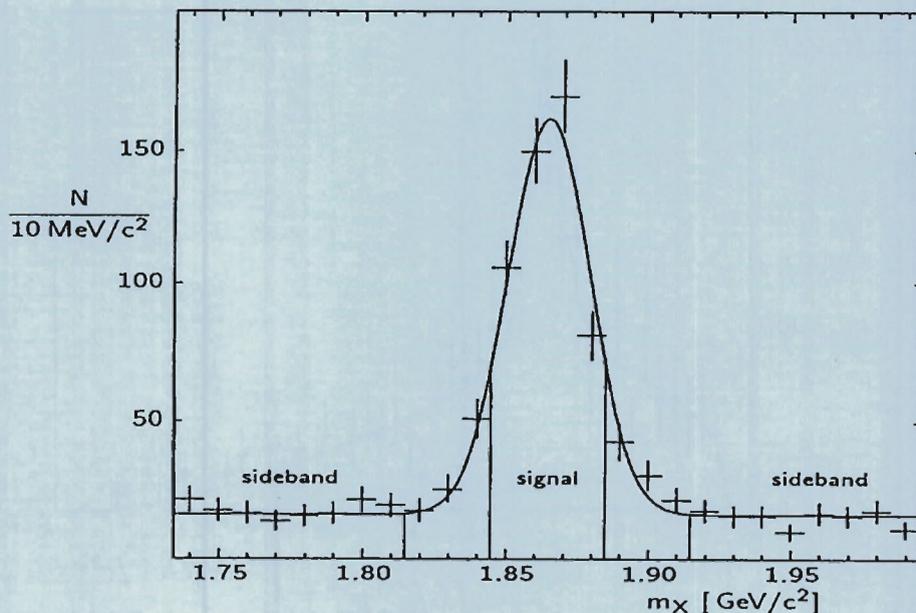


Abbildung 40: Massenverteilung von  $D^0$ -Kandidaten in  $K_s^0 \pi^+ \pi^-$ -Kombinationen, die durch ein zusätzliches Pion als aus einem  $D^{*+}$  hervorgegangen markiert sind.

Meson	Direkte $\Upsilon(1S)$ -Zerfälle		Kontinuum	
	Daten	Lund-Modell	Daten	Lund-Modell
$\omega$	$0.314 \pm 0.124$	0.28	$0.295 \pm 0.076$	0.21
$\rho^0$	$0.333 \pm 0.042$	0.31	$0.326 \pm 0.041$	0.26
$K^{*0}$	$0.328 \pm 0.033$	0.32	$0.292 \pm 0.030$	0.26
$K^{*+}$	$0.291 \pm 0.050$	0.32	$0.246 \pm 0.034$	0.33

Tabelle 3: Ausbeute von Vektormesonen in  $e^+e^-$ -Wechselwirkungen, gemessen mit dem ARGUS-Detektor und gerechnet nach dem Lund-Modell, wobei Parameter des Modells an die Daten angepaßt wurden.

## Fragmentation

Die Bildung von Hadronen aus Quarks und Gluonen, die sogenannte Fragmentation, läßt sich gegenwärtig noch nicht sicher berechnen. Phänomenologische Modelle versuchen diese Lücke zu schließen. Um so wichtiger sind experimen-

telle Untersuchungen, die die Erscheinungen unter möglichst vielen verschiedenen Bedingungen erfassen. Ihre Ergebnisse dienen als Grundlage für die Entwicklung von Modellen. Die Untersuchung der Fragmentation gehört zu den wichtigen Arbeitsgebieten der ARGUS-Kollaboration. Im Berichtsjahr wurde eine Studie über die inklusive Erzeugung der

Mesons	ARGUS	Lund
$K^{*0}, \rho^0$	$0.355 \pm 0.085$	0.30
$\phi, K^{*+}$	$0.375 \pm 0.049$	0.31

Tabelle 4: Die  $s$ -Quark-Unterdrückung ( $s/u$ ), bestimmt aus der inklusiven Multiplizität von Vektormesonen in direkten  $\Upsilon(1S)$ -Zerfällen aus Meßdaten und nach dem Lund-Modell.

Vektormesonen  $K^{*+}(892)$ ,  $K^{*0}(892)$ ,  $\rho^0(770)$  und  $\omega(783)$  in Kontinuumsereignissen, in gluonischen  $\Upsilon(1S)$ -Zerfällen und in  $\Upsilon(4S) \rightarrow B^0 - \bar{B}^0$  Zerfällen vorgelegt. Aus der Fülle des Materials seien hier nur zwei Resultate zitiert: In Kombination mit früheren Ergebnissen war es möglich, die relativen Raten von Vektormeson- und  $s$ -Quark-Erzeugung in direkten  $\Upsilon(1S)$ -Zerfällen modellunabhängig zu bestimmen.

Die Ergebnisse sind in den Tabellen 3 und 4 zusammengefaßt und mit den Voraussagen des Lund-Modells verglichen. Signifikante Unterschiede in dem Verhältnis von Vektormesonen zu pseudoska-

laren Mesonen führen zu einer Korrektur von Parametern im Modell. Der Mittelwert für die relative Rate von  $s$ - und  $u$ -Quarks in der Fragmentation wird zu  $(s/u) = 0.37 \pm 0.04$  bestimmt, in Übereinstimmung mit dem Modell.

## Ausblick

Auf der Grundlage der vorhandenen Daten konnten auch 1993 zahlreiche neue und interessante Ergebnisse von der ARGUS-Kollaboration gewonnen werden. Trotz Einstellung der Datennahme läßt die Analyse der ARGUS-Daten auch in Zukunft noch wertvolle Erkenntnisse erwarten.



# Theoretische Physik

Sprecher: W. Buchmüller

## Phänomenologie

Die drei Bereiche des Standard-Modells, Lepton- und Quark-Sektor, elektromagnetische Wechselwirkung und Quantenchromodynamik sowie der Higgs-Sektor, haben die zentralen Themen der theoretisch-phänomenologischen Untersuchungen gebildet, die von der DESY-Theoriegruppe und dem II. Institut für Theoretische Physik der Universität Hamburg durchgeführt wurden. Darüber hinaus sind phänomenologische Probleme in supersymmetrischen Theorien behandelt worden.

## Quantenchromodynamik

Neben der Messung von QCD-Kopplungskonstanten ist die Bestimmung der Quark- und Gluon-Dichten im Proton einer der Schwerpunkte der HERA-Physik. Von besonderem Interesse ist dabei das Verhalten der Parton-Dichten bei sehr kleinen Bjorken- $x$  Werten, wo Rekombinationsphänomene bei hohen Dichten die Evolutionsgleichung der Gluonen um nicht-lineare Terme modifizieren. Diese Analysen sind theoretisch weiter verfeinert worden durch Berücksichtigung von Effekten höherer Ordnung, welche die Abschattungsphänomene wesentlich verstärken [DESY 93-27, 28, 81, 188].

Verknüpft mit dem Verhalten der Proton-Strukturfunktion bei kleinen  $x$ -Werten ist die Struktur des Pomerons, dessen Wirkung sich vom perturbativen QCD Bereich bis zum klassischen starken Wechselwirkungsbereich erstreckt [DESY 93-139, 187]. Diffraktive tiefunelastische Elektron-Streuung am Proton bei HERA und diffraktive Streuung an Hadron-Collidern bieten die Möglichkeit, Quark- und Gluon-Inhalt in einem Partonbild

des Pomerons zu studieren [DESY 93-19, 109]; erste Analysen von diffraktiver Produktion schwerer Quarks in Hadron-Kollisionen deuten an, daß die Wellenfunktion des Pomerons durch Gluonen dominiert wird.

In harten Stößen kann ein Photon als Schauer von Quarks und Gluonen interpretiert werden. Während die Verteilung der Quarks im Photon mittels tiefunelastischer Elektron-Photon-Streuung direkt gemessen werden kann, ist die Beobachtung von Jets in der Photon-Proton-Streuung bei HERA ein geeignetes Instrument, den Gluon-Inhalt von Photonen zu bestimmen. Zu diesem Zweck sind die unterschiedlichen Mechanismen der Photoproduktion durch Analysen höherer Ordnung unter theoretische Kontrolle gebracht worden [DESY 93-10, 34, 106].

## Eichbosonen W und Z

Das Verständnis der elektroschwachen Eichbosonen ist in den vergangenen Jahren wesentlich von den Hochpräzisions-Experimenten in der  $e^+e^-$ -Annihilation gefördert worden. Die Möglichkeit, auf noch unbekannte Parameter des Standard-Modells (top- and Higgs-Masse) und die „terra incognita“ jenseits des Standard-Modells zu schließen, erzwingt sorgfältige Untersuchungen der elektroschwachen Strahlungskorrekturen, insbesondere der Relation zwischen Z-Masse und elektroschwachem Mischungswinkel sowie anderen charakteristischen Parametern [DESY 93-69, 74, 150, 194].

Mit Hilfe der W-Paarproduktion in der zweiten Phase von LEP werden die Hochpräzisionstests

des Standard-Modells durch die sehr genaue Messung der  $W$ -Masse nochmals verfeinert. Zum anderen läßt sich in dieser Reaktion der eichtheoretische Charakter der elektroschwachen Wechselwirkung direkt durch Messung der Kopplung von  $W$ - und  $Z/\gamma$ -Bosonen prüfen. Mögliche Abweichungen von den Werten des Standard-Modells sind vermutlich klein, so daß die genaue Bestimmung der QED-Strahlungskorrekturen angezeigt ist [DESY 93-79].

### Higgs-Sektor

Das Higgs-Phänomen zur Erzeugung der Massen von fundamentalen Teilchen ist die einzige Komponente des Standard-Modells, von der man zur Zeit nicht weiß, ob sie in der Natur realisiert ist. Entsprechend konzentrieren sich viele theoretische Arbeiten auf dieses Forschungsgebiet. Neben Analysen des möglichen Higgs-Massenbereichs [DESY 93-131] sind die Vorhersagen der Higgs-Zerfallseigenschaften [DESY 93-69, 173] für das Aufspüren der Teilchen von hohem Interesse. Schwere Higgs-Teilchen können im Proton-Collider LHC gesucht werden; die relevanten Produktions-Wirkungsquerschnitte sind bestimmt worden [DESY 93-113].

$e^+e^-$ -Linearcollider sind die idealen Maschinen, um Higgs-Teilchen im theoretisch attraktiven intermediären Massenbereich aufzuspüren und ihre Eigenschaften, Masse, Kopplungen und Quantenzahlen, detailliert zu untersuchen [DESY 93-64]; dies gilt sowohl für Higgs-Teilchen im Standard-Modell wie auch für das Higgs-Spektrum supersymmetrischer Theorien.

### B-Physik

Die B-Physik hat einen integralen Bestandteil der phänomenologischen Untersuchungen gebildet. Die schwache Wechselwirkung des  $b$ -Quarks bietet den Schlüssel zur Beantwortung fundamentaler Fragen im Rahmen des Standard-Modells und darüber hinaus, insbesondere der Mischung von Quarks und der physikalischen Natur der CP-Verletzung [DESY 93-11, 22, 53, 65, 135].

Die Vorbereitung eines HERA-Experimentes zur Beobachtung der CP-Verletzung in B-Zerfällen hat einen Schwerpunkt der theoretischen Arbeiten gebildet.

Daneben haben seltene B-Zerfälle, bei denen sich zwar die Flavor-Quantenzahl, jedoch nicht die Ladung der Quarks ändert, im Vordergrund der Untersuchungen gestanden [DESY 93-16, 53, 65, 83, 90]. Photonische B-Zerfälle in  $K^*$ -Resonanzen sind der von CLEO entdeckte Prototyp solcher von Pinguin-Diagrammen vermittelten Reaktionen; das zugehörige Verzweigungsverhältnis ist erfolgreich theoretisch vorhergesagt worden. Um diese Reaktionen, die virtuelle Eichbosonen und schwere Quarks involvieren, ausbeuten zu können, müssen die QCD-Strahlungskorrekturen sorgfältig im Rahmen effektiver Lagrangedichten analysiert werden. Aus den gemessenen Raten lassen sich dann wesentlich verbesserte Werte für die CKM-Matrixelemente gewinnen [DESY 93-22, 53, 65].

### Elektroschwacher Phasenübergang

Bei hohen Temperaturen wird die spontan gebrochene Symmetrie der elektroschwachen Wechselwirkung restauriert. Diese Folgerung aus dem Higgs-Mechanismus ist von Bedeutung für die Kosmologie, da bei Temperaturen in der Nähe des Phasenübergangs Prozesse, welche die Baryonzahl verletzen, aus dem thermischen Gleichgewicht herausfallen, so daß die gegenwärtige kosmologische Baryonzahl-Asymmetrie beim elektroschwachen Phasenübergang bestimmt wird [DESY 93-130].

Um dieses Problem zu studieren, wurde die effektive Wirkung des Standard-Modells bei hohen Temperaturen untersucht [DESY 93-21, 86, 147]. Die dabei auftretende nicht-perturbative magnetische Masse spielt eine entscheidende Rolle beim kosmologischen Phasenübergang. Die detaillierte Analyse des Phasenübergangs zeigt, daß für Higgs-Massen oberhalb von 60 GeV die „reheating“ Temperatur die kritische Temperatur erreicht, bevor der Übergang abgeschlossen ist, woraus sich Implikationen für Dichtefluktuationen ergeben.

## Supersymmetrie (SUSY)

Die supersymmetrische Erweiterung des Standard-Modells wird durch eine Reihe von theoretischen Argumenten nahegelegt. Abschätzungen von Massengrenzen der involvierten Teilchen sind daher von hohem Interesse. Da die obere Grenze für das leichteste der neutralen Higgs-Bosonen sehr niedrig im Bereich der Z-Masse liegt, sind Strahlungskorrekturen sehr bedeutend [DESY 93–162]; sie können darüber entscheiden, ob dieses Teilchen bei LEP gefunden werden kann, oder ob höhere Energien für seine Suche benötigt werden.

Von der Supergravitation her motivierte Parametrisierungen der minimalen SUSY-Erweiterung des Standard-Modells erlauben weitreichende Einschränkungen an top- und Higgs-Masse. Sie werden verschärft durch Auswertung der seltenen photonischen B-Zerfälle [DESY 93–90]. Die Berücksichtigung von supersymmetrischen Schwellenkorrekturen können diese Massenabschätzungen signifikant beeinflussen [DESY 93–92].

## Workshops

Über nahezu alle diese Themen sind Workshops bei DESY veranstaltet worden, die von Mitgliedern der Theorie-Gruppe in Zusammenarbeit mit dem II. Institut für Theoretische Physik der Universität Hamburg und anderen Institutionen geleitet worden sind.

## Gitterfeldtheorie

### Quantenchromodynamik

Im Rahmen der Gittereichtheorie ist es im Prinzip möglich, die gleitende Kopplung  $\alpha_s$  der QCD über einen großen Energiebereich zu verfolgen. Eine solche Rechnung wurde für den Fall der reinen Eichtheorie mit Eichgruppe SU(3) ausgeführt [DESY 93–62, 114]. Man benutzt dazu eine schon früher entwickelte nicht-perturbative Renormierungstechnik in Verbindung mit numerischen Simulationen. Die statistischen und systematischen

Fehler können in dieser Rechnung vollständig kontrolliert werden, und man erhält  $\alpha_s$  mit einer Genauigkeit von einigen Prozent.

Die Resultate zeigen, daß es zwischen dem nicht-perturbativen Niederenergiebereich dieser Theorie und dem Hochenergieregime einen glatten Übergang gibt. Die Abhängigkeit der Kopplung von der Energie wird durch die Störungstheorie bis zu tiefen Energien (ungefähr 1 GeV) präzise wiedergegeben.

Für die Fortführung dieser Arbeiten (wobei es vor allem um die Einbeziehung der Quark-Freiheitsgrade geht) wurde im Berichtsjahr eine Zusammenarbeit mit der Universität Rom II begonnen. Dort steht ein APE-100 massiv-paralleler Rechner zur Verfügung, der im Rahmen der Zusammenarbeit für numerische Simulationen der QCD genutzt werden kann und schon wertvolle Erfahrungen im Umgang mit diesen sehr leistungsfähigen Maschinen gebracht hat.

Die Zerfallskonstante des B-Mesons  $f_B$  ist eine weitere fundamentale Größe, die in der Gitter-QCD berechnet werden kann. Die systematischen und statistischen Fehler sind hier noch ziemlich groß. Nach einer vorsichtigen Fehlerabschätzung findet man  $f_B = 0.18(5) \text{ GeV}$  [DESY 93–179].

## Elektroschwache Wechselwirkung

Im elektroschwachen Sektor des Standard-Modells wachsen die meisten Kopplungen, zum Beispiel die elektromagnetische Kopplung  $\alpha$ , langsam mit der Energie an. Werden die Kopplungen so stark, daß eine störungstheoretische Behandlung nicht mehr möglich ist, so stellt sich die Frage, ob bei so hohen Energien die Theorie konsistent bleibt, oder ob man schon vorher an die durch die technisch notwendige Regularisierung eingeführte Massenskala  $\Lambda$  herankommt. In diesem Fall sagt man, daß die Theorie „trivial“ sei, was nicht weiter schlimm ist, aber zu konkreten Voraussagen führt, wie zum Beispiel den bekannten oberen Schranken an die Masse des Higgs-Bosons.

Für ein  $SU(2)_L \times SU(2)_R$  symmetrisches Yukawa-Modell wurde jetzt die schon vermutete Trivialität

durch eine Untersuchung des entsprechenden Gittermodells bestätigt [DESY 93–36]. Kürzlich wieder aufgekommene Zweifel an der Trivialität der Quantenelektrodynamik (QED) konnten ebenfalls durch numerische Simulationen der Gittertheorie ausgeräumt werden [DESY 93–25].

### Simulationstechnik

Numerische Simulationen von Gitterfeldtheorien sind stochastische Prozesse, die auf einem Computer ablaufen, wobei hin und wieder eine zufällige Entscheidung getroffen werden muß. Dafür braucht man einen Zufallszahlengenerator, das heißt ein Programm, das eine Folge von scheinbar zufälligen Zahlen in einem bestimmten Bereich liefert. Ein Generator mit sehr guten statistischen Eigenschaften konnte dadurch konstruiert werden, daß ein bekannter Algorithmus in Verbindung mit einem ebenfalls bekannten chaotischen klassischen dynamischen System gebracht wurde [DESY 93–133].

Das Multigrid-Verfahren für die Berechnung von Quark-Propagatoren und zur Beschleunigung von Simulationsalgorithmen wurde auch in diesem Jahr weiterentwickelt [DESY 93–7, 46].

## Quantenfeldtheorie und Mathematische Physik

### Phasenübergänge bei hohen Temperaturen

Das Higgs-Modell und viele andere Quantenfeldtheorien durchlaufen einen Phasenübergang bei hohen Temperaturen, wobei unter anderem spontan gebrochene Symmetrien wiederhergestellt werden. Das Phänomen entzieht sich einfachen perturbativen Rechnungen, weil bei hohen Temperaturen effektiv eine Reduktion der Raumzeit-Dimension eintritt und damit das Verhalten der Theorie bei tiefen Energien sehr viel singulärer wird. Eine der physikalischen Situation angepaßte Definition eines effektiven Potentials in Verbin-

dung mit Renormierungsgruppen-Methoden hilft hier weiter [DESY 93–4, 6, 94]. Insbesondere konnten die kritischen Exponenten am Phasenübergang der reinen skalaren Theorie mit guter Genauigkeit analytisch berechnet werden.

### Konforme Feldtheorien

In konform invarianten Feldtheorien in zwei Dimensionen besitzt der Energie-Impuls-Tensor sehr spezielle Eigenschaften. So genügt er der freien Klein-Gordon-Gleichung, und seine Komponenten bilden eine unendlich-dimensionale Lie-Algebra, die Virasoro-Algebra. Eine neue Interpretation und eine Klasse von Erweiterungen dieser Algebra wird in [DESY 93–115] beschrieben.

Der Renormierungsgruppenfluß in einer allgemeinen zwei-dimensionalen Feldtheorie unterliegt dem c-Theorem von Zamolodchikov, wonach der Fluß zwischen den verschiedenen Fixpunkten, die konformen Feldtheorien entsprechen, eine aus den zentralen Elementen der zugehörigen Virasoro-Algebren berechenbare Richtung aufweist. Einige Eigenschaften des Renormierungsgruppenflusses in höheren Dimensionen werden in [DESY 93–40, 41, 66, 67] diskutiert und eine Möglichkeit, das c-Theorem zu verallgemeinern, wird untersucht.

### Superauswahlregeln und Quantensymmetrien

Eine wichtige Entdeckung der letzten Jahre ist, daß es in Quantenfeldtheorien in zwei- oder drei-dimensionalen Raumzeiten Symmetrien geben kann, die nicht einer Gruppe entsprechen, sondern einer allgemeineren algebraischen Struktur. Diese „Quantensymmetrien“ hängen eng mit den Superauswahlregeln der Theorie und den damit verbundenen geladenen Feldoperatoren zusammen. Einige neuere Entwicklungen zu diesem Thema werden in [DESY 93–9, 18, 116] besprochen.

### Supergravitation

Viele zwei-dimensionale Feldtheorien besitzen höhere Symmetrien, die es erlauben, neue Lösun-

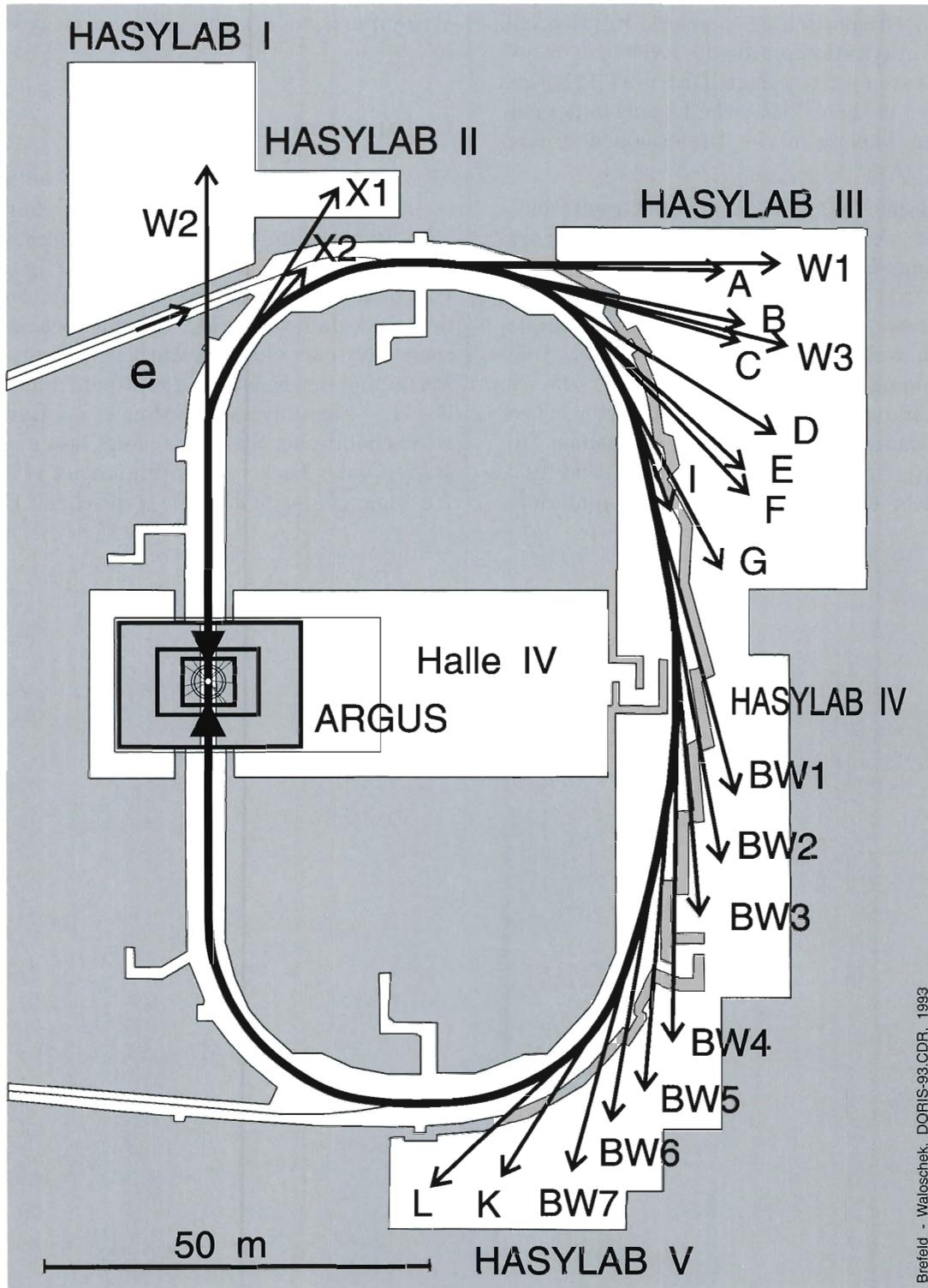
gen der Feldgleichungen algebraisch oder durch Quadratur systematisch zu erzeugen. Für den Fall einer Supergravitation wurde die Existenz von solchen Strukturen jetzt gezeigt [DESY 93-122]. Ein Ziel dabei ist es, neue klassische Lösungen der entsprechenden Theorie in vier Dimensionen zu konstruieren.

Die kanonische Quantisierung von Gravitationstheorien ist wegen der nicht-polynomialen Form der Lagrange-Funktion schwierig. Ein neuer Zugang wurde nun für die Supergravitation in drei Dimensionen entwickelt, wobei als fundamentale kanonische Koordinate auch der Spin-Zusammenhang verwendet wurde [DESY 93-73]. Eine vollständige Lösung der quantisierten Theorie wurde damit möglich im Fall der reinen (topologischen) Gravitationstheorie [DESY 93-125]. Es zeigt sich, daß der Konfigurationsraum ziem-

lich singular ist, und daß die Klasse der zulässigen Wellenfunktionen nicht leicht zu charakterisieren ist.

## Quantenchaos

Man vermutet, daß klassische chaotische Systeme nach der Quantisierung eine charakteristische Struktur im Spektrum der Energiewerte aufweisen. Die Frage wird gegenwärtig an Hand von verschiedenen Beispielen studiert. Dabei wird deutlich, daß versteckte Symmetrien des klassischen Systems einen wesentlichen Einfluß auf die Verteilung der Energiewerte haben können [DESY 93-44]. Ein universelles Muster im Energiespektrum chaotischer Systeme scheint also nicht zu existieren, oder höchstens im Sinn einer statistischen Aussage, das heißt für den „typischen“ Fall.



Briefeld - Waloschek, DORIS-93.CDR, 1993

Abbildung 41: DORIS III und Experimente.

# Hamburger Synchrotronstrahlungslabor HASYLAB

Leiter: J. Schneider

Im Hamburger Synchrotronstrahlungslabor HASYLAB wird die vom Speicherring DORIS III abgestrahlte 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 Spektrum der elektromagnetischen Strahlung vom sichtbaren Licht bis zum harten Röntgengebiet genutzt und ein Energiebereich von etwa 1 eV bis hin zu 200 000 eV überstrichen. Eine Außenstelle des Europäischen Labors für Molekularbiologie (EMBL) sowie drei Arbeitsgruppen für Strukturelle Molekularbiologie der Max-Planck-Gesellschaft führen an neun Meßplätzen Untersuchungen zur Bestimmung von biologischen Strukturen durch. Über die enge Zusammenarbeit mit dem II. Institut für Experimentalphysik der Universität Hamburg beteiligt sich HASYLAB an der Ausbildung von Studenten der Physik.

In den vergangenen Jahren wurde der Speicherring DORIS II umgebaut, um Platz für sieben weitere Wiggler beziehungsweise Undulatoren zu schaffen. HASYLAB wurde damit zu einem der in der Welt führenden Labors für Synchrotronstrahlungsexperimente im Röntgenbereich. Auf der anderen Seite führte dieser Umbau zu Einbußen bei der Luminosität am ARGUS-Detektor, einem bis dahin besonders erfolgreichen Experiment der Hochenergiephysik bei DESY. In den ersten Monaten des Jahres 1993 konnte die DORIS-Betriebsmannschaft Betriebsbedingungen für die Hochenergiephysik schaffen, die annähernd der Qualität von DORIS vor dem Einbau des Bo-

gens für Wiggler und Undulatoren entsprachen. Aufgrund der parallelen Nutzung des Speicherrings zur Erzeugung von Synchrotronstrahlung und der Abstimmung mit dem Betrieb von HERA hielten das DESY-Direktorium und die ARGUS-Kollaboration es aber für unwahrscheinlich, daß auch in Zukunft genügend Daten gesammelt werden können, um erfolgreich mit dem CLEO-Experiment in den USA konkurrieren zu können. Deshalb wurde entschieden, die Datennahme mit dem ARGUS-Detektor zu beenden und DORIS in Zukunft ausschließlich zur Erzeugung von Synchrotronstrahlung zu betreiben.

Bei HASYLAB werden an 39 Meßplätzen 83 Instrumente im Wechsel betrieben. Die wissenschaftlichen Ergebnisse des Jahres 1993 sind im HASYLAB-Jahresbericht in 423 Teilberichten wiedergegeben, 1992 waren es noch 261 Beiträge. Besonders an den neuen Wigglerstrahlen wurden viele interessante Ergebnisse gewonnen, die neue Möglichkeiten für die Forschung mit Synchrotronstrahlung bei HASYLAB eröffnen und eindrucksvoll den Erfolg des Umbaus von DORIS II in DORIS III für Synchrotronstrahlungsexperimente belegen.

Für das Jahr 1993 weist die Liste der an der Vorbereitung und der Durchführung von Experimenten beteiligten in- und ausländischen Gruppen 183 Institute und mehr als 890 Wissenschaftler aus. Eine weitere Öffnung von HASYLAB für die internationale Nutzerschaft wurde durch Förderprogramme der Europäischen Gemeinschaft ermöglicht. Die im Jahresbericht enthaltene Liste der Veröffentlichungen und Vorträge dokumentiert, daß die am HASYLAB mit Synchrotronstrahlung durchgeführten Arbeiten in vielen Fachgebieten weltweit sehr großes Interesse finden.

## Status der Wiggler- und Undulator-Strahlführungen

Die Strahlführungen BW1, BW2 und BW6 im neuen HASYLAB-Wiggler-Labor wurden bereits detailliert im DESY-Jahresbericht 1992 beschrieben. Diese Strahlführungen befinden sich jetzt im Routinebetrieb. In diesem Beitrag sollen exemplarisch interessante Neuerungen an einigen Strahlführungen beschrieben werden, um so das Potential der Experimentierstationen bei HASYLAB zu demonstrieren. Im Detail werden die Experimente an der Strahlführung BW3, das Spektrometer für Kleinwinkelstreuung sowie das Instrument für die Kernresonanzstreuung an der Strahlführung BW4, Verbesserungen an der Wigglerstrahlführung W1 und der neue Hochfeldwiggler an der Strahlführung BW5 beschrieben.

### Strahlführung BW3

Nach der ersten Periode der Inbetriebnahme der Strahlführung BW3 für weiche Röntgenstrahlung Ende 1992 sind zahlreiche, wichtige Verbesserungen vorgenommen worden. Der Photonenfluß konnte um einen Faktor 1.5-2 erhöht werden und die spektrale Auflösung konnte ebenfalls verbessert werden. An der N<sub>2</sub> und Ne K-Kante bei 400 eV beziehungsweise 870 eV wurden geschätzte Energiebandbreiten von weniger als 50 meV beziehungsweise 200 meV erreicht, welche für diesen Energiebereich die besten jemals in der Literatur dokumentierten Werte darstellen.

Ein wichtiger Vorteil der Undulatorstrahlung verglichen mit der Strahlung von einem Ablenkmagneten oder einem Wiggler ist die schmale spektrale Verteilung. Für einige Anwendungen jedoch, wie zum Beispiel EXAFS, bei denen ein großer Durchstimmbereich benötigt wird, ist dies ein deutlicher Nachteil. Eine Lösung des Problems wäre die Änderung des Undulator Gaps simultan mit dem Verfahren des Monochromators. Dies wurde häufig diskutiert und für Maschinen der dritten Generation vorgeschlagen. Die technische Realisierung ist jedoch eine schwierige Aufgabe, weil der Wechsel des Polschuhabstandes des

Undulators normalerweise den Betrieb des Speicherrings, wie zum Beispiel die Strahlage, beeinflusst.

An der XUV-Undulator-Strahlführung BW3 wurde eine synchronisierte Bewegung des Polschuhabstandes und der optischen Elemente des SX-700-Monochromators realisiert. Die synchrone Bewegung wird durch einen  $\mu$ VAX-Rechner gesteuert. Der Polschuhabstand läßt sich in Schritten von 0.05 mm verändern. Die Schwankungen im Photonenfluß durch inkorrekte Positionierung des Polschuhabstandes vom Undulator sind kleiner als einige Prozent (Abb. 42). Eine glatte Intensitätskurve erhält man allerdings nur nach sorgfältiger Kalibrierung der Energie der 1. Harmonischen des Undulators. Insgesamt ist hervorzuheben, daß die Strahlposition an den anderen Strahlführungen durch die Bewegung des Undulators nahezu unbeeinflusst bleibt. Dies erlaubt es, EXAFS-Spektren über einen weiten Energiebereich der Strahlung aufzunehmen.

### Kleinwinkelstreuung am BW4

An der Wiggler-Strahlführung BW4 sind zwei Experimente verfügbar: Ein Instrument zur Ultrakleinwinkelstreuung mit Röntgenstrahlung und ein Instrument für Kernresonanzstreuung.

Die Konstruktion wurde größtenteils im Jahr 1992 vollendet. In 1993 konnten erstmalig wissenschaftliche Untersuchungen von verschiedenen Nutzern durchgeführt werden. Zusätzlich wurden verschiedene Experimente durchgeführt, um den Aufbau des Instruments zu charakterisieren und zu verbessern. Die Ausrüstung, die am Experiment verfügbar ist, wurde weiterentwickelt.

Die Charakterisierung des Instruments bezog sich hauptsächlich auf den Detektor und die Untersuchung von Prozeduren und Materialien, die man als Eichstandard für die Messung der absoluten Intensität benutzen kann, sowie auf Verbesserungen des Primärstrahlintensitätsmonitors und Studien zum Betrieb des Kollimatorsystems. Letzteres schließt auch die Untersuchung der derzeitigen Auflösungsbegrenzung ein.

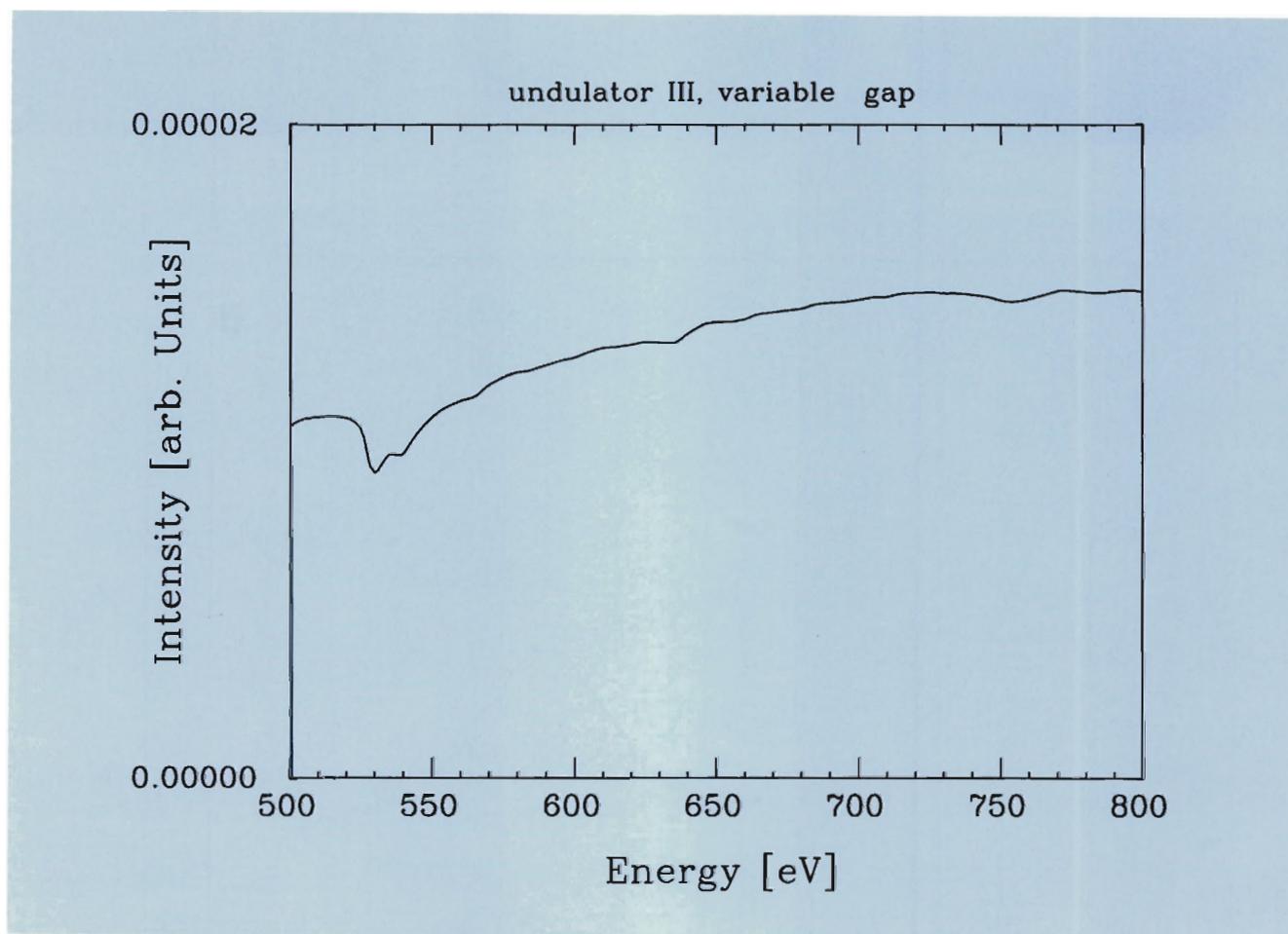


Abbildung 42: *Photonenfluß des BW3-Undulators während des gleichzeitigen Verfahrens des Gaps und des Monochromators. Die Verunreinigung durch Sauerstoff ist deutlich bei 540 keV zu erkennen.*

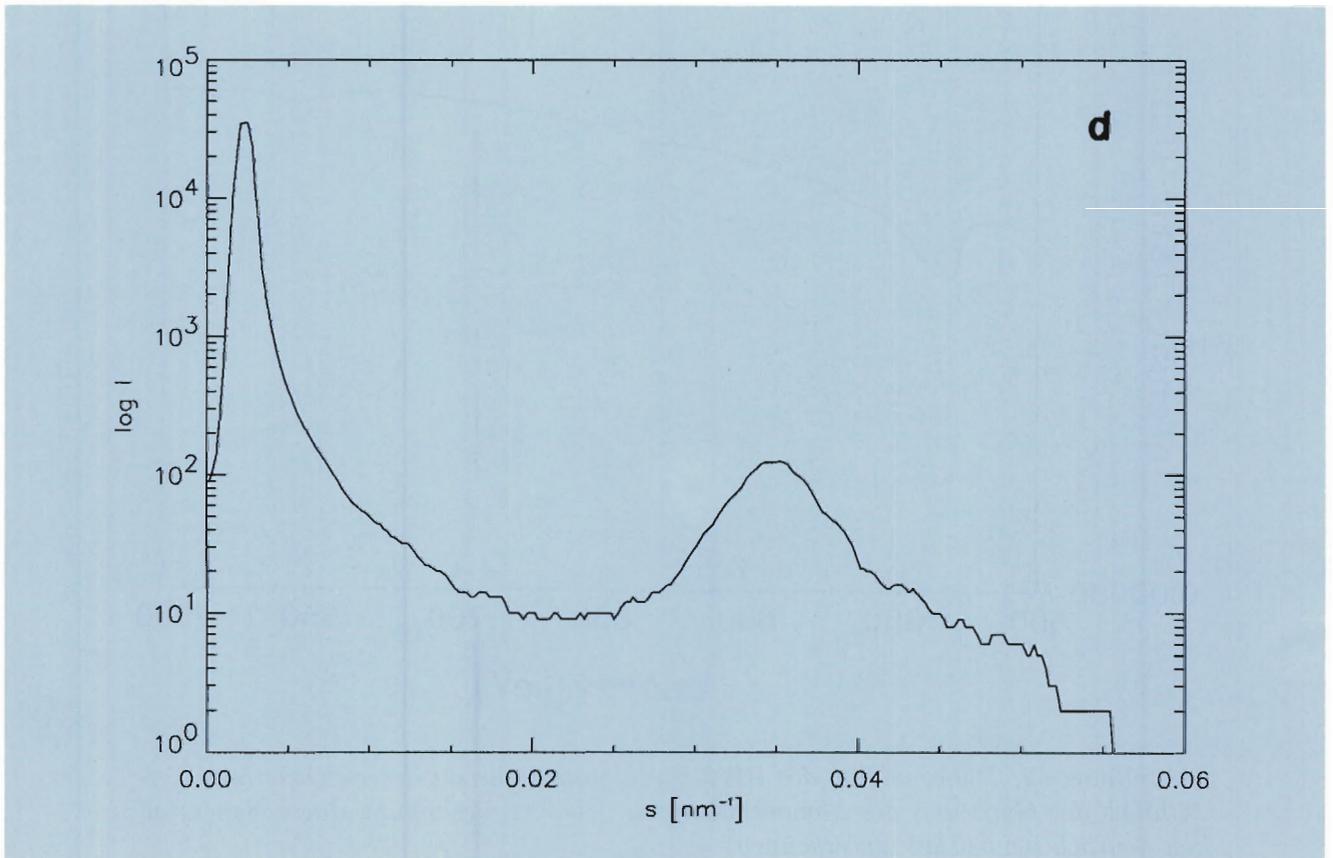
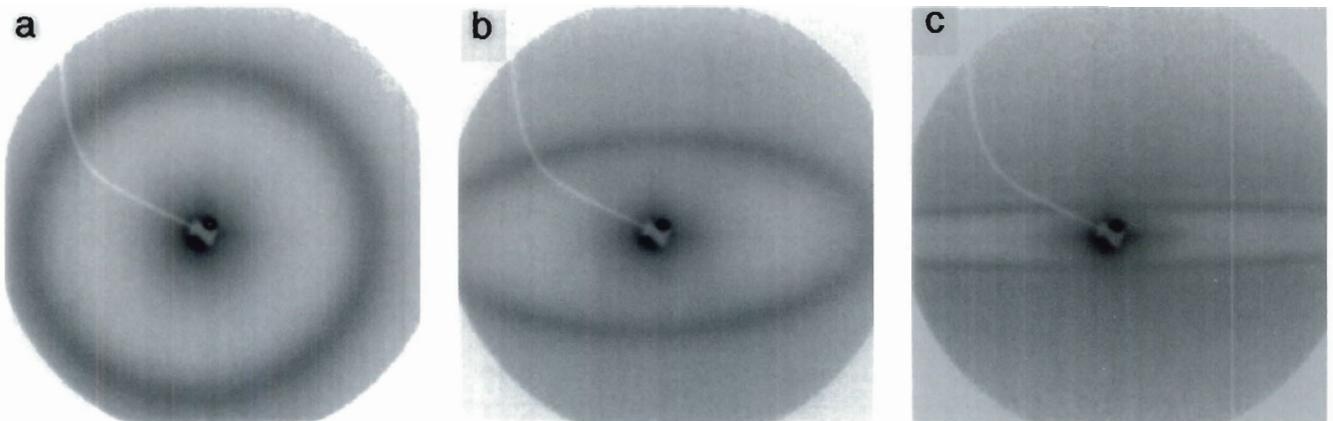


Abbildung 43: Kleinwinkelstreuungsmuster von SBS, gestreckt mit verschiedenen Verstreckverhältnissen und gemessen bei 8 keV (in logarithmischer Skala).

a)  $l = 1$  (ungestreckt, keine Anisotropie),

b)  $l = 2$ ,

c)  $l = 6$ ,

d) radiale Intensitätsverteilung der unorientierten Probe (a) als Funktion des Streuvektors  $s$ .

Die wissenschaftlichen Untersuchungen decken Kleinwinkelstreuungsmessungen an verschiedenen Materialien mit 4 m, 8 m oder 14 m Abstand zwischen Probe und Detektor ab. Diese Messungen wurden bei Photonenergien von 5 keV (Ti-K-Kante) und 6.4 keV (Fe-K-Kante) durchgeführt, die eine Kontrastvariation durch anomale Streuung erlauben, sowie auch bei 8 keV und 10 keV.

Die Abbildungen 43a-c zeigen eine Serie von SAXS-Mustern von SBS-Triblockcopolymer bei verschiedenen Verstreckverhältnis  $\lambda = \lambda_{\text{gestreckt}}/\lambda_{\text{ungestreckt}}$ . Wegen der mit zunehmendem Verstreckverhältnis zunehmenden Orientierung der zylindrischen Polystyren Domänen, gibt es einen graduellen Übergang von der ursprünglichen isotropen Intensitätsverteilung auf dem Debye-Kreis hin zu anisotropen Schichtlinien. Der Abstand der Schichtlinien wird durch die Korrelationslänge der Strukturen in Verstreck-Richtung (senkrecht zu den Schichtlinien) bestimmt. Bisher konnten an den existierenden SAXS-Strahlführungen nur die horizontalen Enden der Schichtlinien außerhalb der Region, die durch den Primärstrahl überdeckt wird, beobachtet werden. In der Vergangenheit konnten andere Strukturen mit vergleichbaren Korrelationslängen, die diese Art von ausgedehnten Schichtlinien nicht hervorrufen, auch nicht gemessen werden. In den Ergebnissen aus Abbildung 43 sieht man nicht nur die kompletten Schichtlinien, sondern auch die Streuung bei noch kleineren Winkeln, die wahrscheinlich durch die Bildung von kleinen Poren hervorgerufen werden. Die beobachteten Wechsel in der Streuintensität und die Anisotropie der USAX-Muster als Funktion dieses Verstreckverhältnisses wurden zum ersten Mal gesehen. Die minimale Länge des Streuvektors, die bei den Messungen bei 8 keV Photonenergie erreicht werden konnte, beträgt  $0.0021 \text{ nm}^{-1}$ . Dies entspricht einer Korrelationslänge von 470 nm. Die Größe des verwendeten Primärstrahlfängers beträgt  $10 \text{ mm} \times 8 \text{ mm}$ .

## Kernresonanzstreuung am BW4

Im Oktober/November 1993 stand die erste Strahlzeit zur Verfügung, um das Kernresonanzstreuexperiment an der Wiggler-Strahlführung BW4 zu

testen. Das Experiment wurde an  $^{57}\text{Fe}$ -Isotopen in YIG-Kristallen bei einer Resonanzenergie von 14.413 keV durchgeführt. Man benutzt die vom BW4-Si(111)-Doppelkristallmonochromator kommende, monochromatisierte Strahlung bei 14.4 keV. Für diese Messungen wird der Toroidspiegel von BW4 aus dem Strahlengang entfernt. Die anderen Komponenten hinter diesem Vormonochromator sind auf einer optischen Bank in der Experimentierhütte montiert. Sie bestehen aus einem Spaltsystem, einem hochauflösenden Monochromator, der aus einem äußeren (4 2 2)- und einem inneren (12 2 2)-Channel Cut-Silizium-Kristall besteht, sowie einem Goniometer zur Justierung der YIG-Einkristalle und einem polarisationsabhängigen Detektor.

Darüber hinaus ist ein Magnetsystem verfügbar, das ein magnetisches Feld von 4 Tesla produzieren kann, welches in jede Richtung innerhalb einer Ebene mit Hilfe von zwei senkrecht zueinander angeordneten, supraleitenden Spulen orientiert ist. Es ist geplant, den hochauflösenden Monochromator und das YIG-Goniometer in einer Helium-Atmosphäre zu betreiben. In Experimenten wurden alle Komponenten getestet, mit Ausnahme des polarisationsempfindlichen Detektors und des heliumdichten Behälters, der sich zur Zeit noch in der Konstruktion befindet.

## Wiggler-Strahlführung W1

Im Jahr 1993 konzentrierten sich die Aktivitäten an der Wiggler-Strahlführung W1 auf die Gebiete der Oberflächenbeugung, der dünnen Filme und der magnetischen Röntgenstreuung. Eine wichtige Voraussetzung für alle diese Untersuchungen ist die Stabilität des Primärstrahls bezüglich der Energie, der Polarisation und der Position. Um diese Anforderungen zu erfüllen, wurden zahlreiche Verbesserungen der Strahlführung durchgeführt.

Als Ergebnis dieser Verbesserungen ist praktisch keine elektronische Monochromatorstabilisierung (MOSTAB) mehr nötig, und eine manuelle Voreinstellung des Piezo-Antriebs ist für 12 Stunden, trotz zahlreicher Injektionen, ausreichend. Weiterhin konnte ein Intensitätsgewinn um einen Faktor

2 bis 3 durch den Einsatz von einem direkt gekühlten, ersten Monochromatorkristall erzielt werden. Deshalb läßt sich bei halb geschlossenen Monochromatoreintrittspalten der theoretische Grenzwert für die erreichbare Energieauflösung von  $\Delta E/E = 1 \times 10^{-4}$  mit dem gleichen Fluß erzielen wie vorher mit dem gesamten Strahl und dem indirekt gekühlten Monochromator. Der einzig übrigbleibende Effekt der Wärmebelastung ist ein langsamer Abfall des primären Flusses um ungefähr 10% innerhalb der ersten Viertelstunde nach der Injektion.

Die Schrittmotorsteuerung wurde so weit ergänzt, daß die gesamte Strahlführung von einem VAX-Rechner aus gesteuert werden kann.

## Die Hochfeldwiggler-Strahlführung BW5

Röntgenstrahlen im Energiebereich um 100 keV eröffnen neue Anwendungsmöglichkeiten für Synchrotronstrahlung bei der Erforschung von kondensierter Materie. Mögliche Anwendungen beinhalten magnetische und nichtmagnetische Compton-Streuung, Winkelkorrelationsstreuung ( $\gamma$ ,  $e\gamma$ )-Streuung,  $\gamma$ -Strahlungsbeugungsexperimente mit hoher Impulsraumauflösung oder Röntgenexperimente an Proben bei hohen Temperaturen und hohen Drücken sowohl im dispersiven als auch im monochromatischen Betrieb unter Benutzung eines Image-Plate-Detektors. In der Vergangenheit wurden diese Techniken sehr erfolgreich bei HASYLAB mit Synchrotronstrahlung von Dipolmagneten angewandt, wenn DORIS mit einer Elektronenenergie von 5.3 GeV betrieben wurde. Da DORIS III in der Regel mit Energien um 4.5 GeV betrieben werden wird, ist ein Wiggler mit einem magnetischen Feld von 2.0 Tesla nötig um ein Spektrum mit derselben Abschneideenergie (27 keV) zu erreichen wie bei 5.3 GeV.

Für BW5 wurde ein Wiggler mit einem maximalen Feld von 2.0 Tesla entworfen, das sich jetzt in

der Konstruktion befindet. Tabelle 5 gibt einen Überblick über die Parameter dieses Gerätes.

Magnettyp	Hybrid
Periodenlänge	226 mm
Max. Feld	$\geq 2.0$ T
Min. Gap	20 mm
Max. K-Parameter	33
Anzahl der Pole	34
Gerätelänge	4.0 m
Kritische Energie	27 keV

Tabelle 5: Parameter des Hochfeldwigglers der Strahlführung BW5.

Abbildung 44 zeigt die erwartete Brightness dieses Gerätes. Im Vergleich zu DORIS-Dipolen bei 5.3 GeV gibt es einen Intensitätsgewinn von ungefähr einem Faktor 30 über den gesamten relevanten Energiebereich.

Die Strahlführung BW5 wird zur Zeit aufgebaut und nach Ende der Winter-Betriebsunterbrechung 1993/94 in Betrieb genommen.

## Test-Undulatorstrahl an PETRA

1993 wurde entschieden, am PETRA Speicherring, der Teil des HERA Injektionssystems ist und in dem Elektronen mit Energien bis zu 12 GeV gespeichert werden, eine Undulator-Strahlführung aufzubauen. Dieser Strahl ist im Spektralbereich oberhalb 20 keV einzigartig in der Welt und soll im Sommer 1995 in Betrieb genommen werden. Er dient zu Testzwecken und kann immer dann für Synchrotronstrahlungsexperimente genutzt werden, wenn PETRA nicht für die Injektion von Elektronen oder Protonen in den HERA-Speicherring beziehungsweise für Beschleunigerstudien benötigt wird.

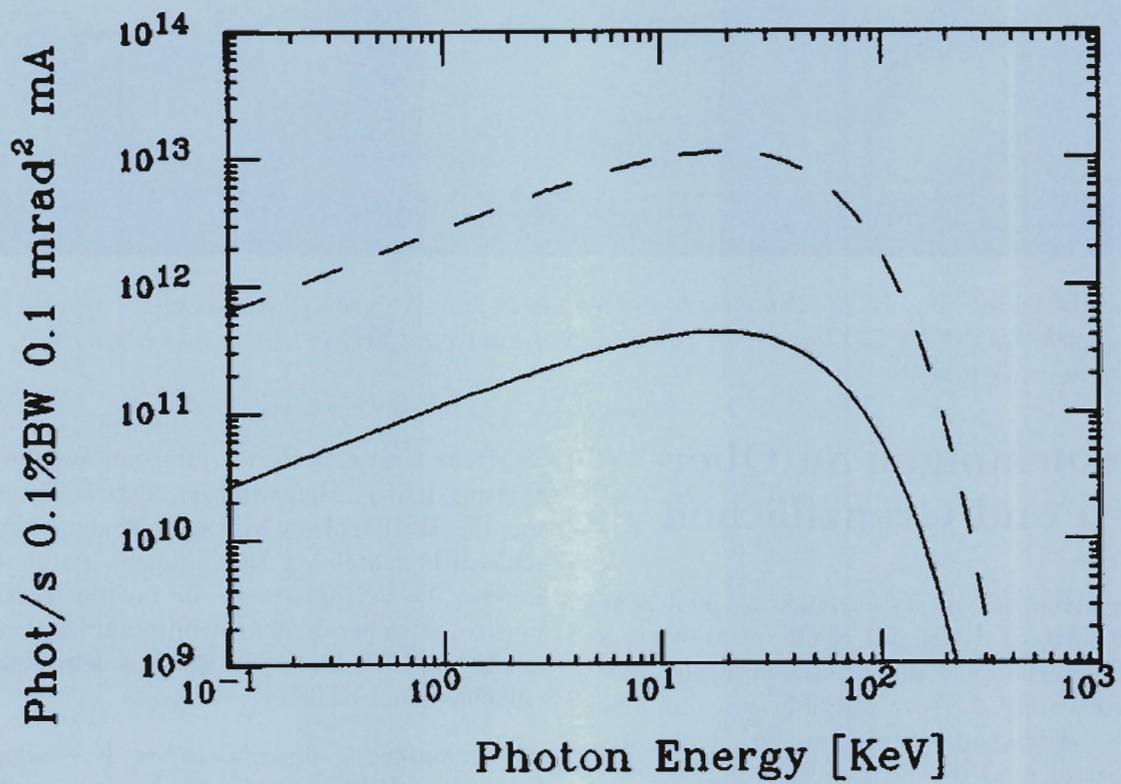


Abbildung 44: Zentrale Brightness der HARWI-2-Struktur bei 4.5 GeV im Vergleich zu den Dipolmagneten bei einem DORIS-Betrieb mit 5.3 GeV. Da in beiden Fällen die Abschneideenergie annähernd gleich ist, gibt es einen konstanten Intensitätsgewinn um einen Faktor 30 über den ganzen Spektralbereich.

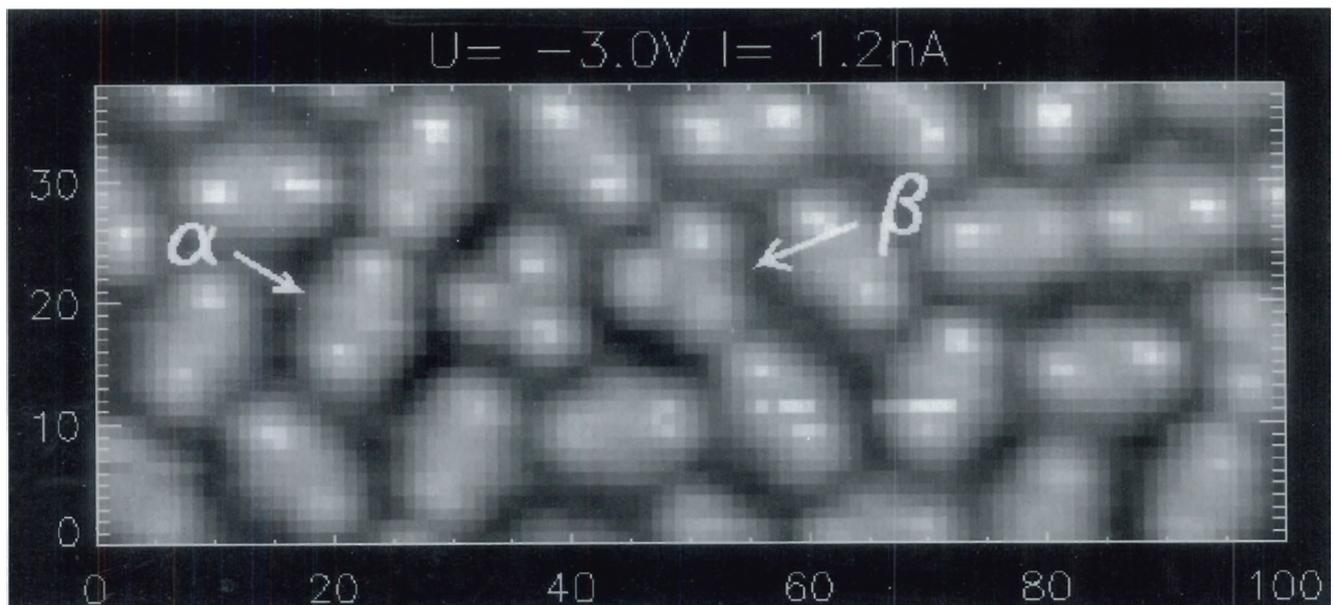


Abbildung 45: RTM Topographie eines  $(40 \times 100) \text{ \AA}^2$  großen Ausschnittes einer InSb(111)-B(3  $\times$  3)-Oberfläche. Man erkennt zwei verschiedene Arten von Einheitszellen ( $\alpha$  und  $\beta$ ).

## Untersuchungen an Oberflächen und Grenzflächen

Die Mikrostruktur von Grenzflächen spielt eine immer wichtigere Rolle für viele technologisch wichtige Bereiche, wie die Mikroelektronik oder Katalysforschung. Trotz langjähriger, intensiv betriebener Forschungsarbeit ist bis heute der Kenntnisstand über die elektronische und geometrische Struktur der meisten Grenzflächen und Oberflächen unzureichend. Im wesentlichen gibt es dafür zwei Ursachen.

Erstens weisen Adsorbatschichten auf Metall- oder Halbleiteroberflächen eine Vielzahl von unterschiedlichen Anordnungen der Atome auf der Oberfläche, sogenannte Rekonstruktionen, auf. Die Vielfalt und Komplexität dieser Oberflächenrekonstruktionen ist auf die geringen energetischen Unterschiede zwischen den verschiedenen atomaren Konfigurationen zurückzuführen. Genau diese geringen energetischen Unterschiede nehmen jedoch einen entscheidenden Einfluß auf die katalytische Wirkung einer Oberfläche.

Zweitens sind erst in der jüngsten Vergangenheit leistungsfähige Meßverfahren entwickelt worden, um die Realstruktur von Oberflächen bei unterschiedlichen äußeren Bedingungen zu charakterisieren. Die Verfügbarkeit von hochintensiver, monochromatischer Synchrotronstrahlung, wie etwa am HASYLAB-Meßplatz BW2, spielte dabei eine entscheidende Rolle.

Als Erweiterung der klassischen Kristallographie kann mit Hilfe von Röntgenbeugung die atomare Struktur von Grenzflächen und Oberflächen prinzipiell mit sehr hoher Genauigkeit (typisch  $\pm 0.001 \text{ nm}$ ) bestimmt werden. In erster Linie werden jedoch in einem Beugungsexperiment nur die sich periodisch wiederholenden Strukturen erfaßt, und es wird bislang bei der Messung über einen großen Oberflächenbereich gemittelt. Lokale Defekte und Fehlstellen werden daher oftmals vollständig ignoriert, obwohl gerade solche lokalen Effekte für die Ausbildung von Rekonstruktionen oder für Keimbildungs-, Schichtwachstums- und Katalyseprozesse von entscheidender Bedeutung sind. Um diese Wissenslücke zu schließen wurde am HASYLAB ein Projekt initiiert, mit der

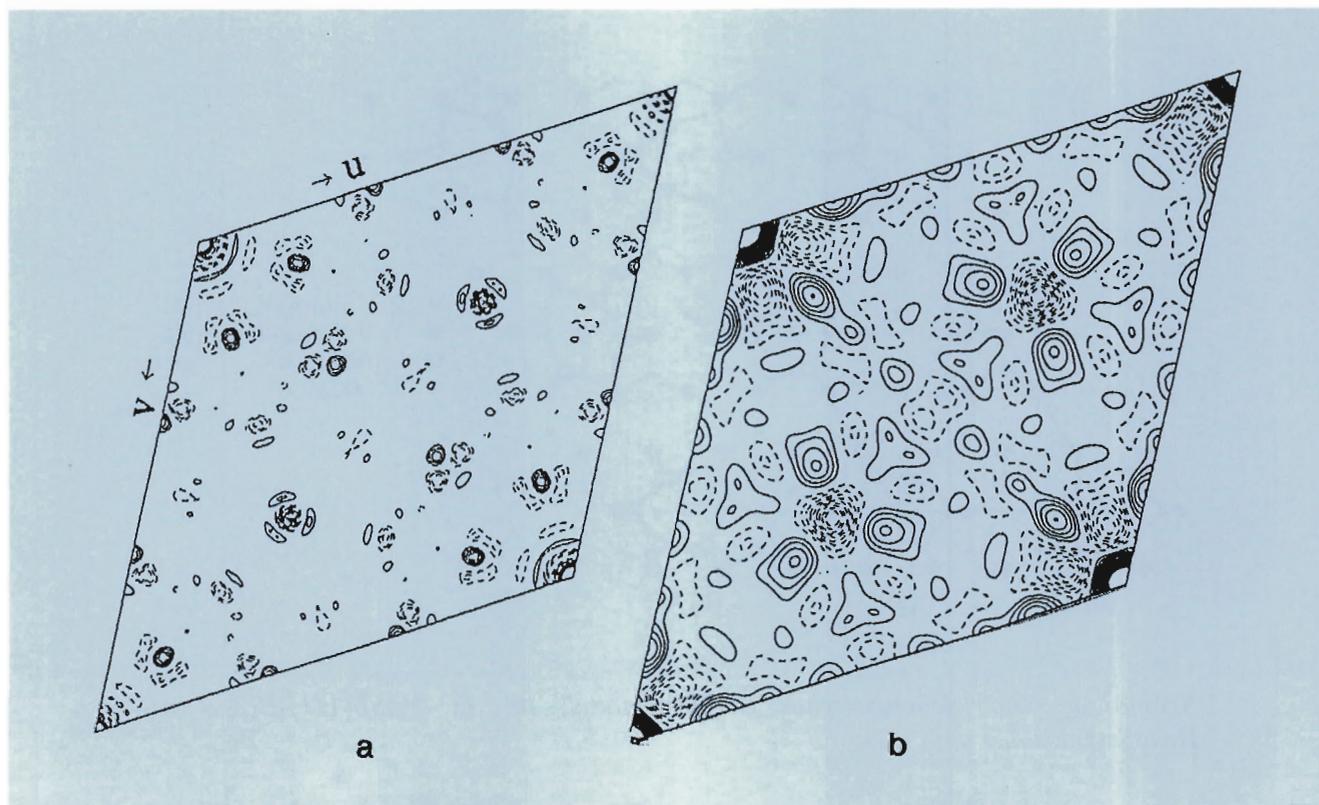


Abbildung 46: a) Aus den „in-plane“-Daten erstellte 2-D Patterson-Funktion.  
 b) Schnitt durch die 3-D Patterson-Funktion  $P(u,v,w)$  für  $w=0$ .

Zielsetzung, die beiden leistungsfähigen Meßmethoden, Oberflächenröntgenbeugung und Rastertunnelmikroskopie (RTM), zu kombinieren.

Das Rastertunnelmikroskop, als lokale Sonde par excellence, liefert direkte Informationen über Stufenkanten und -verteilungen, Domänengrenzen, Fehlstellungen, Versetzungen, verschiedene Arten von Einheitszellen und lokal ungeordnete Strukturen aller Art. Da jedoch der Wechselwirkungsmechanismus des RTMs auf atomarer Skala sehr viel schwieriger zu beschreiben ist als für die Röntgenstrahlung, sind die Beugungsexperimente unverzichtbar, um sichere Aussagen über die atomare Struktur der sich periodisch wiederholenden Einheitszellen machen zu können.

Diese wechselseitige Ergänzung zwischen den beiden komplementären Meßtechniken, Röntgenbeugung und RTM, soll anhand eines Beispiels illustriert werden. Abbildung 45 zeigt eine

hochauflöste Rastertunnelmikroskop-Aufnahme der reinen  $(3 \times 3)$  rekonstruierten InSb(111)-B-Oberfläche. Deutlich erkennt man, daß die Oberflächenstruktur aus zwei verschiedenen Bausteinen zusammengesetzt ist, nämlich aus einer länglichen Struktur ( $\alpha$ ) mit einem breiten Maximum in der Mitte und zwei scharfen Maxima an den Enden, die ca.  $7.5 \text{ \AA}$  voneinander entfernt sind, sowie einer Struktur ( $\beta$ ) mit drei ca.  $6.1 \text{ \AA}$  voneinander entfernten Maxima. Wichtig ist zu bemerken, daß die Symmetrie der Oberfläche nicht der des Volumens entspricht. Ferner konnte mit dem RTM nachgewiesen werden, daß die einzelnen Bausteine bei Raumtemperatur rotieren und sich umordnen.

An solchen, lokal gut charakterisierten Proben erfolgte die eigentliche Strukturbestimmung mit Röntgenbeugung unter Verwendung von Synchrotronstrahlung. Abbildung 46 zeigt zwei un-

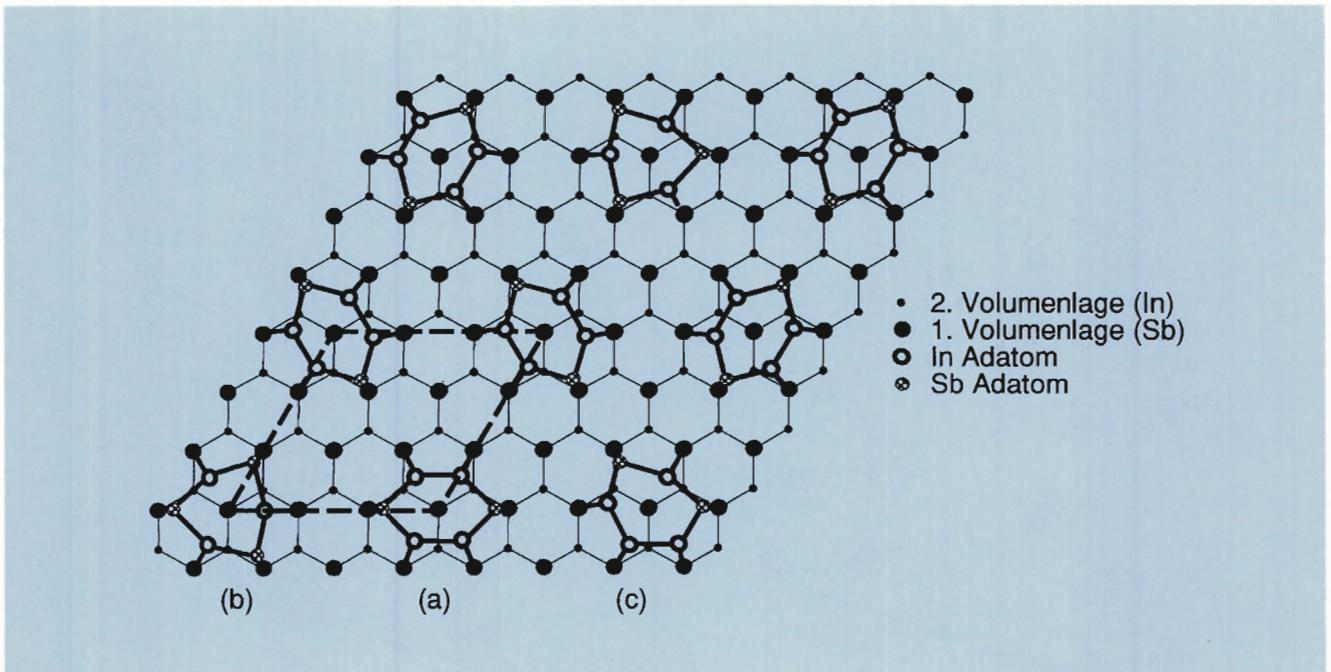


Abbildung 47: Schematisches Strukturmodell für die InSb(111)-B(3 × 3)-Rekonstruktion.

mittelbar aus den gemessenen Daten berechnete Patterson-Funktionen. Die Maxima in diesen Patterson-Funktionen ermöglichen die Bestimmung der auftretenden interatomaren Vektoren. Ohne die RTM-Daten wären diese Patterson-Funktionen aufgrund ihrer Komplexität außerordentlich schwer zu erklären.

Erst mit Hilfe der RTM-Resultate ist es möglich, aus den Röntgenbeugungsdaten ein vollständiges, dreidimensionales Strukturmodell der InSb(111)-B(3 × 3)-Rekonstruktion zu erstellen, welches schematisch in Abbildung 47 dargestellt wird. Man erkennt, wie sich in diesem Modell die (3 × 3) Rekonstruktion aus verschiedenen Arten von sechsaatomigen Ringen zusammensetzt.

Im Verlauf des Jahres 1993 konnten zahlreiche andere Systeme mit Rastertunnelmikroskopie und Röntgenbeugung untersucht werden, zum Beispiel die Metall-Halbleitersysteme Ag/Ge(111), Pb/Si(100), Ga/Ge(111) und Bi/GaSb(110) sowie im Rahmen der Katalyseforschung S/Ni(110), S/Ni(111) und S/Cu(111).

## Untersuchung der geometrischen und elektronischen Struktur von Clustern mit Photoionisations- und Photoelektronenspektroskopie

Die Fragestellung, wie Materie aufgebaut ist und wie weit sie sich teilen läßt, ist praktisch seit Beginn der naturwissenschaftlichen Forschung ein in immer wieder neuem Licht erscheinendes, zentrales Thema. Dies kann die Struktur der Elementarteilchen betreffen, wie sie mit den Mitteln der Hochenergiephysik untersucht wird, aber auch die mikroskopische Struktur von vergleichsweise makroskopischen Formen der Materie wie Kristallen. Ein wesentlicher Unterschied zwischen der makroskopischen Materie und ihrer Bestandteile besteht darin, daß die Eigenschaften von Atomen, Elektronen und anderen elementaren Bauteilen der Materie neben elektrischer Ladung direkt mit ihrer Größe verknüpft sind. Makroskopische Materie

dagegen ist in ihren Eigenschaften weitgehend unabhängig von der Größe. Dies gilt naturgemäß nur solange die Abmessungen beispielweise eines Kristalls deutlich größer sind als der Durchmesser der einzelnen ihn bildenden Atome. Im Übergangsbereich zwischen solchen Mikrokristalliten und den einzelnen Atomen befinden sich die Cluster, die aus einigen wenigen bis hin zu etwa 1000 Atomen beziehungsweise Molekülen bestehen. Die Physik der Cluster ist noch ein recht junges Gebiet, so daß man sich vorzugsweise mit relativ einfachen Fragestellungen befaßt, zum Beispiel Fragen nach ihrer geometrischen und elektronischen Struktur, das heißt der Anordnung der Atome im Cluster sowie der Energieniveaus.

Von experimenteller Seite her stellt die Untersuchung von Clustern eine besondere Herausforderung dar, da man sie meist nur in kleinen Mengen durch Expansion eines Gases durch eine enge Düse in einem Überschallstrahl erzeugen kann. Im Jahr 1993 wurde an der Strahlführung BW3 im HASYLAB ein Clusterexperiment aufgebaut, um Photoionisations- und Photoemissionsspektroskopie an Clustern zu betreiben. Die Größe der durch die Synchrotronstrahlung ionisierten Cluster kann durch den Nachweis der geladenen Teilchen in einem Flugzeitmassenspektrometer direkt bestimmt werden. Dabei wird aus der kinetischen Energie der Teilchen nach Durchlaufen eines bekannten Beschleunigungsfeldes die Masse bestimmt. Die Zeitstruktur der Synchrotronstrahlung des Speicherrings DORIS ermöglicht dies auf besonders elegante Art und Weise, da zur Bestimmung der Flugzeit die Lichtpulse der Synchrotronstrahlung als Trigger verwendet werden. Auf analoge Weise kann auch die kinetische Energie der nach der Ionisation der Cluster emittierten Elektronen bestimmt werden, indem auf ein Beschleunigungsfeld verzichtet wird.

In Abbildung 48 sind Ionenausbeutespektren von Argonclustern dargestellt. Diese Cluster, bestehend aus 5 bis 2500 Argonatomen, wurden als Testsubstanz ausgewählt, da sie vergleichsweise einfach herzustellen sind. Die gezeigten Spektren geben im wesentlichen die Absorption der Cluster im Bereich der Anregung von Innerschalen-

elektronen wieder. Die starken Resonanzen in den Spektren rühren von Anregungen des Innerschalen-elektrons in diskrete, unbesetzte Niveaus her. Für diese Art von Experimenten ist eine sehr gute Energieauflösung bei hohem Photonenfluß, wie sie am Undulatormeßplatz BW3 des HASYLAB zur Verfügung steht, unerlässlich, da die Verschiebung der Energieniveaus zwischen dem Festkörper und dem atomaren Argon nur klein ist, die notwendigen Anregungsenergien aber meist sehr groß sind. Bei Anregung der Valenzelektronen sind die Anforderungen hinsichtlich der (relativen) Auflösung wesentlich geringer, da die Übergangsenergien hier viel kleiner sind. Allerdings findet in diesem Falle bei Anregung in unbesetzte Zustände keine Ionisation der Cluster statt, so daß der Nachweis der Teilchen und die Größenbestimmung ungleich schwieriger wird.

Die erste Absorptionslinie von Argon ( $2p \rightarrow 4s$ ) spaltet im Cluster in zwei Komponenten auf, deren Intensität von der Clustergröße abhängt. Sie werden Anregungen von Atomen in der Oberfläche beziehungsweise im Inneren des Clusters zugeordnet. Dies bedeutet, daß man mit spektroskopischen Methoden zwischen Atomen in unterschiedlichen Einbauplätzen im Cluster unterscheiden kann. Das Intensitätsverhältnis der beiden Linien gibt Auskunft über den relativen Anteil der Atome in der Oberfläche. Naturgemäß nimmt der Anteil der Oberfläche mit zunehmender Clustergröße ab, so daß bei sehr großen Clustern die Absorptionsbande dominiert, die Atomen im Inneren des Clusters zugeordnet wird. Sie entspricht überdies einer Absorptionsbande, die in, bei tiefen Temperaturen kristallisierendem, festem Argon beobachtet wird.

In Abbildung 49 sind Photoelektronenspektren von Argonatomen und -clustern dargestellt, die nach Anregung von Innerschalen-elektronen ( $2p$ ) aufgenommen wurden. Es sind die ersten Innerschalen-Photoelektronenspektren von freien Clustern überhaupt. Photoelektronenspektren enthalten wesentliche Information über die chemische Umgebung der primär angeregten Atome. Sie können daher zur Charakterisierung von Clustern in ganz analoger Art und Weise eingesetzt werden, wie dies in der Vergangenheit für Mo-

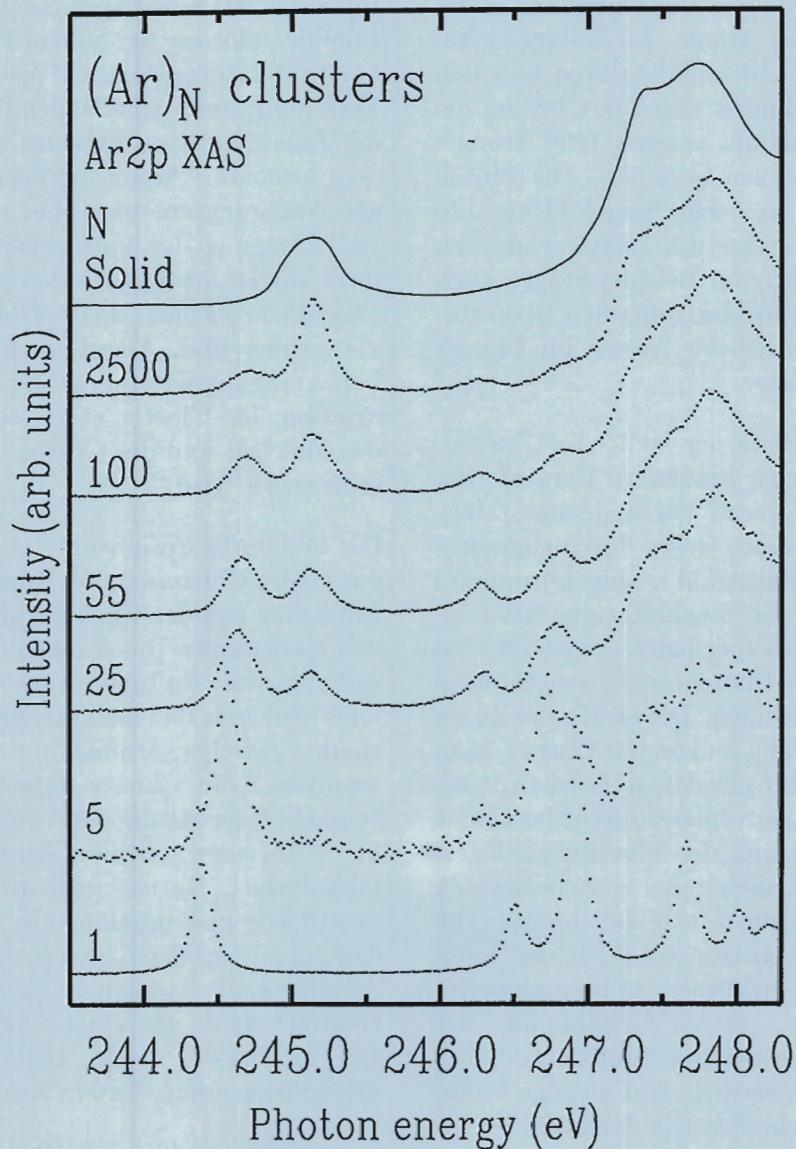


Abbildung 48: Ionenausbeutespektren ( $\equiv$  Absorption) von Argonclustern im Vergleich mit der Absorption des Atoms und des Festkörpers. Die Clustergröße  $N$  (Anzahl der Atome im Cluster) ist in der Abbildung angegeben. Die Resonanzen rühren von Anregungen der Innerschalenelektronen ( $2p$ ) in unbesetzte Orbitale her. Die erste Resonanz bei etwa 245 eV spaltet im Cluster in zwei Komponenten auf, die Anregungen von Atomen in der Oberfläche beziehungsweise im Inneren des Clusters zugeordnet werden.

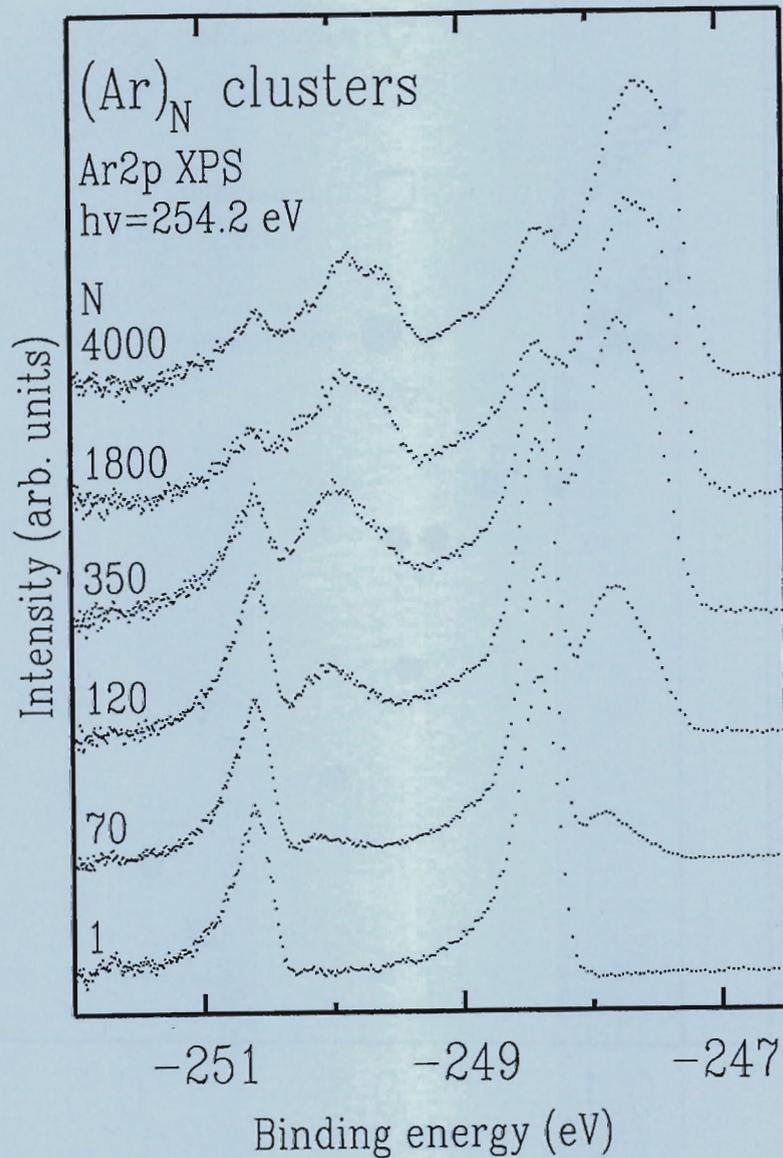


Abbildung 49: An einem Argonclusterstrahl aufgenommene Photoelektronenspektren. Hier ist die Intensität der Photoelektronen gegen ihre Bindungsenergie aufgetragen. Die beiden starken Linien bei 250.7 eV und 248.5 eV rühren von Argonatomen her, die sich im Hintergrundgas befinden. Die Aufspaltung in Oberflächen- und Volumenemissionen ist besonders gut in großen Clustern ( $N=4000$  Atome/Cluster) im Bereich um 250 eV zu erkennen.

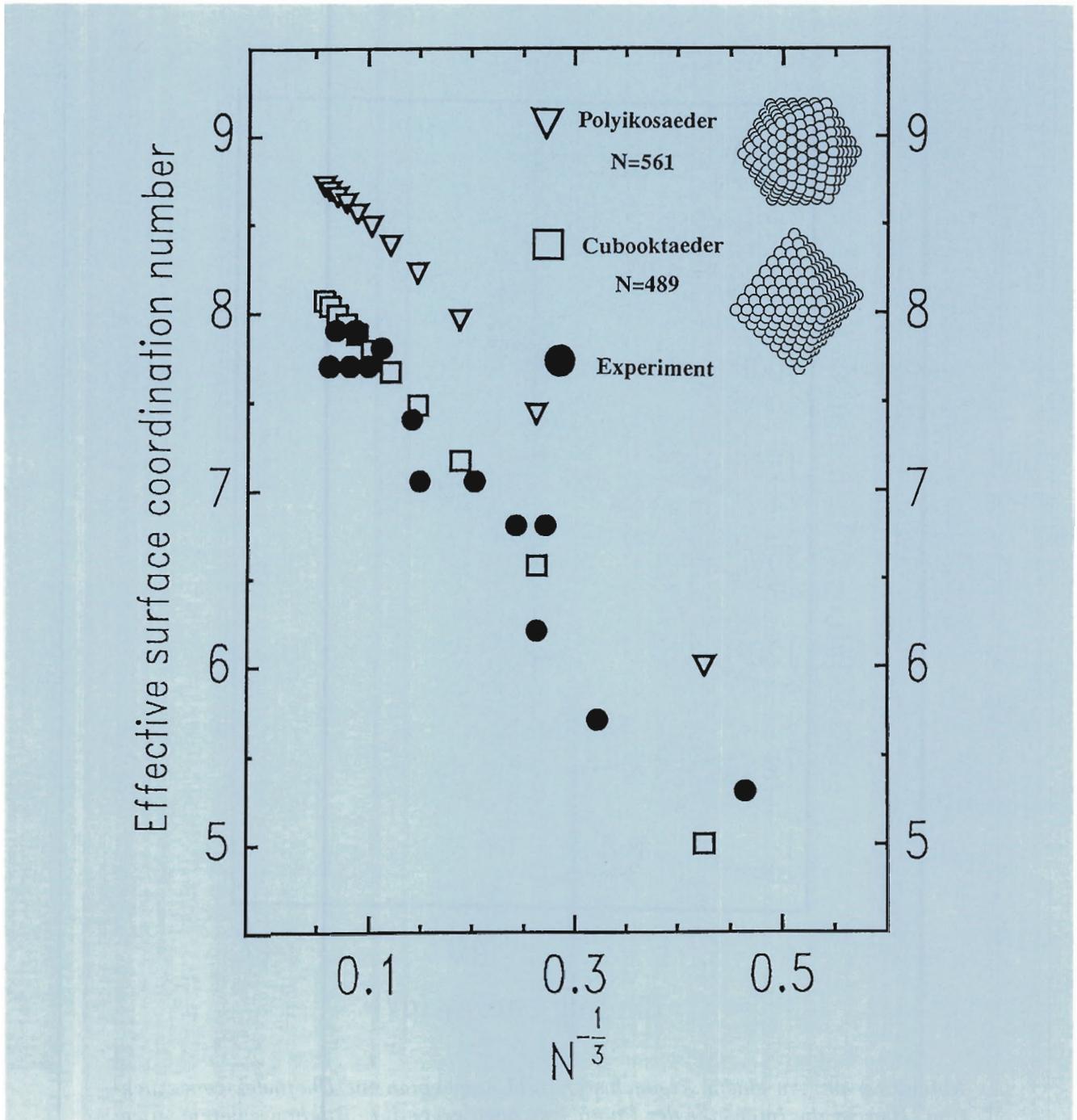


Abbildung 50: Effektive Koordinationszahl (Anzahl nächster Nachbarn) der Oberflächenatome von Argonclustern als Funktion ihrer Größe. Sie wurde aus der Energieverschiebung der Photoemissionslinien von Oberflächenatomen relativ zum Atom und zum Festkörper bestimmt. Bei Auftragung gegen  $N^{-1/3}$  (entspricht  $1/R$ ;  $R$  = Clusterradius) ergibt sich näherungsweise eine Gerade. Strukturmodelle für Cluster mit abgeschlossenen Schalen sind zusätzlich dargestellt.

leküle geschehen ist. Die Photoelektronenspektren von Argonclustern bestehen im wesentlichen aus zwei Banden, die wiederum zwei Anteile enthalten. Die zweite Komponente wird erst in großen Clustern beobachtet und daher analog zu den Absorptionsmessungen den Atomen im Inneren des Clusters zugeordnet. Aus der energetischen Lage der Photoemissionslinien kann auf die Anzahl der nächsten Nachbarn der Atome im Cluster geschlossen werden. Die energetische Verschiebung der Photoemissionsbande, die den Oberflächenatomen zugeordnet wird läßt sich somit als Änderung der Anzahl der nächsten Nachbarn (Koordinationszahl) der einzelnen Atome deuten. Abbildung 50 zeigt eine quantitative Analyse der Koordinationszahl für Oberflächenatome als Funktion der Clustergröße. Sie nimmt von kleinen zu großen Clustern kontinuierlich zu. Dieses Verhalten ist ein Ausdruck dafür, daß die Oberflächenkrümmung der Cluster mit zunehmender Größe abnimmt. Die experimentell bestimmten Koordinationszahlen stimmen gut mit den erwarteten Werten für

einfache Strukturmodelle der Cluster überein: So ergibt sich für sehr kleine Cluster mit einer abgeschlossenen Schale um das Zentralatom herum ( $N=13$ ) eine Koordinationszahl für Oberflächenatome von 5.5. Die Strukturmodelle sagen hier eine Koordinationszahl von 6 voraus. Für sehr große Cluster konvergieren die experimentellen Werte zu einer Koordinationszahl 8 in Übereinstimmung mit den Oberflächenkoordinationszahlen von Atomen im Festkörper.

Die hier vorgestellten Ergebnisse erlauben bereits einen recht detaillierten Einblick in die geometrische und elektronische Struktur von Edelgasclustern. Hier ist besonders hervorzuheben, daß die Oberfläche der Cluster sowie ihre Krümmung direkt analysiert werden können. Die experimentellen Techniken eröffnen darüber hinaus ein weites Feld für zukünftige Untersuchungen. Hier sind Molekülcluster von besonderem Interesse, da in diesem Fall die Selektivität der Innerschalenanregungen bezüglich verschiedener Elemente genutzt werden kann.

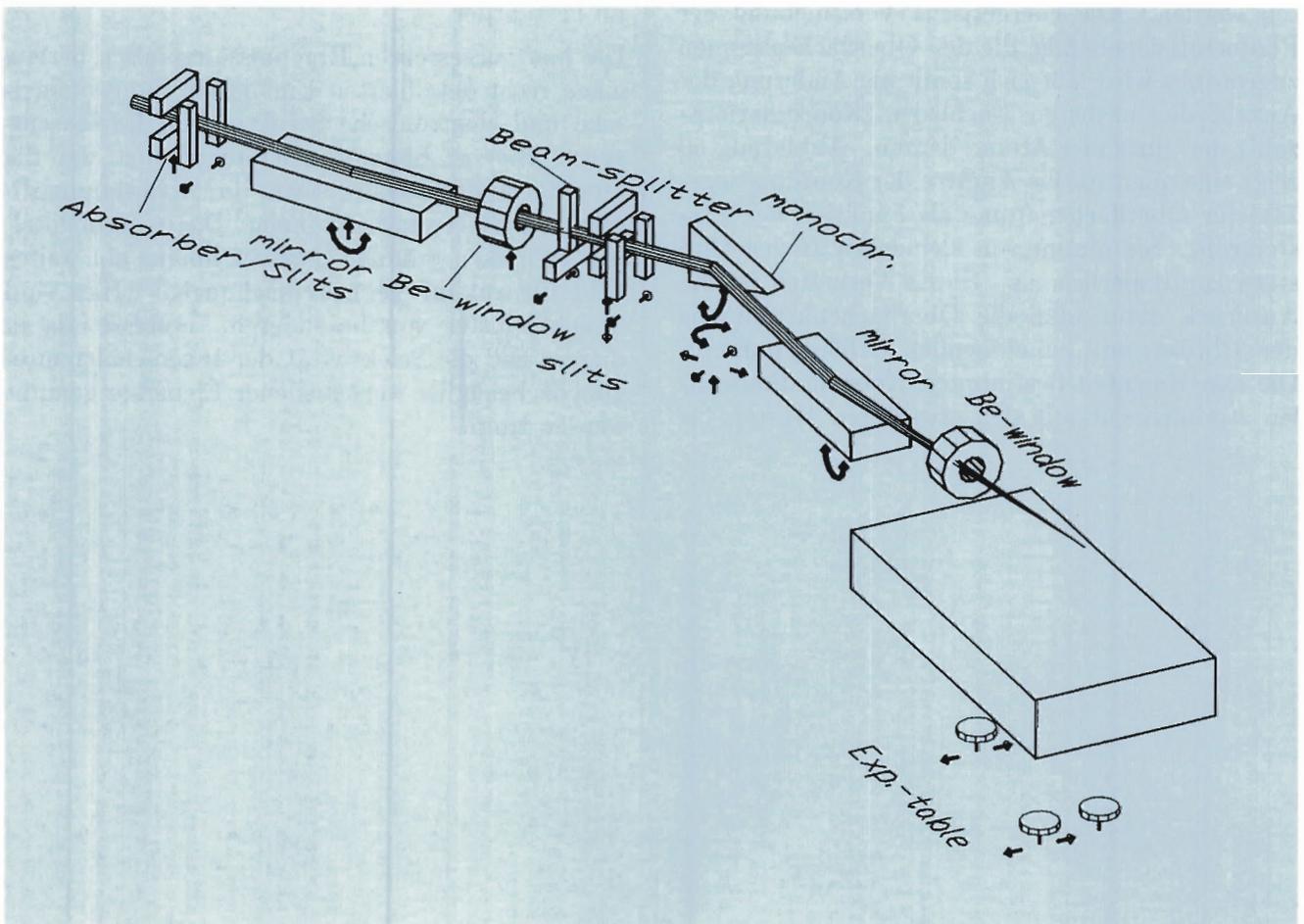


Abbildung 51: Schematische Darstellung der EMBL-Wigglerstrahlführung BW7B.

# Europäisches Laboratorium für Molekularbiologie EMBL –Außenstelle Hamburg–

Leiter: K. Wilson

Die Umwandlung des Speicherringes DORIS in eine dedizierte Synchrotronstrahlungsquelle hat die Meßbedingungen wesentlich verbessert. Während der Hauptbenutzerzeit, vom Sommer bis Anfang Dezember, konnte an über 200 Gäste aus fast allen Mitgliedsländern des EMBL Meßzeit vergeben werden. Detaillierte Beschreibungen der Ziele und Ergebnisse der einzelnen Projekte und die Neuentwicklungen im instrumentellen Bereich finden sich im HASYLAB-Jahresbericht für 1993.

Die während der Winter-Betriebsunterbrechung 1993/94 durchzuführende Umstellung von DORIS von Elektronen- auf Positronenbetrieb wird zu einer wesentlich erhöhten Lebensdauer der Teilchen im Speicherring führen und damit verbunden zu einer weiteren, deutlichen Verbesserung der Meßbedingungen.

## Forschungsschwerpunkte

### Instrumentierung

Die Instrumentierungsgruppe beschäftigte sich hauptsächlich mit dem Entwurf und dem Aufbau des Wiggler-Meßplatzes BW7B. Für den Entwurf diverser Einzelkomponenten wurden hierbei erstmalig CAD-Methoden (AUTOCAD auf PC) benutzt. Die Strahlführung BW7B soll im wesentlichen einen hohen Photonfluß für die Proteinkristallographie liefern. Der gesamte Aufbau basiert auf Prinzipien, die im EMBL-Labor schon seit langem routinemäßig in Benutzung sind und sich als robust und einfach in der Handhabung erwiesen haben. Die optischen Elemente der Strahlführung

sind: ein mit Rhodium beschichteter Vorspiegel um den Großteil der thermischen Leistung auszublenden, ein dreieckiger gekrümmter Monochromator und ein in Einzelsegmente geteilter Glaspiegel zur vertikalen beziehungsweise horizontalen Fokussierung. Alle Komponenten, die hoher thermischer Belastung ausgesetzt sind (Vorspiegel, Monochromator, Spalte und Strahlteiler) sind wassergekühlt. Am Ende der Strahlführung befindet sich ein großer optischer Tisch, der durch Lagerung auf drei Beinen eine sehr präzise Ausrichtung der auf dem Tisch montierten Komponenten relativ zum Strahl ermöglicht. Die Einstellbarkeit der Wellenlänge wird durch Verfahren des gesamten Aufbaus um eine vertikale Achse erreicht (Abb. 51).

Die Software zur Steuerung der Schrittmotoren, Auslesen der Strahlintensitäten an verschiedenen Punkten und Durchführung diverser Justiervorgänge ist als eine auf „Lab View“ (National Instruments Inc.) basierende MS-Windows Applikation implementiert. Die hier angewendete Strategie der objektorientierten Programmierung hat sich als sehr effiziente Methode sowohl zur Neuentwicklung von Prozeß-Software als auch zur schnellen Anpassung bestehender Software erwiesen. Nachdem die Strahlführung BW7B am 7. Oktober die ersten monochromatischen Röntgen-Photonen lieferte, wurde sie genutzt um mit sehr kurzen Belichtungszeiten Beugungsdaten an Proteinkristallen zu sammeln. Ein Beispiel einer Aufnahme ist in Abbildung 52 zu sehen.

Neben maßgeblicher Beteiligung an dem obigen Projekt hat die Belegschaft der EMBL-Werkstatt die anderen fünf Strahlführungen des EMBL gewartet und in Betrieb gehalten.

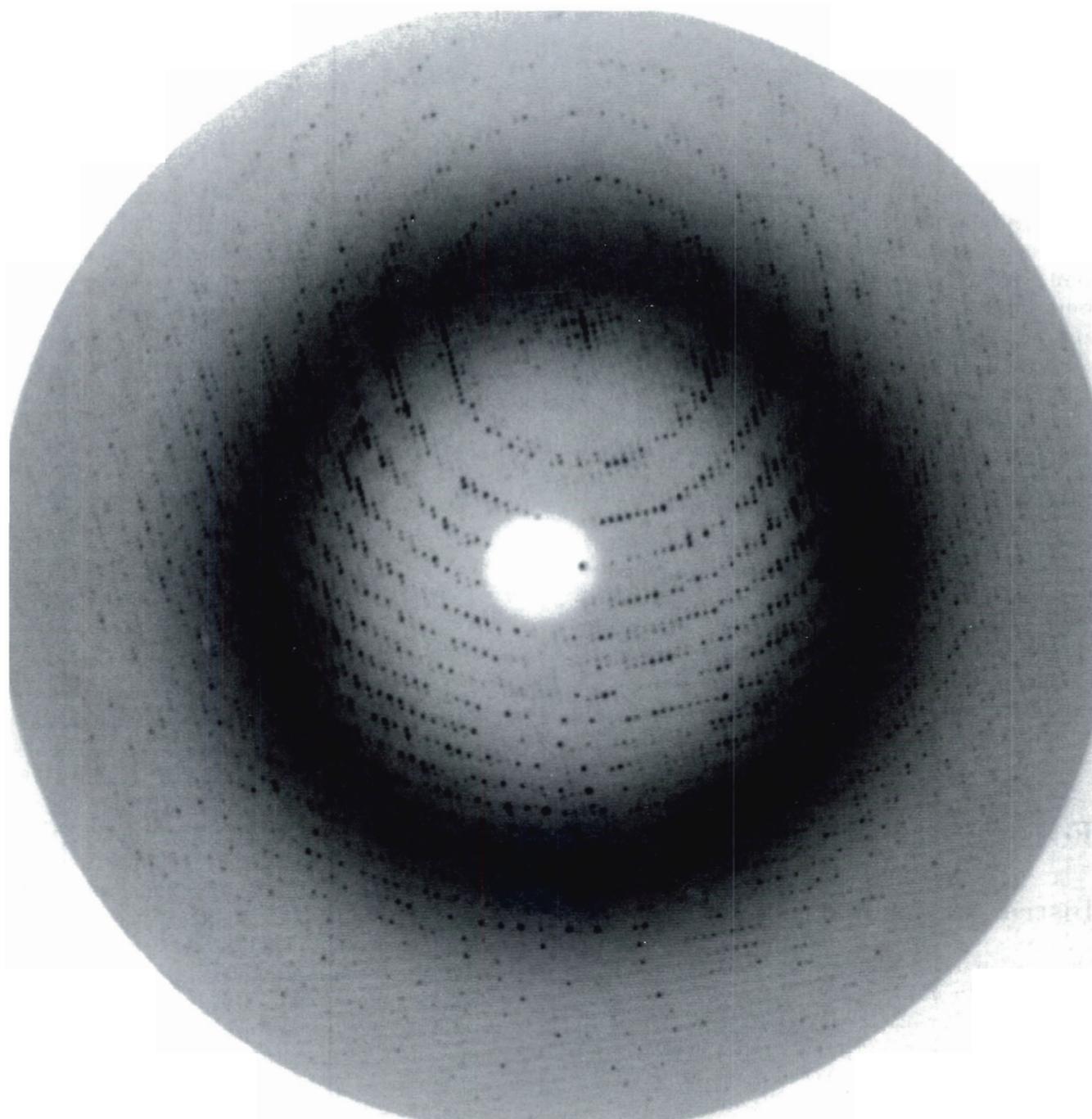


Abbildung 52:  $0.5^\circ$  Oszillationsaufnahme eines Kristalls eines Tryptophanase-Komplexes. Die Belichtungszeit betrug ca. 10 Sekunden, die Auflösung ist ca.  $2.0 \text{ \AA}$ .

## Proteinkristallographie

Die Leistungsfähigkeit des neuen Meßplatzes BW7B wird an den drastisch reduzierten Belichtungszeiten bei der Sammlung eines Röntgenbeugungsdatensatzes an einer Trypsin-ähnlichen Protease deutlich. Die Daten bis zu atomarer Auflösung (1.07 Å) wurden mit Oszillationen von 1° bei einer Belichtungszeit von 10 Sekunden mit einem MAR Research Imaging Plate Scanner aufgenommen. Diese Daten werden es ermöglichen, das Strukturmodell mit anisotropen Temperaturfaktoren zu verfeinern und sollten es erlauben, die detaillierte atomare Struktur (einschließlich der Wasserstoffatome) in der Umgebung des aktiven Zentrums zu bestimmen. Die Gesamtbelichtungszeit für die Aufnahme dieses kompletten Datensatzes bei atomarer Auflösung betrug an BW7B 25 Minuten. Damit wird die Auslesezeit des Imaging Plate Scanners mit zwei Minuten Scan- und Abspeicherzeit pro 10 Sekunden Aufnahme der zeitbestimmende Faktor.

Die Meßplätze X11 und X31 waren während der gesamten Hauptbenutzerzeit kontinuierlich in Betrieb. Zur Datensammlung wurden durchgehend Imaging Plate Scanners eingesetzt. Gegen Ende des Jahres wurde an X11 zusätzlich ein Oxford Instruments Cryostream zur Kühlung von Kristallen montiert um Experimente bei Temperaturen bis hinunter zu 100 K durchzuführen.

Im Oktober/November wurde ein Workshop zum Thema „Datensammlung mit Synchrotronstrahlung“ abgehalten, an dem 16 Wissenschaftler aus allen Teilen Europas teilgenommen haben. Dieser Workshop wurde durch Förderung sowohl durch die EG über das „Large Installations Project Grant“ an HASYLAB als auch durch Mittel der European Science Foundation ermöglicht.

## Biochemie und Molekularbiologie

Das Hauptprojekt befaßte sich mit Studien an den Chitin abbauenden Enzymen Chitinase A und Chitobiase (Zusammenarbeit mit A.B. Oppenheim, The Hebrew University, Jerusalem). Beide Enzyme sind von außerordentlicher biotechnologischer Bedeutung. Nach der Kristallisation von

Chitinase A wurden native Daten bis zu einer Auflösung von 2.25 Å gesammelt. Die aus der anomalen Streuung eines Pb-Derivats erhaltene Phaseninformation ist von sehr hoher Qualität. Nach „Solvent-Flattening“ ist eine gute Elektronendichte vorhanden, die bereits die wesentlichen strukturellen Merkmale zeigt. Das Molekül besteht aus einem achtsträngigen „ $\alpha\beta$ -barell“ und einer zweiten Untereinheit mit weniger gut definierter Elektronendichte. An Chitobiase, dem Enzym, das den zweiten Schritt des Chitinabbaus durchführt, wurden Daten bis 2.0 Å gesammelt. Bisher wurden ein Au-Derivat von guter Qualität und ein Pt-Derivat von etwas geringerer Qualität gefunden, so daß die Lösung auch dieser Struktur in naher Zukunft möglich sein sollte.

## Röntgenabsorptionsspektroskopie

Das auf IBM-kompatiblen Personalcomputern basierende Datenakquisitionssystem wurde um einen zusätzlichen Modus zur Datensammlung erweitert. In diesem neuen Modus bewegt sich der Monochromator-Schrittmotor kontinuierlich mit einer einstellbaren Frequenz, wobei alle Datenkanäle geöffnet sind. Nach einer vorgewählten Zeitdauer, die einem bestimmten Datenpunkt entspricht, wird der Inhalt aller Kanäle in den on-board-Speicher eines HYTEC MCS727 CAMAC Modules übertragen. Am Ende eines Auslesezykluses stoppt der Motor und die gesamten Daten werden aus dem Modulspeicher in den Datenaufnahme-PC übertragen. Erste Testexperimente mit Kalibrationsfolien gaben vielversprechende Resultate. Ein wesentlicher Vorteil ist, daß die vorhandene Strahlzeit effizienter genutzt werden kann. Das Verhältnis zwischen Datensammlungs- und Gesamtzeit per Spektrum, das im normalen „step-by-step“ EXAFS-Betriebsmodus etwa 1:2 ist, kann durch den neuen Aufnahmemodus entscheidend verbessert werden.

Das Programmpaket EXPROG (EXAFS Auswertungs Software für PCs) wurde 1992 bereits erfolgreich zur schnellen Online-Datenreduktion eingesetzt. 1993 wurden Änderungen und Verbesserungen an den bestehenden Programmen vorgenommen. Der überwiegende Teil der während des

Berichtsjahres im Fluoreszenz-Modus gemessenen Spektren wurde mit Hilfe des 13-Element SSD-Detektors aufgenommen. Der vorhandene Meßaufbau ist für einen Großteil der Projekte ausreichend. Für Untersuchungen bei niedrigeren Zählraten (z.B. verdünnte Proteinlösungen an der Fe-Kante oder Einkristall-XAS) ist es notwendig, den SSD-Detektor an einem Wiggler-Meßplatz einzusetzen.

## Muskeln und biologische Membranen

An der Strahlführung X13 wurde nahe am Monochromator ein Strahlmonitor (Entwurf in Zusammenarbeit mit H. Wittmann, Heidelberg) eingebaut und die Spiegelbank wurde neu justiert. Der Meßplatz war während der gesamten Strahlzeit kontinuierlich in Betrieb.

Für Experimente an Phasenübergängen nahe dem Gleichgewicht wurde am Thermostat ein PC-Interface installiert, das die ferngesteuerte Erhitzung und Abkühlung der Proben in Raten von bis zu 0.1°C pro Minute erlaubt. Nach wie vor stellen Detektoren, die in der Lage sind, sowohl die hohen lokalen als auch die hohen Gesamtzählraten, die in Experimenten mit Lipiden auftreten, zu verarbeiten, eine Herausforderung dar. Es besteht die Hoffnung, daß die neuen Systeme, die zur Zeit am EMBL-Heidelberg und EMBL-Grenoble entwickelt werden, in naher Zukunft zur Verfügung stehen.

## Nichtkristalline Systeme

An der Strahlführung X33 wurden zur Erleichterung von Justierarbeiten Strahlmonitore eingebaut. Die Arbeiten an den Datenaufnahmepro-

grammen wurden mit der Erweiterung um einige zusätzliche Unterprogramme abgeschlossen. Eine neue Version der Programme in C++, die die 32-Bit Fähigkeit von OS/2 ausnutzt und eine zeitgemäße Benutzeroberfläche bietet, befindet sich in der Entwicklung (in Zusammenarbeit mit F. Golding, Lancaster). Die Prototypen der NIM-„time-to-digital“-Konvertierer, die von F. Cipriani an der EMBL-Außenstelle Grenoble auf der Basis schneller Uhren entwickelt wurden, wurden zusammen mit den Linear- und Flächendetektoren in mehreren Projekten ausgiebig genutzt.

Im Bereich der Bestimmung von Gestalt und innerer Struktur von Teilchen in monodispersiven Systemen aus Kontrastvariationsmessungen wurden neue Methoden mit einem erweiterten Gültigkeitsbereich entwickelt. Ein Formalismus zur Berücksichtigung der Dichtefluktuationen im Inneren eines Partikels bekannter äußerer Gestalt und zur Berechnung der Streuung eines aus zwei Komponenten bestehenden Partikels auf der Basis der räumlichen Positionen und/oder Gestalt der Einzelkomponenten wurde abgeleitet. Diese Methoden wurden im Programm zur Analyse von Daten aus Kontrastvariationsexperimenten an ein- und zweikomponentigen Strukturen implementiert und für den Fall der ribosomalen Untereinheit 50S angewandt. Basierend auf dem Konzept der Auflösungsfunktion, die alle möglichen Gerätefehler, die zur Verschmierung gemessener Kurven führen, miteinbezieht, wurden Algorithmen zur Verschmierung theoretischer Kurven implementiert. Ihre Benutzung in der multivariaten Minimierungsmethode zur Gestaltanalyse erlaubt neben der Möglichkeit der direkten Anpassung der Daten aus Kontrastvariationsexperimenten mit Neutronen die gleichzeitige Auswertung von Synchrotron- und Neutronenkontrastdaten (Zusammenarbeit mit J. Skov Pedersen, Risø).

# 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, -teilung und -transport,
- das Ribosom und seine Funktion in der Proteinbiosynthese.

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

### Forschungsschwerpunkte

#### Proteindynamik

Die MPG-Gruppe „Proteindynamik“ entwickelt Verfahren der Proteinkristallographie mit Synchrotronstrahlung und betreibt eine Meßstation an einer Wiggler-Strahlführung (BW6) an DORIS. Sie untersucht Struktur-Funktionsbeziehungen

von Enzymen in katalytischen Zwischenzuständen mit Hilfe von Röntgenbeugung, optischer Mikrospektrometrie und gerichteter Mutagenese.

Einen Schwerpunkt der Arbeiten im Berichtsjahr bildeten Untersuchungen der Struktur von Hefe-Hexokinase. Hexokinase katalysiert als ersten Schritt des Zuckerstoffwechsels den Transfer eines Phosphats von ATP zur Glukose. Zur Bindung des Zuckersubstrats sowie des Nukleotids sind erhebliche Änderungen in der dreidimensionalen Struktur des Enzyms erforderlich. Der ternäre Komplex aus Enzym, Glukose und ATP ist nur für kurze Zeit (einige Millisekunden) stabil. Als Zwischenschritt zur Kristallstrukturanalyse dieses Komplexes mit zeitaufgelösten Beugungsmethoden wurden die Änderungen in der Konformation des Enzyms bei der Bindung der Glukose sowie die eigentliche Glukosebindungsstelle untersucht. Mit Hilfe gerichteter Mutagenese wurde der Einfluß von Punktmutationen auf die Spezifität bestimmt. Kristallstrukturen mehrerer Mutanten sowie des Wildtyps wurden mit und ohne Glukose bei hoher Auflösung bestimmt. Dies sind die ersten dreidimensionalen Strukturen der Hefe-Hexokinase mit korrekten Sequenzen. Erstmals konnten die gebundene Glukose und ihre Bindungsumgebung unmittelbar in der Elektronendichteverteilung lokalisiert werden. Es zeigte sich, daß die Wechselwirkung mit Glukose Änderungen in der Enzymkonformation verursacht, die neben einer Relativbewegung der beiden Domänen des Enzymmoleküls umfangreiche Bewegungen innerhalb der kleineren Domäne umfassen. Die internen Bewegungen resultieren vor allem aus Umorientierungen in Teilen der Polypeptidkette ohne sekundäre Strukturelemente (Loops). Als Ergebnis dieser Bewegungen wird Wasser aus der Umgebung der Reaktionsstelle verdrängt, so daß die Phosphorylie-

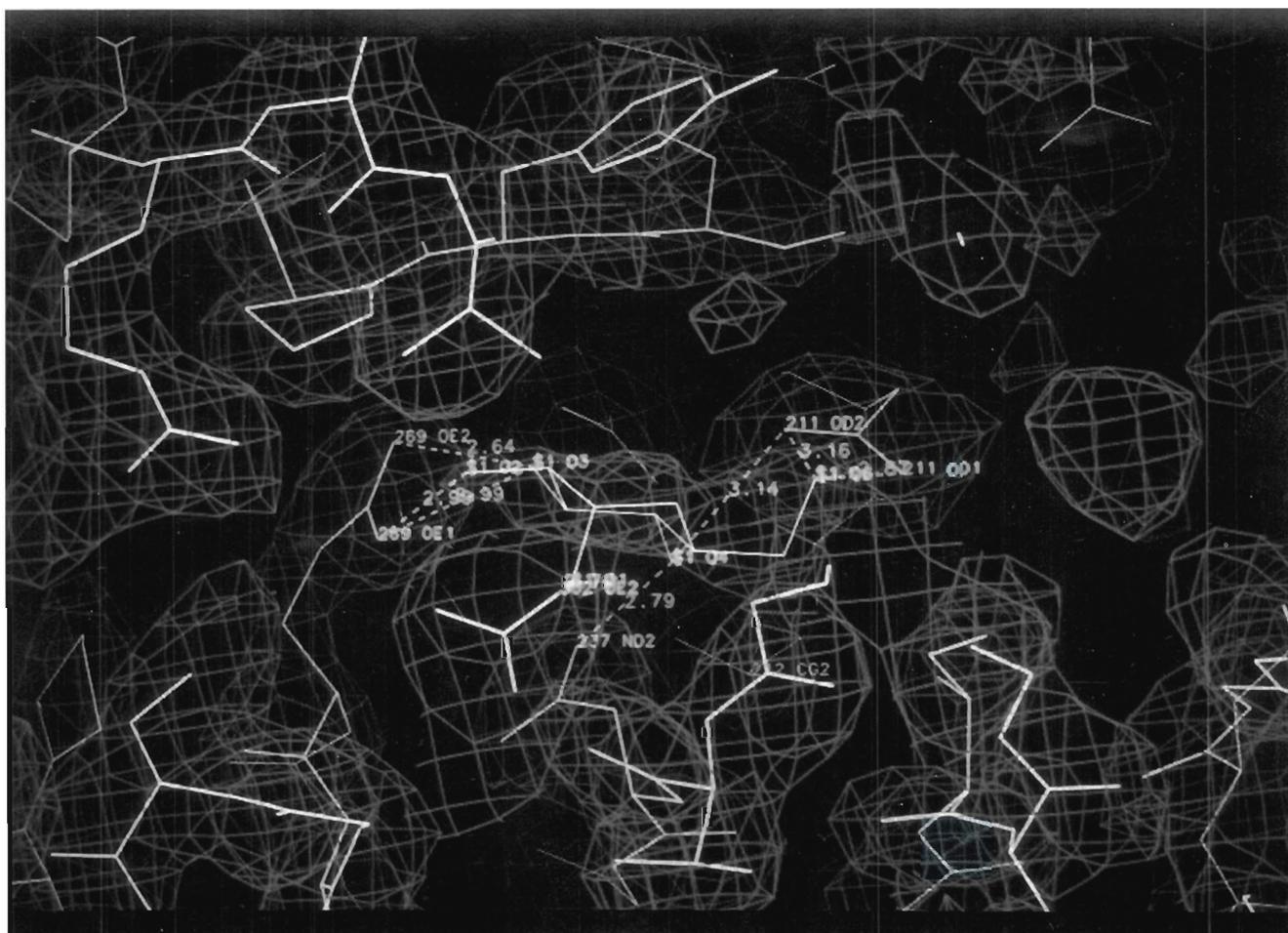


Abbildung 53: Elektronendichteverteilung und Strukturmodell im Bereich der Glukose-Bindungstelle der Hefe-Hexokinase.

zung der Glukose mit hoher Effizienz erfolgen kann (Abb. 53).

Zeitaufgelöste (Laue-)Röntgenbeugungsmessungen mit breitbandiger Synchrotronstrahlung führen zu einer Erwärmung des Probenkristalls im einfallenden Strahl, die den Verlauf einer enzymatischen Reaktion sowie die Lebensdauer des Kristalls beeinflussen kann. Eine derartige Erwärmung wurde erstmals experimentell bestimmt.

Es wurde eine neuartige Methode entwickelt, die eine berührungslose Messung der Temperatur im Proteinkristall mit Hilfe zeitaufgelöster optischer Mikrospektrometrie ermöglicht. Sie beruht auf der Temperaturabhängigkeit der optischen Banden eines pH-Indikators, der in geringer Konzentration in den Kristall eindiffundiert wird. Im Bereich der Zimmertemperatur wird eine Genauigkeit von etwa  $0.1^{\circ}\text{C}$  erreicht. An einer nichtfokussierenden Meßstation an einem Krümmungsmagneten von DORIS wurde bei Belichtung von Trypsinkristallen mit dem weißen Röntgenstrahl über einen Zeitraum von wenigen Sekunden Erwärmungen um etwa  $10^{\circ}\text{C}$  gemessen. Im monochromatischen Strahl konnte dagegen selbst an einer fokussierenden Wiggler-Meßstation keine wesentliche Erwärmung festgestellt werden. Die Meßmethode kann in modifizierter Form auch zur Temperaturbestimmung an nichtbiologischen Proben eingesetzt werden.

## Zytoskelett

Die Arbeitsgebiete der MPG-Gruppe „Zytoskelett“ umfassen Untersuchungen der Struktur von Proteinfasern des Zytoskeletts (Mikrotubuli), Experimente zur zeitaufgelösten Röntgenbeugung von biologischen Polymerisationsprozessen und Oszillationen sowie Arbeiten zur Bestimmung der Struktur und Funktion von Tubulin, Mikrotubuli-assoziierten Proteinen und Motorproteinen aus Nervenzellen. Weitere Untersuchungen betreffen die Dynamik von zellulären Bewegungs-, Polymerisations- und Transportprozessen sowie die Struktur von Tau-Protein und seine Rolle in der Alzheimer-Krankheit.

**Das Motor-Protein Kinesin und seine Wechselwirkung mit Mikrotubuli:** In Nervenzellen müssen Stoffe über so große Entfernungen transportiert werden, daß die Diffusion allein nicht ausreichen würde. Dafür hat die Natur ein Verkehrssystem entwickelt (Abb. 54). Mikrotubuli sind die „Gleise“, sie werden durch die „Schwellen“ der Mikrotubuli-assoziierten Proteine (zum Beispiel Tau-Protein) stabilisiert, Motorproteine wie Kinesin bilden die „Lokomotiven“, Vesikel bilden die „Waggons“ und transportieren zum Beispiel Neurotransmitter, Aminosäuren, oder Proteine. Der Treibstoff für die Motorproteine ist ATP, das während der Bewegung zu ADP gespalten wird und dabei chemische Energie freisetzt, die in mechanische Energie verwandelt wird. Das Motorprotein Kinesin wurde in rekombinanter Form hergestellt, das heißt durch Bakterienzellen produziert; insbesondere wurden verschiedene funktionelle Domänen des Kinesins separat hergestellt. Die Kopfdomäne bindet an die Mikrotubuli und erzeugt die Kraft. Durch die Anbindung verändert sich das Röntgenbeugungsmuster der Mikrotubuli, so daß man den Bindungsvorgang und die Strukturveränderung beobachten kann. Die Kopfdomänen binden mit einer Periodizität von 8 nm, entsprechend dem Abstand der  $\alpha$ - $\beta$ -Heterodimere des Tubulins längs eines Mikrotubulus. Dies entspricht wahrscheinlich auch dem „Einheitsschritt“ eines Kinesin-Kopfes bei der Bewegung und der Hydrolyse eines ATP-Moleküls. Die periodische Dekoration von Mikrotubuli mit Kinesin läßt außerdem Rückschlüsse auf die Struktur der Mikrotubuli zu und zeigt, daß das bisher gängige Bild revidiert werden muß.

**Tau-Protein:** Wie in Abbildung 54 gezeigt, bindet Tau an die Außenseite der Mikrotubuli und stabilisiert sie dadurch. Fällt das Protein von den Mikrotubuli ab, dann zerfallen auch die Mikrotubuli. Gleichzeitig kann Tau zu unlöslichen verdrehten Fasern aggregieren; dies geschieht zum Beispiel bei der Alzheimerkrankheit. Die Versuche, die Struktur des Proteins im normalen und anomalen Zustand zu definieren, wurden fortgesetzt. Dazu wurden eine Reihe von rekombinanten Formen des Tau-Proteins bakteriell erzeugt und mit Röntgenbeugung und Elektronenmikroskopie untersucht.

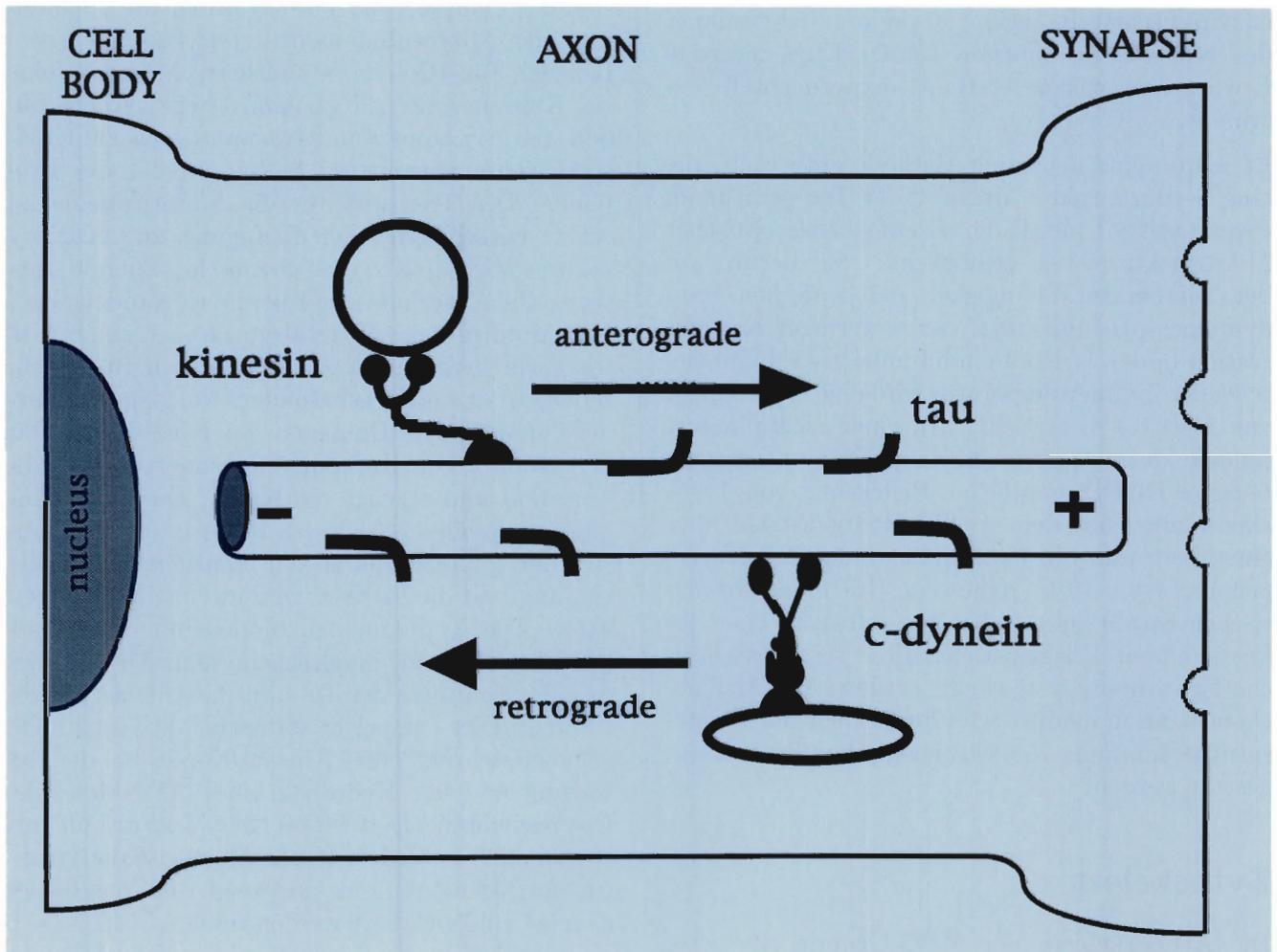


Abbildung 54: Schema des Transportsystems in Nervenzellen. Links der Zellkern, rechts die Synapse, dazwischen das Axon, das sehr lang sein kann (bis 1 m). Mikrotubuli sind die „Gleise“, Tau-Protein die „Schwellen“, Kinesin- und Dynein-Moleküle die Motoren für Vorwärts- und Rückwärtstransport, die Vesikel enthalten die Ladungen.

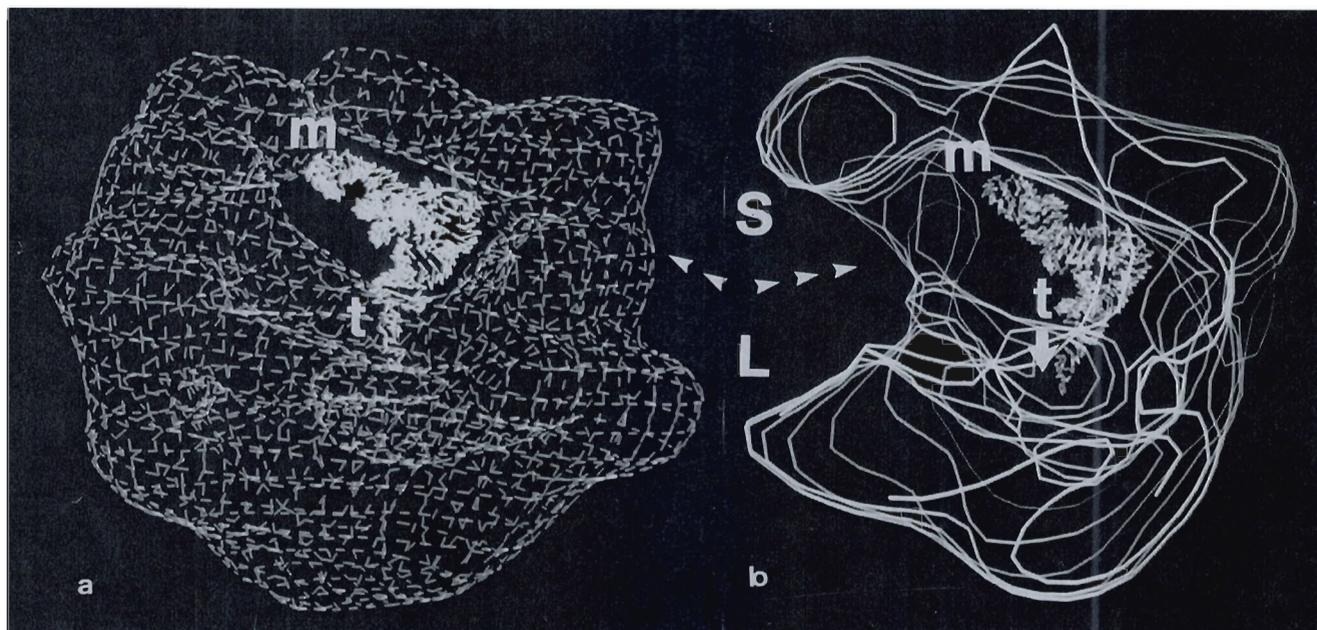


Abbildung 55: Modell des rekonstruierten Ribosoms. *S* und *L* sind die kleine und die große Untereinheit; *t* ist der Eingang zum Tunnel, *m* zeigt die Bindungsstelle der *tRNA*. Die Abbildungen links und rechts zeigen zwei unabhängige Rekonstruktionen in unterschiedlicher schematischer Darstellung.

Im Gegensatz zu den meisten löslichen Proteinen der Zelle zeigt Tau keine definierte Form. Es kann zum Beispiel kein definierter Streumassenradius festgestellt werden, noch gibt es Anzeichen für eine interne Sekundärstruktur. Andererseits hat das Protein eine sehr genau definierte Stöchiometrie der Bindung an Mikrotubuli. Diese Eigenschaften sind scheinbar widersprüchlich. Denkbar ist, daß die Struktur erst durch die Wechselwirkung induziert wird (etwa so, als ob die „Schwellen“ ihre Form erst durch Wechselwirkung mit den „Gleisen“ bekämen).

## Struktur des Ribosoms

Die Arbeitsgebiete der MPG-Gruppe „Struktur des Ribosoms“ sind die Röntgenstrukturanalyse an Einkristallen von Ribosomen und ihren Untereinheiten mit Synchrotronstrahlung bei tiefen Temperaturen sowie die dreidimensionale Bildrekonstruktion elektronenmikroskopischer Aufnah-

men von Ribosomenpartikeln, die in zweidimensionalen kristallinen Schichten angeordnet sind.

Ribosomen sind bisher die einzigen Organellen der lebenden Zelle, die kristallisiert werden konnten. Ribosomen sind supramolekulare Aggregate, die einen grundlegenden Prozeß katalysieren - die Übersetzung des genetischen Codes in Proteine. Ein bakterielles Ribosom hat ein Molekulargewicht von 2.3 Millionen Dalton. Es enthält drei lange Ribonukleinsäureketten mit einer Länge von etwa 5000 Nukleotiden, sowie 57-73 verschiedene Proteine (je nach Organismus). Diese Komponenten verteilen sich auf zwei Untereinheiten, die für die Proteinbiosynthese zusammenkommen müssen.

Ribosomen sind instabil und daher schwierig zu kristallisieren. Durch lange Versuchsreihen konnten Bedingungen gefunden werden, in denen Ribosomen reproduzierbar kristallisieren. Sie konnten außerdem in definierter Weise mit Schweratom-Clustern modifiziert werden (dies spielt für die Phasenbestimmung eine Rolle). Alle Kristalle

kommen von extrem halophilen oder thermophilen Bakterien, zum Beispiel vom Toten Meer in Israel. Sie diffraktieren bis zu einer Auflösung von 0.29 nm. Die großen Dimensionen der Einheitszelle, die schwache Beugung, die große Mosaizität und die Form der Kristalle (dünne Plättchen oder Nadeln) machen es erforderlich, daß alle Schritte der kristallographischen Analyse mit der intensiven und hoch kollimierten Synchrotronstrahlung durchgeführt werden. Dabei wurden besonders die Methoden der Kryo-Kristallographie wichtig: Bei einer Temperatur von 90 K sind die Kristalle so stabil, daß sie für mehrere Datensätze belichtet werden können, und sie lassen sich außerdem monatelang speichern.

Ein weiterer wesentlicher Punkt war die Herstellung eines Schweratomderivats, bei dem Undekagold (11 Goldatome) über einen kurzen und starren Arm an das Ribosom gekoppelt werden konnte. Auch dieses Derivat konnte jetzt kristallisiert wer-

den und liefert Diffraktionsdaten von guter Qualität. Der Schweratom-Cluster konnte außerdem an die Base 47 von tRNA<sup>Phe</sup> gekoppelt werden, das als Überträger der Aminosäure Phenylalanin fungiert. Der Komplex wurde im Cryo-STEM (scanning transmission electron microscope) dargestellt. Auch die derivatisierte tRNA war in der Lage, Aminosäuren zu binden und sich an das Ribosom anzulagern, das heißt, sie war noch funktionell intakt. Durch Kombination von Röntgendaten und Elektronenmikroskopie wurde das Ribosom und seine große Untereinheit bei einer Auflösung von ca. 3.0-4.7 nm rekonstruiert. Die Rekonstruktion zeigt die Form des Ribosoms insgesamt, die vermutliche Bindungsstelle der tRNA und den Tunnel im Ribosom, durch den die neu synthetisierte Polypeptidkette des Proteins austreten kann (Abb. 55). Modelle dieser Art werden jetzt ihrerseits benutzt, um die Röntgendiffraktionsmuster bei höherer Auflösung zu interpretieren.

# Technische Entwicklungen

## Service-Tätigkeiten

Wie in jedem Jahr wurde ein Teil der Zeit für die Durchführung von Service-Tätigkeiten auf den Gebieten der digitalen Datenerfassung und -verarbeitung aufgewendet. Insbesondere sind hier zu erwähnen das Management und die Pflege der Systeme des VAX-Clusters, der SUN-Systeme (DAZIX-INTERGRAPH) zur Leiterplattenentwicklung, sowie der Terminalserver.

Weitere Servicetätigkeiten umfaßten die Betreuung der schnellen Datenverbindungen zwischen den HERA-Experimenten und dem zentralen Rechenzentrum, die Betreuung der Anlagen zur SMD-Bestückung von Leiterplatten sowie die Bereitstellung allgemeiner Entwicklungswerkzeuge wie zum Beispiel XILINX (programmierbare Gate-Arrays) und LOGIC (PROMs/PALs).

## PADAC-Systeme

Mit der Außerbetriebnahme des alten On-line-Systems ist die Zahl der installierten PADAC-Systeme stark zurückgegangen, neue Entwicklungen werden nur noch in Ausnahmefällen durchgeführt. Dennoch muß noch eine gewisse Pflege des PADAC-Systems weiterhin durchgeführt werden, da sich noch eine sehr große Zahl von Modulen (insbesondere bei MKI) im Einsatz befinden.

Ein neues Modul wurde für HASYLAB zur Verbesserung der Speicherauslese im Angiografieprojekt gebaut, da sich hier sehr gut der für das schnelle On-line-System entwickelte Glasfaserübertragungsmodul einsetzen ließ.

## CAD-System zur Leiterplatten-erzeugung

Das zur Zeit aus 11 Arbeitsplätzen bestehende CAD-System zur Leiterplattenerzeugung wurde den DESY-Anforderungen entsprechend weiterentwickelt (Einführung neuer Versionen der System- und Applikationssoftware, Speichererweiterungen, größere Platten etc.). Um auch die größten bei DESY vorkommenden Leiterplatten (ca. 50 × 50 cm, 5000 Bauteile etc.) problemlos bearbeiten zu können wurde die Route-Engine durch einen Softwarerouter (auf einer SPARC-10) ersetzt. Hierdurch wurde gleichzeitig erreicht, daß in der gesamten Anlage nur noch Standard-Hardware eingesetzt wird. Das CAD-System zur Leiterplattenerzeugung wurde nach wie vor mit einem hohen Auslastungsgrad betrieben.

## SMD-Labor

Im Rahmen des bei der Gruppe betriebenen kleinen Labors für SMD-Technik wurden wiederum eine ganze Reihe von Prototypenbestückungen durchgeführt und komplizierte Spezialprobleme (ungewöhnliche Materialien, schwierige Reparaturen etc.) erfolgreich bearbeitet.

## Bonding-Verbindungstechnik

Es wurden weitere Erfahrungen im „Bonden“ (Abb. 56) gesammelt und die Einrichtung des Labors durch den Erwerb weiterer Geräte (unter anderem eine Ritzmaschine für die Bearbeitung von Siliziumscheiben) vervollständigt.

Vorversuche für die Herstellung von Si-Detektoren wurden (in Zusammenarbeit mit den betroffenen

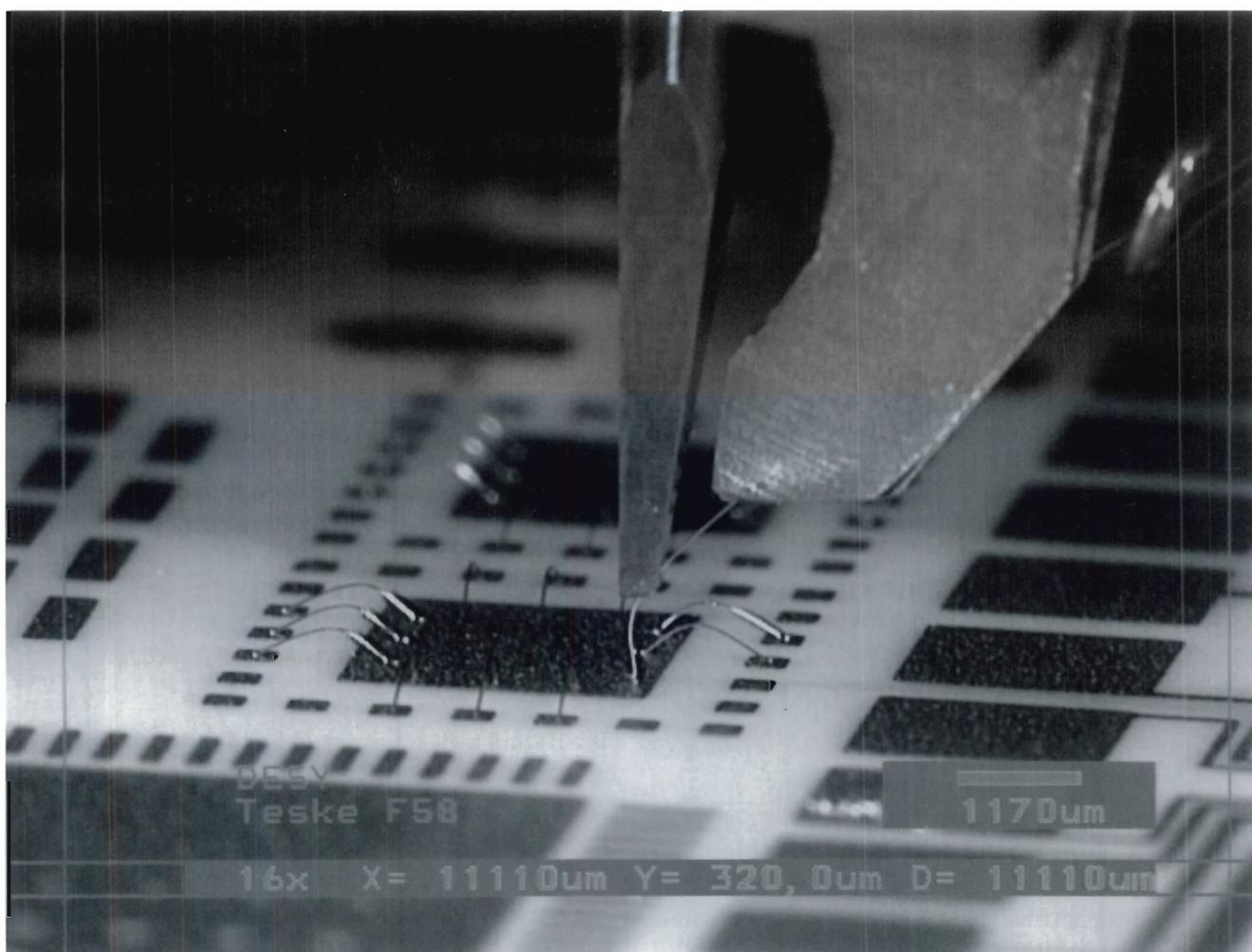


Abbildung 56: *Der Bonding-Vorgang.*

DESY-Gruppen) erfolgreich abgeschlossen. Hierbei mußten insbesondere die Probleme gelöst werden, die sich beim Bonden zwischen Kontakten in unterschiedlicher Höhe ergeben.

In diesem Zusammenhang wurde auch mit dem Kleben und mit der Herstellung von Bondverbindungen über Klebestellen hinweg begonnen. Die Schwierigkeiten hierbei entstehen dadurch, daß die Ultraschallschweißung (Bondverbindung) auf Material ausgeführt werden muß, das nicht fest auf dem Untergrund aufliegt.

Die Entwicklungen hinsichtlich zerstörungsfreier Prüfverfahren wurden fortgesetzt.

Während des Berichtjahres wurde bei gegenseitigen Besuchen ein sehr intensiver Gedankenaustausch mit der Universität Dresden, dem Fraunhoferinstitut für Mikrotechnik in Berlin, sowie zahlreichen Industriebetrieben gepflegt.

### **Schnelle Online-Verbindung zum Rechenzentrum**

Die Hochgeschwindigkeits-Verbindungen zwischen dem IBM-Rechner im zentralen Rechenzentrum und den VME-Crates in den HERA-Experimenten wurde in Details weiter verbessert. Die Online-Verbindung wird von beiden Experimenten intensiv genutzt und hat sich als sehr stabil erwiesen: der von den Experimenten geplante Ersatz durch Standard-Verfahren wurde bisher nicht realisiert.

### **Bereitstellung von Entwicklungswerkzeugen**

Es wurde mit der Installation des ASIC-Entwicklungsprogramms „MAGIC“ sowie einer komfortablen Version des „PSPICE“-Simulators begonnen. Beide Programme werden in Kürze in der Form zur Verfügung stehen, daß sie von jedem X-Terminal auf dem Gelände aufrufbar sind.

Für die zur Zeit auf PC betriebenen Entwicklungswerkzeuge (wie LOGIC, XILINX etc.) wird zur Verbesserung des Angebots und zur Erleichterung der Wartung ein Novell-Server installiert.

### **ISDN, VIDEO**

Es wurden Voruntersuchungen für den Einsatz von Videokonferenzsystemen auf ISDN-Basis durchgeführt. Außerdem wurden weitere Möglichkeiten untersucht, die dringend erforderliche Verbesserung des Zugangs von Home-Terminals über ISDN (Voraussetzung für den Einsatz von X-Terminals) zu realisieren.

### **Zentrales VAX-Cluster und Netzwerkaktivitäten**

Über die Aktivitäten auf den Gebieten der VAX-Cluster und der Netzwerke wird im Rahmen der zentralen Darstellung der DESY-Datenverarbeitung berichtet (Seite 234ff).



# Bibliothek und Dokumentation

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

Die Literaturstellen werden seit 1963 im „Hochenergiephysik-Index“ kumuliert. Vierzehntägig werden Literaturprofile für Kunden sowie ein Heft der Zeitschrift „High Energy Physics Index“ (HEPI) erstellt. In diesen Intervallen werden die Daten auch in Datenbanken geladen, z.B. in die SPIRES-online-Datenbank HEP.

Zu den weiteren Dienstleistungen der Gruppe gehören die Verwaltung des Druckes wissenschaftlicher DESY-Veröffentlichungen (1993 gab es 201 DESY-Berichte, 55 Interne Berichte und 110 Publikationen in Fachzeitschriften), die wöchentliche Information über Neuerscheinungen (Bibliotheksmitteilungen), die Führung eines Konferenzenkalenders und die Übersetzung wissenschaftlicher Veröffentlichungen vom Russischen ins Deutsche oder Englische.

Als anerkannte Ausbildungsstelle bildet die DESY-Bibliothek Assistenten an Bibliotheken aus und stellt Praktikumsplätze für Studenten des Bibliothekswesens zur Verfügung.

## Bibliotheken

DESY hat eine Zentralbibliothek und zwei Institutsbibliotheken im Hamburger Synchrotronstrahlungslabor (HASYLAB) und im DESY-Institut für Hochenergiephysik (DESY-IfH) in Zeuthen.

Die Monographien der HASYLAB-Bibliothek, ungefähr 90% der Bücher der Zentralbibliothek und etwa 2100 Bücher der DESY-IfH-Bibliothek konnten Ende 1993 über den gemeinsamen OPAC (Online Public Access Catalogue) der drei Bibliotheken nachgewiesen werden.

## Zentralbibliothek

Im Berichtsjahr benutzten etwa 1700 Leser regelmäßig die Zentralbibliothek. Sie verursachten durchschnittlich 263 Ausleihvorgänge pro Woche. Im nehmenden Leihverkehr wurden 728, im gebenden 207 Literaturbestellungen positiv bearbeitet.

Die Bibliothekssoftware ist erweitert worden: Seit Oktober 1993 werden alle rechnerlesbar katalogisierten Bücher nur noch EDV-gestützt ausgeliehen: auch die Erwerbung erfolgt computergestützt.

Die Entwicklung des Bibliotheksbestandes im Berichtszeitraum zeigt Tabelle 6.

## HASYLAB-Bibliothek

Die Institutsbibliothek im HASYLAB enthält im wesentlichen Literatur (Bücher und Zeitschriften) zur Festkörperphysik. Erwerbung und Katalogisierung werden von der Zentralbibliothek durchgeführt. Für die Benutzung gibt es laborinterne Regelungen.

	Zugang	Löschungen	Bestand (31.12.1993)
Monographien	1 513	107	22 206
Gebundene Zeitschriftenbände	897*	—	20 173
Laufend gehaltene Zeitschriften	27	7	429**
Berichte und Vorabdrucke	7 994	5 365***	56 400

\*Hierin sind 64 Bände für EMBL enthalten

\*\*8 Zeitschriftenabonnements für EMBL zzgl. 11 Abonnements für Tages-/Wochenzeitungen

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

Tabelle 6: *Entwicklung des Bibliotheksbestandes in 1993.*

## DESY-IfH-Bibliothek

Die IfH-Bibliothek wird von 145 Lesern regelmäßig genutzt. Sie konnten sich Ende des Berichtsjahres aus 5 800 Monographien, 6 350 Zeitschriftenbänden und etwa 12 000 Forschungsberichten der letzten drei Jahre informieren. 97 Zeitschriftentitel sind abonniert.

1993 wurden 350 Literaturstellen besorgt, vor allem aus der DESY-Zentralbibliothek in Hamburg.

An den Räumen der IfH-Bibliothek wurden 1993 umfangreiche Umbau- und Renovierungsarbeiten vorgenommen. Es entstand eine neuer Zeitschriftenaal mit mehreren Lese- und Arbeitsplätzen.

## Dokumentation

### Hochenergiephysik-Index

Im Berichtsjahr wurden 20 265 Arbeiten aller Art (Berichte und Vorabdrucke, Zeitschriftenartikel, Konferenzbeiträge, Monographien) dokumentarisch aufbereitet, erfaßt und auf Magnetbändern kumuliert. Tabelle 7 zeigt die von der Dokumentation im Jahr 1993 erfaßten Publikationen. Die Datenbank des Hochenergiephysik-Index enthält jetzt insgesamt etwa 281 200 Publikationen. Die bibliographischen Daten der Forschungsberichte des Europäischen Laboratoriums für Teilchenphysik CERN wurden teilweise aus dem Datenbestand der dortigen Bibliothek übernommen.

Die Daten werden gedruckt als Zeitschrift „High Energy Physics Index“ (HEPI) mit jährlich kumulierten Autoren-, Sach- und Berichtsnummern-Registern. Sie wird vom Fachinformationszentrum Karlsruhe verlegt und weltweit vertrieben, und dient als Fachbibliographie für die Literatur in der Elementarteilchenphysik.

In der Literaturdatenbank HEP, die in Zusammenarbeit mit der Bibliothek des Stanford Linear Accelerator Center SLAC erstellt wird, können im SPIRES-System des DESY-Rechenzentrums Literaturrecherchen online durchgeführt werden.

Dieser Online-Dienst steht seit 1993 auch auswärtigen Nutzern zur Verfügung, und wurde von Universitäten und Forschungseinrichtungen genutzt. Im Berichtsjahr wurden insgesamt 3000 Fernverbindungssitzungen für Literaturrecherchen durchgeführt.

### Dokumentationsdienste

Der Literaturprofildienst (SDI – Selective Dissemination Information System) wurde 1993 von 267 Teilnehmern genutzt. Es wurden auch retrospektive Literaturrecherchen nach Titeln, Titelteilen, Autoren, Quellen und Schlagwörtern erstellt. Die Offline-Dienste werden jedoch zunehmend weniger genutzt, da seit 1988 in der im Rechenzentrum installierten Datenbank SPIRES online nach Literatur gesucht werden kann.

Im Rahmen des Magnetbanddienstes wurden die Daten des Hochenergiephysik-Index auch an zwei Universitäts-/Forschungsinstitute geliefert.

	experimentell	instrumentell	theoretisch	Summe
Berichte und Vorabdrucke	830	1 633	5 531	7 994
Veröffentlichungen*	1 502	1 805	8 946	12 271
Gesamt	2 332	3 438	14 495	20 265

\* Zeitschriften, Konferenzabhandlungen, Monographien

Tabelle 7: In 1993 dokumentarisch erfaßte Publikationen.

## Fachinformation

Außer auf die HEP-Datenbank besteht über das Fachinformationszentrum Karlsruhe Zugriff zu den Literatur- und Faktendatenbanken von STN-International. Online-Publikums-Kataloge (OPACs) anderer Bibliotheken werden regelmäßig genutzt.

Ein Produkt-Datensystem IC/DISCRETE auf CD-ROM, das Herstellerkataloge, Datenbücher, Datenblätter und technische Produktinformationen aller in Deutschland angebotenen Bauelemente und Baugruppen der Elektronik enthält, steht dem Benutzer ebenfalls zur Verfügung.

## Electronic Preprints

Seit Ende 1992 werden neue Forschungsberichte und Vorabdrucke zum Themenbereich der Elementarteilchenphysik aus verschiedenen Volltextdatenbanken übernommen. Sie werden dokumentarisch bearbeitet und programmtechnisch so aufbereitet, daß sie von den Benutzern (auch auswärtigen) auf PostScript-Printern ausgedruckt werden können.

## Ausbildung

Die Ausbildung zu Bibliotheksassistenten wird von der Zentralbibliothek durchgeführt. Im Berichtszeitraum haben zwei Auszubildende ihre Berufsausbildung abgeschlossen, eine befindet sich in der Ausbildung, eine hat sie begonnen. Zwei Studentinnen der Fachhochschule Hamburg absolvierten das sechsmonatige Praxissemester, ein Schüler ein dreiwöchiges Betriebspraktikum.

In der DESY-Dokumentation haben zwei Physiker/innen mit der berufspraktischen Ausbildung zu Wissenschaftlichen Dokumentaren begonnen.

## Mitgliedschaften

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



Abbildung 57: Zahlreiche Besucher der Hamburger Verbrauchermesse „Du und Deine Welt“ fanden sich auf dem DESY-Stand ein und nahmen die Möglichkeit wahr, sich über DESY und seine Forschungstätigkeiten zu informieren.

## Presse- und Öffentlichkeitsarbeit

Die Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter der Gruppe –PR– unterrichten die Öffentlichkeit über die Arbeit des Forschungszentrums DESY auf verschiedene Weise:

Mit Hilfe von studentischen Hilfskräften konnte 1993 der erfreulich hohen Zahl von über 460 Gruppen mit etwa 11 000 Besuchern in mehrstündigen Führungen mit einleitendem Vortrag Einblick in die Forschungsarbeit bei DESY in Hamburg – vereinzelt auch in Zeuthen – gegeben werden. Viele der Besuchergruppen kamen aus Schulen und Hochschulen, 20 Gruppen aus dem Ausland. Einmal im Monat werden DESY-Führungen durch Ankündigungen in den örtlichen Tageszeitungen bekannt gemacht. DESY war im Rahmen der Arbeitsgemeinschaft der Großforschungseinrichtungen auf der Industriemesse Hannover und mit ei-

nem eigenen Stand auf der Verbrauchermesse „Du und Deine Welt“ in Hamburg vertreten.

Von der Gruppe wurde, wie jedes Jahr, der Wissenschaftliche Jahresbericht in einer Auflage von 2 200 Exemplaren herausgegeben. Außerdem erschienen zwei Ausgaben des DESY-Journals in einer Auflage von je 5 500 Heften zweisprachig deutsch/englisch.

Als Informationsdienstleistung für die Mitarbeiter auf dem DESY-Gelände wurden kurze DESY-Telegramme über einzelne herausragende Ereignisse und regelmäßige Ausgaben von DESY-Aktuell verteilt.

Die vielfältigen Kontakte mit Vertretern der Medien spiegeln sich in über 180 redaktionellen Beiträgen mit Bezug auf DESY wieder.



# DESY-Institut für Hochenergiephysik Zeuthen

## Inhalt

Übersicht	137
Forschungsthemen	139
Zentrale Dienste DESY-Zeuthen	153



# Übersicht DESY-Zeuthen

Das Teilinstitut von DESY in Zeuthen (Brandenburg) ist aus dem „Institut für Hochenergiephysik“ der Akademie der Wissenschaften der DDR hervorgegangen. Das Institut war der Elementarteilchenforschung gewidmet. Im Rahmen internationaler Kollaborationen war es an Experimenten im CERN und bei DESY sowie in Rußland am IHEP Protvino und an der Entwicklung eines Unterwasser-Neutrinooteleskops beteiligt. Auf Empfehlung des Wissenschaftsrates wurde das Institut in seinem Bestand im wesentlichen erhalten und seit Januar 1992 als Teilinstitut von DESY weitergeführt. Es ist mit 136 Planstellen ausgestattet, davon 58 für Wissenschaftliche Mitarbeiter, dazu kommen Diplomanden, Doktoranden, Nachwuchswissenschaftler und auswärtige Gastwissenschaftler. Die aus der Vergangenheit bewährten wissenschaftlichen Kollaborationen wurden weitergeführt und neue Aktivitäten aufgenommen. Das Ziel ist ein attraktives eigenständiges Programm der Elementarteilchenforschung, gestützt auf eine enge Zusammenarbeit mit DESY-Hamburg und mit benachbarten Universitäten.

Eine zentrale Rolle spielen die Experimente an der HERA-Anlage. Teile des H1-Detektors wurden in Zeuthen gebaut, und an der Auswertung der seit 1992 mit den Detektoren H1 und ZEUS registrierten tiefunelastischen Elektron-Proton-Streuprozesse sind Zeuthener Wissenschaftler beteiligt. Neue Impulse sollen durch den Bau eines hochpräzisen Teilchenspurn-Detektors aus Silizium und die Entwicklung schneller Faserdetektoren

für das H1-Experiment sowie eines Presamplers zur Verbesserung der Energieauflösung für ZEUS entstehen. Zu den Vorbereitungen der HERA-Experimente der zweiten Generation gehören die Fertigstellung des Prototyps einer großen planaren Driftkammer für HERMES und die Bearbeitung einer Reihe von Fragen im Zuge der Ausarbeitung des HERA-B-Experiments.

Am LEP-Speicherring des CERN wurden 1993 zahlreiche Daten auf der  $Z^0$ -Resonanz aufgezeichnet und analysiert; DESY-Zeuthen ist hieran als Mitglied der L3-Kollaboration beteiligt und trägt auch zur Erweiterung des L3-Detektors um eine Mikrovertex-Spurkammer bei. Seit März 1993 arbeitet am Grund des Baikalsees in Sibirien eine gemeinsam mit russischen Instituten entwickelte erste Ausbaustufe eines Neutrino-Teleskops, das einen signifikanten Schritt in Richtung auf eine zukünftige Neutrino-Astronomie darstellt.

Die Experimente werden von der Zeuthener Theoriegruppe durch die Berechnung theoretischer Vorhersagen und die Mitwirkung in der phänomenologischen Interpretation der Daten begleitet und unterstützt. Außerdem werden verschiedene, mehr abstrakte Themen aus der Theorie der Elementarteilchen bearbeitet. Enge Kontakte werden besonders mit den Theoretikern der Humboldt-Universität zu Berlin gepflegt.

Eine in Zeuthen veranstaltete Vortragsreihe „Elementarteilchen für Physiklehrer“, die sich an in Berlin und in der Umgebung von Zeuthen tätige Gymnasiallehrer wandte, traf auf großes Interesse. Auf der Technologie-Veranstaltung „Pots-Tech“ im November 1993 in Potsdam präsentierte das Institut einige seiner Arbeiten.



# Forschungsthemen DESY-Zeuthen

## Experimente bei HERA

### Das H1-Experiment

Im Jahr 1993 standen erstmals Daten des H1-Experiments zur Verfügung, die statistisch signifikante Aussagen zur HERA-Physik erlaubten. In Zeuthen war das Interesse vor allem auf die Bestimmung der Protonstrukturfunktion  $F_2(x, Q^2)$  aus der inklusiven tiefunelastischen Streuung gerichtet, wobei mit der ELAN-Analysegruppe und der Dubna-Zeuthen-Strahlungskorrekturgruppe zusammengearbeitet wurde. Für detaillierte Monte-Carlo-Simulationsrechnungen wurde der neue SGI-Rechner in Zeuthen eingesetzt. Die Ergebnisse erweitern den bisher erschlossenen Bereich von  $x \geq 10^{-2}$  zu  $x \approx 10^{-4}$  und liefern einen Test des Verhaltens der Partonverteilungen im Gebiet hoher Dichte. Der theoretisch denkbare Verlauf von  $F_2$  bei kleinen  $x$ -Werten – die Möglichkeiten reichen von einem nahezu konstanten Verhalten wie in Regge-Parton-Modellen bis zu einem sehr drastischen Anstieg wie in der Quantenchromodynamik – konnte deutlich eingeschränkt werden:  $F_2$  wächst bei konstantem Impulsübertrag mit kleiner werdendem  $x$ . Die gemessenen Abweichungen vom Skalenverhalten erlaubten eine erste Abschätzung der Gluondichte in dem bisher unerschlossenen Gebiet zwischen  $x \approx 10^{-2}$  und  $x \approx 10^{-3}$ .

Am H1-Detektor konzentrierten sich die Arbeiten auf die  $z$ -Driftkammer; zu nennen sind die Erweiterung des Hochspannungssystems, Untersuchungen zur Gasoptimierung sowie die Weiterentwicklung der Software zur Pulserkennung, zur Kalibration und zur Verknüpfung der Signale mit denen der anderen Komponenten des H1-Zentraldetektors. Die Spurrekonstruktions-Programme für die

Rückwärts-Proportionalkammer wurden in die H1-Software integriert.

Im Rahmen des Ausbauprogramms für den H1-Detektor wurde mit dem Bau der Rückwärts-Silizium-Spurkammer begonnen (Abb. 58). Sie soll die Meßgenauigkeit verbessern und den kinematischen Bereich zu kleinen  $x$  hin erweitern. In der ersten Phase wird sie vier Ebenen von Silizium-Halbleiterdetektoren enthalten, die um das Strahlrohr herum senkrecht zur Strahlachse angeordnet und aus je 16 sektorförmigen Streifendetektoren zur Messung des Polarwinkels sowie Flächendetektoren zum Triggern zusammengesetzt sind. Die Entwicklung und Prototyp-Tests der Siliziumstrukturen wurden abgeschlossen. Das Funktionsprinzip bestätigt; allerdings war das Signal/Rausch-Verhältnis (12:1 für den Flächen- und 6:1 für den Streifendetektor) noch durch einen hohen Leckstrom beeinträchtigt. Die Serienherstellung der Siliziumstrukturen wurde in Auftrag gegeben. Der Vorverstärkerchip für den Flächendetektor, eine Abwandlung des VIKING-Chips vom CERN mit adjustierbarer Diskriminatorschwelle, wurde entworfen und gefertigt; er befindet sich in der Testphase. Weitere Arbeiten galten dem Entwurf der Hybrid- und der Triggerelektronik. Die für das Testen, Vermessen und Verarbeiten der Siliziumdetektoren erforderliche Infrastruktur wurde aufgebaut und erprobt. Dazu gehören ein Trigger- und Datenerfassungssystem sowie Analysesoftware zur Signalerkennung für die Streifendetektoren.

Teil eines möglichen Ausbauprogramms des H1-Detektors ist der Bau eines Vorwärts-Proton-Spektrometers. Dabei können Spurdetektoren aus szintillierenden Fasern bei HERA für Detektoren in unmittelbarer Strahlhöhe zur Messung der um sehr kleine Winkel gestreuten Protonen Vor-

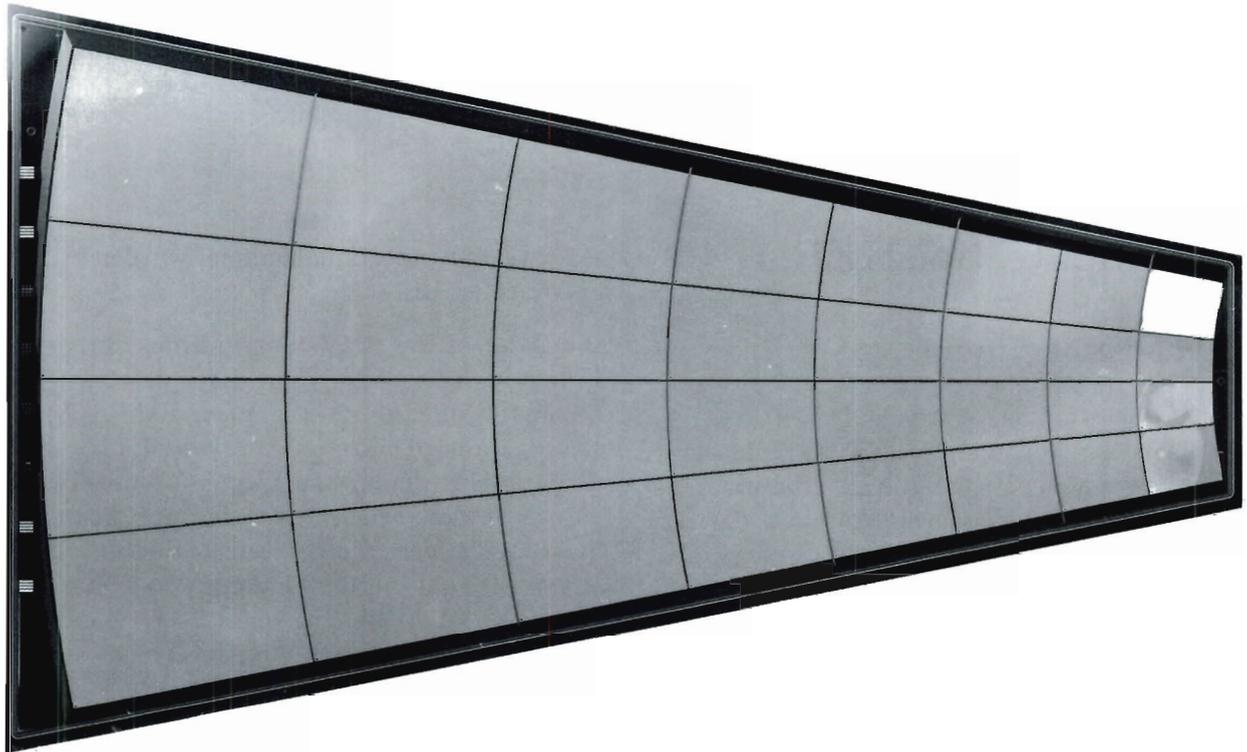


Abbildung 58: Eine Silizium-Scheibe mit Präzisions-Detektorelementen der Rückwärts-Silizium-Spurkammer für den H1-Detektor.

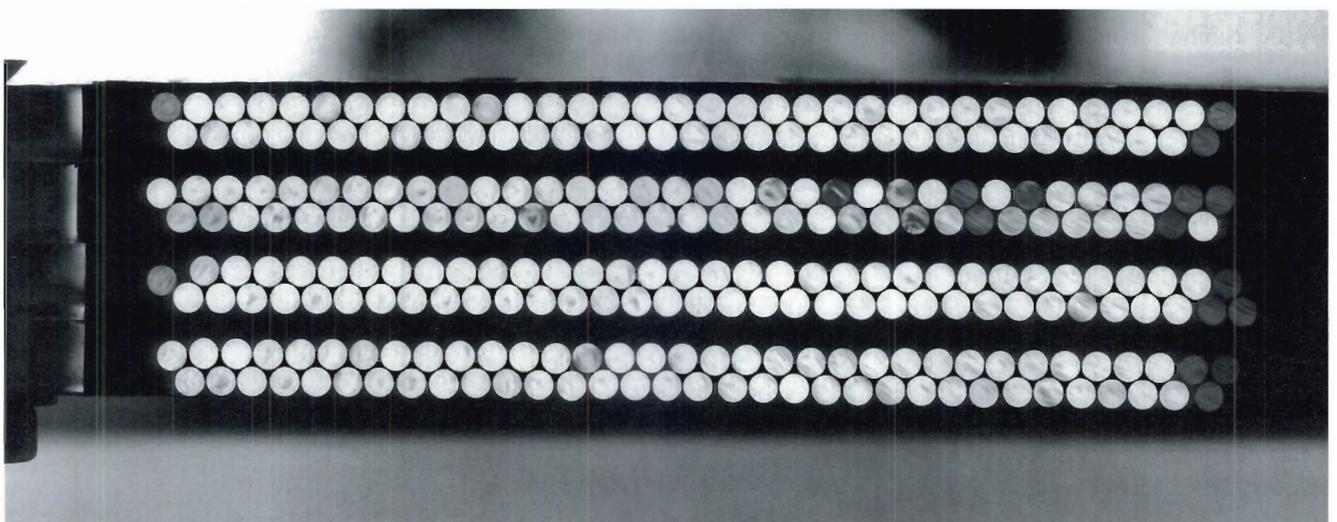


Abbildung 59: Endfläche eines Faserdetektors aus acht Lagen von szintillierenden Fasern mit 1 mm Durchmesser.

teile bieten. Deshalb wurden Entwicklungsarbeiten durchgeführt, welche die detaillierte Untersuchung der Eigenschaften einzelner Szintillationsfasern, die Entwicklung von Verfahren, diese ohne Dämpfungsverluste mit Lichtleitfasern optisch zu koppeln, sowie Versuche mit aufgedampften reflektierenden Schichten zur Verringerung von Lichtverlusten und Übersprechen umfaßten. Ferner war die Technologie zur Fertigung präziser mehrlagiger Faseranordnungen mit Genauigkeiten im Bereich von  $20\text{-}50\ \mu\text{m}$  zu entwickeln (Abb. 59). Für die Signalerfassung benötigt man ein dem HERA-Takt von  $96\ \text{ns}$  angepaßtes schnelles Ausleseverfahren. Hierzu wurden Mehrkanal-Photovervielfacher mit Kanalzahlen zwischen 16 und 256 auf Eigenschaften wie Übersprechen und Ansprechverhalten auf Signale minimal ionisierender Teilchen getestet. Zu klären war auch, in wieweit ein Multiplexing bei der Einkopplung von den Fasern eines Detektors auf die Photovervielfacher erfolgen kann.

In der Winter-Betriebsunterbrechung 1993/94 ist der Einbau zweier Meßstationen mit sogenannten „Roman pots“ am Protonen-Strahlrohr bei HERA, 80 und 90 m vom Wechselwirkungspunkt des H1-Detektors entfernt, vorgesehen. Darin werden Faserdetektoren in unmittelbarer Strahlhöhe getestet und ihre Tauglichkeit für ein Kleinwinkel-Spektrometer untersucht. Die hierzu vorgesehene Anordnung des Faserdetektors wurde in Strahltests bei DESY erprobt, die angestrebte Genauigkeit der Ortsmessung von etwa  $50\text{-}60\ \mu\text{m}$  wurde erreicht.

## Das ZEUS-Experiment

In der physikalischen Auswertung des ZEUS-Experiments wurden die Themen

- Verhalten der Strukturfunktion bei kleinen  $x$ -Werten
- Diffraktive Prozesse bei großen  $Q^2$ -Werten

bearbeitet (näheres im Abschnitt „ZEUS-Experiment“ auf Seite 51ff). Für die Analyse einzelner Ereignisse wurde, zusammen mit DESY-Hamburg, eine 3D-Ereignisdarstellung entwickelt.

Weitere Arbeiten galten dem Entwurf und Test eines Presamplers für das ZEUS-Kalorimeter (Abb. 60). Dies ist ein zusätzlich eingebrachter Detektor, mit dem die Teilchenmultiplizität unmittelbar vor dem Kalorimeter gemessen werden soll. Damit müßten sich die Störeffekte der vor dem Kalorimeter befindlichen Materie kompensieren und die effektive Energieauflösung beträchtlich steigern lassen. Der Presampler soll aus Szintillatorplatten aufgebaut werden, von denen das Licht durch Wellenlängenschieber-Fasern zu Mehrkanal-Photovervielfachern geleitet wird.

Die Technologie wurde in Zeuthen erprobt und diverse Mehrkanal-Photovervielfacher wurden auf ihre Eignung hinsichtlich Übersprechen und Verstärkung untersucht. Für die Auslese der Daten wurde eine digitale Pipeline entwickelt und aufgebaut, eine Mehrkanal-Version davon im Entwurf fertiggestellt. Prototyp-Ausführungen des Presamplers wurden in Strahlen von Elektronen, Myonen und Hadronen zusammen mit Modulen des ZEUS-Urkalorimeters getestet. Es zeigte sich, daß das Konzept richtig ist und eine funktionsfähige technische Lösung existiert. Die Ergebnisse der Tests lassen signifikante Verbesserungen in der Bestimmung der kinematischen Variablen für die Elektron-Proton-Streuung durch den Presampler erwarten. Damit liegen nun alle für eine Entscheidung über den Bau und die Implementierung eines Presamplers für den ZEUS-Detektor benötigten technischen Erfahrungen und Daten vor.

## Das HERMES-Experiment

Zeuthener Wissenschaftler sind am HERMES-Experiment zusammen mit der Universität Erlangen-Nürnberg für die Konstruktion und den Bau der großen planaren Driftkammern verantwortlich, in denen die Koordinaten geladener Teilchen hinter dem Magneten des HERMES-Spektrometers gemessen werden (siehe Abschnitt „HERMES-Experiment“ auf Seite 67ff).

Im Jahr 1993 wurde ein Drei-Ebenen-Prototyp einer solchen Driftkammer mit über 600 Auslesekanälen fertiggestellt. Die zu erwartenden

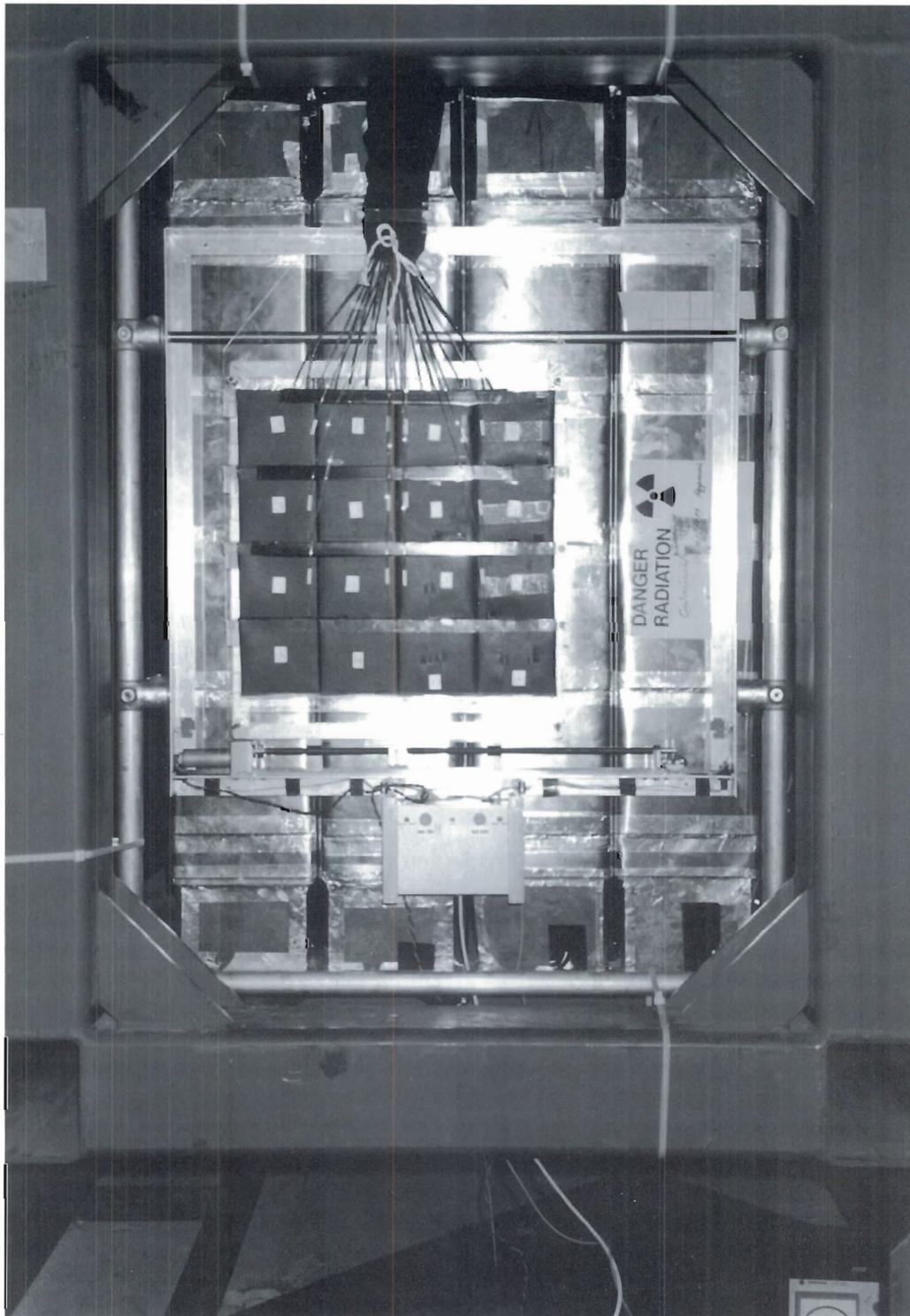


Abbildung 60: Ein Presampler-Prototyp für den ZEUS-Detektor im Test.

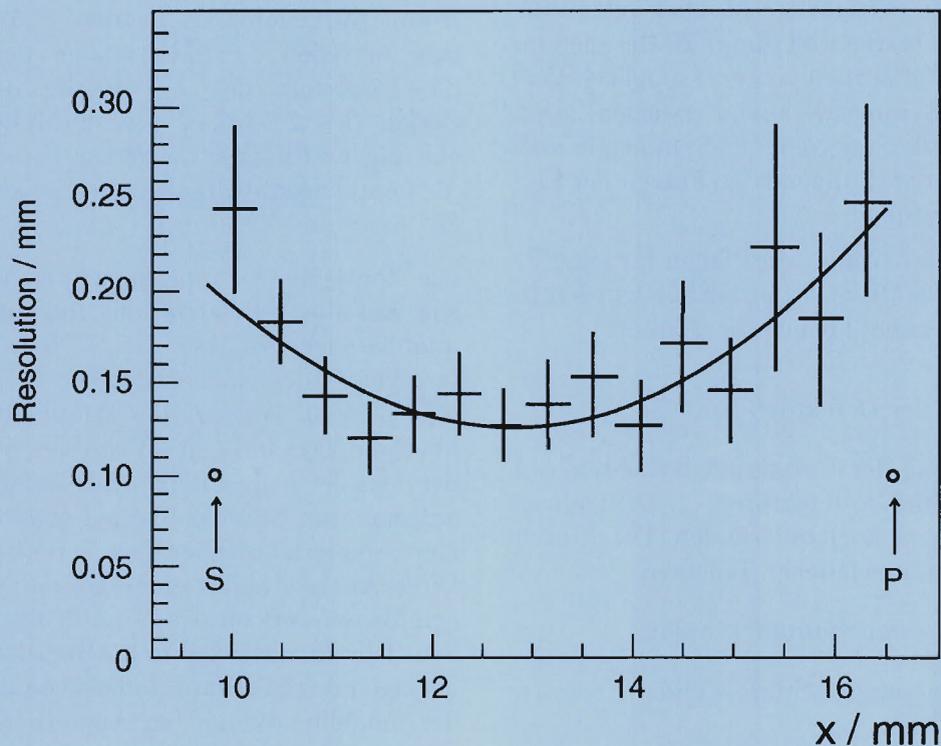


Abbildung 61: Im Test gemessene Genauigkeit der Ortsrekonstruktion (Ortsauflösung) der HERMES-Driftkammer über den Bereich einer halben Driftzelle. Der Einfallswinkel der Teilchen betrug  $25^\circ$ .

Einflüsse von Kammergeometrie, Magnetfeldern, Hochspannung und Eigenschaften der Kammergase wurden durch Monte-Carlo-Simulation untersucht. Testexperimente mit dem Kammerprototypen sowie mit einer Mini-Driftkammer bestätigten das berechnete Verhalten. Ein über die Driftzelle gemittelter Wirkungsgrad von mehr als 98% sowie eine Ortsauflösung bei senkrechtem Einfall bis nahezu  $100 \mu\text{m}$  wurden erreicht (Abb. 61). Die Kammer arbeitet auch bei Anwesenheit magnetischer Felder und bei Einzeldraht-Raten von mehr als  $2 \times 10^5 \text{ s}^{-1}$ .

Alle Voraussetzungen für die Serienfertigung und die Tests der Kammern in einem eigens hergerichteten Labor in Zeuthen sind geschaffen, die notwendigen Beschaffungen von Zulieferungen und Material sind eingeleitet.

Parallel hierzu wurden Vorarbeiten für die spätere Datenauswertung getroffen. Ein unter internationaler Beteiligung in Zeuthen organisierter Workshop befaßte sich mit der Berechnung von Strahlungskorrekturen für Prozesse mit polarisierten Elektronen. Software-Aktivitäten umfaßten die Detektor-Simulation sowie die Entwicklung von Programmen zur präzisen Auswertung der Kammerdaten.

Anläßlich des „Workshop on Physics with Internal Targets at HERA“ in Hamburg wurde auch ein mögliches Physikprogramm mit einem polarisierten Target im unpolarisierten HERA-Protonenstrahl diskutiert, das Aussagen über den Spinsektor der perturbativen QCD liefern könnte.

## Das HERA-B-Experiment

HERA bietet eine einzigartige Möglichkeit, große Anzahlen von b-Quarks und damit B-Mesonen zu erzeugen und deren Zerfälle auf eine mögliche Verletzung der CP-Symmetrie zu untersuchen. Den Ursprung der Verletzung der CP-Symmetrie aufzudecken ist eine der drängendsten Fragen der Elementarteilchenphysik.

Im Zuge der Ausarbeitung von Plänen für ein CP-Experiment mit B-Mesonen an HERA wurden in Zeuthen die folgenden Themen bearbeitet:

- Simulation des Detektors;
- Untersuchung der Einsatzmöglichkeiten von Mikrostreifen-Gasdetektoren, Driftröhren oder anderen hochauflösenden Detektoren für die Spuren geladener Teilchen;
- Optimierung der Spurdetektoren;
- Mustererkennung, Spur- und Ereignis-Rekonstruktion;
- Einsatz schneller Prozeßrechner für die zweite Triggerstufe;
- die erreichbare Genauigkeit der Bestimmung der CP-Asymmetrie als Funktion verschiedener Faktoren.

## Das L3-Experiment am CERN

Die L3-Kollaboration von 47 Instituten aus 14 Ländern betreibt eines der vier Experimente am Elektron-Positron-Speicherring LEP des CERN. Die LEP-Experimente haben in den vergangenen Jahren zahlreiche das Standardmodell der Elementarteilchen glänzend bestätigende Ergebnisse geliefert.

Im Jahr 1993 wurden im L3-Detektor mehr als 700 000 weitere  $e^+e^-$ -Vernichtungsereignisse im Bereich der  $Z^0$ -Resonanz registriert. Damit konnten genauere Bestimmungen der  $Z^0$ -Masse, des

elektroschwachen Mischungswinkels und der Massengrenzen für das Top-Quark und das Higgs-Boson vorgenommen werden. Weitere Resultate betreffen die Lebensdauer der B-Mesonen, die Kopplung des  $Z^0$  an die b-Quarks, den Zerfall des  $Z^0$  in  $\chi_1$  und  $\Psi$ -Mesonen, die Suche nach „Pinguin“-Zerfällen ( $b \rightarrow s\gamma$ ) und nach die Leptonenzahl-Erhaltung verletzenden Zerfällen ( $Z^0 \rightarrow e\tau$  und  $Z^0 \rightarrow \mu\tau$ ).

Die Zeuthener Gruppe konzentrierte sich vor allem auf die  $\tau$ -Polarisation und auf die modellunabhängige Analyse der  $Z^0$ -Resonanz. Letztere verwendet einen durch die S-Matrix-Theorie nahegelegten Ansatz, der detaillierte Annahmen über die Dynamik des Prozesses vermeidet und bei dem der hadronische  $\gamma Z$ -Interferenzterm nicht auf den vom Standardmodell erwarteten Wert fixiert, sondern als freier Parameter behandelt wird. Diese Analyse ergibt einen geringfügig verschobenen Massenwert für das  $Z^0$  (Abb. 62). Hinweise auf neue Physik, die sich durch Abweichungen der Vorhersagen des Standardmodells von den Resultaten der modellunabhängigen Analyse zeigen, wurden nicht gefunden. Dies gilt auch für die Helizitätsamplituden in der  $\tau^+\tau^-$ -Erzeugung.

Die  $\tau$ -Polarisation wurde erstmals durch den Akollinearitätswinkel zwischen den beiden Zerfallsprodukten der erzeugten  $\tau$ -Paare gemessen. Diese Methode verspricht im Vergleich zur Auswertung der Energiespektren kleinere systematische Fehler. Gemittelt über alle Zerfallsarten ist der Wert für die  $\tau$ -Polarisation  $P_\tau = -0.13 \pm 0.015 \pm 0.019$ , daraus ergibt sich  $\sin^2 \theta_W = 0.2332 \pm 0.0031$ .

Für die zukünftigen Experimente an dem auf 190 GeV Schwerpunktsenergie ausgebauten LEP-Speicherring (LEP200) muß der L3-Detektor durch eine Mikrovertex-Kammer ergänzt werden. Dafür wurde in Zeuthen der zentrale Teil der Auslese-Elektronik, der sogenannte Sequenzer, sowie ein großer Teil der Software des Datenaufzeichnungssystems entwickelt (Abb. 63). Die Kammer wurde Anfang 1993 im L3-Detektor installiert und hat im Berichtsjahr erste Daten geliefert. Nach einer Überarbeitung der Hardware im Winter 1993/94 kann man für 1994 eine beträchtliche Verbesserung der Spurrekonstruktion und damit neue Möglich-

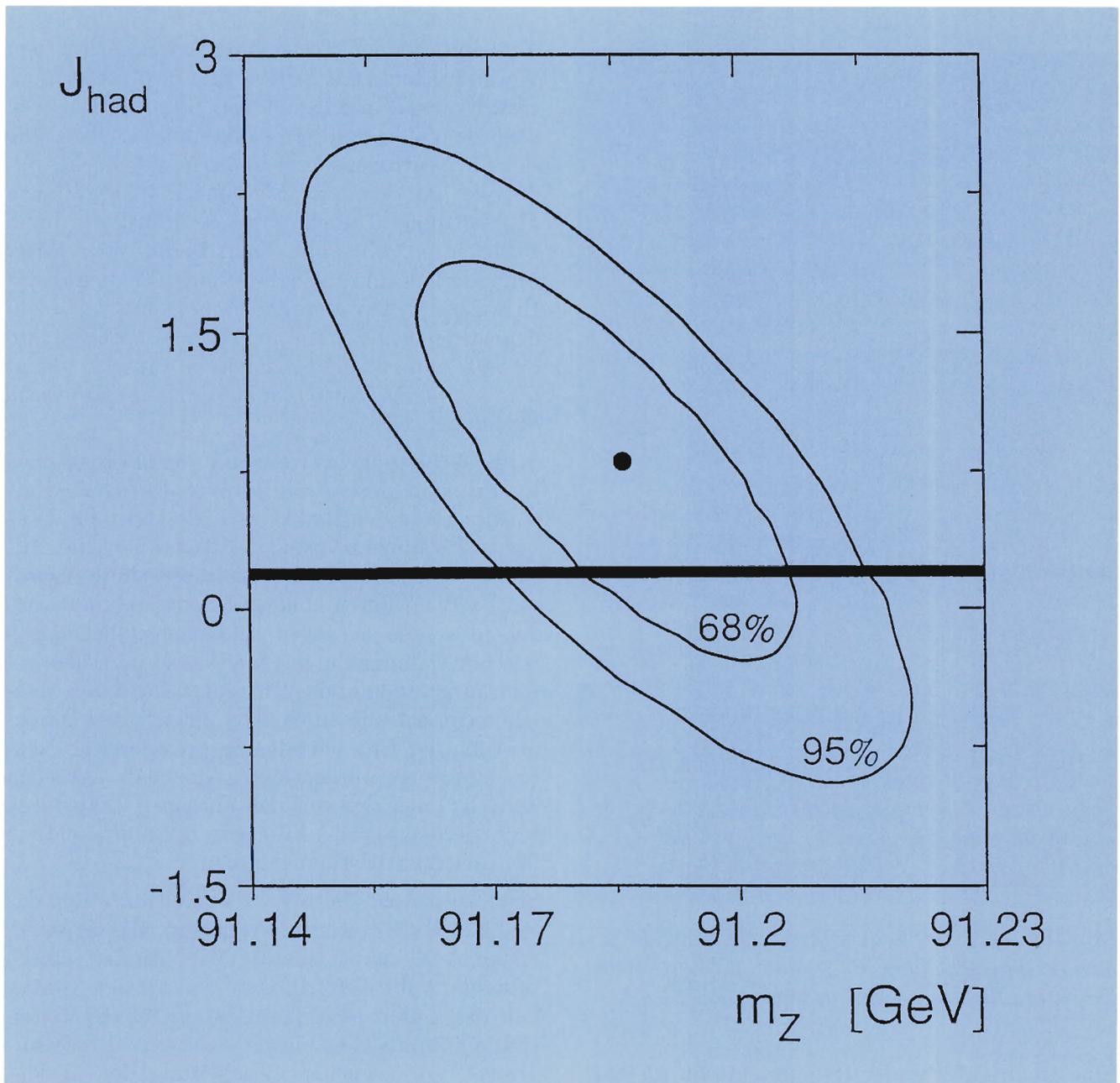


Abbildung 62: Die Korrelation zwischen der Masse  $m_Z$  des  $Z^0$ -Bosons und dem hadronischen  $\gamma Z$ -Interferenzterm  $J_{had}$  aus der modellunabhängigen Analyse der mit dem L3-Detektor an LEP aufgenommenen Daten. Das Band zeigt die Vorhersage des Standard-Modells.

keiten für die Physikanalyse erwarten. Außerdem soll die in Zeuthen gebaute z-Kammer durch eine Auslese der Drähte ergänzt werden.

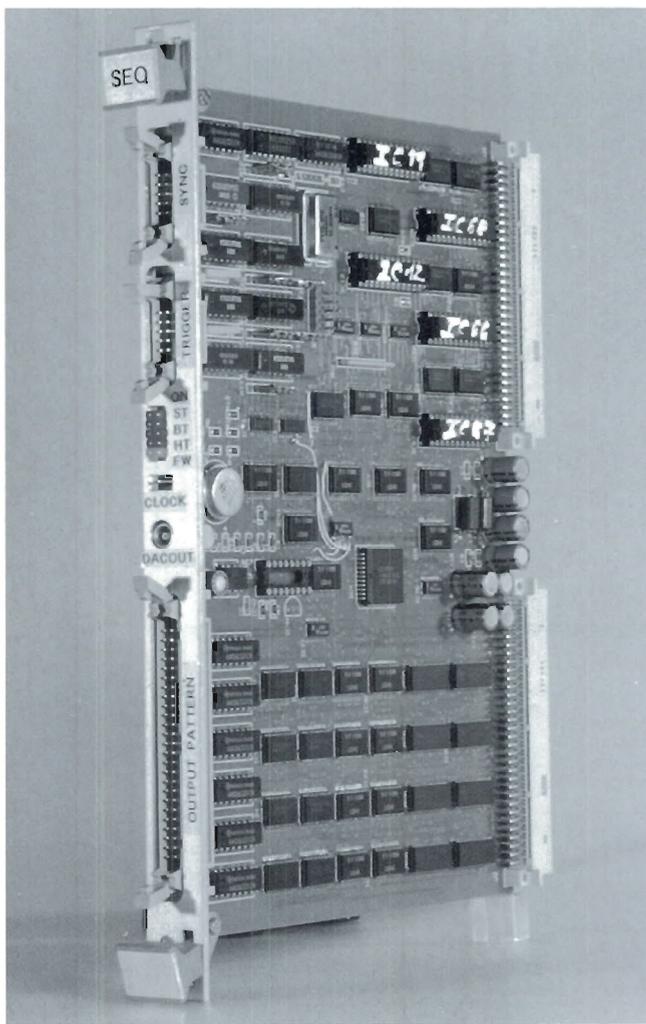


Abbildung 63: Der Sequenzer ist der zentrale Teil der Ausleseelektronik des Silizium-Mikrovertex-Detektors für das L3-Experiment.

Eine Hauptaufgabe der Experimente an LEP200 und an zukünftigen „Linear Collidern“ ist die Suche nach dem Higgs-Boson. Zur Entwicklung optimaler Suchstrategien wurden zusammen mit russischen Gastwissenschaftlern detaillierte Berechnungen der Prozesse der Higgs-Boson-Erzeugung und der möglichen Untergrundreaktionen über einen weiten Energiebereich durchgeführt.

## Das Neutrino-Teleskop im Baikal-See

Neutrinos können wegen ihrer extrem schwachen Wechselwirkung mit Materie und Licht nahezu ungestört aus dem Inneren von Sternen, Pulsaren oder dem Zentrum von Akkretionsscheiben, die sich um Neutronensterne oder schwarze Löcher bilden, zu uns gelangen. Sie können Informationen über astrophysikalische Prozesse liefern, die durch Beobachtungen im optischen, Radio- oder Röntgenbereich nicht zugänglich sind. Neutrinos mit Energien im TeV-Bereich könnten uns insbesondere diejenigen Stellen am Himmel anzeigen, wo die außerordentlich energiereichen Prozesse ablaufen, von deren Existenz man durch die kosmische Strahlung weiß.

Seit 1988 besteht eine Kollaboration mit russischen Instituten in Moskau und Irkutsk, die sich die Entwicklung und den Bau eines „Teleskops“ für TeV-Neutrinos auf dem Grund des Baikal-Sees zum Ziel gesetzt hat. Es soll dort eine ausgedehnte Anordnung von mehreren hundert Photodetektoren aufgebaut werden, die gegen von oben einfallende kosmische Strahlung durch 1 km Wasser partiell abgeschirmt ist und auf das Cherenkov-Licht von Myonen anspricht, die durch „von unten“ nach Durchquerung der Erde einfallende, energiereiche Neutrinos erzeugt worden sind (Abb. 64). Aus den Zeitrelationen der von den einzelnen Detektoren registrierten Signale kann die Herkunftsrichtung der Neutrinos bestimmt werden.

Seit April 1993 betreibt die Kollaboration das weltweit erste Unterwasserteleskop, das in seiner ersten Ausbaustufe aus 36 optischen Detektoren besteht (Abb. 65). In Zeuthen wurden vor allem das Unterwasser-Lasersystem für die Zeiteichung mit 1 ns Genauigkeit sowie eine Prozessor-„Farm“ zur schnellen Bearbeitung der Meßdaten in der Uferstation entwickelt und gebaut. Die Farm erlaubt den permanenten Datenzugriff und hat sich vor allem beim Einfahren des Detektors als unverzichtbar erwiesen. Außerdem wurde in Zeuthen eine spezielle Elektronik entwickelt, mit deren Hilfe der Detektor auch zur Suche nach magnetischen Monopolen genutzt wer-



Abbildung 64: Zwei optische Unterwasserdetektoren vor dem Absenken in den Baikalsee.

den kann. Die Zeuthener Gruppe arbeitet auch an der Auswertung der Daten, der Entwicklung der Rekonstruktions-Algorithmen und der rechnerischen Simulation des Experiments.

Die Anordnung hat bereits über 70 Millionen Myontrigger registriert (Abb. 66). Sie bietet damit erstmals die Möglichkeit, das Funktionsprinzip eines Neutrino-Teleskops in der Praxis zu überprüfen. Entscheidend ist, zu welchem Grad die sehr seltenen von Neutrinos erzeugten Myonen von dem auch in 1 km Wassertiefe noch etwa  $10^6$ mal stärkeren Hintergrund störender Myonen aus der „normalen“ kosmischen Strahlung zu unterscheiden sind. Mit der gegenwärtigen Anord-

nung wird ein Diskriminierungsfaktor von  $10^4$  erreicht; das bestätigt die Erwartung aus der rechnerischen Simulation und läßt die Folgerung zu, daß mit einem System von 200 oder mehr Detektoren der für ein Neutrino-Teleskop erforderliche Faktor  $10^6$  erreichbar ist.

Über den astro- und teilchenphysikalischen Aspekt hinaus liefert das Unterwasser-Experiment limnologische Daten über die Biolumineszenz und die Eigenschaften des Wassers wie Temperatur, Schallgeschwindigkeit und Transparenz, woraus man Aufschlüsse über die Dynamik der Wassermassen des Baikalsees erhält.

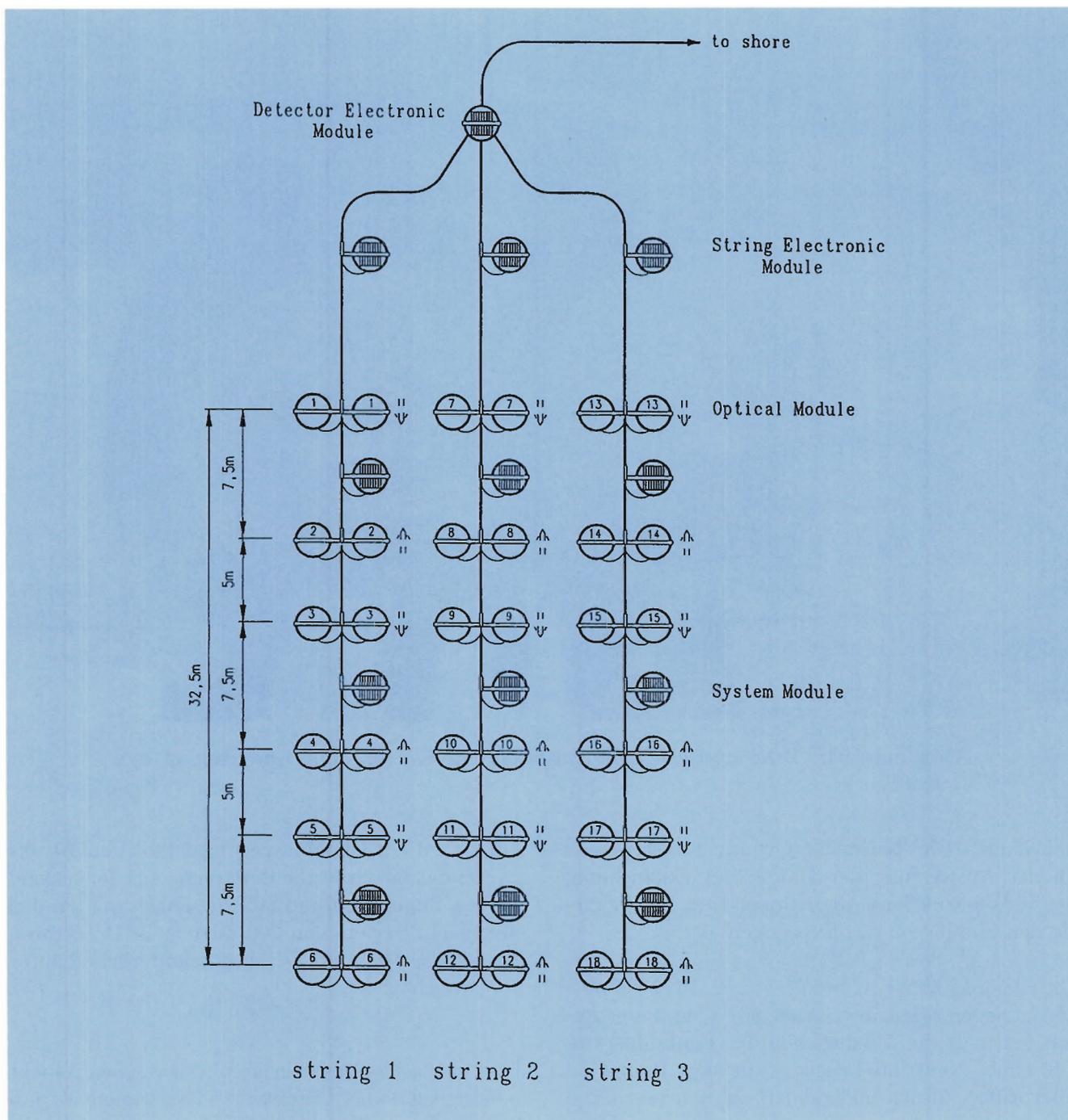


Abbildung 65: Die gegenwärtige, 36 optische Detektoren umfassende Meßanordnung auf dem Grund des Baikalsees.

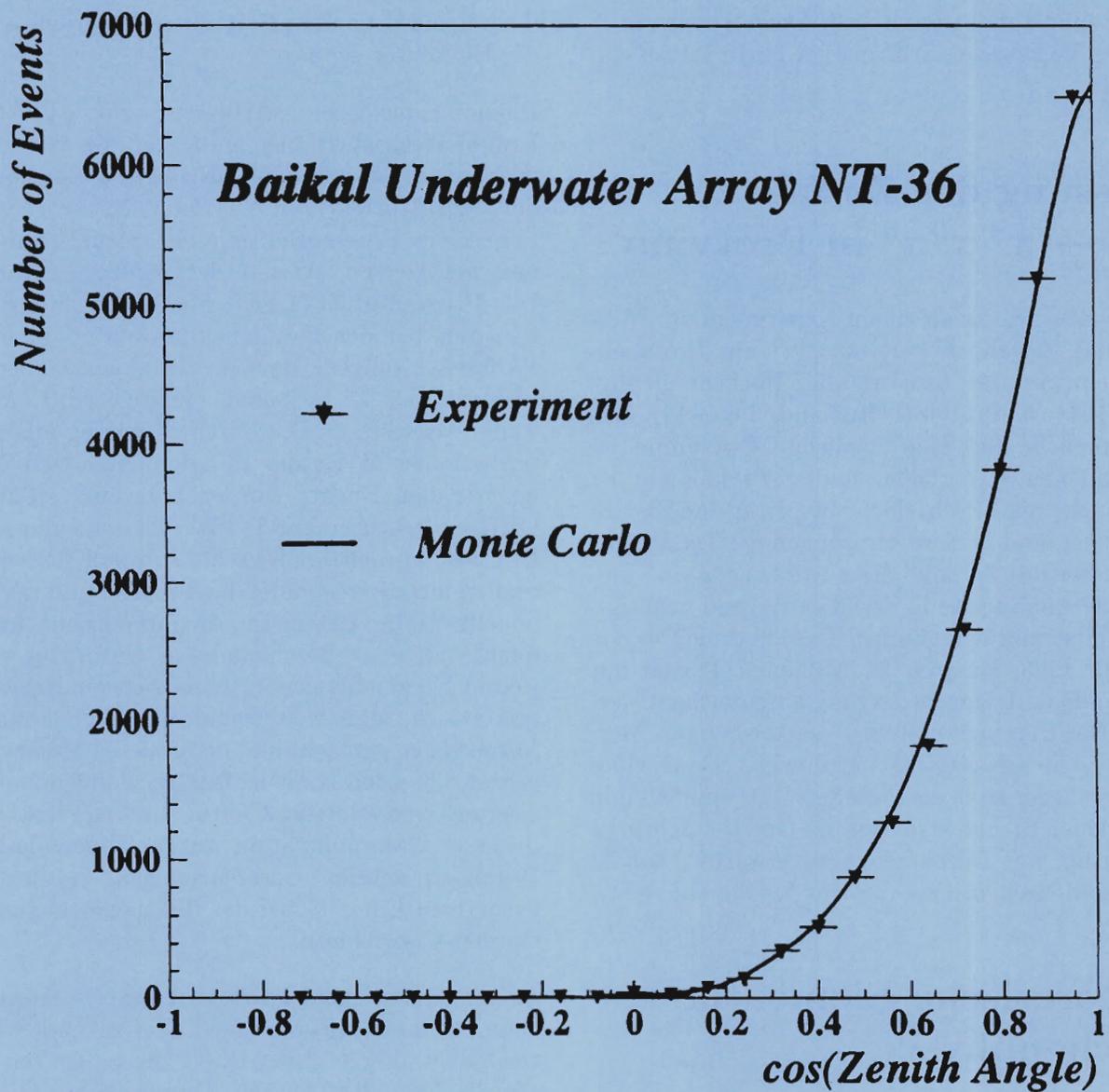


Abbildung 66: Zenithwinkelverteilung der durch die Baikalsee-Detektoranordnung in 1 km Wassertiefe registrierten Myonen aus der Höhenstrahlung ( $\cos \Theta = 1$  bedeutet senkrechter Einfall). Der Anteil der fälschlich als von „unten“ kommend rekonstruierten Myonen ist geringer als  $1/10000$ .

Wegen der schwierigen wirtschaftlichen Lage in Rußland war die Weiterführung des Projektes nur möglich, indem DESY-Zeuthen zusätzliche Aufgaben übernahm und den russischen Kollaborationspartnern auf verschiedenen Sektoren Unterstützung zuteil werden ließ. Dazu wurden auch von der Volkswagen-Stiftung gewährte Mittel eingesetzt.

## Messung des Zerfalls $K^\pm \rightarrow \pi^\pm \pi^0 \pi^0$ in Protvino

DESY-Zeuthen ist an einem Experiment zur Messung des Zerfalls  $K^\pm \rightarrow \pi^\pm \pi^0 \pi^0$  am Protonenbeschleuniger des Instituts für Hochenergiephysik (IHEP) in Protvino (Rußland) beteiligt. Das ursprüngliche Ziel, eine mögliche CP-Asymmetrie in geladenen K-Zerfällen finden zu können, ist nicht mehr realistisch, doch verspricht das Experiment neue und bessere Messungen der Dalitzplot-Parameter des Zerfalls; diese werden für eine umfassende Analyse der K-Zerfälle dringend benötigt. Trotz einer nur sehr kurzen Datennahme-Periode im Jahr 1993, konnten 1,7 Millionen Trigger mit vollständiger Triggerbedingung aufgezeichnet werden. Die Ergebnisse stehen den bisherigen Messungen dieses K-Zerfalls nicht nach. Dank eines mit Zeuthener Hilfe entwickelten Datenpuffers und einer neuen Strahlextraktion ist eine beträchtliche Steigerung der Datenmenge zu erwarten, sobald weitere Meßzeit in Protvino zur Verfügung steht.

## Theoretische Elementarteilchenphysik

Das traditionelle Interesse in der Theoriegruppe sowohl an abstrakten Fragen zur Struktur und Konsistenz der Elementarteilchentheorie als auch an experimentell prüfbar Vorhersagen führte auch 1993 zu Arbeiten in ausgewogenem Verhältnis von rein theoretischen und angewandten Themen. Enge Kontakte zu den Experimenten bei HERA und LEP und zur Theoriegruppe der

Humboldt-Universität zu Berlin haben sich dabei als fruchtbar erwiesen. Besonders wurden auch die Kontakte zu Wissenschaftlern aus Osteuropa über gemeinsame Projekte und durch Vorträge und Vorlesungen mit der Unterstützung des Landes Brandenburg, des Landau-Heisenberg-Programms und der EU weiter gepflegt.

Phänomenologische Arbeiten zur Elektron-Proton-Wechselwirkung umfassten die Weiterentwicklung des Programms TERAD zur Berechnung der QED-Korrekturen für tiefinelastische Streuung sowie Untersuchungen der Strukturfunktionen bei kleinen Werten der SkalenvARIABLEN  $x$ . Das Programm ZFITTER für die Strahlungskorrekturen bei der Fermionenproduktion in  $e^+e^-$ -Wechselwirkungen, das für die Analyse der Linienform der  $Z^0$ -Resonanz benötigt wird, wurde weiter verbessert. Die durch Mischung eines hypothetischen  $Z'$ -Bosons mit dem Standard- $Z^0$  zu erwartenden Effekte wurden berechnet. Für die QED-Korrekturen zur  $W^+W^-$ -Paarerzeugung bei LEP200 wurden analytische Formeln hergeleitet und zu ihrer Berechnung das Programm GENTLE erstellt. Die Erzeugung hypothetischer Leptoquarks an  $e^+e^-$ -Beschleunigern wurde für einen weiten Energiebereich systematisch analysiert; es zeigte sich, daß weitgehend modellunabhängige Vorhersagen gemacht und dadurch die Massen eingegrenzt werden können. Untersuchungen zur Erzeugung von Bottom-Charm-Bindungszuständen durch  $e^+e^-$ -Anihilation wurden abgeschlossen. Begonnen wurden Untersuchungen zu nichtperturbativen Effekten bei der Teilchenerzeugung in starken Laserfeldern.

In der Quantenfeldtheorie wurden die Untersuchungen von konformen Feldtheorien und Stringtheorien weitergeführt. Diese konzentrierten sich auf die Liouville-Theorie. Durch exakte Quantisierung der Liouville-Moden nichtkritischer Strings wurden „verborgene“ Quantengruppensymmetrien sichtbar, die als Funktion der Targetraum-Dimension strukturell die innere Dynamik dieser Strings bestimmen. Sie legen auch die Algebra spezieller Operatoren („ground ring“) fest, die für eine nichtstörungstheoretische Berechnung von Korrelationsfunktionen der Theorie bedeut-

sam ist. Eine Erweiterung der Quantisierung bosonischer Liouville-Felder auf fermionische Freiheitsgrade wurde angegeben. Untersuchungen von in Stringtheorien auftretenden Dualitätssymmetrien wurden begonnen. Weitergeführt wurden auch Untersuchungen quantisierter nicht-abelscher Eichtheorien in der Umgebung von magnetischen Strings. Sie führen im Falle des Eichfeldoperators auf das Problem selbstadjungierter Erweiterungen des kinetischen Operators. Innerhalb der Salam-Weinberg-Theorie wurden die Eichfeldmoden in solenoidalen Magnetfeldern untersucht. Ein weiteres Arbeitsfeld betraf die Quantenelektrodynamik in Anwesenheit leitender Platten (Casimir-Effekt). Schließlich wurden Fluktuationen von Bosonen und Fermionen um ein selbst-duales Vektor-Boson-Kondensat unter besonderer Berücksichtigung der Spin-Entkopplung und von Resonanzen in Streuamplituden studiert.

Zusammen mit der Humboldt-Universität zu Berlin und den Universitäten Hannover und München wurde das „27th International Symposium on the Theory of Elementary Particles“ organisiert, zu dem etwa 60 Theoretiker in Wendisch-Rietz (Brandenburg) zusammenkamen.

## Experimente-Support und Bibliothek

Die Gruppe „Experimente-Support“ nimmt ein breites Spektrum unterstützender Aufgaben wahr. Dazu gehören Labor-, Meß- und Auswertarbeiten für die Experimente, wobei im Berichtsjahr

optische Messungen für die Ausbauprojekte von H1 und ZEUS, Arbeiten an den Driftkammern für HERMES und das Scannen von Ereignissen am graphischen Bildschirm einen breiten Raum einnahmen. Weiter gehört dazu die Fotografie und die Anfertigung von Farbkopien und -transparenten. Das Fotolabor wurde im Berichtsjahr renoviert, seine Ausrüstung modernisiert.

An weiteren Aufgaben sind zu nennen die Betreuung der Strahlenschutz-Dosimetrie und die technische Unterstützung bei der Anfertigung wissenschaftlicher Publikationen, von der Text- und Formelerstellung über die rechnergestützte Ausführung von Zeichnungen bis zur Photographie; weiter die Anfertigung von Tabellen, Zirkularen, Serienbriefen und Einladungen, die Erstellung von Programmbeschreibungen, die Vorbereitungen zur Edition von Tagungsbänden, etc. Die Gruppe wirkte auch bei der Organisation von Vortragsveranstaltungen, Seminaren und wissenschaftlichen Tagungen mit, half eingeladenen ausländischen Gästen des Instituts bei organisatorischen Problemen und schuf die technischen und organisatorischen Grundlagen für die Öffentlichkeitsarbeit, insbesondere für Besuche von Schulklassen und die Präsentation des Instituts in der Gemeinde Zeuthen.

Die Institutsbibliothek wurde 1993 nach der Renovierung und beträchtlicher Erweiterung der Räume komplett neu eingerichtet. Näheres findet sich im Abschnitt „Bibliothek und Dokumentation“ auf Seite 129ff, wo die Arbeit der beiden eng kooperierenden DESY-Bibliotheken in Hamburg und Zeuthen beschrieben ist.



# Zentrale Dienste DESY-Zeuthen

Im Bereich „Zentrale Dienste“ sind die folgenden technischen Gruppen zusammengefaßt:

- Mechanik
- Elektronik
- Zentrale Datenverarbeitung
- Technische Infrastruktur

Die Gruppen haben sehr verschiedene Aufgabenbereiche und bilden in ihrem Zusammenwirken die Infrastruktur des Instituts. Die umfangreichen Bau- und Sanierungsmaßnahmen werden von der Gruppe „Technische Infrastruktur“ koordiniert. Die Gruppen „Elektronik“ und „Mechanik“ bieten den experimentellen Gruppen Entwicklungs- und Werkstattkapazitäten an und die Datenverarbeitungsgruppe stellt allen Nutzern Rechen- und Netzleistung zur Verfügung. In den Bereichen Elektronik und Datenverarbeitung existieren darüber hinaus eigenständige Forschungs- und Entwicklungsvorhaben. Wichtige Bestandteile der Bereiche „Elektronik“ und „Mechanik“ sind jeweils die Lehrwerkstätten.

## Datenverarbeitung

1993 wurde der Ausbau des Rechenzentrums weiter fortgesetzt. Zusätzliche CPU-Leistung wurde hauptsächlich durch Inbetriebnahme einer SGI-Challenge R4400 des Herstellers „Silicon Graphics“ mit sechs Prozessoren und durch den Ausbau der Hewlett-Packard-Workstations vom Modell HP9000/720 auf das Modell 735 bereitgestellt.

Ungeachtet des erheblichen Anwachsens der CPU-Leistung, illustriert in der grafischen Darstellung (Abb. 67), in der auch für das Berichtsjahr die Anteile der wichtigsten Hardware-Plattformen zu ersehen sind, ist der Bedarf der experimentellen Gruppen und der Theorie noch nicht abgedeckt. Es ist vorgesehen, weitere Erhöhungen der Rechenleistung durch „neue“ Hardware (Parallelrechner SP1) zu erreichen und darüber hinaus mit dem Einsatz von Batchverarbeitungssystemen (wie IBM-Load-Leveler, Codine) die CPU-Reserven auf den vorhandenen Workstations noch besser zu nutzen. Parallel zur Vergrößerung der CPU-Leistung wurde auch eine Erweiterung der Plattenkapazität vorgenommen. So wurde zum Jahresende die SGI-Challenge, wie bereits die SGI-Power-Series, zum Fileserver mit einer Gesamtkapazität von 96 GB ausgebaut.

Backups der Benutzer- und Systembereiche auf den Platten werden vor allem über Exabyte-Laufwerke vorgenommen. Es wurden zwei weitere Laufwerke angeschafft. Als Backup-Programm kommt das „public domain“-Produkt OSU-Backup, das an die lokalen Bedürfnisse angepaßt wurde, zum Einsatz.

Das lokale Netz wurde 1993 auf die neu geschaffenen Labor- und Experimentierräume ausgedehnt. Durch die Aufteilung des Ethernet in drei Subnetze, die über einen CISCO-Router gekoppelt sind, kann eine Überlastung des Netzes weitgehend verhindert werden. Mit Inbetriebnahme des FDDI-Ringes wurde der Datentransfer zwischen den Fileservern und den HP-Workstations erheblich verbessert. Allen Nutzern werden nun netzweit einheitliche „home directories“ angeboten. Die Stabilität dieses Dienstes war anfangs unbefriedigend, da das Zusammenspiel unterschied-

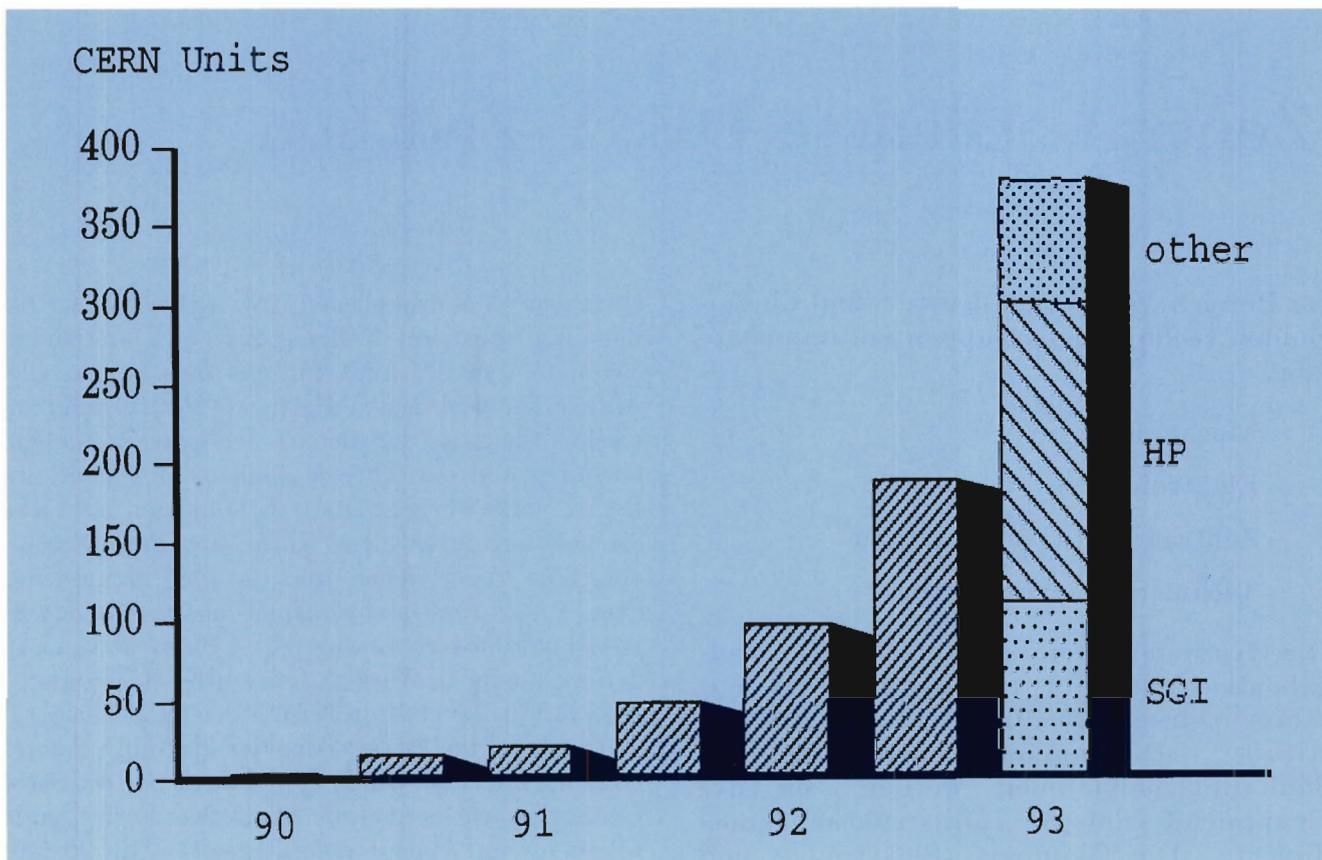


Abbildung 67: Installierte Rechenleistung im DESY-I/H Zeuthen.

licher UNIX-Systeme zu häufigen Systemzusammenbrüchen führte. Mit Einsatz eines einheitlichen Automounters auf allen Plattformen wurden diese Probleme gelöst.

Der Druckerdienst wurde durch Inbetriebnahme weiterer Laserdrucker und direkte Einbindung der Drucker ins Ethernet ausgebaut und stabilisiert. Insgesamt stehen jetzt sechs PostScript-fähige A4-Laserdrucker und ein Farbdrucker zur Verfügung. Ausgewählte Drucker in Hamburg und Zeuthen können über das „Wide Area Network“ direkt bedient werden.

Im Jahre 1993 konnte die datenseitige Verbindung zwischen Zeuthen und Hamburg weiter verbessert werden. Neben einem 64-kbit/s-Anschluß werden zwei Standleitungen zu je 64 kbit/s zwischen Hamburg und Zeuthen betrieben (TCP/IP). Der Zugang der Benutzer zu den Computern

wird über derzeit fünf Terminalserver, an die ca. 40 alphanumerische Terminals angeschlossen sind, über ca. 60 X-Terminals und über vier Analog-Modem-Telefonanschlüsse realisiert. Über weitere mit dem Ethernet verbundene Personalcomputer können Terminalsitzungen (teilweise im X-Terminal-Betrieb) aufgebaut werden. Hierbei kommt hauptsächlich „Pathworks“ von DEC zum Einsatz.

Das Systemmanagement für die in Zeuthen installierten Computer erfolgt überwiegend zentral. Dadurch war es möglich, einheitliche Konzepte für die Administration der unterschiedlichen UNIX-Betriebssysteme zu entwickeln. Derzeit basiert das Management der Systeme wesentlich auf dem „Network Information Service“ (NIS) in Kombination mit dem „Network Filesystem“ (NFS) und Automounter. Neben dem Systemmanagement wurde auch die Benutzerumgebung auf

das heterogene Umfeld eingestellt. Die auf allen unterstützten Plattformen lauffähigen einheitlichen „login scripts“, eine standardisierte X11-Umgebung und die Konfiguration von Programmen (Tastaturbelegungen) vereinfachen die Interaktion der Benutzer mit UNIX und sind Bestandteil der Bemühungen zur Schaffung eines Standards in der Hochenergiephysik. Die Koordination der Aktivitäten für eine einheitliche Benutzerumgebung sowie die Propagierung moderner Entwicklungen auf dem UNIX-Sektor sind das Ziel der DESY-Unix-Arbeitsgruppe (DUX), an der Zeuthener Mitarbeiter aktiv mitwirken.

Im Berichtsjahr wurde weitere Anwendersoftware überwiegend zentral installiert und gepflegt. Auf dem Gebiet des Desktop-Publishing stehen nunmehr mit Framemaker und Corel-Draw zwei leistungsfähige Pakete zur Verfügung. Auch für das traditionell eingesetzte  $\text{\TeX}$  wurden neue Versionen und Pakete installiert. Die jeweils neuesten Versionen der CERNLIB sowie der CERN-Produkte wie PAW oder CMZ wurden auf allen Plattformen zur Verfügung gestellt, wobei Zeuthen die Portierung der CERNLIB auf das CONVEX-Betriebssystem für CERN vornimmt.

In Zeuthen wurde ein Server für das „World Wide Web“ (WWW) installiert. Damit können lokale Informationen weltweit angeboten werden. Die inhaltliche Gestaltung der anzubietenden Informationen wird derzeit vorgenommen.

Neben diesen allgemeinen Serviceleistungen wird auch direkt an den folgenden Forschungs- und Entwicklungsthemen außerhalb der Datenverarbeitung mitgearbeitet:

- H1-Experiment: Gesamte Datenauslese für die Zeuthener Detektorkomponenten
- Fiberdetektoren: Datenauslese für Testaufbauten und Mitarbeit an der Analyse der aufgenommenen Daten
- EAST/HERA-B-Experiment: Programmierung von Algorithmen, konzeptionelle Arbeiten
- ZEUS-Experiment: Graphische Ereignisdarstellung
- L3-Experiment: Datenauslese für die z-Kammer und den Silizium-Mikrovertex-detektor

## Elektronik

Im Berichtsjahr wurden alle Forschungsgruppen bei Entwurf, Aufbau und Betrieb von experimentellen Einrichtungen sowie von Testaufbauten unterstützt.

## Entwicklung

Im Rahmen von methodischen Arbeiten zur Vorbereitung neuer Experimente wurde die Mitarbeit in der EAST-Collaboration (Embedded Architectures for Second Level Triggering) am CERN fortgesetzt. Erste Untersuchungen gab es zur Triggerproblematik für das HERA-B-Experiment. In der Vergangenheit eingegangene Verpflichtungen zur Mitarbeit am Datenerfassungs-System des KASCADE-Experiments (KfK Karlsruhe) konnten erfolgreich zum Abschluß gebracht werden.

Im einzelnen wurden folgende größere Arbeiten für die Experimentgruppen und zur Untersuchung methodischer Fragestellungen ausgeführt:

### H1-Experiment

Der Sequencer für die Streifendetektor-Auslese wurde in mehreren Exemplaren aufgebaut, und die Software für dessen Programmierung wurde entwickelt. Unterstützung wurde bei der Vorbereitung und Durchführung eines Strahl-Tests mit Prototyp-Detektoren am CERN gegeben, unter anderem durch den Entwurf und Aufbau einer Triggereinrichtung für die Auslesesteuerung. Prototypen eines neuen Auslese-Chips wurden getestet. Es erfolgte eine intensive Mitarbeit bei der Überarbeitung des Detektor-Layouts, bei der Ausschreibung für die Serienfertigung sowie bei der Erweiterung des Meßplatzes für den Siliziumdetektor.

Zur Vorbereitung der Überholung der z-Kammer während der Winter-Betriebsunterbrechung von HERA erfolgten eine Überarbeitung des Hochspannungssystems und Testmessungen mit Referenzzellen.

### **ZEUS-Experiment**

- Entwurf für eine Presampler-Readout-Elektronik
- Aufbau schneller Vorverstärker und Erprobung im CERN-Testlauf
- Entwicklung eines 8-Kanal(10 Bit)-ADC-Moduls als PC-Platine.
- Aufbau eines Presampler-Auslese-Kanals (PM-, integrierender Vorverstärker-, 10-Bit-A/D-Wandler, PC-Interface) für 10 MHz Taktrate

Darüber hinaus wurde der Meßplatz für die in Siegen entwickelten FADC-Module für ZEUS weiter verbessert und die ersten ca. 25 in der Elektronikwerkstatt gefertigten Module geprüft und ausgemessen.

### **HERMES-Experiment**

- Test verschiedener Vorverstärkertypen für die Driftkammern
- Entwicklung eines Testprogramms zur Ansteuerung von Fastbus-TDCs für Linearitätsmessungen und Vorverstärkertests.
- Leiterplattenbearbeitung für die Driftkammern
- Inbetriebnahme und Betreuung der Elektronik bei zwei Testläufen mit der Prototyp-Driftkammer

### **L3-Experiment**

Bei der Installation des SMD-Detektors wurden die folgenden Aufgaben ausgeführt:

- Aufbau und Inbetriebnahme des Sequencer-Crates mit allen Komponenten
- Aufbau von „Connection Boxes“ (Verbindung zwischen Optoboard und Sequencer Crate)
- Entwicklung der Steuersoftware (SVC-Sequenzen für L3 Run-Bedingungen)

- Systematische Untersuchungen zum Verhalten des SVX-Auslesechips

### **Baikal-Experiment**

Weitere Transputermodule zum Ausbau des Datenerfassungs-Systems wurden aufgebaut. Nach den ersten Betriebserfahrungen erfolgte eine Überarbeitung des Triggerprozessors für die Suche nach magnetischen Monopolen.

### **Faserdetektoren**

Für Untersuchungen an Faserbündeln wurden Auslesesysteme für Vielkanal-Photovervielfacher auf der Basis von MX-4-Schaltkreisen entwickelt, gefertigt und im Einsatz bei Tests mit kosmischer Strahlung und im DESY-Teststrahl betreut. Danach erfolgte eine Modifikation des Systems zur Anpassung an die Experimentierbedingungen bei HERA. Weiterhin wurden zwei Auslese-Module (CERN-Entwicklung) für im CERN entwickelte Pixel-Detektoren aufgebaut, mit Pixel-Detektoren komplettiert und für Testmessungen zur Verfügung gestellt.

### **KASCADE-Höhenstrahlungs-Experiment**

An diesem in Karlsruhe durchgeführten Experiment war das Institut seit 1990 mit der Beistellung des Transputer-Auslesesystems und der Software für die Datenauslese beteiligt. Im Sommer wurde der in Zeuthen entwickelte Prototyp der Front-End-Elektronik für den Detektor im KfK getestet und anschließend überarbeitet. Von der neuen Version wurden zwei komplette Module aufgebaut, getestet und für KASCADE bereitgestellt. Es wurde Hilfestellung bei der Inbetriebnahme von sechs weiteren, nicht in Zeuthen gefertigten Modulen gegeben. Damit kann jetzt im KfK ein komplettes Subsystem (16 Meßhütten) mit der in Zeuthen entwickelten Elektronik ausgerüstet werden.

### **EAST-Kollaboration, HERA-B-Experiment**

Neben der Teilnahme an den Diskussionen zur Suche effizienter Architekturen für die Datenauslese und die zweite Triggerstufe wurden in Zeuthen folgende eigenständige Beiträge erarbeitet:

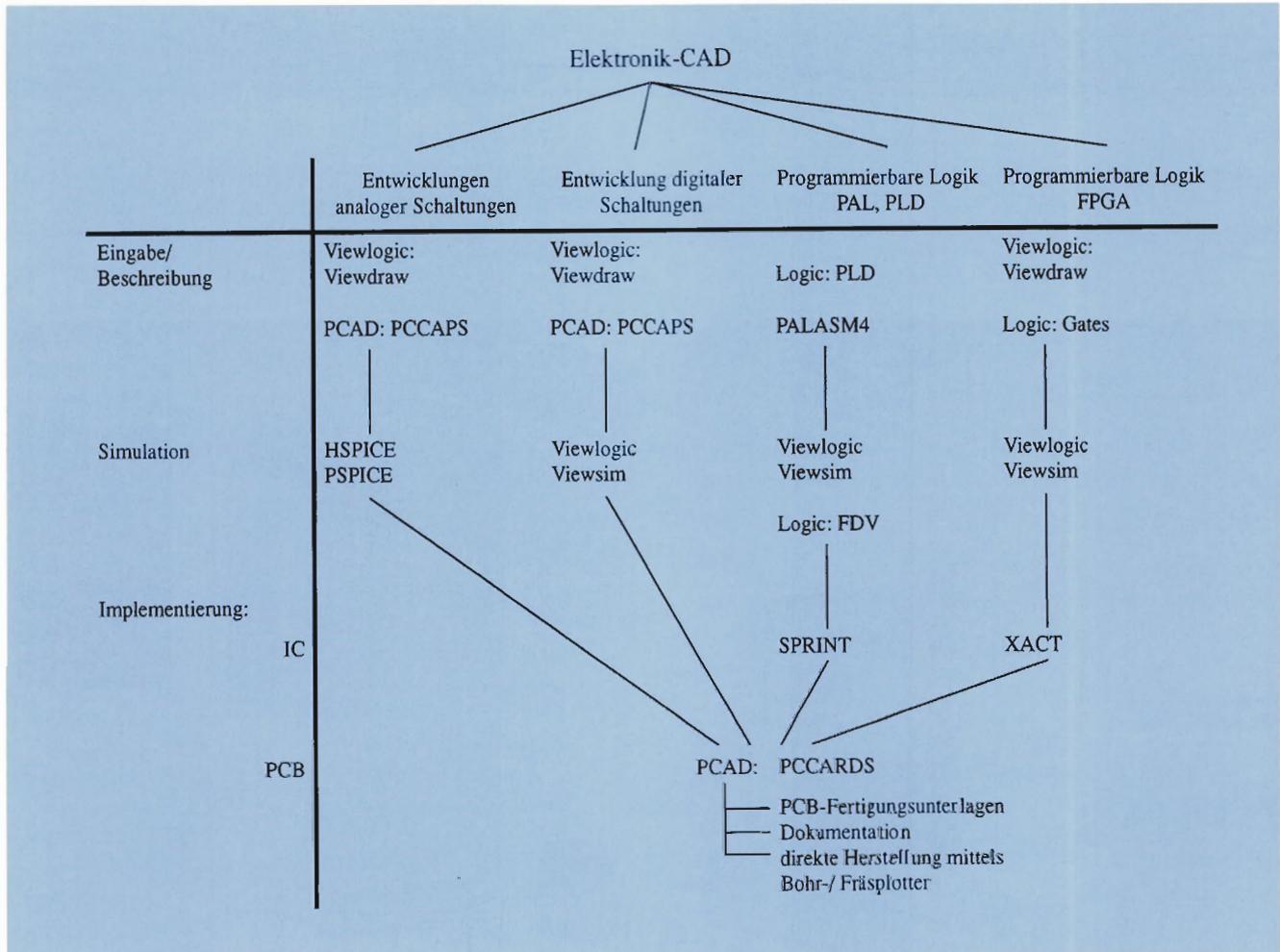


Abbildung 68: Übersicht über CAD-Software im DESY-IH Zeuthen.

- Programmierung verschiedener Algorithmen auf dem in Zeuthen vorhandenen Parallelprozessorsystem (Signalprozessoren des Typs TMS320C40) und Messen der realen Ausführungszeiten in Zusammenarbeit mit der Datenverarbeitungsgruppe
- Entwicklung eines schnellen Dateninterfaces für TMS320C40 nach dem HIPPI-Standard für Datenraten bis 100 MByte/s (noch nicht abgeschlossen)
- Entwicklung, Aufbau und Test eines seriellen Interfaces für TMS320C40-Links mit optischer Datenübertragung (200 Mbit/s) über größere Entfernungen (bis 1 km)

Alle Arbeiten waren nur durch ständige Nutzung der in den vergangenen Jahren installierten CAD-Hilfsmittel möglich. Abbildung 68 gibt einen Überblick über die in der Gruppe vorhandenen und genutzten CAD-Programme.

1993 wurden acht verschiedene ASICs der XILINX-Familie für die Experimente H1, ZEUS und KASCADE, das Baikalsee-Experiment, die Faserdetektorentwicklung und das EAST-Projekt entworfen und eingesetzt. Gegenwärtig wird ein neues und leistungsfähigeres CAD-Paket für Layoutentwurf von Mehrlagenleiterplatten und Hybridmodulen getestet (VISULA-LITE von Redac). Es wurden mehr als 20 verschiedene Layouts für



Abbildung 69: *Blick in das Halbleiterlabor.*

Zwei- und Mehrlagenleiterplatten erarbeitet. davon in den Formaten :

CAMAC	1	Typ
VME	10	Typen
PC	2	Typen
Sonstige	10	Typen

Im Juni wurde das neu errichtete Halbleiterlabor an die Elektronikgruppe übergeben und die Präzisionsgeräte (Bonder, Spitzenmeßplatz u.a.) in Betrieb genommen (Abb. 69). Zur Zeit wird das Labor intensiv für Arbeiten zum Aufbau von Silizium-Detektoren für das Experiment H1 genutzt. Zusammen mit der Datenverarbeitungsgruppe wird daran gearbeitet, den Bonder über einen Rechner zu steuern, um Bondarbeiten zukünftig zu automatisieren.

## Elektronikwerkstatt

Die technischen Möglichkeiten der Werkstatt wurden im vergangenen Jahr erweitert. Durch den Kauf einer Schwallötmaschine können auch kleine Serien von Leiterplatten mit bedrahteten Bauelementen effektiv gelötet werden. Zum zerstörungsfreien Ent- und Einlöten von SMD-ICs wurde ein Infrarot-Reparaturlötplatz angeschafft. Damit ist es möglich, Bauelemente auch auf sehr komplexen Leiterplatten problemlos und schnell zu wechseln.

Die Raumsituation der Werkstatt hat sich durch den Umzug der Elektronikwerkstatt verbessert. Die Ausstattung der Räume mit modernen Arbeitstischen und sonstigen Möbeln ist entsprechend den derzeitigen Erfordernissen abgeschlossen.

Die von der Elektronikwerkstatt erbrachten Leistungen lassen sich zu etwa gleichen Teilen in allgemeine und projektbezogene Arbeiten gliedern. Zu den allgemeinen Aufgaben gehören die Unterstützung der Gruppe Elektronik bei ihren Entwicklungsaufgaben und die technische Unterstützung in verschiedenen Bereichen des Institutes. Ein beträchtlicher Arbeitsaufwand wird für die Installation und den Service (Hard- und Software) der vorhandenen PCs geleistet.

Bei den projektbezogenen Arbeiten gab es folgende Schwerpunkte:

Baikal-Exp.	30%
L3	21%
H1	18%
Faserdet.	13%
ZEUS	11%
HERMES	7%

## Mechanik

Die Gruppe Mechanik besteht aus einer Konstruktionsgruppe (Konstruktoren und Zeichner) und der Mechanikwerkstatt sowie der mechanischen Lehrwerkstatt.

In der Konstruktion lag der Schwerpunkt bei Aufträgen für das H1- und das HERMES-Experiment, die Faserdetektor-Entwicklung und das Baikal-Neutrino-Teleskop. Für die Experimente L3 und ZEUS waren nur kleinere Entwicklungs- und Konstruktionsaufgaben wahrzunehmen.

Im Berichtsjahr wurden etwa 90% aller Konstruktions- und Zeichenarbeiten auf CAD-Anlagen angefertigt. Dabei wurde zum größten Teil mit dem CAD-System I-DEAS gearbeitet. Nur noch für einen geringen Anteil der Konstruktionsarbeiten wird Auto-CAD benutzt. Die in der Mechanikwerkstatt durchgeführten Arbeiten lassen sich in ihren Schwerpunkten den für die Konstruktion genannten Themen zuordnen.

Im dritten Quartal wurde der Werkstattneubau bezogen. Der Neubau (Abb. 73) war erforderlich, da die alte Werkstatt nicht den Sicherheitsbestimmungen entsprach und die Zahl der vorhandenen Arbeitsplätze für die Lehrlingsausbildung nicht ausreichte. Im Neubau sind moderne Werkzeugmaschinen aufgestellt worden (Abb. 72). Ein mit modernen Meß- und Prüfgeräten ausgestatteter Meßraum ermöglicht es, gefertigte Teile zu prüfen und präzise zu vermessen.

### H1-Experiment

Für den Rückwärts-Silizium-Spurdetektor (BST) wurden die geplanten Lösungen für die Trägerstruktur und die Kühlung überarbeitet. Bei der

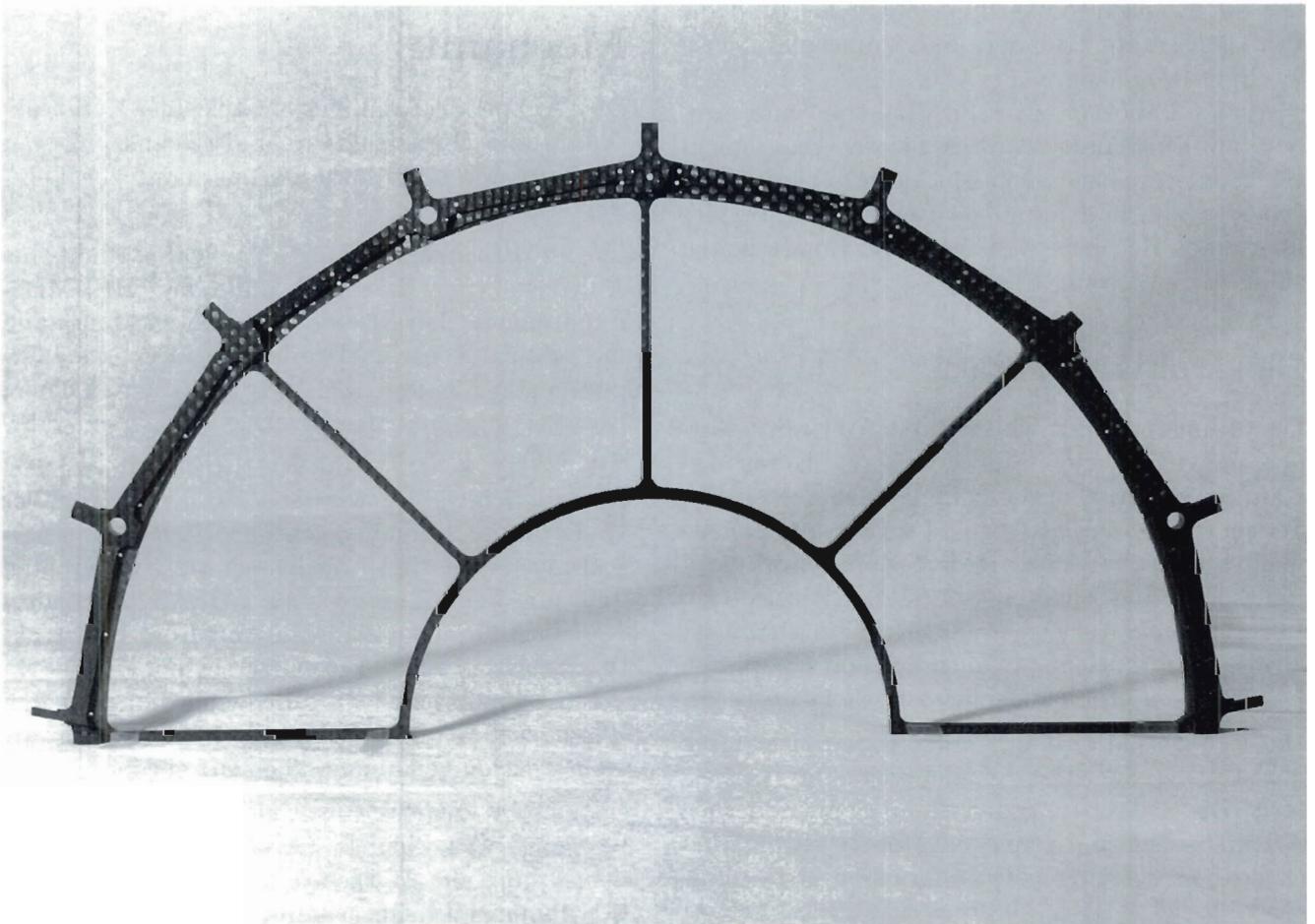


Abbildung 70: Trägerstruktur für den Rückwärts-Silizium-Spurdetektor für H1.

Konzeption und Konstruktion des Kühlsystems besteht eine enge Zusammenarbeit mit der Konstruktionsabteilung von DESY-Hamburg. Ein Prototyp der mechanischen Trägerstruktur für die Silizium-Detektoren wurde aus kohlefaserverstärktem Polyester gefertigt (Abb. 70). Weiterhin wurden zahlreiche Vorrichtungen zum exakten Kleben, Bonden und Montieren der Silizium-Detektoren konstruiert.

Die technischen und logistischen Vorbereitungen für eine eventuelle Neuverdrahtung der z-Kammer (COZ) während der Winter-Betriebsunterbrechung 1993/94 wurden getroffen.

#### **HERMES-Experiment**

Der Prototyp einer planaren Driftkammer wurde aufgebaut. Umfangreiche Konstruktionsarbeiten waren für die Erstellung der kompletten Fertigungsunterlagen der Rahmen aus glasfaserverstärktem Polyester für die Driftkammern BC1 und BC3 erforderlich. Die Deformationsberechnungen für die Rahmen wurden mittels der Methode der finiten Elemente (I-DEAS) durchgeführt. In enger Zusammenarbeit mit dem MPI-Heidelberg wurden die Stahlrahmen der Driftkammern konstruiert.

#### **Baikal-Experiment**

Die Mechanik des Laserkalibrationssystems für die Photovervielfacher wurde entworfen und gefertigt. Während der Expedition zum Baikalsee wurde die Montage aller Baugruppen und die Installation im See durch einen Konstrukteur betreut.

#### **Faserdetektoren**

Entwickelt und in Betrieb genommen wurde ein Einzelfasermessplatz. Für die Betriebsunterbrechung im Winter 1993/94 ist eine Test-Installation für ein Vorwärts-Proton-Spektrometer, bestehend aus zwei „roman pots“, im H1-Experiment vorgesehen. Die gegeneinander versetzten Faserdetektoren und die dazugehörige Positioniermechanik wurden entwickelt, konstruiert und gefertigt.

## **Lehrlingsausbildung**

Die Ausbildung erfolgt in den beiden Lehrberufen Industriemechaniker (Geräte- und Feinwerktechnik) und Industrieelektroniker. Insgesamt befin-

den sich nun zehn Lehrlinge in der Ausbildung. Damit ist die in den provisorischen Ausbildungswerkstätten geschaffene Ausbildungskapazität ausgeschöpft. Erwähnenswert ist, daß darüber hinaus auch Praktikanten (Studenten von Technischen Fachhochschulen und Schüler) ausgebildet wurden. Erst mit der Fertigstellung der Hallenumbauung im Jahr 1995 werden die endgültigen Lehrwerkstätten zur Verfügung stehen, dennoch wurden auch 1993 weitere Verbesserungen der Ausbildung erreicht:

- Die Fertigstellung der neuen mechanischen Werkstatt ermöglicht die praxisnahe Ausbildung der Lehrlinge im 2. und 3. Lehrjahr
- Die im Januar 1993 vorgenommene Umsetzung der Elektroniklehrwerkstatt verbessert die Ausbildungsbedingungen erheblich (Abb. 71)

## **Technische Infrastruktur**

Die umfangreichen Sanierungsmaßnahmen an nahezu allen Institutsgebäuden wurden auch 1993 fortgesetzt. Darüber hinaus wurden einige, für die Funktionalität des Instituts sehr wichtige Ausbaumaßnahmen und Neubauten ausgeführt. Alle Arbeiten wurden von der Gruppe vorbereitet und koordiniert.

Zusammenstellung der wichtigsten 1993 abgeschlossenen Bau- und Sanierungsvorhaben:

- Fahrstuhl und neues Treppenhaus im Laborgebäude (Abb. 74)
- Renovierung von Büroräumen (u.a. komplette Renovierung des Rechnergebäudes)
- Fertigstellung von Labor- und Experimentierräumen (Halbleiterlabor/Reinraum, Labor für die Fertigung der HERMES-Driftkammern)
- Sanierung und Erweiterung der Bibliothek

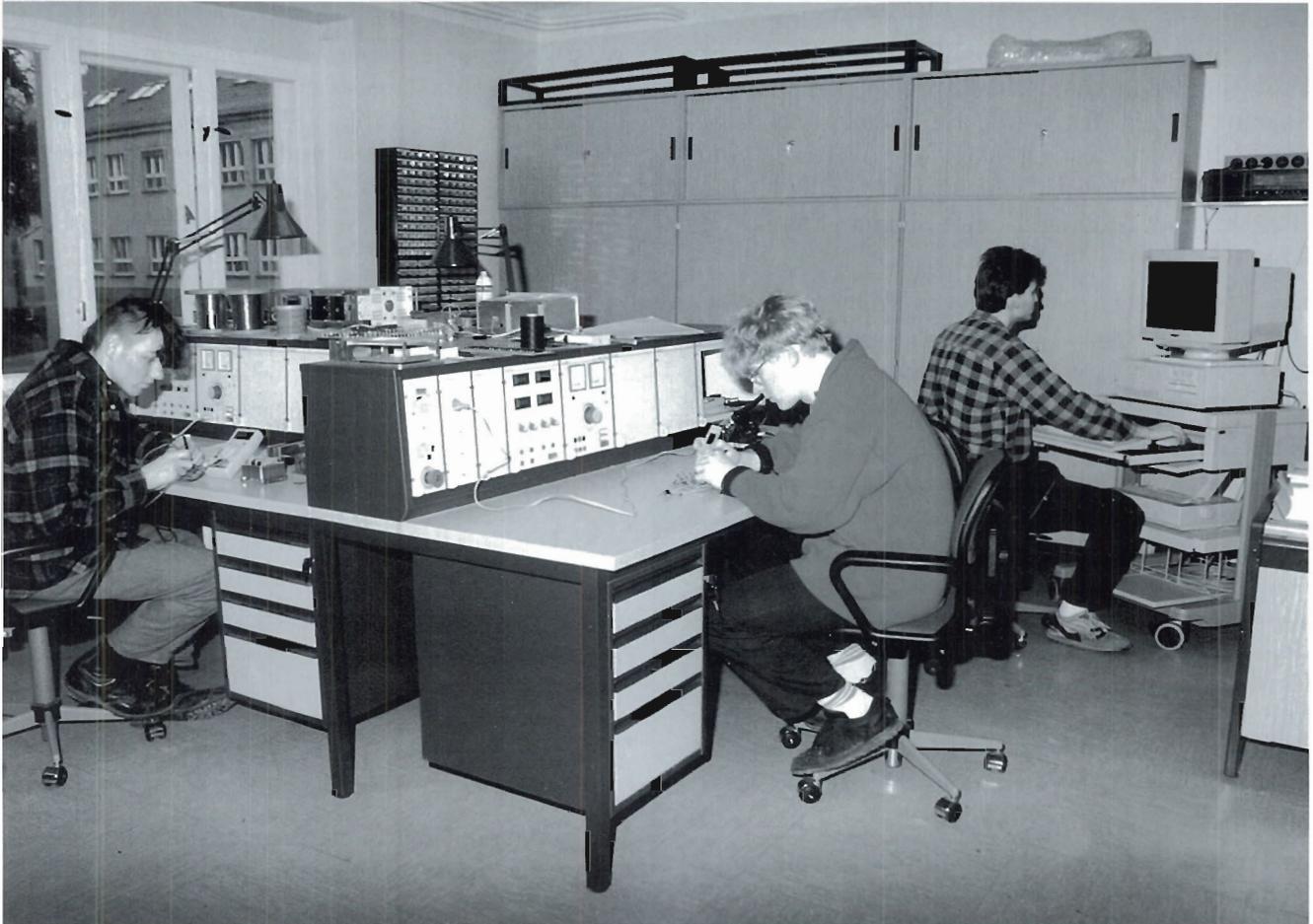


Abbildung 71: *Elektroniklehrwerkstatt.*

- Ausbau des Dachgeschosses im Laborgebäude mit Schaffung von 11 Gästezimmern
- Fertigstellung des Neubaus der mechanischen Werkstatt (Abb. 72 und 73)
- Umbau der Villa zum Gästehaus mit vier Wohnungen
- Wichtigste Sanierungsarbeiten: Fenster, Heizung und sanitäre Einrichtungen im Rechnergebäude, Weiterführung der Elektro- und Heizungssanierung im Laborgebäude und die Erneuerung von Feuerlöschleitungen verbunden mit dem Einbau rauchdichter Türen

Weitere Aktivitäten waren darauf gerichtet, die Planungs- und Genehmigungsvorhaben für das wichtigste Bauprojekt auf dem Zeuthener Instituts-Gelände, die Umbauung der großen Halle, voranzubringen. Der Beginn der Bauarbeiten wird im Frühjahr 1994 erfolgen, die Bauzeit wird etwa 15 Monate betragen. Die Fertigstellung der Hallenumbauung wird das Institutsleben wesentlich verändern:

- Die Lehrausbildung wird dann im vorgesehenem Umfang stattfinden können (Kernstück der Umbauung sind zwei neue Lehrwerkstätten und die neue Elektronikwerkstatt)

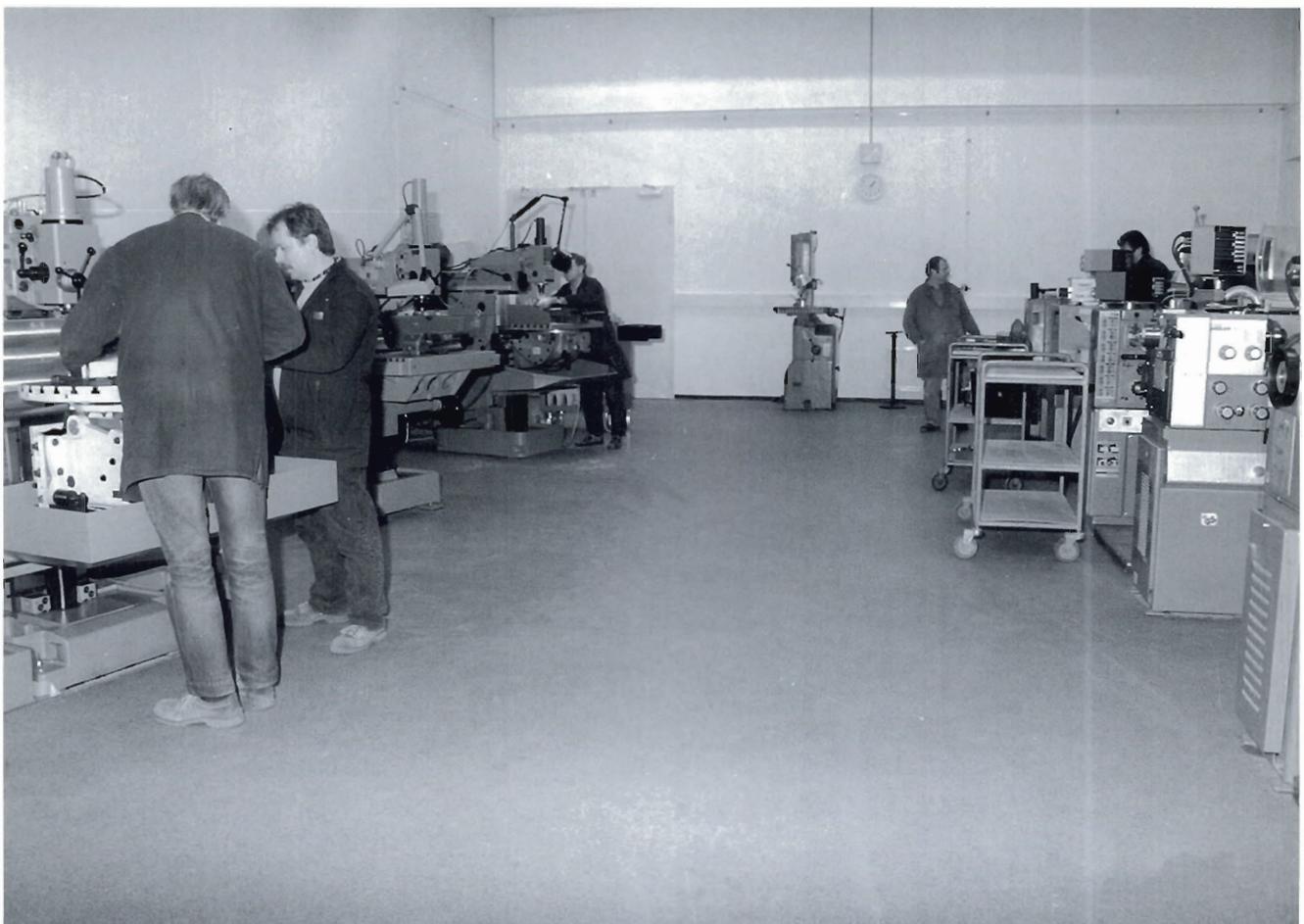


Abbildung 72: *Innenansicht der neuen Mechanischen Werkstatt.*

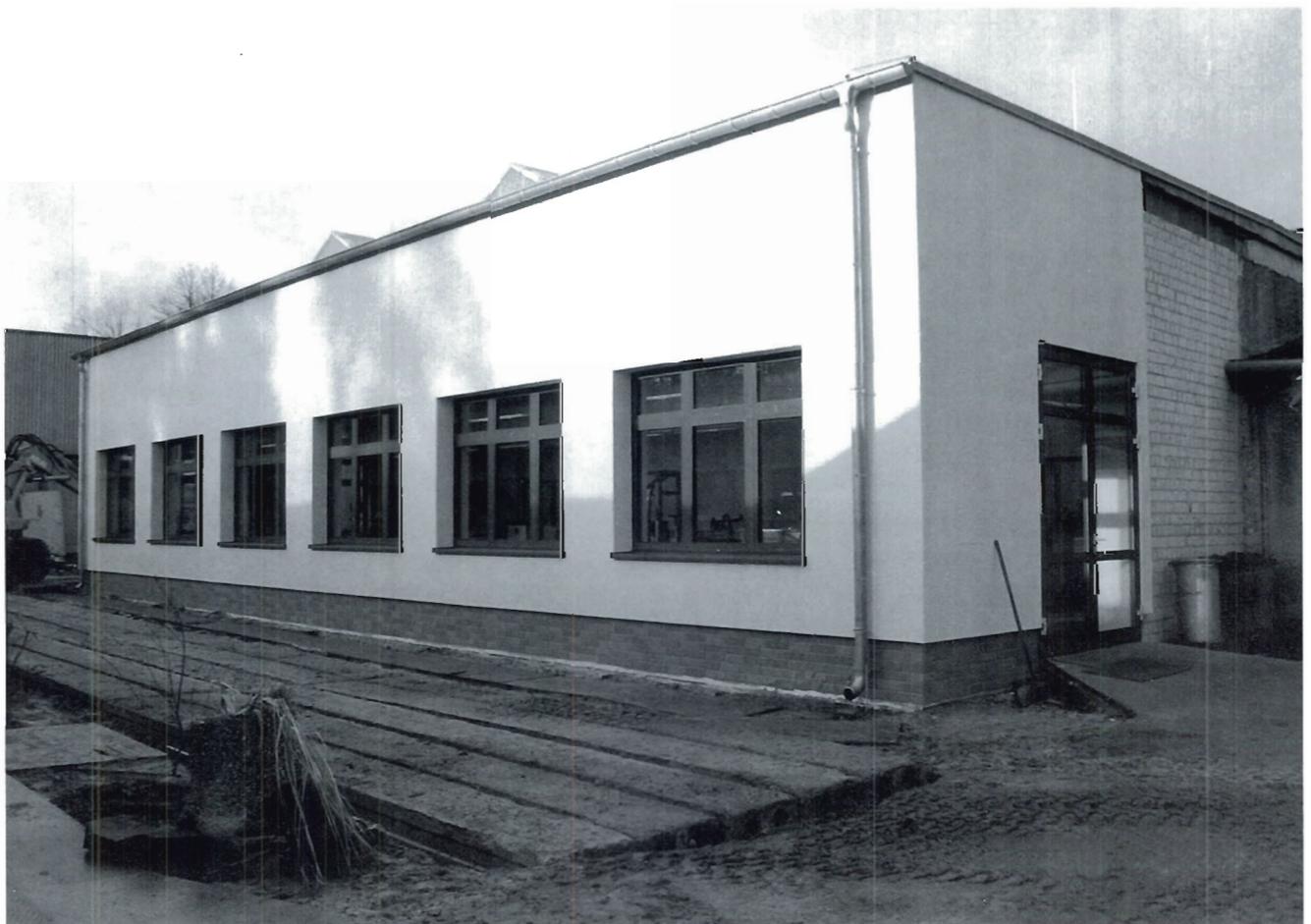


Abbildung 73: Außenansicht der neuen Mechanischen Werkstatt.



Abbildung 74: *Neues Treppenhaus an Laborgebäude.*

- Der Seminarraum-/Hörsaaltrakt wird das Abhalten kleinerer Tagungen beziehungsweise Kollaborationstreffen in Zeuthen ermöglichen
- Es werden ausreichend Experimentier- und Montageflächen zur Verfügung stehen

Zusätzliche Planungsarbeiten befaßten sich mit der vorgesehenen Umgestaltung der Küche und des Speisesaals und mit notwendigen Veränderung der Elektroinspeisung sowie der dringenden Sanierung der Kläranlage.

# Bereich Maschinen (M)

## Inhalt

Übersicht	169
Speicherringanlage HERA.	171
Speicherring DORIS III	179
Die Vorbeschleuniger	185
Arbeiten der Gruppen des Bereiches Maschinen	191
Strahlenschutz	205
Voruntersuchungen zu einem „Linear Collider“-Projekt	207



# Übersicht M-Bereich

## HERA

Am 31. Mai 1992 war der Protonen-Elektronen-Speicherring HERA fast genau acht Jahre nach Baubeginn bei DESY fertiggestellt und in Betrieb genommen worden und Elektron-Proton-Kollisionen konnten in den beiden Detektoren ZEUS und H1 erstmals beobachtet werden. Mit einer Protonen-Energie von 820 GeV ist HERA eine weltweit einzigartige Anlage für hochenergetische Elektron-Proton-Kollisionen, die bei höchsten Schwerpunktsenergien die andernorts durchgeführten Proton-Antiproton- und Elektron-Positron-Kollisionsexperimente in sinnvoller Weise ergänzt. In HERA werden Protonen in einem supraleitenden Magnetring und Elektronen in einem zweiten Speicherring mit konventionellem Magnetsystem, aber zum Teil supraleitenden Hochfrequenzbeschleunigungsstrecken gespeichert und an zwei Stellen zur Kollision gebracht. Beide Ringe sind in einem kreisförmigen Ringtunnel von 6336 m Umfang angeordnet.

Nach Inbetriebnahme wurde der Rest des Jahres 1992 im wesentlichen mit der Entwicklung und Verbesserung des Speicherringbetriebes zugebracht mit dem Ziel, die Luminosität (ein Maß für die beobachtbare Ereignisrate) im Elektron-Proton-Kollisionsbetrieb zu erhöhen und den Betrieb der beiden großen Detektoren zusammen mit der HERA-Maschine zu untersuchen und zu verbessern. Ende 1992 hatte HERA eine Luminosität von  $60 \text{ nb}^{-1}$  akkumuliert bei typischen Protonenströmen von 2.3 mA (Entwurfswert 160 mA) und Elektronenströmen von 3 mA (Entwurfswert 56 mA). Die Ströme waren dabei in jeweils 9 Teilchenpaketen (Entwurfswert 210) akkumuliert. Die maximale beobachtete Luminosität betrug  $2.2 \times 10^{29} \text{ cm}^{-2} \text{ s}^{-1}$ . Die Winter-Betriebsunterbrechung 1992/93 war hauptsächlich

für Komplettierungs- und Nachbesserungsarbeiten an den Detektoren erforderlich geworden. Der Maschinenbetrieb wurde am 3. April 1993 wieder aufgenommen. In Beschleunigerstudien bis zum 16. Mai wurde zunächst der Betrieb mit jeweils 90 Teilchenpaketen in jedem Ring und entsprechend höheren mittleren Teilchenströmen und höherer Luminosität erprobt. Eine Betriebsunterbrechung bis zum 14. Juni ermöglichte den Wiedereinbau des H1-Detektors und nach drei weiteren Wochen für Maschinenstudien und vorbereitenden Arbeiten begann dann am 29. Juni der eigentliche Luminositätsbetrieb für die Hochenergiephysikexperimente, durchlaufend bis zum 1.11.1993. In diesem Zeitraum wurde für jeden der beiden Detektoren eine Luminosität von rund  $1000 \text{ nb}^{-1}$  akkumuliert, etwa 20mal soviel wie im Vorjahr. Typische Elektronen- und Protonenströme waren dabei jeweils 12 mA mit Spitzenwerten von 20 mA in jedem Strahl. Der Spitzenwert der beobachteten Luminosität war  $1.4 \times 10^{30} \text{ cm}^{-2} \text{ s}^{-1}$  (etwa 10% des Entwurfswertes). Größere Ausfälle in diesem Zeitraum wurden nur durch Probleme in der elektrischen Energieversorgung verursacht (siehe Bericht der technischen Gruppen auf Seite 195ff).

## DORIS

Der Elektron-Positron-Speicherring DORIS mit maximalen Strahlenergien von  $2 \times 5.3 \text{ GeV}$  wurde in den vergangenen Jahren zu etwa 2/3 der Zeit für Hochenergiephysikexperimente im B-Mesonbereich mit dem ARGUS-Detektor und zu etwa 1/3 der Zeit für dedizierte Synchrotronstrahlungsexperimente vom Hamburger Synchrotronstrahlungslabor (HASYLAB) benutzt. 1991 erfolgte ein größerer Umbau von DORIS, um den Einbau von einer größeren Zahl von Wigglern und Ündulatoren und damit eine bessere Aus-

nutzung für die Synchrotronstrahlung zu ermöglichen. Bis zum Ende 1992 konnten jedoch die früheren Betriebsbedingungen für Hochenergiephysikexperimente mit kollidierenden Elektron-Positron-Strahlen nicht wieder erreicht werden. In einem dedizierten Testbetrieb für ARGUS vom 15. März bis zum 2. Mai 1993 wurde die Möglichkeit untersucht, mit ARGUS ein neues großes Physikprogramm durchzuführen. Obwohl die während des Testbetriebes akkumulierte Luminosität von  $870 \text{ nb}^{-1}$  pro Tag fast den Wert erreichte, der für ein neues Programm für erforderlich gehalten wurde, erfolgte am 3. Mai 1993 die Entscheidung, das ARGUS-Programm zu beenden und DORIS fortan nur noch als dedizierte Synchrotronstrahlungsquelle zu betreiben. Für den Rest des Jahres 1993 wurde DORIS deshalb bei einer Energie von 4.6 GeV und mittleren Strömen bis zu 100 mA für HASYLAB betrieben. Etwa 20% der Zeit wurde auf Maschinenschichten verwendet, um die Betriebsbedingungen für den Synchrotronstrahlungsbetrieb zu verbessern.

### Vorbeschleuniger

Für den Betrieb von HERA und DORIS sind sechs Vorbeschleuniger erforderlich (Elektron/Positron-

Linac II, PIA, DESY II, Linac III, DESY III und PETRA), deren Betrieb und Weiterentwicklung auch 1993 wichtiger Programmteil war.

### Zukunftsprojekte

Parallel zum Betrieb von HERA und DORIS und den Vorbeschleunigern wurden im Maschinenbereich Studien durchgeführt mit dem Ziel, Möglichkeiten für den Bau eines 500 GeV „linearen Colliders“ zu untersuchen, um gegebenenfalls gegen Ende der Dekade in einer großen internationalen Kollaboration eine solche Maschine vorschlagen zu können. Die Studien untersuchen zwei Möglichkeiten:

- Den Bau von zwei konventionellen gegeneinander gerichteten Linearbeschleunigern („warme“ S-Band-Beschleuniger)
- Den Bau von supraleitenden gegeneinander gerichteten Linearbeschleunigern („TESLA-Projekt“).

Beide Studien schließen den Bau von Prototypen von Beschleunigersektionen ein und werden in internationalen Kollaborationen durchgeführt.

# Speicherringanlage HERA

## Betriebszeiten

- 01.01. - 03.04. Winter-Betriebsunterbrechung
- 03.04. - 08.04. Technische Inbetriebnahme des Elektronenringes
- 13.04. - 16.04. Technische Inbetriebnahme des Protonenringes
- 17.04. - 16.05. Beschleunigerstudien zur Untersuchung des Elektronen-Protonen-Betriebes
- 16.05. - 23.05. Luminositätstestbetrieb
- 24.05. - 11.06. Betriebsunterbrechung für den Einbau des H1-Detektors
- 12.06. - 28.06. Wiederanlauf, Beschleunigerstudien und Luminositätstestbetrieb
- 29.06. - 31.10. Luminositätsbetrieb für die Detektoren H1 und ZEUS
- 01.11. - 21.11. Beschleunigerstudien zur Untersuchung des Elektronen- und Protonenbetriebes
- 22.11. - 31.12. Winter-Betriebsunterbrechung

## Der Protonenringbetrieb

### Betriebsparameter 1993

Viele Beschleunigerstudien wurden darauf verwendet, den Betrieb des Protonenringes allein, ohne Kollisionen mit Elektronen, zu verstehen und zu optimieren. Daraus ergaben sich im Laufe des Jahres die folgenden besten Betriebsparameter:

### Bunchladung

Der Entwurfswert ist  $10^{11}$  Protonen pro Einzelbunch. Der beste bisher erreichte Wert beträgt  $4.5 \times 10^{10}$ , das heißt 45% des Entwurfswertes und ist durch die Vorbeschleuniger begrenzt. Bei dieser Bunchladung werden allerdings starke Schwin-

gungsanregungen beobachtet, deren Ursache noch nicht verstanden ist.

### Bunchzahl

Der Entwurfswert ist hier 210. Die vorläufige Erhöhung der Bunchzahl von 10 im Jahre 1992 auf 90 im Jahre 1993 machte keine größeren technischen oder maschinenphysikalischen Probleme.

### Mittlerer Strahlstrom

Der höchste erreichte Strahlstrom von 20 mA (Entwurfswert 160 mA) entspricht in etwa den besten erreichten Einzelbunchströmen und der Bunchzahl von 90.

### Transversale Emittanz

Wichtig für das Erreichen hoher Luminosität sind nicht nur hohe Elektronen- und Protonenströme, sondern auch kleine transversale Strahldimensionen. Diese werden durch die Stärke der Strahlfokussierung und die transversale Emittanz bestimmt. Die besten bisher bei 820 GeV erreichten horizontalen und vertikalen Emittanzen von  $2.6 \times 10^{-9}$  m und  $2.2 \times 10^{-9}$  m liegen um nahezu einen Faktor 3 unter den Entwurfswerten und selbst im Routinebetrieb waren die transversalen Strahldimensionen (proportional zur Wurzel aus der Emittanz) kleiner als etwa 70% des Entwurfswertes. Dieses günstige Ergebnis wurde durch umfangreiche Verbesserungen in der Rechnerkontrolle des Protonenringes ermöglicht, die die Lagefehler bei der Injektion vermeiden helfen und die zeitlich veränderlichen sogenannten „persistent currents“ in den supraleitenden Magneten besser kontrollieren und kompensieren.

### Longitudinale Emittanz

Zusammen mit der longitudinalen Fokussierung, wie sie durch den Gradienten des Hochfrequenzbeschleunigungsfeldes gegeben ist, bestimmt die longitudinale Emittanz die Länge der Protonenteil-

chenpakete und damit die Länge der Wechselwirkungsbereiche in den Detektoren (die Länge der Elektronenpakete ist dagegen vergleichsweise vernachlässigbar). Die 1993 erreichte Bunchlänge von 14 cm bei einer Energie von 820 GeV entspricht einer Länge der Wechselwirkungszonen von 7 cm. Obwohl longitudinale Emittanzen von nur 0.05 eVs erreicht wurden (das sind etwa 70% des Entwurfswertes) liegen die Werte für die longitudinalen Strahldimensionen knapp um den Faktor 2 höher als die Entwurfswerte: Der Grund ist darin zu suchen, daß das für die starke longitudinale Fokussierung vorgesehene 208-MHz-Hochfrequenzsystem noch nicht bei voller Leistung betrieben werden konnte. Die außerordentlich günstigen Werte für die longitudinale Emittanz wurden durch Verfeinerung der Hochfrequenzkontrollen und sehr präzise Kontrollen der Energieanpassung beim Transfer der Protonen vom PETRA-Vorbeschleuniger zum HERA-Ring erreicht.

#### Lebensdauer

Dank der kleinen transversalen und longitudinalen Emittanzen und dank der guten Strahlkontrolle betrug die Lebensdauer des gespeicherten Protonenstrahls bei der Injektionsenergie von 40 GeV mehrere Stunden und bei der höchsten Strahlenergie von 820 GeV bis zu drei Wochen! Im Kollisionsbetrieb zusammen mit Elektronen ist die Strahllebensdauer durch Strahl-Strahl-Wechselwirkungseffekte bestimmt und betrug im praktischen Luminositätsbetrieb zwischen 50 und 100 Stunden.

#### Zur Zeit noch ungelöste Probleme

Wie oben bereits erwähnt, neigen die Protonenstrahlpakete mit hoher Ladung zu transversalen Schwingungen, deren Mechanismus zur Zeit noch nicht verstanden ist. Tests zeigten jedoch, daß diese Schwingungen durch transversale Rückkopplungssysteme kontrolliert werden können. Entsprechende breitbandige Systeme sind zur Zeit in der Entwicklung. Longitudinale Strahlaufweitungen bei der Injektion können auf Probleme der Anpassung von Hochfrequenzparametern zwischen der Injektormaschine PETRA und HERA zurückgeführt werden. Bessere Kontrolle beim Transfer des Strahls, die eine sogenannte Bunchrotation

einschließt, sind in Vorbereitung. Weitere longitudinale Strahlaufweitungen während des Beschleunigungsvorganges in HERA sollen durch verbesserte Hochfrequenzkontrollen in HERA vermieden werden.

## Der Elektronenringbetrieb

Das Hauptproblem im Elektronenringbetrieb war eine schlechte Strahllebensdauer bei hohen mittleren Strahlströmen. Schon im Vorjahr war beobachtet worden, daß mittlere Strahlströme größer als 3 mA bei einer Energie von 26 GeV zu Lebensdauereinbrüchen führen können. Mit Hilfe von externen Strahlverlustmonitoren konnte eine Vakuumkammer identifiziert werden, die für derartige Einbrüche in der Strahllebensdauer verantwortlich war. Nach Auswechseln dieser Kammer ließen sich die mittleren Strahlströme auf 19 bis 20 mA steigern (40% des Entwurfswertes), bevor ähnliche Effekte wieder beobachtet wurden. Es wurde deshalb ein umfangreiches Meßsystem für Strahlverluste gebaut und installiert, um vergleichbare Schwachpunkte im Vakuumsystem des Elektronenringes identifizieren zu können. Erste Beobachtungen mit diesem neuen System und gewissen Gegenmaßnahmen, die eine Erhöhung des mittleren Stromes auf über 30 mA bei 26 GeV zur Folge hatten, fanden nach Ende des Berichtszeitraumes im November 1993 statt und weisen auf eingefangene Staubpartikel hin.

Ein wichtiger Bestandteil des Experimentierbetriebes von HERA ist die geplante longitudinale Strahlpolarisation der gespeicherten Elektronen an den beiden Wechselwirkungspunkten HERA-Nord und HERA-Süd. Hierzu ist eine transversale vertikale Strahlpolarisation Voraussetzung, wie sie sich durch den Sokolov-Ternov-Effekt als Folge von „Spinflips“ bei der Abstrahlung von Synchrotronstrahlung aufbauen kann. Diese transversale Polarisation soll dann in sogenannten Spinrotatoren an den Wechselwirkungspunkten in die longitudinale Richtung gedreht werden. Ein Teil der Beschleunigerstudien wurde darauf verwendet, den Aufbau der transversalen Polarisation zu studieren.

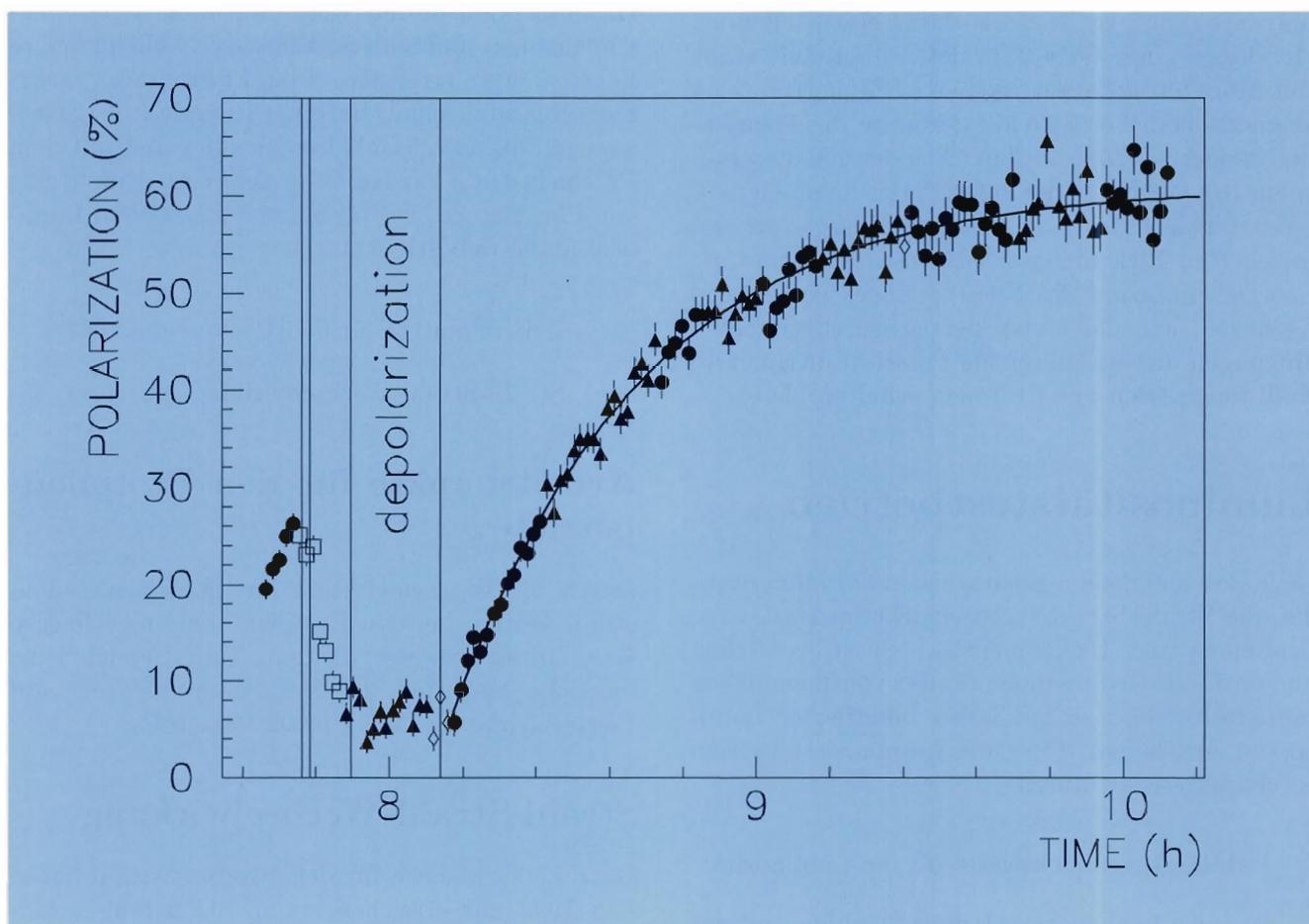


Abbildung 75: Zeitlicher Aufbau der Spinpolarisation im HERA-Elektronenring.

ren und mit speziellen Orbitkorrekturen zu optimieren.

Abbildung 75 zeigt den zeitlichen Aufbau der Spinpolarisation im Elektronenring von HERA, wie er mit dem HERA-Spinpolarimeter aus der vertikalen Asymmetrie rückgestreuter Comptonphotonen gemessen wird. So gelang es, einen besten Polarisationsgrad von 65% zu erreichen. Routinemäßig wurden Werte um 60% gemessen. Bemerkenswert dabei ist, daß die dafür einzustellenden Maschinen- und Orbitparameter über Zeiträume von Monaten konstant bleiben. Mit horizontalen magnetischen Wechselfeldern konnte die Polarisation wieder zerstört werden. Aus der genauen Frequenz der Wechselfelder ließ sich mit hoher Genauigkeit (etwa 1 MeV) die mittlere Energie des gespeicherten Elektronenstrahls bestimmen und die Energiekalibration des Speicherringes verbessern. Es zeigte sich, daß unter derzeitigen Betriebsbedingungen diese transversale Polarisation auch im Kollisionsbetrieb mit Protonen erhalten bleibt.

## Luminositätstestbetrieb

Viele Beschleunigerstudien wurden darauf verwendet, die Strahl-Strahl-Wechselwirkungen zwischen Protonen- und Elektronenstrahlen zu verstehen und optimale Bedingungen für den routinemäßigen Luminositätsbetrieb mit hoher integrierter Luminosität zu schaffen. Ein guter Luminositätsbetrieb ist charakterisiert durch:

- Hohe Augenblickswerte für die Luminosität
- Große Lebensdauer beider Strahlen und der Luminosität
- Geringe Untergrundraten bei den Detektoren
- Geringen Zeitbedarf für das Füllen beider Ringe, das Beschleunigen beider Strahlen auf ihre Sollenergie (zur Zeit 820 GeV für Protonen und 26 GeV für Elektronen) und das Zusammenführen beider Strahlen an den Wechselwirkungspunkten.

Abbildung 76 zeigt den typischen Zeitverlauf der Protonen- und Elektronenströme, wie er sich im Luminositätsbetrieb darstellt: Nach Füllen des Protonenringes und Beschleunigen des Protonenstrahls auf 820 GeV mit einem gesamten minimalen Zeitbedarf von 1.5 Stunden bleiben die Protonen für etwa 24 Stunden gespeichert. Während dieser Zeit werden die Elektronen, die aufgrund der Synchrotronstrahlung und der damit verbundenen Gasdesorption in den Vakuumkammern des Elektronenringes und anderer Effekte erheblich kürzere Lebensdauern erreichen (8 bis 12 Stunden), mehrmals (bis zu viermal) bei einer Energie von 12 GeV nachgefüllt, auf 26 GeV beschleunigt und mit dem Protonenstrahl zur Kollision gebracht. Eine Reihe von Parametern sind für einen erfolgreichen Luminositätsbetrieb kritisch. Dazu gehören:

- Arbeitspunkte für den Protonenbetrieb
- Strahl-Strahl-Wechselwirkung

## Arbeitspunkte für den Protonenbetrieb

Durch die Wechselwirkung mit dem Elektronenstrahl werden bei den Protonen viele nichtlineare Resonanzen angeregt, die den „Tune-Bereich“ (die mögliche Variation der Betatronfrequenzen) auf Werte kleiner als  $\Delta Q \leq 0.002$  begrenzen.

## Strahl-Strahl-Wechselwirkung

Gute Lebensdauern für den Protonenstrahl ließen sich 1993 nur erreichen, wenn die Strahl-Strahl-Wechselwirkung eine Frequenzverschiebung der Betatronfrequenzen des Protonenstrahls („tuneshift“) von weniger als 0.001 erzeugt. Außerdem scheint es wichtig, daß die transversalen Dimensionen des Elektronenstrahls gleich oder etwas größer sind als die des Protonenstrahls. Eine künstliche Vergrößerung der Strahlhöhe des Elektronenstrahls wurde durch eine 400 m lange antisymmetrische Sollkreisverbiegung im Ostteil des HERA-Ringes erreicht. Während des Füllens der Ringe mit Elektronen beziehungsweise Protonen

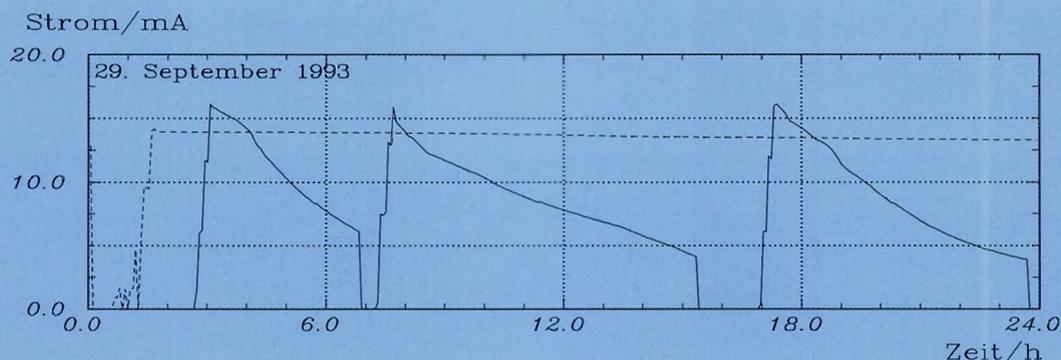


Abbildung 76: Zeitverlauf der Protonen- und Elektronenströme im typischen Luminositätsbetrieb.

und während der Beschleunigung der Teilchenstrahlen ist es wichtig, beide Strahlen an den Wechselwirkungspunkten getrennt zu halten.

Um den „Untergrund“ in den beiden Detektoren H1 und ZEUS zu minimieren ist es wichtig, beide Strahlen in den Wechselwirkungszonen sorgfältig in den Strahlkammern auf besser als 0.1 mm zu zentrieren. Störender Untergrund in den Detektoren wird auch durch Anwachsen der Strahldimensionen des Protonenstrahls (Emittanzdiffusion) verursacht.

Normalerweise waren die normierten Emittanzwachsraten des Protonenstrahls 1 mmmrad pro Stunde in der horizontalen Ebene und etwa halb so groß in der vertikalen Ebene, doch wurde im Strahl-Strahl-Betrieb beobachtet, daß auch die Wechselwirkung mit dem Elektronenstrahl zu zusätzlichen Emittanzaufweitungen im Protonenstrahl führen kann. Insbesondere führte das Rauschen im transversalen Rückkopplungssystem des Elektronenringes zu einer stärkeren Emittanzdiffusion im Protonenring, wenn es während des eigentlichen Luminositätsbetriebes in Betrieb gelassen wurde. Auch ergaben gewisse Betatronfrequenzen im Elektronenring unzulässig hohe Strahlaufweitungen im Protonenring. Kollimatoren im Protonenring waren für die Kontrolle des Untergrundes in den Detektoren unerlässlich.

## Luminositätsbetrieb für die Experimente H1 und ZEUS

Die Abbildung 77 zeigt die im Jahre 1993 aufintegrierte Luminosität als Funktion der Zeit, wie sie mit dem ZEUS-Detektor gemessen wurde. Der Gesamtwert von  $1088 \text{ nb}^{-1}$  liegt rund um eine Faktor 20 höher als der des Vorjahres. Der Faktor 20 setzt sich zusammen aus der neunmal größeren Bunchzahl (1993: 84, 1992: 9), höheren Bunchladungen und insbesondere einer höheren Verfügbarkeit der Anlage. Es ist nur sehr natürlich, wenn der Betrieb einer neuen und so komplexen Anlage wie HERA am Anfang noch unter einer größeren Zahl technischer Ausfälle zu leiden hat.

Abbildung 78 zeigt eine Aufschlüsselung der Zeiten, die im geplanten Luminositätsbetrieb prozentual im Mittel benötigt wurden. Von der gesamten für den Luminositätsbetrieb geplanten Zeit gab es insgesamt über 28% kollidierende Strahlen, die von den Experimenten genutzt werden konnten. Etwa 10% waren für die Inbetriebnahme erforderlich, 35% der Zeit wurde für Injektion und Beschleunigung auf die Sollenergie verwendet, etwa 6% für das Einrichten der beiden Speicherringe und Überprüfung der exakten Betriebsparameter. 20% der Zeit gingen 1993 noch durch technische Ausfälle verloren. Abbildung 79 gibt eine Aufschlüsselung dieser technischen Ausfälle.

Als besonders zeitraubende Ausfälle seien hier Probleme mit der 110 kV/10 kV Primärenergieversor-

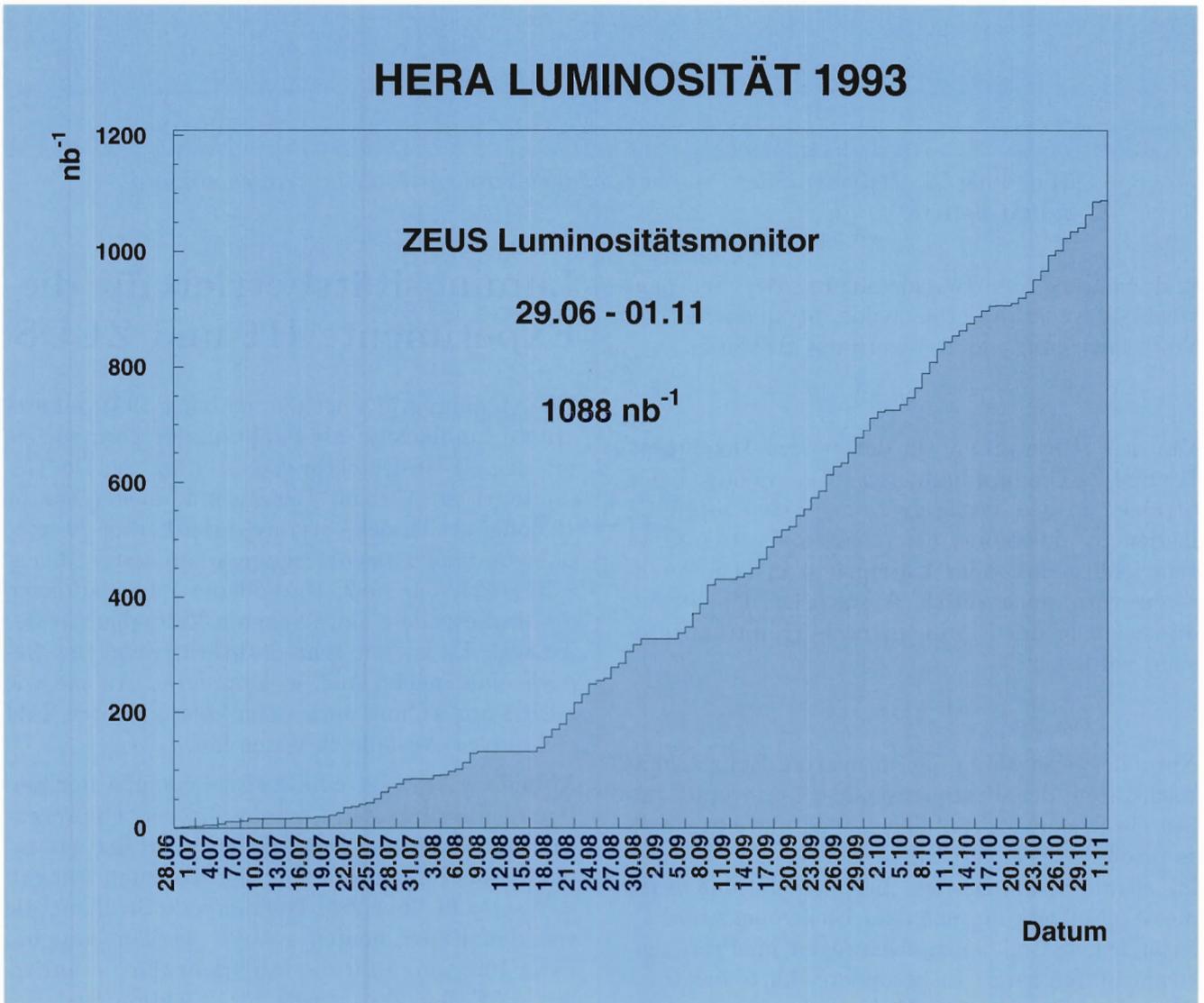


Abbildung 77: Aufintegrierte Luminosität als Funktion der Zeit (gemessen mit dem ZEUS-Detektor).

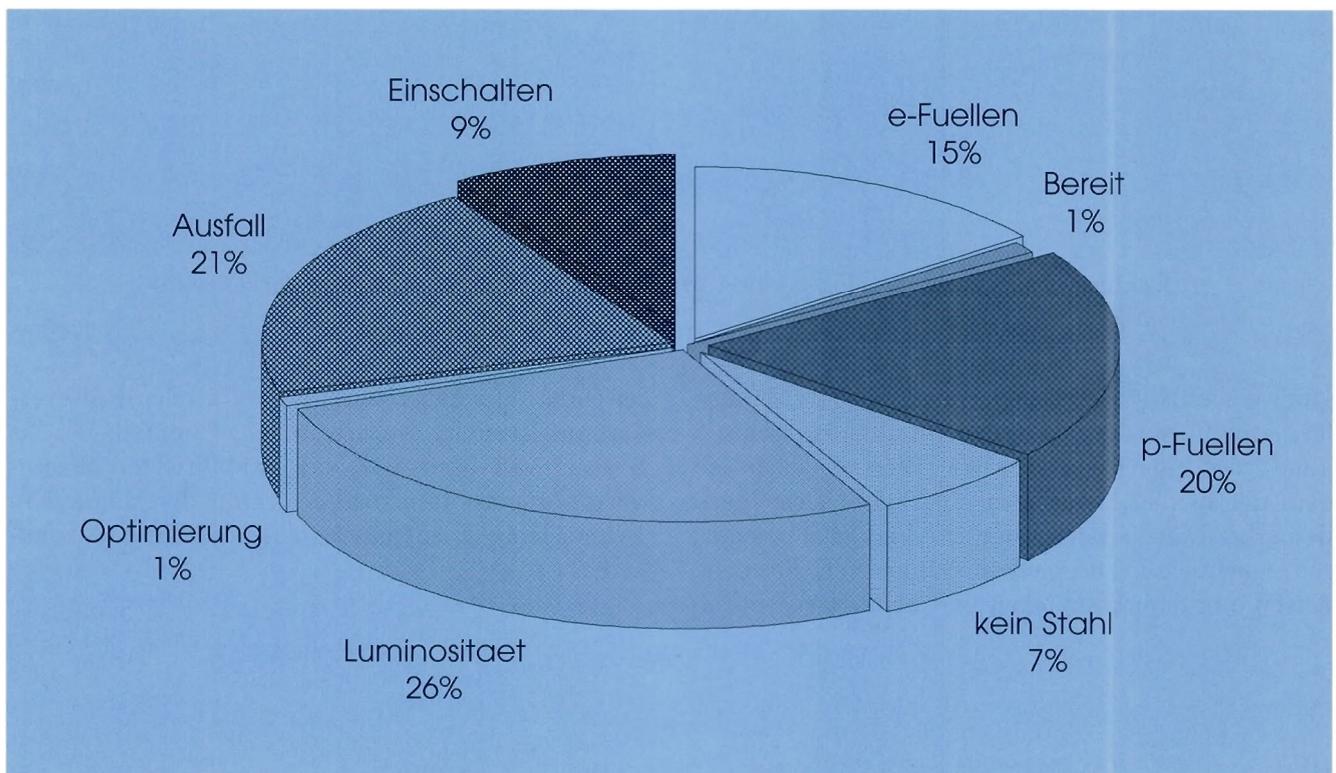


Abbildung 78: Prozentuale zeitliche Anteile im Luminositätsbetrieb 1993.

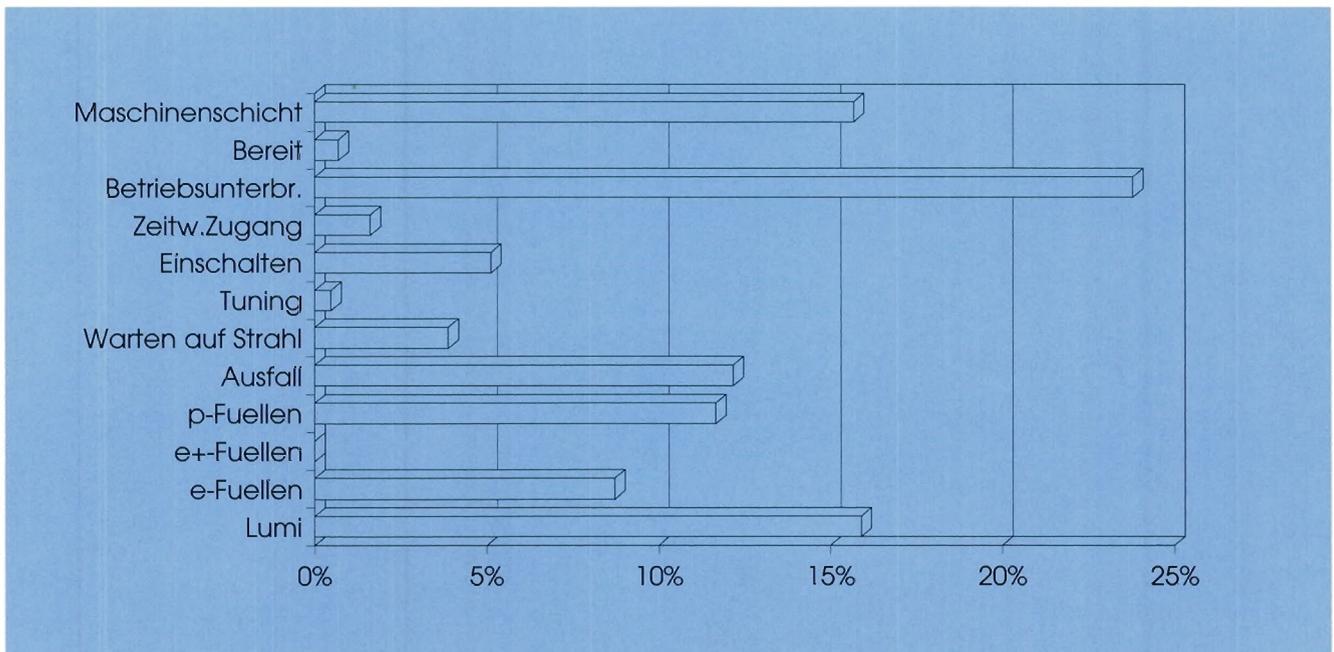


Abbildung 79: Aufschlüsselung der technischen Ausfälle in Prozent der Gesamtausfälle.

gung genannt (5 Tage), ein defekter 10 kV Transformator für das 208-MHz-Hochfrequenzsystem (4 Tage) und eine Reparatur von Wasserlecks in einem der beiden Detektoren (2 Tage). Besonders bemerkenswert scheint, daß im Vergleich zu diesen relativ konventionellen technischen Pannen, Ausfälle in dem komplexen und neuartigen supra-

leitenden Magnetsystem und der großen Kälteversorgung kaum ins Gewicht fallen. Ebenfalls lief das System von über 3000 hochstabilisierten Stromversorgungsgeräten zur Versorgung der Magnete in beiden Ringen mit einer relativ geringen Ausfallrate.

## Speicherring DORIS III

Der Elektron-Positron-Speicherring DORIS wurde vor 20 Jahren bei DESY als eine Doppelringanlage in Betrieb genommen (DORIS I). Etwa acht Jahre nach Inbetriebnahme wurde DORIS 1982 in eine Einringanlage, aber mit höherer Maximalenergie (5.6 GeV statt der bis dahin möglichen 3.5 GeV) umgebaut (DORIS II). Bis 1990 wurde DORIS II für Elektron-Positron-Kollisionsphysik, zuletzt mit dem ARGUS-Detektor, bei Schwerpunktsenergien bis zu 11 GeV betrieben. Daneben stand DORIS auch für den dedizierten Betrieb für Synchrotronstrahlungsexperimente zur Verfügung. 1990 wurde DORIS II umgebaut, um eine größere Zahl von längeren geraden Strecken zu schaffen. Diese sollten den Einbau von sieben zusätzlichen, langen Wigglern und Undulatoren zur besseren Nutzung von DORIS für Synchrotronstrahlungsexperimente ermöglichen (DORIS III, Abb. 41 auf Seite 98).

### Ende des Betriebes für die Hochenergiephysik

Die Inbetriebnahme von DORIS III 1991/92 war aus verschiedenen Gründen schwieriger als ursprünglich erwartet. Hauptgrund war sicher das zeitliche Zusammenfallen der HERA- und der DORIS-Inbetriebnahme, insbesondere weil beide Beschleuniger auf die gleichen Vorbeschleuniger angewiesen sind (Linac II, PIA und DESY II). Insbesondere blieben die 1992 erreichten integrierten Luminositätswerte für ARGUS hinter den Erwartungen zurück. Um zu entscheiden, ob unter diesen Bedingungen ein neues großes Phy-

sikprogramm mit ARGUS realistisch ist, wurde vom 15. März bis zum 2. Mai ein Testbetrieb mit DORIS durchgeführt mit dem Ziel, einen Mindestwert von  $1 \text{ pb}^{-1}/\text{Tag}$  an integrierter Luminosität für ARGUS zu erreichen. Der am Ende dieser Periode tatsächlich erreichte Wert von  $0.87 \text{ pb}^{-1}/\text{Tag}$  lag dicht unter dem geforderten Mindestwert und hätte sich im Laufe der Zeit sicher noch verbessern lassen, wenn die Vorbeschleuniger weiterhin optimal für DORIS hätten betrieben werden können. Da das nicht möglich war, wurde entschieden, den Betrieb mit kollidierenden Strahlen in DORIS am 2. Mai einzustellen und fortan DORIS III als dedizierte Synchrotronstrahlungsquelle für HASYLAB zu betreiben.

### Verbesserungen für den Betrieb als Synchrotronstrahlungsquelle

Zur Verbesserung dieses Betriebszustandes wurden in der Winter-Betriebsunterbrechung 1992/93 eine Reihe von Maßnahmen durchgeführt:

- Ein breitbandiges Rückkopplungssystem zur Stabilisierung von bis zu zehn Teilchenpaketen in longitudinaler wie auch in transversaler Richtung wurde eingebaut und in Betrieb genommen. Mit diesem Rückkopplungssystem lassen sich jetzt bis zu 140 mA Strahlstrom in bis zu zehn Teilchenpaketen stabil speichern.
- Zur Verbesserung des Vakuums wurden fast alle Vakuumkammern des ursprünglichen DORIS II Ringes durch neue Kupferkammern ersetzt und die gesamte Vakuumpumpleistung durch den Einbau von 100 zusätzlichen Titan-Verdampferpumpen erheblich

verbessert. Mit diesem verbesserten Vakuumsystem wurden je nach Strahlstrom Vakua zwischen  $1 \times 10^{-9}$  mbar und  $7 \times 10^{-9}$  mbar erreicht.

- Das elektronische Auslesesystem für die Strahlage im Speicherring wurde verbessert und erlaubte so eine Strahlagekorrektur mit Werten von  $\sigma_x = 1.7$  mm und  $\sigma_z = 0.8$  mm.
- Um die vertikale und horizontale Lage von Lichtstrahlen aus Wiggler, Undulatoren und Ablenkmagneten zeitlich konstant zu halten, werden an speziellen Stationen Ablagen gemessen und die zu ihrer Minimierung notwendigen Änderungen am gespeicherten Elektronenstrahl errechnet und eingestellt. Die dafür erforderlichen Rechnerprogramme wurden weiterentwickelt. Auf diese Weise konnte die Lage der Synchrotronstrahlung für mehrere Experimente auf besser als 0.1 mm stabilisiert werden, in der vertikalen Richtung sogar bis auf 0.01 mm.

## Dedizierter Synchrotronstrahlungsbetrieb

Vom 7. Juni bis zum 6. Dezember lief DORIS für Synchrotronstrahlungsexperimente. Dabei folgten in der Regel einem dreiwöchigen durchlaufenden Betrieb eine Woche für Wartung und Beschleunigerstudien. Diese Zeit wurde für technische Verbesserungen benutzt. Im folgenden werden einige typische Betriebszustände und einige Probleme beschrieben.

### Strahlstrom und Strahlenergie

Der Synchrotronstrahlbetrieb fand durchgehend bei einer Energie von etwa 4.5 GeV und Strahlströmen zwischen 80 und 20 mA statt. Der Strahlstrom war dabei in zwei bis fünf Teilchenpaketen akkumuliert. Begrenzt wurde der Maximalstrom durch die Lebensdauer.

### Lebensdauer

Die Lebensdauer mit gespeicherten Elektronenströmen war im allgemeinen sehr viel kürzer als bei dem beobachteten Gasdruck von einigen  $10^{-9}$  mbar zu erwarten war. Abbildung 80 zeigt

den typischen, zeitlichen Verlauf der Intensität des gespeicherten Elektronenstroms.

Man beobachtet stark veränderliche Lebensdauern des gespeicherten Elektronenstroms mit Werten zwischen 0.5 und 8 Stunden. Es wird vermutet, daß die Lebensdauer durch positiv geladene, mikroskopisch kleine, eingefangene Teilchen mit Dimensionen bis zu einem Mikrometer bestimmt wird, ähnlich wie sie auch im Elektronenring von HERA vermutet werden (Abschnitt „Der Elektronenringbetrieb“, Seite 172ff). Um diese Vermutung zu prüfen, wurde DORIS mit einem gegenläufigen Positronenstrahl gefüllt (Abbildung 81).

Bei Betrieb mit Positronen erkennt man den theoretisch erwarteten Abfall des Stromes mit der Zeit, wobei die Zeitkonstante vom Strom abhängt. Bei einem Strom von 100 mA beträgt sie 4.2 Stunden, bei 25 mA ist sie 12.5 Stunden. Bei sehr kleinen Strömen darf man Zeitkonstanten von 33 Stunden erwarten. Dieses Verhalten erhält man, wenn der Gasdruck durch einen sehr kleinen Basisdruck (ca.  $10^{-9}$  mbar) und einer dem Strom proportionalen Photodesorption gegeben ist. Durch diesen Speicherringbetrieb mit Positronen hat die Annahme, daß der Betrieb mit Elektronen durch positiv geladene Teilchen gestört wird, sehr an Glaubwürdigkeit gewonnen. Am Ende des DORIS-Betriebsjahres 1993 wurde deshalb beschlossen, den DORIS-Betrieb und den der Vorbeschleuniger in der Winter-Betriebsunterbrechung 1993/94 auf Positronen umzustellen.

### Betrieb mit Wiggler und Undulatoren

Insgesamt wurden neun „insertion devices“ (Wiggler und Undulatoren) mit magnetischen Feldern bis zu 12 kGauß und einer Gesamtlänge von 27.8 m (etwa 10% des DORIS Umfangs) betrieben, sechs davon in den neuen geraden Strecken. Wiggler und Undulatoren verursachen eine zusätzliche Strahlfokussierung, durch die der Arbeitspunkt der Maschine, das heißt die Zahl der transversalen Betatronschwingungen pro Umlauf, geändert wird. Außerdem erhöhen sie die Zahl und die Stärke der Resonanzen dieser Fokussierungsschwingungen. Wegen der großen Zahl der Wiggler und

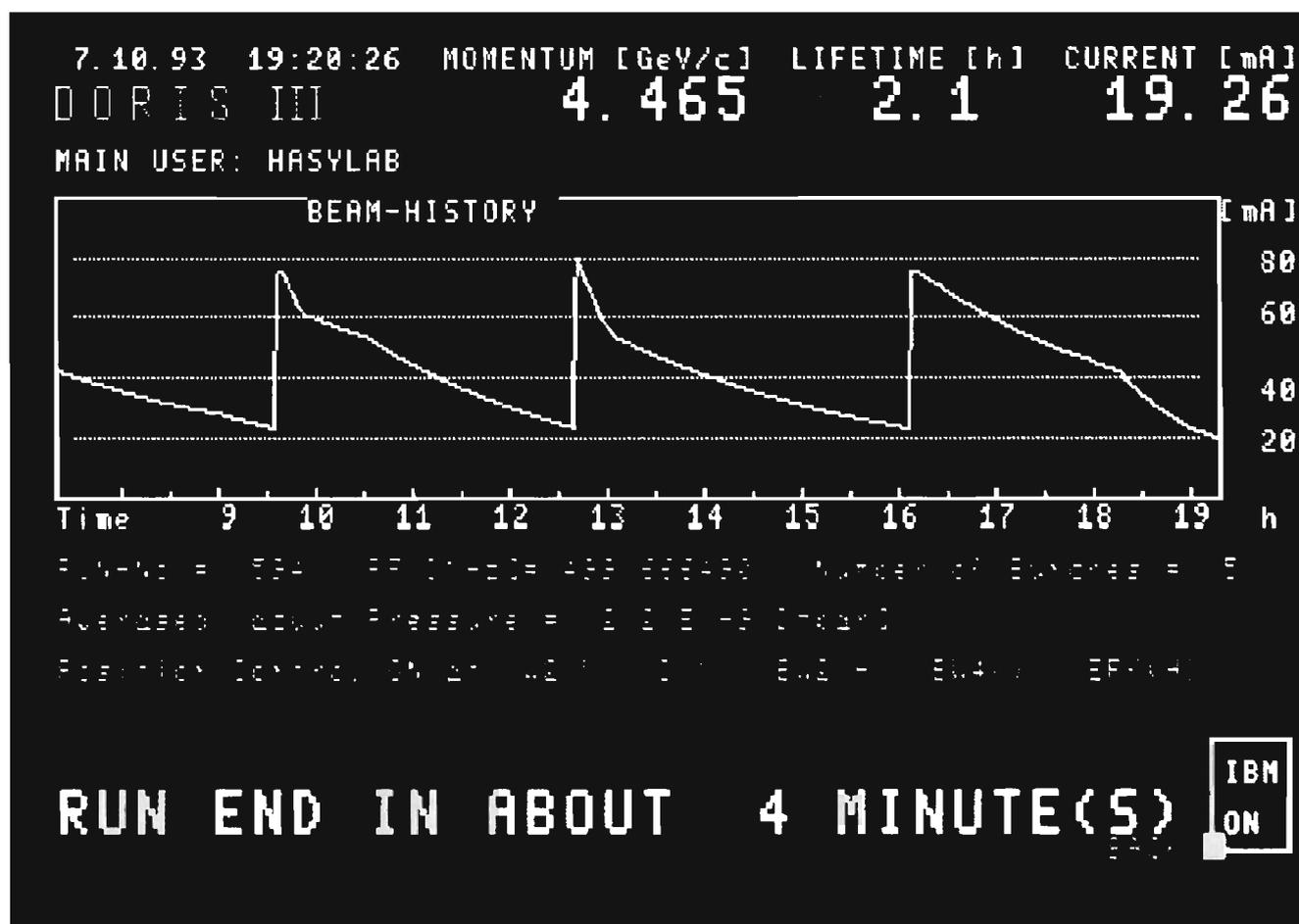


Abbildung 80: Zeitlicher Verlauf der Intensität des gespeicherten Elektronenstroms.

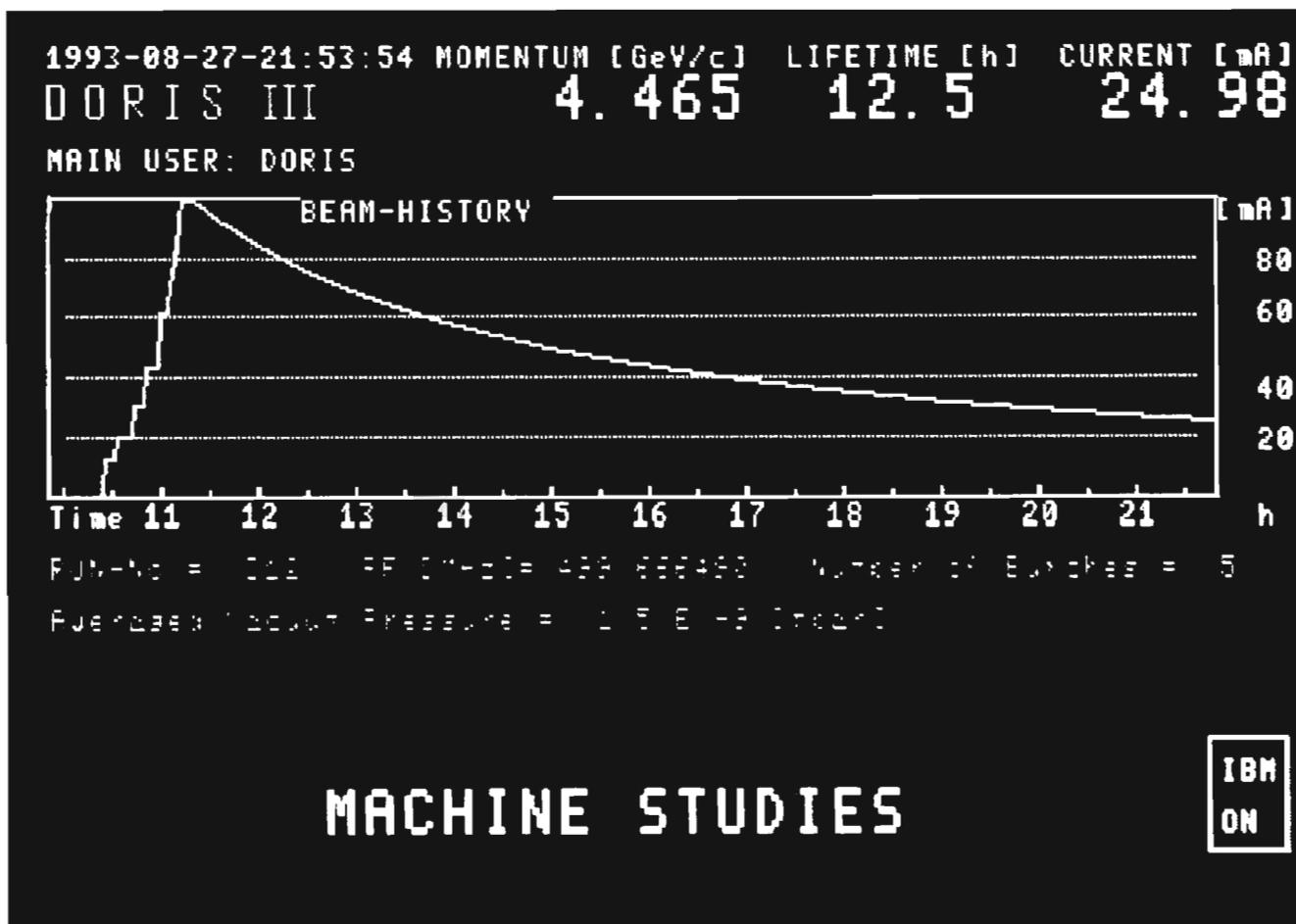
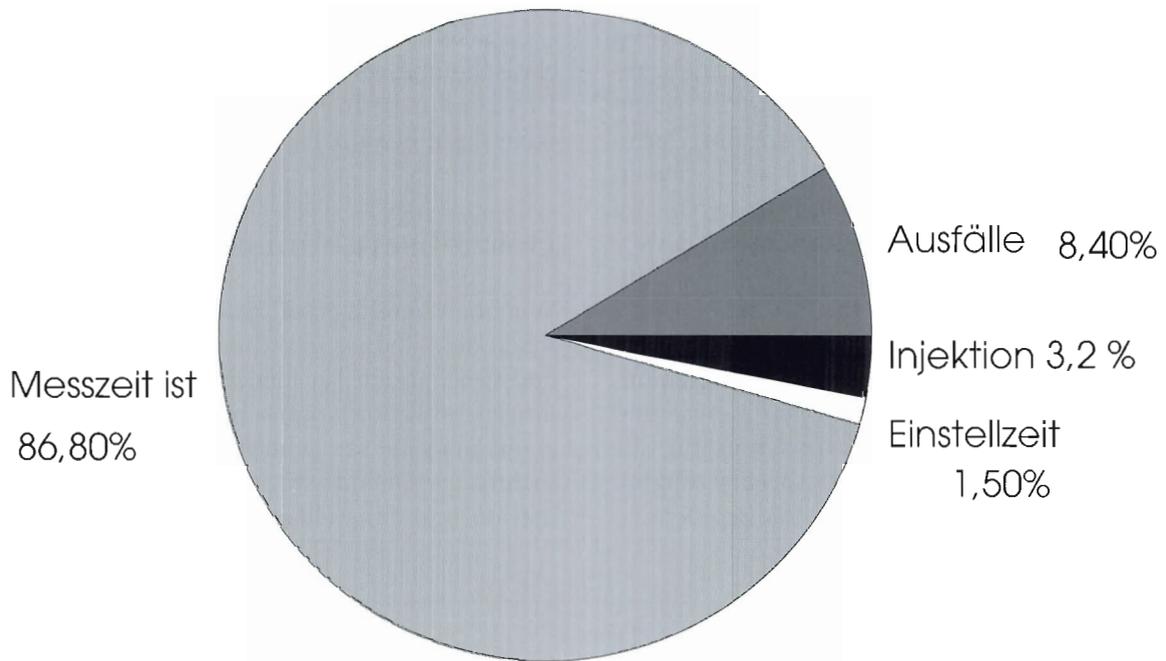


Abbildung 81: Zeitlicher Verlauf eines gespeicherten Positronenstrahls in DORIS.

**DORIS III 1993**  
Messzeit für HASYLAB



	<b>Gesamtstunden</b>	<b>%</b>
Injektion	114	3,2
Einstellzeit	53	1,5
Messzeit ist	3064	86,8
Ausfälle	298	8,4
Wartung	984	
Messzeit soll	3528	100,0
GESAMTZEIT	4512	

Abbildung 82: Aufschlüsselung der vorgesehenen Betriebszeit für Synchrotronstrahlungsexperimente.

Undulatoren, der großen Länge dieser Einrichtungen und der Stärke der verwendeten Magnetfelder, ist dieser Effekt in DORIS besonders stark. Mit der verbesserten Strahllagekorrektur war es jedoch 1993 erstmals möglich, nach Korrektur der veränderten Betatronfrequenzen, alle Wiggler und Undulatoren uneingeschränkt gleichzeitig zu betreiben. Bevor die Einrichtung zur Stabilisierung der Synchrotronstrahlungsanlagen in Betrieb genommen werden konnte, war eine starke Änderung der Strahllage der von Wiggler und Undulatoren erzeugten Synchrotronstrahlung beobachtet worden. Dieses konnte auf Bewegungen von Quadrupolmagneten in DORIS zurückgeführt werden, die ihrerseits durch thermische Verformungen der Kupfervakuumkammern und deren Übertragung auf das Quadrupolmagnetensystem verursacht werden. Änderungen in der mechanischen Aufhängung einiger Vakuumkammern und das oben beschriebene Korrektursystem für die Lage der von Wiggler und Undulatoren erzeugten Synchrotronstrahlung reduzierten das Problem.

### **Parasitäre Teilchenpakete**

Für gewisse Synchrotronstrahlungsexperimente ist es wichtig, daß der Strahlstrom quantitativ nur in den dafür vorgesehenen Teilchenpaketen akkumuliert ist. Es wurde beobachtet, daß bis zu 3% des Strahles an ungewünschte Stellen des Umfanges geraten kann, hauptsächlich durch zu lange Teilchenpakete in dem Akkumulatorring PIA. Durch ein sogenanntes „Bunch-Rotations-Verfahren“ in PIA konnte die Intensität der parasitären Teilchenpakete auf etwa 0.1% reduziert werden.

### **Betriebsergebnisse**

Wie oben bereits erwähnt, waren im Zeitraum zwischen dem 7. Juni und dem 6. Dezember etwa 75% der Gesamtzeit für dedizierte Synchrotronstrahlungsproduktion vorgesehen. In Abbildung 82 erkennt man die tatsächlich nutzbare Zeit, die durch technische Defekte verlorene Zeit und die für Injektion und Einstellkontrolle erforderliche Zeit.

# Die Vorbeschleuniger

## LINAC II und PIA

Der Linearbeschleuniger LINAC II dient der Vorbeschleunigung von Elektronen und Positronen auf eine Energie von jeweils 450 MeV. Er verwendet 12 Beschleunigungsabschnitte von jeweils 5 m Länge. Alle Abschnitte werden individuell von 25-MW-Klystrons mit nachfolgenden SLED-Pulskompressoren betrieben. Nach dem fünften Abschnitt können die dann auf 350 MeV beschleunigten Elektronen auf einen Wolframkonverter zur Erzeugung von Positronen gelenkt werden. Elektronen- und Positronenbunchzüge von jeweils  $0.1 \mu\text{s}$  Länge werden in den nachfolgenden Akkumulaterring PIA injiziert und dort akkumuliert und zu kurzen einzelnen Teilchenpaketen komprimiert.

Seit 1992 wird der LINAC II mit dem nachfolgenden Akkumulaterring PIA sowohl für Positronen als auch für Elektronen verwendet. Das Umschalten zwischen den beiden Betriebsarten erfordert unter anderem die Polaritätsänderung der PIA-Magnete und eine schnelle Änderung aller Kontrollparameter des Linearbeschleunigers. Die Umschaltzeit beträgt etwa zwei Minuten. Zwei Hochfrequenzsysteme in PIA auf der ersten und zwölften Harmonischen der Umlauffrequenz von 10.4 MHz erlauben Akkumulation und Kompression der Teilchenpakete. 1993 wurde ein Bunchrotationsverfahren für den Routinebetrieb eingeführt, durch das die Teilchenpakete vor der Injektion in DESY II noch weiter komprimiert werden und parasitäre Nebenbunche vermieden werden. Abbildung 83 zeigt die Vorgänge bei der „Bunchrotation“ in PIA. Etwa  $200 \mu\text{s}$  vor dem Einschalten der 125-MHz-Beschleunigungsspannung wird die 10-MHz-Beschleunigungsspannung mit der doppelten Synchrotronfrequenz moduliert, der

Bunch beginnt im 10-MHz-Bucket zu rotieren, was eine Modulation des Spitzenstroms zur Folge hat. Zum Zeitpunkt minimaler Bunchlänge, das heißt maximalen Spitzenstroms wird das 125-MHz-System eingeschaltet und der Bunch in seiner verkürzten Form stabil eingefangen.

Ebenfalls 1993 wurde ein schneller und sehr stabiler „Chopper“ entwickelt und im Transportweg PIA-DESY II zur quantitativen Eliminierung von parasitären Nebenbunchen installiert.

Der LINAC II und PIA liefen im Berichtsjahr 1993 bei insgesamt 6300 Betriebsstunden mit hoher Effizienz (97%). Gewisse Probleme verursacht die Korrosion der Wasserkühlrohre aus Kupfer am Linearbeschleuniger. Die Korrosion wird durch den im Wasser enthaltenen Sauerstoff hervorgerufen. Hermetisches Abschließen der Wasserkühlkreisläufe gegen die Außenluft und Verwendung von Stickstoff als Schutzgas reduzierte die weitere Korrosion 1993 in starkem Maße. Aber eine zunehmende Zahl von Wasser- und sogar Vakuumlecks ist auf die akkumulierte Korrosion in den ersten 25 Betriebsjahren des Linearbeschleunigers zurückzuführen. Der Austausch der beschädigten Beschleunigungsstrecken gegen neue, bei DESY gefertigte ist für die nächsten Jahre geplant.

## LINAC III

Der im Rahmen des HERA-Projektes gebaute LINAC III beschleunigt negative Wasserstoffionen auf Energien von 50 MeV und injiziert diese dann in das Protonensynchrotron DESY III. Der jetzt seit fünf Jahren in Betrieb befindliche Beschleuniger arbeitete im Betriebsjahr 1993 mit einer Effizienz von 95% während der 5000 geplanten Betriebsstunden. Der vom LINAC III erzeugte Pulsstrom

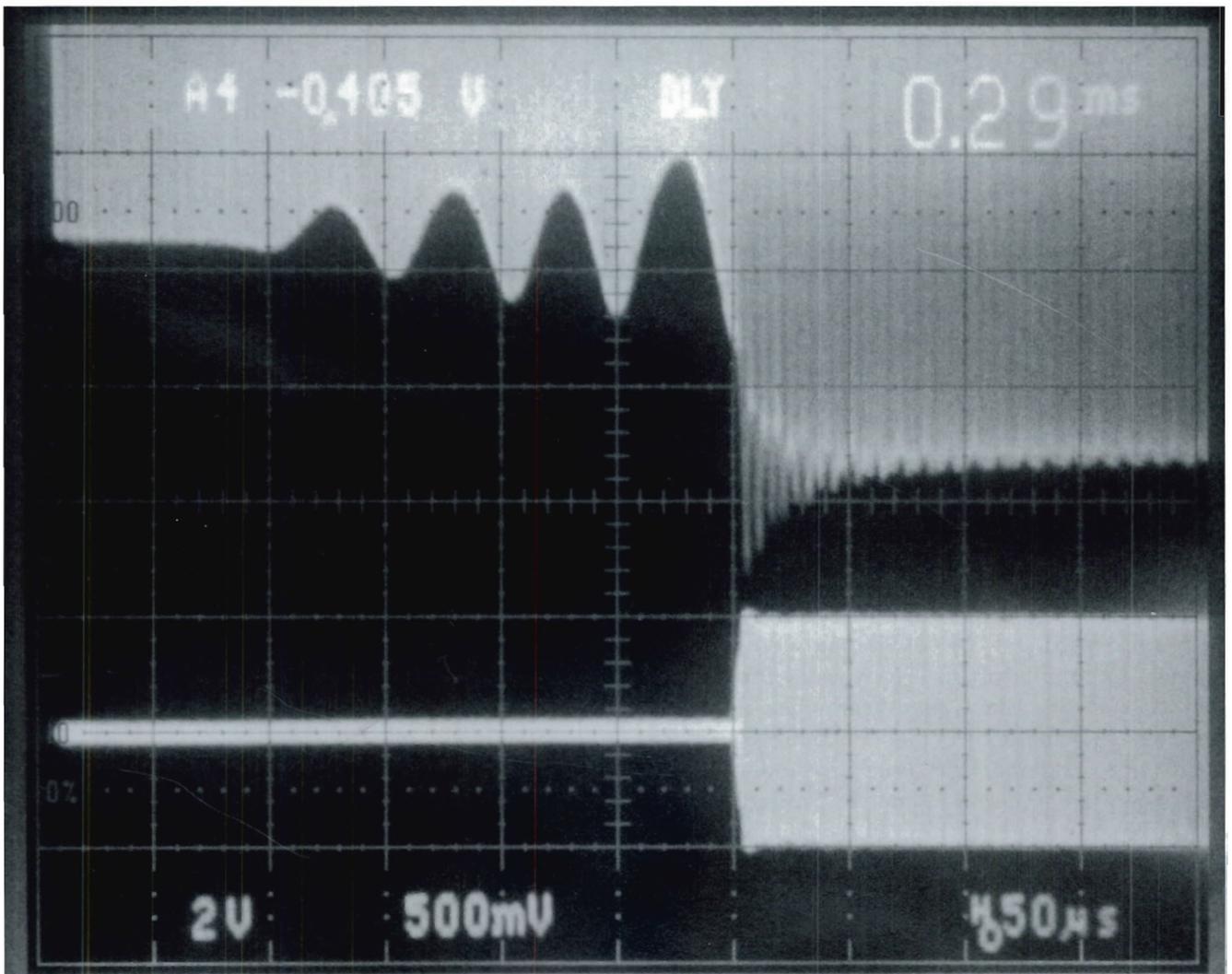


Abbildung 83: Signale zur „Bunchrotation“ in PIA (Zeitbasis  $50\mu\text{s}/\text{div}$ ). Oberes Signal: „Schneller“ Strommonitor des umlaufenden Strahls. Unteres Signal: 125-MHz-Hochfrequenzspannung.

von 10 mA ist mehr als ausreichend für die „Multi-  
turn“-Injektion in DESY III. Hauptprobleme beim  
Betrieb des Linearbeschleunigers waren Störungen  
in der Magnetron-Ionenquelle. Das darin ver-  
wendete Cäsium diffundiert in die nachfolgenden  
Komponenten und verursacht dort Spannungszu-  
sammenbrüche in den Isolatoren. Eine neuartige  
Hochfrequenz-Ionenquelle, die ohne das Cäsium  
auskommt, wurde 1993 entwickelt und kann hoff-  
nungsweise im Laufe des nächsten Jahres instal-  
liert werden. In einigen wenigen Driftröhren des  
Beschleunigers traten Masseschlüsse der eingebau-  
ten Quadrupolfokussierungsmagnete auf. Eine  
temporäre Lösung konnte durch Verwendung  
von massefreien Stromversorgungsgeräten gefun-  
den werden. Der Austausch einiger beschädigter  
Driftröhren war möglich und der Austausch ander-  
er ist in Vorbereitung.

## DESY II

Das Elektronensynchrotron DESY II diente 1993  
zur Vorbeschleunigung von Elektronen und Posi-  
tronen mit Energien bis zu 5.5 GeV für die In-  
jektion in DORIS III und Elektronen bei Ener-  
gien von 7 GeV für die Injektion in PETRA. Dabei  
wird DESY II grundsätzlich im Einzelbunchbetrieb  
gefahren, mit einer Wiederholrate von 12.5 Hz.  
Das 1986 vollständig neu gebaute Synchrotron ist  
der DESY-Beschleuniger mit der geringsten Aus-  
fallrate. Von den im Berichtszeitraum geplan-  
ten 5300 Betriebsstunden gingen nur 227 Stun-  
den durch technische Ausfälle verloren. Damit  
betrug die Effizienz 95.7%. Die Entwicklungsar-  
beiten an DESY II konzentrierten sich auf die Be-  
schleunigung möglichst hoher Einzelbunchströme,  
um eine nachfolgende Akkumulation in PETRA  
überflüssig zu machen. In PETRA sollen bis zu 60  
Teilchenpakete beschleunigt werden, von denen je-  
des  $3.5 \times 10^{10}$  Teilchen enthält. In DESY II gelang  
1993 eine Beschleunigung von  $4 \times 10^{10}$  Teilchen  
im Einzelbunch. Hiermit hätte im Prinzip eine  
„on-axis“-Injektion in PETRA möglich sein sol-  
len und die gesamte Füllzeit für 60 Teilchenpakete  
in PETRA in 60 DESY-Zyklen, das heißt in fünf  
Sekunden möglich sein sollen. Die Unzureichende

Stärke der PETRA-„Kickermagnete“ verhinderte  
bislang diese wünschenswerte Betriebsart.

Dünne Kohlefadentargets, die stationär im umlau-  
fenden Teilchenstrahl in DESY II gehalten werden,  
machen eine parasitäre Benutzung von DESY II  
für Teststrahlen möglich. Bis zu drei Teststrahlbe-  
nutzer konnten gleichzeitig Photonenstrahlen und  
an äußeren Konvertern erzeugte Elektronen- und  
Positronenstrahlen verwenden.

## DESY III

DESY III ist das im Rahmen des HERA-Projektes  
gebaute Protonen-Synchrotron, das die vom  
LINAC III injizierten 50 MeV Protonen auf eine  
Energie von 7.5 GeV beschleunigt. Für die Injek-  
tion in PETRA soll DESY III gleichzeitig 11 Pro-  
tonenpakete mit jeweils  $10^{11}$  Protonen beschleu-  
nigen. Dieses entspricht bei relativistisch ho-  
hen Energien einem mittleren Teilchenstrom von  
167 mA.

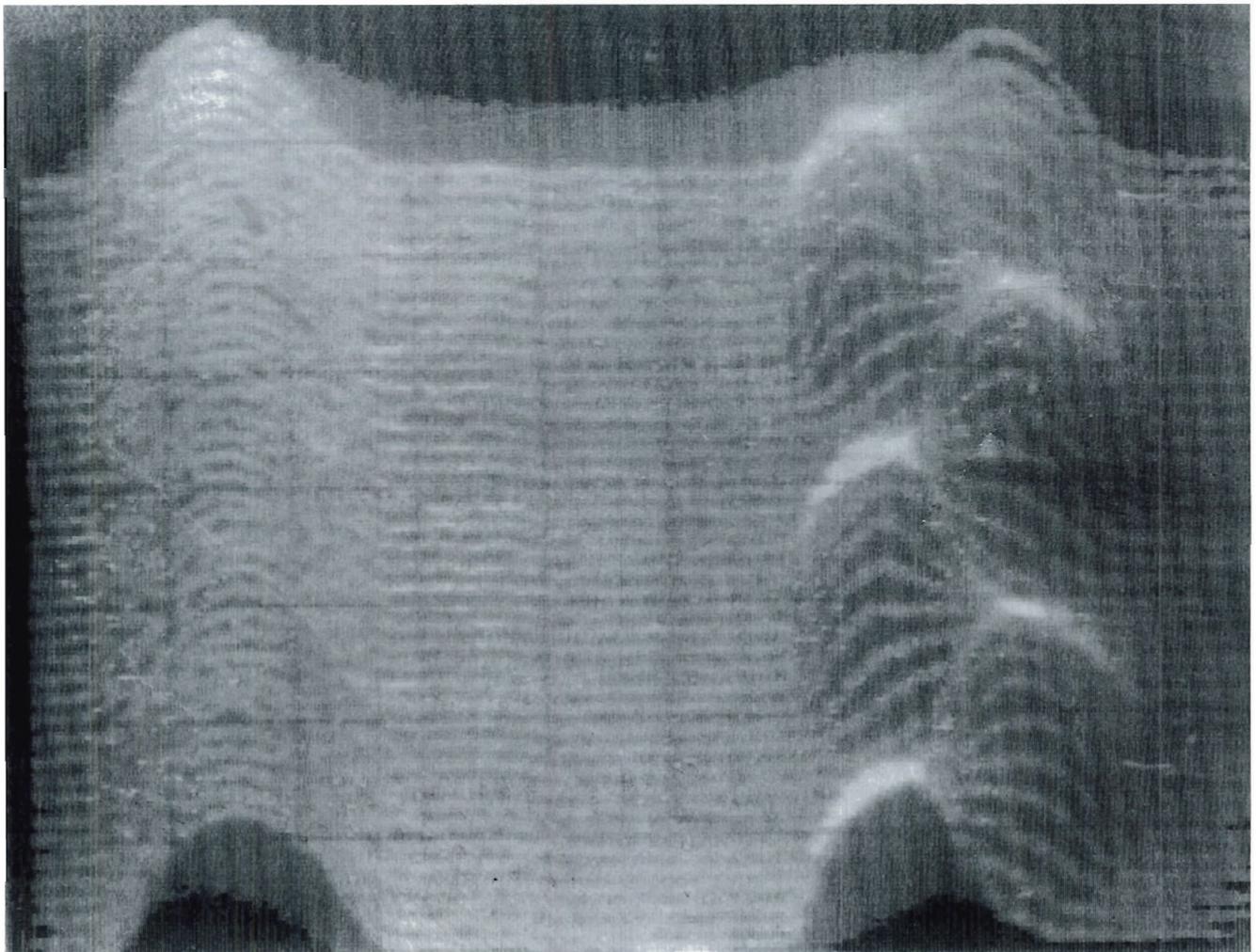
Nach mehrjähriger Entwicklungsarbeit konnte die-  
ser Wert Ende 1992 erreicht werden. 1993 gelang  
eine weitere Steigerung auf Maximalströme von  
216 mA. Entscheidend für diese Verbesserungen  
war unter anderem die richtige Wahl des Arbeits-  
punktes des Beschleunigers, das heißt der richtigen  
Werte für die transversalen Betatronfrequenzen.

Leider konnten diese hohen Ströme nicht verlust-  
frei in PETRA injiziert werden. Bei Strömen  
größer als 60 mA wurde eine longitudinale In-  
stabilität der 11 Teilchenpakete beobachtet, die  
die longitudinale effektive Emittanz und damit  
die Energiebreite des Strahls beträchtlich erhöhte  
(Abb. 84).

Ein „Feed-back“-System für DESY III ist in Vor-  
bereitung und soll 1994 in Betrieb genommen wer-  
den. Damit sollten die longitudinalen Instabi-  
litäten eliminiert werden können.

## PETRA

Der 2304 m lange Speicherring PETRA wurde bis  
zum Jahre 1986 als 23 GeV Elektronen-Positronen-



**Bunch A**

**Bunch B**

Abbildung 84: *Longitudinale Instabilität im Synchrotron DESY III. Man erkennt die verschiedene longitudinale Bewegung zweier benachbarter Teilchenpakete (Zeitbasis 20 ns/div, Synchrotronfrequenz 2 kHz). Die Linien werden in einem zeitlichen Abstand von 50 Umläufen geschrieben.*

Collider betrieben. Bis zu diesem Zeitpunkt war PETRA weltweit der Elektronen-Positronen-Speicherring mit der höchsten Schwerpunktsenergie. Im Rahmen des HERA-Projektes übernahm PETRA 1987 die Aufgabe eines 12 GeV Elektronen-Injektors und eines 40 GeV Protonen-Injektors für HERA.

## Betriebsdaten

Für die Elektroneninjektion wurden 1993 in PETRA 34 Teilchenpakete bei 7 GeV gespeichert mit einem gesamten mittleren Strom von etwa 28 bis 48 mA. Mit dem 1989/90 entwickelten und installierten Rückkopplungssystem ist es möglich, bis zu 60 mA mittleren Strom in PETRA stabil zu speichern. Für die Injektion in HERA werden zur Zeit, nach der Beschleunigung in PETRA auf 12 GeV, jeweils zwei Teilchenpakete gleichzeitig nach HERA transferiert. Eine Füllung von 90 Teilchenpaketen in HERA erfordert drei Beschleunigungszyklen in PETRA. Der gesamte Füllvorgang für Elektronen in HERA ist unproblematisch und kann in 15 Minuten durchgeführt werden.

Protonen werden in PETRA in drei Bunchzügen von jeweils zehn Teilchenpaketen bei 7.5 GeV gespeichert (drei Beschleunigungszyklen von DESY III) und auf 40 GeV beschleunigt. Aufgrund der oben erwähnten longitudinalen Instabilitäten in DESY III sind die so injizierten und beschleunigten Protonenströme auf Werte zwischen 12 und 20 mA begrenzt. Bei 40 GeV wird die gesamte Füllung nach HERA transferiert.

Untersuchung der maximalen Protonenströme, die prinzipiell in PETRA gespeichert und beschleunigt werden können, zeigte eine weitere Begrenzung bei ca. 40 mA, die vermutlich durch transversale „Multibunch-Instabilitäten“ hervorgerufen wird.

Der Füllvorgang von 90 Protonenpaketen in HERA erfordert, wie auch der Elektronenfüllvorgang, drei PETRA-Zyklen, ist aber wegen der höheren Protonenenergie und der dabei in den PETRA-Magneten einsetzenden Sättigungseffekte

erheblich komplizierter und zeitaufwendiger. Für die Füllung von 90 Protonenbunchen in HERA werden insgesamt etwa 30 Minuten benötigt.

## Betriebsergebnis

Trotz der Komplexität des PETRA-Betriebes, lief die Maschine mit einer Ausfallrate von weniger als 15%. Das Hauptproblem war 1993 das 52-MHz-Hochfrequenz-Beschleunigungssystem für die Protonen: Zwei Hohlraumresonatoren sollen unabhängig voneinander von zwei Sendern auf Beschleunigungsspannungen von jeweils 100 kV erregt werden. Einer der beiden Resonatoren war im Berichtszeitraum weitgehend inoperabel und konnte erst gegen Ende des Jahres repariert werden. Glücklicherweise ist die Beschleunigung von Protonen in PETRA auch mit nur einem Resonator möglich. Allerdings ist die longitudinale Anpassung beim Strahltransfer nach HERA damit erheblich erschwert.

## Hochbrillanz-Synchrotronlicht aus PETRA

Da in einem Routinebetrieb von HERA der PETRA-Ring nur maximal zur Hälfte der Zeit benutzt wird, wurden 1993 Pläne gemacht, PETRA neben den Injektionsaufgaben auch als Synchrotronstrahlungsquelle zu verwenden. Bei einer Energie des gespeicherten Elektronenstrahls von 12 GeV könnten mit einem speziellen Röntgenundulator in der PETRA-Halle Nord-Ost Röntgenstrahlen einzigartiger Intensität und Brillanz erzeugt werden. Hauptproblem einer solchen Nutzung ist die zu erwartende Synchrotronstrahlungsbelastung in den Spulen der PETRA-Magnete. Pläne für eine verbesserte Bleiabschirmung dieser Spulen sollen im nächsten Jahr verwirklicht werden. Neben vielen neuen Komponenten ist für eine solche Synchrotronstrahlungsnutzung ein neues, kleines Labor erforderlich. Neben dem PETRA-Tunnel, in der Nähe der Halle Nord-Ost, wurde mit dessen Bau 1993 begonnen.



# Arbeiten der Gruppen des Bereiches Maschinen

## Beschleunigerphysik und Beschleunigerkoordination

In der Gruppe „Beschleunigerphysik und Beschleunigerkoordination“ sind 28 Mitarbeiter (einschließlich Doktoranden) zusammengefaßt, deren Hauptaufgabe die Mitwirkung bei der Entwicklung, Inbetriebnahme und Verbesserung der Beschleuniger und Speicherringe bei DESY ist. Viele der Arbeiten, die bei der Behandlung der Speicherringe und der Vorbeschleuniger bereits erwähnt wurden, sind von dieser Gruppe wahrgenommen worden. Von den vielen Projekten, die von dieser Gruppe im Berichtszeitraum außerdem bearbeitet wurden, sollen im folgenden einige wenige besonders erwähnt werden.

### HERMES-Experiment

Zur Bestimmung der Strukturfunktionen von Protonen und Neutronen mit polarisierten Elektronen soll in den nächsten zwei Jahren ein Gas target mit longitudinal polarisierten Wasserstoff-, Deuterium- und Heliumatomen im Elektronenring von HERA in der Halle Ost eingebaut werden. Der Spin der gespeicherten Elektronen soll in diesem Bereich mit Spinrotatoren aus der vertikalen in die longitudinale Richtung gedreht werden, und die Elektronenstreuung an den polarisierten Gasatomen soll mit einem großen Spektrometer als Funktion des Spinzustandes gemessen werden. Umfangreiche Planungsarbeiten für den Umbau des 400 m langen geraden Stückes Ost, den Einbau des Spinrotators und die Änderung der Elektronenoptik waren erforderlich. Abbildung 85 zeigt die geplante Magnetanordnung in einer Hälfte des betroffenen geraden Stückes.

Umfangreiche Arbeiten zur Ermittlung der zu erwartenden Depolarisation einer solchen Anordnung wurden mit dem Ziel durchgeführt, diese zu minimieren. HERA-Beschleunigerstudien wurden benutzt, um die Depolarisation des Elektronenstrahls bei der Kollision mit den Protonen in den beiden Wechselwirkungszonen HERA-Nord und HERA-Süd (am H1- und am ZEUS-Detektor) zu bestimmen. Aus diesen Messungen ergab sich, daß die Strahl-Strahl-Depolarisation klein ist und damit das HERMES-Experiment mit großer Wahrscheinlichkeit gleichzeitig mit dem Elektron-Proton-Kollisionsbetrieb für H1 und ZEUS stattfinden kann.

### Rückkopplungssysteme

Es wird mehr und mehr evident, daß nahezu alle Beschleuniger und Speicherringe bei DESY breitbandige transversale und longitudinale Strahlrückkopplungssysteme brauchen, um „Multibunch-Instabilitäten“ zu unterdrücken. Abbildung 86 zeigt die Wirkung des longitudinalen Rückkopplungssystems in HERA, nachdem eine longitudinale künstliche Anregung des Strahls (obere Kurve 1) abgeschaltet wurde. Das Rückkopplungssystem dämpft die longitudinalen Schwingungen (Synchrotronoschwingungen) mit Zeitkonstanten von einer Millisekunde.

Mit Hilfe der HERA-Strahlrückkopplungssysteme konnten im Elektronenring 40 mA (70% des Entwurfswertes) stabil gespeichert werden. In DORIS gestattete das breitbandige Strahlrückkopplungssystem maximale Ströme von über 140 mA.

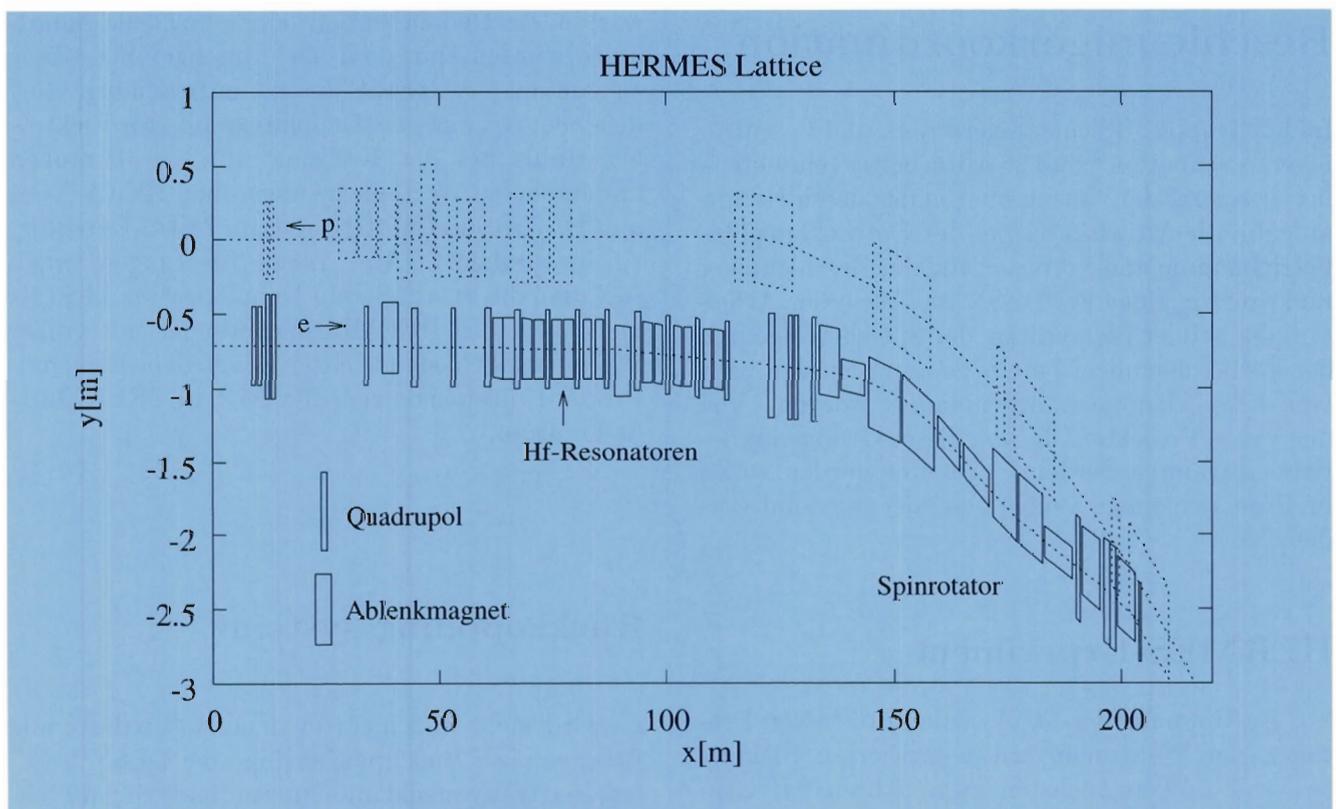


Abbildung 85: Geplante Magnetanordnung des geraden Stückes Ost-rechts in HERA für das HERMES-Experiment. Protonen- und Elektronenstrahlen werden hier horizontal um 70 cm getrennt. Eine Anordnung von horizontal und vertikal ablenkenden Dipolmagneten (Spinrotator) schafft am Gastarget eine longitudinale Spin-Polarisation des Elektronenstrahls.

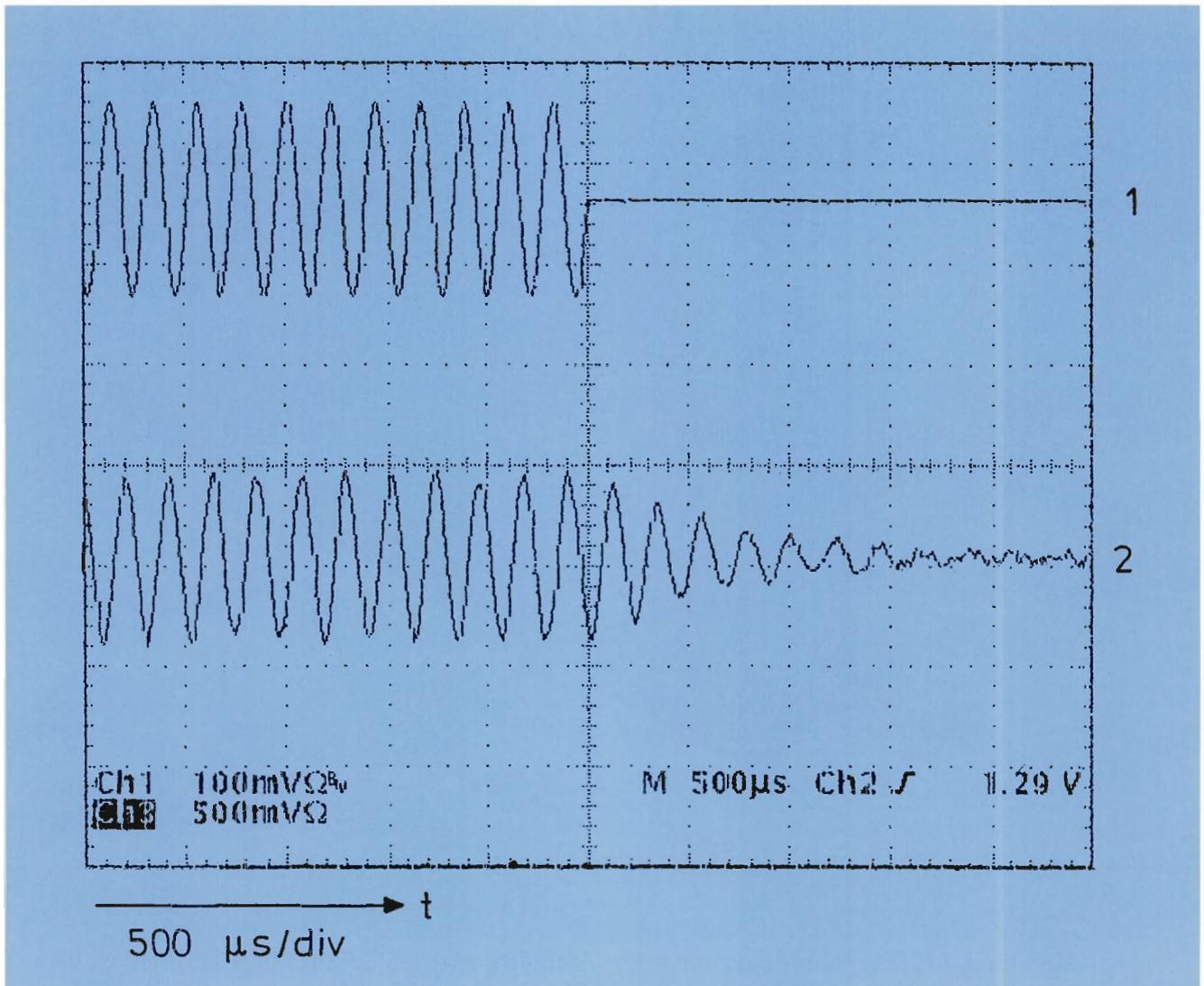


Abbildung 86: Wirkung des longitudinalen Strahlrückkopplungssystems in HERA (untere Kurve 2) nach Abschalten einer künstlichen Anregung (obere Kurve 1).

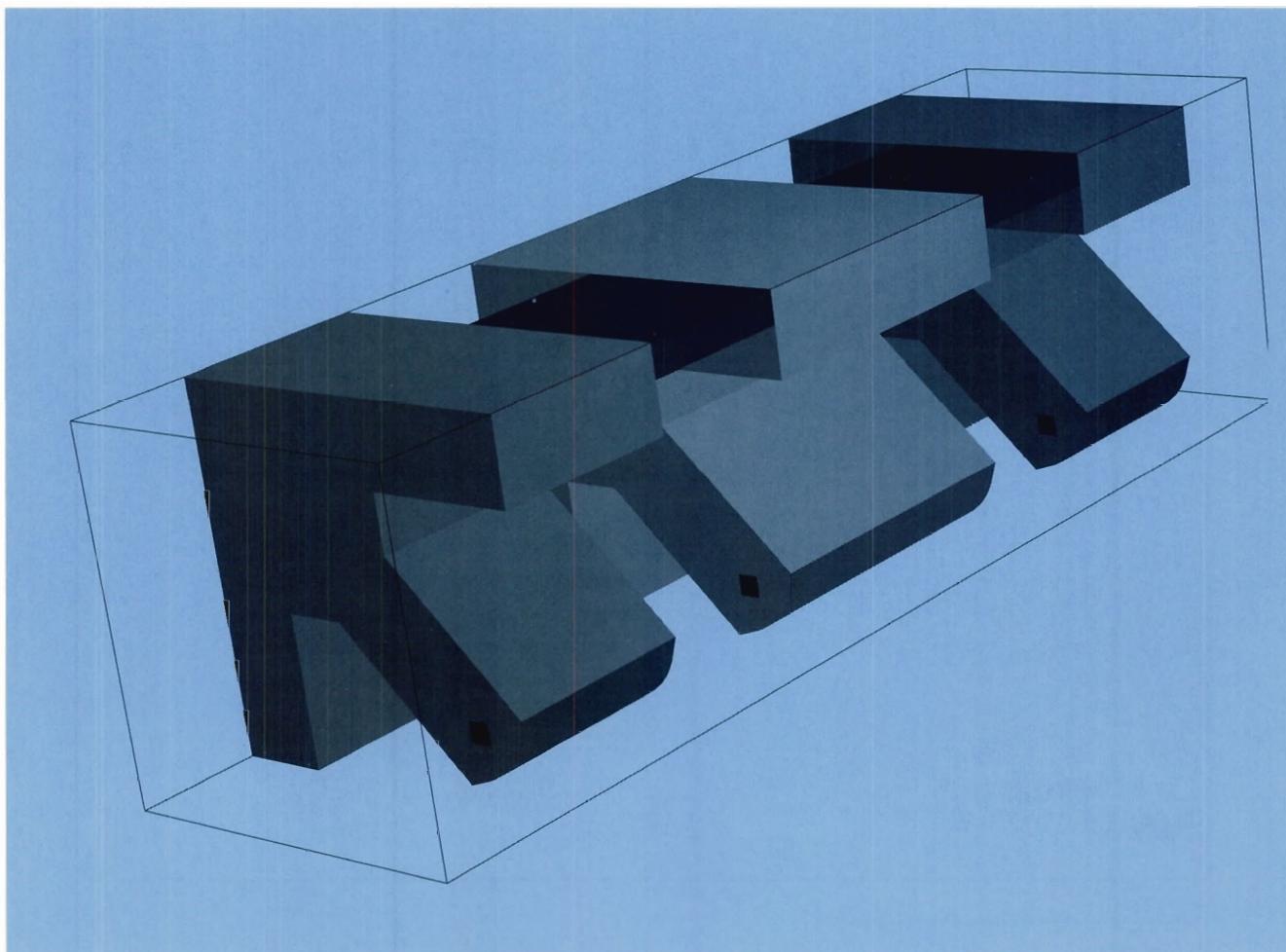


Abbildung 87: Eisenanordnung eines Quadrupoltripletts (es ist nur ein Viertel gezeigt), dessen Magnetfelder mit einem MAFIA-Programm errechnet wurden.

## Rechenprogramme zur Lösung der Maxwell-Gleichungen

In Zusammenarbeit mit der TH-Darmstadt werden Rechenprogramme („MAFIA“) für numerische Lösungen der Maxwell-Gleichungen entwickelt und dann für die Lösung bestimmter Beschleunigerprobleme angewendet. So ist es bei der Auslegung der Geometrie von Vakuumkammern wichtig, die Anregung von transversalen und longitudinalen elektromagnetischen Schwingungen durch den Strahl zu minimieren, etwas, was mit den sogenannten MAFIA-Rechnungen möglich ist. Andere Beispiele sind die Berechnung von Hochfrequenzfeldern in gekoppelten Resonatoren und dreidimensionale Magnetfeldrechnungen. Abbildung 87 zeigt ein Viertel einer Quadrupoltriplett-Magnetanordnung, wie sie für die Fokussierung des Strahls in einem Elektronen-Testlinac verwendet werden soll. Mit Hilfe eines MAFIA-Codes konnte das Magnetfeld exakt berechnet werden.

## Vorarbeiten für einen „Linearen Collider“

Die Gruppe war ebenfalls an Studien für „Lineare Collider“ beteiligt (S-Band-Linear-Collider und TESLA). Diese Arbeiten werden im Abschnitt „Voruntersuchungen zu einem „Linear Collider“-Projekt“ (Seite 207ff) beschrieben.

## Berichte der technischen Gruppen

### Injektion/Ejektion – MIN –

Die Gruppe ist für den Betrieb und die Weiterentwicklung der Injektionsbeschleuniger Linac II, Linac III und PIA verantwortlich, ferner für alle Strahltransportwege zwischen den Beschleunigern, Injektions- und Ejektionselemente in allen Beschleunigern und Speicherringen und die sogenannten „Beam-Dumps“ in allen Speicherringen und Synchrotrons.

Die wichtigsten Arbeiten der Gruppe sind im Abschnitt „Die Vorbeschleuniger“ (Seite 185ff) erwähnt. Darüber hinaus haben Arbeiten am neuen Protonen-Beam-Dump in PETRA stattgefunden: Drei schnelle Kicker Magnete lenken den gespeicherten Protonenstrahl auf ein an einer bestimmten Stelle des Umfangs installiertes, wohl abgeschirmtes „Strahlgrab“, so daß hochenergetische Protonen, die nicht mehr für die Injektion in HERA Verwendung finden sollen, sicher absorbiert werden. Damit werden Strahlenschäden und Restaktivitäten im PETRA-Ring minimiert. 1993 war das erste Betriebsjahr für diese neue Anlage.

Ebenfalls Erwähnung finden sollte ein neuer „Chopper“ im Injektionskanal zwischen dem Protonen-Linac und dem Protonen-Synchrotron, mit dessen Hilfe die Pulslänge des zu injizierenden Protonenstrahls kontrolliert werden kann.

### Hochfrequenztechnik – MHF –

Diese Gruppe besteht aus drei Untergruppen, von denen die erste für Entwicklung und Betrieb der normalleitenden 500/1000-MHz-Beschleunigersysteme verantwortlich ist, wie sie für Beschleunigung und Speicherung von Elektronen und Positronen in DESY II, DORIS, PETRA und HERA erforderlich sind. Die zweite Untergruppe betreut die Entwicklung und den Betrieb aller Hochfrequenzsysteme, wie sie für Beschleunigung und Speicherung von Protonen in DESY III, PETRA und HERA gebraucht werden. Die dritte Untergruppe ist schließlich für die Entwicklung und den Betrieb des supraleitenden 500-MHz-Systems im Elektronenring von HERA verantwortlich.

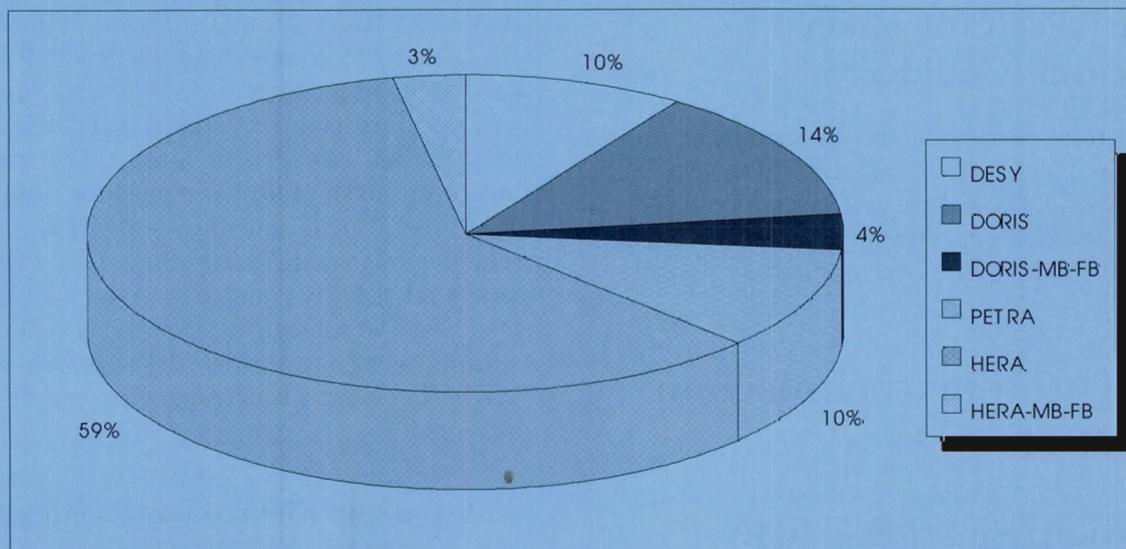
### Anlagen zur Elektronenbeschleunigung

Die insgesamt installierte Hochfrequenzleistung für die normalleitenden Beschleunigungssysteme beträgt 13.5 MW (cw). Diese Leistung wird auf 123 normalleitende Resonatoren über insgesamt 3.2 km Hohlleiter verteilt. Gemessen am Investitionsvolumen und an den Betriebskosten einschließlich der elektrischen Energie handelt es sich hier um die größte und aufwendigste Teilanlage bei DESY.

Betriebsstunden der HF-Systeme (14.1. - 29.10.93)

	DESY	DORIS	DORIS-MB-FB	PETRA	HERA	HERA-MB-FB	SUMMEN
Betriebsstunden der HF-Systeme	5300	5000	3900	3800	4700	3100	<b>25800</b>
Anzahl der betriebenen Klystrons	2	3	1	3	14	1	<b>24</b>
Summe der Klystronbetriebsstunden	10600	15000	3900	11400	65800	3100	<b>109800</b>

Grafik zur Tabelle : Verteilung der Klystronbetriebsstunden auf die verschiedenen HF-Systeme



$100\% = \sum (\text{Senderbetriebsstd.} \times \text{Anzahl d. Klystrons pro Sender}) = 109800 \text{ Stunden}$

Abbildung 88: Betriebstatistik der normalleitenden 500/1000-MHz-HF-Systeme in 1993.

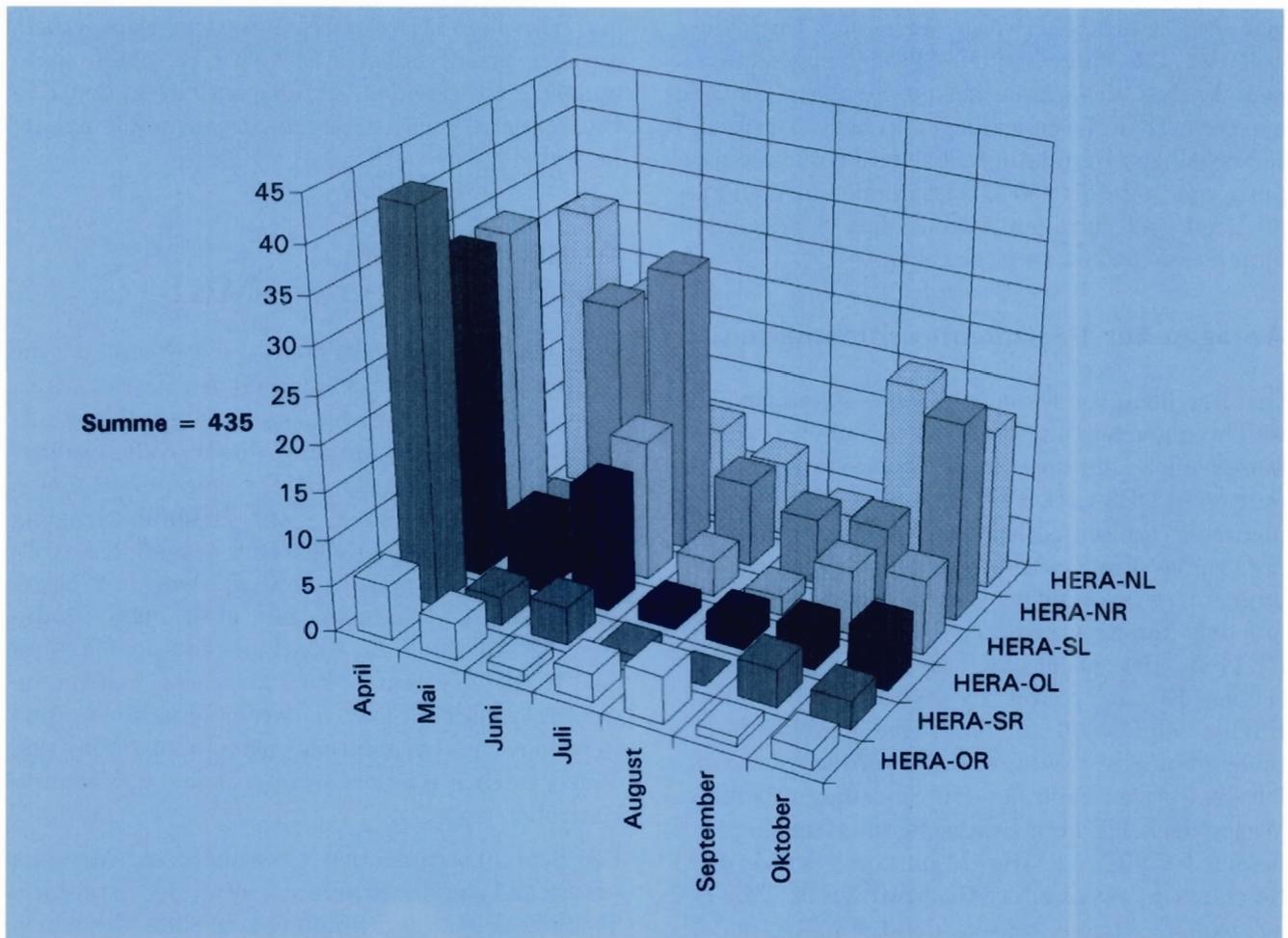


Abbildung 89: Senderabschaltungen in HERA.

Abbildung 88 zeigt die Betriebsstatistik aller normalleitender 500/1000-MHz-HF-Systeme für das Jahr 1993 und Abbildung 89 zeigt die zeitliche Entwicklung der unbeabsichtigten Senderabschaltungen in HERA. Hauptursache für unbeabsichtigte Senderabschaltungen ist ungenügendes Vakuum in den Beschleuniger-Resonatoren. Ein solcher Zustand stellt sich häufiger nach Betriebspausen bei der Wiederinbetriebnahme einer Anlage ein. Glücklicherweise führte nur ein kleiner Teil der 435 aufgelisteten Abschaltungen zu einem Verlust des gespeicherten Strahls. Die von den sechs HERA-Sendeanlagen in den 82 fünf- und siebenzelligen Resonatoren erzeugte Umfangsspannung von mehr als 150 MV ist im allgemeinen ausreichend groß, um den Ausfall einer Sendegruppe ohne Strahlverlust zu überstehen.

### Anlagen zur Protonenbeschleunigung

Die Beschleunigersysteme für die Protonen sind weit weniger leistungsstark als die oben beschriebenen, auch sind die erforderlichen Umfangsspannungen in DESY III, PETRA und HERA sehr viel niedriger (typisch einige 100 kV). Doch schafft die notwendige Frequenzmodulation während des Beschleunigungsvorganges größere Komplexität. Bis auf den bereits erwähnten 52-MHz-Resonator in PETRA, der nach einer Reparatur des isolierenden Keramikrohres so starke „Multipactor“-Effekte zeigte, daß mit ihm keine signifikante Beschleunigungsspannung erzeugt werden konnte, liefen die übrigen Protonen-HF-Systeme problemlos. Wegen der schlechten Erfahrung mit dem einen der beiden PETRA-52-MHz-Resonatoren wurde 1993 beschlossen, zwei weitere Resonatoren für PETRA zu bauen. Diese sollten dann ähnlich den in HERA problemlos laufenden 52-MHz-Resonatoren Vakuum-Resonatoren sein.

### Supraleitende Beschleunigungsstrecken

Das supraleitende Beschleunigungssystem für den Elektronenring von HERA ist seit 1991 in Betrieb. Bis Ende 1993 stand das System für 15 300 Betriebsstunden zur Verfügung. Acht 4.3 m lange Kryostate beherbergen 16 vierzellige 500-MHz-

Niobresonatoren. Diese können, auf 4.2 K abgekühlt, Beschleunigungsspannungen zwischen 30 und 50 MV aufrechterhalten, entsprechend mittleren Beschleunigungsgradienten zwischen 1.5 und 2.6 MV m<sup>-1</sup>. 1993 war das erste Betriebsjahr, in dem aufgrund der höheren Elektronenströme größere Leistungen (bis zu 300 kW) über das supraleitende Hochfrequenzsystem auf den Strahl übertragen werden konnten. Die Entwicklung einer schnellen Leistungsregelung war erforderlich, um bei Strahlverlust überhöhte Resonatorspannungen zu vermeiden. „Multipacting“ in den HF-Einkopplern begrenzte die maximale, übertragbare Leistung.

### Kontrollen und Instrumentierung – MKI –

Von gewissen Spezialgebieten abgesehen, ist die Gruppe für die Entwicklung und den Betrieb sämtlicher Maschinenkontrollen und -diagnostik verantwortlich. Zur Bewältigung dieser Aufgabe werden unter anderem 60 MINI-Computer in einem Rechnernetz verwendet. Zur Datenübertragung war ein spezielles serielles Daten- und Kontrollsystem (SEDAC) entwickelt worden, mit insgesamt 1200 Übernahmen mit etwa 8000 Modulen zum Anschluß der Maschinenkomponenten an das Kontrollsystem. Zur Maschineninstrumentierung gehören unter anderem Maschinen- und Personensicherheitseinrichtungen, akustische und Videosysteme, Kühlwasserüberwachung, Vakuumkontrolle.

Die Strahlinstrumentierung schließt die Messung der Strahlage, der Strahlintensität, des Strahlprofils und der Strahlschwingungen in allen Maschinen ein. Hochfrequenzsynchronisierung, Zeitablaufsteuerung, Bunchtrigger und Verteilung sind neben vielem anderen ebenfalls Aufgabe der Gruppe, wie auch Unterhalt der umfangreichen Steuer- und Signalnetze auf dem DESY-Gelände.

Die Hauptaktivität der Gruppe ist, neben der Teilnahme am Maschinenschichtbetrieb, der Ausbau dieses Kontroll- und Instrumentierungssystems und seine Wartung. Ein wichtiger Gesichtspunkt beim Ausbau ist die Standardisierung der

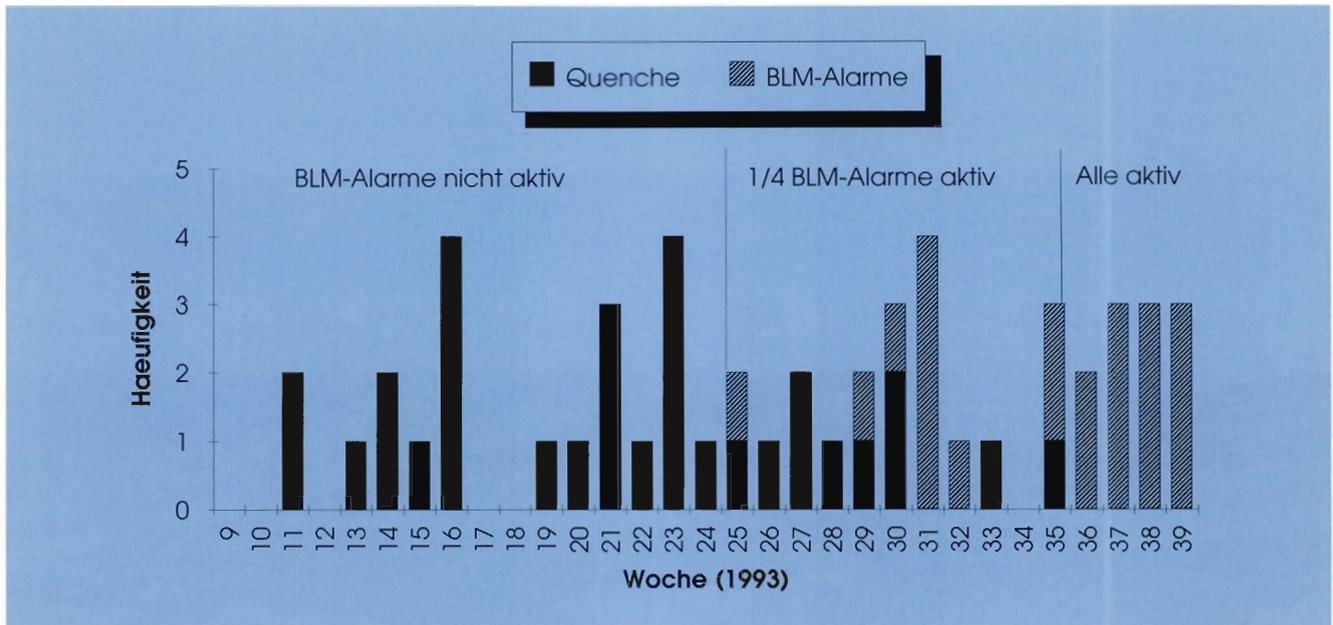


Abbildung 90: Quench- und Protonenverlust-Alarmstatistik im Jahr 1993.

Einrichtungen, denn nur so ist die ständig wachsende Aufgabenfülle mit einem konstanten Personalbestand (88) zu bewältigen. Ein zweiter Gesichtspunkt ist die graduelle Überleitung der Kontrollaufgaben auf neue Rechnernetze auf PC-Basis. Nach einer ausgedehnten Testphase soll dieses neue Rechnernetzwerk Anwendung bei allen Maschinen finden.

Viele der 1993 durchgeführten oder vorbereiteten Arbeiten, die bereits in den Abschnitten über die Beschleuniger und Speicherringe erwähnt wurden, schlossen Arbeiten am Kontrollsystem ein: Unter anderem die Strahlregelung für DORIS, das schnelle Umschalten von LINAC II und PIA einschließlich der im nächsten Jahr zu realisierenden schnellen Polaritätsumschaltung von DESY II. Arbeiten an den Strahl-Rückkopplungssystemen.

Besonders erwähnt werden sollte die Zusammenarbeit mit dem Stanford Linear Accelerator Center SLAC bei dem „Final Focus Test Beam“ (FFTB). Bei diesem Projekt handelt es sich um eine Voruntersuchung zu einem denkbaren „Linear Collider Project“. Der 50-GeV-Strahl des SLAC soll in einer 150 m langen Anordnung von Dipol-, Quadrupol-, und Sextupolmagneten auf

einen Strahlquerschnitt von 0.001 mm Breite und 0.000065 mm Höhe fokussiert werden. Um dieses möglich zu machen, müssen die Magnete mit sehr hoher Genauigkeit (0.002 mm) aufgestellt und in ihrer Position kontrolliert werden. Der DESY-Beitrag zu dieser Kollaboration ist das von der Gruppe MKI entwickelte, neuartige Drahtvermessungssystem. Mit Hilfe von acht 45 m langen, gespannten Drähten und 120 an den Magneten befestigten Lagemonitoren kann die relative Lage der Magnete zu den Drähten mit einer Auflösung von bis zu 0.00003 mm bestimmt werden. 1993 war das Jahr der Fertigstellung und der Inbetriebnahme dieses Lagemeßsystems und das Jahr der Inbetriebnahme des FFTB.

## Protonenstrahldiagnostik – PKTR –

Die Gruppe hatte während der Bauphase von HERA viele der Kontrolleinrichtungen für die Protonenbeschleuniger erstellt. Im Berichtsjahr konzentrierten sich die Arbeiten auf das Kontrollsystem für die supraleitenden Magnete, insbesondere das Quenchschutzsystem, auf spezielle Strahl-

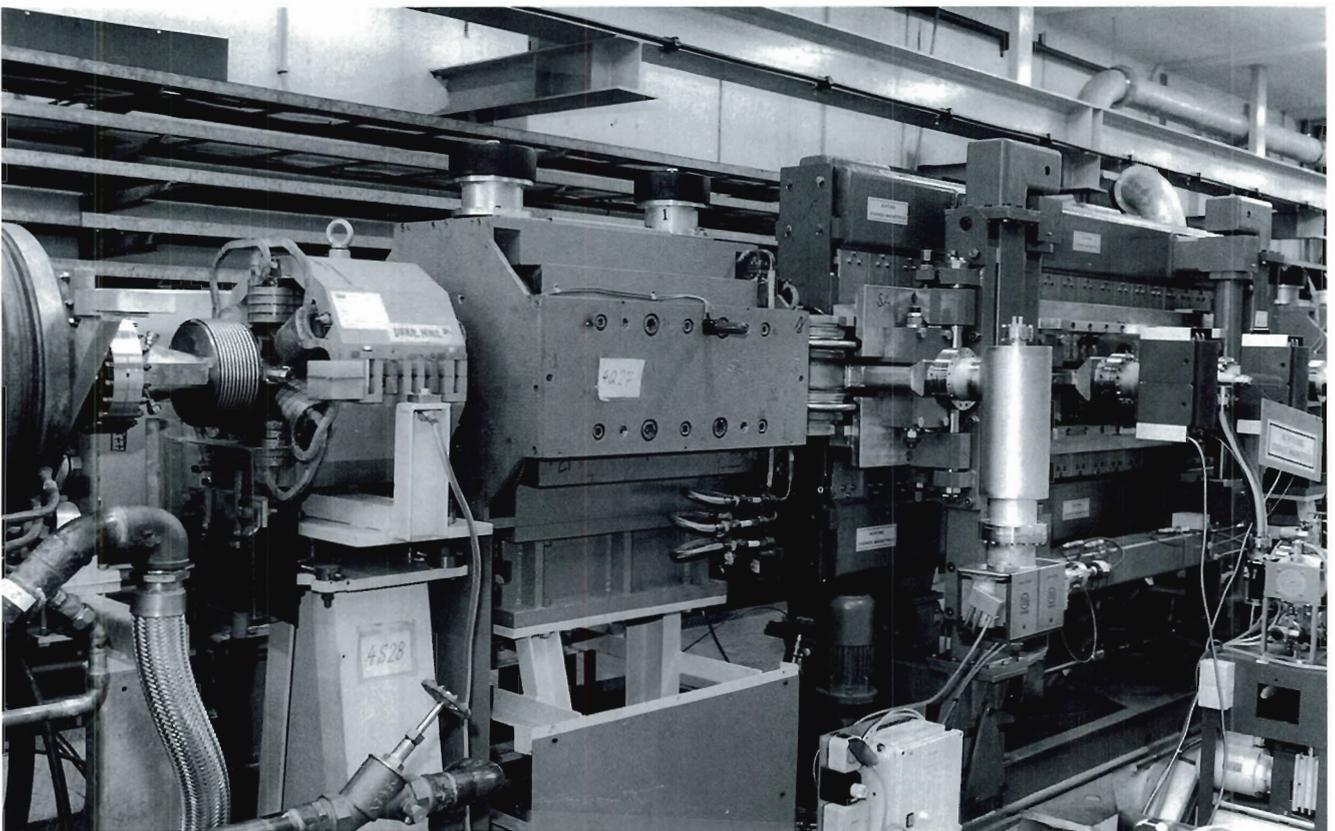


Abbildung 91: Eine von 50 Sublimationspumpen in DORIS III. (42468/24)

diagnostiken im HERA-Protonenring und auf eine Vielzahl von speziellen Anwendungsprogrammen zur Verbesserung der Zuverlässigkeit der Beschleuniger auf der Basis des von der Gruppe aufgebauten PC-Netzwerkes.

Zum Schutz des supraleitenden Magnetsystems gibt es zwei Arten von Alarmen: Der Quenchalarm hat die Ejektion des gespeicherten Protonenstrahls auf den „Beam-Dump“ und die Schnellentregung (25 s) des supraleitenden Magnetsystems zur Folge. Darüber hinaus werden bei Feststellung eines echten „Quenches“ die betroffenen Magnete mit „Quenchheizern“ soweit erwärmt, daß sie über ihre ganze Länge normalleitend werden. Der Protonenverlust-Alarm (PV), der, wie auch schon der Quenchalarm, den gespeicherten Protonenstrahl ejiziert, aber dann die Magnete nur normal, das heißt in zehn Minuten, entregt. Da hohe Strahlverluste über längere Zeiträume unweigerlich zu Quenchen führen, kann ihre rechtzeitige Entdeckung und eine Strahlejektion Quenche, und damit Zeitverluste im Beschleunigerbetrieb, verhindern. Außer Strahlverlusten, führen auch eine Reihe von Ausfällen zum Beispiel des Hauptnetzgerätes, zu einem PV-Alarm. Abbildung 90 zeigt alle im Jahre 1993 registrierten Quench- und PV-Alarme.

In der ersten Jahreshälfte war das System, welches plötzliche, größere Strahlverluste detektieren soll, noch inaktiv. Strahlverluste wurden nicht rechtzeitig erkannt und alle Alarme bewirkten neben der Strahlejektion eine Schnellentregung der Magnete. Nach Aktivierung aller Strahlverlust-Monitore wurden nur noch PV-Alarme registriert. Dieses läßt vermuten, daß in der ersten Jahreshälfte viele Quenche im supraleitenden Magnetsystem auf Strahlverluste zurückzuführen sind.

## Vakuum – MVA –

Mit Ausnahme der Vakuumsysteme im Protonenring von HERA und DESY III, werden alle anderen Maschinenvakuumsysteme von der Gruppe entworfen, gebaut, weiterentwickelt und betrieben. Im Berichtsjahr lagen die Schwerpunkte der Arbeiten bei DORIS III, PETRA und HERA. Bei

DORIS III konnte durch den Einsatz neuer Titan-Sublimationspumpen das Saugvermögen, insbesondere im niedrigen Druckbereich ( $10^{-9}$  mbar), signifikant erhöht werden (Abb. 91). Bei PETRA machte die zeitweise Nutzung für Synchrotronstrahlung Vorbereitungen für zusätzliche Bleiabschirmungen erforderlich. Bei HERA machen der Einbau der Spinrotatoren und Vorbereitungen für das HERMES-Experiment große Umbauten der Beschleunigerstruktur und damit auch des Vakuumsystems im geraden Stück HERA-Ost notwendig.

Daneben ist die Vakuum-Gruppe stark an den Entwicklungs- und Studienarbeiten für „Lineare Collider“ beteiligt. Insbesondere wird an der Fertigung von S-Band-Beschleunigungsstrecken gearbeitet (siehe Abschnitt über „Voruntersuchungen zu einem „Linear Collider“-Projekt“ auf Seite 207ff). Es besteht die Hoffnung, daß schon in den nächsten Jahren die weniger anspruchsvollen Beschleunigungshohlleiter für den LINAC II von der Vakuum-Gruppe bei DESY gefertigt werden können.

## Kryogenik und Vakuum – MKV –

Das Vakuumsystem des HERA-Protonenringes ist eng mit dem Kryogeniksystem von HERA verflochten. Deshalb werden diese beiden Gebiete gemeinsam von nur einer Gruppe bearbeitet. Der größte Teil des Strahlvakuumsystems des HERA-Protonenringes ist auf einer Temperatur von 4.2 K und damit bei nahezu unmeßbar kleinem Druck ( $< 10^{-13}$  mbar), aber auch die „warmen“ geraden Stücke sind wegen des Fehlens von Synchrotronstrahlungsdesorption und nach dem Hochtemperaturausheizen nach der Montage bei sehr niedrigem Druck ( $10^{-10}$  mbar). Das Strahlvakuumsystem des Protonenringes verursachte 1993 kaum Probleme und die Vakuumarbeiten konzentrierten sich deshalb hauptsächlich auf neue Projekte, wie die Vorbereitungen für das HERMES-Experiment. Auch beteiligte sich die Gruppe an den Arbeiten am TESLA-Projekt.

Das HERA-Kältesystem, welches flüssiges Helium bei 4.2 K für das supraleitende Magnetsystem zur

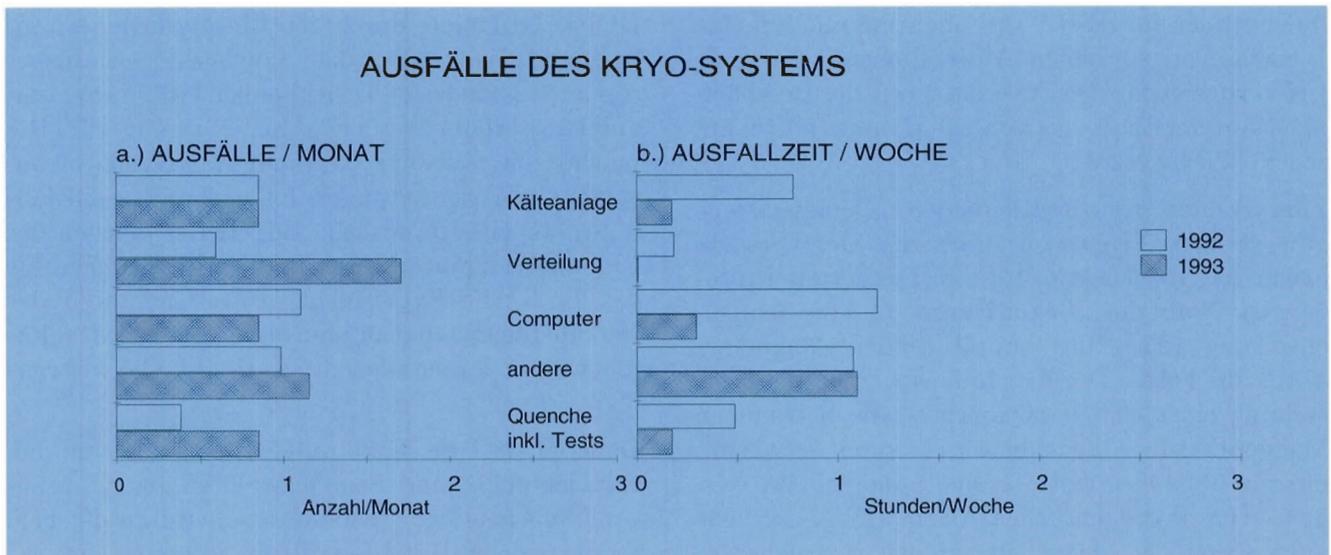


Abbildung 92: Ausfälle des Kryosystems in den Jahren 1992 und 1993.

Verfügung stellen soll, lief im Berichtszeitraum mit außerordentlich hoher Effizienz: Aufgrund der Redundanz des Systems (drei Verflüssigungsstraßen mit Kälteleistungen von je 6 kW bei 4.2 K stehen zur Verfügung und nur zwei solcher Straßen werden für den Routinebetrieb gebraucht) waren die Zahl der Ausfälle pro Monat und die Ausfallzeit pro Woche sehr gering (Abb. 92).

Die Verfügbarkeit der Anlage war 1993 bei insgesamt 6000 Betriebsstunden größer als 98.2%! Die gesamten Heliumverluste in diesem Zeitraum waren etwa 22% des Inventars, eine vergleichsweise sehr geringe Zahl.

### Energieversorgung – MKK –

Die Gruppe ist verantwortlich für die Energieversorgung bei DESY, angefangen von drei 110-kV-Transformatorstationen mit einer Gesamtnetzanschlussleistung von über 150 MVA, über das 10-kV-Verteilernetz bis hin zu den 690/400/230 V Unterverteilungen und für alle Stromversorgungsgeräte für Magnete und Hochfrequenzsenderanlagen an allen Beschleunigern, Speicherringen und Experimenten. Ebenfalls fällt in das Arbeitsgebiet der Gruppe die Gebäudeheizung bei DESY, die Belüftung und Klimatisierung. Das gesamte Wasserkühlungssystem einschließlich der speziellen Kalt-

wassersysteme wird ebenfalls von der Gruppe bearbeitet.

Aus den vielen laufenden Betriebs- und Verbesserungsarbeiten, die bei einer so ausgedehnten und komplexen Anlage ständig anfallen, sollen im folgenden einige wenige Projekte speziell erwähnt werden.

Auflagen der Umweltschutzgesetzgebung machten es notwendig, alle PCB-haltigen Kondensatoren zu entsorgen und durch neue PCB-freie zu ersetzen. Dieses schließt insbesondere die Kondensatoren ein, die mit den Synchrotronmagneten und den Drosseln von DESY II einen 12.5-Hz-Resonanzkreis bilden. Ebenfalls mußten alle Kondensatoren in den 10-kW-Blindleistungskompensations-Anlagen ersetzt werden.

Die Wasserkühlung für den LINAC II mußte, mit neuem eigenen Kühlturm und neuen speziellen Kaltwassersätzen, komplett neu erstellt werden. Bis 1993 wurde die Kühlung des LINAC II gemeinsam mit der Kühlung für die Klimaanlage von HASYLAB von einer einzigen Wasserkühlanlage betrieben. Der Ausbau von HASYLAB überforderte jedoch die bestehende Kapazität.

Der anspruchsvollere Betrieb von LINAC II mit dem häufigen Umschalten zwischen sehr verschie-

denen Betriebszuständen machte auch eine Erneuerung von einer großen Zahl von Stromversorgungsanlagen mit entsprechender Anbindung an das Rechnerkontrollsystem erforderlich.

Für den übersichtlicheren und einfacheren Betrieb der Synchrotrons DESY II und DESY III wurden die früher weit verteilten Stromversorgungsanlagen in einem neuen kleinen Zentralbau zusammengefaßt.

Der Kühlteich für die Kühlung der PETRA-Anlagen wurde wegen des hohen Betriebsaufwan-

des und der hohen Störanfälligkeit stillgelegt und durch einige 2-MW-Kühltürme ersetzt, die im Verband mit den HERA-Kühlanlagen betrieben werden. Diese Maßnahme erniedrigte auch den Geräuschpegel außerhalb des DESY-Geländes, wegen dessen es schon wiederholt zu Beschwerden gekommen war.

Die Wärmerückgewinnung aus der Abwärme der Kryokompressoren konnte 1993 in Betrieb genommen werden. Der Wert der hierdurch eingesparten Heizungskosten beläuft sich auf etwa 50 000 DM pro Jahr.



# Strahlenschutz

**Die Strahlenschutzgruppe bei DESY ist verantwortlich für die Strahlensicherheit an den Beschleunigern. Ein umfangreiches System zur Dosismessung erlaubt die Abgrenzung von Kontroll- oder Sperrbereichen für den Fall, daß unzulässig hohe Strahlendosen beobachtet werden.**

Auf dem DESY-Gelände rühren Strahlendosen in zugänglichen Bereichen fast ausschließlich von den Protonenbeschleunigern her. Es handelt sich überwiegend um Neutronendosen. Ihre Messung ist schwierig, weil das Neutronenenergiespektrum bis in den Bereich 150 MeV reicht und das Neutronenfeld häufig gepulst ist. Kommerzielle Geräte stehen nicht zur Verfügung. Zur Überwachung wird deshalb eine von der DESY-Strahlenschutzgruppe entwickelte Methode zur Messung mit Festkörperdosimetern verwendet.

Im Berichtszeitraum wurde HERA bereits acht Monate mit der höchsten Teilchenenergie betrieben. Dennoch lag in allen HERA-Hallen die gesamte Jahresdosis (ohne natürlichen Untergrund) unter 1 mSv. Sie ist damit mit der natürlichen Strahlendosis vergleichbar und wahrscheinlich erheblich kleiner. Die Jahresdosis, oberhalb der ein Gebiet als Kontrollbereich zu kennzeichnen ist, beträgt 15 mSv bei einem Aufenthalt von 40 Stunden pro Woche. In den Hallen des Vorbeschleunigers

PETRA liegt sie bei 1-2 mSv pro Jahr, mit Ausnahme der Halle SO, die der Protoneninjektionsstelle am nächsten liegt. Hier gelten Teile der Halle als Kontrollbereich (3-10 mSv pro Jahr).

Die Meßstationen an der Geländegrenze ergeben eine Neutronenjahresdosis von weniger als 0.2 mSv. Das entspricht etwa 10% der natürlichen Jahresdosis. Entsprechend den geringen Ortsdosen sind die mit Filmdosimetern gemessenen Personendosen durch Protonen und Neutronen geringfügig. Alle Personen-Jahresdosen liegen unter 1 mSv (die maximal zulässige Personendosis beträgt 50 mSv pro Jahr).

Die Restaktivität der Beschleuniger nach dem Abschalten ist bei HERA vernachlässigbar. Auch im PETRA-Tunnel ist sie klein, bis auf die Injektions- und Beam-Dump-Stellen, die als Kontrollbereich gekennzeichnet werden. Nur im DESY-Tunnel sind höhere Restaktivitäten meßbar, der gesamte DESY-Tunnelbereich ist als Kontrollbereich gekennzeichnet.

Neben den Routinearbeiten der Strahlenüberwachung arbeitete die Gruppe unter anderem mit Hilfe der Monte-Carlo-Programme FLUKA und MORSE an der Berechnung von Neutronenabschirmungen für Protonenbeschleuniger und testete diese Rechnungen an einem 205-GeV-Hadronstrahl am Forschungszentrum CERN.



## Voruntersuchungen zu einem „Linear Collider“-Projekt

Die Erfahrung bei DESY zeigt, daß neue große Projekte Vorlaufzeiten von der ersten konzeptionellen Planung, über technische Voruntersuchungen bis zu zehn Jahren in Anspruch nehmen können. Der nächste logische Schritt bei der Physik von Elektronen-Positronen-Kollisionen (nach Fertigstellung von LEP200 am Forschungszentrum CERN) scheint die Realisierung eines linearen Collider-Projekts zu sein. Hier werden zwei Strahlen (ein Positron- und ein Elektronstrahl) in zwei Linearbeschleunigern auf jeweils 250 GeV beschleunigt und aufeinandergeschossen. An dieser neuartigen Technologie besteht weltweit großes Interesse, und entsprechende Voruntersuchungen werden in einer Reihe von Laboratorien vorangetrieben.

Bei DESY werden zwei Möglichkeiten untersucht: 1.) Die Benutzung von konventioneller Linearbeschleunigertechnologie (S-Band „Linear Collider“) und 2.) Die Entwicklung von supraleitenden Beschleunigerstrukturen für einen supraleitenden Linearbeschleuniger (das TESLA-Projekt).

Beide Möglichkeiten sollen intensiv untersucht werden, um in den Jahren 1996/97 eine realistische Entscheidung über die weiter zu verfolgende Technologie treffen zu können.

### S-Band „Linear Collider“

In einem S-Band „Linear Collider“ sollen Positronen- und Elektronenstrahlen in zwei 15 km langen Linearbeschleunigern auf jeweils 250 GeV beschleunigt und frontal gegeneinander geschos-

sen werden. Da der Bau eines S-Band Colliders, so wie der eines jeden Collider-Typs, eine außerordentliche Herausforderung in technischer und beschleunigerphysikalischer Hinsicht darstellt, sind sorgfältige Vorstudien unerlässlich.

Das besondere am S-Band Konzept ist, daß man bei der Entwicklung der Hochfrequenztechnologie an langjährige, weltweite Erfahrungen anknüpfen kann (bei DESY im LINAC II) und die einmalige Möglichkeit besteht, neuartige Konzepte in großem Maßstab am Stanford Linear Accelerator in den USA zu testen, welcher nahezu dieselbe Hochfrequenz von 3 GHz verwendet. Generell sind die Ansprüche an die Beschleunigerkomponenten hinsichtlich Leistungsfähigkeit und Präzision bei einem „Linear Collider“ viel höher, als bei bestehenden Linearbeschleunigern, gleichzeitig müssen sie sehr viel billiger werden.

Die Collider-Studien sind zum einen theoretische Arbeiten, zum anderen soll aber auch ein 400-MeV-Prototyp-LINAC gebaut werden, in dem die speziellen Beschleunigerkomponenten für einen großen Collider getestet werden.

Die Vorarbeiten werden getragen von einer Kollaboration vieler auswärtiger und ausländischer Institute zusammen mit DESY-Mitarbeitern verschiedenster technischer Gruppen. Keiner der DESY-Mitarbeiter ist ausschließlich für diese Studien freigestellt, sondern hat als Mitarbeiter seiner jeweiligen Gruppe Aufgaben und Verantwortungen für die bestehenden Beschleunigeranlagen bei DESY. Zur Zeit schließt die S-Band-Studie die Mitarbeit folgender Institute ein: TH Aachen, NIKHEF Amsterdam (NL), TH Darmstadt, EFI Yerevan (Armenien), Universität Frankfurt, INR und MPEI Moskau (Rußland), Max-Planck-Institut München, LAL Paris (F), SLAC Stanford (USA) und KEK Tsukuba (J).

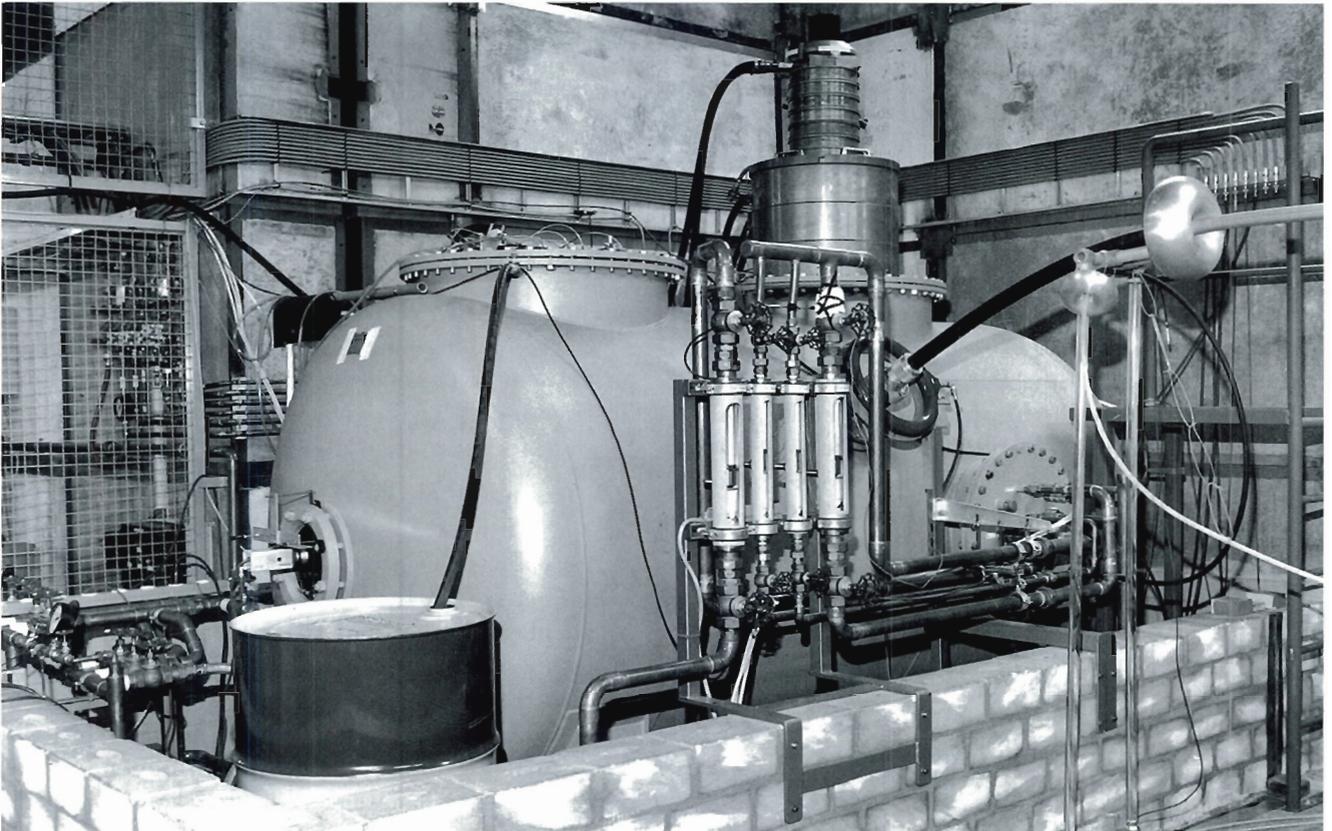


Abbildung 93: Öltank mit eingebauter Schaltröhre und S-Band-Klystron. (42537/19)

Die zur Zeit teuersten Komponenten eines S-Band-Linearbeschleunigers sind die Spannungsversorgungen (Modulatoren) für die Hochleistungsklystrons und die Klystrons selbst. Im Rahmen der Studien ist eine neue Art von Modulatoraufbau in Erprobung: Der Klystronbetrieb mit Vakuumschaltröhren. Abbildung 93 zeigt einen Testaufbau, in dem eine 250-kV-Schaltröhre in einem Öltank das ebenfalls in den Tank hineinreichende Klystron betreibt. Für die Hochleistungsklystrons gibt es eine Zusammenarbeit mit SLAC für die Entwicklung eines 150-MW-Klystrons. Die Entwicklung der ersten Klystronröhre wurde im Berichtszeitraum so weit vorangetrieben, daß mit dem ersten Testbetrieb 1994 gerechnet werden darf.

Als weitere wichtige Komponente sollen die sechs Meter langen Beschleunigerstrukturen erwähnt werden. Es handelt sich hier um sogenannte „Con-

stant Gradient“-Strukturen. Um die Erregung unerwünschter Schwingungsmoden auf einem tolerablen Maß zu halten, müssen bei ihrer Fertigung hinsichtlich der mechanischen Präzision neue Maßstäbe gesetzt werden. Entwicklung und Zusammenbau dieser Strukturen finden bei DESY statt: Etwa 180 Kupferhalbschalen werden mit höchster Präzision in auswärtigen Werkstätten gefertigt, bei DESY zu sechs Meter langen Strukturen zusammengelötet und vermessen. Ein Teil einer solchen Struktur sind mehrere sogenannte Störmodenkoppler, die unerwünschte, durch den Strahl erregte Eigenschwingungen aus der Beschleunigerstruktur auskoppeln. Hochleistungskoppler, über die die Klystronleistung ein- und ausgekoppelt wird, stellen hochfrequenztechnisch eine besondere Herausforderung dar und werden in Zusammenarbeit mit dem Moskauer Physik- und Ingenieur-Institut MPEI sowie dem Institut für Kernphysik INR entwickelt und gefertigt. Eine

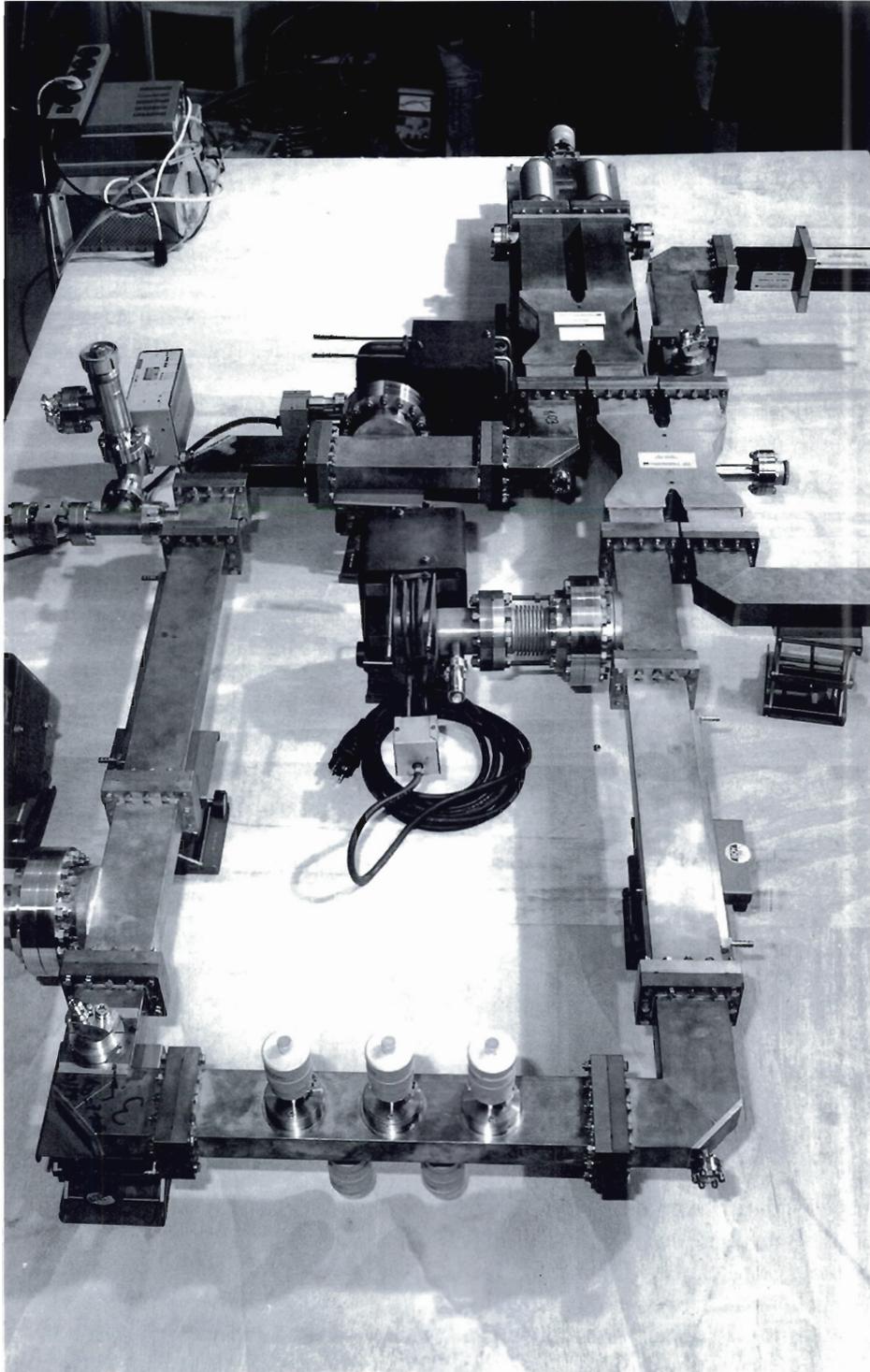


Abbildung 94: Resonanter Ring zum Testen von Hochleistungskomponenten im S-Band-Bereich. (42562/10)

besonders temperaturunempfindliche Tragestruktur aus Glaskeramikkplatten für die Unterstützung der Beschleunigerstrukturen wurde bei DESY entwickelt. Für den Test von Hochfrequenz-Hochleistungskomponenten wurde 1993 ein sogenannter Resonanter Ring gebaut, in dem mit einer Eingangsleistung von 20 MW eine zirkulierende Hochfrequenzleistung von 300 MW erzeugt werden kann. Abbildung 94 zeigt den im Berichtsjahr in Betrieb genommenen „Resonanten Ring“.

Für den 400-MeV-Test-LINAC wurden viele Einzelkomponenten entworfen (Elektronenkanone, 500-MHz-„Prebuncher“, S-Band-„Prebuncher“, Fokussierungstriplets u.v.m.) und zum größeren Teil in Auftrag gegeben.

Einer der willkommenen Nebeneffekte der „Linear Collider“-Studien ist die Möglichkeit des Neubaus von Beschleunigerstrukturen für den 25 Jahre alten LINAC II, dessen Strukturen zum Teil korrodiert sind und erneuert werden müssen (siehe Abschnitt „Injektion/Ejektion – MIN –“ auf Seite 195).

Entsprechend den mechanischen Fertigungstoleranzen im Mikrometerbereich, messen sich die Toleranzen für die erlaubte Vibration der Strahlführungs-Quadrupolmagnete in Nanometern. Mittels einer aktiven Regelung, basierend auf Piezo-Quarzen, soll am Test-LINAC gezeigt werden, daß unter realistischen Betriebsbedingungen alle Vibrationen auf das tolerable Maß gedämpft werden können. Wesentlich ist dafür die Entwicklung hochempfindlicher und preiswerter Bewegungssensoren, die in Zusammenarbeit mit DESY von führenden Firmen vorangetrieben wird. Nach dem erfolgreichen Test von Prototypen wurden erste Aufträge vergeben.

Unter den theoretischen Studien seien zwei Beiträge erwähnt: Es wurde gezeigt, daß trotz der im S-Band-Konzept (wie auch bei TESLA) erforderlichen hohen Teilchenströme nicht nur eine Positronenquelle problemlos realisierbar sein sollte, sondern daß auch eine Positronen-Polarisation von über 60% im Bereich des Machbaren liegt.

Schließlich wurden Simulationsrechnungen zur Strahl-Strahl-Wechselwirkung fortgesetzt. Dabei wurde festgestellt, daß die maximalen Winkel, un-

ter denen die Strahlen und die sie begleitende „Beamstrahlung“ die Wechselwirkung verlassen, deutlich größer sind, als bislang angenommen. Die Konsequenzen hinsichtlich der Auslegung der Wechselwirkungszonen sind überschaubar, aber noch nicht vollständig ausgewertet.

Einen Teil der Voruntersuchungen zu einem „Linear Collider“ trägt die DESY-Kollaboration am FFTB-Projekt am Stanford Linear Accelerator Center SLAC bei (siehe Abschnitt „Kontrollen und Instrumentierung – MKI –“ auf Seite 198).

## Das TESLA-Projekt

Die TESLA-Kollaboration legt ihrem Konzept für die Realisierung eines linearen Colliders supraleitende Niobresonatoren mit einer Frequenz von 1.3 GHz zur Beschleunigung der Elektronen und Positronen zugrunde. Von Vorteil ist hier die hohe Effizienz der Supraleitung, die relativ große Strahlströme ermöglicht. Dadurch sind, bei gleicher Luminosität, im Vergleich mit normalleitenden Vorschlägen größere Strahlquerschnitte erlaubt, was zu weniger harten Toleranzanforderungen an die Präzision der Beschleunigerkomponenten führt. Außerdem bringt die relativ niedrige Frequenz eine Reduktion der Wake-Field-Effekte mit sich, die unter Umständen zu einer unerwünschten Strahlaufweitung im Beschleuniger führen können. Um allerdings eine erfolgversprechende Alternative für die Realisierung eines „Linear Colliders“ im Energiebereich von 300-500 GeV darzustellen, müssen zum einen die erreichbaren Beschleunigungsfelder deutlich gesteigert und zum anderen die Kosten für die Beschleunigerstrukturen wesentlich gesenkt werden.

Das Ziel der TESLA-Kollaboration ist der Aufbau eines 500-MeV-Prototyp-Beschleunigers mit einer elektrischen Feldstärke von mehr als 15 MV/m, in dem die wichtigsten Komponenten für einen späteren „Linear Collider“ getestet werden sollen.

Im Berichtszeitraum konzentrierten sich die Aktivitäten der beteiligten DESY-Gruppen auf den Aufbau der erforderlichen Infrastruktur sowie Aus-

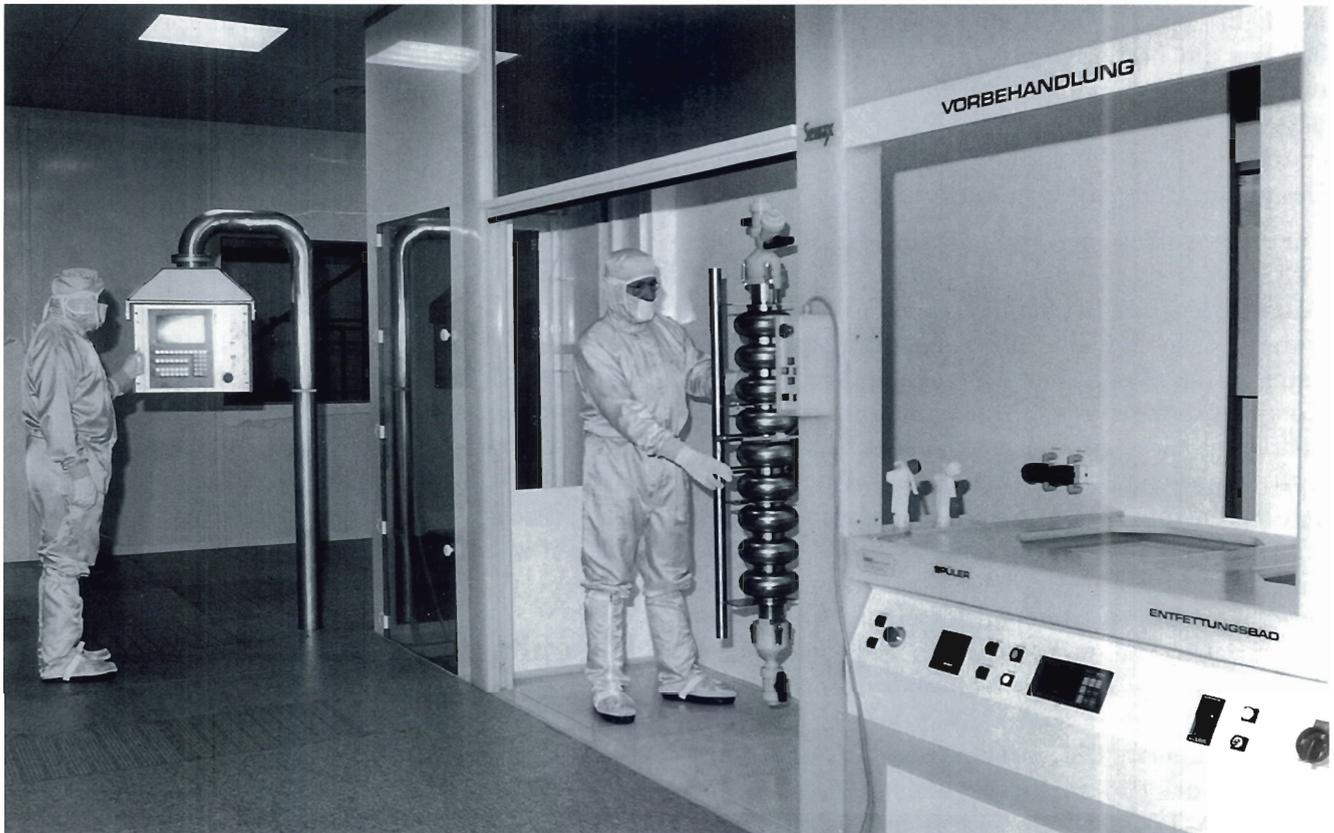


Abbildung 95: Montage einer Niob-Kavität im Reinraum. (42549/7)

legung, Bau und Test einzelner Beschleunigerkomponenten.

## Infrastruktur

Für die Behandlung und Montage der für die „TESLA Test Facility“ benötigten Kavitäten ist eine Infrastruktur bestehend aus Reinräumen, Reinstwasseranlage und Chemieanlage errichtet worden. Der insgesamt ca. 300 m<sup>2</sup> Reinraumbereich umfaßt Reinräume der Klasse 10000, 100 und 10, letzterer ist derjenige mit der höchsten Reinheit auf einer Größe von ca. 20 m<sup>2</sup>. Die Reinstwasseranlage produziert 50 Liter pro Minute entionisiertes Reinstwasser mit einem spezifischen Widerstand von 18 M $\Omega$ cm und weniger als 1000 Teilchen pro Liter, die größer sind als 0.1  $\mu$ m. In der Chemieanlage sollen in einem geschlossenen Kreislauf Beizungen an den Kavitäten mit einem Säuregemisch (HF/HNO<sub>3</sub>/H<sub>3</sub>PO<sub>4</sub>), Spülungen mit bis zu

80°C heißem Reinstwasser und Trocknungen mit bis zu 100°C heißem Stickstoff vorgenommen werden. Für die letzte Reinigung der Kavitäten wird eine Hochdruckspülung (ca. 100 bar) mit Reinstwasser installiert.

Für die Behandlung der Kavitäten in dieser Anlage wurden diverse Vorrichtungen konzipiert und beschafft. Abbildung 95 zeigt die Montage einer Niob-Kavität im Reinraum.

Zur Wärmebehandlung der Niobresonatoren wurde ein industrieller Glühofen beschafft. Der Ofen enthält eine Niobretorte, die separat vom Ofenvakuum mit zwei Kryopumpen evakuiert wird. Mit dem Aufbau des Ofens bei DESY wird begonnen und die Anbindung an das Kontrollsystem wird vorbereitet.

Um eine Kontamination der Resonatoren mit Öl in den verschiedenen Fertigungs- und Testschritten zu vermeiden, wurden ölfreie Turbopumpstände

beschafft. Um Erfahrungen zu sammeln und letztlich das am besten geeignete Verfahren zu ermitteln, wurden vier unterschiedliche Pumpsysteme bestellt. Die Steuerungen der Pumpenstände sind erstellt und die Anbindung an das Auslese- und Gesamtkontrollsystem ist vorbereitet.

Für den Aufbau der Heliumkälteversorgung der „TESLA Test Facility“ wurden vorbereitende Bauarbeiten zur Aufnahme neuer Vertikalkryostaten sowie für die nötige Strahlungsabschirmung fertiggestellt. Zur Aufstellung der Vakuum-Kompressoren wurde ein Anbau unter Berücksichtigung des erforderlichen Schallschutzes in Auftrag gegeben und aufgebaut. Die Helium-Schraubenkompressoren und Heliumrückverdichter wurden repariert und einer gründlichen Wartung unterzogen. Sämtliche vorhandenen Armaturen wurden gewartet und für einen Prozeßrechnerbetrieb vorbereitet. Für den Betrieb der Heliumkälteanlage und des Verteilersystems mit einem Prozeßrechner wurde die erforderliche Hardware installiert. Die vorhandene 900-W-Coldbox wurde an das Prozeßrechnersystem angeschlossen. Die HERA-TSC-Tieftemperaturthermometer wurden für den Einsatz bei 1.8 K weiterentwickelt und in die verschiedenen Komponenten eingebaut.

Die gesamte Heliumwarmgasverrohrung wurde unter Einbindung der Vakuumkompressoren neu installiert. Die Verrohrung der ehemaligen Quenchtanks wurde derart abgeändert, daß diese Heliumbehälter jetzt als Reingasvorrattanks genutzt werden können. Eine vorhandene Vorkühlerbox, eine Vorlaufverteilerbox sowie die zugehörigen Transferleitungen wurden im Hinblick auf die neuen Anforderungen geändert und angeschlossen.

Die Coldbox, die Transferleitungen und die Verteilerboxen wurden mit neuen Dehnungspumpenständen versehen und mit neuen Meßröhren bestückt. Ein neues Vakuumkontrollsystem wird erstellt.

Die Transferleitungen zum Anschluß des ersten vom „Fermi National Laboratory“ (FNAL) in Batavia/USA gelieferten Vertikal-Kryostaten wurden fertiggestellt, ebenso wurde der vom FNAL gebaute Heliumaufwärmer angeschlossen. Nach einem erfolgten Werksabnahmetest wur-

den die benötigten Vakuum-Kompressoren termingerecht angeliefert und aufgestellt. Ein Testlauf der 900-W-Kälteanlage unter Einbindung des neuen Prozeßkontrollsystems hat stattgefunden. Design-Studien für einen Niederdruckwärmetauscher und die Versorgungsboxen des späteren TTF-Modultests wurden in Zusammenarbeit mit den kollaborierenden Instituten weitergeführt. Für den Niederdruckwärmetauscher wurde eine Spezifikation vorgeschlagen.

Für die elektrische Versorgung der „TESLA Test Facility“ wurde eine 1600-kVA-Stromversorgung, bestehend aus 10-kV-Schaltfeld, Transformator und Schaltanlage errichtet. Mit dem Aufbau der erforderlichen Wasserkühlung sowie der Lüftungsanlagen wurde begonnen.

### Beschleunigerkomponenten

Nach Festlegung des Cavity-Designs wurden zwei Prototypen aus Niob gefertigt. Mit diesen Resonatoren wurde gegen Ende des Jahres begonnen, die Montagen im Reinraum zu üben und dort die diversen Vorrichtungen, Werkzeuge und Hilfsmittel in ihrer Funktionalität zu überprüfen. Einer der Resonatoren wurde in Saclay bei 1.8 K gemessen. Die Niederfeldgüte zeigte einen sehr hohen Wert von  $1.7 \times 10^{10}$ . Die maximale Feldstärke war durch Feldemission zu 6.7 MV begrenzt. Zu diesem Zeitpunkt waren die Einrichtungen für Messungen bei DESY (Hochdruckwasser, High Power Processing, Hochtemperaturofen) noch nicht verfügbar. Abbildung 96 zeigt die neunzelligen TESLA-Prototyp-Kavitäten.

Die Entwicklung der Koppler zur Dämpfung der höheren Moden wurde weitgehend abgeschlossen. Zwei unterschiedliche Auslegungen wurden intensiv an Kupferresonatoren überprüft (Design: Saclay, DESY). Die geforderten Dämpfungswerte konnten erreicht werden. An einem einzelligen Niob-Testresonator wurden in Zusammenarbeit mit Saclay das Verhalten der Koppler gemessen. Es zeigte sich, daß die indirekte Kühlung der Koppler für den geplanten gepulsten Betrieb (25 MV/m, 2 ms, Wiederholungsrate 10 Hz) mehr als ausreichend bemessen ist. In einem wei-

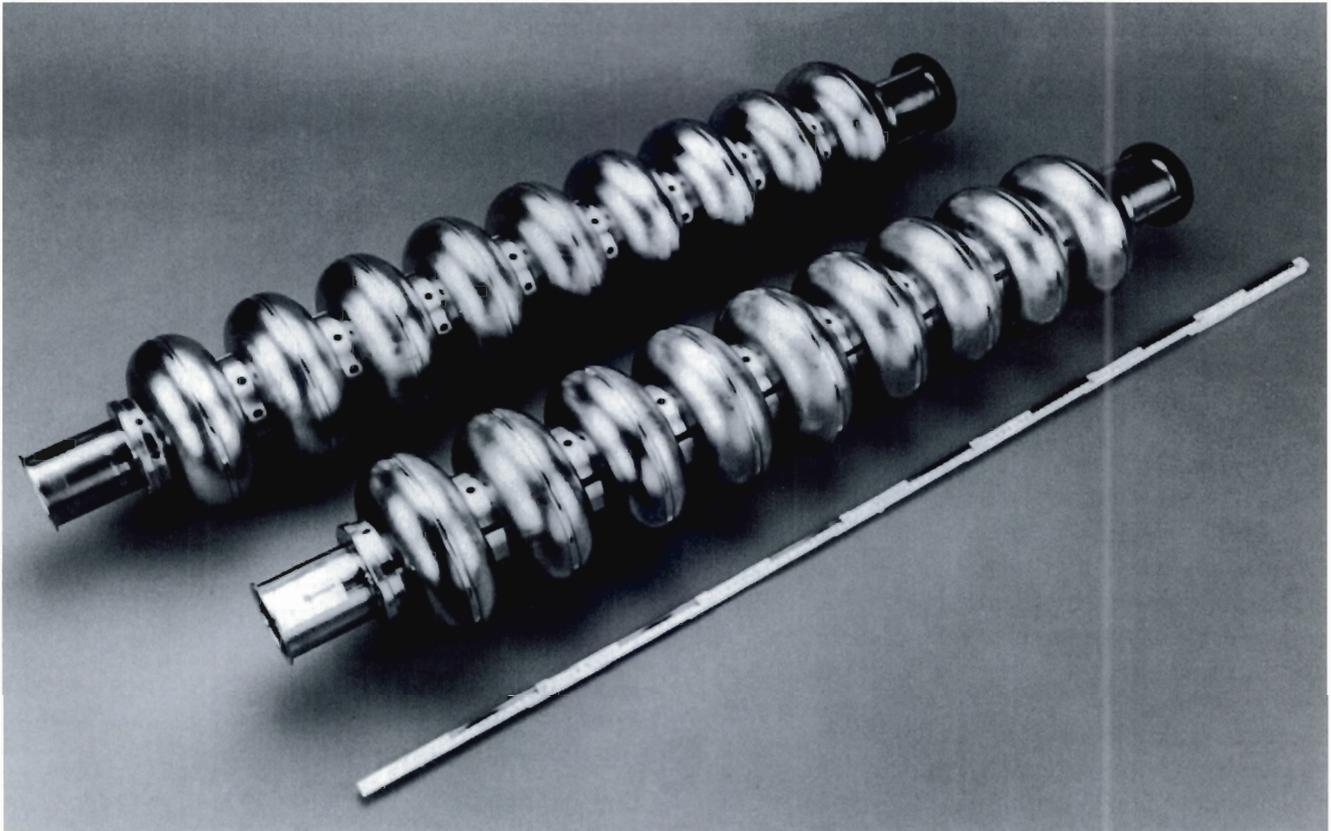


Abbildung 96: Neunzellige TESLA-Prototyp-Kavitäten. (42558/32)

terführenden Test muß allerdings noch die Belastung während des „High Power Processing“-Betriebes untersucht werden. Die hierfür notwendige Infrastruktur wird derzeit bei DESY aufgebaut.

Der Hochfrequenz-Einkoppler soll 200 kW während der Pulsdauer von 2 ms in ein Cavity übertragen. Für dieses kritische Bauteil wurde alternativ zu dem bei FNAL entwickelten Prototyp ein weiteres Design bei DESY untersucht. Wegen der sehr kritischen Belastung der beiden Mikrowellenfenster wurde hier ein anderes Layout untersucht (zylindrische statt konische Keramik, Wellenleiteranpassung statt „doorknob“ Design). Nach mehreren Iterationen der Berechnung mit MAFIA und HFSS wurden an Labormustern die Mikrowelleneigenschaften überprüft. Das zylindrische Fenster wurde in einem Testaufbau (re-

sonanter Koaxialresonator) bei Dauerleistungen erfolgreich betrieben.

Zur Untersuchung der Materialeigenschaften von Niob wurden außerdem Testapparaturen entwickelt, die die elektrische und thermische Leitfähigkeit sowie mechanische Eigenschaften unter verschiedensten Bedingungen bestimmen können.

Ferner wurde die berechnete Verformungscharakteristik und die daraus folgende Verstimmung der Resonanzfrequenz durch Messungen an Kupfer- und Niob-Kavitäten überprüft, soweit das bei Raumtemperatur möglich war.

Die erfolgreiche Abnahme der beiden 5-MW-Klystrons für die Hochfrequenz-Versorgung ist erfolgt. Der Modulator für das erste Klystron wurde bei FNAL fertiggestellt und erste Hochspannungstests haben stattgefunden, so daß das Klystron in den Modulator eingebaut werden kann.

Die Hohlleiter zur Versorgung der beiden vertikalen Testkryostaten wurden verlegt, die Elektronik für die HF-Interlocks ist fertiggestellt.

Ein 1.3-GHz-Halbleiterverstärker mit ca. 20 W Ausgangsleistung sowie eine variable Frequenzsteuerung, die wegen der beim Füllvorgang auftretenden Verstimmung der Resonatoren durch die Lorentz Kraft benötigt wird, wurden entworfen und gebaut. Vier 1.3-GHz-Verstärker mit ca. 400 W Ausgangsleistung zur Ansteuerung der Klystrons und für Labormessungen wurden geliefert.

In Zusammenarbeit mit dem „Istituto Nazionale di Fisica Nucleare“ (INFN) wurde die Spezifikation für den Modulkryostaten, der acht Niobresonatoren und ein Magnetmodul enthält, erstellt und die Fertigung durch Industriefirmen angefragt. An einem alternativen Entwurf wird in Zusammenarbeit mit Saclay, INFN und FNAL gearbeitet.

Die Konstruktionsarbeiten für das Magnetmodul, das aus zwei supraleitenden Quadrupolen, vier supraleitenden Korrekturdipolen und einem Strahlrohr mit Strahllagemonitor und „Higher Order Mode“-Absorber besteht, wurden abgeschlossen. Insgesamt wurden acht supraleitende Spulen für das erste Quadrupolpaar gewickelt und die Herstellung von Komponenten für den Heliumbehälter in Auftrag gegeben.

Begonnen wurde ferner mit der Auslegung des 500-MeV-Testlinacs. Die Auslegung des subharmonischen Injektor I, bestehend aus einer „thermionic gun“, einem subharmonischen Buncher, der supraleitenden 15-MV/m-Beschleunigungsstruktur und einer Diagnosestation wird zur Zeit in Orsay/Saclay abgeschlossen. Erste Komponenten werden bereits gebaut.

Die Strahloptik entlang des aus vier Modulen bestehenden LINACs wurde untersucht und ein modifiziertes „FODO Lattice“ (Quadrupol Dubletts) gewählt, dessen Zellenlänge einem Modul entspricht. Eine Anpassung der Phasenraumorientierung im Bereich zwischen der „Capture Cavity“ und des supraleitenden TTF-LINACs war auch unter Berücksichtigung der fokussierenden Eigenschaften der als Stehwellenstruktur betriebenen Kavitäten möglich. Die Abschirmung entlang des TTF-LINACs wurde gemäß den Strahlenschutzanforderungen ausgelegt. Bezüglich des Strahlfängers werden zur Zeit verschiedene technische Alternativen verglichen.

Für die Strahldiagnose bei 500 MeV wurden verschiedene Verfahren zur Bestimmung der Emitanz und der Energieunschärfe untersucht. Verschiedene Methoden der Strahlprofil-Messung (Scanner, Grid, Übergangs-Strahlung (OTR), Synchrotron-Strahlung) werden zur Zeit verglichen.

# Bereich Zentrale Datenverarbeitung, Entwicklung und Betrieb (Z)

## Inhalt

Übersicht	217
Zentrale Datenverarbeitung	219
Technische Entwicklungen und Dienste	239



# Übersicht Z-Bereich

## Neue Gruppen im Z-Bereich

Während der Entwicklungs- und Bauphase der Elektron-Proton-Speicherringanlage HERA war die Gruppe „Neue Technologien“ in dem Bereich „Beschleuniger“ integriert. Anfang des Jahres wurde sie wieder in den Z-Bereich (Zentrale Datenverarbeitung, Entwicklung und Betrieb) übergeführt. Ihre Aufgaben umfassen die Betreuung der supraleitenden Magnete in HERA, Entwicklung von supraleitenden Magneten sowie den Betrieb von Teilen der Infrastruktur für das TESLA-Forschungs- und Entwicklungsprogramm.

Im Frühjahr bekam auch die Gruppe „Maschinen- und Experimente-Aufbau“ (MEA) eine neue Heimat im Z-Bereich. Das Aufgabengebiet dieser Gruppe umfaßt:

- Auf- und Umbauten der Beschleuniger, der Strahlführungswege, der Experimente und ihrer Strahlungsabschirmung sowie die Koordination all dieser Arbeiten
- Geodätische Vermessung der Beschleuniger, der Strahlführungswege, der Experimente sowie die Kontrolle des geodätischen DESY-Vermessungsnetzes
- Wartung, Reparatur, Neubau und Feldvermessung von normalleitenden Magneten
- Betrieb und Koordination der DESY II-Teststrahlen und -Testexperimente
- Planung, Aufbau und Betrieb der Personen-Interlocksysteme an allen externen Strahlen (inklusive Synchrotronstrahlungs-Strahlen) und von Sicherheitseinrichtungen, wie Gaswarnanlagen, Feuerschutz- und Notabschaltesystemen in den Experimentierhallen

In zunehmendem Maße arbeitet die Gruppe auch beim Entwurf und der Entwicklung von Detektor-komponenten für zukünftige HERA-Experimente mit.

## Datenverarbeitung

Das lokale Datennetz wurde zügig und bedarfsgerecht ausgebaut, vorwiegend auf der Basis von Ethernet und, wo große Bandbreite notwendig war, mittels FDDI.

Auf dem Gebiet der externen Datenleitungen ist vor allem der erfolgreiche Aufbau einer Satellitenverbindung nach Moskau zu verzeichnen. In Zusammenarbeit mit dem Deutschen Forschungsnetz (DFN) und drei Moskauer Instituten konnte am Ende des Berichtsjahres die Anlage ihren Testbetrieb aufnehmen. Die Weitervermittlung der Daten über DESY hinaus erfolgt über das Wissenschaftsnetz (WIN), an das DESY mit 2 Mb/s angeschlossen ist.

Die zentrale Rechenleistung wurde weiter in Richtung auf das Betriebssystem UNIX ausgebaut. Die Rekonstruktionsrechner der HERA-Experimente wurden mit leistungsfähigeren Prozessoren hochgerüstet, und der Plattenbestand wurde ergänzt. Als Folge davon erscheint die Reduzierung des teuren IBM-Mainframes in Reichweite. Eine weitere Voraussetzung dafür ist jedoch noch ein vom Mainframe unabhängiger Zugriff auf die Daten in den Kassetten-Robotern. Dafür wurde ein Konzept erarbeitet und teilweise schon umgesetzt. Die Kassetten-Roboter haben im Laufe des Jahres noch an Attraktivität gewonnen, da ihre Kapazität durch den Einsatz neuer Technik um den Faktor vier gesteigert werden konnte.

Für das zentrale VMS-Cluster wurde ein zukunftsweisendes Konzept auf der Basis von Alpha-Prozessoren erarbeitet. Damit wird es in Zukunft auch für diesen Rechnerkomplex möglich sein, die Rechen- und Datenleistung bedarfsgemäß in kleinen Schritten zu skalieren.

### Technische Dienste

Mechanische Konstruktion und Fertigung waren im Berichtsjahr deutlich stärker durch den Forschungsbereich gefordert als in den vergangenen Jahren. Die größte Aufgabe der mechanischen Fertigung war allerdings die Herstellung eines Septum-Magnetens für die Ejektion von Protonen aus dem Speicherring PETRA für den Beschleunigerbereich. Im Bereich der mechanischen Konstruktion sind größere Aufgaben für das Forschungs- und Entwicklungsprogramm für das „Linear Collider“-Projekt TESLA hervorzuheben. Auch wurde mit der Ablösung des letzten Drittels der alten CAD-Anlage begonnen. Damit wird im nächsten Jahr nach Jahren des Mischbetriebs auch das mechanische CAD vollständig auf UNIX als Betriebssystem basieren.

Am Ende des Berichtsjahres konnte eine neue Telefonanlage in Betrieb genommen werden. Diese neue Anlage war notwendig geworden, da die alte mit 2000 Telefonanschlüssen nicht weiter ausgebaut werden konnte. Die neue Anlage ist modular aufgebaut. Sie ist damit weitestgehend gegen Totalausfall gesichert und kann bei Bedarf auf ein Vielfaches erweitert werden.

### Bauangelegenheiten

Insgesamt konnte im vergangenen Jahr neue Nutzfläche von ungefähr 1600 m<sup>2</sup> für Büro- und La-

borräume durch Neu-, Erweiterungs- oder Umbauten errichtet werden. Diese neuen Räume schaffen spürbar Entlastung, vor allem bei der Bereitstellung von Arbeitsplätzen für die ständig wachsende Zahl an Gästen. So wurden Büro- und Laborräume im alten Elektroniklager und durch die Errichtung eines sehr preiswerten zweistöckigen Hauses aus Fertigteilen geschaffen. Seit vielen Jahren benötigt DESY eine Lagerhalle für die großen Kabelmengen, die, bisher in vielen Gebäuden gelagert, eine nicht zu vernachlässigende Brandlast bedeuten. Mit dem Bau einer einfachen, ungeheizten Fertigbau-Halle zur Lagerung der Kabel wurde begonnen. Unter den vielen Maßnahmen zur Bau-erhaltung sind die Sanierung der Kantinenküche, die Erneuerung der Klimaanlage in der alten Experimentierhalle von HASYLAB und die Anstricharbeiten in allen Gängen des Laborgebäudes I besonders hervorzuheben.

### Sicherheitswesen

Neben den Routinearbeiten der Sicherheitsingenieure und des Technischen Notdienstes, die durch das stetige Wachsen von DESY vermehrt anfallen, beanspruchte auch wieder im vergangenen Jahr die Umsetzung und Einhaltung der vielen Auflagen und Verordnung beim Umgang mit Gefahrenstoffen in besonderem Maße die kleine Gruppe der Fachkräfte. Sehr viel Aufwand erforderte das Genehmigungsverfahren für den Betrieb einer Beizanlage für supraleitende Kavitäten, die gesetzlich geforderte Entsorgung von PCB-haltigen Kondensatoren und die Vorbereitungen für ein DESY-weites Gefahrstoffkataster.

# Zentrale Datenverarbeitung

Die nicht experimentespezifische Datenverarbeitung ist bei DESY nicht mehr nur „zentral“. Neben zentralen Ressourcen gibt es je nach Bedarf auch verteilte. Alle Geräte sind durch ein leistungsfähiges, lokales Datennetz gekoppelt. Dieses bildet den eigentlichen Rahmen der „zentralen“ Datenverarbeitung, und die verschiedenen Rechner-systeme (SGI-Systeme, HP-Cluster, IBM-Mainframe, VAX-Cluster, usw.) sind „Knoten“ in diesem Netz.

## Datennetze bei DESY

Es werden hier zwei Typen von Datennetzen unterschieden. Das lokale Netz (LAN) ist die Gesamtheit der auf dem Institutsgelände betriebenen Leitungen, auf denen Daten zwischen allgemein zugänglichen Geräten transportiert werden. Über das überregionale Netz WAN (Wide Area Net) ist das LAN mit anderen Instituten verbunden.

### Das lokale Netz

In das lokale Netz (LAN) sind die Geräte integriert, die zur Datenverarbeitung bei DESY benötigt werden. Mit Hilfe des LAN ist es möglich, Daten zwischen allen damit verbundenen Geräten auszutauschen. Es erlaubt den Zugang von Terminals beziehungsweise Arbeitsplatzrechnern zu zentralen Ressourcen und umgekehrt zu diesen Geräten und Druckern. Wegen des breiten Spektrums der Anforderungen an den Datenaustausch, gibt es bei DESY sehr unterschiedliche Teilnetze. So gibt es neben sehr breitbandigen Datenleitungen zur Kommunikation zwischen leistungsfähigen Rechnern auch schmalbandige Netze von wenigen kb/s.

Das lokale Netz von DESY ist mit den darin integrierten Rechner-Systemen in Abbildung 97 dargestellt.

Die in den vergangenen Jahren gewachsene, sternförmige Netzwerktopologie mit zentralen Vermittlern (Cisco AGS+) im DESY-Rechenzentrum zeigte Ende 1992 die Grenzen der Ausbaufähigkeit dieses Konzeptes deutlich auf. Das weiter andauernde Wachstum der Datennetz-Anschlüsse von Rechnern und X-Terminals auf jetzt ca. 2400 macht den Übergang auf schnellere Technologien, von zum Beispiel Ethernet mit 10 MB/s auf FDDI mit 100 MB/s, sowie die Verteilung der Vermittlungsleistung auf breitbandig gekoppelte Multiprotokoll-Router notwendig.

So wurde, ausgehend vom Rechenzentrum, FDDI auf das Laborgebäude 1, den Verkehrsknoten in Gebäude 30 und die HERA-Halle Süd ausgedehnt.

Bedingt durch das starke Wachstum der X-Terminal Anschlüsse, zur Zeit sind über 400 Geräte in Betrieb, mit der Forderung nach latenzarmen Netzwerkverbindungen zwischen Rechner und Terminal, war eine Mischung von überwiegend interaktiv genutzten Geräten mit solchen, die für nicht-interaktive Anwendungen über das Netz am selben Segment betrieben wurden, nicht mehr vertretbar. Im Laufe des Jahres wurde sehr deutlich, daß Latenzzeiten (z.B. beim Editieren die Zeit zwischen Keyboard-Anschlag und Erscheinen des Zeichens auf dem Bildschirm, oder Unregelmäßigkeiten beim Folgen des grafischen Cursors bei CAD-Anwendungen) von mehreren 100 ms nicht akzeptabel sind. Zur Verkehrsentflechtung wurden daher parallel zu den bereits existierenden Segmenten neue installiert. Bei der Belegung der Segmente wird zwischen interaktiv und nicht-interaktiv genutzten Endgeräten streng unterschieden. In diesen Fällen wird auf eine di-

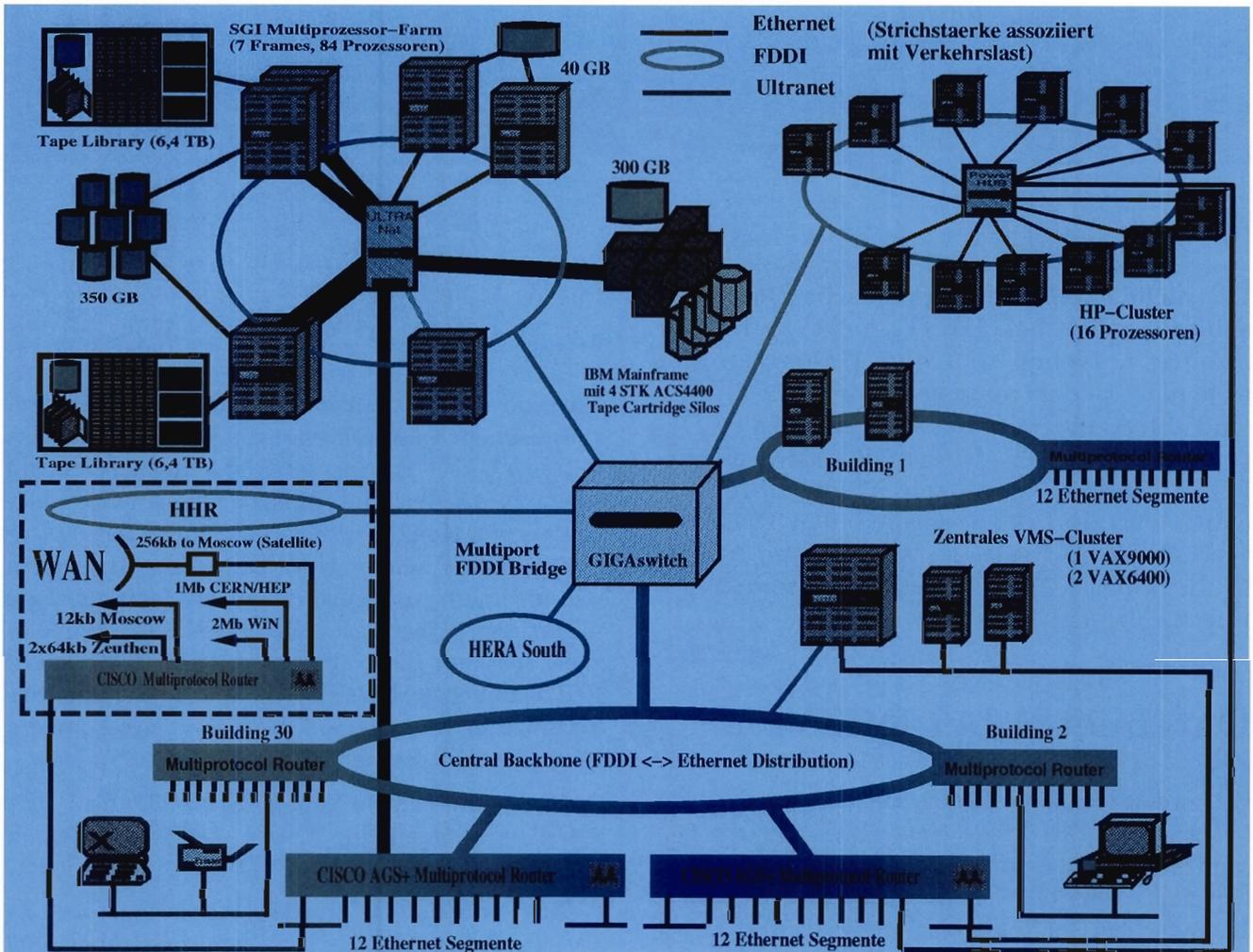


Abbildung 97: „Local Area Network“-Topologie bei DESY.

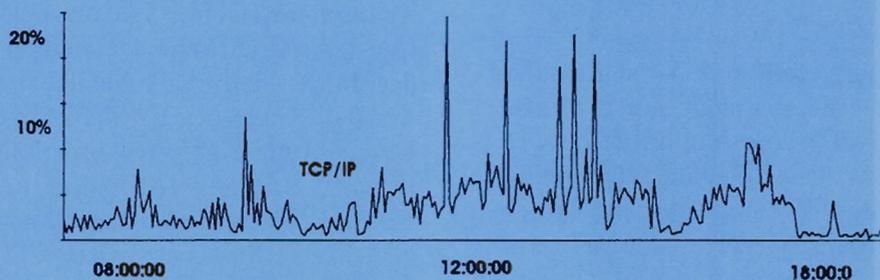
rekte Verbindung einzelner Segmente mit zentralen Vermittlern beziehungsweise Servern verzichtet. Vielmehr werden an Verkehrsknotenpunkten Multiport-Ethernet-Vermittler mit jeweils 12 Ethernetsegmenten und einem FDDI-Backbone-Anschluß installiert. Interaktiver und nichtinteraktiver Verkehr wird erst im Vermittler zusammengeführt und bei Bedarf gemeinsam über FDDI zum Ziel befördert.

Ende des Jahres waren sechs verteilte Vermittler und die beiden zentralen Cisco-Router mit zusammen 96 Ethernetsegmenten installiert. Die Gesamtzahl der davon abgeleiteten Büro- und Hallensegmente beläuft sich auf mehr als 500. Bisherige

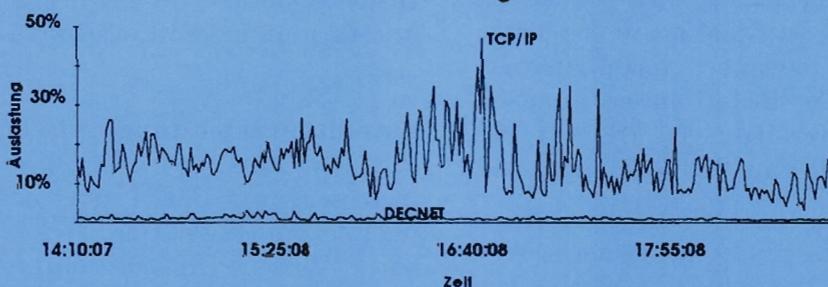
Erfahrungen haben gezeigt, daß nach diesem Konzept die Infrastruktur hervorragend an das Profil der jeweiligen Benutzergruppe angepaßt werden kann. Bei wachsendem Bedarf ist außerdem die Bandbreite durch die Möglichkeit der Kopplung mehrerer, sonst unabhängiger FDDI-Ringe zum Beispiel mittels GIGA-switch gut skalierbar.

Abbildung 98(oben) zeigt, daß selbst eine relativ hohe Anzahl von X-Terminals auf einem Segment (gemessen wurde am Segment der ZEUS-Kollaboration mit 75 angeschlossenen Geräten) über den Tag verteilt selten eine Auslastung von mehr als 20% erzeugt. Dieser Wert garantiert ein störungsfreies, flüssiges interaktives Arbeiten.

**ZEUS X-Terminal Segment [75 X-Terminals]**



**Zentrales Segment**



**UNIX Zentralrechner-Segment**

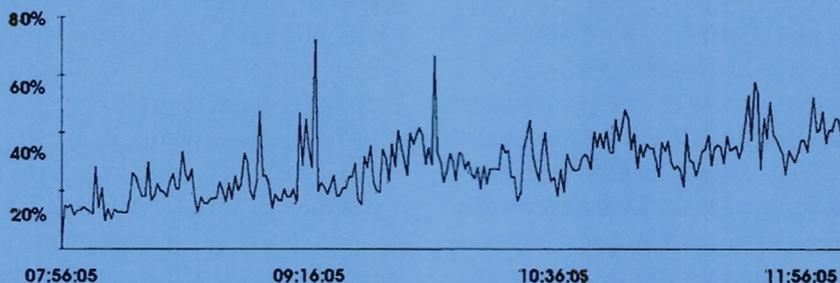


Abbildung 98: Datennetauslastung: oben: ZEUS X-Terminal Segment mit 75 angeschlossenen Geräten, Mitte: Zentrales Segment und unten: UNIX Zentralrechner-Segment.

Abbildung 98(Mitte) zeigt eine Gegenüberstellung des Verkehrsanteils der in der Hochenergiephysik bedeutendsten Kommunikationsprotokolle TCP/IP und DECnet auf einem stark heterogen besetzten Segment.

Abbildung 98(unten) stellt das Verkehrsaufkommen auf dem Ethernetzsegment einer zentralen UNIX-Maschine (X4U) vom Mai 1993 dar. Daraus ergibt sich, daß dieser Zugang über mehrere Stunden zu mehr als 40% ausgelastet ist. Um oben beschriebenen Schwierigkeiten zu begegnen, wurde der Netzwerk-Zugang dieser und anderer Server auf FDDI-Technologie umgestellt.

### Externe Datenverbindungen

Überregionale Zusammenarbeit, wie sie in der Teilchenphysik stattfindet, wäre heute undenkbar ohne die Möglichkeit, Daten über große Entfernungen auszutauschen. Der Bedarf an leistungsfähigen, externen Datenverbindungen ist sehr viel größer als das was bisher aus Kostengründen realisiert werden kann.

Innerhalb Deutschlands gibt es das deutsche Wissenschaftsnetz (WIN), das vom DFN-Verein, dem deutschen Forschungsnetz, erfolgreich in Zusammenarbeit mit der Telekom betrieben wird und an das DESY-Hamburg mit 2 Mb/s angeschlossen ist. Dieses Netz ist häufig überlastet und müßte dringend auf eine höhere Bandbreite aufgerüstet werden.

#### Europäischer Datenverkehr

In Ermangelung eines leistungsfähigen europäischen Wissenschaftsnetzes war internationale Konnektivität für die Teilchenphysik bisher praktisch nur über eine Mietleitung zwischen DESY und CERN gewährleistet. Diese Leitung wurde bis Ende 1993 gemeinsam von IBM (im Rahmen der European Academic Supercomputer Initiative EASI) und von DESY finanziert. Nach dreijähriger Laufzeit wurde EASI nun beendet. Daher wird in Zukunft weniger Bandbreite zur Verfügung stehen. In den letzten Monaten gibt es Anzeichen für das Entstehen eines europäischen Datennetzes, an das DESY über das WIN angeschlossen wird.

Somit besteht Hoffnung, daß auch in Zukunft der Datenaustausch in Europa gewährleistet sein wird.

#### Transatlantischer Datenverkehr

Der transatlantische Datenverkehr ist seit Mitte des Jahres dadurch erheblich beeinträchtigt, daß seit dem Ende des EASI-Projekts keine adäquate Datenleitung zur Verfügung steht. Die 512-kb/s-Leitung zwischen Düsseldorf und Princeton, die vom DFN-Verein und dem amerikanischen ESnet gemeinsam finanziert wird, ist völlig überlastet. Eine notwendige Erhöhung der Bandbreite ist vorgesehen, verzögert sich aber durch Schwierigkeiten auf amerikanischer Seite. Die Verbindung in die USA ist für DESY aus zwei Gründen wichtig: Zum einen für den Zugriff der amerikanischen Kollaborationsteilnehmer auf die Experimente bei HERA, zum anderen für den Zugriff von DESY-Mitarbeitern auf Software in den USA.

#### Satellitenverbindung zwischen DESY und Moskau

In diesem vom BMFT über den DFN finanzierten Pilotprojekt soll eine Satellitenverbindung zwischen Wissenschaftseinrichtungen im Großraum Moskau mit DESY und dem WIN aufgebaut werden. Die Bodenstationen für die Satellitenverbindung wurden inzwischen in Hamburg und im Institut für Nuklearphysik der Moskauer Staatsuniversität eingerichtet (Abb. 99 und 100). Weitere Institute in Moskau (ITEP und Lebedev) sind über Richtfunkstrecken an diese Station angeschlossen (Abb. 100). Im Berichtsjahr wurden die notwendigen Bauarbeiten in Moskau durchgeführt und nach Erteilung der Export-Lizenzen Router und Workstations nach Rußland exportiert. Die innerstädtischen Moskauer Richtfunkstrecken vom Turm der Moskauer Staats-Universität zu ITEP und Lebedev werden seit kurzem betrieben. Die Satellitenverbindung wird über einen russischen Satelliten vom Typ „Raduga“ auf 35° östlicher Länge hergestellt. Die Übertragungsrate beträgt 256 kBit/s im C-Band bei einer Trägerfrequenz von 6.2 GHz. Die Bodenstation vom Typ „Kalinka“ wurde kürzlich aus Moskau bei DESY angeliefert und läuft inzwischen im Probebetrieb.



Abbildung 99: Aufbau der Bodenstation „Kalinka“ bei DESY für die Satellitenverbindung zwischen DESY und Wissenschaftseinrichtungen im Großraum Moskau. (42543/32)



Abbildung 100: Richtfunkanlage für die Verbindung zwischen der Moskauer Staatuniversität und den anderen Moskauer Instituten.

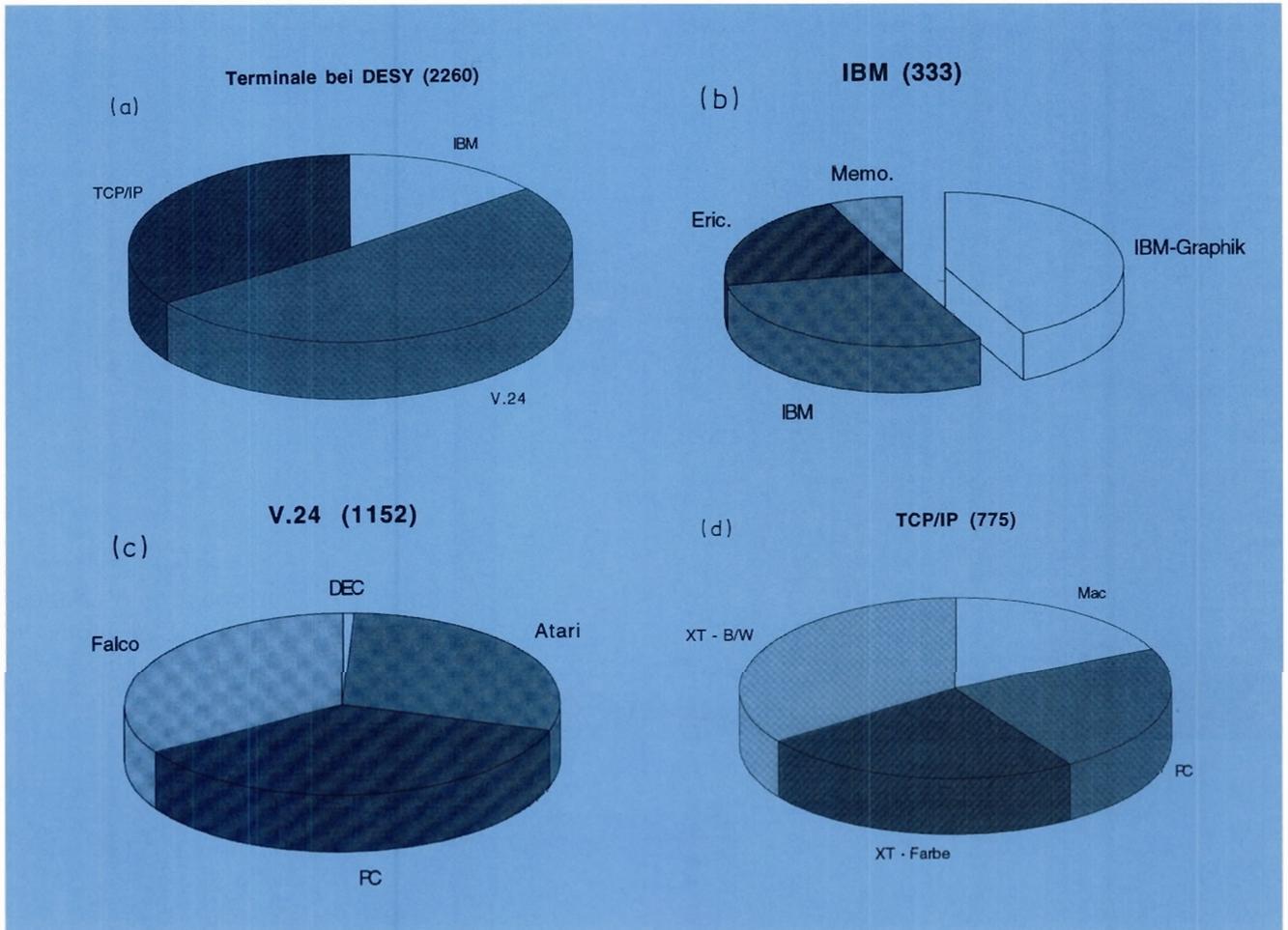


Abbildung 101: Terminalzugriff.

## Terminals im Datennetz

Die zentrale Datenverarbeitung stellt ihren Benutzern verschiedene Arten des Terminalzugriffs auf die unterstützten Rechner-Plattformen zur Verfügung (Abb. 101a). Für den zentralen IBM-Mainframe sind dies noch etwa 300 3270-Terminals verschiedener Hersteller, die meist über eigene Koax-Leitungen an Kontrolleinheiten betrieben werden. Knapp die Hälfte dieser Terminals ist (GDDM-) grafikfähig (Abb. 101b). Die Hauptlast (ca. 1150 Stück) wird von Terminals mit einer Anbindung über eine serielle Schnittstelle an einen zentralen MICOM-Terminal-Switch oder an am LAN verteilte Terminalserver getragen. Dabei handelt es sich je etwa zu einem Drit-

tel um einfache, grafikfähige Terminals der Serie FALCO-Infinity, um ATARI-Rechner, sowie um PCs mit entsprechenden eigenen Terminal-Emulationsprogrammen (Abb 101c).

Etwa 780 Terminals sind bei DESY direkt an das LAN angeschlossen. Der größte Teil davon, etwa 450, sind X-Terminals (Tektronix und NCD). In diesem Bereich gab es 1993 den größten Zuwachs. Dies geht einher mit dem Aufbau einer leistungsfähigen UNIX-Rechner-Umgebung und trägt dem Wunsch der Benutzer nach einer einheitlichen und grafikorientierten Bedienungsfläche für die Vielzahl der vorhandenen Plattformen Rechnung (Abb. 101d). Mit dem Aufkommen preisgünstiger X-Terminals wird deren Zahl in

Drucker (monochrom)	Netzinterface	Menge
HP LaserJet IIISi	HP JetDirect	20
Kyocera P2000	Axis AX-5	20
QMS 800+	Axis AX-5	2
QMS PS 2200	Direkt an Sun	3
LaserWriter	Local-, EtherTalk	12
HP LaserJet 4	HP JetDirect	1
Drucker (farbig)	Netzinterface	Menge
Tek Phaser IIPxi	Tek VB4511A	5
Tek Phaser IIPxi	Emulex Terminal Server	1
QMS PS2000	Axis AX-5	1
HP PaintJet	Axis AX-5	1

Tabelle 8: Druckerangebot am DESY-Print-Server.

Zukunft noch deutlich wachsen, während die beiden anderen Gruppen langsam zurückgehen werden. Etwa 330 Terminals sind PC-kompatibel oder Macintoshes, die mit entsprechender Software direkt über das LAN Terminal-Sitzungen meist über TCP/IP-Protokolle zu den Rechnern aufbauen.

## Drucker im Netzwerk

Das Konzept der „Netzwerkdrucker“, die alle von jedem Rechner aus erreichbar sein sollen, wurde konsequent weiterentwickelt. Alle Drucker sind jetzt am Ethernet angeschlossen. Die effektive Datenverarbeitungsgeschwindigkeit ist vom Druckertyp abhängig und erreicht maximal etwa 50 kB/s. Neue Geräte ergänzen die Druckerpalette im Bereich hoher Auflösung und hoher Geschwindigkeit. Alle neu installierten Drucker unterstützen die Druckersprache „Adobe PostScript Level 2“, die es erlaubt, schnellere und effektivere Druckprogramme zu gestalten.

Tabelle 8 zeigt das am Print-Server verfügbare Druckerangebot.

Durchschnittlich fließen pro Tag etwa 400 MB Daten in die Drucker, das heißt der totale Datenfluß durch die Print-Spooler beträgt etwa 1 GB pro Tag. DESY verbraucht jährlich etwa 5 Millionen Blatt Papier.

Bei der Erstellung des Druckerkonzepts haben sich einige Kriterien als besonders wichtig herausgestellt. Bei der Geräteauswahl hat sich die Ausfallsicherheit und die Einbindung in ein Kontrollsystem als besonders nützlich herausgestellt. So sollten zentrale Funktionen (z.B. Server) möglichst nicht auf singulären Geräten basieren. Durch geschickte Aufteilung der Aufgaben auf mehrere Geräte kann eine größere Ausfallsicherheit gewährleistet werden. Unter Berücksichtigung dieser Gesichtspunkte wird zur Zeit ein neuer Print-Spooler eingerichtet. Dadurch, daß alle Drucker mit SNMP-fähigen Netzwerkschnittstellen versehen sind, werden Betriebsstörungen dem Rechenzentrums-Kontrollsystem signalisiert beziehungsweise können über das Datennetz abgefragt werden.

Durch Benutzung von Standards läßt sich das System vereinfachen. Mit der Einführung von ausschließlich UNIX-Protokollen (BSD lpr Protokoll) wird eine Vereinheitlichung der Druckkommandos zwischen den verschiedenen Betriebssystemen angestrebt. Ziel ist es, neben den systemspezifischen Printkommandos auch ein systemübergreifendes Kommando einzuführen, das gleichzeitig gewährleistet, den Status von Druckaufträgen abzufragen („query“) und Druckaufträge zu löschen („cancel“).

Auch der Umweltschutz spielt bei der Gestaltung des „verteilten Druckens“ eine wesentlichen Rolle. So sollte der Papierverbrauch so klein wie

möglich gehalten werden. Durch die Beschaffung von beidseitig druckenden Geräten konnte der Papierverbrauch reduziert werden, obwohl durch den Betrieb der HERA-Experimente mehr Seiten auf mehr Druckern produziert wurden. Mit der fast ausschließlichen Verwendung von „Umweltpapier“ (sauerstoffgebleichtes Papier aus Schwach- und Sägerestholz) wurde dem Umweltschutz zusätzlich Rechnung getragen. Weißes Papier wird nur noch für Druckvorlagen auf wenigen Druckern angeboten. Außerdem wird darauf geachtet, daß neue Geräte (im Betrieb und auch im „standby“-Zustand) geräuscharm sind und möglichst keine Giftstoffe (z.B. Ozon) abgeben.

### SGI-Rechner zur Rekonstruktion und Analyse

Anfang 1993 standen für experimentespezifische Aufgaben wie Rekonstruktion und Analyse folgende Rechner vom Typ Silicon Graphics (SGI) Power Series 4D/460 zur Verfügung:

- Sieben Rechner mit je sechs Prozessoren aufgeteilt auf je drei Rechner für die Experimente H1 und ZEUS sowie ein Rechner (X4U) für den allgemeinen Bedarf und kleinere Experimente
- 256 MB Speicher pro Rechner, insgesamt etwa 230 GB Plattenspeicherplatz (etwa je 100 GB für die Experimente H1 und ZEUS und 30 GB für die kleineren Experimente)
- Alle Rechner waren durch Ultranet gekoppelt.

### Aufrüstung der SGI-Rechner

Ausgehend vom erwarteten zusätzlichen Bedarf für Rekonstruktion und Analyse nach dem Anlaufen der HERA-Experimente sowie für den Bedarf anderer DESY-Gruppen, wurde schon bei der Beschaffung der „Power-Series“ eine Aufrüstung der SGI-Rechner auf den Typ „Challenge“ festgelegt.

Diese Aufrüstung fand 1993 durch Austausch der Rechner statt.

Das H1-Experiment hat jetzt einen Challenge-Rechner mit zehn Prozessoren und 512 MB Speicher sowie einen weiteren Challenge-Rechner mit 14 Prozessoren und 1 GB Speicher. Der erste Rechner dient vorwiegend für die Online-Rekonstruktion der Experimente-Daten, während der zweite Rechner der Datenanalyse, sowohl interaktiver als auch dem Batch-Betrieb dient. Der Plattenspeicherplatz für das H1-Experiment wurde annähernd verdoppelt und bis auf einen sehr geringen Teil (etwa 6 GB) dem zweiten Rechner zugeordnet, an dem somit etwa 200 GB zur Verfügung stehen.

Das ZEUS-Experiment hat ebenfalls zwei Challenge-Rechner. Diese sind mit jeweils 18 Prozessoren und 1 GB Speicher zur Physikanalyse im reinen Batch-Betrieb, beziehungsweise 768 MB Speicher für die Online-Rekonstruktion ausgerüstet. Der Plattenspeicherplatz wurde um etwa 50 GB vergrößert und bis auf einen sehr geringen Teil an den Analyse-Rechner angeschlossen, an dem somit etwa 150 GB zur Verfügung stehen.

Dem neuen Experiment HERMES wurde ein Challenge-Rechner mit acht Prozessoren, 256 MB Speicher und 30 GB Plattenspeicherplatz zur Verfügung gestellt.

Alle Challenge-Rechner sind breitbandig durch Ultranet vernetzt und haben so über den IBM-Großrechner Zugriff auf Daten in den Kassettensilos (Abb. 102).

### Erfahrungen mit den Challenge-Rechnern

Im Vergleich zur Power-Series wurde mit den Challenge-Rechnern eine Leistungssteigerung für CPU-intensive Applikationen um einen Faktor 3-4 festgestellt. Zu Beginn konnte jedoch mit den neuen Rechnern noch nicht die hohe Stabilität der alten Rechner erreicht werden. Es gab Probleme mit der Hardware und mit dem neuen Betriebssystem IRIX-5. In Zusammenarbeit mit dem Hersteller ist es jedoch gelungen, die Stabilität der

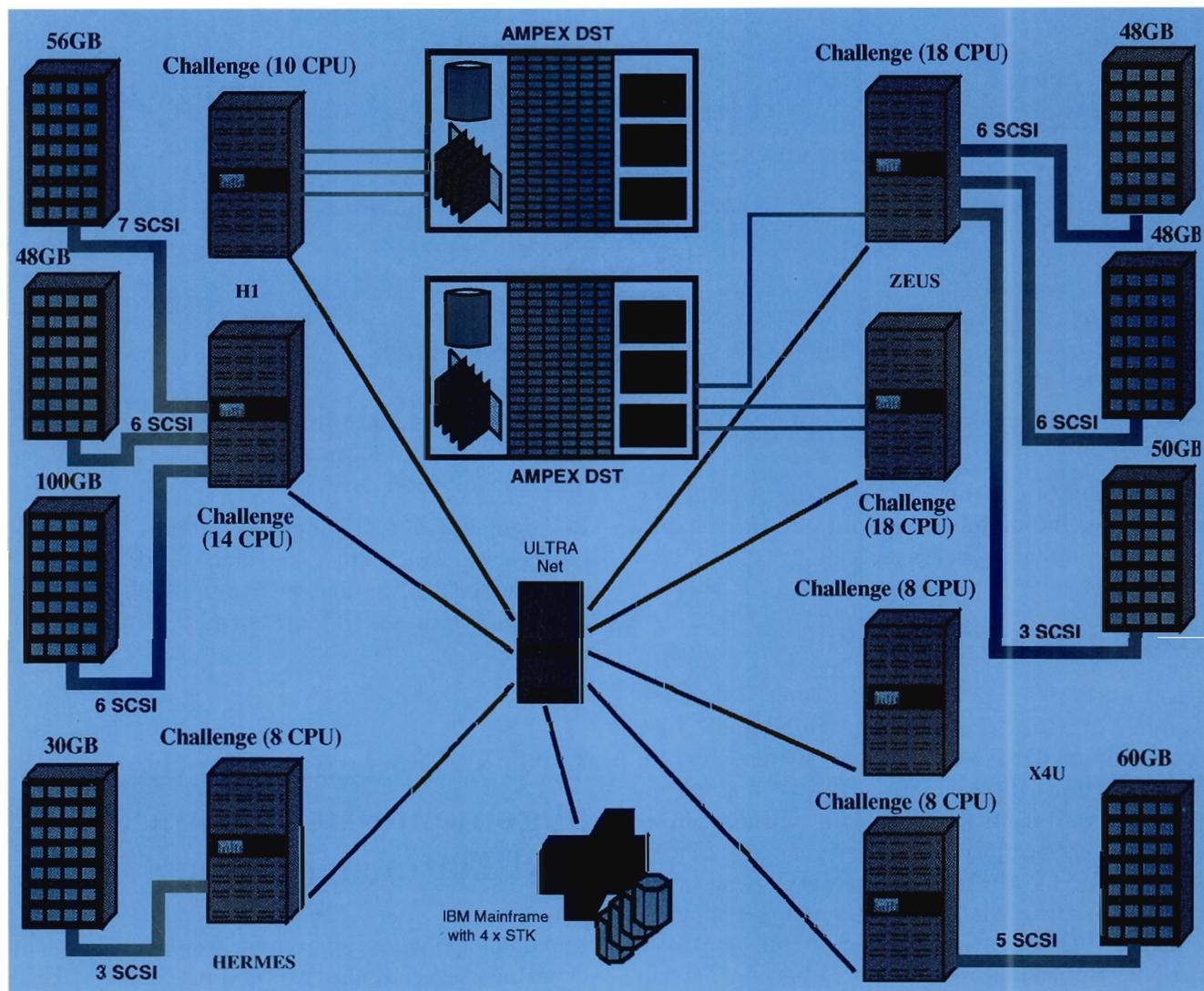


Abbildung 102: Konfiguration der SGI-Rekonstruktionsrechner und des Tape-Library-Systems.

Rechner schrittweise zu verbessern. Dieser Prozeß ist noch nicht abgeschlossen.

Eine weitere Erfahrung mit den Challenge-Rechnern ist der im Vergleich zum Vorgänger erheblich höhere Speicherverbrauch. Aus diesem Grunde war es notwendig, den Speicher der Rechner im Laufe des Jahres nochmals zu erweitern. Weitere Möglichkeiten, den Speicherverbrauch zu verringern, werden noch untersucht. Dabei handelt es sich vorwiegend um Änderungen in der Anwendersoftware. Auch die Antwortzeiten, die be-

sonders für interaktive Anwendungen wichtig sind, sind bei den Challenge-Rechnern noch nicht immer zufriedenstellend.

Nachdem im Sommer 1993 die Portierung der Ultranet-Software auf IRIX-5 durch DESY erfolgreich abgeschlossen wurde, konnten die beiden Rekonstruktionsrechner von den Experimenten in vollem Umfang genutzt werden. Diese Rechner sind während der Datennahme ausgelastet. Nach dem Abschluß der Rekonstruktion wurden und

dice2 (H1)	5100
zarah1 (ZEUS)	14500
X4U2 (allgemein)	1000

Tabelle 9: Anzahl der gerechneten Batch-Jobs.

Maschine	max. logged in	max. aktiv	avg. logged in	avg. aktiv
dice2 (H1)	125	60	90	45
X4U2 (allgemein)	100	50	80	35

Tabelle 10: Zahl der interaktiven Nutzer.

werden diese Rechner für das „Reprozessing“ genutzt.

Die Tabellen 9, 10 und 11 zeigen die Anzahl der gerechneten Batch-Jobs, die Zahl der aktiven Benutzer, sowie die Rechnerauslastung.

### „Tape Library“-Systeme

Die Ende 1992 beschafften „Tape Library“-Systeme zur Speicherung von Rohdaten (vom Typ Ampex DST800) wurden in den ersten drei Monaten dieses Jahres nach umfangreichen Software-Entwicklungen in Zusammenarbeit mit dem Ampex-Engineering an die Silicon Graphics UNIX-Multiprozessor-Maschinen, angeschlossen und für die Datenauswertung verfügbar gemacht. Die beiden Robot-Systeme sind seit April des Berichtsjahres in den Produktionsbetrieb aufgenommen und haben bis zum Ende des Jahres 1993 die in der Tabelle 12 aufgeführten Datenmengen aufgenommen. Die Anwendung der Ampex-Systeme hat zu einer spürbaren Entlastung der Storage-Tek(STK)-Systeme bei der reinen Physik-Datenauswertung geführt. Die Zuverlässigkeit und

Verfügbarkeit konnte durch weitere Verbesserungen der Software kontinuierlich erhöht und auf einem hohen Stand gefestigt werden

Bei den, zur Zeit häufigsten, „stage in“- beziehungsweise „stage out“-Zugriffen auf oder von einer lokalen Disk, werden die in der Tabelle 13 angegebenen Werte als Datenraten und Zugriffszeiten erreicht.

## UNIX-Systeme für die allgemeine Benutzung und Datensicherung

Für die allgemeine Benutzung, das heißt die nicht experimentespezifische Anwendung – H1, ZEUS und HERMES haben für diese Zwecke eigene Systeme (siehe Abschnitt „SGI-Rechner zur Rekonstruktion und Analyse“ auf Seite 226ff) – stehen zwei Systeme zur Verfügung: das HP-Cluster und die X4U2-Rechner. Die Konzepte beider Systeme sind in gewisser Weise komplementär:

Maschine	CPU-Zeit(mins)	verfügbar(mins)	%
dice1 (H1, Rekonstruktion)	240 351	446 400	54
dice2 (H1, interaktiv+Batch)	246 950	624 960	54
zarah1 (ZEUS, Batch)	201 726	803 520	25
zarah2 (ZEUS, Rekonstruktion)	527 648	777 600	68
X4U2 (allgemein)	123 076	357 120	35

Tabelle 11: Maschinenauslastung.

H1-Experiment				ZEUS-Experiment			
Dateien	Type	Größe	Cassetten	Dateien	Type	Größe	Cassetten
2300	DST	560 GB	24	3200	RAW	780 GB	34
4700	RAW	1.6 TB	66	15700	DST	1.3 TB	57
7400	POT	1.5 TB	64				
14400		≈3.6 TB	154	18900		≈2.1 TB	91

Tabelle 12: Ampex-Auslastung.

Datenrate in lokales Memory	≈ 8-9 MB/s
Peak Datenrate	17 MB/s
„mounten“ einer Kassette	≈ 17 s
Maximale Zeit bis zum ersten Byte nach dem „mounten“	40 s
Zeit bis zum ersten Byte bei eingelegtem Tape	≈ 3 s

Tabelle 13: Zugriffszeiten und Datenraten.

- Das HP-Cluster besteht aus einer Vielzahl von 1-Prozessor-Rechnern mit jeweils kleinem lokalem Plattenspeicher (ca. 5 GB).
- Die X4U2-Rechner bestehen aus zwei SGI-Challenge Multiprozessor-Rechnern mit jeweils größerem lokalem Plattenspeicher (30 GB) und schnellen Ein-/Ausgabebewegen. Die X4U2-Rechner sind daher besonders gut für datenintensive Aufgaben geeignet.

## HP-Cluster

Das HP-Cluster bestand am Ende des Berichtsjahres aus 16 HP-Rechnern HP9000 (Tab. 14), die aus organisatorischen Gründen im Verbund betrieben werden. Es gibt einen zentralen Kontrollrechner (Server) und 15 Produktionsrechner („Clients“). Das gesamte System erscheint als ein Rechnerkomplex (single system view). Das HP-Cluster ist für alle Benutzer zugänglich. Die Mitglieder der Experimente H1 und ZEUS benutzen allerdings für aufwendige Auswertungen ihre eigenen SGI-Rechner. Die vier CAD-Maschinen (Computer Aided Design) sind mit speziellen grafischen Prozessoren ausgerüstet und stehen nur einem eingeschränkten Benutzerkreis für CAD-Anwendungen zur Verfügung, dürfen aber in der Zeit von 17.00 Uhr bis 8.00 Uhr und am Wochenende auch für

allgemeinen „batch“-Betrieb genutzt werden. Die vier „Gäste“-Maschinen auswärtiger Institutionen profitieren von der Infrastruktur und dem Systemmanagement des HP-Clusters.

Mit dem Einsatz der neuen Betriebssystemversion HP-UX/9.01 Mitte des Jahres und einer neuen Netzwerkkomponente (Power Hub) wurde ein stabiler Betrieb mit kurzen Antwortzeiten erreicht. Im Mittel arbeiten 70-80 interaktive Benutzer im „Vordergrund“ und ca. 25-30 Jobs (batches) laufen gleichzeitig mit niedriger Priorität im „System-Hintergrund“. Berücksichtigt man die unterschiedliche Verteilung der Aufgaben auf die einzelnen Rechner, so bedeutet das ca. 10-12 interaktive Benutzer und ca. 2-3 „batch-jobs“ pro Rechner. Die Leistung des Systems wird in erster Linie durch die Größe des Hauptspeichers begrenzt. Da interaktive Benutzer meist relativ wenig Speicher belegen (einige MB), kann ihre Anzahl ohne Einbuße noch erheblich wachsen. Hingegen brauchen „batch-jobs“ typischerweise mehr Speicher (einige 10 MB).

Die CPU-Leistung stellt zur Zeit keinen Engpaß dar. Sie kann zwar durch die „batch-jobs“ voll ausgeschöpft werden, steht aber für die mit höherer Priorität laufenden interaktiven Benutzer immer ausreichend zur Verfügung. Die Datenrate zwischen einem Rechner und seinen lokalen Plat-

Name	Eigner	Modell	Hauptspeicher [MB]	Anzahl externer Platten	Externe Plattenkapazität [GB]
ips102	DESY (Server)	/735	128	2	2.1
ips103	DESY	/735	128	4	5.3
ips104	DESY	/735	128	4	5.3
ips105	DESY	/735	128	4	5.3
ips108	DESY	/735	128	4	6.7
ips109	DESY	/735	128	4	6.7
ips112	DESY	/735	128	4	7.1
ips113	DESY	/735	128	2	3.4
ips114	DESY-CAD (W1)	/730	112	1	1.6
ips117	DESY-CAD (H1)	/720	48	2	3.6
ips118	DESY-CAD (ZEUS)	/720	48	2	3.6
ips119	DESY-CAD (MEA)	/720	48	1	1.7
ips106	HEGRA	/730	112	4	7.7
hpmpi1	MPI (H1)	/720	112	4	6.1
ips110	UNI-Wuppert. (H1)	/730	112	2	3.4
ips111	UNI-Kiel (H1)	/730	112	4	6.7
HP-Cluster	16 Maschinen		1728	48	76.3

Tabelle 14: Liste der HP-Cluster-Maschinen (Betriebssystem: HP-UX/9.01).

Maschinen	Gruppe	Benutzeranzahl	Plattenanzahl	Gesamtmenge [GB]	Perm. Plattenutzung [GB]
Allgemein	Theorie	72	2	2.7	0.8
	Argus	97	3	3.0	1.9
	MPY	47	3	4.3	2.0
	H1	216	4	6.0	1.7
	Hasylab	86	2	3.4	1.2
	ZEUS	52	1	1.7	0.3
	Verschiedene	153	3	5.1	2.7
Gäste	HEGRA	8	1	2.0	1.1
	H1	17	5	7.2	1.8
CAD	W1	11	1	1.7	1.3
	H1	2	1	1.7	0.1
	ZEUS	6	1	1.7	0.4
	MEA	16	1	1.8	0.3
Total	55	783	28	42.3	15.6

Tabelle 15: Verteilung der Benutzer und deren permanenten Plattenplatzes im HP-Cluster.

ten ist nur durch die Platten selbst (0.5-1.5 MB/s) und den SCSI-Bus (ca. 5 MB/s) begrenzt. Um sie voll auszunutzen, wird darauf geachtet, daß Anwendungen möglichst auf dem Rechner laufen, der die zugehörigen Daten lokal hat. Der Zugriff auf Daten außerhalb des Systems ist zur Zeit auf insgesamt 10 MB/s begrenzt (FDDI).

## SGI-Rechner für den allgemeinen Bedarf

Für datenintensive Aufgaben stehen zwei Challenge-Rechner mit je acht Prozessoren, 1 GB Speicher und einem Plattenspeicher von insgesamt 60 GB zur Verfügung (Abb. 102). Wie die anderen SGI-Rechner sind auch diese Rechner über Ultranet gekoppelt und haben so über den IBM-Großrechner breitbandigen Zugriff auf Daten in den Kassettensilos.

## Systemübergreifende Datensicherung

Die Sicherung „wertvoller“ Daten, das heißt Daten, die nicht leicht rekonstruiert werden können (z.B. Programme, Texte etc.) ist eine wichtige Aufgabe in allen Rechnersystemen. Sie ist verbunden mit einem großen Bedarf an Speichermedien und soll nach einer intelligenten Strategie möglichst automatisch funktionieren. Außer für die Daten auf dem zentralen IBM-Großrechner gibt es bisher kein solches System bei DESY. Dieser Mangel ist besonders gravierend für die UNIX-Systeme verschiedener Hersteller. Daher wurde für dieses Problem eine Lösung konzipiert, die alle relevanten Rechnertypen bei DESY (UNIX-Systeme, PCs, Macintoshes) versorgt, und die die sehr zuverlässigen Kassettensilos zu diesem Zweck benutzt. Wegen ihres großen Volumens können nicht alle Daten gesichert werden. Daher ist auch die Ausarbeitung einer Strategie zur Selektion „sicherungswürdiger“ Daten eine vorrangige Aufgabe. Das Produkt DSM (Distributed Storage Manager) der Firma Adstar erfüllt die gestellten Forderungen. Es arbeitet nach dem Server/Client-Modell. Erste Erfahrungen innerhalb einer Probeinstalla-

tion wurden bereits gewonnen. Es wurde ein Server auf dem IBM-Mainframe installiert, der die zu sichernden Daten im Magnetkassetten-Roboter (ACS) ablegt. Dazu wurden zunächst die Clients für IBM-RS/6000 und HP9000 getestet. Als Zwischenlösung für erst später verfügbare Clients (z.B. SGI, ULTRIX) wurde nachgewiesen, daß der IBM-RS/6000-Client diese Systeme über NFS (Network File System) versorgen kann. Auf dieselbe Weise können auch Systeme, für die es keinen Client gibt (z.B. VMS, HP400) gesichert werden. Tests für die Clients auf „personal computers“ (PCs, Macintoshes) werden sich anschließen.

## IBM-Mainframe

### Stromversorgung

Wegen der ständig steigenden Zuverlässigkeit von Hard- und Software sind Stromausfälle im Laufe der Jahre zu einer der häufigsten Ursachen für ungeplante Unterbrechungen geworden. Die Stromversorgung des Rechenzentrums bricht etwa 4-5mal pro Jahr zusammen. 70% der Unterbrechungen sind im Sekundenbereich, weitere 20% im Minutenbereich.

Da in den vergangenen Jahren unterbrechungsfreie Stromversorgungen (USV-Anlagen) unter anderem kleiner, sauberer und preiswerter geworden sind, wurde 1993 eine USV-Anlage in Betrieb genommen, die alle im Rechenzentrum installierten Geräte versorgt und darüber hinaus auch die Pumpen des Kaltwasserkreises, so daß die Kühlkapazität des gesamten Kaltwasser-Reservoirs genutzt werden kann.

Die Anlage ist so ausgelegt, daß die Stromversorgung mittels Batterien zehn Minuten aufrechterhalten werden kann. Nach zwei Minuten anhaltendem Stromausfall ist vorgesehen, die Rechner kontrolliert abzuschalten, denn der unkontrollierte Abbruch hinterläßt im ungünstigen Fall unlesbare Blöcke auf einer kritischen Datei und kann das Wiederanlaufen um Stunden verzögern. Die USV-Anlage ist gleichzeitig ein Kernstück der angestrebten Automatisierung und eine notwendige

3840 Cartridge	(18 Spur)	200 MByte
3490 Cartridge	(36 Spur)	ca. 800 MByte (1993 installiert)
3490E Cartridge	(doppelt lang)	ca. 1600 MByte

Tabelle 16: *Speicherkapazität von Magnetkassetten.*

Voraussetzung auf dem Weg zum unbemannten Betrieb.

### Kassettensilos

Durch den Übergang von der 18-Spur-Aufzeichnung zur 36-Spur-Aufzeichnung und durch den dadurch möglich werdenden Einsatz von doppelt langen Kassetten konnte die Speicherkapazität auf Magnetkassetten um einen Faktor vier gesteigert werden (Tab. 16).

Im Berichtsjahr sind sieben Steuereinheiten und 38 Laufwerke umgerüstet worden, das sind alle Laufwerke an den automatischen Kassetten-Silos und zwei weitere manuell zu bedienende Laufwerke. Theoretisch wurde damit die Speicherkapazität der vier Silos vervierfacht. Mit der am Ende des Jahres 1992 installierten IDRC (Kompression/Kompaktion) wurde, je nach Art der Daten, bereits annähernd eine Kapazitätsverdoppelung erreicht. Allerdings werden nicht ausschließlich lange Cartridges eingesetzt werden, da es wegen der langen Zugriffszeit wenig sinnvoll ist, viele relativ kleine Dateien auf langen Bändern unterzubringen.

Mit der Zunahme der auf Kassetten gespeicherten Daten und der steigenden Zahl der Zugriffe auf Kassetten wurde es nötig, Programme bereitzustellen beziehungsweise anzupassen, die die Verwaltung und Pflege der Dateien auf Kassetten ermöglichen beziehungsweise erleichtern. Zu diesen Programmen gehören:

- ein Programm, das es dem Benutzer erlaubt festzustellen, wie weit die gerade beschriebene Kassette gefüllt ist,
- ein Komprimier-Programm, das unzureichend genutzte Kassetten zusammen komprimiert,

- das CARE-System, das unter anderem den Benutzer-initiierten Verkehr zwischen Roboter und Archiv durchführt,
- ein Testprogramm, das die Qualität von Kassetten zu prüfen erlaubt,
- das Mahnwesen, das nicht mehr benötigte Dateien identifiziert,
- der HSM (Hierarchical Storage Manager), der wenig benutzte Plattendateien auf Kassette auslagert.

Mit steigender Aktivität auf dem Kassetten-Sektor ist ein deutliches Nachlassen der Benutzung von (runden) Magnetbändern zu verzeichnen. Ende 1993 waren noch vier Bandeinheiten in Betrieb, gegenüber 32 Einheiten zu Zeiten des Forschungsprogramms am PETRA-Speicherring. Die Entwicklung der Belegung von Magnetbändern und -Kassetten ist in der Abbildungen 103 dargestellt. Im Jahresmittel wurden 2500 Cartridges pro Tag angefordert (davon 100 manuell), der Spitzenwert lag bei 3600 „mounts“ in 24 Stunden.

### Benutzerstatistik

Der IBM-Großrechner hat 2700 registrierte Benutzer mit 750 verschiedenen Benutzern pro Tag. Täglich werden 1800 interaktive Sitzungen (bis zu 350 parallel), 6000 Batch-Jobs, 3000 File-Transfers, Mail und vieles mehr registriert. Die Abbildung 103 zeigt den CPU-Verbrauch und die Verteilung der Betriebszeit auf die unterschiedlichen Benutzungskategorien. Durch die Auslagerung der CPU-intensiven Langläufer auf andere Plattformen hat sich zwangsläufig das Benutzungsprofil auf dem zentralen IBM-Rechner zu einer Vielzahl von Ein/Ausgabe-orientierten Kurzläufnern entwickelt und der Nutzungsgrad der CPU ist dadurch von 85% auf 72% zurückgegangen.

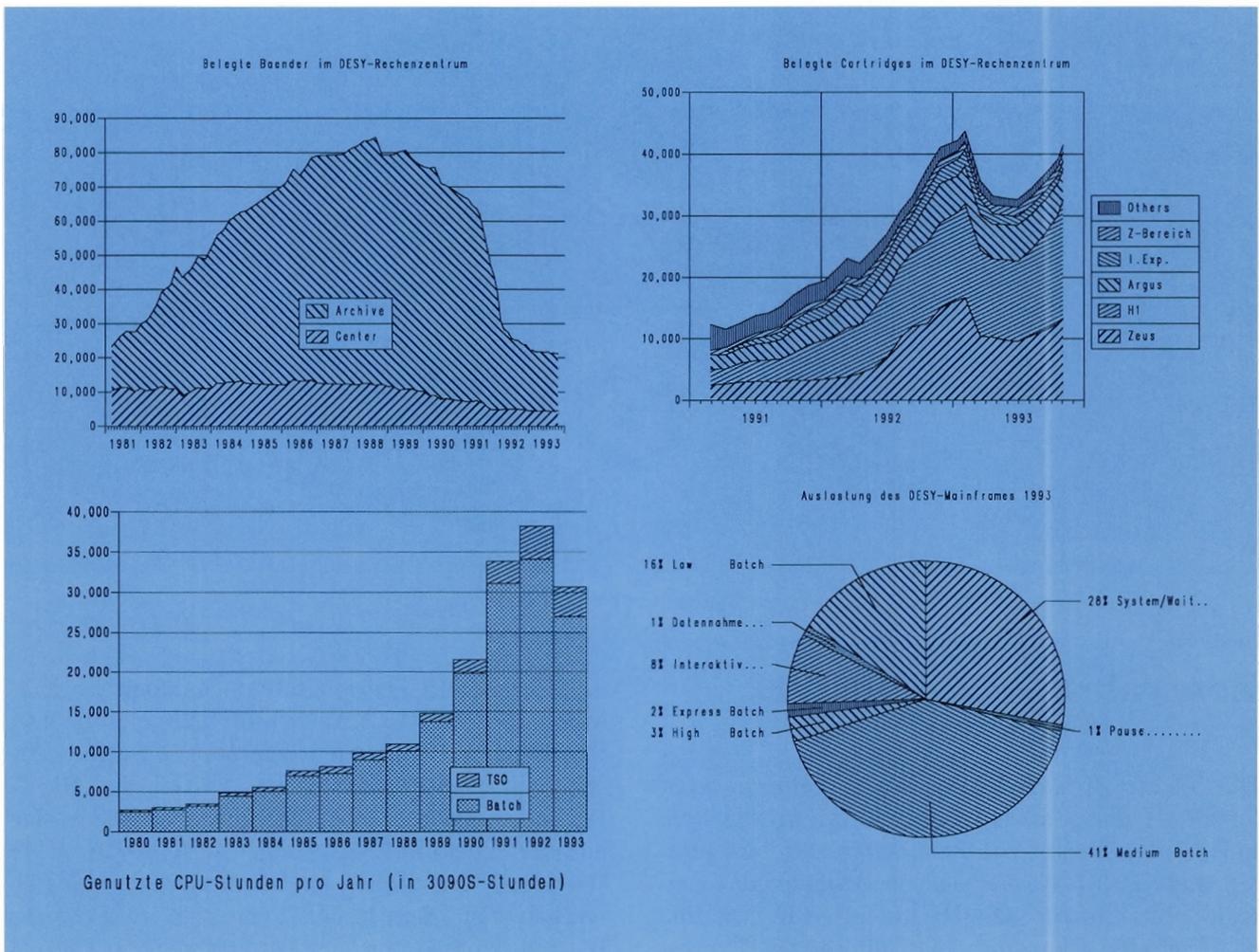


Abbildung 103: Entwicklung der Belegung der Magnetbänder (oben links) und der Magnetkassetten (oben rechts) sowie Entwicklung des CPU-Verbrauches (unten links) und Verteilung der Betriebszeit auf die unterschiedlichen Benutzungskategorien (unten rechts).

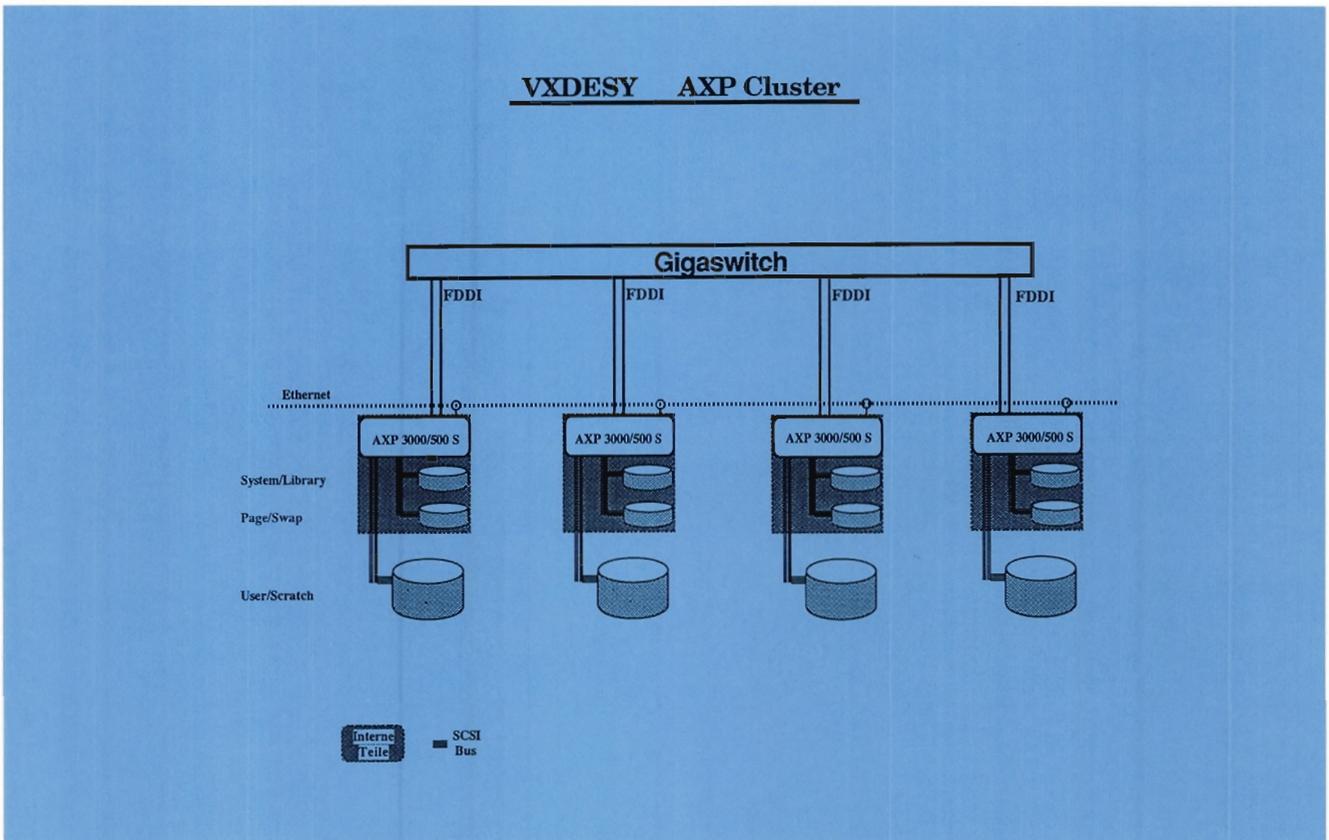


Abbildung 104: VXDESY AXP-Cluster.

## Zentrales VAX-Cluster

Die Nachfrage nach VMS als ausgereiftem, komfortablem und stabilem Betriebssystem war 1993 unverändert hoch. Von Januar bis Oktober nutzten mehr als 1500 verschiedene Benutzer das zentrale VMS-Cluster. Die Rechner sind mit ca. 200 gleichzeitigen Benutzern und mit ca. 300 Prozessen an typischen Werktagen vollständig ausgelastet, beziehungsweise überlastet. Aus Benutzersicht ist die große Vielfalt von professionell ausgereiften Produkten, die nach dem Abschluß des DEC-Campus-Vertrages im VMS-Cluster zugänglich gemacht sind, von Bedeutung. Bedingt durch die weiter steigende Nachfrage nach VMS-Leistung bei derzeitig begrenztem Leistungsangebot im Cluster, wurden 1993 Überlegungen angestellt wie das Cluster ökonomisch „ausgebaut“ werden könnte. Diesem Vorhaben kommt die von

der Firma DEC eingeleitete technologische Entwicklung – die ALPHA-Architektur – zugute. Der Übergang auf diese deutlich preisgünstigere Architektur ermöglicht es, den Vorteil der RISC-Rechner (günstiges Preis/Leistungsverhältnis, skalierbare Leistung) mit dem Vorteil von VMS (Komfort, Stabilität) zu kombinieren. Als Alternative zu den bisher benutzten sehr teuren Platten können auch preiswertere SCSI-Platten mit der ALPHA-Technologie verwendet werden. Damit können Konfigurationen ähnlicher Stabilität wie bisher aufgebaut werden. Zur Cluster-Kommunikation bietet sich FDDI als leistungsfähiges und kostengünstiges Medium als Alternative zum bisher benutzten CI-Bus an.

Ein Vergleich der laufenden Kosten machte deutlich, daß der Einsatz dieser neuen Technologie sehr viel geringere Wartungskosten bei höherer Leistung erfordert. Es wurde deshalb beschlossen,

den Umbau des bisherigen Clusters in zwei Phasen durchzuführen. In der ersten Phase wird ein neues Cluster aus vier ALPHA Servern, 70 Gbyte SCSI-Plattenplatz und einem GigaSWITCH als schnellem FDDI-Hub (network switching device) aufgebaut und zunächst in einem „mixed-architecture cluster“ mit dem bisherigen Cluster kombiniert (Abb. 104). Anschließend wird die Migration der Benutzer auf die neue Architektur durchgeführt. Mit diesem neuen ALPHA-Cluster werden folgende Vorteile erreicht: Die Wartungskosten werden auf etwa ein Zehntel der jetzigen Kosten reduziert und das Cluster kann in kleinen Schritten bei sehr viel geringeren Kosten ausgebaut werden, so daß eine Bedarfsanpassung leicht möglich sein wird.

## Benutzerunterstützung

Ein wesentlicher Teil der Arbeit der Benutzerunterstützungsgruppe liegt in der Erstellung und Verbreitung von Dokumentation. Dabei wird besonderer Wert darauf gelegt, daß die Dokumentation sowohl auf Papier vorliegt als auch vom Rechner aus zugänglich ist. In den vergangenen Jahren war der Zugriff vom Rechner nur möglich, wenn die Dokumentation als einfacher Text vorlag oder aber zum Drucken vorformatiert war. Seit dem ersten Quartal 1993 gibt es nun die Möglichkeit, jedes fertig formatierte Dokument mit eingeschlossener Graphik (z.B.  $\text{\LaTeX}$ , PostScript, gif, etc.) über einen Server auf jedem am Netzwerk angeschlossenen Rechner bereitzustellen. Als Server dienen bei DESY zwei WWW-Server (Word Wide Web – entwickelt am CERN), als Clients werden grafikfähige „Mosaic Clients“ (entwickelt am NCSA National Center for Supercomputing Applications auf der Basis von Motif) auf allen verfügbaren Plattformen eingesetzt. Abbildung 105 zeigt einen Ausschnitt aus dem Eingangsbild (Home Page) des zentralen DESY-Servers. Die bereitgestellten Texte und Dokumente werden als Hypertextdokumente präsentiert, das heißt speziell markierte Textstellen oder Bilder (sogenannte Anker, in der Abbildung unterstrichen) sind sensitiv auf Tastendruck oder Klicken mit der Maus. Nach der Akti-

vierung einer solchen Textstelle wird das vom Anker adressierte Dokument auf dem Schirm gezeigt. Dabei ist es völlig gleichgültig, ob sich das Dokument auf dem gleichen Rechner oder auf einem Rechner an anderer Stelle im Netzwerk befindet. Dadurch wird es möglich, weltweit auf interessante und wichtige Informationen zuzugreifen. Dieser letzte Aspekt ist besonders wichtig im Hinblick auf die Mitglieder weltweit verteilter Kollaborationen.

Von DESY wird mittels dieses Servers die gesamte Dokumentation des Rechenzentrums zur Verfügung gestellt, außerdem „help files“, Protokolle der verschiedenen Gremien, die Netnews-Gruppen-Software und Software-Unterstützungsprogramme, ein Zugang zum Telefonverzeichnis, der DESY-Veranstaltungskalender und vieles mehr. Darüber hinaus gibt es Verbindungen zu den Servern der einzelnen Kollaborationen bei DESY und zu anderen HEP-Instituten.

Im Jahr 1993 sind zahlreiche DESY-spezifische Dokumentationen zu Themen veröffentlicht worden, die mit der immer stärker werdenden Migration vom Großrechner zu den UNIX-Rechnern in Zusammenhang stehen. Dazu gehören einfache Beschreibungen der verfügbaren Editoren, generelle Betriebssystem-Kommandos, Textformatierung und Informationssysteme. Die beiden im Berichtsjahr erschienenen „Computer Newsletter“ hatten ihre Schwerpunkte ebenfalls auf Themen im UNIX-Bereich.

## UCO

Das Benutzerberatungsbüro UCO spürt diese Migrationsbewegung der Benutzer hin zu UNIX in besonderem Maße. Zum einen ist die Anzahl der Anfragen durch Besuch, Telefon und Electronic Mail drastisch angestiegen und zum anderen sind deutlich erkennbare Verschiebungen in den Fragenkomplexen zu erkennen. Waren noch Anfang des Jahres die Mehrzahl der Fragen zu IBM-spezifischen Problemen, so war schon Mitte des Jahres die Anzahl der Fragen zur IBM und zu UNIX vergleichbar. Die Schwerpunkte der Probleme liegen hier in der Bedienung der neuen X-Terminals und der neu zu erlernenden Editoren.

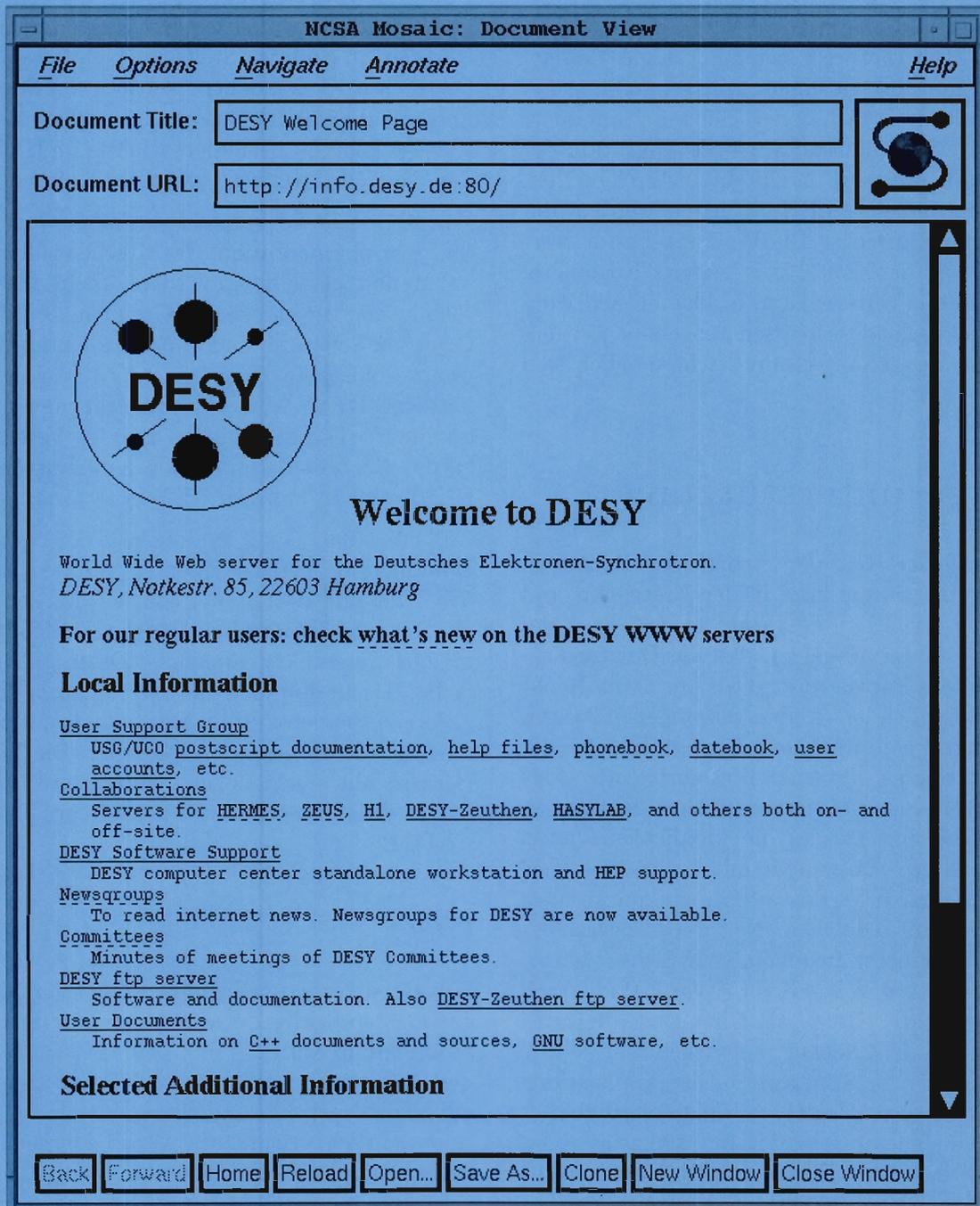


Abbildung 105: Ausschnitt aus dem Eingangsbild (Home Page) des zentralen DESY-„World Wide Web“-Servers.

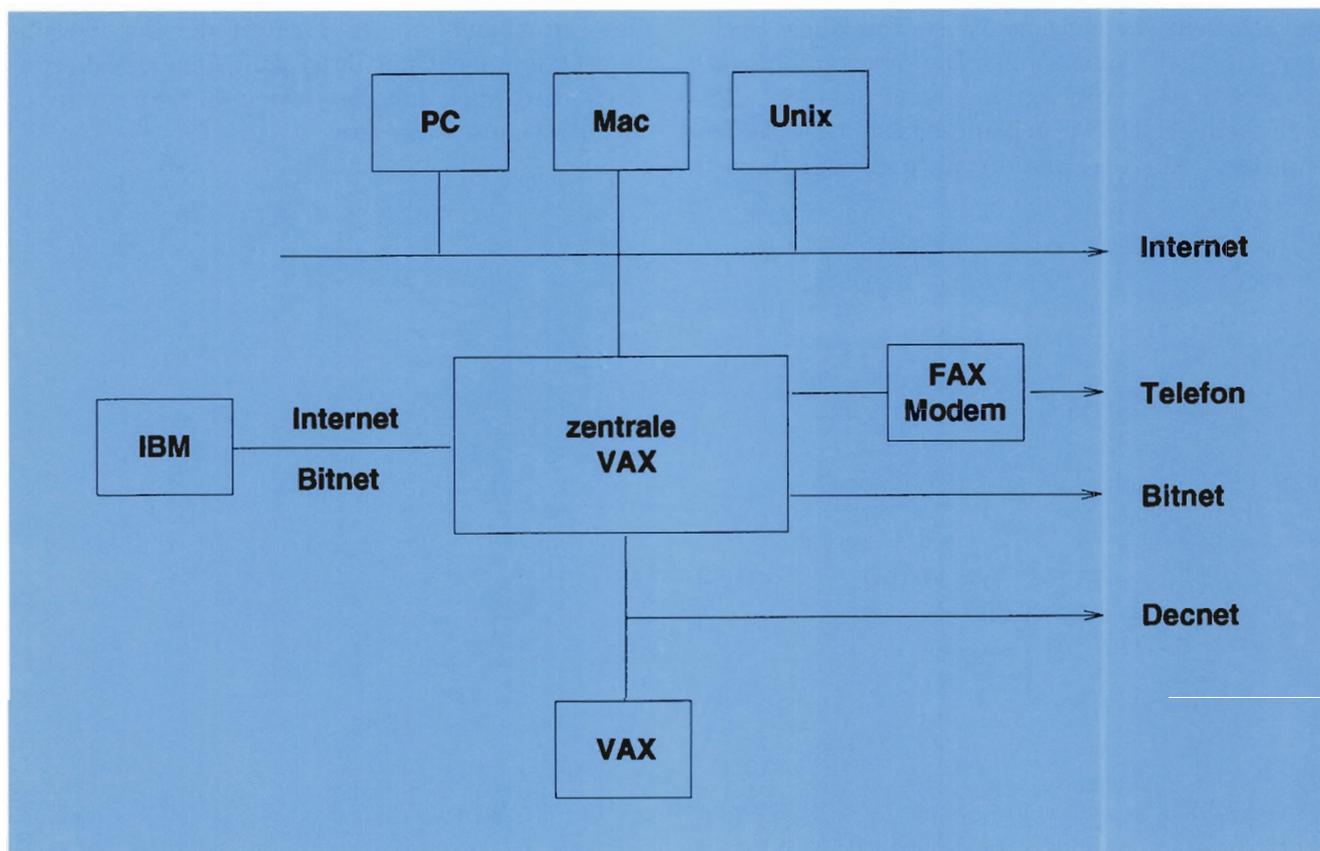


Abbildung 106: Das zentrale „Electronic Mail Gateway“ auf der VAX als Vermittler zwischen verschiedenen Netzwerken.

## Schulung

Entsprechend der Problemgebiete wurden Einführungskurse zur Benutzung von UNIX und der Editoren von der Benutzerunterstützungsgruppe angeboten und massiv angenommen. Diese Kurse werden in unregelmäßigen Abständen wiederholt. Für die nächsten Jahre wird geplant, das Schulungsangebot auf diesen Gebieten zu erweitern und Hilfe bei der Migration vom Zentralrechner zu geben.

## Mail

Das zentrale „Electronic Mail Gateway“ auf der VAX vermittelt Mail für alle Rechner auf dem DESY-Gelände und für norddeutsche Universitäts-Institute zwischen den Netzwerken Internet, Bitnet und Decnet. Neu hinzugekommen ist ein Ver-

mittler zwischen Electronic Mail und einem Fax-Modem. Adressaten bei Firmen und Instituten ohne Netzwerkverbindungen können nun mit den gleichen Mitteln erreicht werden, wie schon alle anderen Empfänger. Dieser Service wird für alle auf dem DESY-Gelände befindlichen Rechner angeboten. Für das nächste Jahr ist geplant, auch ankommende Faxe in diesem Vermittler zu verarbeiten und diese dann per „Electronic Mail“ oder in gedruckter Form an den Empfänger bei DESY weiterzuleiten (Abb. 106).

## Datenbank

Als neues Aufgabengebiet der Benutzerunterstützung ist im Berichtsjahr die Einführung des relationalen Datenbanksystems Oracle hinzugekommen. Damit wird es bei DESY erstmals

möglich sein, in gleicher Weise von allen Rechnern auf einen gemeinsamen Datenbestand zugreifen zu können. Applikationen sind dabei in allen Bereichen bei DESY geplant beziehungsweise zu erwarten. Mit der Einführung und dem Betrieb

des Datenbanksystems erweitert die Benutzerunterstützung nicht nur ihren Aufgabenbereich, sondern wird auch für die Betreuung ganz anderer Benutzerkreise zuständig.

# Technische Entwicklungen und Dienste

## Technische Dienste

Die zentralen technischen Dienste umfassen die Konstruktionsabteilung, die mechanische Fertigung mit Werkstatt und Arbeitsvorbereitung, die Elektronik-Fertigung, die Tischlerei und die Fernmeldetechnik.

Wie in der Abbildung 107 ersichtlich, beansprucht der Beschleunigerbereich einen großen Teil der Technischen Dienste. Dies gilt besonders für die mechanischen und die Elektronik-Werkstätten. Der Anteil des Forschungsbereiches an den Leistungen der Konstruktionsabteilung betrug fast 40%. Das von der Gruppe betreute CAD-System wurde erfolgreich auf Standard-UNIX-Workstation umgestellt. Das CAD-System IDEAS

wurde weiter ausgebaut und den DESY-Gruppen zur Verfügung gestellt.

DESY erhielt 1993 eine neue, vollständig digitalisierbare Telefonnebenstellenanlage mit 2500 Anschlüssen. Sie ist mit dem Digitalnetz der Telekom (ISDN) verbunden.

## Konstruktion

Im Berichtsjahr gab es einen sichtbaren Anstieg des Anteils der Hochenergiephysik-Experimente, insbesondere durch den „H1-upgrade“ an der Auftragsbearbeitung von 3% in 1992 auf 24,6% in 1993. Dagegen ist über mehrere Jahre ein Rückgang des Anteils der Synchrotronstrahlung von 33% in 1991 über 17% in 1992 auf 13,5% in 1993 zu bemerken.

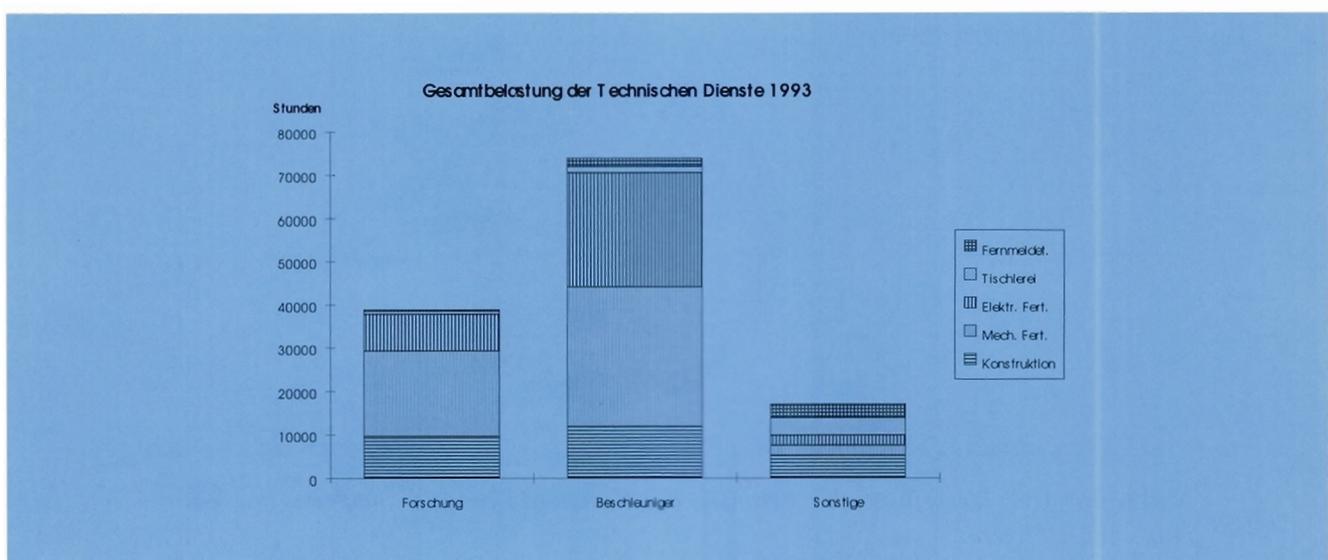


Abbildung 107: Gesamtbelastung der Technischen Dienste 1993.

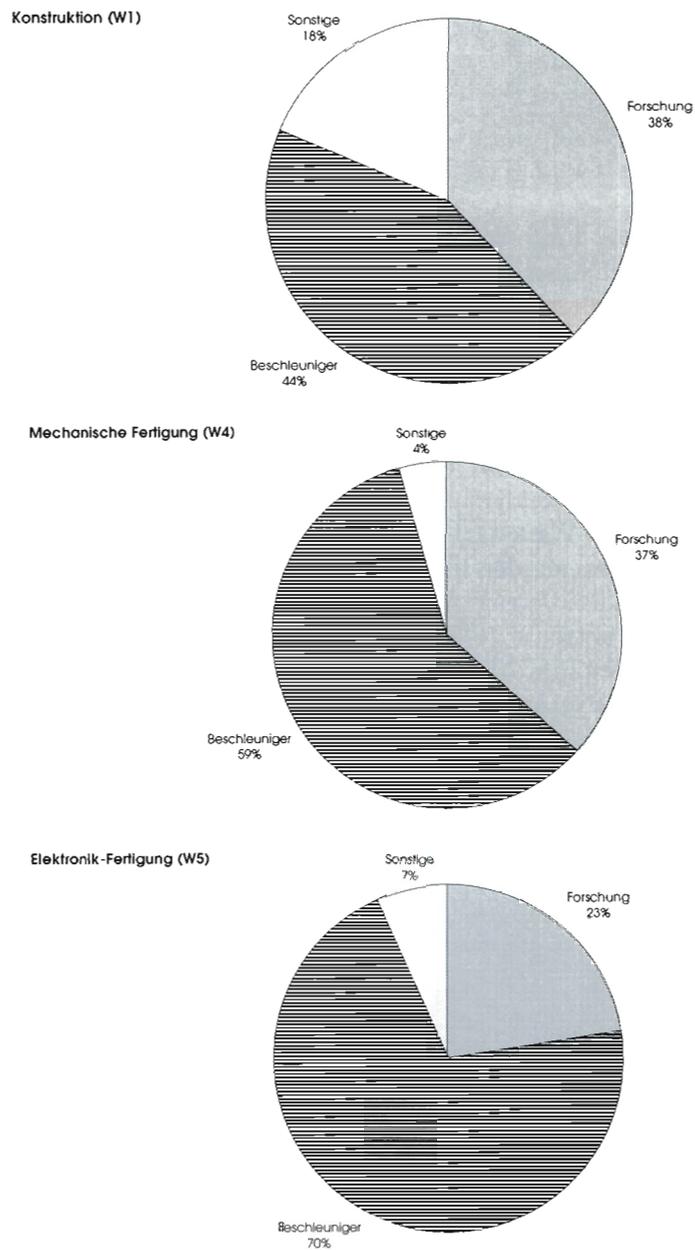


Abbildung 108: Verteilung der Arbeiten der Konstruktion und der Fertigung auf die einzelnen Bereiche.

Im Forschungsbereich waren die Schwerpunkte das H1-Experiment, HASYLAB und das HERMES-Experiment. Bei den Arbeiten für den Maschinenbereich entwickelten sich die Entwicklungsprogramme für die Linearbeschleuniger-Projekte TESLA und S-Band zu Schwerpunkten. Das TESLA-Projekt nahm mit fast einem Drittel den größten Anteil der Konstruktionskapazität des Jahres 1993 in Anspruch, gefolgt von den etwa gleichstark vertretenen Bereichen der H1-Experiment, HASYLAB und als neu hinzugekommenes Experiment HERMES.

Fortgeführt wurde die Zusammenarbeit mit der Konstruktion in Zeuthen und auch mit externen Instituten, insbesondere im Rahmen des HERMES-Experimentes und dem „H1-upgrade“. Für HERMES wurde die Dokumentation des Gesamtexperimentes einschließlich der Erfassung aller durch externe Institute erarbeiteten Dokumente begonnen. Daneben wurde ein dreidimensionales Modell des Experimentes einschließlich der Experimentierhalle und der angrenzenden Strahl-Strukturen erarbeitet. Dieses Modell soll weiter aktualisiert werden, so daß es immer auf dem neuesten Stand allen Beteiligten und Interessierten zur Verfügung steht. Die Arbeiten hierzu dienen als Teilschritt auf dem Weg zu einem grafikunterstützten DESY-Datenmodell. Die Arbeiten an diesem Projekt „TIM for DESY“ wurden fortgeführt und die Entscheidung für die Einführung eines datenbankgestützten Archiv-Verwaltungssystems getroffen. Das System ist unabhängig von speziellen CAD-Systemen und soll als Kopplung für alle grafischen Datenbestände und Dokumente dienen.

## Computer Aided Design (CAD)

Die Aktivitäten im Bereich CAD konzentrierten sich auf die Ablösung des zweiten Drittels der Norsk Data-Hardware durch moderne UNIX-Arbeitsplätze. Zum Jahresende wurde die Beschaffung des letzten Drittels dieser Geräte abgeschlossen. Zu Beginn des Jahres aufgetretene Instabilitäten des Mischbetriebes der beiden Betriebssysteme SINTRAN und UNIX konnten im

ersten Quartal beseitigt werden, so daß eine stabil im Netzwerk arbeitende, zentrale CAD-Anlage zur Verfügung steht. Ein Schwerpunkt der 3D-CAD-Anwendung waren wieder Modelle für komplexe FEM-Berechnungen. Neu hinzu kam die Aufgabe der Erzeugung eines strukturierten Gesamtmodells des HERMES-Experimentes zu Dokumentationszwecken. Das Modell soll auch Aufschluß über Möglichkeiten der Simulation physikalischer Vorgänge auf der Grundlage dreidimensionaler mechanischer Strukturen geben.

Die Abbildung 109 zeigt die durchgängige Verwendung des 3D-CAD-Systems für den Entwurf, die FEM-Berechnung und die Konstruktion von mechanischen Strukturen. Am Beispiel der Undulatorkammer mit unterschiedlicher Gaphöhe für einen Experimentierstrahl der Synchrotronstrahlung am PETRA-Speicherring wird der Prozeß der Optimierung von Wandstärke und Durchbiegung unter Vakuumlast deutlich. Die unterschiedlichen Gaphöhen werden für verschiedene Betriebszustände bei PETRA gebraucht, ohne das Vakuumsystem zu brechen.

## Mechanische Fertigung

Über die Hälfte der ungefähr tausend Werkstattaufträge konnten in den eigenen Werkstätten bearbeitet werden. Die größte Einzelaufgabe war der Bau des insgesamt 9 m langen Protonen-Ejektionsseptums für den Speicherring PETRA. Hierfür wurden ungefähr 15% der Werkstattkapazität in Anspruch genommen. Weitere Schwerpunkte der Fertigung waren der Bau des Feedback-Systems für DESY III und Vakuumkomponenten für den Einbau des HERMES-Experimentes in den Elektron-Proton-Speicherring HERA. Mit 38% der Werkstattkapazität ist der Anteil der Forschungsgruppen leicht gestiegen. Größte Einzelaufgabe in diesem Bereich war der Bau des neuen H1-Strahlrohres. Für HASYLAB wurden Strahlrohrkomponenten für die Strahlführung BW5 gefertigt (Abb. 110).

Für die Hauptwerkstatt wurden eine neue Kantbank, eine große Tafelschere sowie eine Reinigungsanlage für Vakuumkomponenten beschafft.

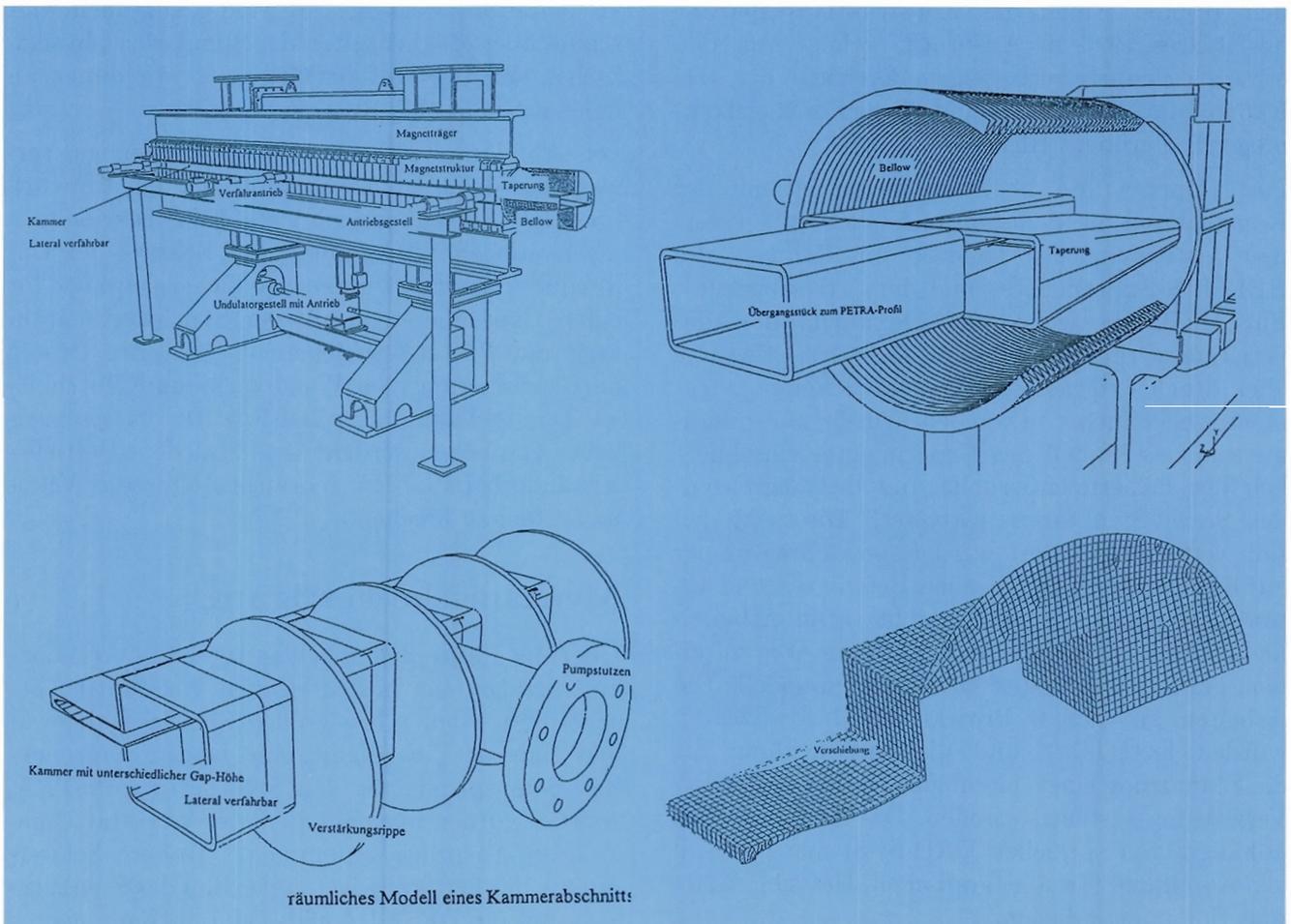


Abbildung 109: Verwendung des 3D-CAD-Systems für den Entwurf, die FEM-Berechnung und die Konstruktion von mechanischen Strukturen am Beispiel einer Undulatorkammer mit unterschiedlicher Gaphöhe.

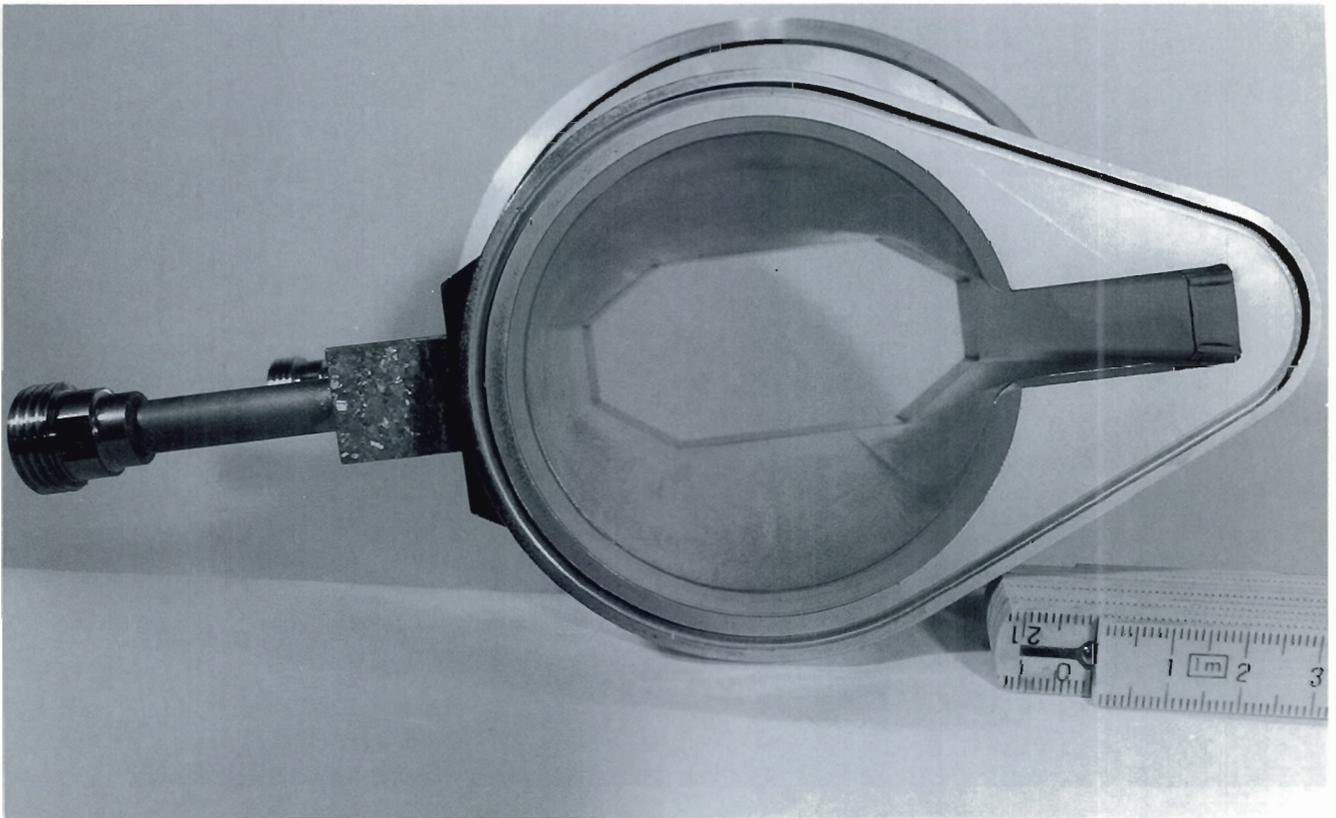


Abbildung 110: *Dreidimensionale Fertigung von Bauteilen aus Chrom-Nickel-Stahl und Kupfer in der Kombination mit modernen Bearbeitungstechniken wie CNC-Fräsen, CNC-Drehen, CNC-Drahterodieren (in zwei Achsen) und Hohltemperaturlötungen bei 1080° C im Vakuumofen. (42519/16)*

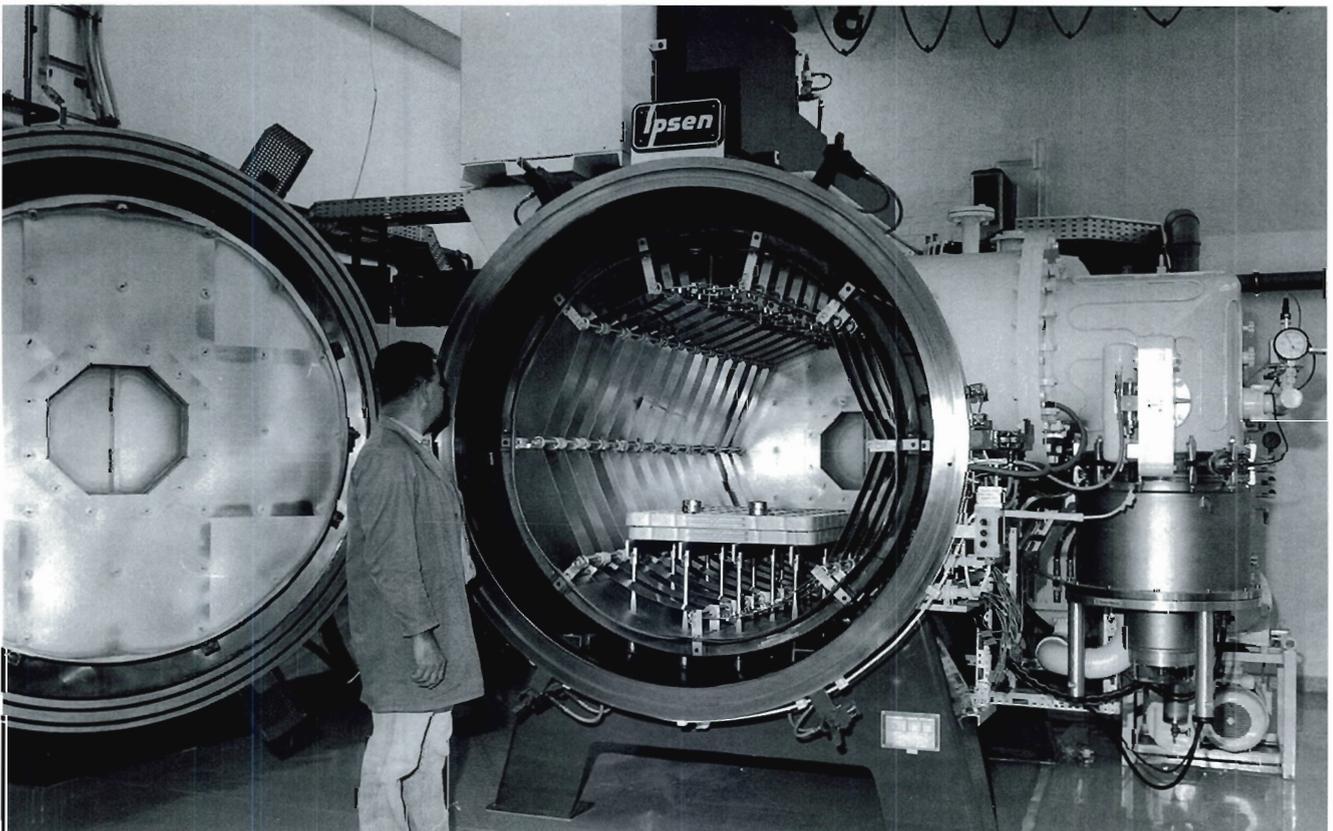


Abbildung 111: Einkammer-Vakuumofen (Nutzraum: 750 mm Breite, 1830 mm Länge, 750 mm Höhe) mit Gasumwälzung und Turbomolekularpumpen, die für kohlenstoffreies Vakuum sorgen. Die Betriebstemperatur beträgt 1250° C und das Arbeitsvakuum ist kleiner als  $1 \times 10^{-5}$  mbar. Die Leckrate ist kleiner als  $1 \times 10^{-8}$  mbar  $l s^{-1}$ . Der Behälter besteht aus CrNi-Stahl, die Heizbänder aus Molybdän-, Inconel-, CrNi-Blech. (42514/17)

Der neue Vakuumlötofen wurde in Betrieb genommen (Abb 111). Eine erste Wärmebehandlung von Nioblechen für den Bau von supraleitenden Cavities für TESLA konnte erfolgreich durchgeführt werden.

In der Techniker-Werkstatt wurden erste Bearbeitungsversuche von „Spaghetti“-Zählern des H1-Kalorimeters gemacht.

## Tischlerei

Der größte Teil der insgesamt 250 Werkstattaufträge waren Änderungsarbeiten von Schrankwänden und Laboreinrichtungen. Diese Arbeiten mußten vorwiegend vor Ort ausgeführt werden. Daneben nahm die Konstruktion und der Bau von Transportbehältern einen großen Raum ein. In der Tischlerei werden zur Zeit vier Lehrlinge ausgebildet.

## Elektronik-Fertigung

Die Anzahl der Aufträge mit einem Gesamtwert von 5 MioDM entsprechen der Auftragslage des Vorjahres, wobei die Anzahl der Aufträge aus dem Forschungsbereich mit 40% deutlich gestiegen ist. Ein Schwerpunkt war hier der Bau des zentralen Triggers für das Experiment H1. HASYLAB hat 14% der Werkstattkapazität in Anspruch genommen.

## Fernmeldetechnik

DESY hat eine neue Telefon-Nebenstellenanlage. Durch die stetig wachsende Zahl von Nutzern war die Nachfrage nach Telefonanschlüssen auf 2500 angestiegen. Eine Erweiterung der alten Telefonanlage bzw. die Integration einer neuen Anlage in die alte erwies sich als unökonomisch und kaum praktikabel. Daher wurde eine neue Anlage ausgeschrieben und inzwischen in Betrieb genommen. Diese volldigital-betreibbare Telefon-Nebenstellenanlage (INTEGRAL 333 der Firma Telenorma) ist mit dem Digitalnetz (ISDN) der Telekom verbunden. Die Übertragungsgeschwindigkeit für Sprache und Daten erhöht sich damit

von ca. 2 400 b/s auf 64 kb/s. Die Anlage ist modular aufgebaut und im Prinzip auf 10 000 Nebenstellen erweiterbar. Ein Totalausfall der Anlage ist praktisch unmöglich. Mit dieser modernen Anlage stehen grundsätzlich neue Leistungsmerkmale wie Rufnummernspeicher oder Sprachspeicher sowie die Möglichkeit, private Gespräche zu führen zur Verfügung

Der Kabeltrupp hat weitere 450 Anschlüsse an das Datennetz realisiert. Zusammen mit externen Firmen wurden im abgelaufenen Jahr mehr als 1.7 km Glasfaserkabel verlegt und das Ethernet um 12 km Thin- and Thick-Wire nun auf insgesamt 83 km erweitert.

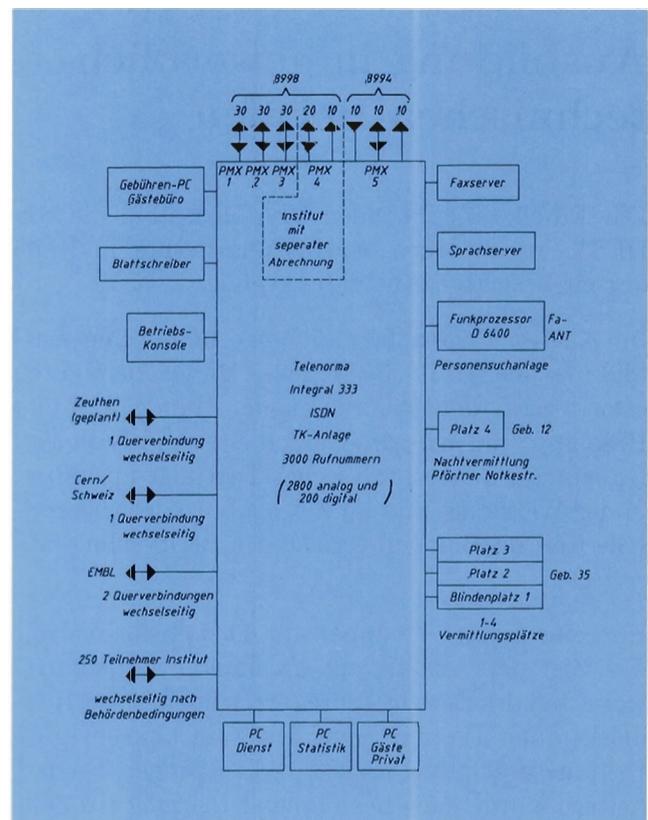


Abbildung 112: Die neue vollständig digital betriebbare Telefon-Nebenstellenanlage.

Beruf	Stand 31.12.92	ausgelernt Jan./Juni 93	Neuzugänge August '93	Stand 31.12.93
Kommunikations- Elektroniker	8	2	-	6
Industrie-Elektroniker	13	2	5	16
Energie-Elektroniker	6	3	1	4
Industrie-Mechaniker: Geräte- und Feinwerktechnik	20	1	4	23
Industrie-Mechaniker: Betriebstechnik	1	1	1	1
Anlagen-Mechaniker: Versorgungstechnik	1	1	1	1
Tischler	4	-	-	4
Technisches Zeichnen	10	1	3	12
<b>Gesamt</b>	<b>63</b>	<b>11</b>	<b>15</b>	<b>67</b>

Tabelle 17: Anzahl der Auszubildenden im gewerblich-technischen Bereich.

## Ausbildung in gewerblich-technischen Berufen

Die Tabelle 17 gibt einen Überblick über die von DESY angebotenen Ausbildungsberufe und die derzeit besetzten Ausbildungsplätze.

Im August 1993 haben 15 junge Leute eine Ausbildung bei DESY begonnen. Diese Ausbildung erfolgt nach den Richtlinien der Handelskammer Hamburg und wird im dualen System absolviert. Dabei wird neben praktischer Tätigkeit im Labor, in der Werkstatt und im Zeichenbüro der theoretische Teil im Blockunterricht der Berufsschule abgedeckt.

Für eine zweite Gruppe von 11 Lehrlingen war das Ziel der Ausbildung im Januar beziehungsweise Juli des Berichtsjahres erreicht. Vor der Handelskammer Hamburg wurden gute bis sehr gute Prüfungsergebnisse erzielt. Allen jungen Facharbeitern wurde nach bestandener Prüfung ein Zeitvertrag für drei Monate angeboten.

Aufgrund seiner hervorragenden Leistungen wurde einem Lehrling im dritten Lehrjahr die Teilnahme am Bundeswettbewerb angeboten. Hier zeigen die

angehenden Industriemechaniker ihr Können. Bei der Siegerehrung erzielte er den dritten Platz.

Im Rahmen der Ausstellung „Du und Deine Welt“ in Hamburg haben sich die Auszubildenden mit ihrem in einer Arbeitsgruppe gefertigten Exponat vorgestellt, um Schülern bei der Berufsfindung behilflich zu sein.

## Neue Technologien

Die Gruppe „Neue Technologien“ betreut die supraleitenden Magnete im Speicherring HERA, entwickelt supraleitende Magnete und ist am Forschungs- und Entwicklungsprogramm für das „Linear Collider“-Projekt TESLA beteiligt.

Neben den Routinearbeiten gab es im Berichtsjahr im wesentlichen zwei Arbeitsschwerpunkte.

### Magnetmodul für die TESLA-Testfacility

Im Testaufbau für TESLA werden fünf Einheiten eines Magnetmoduls benötigt, das aus zwei supraleitenden (superferric) Quadrupolen, vier supraleitenden Korrekturdipolen und einem Strahlrohr



Abbildung 113: Auszubildende des Jahres 1993 zusammen mit ihren Ausbildungsleitern. (42520/10)

mit Strahllagemonitor und „Higher Order Mode“-Absorber (HOM) besteht. Die supraleitenden Magnete sind in einem Heliumbehälter untergebracht, der am Ende einer Kette von acht supraleitenden Kavitäten im 12 m langen Kryomodul des TESLA-Testlinacs eingebaut wird. Die Konstruktionsarbeiten für das Magnetmodul sind abgeschlossen. Spulenumwickel- und Jochstapelvorrichtungen wurden fertiggestellt. Insgesamt wurden acht supraleitende Spulen für das erste Quadrupolpaar gewickelt. Die Herstellung von Komponenten für den Heliumbehälter wurde in Auftrag gegeben.

### TESLA-Infrastruktur

Für die Behandlung und Montage der TESLA-Kavitäten wurden in der Halle III Reinräume, eine Reinstwasseranlage und eine Chemieanlage errichtet (Abb. 95 auf Seite 211).

Der insgesamt etwa 300 m<sup>2</sup> Reinraumbereich umfaßt Reinräume der Klasse 10000, 100 und 10. Letzterer hat bei der höchsten Reinheitsstufe eine Größe von 19 m<sup>2</sup>.

Die Reinstwasseranlage produziert 50 Liter pro Minute entionisiertes Reinstwasser mit einem spezifischen Widerstand von 18 MΩcm und weniger als 1000 Teilchen pro Liter, die größer sind als 0.1 µm. In der Chemieanlage sollen in einem geschlossenen Kreislauf Beizungen an den Kavitäten mit einem Säuregemisch (HF/HNO<sub>3</sub>/H<sub>3</sub>PO<sub>4</sub>), Spülungen mit bis zu 80° C heißem Reinstwasser und Trocknungen mit bis zu 100° C heißem Stickstoff vorgenommen werden. Hauptauftragsnehmer für die Errichtung der Anlage war das Konsortium Siemens/KrantzTKT/Bergisch Gladbach. Für die Baustelleneinrichtung und die DESY-Beistellungen war die Gruppe „Neue Technologien“ zuständig.

Für die Behandlung der Kavitäten in dieser Anlage wurden diverse Vorrichtungen, wie zum Beispiel Transportrahmen, Transportwagen, Handlingssystem zum Transport zu den Reinigungsbädern, Schienensystem zum Transport für die Kavitätenkette eines Kryomoduls, konzipiert und beschafft.

### Gaselager und Gassysteme

1993 waren die HERA-Experimente erstmalig durchgehend in Betrieb. Der Verbrauch von Gasen bei DESY hat sich dadurch normalisiert und ist auch bei Gasen, mit denen große Systeme 1992 erstmalig gefüllt wurden, merklich zurückgegangen. So ging der Flüssig-Stickstoffverbrauch von mehr als 7 Millionen Litern 1992 auf unter 5 Millionen Liter im Jahre 1993 zurück, insbesondere auch dadurch, daß HERA nur einmal im Februar 1993 mit Flüssig-Stickstoff von Raumtemperatur auf 78 Kelvin abgekühlt wurde. Außerdem gab es

Gasart	Umsatzmengen
Äthan 3.5	— kg
Argon 5.0 *	1 872 nm <sup>3</sup>
Ar flüssig	44 043 ltr
Ar/H <sub>2</sub> (93/7)	557 nm <sup>3</sup>
Azethylen 2.6	480 kg
Corgon 18	40 nm <sup>3</sup>
Frigen 22	520 kg
He 4.6 Tubtr.	46 054 nm <sup>3</sup>
He 4.6 *	3 289 nm <sup>3</sup>
He 5.6 *	1 250 nm <sup>3</sup>
He flüssig	8 277 ltr
Isobutan 2.5	7 098 kg
Kohlensäure 2.5	23 310 kg
CO <sub>2</sub> flüssig 2.5	38 742 ltr
Methan 4.5	90 nm <sup>3</sup>
Methylal	8 ltr
Propan	253 kg
Propan 3.5	360 kg
Sauerstoff 2.5	983 nm <sup>3</sup>
SF <sub>6</sub>	— kg
Stickstoff 4.8	3 486 nm <sup>3</sup>
N <sub>2</sub> flüssig	4 758 703 ltr
Wasserstoff 5.0	20 nm <sup>3</sup>
Xenon 4.0	4 423 nltr
Mischgase *	298 Fla.
* = Eigenproduktion	

Tabelle 18: Umsatzübersicht des Gaselagers für 1993.

keine Erstbefüllungen der Experimente ZEUS und H1 im Laufe des Jahres. Der Verbrauch von Helium-Gas hat im Vergleich zum Vorjahr um 14% auf 46 000 nm<sup>3</sup> abgenommen. Fast 90% dieser Menge wurden für die Deckung der Betriebsverluste von HERA benötigt. Der Rest verteilt sich auf die anderen Verbraucher. Der Verbrauch von Flüssig-Helium ist infolge der längeren Strahlzeiten für HASYLAB 1993 um 18% angestiegen. Der Bedarf an Schweißgasen (Sauerstoff/Azetylen) blieb erwartungsgemäß konstant. Auch der Verbrauch von Kohlensäure ist im Jahr 1993 nur geringfügig auf 55 t angestiegen. Der Verwaltungsaufwand im Gaselager ist durch die Neufassung der „Gefahrgutverordnung Straße“ (GGVS) beträchtlich gestiegen. Jetzt sind alle Gastransporte unabhängig von der Menge auch Gefahrguttransporte und dürfen nur noch mit besonderen Begleitpapieren in entsprechend ausgerüsteten Fahrzeugen transportiert werden.

Für die Trocknung und Behandlung der supraleitenden Cavities für TESLA wurde eine Reinst-Stickstoffversorgung projektiert. In diesem Zusammenhang wurden zwei 25 000 l Flüssig-Stickstoff-Speicherbehälter nach mehr als 15 Jahren Dauerbetrieb modernisiert, beziehungsweise überholt und inzwischen wieder in Betrieb genommen.

Für die Entwicklung neuer Detektoren werden häufig spezielle Gase benötigt. Die Beschaffung solcher Gase ist manchmal sehr schwierig. Eine Reihe von „vollfluorierten“ Kohlenwasserstoffen, dürfen, da sie in der GGVS nicht aufgeführt sind, in Deutschland nicht transportiert und damit auch nicht beschafft werden. In Verhandlungen mit den Behörden konnte eine allgemeine Sondergenehmigung erwirkt werden. Diese ermöglicht jetzt DESY die Beschaffung von Gasen wie zum Beispiel Perfluorbutan (CF). So konnten für das Experiment HERA-B erfolgreich Versuche mit diesem Gas durchgeführt werden.

Da bis zum Ende des Jahres 1993 entsprechend der FCKW-Verbotsverordnung in der Bundesrepublik Deutschland alle Halon-Feuerlöschanlagen außer Betrieb genommen werden müssen, soll mit Hilfe einer Sondergenehmigung das gesamte Halon-1301

von DESY (ca. 1000 kg) an das Forschungszentrum CERN in Genf abgegeben werden. So wird mit dem Ende des Jahres 1993 auf dem DESY-Gelände kein Halon mehr existieren.

## Beschleuniger- und Experimente-Aufbau

### Beschleuniger

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

- vorbereitende Arbeiten für den Einbau der Spinrotatoren im Bereich HERA-Ost,
- Ausbau von Driftröhren und Austausch von Quadrupolmagneten am LINAC III,
- Umbau aller Sektormagnete von DESY III auf 3-Punktauflage,
- Einbau von Kupfer-Vakuumkammern und 1-GHz-Cavities in DORIS III,
- Vorbereitungen zur Beschaffung von Ersatzspulen für die stark strahlengeschädigten PETRA-Dipol-, Quadrupol- und Sextupolmagnetspulen,
- Umbau- und Vorbereitungsarbeiten für den Aufbau der spurleitenden LINAC-Abschnitte im Rahmen der TESLA-Kollaboration in der Halle III. Konstruktion der fahrbaren Abschirmung (Beton, Fahrwerke, Schienen, Hydraulik) der vertikalen Kryostaten,
- Aufbau des Gebietes für den S-Band LINAC in der Halle II nach Planungsunterlagen der Gruppe.

### Experimente

Der H1-Detektor wurde nach den Reparaturarbeiten am zentralen Spurendetektor aus der Parkposition in einer HERA-Betriebsunterbrechung im Mai/Juni '93 wieder in die Wechselwirkungszone gefahren.

Während der Winterbetriebsunterbrechung 1992/93 wurden aus dem ZEUS-Detektor das Strahlrohr, der Vertexdetektor und der Vorwärtsdetektor mit den oberen Driftkammern ausgebaut und nach Reparaturarbeiten wieder installiert, so daß ZEUS mit dem Ende der Winterbetriebsunterbrechung für den Luminositätsbetrieb meßbereit war.

Ende Februar 1993 wurde das ARGUS-Experiment in die Wechselwirkungszone gefahren. Nach Messungen der Luminosität wurde Anfang Mai entschieden, das ARGUS-Programm zu beenden. Der Detektor wurde in die Parkposition verfahren und die Wechselwirkungszone für den HASYLAB-Betrieb von DORIS III umgebaut.

Für das in HERA-Ost geplante HERMES-Experiment wurde eine detaillierte Terminplanung zur Installation der Detektorkomponenten und der Halleninfrastruktur gemacht. Der verfahrbare Unterbau des Detektors einschließlich Fahrwerke, Verschiebemechanismus und Schienensystem wurde konstruiert. Mit dem Aufbau des Schienensystems in der HERA-Halle Ost wurde begonnen. Der HERMES-Spektrometernagnet wurde mit den 3-D-Rechner-Codes MAFIA und TOSCA und dem zweidimensionalen Code OPERA spezifiziert und beim Efremov-Institut in St. Petersburg konstruiert. Die Herstellungsarbeiten (Magnetjoch und Magnetspulen) haben im September 1993 in den Werkstätten des Efremov-Instituts begonnen.

### Strahlabschirmung

Für Wartungsarbeiten an den HERA-Detektoren mußten die Strahlenschutzabschirmungen teilweise demontiert und auf dem DESY-Gelände zwischengelagert werden. Da die Basisstruktur des H1-Detektors für Reparaturarbeiten auch nach dem

Ende der Winterwartungsperiode in der Parkposition verbleiben mußte, wurde im Februar 1993 kurzfristig eine Abschirmung unter Einbeziehung der äußeren H1-Detektorschale konstruiert und aufgebaut, um einen Wiederanlauf der HERA-Speicherringe nach der Wartungsperiode zu ermöglichen. Die Strahlenschutzabschirmung für das HERMES-Experiment wurde konzipiert, Sonderabschirmsteine konstruiert und beschafft. Für die Strahlenabschirmung des TESLA-LINAC wurde aus Gründen der Kostenoptimierung ein vom DESY-Normsteinsystem abweichendes Abschirmsystem nach Vorgaben der Strahlenschutzabteilung entworfen und ausgeschrieben.

### Vermessung

Aufgrund einer Baustelle über dem HERA-Tunnel (Bogenbereich SR) war eine Höhenkontrolle des Elektronenringes und wegen deutlicher Höhenänderungen eine Nachjustierung mit anschließender Kontrollvermessung erforderlich. In den Wechselwirkungszonen HERA-Nord und HERA-Süd wurden die Quadrupolmagnetbrücken justiert. Das unterirdische HERA-Vermessungsnetz wurde über die Vermessungsrohre in den HERA-Gebäuden an das oberirdische Netz angeschlossen.

Zur Ermittlung der aktuellen Überdeckung des HERA-Tunnels wurde eine ausführliche Höhenaufnahme des Geländes über der HERA-Trasse durchgeführt. Um die augenblickliche Bebauungssituation zu dokumentieren, wurde ein photogrammetrischer Bildflug veranlaßt.

Bei den Experimenten H1 und ZEUS wurde beim Aus- und Einbau von Detektorkomponenten Vermessungshilfe geleistet. Für den HERMES-Detektor wurde ein Vermessungskonzept unter Einbeziehung aller Detektorkomponenten entworfen. Die HERA-Halle Ost wurde für die Planung der HERMES-Abschirmung genau aufgemessen. Das Schienensystem des HERMES-Detektors wurde abgesteckt und teilweise justiert.

Der Speicherring DORIS III wurde während der Winterbetriebsunterbrechung 1992/93 vermessen und neu justiert. Der Ein- und Aus-

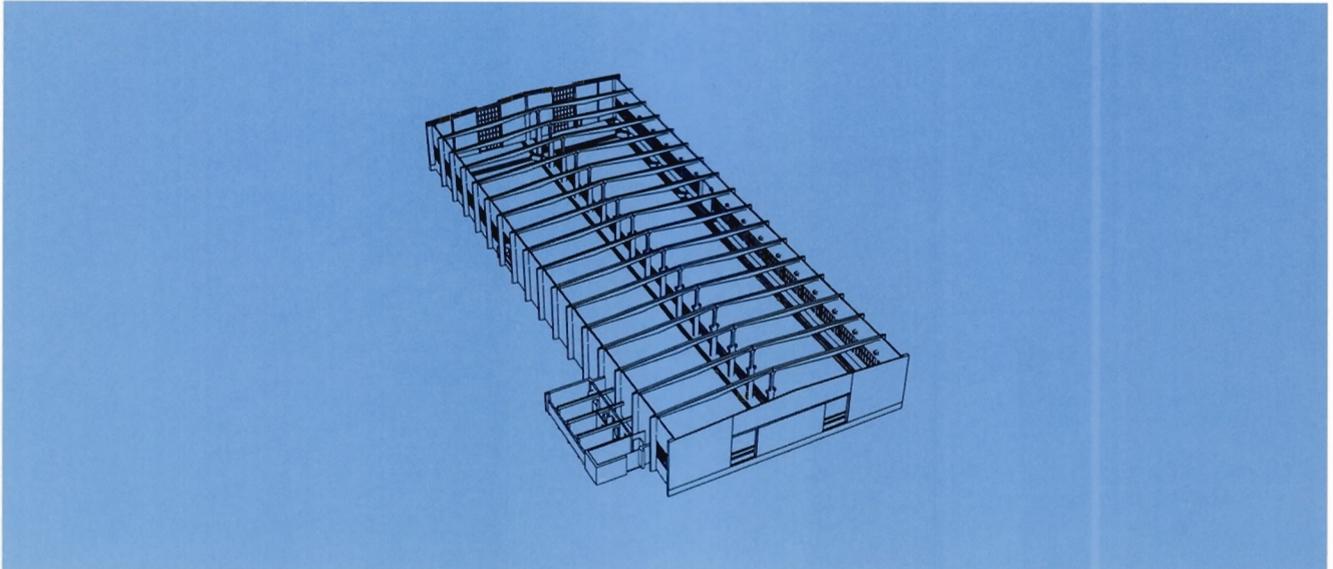


Abbildung 114: Darstellung eines DESY-Gebäudes, hergestellt mit einem Gebäude-Informationssystem.

bau des ARGUS-Detektors und die Montagen von Detektor- und Beschleunigerkomponenten in der ARGUS-Wechselwirkungszone erfolgte unter ständiger Kontrolle der Vermessungsgruppe.

Nach dem Austausch der Justierfüße der DESY-III-Sektormagnete wurde DESY III komplett vermessen und justiert.

Im Zusammenhang mit der Entwicklung zukünftiger Linear-Beschleuniger wurde für das TESLA-Projekt ein Vermessungskonzept zur Kontrolle der Cavities und Magnete beim „Kaltfahren“ erarbeitet. Die Laufschiene für die Cavity-Montage in Halle III wurden justiert.

Am Vermessungskonzept für den S-Band-LINAC wird gearbeitet.

Im Vorjahr wurden verschiedene „Geographische Informations-Systeme“ getestet, die zum Aufbau eines Gebäude-Informationssystems geeignet sind (Speedikon, GDS). Im Berichtsjahr erfolgte die Installation eines weiteren Systems (STAR-Archi-Carto). Nach gründlicher Prüfung auch dieses Systems war eine Kaufentscheidung möglich. Im August wurde das für DESY-Zwecke optimale System von GDS mit drei Lizenzen installiert. An einem Testobjekt wird inzwischen das Modellieren der Daten und die Entwick-

lung einer DESY-spezifischen Oberfläche betrieben (Abb. 114). Zudem laufen die Vorbereitungen zur Übernahme der DESY-Lageplan-Daten mit einem Digitizer.

## Sicherheitseinrichtungen

Für die drei DESY-II-Teststrahlgebiete wurden geänderte Beamshutter konstruiert. Der Umbau erfolgt in der Winterwartungsperiode 1993/94. Für das Vakuumsystem der Teststrahlen wurde eine Vakuumpumpensteuerung entwickelt und gebaut, die an ein Balzers-Auswertesystem angepaßt ist.

Für viele HASYLAB-Strahlführungen wurden Änderungen und Neuentwicklungen der Personen-Interlocksysteme durchgeführt.

In den Experimenten ZEUS und H1 wurden die Brandschutz- und Sicherheitssysteme ergänzt. Aufgrund gesetzlicher Bestimmungen dürfen Halon-Löschanlagen ab 1994 nicht mehr betrieben werden. Als Ersatzstoff steht eine Gas Mischung (Inergen) zur Verfügung, deren Löschwirkung auf Verdrängung des Sauerstoffs beruht, wobei gleichzeitig aber noch eine für Atmung notwendige Restsauerstoffmenge erhalten bleibt. Die Um-



Abbildung 115: *Anbau an Gebäude 30b.* (42547/23)



Abbildung 116: Neubau mit ca. 490 m<sup>2</sup> Nutzfläche in Fertigbautechnik. (42545/32)

stellung der vorhandenen Halon-Anlagen auf Inergen erfolgt in der Winterwartungsperiode 1993/94. In der Halle V wurde für den Forschungsbereich ein Testgebiet für den Betrieb von Kammersystemen mit brennbaren Gasen eingerichtet. Dieses Gebiet wurde mit Gaswanne, Absaugung, Gasabgasleitung über das Dach und Gaswarnanlage mit Durchschaltung zum Technischen Notdienst ausgerüstet.

## Bauangelegenheiten und Transporte

### Neubauten

Die im Vorjahr begonnene Teilaufstockung des Laborgebäudes 1 mit ca. 210 m<sup>2</sup> Nutzfläche wurde im

Frühjahr von den Kollaborationen H1 und ZEUS bezogen. Die Gruppe „Kraft, Wasser, Klima“ konnte in den Anbau an Gebäude 30b (610 m<sup>2</sup> Nutzfläche) im Sommer einziehen (Abb. 115). Das Gebäude 20b, das sogenannte „Power-Haus“, wurde ebenfalls an die Nutzer übergeben.

In und um Halle III (Geb. 28) gab es 1993 viel Bauaktivität zur Vorbereitung des TESLA-Projektes. Neben mehreren Modifikationen in der Halle selbst, wurden Anbauten zur Unterbringung eines Chemielabors und von Reinräumen, für die Aufnahme eines Kompressors zur Helium-Verdichtung mit hohen Auflagen bezüglich des Schallschutzes, sowie ein Pumpenhaus für die Energieversorgung vom TESLA fertiggestellt.

Der spektakulärste Neubau (Geb. 55a) mit ca. 490 m<sup>2</sup> Nutzfläche wurde in Fertigbautechnik nach nur zehn Wochen Bauzeit durch die Bau-

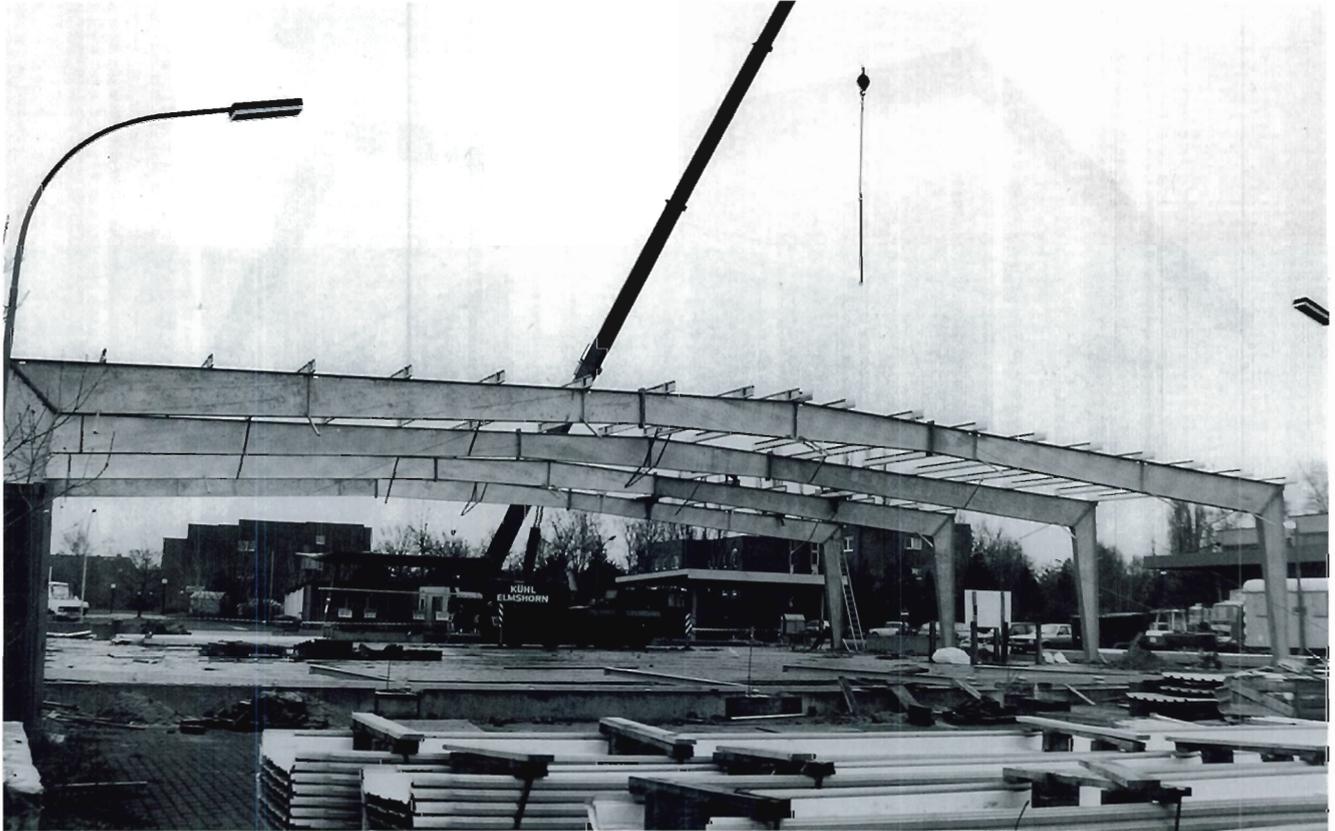


Abbildung 117: Aufbau eines überdachten Kabellagers. (42546/7)

behörde abgenommen und an die Nutzergruppe „Kryogenik und Vakuum“ übergeben (Abb. 116). Zur Lagerung der großen Kabelmengen, die jetzt ungeordnet in vielen Gebäuden eine erhebliche Brandlast darstellen, wurde neben dem Gebäude 11 mit der Errichtung eines überdachten Kabellagers mit einer Nutzfläche von ca. 1400 m<sup>2</sup> begonnen (Abb. 117).

Die Entkopplung der Kühlung von DORIS und des LINAC II macht ein neues Pumpenhaus notwendig. Mit den Bauarbeiten hierzu wurde neben dem LINAC II begonnen. Ebenso wurde der Bau einer Experimentierhalle (Undulatorhalle) zur Nutzung von Synchrotronstrahlung von PETRA vorbereitet.

Im Bereich der Umbauten und Instandhaltung sind neben den kontinuierlich anfallenden Kleinarbeiten einige größere Baumaßnahmen hervorzuheben

Die Sanierung beziehungsweise Renovierung der Kantinenküche wurde abgeschlossen. Mit entsprechenden Arbeiten im Bereich der Kühl- und Lagerräume wurde begonnen. Für eine Verbesserung der Arbeitsbedingungen in der HASYLAB-Experimentierhalle (Geb. 25) ist mit dem Einbau einer Klima-Anlage begonnen worden.

Die Rohrpost-Anlage ist erweitert worden. Die Gebäude 55 und 55a, sowie die Gebäude 16, 18, 19 und 35 wurden an das Netz angeschlossen.

Das ehemalige Lager für Elektroartikel im Gebäude 10b wurde zu Büroflächen umgebaut. Die Gruppen ZEUS und H1 werden sich künftig die Nutzung teilen.

Im Gebäude 30 und hier speziell in der Experimentierhalle IV im Bereich der ehemaligen ARGUS-Grube, wird ein weiteres Meßlabor für die Gruppe „Hochfrequenztechnik“ eingebaut. Die Giebel-

wand wird mit Fensteröffnungen versehen. Das Hallentor Süd wurde demontiert und ebenfalls mit Fensteröffnungen versehen. Belichtete Arbeitsplätze für den dauernden Aufenthalt von Personen wurden an dieser Stelle gewonnen.

Die Nordfassade des Gebäudes 7 wurde insgesamt saniert. Vorhandene Asbestverkleidungen sind fachgerecht entsorgt worden. Neue Fenster mit Isolierverglasung wurden eingebaut.

In verschiedenen Gebäuden wurden Behindertengerechte WC-Anlagen eingerichtet. Das gesamte Laborgebäude 1 wurde in den Flur- und Treppenhäusbereichen saniert. Anstricharbeiten und Teilerneuerung der Beleuchtung wurden durchgeführt.

### Betriebsschlosserei

Neben diversen Schlosser-, Bohr-, Stemm- und Anstricharbeiten für alle DESY-Gruppen ist die Vorbereitung der Montage der Rotator-Strecke im Bereich der HERA-Halle Ost als Voraussetzung für den Aufbau des HERMES-Experimentes als größere Arbeit hervorzuheben.

### Transporte

Die Gruppe führt sämtliche Spezialtransporte entweder selbst durch oder veranlaßt sie durch Fremdfirmen. Außerdem obliegt ihr die Organisation der Winterdienst- und der gärtnerischen Pflegearbeiten sowie die Pflege der betriebseigenen Fahrzeuge.

### Sicherheitswesen

Die Gruppe „Sicherheit“ nimmt die gesetzlich festgelegten Aufgaben zur Arbeitssicherheit, Unfallverhütung und zum Gesundheitsschutz wahr und ist in dieser Funktion für alle bei DESY beschäftigten Mitarbeiter, Gäste und Besucher tätig.

Neben der sicherheitstechnischen Betreuung der Experimente H1 und ZEUS, war die Beratung von Sicherheitsfragen für das in Vorbereitung befindliche HERMES-Experiment ein wichtiger Tätig-

keitsbereich (im Vordergrund stand hier die Gassicherheit). HASYLAB war wegen der Inbetriebnahme der Labors 3-5 und einer Neustrukturierung der Sicherheitszuständigkeiten ein weiterer Arbeitsschwerpunkt.

Durch Bestellung weiterer betrieblicher Aufsichtspersonen bei DESY und Informationsveranstaltungen für diesen Personenkreis gab es eine rege Nachfrage nach sicherheitstechnischer Beratung durch die Gruppe „Sicherheit“. Es wurden allgemeine Sicherheitsbelehrungen für den Bereich „Beschleuniger“, für die Gruppen „Technische Dienste“, „Datenverarbeitung“ und HERMES sowie eine Reihe von Feuerlöschübungen und eine Schulung für Gefahrgutbeauftragte durchgeführt.

In Zusammenarbeit mit Sachverständigen des Amtes für Arbeitsschutz wurden die fälligen Prüfungen von prüfpflichtigem Gerät durchgeführt. Im laufenden Jahr fanden 15 Betriebsbegehungen unter Beteiligung von Betriebsrat und Betriebsarzt sowie den jeweiligen Aufsichtspersonen und Sicherheitsbeauftragten statt.

Der Arbeitsschutzausschuß tagte fünfmal. Es wurden aktuelle Sicherheitsfragen erörtert und das Unfallgeschehen ausgewertet. Die Zahl der Unfälle lag 1993 insgesamt etwa beim Durchschnitt der vergangenen Jahre. Schwere Arbeitsunfälle waren nicht zu verzeichnen. Es wurden Schulungs- und Informationsmaßnahmen für Sicherheitsbeauftragte durchgeführt.

Der Sicherheitsrat tagte ebenfalls fünfmal und beschäftigte sich mit speziellen Sicherheitsfragen (Atemschutzgeräteträger, DESY-Sicherheitsvorschriften, Experimente-Sicherheit).

### Technischer Notdienst

Der Technische Notdienst wurde neben der bisherigen Tätigkeit zusätzlich im verstärkten Maße von HASYLAB in Anspruch genommen (Durchschaltung der erweiterten Rauchmeldeanlage für die Labors 1-5 und des zentralen HASYLAB-Alarms). Ein Mitarbeiter des Technischen Notdienstes absolvierte die sechswöchige Ausbildung zum Sicherheitstechniker.

Einsätze und Hilfeleistungen des Technischen Notdienstes waren im einzelnen:

Erste Hilfe	29
Rettungswagen angefordert	15
Notarztwagen angefordert	4
Feuer	3
Autounfälle	4
Kassenalarme	1
Brand- und Sicherheitswachen	218
Feuerlöschübungen	6
Notruf 2500	50
Technische Hilfe	316
Sonstige Hilfe	1 309
Fahrkorbalarme	133
Gasalarme	53
Allgemeine Alarme	433
Rauchmeldelinien	159
Schriftliche Meldungen	127
Einsatz bei HERA	1 247

Bei ihren Einsatz- und Kontrollfahrten legten die Fahrzeuge des Technischen Notdienstes insgesamt 26 930 km zurück.

### Gefahrstoffe und Entsorgung

Im Bereich der Gefahrstoffe und Entsorgung wurde der Antrag auf Betriebsgenehmigung für die Beizanlage für die Kavitäten von TESLA gemeinsam mit der zuständigen Projektgruppe vorbereitet und bei der Umweltbehörde eingereicht. Rückfragen der Umweltbehörde wurden bearbeitet. Haupteinsatz bei der Entsorgung waren die Aussonderung des Bestandes des Feuerlöschmittels Halon aus Handfeuerlöschern und stationären Löschanlagen (insgesamt ca. 2,5 t Halon) sowie die Vorbereitung und teilweise Durchführung der Entsorgung von PCB-gefüllten Kondensatoren aus den DESY-Kondensatorgärten und DORIS-Stromversorgungsanlagen.

### Arbeitsmedizin

Tätig sind ein Arzt für Arbeitsmedizin (13 Wochenstunden) und eine Krankenschwester (Halb-

tagsstelle) für ca. 1500 Mitarbeiter(innen). Wahrgenommen werden die Aufgaben nach Paragraph 3 Arbeitssicherheitsgesetz und zusätzliche Aufgaben:

- Arbeitsplatzbegehungen gemeinsam mit den Sicherheitsingenieuren und dem Betriebsrat.
- Beratungen für Arbeitgeber und Arbeitnehmer (384); Notfallbehandlungen (127), Impfungen (106), Untersuchungen auf Wunsch einschließlich kleines Labor (260); gutachterliche Stellungnahmen, Sitzungen/Besprechungen (u.a. Arbeitsschutzausschuß Sicherheitsrat), Kontakte zu Hausärzten und Krankenhäusern.
- arbeitsmedizinische Vorsorgeuntersuchungen nach berufsgenossenschaftlichen Grundsätzen (G10, G20, G25, G26, G37) und der Strahlenschutzverordnung (315) (Tabelle 19).

### Technologietransfer

Das Technologietransfer-Büro ist Ansprech- und Vermittlungsstelle für Technologie-Auskünfte. Sowohl Kontakte von externen Auskunftssuchenden zu den betreffenden DESY-Experten wie auch Anfragen von DESY-Mitarbeitern nach externem Know-how wurden vermittelt. Als DESY-Patentstelle wird durch die Gruppe „Technologietransfer“ die Verwaltung der bestehenden Schutzrechte und Lizenzverträge DESYs durchgeführt. Die jeweils aktuellen Schutzrechte werden in Broschüren veröffentlicht und über die unten genannten Interessenvertretungen, in Datenbanken sowie auf Messen bekannt gemacht und zur Nutzung angeboten.

Mit interessierten Nutzern kann DESY Lizenzverträge abschließen; die Vertragstexte werden zusammen mit der DESY-Rechtsabteilung ausgearbeitet und zur Unterschrift vorbereitet. In Zusammenarbeit mit der Finanz- und der Personalabteilung wurden Ausgaben (Patentkosten, Anwaltskosten, Erfindervergütungen) und Einnahmen (Lizenzgebühren) kontrolliert.

Gefährdung/ Grund der Untersuchung	Untersuchung nach BG- Grundsätzen, G-Nr.	durchgeführte Untersuchungen	durchzuführende arbeitsmedizinische Vorsorgeuntersuchungen insgesamt
Methanol	G10	2	7
Lärm	G20	32	95
Fahr- Steuer- u. Überwachungs- tätigkeiten	G25	61	278
Atenschutzgeräte träger Gruppe 3	G26	76	136
Bildschirmarbeits- plätze	G37	135	428
Ionisierende Strahlen	StrlSchV	9	12
		315	956*)

\* Nach Rechtsvorschriften untersuchungspflichtige Personen insgesamt: 718

Tabelle 19: Arbeitsmedizinische Vorsorgeuntersuchungen im Jahr 1993.

Im „Arbeitnehmer-Erfindergesetz“ ist eine Beratung der Mitarbeiter in Schutzrechtsfragen vorgesehen, die von der Gruppe „Technologietransfer“ und der Rechtsabteilung durchgeführt wird. Die Beratung betrifft auch die Formulierung von Erfindungsmeldungen, die gemeinsame Abschätzung der Anmeldechancen und Verwertungsaussichten und die Zusammenarbeit mit den Patentanwälten.

Im Rahmen der Mitarbeit in der Kommission für das „Betriebliche Vorschlagswesen“ findet auch eine Prüfung der von den Mitarbeitern eingereichten Verbesserungsvorschläge auf Schutzrechtsfähigkeit statt.

Die Gruppe „Technologietransfer“ ist Mitglied in folgenden Fachgremien:

- Arbeitskreis „Technologietransfer und Gewerblicher Rechtsschutz“ in der Arbeitsgemeinschaft der Großforschungseinrichtungen (AGF)
- Arbeitsgruppe Patente und Arbeitnehmererfindungen Norddeutschlands
- Arbeitskreis Technologieförderung in Hamburg, als Herausgeber von „Technologieangebot wissenschaftlicher Einrichtungen Hamburg“
- Deutsche Vereinigung für gewerblichen Rechtsschutz und Urheberrecht e.V.



Veröffentlichungen  
und  
Vorträge



## DESY-Kolloquien

P. SÖDING (Hamburg/D)  
Theory Meets Experiment – Gustav Kramer and Physics at DESY.

D. GRAUDENZ (Berkeley/USA)  
Jet-Physik in der tiefinelastischen Elektron-Proton-Streuung bei HERA.

K. SCHILLING (Hamburg/D)  
QCD zwischen Supercomputern und Superbeschleunigern.

28.1.1993, Festkolloquium für Prof. Gustav Kramer

R. TAYLOR (Stanford/USA)  
e p Physics.

M. DANILOV (Moskau/Rußland)  
e<sup>+</sup>e<sup>-</sup> Physics.

V. SAILE (Baton Rouge/USA)  
Synchrotron Radiation.

25.2.1993, Festkolloquium für Prof. Volker Soergel

H. HARARI (Rehovot/IL)  
Constraints on Neutrino Properties from Cosmology, Astrophysics and Particle Physics.  
25.3.1993

E. MANDELKOW (Hamburg/D)  
Struktur und Dynamik von Festkörperproteinen des Zytoskeletts.  
15.4.1993

R. BOEHLER (Mainz/D)  
Synchrotron Radiation: A Probe for Planetary Interiors.  
6.5.1993

G. MÜHLHAUPT (Grenoble/F)  
The Electron Storage Ring at ESRF: Performance of the first 3rd Generation Synchrotron Radiation Facility.  
21.10.1993

R. DURRER (Zürich/CH)  
The Cosmic Microwave Background.  
4.11.1993

M. SPIRO (Saclay/F)  
Dark Matter Search: Evidence for Gravitational Lensing Events due to Dark Objects in the Galactic Halo.  
16.11.1993

D.G. CASSEL (Cornell/USA)  
The Impact of ARGUS on Experimental Heavy Flavour Physics.

B. STECH (Heidelberg/D)  
The Impact of ARGUS Results on our Understanding of Structure and Decay of Heavy Mesons.

19.11.1993, Festkolloquium für die wissenschaftliche Leistung von ARGUS

F. GÖNNEWEIN (Tübingen/D)  
Parity Violation in Nuclear Fission.  
2.12.1993

## Vorträge

P. SÖDING  
(F-Bereichsleiter DESY-IfH Zeuthen)  
Vom Elektron zum Quark.  
Öffentl. Abendvortrag, DPG Frühjahrstagung Teilchenphysik, Mainz/D (1993)

Elementarteilchenphysik bei DESY – Ein Rückblick.  
100. Sitzung des Wiss. Rates, DESY-IfH Zeuthen/D (1993)

G.A. VOSS  
Hochenergiebeschleuniger – Historie und Ausblick.  
Festkolloquium zum 80. Geburtstag von Prof. W. Paul, Univ. Bonn/D (1993)

S-Band Overview.  
Vth Int. Workshop on Next Generation Linear Colliders, LC' 93, SLAC Stanford/USA (1993)

A. WAGNER  
Aspects of Heavy Quark Physics at LEP.  
HEP Seminar, Dortmund/D (1993)  
Physik mit HERA.  
HEP Seminar, Regensburg/D (1993)  
CERN School, Zgroselisko/P (1993)

Der Speicherring HERA und erste Ergebnisse.  
Plenarvortrag, DPG Frühjahrstagung Teilchenphysik, Mainz/D (1993)

First Results with HERA.  
HEP Seminar, Stanford/USA (1993)

Report on Recent HERA Results and the Future Program.  
ECFA Meeting, Genf/CH (1993)

B.H. WIJK  
The HERA Electron Proton Collider: The Accelerator and the First Results.  
SLAC Kolloquium, Stanford/USA (1993)  
Finnish Physical Society, Turku/SF (1993)

Future e<sup>+</sup>e<sup>-</sup> Collider.  
IInd Int. Workshop on Physics and Experiments with Linear e<sup>+</sup>e<sup>-</sup> Colliders, Waikoloa/USA (1993)

The DESY Physics Program.  
ICFA Seminar, Hamburg/D (1993)

HERA Operations and Physics.  
IEEE Part. Accel. Conf., PAC '93, Washington/USA  
(1993)

A 500 GeV Electron Positron Linear Collider: Physics Potential and Accelerator Design.  
LNF Seminar, Frascati-Rom/I (1993)

New Observation in Microcosm.  
Ann. Meeting of the Norw. Phys. Soc., Oslo/N (1993)

Zur Realisation eines 500 GeV Linear Colliders.  
DESY-IfH Zeuthen/D (1993)

HERA: Accelerator Performance and Physics Results.  
Int. School of Subnuclear Physics, Erice/I (1993)

Recent Developments in Accelerators.  
EPS '93 Conference, Marseille/F (1993)

$e^+e^-$  Linear Colliders: The Physics and the Accelerator.  
Univ. Trondheim/N (1993)

$e^+e^-$  at the TeV Scale.  
AdA and ADONE - 30 Years, Frascati/I (1993)

The TESLA Project.  
INFN Rom/I (1993)

## F-Bereich

### H1

---

#### Veröffentlichungen

H1 COLLABORATION, I. ABT et al.  
Total Photoproduction Cross-Section Measurement at HERA Energies.  
Phys. Lett. B299 (1993) 274 und DESY 92-160

Measurement of the Hadronic Final State in Deep Inelastic Scattering at HERA.  
Phys. Lett. B298 (1993) 469 und DESY 92-162

Observation of Deep Inelastic Scattering at Low  $x$ .  
Phys. Lett. B299 (1993) 385 und DESY 92-164

A Search for Leptoquarks, Leptogluons and Excited Leptons in H1 at HERA.  
Nucl. Phys. B396 (1993) 3 und DESY 93-029

Measurement of Inclusive Jet Cross Sections in Photoproduction at HERA.  
Phys. Lett. B314 (1993) 436 und DESY 93-100

The H1 Detector at HERA.  
DESY 93-103

Measurement of the Proton Structure Function  $F_2(x, Q^2)$  in the Low  $x$  Region at HERA.  
Nucl. Phys. B407 (1993) 515 und DESY 93-117

A Measurement of Multi-Jet Rates in Deep-Inelastic Scattering at HERA.  
DESY 93-137

Scaling Violations of the Proton Structure Function  $F_2$  at Small  $x$ .  
DESY 93-146

H1 CALORIMETER GROUP

Results from Pion Calibration Runs for the H1 Liquid Argon Calorimeter and Comparisons with Simulations.  
Nucl. Instrum. Methods A336 (1993) 499 und DESY 93-047

The H1 Liquid Argon Calorimeter System.  
Nucl. Instrum. Methods A336 (1993) 460 und DESY 93-078

R. APPUHN, T. DECKERS, H. KOLANOSKI, A. LINDNER, S. SPIELMANN, A. WALTHER, D. WEGENER, F. BRASSE, V. KORBEL, K. MEIER, S. VALKAR  
Electromagnetic Calorimetry with Lead Fluoride Crystals.  
DESY 93-143

S.P. BARANOV, H. JUNG  
Double  $J/\psi$  Production: A Probe of Gluon Polarization?  
DESY 93-048

V. BOUDRY, Y. SIROIS  
 $e/\pi$  Separation.  
DESY 93-185

M. ERDMANN, H. KUESTER, S. LEVONIAN, Y. SIROIS, C. VALLEE  
New Results from the H1 Experiment at HERA on Photoproduction, Deep Inelastic Scattering and Searches for New Particles.  
DESY 93-077

J. JANOTH, A. LINDNER, A. WALTHER, D. WEGENER, R.D. APPUHN, V. KORBEL  
Response of Mesh-Type Photomultiplier Tubes in Strong Magnetic Fields.  
DESY 93-119

H. JUNG, C. GREUB, D. WYLER  
Relativistic Corrections to Photoproduction of  $J/\psi$ .  
DESY 93-072, ZÜ-TH 12/93

A. DE ROECK, M. KLEIN  
First Measurements at HERA of Deep Inelastic Scattering at Low  $x$ .  
DESY 93-014

#### Veröffentlichte Vorträge

W. BARTEL  
 $\sigma_{\text{tot}}$ ,  $\gamma$ -p and Diffractive Processes in Photoproduction and Deep Inelastic Scattering.  
Proc. of the Int. Europhysics Conf. on High Energy Physics, Marseille/F (1993)

The Physics Program at HERA.  
Proc. of the Conf. on Particle Physics and Astrophysics, Hanoi/V (1993)

C. BERGER  
First Results from the H1 Experiment at DESY.  
Proc. of Les Rencontres de Physique de la Vallée d'Aoste, La Thuile/I (1993) und PITHA 93/24

G. BERNARDI  
Measurement of  $F_2$  Proton at Low  $x$ .  
Proc. of the Int. Europhysics Conf. on High Energy Physics, Marseille/F (1993)

M. BESANCON  
H1 Results for Structure Functions at Small  $x$ .  
Proc. of the Int. Conf. on Elastic and Diffractive Scattering (Vth Blois Workshop), Providence/USA (1993)

K. BORRAS  
The H1 Liquid Argon Calorimeter: Performance and First Experience.  
Proc. of the Int. Europhysics Conf. on High Energy Physics, Marseille/F (1993)

M. COLOMBO  
Hard Scattering in Photoproduction.  
Proc. of Hadron '93, Como/I (1993)

J. DANTON  
Results from the H1 Experiment at HERA.  
Proc. of the Int. Sympos. on Lepton and Photon Interactions (Lepton-Photon '93), Ithaca/USA (1993)

S. EGLI  
Photoproduction at HERA.  
Proc. of the XIIIth Int. Conf. on Physics in Collision, Heidelberg/D (1993)

E. ELSSEN  
Neutral Currents in ep Collisions at HERA.  
Proc. of the Int. Conf. on Neutral Currents: Twenty Years Later, Paris/F (1993)

Experience at HERA with H1.  
Int. Workshop on Physics at HERA with Internal Targets, Hamburg/D (1993)

M. ERDMANN  
Momentum Distribution of Partons from Resolved Photons.  
Proc. of the XXVIIIth Rencontre de Moriond, QCD and High Energy Hadronic Interactions, Les Arcs/F (1993)

J. FELTESSE  
Physics at HERA: Present Status and Future Prospects.  
Proc. of the Conf. on Highlights of Particle and Condensed Matter Physics (Salam-Fest), Trieste/I (1993)

M. FORBUSH  
H1 Results from HERA.  
Proc. of the Aspen Winter Conference on Part. Phys. from Supercolliders to the Planck Scale, Aspen/USA (1993)

J. GAYLER  
Photoproduction and Hadronic Final States at HERA.  
Proc. of the DESY Theory Workshop: Quantum Chromodynamics, Hamburg/D (1993)

G. GRINDHAMMER  
 $F_2$  and the Hadronic Final State in Deep Inelastic Scattering.  
Proc. of the IXth Topical Workshop on Proton-Antiproton Collider Physics, Tsukuba/J (1993)

L. JOENSSON  
First Measurement of the Proton Structure Function  $F_2$  at HERA.  
Proc. of the Xth Int. Conf. on Ultra-Relativistic Nucleus-Nucleus Collisions: Quark Matter '93, Borlänge/S (1993)

C. KIESLING  
Results from the H1 Experiment at HERA.  
Proc. of the XXIst Ann. SLAC Summer Inst. on Particle Physics: Spin Structure in High Energy Processes, Stanford/USA (1993)

G. KNIES  
News from H1 on Photoproduction at HERA.  
Proc. of the Workshop on HERA: The New Frontier for QCD, Durham/UK (1993)

M. KRASNY

Experimental Control of Radiative Corrections at HERA.  
Proc. of the Workshop on HERA: The New Frontier for QCD, Durham/UK (1993)

H1 Results.

Proc. of the XXIst Int. Meeting on Fund. Phys.: Physics at HERA, Madrid/E (1993)

Results from the H1 Experiment at HERA.

Proc. of Hadron '93, Como/I (1993)

H. KÜSTER

Jets in DIS at HERA.

Proc. of the XXVIIIth Rencontre de Moriond, QCD and High Energy Hadronic Interactions, Les Arcs/F (1993)

J.F. LAPORTE

H1 Results on  $F_2$  and Diffractive Events in DIS.

Proc. of the XXIIIrd Int. Symp. on Ultra-High Energy Multiparticle Phenomena, Aspen/USA (1993)

S. LEVONIAN

Low and Medium  $p_t$  Photoproduction at H1.

Proc. of the XXVIIIth Rencontre de Moriond, QCD and High Energy Hadronic Interactions, Les Arcs/F (1993)

N. MAGNUSSEN

Photoproduction Results from H1 at HERA.

Proc. of the Int. Conf. on Elastic and Diffractive Scattering (Vth Blois Workshop), Providence/USA (1993)

R. MARSHALL

The New Physics from HERA.

Proc. of the Int. Conf. on Nuclear and Particle Physics, Glasgow/UK (1993)

T. NAUMANN

Measurement of  $F_2$  from H1 at HERA.

Proc. of the XIIIth Int. Conf. on Particles and Nuclei (PANIC '93), Perugia/I (1993)

H.K. NGUYEN

Recent Results on Proton and Photon Structure at HERA.

Proc. of the Conf. on Particle Physics and Astrophysics, Hanoi/V (1993)

F. RAUPACH

Search for New Particles at HERA with the H1 Detector.

Proc. of the Int. Europhysics Conf. on High Energy Physics, Marseille/F (1993)

A. DE ROECK

Deep Inelastic Scattering at Low  $x$ , Results from the H1 Experiment.

Proc. of the Workshop on HERA: The New Frontier for QCD, Durham/UK (1993) und DESY 93-087

Results from HERA: H1.

Proc. of the International Europhysics Conference on High Energy Physics, Marseille/F (1993)

A. ROSTOVITSEV

Recent Results on Hard Photoproduction at HERA.

Proc. of the Int. Europhysics Conf. on High Energy Physics, Marseille/F (1993)

V. SHEKELYAN

Simulation and Reconstruction in the H1 Calorimetry.

Proc. of the Int. Conf. on Monte Carlo Simulation in High Energy and Nucl. Phys. (MC '93), Tallahassee/USA (1993)

Y. SIROIS

Search for New Particles in H1 at HERA.

Proc. of the XXVIIIth Rencontre de Moriond, Electroweak Interactions and Unified Theories, Les Arcs/F (1993)

C. VALLEE

First Measurement of  $F_2(x, Q^2)$  at HERA.

Proc. of the XXVIIIth Rencontre de Moriond, QCD and High Energy Hadronic Interactions, Les Arcs/F (1993)

### Vorträge

#### DPG Frühjahrstagung Teilchenphysik, Mainz/D (1993)

K. BEIGLBÖCK

Simulation des Z-Triggers für das H1-Experiment bei HERA.

L. BÜNGENER

Interkalibration des Tailcatcher-Kalorimeters des H1-Detektors.

M. COLOMBO

Harte Streuprozesse in der Photoproduktion am HERA Speicherring.

T. DECKERS

Testmessungen an einem Kalorimetermodul aus  $PbF_2$ -Kristallen.

O. DÜNGER

Messung von Zwei-Photon-erzeugten Myon-Paaren im H1-Detektor und Simulation.

M. EBERLE

Schnelle Ausleselektronik für siliziuminstrumentierte Kalorimeter und Preshower-Detektoren.

K. FLAMM

Messung von Strahluntergrund an HERA mit der H1-Vetowand.

M. FLEISCHER

Untersuchung radiativer Prozesse in der tiefinelastischen  $e p$ -Streuung mit dem H1-Detektor bei HERA.

A. GELLRICH

Nachweis von Charm-Quarks in  $e p$ -Kollisionen bei HERA mit dem H1-Detektor.

J. HAACK

Kalibration der zylindrischen Driftkammer (COZ) des HERA Experimentes H1.

M. HAMPEL

MC-Untersuchungen zur tiefinelastischen  $e p$ -Streuung bei HERA.

- M. HAPKE  
Messung elektroschwacher Parameter bei H1.
- R. HERMA  
Untersuchungen zur Photoproduktion am e-p-Speicherring HERA.
- H. HUFNAGEL  
Untersuchungen von 2-Jetereignissen in  $\gamma$ -p Wechselwirkungen bei HERA.
- G. IHORST  
Suche nach  $J/\psi$  Events im H1-Detektor.
- H. ITTERBECK  
Bestimmung der Effektivität des H1-Myonsystems.
- K. JOHANNSEN  
Analyse von  $c\bar{c}$ -Ereignissen in e-p-Reaktionen mit dem H1-Detektor.
- U. KATHAGE  
Das Streamerrohrsystem im H1-Experiment.
- C. KEUKER  
Alternative Bestimmung der Luminosität bei H1.
- K. KLAUSBERGER  
Der LAr-Kalorimeter-Trigger des H1 Detektors bei HERA.
- M. KLEIN  
Erste Ergebnisse vom Elektron-Proton Speicherring HERA: H1.
- C. KLEINWORT  
Myonidentifikation mit dem instrumentierten Eisen des H1-Detektors.
- T. KÖHLER  
Suche nach angeregten Leptonen mit dem H1-Detektor bei HERA.
- B. KRAMES  
Untersuchungen zur Streamerentladung im 3-komponentigen H1-Streamergas.
- P. LANIUS  
Eigenschaften des hadronischen Endzustandes in der tiefinelastischen e-p-Streuung.
- C. LEVERENZ  
Kalibrationsüberprüfung des H1 Kalorimeters mit Hilfe von Beam-Halo-Myonen.
- C. LEY  
Auf der Suche nach „Charmed“ Teilchen bei H1.
- J. LIPINSKI  
Ladungsüberwachung der Streamerrohrkammern des H1-Detektors.
- T. MERZ  
Messung der Kinematik von tiefinelastischen e-p-Ereignissen hoher Impulsüberträge.
- R. NISIUS  
Jetraten bei Lepton-Nukleon Streuung im H1-Detektor bei HERA.
- E. PEPPEL  
Kalibration des H1-Rückwärtskalorimeters mit Elektronen aus der tiefinelastischen Streuung und Bestimmung des inklusiven Elektronenspektrums.
- S. PRELL  
Z-Kalibration und dE/dx-Kalibration der zentralen Driftkammer bei H1.
- P. RIBARICS  
Neuronaler Netzwerk-Trigger für das H1-Experiment.
- M. RIETZ  
Rekonstruktion von  $D_s^\pm$ -Mesonen mit dem H1-Detektor.
- G. ROBERS  
Studien zur Energierekonstruktion in nichtsensitiven Bereichen des H1-Kalorimeters mit Hilfe von CERN-Daten.
- M. RUFFER  
Das siliziuminstrumentierte Plug-Kalorimeter des H1 Detektors.
- P. SCHLEPER  
Suche nach neuen Teilchen am H1-Experiment bei HERA.
- C. SCHMIDT  
Untersuchung der  $J/\psi$ -Produktion am e-p-Speicherring HERA mit Hilfe des myonischen Zerfallskanals.  
Das digitale Auslesesystem und der Trigger des Streamerrohrsystems von H1.
- R. SELL  
Suche nach  $J/\psi \rightarrow \mu^+\mu^-$ ;  $e^+e^-$ -Ereignissen bei e-p-Streuung.
- U. SIEWERT  
Überwachung des Myonendetektors im H1-Experiment.
- M. STEENBOCK  
Jetanalyse von Photoproduktionsdaten des H1-Experimentes bei HERA.
- U. STÖSSLEIN  
Systematische Untersuchung zur Selektion von tiefinelastischen Ereignissen im H1-Experiment bei HERA.
- P. ÜLKES  
Ein topologischer Trigger für den H1-Detektor.
- A. WEGNER  
Beobachtung von Multijetereignissen in der tiefinelastischen e-p-Streuung mit dem H1 Detektor bei HERA.
- H. WELLISCH  
H1 Ergebnisse zur tiefinelastischen e-p-Streuung.
- N. WULFF  
Tiefinelastische Elektron-Proton-Streuung.
- F. EISELE  
First Measurement of the Soft Parton Distribution in the Proton at HERA and other Highlights.  
CERN Genf/CH (1993)

E. ELSEN

H1-Status 93.  
DESY PRC, Hamburg/D (1993)

J. FERENCZI

H1 Results on Deep Inelastic Scattering.  
DESY Hamburg/D (1993)

C. GRAB

Results from H1.  
DESY Ext. Sci. Policy Committee, Hamburg/D (1993)

M. KLEIN

Status und Ergebnisse von HERA.  
Wiss. Rat, Zeuthen/D (1993)

First Measurement of the Proton Structure Function  $F_2$  with H1.

11th Annual Summer School on QCD Analysis and Phenomenology, Lake Monroe/USA (1993)

C. KLEINWORT

HERA Physik mit dem H1 Detektor – Erste Ergebnisse.  
Univ. Bonn/D (1993)

R. ROOSEN

Results on Photoproduction and Deep Inelastic Scattering.  
XVIth Int. Warsaw Meeting on Elementary Particle Phys., Kazimierz/PL (1993)

#### Dissertationen

U. BRAUN

Untersuchungen zum Nachweis supersymmetrischer Reaktionen bei HERA.  
RWTH Aachen/D (1993)  
PITHA-93-09

F. CHARLES

Première mesure de la fonction de structure  $F_2$  du proton dans l'expérience H1 sur le collisionneur HERA.  
Univ. Paris VI/F (1993)

S. EICHENBERGER

A Fast Pipelined Trigger for the H1 Experiment at HERA Based on Multiwire Proportional Chamber Signals.  
Univ. Zürich/CH (1993)

D. HANDSCHUH

Studien zum protoninduzierten Untergrund am H1 Detektor und Entwicklung von Filteralgorithmen zu dessen Unterdrückung.  
Univ. Hamburg/D (1993)  
DESY FH1T-93-03

P. HARTZ

Kalibration eines Blei-Flüssigargon-Kalorimeters mit Elektronen für das H1-Experiment.  
Univ. Dortmund/D (1993)

W. HILDESHEIM

Introduction d'une nouvelle méthode de simulation des calorimètres. Application à l'étude de la mesurabilité de la fonction de structure  $F_2$ .  
Univ. Paris VI/F (1993)

P. HUET

A VMEbus-Based Data Acquisition System for the Multiwire Proportional Chambers of the H1 Detector at the HERA Collider.  
Univ. Brüssel/B (1993)

T. KURCA

The H1 Trigger for Neutral Current Deep Inelastic Scattering Events at Low  $Q^2$ .  
Univ. Hamburg/D (1993)

W. PILGRAM

Elektronenidentifikation mittels Übergangsstrahlung im H1-Detektor.  
RWTH Aachen/D (1993)

M. RUFFER

Implementierung des Si-instrumentierten PLUG-Kalorimeters in den H1-Detektor.  
Univ. Hamburg/D (1993)  
DESY FH1K-93-01

C. SCHMIDT

Untersuchung der Photoproduktion von  $J/\psi$ -Mesonen durch Myonennachweis am ep-Speicherring HERA.  
Univ. Hamburg/D (1993)  
DESY F11/22-93-01

#### Diplomarbeiten

P. VAN ESCH

Fotoproduktie contaminatie in diepinelastische ep verstrooiing waargenomen in het H1 HERA experiment.  
Univ. Brüssel/B (1993)

R. ETIENNE

Verhalten von Kammergasen in geschlossenen Gaskreisläufen mit Reinigern und Alkoholbeimischungsanlage.  
RWTH Aachen/D (1993)  
PITHA-93-34

M. HAMPEL

Monte-Carlo-Untersuchungen zur tiefinelastischen Elektronenstreuung.  
RWTH Aachen/D (1993)  
PITHA-93-16

G. IHORST

Trigger- und Datenanalyse von  $J/\psi \rightarrow e^+e^-$ -Ereignissen im H1-Detektor bei HERA.  
RWTH Aachen/D (1993)

H. ITTERBECK

Untersuchungen am Myonsystem des H1-Detektors.  
RWTH Aachen/D (1993)

P. OSEL

Untersuchungen mit der Protonen-Mikrosonde an Silizium-Oberflächensperrschichtdetektoren.  
Univ. Hamburg/D (1993)

A. PANITCH

Réconstruction du vertex d'interaction dans l'expérience li: à HERA.  
Univ. Brüssel/B (1993)

G. ROBERS

Studien zur Energiekonstruktion in nichtsensitiven Bereichen des H1 Flüssig-Argon-Kalorimeters.  
RWTH Aachen/D

A. SCHÖNING

Photonabstrahlung in tiefinelastischer Elektron-Proton-Streuung bei H1.  
Univ. Hamburg/D (1993)

L. SIMON

Etude de la rapidité des hadrons dans les interactions profondément inélastiques ep à HERA.  
Univ. Brüssel/B (1993)

M. STRAHM

Untersuchung von Fragmentationseffekten bei  $\psi$ -Ereignissen.  
Univ. Hamburg/D (1993)  
DESY H1-01/93-265

P. ÜLKES

Ein topologischer Trigger für den H1 Detektor.  
RWTH Aachen/D (1993)  
PITHA-93-21

#### Interner Bericht

H1 KOLLABORATION

Technical Proposal to Upgrade the Backward Scattering Region of the H1 Detector.

#### ZEUS

##### Veröffentlichungen

ZEUS KOLLABORATION, M.DERRICK et al.

Initial Study of Deep Inelastic Scattering with ZEUS at HERA.  
Phys. Lett. B303 (1993) 183 und DESY 92-180

Search for Leptoquarks with the ZEUS Detector.  
Phys. Lett. B306 (1993) 173 und DESY 93-017

Observation of Two-Jet Production in Deep Inelastic Scattering at HERA.  
Phys. Lett. B306 (1993) 158 und DESY 93-030

Hadronic Energy Distributions in Deep-Inelastic Electron-Proton Scattering.

Z. Phys. C59 (1993) 231 und DESY 93-068

Search for Excited Electrons Using the ZEUS Detector.

Phys. Lett. B316 (1993) 207 und DESY 93-075

Observation of Events with a Large Rapidity Gap in Deep Inelastic Scattering at HERA.

Phys. Lett. B315 (1993) 481 und DESY 93-093

Measurement of the Proton Structure Function  $F_2$  in ep Scattering at HERA.

Phys. Lett. B316 (1993) 412 und DESY 93-110

Observation of Direct Processes in Photoproduction at HERA.

Phys. Lett. B322 (1994) 287 und DESY 93-151

U. BEHRENS, M. FLASINSKI, L. HAGGE

ZEXP – Expert System for ZEUS.  
DESY 92-141

U. BEHRENS, L. HAGGE, W. VOGEL

The Eventbuilder of the ZEUS Experiment.  
Nucl. Instrum. Methods A332 (1993) 253

EMC COLLABORATION, J.ASHMAN et al.

A Measurement of the Ratio of the Nucleon Structure Function in Copper and Deuterium.  
Z. Phys. C57 (1993) 211

B. GUTJAHR

Design, Construction and Test Results of the ZEUS Forward Tracking Detector.  
DESY 93-176

U. HOLM et al.

Influence of UV Absorbants on Radiation Stability of Wavelength Shifters.  
Radiat. Phys. Chem. 41 (1993) 173

D. HORSTMANN, U. HOLM

Fluorescence Quenching of Plastic Scintillators in Oxygen.  
Radiat. Phys. Chem. 41 (1993) 395

NMC COLLABORATION, P. AMAUDRUZ et al.

Measurement of  $R(d) - R(p)$  and  $R(Ca) - R(C)$  in Deep Inelastic Muon Scattering.  
Phys. Lett. B294 (1992) 120

NMC COLLABORATION, M. ARNEODO et al.

Quark and Gluon Distributions and  $\alpha_s$  from Nucleon Structure Functions at Low  $x$ .  
Phys. Lett. B309 (1993) 222

A Re-evaluation of  $F_2^D/F_2^P$  and  $F_2^D - F_2^P$ .

CERN-PPE/93-117

U. SCHNEEKLOTH et al.

Design, Reconstruction and Test Results of the ZEUS Forward Tracking Detector.  
DESY 93-176

SLD COLLABORATION, K. ABE et al.  
Measurement of the Charged Multiplicity of  $Z^0 \rightarrow b\bar{b}$  Events.  
SLAC-PUB-6372 (1993)

A Measurement of  $\Gamma(Z^0 b\bar{b})/\Gamma(Z^0 \rightarrow b\bar{b})$ .  
SLAC-PUB-6292 (1993)

A Measurement of  $\alpha_s$  from Jet Rates at the  $Z^0$  Resonance.  
SLAC-PUB-6133 (1993)

First Measurement of the Left-Right Cross-Section Asymmetry in Z Boson Production by  $e^+e^-$  Collisions.  
SLAC-PUB-6030 (1993)

SLD COLLABORATION, P.N. BURROWS et al.  
Studies of QCD B Physics and Jet Handedness at SLD.  
SLAC-PUB-6225 (1993)

SLD Collaboration, R.D. ELIA et al.  
First Measurement of the Left-Right Asymmetry in Z Boson Production.  
SLAC-PUB-6169 (1993)

SLD COLLABORATION, H. MASUDA et al.  
A Study of Jet Handedness at the  $Z^0$  Resonance.  
SLAC-PUB-6362 (1993)

SLD COLLABORATION, M. PICCOLO et al.  
SLD Results from the Study of Polarized  $Z^0$  Produced at the SLC at the  $Z^0$  Resonance.  
SLAC-PUB-6285 (1993)

B. POVH, K. RITH, C. SCHOLZ, F. ZETSCHKE  
Teilchen und Kerne: Eine Einführung in die physikalischen Konzepte.  
Springer Berlin/D (1993)

#### Veröffentlichte Vorträge

G. ANTON et al.  
Hadronization in Nuclear Matter  
Proc. of the Workshop on Electron Facility of Europe (ELFE), Mainz/D (1992) und IPNO-DRE 93-17

U. BEHRENS, M. FLASINSKI, L. HAGGE, K. OHRENBURG  
ZEX – An Expert System for ZEUS.  
Proc. of the VIIIth Conf. on Real-Time Computer Appl. in Nucl., Part. and Plasma Phys., Vancouver/CND (1993)

Proc. of the IIIrd Int. Workshop on Software Engineering, Artificial Intelligence and Expert Systems for High Energy and Nuclear Physics, Oberammergau/D (1993)

U. BEHRENS, L. HAGGE, W. VOGEL  
The ZEUS Eventbuilder: Experience with a Distributed Real-Time Parallel Transputer System.  
Proc. of the VIIIth Conf. on Real-Time Computer Appl. in Nucl., Part. and Plasma Phys., Vancouver/CND (1993)

W. BUSJAN et al.  
Radiation Damage of Wave-Length Shifters.  
Proc. of the IIIrd Int. Conf. on Adv. Technol. and Part. Phys., Como/I (1992) (Nucl. Phys. B, Proc. Suppl. 32)

R. KLANNER  
Results from ZEUS at HERA.  
Proc. of the Int. Europhys. Conf. on High Energy Physics, Marseille/F (1993) und DESY 93-158

U. KÖTZ  
Running Experience with the ZEUS High Resolution Calorimeter.  
Proc. of the IVth Int. Conf. on Calorimetry in High Energy Physics, Elba/I (1993)

N.A. PAVEL  
New Results from ZEUS on e-p Collisions at HERA.  
Proc. of the Int. Conf. on Hadron Structure '93, Banska Stiavnica/Slovakia (1993) und DESY 93-160

G. WOLF  
First Results from HERA.  
Proc. of the XXXIIInd Internationale Universitätswochen, Schladming/A (1993)

HERA Physics.  
Proc. of the XLIInd Scottish Univ. Summer School in Physics, St. Andrews/UK (1993) und DESY 94-022

#### Vorträge

**DPG Frühjahrstagung Teilchenphysik, Mainz/D (1993)**

U. BEHRENS  
Der Eventbuilder des ZEUS-Experiments.

C. COLDEWEY  
Bau der ZEUS Analogpipeline in strahlenharter CMOS Technologie.

J. CRITTENDEN  
Erste Ergebnisse vom Elektron-Proton-Speicherring HERA.

A. DANNEMANN  
Dosisleistungseffekte in Wellenlängenschiebermaterialien des ZEUS-Kalorimeters.

O. DEPPE  
Energieflußverteilungen von Hadronen in der tiefinelastischen e-p Streuung bei HERA.

K. DESCH  
Beobachtung harter Photoproduktion mit dem ZEUS-Detektor.

T. DOEKER  
Identifikation von gestreuten Elektronen mit dem ZEUS Kalorimeter.

A. FREIDHOF

Trennung von  $e^-$ - und Untergründereignissen durch die Zeitmessung des ZEUS Kalorimeters.

A. FÜRTJES

Überprüfung der Eichung des ZEUS-Kalorimeters mit Myonen und Erstes Studium von tief inelastischer Streuung mit Hilfe des ZEUS-Detektors bei HERA.

P. GÖTTLICHER

Hadron-Elektron-Identifizierung mit Si-Dioden im ZEUS-Kalorimeter.

L. HAGGE

ZEX: Ein Expertensystem für ZEUS.

T. JANKE

Meßwerterfassung und Datenaufbereitung mit digitalen Signalprozessoren.

J. MAINUSCH

Messung des totalen Photon-Proton-Wirkungsquerschnitts mit dem ZEUS-Detektor.

J. MOLLEN

Spurrekonstruktion in den Planaren Driftkammern des ZEUS-Detektors.

K. OHRENBERG

ZEX-P: Prototyp eines Expertensystems für ZEUS.

A. SIMON

Messungen der Stabilität des ZEUS Vorwärts- und Rückwärtskalorimeters mit Hilfe eines LED-Systems.

R. SCHATTEVOY

Die erste Triggerstufe des ZEUS-Detektors.

I. SCHATZ

Untersuchungen mit radioaktiven Präparaten zum Verhalten der optischen Komponenten des ZEUS-Kalorimeters.

J. SCHRÖDER

Suche nach neuen Teilchen bei HERA mit dem ZEUS-Detektor.

G. THEISEN

Vergleich von Teststrahlendaten mit Monte Carlo-Ergebnissen zum Verhalten hadronischer Reaktionen im ZEUS-Urkanalorimeter.

D. WESTPHAL

Polarisationsmessungen am HERA Elektronenstrahl.

F. ZETSCHKE

Datenrekonstruktion beim ZEUS-Experiment.

L.A.T. BAUERDICK

Measurement of  $F_2$  in Deep Inelastic Scattering with ZEUS at HERA and Observation of Diffraction-like Events. Hadron '93, Como/I (1993)

Results on Deep Inelastic Scattering with ZEUS at HERA. IInd Annual Summer School on QCD Analysis and Phenomenology, Lake Monroe/USA (1993)

U. HOLM

Dose Rate Investigations of Scintillator and Wavelength Shifter.

IVth Int. Conf. on Calorimetry in High Energy Physics, Elba/I (1993)

R. KLANNER

Teilchendetektoren – Grundlagen und einige neue Entwicklungen.

Herbstschule Maria Laach/D (1993)

N.A. PAVEL

Hadronization in Nuclear Matter

Int. Workshop on Physics at HERA with Internal Targets, Hamburg/D (1993)

Physics with Tagged Structure Function.

VIIIth Miniconf. on Correlations in Hadronic Systems, Amsterdam/NL (1993)

S. SACK

Ein on-line  $^{14}\text{CO}_2$ -Atemgasdetektor zur Diagnose und Therapiekontrolle von *Helicobacter pylori*-Infektionen.

XXIV. Wiss. Tagung der Dt. Ges. für Med. Physik, Erlangen/D (1993)

S. SCHLENSTEDT

ZEUS Results on DIS and Exotics.

XXVIIIth Rencontre de Moriond, Les Arcs/F (1993)

G. WOLF

Experimental Program of DESY.

Japan Phys. Soc., Sendai/J (1993)

Tiefunelastische Streuung und Harte Photoproduktion mit ZEUS bei HERA.

Kolloquiumsvortrag, Freiburg/D (1993)

Hard Scattering at HERA – Results from ZEUS.

Frascati/I (1993)

#### Dissertationen

A. FÜRTJES

Kalibration des ZEUS Vorwärts- und Rückwärtskalorimeters mit Myonen.

Univ. Hamburg/D (1993)

DESY F35D-93-03

B. GUTJAHR

Entwicklung, Bau und Test der planaren Vorwärtsdriftkammern des ZEUS-Innendetektors sowie Untersuchungen zur optimalen Signalverarbeitung.

Univ. Bonn/D (1993)

BONN-IR-93-17

M. MOMAYEZI

Characteristics and Tolerance to Radiation of the Silicon Detectors used in the Hadron Electron Separator of ZEUS.

Univ. Hamburg/D (1993)

**Diplomarbeiten**

B. BÖHNERT

Untersuchung des Antwortverhaltens der optischen Komponenten des ZEUS-Kalorimeters bei Bestrahlung durch ein  $^{60}\text{Co}$ -Präparat mit Hilfe eines Blei-Szintillator-Kalorimeters.  
Univ. Hamburg/D (1993)

K. OHRENBERG

Entwicklung des Prototypen des Echtzeit-Expertensystems zur Diagnose von Fehlern in der ZEUS-Datennahme.  
Univ. Hamburg/D (1993)  
DESY F35D-93-05

S. SACK

Entwicklung und Optimierung eines  $^{14}\text{CO}_2$  Atemgasdetektors zum nichtinvasiven Nachweis von *Helicobacter pylori*.  
Univ. Hamburg/D (1993)

D. WESTPHAL

Polarisationsmessungen im HERA Elektronenstrahl.  
Univ. Hamburg/D (1993)  
DESY F35D-93-04

**HERMES**

---

**Veröffentlichungen**

High Spin Polarisation at the HERA Electron Storage Ring.  
DESY 93-038, zur Veröffentl. in Nucl. Instrum. Methods

J. STENGER, E. STEFFENS, K. ZAPFE

A Compact Polarization Monitor for Thermal Beams of Polarized Hydrogen.  
Nucl. Instrum Methods A330 (1993) 21

F. RATHMANN, C. MONTAG, D. FICK, J. TONHÄUSER, W. BRÜCKNER, H.-G. GAUL, M. GRIESER, B. POVH, M. RALL, E. STEFFENS, F. STOCK, K. ZAPFE, B. BRAUN, G. GRAW, W. HAEBERLI

A New Method to Polarize Protons in a Storage Ring and Implications to Polarize Antiprotons.  
Phys. Rev. Lett. 71 (1993) 1379

**Veröffentlichte Vorträge**

M. DÜREN

Measurement of Electron Spin Polarization at HERA.  
Proc. of the Winter Institute on Collider Physics, Lake Louise/CND (1993)

Large Electron Spin Polarization in Storage Rings.

Proc. of the XIIIth Int. Conf. on Particles and Nuclei (PANIC '93), Perugia/I (1993)

L.G. GREENIAUS

Measurement of Nucleon Spin Structure Functions: The HERMES Experiment.  
Proc. of the Winter Institute on Collider Physics, Lake Louise/CND (1993)

R. MILNER

Measurement of the Spin Structure of the Nucleon at HERA.  
Proc. of the BNL Workshop on Future Directions in Spin Physics, Upton/USA (1993)

Polarized  $^3\text{He}$  Internal Gas Targets.

Proc. of the Workshop on Polarized Ion Sources and Polarized Gas Targets, Madison/USA (1993)

K. ZAPFE

Test of a High-Density Polarized Hydrogen Gas Target Storage Cell and Spin Filter for Stored Ion Beams.  
Proc. of the Workshop on Polarized Ion Sources and Polarized Gas Targets, Madison/USA (1993)

An Internal High-Density Storage Cell Target for Polarized Hydrogen.

Proc. of the CVth Heraeus Seminar on Hadronic Processes at Small Angles in Storage Rings, Bad Honnef/D (1993)

F. ZETSCHKE, W. BRÜCKNER, M. DÜREN

Online Optimization of Electron Spin Polarization at HERA.

Proc. of the Conf. on Real-Time Computer Applications in Nucl., Part. and Plasma Phys., Vancouver/CND (1993)

**Vorträge**

J. v.d. BRAND

Electroproduction from Few Body Systems.  
Int. Workshop on Physics at HERA with Internal Targets, Hamburg/D (1993)

M. DÜREN

The HERMES Experiment.  
Int. Workshop on Physics at HERA with Internal Targets, Hamburg/D (1993)

M. KUECKES

Transition Radiation Detectors at HERA.  
Alberta Univ. Edmonton/CND (1993)

C.A. MILLER

HERMES: A Precise Experiment for Nucleon Spin Structure.  
Canad. Assoc. of Physicists Congress, Simon Fraser Univ. Burnaby/CND (1993)

W.D. NOWAK

Single Spin Asymmetries in pp Scattering at HERA Energies.  
Int. Workshop on Physics at HERA with Internal Targets, Hamburg/D (1993)

HERMES Physics Goals Compared to Recent Results of DIS Spin Experiments.

Workshop on Radiative Corrections Relevant for the HERMES Experiment, Zeuthen/D (1993)

B. POVH

Semiinclusive (e, e' pion) Reaction.

Int. Workshop on Physics at HERA with Internal Targets, Hamburg/D (1993)

K. RITH

Spin Structure of the Nucleon.

Workshop on Electron Nucleus Scattering, Elba/I (1993)

G. v.d. STEENHOVEN

Semi-Inclusive Reactions from Nuclei.

Int. Workshop on Physics at HERA with Internal Targets, Hamburg/D (1993)

A.J. TRUDEL

The HERMES Transition Radiation Detector.

Int. Workshop on Physics at HERA with Internal Targets, Hamburg/D (1993)

Prototyping of the HERMES Transition Radiation Detector.

Can. Inst. Part. Phys. Annual Meeting, Simon Fraser Univ., Burnaby/CND (1993)

In-Beam Tests of a Prototype Transition Radiation Detector for HERMES.

West. Reg. Nucl. Phys. Conf., Lake Louise/CND (1993)

M.C. VETTERLI

The Spin Structure of the Nucleon.

Kolloquiumsvorträge,  
Simon Fraser Univ. Burnaby/CND (1993)

Carleton Univ. Ottawa/CND (1993)

Univ. Münster/D (1993)

Triggering and Data Acquisition for HERMES.

Int. Workshop on Physics at HERA with Internal Targets, Hamburg/D (1993)

Deep Inelastic Lepton Scattering.

Lectures, Vth Annual TRIUMF Summer Institute, Vancouver/CND (1993)

Status of the HERMES Experiment.

XIIIth Int. Conf. on Particles and Nuclei (PANIC '93), Perugia/I (1993)

K. ZAPFE

Ein polarisiertes Wasserstofftarget hoher Flächendichte für Speicherringe.

DPG Frühjahrstagung Kernphysik, Mainz/D (1993)

#### Staatsexamensarbeit

A. SCHNEIDER

Untersuchung eines Dissoziators für Wasserstoff.

Univ. München/D (1993)

## ARGUS

### Veröffentlichungen

ARGUS-KOLLABORATION, H. ALBRECHT et al.

Investigation of the Decays  $\bar{B}^0 \rightarrow D^{*+}\ell^-\bar{\nu}$  and  $\bar{B} \rightarrow D^{*+}\ell^-\bar{\nu}$ .

Z. Phys. C57 (1993) 533

Analysis of the Decay  $\tau^- \rightarrow \pi^-\pi^-\pi^+\nu_\tau$  and Determination of the  $a_1(1260)$  Resonance Parameters.

Z. Phys. C58 (1993) 61

Inclusive Production of Charged Pions, Kaons and Protons in  $\Upsilon(4S)$  Decays.

Z. Phys. C58 (1993) 191

Inclusive Production of  $\eta'(958)$  and  $f_0(975)$  Mesons in the  $\Upsilon$  Energy Region.

Z. Phys. C58 (1993) 199

Observation of  $\Xi_c^0$  Semileptonic Decay.

Phys. Lett. B303 (1993) 368

A Partial Wave Analysis of the Decay  $D^0 \rightarrow K_s^0\pi^+\pi^-$ .

Phys. Lett. B308 (1993) 435 und DESY 93-003

Search for Rare B Meson Decays into  $D_s^+$  Mesons.

Z. Phys. C60 (1993) 11 und DESY 93-054

A Determination of Two Michel Parameters in Purely Leptonic Tau Decays.

Phys. Lett. B316 (1993) 608 und DESY 93-108

Observation of a New Charmed Baryon.

Phys. Lett. B317 (1993) 227 und DESY 93-101

A Model-Independent Determination of the Inclusive Semileptonic Decay Fraction of B Mesons.

Phys. Lett. B318 (1993) 397 und DESY 93-104

Kaons in Flavour Tagged B Decays.

DESY 93-052, zur Veröffentl. in Z. Phys. C

Inclusive Production of  $K^*(892)$ ,  $\rho^0(770)$ , and  $\omega(783)$  Mesons in the  $\Upsilon$  Energy Region.

DESY 93-084, zur Veröffentl. in Z. Phys. C

A Study of  $\bar{B}^0 \rightarrow D^{*+}\ell^-\bar{\nu}$  and  $B^0\bar{B}^0$  Mixing Using Partial  $D^{*+}$  Reconstruction.

DESY 93-149, zur Veröffentl. in Phys. Lett. B

An Experiment to Study CP Violation in the B System Using an Internal Target at the HERA Proton Ring.

Progress Report DESY-PRC 93/04 (1993)

M. SCHMIDTLER

A Convenient Parametrization of the General Matrix Element of Leptonic Tau Decays.

IEKP-KA/93-14

H. SCHRÖDER

Recent Results from ARGUS.

Mod. Phys. Lett. A8 (1993) 573

H. THURN, H. KOLANOSKI

A Test of the Lorentz Structure of Semi-Hadronic Tau Decays.

Z. Phys. C60 (1993) 277 und DESY 93-056

**Veröffentlichte Vorträge**

M. DANILOV

Recent Tau Lepton and Charm Results from ARGUS and CLEO.

Proc. of Les Rencontres de Physique de la Vallée d'Aoste, La Thuile/I (1993)

B Physics.

Proc. of the Int. Europhysics Conf. on High Energy Physics, Marseille/F (1993)

YU. GERSHTEIN

Study of B Meson Semileptonic Decays.

Proc. of the Vth Int. Sympos. on Heavy Flavor Physics, Montreal/CND (1993)

C. HAST

Measurement of  $\text{Br}(\tau \rightarrow \ell\nu\nu)$  and Test of the V - A Structure of the Weak Current.

Proc. of the Int. Europhysics Conf. on High Energy Physics, Marseille/F (1993)

M. JOSWIG, H. KOLANOSKI, S. KUBLUN, H. THURN, D. WEGENER, S. WESTERHOFF

Application of Neural Networks in the ARGUS Experiment for the Analysis of B- and Tau-Physics.

Proc. of the IIIrd Int. Workshop on Software Engineering, Artificial Intelligence and Expert Systems for High Energy and Nuclear Physics, Oberammergau/D (1993)

H. KAPITZA

B Physics Results from ARGUS.

ARGUS Results on Quark and Gluon Fragmentation.

Proc. of the Int. Europhysics Conf. on High Energy Physics, Marseille/F (1993)

H. KOLANOSKI

Hadronic Tau Decays.

Proc. of the Vth Int. Sympos. on Heavy Flavor Physics, Montreal/CND (1993)

P. W. KRIEGER

Analysis of the Decay  $B^- \rightarrow D_1^0 \pi^-$ .

Proc. of the Vth Int. Sympos. on Heavy Flavor Physics, Montreal/CND (1993)

E. KRIŽIČIĆ

Recent Two-Photon Results from ARGUS.

Proc. of Hadron '93, Como/I (1993)

D. LITVINTSEV

New Results on Charm Production in ARGUS Experiment.

Proc. of the IIrd Biennial Workshop on Nucleon-Antinucleon Physics (NAN), Moskau/Rußland (1993)

R. MANKEL

Recent Results on Tau Physics from ARGUS.

Int. Tau-charm Factory Workshop, Dubna/Rußland (1993)

T. OEST

Semileptonic B Decays.

Proc. of the Adv. Study Conf. on Heavy Flavours, Pavia/I (1993)

M. PAULINI

Recent ARGUS Results on Baryonic B Decays.

Proc. of the XXVIIIth Rencontre de Moriond, Les Arcs/F (1993)

T. PODOBNIK

Resonances Observed in the Reaction  $\gamma\gamma \rightarrow \pi\pi\pi$ .

Proc. of the Int. Europhysics Conf. on High Energy Physics, Marseille/F (1993)

H. SCHRÖDER

Experimental Results on b Quarks.

Proc. of the Conf. on Highlights of Particle and Condensed Matter Physics (Salam-Fest), Trieste/I (1993)

The b Quark.

Proc. of the Summer School, Miraflores/E (1993)

S. SEMENOV

Recent ARGUS Results on Charm Physics.

Proc. of the Int. Europhysics Conf. on High Energy Physics, Marseille/F (1993)

B. SPAAN

Recent ARGUS Results on Tau and Charm Physics.

Proc. of the XXVIIIth Rencontre de Moriond, Les Arcs/F (1993)

J. SPENGLER

New Results from ARGUS.

Proc. of Hadron '93, Como/I (1993)

R. G. VAN DE WATER

ARGUS Results on Charmed Baryon Semileptonic Decays.

Proc. of the Vth Int. Sympos. on Heavy Flavor Physics, Montreal/CND (1993)

D. WEGENER

Measurement of Spin Alignment and Spin Correlations in  $e^+e^- \rightarrow c\bar{c}$ .

Proc. of the XXIIIrd Int. Symp. on Ultra-High Energy Multiparticle Phenomena, Aspen/USA (1993)

## Vorträge

**DPG-Frühjahrstagung Teilchenphysik, Mainz/D (1993)**

M. GEBAUER

Alterungseffekte in Driftkammern unter Strahlungsbelastung.

D. GOLDNER

Untersuchung eines schnellen analogen Speichers mit Hilfe von Driftkammerpulsen.

C. HAST

Seltsame Tau-Zerfälle.

M. IMHOF

Der Vertex-Trigger des ARGUS-Experiments.

H. KOLANOSKI

Schwache Kopplungen des Tau-Leptons und der schweren Quarks.  
Plenarvortrag.

A. ROHDE

Partialwellenanalyse des Zerfalls  $D^0 \rightarrow K_s^0 K^+ K^-$ .

M. SCHIEBER

Verzweungsverhältnisse beim Zerfall des Tau-Leptons in Endzustände mit neutralen Pionen.

M. SCHNEIDER

Untersuchung des Elektron-Impulsspektrums aus semileptonischen B-Meson-Zerfällen.

H. THURN

Test der Lorentz-Struktur der elektro-schwachen Wechselwirkung in semihadronischen Tau-Zerfällen.

P. UTZAT

Suche nach semileptonischen  $\Omega_c$ -Zerfällen in der Elektron-Positron-Vernichtung bei Schwerpunktsenergien um 10.5 GeV.

S. WESTERHOFF

Analyse von Zerfällen des Tau-Leptons mit neuronalen Netzwerken.

P. KRIŽAN

An Experiment to Study CP Violation in the B System.  
FERMILAB Batavia/USA (1993)

A RICH for HERA-B.

Int. Workshop on Phys. at HERA with Internal Targets,  
Hamburg/D (1993)

R. MANKEL

Study of Spin Alignment and Spin Correlations in the Process  $e^+e^- \rightarrow c\bar{c}$ .

DESY Hamburg/D (1993)

S. SEMENOV

Recent ARGUS Results on Heavy Quarks.  
DESY Hamburg/D (1993)

H. SCHRÖDER

The Fifth Quark – B Mesons and their Significance.  
Univ. Ljubljana/Slowenien (1993)Das 5. Quark – B Mesonen und ihre Bedeutung.  
Kolloquiumsvortrag, Univ. Rostock/D (1993)

K. R. SCHUBERT

Parity Violation in  $\tau$  Decays.

SLAC, Stanford/USA (1993)

Caltech, Pasadena/USA (1993)

UC Santa Barbara/USA (1993)

UC San Diego/USA (1993)

Das PEP-II-Projekt am SLAC.

Kolloquiumsvortrag, Univ. Karlsruhe/D (1993)

Paritätsverletzung in  $\tau$ -Zerfällen.

Graduiertenkolleg, Univ. Tübingen/D (1993)

Experimente mit B-Mesonen – ein perspektivenreiches Programm.

Forschungszentrum Rossendorf/D (1993)

J. SPENGLER

Calorimetry and Muon Identification.

Int. Workshop on Physics at HERA with Internal Targets,  
Hamburg/D (1993)Investigation of the Lorentz Structure in  $\tau$  Decays Using the ARGUS Experiment.

Caltech Pasadena/USA (1993)

Cornell Univ. Ithaca/USA (1993)

## Dissertationen

K. EHRET

Untersuchung des Strahlungsuntergrundes im Bereich der Wechselwirkungszone des ARGUS-Detektors am DORIS III-Speicherring.

Univ. Heidelberg/D (1993)

C. HAST

Messung der Verzweungsverhältnisse des Tau-Leptons in Zerfällen mit seltsamen Teilchen.

Univ. Dortmund/D (1993)

P.W. KRIEGER

Observations of  $D_1^0$  Production in B Meson Decays.

Univ. Toronto/CND (1993)

E. KRIŽNIČ

Production of  $\omega\rho^0$ ,  $\rho^0\phi$  and  $\omega\phi$  in Two-Photon Interactions at the ARGUS Spectrometer.

Univ. Ljubljana/Slowenien (1993)

A. LANGE

Messung der Zweiphoton-Kopplung des  $\eta_c$ -Mesons mit dem ARGUS-Detektor.

Univ. Dortmund/D (1993)

T. OEST

Untersuchung semileptonischer  $b \rightarrow c$ - und  $b \rightarrow u$ -Zerfälle und der Produktion geladener Kaonen aus B-Mesonen mit dem ARGUS-Detektor.  
Univ. Hamburg/D (1993)  
DESY F15-93-01

M. PAULINI

Untersuchung der Erzeugung von  $D_s^+$ -Mesonen in Zerfällen der B-Mesonen mit dem ARGUS-Detektor und Bestimmung der schwachen Zerfallskonstante  $f_{D_s}$ .  
Univ. Erlangen/D (1993)  
DESY F15-93-02

D. RESSING

Der Vertex-Trigger im Experiment ARGUS: Analyse und Optimierung seiner Eigenschaften.  
Univ. Karlsruhe/D (1993)  
IEKP-KA/93-17

R. G. VAN DE WATER

A Study of the Semileptonic Decay Properties of Charmed Baryons.  
Univ. Toronto/CND (1993)

#### Diplomarbeiten

K. BUSSE

Die Untersuchung des Zerfalls  $D_s^+ \rightarrow K^0 K^+$ .  
TU Braunschweig/D (1993)  
DESY F15-93-04

M. GEBAUER

Untersuchungen von Alterungserscheinungen in Driftkammern und Strahlungsbelastung für verschiedene Driftgase.  
Univ. Dortmund/D (1993)

D. GOLDNER

Untersuchungen zur Zeit- und Ladungsauflösung an Driftkammerpulsen mit einem schnellen analogen Speicher in VLSI-Technik.  
Univ. Dortmund/D (1993)

R. HOLTZHAUER

Untersuchung der Produktion von  $\Lambda$ -Hyperonen in B-Meson-Zerfällen.  
TU Dresden/D (1993)

M. JOSWIG

Inklusive Selektion von  $\Upsilon(4S)$ -Zerfällen mit Hilfe von neuronalen Netzwerken.  
Univ. Dortmund/D (1993)

A. KHROMOV

Measurement of the Branching Ratio of  $\tau \rightarrow K\nu$  Decay.  
ITEP Moskau/Rußland (1993)

S. KUBLUN

Anwendung eines neuronalen Netzes auf die Bestimmung der Struktur der schwachen Kopplung in semihadronischen Tau-Zerfällen.  
Univ. Dortmund/D (1993)

C. RATZ

Bestimmung der Verzweigungsverhältnisse des geladenen  $D^*(2010)$ -Mesons.  
Univ. Karlsruhe/D (1993)  
IEKP-KA/93-15

A. ROHDE

Partialwellenanalyse des Zerfalls  $D^0 \rightarrow K^+ K^- \bar{K}^0$ .  
Univ. Hamburg/D (1993)  
DESY F15-93-03

M. SCHRAMM

Untersuchung der Produktion von  $K^0$ -Mesonen in B-Meson-Zerfällen.  
TU Dresden/D (1993)

M. SCHUTZ

Untersuchung der Quantenausbeute von mit Tetra-Methyl-Amino-Ethylen (TMAE) beschichteten Cäsiumjodid-Photokathoden.  
Univ. Dortmund/D (1993)

P. UTZAT

Suche nach semileptonischen Zerfällen des Baryons mit Charm und doppelter Strangeness  $\Omega_c$ .  
Univ. Heidelberg/D (1993)

T. WEBER

Aufbau einer Vieldrahtproportionalzählkammer zur Messung von Nachweeffizienzen an verschiedenen Photokathoden.  
Univ. Dortmund/D (1993)

S. WESTERHOFF

Selektion von Zerfällen des Tau-Leptons mit neuronalen Netzwerken.  
Univ. Dortmund/D (1993)

#### HASYLAB

#### Veröffentlichungen, veröffentlichte Vorträge

H.D. ABRUNA, T. GOG, G. MATERLIK, W. UELHOFF  
X-Ray Standing Wave Study of Copper Underpotentially Deposited on Au(100).  
J. Electroanal. Chem. 360 (1993) 315

E.E. ALP, T.M. MOONEY, T. TOELLNER, W. STURHAHN, E. WITHOFF, R. RÖHLSBERGER, E. GERDAU, H. HOMMA, M. KENTJANA  
Time Resolved Nuclear Resonant Scattering from  $^{119}\text{Sn}$  Nuclei Using Synchrotron Radiation.  
Phys. Rev. Lett. 70 (1993) 3351

J. ALS-NIELSEN, D. JACQUEMAIN, K. KJÆR, M. LAHAV, F. LEVEILLER, L. LEISEROWITZ  
Principles and Applications of Grazing Incidence X-Ray and Neutron Scattering from Ordered Monolayers at the Air-Water Interface.  
Zur Veröffentl. in Physics Reports (1993)

- I.V. ANDERSEN, N.H. ANDERSEN, O.G. MOURITSEN, H.F. POULSEN  
Effects of Co, Fe and Al Doping on the Oxygen Ordering and Superconducting Transition Temperature of  $\text{YBa}_2\text{Cu}_3\text{O}_{6+x}$ .  
*Physica C* 214 (1993) 143
- N.H. ANDERSEN, J.V. ANDERSEN, L. BÖRJESSON, R. HADFIELD, M. KAKIHANA, R. MCGREERY, O.G. MOURITSEN, H.F. POULSEN  
Structure and Superconductivity of Co Doped  $\text{YBa}_2\text{Cu}_3\text{O}_{6+x}$ .  
*J. Alloys Compd.* 195 (1993) 327
- C.B.M. ANDERSSON  
Surface Electronic Structure of  $\text{InAs}(110)$ .  
*Phys. Rev. B* 47 (1993) 2427
- U. ARP, B.M. LAGUTIN, G. MATERLIK, I.D. PETROV, B. SONNTAG, V.L. SUKHORUKOV  
K-Absorption Spectra of Atomic Ca, Cr, Mn and Cu.  
*J. Phys. B* 26 (1993) 4381
- K. ATTENKOFER, P. FISCHER, G. SCHÜTZ, M. KNÜLLE, S. STÄHLER, B. SCHOLZ, R.A. BRAND, W. KEUNE, U. KÖBLER, G. WIESINGER  
Mößbauer and X-Ray Dichroism Studies of the Magnetic Spin Structure in Fe/Tb Multilayers.  
*J. Appl. Phys.* 73 (1993) 6910
- T.A. BABERKA, U. PIETSCH, U. HÖHNE  
Untersuchungen zur Realstruktur von Langmuir-Blodgett Vielschichtstrukturen mittels diffuser Röntgenstreuung.  
*Proc. of the Workshop Rötö'92*, (1993) 1
- T. BABERKA, U. PIETSCH, U. HÖHNE, T.H. METZGER  
Investigation of the In-Plane Structure of Pb- and Ni-Stearate Multilayers by Means of Grazing Incidence X-Ray Diffraction.  
Zur Veröffentlichung in *Thin Solid Film*
- D. BAHR, W. PRESS, R. JEBASINSKI, S. MANTL  
X-Ray Reflectivity and Diffuse Scattering Study on  $\text{CoSi}_2$  Layers in Si Produced by Ion Beam Synthesis.  
*Phys. Rev. B* 47 (1993) 4385
- M. BARK, H.G. ZACHMANN  
Simultaneous Measurements of Small Angle X-Ray Scattering, Wide Angle X-Ray Scattering and Heat Exchange during Crystallization and Melting of Polymers.  
*Acta Polymer* 44 (1993) 259
- U. BECKER, O. HEMMERS, B. LANGER, I. LEE, A. MENZEL, R. WEHLITZ, M.Y. AMUSIA  
Multiplet-Changing Auger Transitions in Valence Double Photoionization.  
*Phys. Rev. A* 47 (1993) R767
- P. BEHRENS  
XANES: Eine Hilfe bei der Bestimmung fehlgeordneter Strukturen.  
Zur Veröffentlichung in *Z. Kristallogr. Suppl.*
- P. BEHRENS, U. DELICAT, M. TRÖMEL  
Kationenverteilung in Mangan-, Nickel- und Blei-Silleniten.  
Zur Veröffentlichung in *Z. Kristallogr. Suppl.*
- F. BELL, T. TSCHENTSCHER, J.R. SCHNEIDER, A.J. ROLLASON  
Electron Momentum Densities ( $\gamma, e\gamma$ )-Spectroscopy.  
*Z. Naturforsch.* 48a (1993) 273
- A. BENDER, T. GERBER, H. ALBRECHT, B. HIMMEL  
X-Ray Reflectivity Study of r.f.-Sputtered Thin  $\text{SiO}_2$  Films.  
*Thin Solid Films* 229 (1993) 29
- U. BENEDICT  
Pressure-Induced Phase Transitions in 5f and 4f Metals and Compounds.  
*J. Alloys Compd.* 193 (1993) 88
- U. BENEDICT, W.B. HOLZAPFEL  
High Pressure Studies – Structural Aspects.  
In: *Handbook on the Physics and Chemistry of Rare Earths*, Vol. 17, K.A. Gscheidner et al. (Eds.), Elsevier (1993) 254
- J. BERGMANN, L. HOLLANG, K. RICHTER  
An Unconventional Pile-Up Correction.  
*Mat. Sci. Forum* 133-136 (1993)
- H. BERTAGNOLLI  
Partial Structure Factors of Molecular Liquids Obtained with Neutron Diffraction and Synchrotron Radiation.  
In: *Methods in the Determination of Partial Structure Factors of Disordered Matter by Neutron Anomalous X-Ray Diffraction*, Vol. 159, J. B. Suck et al. (Eds.), World Scientific, Singapore (1993)
- A. BERTHOLD, K.-J. GABRIEL, W. SCHÜLKE  
The Dynamic Structure Factor of  $\text{LiC}_6\text{KC}_8$ : Inelastic Synchrotron X-Ray Scattering Results.  
*Z. Naturforsch.* 48a (1993) 283
- H.J. BESCH, U. GROSSMANN, R.H. MENK, R. LANGER, H.W. SCHENK, U. TAFELMEIER, M. WAGENER, A.H. WALENTA  
A High Rate Ionization Chamber for Non Invasive Coronary Angiography with Synchrotron Radiation.  
Preprint SI 21-09-93, Univ.-GH Siegen/D (1993)
- H.J. BESCH, W.-R. DIX, U. GROSSMANN, J. HEUER, R. LANGER, M. LOHMANN, R.H. MENK, H.W. SCHENK, U. TAFELMEIER, M. WAGENER, A.H. WALENTA, H.C. XU  
A Position Sensitive Multi Channel Ion Chamber (MCIC) for Non Invasive Coronary Angiography with Synchrotron Radiation.  
*Physica Medica* IX (1993) 171
- C. BETZEL, S. LORENZ, J.P. FÜRSTE, R. BALD, M. ZHANG, E. RADERSCHAL, Z. DAUTER, K.S. WILSON, V.A. ERDMANN  
Crystallization and Preliminary Diffraction Studies of the Chemically Synthesized Domain A of *Thermus flavus* 5S rRNA: an RNA Dodecamer Double Helix.  
*Acta Cryst.* D49 (1993) 418

- C. BETZEL, M. VISANJI, Z. DAUTER, R. FOURME, W. WEBER, U. MANITZ, T. BOONE, J. POPE, J. MILLER, N. HAWKINS, B. SAMAL  
Crystallization and Preliminary X-Ray Analysis of the Leukemia Inhibitory Factor.  
Zur Veröffentlich. in FEBS Lett.
- U. BISMAYER, C. SCHMIDT  
Antiferrodistortive Phasenumwandlung synthetischer und natürlicher Titanate.  
Europ. J. Min. 5 (1993) 183
- C. BÖHM, F. LEVEILLER, D. JACQUEMAIN, H. MÖHWALD, K. KJÆR, J. ALS-NIELSEN, I. WEISSBUCH, L. LEISEROWITZ  
Packing Characteristics of Crystalline Monolayers of Fatty Acid Salts, at the Air-Solution Interface, Studied by Grazing Incidence X-Ray Diffraction.  
Zur Veröffentlich. in Langmuir
- C. BÖHM, H. MÖHWALD, L. LEISEROWITZ, K. KJÆR, J. ALS-NIELSEN  
The Influence of Chirality on the Structure of Phospholipid Monolayers.  
Biophys. J. 64 (1993) 553
- U. BONSE, F. BUSCH, O. GÜNNEWIG, F. BECKMANN, R. PAHL, G. DELLING, M. HAHN, W. GRAEFF  
3-D Computed X-Ray Tomography of Human Cancellous Bone at 8  $\mu\text{m}$  Spatial and 10-4 Energy Resolution.  
Zur Veröffentlich. in Bone and Mineral
- K. BRANDENBURG  
Fourier Transform Infrared Spectroscopy Characterization of the Lamellar and Nonlamellar Structures of Free Lipid A and Re Lipopolysaccharides from Salmonella Minnesota and Escherichia Coli.  
Biophys. J. 64 (1993) 1215
- J. BREMER, S. UHLENBROCK, A.A. PINKERTON, B. KREBS  
Zink-Koordinationsverbindungen mit Imidazolin- und Imidazol-Donorliganden.  
Z. Anorg. Allg. Chem. 169 (1993) 1183
- B. BRENNER, L.C. YU  
Evidence for Structural Changes in the Actomyosin Cross-Bridges Associated with Force Generation.  
Proc. Natl. Acad. Sci. USA 90 (1993) 5252
- Evidence for Structural Changes in Cross-Bridges during Force Generation.  
In: Mechanism of Myofilament Sliding in Muscle Contraction, H. Sugi, G. H. Pollack (Eds.), Plenum Press (1993) 461
- G. BREZESINSKI, C. BÖHM, A. DIETRICH, H. MÖHWALD  
Condensed Phases in Monolayers of a Triple-Chain Lecithin on Water.  
Zur Veröffentlich. in Physica B
- T. BRÜCKEL, M. LIPPERT, R. BOUCHARD, T. SCHMIDT, J.R. SCHNEIDER  
First Observation of Bulk Magnetic X-Ray Diffraction.  
Acta Cryst. A49 (1993) 679
- T. BRÜCKEL, M. LIPPERT, R. BOUCHARD, T. SCHMIDT, J.R. SCHNEIDER, W. JAUCH  
First Observation of Bulk Magnetic Scattering Using High-Energy X-Rays.  
Zur Veröffentlich. in Acta Cryst. A
- B. BURANDT, W. PRESS, S. HAUSSÜHL  
Near-Surface X-Ray Critical Scattering from a  $\text{NH}_4\text{Br}$  (110)-Surface.  
Phys. Rev. Lett. 71 (1993) 1188
- E. BURKEL  
Ultrahigh-Energy-Resolution Inelastic X-Ray Scattering Spectroscopy.  
Z. Naturforsch. 48a (1993) 289
- E. BURKEL, M.R. FITZSIMMONS  
X-Ray Reflectivity Studies of Twist Grain Boundaries.  
Proc. of the NATO Adv. Study Inst. on Mech. Properties and Deformation of Mat. Having Ultrafine Microstructures, M. Nastasi et al. (Eds.), NATO ASI Series, Applied Sciences, Kluwer Academic (1993)
- A. BUTTKEWITZ, S. GARBE, G. GAUL, A. KNÖCHEL, F. LECHTENBERG  
Image Reconstruction from Projection in X-Ray Fluorescence Analysis Using Synchrotron Radiation.  
Zur Veröffentlich. in Nucl. Instrum. Methods
- M. CAKMAK, A. TEITGE, H.G. ZACHMANN, J.L. WHITE  
On-line Small Angle and Wide Angle X-Ray Scattering Studies on Melt Spinning Poly(vinylidene fluoride) Tape Using Synchrotron Radiation.  
J. Polym. Sci. Polym. Phys. 31 (1993) 371
- M. CHERGUI, E. MORIKAWA, R. REININGER, A. TRAMER  
Control of the Rydberg-Valence Mixing by Density Effects on Matrix-Isolated NO.  
Zur Veröffentlich. in Chem. Phys. Lett.
- J. CHERGUI, N. SCHWENTNER  
Rydberg-Valence Perturbations in Matrix-Isolated NO. (Erratum)  
(J. Chem. Phys. 97 (1992) 2882)  
Zur Veröffentlich. in J. Chem. Phys.
- D.D.L. CHUNG, P.W. DE HAVEN, H. ARNOLD, D. GOSH (Eds.)  
X-Ray Diffraction at Elevated Temperatures. A Method for In Situ Process Analysis.  
VCH Publ. New York, VCH Verlagsges. Weinheim

- B.S. CLAUSEN, L. GRÅBÆK, G. STEFFENSEN, P.L. HANSEN, H. TOPSØE  
A Combined QEXAFS/XRD Method for On-line, In-Situ Studies of Catalysts; Examples of Dynamic Measurements of Cu-Based Methanol Catalysts.  
*Catal. Lett.* 20 (1993) 23
- B.S. CLAUSEN, L. GRÅBÆK, H. TOPSØE, L.B. HANSEN, P. STOLTZE, J.K. NØRSKOV  
A New Procedure for Particle Size Determination by EXAFS based on Molecular Dynamics Simulations.  
*J. Catal.* 141 (1993) 368
- B.S. CLAUSEN, J. SCHIØTZ, L. GRÅBÆK, C.V. OVESEN, K.W. JACOBSEN, J.K. NØRSKOV, H. TOPSØE  
Evidence for Dynamic Spreading Cu-Based Catalysts.  
Zur Veröffentlichung in *Catal. Lett.*
- B.S. CLAUSEN, H. TOPSØE, L.B. HANSEN, P. STOLTZE, J.K. NØRSKOV  
Improved Method for Determination of Metal Particle Sizes from EXAFS.  
*ACS, Division of Petroleum Chemistry* 38 (1993) 803
- On the Determination of Metal Particle Sizes from EXAFS.  
Zur Veröffentlichung in *Catalysis Today*
- The Effect of Anharmonicity on the EXAFS Coordination Number in Small Metallic Particles.  
*Jpn. J. Appl. Phys.* 32 (1993) 95
- C.S.G. COUSINS, L. GERWARD, D. LAUNDY, R.E. MEADS, J. STAUN OLSEN, B. SHELDON  
Pile-up Phenomena in Solid-State Detection: Effects due to Synchrotron Sources.  
*Nucl. Instrum. Methods A* 324 (1993) 598
- P. D'ANGELO, A. DI CICCIO, A. FILIPPONI, N.V. PAVEL  
Double-Electron Excitation Channels at the Br K Edge of HBr and Br<sub>2</sub>.  
*Phys. Rev.* A47 (1993) 2055
- J.P. DANCAUSSE, E. GERING, S. HEATHMAN, U. BENEDICT, L. GERWARD, J. STAUN OLSEN, F. HULLIGER  
Compression Study of Uranium Borides UB<sub>2</sub>, UB<sub>4</sub> and UB<sub>12</sub> by Synchrotron X-Ray Diffraction.  
*J. Alloys Compd.* 189 (1993) 205
- J.P. DANCAUSSE, S. HEATHMAN, U. BENEDICT, L. GERWARD, J. STAUN OLSEN, F. HULLIGER  
High-Pressure X-Ray Diffraction Study of UC<sub>2</sub> Using Synchrotron Radiation.  
*J. Alloys Compd.* 191 (1993) 309
- A. DANZIG, N. MATTERN  
X-Ray Studies of Crystallization of Amorphous FeSiBCuNb-Alloys.  
Zur Veröffentlichung in *Mat. Sci. Forum*
- U. DELICAT, S.F. RADAEV, M. TRÖMEL, P. BEHRENS, Y.F. KARGIN, A.A. MAR'IN  
Tetrahedral Coordination of Mn(IV) by Oxygen in Manganese Sillenite Bi<sub>12</sub>MnO<sub>20</sub>.  
Zur Veröffentlichung in *J. Solid State Chem.*
- U. DELICAT, P. BEHRENS, P. KIZLER, J. DUCKE, E. MÜNCH, E.-J. ZEHNDER, M. TRÖMEL  
Zur Fehlordnung von Sillenit-Phasen.  
Zur Veröffentlichung in *Z. Kristallogr. Suppl.*
- W. DEPMEIER, R. MELZER, X. HU  
The Phase Transition in Sr<sub>8</sub>[Al<sub>12</sub>O<sub>24</sub>](MoO<sub>4</sub>)<sub>2</sub> Aluminate Sodalite SAM.  
*Acta Cryst.* B49 (1993) 483
- W. DEPMEIER, R. MELZER, X. HU, H. ARNOLD, T. WROBLEWSKI  
High Resolution Powder Diffraction Studies on Lattice Parameter Anomalies in Aluminate Sodalites.  
*Mat. Sci. Forum* 133 (1993) 587
- M. DESCAMPS, J.-F. WILLART  
Slow Non Equilibrium Process in a Glassy Crystal.  
Zur Veröffentlichung in *J. Non Cryst. Solids*
- M. DESCAMPS, J.-F. WILLART, O. DELCOURT  
Molecular and Structural Relaxations in a Glassy Crystal.  
Zur Veröffentlichung in *Physica B*
- S. DOYLE, N. MATTERN, W. PITSCHKE, G. WEISE, D. KRAUT, H.-D. BAUER  
X-Ray Diffraction Studies of the Structure of Molybdenum Sulfide Thin Films.  
Zur Veröffentlichung in *Thin Solid Films*
- W. DRUBE, A. LESSMANN, G. MATERLIK  
Reduced Core Hole Lifetime Broadening in Auger Final State Yield Spectra.  
*Jpn. J. Appl. Phys.* 32 (1993) 173
- A. EMMERLING, P. WANG, G. POPP, A. BECK, J. FRICKE  
Nanostructure and Optical Transparency of Silica Aerogels.  
Zur Veröffentlichung in *J. Physique*
- K. ENGELKE, W. GRAEFF, L. MEISS, M. HAHN, G. DELLING  
High Spatial Resolution Imaging on Bone Mineral Using Computed Microtomography.  
*Investigative Radiology* 28 (1993) 341
- T. ERTEL, S. HÜCKMANN, H. BERTAGNOLLI  
An EXAFS Study of Binuclear Group VIA Complexes in Solution: Distinction between Metal-Phosphorous Single and Double Bonds.  
*Ber. Bunsenges. Phys. Chem.* 97 (1993) 618
- T.S. ERTEL, H. BERTAGNOLLI  
An EXAFS Study of Grignard Compounds in Solution.  
*Polyhedron*, 12 (1993) 2175
- EXAFS Investigations of Air and Moisture Sensitive Liquid Compounds: Thickness and Temperature Control.  
*Nucl. Instrum. Methods B* 73 (1993) 199

- V. ETELÄNIEMI, E.G. MICHEL, G. MATERLIK  
RbBr/Si(111) Interface Studied by the X-Ray Standing Wave Method.  
Surf. Sci. 287/288 (1993) 288
- X-Ray Standing Wave Study of Alkali-metal/Si(111)7x7 Interfaces.  
Phys. Rev. B48 (1993) 12023
- V. EVSTAFYEV, J. NEUHAUSEN, R.K. KREMER, W. TREMEL  
TaNi<sub>2-x</sub>Co<sub>x</sub>SeTe, New Quaternary Layered Metal-Rich Tantalum Chalcogenides.  
Zur Veröffentlich. in J. Solid State Chem.
- S. FAKIROV, K. GORANOV, H.G. ZACHMANN, D. CHEN  
Synthesis and Characterization of Copolyesters Based on Poly(tetra-methylene terephthalate) and p-hydroxybenzoic Acid.  
Makromol. Chem. 194 (1993) 1793
- Z.X. FAN, L.Y. CHIANG, W. HAASE  
X-Ray Investigation on Compounds DB6CN and DB7CN.  
Zur Veröffentlich. in Liquid Crystals
- Z.X. FAN, W. HAASE  
Structures of the High Ordered Liquid Crystal Smectic Phases by N-pentyl-N'-(p-pentoxyphenyl)-piperazin.  
Zur Veröffentlich. in Liquid Crystals
- T. FIGG, I.V. ANDERSEN, N.H. ANDERSEN, P.A. LINDGÅRD, O.G. MOURITSEN, H.F. POULSEN  
Oxygen-Ordering Phenomena in YBa<sub>2</sub>Cu<sub>3</sub>O<sub>6+x</sub> Studied by Monte Carlo Simulation.  
Physica C217 (1993) 34
- C. FINK, M. KLAUDA, J. MARKL, P. BAUER, G. SAEMANN-ISCHENKO  
Electronic Structure of Ideal and Disordered HTSC-Polymer Langmuir-Blodgett Films on Expitaxial YBaCuO Surfaces.  
Zur Veröffentlich. in Supercond., Phys. Chem. Technol.
- P. FISCHER, G. SCHÜTZ, W. KAISER, J. HUNECKE, M. KNÜLLE, S. STÄHLER  
Magnetic Scattering of Circularly Polarized X-Rays.  
J. Appl. Phys. 73 (1993) 5346
- M. FOSS, R. FEIDENHANS'L, M. NIELSEN, E. FINDEISEN, T. BUSLAPS, R.L. JOHNSON, F. BESENBACHER, I. STENSGAARD  
X-Ray Diffraction Investigation of the Sulphur Induced 4x1 Reconstruction of Ni(110).  
Surf. Sci. 296 (1993) 283
- R. FRAHM, J. WONG  
How Quick is QEXAFS.  
Jpn. J. Appl. Phys. 32 (1993) 188
- R. FRAHM, J. WONG, J.B. HOLT, E.M. LARSON, B. RUPP, P.A. WAIDE  
Real-Time Probe of Reaction Centers in Solid Combustions by QEXAFS on the Sub-Second Time Scale.  
Jpn. J. Appl. Phys. 32 (1993) 185
- M. FRANCOIS, K. YVON, D. GATTANI, M. DECROUX, R. CHEVREL, M. SERGENT, S. BOUDJADA, T. WROBLEWSKI  
Synchrotron Powder Diffraction Study of the Low Temperature Lattice Distortion of PbMo<sub>6</sub>S<sub>8</sub>.  
Zur Veröffentlich. in J. Appl. Phys.
- M. FRÖBA, K. LOCHTE, W. METZ  
XAS and XRD Studies on Graphite Intercalation Compounds of Re<sub>2</sub>O<sub>7</sub>.  
Zur Veröffentlich. in Mol. Cryst. Liq. Cryst.
- H. FUESS  
High Resolution Powder Diffraction. Comparison Between Neutrons and Synchrotron Radiation.  
Proc. of the Int. Conf. on Struct. Investigations at Pulsed Neutron Sources, Dubna/Russia (1992)
- G. GAUL, A. KNÖCHEL  
Röntgenfluoreszenzanalyse mit Synchrotronstrahlung.  
Zur Veröffentlich. in: Analytikertaschenbuch, Vol. 12, Springer-Verl., Heidelberg
- K.-U. GAWLIK, J. BRÜGMANN, S. HARM, C. JANOWITZ, R. MANZKE, M. SKIBOWSKI, C.-H. SOLTERBECK, W. SCHATTKKE, B.A. ORLOWSKI  
Surface Band Structure of CdTe(100)-(1x1).  
Zur Veröffentlich. in: The Physics of Semiconductors, World Scientific, Singapore
- K.-U. GAWLIK, J. BRÜGMANN, S. HARM, R. MANZKE, M. SKIBOWSKI, B.J. KOWALSKI, B.A. ORLOWSKI  
Angle-Resolved Photoelectron Spectroscopy on CdTe(100)(2x2).  
Zur Veröffentlich. in Acta Phys. Pol.
- G. GENSTERBLUM, J.-J. PIREAUX, P.A. THIRY, R. CAUDANO, T. BUSLAPS, R.L. JOHNSON, G. LELAY, V. ARISTOV, R. GÜNTHER, A. TALEB-IBRAHIMI, G. INDLEKOFER, Y. PETROFF  
Experimental Evidence for 400 meV Valence Band Dispersion in C<sub>60</sub>.  
Phys. Rev. B48 (1993) R14756
- L. GERWARD, J. STAUN OLSEN  
Powder Diffraction Analysis of Cerium Dioxide at High Pressure.  
Powder Diffraction 8 (1993) 127
- L. GERWARD, J. STAUN OLSEN, U. BENEDICT  
High-Pressure Studies of Some UX<sub>2</sub> and ThX<sub>2</sub> Compounds.  
Bull. Am. Phys. Soc. 38 (1993) 1513
- D. GIDALEVITZ, I. WEISSBUCH, K. KJÆR, J. ALSNIELSEN, L. LEISEROWITZ  
Design of Two-Dimensional Crystals as Models for Probing the Structure of the Solid-Liquid Interface.  
Zur Veröffentlich. in J. Am. Chem. Soc.

- T. GOG, T. HARASIMOWICZ, B.N. DEV, G. MATERLIK  
Location of Ti Atoms Diffused into Nearly Perfect Crystals of  $\text{LiNbO}_3$ : An X-Ray Standing Wave Study.  
Zur Veröffentlichung in *Europhys. Lett.*
- T. GOG, M. GRIEBENOW, G. MATERLIK  
X-Ray Standing Wave Determination of the Lattice Location of Er Diffused into  $\text{LiNbO}_3$ .  
*Phys. Lett. A* 181 (1993) 417
- L. GRÅBÆK, B.S. CLAUSEN, G. STEFFENSEN, H. TOPSØE  
In Situ Study of Particle Growth.  
*Mat. Sci. Forum* 133-136 (1993) 255
- J. GROCHOWSKI, P. SERDA  
Feasibility of Chiral Discrimination Using X-Ray Anomalous Scattering.  
*Chirality* 5 (1993) 277
- J. GROCHOWSKI, P. SERDA, K.S. WILSON, Z. DAUTER  
Refinement of 1,3,5,7-tetraazaadamantane Based on Diffractometer and Imaging Plate Data.  
Zur Veröffentlichung in *J. Appl. Cryst.*
- J. GRYBOS, D. HOHLWEIN, T. ZEISKE, R. SONNTAG, F. KUBANEK, K. EICHHORN, K. WOLF  
Atomic Displacements in the Ortho-II Phase of  $\text{YBa}_2\text{Cu}_3\text{O}_{6.50}$  by Synchrotron X-Ray Diffraction.  
Zur Veröffentlichung in *Physica C*
- W. GUNSSER, W.J. GIRNUS, K. MATZEN  
Preparation and Structural Properties of Amorphous and Polycrystalline  $\text{Gd}_3\text{Cr}_x\text{Ga}_{5-x}\text{O}_{12}$  ( $x=0,1,2$ ).  
*Solid State Comm.* 63-65 (1993) 666
- H. HAAS, H. MÖHWALD  
Ordered Protein Arrays as Mesophases.  
Zur Veröffentlichung in *Langmuir*
- Pressure Dependent Arrangement of a Protein in Two-Dimensional Crystals Aspecifically Bound to a Monolayer.  
*Colloids Surf. B: Biointerfaces* 1 (1993) 139
- U. HAHN, L. BITTNER, M. HESSE, E.W. WEINER  
New Dual-Purpose Photon Shutter-Slit Assembly for High-Power Beamline Front Ends at HASYLAB.  
*Proc. of the Conf. on High Heat Flux Engineering II. San Diego/USA (1993) (SPIE Vol. 1997)*
- S. HARM, R. DÜRIG, R. MANZKE, M. SKIBOWSKI, R. CLAESSEN, J.W. ALLEN  
Fermi-Liquid-Type Spectral Function and Angle-Resolved Photoelectron Spectra of the  $\text{Ti-3dz}^2$ -Band of  $\text{TiTe}_2$ .  
Zur Veröffentlichung in *J. Electron Spectrosc. Relat. Phenom.*
- T. HAUBOLD  
EXAFS Studies of Bismuth Doped Nanocrystalline Copper.  
*Acta Metall. Mater.* 41 (1993) 1769
- F. HEISER, U. HERGENHAHN, J. VIEFHAUS, K. WIELICZEK, U. BECKER  
High Resolution Threshold Photoelectron Spectra of Neon and Argon in the Valence Satellite Region.  
*J. Electr. Spectr.* 60 (1993) 337
- J. HENK, W. SCHATTKE, H. CARSTENSEN, R. MANZKE, M. SKIBOWSKI  
Surface Barrier and Polarization Effects in the Photoemission of  $\text{GaAs}(110)$ .  
*Phys. Rev. B* 47 (1993) 2251
- C. HENNIG, F. THIEL, H.-M. HALLMEIER, R. SZARZGAN, A. HAGEN, F. ROESSNER  
Characterization of ZN Centers in ZSM-5 Zeolites with X-Ray Absorption Spectroscopy.  
*Spectrochimica Acta* 49A (1993) 1495
- M.P. HENTSCHEL, J.D. STEPHENSON  
Materialforschung und -prüfung mit Synchrotronstrahlung. DGZfP-Berichtsband 37 (1993) 312
- U. HERGENHAHN, B. LOHMANN, N.M. KABACHNIK, U. BECKER  
Angular Anisotropy in the Auger Decays of Resonantly Excited  $\text{Kr } 3d-15-2 \ 5p$  and  $\text{Xe } 4d-15-2 \ 6p$  States.  
*J. Phys. B* 26 (1993) L117
- G. HILSCHER, T. HOLUBAR, G. SCHANDY, J. DUMSCHAT, M. STRECKER, G. WORTMANN, X.Z. WANG, B. HELLEBRAND, D. BÄUERLE  
Rare Earth Magnetism and Superconductivity in  $\text{R}\text{BaSrCu}_3\text{O}_{7-x}$  ( $\text{R}=\text{Gd,Pr}$ ).  
Zur Veröffentlichung in *LT20 and Physica C*
- B. HIMMEL, J. CLAUDIUS, T. GERBER, C. REINHOLD  
Analysis of dc-sputtered  $\text{Si}_3\text{N}_4$  Films Using X-Ray Diffraction and Computer Simulation.  
*J. Non-Cryst. Sol.* 162 (1993) 136
- B. HIMMEL, T. GERBER  
X-Ray Diffraction Investigation of Tetraethoxisilane and Ethanol in Liquid and Vapour Phases.  
*J. Non-Cryst. Sol.* 159 (1993) 235
- W.B. HOLZAPFEL  
Systematics and Anomalies in the Equation of States for the Lanthanide and Actinide Elements.  
*Physica B* 190 (1993) 21
- W.B. HOLZAPFEL, T. KRÜGER, W. SIEVERS, V. VIJAYAKUMAR  
Structural Studies on Se and Te with Synchrotron Radiation to Megabar Pressures.  
*Jpn. J. Appl. Phys.* 32 (1993) 16
- K. HRADIL, T. PROFFEN, H. LEHNERT, F. FREY, K. EICHHORN, S. KEK, H.G. KRANE  
Diffuse Scattering in  $\text{Al}_{70}\text{Ni}_{15}\text{Co}_{15}$  Measured with Synchrotron Radiation.  
Zur Veröffentlichung in *Philos. Mag. Lett.*

- K. HRADIL, T. PROFFEN, H. LEHNERT, F. FREY, H.G. KRANE, T. WROBLEWSKI  
High Temperature X-Ray Analysis of the Diffuse Scattering in the Decagonal Phases  $\text{Al}_{70}\text{Ni}_{15}\text{Co}_{15}$ ,  $\text{Al}_{72.5}\text{Ni}_{11}\text{Co}_{16.5}$  and  $\text{Al}_{62}\text{Cu}_{20}\text{Co}_{15}\text{Si}_3$  with Synchrotron Radiation.  
Zur Veröffentlich. in Philos. Mag. Lett.
- Z. HU, G. KAINDL, D. VANDRE, R. HOPPE, G. WORTMANN  
X-Ray Absorption Study of Tetravalent Dy Compounds:  $\text{Cs}_2\text{RbDyF}_7$  and  $\text{Cs}_2\text{KDyF}_7$ .  
Zur Veröffentlich. in J. Alloys Compd.
- M. HÜPPAUFF, B. LENGELER  
Valency and Structure of Iridium in Anodic Iridium Oxide Films.  
J. Electrochem. Soc. 140 (1993) 598
- J. IHRINGER, A. KÜSTER  
Cryostat for Synchrotron Powder Diffraction with Sample Rotation and Controlled Gas Atmosphere in the Sample Chamber.  
J. Appl. Cryst. 26 (1993) 135
- N. IPE, D.R. HAEFFNER, E.E. ALP, S.C. DAVEY, R.J. DEJUS, U. HAHN, B. LAI, K.J. RANDALL, D. SHU  
Guide to Beamline Radiation Shielding Design at the Advanced Photon Source.  
SLAC TN 93-5, ANL/APS/TB-7
- L. JACOB, U. MÜCKE, H.D. BARTUNIK  
Purification of Glucokinase from *Saccharomyces Cerevisiae* by Metal Chelate Affinity Chromatography.  
Zur Veröffentlich. in Biol. Chem. Hoppe-Seyler
- X. JIANG, T.H. METZGER, J. PEISL  
A Novel Mechanism for the Kossel Effect due to Coherent X-Ray Scattering in Periodic Amorphous Multilayers.  
Phys. Status Solidi B179 (1993) 299
- S. JOKSCH, P. ZAUMSEIL, W. ZULEHNER  
X-Ray Diffraction Studies of Annealed Czochralski-Grown Silicon. Part I: Double Crystal Diffractometry.  
J. Appl. Cryst. 26 (1993) 185
- M. JOPPIEN, R. KARNBACH, T. MÖLLER  
Electronic Excitations in Liquid Helium: The Evolution from Small Clusters to Large Droplets.  
Phys. Rev. Lett. 71 (1993) 2654
- M. JOPPIEN, R. MÜLLER, T. MÖLLER  
Excitation and Decay Processes in Helium Clusters Studied by Fluorescence Spectroscopy.  
Z. Phys. D26 (1993) 175
- Electronic Excitations in Rare Gas Clusters Studied by VUV Fluorescence Spectroscopy.  
In: Vacuum Ultraviolet Radiation Physics X, F.J. Wuilleumier et al. (Eds.), World Scientific, Singapore (1993) 236
- M. JOPPIEN, R. MÜLLER, J. WÖRMER, T. MÖLLER  
Observation of Cluster-Specific Excitations in XeN Clusters.  
Phys. Rev. B47 (1993) 12 984
- A.V. KANAIEV, T. MÖLLER, P. GÜRTLER  
Spectral Features of Gaseous Xenon Luminescence with Optical Excitation at 149 nm.  
Chem. Phys. 178 (1993) 447
- Time-Resolved Spectroscopy of Gaseous Xenon Excited in the Vicinity of the First Resonance Line.  
Zur Veröffentlich. in Chem. Phys.
- A. KAPROLAT, W. SCHÜLKE  
Nondiagonal Response of Electrons by Coherent Inelastic X-Ray Scattering.  
Z. Naturforsch. 48a (1993) 227
- Standing Wave Inelastic Scattering.  
Acta Cryst. A49 (1993) 379
- R. KARNBACH, M.C. CASTEX, J.W. KETO, M. JOPPIEN, J. WÖRMER, G. ZIMMERER, T. MÖLLER  
Excited State Dynamics of KrN Clusters Probed with Time- and Energy-Resolved Photoluminescence Methods.  
Chem. Phys. Lett. 203 (1993) 248
- R. KARNBACH, M. JOPPIEN, J. STAPELFELDT, J. WÖRMER, T. MÖLLER  
CLULU: An Experimental Set-up for Luminescence Measurements on Van der Waals Clusters with SR.  
Rev. Sci. Instrum. 64 (1993) 2838
- W. KEIL, G. TRAFARA  
Thermoanalytical and X-Ray Studies of Blends from Polyamide-6 and Polyamide-6,6.  
Kautsch. Gummi Kunstst. 46 (1993) 105
- L. KIPP, C. SELLMER, R. MANZKE, M. SKIBOWSKI  
Unoccupied Electronic States of  $\text{Ge}(001)2\times 1$  by Constant Initial Band Photoemission.  
Surf. Sci. 287/288 (1993) 520
- P. KIZLER  
EXAFS – A Tool for Assessment of the Shapes of the Radial Distribution Functions of the Amorphous  $(\text{Fe}, \text{Ni})_{80}(\text{B}, \text{P})_{20}$  and  $\text{Fe}_{39}\text{Tb}_{61}$  Alloys.  
J. Non-Cryst. Solids 162 (1993) 144
- Three Body Correlations in the Amorphous  $\text{Fe}_{80}\text{B}_{20}$  and  $\text{Fe}_{90}\text{Zr}_{10}$  Alloys, Probed by X-Ray Absorptions Near Edge Structure (XANES) Spectroscopy.  
Phys. Rev. B48 (1993) 12488
- X-Ray Absorption Study of Chemical Short-Range Order in the Amorphous  $\text{Fe}_{40}\text{Ni}_{40}\text{P}_{14}\text{B}_6\text{Co}_{70}(\text{Si}, \text{B})_{23}\text{Mn}_5(\text{Fe}, \text{Mo})_2$  Alloys.  
Phys. Rev. B47 (1993) 5660
- M. KLAUDA, P. LUNZ, J. MARKL, G. SAEMANN-ISCHENKO, R. SEEMANN, R.L. JOHNSON  
Electronic Properties of  $\text{T}^* - \text{Nd}_{1.4}\text{Ce}_{0.2}\text{Sr}_{0.4}\text{CuO}_{4-d}$ .  
In: Electronic Properties of High- $T_c$  Superconductors, H. Kuzmany et al. (Eds.), Springer Series in Solid State Sciences 113 (1993)

- M. KLAUDA, J. MARKL, C. FINK, P. LUNZ, G. SAEMANN-ISCHENKO, F. RAU, K.-J. RANGE  
Electronic Properties of Electron-Doped  $\text{Nd}_{2-x}\text{Ce}_x\text{CuO}_{4-d}$ ,  $\text{Sr}_{0.85}\text{Nd}_{0.15}\text{CuO}_{2-d}$  and Hole-Doped  $\text{Nd}_{1.4}\text{Ce}_{0.2}\text{Sr}_{0.4}\text{CuO}_{4-d}$  Studied by Photoelectron Spectroscopy.  
Zur Veröffentlichung in *J. Supercond.*
- M. KLAUDA, J. MARKL, C. FINK, P. LUNZ, G. SAEMANN-ISCHENKO, F. RAU, K.-J. RANGE, R. SEEMANN, R.L. JOHNSON  
Electronic Properties of Hole and Electron Doped  $T^+$ ,  $T^{*-}$ , and Infinite Layer Type High  $T_c$  Cuprates.  
*Phys. Rev. B* 48 (1993) 1217
- M. KNÜLLE, P. FISCHER, R. FRAHM, G. SCHÜTZ, S. STÄHLER  
SPEXAFS at the  $L_{2,3}$ -Edges of  $\text{Eu}_3\text{Fe}_5\text{O}_{12}$ , Gd- und Tb-Metal and the Alloy HoGd.  
*J. Appl. Phys.* 73 (1993) 5347
- M. KNÜLLE, S. STÄHLER, G. SCHÜTZ, P. FISCHER, K. ATTENKOFER, F. DEGROOT, K. SCHWARZ, M. BLAHA  
Circular Magnetic X-Ray Dichroism at K- and L-Edges in  $\text{CrO}_2$ .  
Zur Veröffentlichung in *Phys. Rev. Lett.*
- A.A. KOLMAKOV, V.G. STANKEVICH, L.P. SUKHANOV, P. GÜRTLER, M. KRAAS  
Photocurrent and Luminescence Excitation Spectra of Solid Xe and Kr Doped with  $\text{K}^+$  Ions.  
Zur Veröffentlichung in *Chem. Phys. Lett.*
- A. KRASINSKY, R. SCHECHTER, I.T. STEINBERGER, P. GÜRTLER, J. MEYER  
Photocurrent Excitation Spectra of Methyl Iodide/Methane Fluid Mixtures.  
Zur Veröffentlichung in *J. Chem. Phys.*
- R. KRAUS, A. PAYER, W. WILKE  
Acoustic Emission Analysis and Small Angle X-Ray Scattering from Microcracks during Deformation of ETFE-Composites.  
*J. Mat. Sci.* 28 (1993) 4047
- B. KREBS, K. SCHEPERS, B. BREMER, G. HENKEL, E. ALTHAUS, W. WÜLLER-WARMUTH, K. GRIESER, W. HAASE  
Model Compounds for the Oxidized Uteroferrin-Phosphate Complex with Novel Binucleating Ligands Containing Phenolate and Pyridine Donor.  
Zur Veröffentlichung in *Inorg. Chem.*
- K.-N. KRÜGER, H.-G. ZACHMANN  
Investigation of the Melting Behaviour of Poly(acryl ether ketones) by Means of Simultaneous Measurements of SAXS and WAXS Employing Synchrotron Radiation.  
*Makromoleküle* 26 (1993) 5202
- S. KRUMMACHER, M. BIERMANN, M. NEEB, A. LIEBSCH, W. EBERHARDT  
Close Similarity of the Electronic Structure and Electron Correlation in Gas-phase and Solid  $\text{C}_{60}$ .  
*Phys. Rev. B* 48 (1993) 8424
- V. KUPCIK, J. GROCHOWSKI, P. SERDA  
Twinning Model for a New Pseudo-Hexagonal BN.  
Zur Veröffentlichung in *Z. Krist.*
- P. LAGGNER  
Nonequilibrium Phenomena in Lipid Membrane Phase Transitions.  
*J. Physique IV C* (1993) 259
- X-Ray Diffraction on Biomembranes with Emphasis on Lipid Moiety.  
Zur Veröffentlichung in *Physico-Chem. Meth. in the Study of Biomembranes, Subcellular Biochemistry, Vol. 22*
- P. LAGGNER, M. KRIECHBAUM  
Time-Resolved X-Ray Small-Angle Diffraction with Synchrotron Radiation on Phospholipid Phase Transitions. Pathways, Intermediates and Kinetics.  
Zur Veröffentlichung in: *Modern Aspects of Small-Angle Scattering*. NATO ASI Series
- J. LANGE, G. TRAFARA  
States of Order in Macromolecular Multicomponent Systems of Linear Polyethylenes of Different Densities and Polyisobutene. Part I: Compatibility and Thermodynamic Miscibility.  
*Kautsch. Gummi Kunstst.* 46 (1993) 686
- P. LAPORTE, J.L. SUBTIL, R. REININGER, P. GÜRTLER  
Xenon Luminescence in High Pressure Argon: Spectroscopy and Kinetics.  
*Chem. Phys.* 178 (1993)
- C. LARSSON, A. BEUTLER, O. BJÖRNEHOLM, F. FEDERMANN, U. HAHN, A. RIECK, S. VERBIN, T. MÖLLER  
First Results from the XUV-Undulator Beamline BW3 at HASYLAB.  
Zur Veröffentlichung in *Nucl. Instrum. Methods A*
- F. LECHTENBERG, S. GARBE, G. GAUL, A. KNÖCHEL  
Simulations on the Behaviour of Capillaries as X-Ray Concentrators.  
Zur Veröffentlichung in *X-Ray Spectrometry*
- I. LEE, R. WEHLITZ, U. BECKER, M.YA. AMUSIA  
Evidence for a New Class of Many-Electron Auger Transitions in Atoms.  
*J. Phys.* B26 (1993) L41
- M.S. LEHMANN, H.-H. MÜLLER, H.B. STUHRMANN  
Protein Single Crystal Diffraction with 5 Å Synchrotron X-Rays at the Sulfur K-Absorption Edge.  
*Acta Cryst.* D49 (1993) 308
- J.A. LEIRO, G. DRÄGER, W. CZOLBE  
Polarized X-Ray Spectra of  $\alpha\text{-Fe}_2\text{O}_3$ .  
*X-Ray Spectrometry* 22 (1993) 272

- A. LEIST, W. TREMEL  
 $\text{Te}_2\text{I}_6^{2-}$ , ein Iodotellurat(II) als Komplexligand in  $[(\text{I}_6\text{Te}_2)\text{Nb}(\text{Te}_2)_2\text{Nb}(\text{Te}_2\text{I}_6)]$ .  
 Angew. Chem. 105 (1993) 1798
- G. LELAY, R.L. JOHNSON, R. SEEMANN, F. GREY, R. FEIDENHANS'L, M. NIELSEN  
 Electronic and Crystallographic Structures of 2D Silver Adlayers on Ge(111).  
 Surf. Sci. 287/288 (1993) 539
- U. LEMBKE, A. HOELL, R. KRANOLD, R. BRÜCKNER  
 Small-Angle Scattering Investigation of Phase Separation in Glasses Influenced by Admixtures of  $\text{TiO}_2$ ,  $\text{MoO}_3$  and  $\text{WO}_3$ .  
 Zur Veröffentlich. in J. Physique IV
- B. LENGELER, M. HÜPPAUFF  
 Surface Analysis by Means of Reflection, Fluorescence and Diffuse Scattering of Hard X-Rays.  
 Fresenius' J. Anal. Chem. 346 (1993) 155
- F. LEVEILLER, C. BÖHM, D. JACQUEMAIN, H. MÖHWALD, L. LEISEROWITZ, J. ALS-NIELSEN, K. KJÆR  
 The Two-dimensional Crystal Structure of Cadmium Arachidate Studied by Synchrotron X-Ray Diffraction and Reflectivity.  
 Zur Veröffentlich. in Langmuir
- Y. LI, B.-J. JUNGnickel  
 The Competition Between Crystallization and Demixing in Polymer Blends with Miscibility Gap. II. SAXS Studies on the Crystalline Morphology of poly ( $\epsilon$ -caprolactone) in its Blends with Polystyrene.  
 Polymer 34 (1993) 9
- K. LOCHTE, M. FRÖBA, F. SCHULZ, W. METZ  
 XAS and XRD Studies on Graphite Intercalation Compounds of  $\text{H}_2\text{PtCl}_6$ .  
 Zur Veröffentlich. in Mol. Cryst. Liq. Cryst.
- U. LÖCHNER, P.U. PENNARTZS, G. MIEHE, H. FUESS  
 Synchrotron Powder Diffractometry at HASYLAB/DORIS Reviewed.  
 Z. Krist. 204 (1993) 1
- M. LÖSCHE, C. ERDELEN, E. RUMP, H. RINGSORF, K. KJÆR, D. VAKNIN  
 On the Lipid Head Group Hydration of Floating Surface Monolayers Bound to Self Assembled Molecular Protein Layers.  
 Zur Veröffentlich. in Thin Solid Films
- M. LÖSCHE, M. PIEPENSTOCK, A. DIEDERICH, T. GRÜNEWALD, K. KJÆR, D. VAKNIN  
 Influence of the Surface Chemistry on the Structural Organization of Monomolecular Protein Layers to Functionalized Aqueous Interfaces.  
 Biophys. J. 65 (1993) 2160
- H. LORENZ, J. ORGZALL, E. HINZE, J. KREMLER  
 Formation of  $\text{Mg}_3\text{BN}_3$  under High Pressures and Temperatures in the System  $\text{Mg}_3\text{N}_2$ -BN.  
 Scr. Metall. Mater. 28 (1993) 925
- R. MANZKE, S. HARM, G. MANTE, J. FINK, M. KNUPFER, M. SKIBOWSKI  
 On the Surface-Derived State of Cleaved  $\text{YBa}_2\text{Cu}_3\text{O}_7$  Single Crystals.  
 In: Electronic Properties of High- $T_c$  Superconductors, H. Kuzmany et al. (Eds.), Springer Series in Solid State Sciences 113 (1993) 127
- J. MARDÅLEN, C. RIEKEL, H. MÜLLER  
 Anomalous X-Ray Scattering at the Sulphur Edge of Poly(3-octylthiophene).  
 Zur Veröffentlich. in J. Appl. Cryst.
- N. MATTERN, S. MOLDENHAUER, A. DANZIG, W. BLAU, K. RICHTER, M. MÜLLER  
 X-Ray Diffraction Study of the Crystallization of Amorphous Fe-B-Si-Cu-Nb Alloys.  
 Phys. Status Solidi A138 (1993) 59
- N. MATTERN, M. MÜLLER, C. STILLER, A. DANZIG  
 Short-Range Structure of Amorphous and Nanocrystalline Fe-Si-B-Cu-Nb Alloys.  
 Zur Veröffentlich. in J. Mat. Sci. Eng.
- N. MATTERN, W. PITSCHKE, A. DANZIG, S. DOYLE  
 X-Ray Diffraction at High Temperatures.  
 Zur Veröffentlich. in Fresenius' J. Anal. Chem.
- M. MAUL, B. SCHULTE, P. HÄUSSLER, G. FRANK, T. STEINBORN, H. FUESS, H. ADRIAN  
 Epitaxial  $\text{CeO}_2$  Buffer Layers for  $\text{YBa}_2\text{Cu}_3\text{O}_{7-d}$  Films on Sapphire.  
 J. Appl. Phys. 74 (1993) 2942
- P.J. MCNALLY, J.J. ROSENBERG, T.N. JACKSON, J.C. RAMIREZ  
 Modelling and Experimental Analysis of the Impact of Process Induced Stress on the Electrical Performance of GaAs MESFETS.  
 Solid-State Electronics 36 (1993) 1597
- P.J. MCNALLY, J.K. MCCAFFREY, A. BARIC  
 Piezoelectrically Active Defects and their Impact on the Performance of GaAs MESFETS.  
 Proc. of CAMPT'93, DCU Press, Ireland (1993) 981
- H.J. MERLE, R. SEITZ, U. PIETSCH, I.R. PETERSON  
 The Lamellar-Columnar Transition in Langmuir-Blodgett Multilayers of Cadmium Soaps.  
 Zur Veröffentlich. in Thin Solid Films
- J. MEYER, R. REININGER  
 Electric-Field Ionization of High Rydberg States and Vertical Ionization Potential of an Impurity in Dense Fluid Argon.  
 Phys. Rev. A47 (1993) R3491

- H.L. MEYERHEIM, I.K. ROBINSON, V. JAHNS, P.J. ENG, W. MORITZ  
Coverage Dependent Adsorption Sites in the K/Cu(001) System: A Crystal Truncation Rod Analysis.  
Z. Krist. 208 (1993) 73
- H.L. MEYERHEIM, R. SAWITZKI  
Grazing Incidence X-Ray Diffraction on Cs/Ge(001)(2×1): Evidence for Cave Site Adsorption.  
Zur Veröffentlich. in Surf. Sci
- H.L. MEYERHEIM, J. WEVER, V. JAHNS, W. MORITZ, P.J. ENG, I.K. ROBINSON  
Coverage Dependent Adsorption Sites for K/Cu(001) and Cs/Cu(001) Determined by Surface X-Ray Diffraction.  
Zur Veröffentlich. in Surf. Sci.
- The Structure of K- and Cs-Monolayers on Cu(001): Diffraction Experiments far from the Bragg-Point.  
Zur Veröffentlich. in Physica B
- E.G. MICHEL, V. ETELÄNIEMI, G. MATERLIK  
Adsorption of Rb on Si(211)2×1 Studied by the X-Ray Standing Wave Technique.  
J. Vac. Sci. Technol. A11 (1993) 1812
- The Coadsorption of Rb and Br on Si(111)7×7, an X-Ray Standing Wave Study.  
Surf. Sci. 288 (1993) 287
- X-Ray Standing Wave Study of Alkali-Metal/Silicon Interfaces.  
J. Phys., Condens. Matter 5 (1993) A85
- G. MIEHE, T. VOGT, H. FUESS, U. MÜLLER  
A Study of Disorder in SiO<sub>2</sub> Host Lattice of Dodecasil 1H Using Synchrotron Radiation.  
Acta Cryst. B49 (1993) 745
- A. MOEWES, H. ZHANG, C. KUNZ, M. PRETORIUS, H. SIEVERS, I. STORJOHANN, J. VOSS  
Scanning Luminescence Microscopy at HASYLAB/DESY.  
Zur Veröffentlich. in X-Ray Microscopy 4
- W. MORGENROTH, A. KIRFEL, K. FISCHER  
Anisotropy of Anomalous Scattering in X-Ray Diffraction. „Forbidden“ Axial Reflections in Tetragonal Space Groups.  
Zur Veröffentlich. in Z. Krist.
- G. MOSEL, T. HÜBERT, W. BLAU  
An X-Ray Absorption Study of the Ti Coordination in Glasses of the System SrO – B<sub>2</sub>O<sub>3</sub> – Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> – TiO<sub>2</sub>.  
Bol. Soc. Esp. Ceram. Vid. 31-C (1993) 3
- R. MÜLLER, M.C. CASTEX, J.W. KETO, M. JOPPIEN, J. WÖRMER, G. ZIMMERER, T. MÖLLER  
Excited State Dynamics of KrN Clusters Probed with Time and Energy Resolved Photo Luminescence Methods.  
Chem. Phys. Lett. 203 (1993) 248
- R. MÜLLER, M. JOPPIEN, T. MÖLLER  
Excitation and Radiative Decay of Neutral and Ionic ArN Clusters Studied by Fluorescence Spectroscopy.  
Z. Phys. D26 (1993) 370
- J. NEUHAUSEN, R.K. KREMER, W. TREMEL  
Systematisierung der Synthese von Festkörperverbindungen: TaNi<sub>2.05</sub>Te<sub>3</sub>, eine Verbindung mit aufgefüllter TaFe<sub>1-x</sub>Te<sub>3</sub> Struktur.  
Zur Veröffentlich. in Chem. Ber.
- Ta<sub>2</sub>Ni<sub>3</sub>Se<sub>5</sub> and TaNi<sub>2.05</sub>Te<sub>3</sub>, Two Novel Layered Metal-Rich Tantalum Chalcogenides.  
Zur Veröffentlich. in Soft Chemistry Routes to New Materials
- J. NEUHAUSEN, E. POTTHOFF, W. TREMEL, J. ENSLING, P. GÜTLICH, R.K. KREMER  
TaFe<sub>1.14</sub>Te<sub>3</sub>, a New Low-Dimensional Ternary Tantalum Telluride.  
Z. Naturforsch. 48b (1993) 1293
- J. NEUHAUSEN, W. TREMEL  
Ta<sub>1.09</sub>Fe<sub>2.39</sub>Te<sub>4</sub>, a New Non-Stoichiometric Ternary Tantalum Telluride.  
Zur Veröffentlich. in J. Alloys Compd.
- G. NOWITZKE, J. DUMSCHAT, G. WORTMANN, H. WERNER, R. SCHLÖGL  
X-Ray Absorption Study of the Local Structure at Potassium and Rubidium in Superconducting K<sub>3-x</sub>Rb<sub>x</sub>C<sub>60</sub>.  
Zur Veröffentlich. in Mol. Cryst. Liq. Cryst.
- G. OELGART, B. ORSCHEL, M. PROCTOR, D. MARTIN, F. MORIER-GENAUD, F.-K. REINHART, L.C. ANDREANI, H. RHAN  
Ga<sub>1-x</sub>Al<sub>x</sub>As Quantum Wells.  
Zur Veröffentlich. in Appl. Phys. Lett.
- U. PIETSCH, T. BARBERKA, W. MAHLER, T.H. METZGER  
Real Structure Investigations of Organic Multilayers by Means of Diffuse X-Ray Scattering Experiments.  
Zur Veröffentlich. in Thin Solid Films
- U. PIETSCH, H. METZGER, S. RUGEL, B. JENICHEN, I.K. ROBINSON  
Depth Resolved Measurement of Lattice Relaxation in Ga<sub>1-x</sub>In<sub>x</sub>As/GaAs Strained Layer Superlattices by Means of Grazing Incidence X-Ray Diffraction.  
J. Appl. Phys. 74 (1993) 2361
- U. PIETSCH, K. PASCHKE, K. EICHHORN  
Determination of the Anharmonicity Constant of GaAs by Means of the Bijvoet-Relation of the Weak (666) Reflection.  
Acta Cryst. B49 (1993) 822
- R. PLATZDECKER, G. WILL, K. HÜMMER, E. WECKERT, G. LAUKTIEN, W. FRAHM  
The Absolute Configuration of (+)-2-benzyl-2-[N-(α-phenylethyl)amino]cyclo-hexanone hydrochloride.  
Acta Cryst. C49 (1993) 307
- F. PORSCH, W.B. HOLZAPFEL  
Novel Reentrant High Pressure Phase Transition in Lanthanum.  
Phys. Rev. Lett. 70 (1993) 4087

- W. PRANDL  
Phase Determination from X-Ray Powder Diffraction Data. II: Partial Patterson Maps and the Localisation of Anomalous Scattering Atoms.  
Zur Veröffentlichung in Acta Cryst. A.
- E. PRIEUR, T. TUOMI, J. PARTANEN, E. YLI-JUUTI, M. TILLI  
Synchrotron Topographic Study of Defects in Liquid-Encapsulated Czochralski-Grown Semi-Insulating Gallium Arsenide Wafers.  
J. Cryst. Growth 132 (1993) 599
- M. PROCTOR, G. OELGART, H. RHAN, F.-K. REINHART  
Graded Heterojunctions in GaAs/AlAs Quantum Wells.  
Zur Veröffentlichung in Phys. Rev.
- B. REHM, B. HUANG, B. HEISE, H.-G. KILIAN, W. HEITZ  
Structure and Thermodynamics of Liquid Crystalline Polyesters and Copolyesters.  
Colloid Polym. Sci. 271 (1993) 599
- H. RHAN, U. PIETSCH, S. RUGEL, H. METZGER, J. PEISL  
Comparison of Depth Sensitive X-Ray Methods for Investigations of Semiconductor Superlattices.  
Investigations of Semiconductor Superlattices by Depth Selective X-Ray Methods.  
J. Appl. Phys. 74(1) (1993) 146
- R. RÖHLSBERGER, E. WITTHOFF, E. GERDAU, E. LÜKEN  
Observation of Nuclear Diffraction from Multilayer with a Fe/<sup>57</sup>Fe Superstructure.  
J. Appl. Phys. 74 (1993) 1933
- D. ROSE, U. PIETSCH, A. FÖRSTER  
Röntgendiffraktometrische Messungen der kritischen Schichtdicke in verspannten GaInAs/GaAs Übergittern.  
Proc. of the Workshop Röto'92, (1993) 116
- D. ROSE, U. PIETSCH, A. FÖRSTER, H. METZGER  
Depth Resolved Investigation of the Relaxation Behaviour in Strained GaInAs/GaAs Superlattices Using Grazing Incidence X-Ray Diffraction.  
Zur Veröffentlichung in Physica B - Condensed Matter
- E. ROSSMANITH  
The Resolution Function of Single Crystal Diffractometers at a Synchrotron Radiation Source: The Influence of Absorption and Extinction on the FWHM.  
Acta Cryst. A49 (1993) 80
- The Half-Width of Powder Bragg Intensity Profiles Deduced in Reciprocal Space. I. Ideal Powders.  
Zur Veröffentlichung in Acta Cryst.
- The Half-Width of Bragg-Intensity Profiles Measured with a Triple Crystal Diffractometer at a Synchrotron Source. I. Derivation of a Simple Expression for the FWHM.  
J. Appl. Cryst. 26 (1993) 753
- E. ROSSMANITH, M. WERNER, G. KUMPAT, G. UL-RICH, K. EICHHORN  
The Half-Width of Bragg-Intensity Profiles Measured with a Triple Crystal Diffractometer at a Synchrotron Source. II. The Half-Width of YIG- and Si-Single Crystals.  
J. Appl. Cryst. 26 (1993) 756
- E. RÜHL, C. HEINZEL, H. BAUMGÄRTEL, W. DRUBE, A.P. HITCHCOCK  
Ar 2p and Ar 1s Spectroscopy of Free Argon Clusters.  
Jpn. J. Appl. Phys. 32 (1993) 791
- E. RÜHL, C. HEINZEL, A.P. HITCHCOCK, H. SCHMELZ, C. REYNAUD, H. BAUMGÄRTEL, W. DRUBE, R. FRAHM  
K-Shell Spectroscopy of Ar Clusters.  
J. Chem. Phys. 98 (1993) 6820
- S. RUGEL, G. WALLNER, H. METZGER, J. PEISL  
Grazing Incidence X-Ray Diffraction on Ion Implanted Silicon.  
J. Appl. Cryst. 26 (1993) 34
- M. RUNNE, J. BECKER, W. LAASCH, D. VARDING, G. ZIMMERER  
Exciton-Induced Desorption and Surface-Type Luminescence of Kr Atoms from Kr-Doped Solid Ar.  
Nucl. Instrum. Methods B82 (1993) 301
- C. SCHAMPER, H.L. MEYERHEIM, W. MORITZ  
Resolution Correction for Surface X-Ray Diffraction at High Beam Exit Angles.  
J. Appl. Cryst. 26 (1993) 687
- C. SCHMIDT, U. BISMAYER  
Antiferroelektrische Transformation von Fe/Al-verunreinigtem Titanit.  
Z. Krist. Suppl. 7 (1993) 173
- J. SCHMITT, T. GRÜNEWALD, G. DECHER, P.S. PER-SHAN, K. KJÆR, M. LÖSCHE  
Internal Structure of Layer-by-Layer Adsorbed Polyelectrolyte Films: A Neutron and X-Ray Reflectivity Study.  
Zur Veröffentlichung in Macromolecules
- J.R. SCHMITZ, H. SCHULTE-SCHREPPING, A. BERTHOLD, S. MOURIKIS, W. SCHÜLKE  
Performance of the Compton Spectrometer at HARWI/HASYLAB.  
Z. Naturforsch. 48a (1993) 279
- R. SCHNURPFEIL, K. RESHÖFT, A. MÜLLER, A. NEMCSICS, R. MANZKE, M. SKIBOWSKI  
The Electronic Structure in In<sub>x</sub>Ga<sub>1-x</sub>As(001)δ(2 × 4) Surfaces.  
Zur Veröffentlichung in J. Electron Spectrosc. Relat. Phenom.
- A. SCHRECKENBACH  
Preparation of Structures in LCP-Systems (PBLG) with Spin Coating.  
Zur Veröffentlichung in Polymer

- W. SCHÜLKE, H. SCHULTE-SCHREPPING, J.R. SCHMITZ  
Dynamic Structure of Electrons in Al Metal Studied by Inelastic X-Ray Scattering.  
Phys. Rev. B47 (1993) 12426
- G. SCHÜTZ, P. FISCHER, S. PARKIN, M. KNÜLLE, S. STÄHLER, H. EBERT  
Distribution of Magnetic Moments in Co/Pt and Co/Pt/Ir Multilayers Detected by Magnetic Absorption.  
J. Appl. Phys. 73 (1993) 6430
- G. SCHÜTZ, P. FISCHER, S. STÄHLER, M. KNÜLLE, K. ATTENKOFER  
Magnetic Absorption of Hard X-Rays: New Aspects.  
Jpn. J. Appl. Phys. 32 (1993) 869
- G. SCHÜTZ, M. KNÜLLE, H. EBERT  
Magnetic Circular X-Ray Dichroism and its Relation to Local Moments.  
Phys. Scri. T49 (1993) 302
- O. SCHULTE, W.B. HOLZAPFEL  
Effect of Pressure on Atomic Volume and Crystal Structure of Indium to 67 GPa.  
Phys. Rev. B48 (1993) 767
- Phase Diagram of Mercury to 67 GPa and 500 K.  
Phys. Rev. B48 (1993) 14009
- F. SCHULZ, K. LOCHTE, M. FRÖBA, W. METZ  
Bismuth(III)-Chloride Graphite Intercalation Compounds: Preparation and Characterization of the First Stage Compound.  
Zur Veröffentlich. in Mol. Cryst. Liq. Cryst.
- L. SCHWARZ, B. FINKE, C. RESSEL, H. STRAUCH  
Potassium-Aluminium, Rare Earth-Diphosphate Solid Solutions - Luminescence Properties of Rare Earth Doped Matrices.  
Proc. of the XIIth Int. Conf. on Defects in Insulating Mat., ICDIM, Schloß Nordkirchen/D (1992) 1235
- L. SEEHOFER, G. FALKENBERG, R.L. JOHNSON  
STM Study of the Structure and Phases of Pb on Ge(111).  
Surf. Sci. 290 (1993) 15
- R. SEEMAN, A. SEWING, R. SPORKEN, J. GHIJSEN, R.L. JOHNSON  
Metal and Semiconductor Overlayers on  $\text{Bi}_2\text{Sr}_2\text{CaCu}_2\text{O}_{8+d}$ .  
In: Electronic Properties of High- $T_c$  Superconductors, H. Kuzmany et al. (Eds.), Springer Series in Solid State Sciences 113 (1993) 145
- U. SEYDEL, H. LABISCHINSKI, M. KOSLOWSKY, K. BRANDENBURG  
Phase Behaviour, Supramolecular Structure, and Molecular Conformation of Lipopolysaccharide.  
Immunobiol. 187 (1993) 191
- YU.V. SHVYD'KO, A.I. CHUMAKOV, G.V. SMIRNOV, V.G. KOHN, T. HERTRICH, U. VAN BÜRCK, E. GERDAU, H.D. RÜTER, J. METGE, O. LEUPOLD  
Nuclear Bragg Diffraction of Synchrotron Radiation in the Presence of Acoustic Vibrations.  
Europhys. Lett. 22 (1993) 305
- M. SKIBOWSKI, L. KIPP  
Inverse Combined with Direct Photoemission: Momentum Resolved Electronic Structure of 2D Systems.  
Zur Veröffentlich. in J. Electron Spectrosc. Relat. Phenom.
- V.H. SMITH, H. SCHMIDER, W. WEYRICH, W. SCHÜLKE  
Unified Description of Electronic Structure by Density Matrices from Theory and Experiment.  
Acta Cryst. A49 (1993) 379
- V.L. SOLOZHENKO, G. WILL, H. HÜPEN, F. ELF  
Isothermal Compression of Rhombohedral Boron Nitride up to 14 GPa.  
Zur Veröffentlich. in Solid State Comm.
- B. SONNTAG, M. PAHLER  
Two Color Experiments on Aligned Atoms.  
Proc. of the NATO Adv. Study Inst. on New Dir. in Res. with Third-Generation Soft X-Ray Synchrotron Radiation Sources, Maratea/I (1993)
- S. STÄHLER, G. SCHÜTZ, H. EBERT  
Magnetic K-Absorption in 3d-Elements and its Relation to Local Magnetic Structure.  
Phys. Rev. B47 (1993) 818
- S. STÄHLER, G. SCHÜTZ, P. FISCHER, M. KNÜLLE, S. RÜEGG, S. PARKIN, H. EBERT, W.B. ZEPER  
Distribution of Magnetic Moments in Co/Pt and Co/Pt/Ir/Pt Multilayers Detected by Magnetic X-Ray Absorption.  
J. Magn. Magn. Mater. 121 (1993) 234
- S. STÄHLER, S. WELZEL-GERTH, P. FISCHER, M. KNÜLLE, B. BUCHHOLZ G. SCHÜTZ  
Temperature Dependence of the CMXD in the Invar Alloy  $\text{Fe}_{72}\text{Pt}_{28}$ .  
J. Appl. Phys. 73 (1993) 6063
- B. STAHL, T. KLABUNDE, H. WITZEL, B. KREBS, M. STEUP, M. KARAS, F. HILLENKAMP  
The Oligosaccharides of the Fe(III)-Zn(II) Purple Acid Phosphatase of Red Kidney Bean. Determination of the Structure by a Combination of Matrix Assisted Laser Desorption Mass Spectrometry and Selective Enzymatic Degradation.  
Zur Veröffentlich. in Eur. J. Biochem.
- J. STAUN OLSEN, L. GERWARD  
High-Pressure Studies of Corundum Type Oxides Using Synchrotron Radiation.  
Mat. Sci. Forum 133 (1993) 603

- J. STAUN OLSEN, L. GERWARD, J.P. DANCAUSSE, E. GERING  
Developments and New Possibilities in High Pressure Powder Diffraction with Synchrotron Radiation. Results for Cerium Metal and  $U_6Fe$ .  
*Physica B* 190 (1993) 92
- T. STEINBORN, G. MIEHE, J. WIESNER, E. BRECHT, H. FUESS, G. WIRTH, B. SCHULTE, M. SPECKMANN, H. ADRIAN, M. MAUL, K. PETERSEN  
Twinning of  $YBa_2Cu_3O_7$  Thin Films on Different Substrates and Modification by Irradiation.  
Zur Veröffentlich. in *Physics C*.
- U. STEINIKE, D.-C. UECKER, U. KRETZSCHMAR, K. JANCKE  
Phase Formation in the Active Layer of ZnO Ceramic Filters.  
*Mat. Sci. Forum* 133-136 (1993) 789
- B. STENUM, J. SCHOU, H. SÖRENSEN, P. GÜRTLER  
Luminescence from Pure and Doped Solid Deuterium Irradiated by keV Electrons.  
*J. Chem. Phys.* 98 (1993) 126
- J.D. STEPHENSON  
A SR-(HARD)-X-Ray Free-Electron Laser.  
Zur Veröffentlich. in *Nucl. Instrum. Methods*
- Diamonds for High Reflectivity (Normal Incidence) SR-Monochromators.  
*Phys. Status Solidi A* 138 (1993) 89
- Optimised (Normal Incidence) Reflectivity- and Transmittivity-Coefficients for Diamond, Si and Ge XFEL-Monochromators.  
Zur Veröffentlich. in *Phys. Status Solidi A*
- WSR Section Topography of High Energy Density ns-Pulsed (ND;YAG) Radiation Damage in Si Wafers.  
Zur Veröffentlich. in *Phys. Status Solidi A*
- J.D. STEPHENSON, M.P. HENTSCHEL, A. LANGE  
SR-(Hard)-X-Ray Microscopy of Carbon Fibre Reinforced Plastic.  
Zur Veröffentlich. in *Nucl. Instrum. Methods*
- I. STORJOHANN, C. KUNZ, A. MOEWES, J. VOSS  
Microspectroscopy and Spectromicroscopy at the Hamburg Focusing Mirror Microscope.  
*Proc. of the Conf. on X-Ray Optics and Microanalysis, UMIST, Manchester/UK* (1992),  
*Inst. Phys. Conf. Series No. 130* (1993) 587
- H. TOPSØE, B.S. CLAUSEN, N.-Y. TOPSØE, J. HYLDTOFT, J.K. NØRSKOV  
Experimental and Theoretical Studies of Periodic Trends and Promotional Behaviors of Hydrotreating Catalysts.  
*ACS, Division of Petroleum Chemistry* 38 (1993) 638
- W. TREMEL  
 $Nb_4Te_{17}L_4$ , a New Quasi One-Dimensional Telluride with Polytelluride Groups.  
Zur Veröffentlich. in *Chem. Ber.*
- Tetraedrisch koordiniertes Palladium in  $Ta_2Pd_3Te_5$ , einer Verbindung mit „aufgefüllter“  $Ta_2NiSe_5$ -Struktur.  
*Angew. Chem.* 105 (1993) 1795
- W. TREMEL, K.-L. STORK  
 $(TaTe_4)_4I_2(Pt_{16})$ , ein neues quarternäres Tantaltellurid mit Kettenstruktur.  
*Z. Naturforsch.* 48b (1993) 1155
- W. TREMEL, U. WORTMANN, T. VOMHOFF, W. JEITSCHKO  
Synthese, Struktur und elektronische Eigenschaften von  $Cu_{0.69}NbT_2$ .  
Zur Veröffentlich. in *Chem. Ber.*
- R. TREUSCH, S. JOKSCH, G. MATERLIK  
Calculated and Measured Performance of an X-Ray Wiggler Beamline at DORIS III.  
*Nucl. Instrum. Methods A* 332 (1993) 314
- T. TSCHENTSCHER, J.R. SCHNEIDER, F. BELL  
2D-Electron Momentum Densities from Angular Correlation Measurements of Compton Scattering.  
Zur Veröffentlich. in *Phys. Rev. B*
- T. TSCHENTSCHER, J.R. SCHNEIDER, F. BELL, A.J. ROLLASON, M.B.J. WOOLF  
The Two-Dimensional Electron Momentum Density of Carbon by Angular Correlation Measurements of Compton Scattering.  
*Nucl. Instrum. Methods B* 79 (1993) 237
- S. UHLENBROCK, S. TEIPEL, B. KREBS, K. GRIESAR, W. HAASE  
Structures and Magnetic Properties of '4-Oxo-Bridged Copper and Homodinuclear Zinc Complexes.  
In: *The Chemistry of the Copper and Zinc Triads*, A.J. Welch, S.K. Chepman (Eds.), *Roy. Soc. Chem.*, London (1993) 240
- D. VAKNIN, K. KJÆR, H. RINGSDORF, R. BLANKENBURG, M. PIEPENSTOCK, A. DIEDERICH, M. LÖSCHE  
X-Ray and Neutron Reflectivity Studies of a Protein Monolayer Adsorbed to a Functionalized Aqueous Surface.  
*Langmuir* 9 (1993) 1171
- D. VARDING, J. BECKER, L. FRANKENSTEIN, B. PETERS, M. RUNNE, A. SCHRÖDER, G. ZIMMERER  
Free-Exciton Luminescence of Solid Xenon and Solid Krypton.  
*Fiz. Nizk. Temp.* 19 (1993) 600
- Free-Exciton Luminescence of Solid Xenon and Solid Krypton.  
*Low Temp. Phys.* 19 (1993) 427
- J. VOSS, H. LÜBBERSTEDT  
Aberration-Corrected Spherical and Toroidal Mirror Systems for Imaging and Focusing of Soft X-Rays.  
*Proc. of the Conf. on X-Ray Optics and Microanalysis, UMIST, Manchester/UK* (1992),  
*Inst. Phys. Conf. Series No. 130* (1993) 591

- J. VOSS, I. STORJOHANN, C. KUNZ, A. MOEWES, M. PRETORIUS, A. RANCK, H. SIEVERS, V. WEDEMEIER, M. WOCHNOWSKI, H. ZHANG  
Soft X-Ray Microscopy at HASYLAB/DESY.  
Zur Veröffentlichung in X-Ray Microscopy 4
- G. WALLNER, C. LANDEBERGER, H. METZGER, J. PEISL, S. RUGEL  
Real Structure Effects in Scattering at Grazing Incidence and Exit.  
Phys. Status Solidi A135 (1993) 73
- J. WANG, D. VAKNIN, R.A. UPHAUS, K. KJÆR, M. LÖSCHE  
Fullerene Films and Fullerene-Dodecyl Adduct Monolayers at Air-Water Interfaces, Studied by Neutron and X-Ray Reflection and X-Ray Diffraction.  
Zur Veröffentlichung in Thin Solid Films
- J.-L. WANG, F. LEVEILLER, D. JACQUEMAIN, K. KJÆR, J. ALS-NIELSEN, M. LAHAV, L. LEISEROWITZ  
Two-Dimensional Structures of Crystalline Self-Aggregates of Amphiphilic Alcohols at the Air-Water Interface as Studied by Grazing-Incidence Synchrotron X-Ray Diffraction and Lattice Energy Calculation.  
Zur Veröffentlichung in J. Am. Chem. Soc.
- E. WECKERT, K. HÜMMER, X.A. DOMINGUEZ, K. HORN, H. ACHENBACH  
The Absolute Configuration of Kinoin C.  
Phytochemistry 33 (1993) 447
- E. WECKERT, W. SCHWEGLE, K. HÜMMER  
Direct Phasing of Macromolecular Structures by Three-Beam Diffraction.  
Proc. R. Soc. Lond. A442 (1993) 33
- R. WEHLITZ, B. LANGER, N. BERRAH, S.B. WHITFIELD, J. VIEFHAUS, U. BECKER  
Angular Distribution of Helium Satellite He+nI ( $n=2-7$ ).  
J. Phys. B26 (1993) L783
- S.P. WEINBACH, D. JACQUEMAIN, F. LEVEILLER, K. KJÆR, J. ALS-NIELSEN, L. LEISEROWITZ  
The Effect of Cosolvent on the Lateral Order of Spontaneously Formed Amphiphilic Amide Two-Dimensional Crystallites at the Air-Liquid Interface.  
J. Am. Chem. Soc. 115 (1993) 11110
- S.P. WEINBACH, K. KJÆR, J. ALS-NIELSEN, M. LAHAV, L. LEISEROWITZ  
Self-Assembled Langmuir Monolayers and Trilayers at the Air-Formamide Interface.  
J. Phys. Chem. 97 (1993) 5200
- I. WEISSBUCH, F. LEVEILLIER, D. JACQUEMAIN, K. KJÆR, J. ALS-NIELSEN, L. LEISEROWITZ  
Crystalline Structures of Monolayers on Water Surfaces as Determined by Grazing Incidence X-Ray Diffraction; N-(eicosanoyl)-3-aminopropionic Acid and its Mixtures with Eicosanoamide.  
J. Phys. Chem. 97 (1993) 12858
- I. WEISSBUCH, J. MAJEWSKI, K. KJÆR, J. ALS-NIELSEN, M. LAHAV, L. LEISEROWITZ  
Mixed Monolayers for the Design of Structured Surfaces to Induce Oriented 3-D Crystallization.  
J. Phys. Chem. 97 (1993) 12848
- M. WENDSCHUH-JOSTIES, K. BENTE, G. BREY, H.S.C. O'NEILL  
Zur Bestimmung des Inversionsgrades von  $ZnGa_2O_4$  Spinell mittels konventioneller und Synchrotron Daten.  
Eur. J. Mineral. 5 (1993) 155
- J. WEVER, H.L. MEYERHEIM, W. MORITZ, V. JAHNS, D. WOLF, H. SCHULZ  
A New type of Reconstruction on the InSb(111) Surface Determined by Grazing Incidence X-Ray Diffraction.  
Zur Veröffentlichung in Phys. Rev. Lett.
- T. WOLFF, C. BURGER, W. RULAND  
SAXS Study of Lamellar Microdomains in Diblock Copolymers in the Weak Segregation Regime.  
Synchrotron SAXS Study of the Microphase Separation Transitions in Diblock Copolymers.  
Macromolecules 26 (1993) 1707
- G. WORTMANN, J. FREUND, G. NOWITZKE, H. WERNER, R. SCHLÖGL  
X-Ray Absorption Study of Iodine-Doped C60.  
In: Electronic Properties of High- $T_c$  Superconductors, H. Kuzmany et al. (Eds.), Springer Series in Solid State Sciences 113 (1993) 492
- T. WROBLEWSKI  
Peak Shape Functions of Powder Diffractometers Using Parallel Beam Geometry.  
Mat. Sci. Forum 133-136 (1993) 365
- H.G. ZACHMANN, C. WUTZ  
Studies of the Mechanism of Crystallization by Means of WAXS and SAXS Employing Synchrotron Radiation.  
In: Crystallization of Polymers, M. Dosiere (Ed.), Kluwer Academic (1993) 403
- T. ZEISKE, D. HOHLWEIN, R. SONNTAG, J. GRYBOS, K. EICHHORN, T. WOLF  
X-Ray Anomalous Scattering on the Superconducting Ortho-II Phase of  $YBa_2Cu_3O_{6.51}$ .  
Physica C207 (1993) 333
- A. ZERR, H. REICHMANN, H. EULER, R. BOEHLER  
Hydrostatic Compression of  $g - (Mg_{0.6}, Fe_{0.4})_2SiO_4$  to 50.0 GPa.  
Phys. Chem. Minerals 19 (1993) 507
- A. ZOUNEK, H. SPALT, G. MATERLIK  
Coherent X-Ray Scattering by Phonon: Phonon Eigenvectors in Si and GaAs.  
Z. Phys. B92 (1993) 21
- E. ZSCHECH, P.N. KOUNTOUROS, G. PETZOW, P. BEHRENS, A. LESSMANN, R. FRAHM  
Synchrotron Radiation Ti-K XANES Study of  $TiO_2 - Y_2O_3$ -Stabilized Tetragonal Zirconia Polycrystals.  
J. Am. Ceram. Soc. 76 (1993) 197

Weitere Vorträge wurden von HASYLAB-Mitarbeitern auf folgenden Veranstaltungen gehalten:

**Konferenzen, Tagungen**

Jahrestg. der Portugiesischen Chem. Ges., Agueda/P  
 IIIrd Cycle FNRS Lectures on Analytical Chemistry, Antwerpen/B  
 Int. Workshop on Magnetic Measurements of Insertion Devices, APS Argonne/USA  
 CAT Workshop, APS/ANL, Argonne/USA  
 Nordisk Forskerkursus, Århus and Sandjberg/DK  
 Eur. Conf. on Surface Crystallography, Århus/DK  
 IVth Eur. Conf. on Surface Structure, Århus/DK  
 XVIIIth Int. Conf. on the Physics of Electronic and Atomic Collisions, ICPEAC, Århus/DK  
 IInd Int. Meeting on Relaxations in Complex Systems, Alicante/E  
 Discussion Meeting on Phase Transitions at Interfaces, Bad Herrenalb/D  
 Elektron-Elektron-Korrelation mit Hilfe hochenergetischer Spektroskopie, Bad Honnef/D  
 Rundgespräch Magnetismus und Oberflächen, Bad Honnef/D  
 Symposium Röntgenbeugung, Bad Zwischenahn/D  
 XXXIVth IUPAC-Congress, Beijing/China  
 Microsymposium on Time-Resolved Structural Studies, IUCrXVI, Beijing/China  
 XVIth Congress and General Assembly, IUCr, Beijing/China (Acta Cryst. A49)  
 Satellite Meeting of the XVIth Congress on Application of Synchrotron Radiation in Crystallography, Beijing/China  
 IUCr Int. Congress, Symposium on Synchrotron Radiation, Beijing/China  
 ALS Users Meeting, Berkeley/USA  
 Frühjahrstagung der DPG (Quantenoptik, Atom- und Molekülphysik), TU Berlin/D  
 XVth Int. Sympos. on Molecular Beams, Berlin/D  
 Symposium on Surface Magnetism and Thin Films, FU Berlin/D  
 BESSY Nutzertreffen, Berlin/D  
 Workshop on Applications of Circularly Polarized Light, BESSY Berlin/D  
 Workshop on Insertion Devices for Circularly Polarized Light, BESSY Berlin/D  
 Summer School on Current Problems in Condensed Matter Physics, Bialystok/PL

Summer School on Selected Topics of Solid State Physics, Biolowicza/PL  
 XXXI. Jahrestagung der Dt. Ges. für Kristallographie, Bochum/D  
 „Hochleistungswerkstoffe“, Bonn/D  
 MRS Fall Meeting, Boston/USA  
 Siemens Area Detector Meeting, Braunschweig/D  
 Weizmann-GBF Conf. on Crystallography, Braunschweig/D  
 Ges. Dt. Chemiker, Ortsverband Bremen/D  
 Int. Conf. on Iron and Iron Chelates, Brugge/B  
 ISES Solar World Congress, Budapest/H  
 XIth Int. Biophysics Conf., Budapest/H  
 XXIst Biennial Conference on Carbon, Buffalo/USA  
 IXth Int. Conf. on Dynamical Processes in Excited States of Solids, DPC'93, Cambridge/USA  
 Int. Symposium on Mechanics of Formation of Metastable Microstructure, Cambridge/USA  
 LNLS Users Workshop, Campinas/BR  
 Workshop on QEXAFS and Dispersive EXAFS: Magnetic Dichroism and Time Resolved Spectroscopy, LNLS, Campinas/BR  
 Ist Int. Meeting on Magnetoelastic Effects and Applications, Capri/I  
 Int. Workshop on Liquid Crystalline Polymers, Capri/I  
 II. Tagung Festkörperanalytik, Chemnitz/D  
 Conf. on Physics of Low Dimensional Structures, Chernogolovka/Russia  
 XXIVth Annual Meeting of the Fine Particle Society/ Int. Sympos. on Advances in Sol-Gel Processes and Applications, Chicago/USA  
 XIVth Int. Joint Conf. AIRAPT/APS on High Pressure Science and Technology, Colorado Springs/USA  
 NATO ASI School on Small-Angle X-Ray Scattering, Como/I  
 IInd Workshop on Phase Separation in Cuprate Superconductors, Cottbus/D  
 ESF-Conference, Davos/CH  
 XVIth Int. Conf. on X-Ray and Inner-Shell Processes, X'93, Debrecen/H  
 IInd Int. Conf. on Polymer Characterization, Denton/USA  
 Am. Chem. Soc. Spring Meeting, Denver/USA  
 Annual X-Ray Conf. on Application of X-Ray Analysis, Denver/USA  
 Chemiedozententagung, TU Dresden/D  
 Int. Conf. on Advanced Materials, Dresden/D

- IIIrd Int. Conf. on Surface X-Ray and Neutron Scattering, Dubna/Russia
- Herbsttagung der Ges. Dt. Chemiker, Düsseldorf/D
- Europhysics Industrial Workshop on Nanometer Scale Methods in X-Ray Technology, EIW-9, Eindhoven/NL
- VIème Rencontre Marocaine sur la Chimie de l'Etat Solide. REMCES VI, El Jadida/MA
- Eur. Res. Conf. on Fundamental Aspects of Clusters, Elounda, Kreta/GR
- Int. School of Crystallography, XXth Course, Erice/I
- Eur. Conf. on Liquid Crystals – Science and Technology, Flims/CH
- IIInd Liquid Matter Conf., Florence/I
- IXth General Conf. of the EPS, Florence/I
- VIIIth Int. Meeting on Ferroelectricity, Gaithersburg /USA
- Crystal Chemical Symposium, Univ. Geneva/CH
- XLIII. Jahrestg. der Österr. Phys. Ges., Graz/A
- Ist Congress of the ESRF, Grenoble/F
- DEXAFS Satellite Meeting of ESRF Users Meeting, Grenoble/F
- High Pressure Workshop at the ESRF Conf., Grenoble/F
- Int. Workshop on Use of Neutrons and X-Rays in the Study of Magnetism, Inst. Laue-Langevin Grenoble/F
- HERCULES, Grenoble/F
- Workshop of EEC Lithium Project, Groningen/NL
- DGK-Herbstschule „Röntgenoptik“ – Arbeitstg. des AK Realstruktur und dyn. Interferenztheorie, Güntersberge/D
- Int. Workshop on Superconductivity, Hakodate/J
- XII. Tagung der Fachgruppe Biochemie der Ges. Dt. Chemiker, Halle/D
- XXIV. Hauptvers. der Ges. Dt. Chemiker, Hamburg/D
- Conf. on Advanced Materials, Harima/J
- Sympos. on Ammonia Synthesis: Position and Future Course, Havreholm/DK
- XV. DGK-Arbeitstg. „Nichtkristalline und Partiellkristalline Strukturen“, Heubach/D
- Workshop on Frontiers of Surface Diffraction and Imaging, Hong-Kong
- IVth Symp. on Metallized Plastics: Fundamental and Applied Aspects, Honolulu/USA
- Conf. on Understanding Virus Structure and Assembly, Novum Research Park Huddinge/S
- Joint Meeting of the Swedish and German Biophys. Soc., Hünfeld/D
- Workshop on Research with Synchrotron Radiation, Ioannina/GR
- Nordic Course on Synchrotron Radiation: Techniques and Applications, Jaravallen/S
- Int. School and Sympos. on Physics in Materials Science, Jaszowiec/PL
- XXIIth Int. School on Physics of Semiconducting Compounds, Jaszowiec/PL
- IVth Int. Conf. on the Formation of Semiconductor Interfaces, Jülich/D
- XXIV. IFF Ferienkurs Magnetismus von Festkörpern und Grenzflächen, KFA Jülich/D
- Vth Int. Conf. on Electron Spectroscopy, Kiev/Ukraine
- Int. Winter School on Electronic Properties of Novel Materials. Kirchberg/A
- Ist Int. Workshop on High Resolution Compton Scattering as a Probe of Fermiology, Krakow/PL
- IIInd Nat. Symp. of Synchrotron Radiation Users, Krakow-Mogilany/PL
- Symposium on Magnetism and Superconductivity, Krynica/PL
- VIth Int. Conf. on Bioinorganic Chemistry, ICBIC 6, La Jolla/USA
- XCII. Hauptversammlung der Dt. Bunsenges. für Physikalische Chemie, Leipzig/D
- V. Deutsche Zeolith-Tagung, Leipzig/D
- Meeting of the Contact Group for SR of the NFSR and General Meeting of the Belgian Phys. Soc., Leuven/B
- IIIrd Conf. on Position Sensitive Detectors, London/GB
- VIIth Int. Symp. on Intercalation Compounds, Louvain-la-Neuve/B
- MAXLab Meeting on Insertion Devices, Lund/S
- Eur. Res. Conf. on Dynamical Properties of Solids, Lunteren/NL
- EG-Symposium, Univ. Madrid/E
- I. Jahrestagung der DGK, Mainz/D
- VIIth Eur. Workshop on Molecular Spectroscopy and Photon-Induced Dynamics, Maratea/I
- Ist Eur. Congress on Catalysis, EUROPACAT-I, Montpellier/F
- LB Conference, Montreal/CND
- VIIth Int. Conf. on Radiation Effects and Defects in Insulators, Nagoya/J
- VIth SCF Users Group Meeting, Computed Properties of Carbon-Based Materials, Namur/B
- Comett Lectures on Surface Analysis of Industrial Materials, Namur/B
- Ist Symposium on Soft Chemistry, Nantes/F
- Gordon Conf. on X-Ray Physics, New Hampshire/USA

- American Vacuum Society Meeting, Orlando/USA  
 IVème Reunion National des Materiaux, Oviedo/E  
 Int. Symposium on (e,2e) Collisions, Double Photoionization and Related Processes, Paris/F  
 VIIth Int. Workshop on Glasses and Ceramics from Gels, Paris/F  
 XIIIth North American Meeting of the Catalysis Society, Pittsburgh/USA  
 XIIIth General Conf. of EPS, Condensed Matter Div., and DPG, Arbeitskreis Festkörperphysik, Regensburg/D  
 IInd German Israeli EM Meeting, Rehovot/IL  
 Spring Meeting of the Danish Phys. Soc., Rødby/DK  
 The Italian Biochem. Soc. Ann. Meeting, Roma/I  
 LIP Users Meeting, Risø Nat. Lab., Roskilde/DK  
 Workshop on a Project for a FZR-Beamline at ESRF, FZR Rossendorf/D  
 IVth Sodalite Meeting and Workshop: „Nanoporöse Kristalle“, DFG-SPP „Pseudosymmetrische Kristalle“, Scharl/CH  
 IXth Int. Conf. on Small Angle Scattering, INSTN, Saclay/F  
 Int. Conf. on Electron Beam Sources of High Brightness Radiation, San Diego/USA  
 Nordic School on the Application of Synchrotron Radiation in Chemistry, Biology and Physics, Sandbjerg/DK  
 Int. Conf. on the Structure of Surfaces, ICSOS-5, Shanghai/China  
 Int. Workshop on Fullerenes, St. Petersburg/Russia  
 SSRL Users Meeting, Stanford/USA  
 Workshop on Techniques, Applications and Opportunities in Biol. Synchrotron Small Angle X-Ray Scattering, Stanford/USA  
 Int. Conf. on Luminescence, ICL'93, Storrs/USA  
 VIIth Congress of the European Union of Geosciences, Strasbourg/F  
 E-MRS Conference, Strasbourg/F  
 IInd Int. Conf. on Inorganic Chemistry, Stuttgart/D  
 IVth Int. Meeting on Materials Sciences and the Computational Methods, Tiemcen/Algeria  
 VIth Int. Conf. on Organized Molecular Films, Trois-Riviere/CND  
 EEC Muscle Discussion Meeting, Thumersbach, Zell am See/A  
 Workshop on the Opportunities from New Radiation Sources for the Study of Liquids, Trieste/I  
 XXVIIIth Europhysics Conf. on Macromolecular Physics, Ulm/D  
 Int. Conf. on the Applications of the Mößbauer Effect, ICAME'93, Vancouver/CND  
 XXIIIrd Italian Congress of Crystallography, Venezia/I  
 IInd Int. Conf. on Fundamentals of Glass Science and Technology, Venezia/I  
 Int. Polymer Physics Symposium, Washington/USA  
 XXXVIIth Annual Meeting of the Biophys. Soc., Washington/USA  
 IIIrd Eur. Powder Diffraction Conf., EPDIC-3, Wien/A  
 Workshop über Mikrostrukturtechnik mit Synchrotronstrahlung von DELTA, Witten/D  
 ESF-Conference, York/UK  
 Eur. Res. Conf. on Interfaces and Colloidal Systems – Bilayer Membrane Dynamics, York/UK  
 Conf. on Molecular Crystals (Janik's Friends Meeting), Zakopane/PL
- Kolloquien**
- Univ. Augsburg/D  
 Bunsenkolloquium, Bad Herrenalb/D  
 Koll. für das Schwerpunktprogramm „Keramische Hochleistungswerkstoffe“, Bonn/D  
 Festkolloquium, Univ. Dortmund/D  
 TU Dresden/D  
 Univ. Duisburg/D  
 Univ. Erlangen-Nürnberg/D  
 Univ. of Oregon Eugene/USA  
 Koll. des SPP „Pseudosymmetrische Kristalle“, Kloster Hünfeld bei Fulda/D  
 Technion Haifa/IL  
 Koll. dreier DFG-Schwerpunkte zum Themenkomplex Cluster, Herzogenborn/D  
 Univ. Jena/D  
 Univ. Köln/D  
 Univ. Konstanz/D  
 Univ. Leipzig/D  
 Festkolloquium, Med. Univ. Lübeck/D  
 Univ. München/D  
 Univ. Paderborn/D  
 Risø Nat. Lab., Roskilde/DK  
 Univ. Rostock/D  
 MPI für Festkörperforschung, Stuttgart/D  
 Univ. Tübingen/D

## Seminare

TH Aachen/D  
 IBM Res. Cent. Almaden/USA  
 ANL Argonne/USA  
 HP-HT-Seminar, Univ. und Bayr. Geoinst., Bayreuth/D  
 LBL Berkeley/USA  
 FU Berlin/D  
 TU Berlin/D  
 Humboldt Univ. Berlin/D  
 Univ. Bochum/D  
 SFB 334, Univ. Bonn/D  
 Wacker-Chemitronic Burghausen/D  
 Univ. of Massachusetts Cambridge/USA  
 Univ. of Virginia Charlottesville/USA  
 Graduiertenkolleg Festkörperspektroskopie, Dortmund/D  
 Northwestern Univ. Evanston/USA  
 Univ. of Florida Gainesville/USA  
 ESRF Grenoble/F  
 Univ. Groningen/NL  
 Technion Haifa/IL  
 Univ. Helsinki/SF  
 KFA Jülich/D  
 Univ. Kiel/D  
 Univ. Leipzig/D  
 Slovenian Biophys. Soc. Ljubljana/SLO  
 Belgian Synchrotron Contact Group, Louvain-La-Neuve/B  
 Univ. Mainz/D  
 Eniricerche Milano/I  
 Univ. Nat. Autonoma Mexico City/MEX  
 TU und Univ. München/D  
 Univ. degli Studi Padova/I  
 XEROX Res. Cent Palo Alto/USA  
 Univ. Rabat/MA  
 Univ. Center Roskilde/DK  
 Univ. Rostock/D  
 Univ. of Sherbrooke/CND  
 SSRL Stanford/USA  
 Univ. Stanford/USA  
 Univ. Stuttgart  
 Univ. Uppsala/S  
 ECOSS Warwick/UK  
 Bergische Univ. Wuppertal/D

## Dissertationen

U. ARP  
 Absorptionsspektroskopie an Atomen der Metalle Ca, Cr, Mn und Cu.  
 Univ. Hamburg/D (1993)  
 HASYLAB 93-02

A. BERTHOLD  
 Unelastische Röntgenstreuung an Kalium- und Lithium-interkaliertem Graphit.  
 Univ. Dortmund/D (1993)

C. BÖHM  
 Der Einfluß von Wechselwirkungen im hydrophilen Bereich auf die Struktur von Lipidmonoschichten.  
 Univ. Hamburg/D (1993)  
 HASYLAB 93-03

R. BOUCHARD  
 Untersuchung von Defektstrukturen in getemperten Siliziumkristallen.  
 Univ. Hamburg/D (1993)  
 HASYLAB 93-08

B. BURANDT  
 Untersuchung oberflächennaher Phasenübergänge mittels Röntgenbeugung an  $\text{NH}_4\text{Br}$  und  $\text{KMnF}_3$ .  
 Univ. Kiel/D (1993)

S.M. BUTORIN  
 X-Ray Emission Studies of High- $T_c$  Superconductors and Related Compounds.  
 Univ. Uppsala/S (1993)

C. BUTZLAFF  
 Magnetische Suszeptibilität an Übergangsmetallen.  
 Univ. Hamburg/D (1993)

A. COLOTTO  
 Thermodynamische und strukturelle Charakterisierung der Wechselwirkung zwischen toxischen Peptiden und Membranen.  
 Univ. Graz/A (1993)

M.A. DENECKE  
 X-Ray Absorption Studies on Fluoride Conducting Solid Electrolytes Having Fluorite and Tysonite Structure.  
 Univ. Hamburg/D (1993)

P. FISCHER  
 Zirkularer magnetischer Röntgendichroismus an den  $L_{2,3}$ -Kanten der 4f-Elemente.  
 TU München/D (1993)

M. FRÖBA  
 Theoretische und experimentelle Untersuchungen zur Struktur von Graphit-Einlagerungsverbindungen – insbesondere des Rhenium(VII)-oxids und des Rhenium(V)-chlorids – unter Anwendung der Röntgendiffraktometrie und Röntgenabsorptionsspektroskopie.  
 Univ. Hamburg/D (1993)

O. HEMMERS

Untersuchung von Korrelationseffekten bei der Photoionisation kleiner Moleküle.  
TU Berlin/D (1993)

T. HERTRICH

Kernresonante Beugung von Mößbauer- und Synchrotronstrahlung unter dem Einfluß magnetoelastischer Anregung.  
TU München/D (1993)

M. HÜTSCH

Resonante Röntgenstreuung des Phosphors von Ribosomen in Lösung.  
Univ. Hamburg/D (1993)

S. JÜNGER

Oberflächenstrukturuntersuchung mit dynamischer Röntgenbeugung bei streifendem Einfall.  
Univ. Hamburg/D (1993)  
HASLAB 93-06

R. KARNBACH

Strahlender Zerfall und Relaxation von Edelgasclustern untersucht mit Methoden der Lumineszenzspektroskopie.  
Univ. Hamburg/D (1993)

R.M. KENN

Röntgenographische Untersuchungen zur Struktur ultradünner Filme an der Wasser/Luft-Grenzfläche.  
Univ. Mainz/D (1993)

L. KIPP

New Developments in Direct and Inverse Photoemission Techniques and Electronic Structure of Ge(001)2×1 and Si(001)2×1 surfaces.  
Univ. Kiel/D (1993)

M. KLAUDA

Elektronische und magnetische Eigenschaften ausgewählter Elektronen- und hochdotierter Hoch-T<sub>c</sub>-Cuprate.  
Univ. Erlangen/D (1993)

M. KOHLMANN

Röntgenstrukturuntersuchungen an Mikro-Einkristallen.  
Univ. München/D (1993)

M. KRISCH

Spektrale und fokale Eigenschaften von gebogenen Bragg-Kristallen.  
Univ. Dortmund/D (1993)

K.-N. KRÜGER

Untersuchung des Schmelz- und Kristallisationsverhaltens, der unterschiedlichen Kristallmodifikationen und der thermischen Relaxationsprozesse von Poly(acrylether ketonen).  
Univ. Hamburg/D (1993)

O. KÜHNHOLZ

Strukturuntersuchung von Nukleoproteinen in Lösung über die anomale Röntgenstreuung des Schwefels.  
Univ. Hamburg/D (1993)

M. KUPSCH

Ionisation und Anregung kleiner Moleküle zum Studium atomarer Orbitale im molekularen Verbund.  
TU Berlin/D (1993)

E. LANDEMARK

Core-Level and Valence Band Photoelectron Spectroscopy Studies of Si and Ge Surface Reconstructions, Clean or Modified by Adsorbates.  
Univ. Linköping/S (1993)  
Report No. 313

A. LESSMANN

Untersuchung von reinen und adsorbatbedeckten Ge(001)- und InSb(001)-Oberflächen mit XSW und ARUPS.  
Univ. Hamburg/D (1993)  
HASLAB 93-05

W. LIMPER

Pulverdiffraktometrie mit Synchrotronstrahlung bei mehreren Wellenlängen simultan – Anwendungen zur anomalen Dispersion und zur Teilchenbestimmung.  
Univ. Tübingen/D (1993)

C. LORENZ

Entwurf, Aufbau und Charakterisierung eines Spektrometers für weiche Röntgenfluoreszenz von Metallen in der Gasphase.  
Univ. Hamburg/D (1993)  
HASLAB 93-07

R.H. MENK

Vielkanal-Ionisationskammern für Röntgenbildaufnahmen.  
Univ.-GH Siegen/D (1993)

P. MOLINAS-MATA

Untersuchung der atomaren Struktur und der elektronischen Eigenschaften von reinen und Ga-bedeckten Ge(111) Oberflächen mittels des Rastertunnelmikroskops.  
Univ. Stuttgart/D (1993)

W. MORGENROTH

Kinematische Beschreibung von Röntgeninterferenzen bei anisotroper anomaler Streuung (AAS).  
Univ. des Saarlandes, Saarbrücken/D (1993)

H.-H. MÜLLER

Anomale Röntgenbeugung von Schwefel in Proteinkristallen.  
Univ. Hamburg/D (1993)

I. NEUEFEIND

Die Struktur des flüssigen N-Methylformamides durch Beugungsexperimente mit Neutronen und energiereicher Synchrotronstrahlung.  
RWTH Aachen/D (1993)

P. PENNARTZ

Phasenumwandlungen von Dichromat-Hydraten und Natriumsulfat. Röntgenabsorptionsspektroskopische Untersuchungen an Chromatlösungen.  
TH Darmstadt/D (1993)

G. POERSCH

Untersuchungen zu Struktur und Eigenschaften flüssigkristalliner Hauptkettenpolymere mit verzweigtem Spacer.  
Univ. Duisburg/D (1993)

B. REHM

Der Einfluß der Spacerlänge bei LC-Oligomeren und deren Mischungen auf strukturelle und thermodynamische Eigenschaften.  
Univ. Ulm/D (1993)

A. ROMPEL

Biophysikalische Untersuchungen zur Struktur des Kupfer-Metallzentrums in Catecholoxidasen.  
Univ. Münster/D (1993)

W. SCHWEGLE

Theoretische und experimentelle Untersuchungen an Mehrstrahlinterferenzen.  
Univ. Karlsruhe/D (1993)

I. STORJOHANN

Photoemissions-Rastermikroskopie im Bereich weicher Röntgenstrahlung.  
Univ. Hamburg/D (1993)

M. TAMPIER

Ordnungszustände in binären Systemen aus einem flüssigkristallinen, aromatischen Copolyester mit Polyphenylsulfid oder Polytetrafluorethylen.  
(1993)

S. THIEL

Untersuchung der Molekülkonformationen, des flüssigkristallinen Anteils und der Kristallisation in ternären Copolyestern aus PEN, PET und PHB.  
Univ. Hamburg/D (1993)

M. TOLAN

Röntgenstreuung an strukturierten Oberflächen – Experiment und Theorie.  
Univ. Kiel/D (1993)

T. TSCHENTSCHER

Bestimmung der Elektronenimpulsdichten in Festkörpern mit koinzidenter Compton-spektroskopie.  
Univ. Hamburg/D (1993)  
HASLAB 93-04

S. UHLENBROCK

Zink-Koordinationsverbindungen mit biomimetischen Chelatliganden als Modellverbindungen für die aktiven Zentren und möglichen Übergangszustände von mehrkernigen Zinkenzymen.  
Univ. Münster/D (1993)

P. WANG

Preparation and Optical Characterization of Silica Aergels.  
Univ. Würzburg/D (1993)  
Report E21-0593-4

W. WANG

Lyotropic Liquid Crystalline Polymers: Texture, Morphology and Microfibrillar Structure.  
Univ. Marburg/D (1993)

J. WEVER

Dreidimensionale Röntgenstrukturanalyse an Oberflächen: Rekonstruktion der InSb(111)-Oberfläche.  
Univ. München/D (1993)

C. WUTZ

Aufbau einer Apparatur zur gleichzeitigen, zeitaufgelösten Messung der Röntgenkleinwinkel-, Röntgenweitwinkel- und Lichtstreuung und Untersuchung der Kristallisation von Polymeren.  
Univ. Hamburg/D (1993)

### Diplomarbeiten

C. ALBERTI

Bau eines „Time of Flight“ Spektrometers zur Messung von Ionisationsenergien in Edelgasmatrizen.  
Univ. Hamburg/D (1993)

F. BECKMANN

Untersuchung der Möglichkeiten der Mikrotomographie an konventionellen Röntgenquellen.  
Univ. Dortmund/D (1993)

G. BENECKE

Die Analyse von Teildatensätzen bei der Oberflächen-Röntgenbeugung.  
Univ. München/D (1993)

A. BEUTLER

Flugzeitmassenspektroskopie an Molekülen und Clustern unter der Verwendung der Zeitstruktur der Synchrotronstrahlung.  
Univ. Hamburg/D (1993)

M. BÖHRINGER

STM- und LEED-Untersuchungen an Gallium-Adsorbaten auf (111)-Oberflächen des Germanium.  
Univ. Tübingen/D (1993)

J. BRÜGMANN

Untersuchung der CdTe(100)-Oberfläche mittels winkelaufgelöster Photoemissionsspektroskopie.  
Univ. Kiel/D (1993)

K. BURGER

Einfluß der Probenbewegung auf die Teilchenstatistik und Reflexintensitäten der Beugungsreflexe von Pulverproben.  
Univ. Tübingen/D (1993)

S. BÜTTNER

Charakterisierung eines Plangittermonochromators für den weichen Röntgenbereich.  
Univ. Hamburg/D (1993)

- D.V. DIEMAR  
Entwicklung und Erprobung eines sphärisch gekrümmten Kristallanalysators für die resonante Anregung der K-Emission mit Synchrotronstrahlung.  
Univ. Dortmund/D (1993)
- R. DÜRIG  
Profilformanalyse winkelaufgelöster Photoelektronenspektren von  $\text{TiTe}_2$  und Optimierung der Herstellung von Schichtkristallen.  
Univ. Kiel/D (1993)
- J. DUMSCHAT  
Röntgenabsorptionsspektroskopie an Systemen der Seltenen Erden und an  $\text{K}_{3-x}\text{Rb}_x\text{C}_{60}$  Verbindungen.  
Univ. Paderborn/D (1993)
- I. EBERHARDT  
Charakterisierung des Pyruvat Decarboxylase Strukturgens PDC1 aus verschiedenen Wildtyp- und Mutanten-Hefestämmen.  
Univ. Halle/D (1993)
- U. ENGLISCH  
Strukturelle Untersuchungen an Verbindungen des  $\text{PbFCl}$ -Strukturtyps unter hohem Druck.  
Univ.-GH Paderborn/D (1993)
- W. FINCK  
Synthese und Charakterisierung ternärer Telluride des Niobs und Tantals mit einem 3d-Metall.  
Univ. Mainz/D (1993)
- T. FISCHER  
Ein Röntgenspektrometer für Messungen des resonanten Raman Effektes an Übergangsmetallen mit Synchrotronstrahlung.  
Univ. Dortmund/D (1993)
- K. GÖBEL  
Synthese und Charakterisierung binärer und ternärer Telluride des Hafniums und Thoriums.  
Univ. Mainz/D (1993)
- J. GRENZER  
Reflektometrische Elektronendichtebestimmung von Magnesium-Stearat-Filmen unter Verwendung von weicher Röntgenstrahlung.  
Univ. Potsdam/D (1993)
- M. HEINS  
Tiefenanalyse von Si-Wafern unter streifendem Einfall mit Hilfe weißer Synchrotronstrahlung.  
Univ. Münster/D (1993)
- A. HELMERICH  
Strukturuntersuchungen mit Hilfe der EXAFS-Spektroskopie und der Elektronenmikroskopie an einem zirkonhaltigen Ormocer-System.  
(1993)
- A. HENGSTMANN  
Bestimmung des absoluten Absorptionsquerschnittes im Bereich der 4d-Riesenresonanzen atomaren Bariums.  
Univ. Hamburg/D (1993)
- V. HILDENBRAND  
Röntgengroßwinkelstreuung an wäßrigen  $\text{TiCl}_4$ -Lösungen.  
Univ. Darmstadt/D (1993)
- K. HÖPPNER  
Der dynamische Strukturfaktor der Elektronen in Lithium-Magnesium Substitutionsmischkristallen.  
Univ. Dortmund/D (1993)
- C.P. JENSEN  
X-Ray Scattering from Surfaces and MBE-Grown Films.  
Tech. Univ. of Denmark, Lyngby/DK (1993)
- J.S.E. KESPER  
IXSS-Messungen der dielektrischen Responsefunktion an  $\text{C}_{60}$ -Molekülen.  
Univ. Dortmund/D (1993)
- M. KILLENBERG  
Reinigung und vergleichende Charakterisierung von Pyruvatdecarboxylase aus einer haploiden Mutante der Hefe *Saccharomyces Cerevisiae*.  
Univ. Halle/D (1993)
- U. KLETT  
Überkritische Trocknung von TMOS- und RF-Gelen.  
Univ. Würzburg/D (1993)  
Report E21-0593-1
- K. KRAGLER  
Effekte der Schwerionenbestrahlung und -implantation in Hochtemperatursupraleitern charakterisiert mittels Photoelektronenspektroskopie.  
Univ. Erlangen/D (1993)
- F. KURP  
Compton Streuung an oxydierten Vanadiumfolien.  
Univ. Hamburg/D (1993)
- F. LAGERPUSCH  
RFA von Mikropartikeln mit Hilfe der Synchrotronstrahlung.  
Univ. Münster/D (1993)
- I. LANDSCHOOFF  
Eine Untersuchung der Beeinflussung von Mößbauerspektren durch Ultraschall.  
Univ. Hamburg/D (1993)
- R. LANGER  
Bestimmung der DQE einer Vielkanal-Ionisationskammer aus Rauschmessungen am Monochromatischen Synchrotronstrahl unter Berücksichtigung der dritten harmonischen Oberwelle.  
Univ.-GH Siegen/D (1993)
- W. LENHARD  
Strukturuntersuchungen zum Sinterprozeß von Silica-Aerogelen.  
Univ. Würzburg/D (1993)  
Report E21-0393-1

## H. LÜBBERSTEDT

Sphärische Spiegelsysteme zur Fokussierung weicher Röntgenstrahlung.  
Univ. Hamburg/D (1993)

## S. MARKSCHEFFEL

Ellipsometrische Untersuchungen von Poly(*r*-Benzyl-L-Glutamat)-Schichten präpariert durch Spin-Coating-Techniken.  
Univ. Leipzig/D (1993)

## R. MATSCHINER

Röntgenstrukturuntersuchungen an zyklischen Oligoamiden.  
Univ. Ulm/D (1993)

## J. MÜLLER

Untersuchungen zur Temperaturabhängigkeit der Hyperfeinwechselwirkung im Eisenborat mit dem Ziel der Herstellung einer polarisierten  $\gamma$ -Quelle.  
Univ. Hamburg/D (1993)

## G. PEICHEL

Untersuchung der Überstrukturänderung an (Ethylen- $\alpha$ -Olefin)-Copolymeren beim Schmelzen und beim uniaxialen Verstrecken mittels Synchrotronstrahlung.  
Univ. Ulm/D (1993)

## B. PETERS

Photonenstimulierte Desorption und Oberflächenzustände von Xenon in Xenon-dotiertem festen Argon.  
Univ. Hamburg/D (1993)

## R. VON PIETROWSKI

Untersuchung der elektronischen und geometrischen Struktur Xenon-dotierter Edelgascluster mit Methoden der Fluoreszenzspektroskopie.  
Univ. Hamburg/D (1993)

## K. QUAST

Entwicklung eines untergrundarmen Detektors zum zeitaufgelösten Nachweis niederenergetischer Elektronen.  
Univ. Hamburg/D (1993)

## K. RESHÖFT

Untersuchung der elektronischen Struktur von molekularstrahlepitaktisch gewachsenen ternären III/V-Halbleiter-Mischkristallen mittels winkelaufgelöster Photoelektronenspektroskopie.  
Univ. Kiel/D (1993)

## A. RÖLL

Unelastische Röntgenstreuung an Beryllium und Diamant.  
Univ. München/D (1993)

## K.-H. SCHMIDT

Eine neuartige Anwendung von CCDs beim Nachweis von Röntgenstrahlen.  
TU München/D (1993)

## S. SCHRANK

Statistischer und dynamischer Strukturfaktor von Flüssigkeiten.  
Univ. München/D (1993)

## A. WEGNER

Simulation von elementaren Prozessen bei der Wechselwirkung von Röntgenstrahlung mit Materie.  
Univ. Münster/D (1993)

## M. WERNER

Untersuchung von Halbwertsbreiten und Bestimmung der Mosaikstruktur von YIG-, Silicium- und Zink-Einkristallen.  
Univ. Hamburg/D (1993)

## R. ZIER

Untersuchungen zum p-T-Diagramm von Realgar mit Hilfe von Synchrotronstrahlung und Raman-Spektroskopie.  
Univ. Giessen/D (1993)

## F. ZIPPEL

Röntgenabsorptionsspektroskopische Untersuchungen an dinuklearen Zink-Komplexverbindungen mit biomimetischen Sauerstoff/Stickstoff-Donorliganden.  
Univ. Münster/D (1993)

EMBLVeröffentlichungen

A.A. ANTSON, T.V. DEMIDKINA, P. GOLLNICK, Z. DAUTER, R.L. VON TERSCH, J. LONG, S.N. BEREZHNOY, R.S. PHILLIPS, E.H. HARATYUNYAN, K.S. WILSON  
Three-Dimensional Structure of Tyrosine Phenol-Lyase.  
*Biochemistry* 32 (1993) 4195

M.A. BAGNI, G. CECCHI, C.C. ASHLEY, P.J. GRIFFITHS, Y. MAEDA  
Time-Resolved Lattice Spacing Changes in Single Intact Muscle Fibres of *Rana Temporaria*.  
*J. Physiol.* 459 (1993) 274

C. BETZEL, Z. DAUTER, N. GENOV, V. LAMZIN, J. NAVAZA, H.P. SCHNEBLI, M. VISANJI, K.S. WILSON  
Structure of the Proteinase Inhibitor Eglin C with Hydrolysed Reactive Centre at 2.0 Å Resolution.  
*FEBS Lett.* 317 (1993) 185

C. BETZEL, R. RACHEV, P. DOLASHKA, N. GENOV  
Actinomycins as Proteinase Inhibitors.  
*Biochem. Biophys. Acta* 1161 (1993) 47

C. BETZEL, T.P. SINGH, M. VISANJI, K. PETERS, S. FITTKAU, W. SÄNGER, K.S. WILSON  
Structure of the Complex of Proteinase K with a Substrate Analogue Hexa-Peptide Inhibitor at 2.2 Å Resolution.  
*J. Biol. Chem.* 268 (1993) 15854

- C. BETZEL, M. VISANJI, S. ESCHENBURG, K.S. WILSON, K. PETERS, S. FITTKAU, T.P. SINGH, N. GENOV  
Crystallisation and Preliminary X-Ray Analysis of Subtilisin DY, a Natural Mutant of Subtilisin Carlsberg.  
*Arch. Biochem. Biophys.* 302 (1993) 499
- C. BETZEL, M. VISANJI, K.S. WILSON, N. GENOV, I. MANCHEVA, B. ALEKSIEV, T. SINGH  
Crystallisation and Preliminary X-Ray Analysis of Vipoxin, a Complex between a Toxic Phospholipase A2 and its Natural Polypeptide Inhibitor.  
*J. Mol. Biol.* 231 (1993) 498
- K. BRANDENBERG, H. MAYER, M.H.J. KOCH, J. WECKESSER, E.T. RIETSCHER, V. SEYDEL  
Influence of the Supramolecular Structure of Free Lipid A on its Biological Activity.  
*Eur. J. Biochem.* 218 (1993) 555
- G. BÜLDT, N.A. DENCHER, J. FITTER, M.J.H. KOCH, R.E. LECHNER, G. RAPP  
Structure and Dynamics of Bacteriorhodopsin.  
*Biophys. J.* 64 (1993) 246a
- D. CHATTOPADHYAY, B.C. FINZEL, S.H. MUNSON, D.B. EVANS, S.K. SHARMA, N.A. STRAKALAITIS, D.P. BRUNNER, F.M. ECKENRODE, Z. DAUTER, C. BETZEL, H.M. EINSPAHR  
Crystallographic Analyses of an Active HIV-1 Ribonuclease H Domain Show Structural Features which Distinguish it from the Active Form.  
*Acta Cryst.* D49 (1993) 423
- G.J. DAVIES, G.G. DODSON, R.E. HUBBARD, S.P. TOLLEY, Z. DAUTER, K.S. WILSON, C. HJORT, J.M. MIKKELSEN, G. RASMUSSEN, M. SCHÜLEIN  
A New Endocellulase Structure Has a Novel Protein Fold but Familiar Catalytic Geometry.  
*Nature* 365 (1993) 362
- L.T.J. DELBAERE, M. VANDONSELAAR, L. PRASAD, J.W. QUAIL, K.S. WILSON, Z. DAUTER  
The 2.0 Å Structure of the Lectin IV of *Griffonia simplicifolia* and its Complex with the Lewis B Human Blood Group Determinant.  
*J. Mol. Biol.* 230 (1993) 950
- S. FUJITA-BECKER, L.L. KLUWE, A. MIEGEL, K. MAEDA, Y. MAEDA  
Reconstitution of Rabbit Skeletal Muscle Troponin from the Recombinant Subunits all Expressed in and from *E. Coli*.  
*J. Biochem. (Tokyo)* 114 (1993) 438
- M. GAJHEDE, T.N. PETERSEN, A. HENRIKSEN, J.F.W. PETERSEN, Z. DAUTER, K.S. WILSON, L. THIM  
Pancreatic Spasmolytic Polypeptide: First 3-Dimensional Structure of a Member of the Mammalian Trefoil Family of Peptides.  
*Structure* 1 (1993) 253
- N. GENOV, P. NICOLOV, C. BETZEL, K.S. WILSON, P. DOLASHKA  
Fluorescence Properties of Subtilisins and Related Proteinases (Subtilases): Relation to X-Ray Models.  
*J. Photochem. Photobiol.* B18 (1993) 265
- P.J. GRIFFITHS, C.C. ASHLEY, M.A. BAGNI, Y. MAEDA, G. CECCHI  
Time-Resolved Equatorial X-Ray Diffraction Measurements in Single Intact Muscle Fibres.  
*Adv. Exp. Med. Biol.* 332 (1993) 409
- Cross-Bridge Attachment and Stiffness During Isotonic Shortening of Intact Single Muscle Fibers.  
*Biophys. J.* 64 (1993) 1150
- B. HAZES, K.A. MAGNUS, C. BONAVENTURA, J. BONAVENTURA, Z. DAUTER, K.H. KALK, W.G.J. HOL  
Crystal Structure of Deoxygenated Limulus Polyphemus Subunit II Hemocyanin at 2.18 Å Resolution: Clues for a Mechanism for Allosteric Regulation.  
*Protein Science* 2 (1993) 597
- L.L. KLUWE, K. MAEDA, Y. MAEDA  
E. Coli Expression and Characterization of a Mutant Troponin I with Three Cysteine Residues Substituted.  
*FEBS Lett.* 323 (1993) 83
- S. KÖNIG, D. SVERGUN, M.H.J. KOCH, G. HÜBNER, A. SCHELLENBERGER  
The Influence of the Effectors of Yeast Pyruvate Decarboxylase (PDC) on the Conformation of the Dimers and Tetramers and their PH-Dependent Equilibrium.  
*Eur. J. Biophys.* 22 (1993) 185
- N. KRAUSS, W. HINRICHS, I. WITT, P. FROMME, W. PRITZKOW, Z. DAUTER, C. BETZEL, K.S. WILSON, H.T. WITT, W. SÄNGER  
Three-Dimensional Structure of System I of Photosynthesis at 6 Å Resolution.  
*Nature* 361 (1993) 326
- V.S. LAMZIN, K.S. WILSON  
Automated Refinement of Protein Models.  
*Acta Cryst.* D49 (1993) 129
- P. LAGGNER, M. KRIECHBAUM, A. BOTA, G. RAPP  
Temperature-jump Relaxation Studies on Phospholipids: Structural intermediates and Memory Effect in Phase Transitions.  
In: *Synchrotron Radiation in Biophysics*, Oxford Univ. Press (1993)
- S. LORENZ, J.P. FÜRSTE, R. BALD, M. ZHANG, E. RADERSCHELL, C. BETZEL, Z. DAUTER, K.S. WILSON, V.A. ERDMANN  
Crystallisation and Preliminary Diffraction Studies of the Chemically Synthesised Domain A of *Thermus flavus* 5S rRNA: an RNA Dodecamer Double Helix.  
*Acta Cryst.* D49 (1993) 418

- Y. MAEDA, M.A. BAGNI, C.C. ASHLEY, P.J. GRIFFITHS, G. CECCHI  
Equatorial X-Ray Diffraction Intensities and Lattice Spacing in Intact Single Muscle Fibres of the Frog.  
*J. Physiol.* 459 (1993) 449
- A. MATTEVI, G. OBMOLOVA, K.H. KALK, A. TEP-  
LYAKOV, W.G.J. HOL  
Crystallographic Analysis of Substrate Binding and Catalysis in Dihydrolipoyl Transacetylase (E2p).  
*Biochemistry* 32 (1993) 3887
- A. MATTEVI, G. OBMOLOVA, K.H. KALK, W.J.H. VAN  
BERKEL, W.G.J. HOL  
Three-Dimensional Structure of Lipoamide Dehydrogenase from *Pseudomonas Fluorescens* at 2.8 Å Resolution.  
*J. Mol. Biol.* 230 (1993) 1200
- A. MATTEVI, G. OBMOLOVA, K.H. KALK, A.H. WEST-  
PHAL, A. DE KOK, W.G.J. HOL  
Refined Crystal Structure of the Catalytic Domain of Dihydrolipoyl transacetylase (E2p) from *Azotobacter Vinelandii* at 2.6 Å Resolution.  
*J. Mol. Biol.* 230 (1993) 1183
- A. MIEGEL, L. LEE, Z. DAUTER, Y. MAEDA  
A New Crystal Form of Tropomyosin.  
In: *Mechanism of Myofibril Sliding in Muscle Contraction*, H. Sugi, G. H. Pollack (Eds.), Plenum (1993) 25
- A.V. NICKITENKO, A.M. MICHAILOV, C. BETZEL,  
K.S. WILSON  
3-Dimensional Structure of Neurotoxin-1 from *Naja Naja Oxiana* Venom at 1.9 Å Resolution.  
*FEBS Lett.* 320 (1993) 111
- G. OBMOLOVA, I. KURANOVA, A. TEPLYAKOV  
Purification, Crystallization and Preliminary X-Ray Analysis of Inorganic Pyrophosphatase from *Thermus Thermophilus*.  
*J. Mol. Biol.* 232 (1993) 312
- G. OBMOLOVA, A. TEPLYAKOV, T. XIA, R. JENSEN  
Preliminary Crystallographic Study of Cyclohexadienyl Dehydratase from *Pseudomonas Aeruginosa*.  
*J. Mol. Biol.* 232 (1993) 992
- A. PERRAKIS, K.S. WILSON, I. CHET, A.O. OPPEN-  
HEIM, C.R. VORGAS  
Phylogenetic Relationships of Chitinases.  
In: *Chitin Enzymology*, R. A. A. Muzzarelli (Ed.) 217
- S. PFEFFER-HENNIG, H. WESSNER, M. HENNIG,  
Z. DAUTER, G. HAUSDORF, W.E. HÖHNE  
A Monoclonal Antibody Fab Fragment Crystallized with and without a Peptide Epitope from HIV.  
*Proteins: Structure, Function and Genetics* (1993) 16 437
- D. POPP, Y. MAEDA  
Calcium Ions and the Structure of the Muscle Actin Filament - An X-Ray Diffraction Study.  
*J. Mol. Biol.* 229 (1993) 279
- L. PRASAD, S. SHARMA, M. VANDONSELAAR, J.W.  
QUAIL, J.S. LEE, E.B. WAYGOOD, K.S. WILSON, Z.  
DAUTER, L.T.J. DELBAERE  
Evaluation of Mutagenesis for Epitope Mapping: Structure of an Antibody/Protein Antigen Complex.  
*J. Biol. Chem.* 268 (1993) 10 705
- G. RAPP, M. RAPPOLT, P. LAGGNER  
Time-Resolved Simultaneous Small- and Wide-Angle X-Ray Diffraction on Dipalmitoylphosphatidylcholine by Laser Temperature-Jump.  
*Progr. Colloid Polym. Sci.* 93 (1993) 25
- Time-Resolved Small- and Wide-Angle X-Ray Diffraction on Phospholipids Using Laser Temperature-Jump.  
*Biophys J.* 64 (1993) 348a
- I. RAYMENT, W.R. RYPNIEWSKI, K. SCHMIDT-BÖSE,  
R. SMITH, D.R. TOMCHICK, M.M. BENNING, D.A.  
WINKELMANN, G. WESENBERG, H.M. HOLDEN  
Three-Dimensional Structure of Myosin Subfragment-1: A Molecular Motor.  
*Science* 261 (1993) 50
- E. ROKITA, C. HERMES, H.F. NOLTING, J. RYCZEK  
Substitution of Calcium by Strontium within Selected Calcium Phosphates.  
*J. Crystal Growth* 130 (1993) 543
- W.R. RYPNIEWSKI, S. HASTRUP, C. BETZEL, M.  
DAUTER, Z. DAUTER, G. PAPENDORF, S. BRANNER,  
K.S. WILSON  
The Sequence and X-Ray Structure of the Trypsin from *Fusarium Oxysporum*.  
*Protein Engin.* 6 (1993) 341
- W.R. RYPNIEWSKI, H.M. HOLDEN, I. RAYMENT  
Structural Consequences of Reductive Methylation on Lysine Residues in Heg Egg White Lysozyme: An X-Ray Analysis at 1.8 Å Resolution.  
*Biochemistry* 32 (1993) 9851
- Z. SAYERS, P. BROUILLON, C.E. VORGAS, H.F. NOL-  
TING, C. HERMES, M.H.J. KOCH  
Cloning and Expression of *Saccharomyces Cerevisiae* Copper-Metallothionein Gene in *Escherichia Coli* and Characterization of the Recombinant Protein.  
*Eur. J. Biochem.* 212 (1993) 521
- G. SCZAKIEL, K. MAEDA  
Vector PPLEX for Expression of Nonfusion Peptides in *Escherichia Coli*.  
*Methods in Enzymology* 217 (1993) 3
- J. SEVCIK, C.P. HILL, Z. DAUTER, K.S. WILSON  
Complex of Ribonuclease from *Streptomyces Aureofaciens* with 2'GMP at 1.7 Å Resolution.  
*Acta Cryst.* D49 (1993) 257
- J. SEVCIK, I. ZEGERS, L. WYNS, Z. DAUTER, K.S.  
WILSON  
Complex of Ribonuclease Sa with a Cyclic Nucleotide and a Proposed Model for the Reaction Intermediate.  
*Eur. J. Biochem.* 216 (1993) 301

- U. SEYDEL, M.H.J. KOCH, K. BRANDENBURG  
Structural Polymorphisms of Rough Mutant Lipopolysaccharides Rd to Ra from *Salmonella* Minnesota.  
*J. Struct. Biol.* 110 (1993) 232
- G.M. SHELDRICK, Z. DAUTER, K.S. WILSON, H. HOPE, L.C. SIEKER  
The Application of Direct Methods and Patterson Interpretation to High-Resolution Native Protein Data.  
*Acta Cryst.* D49 (1993) 18-23
- T.K. SIXMA, K.H. KALK, B.A.M. VAN ZANTEN, Z. DAUTER, B. KINGMA, B. WITHOLT, W.G.J. HOL  
Refined Structure of *Escherichia Coli* Enterotoxin, a Close Relative of Cholera Toxin.  
*J. Mol. Biol.* 230 (1993) 890
- G. SUAREZ, A.L. ORONSKY, M.H.J. KOCH  
Age-Dependent Structural Changes in Intact Human Lenses Detected By Synchrotron Radiation X-Ray Scattering.  
*J. Biol. Chem.* 268 (1993) 17716
- D.I. SVERGUN  
A Direct Indirect Method of Small-Angle Scattering Data Treatment.  
*J. Appl. Cryst.* 26 (1993) 258
- A. TEPLYAKOV, G. OBMOLOVA, K. WILSON, K. KURUMIZU  
Crystal Structure of Apo-Neocarzinostatin at 0.15 nm Resolution.  
*Eur. J. Biochem.* 213 (1993) 737
- A. TEPLYAKOV, K.S. WILSON, P. ORIOLI, S. MANGANI  
High Resolution Structure of the Complex between Carboxypeptidase A and L-phenyl Lactate.  
*Acta Crystallogr.* D49 (1993) 534
- J.M. VAN DER LAAN, A. TEPLYAKOV, A.A. LAMMERS, B.W. DIJKSTRA  
Preliminary X-Ray Study of Naproxen Esterase from *Bacillus Subtilis*.  
*J. Mol. Biol.* 230 (1993) 681
- C.E. VORGAS, I. TEWS, A. PERRAKIS, K.S. WILSON, A.O. OPPENHEIM  
Purification and Characterisation of the Recombinant Chitin Degrading Enzymes, Chitinase A and Chitobiase from *Serratia Marcescens*.  
*In: Chitin Enzymology*, R. A. A. Muzzarelli (Ed.) 417
- K. WESTESEN, B. SIEKMANN, M.H.J. KOCH  
Investigations on the Physical State of Lipid Nanoparticles by Synchrotron Radiation X-Ray Diffraction.  
*Int. J. Pharmaceutics* 93 (1993) 189
- W.K. WINKLER, D.W. BANNER, C. OEFNER, D. TSERNOGLOU, R.S. BROWN, S.P. HEATHMAN, R.K. BRYAN, P.D. MARTIN, K. PETRATOS, K.S. WILSON  
The Crystal Structure of Eco RV Endonuclease and of its Complexes with Cognate and Noncognate DNA Fragments.  
*EMBO J.* 12 (1993) 1781
- Max-Planck-Gesellschaft**
- Veröffentlichungen**
- K. BAUMANN, E.-M. MANDELKOW, J. BIERNAT, H. PIWNICA-WORMS, E. MANDELKOW  
Abnormal Phosphorylation of Tau Protein by Cyclin-Dependent Kinases cdk2 and cdk5.  
Zur Veröffentlichung in *FEBS Lett.*
- V. BEECKEN, L. JACOB, M. ROSE, W. ALBIG, K.D. ENTIAN, L.J. BARTUNIK, H.D. BARTUNIK  
Overproduction, Purification and Characterization of *Saccharomyces Cerevisiae* Glucokinase.  
Zur Veröffentlichung in *Europ. J. Biochem.*
- J. BIERNAT, N. GUSTKE, G. DREWES, E.-M. MANDELKOW, E. MANDELKOW  
Phosphorylation of Serine 262 Strongly Reduces the Binding of Tau Protein to Microtubule: Distinction between PHF-Like Immunoreactivity and Microtubule Binding.  
*Neuron* 11 (1993) 153
- T. CHOLI, F. FRANCESCHI, A. YONATH, B. WITTMANN-LIEBOLD  
Isolation and Characterization of a New Ribosomal Protein from the Thermophilic Eubacteria, *Thermus Thermophilus*, *T. Aquaticus* and *T. Flavius*.  
*Biol. Chem. Hoppe-Seyler* 374 (1993) 377
- F. DÖRING, G. DREWES, B. BERLING, E.-M. MANDELKOW  
Cloning and Sequencing of a cDNA Encoding Rat Brain Mitogen Activated Protein (MAP) Kinase Activator.  
*Gene* 131 (1993) 303
- G. DREWES, E.-M. MANDELKOW, K. BAUMANN, J. GORIS, W. MERLEVEDE, E. MANDELKOW  
Dephosphorylation of Tau Protein and Alzheimer Paired Helical Filaments by Clacineurin and Phosphatase-2A.  
Zur Veröffentlichung in *FEBS Lett.*
- B.A. FIELDS, H.H. BARTSCH, H.D. BARTUNIK, F. CORDES, J.M. GUSS, H.C. FREEMAN  
Accuracy and Precision in Protein Crystal Analysis: Two Independent Refinements of the Structure of Poplar Plastocyanin at 173 K.  
Zur Veröffentlichung in *Acta Cryst.*
- F. FRANCESCHI, S. WEINSTEIN, U. EVERS, E. ARNDT, W. JAHN, H.A.S. HANSEN, K. VON BÖHLEN, Z. BERKOVITCH-YELLIN, A. YONATH, et al.  
Towards Atomic Resolution of Prokaryotic Ribosomes: Crystallographic, Genetic and Biochemical Studies  
*In: The Translation Apparatus*, K. Nierhaus (Ed.) (1993)

J. HARMS, F. SCHLÜNZEN, K. VON BÖHLEN, J. THYGESEN, S. MEYER, I. DUNKEL, B. DONZELMANN, H.A.S. HANSEN, A. ZAYTZEV-BASHAN, A. DRIBIN, G. KRYGER, G. THOMS, N. VOLKMANN ET AL.

The Effect of Cryogenic Treatment on the Cell Dimensions of Ribosomal Crystals.  
ESF Report (1993)

E.-M. MANDELKOW, J. BIERNAT, G. DREWES, B. STEINER, B. LICHTENBERG-KRAAG, H. WILLE, N. GUSTKE, E. MANDELKOW

Microtubule-Associated Protein Tau, Paired Helical Filaments, and Phosphorylation.

Ann. N.Y. Acad. Sci. 695 (1993) 209

E.-M. MANDELKOW, B. LICHTENBERG-KRAAG, J. BIERNAT, B. STEINER, G. DREWES, H. WILLE, N. GUSTKE, E. MANDELKOW

The Alzheimer-like Phosphorylation of Microtubule-Associated Protein Tau: Phosphorylation Sites, Structure, and Role of MAP Kinase.

In: Alzheimer Disease: Advances in Clinical and Basic Research, B. Corain et al. (Eds.), Wiley, New York/USA (1993) 355

E.-M. MANDELKOW, E. MANDELKOW

Tau as a Marker for Alzheimer's Disease.

TIBS 18 (1993) 480

Tubulin.

In: Guidebook to the Cytoskeletal and Structural Proteins, T. Kreis, R. Vale (Eds.), Oxford Univ. Press (1993) 127

A. MARX, B. TRINCZEK, H. OBERMANN-PLESS, E.-M. MANDELKOW, E. MANDELKOW

Dynamics of Microtubules: from Stochastic Switching to Periodic Swinging

In: Synchrotron Radiation in Life Science, K. Wakabayashi, N. Sakabe (Eds.), Oxford Univ. Press (1993)

I.V. POLIKARPOV, H.D. BARTUNIK

Synchrotron X-Ray Monochromator System with Ultrasonically Adjustable Energy Resolution.

Zur Veröffentl. in J. Appl. Cryst.

G.F.X. SCHERTLER, H.D. BARTUNIK, H. MICHEL, D. OESTERHELT

An Orthorhombic Crystal form of Bacteriorhodopsin Diffracting X-Ray to 3.5 Å Resolution.

J. Mol. Biol. 234 (1993) 156

Y.-H. SONG, E. MANDELKOW

Recombinant Kinesin Motor Domain Binds to  $\beta$ -Tubulin and Decorates Microtubules with a B-Surface Lattice.

Proc. Nat. Acad. Sci., USA, 90 (1993) 1671

B. TRINCZEK, A. MARX, E.-M. MANDELKOW, D.B. MURPHY, E. MANDELKOW

Dynamics of Microtubules from Erythrocyte Marginal Bands.

Mol. Biol. Cell 4 (1993) 323

A. YONATH, Z. BERKOVITCH-YELLIN

Hollows, Voids, Gaps and Tunnels in the Ribosome.

Current Opinion in Structural Biology 3 (1993) 175

A. YONATH, F. FRANCESCHI

Structural Aspects of Ribosucleoprotein Interactions in Ribosomes.

Current Opinion in Structural Biology 3 (1993) 45

### Dissertationen

N. GUSTKE

Untersuchungen zur Wechselwirkung des Tau-Proteins mit Mikrotubuli.

Univ. Bonn/D (1993)

Y.-H. SONG

Untersuchung der Domänen-Struktur des Mikrotubuli-Motorproteins Kinesin und seine Wechselwirkung mit Mikrotubuli.

Univ. Hamburg/D (1993)

B. STEINER

Untersuchungen zur Phosphorylierung des Mikrotubuli-assoziierten Proteins Tau und ihre Bedeutung bei der Alzheimer-Krankheit.

Univ. Hamburg/D (1993)

B. TRINCZEK

Regulation der Mikrotubuli-Dynamik durch Tubulin-Isoformen.

Univ. Hamburg/D (1993)

### Diplomarbeit

M. IDING

Untersuchung der Einflüsse von Kühlverfahren und Kryosolventen auf die Kristallstruktur von Trypsin bei hoher Auflösung.

Univ. Münster/D (1993)

### Theorie

#### Veröffentlichungen

A. ABADA et al.

Semi-Leptonic Decays of Heavy Flavours on a Fine Grained Lattice.

LPTENS-93-14

R. ALEKSAN, A. ALI

ECFA Workshop on a European B-Meson Factory, B-Physics Working Group Report.

ECFA 93/151 und DESY 93-053

- C. ALEXANDROU, S. GÜSKEN, F. JEGERLEHNER, K. SCHILLING, G. SIEGERT, R. SOMMER  
The Leptonic Decay Constants of  $\bar{Q}q$  Mesons and the Lattice Resolution.  
DESY 93-179
- A. ALI, V.M. BRAUN, H. SIMMA  
Exclusive Radiative B Decays in the Light Cone QCD Sum Rule Approach.  
CERN-TH.7118/93, zur Veröffentl. in Z. Phys. C
- A. ALI, J. ELLIS, S. RANDJBAR-DAEMI (Ed.)  
Highlights of Particle Physics, Salamfest.  
World Scientific, Singapore (1993/94)
- A. ALI, C. GREUB  
A Determination of the CKM-Matrix Element Ratio  $|V_{ts}|/|V_{cb}|$  from the Rare B-Decays  $B \rightarrow K^* + \gamma$  and  $B \rightarrow X_s + \gamma$ .  
Z. Phys. C60 (1993) 433 und DESY 93-065
- A. ALI, C. ISHAM, T. KIBBLE, RIAZUDDIN (Ed.)  
Selected Papers of Professor Abdus Salam (with Commentaries).  
World Scientific, Singapore (1993/94)
- A. ALI, T. OHL, T. MANNEL  
Radiative Rare B Decays into Higher K-Resonances.  
Phys. Lett. B298 (1993) 195
- R. AURICH, J. BOLTE, C. MATTHIES, M. SIEBER, F. STEINER  
Crossing the Entropy Barrier of Dynamical Zeta Functions.  
Physica D63 (1993) 71 und DESY 92-012
- R. AURICH, F. STEINER  
Statistical Properties of Highly Excited Quantum Eigenstates of a Strongly Chaotic System.  
Physica D64 (1993) 185 und DESY 92-091
- Quantum Eigenstates of a Strongly Chaotic System and the Scar Phenomenon.  
DESY 93-057, zur Veröffentl. in Chaos Solitons Fractals
- M. BÄKER, T. KALKREUTER, G. MACK, M. SPEH  
Neural Multigrid for Gauge Theories and other Disordered Systems.  
Int. J. Mod. Phys. C4 (1993) 239
- D. BARDIN, W. BEENAKKER, A. DENNER  
The Coulomb Singularity in Off-Shell W-Pair Production.  
CERN-TH.6953/93, zur Veröffentl. in Phys. Lett. B
- V. BARGER, K. CHEUNG, A. DJOUADI, B.A. KNIEHL, P.M. ZERWAS  
Higgs Bosons: Intermediate Mass Range at  $e^+e^-$ -Colliders.  
DESY 93-064
- J. BARTELS  
A Note on the Infrared Cutoff Dependence of the BFKL Pomeron.  
J. Phys. G19 (1993) 1601
- Unitarity Corrections to the Lipatov Pomeron and the Four Gluon Operator in Deep Inelastic Scattering in QCD.  
Z. Phys. C60 (1993) 471 und DESY 93-028
- J. BARTELS, H. LOTTER  
A Note on the BFKL Pomeron and the „Hot Spot“ Cross Section.  
Phys. Lett. B309 (1993) 400 und DESY 93-027
- J. BARTELS, M.G. RYSKIN  
Absorptive Corrections to the Structure Function at Small-x.  
DESY 93-081, zur Veröffentl. in Z. Phys. C
- The Analytic Structure of the Anomalous Dimension of the Four Gluon Operator in Deep Inelastic Scattering.  
DESY 93-188
- W. BEENAKKER, A. DENNER  
Theoretical Predictions for W-Pair Production.  
DESY 93-079 und CERN-TH.6928/93
- W. BEENAKKER, A. DENNER, W. HOLLIK, R. MERTIG, T. SACK, D. WACKEROTH  
Electroweak 1-Loop Contributions to Top Pair Production in Hadron Colliders.  
MPI-Ph/93-20, zur Veröffentl. in Nucl. Phys. B
- W. BEENAKKER, A. DENNER, S. DITTMAYER, R. MERTIG  
On-Shell W-Pair Production in the TeV Range.  
CERN-TH.6905/93, zur Veröffentl. in Phys. Lett. B
- Approximation for On-Shell W-Pair Production at High and Intermediate Energies.  
CERN-TH.6929/93
- W. BEENAKKER, A. DENNER, S. DITTMAYER, R. MERTIG, T. SACK  
High-Energy Approximation for On-Shell W-Pair Production.  
CERN-TH.6832/93, zur Veröffentl. in Nucl. Phys. B
- W. BEENAKKER, B. PIETRZYK  
Bhabha Scattering at Very Small Angles at LEP.  
Phys. Lett. B304 (1993) 366
- W. BERNREUTHER, T. SCHRÖDER  
Strongly Interacting Higgs Sector and W-Pair Production in  $e^+e^-$ -Collisions.  
DESY 93-113
- D. BÖDEKER  
QCD Corrections to Inclusive Jet Photoproduction via Direct Photons.  
Z. Phys. C59 (1993) 501
- D. BÖDEKER, W. BUCHMÜLLER, Z. FODOR, T. HELBIG  
Aspects of the Cosmological Electroweak Phase Transition.  
DESY 93-147
- J. BOLTE  
Some Studies on Arithmetical Chaos in Classical and Quantum Mechanics.  
DESY 93-044, zur Veröffentl. in Int. J. Mod. Phys. B

- K. BORN, E. LAERMANN, R. SOMMER, T.F. WALSH, P.M. ZERWAS  
The Interquark Potential: A QCD Lattice Analysis.  
DESY 93-171
- K. BORN, E. LAERMANN, T.F. WALSH, P.M. ZERWAS  
Spin-Dependence of the Heavy-Quark Potential: A QCD Lattice Analysis.  
DESY 93-172
- F.M. BORZUMATI  
The Decay  $b \rightarrow s\gamma$  in the MSSM Revisited.  
DESY 93-090
- F.M. BORZUMATI, B.A. KNIEHL, G. KRAMER  
Inclusive Particle Production at HERA: Higher-Order QCD Corrections to the Resolved Quasi-Real Photon Contribution.  
Z. Phys. C59 (1993) 341 and DESY 93-034
- Higher-Order QCD Corrections to Inclusive Particle Production in  $p\bar{p}$  Collisions.  
Z. Phys. C57 (1993) 595 and DESY 92-135
- P. BRUNI, G. INGELMAN  
Diffractive W, Z Production at  $p\bar{p}$  Colliders and the Pomeron Parton Content.  
Phys. Lett. B311 (1993) 317 und DESY 93-019
- W. BUCHMÜLLER, Z. FODOR  
Searching for Supersymmetry in High-Energy Photon-Proton Scattering.  
Phys. Lett. B316 (1993) 510 und DESY 93-085
- W. BUCHMÜLLER, Z. FODOR, T. HELBIG, D. WALLISER  
The Weak-Electroweak Phase Transition.  
DESY 93-021, zur Veröffentlich. in Ann. Phys. (N.Y.)
- W. BUCHMÜLLER, T. HELBIG, D. WALLISER  
First-Order Phase Transitions in Scalar Electrodynamics.  
Nucl. Phys. B407 (1993) 387
- G. DEGRASSI, B.A. KNIEHL, A. SIRLIN  
Gauge-Invariant Formulation of the S, T, and U Parameters.  
Phys. Rev. D48 (1993) R3963 und DESY 93-074
- H. DILGER  
The Geometric Schwinger Model on the Lattice.  
DESY 93-181
- H. DILGER, H. JOOS  
How Well Do Lattice Simulations Reproduce the Different Aspects of the Geometrical Schwinger Model?  
DESY 93-144
- A. DJOUADI, M. SPIRA, P. M. ZERWAS  
Two-Photon Decay Widths of Higgs Particles.  
Phys. Lett. B311 (1993) 255
- A. DJOUADI, J. KALINOWSKI, P. M. ZERWAS  
Exploring the SUSY Higgs Sector at  $e^+e^-$  Linear Colliders.  
Z. Phys. C57 (1993) 569
- M. DREES, M. KRÄMER, J. ZUNFT, P. M. ZERWAS  
Heavy Quark Production in Two-Photon Collisions.  
Phys. Lett. B306 (1993) 371
- V. DEL DUCA, C.R. SCHMIDT  
Dijet Production at Large Rapidity Intervals.  
DESY 93-139
- L. DURAND, B.A. KNIEHL, K. RIESELMANN  
New Perturbative Upper Bound on  $M_H$  from Fermionic Higgs Decays at Two Loops.  
DESY 93-131 und MAD/TH/93-07
- S. FANCHIOTTI, B.A. KNIEHL, A. SIRLIN  
Incorporation of QCD Effects in Basic Corrections of the Electroweak Theory.  
Phys. Rev. D48 (1993) 307
- C. FRICK, L. LIN, I. MONTVAY, G. MÜNSTER, M. PLAGGE, T. TRAPPENBERG, H. WITTIG  
Numerical Simulation of Heavy Fermions in an  $SU(2)_L \otimes SU(2)_R$  Symmetric Yukawa Model.  
Nucl. Phys. B397 (1993) 431 und DESY 92-111
- E. GOZZI, M. REUTER  
Lyapunov Exponents, Path-Integrals and Forms.  
UTS-DFT-92-32, zur Veröffentlich. in Chaos Solitons Fractals
- Quantum-Deformed Geometry on Phase-Space.  
Mod. Phys. Lett. A8 (1993) 1433
- Metaplectic Spinor Fields on Phase-Space: a Path-Integral Approach.  
UTS-DFT-93-8, zur Veröffentlich. in J. Phys. A
- A Proposal for a Differential Calculus in Quantum Mechanics.  
DESY 93-061, zur Veröffentlich. in Int. J. Mod. Phys. A
- Quantum-Deformed Canonical Transformations,  $W_\infty$ -Algebras and Unitary Transformations.  
UTS-DFT-93-11
- D. GRAUDENZ, M. SPIRA, P. M. ZERWAS  
QCD Corrections to Higgs-Boson Production at Proton-Proton Colliders.  
Phys. Rev. Lett. 70 (1993) 1372
- C. GROSCHE  
Selberg Super-Trace Formula for Super Riemann Surfaces. II: Elliptic and Parabolic Conjugacy Classes, and Selberg Super Zeta Functions.  
Commun. Math. Phys. 151 (1993) 1 und DESY 91-130
- Path Integral Solution of Two Potentials Related to the  $SO(2,1)$  Dynamical Algebra.  
J. Phys. A26 (1993) 279
- Path Integration via Summation of Perturbation Expansions and Applications to Totally Reflecting Boundaries and Potential Steps.  
Phys. Rev. Lett. 71 (1993) 1
- $\delta$ -Function Perturbations and Boundary Problems by Path Integration.  
Ann. Physik 2 (1993) 557

- Path Integral Solution of a Class of Explicitly Time-Dependent Potentials.  
Phys. Lett. A182 (1993) 28
- Path Integral Discussion of Two- and Three-Dimensional  $\delta$ -Function Perturbations.  
SISSA/119/93/FM, zur Veröffentl. in Ann. Physik
- On the Path Integral in Imaginary Lobachevsky Space.  
DESY 93-140, zur Veröffentl. in Ann. Phys. (N.Y.)
- Path Integration and Separation of Variables in Spaces of Constant Curvature in Two and Three Dimensions.  
DESY 93-141, zur Veröffentl. in Fortschr. Phys.
- K. HAGIWARA, M. KRÄMER, J. KÜHN, M.L. STONG, P.M. ZERWAS  
Prospects of Measuring the Parity of Higgs Particles.  
DESY 93-173
- F. HALZEN, B.A. KNIEHL, M.L. STONG  
Two-Loop Electroweak Parameters.  
Z. Phys. C58 (1993) 119
- A. HEBECKER  
Finite Temperature Effective Potential for the Abelian Higgs Model to the Order  $e^4, \lambda^2$   
DESY 93-086, zur Veröffentl. in Z. Phys. C
- R. HEMPFLING  
Yukawa Coupling Unification with SUSY Threshold Corrections.  
DESY 93-092, zur Veröffentl. in Phys. Rev. D
- R. HEMPFLING, A.H. HOANG  
Two-Loop Radiative Corrections to the Lightest Higgs Boson Mass of the MSSM.  
DESY 93-162, zur Veröffentl. in Phys. Lett. B
- R. HEMPFLING, B.A. KNIEHL  
Radiative Corrections to  $e^+e^- \rightarrow Zh^0$  and  $e^+e^- \rightarrow \gamma h^0$  in the Minimal Supersymmetric Model.  
Z. Phys. C59 (1993) 263 und DESY 93-033
- A. ILAKOVAC, B.A. KNIEHL, A. PILAFTSIS  
CP Violation Induced by Heavy Majorana Neutrinos in the Decays of Higgs Scalars into Top-Quark, W- and Z-Boson Pairs.  
Phys. Lett. B317 (1993) 609
- G. INGELMAN  
Partons and QCD Effects in the Pomeron.  
J. Phys. G19 (1993) 1633 und DESY 93-109
- G. INGELMAN, L. JÖNSSON, M. NYBERG  
Deep Inelastic Scattering on Intrinsic Charm Quarks in the Proton.  
Phys. Rev. D47 (1993) 4872
- G. INGELMAN, K. PRYTZ  
The Pomeron Structure in DIS and Gluon Recombination Effects.  
Z. Phys. C58 (1993) 285
- G. INGELMAN, J. RATHSMAN  
Heavy Majorana Neutrinos at  $ep$  Colliders.  
DESY 93-039, Z. Phys. C60 (1993) 243
- Parton Cascade Models and QCD Coherence at HERA.  
J. Phys. G19 (1993) 1594
- T. KALKREUTER  
Idealized Multigrid Algorithm for Staggered Fermions.  
Phys. Rev. D48 (1993) R1926
- Multigrid Methods for the Computation of Propagators in Gauge Fields.  
Zur Veröffentl. in Int. J. Mod. Phys. C
- B.A. KNIEHL  
Higgs Phenomenology at One Loop in the Standard Model.  
DESY 93-069, zur Veröffentl. in Phys. Rep.
- B.A. KNIEHL, H.G. KOHRS  
Oblique Radiative Corrections from Majorana Neutrinos.  
Phys. Rev. D48 (1993) 225
- B.A. KNIEHL, B. LAMPE  
On the Definition of the Mass and Self Coupling of a Heavy Higgs Field.  
Phys. Lett. B309 (1993) 145
- B.A. KNIEHL, A. SIRLIN  
Comparative Analysis of Three Methods to Evaluate Vacuum-Polarization Functions.  
Phys. Lett. B318 (1993) 367
- Effect of the  $t\bar{t}$  Threshold on Electroweak Parameters.  
Phys. Rev. D47 (1993) 883
- Observations Concerning the Magnitude of  $t\bar{t}$  Threshold Effects on Electroweak Parameters.  
DESY 93-194
- B. KÖNIG, J.G. KÖRNER, M. KRÄMER, P. KROLL  
Infinite Momentum Frame Calculation of Semileptonic Heavy  $\Lambda_b \rightarrow \Lambda_c$  Transitions Including HQET Improvements.  
DESY 93-011, zur Veröffentl. in Phys. Rev. D
- B. KÖNIG, J.G. KÖRNER, M. KRÄMER  
On the Determination of the  $b \rightarrow c$  Handedness Using Non-leptonic  $\Lambda_c$ -Decays  
DESY 93-135, zur Veröffentl. in Phys. Rev. D
- G. KÖPP, D. SCHAILE, M. SPIRA, P.M. ZERWAS  
Bounds on Quark Radii from LEP + HERA.  
DESY 93-174
- G. KRAMER, S.G. SALESCH  
Calculation of Jet Shapes in  $\gamma p$  Collisions at HERA.  
Phys. Lett. B317 (1993) 218 und DESY 93-106
- Single Jet Photoproduction at HERA in Next-to-Leading Order QCD.  
DESY 93-010
- L. LIN, I. MONTVAY, G. MÜNSTER, M. PLAGGE, H. WITTIG  
Bounds on the Renormalized Couplings in an  $SU(2)_L \otimes SU(2)_R$  Symmetric Yukawa Model.  
Phys. Lett. B317 (1993) 143 und DESY 93-036

- L. LÖNNBLAD  
ARCLUS: A New Jet Clustering Algorithm Inspired by the Color Dipole Model.  
Z. Phys. C58 (1993) 471
- M. LÜSCHER  
A Portable High-Quality Random Number Generator for Lattice Field Theory Simulations.  
DESY 93-133, zur Veröffentl. in Comput. Phys. Commun.
- M. LÜSCHER, R. SOMMER, U. WOLFF, P. WEISZ  
A Precise Determination of the Running Coupling in the SU(3) Yang-Mills Theory.  
DESY 93-114, zur Veröffentl. in Nucl. Phys. B
- I. MONTVAY  
Minimal U(1) Gauge Fields in Two Dimensions.  
DESY 93-184
- B.E. PALLADINO  
On the Independent Particle Approximation of Gauge Theories: A Simple Example.  
Z. Phys. C59 (1993) 321
- O. PHILIPSEN  
B + L Violating Rates in the Symmetric Phase of the Standard Model.  
DESY 93-130
- Sphaleron Transitions in the Symmetric Phase of the Standard Model.  
Phys. Lett. B304 (1993) 134
- M. REUTER, N. TETRADIS, C. WETTERICH  
The Large N Limit of the High Temperature Phase Transition for the  $\phi^4$  Theory.  
Nucl. Phys. B401 (1993) 567 und DESY 93-004
- M. REUTER, C. WETTERICH  
Running Gauge Coupling in Three Dimensions and the Electroweak Phase Transition.  
Nucl. Phys. B408 (1993) 91 und DESY 93-006
- Effective Average Action for Gauge Theories and Exact Evolution Equations.  
DESY 93-152
- O. RUDOLPH  
Sum-Over-Histories Representation for the Causal Green Function of the Free Scalar Field.  
DESY 93-145, zur Veröffentl. in Ann. Phys. (N.Y.)
- B. SCHREMPP, F. SCHREMPP  
A Renormalization Group Invariant Line and an Infrared Attractive Top-Higgs Mass Relation.  
Phys. Lett. B299 (1993) 321
- H. SIMMA  
Equations of Motion for Effective Lagrangians and Penguins in Rare B-Decays.  
DESY 93-083, zur Veröffentl. in Z. Phys. C.
- S. SINT  
On the Schrödinger Functional in QCD.  
DESY 93-165
- R. SOMMER  
A New Way to Set the Energy Scale in Lattice Gauge Theories and its Applications to the Static Force and  $\alpha_s$  in SU(2) Yang-Mills Theory.  
DESY 93-062, zur Veröffentl. in Nucl. Phys. B
- M. SPIRA, A. DJOUADI, D. GRAUDENZ, P. M. ZERWAS  
SUSY Higgs Production at Proton Colliders.  
Phys. Lett. B318 (1993) 347 und DESY 93-113
- S. J. SUMMERS, R. VERCH  
An Application of Modular Inclusion to Quantum Field Theory in Curved Spacetime.  
DESY 93-126
- R. VERCH  
Nuclearity, Split-Property and Duality for the Klein-Gordon Field in Curved Spacetime.  
DESY 93-070, zur Veröffentl. in Lett. Math. Phys.
- P.M. ZERWAS (Ed.)  
Proc. of the Workshop on  $e^+e^-$  Collisions at 500 GeV: The Physics Potential, München-AnneCy-Hamburg (1992/93) – Addendum. (DESY 93-123C)
- P.M. ZERWAS, H.A. KASTRUP (Ed.)  
Proc. of the Workshop on QCD – 20 Years Later, Aachen/D (1993), World Scientific, Singapore (1993)

#### Veröffentlichte Vorträge

- A. ALI  
Heavy Quark Physics in Photo- and Leptonproduction Processes at HERA and Lower Energies.  
Proc. of the XX1st Int. Meeting on Fund. Phys.: Physics at HERA, Miraflores, Madrid/E (1993) und DESY 93-105
- An Estimate of the CKM Matrix Element Ratio  $|V_{ts}|/|V_{cb}|$  from the Electromagnetic Decays  $B \rightarrow K^* + \gamma$  and  $B \rightarrow X_s + \gamma$ .  
Proc. of the Vth Int. Sympos. on Heavy Flavor Physics, Montreal/CND (1993) und CERN-TH.7054/93
- Flavour Changing Neutral Current Processes in B Decays.  
Proc. of the Int. Symp. on 30 Years of Neutral Weak Currents, Santa Monica/USA (1993)
- Standard Model of Flavour Mixing and CP Violation – Status Report and Perspectives.  
Proc. of the Conf. on Highlights of Particle and Condensed Matter Physics (Salam-Fest), Trieste/I (1993) und CERN-TH. 7123/93
- A. ALI, C. GREUB, T. MANNEL  
Rare B-Decays in the Standard Model.  
Proc. of the ECFA Workshop on a European B-Meson Factory, B-Physics Working Group Rep., Hamburg/D (1993) (ECFA 93/151, DESY 93-053) und DESY 93-016

A. ALL, D. LONDON

CKM Parameter Fits, the  $B_s^0 - \bar{B}_s^0$  Mixing Ratio  $x_s$  and CP-violating Phases in B Decays.

Proc. of the ECFA Workshop on a European B-Meson Factory, B-Physics Working Group Rep., Hamburg/D (1993) (ECFA 93/151, DESY 93-053) und DESY 93-022,

R. ALTMAYER, M. GÖCKELER, E. LAERMANN, G. SCHIERHOLZ, P.M. ZERWAS

Hadronic Coupling Constants in Lattice QCD.

Proc. of the XIth Int. Sympos. on Lattice Field Theory (Lattice '93), Dallas/USA (1993) (Nucl. Phys. B, Proc. Suppl.)

M. BÄKER, G. MACK, M. SPEH

Multigrid Nets Neural Nets.

Proc. of the Int. Symposium on Lattice Field Theory, (Lattice '92), Amsterdam/NL (1992) (Nucl. Phys. B, Proc. Suppl. 30 (1993))

V. BARGER, K. CHEUNG, A. DJOUADI, B.A. KNEIHL, R.J.N. PHILLIPS, P.M. ZERWAS

Higgs Bosons: Intermediate Mass Range at  $e^+e^-$  Colliders. Proc. of the Workshop on  $e^+e^-$  Coll. at 500 GeV – The Physics Potential, München/D-Annecy/F-Hamburg/D (1992/93) (DESY 93-123C) und MAD/PH/809

J. BARTELS

Some Recent Developments in the Theory of Deep Inelastic Scattering at Low  $x$ .

Proc. of the XXXIIIrd Cracow School of Theor. Phys., Zakopane/PL (1993) (Acta Phys. Pol.)

Proc. of the XXIIIrd Int. Symp. on Ultra-High Energy Multiparticle Phenomena, Aspen/USA (1993)

Workshop on Quantum Field Theory at High Energies, Kyffhäuser, Bad Frankenhausen/D (1993)

W. BEENAKKER

Radiative Corrections to Gauge-Boson Production at High Energies.

Proc. of the Workshop on  $e^+e^-$  Coll. at 500 GeV – The Physics Potential, München/D-Annecy/F-Hamburg/D (1992/93) (DESY 93-123C)

Radiative Corrections to Gauge-Boson-Production Processes at High-Energy  $e^+e^-$  Colliders.

Proc. of the IIInd Int. Workshop on Physics and Experiments with Linear  $e^+e^-$  Colliders, Waikoloa/USA (1993)

F.M. BORZUMATI

Supersymmetric Top Quark Decays.

Proc. of the Workshop on  $e^+e^-$  Coll. at 500 GeV – The Physics Potential, München/D-Annecy/F-Hamburg/D (1992/93) (DESY 93-123C) und DESY 93-099

Rare Supersymmetric Top Decays.

Proc. of the IIInd Int. Workshop on Physics and Experiments with Linear  $e^+e^-$  Colliders, Waikoloa/USA (1993) und DESY 93-098

P. BRUNI, G. INGELMAN

Diffractive Hard Scattering at  $ep$  and  $p\bar{p}$  Colliders.

Proc. of the Int. Europhys. Conf. on High Energy Physics, Marseille/F (1993) und DESY 93-187

W. BUCHMÜLLER

Weak and Superweak Processes at HERA.

Proc. of the XXIst Int. Meeting on Fund. Phys.: Physics at HERA, Miraflores, Madrid/E (1993) und DESY 93-129

Weak and Superweak Interactions at HERA.

Proc. of the Workshop on Physics at Current Accelerators and the Supercollider, Argonne/USA (1993)

Lepton-Nucleon Scattering at High Energies.

Proc. of the Int. Europhysics Conf. on High Energy Physics, Marseille/F (1993)

H. DILGER

How Well do Lattice Simulations Reproduce the Different Aspects of the Geometrical Schwinger Model?

Proc. of the XIth Int. Sympos. on Lattice Field Theory (Lattice '93), Dallas/USA (1993) (Nucl. Phys. B, Proc. Suppl.)

A. DJOUADI, B.A. KNEIHL

Correlations in Higgs Production and Decay as a Probe of CP Violation in the Scalar Sector.

Proc. of the Workshop on  $e^+e^-$  Coll. at 500 GeV – The Physics Potential, München/D-Annecy/F-Hamburg/D (1992/93) (DESY 93-123C) und UdeM-LPN-TH-93-171

Z. FODOR

The Nature and the Kinetics of the Electroweak Phase Transition.

Proc. of the XVIIth Johns Hopkins Workshop on Current Problems in Particle Theory, Budapest/H (1993)

First Order Phase Transition in the Electroweak Sector.

Proc. of the Int. Europhysics Conf. on High Energy Physics, Marseille/F (1993)

C. GROSCHE

Towards the Classification of Exactly Solvable Feynman Path Integrals:  $\delta$ -Function Perturbations and Boundary Conditions as Miscellaneous Solvable Models.

Proc. of the Int. Workshop on Symmetry Methods in Physics in Memory of Prof. Ya. A. Smorodinsky, Dubna/Rußland (1993) und SISSA/124/93/FM,

Selberg Trace-Formulæ in Mathematical Physics.

Proc. of the Workshop „From Classical to Quantum Chaos (1892-1992)“ (1992)

R. HEMPFLING

Radiative Corrections to  $e^+e^- \rightarrow Zh^0$  and  $e^+e^- \rightarrow \gamma h^0$  in the Minimal Supersymmetric Model.

Proc. of the Workshop on  $e^+e^-$  Coll. at 500 GeV – The Physics Potential, München/D-Annecy/F-Hamburg/D (1992/93) (DESY 93-123C)

Implications of Radiative Corrections for the Supersymmetric Higgs Search at the NLC.

Proc. of the IIInd Int. Workshop on Physics and Experiments with Linear  $e^+e^-$  Colliders, Waikoloa/USA (1993)

Detecting the Non-Minimal Supersymmetric Higgs Boson.

Proc. of the Workshop on  $e^+e^-$  Coll. at 500 GeV – The Physics Potential, München/D-Annecy/F-Hamburg/D (1992/93) (DESY 93-123C)

R. HEMPFLING, B.A. KNIEHL

Radiative Corrections to the Supersymmetric Higgs Sector.  
Proc. of the Workshop on  $e^+e^-$  Coll. at 500 GeV -  
The Physics Potential, München/D-AnneCy/F-Hamburg/D  
(1992/93) (DESY 93-123C)

A. ILAKOVAC, B.A. KNIEHL, A. PILAFTSIS

CP Violation in Higgs Decays due to Majorana Neutrinos.  
Proc. of the Workshop on  $e^+e^-$  Coll. at 500 GeV -  
The Physics Potential, München/D-AnneCy/F-Hamburg/D  
(1992/93) (DESY 93-123C) und RAL/93-082

T. KALKREUTER

Towards Multigrid Methods for Propagators of Staggered  
Fermions with Improved Averaging and Interpolation Ope-  
rators.

Proc. of the XIth Int. Sympos. on Lattice Field Theory  
(Lattice '93), Dallas/USA (1993) (Nucl. Phys. B, Proc.  
Suppl.)

B.A. KNIEHL

Theoretical Problems of Higgs-Boson Physics at the Next  
Linear Collider.

Proc. of the IInd Int. Workshop on Physics and Experi-  
ments with Linear  $e^+e^-$  Colliders, Waikoloa/USA (1993)  
und DESY 93-088

Status of Standard Model Predictions and Uncertainties for  
Electroweak Observables.

Proc. of the Int. Europhysics Conf. on High Energy Phy-  
sics, Marseille/F (1993) und DESY 93-150

I. MONTVAY

Anomalous Fermion Number Violation and Numerical Si-  
mulations.

Proc. of the XVIIth Johns Hopkins Workshop on Current  
Problems in Particle Theory, Budapest/H (1993) und  
DESY 93-134

Fermion Number Violation and a Two Dimensional Higgs  
Model.

Proc. of the IInd IMACS Conf., St. Louis/USA (1993) und  
DESY 93-164

Topological Features in a Two Dimensional Higgs Model.

Proc. of the XIth Int. Sympos. on Lattice Field Theory  
(Lattice '93), Dallas/USA (1993) (Nucl. Phys. B, Proc.  
Suppl.) und DESY 93-164

M. REUTER

Average Action of the Abelian Higgs Model.

Proc. of the XXVth Int. Symposium on the Theory of  
Elem. Part., Wendisch Rietz/D (1992) und DESY 93-013

Quantum-Deformed Exterior Calculus on Phase-Spaces.

Proc. of the IIIrd Int. Wigner Symposium, Oxford/UK  
(1993)

F. SCHREMPF

Searches for New Particles at HERA.

Proc. of the Symposium in Honor of Tetsuro Kobayashi's  
63rd Birthday, Tokyo/J (1993) und DESY 93-096

M. SPIRA

Higgs Production in pp Collisions: QCD Corrections.  
XVIth Int. Warsaw Meeting on Element. Part. Phys.,  
Kazimierz/PL (1993) und DESY 93-138

R. VERCH

Antilocality and a Reeh-Schlieder Theorem on Manifolds.  
DPG Frühjahrstagung Teilchenphysik, Mainz/D (1993)  
Lett. Math. Phys. 28 (1993) 143

P.M. ZERWAS

Physics at  $e^+e^-$  Linear Colliders.

Proc. of the Workshop on Physics at Current Accelerators  
and the Supercollider, Argonne/USA (1993) und  
DESY 93-112

Higgs Physics at  $e^+e^-$  Linear Colliders.

Proc. of the Int. Europhysics Conf. on High Energy Phy-  
sics, Marseille/F (1993) und DESY 93-170

## Vorträge

A. ALI

CKM Matrix Elements, Rare Decays and CP Violation.  
ICTP Trieste/I (1993)

CP Violation (Theory).

Workshop on Physics at HERA with Internal Targets,  
DESY Hamburg/D (1993)

Flavour Changing Neutral Current Processes in the Stan-  
dard Model.

Univ. Basel/CH (1993)

Univ. Freiburg/D (1993)

J. BARTELS

Deep Inelastic Structure Functions at Low-x: New Aspects  
of QCD at HERA.

Univ. Karlsruhe/D (1993)

New Theoretical Developments in Deep Inelastic Scatter-  
ring.

KFA Jülich/D (1993)

New Theoretical Aspects in Deep Inelastic Scattering at  
Low-x.

DESY-IH Zeuthen/D (1993)

QCD Strukturfunktionen.

DPG Frühjahrstagung Teilchenphysik, Mainz/D (1993)

A Note on the BFKL Pomeron.

Workshop on HERA: The New Frontier for QCD,  
Durham/UK (1993)

Theoretical Developments in Low-x Deep-Inelastic Scatter-  
ring.

Univ. Heidelberg/D (1993)

Deep Inelastic Scattering at Low-x.

Lectures, Escuela Latinoamerica De Fisica (ELAF '93),  
Mar Del Plata/Arg (1993)

- Diffractive Events at HERA – a Signal for New Partonic Interactions?  
Meeting on QCD at HERA, Oxford/UK (1993)
- Physik bei HERA – aus der Sicht eines Theoretikers.  
Univ. Hamburg/D (1993)
- Diffraction Dissociation and Corrections to the BFKL Pomeron.  
Meeting of the Eur. QCD Network, Cambridge/UK (1993)
- W. BEENAKKER  
W-Pair Production at LEP200 and the NLC.  
DESY Hamburg/D (1993)  
Univ. Heidelberg/D (1993)
- W-Pair Physics at LEP200 and beyond.  
DESY-IfH Zeuthen/D (1993)  
NIKHEF Amsterdam/NL (1993)
- J. BOLTE  
Some Aspects of Arithmetical Chaos.  
Inst. Phys. Nucl., Orsay/F (1993)
- Pseudosymmetrien und Heckeoperatoren im arithmetischen Chaos.  
DPG Frühjahrstagung Teilchenphysik, Mainz/D (1993)
- Arithmetical Chaos and Spectral Statistics.  
Workshop on Quantum Chaos, Oberwolfach/D (1993)
- Periodische Bahnen und Eigenwertstatistik im arithmetischen Chaos.  
TU Clausthal-Zellerfeld/D (1993)
- F.M. BORZUMATI  
Supersymmetric Top Quark Decays.  
Top Quark Working Group Meeting, Genf/CH (1993)
- Can Supersymmetric Charged Higgses be detected at the NLC?  
 $e^+e^-$  500 GeV Linear Collider Workshop, Final Meeting, Higgs Section, Hamburg/D (1993)
- FCNC and the Decay  $b \rightarrow s\gamma$  in the MSSM.  
Univ. Montreal/CND (1993)
- The Decay  $b \rightarrow s\gamma$  in the MSSM.  
DESY Hamburg/D (1993)
- W. BUCHMÜLLER  
The Electroweak Phase Transition and Neutrino Masses.  
MPI Phys. München/D (1993)  
Univ. Bern/CH (1993)
- Starke, schwache und superschwache Wechselwirkungen.  
DPG Frühjahrstagung Teilchenphysik, Mainz/D (1993)
- The Weak Electroweak Phase Transition.  
Univ. Auton. Madrid/E (1993)  
Univ. Granada/E (1993)  
Univ. Minneapolis/USA (1993)
- Der elektroschwache Phasenübergang im frühen Universum.  
RWTH Aachen/D (1993)  
DPG-Schule Rostock/D (1993)  
Univ. Frankfurt/D (1993)  
Univ. Bielefeld/D (1993)
- Some Aspects of the Electroweak Phase Transition.  
NORDITA Copenhagen/DK (1993)
- Neutrino-physik.  
DPG-Schule, Bad Honnef/D (1993)
- Collisions at HERA.  
Aspects of the Cosmological Electroweak Phase Transition.  
Univ. Bologna/I (1993)
- T. HELBIG  
Coarse Graining and the Decay of Metastable States.  
DPG Frühjahrstagung Teilchenphysik, Mainz/D (1993)
- Grenzen der makroökonomischen Theorie.  
Forschungskolloquium der Studienstiftung des dt. Volkes, Völs/I (1993)
- R. HEMPFLING  
Detecting an Intermediate Higgs Boson at the Next Linear Collider.  
Annecy/F (1993)
- Yukawa Coupling Unification in SUSY-GUT with a Mirror Fermion Pair.  
Johns Hopkins Univ. Baltimore/USA (1993)
- Yukawa Coupling Unification in SUSY-GUT with SUSY Threshold Corrections.  
Vanderbilt Univ. Nashville/USA (1993)  
MPI Phys. München/D (1993)
- A Top-Down Approach to Unified Supergravity Models.  
Univ. Warsaw/PL (1993)
- G. INGELMAN  
Diffractive Scattering and Pomeron Structure.  
Univ. Stockholm/S (1993)  
Univ. Helsinki/SF (1993)  
DESY Hamburg/D (1993)
- First Results from HERA.  
Univ. Helsinki/SF (1993)
- Simulation of Hadronic Final States  
Academic Training Lectures, DESY Hamburg/D (1993)
- QCD Effects in Hadronic Final States.  
DESY Hamburg/D (1993)
- T. KALKREUTER  
Multigrid Methods for Propagators and  $C^*$  Experiences on the CM-5.  
Univ. Wuppertal/D (1993)
- Multigrid Methods for Propagators in Lattice Gauge Theory.  
Weizmann Inst. Sci. Rehovot/IL (1993)  
Hebrew Univ. Jerusalem/IL (1993)  
Univ. Wuppertal/D (1993)

Status of Multigrid Methods for Propagators.  
Univ. Bielefeld/D (1993)

B.A. KNIEHL  
SM Higgs Search.  
Workshop on  $e^+e^-$  Coll. at 500 GeV – The Physics Potential, München/D-Annecy/F-Hamburg/D (1992/93)

On the Effect of the  $t\bar{t}$  Threshold on Electroweak Precision Observables.

Workshop on Perspectives of the Electroweak Interactions in  $e^+e^-$  Collisions, Ringberg Castle, Tegernsee/D (1993)

Why does Theoretical Physics Talk about the Higgs Boson?  
Univ. Hamburg/D (1993)

The Higgs Particle in the Standard Model – Search Strategies and Quantum Corrections.  
Kolloquiumsvortrag, Univ. Karlsruhe/D (1993)

M. LÜSCHER  
Computation of the Running Coupling in the SU(2) Yang-Mills Theory.  
Univ. Heidelberg/D (1993)  
Univ. Bern/CH (1993)

Towards a Theoretical Determination of  $\alpha_s$ .  
DESY Hamburg/D (1993)  
NIKHEF Amsterdam/NL (1993)

Random Numbers and Deterministic Chaos.  
DESY Hamburg/D (1993)  
Univ. Leiden/NL (1993)

I. MONTVAY  
Der elektroschwache Phasenübergang.  
Univ. Münster/D (1993)

Domain Wall Chiral Fermions.  
Workshop, Ringberg Castle, Tegernsee/D (1993)

Why does the Theory need Teraflops?  
DESY Hamburg/D (1993)

M. REUTER  
Towards a Quantum-Deformed Geometry on Phase-Space.  
Tagung „Theoretische Ansätze jenseits des Standardmodells“, Bad Honnef/D (1993)  
DESY Hamburg/D (1993)  
Univ. Heidelberg/D (1993)  
Univ. Siegen/D (1993)  
Univ. Freiburg/D (1993)

F. SCHREMPF  
A Top-Higgs Mass Relation in the IR Limit of the Renormalization Group.  
DESY-IfH Zeuthen/D (1993)

Searches for New Particles at HERA.  
ZEUS Coll. Meeting, DESY Hamburg/D (1993)  
INS Tokyo/Japan (1993)  
Metrop. Univ. Tokyo/J (1993)

Report on the Cornell Conference '93.  
DESY Hamburg/D (1993)

A Model Independent Contact Interaction Analysis and New Limits on Leptoquarks.  
DESY Hamburg/D (1993)

H. SIMMA  
Equations of Motion and Rare B-Decays.  
DESY Hamburg/D (1993)

Joint Angular Distributions in  $\Lambda_b \rightarrow \Lambda + J/\Psi$  Decays.  
HERA-B Workshop, DESY Hamburg/D (1993)

M. SPEH  
Neural Multigrid for Gauge Theories and other Disordered Systems.  
HLRZ Jülich/D (1993)

Neural Multigrid for the Computation of Propagators in Gauge Fields.  
DPG Frühjahrstagung Teilchenphysik, Mainz/D (1993)

M. SPIRA  
Higgs Produktion in pp-Kollisionen: QCD-Korrekturen.  
DPG Frühjahrstagung Teilchenphysik, Mainz/D (1993)

QCD Corrections to Higgs-Production and Decay.  
DESY Hamburg/D (1993)

SUSY-Higgs Produktion im LHC.  
DESY Hamburg/D (1993)

F. STEINER  
Quantisierung des Chaos.  
Univ. Kaiserslautern/D (1993)

Was ist Physik?  
Univ. Hamburg/D (1993)

Einige Bemerkungen zur Theorie des Quantenchaos.  
DFG Kolloquiumsvortrag, Kassel/D (1993)

On the Selberg and Gutzwiller Trace Formula.  
Statistical Properties of Wave Functions of Strongly Chaotic Systems.  
Workshop on Quantum Chaos, Oberwolfach/D (1993)

Theorie des Quantenchaos.  
Vorlesungen, DPG-Schule „Ordnung und Chaos in Quantensystemen“, Dresden/D (1993)

Trace Formulae and Chaotic Wave Functions.  
Workshop on Chaos in Quantum Mechanics, Harvard Univ. Cambridge/USA (1993)

The Selberg Trace Formula and Quantum Chaos.  
Univ. Princeton/USA (1993)

From Classical Periodic Orbits Towards a Theory of Spectral Statistics.  
DPG Workshop on Applications of Periodic Orbit Theory, Bad Honnef/D (1993)

Chaos in Classical and Quantum Billiards.  
Ec. Polytech. Féd. Lausanne/CH (1993)

Dynamical Zeta Functions and the Quantization of Chaos.  
Workshop on Dynamical Zeta Functions, Oberwolfach/D (1993)

Einige Bemerkungen zur Theorie des Quantenchaos.  
TH Aachen/D (1993)

R. VERCH  
Nets of Operator Algebras and the Structure of Spacetime,  
I.  
CXVII. WE-Heraeus-Seminar, Bad Honnef/D (1993)

Hadamard-Vakua in Gravitationsfeldern.  
CXX. WE-Heraeus-Seminar, Bad Honnef/D (1993)

P.M. ZERWAS  
Physics with  $e^+e^-$  Linear Colliders – Summary Talk.  
Workshop, Annecy/F (1993)

Higgs Physics at pp and  $e^+e^-$  Colliders.  
Workshop on Perspectives of the Electroweak Interactions  
in  $e^+e^-$  Collisions, Ringberg Castle, Tegernsee/D (1993)

Higgs Physics at  $e^+e^-$  Colliders.  
SLAC Stanford/USA (1993)

$e^+e^-$  Linear Colliders: Top and Higgs.  
IVth ICFA Seminar on Future Perspectives in High Energy  
Physics, Hamburg/D (1993)

Physik an  $e^+e^-$  Linearcollidern.  
DESY Hamburg/D (1993)

Physik an zukünftigen Linearcollidern.  
Kolloquiumsvortrag, TH Darmstadt/D (1993)

New Aspects of Physics at  $e^+e^-$  Colliders.  
DESY Hamburg/D (1993)

Higgs Physics at Future Colliders.  
Workshop, Zvenigorod/Rußland (1993)

TeV Physics.  
Lectures, Univ. Auton. Barcelona/E (1993)

J. ZUNFT  
Heavy Quark Production in Two-Photon Collisions.  
DPG Frühjahrstagung Teilchenphysik, Mainz/D (1993)

## Dissertationen

J. BOLTE  
Some Studies on Arithmetical Chaos in Classical and Quantum  
Mechanics.  
Univ. Hamburg/D (1993)

H. DILGER  
The Geometric Schwinger Model on the Lattice.  
Univ. Hamburg/D (1993)

P. HABERL  
Low Energy Effective Action for Heavy Chiral Fermions in  
the Standard Model and Beyond.  
Univ. Hamburg/D (1993)

T. HELBIG  
Der Phasenübergang in der skalaren Elektrodynamik.  
Univ. Hamburg/D (1993)  
DESY T-93-01

H.-G. KOHRS  
Niederenergieeffekte schwerer Neutrinos.  
Univ. Hamburg/D (1993)

T. SCHRÖDER  
Higgsbosoneffekte in Hochenergiereaktionen.  
Univ. Heidelberg/D (1993)

M. SPIRA  
QCD-Strahlungskorrekturen zu Higgsboson-Zerfall und  
Produktion in  $e^+e^-$  und pp-Beschleunigern.  
RWTH Aachen/D (1993)  
Verlag Shaker

## Diplomarbeiten

G. BENEKE  
Semiklassische Streuung in einem chaotischen System.  
Univ. Hamburg/D (1993)

A. EDIN  
The Gluon Density of the Proton from 3-Jet Events in ep  
Collisions at HERA.  
Univ. Uppsala/S (1993)

J. EDSJÖ  
Study of the Detectability of Neutrinos from Annihilation  
of Supersymmetric Particles in the Sun or in the Earth.  
Univ. Uppsala/S (1993)

H. LOTTER  
Numerische Simulation der Balitskij-Fadin-Kuraev-Lipatov  
Evolution in Prozessen der Assoziierten Jet Produktion.  
Univ. Hamburg/D (1993)

B. LUND  
A Monte Carlo Study of  $Z^0 \rightarrow H^0\gamma$  for Higgs Production at  
LEP.  
Univ. Uppsala/S (1993)

O. RUDOLPH  
Thermodynamischer und multifraktaler Formalismus für  
den geodätischen Fluß auf Riemannschen Flächen konstanter  
negativer Krümmung.  
Univ. Hamburg/D (1993)

M. UNGERHOLM  
Design of a Detector to Find Intrinsic Charm Quarks in the  
Proton.  
Univ. Uppsala/S (1993)

## Bibliothek und Dokumentation

### Interner Bericht

The HIGH ENERGY PHYSICS INDEX Keywords 1993.  
DESY L-93-01

## DESY-Zeuthen

## Veröffentlichungen

L3 COLLABORATION, A. ADAM et al.

Test Beam Results from the L3 Silicon Microvertex Detector.

DESY 93-159, INFN/AE-93/21

zur Veröffentl. in Nucl. Instrum. Methods

L3 COLLABORATION, B. ADEVA et al.

A Search for the Neutral Higgs Boson at LEP.

Phys. Lett. B303 (1993) 391

Results from the L3 Experiment at LEP.

Phys. Rep. 236

Search for Narrow Vector Resonances in the Z Mass Range.

Phys. Lett. B313 (1993) 326

Search for a  $Z'$  at the Z Resonance.

Phys. Lett. B306 (1993) 187

Measurement of the Mass of the Z Boson and the Energy Calibration of LEP.

Phys. Lett. B307 (1993) 187

Measurement of  $\Gamma_{bb}\Gamma_{hadron}$  from Hadronic Decays of the  $Z^0$ .

Phys. Lett. B307 (1993) 237

Determination of the Effective Electroweak Mixing Angle from Z Decay.

Phys. Lett. B309 (1993) 451

Inclusive Search for the Charmless Radiative Decay of the b Quark ( $b \rightarrow s\gamma$ ).

Phys. Lett. B317 (1993) 637

An S-Matrix Analysis of the  $Z^0$  Resonance.

Phys. Lett. B315 (1993) 494

Search for Lepton Flavour Violation in Z Decays.

Phys. Lett. B316 (1993) 427 und CERN-PPE/93-151

$\chi_c$  Production in Hadronic Z Decays.

Phys. Lett. B317 (1993) 467

Measurement of the Average Lifetime of b Hadrons.

Phys. Lett. B317 (1993) 474

Measurement of  $\eta_c$  Production in Untagged Two-Photon Collisions at LEP.

Zur Veröffentl. in Phys. Lett. B

EHS-NA22 COLLABORATION,

N. M. AGABABYAN et al.

Influence of Multiplicity and Kinematical Cuts on Bose-Einstein Correlation in  $\pi^+p$  Interactions at 250 GeV/c.

Z. Phys. C59 (1993) 195

Factorial Moments, Cumulants and Correlation Integrals in  $\pi^+p$  and  $K^+p$  Interactions at 250 GeV/c.

Z. Phys. C59 (1993) 405

EHS-NA22 COLLABORATION, I.V. AZHINENKO et al.

Two-Particle Azimuthal and Rapidity Correlations in Intervals of Transverse Momentum in  $\pi^+p$  Interactions at 250 GeV/c.

Z. Phys. C58 (1993) 357

J. BÄHR, B. HOFFMANN, H. LÜDECKE, R. NAHNHAUER, M. POHL, H.-E. ROLOFF

Test of a Position-Sensitive Photomultiplier for Fast Scintillating Fiber Detector Readout.

Nucl. Instrum. Methods A330 (1993) 103

D. BARDIN, M. BILENKY, A. OLCHEVSKI, T. RIEMANN

Off-shell W-pair Production in  $e^+e^-$  Annihilation: Initial State Radiation

Phys. Lett. B308 (1993) 403 und DESY 93-035

F. BEISSEL et al.

Construction and Performance of the L3 Central Tracking Detector.

Nucl. Instrum. Methods A332 (1993) 33

A.A. BELKOV, G. BOHM, D. EBERT, A.V. LANYOV, A. SCHAALÉ

On the Origin of the Enhancement of CP-Violating Charge Asymmetries in  $K^\pm \rightarrow 3\pi$  Decays Predicted from Chiral Theory.

Phys. Lett. B300 (1993) 283

A.A. BELKOV, G. BOHM, A.V. LANYOV, A. SCHAALÉ

On the  $P^4$  Corrections to  $K \rightarrow 3\pi$  Decay Amplitudes in Nonlinear and Linear Chiral Models.

TRI-PP-93-78

A.A. BELKOV, A.V. LANYOV, A. SCHAALÉ

Reduction of Vector and Axial-Vector Fields in a Bosonized Nambu-Jona-Lasinio Model.

TRI-PP-93-74

BAIKAL COLLABORATION,

I.A. BELOLAPTIKOV et al.

Registrierung einzelner Myonen im Neutrino-Teleskop NT-200 am Baikalsee. (Russisch)

Izvest. Akad. Nauk, Fiz. (1993) No. 4 138

A.C. BENVENUTI et al.

Nuclear Structure Functions in Carbon near  $x = 1$ .

JINR-E1-93-133, zur Veröffentl. in Nucl. Phys. A

J. BLÜMLEIN

The Longitudinal Structure Function  $F_L(x, Q^2)$  at Small  $x$ .

J. Phys. G19 (1993) 1623 und DESY 93-095

J. BLÜMLEIN, M. KLEIN

On the Cross Calibration of Calorimeters at ep Colliders.

Nucl. Instrum. Methods A329 (1993) 112

- J. BLÜMLEIN, G. LEVMAN, H. SPIESBERGER  
On the Measurement of the Proton Structure at Small  $Q^2$ .  
J. Phys. G19 (1993) 1695 und DESY 93-097
- J. BLÜMLEIN, R. RÜCKL  
Production of Scalar and Vector Leptoquarks in  $e^+e^-$  Annihilation.  
Phys. Lett. B304 (1993) 337
- J. BLÜMLEIN, G. J. VAN OLDENBORGH, R. RÜCKL  
QCD and QED Corrections to Higgs Boson Production in Charged Current  $e p$  Scattering.  
Nucl. Phys. B395 (1993) 35
- R. BÖNISCH, A. LEIKE  
Experimental Constraints on the Scale of New Physics in Top Condensate Models.  
DESY 93-111, LMU-04/93
- E. BOOS et al.  
Complete Tree-Level Calculation of the Reaction  $e^+e^- \rightarrow \mu^+\mu^-b\bar{b}$  and the Higgs Boson Signal at LEP200 and NLC Energies.  
DESY 93-89
- The Reaction  $e^+e^- \rightarrow \nu\bar{\nu}b\bar{b}$  and the Higgs Boson Signal at LEP200 and NLC.  
DESY 93-183
- J. BOTTS, H. L. LAI, J. G. MORFIN, J. F. OWENS, J. QIU, W.-K. TUNG  
Global QCD Analysis and the CTEQ Parton Distributions.  
MSU HEP-93/17
- J. BÜRGER, U. HARDER, H. HENSCHER, H.H. KAUFMANN et al.  
Design of a Silicon Backward Tracking Detector and Trigger for the H1 Experiment at the  $e p$  Collider HERA.  
DESY 93-002
- M. GRÜNEWALD, S. KIRSCH,  
A Possible Modification of a LEP Energy Scan for an Improved Determination of Z-Boson Parameters.  
CERN-PPE/93-188, zur Veröffentlich. in Z. Phys. C
- H. GRABOSCH et al.  
A Prototype Presampler for the Uranium-Scintillator Calorimeter in ZEUS.  
NIKHEF-H/93-11
- M. GRUWE et al.  
Search for  $\nu_\mu - \nu_\tau$  Oscillations.  
Phys. Lett. B309 (1993) 463
- R. HELLER, T. MIKOLAJSKI  
Neutrinosuche im Baikalsee.  
SCHOTT Information Nr. 65 (1993) 12
- H. HENSCHER, U. HARDER, H. KAUFMANN, M. KLEIN, P. KOSTKA, W. LANGE, H. LIPPOLD, J. MEISSNER, T. NAUMANN, M. WINDE  
A Silicon Backward Tracking Detector and Trigger for the H1 Experiment.  
IEEE Trans. Nucl. Sci. 40 (1993) No. 4
- H. HEUKENKAMP, H. LEICH, U. SCHWENDICKE, P. WEGNER, R. WISCHNEWSKI  
A Transputer Based Data Acquisition System for the Baikal Neutrino Telescope.  
BAIKAL Note 93-08, zur Veröffentlich. in Informatik aktuell, Springer (1994)
- S. KIRSCH  
Neutral Current Physics with the  $\tau$  Lepton at LEP.  
DESY 93-157
- J. KURTHS, C. SPIERING, W. MÜLLER-STOLL, U. STRIEGLER  
Search for Solar Periodicities in Miocene Tree Ring Widths.  
Terra Nova 5 (1993) 359
- A. LEIKE  
Model Independent Z' Constraints at Future  $e^+e^-$  Colliders.  
DESY 93-154, zur Veröffentlich. in Z. Phys. C
- D. ROBASCHIK, E. WIECZOREK  
Fluctuations of the Casimir Pressure and the Quantization of Electrodynamics.  
DESY 93-024
- Pressure Fluctuations and the Quantization of Electrodynamics with Boundary Conditions.  
zur Veröffentlich. in Ann. Phys. (N.Y.)
- C. SPIERING  
Neutrino-Astronomie mit Unterwasserteleskopen.  
Phys. Bl. 49 (1993) 871
- CHARM II Kollaboration, P. VILLAIN et al.  
Coherent Single Charged Pion Production by Neutrinos.  
Phys. Lett. B313 (1993) 267

**Veröffentlichte Vorträge**

- O. ADRIANI et al.  
Status of the L3 Silicon Microvertex Detector.  
Proc. of the IIIrd Int. Conf. on Adv. Technol. and Part. Phys., Como/I (1992) (Nucl. Phys. B, Proc. Suppl. 32)
- J. BÄHR, K. HILLER, B. HOFFMANN, H. LÜDECKE, A. MENCHIKOV, R. NAHNHAUER, M. POHL, H.E. ROLOFF, R. VÖLKERT  
High Precision Particle Tracking with a Fiber Detector Telescope at the HERA  $e p$ -Collider.  
Proc. of the Workshop on Scintillating Fiber Detectors (SCIFI '93), Notre Dame/USA (1993) und DESY 93-200
- Investigation of Position-Sensitive Photomultipliers for Fast Scintillating Fiber Readout.  
Proc. of the Workshop on Scintillating Fiber Detectors (SCIFI '93), Notre Dame/USA (1993) und DESY 93-201
- Test of Fiber Detector Readout by Position Sensitive Photomultipliers.  
Proc. of the IIIrd Conf. on Position-Sensitive Detectors, London/UK (1993)

D. BARDIN, M. BILENKY, A. OLCHEVSKI, T. RIEMANN

Initial State Radiative Corrections to Off-shell W-Pair Production in  $e^+e^-$  Annihilation.

Proc. of the Workshop on  $e^+e^-$  Coll. at 500 GeV - The Physics Potential, München/D-Annecey/F-Hamburg/D (1992/93) (DESY 93-123C) und CERN-TH. 7102/93

C. J. BIEBL

Scattering and Propagators of Bosons and Fermions in Vector Boson Condensates.

Proc. of the XXVIth Int. Sympos. on Elem. Part. Theor., Ahrenshoop, Wendisch-Rietz/D (1992) (DESY 93-13)

J. BLÜMLEIN

Radiative Corrections to Leptoquark Production in  $e^+e^-$  Annihilation.

Proc. of the Workshop on  $e^+e^-$  Coll. at 500 GeV - The Physics Potential, München/D-Annecey/F-Hamburg/D (1992/93) (DESY 93-123C) und DESY 93-153

Structure Functions and Parton Distributions in Deep Inelastic Scattering at High Energies.

Proc. of the Winter School on Theor. High Energy Phys., St. Petersburg/Rußland (1993) und DESY 93-124

QED and QCD corrections to Leptoquark Production in  $e^+e^-$  Annihilation.

Proc. of the IInd Int. Workshop on Physics and Experiments with Linear  $e^+e^-$  Colliders, Waikoloa/USA (1993)

J. BLÜMLEIN, P.H. FRAMPTON

Leptoquarks at  $e^-e^-$  Colliders.

Proc. of the IInd Int. Workshop on Physics and Experiments with Linear  $e^+e^-$  Colliders, Waikoloa/USA (1993) und IFP-475-UNC

BAIKAL COLLABORATION,

I.A. BELOLAPTIKOV et al.

The Lake Baikal Neutrino Detector - Progress Report.

Proc. of the Vth Int. Workshop on Neutrino Telescopes. Venedig/I (1993) und BAIKAL Note 93-01

The Lake Baikal Neutrino Project.

Proc. of the XXIIIrd Int. Conf. on Cosmic Rays (ICRC), Calgary/CND (1993) und BAIKAL Note 93-02

Track Reconstruction and Background Rejection for the Baikal Neutrino Telescope NT-200.

Proc. of the XXIIIrd Int. Conf. on Cosmic Rays (ICRC), Calgary/CND (1993) und BAIKAL Note 93-03

The Lake Baikal Underwater Telescope NT-36: First Months of Operation.

Proc. of the IIIrd Int. Workshop on Theory and Phenom. in Astropart. and Underground Phys., Assergi/I (1993) und BAIKAL Note 93-06

Track Reconstruction and Background Rejection for the Baikal Neutrino Telescope.

Proc. of the IIIrd Int. Workshop on Theory and Phenom. in Astropart. and Underground Phys., Assergi/I (1993) und BAIKAL Note 93-07

The Baikal Underwater Telescope NT-36: First Stationary Multistring Array.

Proc. of the NESTOR Workshop, Pylos/G (1993) und BAIKAL Note 93-15

Track Reconstruction and Background Rejection for the Baikal Neutrino Telescope.

Proc. of the NESTOR Workshop, Pylos/G (1993) und BAIKAL Note 93-16

QUASAR-370 The Optical Sensor of the Lake Baikal Neutrino Telescope.

Proc. of the NESTOR Workshop, Pylos/G (1993) und BAIKAL Note 93-17

BAIKAL COLLABORATION, L.B. BEZRUKOV et al.

The Optical Module of the Baikal Neutrino Telescope NT-200.

Proc. of the XXIIIrd Int. Conf. on Cosmic Rays (ICRC), Calgary/CND (1993) und BAIKAL Note 93-04

The Lake Baikal Neutrino Telescope.

Proc. of the Int. School on Particles and Cosmology, Baksan Valley/Rußland (1993) und BAIKAL Note 93-14

H. HEUKENKAMP, H. LEICH, U. SCHWENDICKE, P. WEGNER, R. WISCHNEWSKI

The Online Data Preprocessing and Monitoring System of the Baikal Neutrino Telescope.

Proc. of the XXIIIrd Int. Conf. on Cosmic Rays (ICRC), Calgary/CND (1993) und BAIKAL Note 93-05

A Transputer Based Data Acquisition System for the Baikal Neutrino Telescope.

Proc. of the World Transputing Cong., Aachen/D (1993)

S. KIRSCH

Neutral Current Physics with the  $\tau$  Lepton at LEP.

XVIth Int. Warsaw Meeting on Elementary Particle Physics, Kazimierz/PL (1993)

A. LEIKE

Are there Useless Observables for  $Z'$  Search?

Proc. of the Workshop on  $e^+e^-$  Coll. at 500 GeV - The Physics Potential, München/D-Annecey/F-Hamburg/D (1992/93) (DESY 93-123C)

R. NAHNHAUER

Scintillating Fibers for Particle Physics Detectors.

Proc. of the XIIIth Int. Conf. on Particles and Nuclei (PANIC '93), Perugia/I (1993)

Scintillating Fiber Target Detectors for Next Generation Neutrino Experiments.

Proc. of the Workshop on Scintillating Fiber Detectors (SCIFI '93), Notre Dame/USA (1993) und DESY 93-199

S. RIEMANN

Search for  $Z'$ .

Proc. of the XXVIIIth Rencontre de Moriond, Les Arcs/F (1993)

E. WIECZOREK  
 Nonabelian Gauge Fields in the Background of Magnetic Strings.  
 Proc. of the XXVIth Int. Sympos. on Elem. Part. Theor.,  
 Ahrenshoop, Wendisch-Rietz/D (1992) (DESY 93-13)

**Vorträge**

**DPG Frühjahrstagung Teilchenphysik, Mainz/D (1993)**

S. KIRSCH  
 Eine Interpretation der L3 Daten mit dem Streumatrixzugang.

D. LEHNER  
 Messung der  $e^+e^-$ -Annihilation in die 4-leptonischen Endzustände  $e^+e^-e^+e^-$ ,  $e^+e^- \mu^+\mu^-$  und  $\mu^+\mu^-\mu^+\mu^-$  an der  $Z^0$ -Resonanz.

A. LEIKE  
 Production of Bottom-Charm Bound States in Electron-Positron Annihilation.

W. LUSTERMANN  
 Messung der Photonenspektren im Prozess  $e^+e^- \rightarrow Z^0 \rightarrow \tau^-\tau^+\gamma$  auf der  $Z^0$  Resonanz und Bestimmung einer Obergrenze für das anomale magnetische Moment des  $\tau$  Leptons.

J. WEGMANN  
 Der L3 Silizium Mikrovertex Detektor.

J. BÄHR  
 Fast Readout of Scintillating Fiber Trackers Using Position Sensitive Photomultipliers.  
 San Miniato/I (1993)

J. BLÜMLEIN  
 QCD Evolution of the Structure Functions  $F_2(x, Q^2)$  and  $F_L(x, Q^2)$  at Small  $x$ .  
 Measuring Small- $x$  and Small- $Q^2$  Structure Functions via the Radiative Compton Effect.  
 Durham/UK (1993)

Structure Functions at Small  $x$ .  
 East Lansing/USA (1993)

Introduction to the Standard Model of Strong and Electroweak Interactions.  
 Lectures, DPG Herbstschule, Bad Honnef/D (1993)

QED and QCD Corrections at HERA.  
 Univ. Granada/E (1993)

Structure Functions and Hard Processes in the  $k_T$ -Factorization Scheme.  
 Univ. München/D (1993)

J. BOTTS  
 Latest Results from CTEQ Global Analysis of Proton Parton Distributions.  
 DESY Theory Workshop, Hamburg/D (1993)

A Survey of Global Analysis in Parton Distributions in the Proton and Perturbative QCD (from the Viewpoint of a Contributor to the CTEQ Parton Distributions).  
 DESY Hamburg/D (1993)

Sudakov Factors in Wide Angle Hadronic Elastic Scattering, a Test of Perturbative QCD?  
 Univ. Wuppertal/D (1993)

W. FRIEBEL  
 Realisierung einer einheitlichen Benutzerumgebung unter UNIX.  
 SYSAC-Treffen, Jülich/D (1993)

Distributed Computing in DESY-Zeuthen.  
 Potsdam-tech '93, Potsdam/D (1993)

Status of the HEPHX Common User Environment Project.  
 HEPHX-Meeting, Pisa/I (1993)

Realisation of a Common User Environment.  
 HEPHX-Meeting, Amsterdam/N (1993)

H. HEUKENKAMP  
 Das Baikal-Online-System: Status und Ausblick.  
 IV. KfK Workshop zur Höhenstrahlung, Burg Liebenzell/D (1993)

K. HILLER  
 Test of Fiber Detector Readout by Position-Sensitive Photomultipliers.  
 IIIrd Conf. on Position-Sensitive Det., London/UK (1993)

H. J. KAISER  
 Non-Abelian Gauge Theory in the Background of One and Two Magnetic Strings.  
 Int. Sympos. on the Theory of Elementary Particles, Wendisch-Rietz/D (1993)

S. KIRSCH  
 Die Messung der Polarisation des  $\tau$  Leptons bei L3.

M. KLEIN  
 Inclusive Deep Inelastic Scattering Results of H1.  
 CTEQ-School, Four Winds/USA (1993)

Structure Function Measurement Results from H1 and ZEUS.  
 Int. Sympos. on New Phenomena at Low  $x$ , Fermilab Batavia/USA (1993)

A. KÖHLER  
 Tailoring the Keybinding for an Optimal Interaction.  
 HEPHX-Meeting, Amsterdam/NL (1993)

Experiences with Automounters in a Multivector Environment.  
 HEPHX-Meeting, Pisa/I (1993)

P. KOSTKA  
 Backward Silicon Tracker for H1.  
 IEEE Nucl. Sci. Sympos., San Francisco/USA (1993)

A. LEIKE  
 Bottom-Charm Meson Production in  $e^+e^-$  Collisions.  
 Univ. München/D (1993)

- Z' Search at Present and Future Colliders.  
Univ. of Wisconsin, Madison/USA (1993)
- R. NAHNHAUER  
Scintillating Fibers for Particle Physics Detectors.  
IVth Workshop on Exp. Probl. in Low Count Rate, Low Energy Part. Phys., Neuchâtel/CH (1993)
- High Precision Particle Tracking with a Fiber Detector Telescope at the HERA e p-Collider.
- Investigations of Position Sensitive Photomultipliers for Fast Scintillating Fiber Readout.  
Workshop on Scintillating Fiber Detectors (SCIFI '93), Notre Dame/USA (1993)
- H. NOWAK  
The L3 Silicon Microvertex Detector.  
Int. Europhys. Conf. on High Energy Physics, Marseille/F (1993)
- Single Spin Asymmetries in pp Scattering at HERA Energies.  
Int. Workshop on Physics at HERA with Internal Targets, Hamburg/D (1993)
- H. J. OTTO, G. WEIGT  
Two-Dimensional Bosonic and Fermionic Quantum Liouville Gravity.  
Int. Symposium on the Theory of Elementary Particles, Wendisch-Rietz/D (1993)
- S. RIEMANN  
Search for a Z' on the Z Resonance.  
DESY Hamburg/D (1993)
- T. RIEMANN  
Radiative Corrections and Background for W Pair Production in the Standard Model.  
Ringberg Workshop, Tegernsee/D (1993)
- Radiative Corrections for W Pair Production at LEP200.  
Amsterdam/NL (1993)
- Radiative Corrections in the Electroweak Standard Model.  
Lectures, Triangle '93 Graduate School, Prag/CS (1993)
- Initial State Radiation for W Pair Production at the NLC.  
Workshop on Quantum Field Theory and e<sup>+</sup>e<sup>-</sup> Physics, Zelinograd bei Moskau/Rußland (1993)
- Search for Heavy Neutral Gauge Bosons.  
Lectures, XVIIIth Int. School on Theoretical Physics, Szczyrk/PL (1993)
- Search for Z' in e<sup>+</sup>e<sup>-</sup> Annihilation.  
Univ. Granada/E (1993)
- Model-Independent Approach to the Z Line Shape.  
Univ. Bielefeld/D (1993)  
Univ. Karlsruhe/D (1993)
- A. SCHAALÉ  
Chiral Perturbation Theory and K-Decays.  
TRIUMF Vancouver/CND (1993)
- S. SCHLENSTEDT  
Recent Results from ZEUS.  
XXVIIIth Rencontre de Moriond, Les Arcs/F (1993)
- C. SPIERING  
Elementarteilchenphysik mit Unterwasserteleskopen.  
Univ. Kiel/D (1993)
- Neutrino-Astronomie mit Unterwasserteleskopen.  
Univ. Erlangen/D (1993)
- Results from the Baikal Neutrino Experiment.  
Inst. Hochenergiephys. (AdW), Wien/A (1993)  
Univ. Stockholm/S (1993)  
Univ. Uppsala/S (1993)
- Auf der Suche nach kosmischen Beschleunigern – Neutrino-teleskope tief unter Wasser.  
Dunkle Materie im Weltraum entdeckt?  
URANIA Berlin/D (1993)
- Neutrinosuche im Baikalsee.  
Kulturverein Perleberg/D (1993)
- T. THON  
Eigenschaften des TDC 2001.  
KFK Karlsruhe/D (1993)
- P. WEGNER  
Features Extraction Benchmarks on the TMS320C40 Signal Processor for SPACAL and TRD.  
Second Level Trigger Global Decision Timing Values on the C40.  
CERN Genf/CH (1993)
- Ereignisverarbeitung und Datenfluß im Cluster.  
KASCADE-Workshop, Burg Liebenzell/D (1993)
- Embedded Architectures for Second-Level Triggering in Future High Energy Physics Experiments.  
MPI Plasmaphys., Garching/D (1993)
- Triggering at HERA-B.  
Utrecht/NL (1993)
- G. WEIGT  
Exact Quantization of Non-Critical String Theories.  
Univ. Kaiserslautern/D (1993)
- E. WIECZOREK  
Einführung in mathematische Methoden der theoretischen Physik.  
Humboldt-Univ. Berlin/D (1992/93)
- Quantisierung von Eichfeldtheorien.  
Graduiertenkolleg, Univ. Leipzig/D (1993)
- Dissertation**
- B. JOZEFINI  
Topologische Struktur der Gitter-Eichtheorien.  
Humboldt Univ. Berlin/D (1993)
- Diplomarbeiten**
- F. MATTHÄI  
Probleme der Datenanalyse eines Hochstatistik-Experiments zur Untersuchung des nichtleptonischen K<sup>±</sup> → π<sup>±</sup>π<sup>0</sup>π<sup>0</sup> Zerfalls.  
Univ. Jena/D (1993)

K. STOLZE

Untersuchung von Siliziumdetektoren für den Backward Silicon Tracker beim HERA Experiment H1.  
TU Chemnitz/D (1993)

R. VÖLKERT

Untersuchung von Faserdetektoren für ein H1 Vorwärts-Proton-Spektrometer.  
Univ. Münster/D (1993)

J. WEGMANN

Untersuchung der Eigenschaften von Halbleiterstrukturen für den Einsatz im Experiment L3 am CERN als Silizium-Mikrovertex-Detektor (SMD).  
Univ. Jena/D (1993)

#### Ingenieurarbeit

A. HENNIG

Untersuchungen zum Verhalten des Ausleseschaltkreises SVX für Halbleiterstreifendetektoren.  
FH für Technik und Wirtschaft, Zittau/Görlitz/D (1993)

#### Interne Berichte

H. ALBRECHT et al.

An Experiment to Study CP Violation in the B System Using an Internal Target at the HERA Proton Ring.  
Progress Report, DESY-PRC 93/04

A.A. BELKOV, G. BOHM, A.V. LANYOV, F. MATTHÄI, A. SCHAALÉ

What Can we Learn from New Measurements of Dalitz Plot Parameters for  $K \rightarrow 3\pi$  Decay?  
DESY-IfH 93-05

W. FRIEBEL, B. JOZEFINI

CERN Benchmark Tests at DESY-IfH Zeuthen.  
DESY-IfH 93-03

P. GREEN et al.

HERMES Technical Design Report.  
DESY-PRC 93/06

K. H. HILLER et al.

$\Phi$ -Meson Production in Neutron-Proton and Neutron-Nucleus Interactions at 30-70 GeV.  
DESY-IfH 93-01

## M-Bereich

D. P. BARBER, K. HEINEMANN, G. RIPKEN

Nonlinear Canonical Spin-Orbit Dynamics in Storage Rings: Normal Forms and the  $\bar{n}$ -Axis.  
DESY 93-031

K. FLÖTTMANN, J. ROSSBACH

Emittance Damping Considerations for TESLA.  
DESY 93-023

H. MAIS

Nonlinear Problems in Accelerator Physics.  
DESY 93-058

K. H. MESS

Diagnostics for Superconducting Accelerators.  
CERN PS/93-35

A. PIWINSKI

Synchrotron Sidebands of Betatron Coupling Resonances.  
DESY 93-189

J. ROSSBACH (Ed.)

HEACC '92 - Proceedings of the XVth Int. Conf. on High Energy Accelerators, Hamburg/D (1992)  
(Int. J. Mod. Phys. A, Proc. Suppl. 2A,B (1993))

Rezension des Buches: Physik der Teilchenbeschleuniger und Synchrotronstrahlungsquellen von K. Wille.  
Phys. Blätter (1993)

M. SEESSELBERG, H.P. BREUER, H. MAIS, F. PETRUCCIONE, I. HONERKAMP

Simulation of One-Dimensional Noisy Hamiltonian Systems and their Application to Particle Storage Rings.  
Freiburg Univ.-THEP 93-08, zur Veröffentl. in Z. Phys. C

K. A. THOMPSON et al.

Design and Simulation of Accelerator Structures for Future Linear Colliders.  
SLAC-PUB-6032 (A), zur Veröffentl. in Part. Accel.

#### Veröffentlichte Vorträge

H. BERG, M. CLAUSEN, G. HORLITZ, H. LIERL

Report on Operational Experience and Reliability of the HERA Cryogenic System.  
Proc. of the Int. Cryog. Eng. Conf. and Int. Cryog. Mat. Conf., ICEC/ICMC, Albuquerque/USA (1993)  
(Adv. in Cryog. Engin., Vol. 39)

H. BERG, H. HERZOG, H. LIERL

Die Heliumkälteanlage für den supraleitenden Protonenring HERA - Bericht über Betriebserfahrungen und Zuverlässigkeit des Kältesystems.  
Tagungsbericht Dt. Kälte- und Klimatechnischer Verein, 20. Jg., Nürnberg/D (1993)

- R. BRINKMANN, F. WILLEKE  
First Experience with Colliding Electron-Proton Beams in HERA.  
Proc. of the IEEE Part. Accel. Conf., PAC' 93, Washington/USA (1993)
- M. CLAUSEN, P. SHEVTSOV et al.  
On Possibilities of Beam Loss Measuring Systems.  
Proc. of the 1st Europ. Workshop on Beam Diagnostics and Instrum. for Part. Accel., DIPAC '93, Montreux/CH (1993)
- W. DECKING  
Measurement and Simulation of Synchro-Betatron Resonances at DORIS III.  
Proc. of the VIth Adv. ICFA Beam Dynamics Workshop, Madeira/P (1993)
- G. HORLITZ, U. KNOPF, R. LANGE, B. PETERSEN, T. PETERSON, D. SELLMANN, D. TRINES  
A 1 K Test Facility for Superconducting RF Cavities.  
Proc. of the Int. Cryog. Eng. Conf. and Int. Cryog. Mat. Conf., ICEC/ICMC, Albuquerque/USA (1993)  
(Adv. in Cryog. Engin., Vol. 39)
- H. LIERL  
Report on Operational Experience and Reliability of the HERA Cryogenic System.  
Proc. of the Int. Cryog. Eng. Conf. and Int. Cryog. Mat. Conf., ICEC/ICMC, Albuquerque/USA (1993)  
(Adv. in Cryog. Engin., Vol. 39)
- K.H. MESS  
Diagnostics for Superconducting Accelerators.  
Proc. of the 1st Europ. Workshop on Beam Diagnostics and Instrum. for Part. Accel., DIPAC '93, Montreux/CH (1993)
- R. MILLER et al.  
Accelerator Structure Work for NLC.  
Proc. of the XVth Int. Conf. on High Energy Accel., HEACC '92, Hamburg/D (1992)  
(Int. J. Mod. Phys. A, Proc. Suppl. 2B (1993) 833)
- A. PAULUHN  
Stochastic Dynamics for Accelerators.  
Proc. of the IEEE Part. Accel. Conf., PAC '93, Washington/USA (1993)
- J. PETERS  
An Electronic Peperpot.  
H<sup>-</sup>-Source Activities at DESY.  
Proc. of the Vth Conference on Sources.
- R. WANZENBERG  
Emittance Growth in Multibunch Phase Space.  
Proc. of the Int. Workshop on Emittance Preservation in Linear Colliders, Tsukuba/J (1993) (KEK Proc. 93-13)
- E. WEISS  
Surveying and Tuning of a Machine to Produce High Precision Components for a Hadron-Electron-Separator.  
Proc. of the IIIrd Int. Workshop on Accel. Alignment, Annecy/F (1993)
- F. WILLEKE  
Status of HERA.  
Proc. of the IVth ICFA Seminar on Future Perspectives in High Energy Physics, DESY Hamburg/D (1993)
- Particle Tracking.  
Proc. of the CERN Accel. School, Rhodos/GR (1993)
- K. WITTENBURG  
Beam Loss Detection.  
Proc. of the 1st Europ. Workshop on Beam Diagnostics and Instrum. for Part. Accel., DIPAC '93, Montreux/CH (1993)
- Proceedings of the VIth Workshop on RF Superconductivity, CEBAF, Newport News/USA (1993)**
- B. DWERSTEG  
TESLA Main Coupler Development at DESY.
- B. DWERSTEG, G. KREPS, D. PROCH  
Laboratory Talk.
- P. DUVAL  
Recent Developments in PC Control Systems in HERA.
- A. GAMP  
RF Generation and Control for the TESLA Test Facility.
- H. KAISER  
Mechanical Characteristics of the RF Cavity for the TESLA Test Facility.
- A. MATHEISEN, W.-D. MÖLLER et al.  
On Reaching 25 MV/m Accelerating Using High Pulsed RF Processing on a 1.3 GHz, 5-Cell TESLA Cavity.
- D. PROCH  
The TESLA Cavity: Design Considerations and RF Properties.
- J. SEKUTOWICZ  
Transient State Standing Wave Accelerating Structures in Particle Accelerator.  
Higher Order Mode Coupler for TESLA.
- Proceedings of the Int. Conf. on Accelerator and Large Experimental Physics Control Systems, ICALEPCS-93, Berlin/D (1993)**
- M. CLAUSEN et al.  
Controls for the TESLA Test Facility, Status and Future Plans.
- M. CLAUSEN, G. CSUKA, G. GRYGEL, P. SHEVTSOV  
On the Use of the VAXELN Toolkit for the Cryogenic Controls at DESY.
- L. R. DALESIO et al.  
The Experimental Physics and Industrial Control System Architecture.

V. GOTSEV, V. GRES, P. SHEVTSOV et al.  
The Control and Operation of the Beam Diagnostics for the UNK.

**Vorträge**

R. BRINKMANN  
Status of HERA and the First e-p Collider Run.  
APS-Meeting, Washington/USA (1993)

HERA Status.  
ZEUS Collaboration Meeting, DESY Hamburg/D (1993)

Machine Aspects.  
Int. Workshop on Physics at HERA with Internal Targets,  
Hamburg/D (1993)

M. DREVLAK  
Simulation of Multibunch Beam Blowup for S-Band.  
Vth Int. Workshop on Next Generation Linear Colliders,  
LC '93, SLAC Stanford/USA (1993)

H.-J. ECKOLDT  
Status and Reliability of Power Supplies at DESY.  
Active Load to Simulate Magnet Loads for Power Supply  
Tests.  
IEEE Nucl. Sci. Symposium, San Francisco/USA (1993)

C. FALLAND  
Das HERA-Vakuumsystem und der Einsatz von  
Quadrupol-Restgasmassenspektrometern.  
Balzers, Flensburg/D (1993)

Dichtheitsprüfung unter besonderer Berücksichtigung der  
Praxis beim DESY.  
FH Gießen/D (1993)

Helium-Lecksuchtechnik beim DESY.  
Dt. Ges. für zerstörungsfreie Prüfung, Dortmund/D (1993)

K. FLÖTTMANN  
e<sup>+</sup> Source and Damping Ring for TESLA.  
Fermilab Batavia/USA (1993)

Eine hochintensive Quelle polarisierter Positronen für Li-  
near Collider.  
DESY Positron Source for TESLA.  
DESY Hamburg/D (1993)

A High Intensity Positron Source.  
A Polarized Positron Source.  
Proc. of the Vth Int. Workshop on Next Generation Linear  
Colliders, LC '93, SLAC Stanford/USA (1993)

A. GAMP  
RF Generation and Control for the TESLA Test Facility.  
IHEP Beijing/China (1993)  
Tsinghua Univ. Beijing/China (1993)  
Vac. Electronics Res. Inst., Beijing/China (1993)

N. HOLTKAMP  
The R&D Program at DESY for an S-Band Linear Collider.  
Int. Workshop on Emittance Preservation in Linear Colli-  
ders, Tsukuba/J (1993) (KEK Proc. 93-13)

The S-Band Test Accelerator at DESY.  
Vth Int. Workshop on Next Generation Linear Colliders,  
LC '93, SLAC Stanford/USA (1993)

N. HOLTKAMP et al.  
Status of the S-Band Linear Collider Study.  
IVth ICFA Seminar on Future Perspectives in High Energy  
Physics, DESY Hamburg/D (1993), DESY-M-93-05

B. HOLZER  
Status der HERA-Speicherringanlage.  
Arbeitswoche bei BESSY II, Berlin/D (1993)

Interaction Region Layout of an Asymmetric B-Meson Fac-  
tory.

Ind Workshop on Tau-Charm Factory, JINR,  
Dubna/Russia (1993)

H. NESEMANN  
The e<sup>+</sup>e<sup>-</sup>-Storage Ring DORIS III as a Dedicated Source  
for Synchrotron Radiation.  
ESRF Grenoble/F (1993)

A. PIWINSKI  
Observations of Synchro-Betatron Resonances at DESY.  
Vith Adv. ICFA Beam Dynamics Workshop, Madeira/P  
(1993)

K. REHLICH, D. TRINES  
Steuergerät für Helium-Massenspektrometer.  
Dt. Ges. für zerstörungsfreie Prüfung, Dortmund/D (1993)

J. ROSSBACH  
Machine Concepts for a Linear e<sup>+</sup>e<sup>-</sup> Collider.  
Schloß Ringberg, Tegernsee/D (1993)

Emittance Damping for TESLA.  
KEK Tsukuba/J (1993)

Überblick über Linear Collider Konzepte und Probleme.  
Dämpfungsringe für Linear Collider und e<sup>+</sup>e<sup>-</sup> Recycling für  
TESLA.

Emittance Damping for TESLA.  
DESY Hamburg/D (1993)

Numerische Simulation von Quadrupolbewegungen und  
eines Beam Based Feed Forward zur Stabilisierung des  
Strahls.  
THD, Klein Walsertal/A (1993)

Active Quadrupole Stabilisation for S-Band Test Facility.  
Emittance Damping for TESLA.  
Summary of Vibration Issues.  
Vth Int. Workshop on Next Generation Linear Colliders,  
LC '93, SLAC Stanford/USA (1993)

W. SCHWARZ  
Was heißt „Messen“?  
Fluchtmessungen.  
XXX. DWV Seminar über Vermessungsverfahren im  
Maschinen- und Anlagenbau, DESY Hamburg/D (1993)

Wissenschaftliche Herausforderungen an das Vermessungs-  
wesen im Rahmen einer interdisziplinären Zusammenarbeit.  
Univ. Rostock/D (1993)

Von der Präzisionsmessung bis zum Gebäudeinformationssystem – Vermessungsaufgaben bei der Großforschungseinrichtung DESY.

Kolloquiumsvortrag, RWTH Aachen/D (1993)

M. SEIDEL

Das HERA-p Kollimatorsystem.

DPG Frühjahrstagung Teilchenphysik, Mainz/D (1993)

M. STOLPER

Das NMR-Magnetometer der KRM3.

Herbstsitzung der Studiengruppe für Elektronische Instrumentierung, Heidelberg/D (1993)

F. ULLRICH

Cooling and Temperature Control of Accelerating Sections. Univ. Orsay/F (1993)

K. UNSER

Beam Current Monitoring.

Bunch Intensity.

Measurements in a Superconducting Accelerator/Collider.

Workshop on Beam Instrumentation, Santa Fe/USA (1993)

R. WANZENBERG

Status of HERA.

DESY PRC, Hamburg/D (1993)

#### Dissertation

K. FLÖTTMANN

Investigations toward the Development of Polarized and Unpolarized High Intensity Positron Sources for Linear Colliders.

Univ. Hamburg/D

DESY 93-161

#### Diplomarbeit

D. KÖSTER

Aufbau einer Apparatur zur Bestimmung der Warmfestigkeit von hochreinem Niob im Vakuum in Abhängigkeit von der Korngröße.

FH Lübeck/D (1993)

#### HERA-Berichte

I. BORCHARD, P. SCHMÜSER

Popularitäten und elektrische Verbindungen der supraleitenden Magnete und Korrekturspulen im HERA-Protonenring.

HERA 93-01

O. BRÜNING

Emittance Growth in Proton Storage Rings due to the Combined Effect of Tune Modulation and Beam-Beam Interaction for Round Beams.

HERA 93-05

Emittance Growth in Proton Storage Rings due to the Combined Effect of Non-Linear Fields and Modulation Effects with more than one Frequency.

HERA 93-10

B. HOLZER

Modifizierung der HERA-Strahloptik für den Einbau der Protonen-Absorberanlage im Bereich HERA-Ost.

HERA 93-11

R. H. MANUKIAN

Trajectory Correction with Sequential Filtering.

HERA 93-07

G. MEYER

Geometrie des HERA-Rings. (Neufassung)

HERA 93-06

A. PAULUHN

Stochastic Beam Dynamics with Special Applications to a Double RF System.

HERA 93-02

T. SCHOTMANN

Das Auflösungsvermögen der Restgasionisations-Strahlprofilmonitore für Protonenstrahlen in PETRA und HERA.

HERA 93-09

W. SCHÜTTE, K. UNSER

Beam Current and Beam Lifetime Measurements at the HERA Proton Storage Ring.

HERA 93-03

M. SEIDEL

Determination of Diffusion Rates in the Proton Beam Halo of HERA.

HERA 93-04

D. N. SHATILOV

Beam-Beam Simulations for the HERA Electron Beam.

HERA 93-12

F. ZIMMERMANN

Trapped Dust in HERA and DORIS.

HERA 93-08

#### Interne Berichte

S-Band Linear Collider Meetings in 1993.

Orsay/France, DESY.

DESY M-93-08

F. CIOCCI, G. DATTOLI, K. FLÖTTMANN, J. ROSSBACH

Undulator-Wiggler Radiation and Electron Beam Energy Distribution.

DESY M-93-03

H. POGGENSEE

Korrosionsursachen und Korrosionsverhinderung in Kupferkühlleitungen im LINAC II.

DESY M-93-04

J. ROSSBACH  
An Overview of Linear Collider Plans.  
DESY M-93-01

J. ROSSBACH, P. SCHMÜSER  
Basic Course on Accelerator Optics.  
DESY M-93-02

V. M. TSAKANOV  
Wake Field Effects in the Final Focus Quadrupoles of a  
Linear Collider.  
DESY M-93-06

R. WANZENBERG  
A Lattice for the S-Band Linear Collider Test Facility.  
DESY M-93-07

### TESLA-Berichte

B. DWERSTEG  
Mechanical Concept of TESLA Main Coupler Development  
at DESY.  
TESLA 93-15

K. FLÖTTMANN, N. HOLTKAMP, J. ROSSBACH  
Positron Source Considerations for TESLA.  
TESLA 93-21

A. MATHEISEN et al.  
Connections between TESLA Cavities.  
TESLA 93-28 (from CE Saclay)

### Aktennotizen

H.-J. ECKOLDT  
Stromrichter für den LINAC II.  
MKK-Aktennotiz 18/93

J.-P. JENSEN  
Klima- und Gerätekaltwassersysteme DESY und DORIS  
mit LINAC II.  
MKK-Aktennotiz 4/93

Erneuerungen an Wasserkühl- und Belüftungsanlagen.  
MKK-Aktennotiz 6/93

Notstromversorgung des HERA-Tunnels.  
MKK-Aktennotiz 19/93

Treppenhausentrauchung HERA-Süd.  
MKK-Aktennotiz 20/93

Kupferabtrag im HERA-Kühlkreislauf.  
MKK HERA-Aktenvermerk 2/93

M. KÖPKE  
Betriebserfahrung und Wirtschaftlichkeitsbetrachtungen  
mit der Abwärmenutzungsanlage im Geb. 54.  
MKK-Aktennotiz 23/93

F.-R. ULLRICH  
Auslegung der Regelung für die TESLA-Rückkühlung.  
MKK-Aktennotiz 15/93

Änderung der Wasserstandshöhe beim Stillstand des Kühl-  
wassers im HERA-Ring.  
MKK HERA-Aktenvermerk 3/93

Temperatur-Messung im HERA-Ring.  
MKK HERA-Aktenvermerk 4/93

## Strahlenschutz

---

### Veröffentlichungen

H. DINTER, D. DWORAK, K. TESCH  
Attenuation of the Dose Equivalent in Labyrinths through  
an Accelerator Shield.  
Nucl. Instrum. Methods. A333 (1993) 507

### Interne Berichte

K. TESCH  
The Radiation Protection Group of DESY 1963-1993.  
DESY D3-75

Ergebnisse von Strahlenschutzmessungen am DESY im  
Jahr 1993.  
DESY D3-76

## Z-Bereich

### Datenverarbeitung

---

#### Veröffentlichung

M. ERNST  
Work Station Cluster als skalierbare Ressourcen für  
Computer- und Massenspeicher-Services bei DESY.  
Springer-Verlag



Herausgeber:  
Deutsches Elektronen-Synchrotron DESY  
Notkestraße 85, D - 22603 Hamburg  
Telefon (040) 8998-0, Telefax (040) 8998-3282

Teilinstitut:  
DESY-IfH Zeuthen  
Platanenallee 6, D - 15738 Zeuthen  
Telefon (033762) 77-0, Telefax (033762) 77-282

Drucklegung:  
Mai 1994

Herstellung und Gestaltung:  
-PR-Öffentlichkeitsarbeit (verantw. Heiner Westermann)  
-L-Bibliothek (Annemarie Blobel)

Satz und Layout:  
(NEWLIB/L<sup>A</sup>T<sub>E</sub>X)  
-R02-Datenverarbeitung (verantw. Zbigniew Jakubowski)  
-PR-Öffentlichkeitsarbeit  
-L-Bibliothek

Druck und Verarbeitung:  
Dierk Heigener Druckerzeugnisse GmbH, Hamburg

Titelbild:  
Blick in südliche Richtung auf das DESY-Gelände und die Elbe. In der Bildmitte ist der erste Kreisbeschleuniger bei DESY, das Elektronen-Synchrotron „DESY“ (Umfang ca. 300 Meter), deutlich zu erkennen, im Vordergrund die HASYLAB-Hallen.

I S S N 0179-9282

---

# Beschleuniger bei DESY 1993

