

Wissenschaftlicher Jahresbericht

2006

Deutsches Elektronen-Synchrotron

DESY

Inhalt

Vorspann und Programm Berichte	5
Forschung Teilchenphysik	55
Beschleuniger	163
Zentrale Dienste	253
Veröffentlichungen und Vorträge	323

Im Anhang befindet sich eine CD-ROM mit dem Jahresbericht des HASYLAB und dem Wissenschaftlichen Jahresbericht von DESY im Adobe PDF Format.



Vorspann und Programm Berichte

Inhalt

Vorwort	7
Forschung Teilchenphysik	11
Forschung mit Photonen	15
Übersicht Beschleuniger	25
Personal und Finanzen	29
Organe der Stiftung und weitere Gremien	35
Nationale und Internationale Zusammenarbeit	41



Abbildung 1: *Der Bundespräsident Horst Köhler bei seiner Besichtigung von FLASH am 23. August 2006. Links neben ihm der erste Bürgermeister der Stadt Hamburg Ole von Beust, rechts Albrecht Wagner und der Präsident der Helmholtz-Gemeinschaft Jürgen Mlynek.*

Vorwort

Das Deutsche Elektronen-Synchrotron DESY in Hamburg blickt auf eine mittlerweile 47-jährige Erfolgsgeschichte in der Erforschung der Struktur der Materie zurück. Seit 1992 gibt es einen zweiten Standort in Zeuthen bei Berlin. Das ehemalige Institut für Hochenergiephysik der DDR in Brandenburg wurde nach der deutschen Wiedervereinigung DESY angegliedert. DESY und weitere 14 Einrichtungen bilden die Helmholtz-Gemeinschaft Deutscher Forschungszentren.

DESY wird durch die Bundesrepublik Deutschland (90%) und die Länder Hamburg und Brandenburg (10%) finanziert.

Basis der Forschung bei DESY ist die Kompetenz zu Entwicklung, Bau und Betrieb großer Beschleunigeranlagen. DESY zählt in dieser Hinsicht zu den weltweit führenden Zentren. Dies hat sich im vergangenen Jahr auch in zahlreichen Ehrungen und Preisen im Zusammenhang mit der Forschung bei DESY gezeigt. Die bei DESY in internationaler Zusammenarbeit entwickelte supraleitende Beschleunigertechnologie (die auch die Basis für die Zukunftsprojekte XFEL und ILC darstellt) spielt eine zunehmend wichtige Rolle.

Die Forschung bei DESY zur Struktur der Materie ist in die drei Programme *Elementarteilchenphysik* (Suche nach den elementaren Bausteinen und Kräften der Natur), *Astroteilchenphysik* (Verständnis hochenergetischer Phänomene im Universum) und *Forschung mit Photonen* (beschleunigerbasierte Lichtquellen für einzigartige Experimente zur Erforschung komplexer System in Physik, Chemie, Biologie und anderen Feldern) untergliedert.

Alle experimentellen Aktivitäten werden durch herausragende theoretische Arbeiten unterstützt.

Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler von DESY sind an der internationalen Spitzenforschung in den genannten Programmen maßgeblich beteiligt. Der Erfolg von DESY gründet sich aber gleichermaßen auf die zahlreichen exzellenten Forscherinnen und Forscher aus dem In- und Ausland, die die teilweise einmaligen Anlagen bei DESY meist in enger Kollaboration mit DESY nutzen. So haben im vergangenen Jahr wieder etwa 2000 externe Nutzer an DESYs Anlagen zur *Forschung mit Photonen* Experimente durchgeführt. Ungefähr 1000 Externe haben sich an der Forschung zur *Elementarteilchenphysik* bei DESY beteiligt und sich dazu oft mehrere Monate bei DESY aufgehalten.

Aufgrund seiner zum Teil einmaligen Forschungsmöglichkeiten gelang es DESY auch in 2006 wieder namhafte internationale Spitzenwissenschaftler zu gewinnen und damit einem „Brain Drain“ entgegen zu wirken.

Beschleuniger

Gegenwärtig sind bei DESY in Hamburg Beschleunigeranlagen mit einer Gesamtlänge von über 16 km in Betrieb.

HERA ist ein weltweit einmaliger Elektronen-Proton Collider für die *Elementarteilchenphysik*. Nach 15 erfolgreichen Jahren wird im Sommer 2007 der Betrieb von HERA beendet werden.

Die Ring-Synchrotronstrahlungsquelle DORIS III wurde für die *Forschung mit Photonen* auch in 2006 wieder mit sehr hoher Zuverlässigkeit betrieben.

FLASH (*Free Electron Laser in Hamburg*) ist seit dem vergangenen Jahr die neue Bezeichnung für den früheren VUV-FEL. Diese weltweit einmalige Anlage

erzeugt mit Hilfe eines Linearbeschleunigers in supraleitender TESLA Hochfrequenztechnologie extrem kurze und intensive kohärente Pulse im EUV-Bereich. Auch in 2006 wurden an dieser Anlage mehrere „Weltrekorde“ für Laserstrahlung bei kürzesten Wellenlängen (13.7 nm), kürzesten Pulsdauern (10 Femtosekunden) und höchsten Intensitäten (bis zu 10 GW Pulsen) erzielt. Gleichzeitig hat sich die Zuverlässigkeit und Flexibilität des Betriebes dieser völlig neuartigen Anlage stetig verbessert, so dass viele externe und interne Nutzer einzigartige Experimente erfolgreich durchführen konnten. Im Jahr 2007 wird der Beschleuniger von FLASH erweitert werden, um mit einer Strahlenergie von 1 GeV Laserstrahlung bei 6 nm erzeugen zu können.

DESY wird nach dem Ende der Datennahme bei HERA keine Beschleuniger für die *Elementarteilchenphysik* mehr betreiben. Für DESY, und hier vor allem für den Beschleunigerbereich, bedeutet dies eine signifikante Umorientierung. Künftig werden alle Großanlagen bei DESY der *Forschung mit Photonen* dienen. Zwei neue Projekte werden dabei helfen, die internationale Spitzenstellung von DESY in dieser Forschung zu sichern:

Ab Juli 2007 wird der zur Zeit von HERA genutzte Vorbeschleuniger PETRA II umgebaut werden. Mit PETRA III entsteht die weltbeste Ring-Synchrotronstrahlungsquelle. Die vorbereitenden Arbeiten laufen auf vollen Touren. Erste Experimente an PETRA III werden voraussichtlich Ende 2009 stattfinden. Im vergangenen Jahr konnten Prototypen für fast alle neuen Komponenten gebaut und getestet werden.

FLASH ist nicht nur eine neue international vielbeachtete Nutzeranlage, sondern gleichzeitig auch ein Prototyp für das europäische Röntgenlaserlabor XFEL, welches auf derselben Technologie wie FLASH beruhen wird. In 2006 konnten wesentliche Schritte in der Vorbereitung des XFEL abgeschlossen werden:

- Das europäische Project Team hat einen Technical Design Report für den Bau und Betrieb der Anlage fertig gestellt.
- Alle für die Gründung einer eigenständigen XFEL GmbH notwendigen rechtlichen Dokumente liegen vor.

- Im Juli 2006 hat DESY von der zuständigen Behörde die offizielle Genehmigung zum Bau und Betrieb des XFEL erhalten.

Damit sind alle Voraussetzungen für einen Baubeginn gegeben, allerdings sind die internationalen Verhandlungen zur Finanzierung der Anlage noch nicht abgeschlossen. Es wird erwartet, dass dies bis Juni 2007 grundsätzlich geschieht und zu diesem Zeitpunkt auch der Baubeginn entschieden wird.

Das nächste Großprojekt der Elementarteilchenphysik wird der International Linear Collider (ILC) sein. Diese Anlage wird auf der gleichen Beschleunigertechnologie wie FLASH und der XFEL beruhen, so dass DESY mit den Erfahrungen im Zusammenhang mit den beiden *Freie-Elektronen-Lasern* bei den Entwicklungsarbeiten zum ILC eine zentrale Rolle einnimmt. Im Februar 2007 ist im Rahmen des *Global Design Efforts* zum ILC ein *Reference Design Report* veröffentlicht worden.

Elementarteilchenphysik

HERA hat im Juni 2006 erfolgreich das Messprogramm mit Elektron-Proton Kollisionen beendet und auf Positron-Proton Betrieb umgeschaltet. Bis auf kleinere technische Probleme ist HERA sehr gut gelaufen und hat auch in 2006 wieder einen neuen Luminositätsrekord erzielt. Ab März 2007 wird HERA bis zum Ende des Betriebs am 30.06.07 bei reduzierter Protonenergie betrieben, um so nur bei HERA mögliche Messungen zu besonderen Aspekten der Protonstruktur durchzuführen.

DESY hat sehr erfolgreich seine Aktivitäten an den beiden LHC-Experimenten ATLAS und CMS am CERN aufgenommen. Trotz begrenzter personeller Ressourcen haben DESYaner aufgrund ihrer Erfahrungen beim Bau und Betrieb von Großexperimenten zentrale Verantwortungen für Detektorinstallationen, Computing und Vorbereitungen zu Datenanalysen übernommen. Bei DESY werden in Grid-Technologie zwei Tier-2 Rechenzentren für die Analyse der Daten von ATLAS und CMS aufgebaut. DESY wird damit auch nach dem Ende des HERA-Betriebs ein Knotenpunkt für die

Elementarteilchenphysik in Deutschland und Europa bleiben.

In 2006 hat die Strategieguppe des CERN-Council eine Roadmap zur zukünftigen Hochenergiephysik in Europa vorgestellt. DESYs zukünftige Aktivitäten – Analyse der HERA-Daten, Beteiligung am LHC, Vorbereitung des ILC – passen sehr gut mit dieser Strategie zusammen.

Astroteilchenphysik

Die Neutrinooteleskope IceCube und AMANDA (Südpol) sowie BAIKAL (im gleichnamigen See) haben auch in 2006 erfolgreich Daten aufgezeichnet.

Mit 13 für IceCube in der Saison 2006/2007 in das Eis neu eingebrachten *Strings* wurden die ursprünglichen Ziele sogar überboten, ein wichtiger Schritt auf dem Weg zur planmäßigen Vollendung des IceCube-Neutrinooteleskops im Januar 2011. Insgesamt sind nunmehr 22 Strings mit zusammen über 1 400 optischen Modulen, davon 380 bei DESY gebaut, kilometertief in das Eis eingebracht. Neben diesen optischen Modulen wurden erstmalig auch akustische Detektoren deponiert. Mit diesen bei DESY entwickelten Geräten wird geprüft werden, ob erfolgreich nach Wechselwirkungen sehr hochenergetischer Neutrinos „gelauscht“ werden kann und so möglicherweise in Zukunft über den km³ Bereich hinaus gehende Installationen möglich wären.

Forschung mit Photonen

Für die Zukunft der Forschung mit Photonen ist das europäische Röntgenlaserlabor XFEL von entscheidender Bedeutung. Neben den internationalen Aktivitäten zur Realisierung des XFEL werden bei DESY auch besondere Anstrengungen unternommen, um diese Anlage und auch FLASH optimal nutzen zu können. Dazu wird bei DESY gemeinsam mit der Universität Hamburg und der Max-Planck Gesellschaft ein *Center for Free-Electron Laser Studies* (CFEL) eingerichtet.

Die Experimente bei FLASH waren im vergangenen Jahr überaus erfolgreich. Wegweisend für zukünftige

Experimente auch am XFEL war die Demonstration des *ultrafast coherent diffractive Imaging*: aufgrund der extrem kurzen Lichtblitze des Freie-Elektronen-Lasers kann die Struktur einer Probe aus dem Beugungsbild eines einzigen Lichtblitzes rekonstruiert werden, auch wenn dieser Lichtblitz selbst die Probe zerstört. Das große Interesse der internationalen Wissenschaftler an FLASH findet auch in der deutlichen Überbuchung der verfügbaren Messzeit Ausdruck.

Als Vorbereitung auf die Datennahme an PETRA III ist DESYs diesbezügliche Eigenforschung ausgebaut worden. Unter anderem bei der ESRF in Grenoble hat DESY Experimente durchgeführt, die auch für die Entwicklung entsprechender Messplätze an PETRA III hilfreich sind.

Obwohl DORIS III als Synchrotronstrahlungsquelle der zweiten Generation mittlerweile in einigen Aspekten von moderneren Quellen übertroffen wird, bietet DORIS III für viele Experimentierfragen optimale Eigenschaften und einfachen Zugang. Dies wird in der nach wie vor großen Überbuchung der verfügbaren Messzeit deutlich. Die beiden Helmholtz-Forschungszentren GKSS (Geesthacht) und GFZ (Potsdam) haben in 2006 eine eigene Hochdruck-Messstation an DORIS III in Betrieb genommen.

Verschiedenes

Ein besonderer Höhepunkt für DESY war in 2006 der Besuch des Bundespräsidenten Horst Köhler, der mit seiner Frau sowie dem ersten Bürgermeister der Stadt Hamburg Ole von Beust und dem Präsidenten der Helmholtz-Gemeinschaft Jürgen Mlynek, FLASH besichtigte (Abbildung 1).

Am 30.06.2007 geht die Amtszeit von Dieter Trines, Mitglied des DESY-Direktoriums und Leiters des Beschleunigerbereichs, zu Ende. Als sein Nachfolger wurde Reinhard Brinkmann berufen. Reinhard Brinkmann ist gegenwärtig Leiter der DESY XFEL-Projektgruppe und innerhalb des europäischen Project Teams für die Arbeiten zum Beschleuniger des XFEL verantwortlich.

HERA

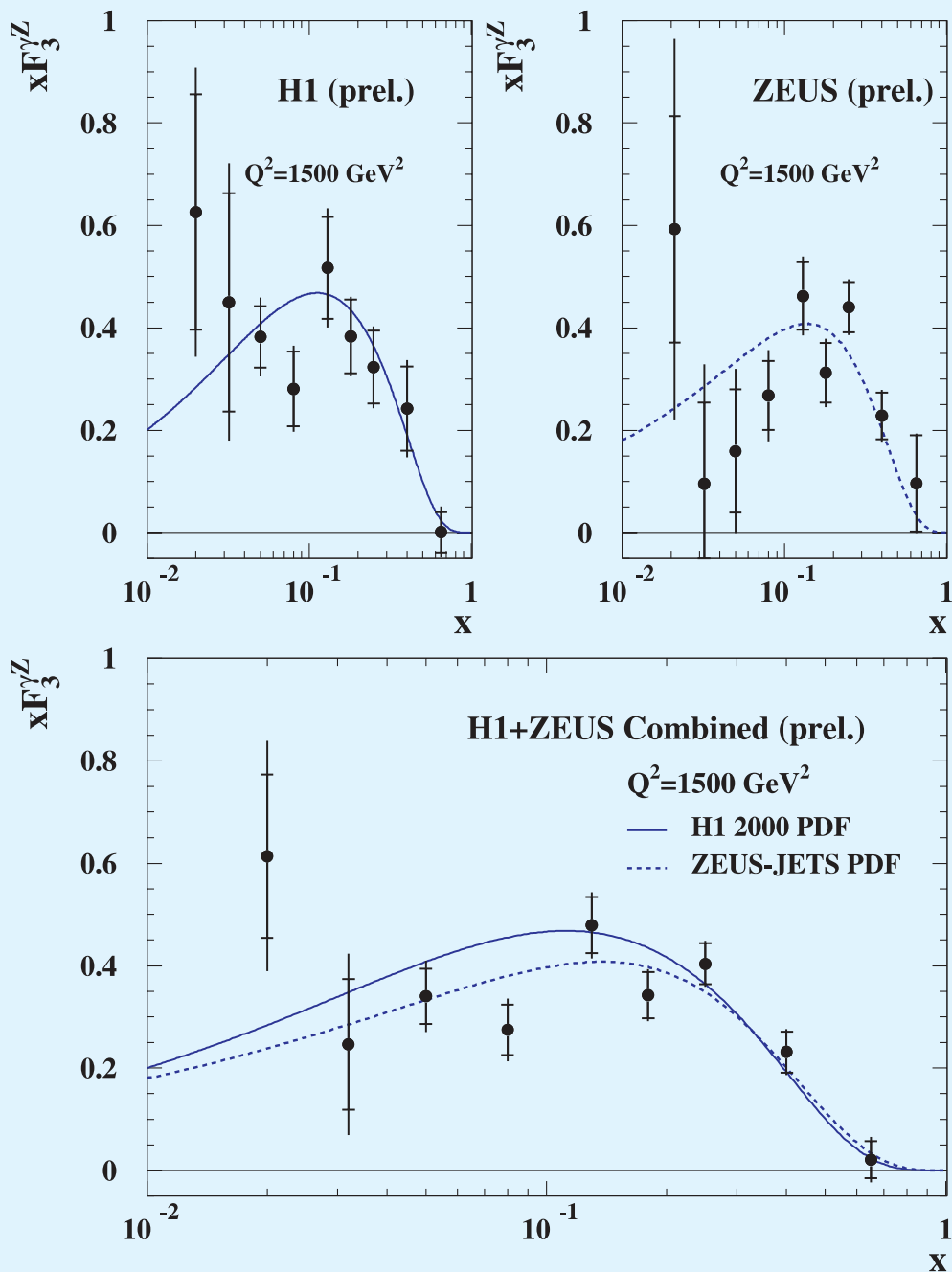


Abbildung 2: Bestimmung der Strukturfunktion $xF_3^{\gamma/Z}$ durch die H1 und ZEUS Kollaborationen. Die untere Abbildung zeigt die kombinierte Verteilung.

Forschung Teilchenphysik

Für HERA und die HERA-Experimente war 2006 das erfolgreichste Jahr überhaupt, sowohl bezüglich Datenmenge als auch bezüglich Datenqualität. Nachdem in der ersten Jahreshälfte Elektronen geliefert wurden, wurde der Betrieb im Juli auf Positronen umgestellt. Damit stehen den Experimenten etwa gleich große Datenmengen an Elektron-Proton und Positron-Proton Kollisionen zur Verfügung. Mit der großen Anzahl an aufgezeichneten Ereignissen bei HERA-II können auf vielen Gebieten Präzisionsanalysen durchgeführt werden. Wesentliche Beiträge zu diesen Analysen kommen durch die neuen bzw. modifizierten Detektorkomponenten bei allen Experimenten. Besonders zu erwähnen ist an dieser Stelle der neue Rückstoßdetektor von HERMES, der unter engen zeitlichen Rahmenbedingungen eingebaut wurde und neuartige Analysen erlauben wird. Die Physikanalysen in allen Experimenten werden sich noch über viele Jahre hinziehen und lassen eine reiche Ernte an neuen und wichtigen Ergebnissen erwarten. Bei vielen Analysen wird die Kombination der Daten von H1 und ZEUS entscheidend sein, wodurch sowohl statistische als auch systematische Fehler reduziert werden können. Ein Beispiel hierfür ist die Bestimmung der Strukturfunktion $xF_3^{\nu Z}$ (Abbildung 2). Die Resultate sind von großer Bedeutung insbesondere für das Verständnis der Protonstruktur sowie der starken Wechselwirkung. Die HERA Messungen auf dem Gebiet der elektroschwachen Wechselwirkung sind komplementär zu denen von LEP und stellen erstrangige und entscheidende Ergebnisse dar, die schnell ihren Eingang in die Lehrbücher finden werden. Viele Resultate von HERA sind aber auch für die Physik am LHC sehr wichtig, der nächstes Jahr seinen Betrieb aufnehmen wird. Im Rahmen des HERA-LHC Physik Workshops werden jährliche Treffen abwechselnd bei CERN und DESY veranstaltet in welchen die Bedeutung der HERA Resultate für

das gesamte Physikpotenzial am LHC herausgearbeitet wird.

In der Neutrinoastrophysik wurde ein weiterer Meilenstein auf dem Weg zur Vervollständigung des IceCube-Experiments erreicht. In der Saison 2006/07 konnten 13 Trossen mit je 60 optischen Auslesemodulen in das Eis gebracht und auch bereits ausgelesen werden. Damit stehen heute 22 Trossen zur Datennahme und -auswertung zur Verfügung. Der vollständige IceCube-Detektor wird ab dem Jahre 2011 aus 80 Trossen mit insgesamt 4800 optischen Auslesemodulen bestehen. Wesentliche Komponenten wurden und werden dazu von DESY in Zeuthen geliefert. Im Berichtsjahr wurde IceCube durch eine HGF-Nachwuchsgruppe auf dem Gebiet der Physikanalyse verstärkt. Durch die Zusammenarbeit mit dem Experiment MAGIC auf dem Gebiet der hochenergetischen Gamma-Strahlung eröffnet sich damit eine neue und zukunftsweisende Thematik am DESY im sogenannten *Multi-Messenger-Bereich*.

Die Forschungsfelder der DESY Theorie-Gruppen in Hamburg und Zeuthen überdecken die wesentlichen Themata der modernen Teilchenphysik. Eine kontinuierliche Kette spannt sich vom Standardmodell über seine möglichen Erweiterungen bis hin zu Stringtheorien und Kosmologie. Phänomenologische Vorbereitungen zur Lösung grundlegender Fragestellungen an LHC und ILC waren ein zentraler Aspekt auch in diesem Jahr. Von theoretisch-physikalisch fundamentaler Bedeutung ist die Entwicklung von Theorien an Vereinigungs- und Planck-Skala, die Erforschung der Gravitation und der Stringtheorien. Die Arbeiten auf dem Gebiet der Gittereichtheorie, einschließlich der Entwicklung von Parallelrechnern, profitieren von der engen Zusammenarbeit innerhalb des John von Neumann-Instituts.

Nachdem Ende 2005 plangemäß das *Baseline Configuration Document* des ILC durch den *Global Design Effort* (GDE) bereitgestellt werden konnte, in dem die grundlegende Konfiguration des Beschleunigers festgelegt wurde, waren die Aktivitäten 2006 weltweit auf die Ausarbeitung des *Referenz Design Reports* (RDR) gerichtet. Dieser konnte Ende des Jahres in seiner Rohfassung mit einer grundlegend überarbeiteten Auslegung des Beschleunigers vorgelegt werden, wozu DESY Mitarbeiter federführend Beiträge geleistet haben. Als wichtigstes neues Element enthält der RDR eine Gesamtkostenabschätzung, in die seitens DESY die Erfahrungen aus der Planung für TESLA und aus dem Planungsvorschlag für den XFEL eingebracht wurden. Weltweit ist DESY unter den großen Forschungslaboratorien in der vorteilhaften Lage, sowohl FLASH zu betreiben, als auch ein vielfach größeres Projekt, den XFEL, zur Bewilligungsreife zu führen und später die wesentliche Verantwortung für Bau und Betrieb des Linearbeschleunigers zu übernehmen. Praktische Erfahrung zur Fertigung und Optimierung der supra-leitenden Hohlraumresonatoren kann also direkt bei DESY gewonnen werden. Im Berichtszeitraum besonders hervorzuheben ist die Inbetriebnahme des Moduls 6. In diesem Modul sind Kavitäten nach spezieller Behandlung für Tests bei höchsten Gradienten zusammengestellt worden.

Die Arbeiten an der Entwicklung von Technologien für einen Detektor am ILC haben 2006 gute Fortschritte gemacht, u. a. auch im Rahmen des von der EU geförderten EUDET Projekts. DESY Mitarbeiter sind hier an exponierter Stelle aktiv. Ein wesentlicher Meilenstein in der Weiterentwicklung des hadronischen Kalorimeters konnte mit dem erfolgreichen Teststrahlexperiment am CERN im Sommer 2006 genommen werden. Dieser wichtige Schritt in technologischer Hinsicht brachte gleichzeitig die verschiedenen internationalen Gruppen aus den Bereichen des elektromagnetischen und hadronischen Kalorimeters sowie des Tail Catchers zusammen.

Besonders erfreulich ist die Tatsache, dass die F&E Arbeiten insbesondere durch Studenten und Nachwuchswissenschaftler durchgeführt werden, u. a. im Rahmen von neu eingerichteten Nachwuchsgruppen. Im Sommer diesen Jahres wurde ein Bericht über das konzeptionelle Design eines der ILC-Detektoren, das *Large Detector Concept*, fertig gestellt. Dieses sogenannte *Detector Outline Concept* enthält die detaillierte Beschreibung eines Detektors unter Einschluss eines Statusberichts über den Stand der technologischen Entwicklungen. Auch hier waren DESY Wissenschaftler federführend tätig.

Wie bereits erwähnt, sind die Messergebnisse bei HERA von großer Wichtigkeit für die Datenanalysen am LHC. Darüber hinaus hängt die Forschung am LHC eng mit der am ILC zusammen: die Kombination der Ergebnisse an beiden Collidern verspricht ein tieferes Verständnis der grundlegenden Fragen der Teilchenphysik. Eine Beteiligung am experimentellen Programm des LHC in den Experimenten ATLAS und CMS ist daher die natürliche Weiterführung und Ergänzung des bestehenden teilchenphysikalischen Programms am DESY. Dadurch wird die Forschung an vorderster Front der Teilchenphysik weitergeführt. Im Verlauf des Jahres wurde DESY als Partner in den beiden erwähnten Experimenten offiziell aufgenommen. Die DESY Gruppen engagieren sich neben der Beschäftigung mit physikalischen Fragestellungen auf den Gebieten Inbetriebnahme der Detektoren, Higher Level Trigger und Entwicklung von offline Software, in enger Absprache mit den deutschen Instituten. Innerhalb kürzester Zeit ist es gelungen, in beiden Experimenten Fuß zu fassen und sichtbare, in den Experimenten anerkannte, Beiträge zu leisten. Im Zusammenhang mit dem Aufbau der Tier-2 Zentren für die beiden Experimente wird die Schaffung eines Analysezentrum in Deutschland angestrebt, unter Einbindung aller an diesen Experimenten beteiligten deutschen Gruppen. Dies wird helfen, die Sichtbarkeit der deutschen Gruppen auch in der Physikanalyse zu erhöhen.



Abbildung 3: *Besuch von Bundespräsident Horst Köhler und seiner Frau Eva Luise bei FLASH, zusammen mit Hamburgs Erstem Bürgermeister Ole von Beust und dem Präsidenten der Helmholtz-Gemeinschaft Jürgen Mlynek.*

Forschung mit Photonen

HASYLAB

Das Jahr 2006 war geprägt durch den höchst erfolgreichen Nutzerbetrieb von DORIS III und dem Freie-Elektronen-Laser von DESY, der äußerst intensive, kohärente Strahlung im Wellenlängenbereich vom extremen Ultravioletten (EUV) bis zum Wasserfenster liefert. Die Vorbereitungsarbeiten für den neuen Speicherring PETRA III sind in vollem Gang und auch bei der Vorbereitung der europäischen XFEL-Anlage sind große Fortschritte zu verzeichnen. Weitere Details aller Aktivitäten sind im HASYLAB Jahresbericht 2006 näher beschrieben (siehe CD).

FLASH

Auf Anregung der Nutzer des Freie-Elektronen-Laser von DESY und angespornt durch die vielversprechenden ersten Ergebnisse wurde vorgeschlagen, einen prägnanteren Namen für die Anlage zu finden. Dieser sollte attraktiver und in verschiedenen Sprachen leichter auszusprechen sein als der bisherige. Am 6. April 2006 beschloss das DESY-Direktorium deshalb, den VUV-FEL in FLASH umzubenennen (für *Free Electron Laser in Hamburg*).

FLASH wird derzeit bei einer Wellenlänge von 13.7 nm betrieben. Dabei stellen seine Spitzenleistung und mittlere Leistung Rekordwerte für eine kohärente EUV-Strahlungsquelle dar. Im Sättigungsbereich betrug die Spitzenenergie einzelner Pulse 170 μJ , die mittlere Energie pro Puls 70 μJ . Die Pulsdauer lag im Bereich von 10 Femtosekunden, und es konnten Spitzenleistungen von 1 bis 10 GW erzielt werden. Bei einer Pulsrepetitionsrate von 150 Pulsen pro Sekunde erreichte die mittlere EUV-Leistung 10 mW. Der erzeugte Strahl

enthält außerdem einen signifikanten Anteil an ungeraden Harmonischen von etwa 0.6% für die 3. (4.6 nm) beziehungsweise 0.03% für die 5. (2.75 nm) Harmonische. Mit 2.75 nm reicht die 5. Harmonische der FLASH-Strahlung weit in das Wasserfenster, in dem Wasser für Strahlung von 2.3 nm bis 4.4 nm transparent ist, hinein. Während einer Betriebsunterbrechung von April bis Juni 2007 werden weitere Kryomodule in FLASH installiert, um den Linac auf seine Nominalenergie von 1 GeV zu bringen. Erstes Lasen bei 6 nm in der Grundwellenlänge wird voraussichtlich im Herbst 2007 erfolgen.

Ein besonderes Highlight im Jahr 2006 war der Besuch von Bundespräsident Horst Köhler bei DESY und FLASH (Abbildung 3). Er beglückwünschte das DESY-Team und seine internationalen Partner zum Erfolg von FLASH und zu den herausragenden technischen und wissenschaftlichen Leistungen. Zudem betonte er seine starke Unterstützung des Europäischen XFEL-Projekts.

Der Fortschritt in der Beschleunigerentwicklung bei FLASH und dessen Auswirkungen auf zukünftige Entwicklungen, sowohl für Freie-Elektronen-Laser als auch für Linearcollider in der Teilchenphysik, findet weltweit große Beachtung. Entsprechend wurden im Jahr 2006 drei DESY-Kollegen mit wissenschaftlichen Auszeichnungen geehrt:

- Dr. Lutz Lilje (DESY)
EPS Accelerator Prize for Individuals in the Early Part of their Career (EPAC 2006)
- Dr. Axel Winter
(Universität Hamburg und DESY)
EPS Accelerator Prize for Students (EPAC 2006)
- Prof. Jörg Rossbach und Evgeni Saldin (DESY)
FEL Prize for Outstanding Contributions to FEL Physics (FEL2006-Konferenz) (Abbildung 4)



Abbildung 4: Jörg Rossbach und Evgeni Saldin (DESY) erhielten den FEL-Preis 2006.

Im Jahr 2006 war FLASH planmäßig 7896 Stunden in Betrieb, wovon 3696 Stunden auf den Nutzerbetrieb, 2352 Stunden auf FEL-Studien und 1848 Stunden auf Beschleunigerstudien entfielen. Insgesamt standen also 47% der geplanten Betriebszeit für Nutzerexperimente zur Verfügung. Der Rest des Jahres wurde genutzt, um wesentliche Verbesserungen an der Anlage durchzuführen.

Im März 2006 erhielt das Labor Berichte von Nutzern über die bisher an FLASH durchgeführten Experimente sowie Absichtserklärungen (*Letters of Intent*) für neue Experimente. Die Messergebnisse wurden von den Projektleitern auf einem 2-tägigen Workshop am 27. und 28. April vorgestellt und zusammen mit den Absichtserklärungen für neue Experimente diskutiert. Auf der Grundlage einer vom internationalen Gutachtergremium FEL *Project Review Panel* aufgestellten Prioritätenliste wurde die Strahlzeit bis zu der dreimonatigen Betriebsunterbrechung, die Ende März 2007 beginnt, unter den derzeit aktiven Projekten verteilt.

Auf die zweite Ausschreibung im Oktober für neue Experimente an FLASH wurden 45 Projektvorschläge von Wissenschaftlern aus 9 Ländern eingesandt: Dänemark (1), Deutschland (33), Estland (1), Frankreich (1), Großbritannien (2), Niederlande (1), Polen (1), Schweden (2), USA (3). Die Projekte umfassen die Forschungsbereiche Atome, Ionen, Moleküle und Cluster; Plasmazustände (*warm dense matter; strong field processes*) und bildgebende Verfahren; Spektroskopie von

Festkörpern und deren Oberflächen; Oberflächenreaktionen; Spindynamik und Diagnostik. Das FEL *Project Review Panel* diskutierte die Vorschläge am 4. und 5. Dezember, woraufhin die Strahlzeit für zwei achtmonatige Betriebsperioden von FLASH, die im Sommer 2007 beginnen, an die Nutzer verteilt wurde. Im Mittel konnten 32% der insgesamt beantragten Strahlzeit vergeben werden, wobei eine erhebliche Anzahl von Projektvorschlägen überhaupt nicht berücksichtigt werden konnte.

Die Experimente an FLASH waren sehr erfolgreich, und spannende Ergebnisse werden derzeit zur Veröffentlichung vorbereitet oder wurden bereits eingereicht; einige Arbeiten sind schon veröffentlicht und im HASY-LAB Jahresbericht 2006 beschrieben (siehe CD). Die ersten Ergebnisse einer großen internationalen Kollaboration unter der Leitung von Prof. Henry Chapman (Lawrence Livermore National Laboratory) und Prof. Janos Hajdu (Universität Uppsala und Universität Stanford) zur Erzeugung von Beugungsaufnahmen mit Hilfe ultrakurzer kohärenter Pulse haben weltweit große Beachtung gefunden. Das hohe Potenzial dieses Verfahrens zur Abbildung einzelner Teilchen ist intensiv im Hinblick auf die wissenschaftlichen Perspektiven der europäischen XFEL-Anlage und der *Linac Coherent Light Source* LCLS in Stanford diskutiert worden. Die Kollaboration konnte erstmals zeigen, dass mit 10 Femtosekunden langen Blitzen intensiver, kohärenter Röntgenstrahlung ein vollständig interpretierbares Beugungsbild erzeugt werden kann, bevor die Probe verdampft wird. Das Muster *zwei Cowboys unter einer Sonne* wurde mit einem Ionenstrahl in eine sehr dünne Membran geätzt und anschließend mit einem kohärenten Strahl mit einer Wellenlänge von 32 nm bestrahlt. Aus dem gemessenen Beugungsbild konnte das Muster eindeutig rekonstruiert werden (Abbildung 5).

Im Rahmen einer großen Kollaboration von Instituten aus den USA und Europa hat sich DESY maßgeblich am Betrieb und an der Nutzung der *Sub-Picosecond Pulse Source* (SPPS) bei SLAC (Stanford) beteiligt. Die knapp drei Jahre Betriebszeit von SPPS haben zu zahlreichen Veröffentlichungen auf sehr hohem Niveau geführt, boten zugleich ausgezeichnete Testmöglichkeiten für FEL-Anlagen. Insbesondere die letzten Monate

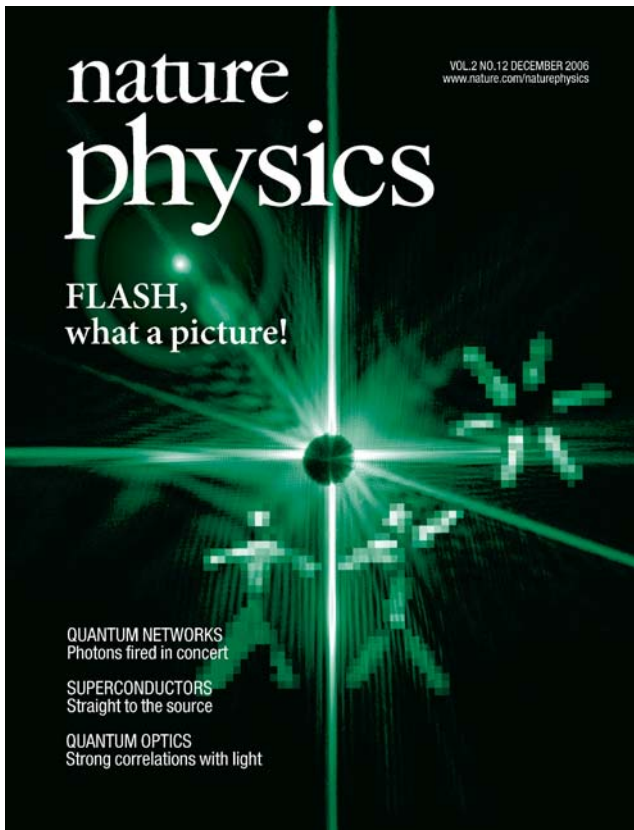


Abbildung 5: Die exzellenten Messungen von H.N. Chapman et al. an FLASH wurden sogar auf der Titelseite von Nature Physics (Nature Physics 2, No. 12 December 2006) abgebildet. Zu sehen ist das vollständig rekonstruierte Bild der beiden Cowboys in der Sonne, sowie das Beugungsbild, das durch den nachfolgenden Puls entstanden ist. Dieses Beugungsbild zeigt, dass die Probe hier bereits verdampft ist.

des SPPS-Betriebs Anfang 2006 wurden mit großem Erfolg für eine Vielzahl von Studien zu neuartigen Forschungsmöglichkeiten sowie für Machbarkeitsstudien verschiedener Experimentiertechniken genutzt. Darüber hinaus konnten Wissenschaftler von DESY, der Physikalisch-Technischen Bundesanstalt PTB (Berlin) und dem Joffe Physikalisch-Technischen Institut (St. Petersburg) erfolgreich einen Gasmonitordetektor testen. Erste Erfahrungen konnten dazu bei FLASH gesammelt werden und der transparente Einzelpuls-Intensitätsmonitor wurde speziell für den harten Röntgenbereich weiterentwickelt.

XFEL

Wie von A. Wagner im Vorwort erwähnt und im HASYLAB Jahresbericht 2006 (siehe CD) ausführlich dargestellt, konnten bei der Realisierung des europäischen XFEL in 2006 sehr wichtige Meilensteine erreicht werden. In diesem Zusammenhang ist es wichtig hervorzuheben, dass das Europäische Projektteam europaweite Aktivitäten zur Entwicklung von Flächendetektoren angestoßen hat, welche die extrem hohen Anforderungen der am XFEL geplanten Experimente erfüllen. Dabei besteht die Hoffnung, dass dieses anspruchsvolle Programm Teil umfassenderer Bemühungen wird, die auch die Experimente mit Synchrotronstrahlung an Speicherringen mit einbeziehen.

CFEL

Besondere Anstrengungen wurden zusammen mit der Max-Planck-Gesellschaft (MPG) und der Universität Hamburg unternommen, um ein Zentrum für Freielektronen-Laser Studien *Center for Free-Electron Laser Studies* (CFEL) zu gründen. CFEL soll als Verbindungsglied für die deutschen Nutzergemeinschaften an FLASH sowie für die Vorbereitungen der wissenschaftlichen Aktivitäten an der europäischen XFEL-Anlage dienen. Die Vertragsverhandlungen zwischen den drei Einrichtungen sind sehr weit fortgeschritten, und die administrativen Vorbereitungen für das neue CFEL-Gebäude auf dem DESY Gelände, das von der Stadt Hamburg finanziert wird, haben begonnen. Es wurde ein *Advanced Study Institute* gegründet, das die an den Max-Planck-Instituten an verschiedenen Standorten in Deutschland durchgeführten FEL-Aktivitäten bündelt, und Prof. Joachim Ullrich vom Max-Planck-Institut für Kernphysik in Heidelberg wurde zum Sprecher des Konsortiums gewählt. Die Suche nach den leitenden Wissenschaftlern (W3-Stelle) für CFEL ist in vollem Gang. Auf Grundlage der Bewerbungen auf die Stellenausschreibungen sowie von Vorschlägen der CFEL-Gründungskommission wurden 21 Sprecher zu einem Symposium bei DESY am 23.–24. Oktober eingeladen. Weiterführende Gespräche wurden mit ausgewählten Kandidaten

am 25. Oktober geführt. Die Diskussionen der Kommissionen der Universität Hamburg, der Max-Planck-Gesellschaft und von DESY führten zu der Entscheidung, sich zunächst auf die Besetzung von zwei Stellen zu konzentrieren und das Verfahren anschließend fortzusetzen.

PETRA III

Große Fortschritte konnten 2006 bei der Realisierung des PETRA III-Projekts gemacht werden. Die Pläne und Vorbereitungen für den Umbau des Speicherrings sind weit fortgeschritten. Die Serienfertigung der neuen Komponenten für 7/8 des PETRA-Speicherrings ist im Gang. Für die meisten Komponenten existieren Prototypen, die teilweise schon in dem bestehenden Speicherring PETRA II getestet werden. Für eine Vielzahl von großen Komponenten, wie neue Magnete und Träger, hat die Serienfertigung begonnen, laufen Ausschreibungen oder wurden Aufträge erteilt.

Zwei wesentliche Meilensteine für die neue Experimentierhalle wurden in diesem Jahr erreicht: (i) Im Juli erhielt DESY die Baugenehmigung von der zuständigen Baubehörde; (ii) das komplette Design wurde fertig gestellt und der Bau ausgeschrieben. Die Ausschreibungsfrist endete Mitte Dezember 2006 und die Vergabe soll im Frühjahr 2007 erfolgen. Für die meisten Komponenten der allgemeinen Strahlführungen gibt es Prototypen, die demnächst getestet werden. Mit Ausnahme der langen geraden Sektoren wurde das wissenschaftliche Programm aller anderen Sektoren in enger Zusammenarbeit mit dem *Photon Science Committee* (PSC) und der Nutzergemeinschaft festgelegt. Entsprechend der Empfehlung des Begutachtungsgremiums der Helmholtz-Gemeinschaft (HGF) – nach der strategischen Evaluierung der Aktivitäten von DESY im Bereich Forschung mit Photonen im Jahr 2004 – wurde die eigene Forschung mit Photonen verstärkt. Neben theoretischen Arbeiten wurde eine große Anzahl von Experimenten auch an externen Quellen wie der SPPS in Stanford und an der ESRF in Grenoble durchgeführt (siehe CD), letztere besonders auch im Hinblick auf die am Speicherring PETRA III geplanten Arbeiten.

DORIS III

DORIS III lief im Jahr 2006 äußerst zuverlässig, der Betrieb wurde nur durch wenige geringfügige technische Probleme unterbrochen. Der Nutzerbetrieb startete am 30. Januar und endete am 18. Dezember – DORIS stellte damit eine Rekordstrahlzeit von 5990 Stunden für geplante Nutzerexperimente zur Verfügung. Außer an 13 Tagen mit 2-Bunch-Betrieb für zeitaufgelöste Experimente wurde die Maschine mit 5 Bunchen bei einem Anfangsstrahlstrom von 140 mA und Lebensdauern zwischen 15 und 25 Stunden betrieben. Somit wurde ein mittlerer Strom von 113 mA erreicht, die durchschnittliche Verfügbarkeit lag bei 95.7%. Aufgrund eines kleinen Lecks im Vakuumsystem der Transferlinie stieg der Druck seit Ende November in der Nähe des Injektionspunkts leicht an, wodurch sich die Lebensdauer des Strahls entsprechend verringert hat.

Im Oktober wurde der zu Reparaturzwecken ausgebaute Teil der BW3-Magnetstruktur neu installiert, die Strahlführung ist damit wieder voll funktionstüchtig. Nach einer kurzen Inbetriebnahmephase der neuen XAFS-Anlage wurde diese an der Strahlführung C am Ablenkmagneten in der zweiten Jahreshälfte für Nutzerexperimente zur Verfügung gestellt, um der hohen Nachfrage nach in-situ Röntgenabsorptionsexperimenten bei DORIS nachzukommen (Abbildung 6). Der Ausbau der ASAXS-Strahlführung B1, die in Zusammenarbeit mit dem Forschungszentrum Jülich betrieben wird, wurde im Sommer fertig gestellt, und der Nutzerbetrieb im September wieder aufgenommen. An der hochenergetischen Strahlführung für Materialwissenschaften HARWI II, die von den Helmholtz-Forschungszentren GKSS Geesthacht und GFZ Potsdam in Zusammenarbeit mit DESY betrieben wird, wurden neben fortlaufenden Arbeiten zur Inbetriebnahme und zum Ausbau der röntgenoptischen Komponenten und der Instrumentierung an den Endstationen auch einige Nutzerexperimente durchgeführt. Die wissenschaftlichen Aktivitäten konzentrierten sich bisher auf Röntgenmikrotomographie mittels des neuen vertikalen Monochromators sowie auch auf Experimente unter extremen Bedingungen wobei der weiße Strahl, durch eine Lochblende geleitet wurde. Die Hochdruckappara-

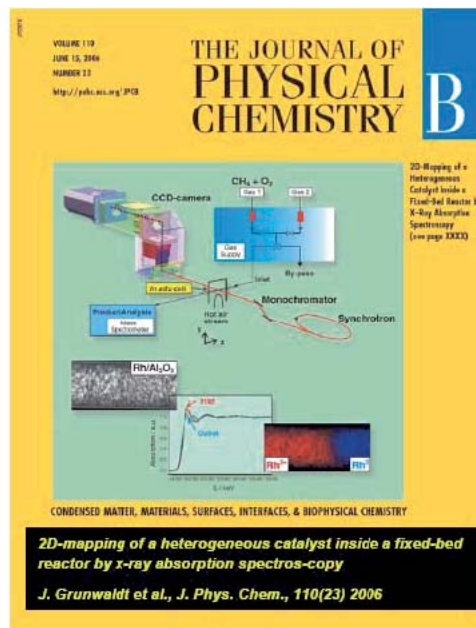
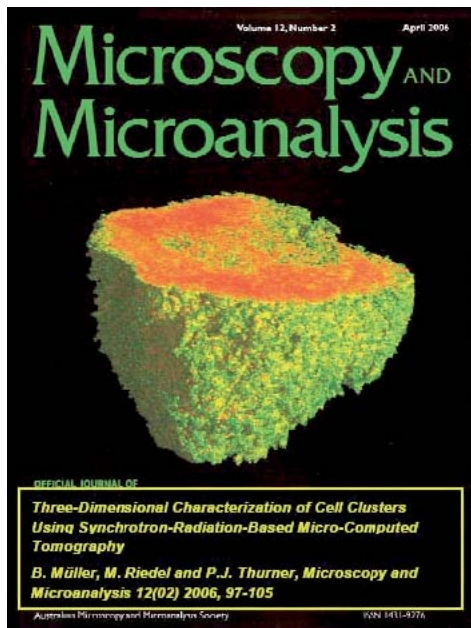


Abbildung 6: Zwei Beispiele für die vielen exzellenten, auf Messungen an DORIS III basierenden wissenschaftlichen Artikel, die es auf die Titelseite der entsprechenden Zeitschriften geschafft haben. Der Artikel von Müller et al. ist zudem ein Beispiel für eine Arbeit, bei der Messdaten von DORIS mit zusätzlichen Ergebnissen von Quellen der dritten Generation kombiniert wurden.

tur MAX200x des GFZ erreichte mit einem Druck von 23 GPa nahezu ihren Designwert (siehe CD).

Wir freuen uns über die zahlreichen wissenschaftlichen Auszeichnungen, die 2006 an Nutzer der Anlagen für Forschung mit Photonen sowie der allgemeinen Infrastruktur bei DESY vergeben wurden:

- PD Dr. Jan-Dirk Grunwaldt (ETH Zürich)
Dale Sayers Young Scientist Award for Applications of XAFS sowie der *Jochen-Block-Preis 2006 der Fachsektion Katalyse der DECHEMA* für seine Forschungsarbeiten im Bereich der Entwicklung und Charakterisierung von heterogenen Katalysatoren (siehe Abbildung 6).
- Prof. Dr. Iztok Arèon (Universität Nova Gorica, Slowenien)
Slowenischer Zois-Preis für herausragende wissenschaftliche Leistungen auf dem Gebiet der Röntgenabsorptionsspektroskopie.

- Dr. Eva-Maria Mandelkow (MPG-ASMB Hamburg)
Alzheimer-Forschungspreis der Breuer-Stiftung für herausragende wissenschaftliche Leistungen auf dem Gebiet der Alzheimer-Forschung.
- Dr. Simone Techert (MPI Göttingen)
Röntgenpreis der Universität Gießen für ihre wissenschaftlichen Leistungen auf dem Gebiet der Ultrakurzzeitdynamik organischer Festkörper mittels zeitaufgelöster Röntgenstrukturanalyse.
- Prof. Dr. Ada Yonath (Weizmann Institut in Rehovot) zusammen mit Prof. Dr. Harry Noller (Universität von Kalifornien in Santa Cruz)
Paul Ehrlich- und Ludwig Darmstaedter-Preis 2007 für ihre Forschungsarbeiten, die zu wesentlichen Erkenntnissen der Struktur und Funktion von Ribosomen geführt haben.

Seit Januar 2006 wurde die neue Kommunikationsplattform DOOR – *DESY Online Office for Research with*

Photons (door.desy.de) in sukzessiven Schritten mit jeweils erhöhter Funktionalität erfolgreich eingeführt. Ziel war es, den Nutzerzugang zu den DESY-Anlagen DORIS III und FLASH zu erleichtern und den internen Verwaltungsaufwand zu verringern. DOOR ist nun die wichtigste Online-Nutzerschnittstelle für alle Dienste im Zusammenhang mit der Forschung mit Photonen bei DESY. Derzeit umfasst sie die Bereiche Einreichung von Projektvorschlägen und Messzeitanträgen, Registrierung der Nutzer für Strahlzeiten, Abgabe der Sicherheitserklärung, Antrag zur Nutzung des Chemielabors, Anträge zur Erstattung der Reisekosten und ein Nutzer-Feedback-Formular. Die entsprechenden administrativen Verfahren erleichtern die Begutachtung der Projektvorschläge, die Messzeitverteilung und -planung, Erstellung von E-mail Verteilerlisten usw. DOOR bietet außerdem einfachen Zugang zu anderen externen Programmen wie der neuen DESY-Literaturdatenbank pubdb, in die Nutzer der DESY-Anlagen ihre Veröffentlichungen eintragen.

EMBL

Um eine zeitgerechte Konstruktion der von uns geplanten Strahlrohre mit Anwendungen im Bereich der Strukturbiologie am Speicherring PETRA III zu sichern, wurde ein EMBL Projektmanagement-Team rekrutiert. Dr. Thomas Schneider wurde es als neuer Gruppenleiter bei EMBL-Hamburg rekrutiert und mit der Koordination des Projektes beauftragt. Dr. Stefan Fiedler leitet die mit dem Projekt assoziierten Instrumentierungsgruppe seit September 2006. Die Projektleiter für die geplanten Strahlrohre sind Dr. Michele Cianci, Dr. Gleb Bourenkow und Dr. Manfred Roessle. Für die laufende Forschung im laufenden Jahr waren eine Reihe von Projekten mit Beteiligung mehrerer EMBL-Gruppen von besonderer Bedeutung, insbesondere BIOXHIT (Koordinator: Dr. Victor Lamzin), SAXIER (Koordinator: Dr. Dmitri Svergun) und X-MTB (Koordinator: Dr. Matthias Wilmanns). Im folgenden sind einige beispielhafte Ergebnisse von Projekten einzelner EMBL-Arbeitsgruppen zusammengefasst (siehe CD).

Von der Gruppe von Dr. Christoph Hermes wurden instrumentelle Entwicklungen an Einrichtungen von EMBL-Hamburg voran getrieben. Die Strahlführungen X11 und X13 wurden mit Hard- und Software ausgestattet, die es ermöglichen, die jeweilige Messstation optimal auf den Synchrotronstrahl auszurichten. Dazu wurden vier hoch genaue Wegsensoren an den Justiereinheiten des optischen Tisches angebracht. Sowohl diese Sensoren, als auch die entsprechenden Intensitätsmonitore können mittels einer besonders schnellen PCI-Datenerfassungskarte ausgelesen werden, so dass ein kontinuierlicher Scan-Modus möglich ist. Die dadurch erreichte Zeitersparnis erlaubt es, das gesamte Strahlprofil der Synchrotronstrahlung zu Optimierungszwecken zu vermessen und den gesamten Messaufbau anschließend exakt ins Intensitätsmaximum zu positionieren. Die Programmierung dieses Optimierungsprozesses erfolgte in LabView und stellt eine der wählbaren Optionen dar, die Teil eines völlig neu gestalteten Kontrollprogramms mit entsprechender Benutzeroberfläche ist. Die Kontrolle der Kristallkühlung, der Kollimator Blenden, sowie die Möglichkeit zur manuellen Optimierung des optischen Tisches sind Beispiele weiterer Optionen. Außerdem wurden fernbedienbare Cryo-Pads entwickelt, die es erlauben den kalten Stickstoff-Gasstrom der Kristallkühlung für eine definierte Zeitspanne zu unterbrechen, wodurch die Diffraktionseigenschaften von Proteinkristallen erheblich verbessert werden können.

Die Arbeiten am automatischen Probenwechsler an der Wiggler Strahlführung BW7B konzentrierten sich darauf, das System kompatibel zum in Europa akzeptierten SPINE Standard zu machen, die Zuverlässigkeit zu erhöhen und eine gut bedienbare Benutzeroberfläche zu schaffen. Dazu waren umfangreiche Arbeiten am Proben-Dewar und den Roboter-Greifzangen erforderlich. Um potentielle Beschädigungen zu minimieren, wurde ein Kollisionssensor integriert. Die Steuerungssoftware des Probenwechslers wurde verbessert und in das Kontrollprogramm für die Strahlführung BW7B integriert. Dazu wurden verschiedene Rechner zu einem separaten Netzwerk verbunden. In Zusammenarbeit mit der Gruppe MST von DESY wurden TINE Device Server für verschiedene Hardware Komponenten der

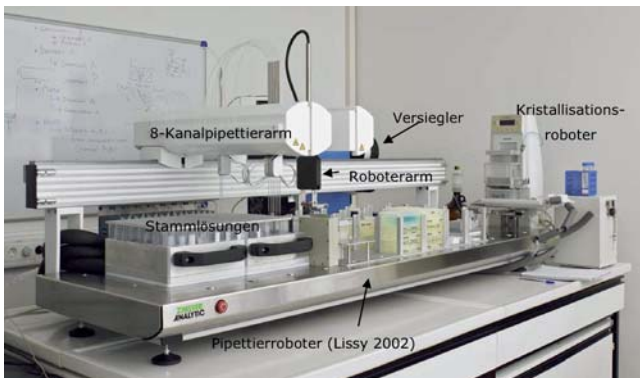


Abbildung 7: Übersicht der integrierten Pipettiereinheit mit Pipettierroboter (Lissy 2002), Kristallisationsroboter (Hydra II-plusOne) und Plattenversiegler.

Strahlführung erstellt, die es ermöglichen, von einem beliebigen Rechner ein Experiment durchzuführen und zu überwachen, sowie diverse DORIS Maschinenparameter in Echtzeit abzufragen. Die Multicasting Eigenschaften von TINE erlauben es dabei auch, Videobilder sehr guter Qualität mit hoher Bandbreite zu übertragen.

Das Team von Dr. Jochen Müller-Dieckmann hat eine automatisierte Hochdurchsatzkristallisationsanlage errichtet, die alle Schritte eines Proteinkristallisationsexperiments wie der Herstellung von Kristallisationsmischungen ausgehend von Stammlösungen, dem Ansetzen der Experimente mit Nanotropfen, der Kameraarchivierung der Experimente und des Datenzugangs per Internet beinhaltet. Diese Einrichtung ist die größte ihrer Art in Europa, die ohne Einschränkung der Allgemeinheit zur Verfügung steht.

Die Anlage besteht aus zwei integrierten Modulen: einer Pipettier-Robotereinheit (Abbildung 7) und einem Plattenspeichersystem mit Kamera. Die Pipettiereinheit besteht aus einem 8-Kanal Pipettierroboter (Lissy 2002 von Zinsser Analytic) zur Zubereitung der Kristallisationsmischungen, einem Kristallisationsroboter (Hydra II-plusOne von Matrix Technologies) und einem Plattenversiegler (RoboSeal von HJ Bioanalytic). Die Produktionskapazität des Kristallisationsroboter von 100 Kristallisationsplatten mit 96 Kavitäten pro 8 Stunden ist mit der Produktionskapazität des Pipettierroboters zur Herstellung initialer und individueller Kristallisationslösungen synchronisiert. Das Plattenspeichersystem

mit Kamera hat eine Lagerkapazität von 10 000 Kristallisationsplatten mit 96 Kavitäten. Die Platten werden während ihrer Aufbewahrungszeit von sechs Monaten 15 Mal inspiziert. Alle Bilder mit Kristallisationsexperimenten sind auf unserem 3.5 TB Speichersystem abgelegt.

Dieses System ist mit dem Internetzugang für externe Benutzer verbunden. Die Hamburger Anlage hat das Ziel, Benutzern eine größtmögliche Wahl an Spielraum bei der Gestaltung ihrer Experimente zu geben und dies bei gleichzeitig weitestgehender Automatisierung. Im Augenblick können Benutzer zwischen den folgenden Parametern wählen: Durchführung des Experiments als sitzende Tropfen mit Dampfdiffusion oder als Diffusion über die Grenzfläche (Topaz [®] von Fluidigm); Initiale Ansätze ($\sim 1\,000$ verschiedene Lösungen) oder individuell gestaltete Lösungen; Tropfenvolumina von 200 bis 1 500 nL (in 100 nL Schritten); Typ der Kristallisationsplatte. Benutzer legen diese Parameter während der elektronischen Registrierung ihrer Experimente auf unserer Internetseite fest (<http://www.embl-hamburg.de/htpx/2007>).

Die Gruppe von Dr. Victor Lamzin befasste sich mit der Strukturanalyse bei atomarer Auflösung und Beweglichkeit von Makromolekülen. Es wurde eine Methode entwickelt, die es erlaubt, die Hauptbewegungsrichtungen von Atomen in Makromolekülen aus der Kristallstruktur eines Proteins zu errechnen. Die Methode beruht darauf, dass sich jedes Atom um seine Grundposition (seine Koordinaten) bewegt. In der Kristallstrukturanalyse berücksichtigt man diese Vibration als Unschärfeparameter, der, je nach Qualität der Streudaten, isotrop oder anisotrop beschrieben werden kann. Bei atomarer Auflösung kann man das genauere, anisotrope Modell nutzen und daraus die Hauptbewegungsrichtung eines Atoms, oder eines ganzen Aminosäurerestes ableiten. Als Modell wurde Hydroxynitril-Lyase (HNL) benutzt, ein Enzym, das in der Industrie für die Herstellung von Cyanhydrinen verwendet wird. Es wurde gezeigt, dass sich verschiedene Substanzen, die an das Protein binden, verschieden auf das Bewegungsmuster im Enzym auswirken. Hierfür wurden Bereiche im Molekül analysiert, die sich gleichartig bewegen und dadurch funktionelle Einheiten in der Struktur bilden.

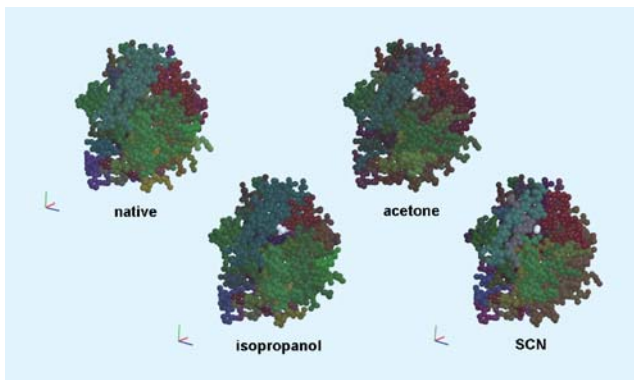


Abbildung 8: Die HNL Strukturen, in denen die Regionen nach Bewegungsrichtung eingefärbt sind. Die Bewegungsmuster sind abhängig von der Art des Liganden. Substratähnliche Liganden verursachen das Aufbrechen in mehr und kleinere Fragmente und zeigen dadurch die höhere Beweglichkeit in diesen Strukturen, sowie die klare Unterscheidung der Cap-Domäne von der übrigen Struktur.

Die Bewegungsrichtungen wurden als Vektoren dargestellt, deren Komponenten X, Y, Z in RGB-Farben übersetzt wurden (Abbildung 8). Die vier Proteinstrukturen enthielten Isopropanol (Zwischenprodukt), Azeton (Substrat), Thiocyanat (Inhibitor) oder keinen Liganden (native) und wurden zu atomarer Auflösung bestimmt. Die Kristallstrukturen konnten die relative Position der beiden Substrate Aceton und Cyanid zeigen. Die Analyse der Bewegungsrichtungen zeigte außerdem, dass sich im Molekül ein flexibler Bereich findet, der als *Cap-Domäne* bezeichnet wird und sich relativ zum übrigen Molekül (*Hydrolase-Domäne*) anders bewegt. Auch das Fragmentierungsmuster (im Bild die Zahl der Farben) war von Ligand zu Ligand verschieden. Die Änderungen im Bewegungsmuster konnten gut mit den feineren strukturellen Änderungen im aktiven Zentrum korreliert werden. Solche Erkenntnisse sind von Bedeutung für die Verbesserung der Eigenschaften des Enzyms für industrielle Anwendungen. Die Gruppe von Dr. Paul Tucker und das Team von Dr. Manfred S. Weiss befasste sich gemeinsam mit der Bestimmung von anomalen Substrukturen in biologischen Makromolekülen. Trotz der damit assoziierten experimentellen Schwierigkeiten fand der Einsatz längerwelliger Röntgenstrahlung (Well-

lenlängenbereich 1.5–3.0 Å) in den letzten Jahren mehr und mehr Beachtung auf dem Gebiet der makromolekularen Kristallographie. Das liegt unter anderem daran, dass in praktisch jedem Protein schwefelhaltige Aminosäuren vorkommen, und in jeder Nukleinsäure Phosphorgruppen. Gelänge es nun, die von Schwefel bzw. Phosphor hervorgerufenen anomalen Differenzen sehr genau zu messen, ließen sich diese zur Phasenbestimmung einsetzen. Somit hätte man dann eine Methode zur makromolekularen Strukturbestimmung gefunden, die ohne Schweratomderivate bzw. Modifizierung des zu untersuchenden Makromoleküls auskommen würde. Zwar nehmen die erzielbaren anomalen Differenzen bei längeren Wellenlängen zu, sie sind aber im experimentell einfach machbaren Bereich immer noch sehr klein (im Bereich von einem Prozent), so dass zur praktischen Nutzung eine sehr genaue Messung notwendig ist. Es konnte gezeigt werden, dass die zur Messung optimale Wellenlänge, bei der das anomale Signal-zu-Rauschen-Verhältnis maximal ist, etwa bei 2.0 Å liegt. Diese Wellenlänge ist auf der EMBL MAD-Beamline X12 experimentell gut zugänglich.

Eine weitere Anwendung einer Messung bei längeren Wellenlängen, ist die Bestimmung der anomalen Substruktur in biologischen Makromolekülen. Sind Phasen bereits bekannt, lassen sich in einer Elektronendichtekarte mit den Koeffizienten und den Phasen ($|F^+ - F^-|$, α_{calc}) sämtliche Leichtatome von Phosphor aufwärts sehr leicht erkennen. Dies wurde an 23 Proteinkristallen exemplarisch durchgeführt. Von allen 23 Kristallen wurde jeweils ein hochredundanter Datensatz bei einer Wellenlänge von 2.0 Å an der Beamline X12 gemessen, die zugehörige Struktur bestimmt und die entsprechende Elektronendichte berechnet. Es wurde gefunden, dass in ca. 90% aller Fälle die anomale Substruktur komplizierter ist, als man bisher angenommen hatte (Abbildung 9). Dies legt es nahe, zu empfehlen, dass jede makromolekulare Strukturbestimmung mit einem Datensatz, gesammelt bei einer Wellenlänge von 2.0 Å, komplementiert werden sollte.

Die Gruppe von Dr. Matthias Wilmanns beschäftigte sich mit der Strukturlösung einer Reihe großer biologischer Komplexe. Im Rahmen eines Projektes mit einer Dauer von über 10 Jahren wurde die Struktur des

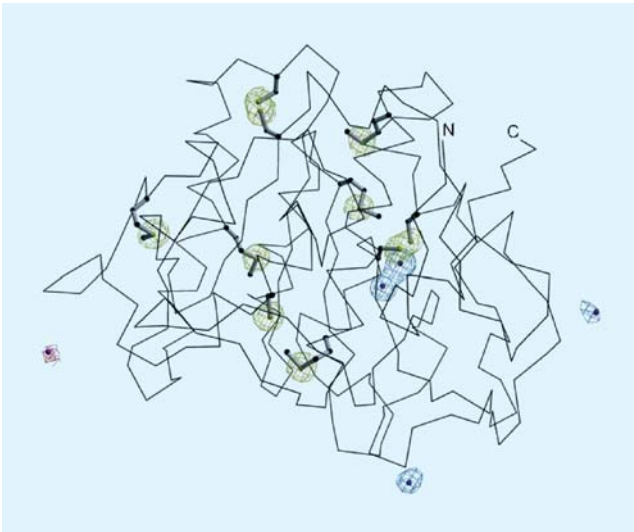


Abbildung 9: Anomale Differenzelektronendichtekarte überlagert auf die Struktur des Enzyms Proteinase K. Die gelben Kugeln bezeichnen die Schwefelatome der Struktur, die blauen die Kationen (2Ca^{2+} , 2K^{+}) und die rote ein Anion (Cl^{-}), welche an die Oberfläche des Proteins gebunden sind. Die entsprechende Elektronendichte ist in gleicher Farbe bei einer Abweichung von 3σ vom Mittelwert der Karte dargestellt.

N-terminalen Assemblierungskomplexes des großen Muskelproteins Titin bestimmt und einem Artikel in Nature publiziert. Überraschend war, dass ein weiteres Muskelprotein - Telethonin - die Rolle eines Mediators spielt, so dass eine Art Sandwich-Komplex entsteht (Abbildung 10). Im Gegensatz zu Titin, assembliert der C-Terminus eines anderen Muskelproteins – Myomesin – direkt. In Zusammenarbeit mit der Forschungsgruppe von Dr. D. Svergun gelang es, ein Modell, beruhend auf einer hoch-aufgelösten Kristallstruktur und Kleinwinkelstreuungsdaten, für Myomesin zu etablieren, das eine Interpretation seiner Funktion als Filament-Linker über große Distanzen erlaubt. In einem weiteren Projekt gelang es der Wilmanns-Gruppe, die erste Struktur eines peroxisomalen Importrezeptors (Pex5p) in Gegenwart einer Targets für die Translokation durch die peroxisomale Membran (Sterol Carrier Protein 2) aufzuklären. Ein Vergleich der Ligandstruktur mit der ebenfalls gelösten Apo-Struktur des gleichen Rezeptors erlaubte es, die konformativen Änderungen, die mit

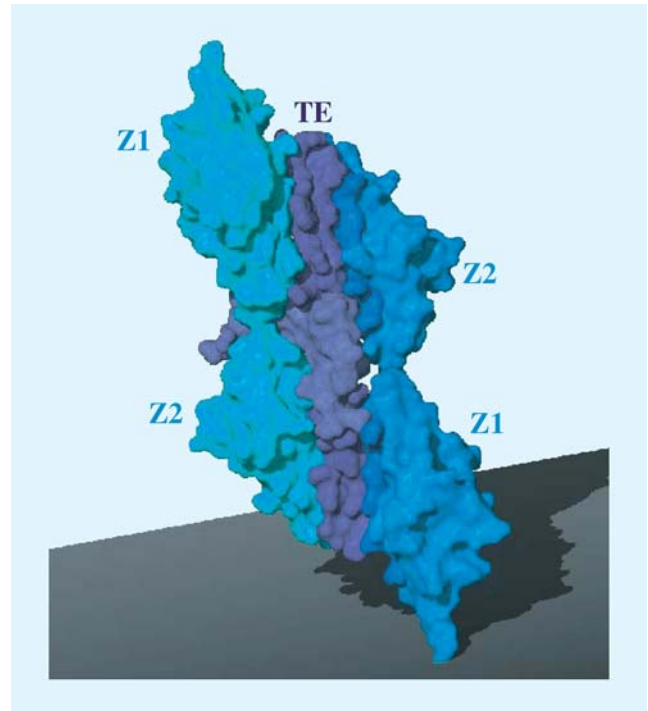


Abbildung 10: Struktur des N-terminalen Titin-Komplexes. Telethonin (Mitte) fungiert als Mediator für die Assemblierung von Titin.

dem Erkennungsprozess des Liganden verbunden sind, zu bestimmen. Diese Arbeiten wurden kürzlich in der Zeitschrift *Molecular Cell* veröffentlicht.

Max-Planck-Gesellschaft Arbeitsgruppen für strukturelle Molekularbiologie

Thematische Schwerpunkte der Max-Planck-Arbeitsgruppen sind die Enzyme und ihr katalytischer Mechanismus (AG Proteindynamik, Leiter: H.-D. Bartunik) sowie das Mikrotubuli-Fasersystem und seine Rolle in Zellbewegung und Alzheimer-Krankheit (AG Zytoskelett, Leiter: E. Mandelkow). Zur Untersuchung des Zusammenhangs zwischen Struktur und Funktion biologischer Makromoleküle bedienen sich die Arbeitsgruppen biophysikalischer Analyseverfahren wie Spek-

troskopie, Elektronenmikroskopie und Bildverarbeitung, wobei die wesentliche Methode zur Strukturbestimmung in der Röntgenbeugung an Proteinkristallen, Fasern und Lösungen besteht. Die Arbeitsgruppe für Proteindynamik entwickelt neue Verfahren der Röntgenanalyse mit Synchrotronstrahlung und macht sie für die Untersuchung der Struktur-Funktionsbeziehungen von Proteinen nutzbar. Die Arbeitsgruppe Zytoskelett untersucht den Struktur-Funktions-Zusammenhang der Mikrotubuli, der mit ihnen assoziierten Proteine, und der Motorproteine, speziell im Hinblick auf ihre Bedeutung in der Alzheimerkrankheit (siehe CD).

Aktuelle Forschungsschwerpunkte

AG Proteindynamik

Die MPG-Arbeitsgruppe für Proteindynamik untersucht die Struktur und Dynamik von Proteinen in Beziehung zur biologischen Funktion. Einen aktuellen Schwerpunkt bilden Anwendungen auf die Strukturgenomik von *Mycobacterium tuberculosis*. Ziel dieses Projekts, das von einer Reihe akademischer und industrieller Gruppen in dem vom BMBF geförderten XMTB-Konsortium gemeinsam bearbeitet wird, ist die Lösung der 3D-Struktur von Targetproteinen und Komplexen mit Liganden als Basis für die mögliche Entwicklung neuartiger Therapien gegen Tuberkulose (TB). Damit könnte ein Beitrag zur Überwindung des zunehmenden Problems von Resistenzen gegen bereits bekannte Wirkstoffe geleistet werden. In einem weiteren Schwerpunkt arbeitet die Gruppe an der Aufklärung der Struktur und Funktion einer Reihe von Proteinen und Proteinkomplexen, die bei Parkinson-Krankheit und anderen neurodegenerativen Erkrankungen eine wichtige Rolle spielen. Darüber hinaus beteiligt sich die Gruppe im Rahmen des europäischen BIOXHIT-

Programms an der Entwicklung von Verfahren automatischer Strukturaufklärung unter Nutzung anomaler Röntgenbeugung.

AG Zytoskelett

Mikrotubuli sind Proteinfasern, die unter anderem als Schienen für den intrazellulären Transport dienen. Zu den Mikrotubuli-assoziierten Proteinen gehören die eigentlichen MAPs (Mikrotubuli-Assoziierte Proteine im engeren Sinne) wie Tau, MAP2 und MAP4, sowie Motorproteine und im weiteren Sinne auch Enzyme, welche die Interaktionen zwischen Mikrotubuli, MAPs und Motorproteinen steuern. Das richtige Zusammenwirken all dieser Komponenten ist für eine ungestörte Entwicklung der Zellen unerlässlich. Eine Reihe neuronaler Erkrankungen wie zum Beispiel die Alzheimer-Krankheit und verschiedene Formen von *Tauopathien* werden mit Störungen dieses komplexen Zusammenspiels in Verbindung gebracht. Die Serin/Threonin-Kinase MARK phosphoryliert Tau und spielt eine wichtige Rolle bei der Regulierung des intrazellulären Transports. Phosphoryliertes Tau kann zu Filamenten aggregieren, wie sie bei der Alzheimer-Krankheit auftreten.

Durch die Klärung der Funktionsweise von MARK, die Strukturanalyse verschiedener Isoformen, und die Untersuchung der Prozesse, die zur pathologischen Aggregation des Tau-Proteins führen, wird versucht, Entstehung und Verlauf der Alzheimer-Erkrankung besser zu verstehen und eventuell therapeutisch zu beeinflussen. Einzelne Schritte der krankhaften Prozesse lassen sich bereits im Reagenzglas oder in Zellmodellen nachstellen und untersuchen. So ist es zum Beispiel gelungen, Tau-Filamente unter künstlichen Bedingungen zu erzeugen. Darauf aufbauend werden Testverfahren entwickelt, mit denen gezielt nach Wirkstoffen gegen die Aggregation von Tau gesucht wird.

Übersicht Beschleuniger

HERA

Die guten Ergebnisse des Elektron-Proton Kollisionsbetriebes von HERA in 2005 wurden zu Anfang des Betriebsjahres 2006 noch übertroffen. Die Protonenstrahlenergie betrug wie in den Vorjahren 920 GeV und die Elektronenstrahlenenergie war mit 27.5 GeV ebenfalls unverändert. In der Winterbetriebspause 2005/2006 wurden noch eine Reihe von Verbesserungsmaßnahmen durchgeführt. Der Betrieb wurde am 14. Februar 2006 wiederaufgenommen. Unmittelbar danach konnten wieder Spitzenwerte sowohl der Luminosität als auch der Effizienz und Zuverlässigkeit des Betriebes erzielt werden. Der Elektron-Proton Kollisionsbetrieb wurde am 23. Juni 2006 beendet. Insgesamt wurde im Zeitraum von Mitte Februar bis Ende Juni 2006 eine integrierte Luminosität von 90 pb^{-1} für die Experimente bereitgestellt.

Zwischen Ende Juni und Mitte Juli 2006 wurde HERA wieder auf Kollisionsbetrieb von Positronen mit Protonen umgestellt und bis zum Jahresende in diesem Modus betrieben. Dabei wurde für die Experimente ZEUS und H1 eine integrierte Luminosität von jeweils ca. 118 pb^{-1} erzeugt. Die hohe Spitzenluminosität des Elektron-Proton Betriebes wurde mit Positronen nicht ganz erreicht. Zum Ausgleich ergaben sich für alle Experimente im Allgemeinen sehr gute Bedingungen für die Datennahme mit guten Untergrundbedingungen und hoher Betriebseffizienz.

Die Polarisation der bereitgestellten longitudinal spinpolarisierten Leptonenstrahlen erreichte typischerweise Werte von über 40%.

DORIS III

Das Jahr 2006 war für DORIS ausgesprochen erfolgreich. Die Strahlzeit für Nutzer konnte noch einmal deutlich auf 5990 Stunden erhöht werden, bei gleichzeitiger Steigerung des mittleren Strahlstromes. Gleichzeitig konnte der bisherige Spitzenwert für die Verfügbarkeit der Maschine aus dem Jahr 2003 (95.9%) mit 95.7% fast wieder erreicht werden. Die Strahlenergie war wie in der Vergangenheit 4.4 GeV.

PETRA II

Wie auch in den Vorjahren lief der Beschleuniger PETRA im Jahr 2006 überwiegend als Vorbeschleuniger für HERA. 20% der Zeit wurden Protonen für HERA-p auf 40 GeV und Leptonen für HERA-e auf 12 GeV beschleunigt. Neben dem Vorbeschleunigerbetrieb entfielen noch 10% der Zeit auf den Betrieb als Synchrotronlichtquelle für HASYLAB.

Um bei DESY II parasitäre Studien für die PETRA-III-Zukunft durchführen zu können, wurde im Dezember die Injektionsenergie für Positronen in beiden Betriebsmoden von 7 GeV auf 6 GeV, die zukünftige PETRA-III-Sollenergie, reduziert.

Vorbeschleuniger

Die Vorbeschleuniger LINAC II, PIA, LINAC III, DESY II und DESY III liefen wie in den früheren Jah-

ren mit großer Zuverlässigkeit. Auch in diesem Jahr wurden neben vorbereitenden Arbeiten für den Betrieb von PETRA III zahlreiche technische Verbesserungen und Maßnahmen zur Erhöhung der Betriebssicherheit durchgeführt.

Freie-Elektronen-Laser FLASH

Mit einer Strahlenergie von 370 bis 700 MeV erzeugt FLASH laserartige FEL-Strahlung in einem Wellenlängenbereich von 47 bis 13 nm. Die kohärenten Strahlungspulse sind mit 10 bis 20 fs extrem kurz und erreichen eine Energie von mehr als 100 μ J im VUV bis EUV-Wellenlängenbereich.

Im Jahr 2006 konnte die außerordentliche Leistung des FLASH-Beschleunigers stabilisiert und die Betriebsabläufe verbessert werden. Von insgesamt 7896 geplanten Betriebsstunden wurde der FEL-Strahl 3696 Stunden Nutzerexperimenten zur Verfügung gestellt. Die restliche Strahlzeit wurde für Studien zur Verbesserung des FEL-Betriebes (2352 Stunden) und für allgemeine Beschleunigerstudien (1848 Stunden) genutzt.

Im April wurde zum ersten Mal FEL-Strahlung bei 13 nm erzeugt und im August konnte die für den SASE-Prozess typische Sättigung erreicht werden. Diese weltweit einzigartigen und unübertroffenen Ergebnisse beruhen auf einer systematischen Verbesserung der Stabilität des Strahls zusammen mit einem verbesserten Verständnis der Strahloptik und des -orbits insbesondere im Undulatorbereich.

Eine wichtige Prozedur, die während der FEL-Studienzeiten eingeübt wurde, ist der Wechsel der FEL-Wellenlänge von Experiment zu Experiment. Es wurden mehr als 14 verschiedene Wellenlängen im Bereich von 47 bis 13 nm eingestellt.

PETRA III

Im Jahr 2006 wurde der erste Prototyp eines vier Meter langen Dämpfungswigglers im Budker-Institut in No-

vosibirsk gebaut und getestet. Die ersten der insgesamt 20 Wigglermagnete werden zu Beginn des Jahres 2007 bei DESY eintreffen.

Die Arbeiten am Vakuumsystem der Dämpfungswigglerstrecke sind weitergeführt worden.

Um die Spezifikation für die Beschaffung der Monitorelektronik zu erstellen, wurden Versuche mit einer Prototypelektronik für die Strahllageregelung durchgeführt.

Im Zusammenhang mit der Strahllagestabilität sind einige Untersuchungen bezüglich der statischen und dynamischen Eigenschaften der neuen Experimentierhalle durchgeführt worden.

Die ersten gelieferten Serienmagnete für das neue Achtel von PETRA III erfüllen die Spezifikationen. Die Beschaffung zahlreicher Spezialmagnete wurde gestartet.

Die Auslegung bzw. Fertigung vieler Komponenten, wie der Magnetträger für das neue Achtel oder die Kammern für die Bögen der alten Achtel sind weit fortgeschritten oder abgeschlossen. Der erste Prototyp einer ca. 5 m langen Undulatorkammer ist geliefert worden.

In Zusammenhang mit dem Vakuumsystem wurde der Einfluss von Querschnittsänderungen der Kammerapertur auf die Strahldynamik untersucht. Nach den bisherigen Abschätzungen sollten der geplante Gesamtstrom sowie der Einzelbunch-Strom erreichbar sein.

An der existierenden Infrastruktur werden umfangreiche Verbesserungen vorgenommen, um einen zuverlässigen Betrieb von PETRA III zu gewährleisten.

XFEL

Bei den vorbereitenden Arbeiten für die Europäische Röntgenlaser-Anlage XFEL wurden im Berichtszeitraum entscheidende Meilensteine erreicht. Der Technische Entwurfsbericht wurde plangemäß Mitte 2006 fertig gestellt, am 25. Juli vom European Project Team

(EPT) an das International Steering Committee (ISC) übergeben und vom ISC uneingeschränkt akzeptiert. Ebenfalls im Juli erfolgte seitens der zuständigen Behörde (Landesbergamt Clausthal-Zellerfeld) die Feststellung des Plans für die Errichtung und den Betrieb der Anlage. Bei den Entwicklungsarbeiten und der Industrialisierung für die technischen Komponenten wurden wichtige Fortschritte erzielt.

Die Projektvorbereitung hat damit zum Ende des Berichtszeitraums plangemäß einen Status erreicht, von dem aus mit der Realisierung des Projekts begonnen werden kann. Mit dem offiziellen Startschuss für die Errichtung der Anlage wird für das erste Halbjahr 2007 gerechnet, abhängig vom Fortschritt der zurzeit laufenden bilateralen Verhandlung zwischen Deutschland und den internationalen Partnern bezüglich der auswärtigen Finanzierungsbeiträge.

Zu den wichtigsten technischen Entwicklungsarbeiten des vergangenen Jahres gehören die Fertigstellung des Teststands für Beschleunigermodule, die Qualifizierung zweier weiterer industrieller Anbieter für Multibeamklystrons, systematische Untersuchungen der Elektropolitur (EP) von Niob-Cavities sowie die Erprobung eines hochgenauen mechanischen Antriebs, mit dem eine Einstellung der Magnetöffnung der Undulatoren mit einer Genauigkeit von besser als einem Mikrometer erreicht werden kann.

Aktivitäten in Zeuthen

Der Photoinjektor-Teststand Zeuthen (PITZ) dient der Entwicklung und Optimierung von Elektronenquellen für Freie-Elektronen-Laser (FEL).

Nach dem erfolgreichen Konditionieren der Gun 3.1 wurden Werte um 1.5 mm mrad für die transversale und etwa 1.2 mm mrad für die horizontale Emittanz gemessen.

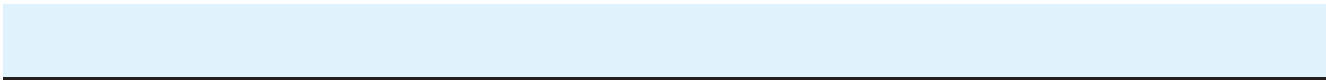
Eine von BESSY entwickelte Gunkavität wurde ebenfalls bei PITZ installiert und konditioniert.

Gegenstand weiterer Entwicklungsthemen sind u. a. 3 Laserprojekte, die im MBI in Zusammenarbeit mit PITZ bearbeitet werden, Messungen von Dunkelstrom und Quantenausbeute an verschiedenen Photo-Kathoden sowie Strahldynamik-Simulationen.

Im November wurde ein Workshop mit internationaler Mitwirkung zur dreidimensionalen Laser-Impulsformung in Zeuthen durchgeführt, der von PITZ organisiert wurde.

Im Juni wurde die Modulator-Testhalle, in der Klystronmodulatoren für den XFEL aufgebaut und getestet werden sollen, fertig gestellt.

Zwei Ionisation-Profil-Monitore zur Bestimmung verschiedener Strahlparameter bei FLASH wurden fertiggestellt. Die Ortsauflösung beträgt ca. 47 μm .



Personal und Finanzen

Die Abteilungen Personal sowie Finanz- und Rechnungswesen gehören neben den Abteilungen Allgemeine Verwaltung, Warenwirtschaft, Recht, Zentrales Bauwesen sowie Technischer Notdienst und den Stabsstellen Technologie-Transfer, Sicherheit und Umweltschutz, Interne Revision sowie IT-Sicherheit und Datenschutz zum Verwaltungsbereich bei DESY. Wichtiges Thema der Administration von DESY im Jahr 2006 war erneut die Begleitung der großen Projekte PETRA III und XFEL. Daneben wurde zur

besserungen einiger wesentlicher Einzelleistungen der Verwaltung bei DESY das Projekt ODA (*Optimierung DESY Administration*) gegründet. ODA hat insbesondere die effizientere Gestaltung von administrativen Abläufen, die Optimierung von Serviceleistungen und User-Unterstützung der Administration sowie der Planungs- und Controlling-Instrumente u. a. für die großen Projekte bei DESY zum Ziel. Die im Rahmen von ODA durchzuführenden Maßnahmen sind für die Jahre 2006 und 2007 vorgesehen.

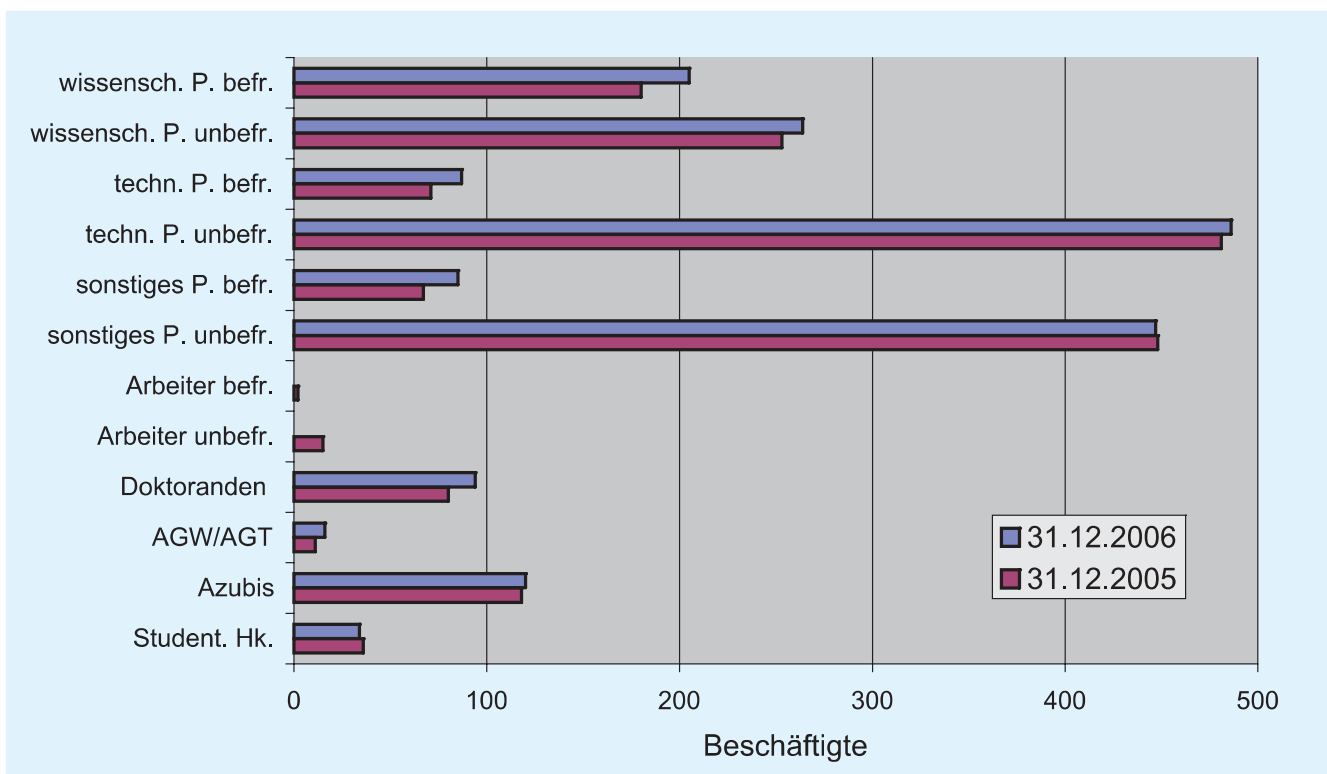


Abbildung 11: Personalbestand DESY gesamt.

Personalbestand

Per 31.12.2006 waren bei DESY an beiden Standorten Hamburg und Zeuthen zusammen 1 838 Personen beschäftigt. 1 197 von ihnen befanden sich in einem unbefristeten Arbeitsverhältnis und 641 waren befristet angestellt. Im Vergleich zum Ende des Vorjahres (31.12.2005) bedeutet dies eine Steigerung der Gesamtbeschäftigtenzahl um 4,3%. Die Verteilung dieser Zahlen auf verschiedene Mitarbeitergruppen kann der Abbildung 11 entnommen werden. Die Finanzierung der beschäftigten Personen erfolgt zu 95% aus Mitteln der Grundfinanzierung und zu 5% aus Projektmitteln.

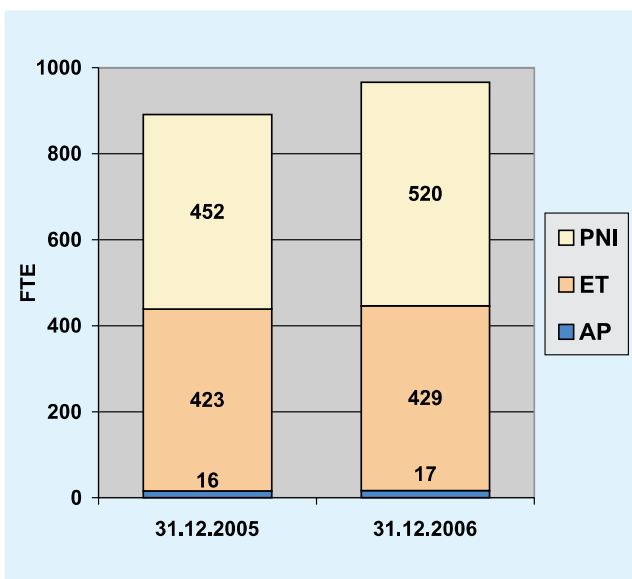


Abbildung 12: Full Time Equivalents (FTEs) nach Forschungsprogrammen – DESY gesamt (ohne Studenten und Praktikanten).

Betrachtet man die Verteilung der *Full Time Equivalents* (FTEs) getrennt nach den drei Forschungsprogrammen (Forschung mit Photonen, Neutronen und Ionen – PNI; Elementarteilchenphysik – ET; Astroteilchenphysik – AT), an denen DESY beteiligt ist, so ist für PNI im Jahr 2006 im Vergleich zum Vorjahr erneut der stärkste Aufwuchs (um 15%) zu verzeichnen. Das Niveau bei ET und AP ist annähernd gleich geblieben (siehe Abbildung 12). Neben den dargestellten FTE-Zahlen für die Forschungsprogramme sind 2006 729 FTEs im Bereich der Infrastruktur und Technologie-Transfer / Sonderaufgaben beschäftigt gewesen. Auch diese Zahl ist im Vergleich zum Vorjahr (726) nahezu konstant geblieben.

Finanz- und Rechnungswesen

Das Gesamtausgabevolumen 2006 beläuft sich auf 214,4 Mio. Euro. Die Verteilung und Entwicklung der Ausgaben in den vergangenen drei Jahren sind der Abbildung 13 zu entnehmen.

Die Finanzierung des Gesamtausgabevolumens erfolgte zum überwiegenden Teil aus Zuwendungen des Bundes und der Länder Hamburg und Brandenburg. Die Abbildung 14 verdeutlicht den starken Projektmittelaufwuchs in den vergangenen Jahren aufgrund der Finanzierung der großen Zukunftsprojekte DESYs PETRA III und XFEL und gibt eine detaillierte Zusammensetzung für die Jahre 2004 bis 2006 wieder.

Die Tabelle 1 zeigt die Entwicklung der Kosten der Jahre 2005 und 2006 nach der Systematik der Programmorientierten Förderung. In der Tabelle 2 werden SOLL und vorläufiges IST der Einnahmen und Ausgaben des Jahres 2006 gegenübergestellt.

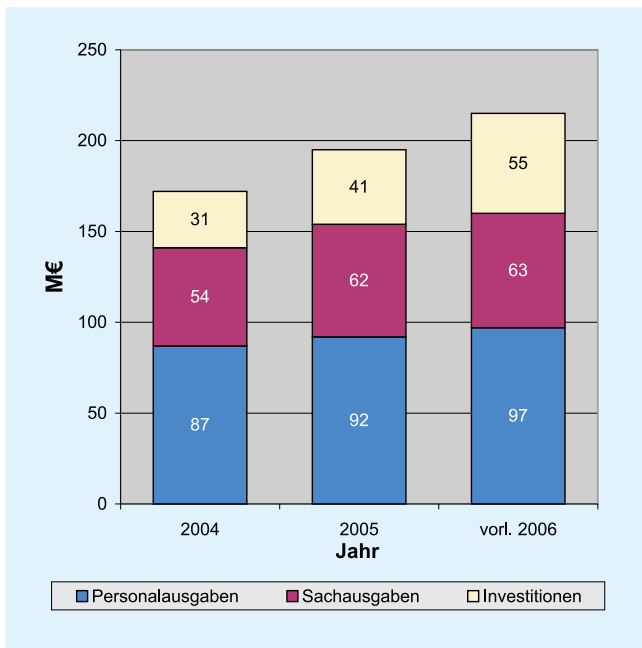


Abbildung 13: Ist-Ausgaben DESY gesamt in M€.

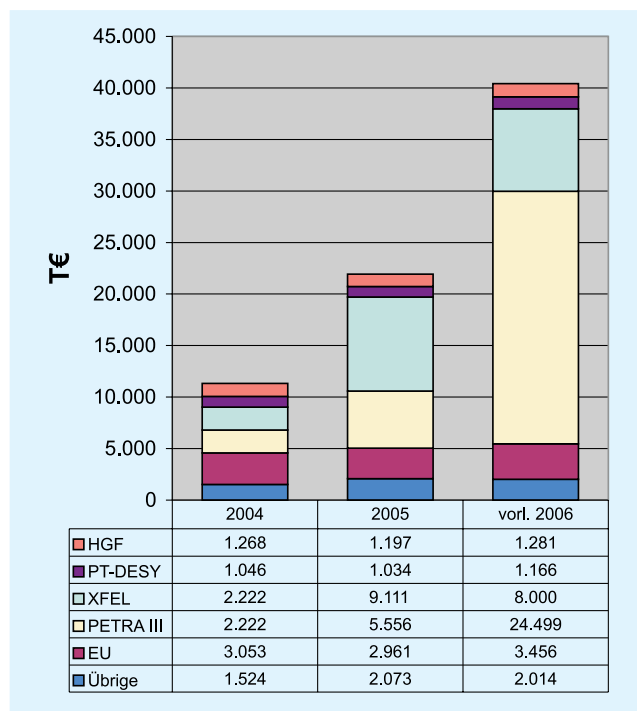


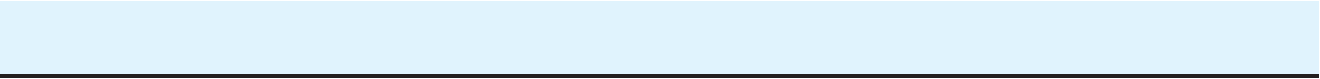
Abbildung 14: Projektmittel DESY gesamt in T€.

	2005	vorl. 2006
Elementarteilchenphysik		
LK I Personalkosten	8 551	7 845
Sachkosten	3 180	3 030
Abschreibungen	2 415	2 452
Summe direkte Kosten	14 146	13 327
LK II Personalkosten	19 279	20 096
Sachkosten	27 193	27 596
Abschreibungen	20 462	18 749
Summe direkte Kosten	66 934	66 441
Astroteilchenphysik		
LK I Personalkosten	930	848
Sachkosten	331	143
Abschreibungen	754	737
Summe direkte Kosten	2 015	1 728
Forschung mit Photonen, Neutronen und Ionen		
LK I Personalkosten	893	908
Sachkosten	614	735
Abschreibungen	2	1
Summe direkte Kosten	1 509	1 645
LK II Personalkosten	25 416	29 002
Sachkosten	7 173	7 674
Abschreibungen	12 668	15 728
Summe direkte Kosten	45 257	52 404
Technologietransfer und Sonderaufgaben		
LK III Personalkosten	1 614	1 813
/ IV Sachkosten	210	236
Abschreibungen	49	43
Summe direkte Kosten	1 873	2 091
Infrastrukturkategorien		
IK V Personalkosten	31 339	32 006
- VII Sachkosten	20 203	19 987
Abschreibungen	9 696	9 566
Summe direkte Kosten	61 237	61 558

Tabelle 1: Kosten der Grundfinanzierung in den Leistungskategorien (LK) I – IV sowie den Infrastrukturkategorien (IK) V – VII in T€ aufgegliedert nach Programmorientierter Förderung.

	2005 IST	2006 Soll	2006 vorläuf. IST
Einnahmen			
Zuwendung im Rahmen der programmorientierten Förderung	164 653	170 428	169 928
davon Bund	148 188	153 385	152 935
davon Betrieb	115 059	116 105	116 105
davon laufende Investitionen	28 029	25 580	25 130
davon Maßnahmen > 2.5 M€	5 100	11 700	11 700
davon Länder	16 465	17 043	16 993
davon Betrieb	12 784	12 901	12 901
davon laufende Investitionen	3 114	2 842	2 792
davon Maßnahmen > 2.5 M€	567	1 300	1 300
Sonstige Erträge	9 351	6 760	9 072
Überleitungspositionen (Überleitung von Erträgen zu Einnahmen)	0	0	0
Gesamteinnahmen Grundfinanzierung	174 004	177 188	178 999
Projektmittel des Bundes und anteilige Finanzierung der FHH für PETRA III und XFEL	11 942	38 000	27 374
davon Bund	10 748	34 200	24 637
davon Hamburg	1 194	3 800	2 737
Gesamteinnahmen	185 946	215 188	206 374
Ausgaben			
Personalaufwendungen	88 092	85 684	92 517
Sachaufwendungen	59 140	47 475	59 401
davon fremde F+E-Arbeiten	3 696	4 262	2 376
davon Repräsentationen	7	9	6
davon sonstige betriebliche Aufwendungen	55 438	43 204	57 020
Zuschüsse an Dritte	0	2 607	2 511
Aufwand für laufende Investitionen	23 689	28 422	21 953
davon Baumaßnahmen < 2.5 M€	2 120	1 161	1 072
davon Beschaffungen < 2.5 M€	21 423	27 141	20 527
davon Fahrzeuge	145	110	354
davon Ausleihungen	0	10	0
Baumaßnahmen und größere Beschaffungen < 2.5 M€	4 616	13 000	5 905
Überleitungsposition (Überleitung von Aufwendungen zu Ausgaben)	-1 601	0	-3 540
Gesamtausgaben Grundfinanzierung	173 935	177 188	178 747
	Kasse: 69,3		252,0
Projektmittel des Bundes und anteilige Finanzierung der FHH für PETRA III und XFEL	11 942	38 000	27 374
Gesamtausgaben	185 946	215 188	206 374

Tabelle 2: *Wirtschaftsplan DESY gesamt in T€.*



Organe der Stiftung und weitere Gremien

Verwaltungsrat

Vertreter der Bundesrepublik Deutschland:

MinDir Dr. **H. Diehl** (Vorsitzender)
(Bundesministerium für Bildung und Forschung)

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

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

Vertreter der Freien und Hansestadt Hamburg:

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

Dr. **H.-W. Seiler**
(Finanzbehörde)

Vertreter des Landes Brandenburg:

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

U. Mattusch
(Ministerium der Finanzen)

Direktorium

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

C. Scherf (Bereich Verwaltung)

Prof. Dr. **J. R. Schneider** (Bereich Forschung – Synchrotronstrahlung)

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

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

Wissenschaftlicher Rat (WR)

Prof. Dr. **P. Brix**

Max-Planck-Institut, Heidelberg
(Ehrenmitglied)

Dr. **J.-P. Delahaye**

CERN, Genf (CH)

Prof. Dr. **B. Foster**

University of Oxford (UK)

Prof. Dr. **S. Gruner**

Lab. of Atomic and Solid State Physics, Ithaca (USA)

Prof. Dr. **G. Herten**

Albert-Ludwigs-Universität Freiburg

Prof. Dr. **S. D. Holmes**

Fermi National Accelerator Laboratory, Batavia (USA)

Prof. Dr. **F. Krausz**

Max-Planck-Institut, Garching

Prof. Dr. **B. Naroska**

Universität Hamburg

Prof. Dr. **H. R. Ott**

Laboratorium für Festkörperphysik, Zürich (CH)

Prof. Dr. **F. Pauss**

ETH, Zürich (CH)

Prof. Dr. **R. Rückl**

Universität Würzburg
(Vorsitzender)

Prof. Dr. **R. Sauerbrey**

Friedrich-Schiller-Universität Jena

Prof. Dr. **G. Schütz**

Max-Planck-Institut, Stuttgart

Prof. Dr. **F. Sette**

ESRF, Grenoble (FR)

Prof. Dr. **T. Shintake**

Advanced Electron Beam Physics Laboratory Kouto,
Mikazuki (JP)

Dr. **P. Wells**

CERN, Genf (CH)

Prof. Dr. **M. Tolan**

Universität Dortmund
(Stellvertr. Vorsitzender)

Erweiterter Wissenschaftlicher Rat (EWR)

Prof. Dr. **M. Danilov**

ITEP, Moscow (RU)

Prof. Dr. **J. Feltesse**

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

Prof. Dr. **J. Hastings**

SLAC, Menlo Park (USA)

Dr. **N. Holtkamp**

Oak Ridge Nat. Laboratory, Oak Ridge (USA)

Prof. Dr. **E. Iarocci**

Istituto Nazionale di Fisica Nucleare INFN,
Rome (IT)

Prof. Dr. **J. Kirz**

LBNL, Berkeley (USA)

Dr. **G. Long**

Argonne National Laboratory, Argonne (USA)

sowie die Vorsitzenden

ECFA: Prof. Dr. **T. Åkesson**

University of Lund (SE)

MAC: Dr. **S. Myers**

CERN, Genf (CH)

PRC: Prof. Dr. **Y.-K. Kim**

University of Chicago (USA)

PSC: Prof. Dr. **P. Fratzl**

Max-Planck-Institut, Potsdam

und die Mitglieder des **Wissenschaftlichen Rates**.

Wissenschaftlicher Ausschuss (WA)

R. Bacher (DESY)	B. Lühr (DESY)
T. Behnke (DESY) (Vorsitzender)	J. Mnich (DESY)
M. Bieler (DESY)	K. Mönig (DESY)
M.-O. Bönig (Univ. Dortmund)	A. Mussgiller (Univ. Erlangen-Nürnberg)
F. Brinker (DESY)	T. Naumann (DESY)
R. Brinkmann (DESY)	D. Nölle (DESY)
W. Buchmüller (DESY)	M. Perbandt (Univ. Hamburg)
K. Büßer (DESY)	B. Petersen (DESY)
G. Eckerlin (DESY)	K. Rabbertz (Univ. Karlsruhe)
H.-J. Eckoldt (DESY)	K. Rickers (DESY)
M. Ehrenfried (Univ. Gießen)	S. Riemann (DESY)
E. Elsen (DESY)	M. Schmitz (DESY)
T. Finnern (DESY)	T. Schörner-Sadenius (Univ. Hamburg)
P. Folkerts (DESY)	S. Schreiber (DESY)
G. Grindhammer (MPI, München)	H. Schulte-Schrepping (DESY)
G. Grübel (DESY)	A. Schwarz (DESY)
V. Gülzow (DESY)	F. Sefkow (DESY)
B. Holzer (DESY)	E. Weckert (HASYLAB) (Stellvertr. Vorsitzender)
H.-P. Jakob (Univ. Bonn)	M. Weiss (EMBL)
M. Kasemann (DESY)	F. Willeke (DESY)
J. Knabe (DESY)	K. Wittenburg (DESY)
P. Kostka (DESY)	P. Zerwas (DESY)
K. Krüger (Univ. und MPI, Heidelberg)	M. zur Nedden (Humboldt-Univ. Berlin)

Machine Advisory Committee (MAC)

Dr. C. Bocchetta
Elettra, Trieste (IT)

Dr. J. Galayda
SLAC, Menlo Park (USA)

Dr. M. Harrison
Brookhaven National Laboratory, Upton (USA)

Dr. S. Myers
CERN, Genf (CH)
(Vorsitzender)

Dr. L. Rivkin
Paul Scherrer Institut, Villigen (CH)

Dr. J. Seemann
SLAC, Menlo Park (USA)

Dr. N. Toge
KEK, Tsukuba (JP)

Prof. Dr. A. Wrulich
Paul Scherrer Institut, Villigen (CH)

Physics Research Committee (PRC)

Prof. Dr. G. Anton
Universität Erlangen

Prof. Dr. J. E. Brau
University of Oregon, Eugene (USA)

Prof. Dr. P. Buchholz
Universität Siegen

Dr. R. Forty
CERN, Genf (CH)

Prof. Dr. W. Hollik
Max-Planck-Institut, München

Prof. Dr. Y.-K. Kim
University of Chicago (USA)
(Vorsitzende)

Prof. Dr. J. Kühn
Universität Karlsruhe

Prof. Dr. T. Lohse
Humboldt-Universität Berlin

Prof. Dr. R. Milner
MIT, Cambridge (USA)

Prof. Dr. G. Quast
Universität Karlsruhe

Prof. Dr. N. Saito
University of Kyoto (JP)

Dr. J. Timmermans
NIKHEF, Amsterdam (NL) / CERN, Genf (CH)

Photon Science Committee (PSC)

Prof. Dr. **D. Bilderback**

Cornell University, Ithaka (USA)

Prof. Dr. **C. Bressler**

EPFL, Lausanne (CH)

Dr. **P. Elleaume**

ESRF, Grenoble (FR)

Prof. Dr. **P. Fratzl**

Max-Planck-Institut, Potsdam
(Vorsitzender)

Prof. Dr. **J. Hajdu**

Universität Uppsala (SE)

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

DESY
(ex-officio)

Dr. **R. Horisberger**

Paul Scherrer Institut, Villigen (CH)

Prof. Dr. **K. Janssens**

Universität Antwerpen (BE)

Prof. Dr. **C. Norris**

Diamond, CCLRC (UK)

Prof. Dr. **A. Pyzalla**

Technische Universität Wien (AT)
(Stellvertr. Vorsitzende)

Dr. **H. Reichert**

Max-Planck-Institut, Stuttgart

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

DESY
(ex-officio)

Dr. **P. Siddons**

Brookhaven National Laboratory, Upton (USA)

Dr. **S. Techert**

Max-Planck-Institut, Göttingen

Prof. Dr. **J. Ullrich**

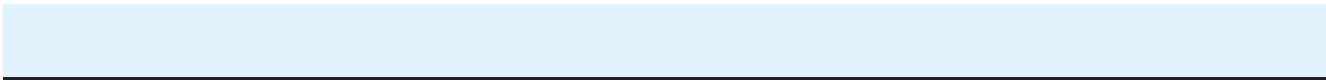
Max-Planck-Institut, Heidelberg

Prof. Dr. **W. Wurth**

Universität Hamburg

Dr. **J. Zegenhagen**

ESRF, Grenoble (FR)



Nationale und Internationale Zusammenarbeit

HERA Experimente

H1

I. Physikalisches Institut, RWTH Aachen
 Universiteit Antwerpen (BE)
 VINCA Institute of Nuclear Sciences, Belgrade (CS)
 School of Physics and Space Research, University of Birmingham (GB)
 Inter-University Institute for High Energies ULB-VUB, Brussels (BE)
 Rutherford Appleton Laboratory, Chilton, Didcot (GB)
 Institute of Nuclear Physics, Cracow (PL)
 Institut für Physik, Universität Dortmund
 Joint Institute for Nuclear Research (JINR), Dubna (RU)
 CEA, DSM-DAPNIA, CE Saclay, Gif-sur-Yvette (FR)
 Deutsches Elektronen-Synchrotron DESY, Hamburg
 Institut für Experimentalphysik, Universität Hamburg
 Max-Planck-Institut für Kernphysik, Heidelberg
 Kirchhoff Institut für Physik, Universität Heidelberg
 Physikalisches Institut, Universität Heidelberg
 Institute of Experimental Physics, Slovak Academy of Sciences, Košice (SK)
 School of Physics and Chemistry, University of Lancaster (GB)
 Department of Physics, University of Liverpool (GB)
 Queen Mary and Westfield College, London (GB)
 Physics Department, University of Lund (SE)
 Physics Department, University of Manchester (GB)
 CPPM, Université de la Méditerranée, IN2P3-CNRS, Marseille (FR)
 Departamento de Física Aplicada, CINVESTAV, Mérida (MX)
 Departamento de Física, CINVESTAV, México (MX)
 Institute for Theoretical and Experimental Physics (ITEP), Moscow (RU)
 Lebedev Physical Institute, Moscow (RU)
 Max-Planck-Institut für Physik, München
 LAL, Université Paris-Sud, IN2P3-CNRS, Orsay (FR)
 Laboratoire Louis Leprince Ringuet, LLR, IN2P3-CNRS, Palaiseau (FR)
 LPNHE, Université Paris VI et VII, IN2P3-CNRS, Paris (FR)
 Faculty of Natural Sciences and Mathematics, University of Montenegro, Podgorica (YU)
 Institute of Physics, Academy of Sciences of the Czech Republic, Prague (CZ)
 Faculty of Mathematics and Physics, Charles University, Prague (CZ)
 Dipartimento di Fisica, Università Roma 3 and INFN Roma 3, Rome (IT)
 Institute of Physics and Technology, Mongolian Academy of Sciences, Ulaanbaatar (MN)
 Institute for Nuclear Research and Nuclear Energy, Sofia (BG)

Paul Scherrer Institut, Villigen (CH)
Fachbereich Physik, Bergische Universität-GH Wuppertal
Yerevan Physics Institute, Yerevan (AM)
Deutsches Elektronen-Synchrotron DESY, Zeuthen
Institut für Teilchenphysik, ETH Zürich (CH)
Physik Institut, Universität Zürich (CH)

ZEUS

Department of Engineering in Management and Finance, University of the Aegean (GR)
Institute of Physics and Technology, Ministry of Education and Science of Kazakhstan, Almaty (KZ)
National Institute for Nuclear and High Energy Physics (NIKHEF), Amsterdam (NL)
University of Amsterdam (NL)
Argonne National Laboratory (ANL), Argonne IL (USA)
Institut für Physik der Humboldt Universität zu Berlin, Berlin
Andrews University, Berrien Springs MI (USA)
University and INFN, Bologna (IT)
Physikalisches Institut, Universität Bonn
H.H. Wills Physics Laboratory, University of Bristol (GB)
Panjab University, Chandigarh (IN)
Rutherford Appleton Laboratory, Chilton, Didcot (GB)
Physics Department, Ohio State University, Columbus OH (USA)
Physics Department, Calabria University and INFN, Cosenza (IT)
Institute of Nuclear Physics, Cracow (PL)
Department of Physics, Jagellonian University, Cracow (PL)
Faculty of Physics and Nuclear Techniques, AGH-University of Science and Technology, Cracow (PL)
University and INFN, Florence (IT)
Fakultät für Physik, Universität Freiburg
Department of Physics and Astronomy, University of Glasgow (GB)
Deutsches Elektronen-Synchrotron DESY, Hamburg
Institut für Experimentalphysik, Universität Hamburg
Nevis Laboratories, Columbia University, Irvington on Hudson NY (USA)
Department of Physics, Malaya University, Kuala Lumpur (MY)
Department of Physics, Chonnam National University, Kwangju (KR)
Institute of Physics, University of Lodz (PL)
High Energy Nuclear Physics Group, Imperial College, London (GB)
Physics and Astronomy Department, University College, London (GB)
Institute de Physique Nucléaire, Université Catholique de Louvain, Louvain-la-Neuve (BE)
Department of Physics, University of Wisconsin, Madison WI (USA)
Departamento de Física Teórica, Universidad Autónoma Madrid (ES)
Department of Physics, McGill University, Montreal (CA)
Moskau Engineering und Physics Institute, Moskau (RU)
Institute of Nuclear Physics, Moskau State University, Moskau (RU)
Max-Planck Institut für Physik, München
Department of Physics, York University, North York (CA)
Department of Physics, University of Oxford (GB)
Dipartimento di Fisica, University and INFN, Padova (IT)
Department of Particle Physics, Weizmann Institute, Rehovot (IL)
Dipartimento di Fisica, Università La Sapienza and INFN, Roma (IT)
Polytechnic University, Sagamihara (JP)

Kyungpook National University, Taegu (KR)
 School of Physics, University of Tel Aviv (IL)
 Department of Physics, Tokyo Institute of Technology, Tokyo (JP)
 Department of Physics, Tokyo Metropolitan University, Tokyo (JP)
 Department of Physics, University of Tokyo (JP)
 Università di and INFN, Torino (IT)
 Università del Piemonte Orientale, Novara and INFN, Torino (IT)
 Department of Physics, University of Toronto (CA)
 Institute for Particle and Nuclear Study, KEK, Tsukuba (JP)
 Department of Physics, Pennsylvania State University, University Park PA (USA)
 Institute for Nuclear Studies, Warschau (PL)
 Institut of Experimental Physics, University of Warschau (PL)
 Faculty of General Education, Meiji Gakuin University, Yokohama (JP)
 Deutsches Elektronen-Synchrotron DESY, Zeuthen

HERMES

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

HERA-B

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

Institut für Experimentelle Teilchenphysik, Humboldt Universität, Berlin
Dipartimento di Fisica, Università di Bologna and INFN, Bologna (IT)
Physics Department, University of Cincinnati OH (USA)
LIP, Departamento de Física, University of Coimbra (PT)
Niels Bohr Institute, Copenhagen (DK)
Wayne State University, Detroit MI (USA)
Institut für Physik, Universität Dortmund
Joint Institute for Nuclear Research (JINR), Dubna (RU)
Deutsches Elektronen-Synchrotron DESY, Hamburg
Max-Planck-Institut für Kernphysik, Heidelberg
Physikalisches Institut, Universität Heidelberg
Physics Department, University of Houston TX (USA)
Institute for Nuclear Research, Ukrainian Academy of Science, Kiev (BY)
LIP, Departamento de Física and FNCUL, University of Lisbon (PT)
Institute Jozef Stefan and Department of Physics, University of Ljubljana (SI)
Physics Department, University of California, Los Angeles CA (USA)
Institut für Informatik, Universität Mannheim
Institute for Theoretical and Experimental Physics (ITEP), Moscow (RU)
Max-Planck-Institut für Physik, München
Department of Physics, University of Oslo (NO)
Fachbereich Physik, Universität Rostock
Institut für Physik, Universität-GH Siegen
Subatomic Physics Department, University of Utrecht (NL)
Deutsches Elektronen-Synchrotron DESY, Zeuthen
Physik Institut, Universität Zürich (CH)

TESLA Technology Collaboration

Argonne National Laboratory (ANL), Argonne IL (USA)
Fermi National Accelerator Laboratory (FNAL), Batavia IL (USA)
Beijing University, Beijing (CN)
Institute for High Energy Physics (IHEP), Academia Sinica, Beijing (CN)
Tsinghua University, Beijing (CN)
Lawrence Berkeley National Laboratory (LBNL), Berkeley CA (USA)
BESSY Berlin
Hahn-Meitner Institut Berlin
AGH-University of Science and Technology, Cracow (PL)
Henryk Niewodniczanski Institute of Nuclear Physics, Polish Academy of Science, Cracow (PL)
Technische Universität Darmstadt
CCLRC, Daresbury & Rutherford Appleton Laboratory, Chilton, Didcot (GB)
Forschungszentrum Rossendorf, Dresden
Joint Institute for Nuclear Research (JINR), Dubna (RU)
Universität Frankfurt/Main
Laboratori Nazionali di Frascati, INFN, Frascati (IT)
GKSS-Forschungszentrum Geesthacht
CEA/DSM DAPNIA, CE-Saclay, Gif-sur-Yvette (FR)
Deutsches Elektronen-Synchrotron DESY

Universität Hamburg
Cornell University, Ithaca NY (USA)
Istituto Nazionale di Fisica Nucleare (INFN), Legnaro (IT)
Technical University of Lodz (PL)
Royal Holloway University of London (RHUL), London (GB)
John Adams Institute (JAI), Oxford (GB)
University College London (UCL), London (GB)
Stanford Linear Accelerator Center (SLAC), Menlo Park CA (USA)
Istituto Nazionale di Fisica Nucleare (INFN), Milan (IT)
Institute for Nuclear Research (INR), Moscow (RU)
Moscow Engineering and Physics Institute, Moscow (RU)
Jefferson Lab, Newport News VA (USA)
Budker Institute for Nuclear Physics (BINP), Novosibirsk (RU)
Spallation Neutron Source (SNS), Oak Ridge TN (USA)
LAL, Université Paris-Sud, IN2P3-CNRS, Orsay (FR)
University of Oxford (GB)
Institute for High Energy Physics (IHEP), Protvino (RU)
Istituto Nazionale di Fisica Nucleare (INFN), Rome II (IT)
Universität Rostock
Sincrotrone Trieste (IT)
Institute for Particle and Nuclear Study, KEK, Tsukuba (JP)
Brookhaven National Laboratory (BNL), Upton NY (USA)
Bergische Universität-GH Wuppertal
CANDLE, Yerevan (AM)
Yerevan Physics Institute, Yerevan (AM)
The Andrzej Soltan Institute for Nuclear Studies, Otwock-Swierk (PL)
Michigan State University, East Lansing MI (USA)

Für Institute for High Energy Physics (IHEP) und Michigan State University ist die formale Unterzeichnung des *Memorandum of Understanding* (MoU) in Vorbereitung.

HASYLAB

RWTH, Inst. für Kristallographie, Aachen
RWTH, I. Physikalisches Institut, Aachen
RWTH, II. Physikalisches Institut, Aachen
RWTH, Inst. für Phys. Chemie, Aachen
University of Aarhus, Department of Chemistry, Aarhus (DK)
Norwegian Univ. of Life Sciences, Dept. of Plant- and Environmental Scie., Aas (NO)
FOM Institute for Atomic and Molecular Physics (AMOLF), Amsterdam (NL)
University of Antwerpen, Department of Chemistry, Antwerpen (BE)
Universität Augsburg, Institut für Festkörperchemie, Augsburg
Universität Augsburg, Lehrstuhl für Experimentalphysik V, Augsburg
CELLS - ALBA, Edifici Ciencies Nord. Modul C-3 central, Barcelona (ES)
University of Bari, Dept. of Environmental Biology and Chemistry, Bari (IT)
Universität Basel, Medizinische Fakultät, Basel (CH)
Universität Bayreuth, Laboratorium für Kristallografie, Bayreuth
Ben-Gurion University of the Negev, Dept. of Biotechnical Engineering, Beer-Sheva (IL)
Queen's University, School of Mathematics and Physics, Belfast (UK)
VINCA Institute of Nuclear Sciences, Lab. of Nuclear and Plasma Physics, Belgrade (CS)
Universitat Autònoma de Barcelona, Departament de Química, Bellaterra (ES)
Freie Universität Berlin, Inst. für Physikal. u. Theoret. Chemie, Berlin
Freie Universität Berlin, Institut für Kristallographie, Berlin
Hahn-Meitner-Institut Berlin, Solarenergetik, Berlin
Hahn-Meitner-Institut Berlin, Strukturforschung, Berlin
Hahn-Meitner-Institut Berlin, Synchrotronstrahlung, Berlin
Humboldt-Universität zu Berlin, AG Röntgenbeugung, Berlin
Humboldt-Universität zu Berlin, Institut für Kristallzüchtung, Berlin
Humboldt-Universität zu Berlin, Institut für Physik, Berlin
Max-Planck-Gesellschaft, Fritz-Haber-Institut, Berlin
Physikalisch-Technische Bundesanstalt, 7.11 UV- und VUV-Radiometrie, Berlin
Technische Universität Berlin, Inst. f. Werkstoffwissenschaften u. -technol., Berlin
Technische Universität Berlin, Inst. für Atomare Physik und Fachdidaktik, Berlin
Technische Universität Berlin, Institut für Chemie, Berlin
Technische Universität Berlin, Institut für Metallphysik, Berlin
Universität Bielefeld, Fakultät für Physik, Bielefeld
Univ. of the Basque Country, Departamento Física Materia Condensada, Bilbao (ES)
Ruhr-Universität Bochum, Institut für Experimentalphysik IV, Bochum
Ruhr-Universität Bochum, Institut für Festkörperphysik, Bochum
Ruhr-Universität Bochum, Inst. für Geologie, Mineralogie und Geophysik, Bochum
Ruhr-Universität Bochum, Institut für Werkstoffe, Bochum
Ruhr-Universität Bochum, Lehrstuhl für Technische Chemie, Bochum
Stiftung Caesar Bonn, Bonn
Universität Bonn, Mineralogisch-Petrologisches Institut, Bonn
Comenius University, Department of Physical Chemistry of Drugs, Bratislava (SK)
Slovak Academy of Sciences, Institute of Physics, Bratislava (SK)
Slovak Univ. of Technology, Faculty of Chemical and Food Technology, Bratislava (SK)
Technische Universität Braunschweig, Institut für Werkstoffe, Braunschweig
Universität Bremen, Fachbereich Physik, Bremen
Universität Bremen, Inst. f. Angew. u. Phys. Chemie, Bremen

ENEA, Centro Ricerche Brindisi, Brindisi (IT)
 Masaryk University, Institute of Condensed Matter Physics, Brno (CZ)
 Free University of Brussels, Polymer Physics Laboratory, Brussels (BE)
 National Institute of Materials Physics, Bucharest (RO)
 Hungarian Academy of Sciences, Res. Inst. f. Solid State Phys. Optics, Budapest (HU)
 KFKI, Atomic Energy Research Institute, Budapest (HU)
 La Trobe University, Department of Physics, Bundoora (AU)
 Brazilian Synchrotron Source, Laboratorio Nacional de Luz Sincrotron, Campinas (BR)
 University of Kent at Canterbury, School of Physical Sciences, Canterbury (UK)
 Université de Cergy-Pontoise, Lab. de Physicochimie des Polym. et Interf., Cergy Pontoise (FR)
 Chinese Academy of Sciences, State Key Lab. Polym. Phys. Chem., Changchun (CN)
 Technische Universität Chemnitz, Institut für Physik, Chemnitz
 The University of Chicago, Department of Chemistry, Chicago (USA)
 Technische Universität Clausthal, Inst. f. Werkstoffkunde Werkstofftech., Clausthal
 Blaise Pascal University, Department of Inorganic Materials, Clermont-Ferrand (FR)
 Universität zu Köln, II. Physikalisches Institut, Cologne
 Universität zu Köln, Institut für Anorganische Chemie, Cologne
 Danish Spacecenter, Copenhagen (DK)
 University of Copenhagen, Geological Institute, Copenhagen (DK)
 University of Copenhagen, Nano-Science-Center, Copenhagen (DK)
 University of Copenhagen, Niels Bohr Institut Oersted Laboratorie, Copenhagen (DK)
 University of Copenhagen, Niels Bohr Institute, Copenhagen (DK)
 AGH University of Science and Technology, Fac. of Non-Ferrous Metals, Cracow (PL)
 AGH University of Science and Technology, Faculty of Physics , Cracow (PL)
 AGH-University of Science and Technology, Dept. of Solid State Physics, Cracow (PL)
 AGH-University of Science and Technology, Inst. of Catal. Surf. Chem., Cracow (PL)
 Institute of Nuclear Physics, Dept. of Nuclear Spectroscopy, Cracow (PL)
 Institute of Nuclear Physics, Polish Academy of Sciences, Cracow (PL)
 Jagiellonian University, Dept. of Biophysics, Cracow (PL)
 Jagiellonian University, Histology Dept. Collegium Medicum, Cracow (PL)
 Jagiellonian University, Institute of Physics, Cracow (PL)
 Jagiellonian University, Physics, Astronomy and Appl. Comp. Science, Cracow (PL)
 University of Mining and Metallurgy, Dept. of Solid State Physics, Cracow (PL)
 University of Mining and Metallurgy, Fac. of Physics Nuclear Technol., Cracow (PL)
 University of Mining and Metallurgy, Inst. of Physics, Cracow (PL)
 Technische Universität Darmstadt, Deutsches Kunststoff Institut, Darmstadt
 Technische Universität Darmstadt, Eduard-Zintl-Institut , Darmstadt
 Technische Universität Darmstadt, Ernst-Berl-Institut, Darmstadt
 Technische Universität Darmstadt, Fachbereich Materialwissenschaft, Darmstadt
 Technische Universität Darmstadt, FB 21/Strukturforschung, Darmstadt
 Hungarian Academy of Sciences, Institute of Nuclear Research, Debrecen (HU)
 University of Debrecen, Institute of Experimental Physics, Debrecen (HU)
 Delft University of Technology, Faculty of Applied Sciences, Delft (NL)
 CCLRC, Central Laser Facility, Didcot (UK)
 Industrial Institute of Electronics, Długa (PL)
 Universität Dortmund, Anorganische Chemie, Dortmund
 Universität Dortmund, Experimentelle Physik I, Dortmund
 Universität Dortmund, Experimentelle Physik II , Dortmund
 Universität Dortmund, Fakultät Maschinenbau, Dortmund

Universität Dortmund, Lehrstuhl für Qualitätswesen, Dortmund
Institut f. Festkörper- und Werkstoffforschung, IFW Dresden, Dresden
Institut für Polymerforschung Dresden e.V., Dresden
Leibniz Institut für Festkörper und Werkstoffforschung, Dresden
Leibniz Institut für Polymerforschung, Abt. Mechanik und Fadenbildung, Dresden
Max-Planck-Gesellschaft, Institut für Chem. Physik fester Stoffe, Dresden
Technische Universität Dresden, Institut für Angewandte Physik, Dresden
Technische Universität Dresden, Institut für Anorganische Chemie, Dresden
Technische Universität Dresden, Institut für Strukturphysik, Dresden
Technische Universität Dresden, Institut für Werkstoffwissenschaft, Dresden
Technische Universität Dresden, Max-Bergmann-Zentrum f. Biomaterialien, Dresden
Eidgen. Materialprüfungs- u. Forschungsanst., EMPA, Dübendorf (CH)
Dublin City University, School of Electronic Engineering, Dublin (UK)
Dublin City University, School of Physical Science, Dublin (UK)
Joint Institute for Nuclear Research, Dubna (RU)
Universität Duisburg-Essen, Institut für Experimentelle Physik, Duisburg
Universität-Gesamthochschule Duisburg, Lab. für Angewandte Physik, Duisburg
Max-Planck-Institut für Eisenforschung, Düsseldorf
University of Edinburgh, CSEC and School of GeoSciences, Edinburgh (UK)
University of Alberta, Dept. of Electrical and Computer Engineering, Edmonton (CA)
Forschungszentrum Karlsruhe, Institut für Nukleare Entsorgungstechnik, Eggenstein-Leupoldshafen
Ural State Technical University, Experimental Physics, Ekaterinburg (RU)
Helsinki University of Technology, Optoelectronics Laboratory, Espoo (FI)
Universität Duisburg-Essen, Institut für Anorganische Chemie, Essen
J. W. Goethe-Universität Frankfurt/Main, Institut f. Kernphysik, Frankfurt
J. W. Goethe-Universität Frankfurt/Main, Institut f. Mineralogie, Frankfurt
J. W. Goethe-Universität Frankfurt/Main, Zoologisches Institut, Frankfurt
IHP-Microelectronics, Departement Materials Research, Frankfurt/O.
Fraunhofer-Institut für Solare Energiesysteme, Dept. Energy Technolgy, Freiburg
Universität Freiburg, Institut für Makromolekulare Chemie, Freiburg
Jülich Centre for Neutron Science, JCNS-FRMII (Fo-Reaktor II), Garching
Ludwig-Maximilians-Universität München, Inst. f. Kristallographie, Garching
Max-Planck-Gesellschaft, MPI für Plasmaphysik, Garching
Technische Universität München, Biophysik E22, Garching
Technische Universität München, Lehrstuhl für Technische Chemie II, Garching
Technische Universität München, Physik Department, Garching
RN Sector, EC Institute for Ref.Mat. and Measur., Geel (BE)
Forschungszentrum Geesthacht GmbH, Geesthacht
University of Genova, Dept. of Chemistry and Industrial Chemistry, Genova (IT)
Ghent University, Department of Analytical Chemistry, Ghent (BE)
Justus-Liebig-Universität Gießen, Inst. f. Angewandte Physik, Gießen
Justus-Liebig-Universität Gießen, Inst. f. Anorg. u. Analyt. Chemie II, Gießen
Justus-Liebig-Universität Giessen, Institut für angewandte Physik, Gießen
LIONS, Service de Chimie Moleculaire, Gif sur Yvette (FR)
Synchrotron SOLEIL, L'Orme des Merisiers, Gif sur Yvette (FR)
Max-Planck-Institut f. Kolloid- und Grenzflächenforschung, Golm/Potsdam
Georg-August-Universität Göttingen, Institut f. Anorg. Chemie, Göttingen
Georg-August-Universität Göttingen, Institut für Materialphysik, Göttingen
Georg-August-Universität Göttingen, Institut für Röntgenphysik, Göttingen

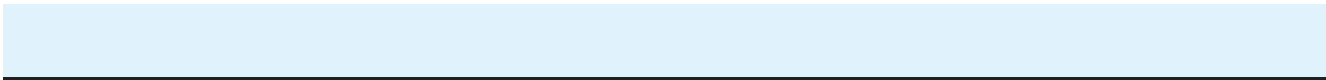
Georg-August-Universität Göttingen, Mineralogisch-Kristallogr. Institut, Göttingen
 Max-Planck-Gesellschaft, MPI für biophysikalische Chemie, Göttingen
 Universität Graz, Institut für Chemie, Graz (AT)
 Universität Graz, Institut für Festkörperphysik, Graz (AT)
 Ernst-Moritz-Arndt-Universität Greifswald, Institut für Physik, Greifswald
 Ernst-Moritz-Arndt-Universität Greifswald, Zoologisches Inst. u. Museum, Greifswald
 European Synchrotron Radiation Facility ESRF, Grenoble (FR)
 Rijksuniversiteit Groningen, Materials Science Center, Groningen (NL)
 University of Surrey, Department of Physics, Guildford (UK)
 Universidade do Minho, Instituto de Polímeros e compósitos, Guimarães (PT)
 Martin-Luther-Universität Halle, Fachbereich Physik, Halle
 Martin-Luther-Universität Halle, Institut für Physikalische Chemie, Halle
 Martin-Luther-Universität Halle, Institut für Umwelttechnik, Halle
 Forschungszentrum Geesthacht GmbH, Aussenstelle am DESY, Hamburg
 Technische Universität Hamburg-Harburg, Kunstst. und Verbundwerkstoffe, Hamburg
 Universität Hamburg, Inst. für Technische und Makromol. Chemie, Hamburg
 Universität Hamburg, Inst. für Griechische und Lateinische Philologie, Hamburg
 Universität Hamburg, Inst. für Anorganische und Angewandte Chemie, Hamburg
 Universität Hamburg, Institut für Angewandte Physik, Hamburg
 Universität Hamburg, Institut für Experimentalphysik, Hamburg
 Universität Hamburg, Institut für Laserphysik, Hamburg
 Universität Hamburg, Institut für Physikalische Chemie, Hamburg
 Universität Hamburg, Mineralogisch-Petrographisches Institut, Hamburg
 Zhejiang University, Dept. of Materials Science and Engineering, Hangzhou (CN)
 Zhejiang University, Physics Department, Hangzhou (CN)
 Medizinische Hochschule Hannover, Molekular- und Zellphysiologie, Hannover
 Medizinische Hochschule Hannover, Orthopaedische Klinik, Hannover
 Harbin Inst. of Technology, School of Materials Science and Engineering, Harbin (CN)
 German Cancer Research Center - DKFZ, Heidelberg
 Max-Planck-Gesellschaft, Max-Planck-Institut für Kernphysik, Heidelberg
 Universität Heidelberg, Mineralogisches Institut, Heidelberg
 Helsinki University of Technology, Lab. of Physical Chemistry, Helsinki (FI)
 University of Helsinki, Division of X-ray Physics, Helsinki (FI)
 CSIR New Delhi (IN)n Inst. of Chemical Techn., Hyderabad (IN)
 Friedrich-Schiller-Universität Jena, Institut für Festkörperphysik, Jena
 University of the Witwatersrand, School of Physics, Johannesburg (ZA)
 Forschungszentrum Jülich, IFF, Institut für Streumethoden, Jülich
 Forschungszentrum Jülich, Institut für Festkörperforschung, Jülich
 Forschungszentrum Jülich, Institut für Schicht- und Ionentechnik, Jülich
 Universität Kaiserslautern, FB Chemie, Kaiserslautern
 European Commission, Europäisches Institut für Transurane, Karlsruhe
 Forschungszentrum Karlsruhe, Europäisches Institut für Transurane, Karlsruhe
 Forschungszentrum Karlsruhe, Institut für Nukleare Entsorgung, Karlsruhe
 Universität Karlsruhe, Institut für Mineralogie u. Geochemie, Karlsruhe
 Universität Karlsruhe, Werkstoffkunde I, Karlsruhe
 Universität-Gesamthochschule Kassel, Institut für Werkstofftechnik, Kassel
 University of Silesia, Institute of Physics, Katowice (PL)
 Christian-Albrechts-Universität Kiel, Institut für Anorganische Chemie, Kiel
 Christian-Albrechts-Universität Kiel, Institut für Exp. u. Angw. Physik, Kiel

Christian-Albrechts-Universität Kiel, Institut für Geowissenschaften, Kiel
Christian-Albrechts-Universität Kiel, Institut für Mineralogie, Kiel
Christian-Albrechts-Universität Kiel, Inst. f. Pflanzenernährung u. Bodenk., Kiel
Leibniz-Institut für Meereswissenschaften, IFM-GEOMAR, Kiel
University of Tennessee, Materials Science and Engineering, Knoxville (USA)
University of Pavol Jozef Safarik, Kosice (SK)
Kyiv National Taras Shevchenko University, Physics Faculty, Kyiv (UA)
Universität Leipzig, Fakultät f. Physik u. Geowissensch., Leipzig
Universität Leipzig, Institut für Experimentalphysik I, Leipzig
University of Leoben, Dep. of Physical Metallurgy Materials Testing, Leoben (AT)
Linköping University, Physics and Measurement Techn., Linköping (SE)
Universität Linz, Institut für Experimentalphysik, Linz (AT)
Universität Linz, Institut für Halbleiterphysik, Linz (AT)
Lawrence Livermore National Laboratory, Livermore (USA)
National Institute of Chemistry, Ljubljana (SI)
University of Ljubljana, Faculty of Mathematics and Physics, Ljubljana (SI)
University of Ljubljana, Jozef Stefan Institute, Ljubljana (SI)
City University London, Department of Radiography, London (UK)
University College London, London Centre for Nanotechnology, London (UK)
Los Alamos National Laboratory, Los Alamos (USA)
Lublin Catholic University, Department of Chemistry, Lublin (PL)
Maria Curie-Sklodowska University, Faculty of Chemistry, Lublin (PL)
BASF AG, Ludwigshafen
University of Lund, MAX-LAB, Lund (SE)
Ivan Franko National University of Lviv, Electronics Department, Lviv (UA)
Ivan Franko National University of Lviv, Physics Department, Lviv (UA)
Lviv Polytechnic National University, R D Center „Crystal“, Lviv (UA)
Haldor Topsøe AS, Research and Development, Lyngby (DK)
Technical University of Denmark, Department of Physics, Lyngby (DK)
CIEMAT, Fusion Materials Unit, Madrid (ES)
CSIC, Instituto de Estructura de la Materia, Madrid (ES)
CSIC, Ito. Ciencia y Tecnologia de Polimeros, Madrid (ES)
Johannes-Gutenberg-Universität Mainz, Institut f. Physikalische Chemie, Mainz
Johannes-Gutenberg-Universität Mainz, Institut für Biochemie, Mainz
Johannes-Gutenberg-Universität Mainz, Institut für Geowissenschaften, Mainz
Max-Planck-Gesellschaft, MPI für Polymerforschung, Mainz
University of Manchester, Institute of Science and Technology, Manchester (UK)
University of Maribor, Faculty of Mechanical Engineering, Maribor (SI)
Université de Provence, Madirel UMR 6121 CNRS, Marseille (FR)
Stanford Linear Accelerator Center, Menlo Park (USA)
Martin-Luther-Universität Halle, Institut für Werkstoffwissenschaft, Merseburg
Consiglio Nazionale delle Ricerche, Istituto per i Processi Chimico-Fisici, Messina (IT)
Universita di Milano Bicocca, Dipartimento di Scienza dei Materiali, Milano (IT)
International Atomic Energy Agency IAEA, Marine Environmental Lab., Monaco (MC)
Universita di Cagliari, Inst. di Fisica, Monserrato (IT)
University of Montpellier, IEM, Montpellier (FR)
AMLVI / AGFA, Mortsel (BE)
Academy of Sciences, Institute of Organic Chemistry, Moscow (RU)
Lomonossov University, Moscow (RU)

Moscow Engineering Physics Institute, Moscow (RU)
 Moscow State University, Physics Department, Moscow (RU)
 Russian Academy of Science, Lebedev Physical Inst., Moscow (RU)
 Russian Research Centre, Kurchatov Institute, Moscow (RU)
 Max-Planck-Gesellschaft, MPI für Kohlenforschung, Mülheim/Ruhr
 Ludwig-Maximilians-Universität Muenchen, Sektion Physik, Munich
 Ludwig-Maximilians-Universität München, Institut für Kristallographie, Munich
 Technische Universität München, Lehrst. für Techn. Elektrophysik, Munich
 Westfälische Wilhelms-Universität Münster, Physikalisches Institut, Münster
 Universite Notre Dame de la Paix Namur, Namur (BE)
 CNRS, Institut des Matériaux Jean Rouxel, Nantes (FR)
 University of Cyprus, Nicosia (CY)
 European Space Agency, ESTEC, Noordwijk (NL)
 Nova Gorica Polytechnic, Nova Gorica (SI)
 University of Nova Gorica, Nova Gorica (SI)
 Okayama University, Institute for Study of the Earth's Interior, Okayama (JP)
 Örebro University, Department of Clinical Medicine, Örebro (SE)
 Université Paris Sud, Orsay Cedex (FR)
 CNRS, RMN en Milieu Orienté, Orsay (FR)
 Laboratoire de Physique des Solides, Orsay (FR)
 Universität Osnabrück, Institut für Chemie, Osnabrück
 Universität Osnabrueck, Fachbereich Physik, Osnabrück
 Institute of Atomic Energy, Depart of Nuclear Methods in the Solid State, Otwock-Swierk (PL)
 University of Oxford, Laboratory of Molecular Biophysics, Oxford (UK)
 University of Oxford, Laboratory of Physiology, Oxford (UK)
 University of Oxford, Physical and Theoretical Chemistry Laboratory, Oxford (UK)
 Universität Paderborn, Fakultät f. Naturwissenschaften, Paderborn
 Università di Padova, Information Engineering, Padova (IT)
 Università di Padova, Nazionale per la Fisica della Materia, Padova (IT)
 Università di Palermo, Dip. to Scienze Fisiche ed Astronomiche, Palermo (IT)
 Università di Palermo, Dipartimento di Chimica Fisica, Palermo (IT)
 University of the Balearic Islands, Molecular Cell Biology and Biochem., Palma de Mallorca (ES)
 Ecole Nat. Supérieure de Chimie de Paris, Paris (FR)
 Universites Paris 6 et 7, Institut des Nanosciences de Paris, Paris (FR)
 ALFONSO XEL SABIO, Parla (Madrid) (ES)
 Centro Ricerche Portici, ENEA, Portici (IT)
 Geoforschungszentrum Potsdam, Potsdam
 Max-Planck-Gesellschaft, MPI für Kolloid- und Grenzflächenforschung, Potsdam
 Universität Potsdam, Institut für Geowissenschaften, Potsdam
 Universität Potsdam, Institut für Physik, Potsdam
 Istituto Trentino di Cultura, ITC-irst FCS-BEM, Povo, Trento (IT)
 Adam Mickiewicz University Poznan, Dept. of Magnetochemistry, Poznan (PL)
 Academy of Sciences, Institute of Microbiology, Prague (CZ)
 Charles University, KVOF, Prague (CZ)
 Czech Academy of Sciences, Department of Microbiology, Prague (CZ)
 Czech Academy of Sciences, Institute of Physics, Prague (CZ)
 Universität Regensburg, Institut für Physikal. Chemie, Regensburg
 Universität Regensburg, Polymerphysik, Regensburg
 Weizmann Institute of Science, Dept. of Materials and Interfaces, Rehovot (IL)

Weizmann Institute of Science, Dept. of Structural Chemistry, Rehovot (IL)
Fachhochschule Koblenz Rhein Ahr, Campus Remagen, Remagen
Chinese Academy of Sciences, Changchun Institute of Applied Chemistry, Renmin (CN)
Universita di Roma La Sapienza, Dip. di Fisica, Rome (IT)
Risoe National Laboratory, Fuel Cells and Solid State Chemistry Dept., Roskilde (DK)
Risoe National Laboratory, Materials Research Department, Roskilde (DK)
Risoe National Laboratory, Physics Department, Roskilde (DK)
Universität Rostock, Fachbereich Physik, Rostock
Univ. of California at Santa Barbara, Dept. of Chem. Eng. and Materials, Santa Barbara (USA)
Saskatchewan Research Council, Saskatoon (CA)
The University of Sheffield, Department of Engineering Materials, Sheffield (UK)
Ben Gurion University, Sheva (IL)
Universität Siegen, Fachbereich Physik, Siegen
Bulgarian Academy of Sciences, Nuclear Research Institute, Sofia (BG)
University of Southampton, School of Chemistry, Southampton (UK)
Karolinska Institutet, Physiology and Pharmacology, Stockholm (SE)
Max-Planck-Gesellschaft, MPI für Festkörperforschung, Stuttgart
Max-Planck-Gesellschaft, MPI für Metallforschung, Stuttgart
Universität Stuttgart, Biologisches Institut, Stuttgart
Universität Stuttgart, Inst. für Theoretische und Angewandte Physik, Stuttgart
Universität Stuttgart, Institut für Physikalische Chemie, Stuttgart
Universität Stuttgart, Institut für Physikalische Chemie II, Stuttgart
University of Tartu, Institute of Physics, Tartu (EE)
Aristotle University of Thessaloniki, School of Physics, Thessaloniki (GR)
Consiglio Nazionale delle Ricerche, IMAA, Tito Scalo (IT)
Ochanomizu University, Dept. of Physics, Tokyo (JP)
Centre Nationale de Recherche Scientifique, CEMES, Toulouse Cedex 4 (FR)
Centre Nationale de Recherche Scientifique, Lab. de Chimie de Coordin., Toulouse (FR)
Universität Tübingen, Institut für Angewandte Physik, Tübingen
National University of Mongolia, Physics Department, Ulan Bator (MN)
Universität Ulm, Abteilung für Experimentelle Physik, Ulm
Zentrum für Sonnenenergie- und Wasserstoff-Forschung (ZSW), Ulm
Swedish University of Agricultural Sciences, Uppsala (SE)
Uppsala University, Dept. of Cell and Molecular Biology, Uppsala (SE)
Uppsala University, Physics Institute, Uppsala (SE)
University of Utrecht, Debye Institute, Utrecht (NL)
University of Utrecht, Dept. of Inorganic Chemistry, Utrecht (NL)
Utsunomiya University, Department of Applied Chemistry, Utsunomiya (JP)
Ecole des Mines de Paris, Centre for Material Forming, Valbonne (FR)
Laboratoire Environnement et Mineralurgie, Vandoeuvre les Nancy (FR)
Université Henri Poincaré Nancy, Vandoeuvre les Nancy (FR)
Institut Francais du Petrol, Vernaison (FR)
Universite de Versailles St Quentin en Yvelines, Institut Lavoisier, Versailles (FR)
CSIRO, Victoria (AU)
Technische Universität Wien, Atominstitut Wien, Vienna (AT)
Universität Wien, Institut für Anorganische Chemie/Materialchemie, Vienna (AT)
Technische Universität Wien, Materials Science and Technology, Vienna (AT)
Universite Paris Nord, LPMTM-CNRS, Villetaneuse (FR)
CNRS, Inst. de Recherches sur la Catalyse, Villeurbanne (FR)

Paul-Scherrer-Institut, Allgemeine Energieforschung, Villigen (CH)
Paul-Scherrer-Institut, Laboratory for Neutron Scattering, Villigen (CH)
CLRC, Daresbury Laboratory, Warrington (UK)
Institute of Electronic Materials Technology, Warsaw (PL)
Military University of Technology, Inst. of Optoelectronics, Warsaw (PL)
Polish Academy of Science, High Pressure Research Center, Warsaw (PL)
Polish Academy of Science, Institute of Physics, Warsaw (PL)
Warsaw University of Technology, Faculty of Physics, Warsaw (PL)
Warsaw University of Technology, Materials Science and Engineering, Warsaw (PL)
Warsaw University, Faculty of Geology, Warszawa (PL)
Polish Academy of Science, Institute of Low Temp. + Struct. Research, Wroclaw (PL)
Wroclaw University, Faculty of Chemistry, Wroclaw (PL)
Bergische Universität Wuppertal, Fachbereich Physik, Wuppertal
Fraunhofer-Institut für Silikatforschung, Würzburg
Universität Würzburg, Institut für Anorganische Chemie, Würzburg
Universität Würzburg, Institut für Mineralogie, Würzburg
Universität Würzburg, Institut für Physikalische Chemie, Würzburg
Universität Würzburg, Physikalisches Inst., Würzburg
ZAE Bayern, Funktionsmaterialien der Energietechnik, Würzburg
Universidad Zaragoza, Instituto de Ciencia de Materiales de Aragón, Zaragoza (ES)
ETH Zürich, Dept. of Environmental Sciences, Zurich (CH)
ETH Zürich, Institute for Chemical- and Bioengineering, Zurich (CH)
ETH Zürich, Laboratory for Technical Chemistry, Zurich (CH)
ETH Zürich, Computer Vision Laboratory, Zurich (CH)
ETH Zürich, Dep. Informationstechnologie und Elektrotech., Zurich (CH)
ETH Zürich, Department of Materials, Zurich (CH)



Forschung Teilchenphysik

Inhalt

H1-Experiment	57
ZEUS-Experiment	69
HERMES-Experiment	83
HERA-B-Experiment	95
ATLAS-Experiment	99
CMS-Experiment	105
Astroteilchenphysik	109
Theoretische Physik	115
Aktivitten in Hamburg	115
Aktivitäten in Zeuthen	127
Aktivitäten am NIC	131
International Linear Collider	135
Forschung Linearbeschleuniger-Technologien	153

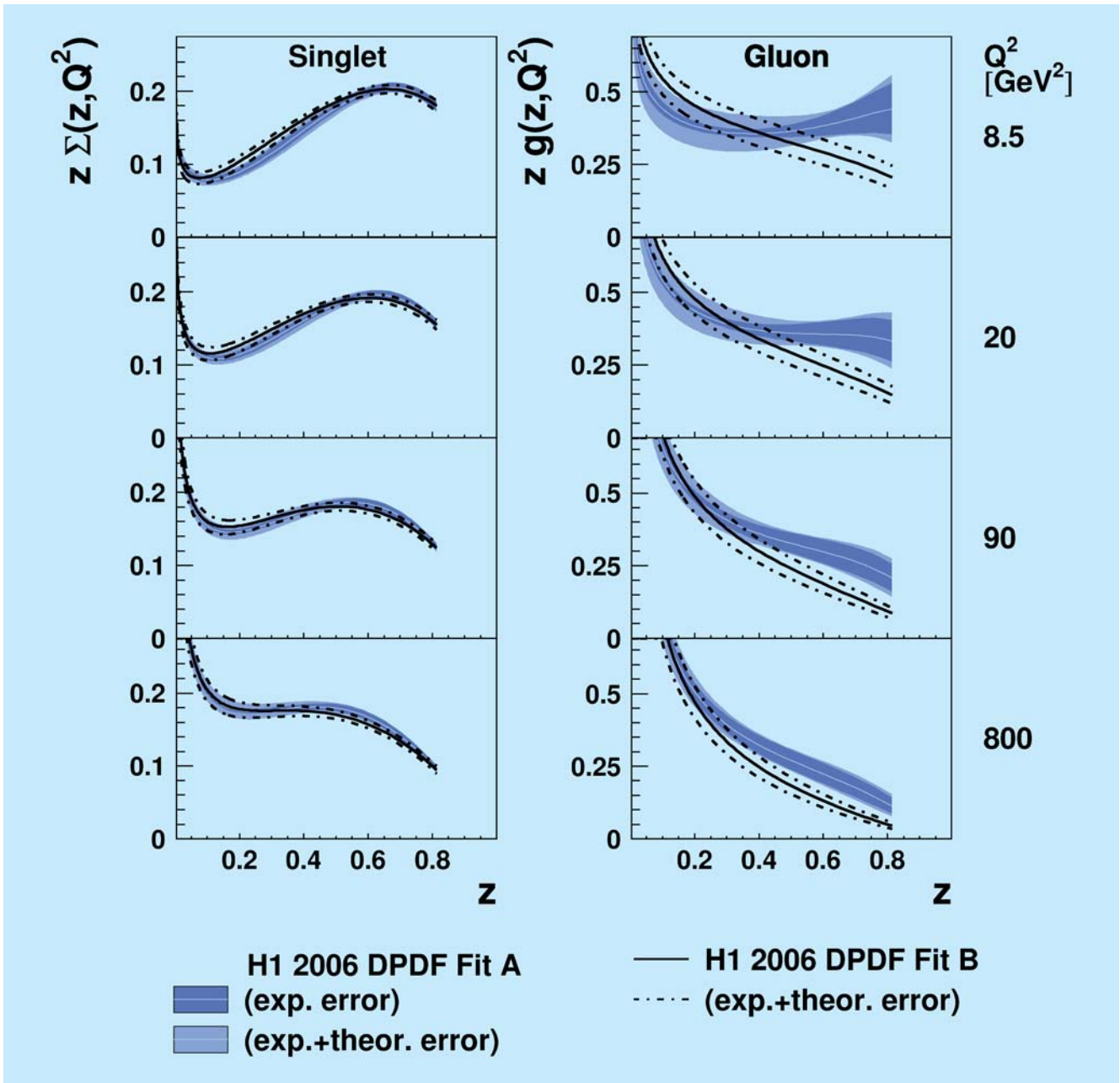


Abbildung 15: Diffraktive Quarksinglet- und Gluon-Dichteverteilungen als Funktion des Partonimpulsanteils, z , für verschiedene Werte von Q^2 , wie sie sich aus zwei unterschiedlichen NLO QCD Fits an die Messergebnisse des diffraktiven Wirkungsquerschnitts ergeben. Die beiden Fits A und B unterscheiden sich in der gewählten Form der Parametrisierung der diffraktiven Parton-Dichteverteilungen, siehe Text auf Seite 63.

H1-Experiment

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

Sprecher: M. Klein, DESY (bis August 2006); C. Vallée, CPPM Marseille, Frankreich (ab August 2006)

HERA und die H1 Kollaboration konnten im Jahr 2006 wieder einen neuen Rekord in der Luminosität erzielen. Insgesamt wurden für Physikanalysen Daten aufgezeichnet, die einer integrierten Luminosität von 150 pb^{-1} entsprechen. Dies ist eine Steigerung gegenüber dem bislang erfolgreichsten Jahr 2005 um 25%. In der ersten Jahreshälfte wurde der im Herbst 2004 begonnene HERA-Betrieb mit Elektronen fortgesetzt, sodass nun mit insgesamt etwa 180 pb^{-1} eine mehr als zehnmal größere e^-p -Statistik für Physikanalysen zur Verfügung steht als bei HERA I. Im Juli wurde HERA nach einer kurzen Unterbrechung wieder auf den Betrieb mit Positronen umgestellt. Der Wiederanlauf erfolgte problemlos, sodass H1 in der zweiten Jahreshälfte $90 \text{ pb}^{-1} e^+p$ -Daten aufzeichnen konnte.

Die Effizienz der H1-Datennahme konnte im Laufe des Jahres kontinuierlich verbessert werden und erreichte in den letzten Monaten regelmässig Werte um 85%. Alle Detektorkomponenten, einschließlich der drei Ende 2005 wieder eingebauten Siliziumdetektoren (FST, BST und CST) liefen sehr zuverlässig und der schon im Jahr 2005 zu großen Teilen installierte Jet-Trigger wurde erfolgreich in Betrieb genommen.

Die durch Verwendung der dritten Triggerstufe des Fast Track Triggers (FTT L3) gewonnene Flexibilität konnte dazu genutzt werden, die für die Datennahme verwendete Triggerzusammensetzung weiter zu optimieren.

Parallel zur Datennahme wurde das Verständnis der Detektorsystematik und der Kalibration weiter verbessert. Zudem wurden Maßnahmen getroffen, die es erlauben, den Zeitaufwand für eventuelle Wiederholungen der gesamten Datenrekonstruktion auf ein Viertel zu reduzieren. Für die Rechenzeit-intensive Massenproduktion von Monte Carlo Ereignissen werden von H1 inzwischen überwiegend CPU Ressourcen des GRID genutzt. Hier kann H1 auf 5 Computerzentren zurückgreifen, die im Rahmen des GRID zur Verfügung stehen. Die nach Abschluss der Datennahme veränderten Anforderungen im Bereich der Datenverarbeitung wurden in einer Neuauflage des im Jahre 2000 erstellten Dokuments zur H1 Computing Strategie zusammengefasst.

Von den insgesamt 11 im Berichtsjahr veröffentlichten H1-Publikationen sind insbesondere zwei Analysen im Bereich der Diffraktion hervorzuheben, die eine erheblich verbesserte Messung der diffraktiven Partondichten

erlaubten. Die anderen Papiere behandeln weitere Themen im Bereich der Quantenchromodynamik (QCD), zur Photonstruktur und der Produktion von schweren Quarks, sowie Suchen nach Physik jenseits des Standardmodells. Darüberhinaus wurden H1 Resultate in mehr als 120 Vorträgen von Mitgliedern der Kollaboration auf zahlreichen Konferenzen und Workshops vorgestellt. Zu der in diesem Jahr in Moskau stattgefundenen Sommerkonferenz (ICHEP06) wurden von der H1 Kollaboration neben vielen weiteren Beiträgen 29 völlig neue Analysen eingereicht. Erwähnenswert ist, dass zum erstenmal auch ein Beitrag gemeinsam von H1 und ZEUS verfasst wurde, in dem die Resultate beider Kollaborationen zur Interferenz der schwachen und der elektromagnetischen Wechselwirkung bei hohen Impulsüberträgen kombiniert wurden, um eine möglichst genaue Bestimmung der durch die Valenzquarks dominierte Strukturfunktion xF_3 zu ermöglichen. Zudem ermöglichte die Kombination der Daten die erste Beobachtung der Paritätsverletzung für den Neutralen Strom für Distanzen bis hinab zu 10^{-18} m. Verstärkte Zusammenarbeit mit der ZEUS Kollaboration findet auch auf anderen Gebieten der HERA Physik statt. Mittlerweile wurden fünf H1-ZEUS übergreifende Arbeitsgruppen gebildet, deren Aufgabe es ist, die Kombination der gesamten HERA Daten optimal vorzubereiten. Zudem wurde innerhalb von H1 eine neue Arbeitsgruppe eingesetzt, die alle Analysen zur Extraktion von Partondichten und anderen Physikparametern aus den Daten auf eine gemeinsame Basis stellen soll.

Bereits im Herbst 2005 hat H1 sein Interesse bekundet, einen Teil der in 2007 verbleibenden Betriebszeit für Messungen bei reduzierter Protonenergie zu verwenden, um die longitudinale Strukturfunktion des Protons, F_L , modellunabhängig zu bestimmen. In den vergangenen Monaten wurden die vorbereitenden Studien für solch eine Messung sowohl von HERA als auch von H1 erfolgreich fortgesetzt.

Das Forschungsprogramm von H1, das auch nach Ende der aktiven Datennahme auf mehrere Jahre angelegt ist, zieht weiterhin neue Gruppen an. Im Berichtsjahr sind zwei weitere Institute von der H1 Kollaboration als neue Mitglieder aufgenommen worden.

Der H1-Detektor

Datennahme

Nach der Wartungsperiode zum Jahreswechsel begann das H1-Experiment im Februar 2006 mit seiner bisher längsten Datennahmeperiode. Mit Ausnahme der kurzen Unterbrechung beim Wechsel von Elektron- auf Positron-Betrieb Mitte des Jahres, wurde der Detektor kontinuierlich betrieben, und es ist geplant ohne weitere Wartungsperioden bis Mitte 2007 Daten aufzuzeichnen.

Das Jahr 2006 war das erfolgreichste Jahr für HERA und H1, nicht nur in Hinsicht auf die aufgezeichnete Datenmenge sondern auch bezüglich der Datenqualität. Von den von HERA produzierten 200 pb^{-1} kann H1 insgesamt 150 pb^{-1} für Physikanalysen verwenden. Dies bedeutet eine Steigerung der Datenmenge um 25% im Vergleich zum bisher besten Jahr 2005.

In der ersten Hälfte des Jahres wurde die Aufzeichnung von e^-p Kollisionen fortgesetzt und H1 akkumulierte in diesem Betriebsmodus fast 60 pb^{-1} . Damit steht H1 für die Physikanalyse eine e^-p Datenmenge von insgesamt 180 pb^{-1} zur Verfügung. Nach der Umstellung von HERA auf Positron-Betrieb konnte H1 ab Juli bis Ende 2006 etwa 90 pb^{-1} an e^+p Kollisionen aufzeichnen.

Dank der verbesserten HERA Betriebsbedingungen und einer Reihe von Verbesserungen im Bereich der H1 Trigger- und Auslesesysteme sowie der Steuerung der Hochspannungsversorgung konnte die Gesamteffizienz der Datennahme in den letzten Monaten auf etwa 85% gesteigert werden.

Die Richtung der longitudinalen Leptonpolarisation wurde in dieser Datenperiode sowohl für den e^-p als auch für den e^+p Betrieb jeweils einmal gewechselt, um in beiden Datensätzen möglichst ausgeglichene Datenmengen für beide Ausrichtungen zu erhalten.

Reparaturen und Erweiterungen

Der Wiedereinbau der reparierten, bzw. neu aufgebauten Siliziumdetektoren (FST, CST, BST) in der War-

tungsperiode 2005/2006 erforderte ein kurzes Öffnen des Strahlvakuums in der H1 Region. Durch frühzeitiges Abpumpen war das Vakuum bereits bei Beginn der Datennahme im Februar 2006 gut genug, um einen effizienten Betrieb von H1 zu ermöglichen, und hatte schon Ende März seinen Sollwert wieder erreicht.

Um die Stabilität der Datennahme weiter zu erhöhen, wurde für die Auslese der Siliziumdetektoren der optische Ring durch ein schon in der zentralen Datennahme von H1 bewährtes, auf Ethernet basierendes Datennahmesystem ersetzt.

Weitere Wartungsarbeiten betrafen die innere zentrale Proportionalkammer (CIP) und das rückwärtige Kalorimeter (Spacal), was ebenfalls zu einer Verbesserung der Datennahmeeffizienz und der Datenqualität führte.

Ein im Juni 2006, unmittelbar vor dem Wechsel auf den Positronbetrieb, durch Synchrotronstrahlung verursachtes Vakuumleck erforderte die Rücknahme einer im Jahr 2002 vorgenommenen Modifikation des Strahlrohres im Abstand von 6 Metern von H1. In der neuen Konfiguration kann nicht mehr ausgeschlossen werden, dass Abweichungen des Positronorbits vom Sollwert zur Rückstreuung eines erheblichen Teils der direkten Synchrotronstrahlung in das Experiment führen. Um eine mögliche Schädigung von Detektorkomponenten zu vermeiden, musste daher ein automatischer Strahldump implementiert werden. Dies konnte innerhalb kurzer Zeit durch die Verwendung der Signale von zwei unabhängigen Strahlungsmonitoren von H1 realisiert werden.

Im Laufe des Jahres wurden die neuen Elemente des H1 Triggersystems in den Routinebetrieb eingebunden. Die letzte Stufe des Fast Track Triggers (FTT L3) wurde einerseits dazu eingesetzt, die Selektivität vorhandener Trigger zu steigern, und erlaubte andererseits, qualitativ neuartige Trigger zu etablieren. Darüber hinaus wurde der bereits im letzten Jahr installierte Jet-Trigger zur weiteren Optimierung der Triggerzusammensetzung verwendet. Im Hinblick auf die geplante Datennahme bei einer reduzierten Protonenergie von 460 GeV für die Messung der longitudinalen Strukturfunktion F_L wurde ein auf den Signalen von CIP, BST und Spacal basierender neuer Trigger gebaut, installiert und in Betrieb

genommen. Dieser Spacal-Topologische-Trigger (STT) verwendet programmierbare Triggerlogik, um topologische Signaturen in den drei Detektoren zu erkennen und auf diese Weise Untergrund zu verwerfen, was zu einer besseren Ausnutzung der für die Datenübertragung vorhandenen Bandbreite führt.

Physikergenergebnisse

Quantenchromodynamik

Eine der Veröffentlichungen beinhaltet die Analyse von Zweijet-Ereignissen in der Photoproduktion. In Photoproduktionsprozessen kann das Photon nicht nur als punktförmiges Objekt (*direktes Photon*) an der harten Wechselwirkung teilnehmen, sondern fluktuiert mit einer bestimmten Wahrscheinlichkeit vorher in einen hadronischen Zwischenzustand (*aufgelöstes Photon*). Jets mit hohem Transversalimpuls können sowohl durch eine direkte Wechselwirkung eines Partons aus dem Proton mit dem nahezu reellen Photon, als auch mit einem Parton aus dem aufgelösten Photon erzeugt werden. Die Partonen können hier sowohl Quarks als auch Gluonen sein. Der Wirkungsquerschnitt für die Zweijet-Produktion kann in perturbativer QCD berechnet werden und seine Messung liefert die Möglichkeit, die Partondichten (PDF's) von Proton und Photon zu bestimmen.

Es wurden Daten der Jahre 1999 und 2000 entsprechend einer Luminosität von 67 pb^{-1} untersucht. In der Analyse wurden mindestens zwei Jets mit wenigstens 25 (15) GeV transversaler Energie verlangt. Aus der Kinematik der Jets können die relativen Impulsbruchteile x_γ und x_p der an dem harten Streuprozess beteiligten Partonen des Photons bzw. Protons bestimmt werden. Wirkungsquerschnitte wurden als Funktion dieser Variablen gemessen und mit den Vorhersagen von zwei unterschiedlichen QCD-Modellen verglichen. Im ersten Modell wird der harte Streuprozess in niedriger Ordnung berechnet und Effekte höherer Ordnung durch Partonschauer simuliert. Im Gegensatz hierzu wird in dem zweiten Modell das Matrixelement in nächstführender Ordnung berechnet. In Abbildung 16

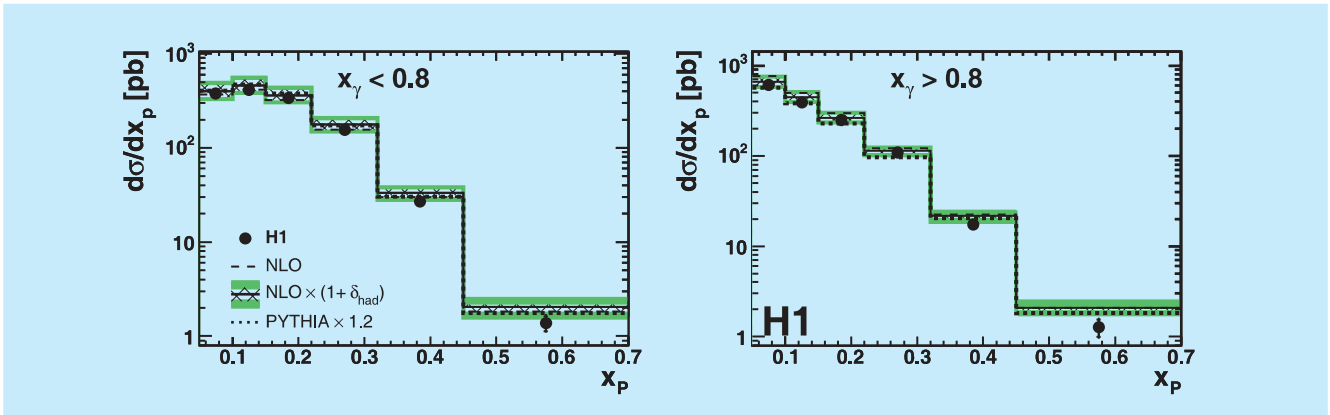


Abbildung 16: Wirkungsquerschnitt für Zweijet-Photoproduktion als Funktion von x_p für zwei Bereiche von x_γ verglichen mit den Vorhersagen zweier QCD-Rechnungen.

wird der Wirkungsquerschnitt als Funktion von x_p für zwei Bereiche von x_γ gezeigt und mit der Erwartung verglichen. Sowohl im Bereich direkter Photonwechselwirkung ($x_\gamma > 0.8$) als auch im Fall aufgelöster Photonstruktur ($x_\gamma < 0.8$) beschreiben beide QCD Rechnungen die Daten gut. Die gute Beschreibung auch anderer, hier nicht gezeigter kinematischer Variablen ist in Übereinstimmung mit unseren Vorstellungen von der Partonstruktur des Protons und der des ausgetauschten Photons und bestätigt unser Verständnis des harten Streuprozesses.

Physik schwerer Quarks

Dem Nachweis schwerer Quarks bei HERA (Charm und Beauty) kommt besondere Bedeutung zu, da bei der Berechnung der Wirkungsquerschnitte schon allein durch die große Quarkmasse eine harte Skala vorhanden ist. Daher sind Rechnungen der perturbativen QCD anwendbar, die experimentell überprüft werden können. Auch in diesem Jahr beschäftigen sich mehrere Veröffentlichungen mit diesem zentralen Thema der HERA Physik. In vorherigen Analysen, über die in den vergangenen Jahren schon berichtet wurde, konnte bereits demonstriert werden, dass bei HERA der dominante Prozess zur Erzeugung schwerer Quarks die Photon-Gluon Fusion ist. Unter Verwendung der HERA I Daten von ca. 50 pb^{-1} konnten nun weitere detailliertere Untersuchungen angestellt werden. In

zwei der Analysen wird die Rekonstruktion von D^* -Mesonen über den Zerfallskanal $D^* \rightarrow D^0 \pi \rightarrow K \pi \pi$ verwendet, um Charm-Ereignisse zu selektieren. Dank der um einen Faktor fünf gegenüber früheren Analysen verbesserten Statistik sind bei der ersten der beiden Veröffentlichungen über Ereignisse der Photoproduktion die experimentellen Fehler für inklusive D^* -Wirkungsquerschnitte erheblich kleiner als die Fehler der NLO Rechnung. In den differentiellen Verteilungen werden zum Teil erhebliche Unterschiede zwischen Daten und Vorhersagen beobachtet. Die größere Statistik erlaubt es, Ereignisse zu studieren, die neben dem D^* mindestens einen Jet enthalten. Diese zusätzliche Bedingung erhöht die Sensitivität gegenüber höheren Ordnungen der QCD und bietet die Möglichkeit, zwischen unterschiedlichen theoretischen Vorhersagen zu unterscheiden. Aus den unterschiedlichen Polarwinkelabhängigkeiten der D^* -Mesonen und der Jets lässt sich schliessen, dass diese Jets mit hoher Wahrscheinlichkeit von Gluonen oder leichten Quarks verursacht werden.

Zusätzliche Information erhält man aus der Winkelkorrelation in der transversalen Ebene. In niedrigerer Ordnung erwartet man, dass die beiden Quarks mit einer Winkeldifferenz $\Delta\phi = 180^\circ$ emittiert werden. Da das D^* -Meson und der Jet die ursprüngliche Richtung der Quarks in guter Näherung beibehalten, liefert der Verlauf der $\Delta\phi(D^*, \text{jet})$ -Verteilung wichtige Hinweise auf die Größe von Beiträgen höherer Ord-

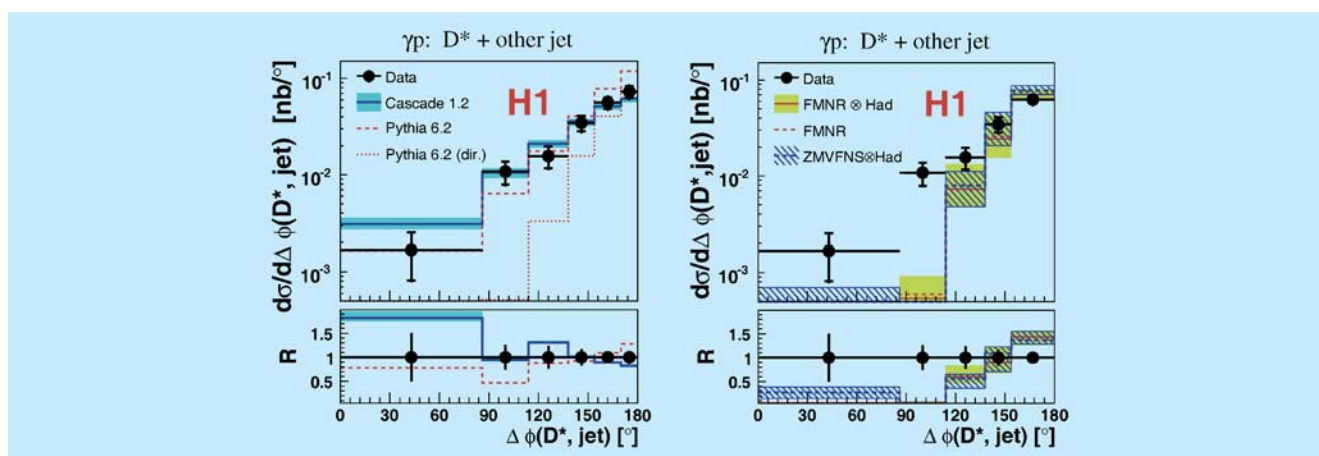


Abbildung 17: Vergleich des gemessenen $D^* + \text{jet}$ Photoproduktions-Wirkungsquerschnitts als Funktion von $\Delta\phi(D^*, \text{jet})$ mit den Vorhersagen von Monte Carlo Programmen (links) und mit NLO Rechnungen (rechts). Im unteren Teil der Figur ist jeweils das Verhältnis von gemessenem zu vorhergesagtem Wirkungsquerschnitt gezeigt.

nung. Abbildung 17 zeigt den gemessenen Wirkungsquerschnitt als Funktion von $\Delta\phi(D^*, \text{jet})$ im Vergleich zu verschiedenen Monte Carlo Vorhersagen und zu Rechnungen in nächst führender Ordnung. Die Abweichungen der Vorhersage des Monte Carlo Programms CASCADE von den Daten zeigen, dass die in diesem Ansatz verwendete unintegrierte Gluondichte den Bereich großer Transversalimpulse k_t etwas überschätzt. Auf der anderen Seite unterschätzen die vorhandenen NLO-Rechnungen den Bereich $\Delta\phi(D^*, \text{jet}) < 120^\circ$ beträchtlich, was auf das Vorhandensein von zusätzlicher harter QCD-Strahlung hinweist. Für Ereignisse, die neben dem D^* zwei Jets enthalten, kann der Anteil des Photonimpulses x_γ^{obs} , der am harten Streuprozess teilnimmt, bestimmt werden. Es zeigt sich, dass in dem Bereich $x_\gamma^{\text{obs}} < 0.6$, in dem aufgelöste Photonen und andere Effekte höherer Ordnung eine Rolle spielen, alle Rechnungen zu kleine Wirkungsquerschnitte liefern.

Die andere erwähnte Veröffentlichung dehnt die Studien von Zweijet-Ereignissen, die ein D^* enthalten, zum ersten Mal auf den Bereich der tief-inelastischen Streuung, $2 \leq Q^2 \leq 100 \text{ GeV}^2$ aus. Der Vergleich der gemessenen Verteilung des azimuthalen Öffnungswinkels zwischen den beiden Jets mit den theoretischen Vorhersagen führt zu sehr ähnlichen Schlussfolgerungen wie im oben diskutierten Fall der Photoproduktion.

Hingegen wird in dieser Analyse die x_γ^{obs} -Abhängigkeit des Wirkungsquerschnittes im Rahmen der Fehler gut vorhergesagt, sodass es hier keine Notwendigkeit für zusätzliche aufgelöste Photon-Beiträge gibt, die über die schon in den NLO-Rechnungen vorhandenen hinausgehen.

Eine dritte Analyse nutzt eine schon mehrfach erfolgreich verwendete, auf der endlichen Lebensdauer der schweren Quarks basierende Technik zur Bestimmung von differentiellen Charm und Beauty Wirkungsquerschnitten für Ereignisse mit zwei Jets in der Photoproduktion. Mit der hohen Präzision des zentralen Siliziumdetektors von H1 (CST) lassen sich schwere Quarks enthaltende Teilchen daran erkennen, dass sie wegen der größeren Lebensdauer nicht schon am Erzeugungsort, dem ep Wechselwirkungspunkt, sondern erst nach einer Strecke von einigen $100 \mu\text{m}$ zerfallen. Während die auf diese Weise bestimmten Charm-Wirkungsquerschnitte gut mit den NLO-Vorhersagen übereinstimmen, liegt der totale Beauty-Wirkungsquerschnitt etwa einen Faktor 2 über der Erwartung, wobei sich die Diskrepanz im Bereich $x_\gamma^{\text{obs}} < 0.85$, wo aufgelöste Photonen eine größere Rolle spielen, noch etwas verstärkt (siehe Abbildung 18 links). In der durch direkte Prozesse dominierten Region, $x_\gamma^{\text{obs}} > 0.85$, stimmen die relativen Beiträge von

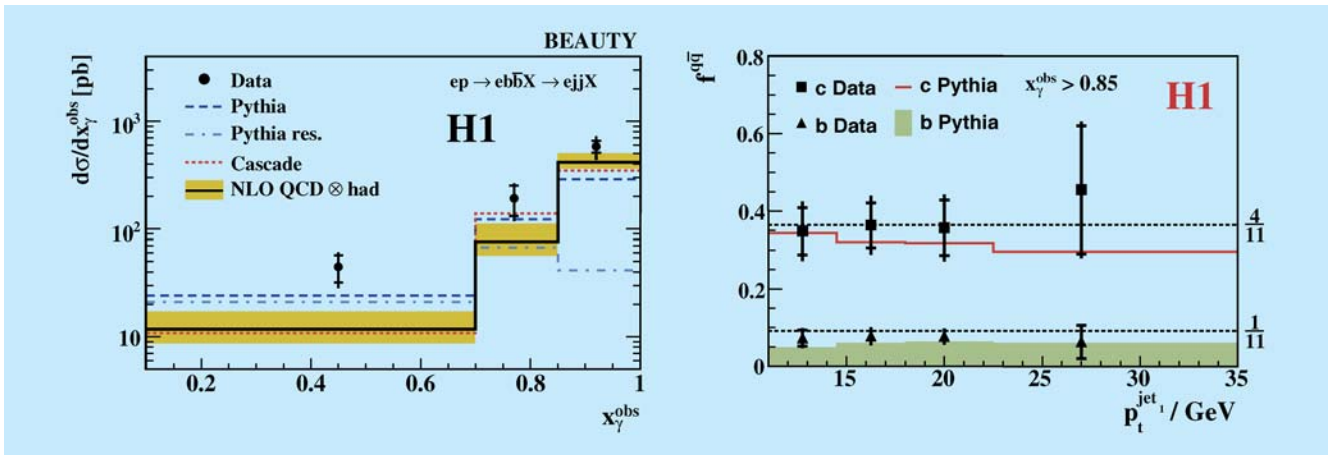


Abbildung 18: Vergleich des gemessenen Photoproduktions-Wirkungsquerschnitts für Zweijet-Ereignisse mit Beauty als Funktion von x_γ^{obs} mit den Vorhersagen von Monte Carlo Programmen und NLO Rechnungen (links). Relativer Anteil von schweren Quarks als Funktion des Jet-Transversalimpulses im Bereich $x_\gamma^{\text{obs}} > 0.85$ (rechts).

Charm und Beauty Ereignissen sehr gut mit der naiven Erwartung für den direkten Photon-Gluon Fusionsprozess überein. Dies ist im rechten Teil der Abbildung 18 zu sehen, wo das Verhältnis für Charm und Beauty als Funktion des Jet-Transversalimpulses dargestellt ist und mit der naiven, sich aus den Quarkladungen ergebenden Erwartung und der Monte Carlo Vorhersage verglichen wird.

Diffraktion

Schon in den frühen HERA Daten wurde eine spezielle Klasse von Ereignissen beobachtet, welche in der Richtung des auslaufenden Protons eine Lücke im Teilchenfluss (*rapidity gap*) zwischen den auslaufenden Protonfragmenten und dem hadronischen Endzustand aufweisen. Solche Ereignisse können dadurch erklärt werden, dass ein farb-neutrales Objekt zwischen dem bei der Elektronstreuung emittierten Photon und dem Proton ausgetauscht und dabei ein hadronisches System erzeugt wird. Die detaillierte Untersuchung dieser Ereignisse gibt Aufschluss über die Struktur des ausgetauschten farb-neutralen Objektes, welches als Pomeron bezeichnet wird.

Einer der einfachsten diffraktiven Prozesse bei HERA ist die Produktion von ρ -Mesonen ($ep \rightarrow epY$), wobei mit Y das auslaufende Proton oder ein angeregter Zustand kleiner Masse bezeichnet wird. Durch Messung des auslaufenden Elektrons und der Zerfallsprodukte des ρ -Mesons ist die Kinematik des Prozesses vollständig bestimmt. Die Reaktion wurde im Bereich der Photoproduktion untersucht, d. h. das Elektron wird unter kleinem Winkel gestreut und das ausgetauschte Photon ist damit quasi reell ($Q^2 \sim 0$). Für das Quadrat des Viererimpulsübertrages auf das Proton, t , wurden jedoch hohe Werte ($1.5 < t < 10 \text{ GeV}^2$) untersucht.

Theoretisch kann man den Prozess derart beschreiben, dass das ausgetauschte Photon in ein Zweiquarksystem fluktuiert, das sich über den Pomeron-Austausch mit dem Proton in ein ρ Meson verwandelt. Die in diesem Experiment erreichten relativ hohen Werte von t erlauben es, den Prozess störungstheoretisch im Rahmen der QCD zu berechnen. In führender Ordnung wird ein farb-neutraler Gluonpaar ausgetauscht. In höheren Ordnungen geschieht der Austausch über Gluonleitern, welche theoretisch im Rahmen der BFKL Entwicklung beschrieben werden können. Die gemessenen Wirkungsquerschnitte werden als Funktion von t gut

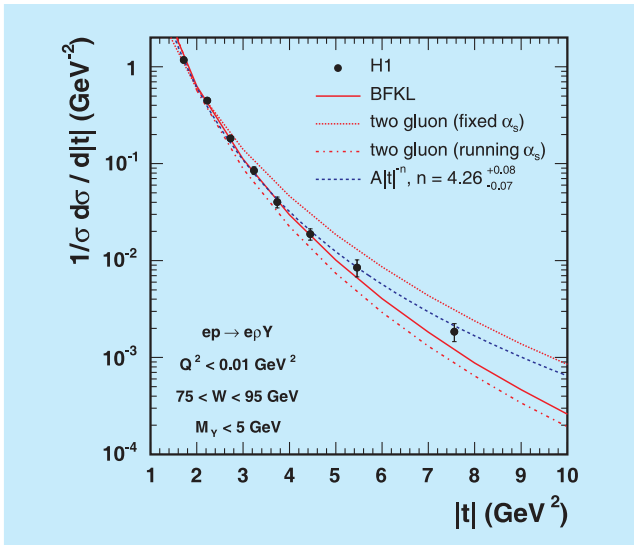


Abbildung 19: Die t -Abhängigkeit des Wirkungsquerschnitts des Prozesses $ep \rightarrow epY$ verglichen mit verschiedenen Vorhersagen der QCD.

von den QCD-Rechnungen beschrieben, insbesondere durch den BFKL Ansatz, wie in Abbildung 19 dargestellt ist.

Ein weiterer interessanter Aspekt dieser einfachen diffraktiven Reaktion ist die Übertragung der Helizität des ausgetauschten Photons auf das Vektormeson ρ . Das quasi reelle Photon hat nur zwei mögliche Helizitätszustände ($h = +1, -1$), während das ρ -Meson auf Grund seiner Masse in drei Helizitätszuständen $h = (+1, 0, -1)$ auftreten kann. Durch Messung der Winkelverteilungen der ρ -Produktion und des ρ -Zerfalls kann bestimmt werden, welche der theoretisch möglichen Werte für den Helizitätstransfer ($\Delta h = 0, 1, 2$) tatsächlich auftreten. Die Messungen ergeben, dass im Gegensatz zur Erzeugung von schweren Vektormesonen (wie des J/Ψ) beim ρ signifikante Beiträge von $\Delta h = 1$ und 2 vorhanden sind, was als Nicht-Erhaltung der s -Kanal-Helizität bezeichnet wird. Obwohl dies in den QCD-Modellen prinzipiell erlaubt ist, ergeben die Rechnungen quantitativ keine Übereinstimmung mit der gemessenen Größe der helizitätsverletzenden Beiträge. Es zeigt sich daher, dass die QCD-Modelle trotz der befriedigenden Beschreibung der t -Verteilung noch nicht

alle Aspekte der diffraktiven Prozesse beschreiben können.

In zwei weiteren Veröffentlichungen wurden diffraktive Streuprozesse inklusiv untersucht, d. h. es wurde dabei keine bestimmte Reaktion, wie z. B. bei der oben beschriebenen Messung, festgelegt. Die so bestimmten inklusiven diffraktiven Wirkungsquerschnitte $\sigma_r^{D(3)}(x, Q^2, x_p)$ bzw. $\sigma_r^{D(4)}(x, Q^2, x_p, t)$ hängen nicht nur von den Variablen x und Q^2 , sondern auch noch von den zusätzlichen diffraktiven Variablen x_p und t ab. Hierbei gibt x_p den Impulsanteil des Pomerons am Protonimpuls an.

In der ersten Veröffentlichung wurden diffraktive Ereignisse durch eine Lücke im Teilchenfluss (*rapidity gap*) identifiziert und der Wirkungsquerschnitt als Funktion von x , Q^2 und x_p im Bereich $3.5 < Q^2 < 1600 \text{ GeV}^2$ gemessen. Der Impulsübertrag t konnte in dieser Analyse nicht bestimmt werden. Die Abhängigkeit des Wirkungsquerschnittes von x_p wird durch $x_p^{-\alpha(t)}$ parametrisiert, mit $\alpha(t) = \alpha(0) + \alpha' t$, in Analogie zur Beschreibung von Messungen diffraktiver Ereignisse in Proton-Proton Wechselwirkungen. Der hier von H1 in tief-inelastischer diffraktiver Wechselwirkung gemessene Wert $\alpha(0) = 1.118 \pm 0.008$ liegt deutlich über dem Wert von $\alpha(0) = 1.08$ aus der Proton-Proton Streuung. Der höhere Wert kann als ein Beitrag von harter Wechselwirkung zum nicht-perturbativen Pomeron interpretiert werden.

Die Messung des inklusiven Wirkungsquerschnittes $\sigma_r^{D(3)}(x, Q^2, x_p)$ kann dafür benutzt werden, die partonische Struktur der diffraktiven Streuung zu untersuchen. Ähnlich wie im nicht-diffraktiven Fall gibt es auch für diffraktive Wirkungsquerschnitte einen Faktorisierungsansatz, der besagt, dass sich der Wirkungsquerschnitt als Faltung einer prozessunabhängigen Partondichteverteilung mit dem Matrixelement des Streuprozesses beschreiben lässt. Aus dem gemessenen Wirkungsquerschnitt $\sigma_r^{D(3)}(x, Q^2, x_p)$ wird die Partondichteverteilung im Pomeron mit Hilfe der DGLAP Entwicklung bestimmt. Die genauen Messungen erlauben zum ersten Mal auch eine Abschätzung der Unsicherheiten der Parametrisierung der Partondichteverteilungen. In Abbildung 15 ist die Quark- und

Gluon-Dichteverteilung als Funktion des Partonimpulsanteils z für verschiedene Werte von Q^2 und zwei verschiedene Parametrisierungsansätze gezeigt.

Es ist deutlich zu sehen, dass beide Parametrisierungen der Quarkverteilungen sehr ähnlich sind, da der inklusive Wirkungsquerschnitt σ_r^D direkt von ihnen abhängt. Demgegenüber unterscheiden sich die nur indirekt aus der Skalenverletzung bestimmten Gluonverteilungen im Bereich großer Werte von z erheblich. Um die Sensitivität auch in diesem Bereich zu erhöhen müssen weniger inklusive Daten, wie z. B. die Messung von diffraktiven Zweijet-Ereignissen hinzugezogen werden.

In der zweiten Analyse wurden diffraktive Ereignisse über den direkten Nachweis des gestreuten Protons im *Forward Proton Spectrometer* (FPS) gemessen. Die Luminosität von 28.4 pb^{-1} mit Signalen im FPS (aufgenommen 1999 und 2000) ist wesentlich kleiner als die der *rapidity gap* Methode. Allerdings erlaubt der Nachweis des gestreuten Protons im FPS auch die Bestimmung des Impulsübertrages t und damit auch die Messung von $\sigma_r^{D(4)}(x, Q^2, x_p, t)$. Während mit der *rapidity gap* Methode nicht unterschieden werden kann, ob das Proton intakt bleibt oder dissoziiert und ein System kleiner Masse M_Y bildet, erlaubt die FPS-Analyse durch den Protonnachweis eine eindeutige Identifikation diffraktiver Ereignisse. Die Messung des differentiellen Wirkungsquerschnittes $\frac{d\sigma}{dx_p dt}$ im Bereich von $2 < Q^2 < 50 \text{ GeV}^2$ und $x_p < 0.1$ erlaubt die Bestimmung der Pomeron-Trajektorie $\alpha(t) = \alpha(0) + \alpha' t$. Der Wert α' bestimmt das sogenannte *Shrinkage*, welches besagt, dass die Breite der t -Verteilung mit wachsender Energie des sekundären Protons, d. h. mit abnehmendem x_p , abnimmt. Dies ist ein typischer Effekt aus der weichen Hadron-Hadron Streuung. Sind hingegen perturbative Prozesse von entscheidender Bedeutung, erwartet man kein *Shrinkage*, also $\alpha' \rightarrow 0$. Die hier vorgestellte Messung ergibt $\alpha' = 0.02 \pm 0.014_{-0.09}^{+0.21}$ für den Bereich $0.0009 < x_p < 0.0094$. Dieser Wert ist kleiner als der Wert $\alpha' = 0.25$ aus weicher Hadron-Hadron Streuung, allerdings im Rahmen der systematischen Unsicherheiten noch damit verträglich. Der gemessene Wirkungsquerschnitt $\sigma_r^{D(4)}(x, Q^2, x_p, t)$ im Bereich $t < 1 \text{ GeV}^2$ wird sehr gut mit den Partondichtevertei-

lungen beschrieben, die aus der *rapidity gap* Methode bestimmt wurden, was eine Bestätigung des Faktorisierungsansatzes darstellt. Darüber hinaus konnte der Anteil von Protodissoziation in den mit der *rapidity gap* Methode bestimmten Querschnitten experimentell zu etwa 20% ermittelt werden.

In einer weiteren Analyse wurden diffraktive Ereignisse untersucht, bei denen schwere Quarks (Charm) erzeugt wurden. Es wurden D^* -Mesonen in Photoproduktion ($Q^2 \sim 0$) und in tief-inelastischer Streuung im Bereich $2 < Q^2 < 100 \text{ GeV}^2$ gemessen, welche über $D^* \rightarrow D^0 \pi \rightarrow K \pi \pi$ zerfallen. Mit einer zweiten Nachweismethode wurde die Vertexverteilung geladener Spuren gemessen, die aufgrund der endlichen Lebensdauer vom Nullpunkt verschoben ist (*displaced track*), wenn schwere Quarks produziert werden. Sowohl in der tief-inelastischer Streuung, als auch in der Photoproduktion, wird der gemessene Wirkungsquerschnitt als Funktion der Variablen des D^* -Mesons gut von Vorhersagen beschrieben, welche auf den aus $\sigma_r^{D(3)}(x, Q^2, x_p)$ bestimmten Partondichteverteilungen beruhen. Dies ist eine sehr wichtige Beobachtung, da sie direkt den oben beschriebenen Faktorisierungsansatz bestätigt. Die Photoproduktion von Jets, wie auch diffraktive Ereignisse der pp Streuung am Tevatron, lassen sich dagegen nicht mit diesen Partondichteverteilungen beschreiben, was eine Abweichung von dem Faktorisierungsansatz bedeutet.

Wenn man das Pomeron als ein 2-Gluon-System begreift und daher die Wahrscheinlichkeit für seinen Austausch als proportional zum Quadrat der Gluondichte im Proton annimmt, lässt sich der gemessene Wirkungsquerschnitt der D^* -Produktion ebenfalls gut beschreiben. Dies bedeutet, dass man auch ohne Einführung neuer diffraktiver Partondichten die Diffraktion als einen speziellen Zustand mehrerer Gluonen des Protons auffassen kann. In Abbildung 20 wird der differentielle Wirkungsquerschnitt für diffraktive D^* -Produktion als Funktion des Transversalimpulses des D^* und seiner Pseudorapidität mit verschiedenen Modellrechnungen verglichen.

Mit der Methode der *displaced tracks* konnte das Verhältnis von diffraktiver Charm Produktion zu in-

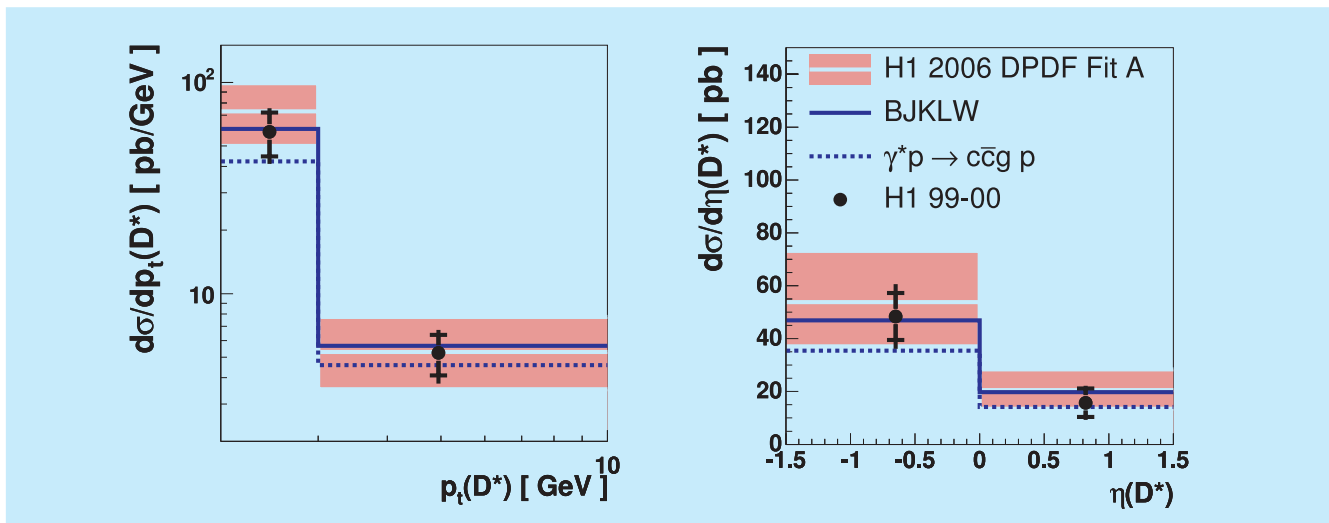


Abbildung 20: Differentieller Wirkungsquerschnitt für diffraktive D^* Produktion in DIS als Funktion des Transversalimpulses, p_t , und der Pseudorapidität, η , verglichen mit Rechnungen basierend auf diffraktiven Partondichten (DPDF Fit A) und solchen basierend auf dem 2-Gluon Modell (BJKLW).

klusiver Diffraction im gleichen kinematischen Bereich zu $f_{\text{diff}}^{\text{cc}} \sim 20\%$ bestimmt werden. Ein ähnlicher Charm-Anteil wurde von H1 in nicht-diffraktiven Ereignissen bei kleinem x und vergleichbarem Q^2 gemessen.

Suche nach Physik jenseits des Standardmodells

Im Berichtsjahr wurde in drei Veröffentlichungen über die Suche nach Physik jenseits des Standardmodells berichtet. Eine Veröffentlichung beinhaltet die Suche nach doppelt geladenen Higgsbosonen, eine andere die Suche nach Teilchen, die aus fünf Quarks (Pentaquarks) aufgebaut sind. In einer weiteren Veröffentlichung werden Tau-Leptonen zur Suche nach neuer Physik benutzt.

Im Jahre 2003 wurde in einer H1 Analyse von HERA I Daten im Zweielektronkanal bei hoher invarianter Masse ein Überschuss von Daten relativ zur Standardmodellerwartung beobachtet. Multileptonereignisse sind unter anderem deshalb interessant, weil sie auf Physik jenseits des Standardmodells sensitiv sind. Im Rah-

men des Standardmodells wird die Erzeugung von Masse durch die Existenz eines hypothetischen neutralen Higgsbosons erklärt. In erweiterten Higgsmodellen treten auch geladene Higgsbosonen auf, so auch zweifach positiv oder negativ geladene. Diese können aufgrund von Ladungserhaltung nur in Leptonpaare zerfallen. Diese Tatsache macht es interessant, nach Leptonpaaren aus Higgszerfällen zu suchen. Die aus vorangegangenen Experimenten bekannten Grenzen auf den Produktionswirkungsquerschnitt schliessen die Möglichkeit eines Nachweises bei HERA nicht aus. Es wurden die gesamten HERA I Daten, die einer integrierten Luminosität von 118 pb^{-1} entsprechen, analysiert. Hierbei wurde in den Zweieleptonkanälen ee , $e\mu$ und $e\tau$ in der invarianten Masse nach Überhöhungen relativ zur Standardmodellerwartung gesucht. Die Selektionskriterien für die Higgsuche erfüllten nur drei Ereignisse im ee -Kanal, ein Ereignis im $e\mu$ -Kanal und ein Ereignis im $e\tau$ -Kanal. Diese Ereigniszahlen sind mit der Erwartung für Untergrundprozesse kompatibel. Aus der Nichtbeobachtung eines Higgs-Signals konnten Grenzen auf die Kopplungsstärke der zweifach geladenen Higgsteilchen an Leptonen als Funktion der Masse abgeleitet werden. Dies ist in Abbildung 21 für

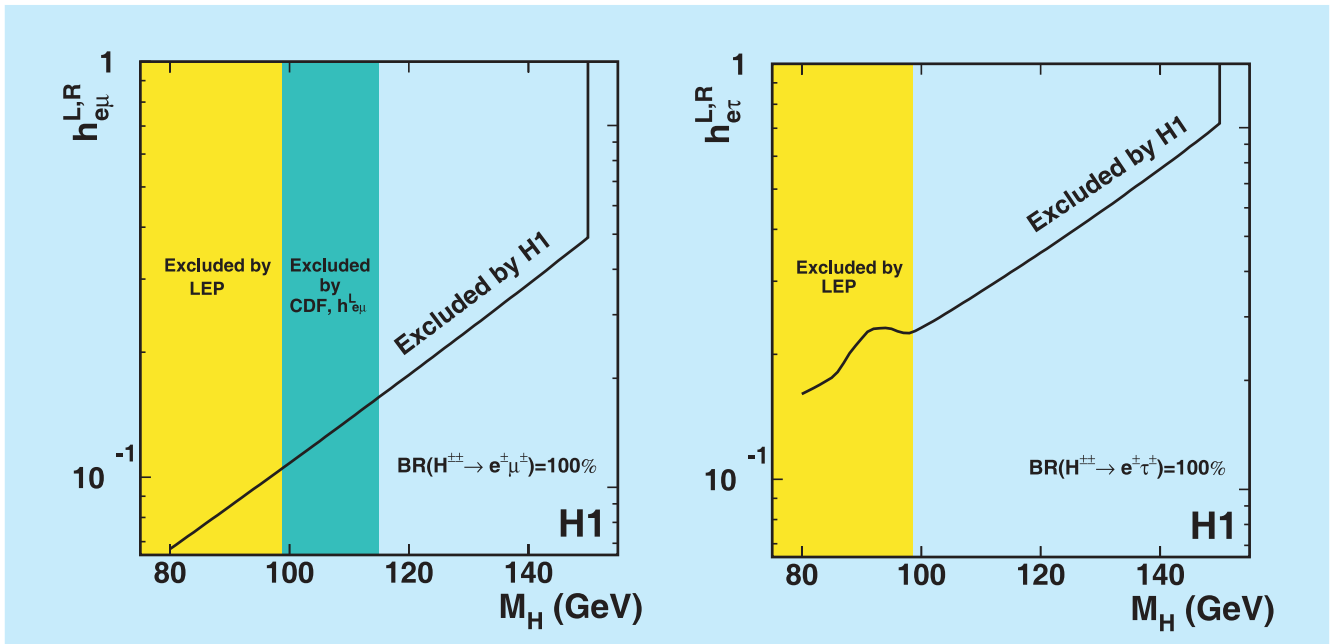


Abbildung 21: Obere Grenzen auf die Kopplung eines zweifach geladenen Higgs an $e\mu$ (links) und $e\tau$ (rechts) als Funktion der Higgsmasse. Von LEP und CDF ausgeschlossene Bereiche sind ebenfalls angegeben.

die $e\mu$ - und $e\tau$ -Kopplung gezeigt. In beiden Kanälen erweitert die Messung den ausgeschlossenen Bereich relativ zu früheren Messungen bei LEP und CDF zu hohen Massen hin beträchtlich. Zum Beispiel sind für eine Kopplung von elektromagnetischer Stärke Higgsmassen unterhalb von 141 GeV (112 GeV) im $e\mu$ ($e\tau$) Kanal ausgeschlossen.

Sehr große Aufmerksamkeit erregte im Jahr 2003 die in einigen Experimenten gemachte Beobachtung von Zuständen, die mit der Erzeugung von sogenannten Pentaquarks verträglich sind. Pentaquarks sind Hadronen, die aus fünf Quarks aufgebaut sind; im Gegensatz zu den bekannten Mesonen, die aus zwei bzw. den Baryonen, die aus drei Quarks bestehen. Der zweifelsfreie Nachweis von Pentaquarks gelang jedoch nicht, da es andere Experimente gab, die das Signal trotz ausreichender Sensitivität nicht bestätigen konnten. Insofern war es interessant, auch bei HERA nach solchen Zuständen zu suchen. Das ZEUS Experiment veröffentlichte 2004 Evidenz für die Erzeugung von Strangeness enthaltenden Pentaquarks in der ep Streuung im $K^0 - (\text{Anti})\text{Proton}$ Zerfallskanal.

Die neue H1 Analyse sucht im selben Kanal ebenfalls nach einer schmalen Resonanzüberhöhung in der invarianten Masse des $K^0 - (\text{Anti})\text{Proton}$ Systems. Verwendet wurden hierzu alle in den Jahren 1996 bis 2000 aufgenommenen Daten. Ereignisse mit gestreuten Elektronen im Bereich $5 < Q^2 < 100 \text{ GeV}^2$ wurden selektiert. Das K^0 wurde in der zentralen Spurkammer (CJC) über seinen Zweipionzerfall nachgewiesen. Das Proton (Antiproton) wurde über die spezifische Ionisation dE/dx in der CJC identifiziert. Es wurde in den Daten keine signifikante Resonanzstruktur über der Untergrunderwartung nachgewiesen. Dies gilt, wie in Abbildung 22 gezeigt, auch für hohe Q^2 und limitierte Protonimpulse, einem Bereich, in dem ZEUS Evidenz für das Pentaquark-Signal hat. Aus der Nichtbeobachtung eines Signals wurden von H1 obere Grenzen für das Produkt aus Produktionswirkungsquerschnitt und Zerfallsverhältnis in $K^0 - (\text{Anti})\text{Proton}$ ermittelt. Diese obere Grenze ist ebenfalls in Abbildung 22 eingezeichnet.

Ereignisse mit Leptonen sind besonders gut geeignet, um nach Physik jenseits des Standardmodells zu su-

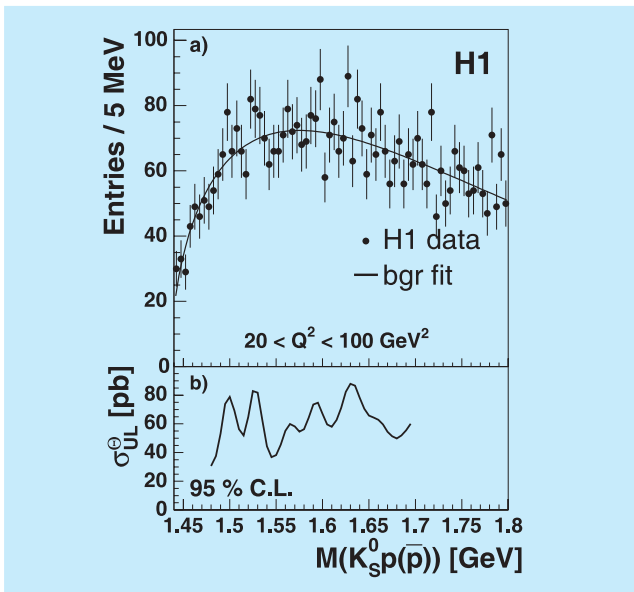


Abbildung 22: Oben: Anzahl der Ereignisse als Funktion der invarianten K_S^0 Masse. Die durchgezogene Linie zeigt das Ergebnis einer Anpassung einer empirischen Untergrundfunktion an die Daten. Unten: Obere Grenze (95% CL) für das Produkt aus Produktionswirkungsquerschnitt und Zerfallsverhältnis des Pentaquarks.

chen. In der Vergangenheit hat H1 nach Anomalien in den Zweileptonkanälen ee und $\mu\mu$ gesucht. Eines der spektakulärsten Ergebnisse von HERA ist jedoch die Beobachtung eines gewissen Überschusses von Ereignissen mit einem Elektron oder Muon und unausgeglichenem gesamten Transversalimpuls. Diese Untersuchungen wurden nun auch auf Leptonen der dritten Familie, die τ 's, ausgedehnt. Hierzu wurden alle bei HERA I gewonnenen Daten auf die Existenz von Ereignissen mit τ -Paaren bzw. auf transversal unbalancierte τ -Ereignisse untersucht. τ -Paare werden im Standardmodell dominant über Photon-Photon-Fusionsprozesse produziert. Diese liefern dann τ 's mit relativ niedrigem Transversalimpuls. Transversal unbalancierte τ -Ereignisse werden dagegen dominant aus leptonenischen W-Zerfällen erwartet, die aufgrund der hohen W Masse τ 's mit hohen Transversalimpulsen erzeugen.

Nach τ -Paarproduktion wurde sowohl in leptonenischen als auch in hadronischen τ -Zerfallskanälen gesucht.

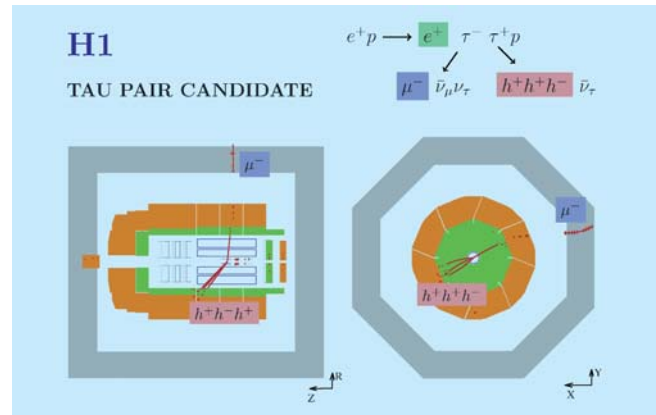


Abbildung 23: Ein τ -Paarereignis, in dem ein τ muonisch und das andere τ hadronisch zerfällt.

Untergrundprozesse wurden erfolgreich mit Hilfe neuronaler Netze eliminiert. Es gelang, 30 τ -Paarkandidaten zu isolieren, wobei insgesamt 27.1 ± 4.1 Ereignisse im Standardmodell erwartet werden, bei einem τ -Paarbeitrag von 16.0 ± 3.4 Ereignissen. Abbildung 23 zeigt ein τ -Paarereignis, in dem ein τ muonisch und das andere τ hadronisch zerfällt. Dieses ist die erste Messung der τ -Paarproduktion in der Elektron-Proton-Streuung. Aus der Ereignisrate wurde ein Produktionswirkungsquerschnitt von $\sigma = 13.6 \pm 4.4 \pm 3.7$ pb bestimmt, was mit der Erwartung von $\sigma = 11.2 \pm 0.3$ pb gut übereinstimmt.

Die Suche nach Ereignissen mit transversal unbalancierten τ 's beschränkt sich auf hadronische τ -Zerfälle. Hier wird verlangt, dass der hadronische Zerfall nur ein geladenes Teilchen beinhaltet und einen stark kollimierten Teilchenjet im Detektor hinterlässt. Eine Selektion analog zu der früher publizierten Suche nach Ereignissen mit transversal unbalancierten Elektronen oder Muonen ergab sechs Ereignisse in guter Übereinstimmung mit der Erwartung des Standardmodells. Im Bereich hoher hadronischer Transversalimpulse, wo im e - und μ -Kanal ein Überschuss an Ereignissen gesehen wurde, zeigten sich im τ -Kanal keine Ereignisse. Aufgrund der geringen Akzeptanz und des hohen Untergrundes im τ -Kanal steht dieses Resultat jedoch quantitativ nicht im Widerspruch zu den Ergebnissen im e - und μ -Kanal.

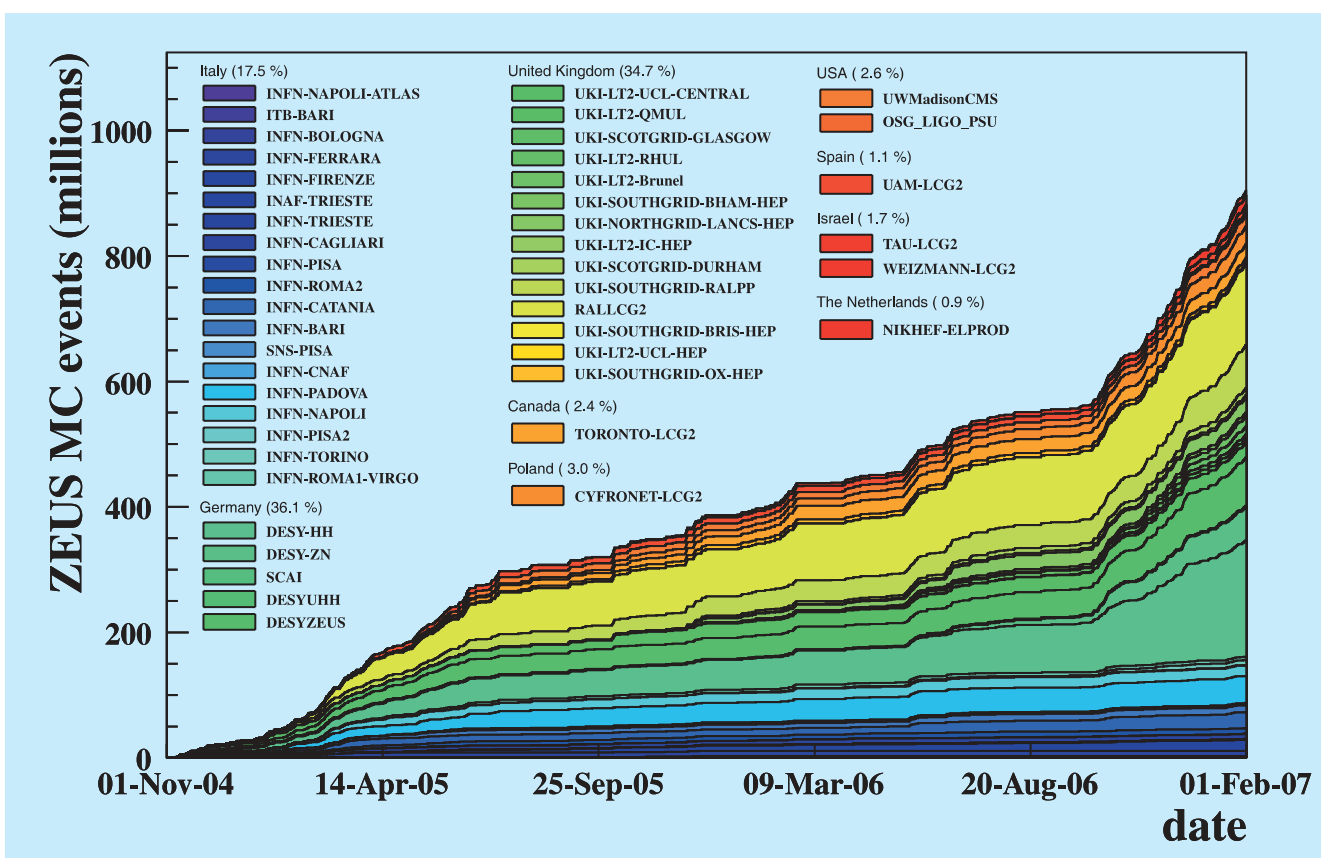


Abbildung 24: Produktion von simulierten ZEUS Ereignissen auf dem GRID.

ZEUS-Experiment

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

Sprecher: E. Gallo, INFN Firenze, Italien

Das Jahr 2006 begann für ZEUS und HERA mit einer Betriebsunterbrechung während der zum letzten Mal größere Umbauten und Verbesserungen an Detektor und Maschine vorgenommen wurden.

Daran anschließend wurde der sehr erfolgreiche Elektron-Proton Betrieb fortgesetzt. In dieser ersten Jahreshälfte wurden Daten mit einer integrierten Luminosität von 61 pb^{-1} aufgezeichnet. Damit stehen ZEUS nunmehr 215 pb^{-1} Elektron-Proton Daten zur Verfügung, das sind mehr als zehnmal so viele Daten wie bisher. Entsprechend dominierten die Arbeiten an diesen Daten die Analyse im Jahr 2006. Bei Positron-Proton Betrieb in der zweiten Jahreshälfte erreichte ZEUS eine sehr hohe Effizienz von 90%.

In den Analysen der Daten, welche im HERA II Run aufgezeichnet wurden, sind signifikante Entwicklungen und Schritte erreicht worden. Die gewonnenen Erkenntnisse und Entwicklungen sind nicht nur maßgeblich für das Fortschreiten der neuen Analysen, sondern tragen auch wesentlich zu Verbesserungen

der laufenden Analysen der HERA I Daten bei. Im Berichtszeitraum erfolgte die Publikation der ersten vollständig abgeschlossenen Analyse mit HERA II Daten.

ZEUS Betrieb

Bei der Betriebsunterbrechung zu Anfang des Jahres ging es vorrangig um die Reparatur des Straw-Tube-Trackers (STT) sowie um die Verbesserung der Kühlung von dessen Ausleseelektronik. Diese Arbeiten waren nötig, da es sich gezeigt hatte, dass bei längerem Betrieb des STT die unmittelbare Umgebung und damit insbesondere die zentrale Spurkammer und der supraleitende Solenoid durch die Abwärme gefährdet wurden. Diese Arbeiten konnten planmäßig ausgeführt und abgeschlossen werden, sodass der STT in der im Februar begonnen Datennahmeperiode ohne eine Beeinträchtigung anderer Teile des Detektors routinemäßig betrieben werden konnte. Darüber hinaus wurden große Teile des Hadron-Elektron Separators

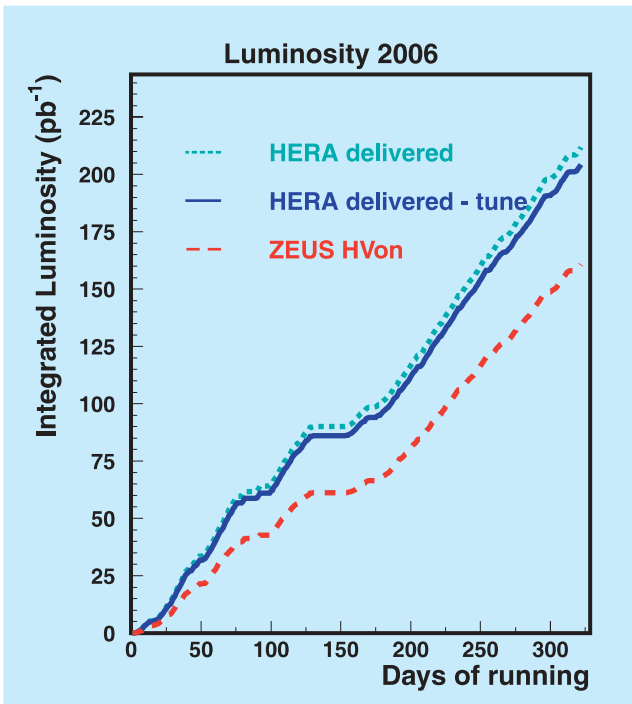


Abbildung 25: Die von HERA im Jahr 2006 für ZEUS gelieferte Luminosität.

(HES) im Vorwärtsteil des Uran-Kalorimeters repariert. Insbesondere mussten 5 sogenannte HES-Skis aus dem Uran-Kalorimeter gezogen, repariert und wieder installiert werden. Auch diese Arbeiten konnten im Zeitplan erledigt werden.

Zusätzlich wurden allgemeine vorsorgende Wartungsarbeiten durchgeführt, um zu erreichen, dass die folgende letzte Datennahmepériode von HERA mit höchster Effizienz durchgeführt werden kann. Beispielhaft dafür seien hier erwähnt:

- Verbesserung der Hochspannungsversorgung im Uran-Kalorimeter,
- Installation einer neuen Ausleseelektronik im RADMON System mit dem Ziel, den Schutz des Mikrovertexdetektors bei hoher Strahlenbelastung zu verbessern,
- Überprüfen und Beschaffen von Ersatzteilen für eine Vielzahl kritischer Komponenten.

Nach Abschluss dieser Arbeiten begann am 17. Februar der zweite Teil der Datennahme mit Elektronen, der bis zum 25. Juni andauerte. In diesem Zeitraum lieferte HERA 86 pb^{-1} von denen ZEUS 61 pb^{-1} aufzeichnen konnte. Daran anschließend wurde wieder auf Positron-Strahlbetrieb umgeschaltet und unter diesen Bedingungen ohne Unterbrechungen, sogar über den Jahreswechsel 2006/2007, Daten genommen. Die im gesamten Jahr 2006 gelieferte Datenmenge ist in Abbildung 25 dargestellt.

Simulation, Rekonstruktion und Analyse

Das wachsende Volumen der ZEUS Daten bedeuten für Simulation, Archivierung, Rekonstruktion und Analyse neue Herausforderungen. Konkret heisst das zum Beispiel, dass es zunehmend schwieriger wird, die nötige Rechenleistung an einem Ort zur Verfügung zu stellen. Bei ZEUS wurde daher frühzeitig damit begonnen, insbesondere die Simulation auf möglichst viele Rechner weltweit zu verteilen. Das von ZEUS entwickelte System, das diese Aufgaben realisiert, trägt den Namen *Funnel*. Funnel nahm gewissermassen die Ideen des *Computing Grid* vorweg, lange bevor es im Rahmen des LHC Computing realisiert wurde. Inzwischen stellt sich allerdings heraus, dass die für Funnel zugänglichen Rechner weniger werden, in dem Maße, in dem sich das LHC Computing GRID ausdehnt. Aus diesem Grund wurde Funnel technisch dem LHC Computing GRID angepasst, um auch auf längere Zeit Zugang zu ausreichenden Rechnerressourcen für ZEUS zu garantieren. Diese Aktivität stellte sich als ein durchschlagender Erfolg heraus. Durch diese Umstellung konnten die für ZEUS verfügbaren Simulationsressourcen nahezu verzehnfacht werden. Diese Entwicklung wird besonders durch Abbildung 24 verdeutlicht, die die Anzahl der simulierten Ereignisse als Funktion der Zeit zeigt. Der steile Anstieg nach August 2006 zeigt die Verbesserung durch die Umstellung des ZEUS Funnel Systems auf die Nutzung des GRID.

Physikalische Ergebnisse

Im Berichtszeitraum erwiesen sich die Daten des HERA I Runs als stetig sprudelnde Quelle für eine Fülle an neuen Ergebnissen. Dabei kamen vorwiegend erstmalige Analysen zu bislang unberührten Untersuchungsschwerpunkten zum Tragen. Neu entwickelte Analysetechniken ermöglichten dabei zum einen vorher nicht durchführbare Studien und zum anderen signifikante Verbesserungen von bereits früher publizierten Ergebnissen.

Das Standardmodell der Teilchenphysik beschreibt die gegenseitigen Wechselwirkungen von sub-atomaren Teilchen mit Hilfe von drei der vier bekannten Kräfte, der elektro-magnetischen, der schwachen (vereinheitlicht in der elektro-schwachen Kraft) und der starken Kraft. Zur Einbeziehung der vierten Kraft, der Gravitation, existieren verschiedene theoretische Modelle, die unterschiedliche Vorhersagen machen, welche erst mit höheren Energien, mit äußerst seltenen Prozessen oder der Beobachtung von exotischen Teilchen experimentell überprüft werden können. Doch auch Vorhersagen des gegenwärtigen Standardmodells mit seinen drei Kräften, sind Gegenstand von intensiven Studien mit experimentellen Messungen, denn auch nur kleinste Abweichungen können indirekt auf mögliche Erweiterungen zur vollständigen Theorie hindeuten. Außerdem gibt es im Rahmen des Standardmodells, das in seiner derzeitigen Form schon seit rund 25 Jahren die Basis der Teilchenphysik bildet, Eigenschaften der Wechselwirkungen und der Teilchen, die in ihrer Struktur aber nicht in ihrem Wert fest gelegt sind. Deshalb müssen verschiedene Parameter des Standardmodells und die Struktur von Teilchen durch präzise Messungen experimentell mit höchstmöglicher Genauigkeit bestimmt werden.

In diesem Zusammenhang tragen die veröffentlichten elf Publikationen des Berichtszeitraumes zu dem Verständnis in vier Bereichen bei:

- Messung von Parametern der elektro-schwachen Wechselwirkung (1),
- Messung der Struktur des Protons (2),

- Überprüfung von Vorhersagen der starken Wechselwirkung (7),
- Suche nach exotischen Teilchen in theoretischen Erweiterungen des Standardmodells (1).

Diese werden im Folgenden näher erläutert.

Messung von Parametern der elektro-schwachen Wechselwirkung

In den Streueignissen bei HERA werden sogenannte Leptonen, Elektronen, bzw. deren Anti-Teilchen, Positronen, an Protonen gestreut. Strahlt in diesem $e^\pm p$ -Streuprozess das Lepton ein Photon oder, vermehrt bei höheren Impulsüberträgen Q^2 , ein Z-Boson, ab, welches dann mit einem Quark oder Gluon im Proton wechselwirkt, spricht man von einem neutralen Strom (*neutral current*, NC) Ereignis. Strahlt das Lepton ein geladenes W-Boson ab, so bezeichnet man dieses als Ereignis des geladenen Stromes (*charged current*, CC). In der Theorie der elektro-schwachen Wechselwirkung stellt die Spin-Struktur der Kopplungen der neutralen und der geladenen schwachen Ströme eine grundlegende Eigenschaft dar. Nur links-händige Teilchen (Elektronen), bzw. rechts-händige Anti-Teilchen (Positronen) können an ein W-Boson koppeln. Dabei spricht man von Links-Händigkeit, wenn der Eigendrehimpuls (Spin) des Teilchens in Bewegungsrichtung zeigt, bzw. von Rechts-Händigkeit im umgekehrten Fall. Schon im letzten Jahresbericht wurden Messungen mit Ereignissen des geladenen Stroms beschrieben, die zeigen, dass diese Eigenschaft die Natur exakt widerspiegelt.

In der ersten Veröffentlichung, deren Analyse die neuen HERA II Daten zu Grunde liegen, wird eine weitere Eigenschaft der Spin-Struktur der schwachen Kopplung getestet. Die neuen HERA II Daten ermöglichen den Zugang zu den statistisch seltener auftretenden Streueignissen mit höheren Impulsüberträgen. Dabei erwartet man, dass die Stärke der Wechselwirkung von der Skala, dem negativen Quadrat des Vierer-Impulses, Q^2 , abhängt. Im Bereich von $Q^2 > 10^4 \text{ GeV}^2$ ist die schwache Wechselwirkung vergleichbar stark wie die

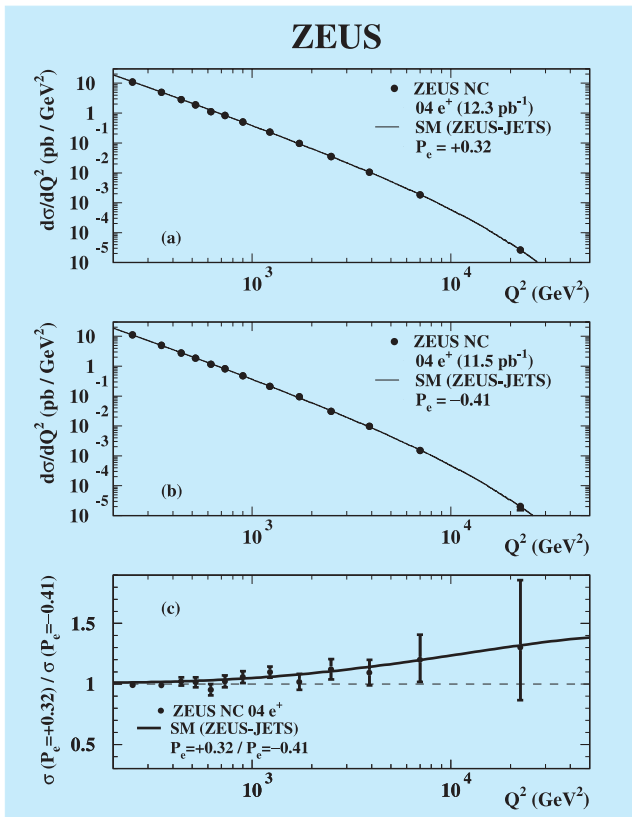


Abbildung 26: Wirkungsquerschnitt für Wechselwirkungen des neutralen Stroms in der tief-inelastischen e^+p -Streuung in Abhängigkeit vom mittleren Q^2 für zwei mittlere Werte des Polarisationsgrade der Positronen (Punkte), im Vergleich mit der Vorhersage der elektro-schwachen Theorie (durchgezogene Linie). Die gestrichelte Linie markiert die Erwartung für das Verhältnis der Messungen bei den beiden verschiedenen Polarisationsgraden, wenn es keine Abhängigkeit von der Polarisation gäbe.

elektro-magnetische Wechselwirkung und dieser Messbereich eignet sich insbesondere, um die Vorhersagen der vereinheitlichten elektro-schwachen Theorie zu testen. Diese HERA Ergebnisse sind komplementär zu denen von LEP am CERN. Sie vermitteln einen Einblick in einen anderen kinematischen Bereich. Deshalb stellen diese neuen Messungen erstrangige und entscheidende Ergebnisse dar, die sehr schnell ihren Eingang in die Lehrbücher finden.

Bei hohen Werten von Q^2 sagt das Standardmodell voraus, dass im neutralen Strom vermehrt Z-Bosonen anstelle von Photonen ausgetauscht werden. Dabei hängt die Häufigkeit der Wechselwirkung auf andere Weise von der Polarisation der Leptonen ab. In den HERA II Daten ist genügend Statistik für verschiedene mittlere Polarisationsgrade vorhanden, so dass zwei verschiedene Datensätze mit unterschiedlicher Polarisation untersucht werden konnten. Abbildung 26 zeigt den Wirkungsquerschnitt als Funktion von Q^2 für die beiden analysierten Konfigurationen und vergleicht im untersten Bild ihr Verhältnis mit der Vorhersage des Standardmodells. Die Daten des neutralen Stroms befinden sich in exzellenter Übereinstimmung mit der Vorhersage. Ein wichtiger Bestandteil der Vorhersagen des Standardmodells ist hierbei die Struktur des Protons, für die eine früher veröffentlichte Messung des ZEUS-Experimentes verwendet wurde. Im nächsten Abschnitt werden zwei neue Messungen in diesem Bereich beschrieben.

Bestimmung der Strukturfunktion des Protons

Die Struktur des Protons kann aufgrund mathematischer Schwierigkeiten bislang nicht aus dem Standardmodell abgeleitet werden, sie geht aber als wichtiger Bestandteil in viele Vorhersagen ein. Eine der wichtigsten Motivationen für Streuexperimente mit dem HERA Speicherring, war und ist es immer noch, den Aufbau des Protons aus Partonen, den verschiedenen Arten von Quarks und den Binde-Teilchen den Gluonen, präzise zu vermessen. Generell wird die Struktur von Teilchen mit den sogenannten Parton-Dichten parameterisiert, welche die Wahrscheinlichkeit des Auftretens der jeweiligen Partonen als Funktion ihres Impulsbruchteiles am Teilchenimpuls, x , und Q^2 in der Streuung angeben. Q^2 ist dabei in diesem Zusammenhang ein Maß für die Auflösung, mit der man, wie in einem Mikroskop die kleinsten Bestandteile im Proton auflösen kann. Je höher Q^2 , desto besser die Auflösung, aber auch desto seltener die Streuprozesse. Während mit den unschätzbaren Beiträgen von HERA im Bereich von kleinen x das Verständnis schon sehr weit fortgeschritten ist, gibt

es bei hohen Impulsbruchteilen, $x \rightarrow 1$, kaum Messungen weder von HERA noch von anderen Experimenten. Es ist eine Herausforderung einen solchen Zustand in dem ein einziges Parton praktisch den gesamten Impuls des Protons übernimmt, sowohl experimentell zu messen und als auch theoretisch zu berechnen.

Eine neue Analysetechnik macht nun eine Bestimmung möglich. Diese Analyse wird schematisch in Abbildung 27 verdeutlicht. Die Herausforderung besteht darin, die Ereignisse mit hohem Q^2 , das heisst mit einem hoch-energetischen Elektron bei großen Streuwinkeln, zu analysieren. Sie sind zwar leicht zu selektieren, jedoch kann die Kinematik des Streuprozesses nicht allein mit dem Elektron bestimmt werden. In diesem Bereich ist die Auflösung des Detektors nicht fein genug. Mit Hilfe des hadronischen Endzustandes, welcher in der Abbildung als Jet bezeichnet wird, und aus einem Bündel von Hadronen (Pionen, Kaonen, Protonen...) besteht, kann die Kinematik mit ausreichender Präzision bestimmt werden. Für Streueignisse mit einem Impulsbruchteil x fast an dem Wert 1, liegt der hadronische Endzustand sehr nahe an der Strahlröhre, und geht teilweise, wie auch ein Anteil des Proton-Restes, in der Abbildung mit *proton remnant* bezeichnet, verloren. Deshalb wird für diese sehr hohen Werte von x das Ergebnis über einen größeren Bereich von x integriert angegeben und in der unteren Darstellung in Abbildung 27 mit einem Kreis anstelle eines Punktes angezeigt. Die Unsicherheiten in den derzeit verfügbaren Parameterisierungen sind groß, das heisst ihre Vorhersagen weichen recht stark voneinander ab. Die neuen Messungen werden helfen, die Parton-Dichten in diesem Bereich von x genauer zu parameterisieren und die erforderlichen theoretischen Berechnungen besser zu verstehen.

Auch in der nächsten Analyse werden Ereignisse mit einem oder mehreren produzierten Jets studiert. Ein Faktorisiertheorem der Quantenchromodynamik (QCD), der Theorie der starken Wechselwirkung, besagt, dass der Wirkungsquerschnitt in ein Produkt aus zwei Faktoren zerlegt werden kann. Dieses Produkt besteht aus einem Term, der den partonischen Streuquerschnitt beschreibt und einem zweiten Term der die Parton-Dichte-Funktion enthält. Wie vorher

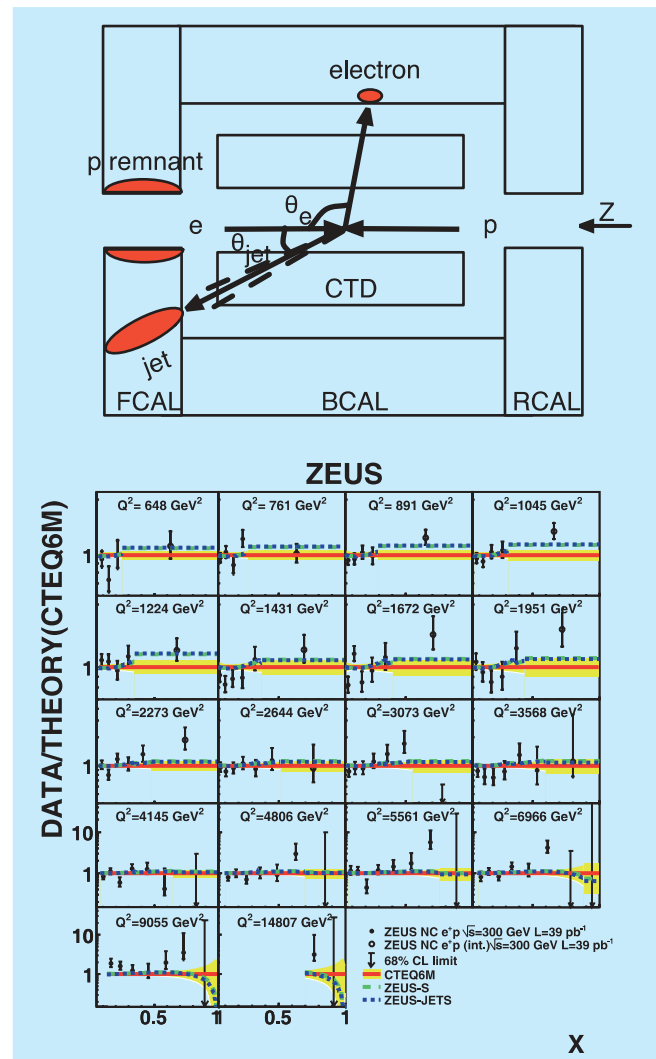


Abbildung 27: Oben: Schematische Darstellung des ZEUS Detektors mit eingezeichneter typischer Topologie der Ereignisse dieser Analyse. Die von links einlaufenden Elektronen werden unter einem großen Winkel gestreut. Unten: Verhältnis der gemessenen Daten zu den theoretischen Vorhersagen als Funktion von x für verschiedene Werte von Q^2 . Die Unsicherheiten in den theoretischen Vorhersagen, die verschiedene Parameterisierungen der Proton-Struktur verwenden, sind mit einem gelben Band gekennzeichnet. Sie sind im Bereich von x nahe 1 sehr groß.

erwähnt, lassen sich die Parton-Dichten im Standardmodell nicht berechnen, allerdings können sie, wenn eine Startverteilung gemessen wurde, mit verschied-

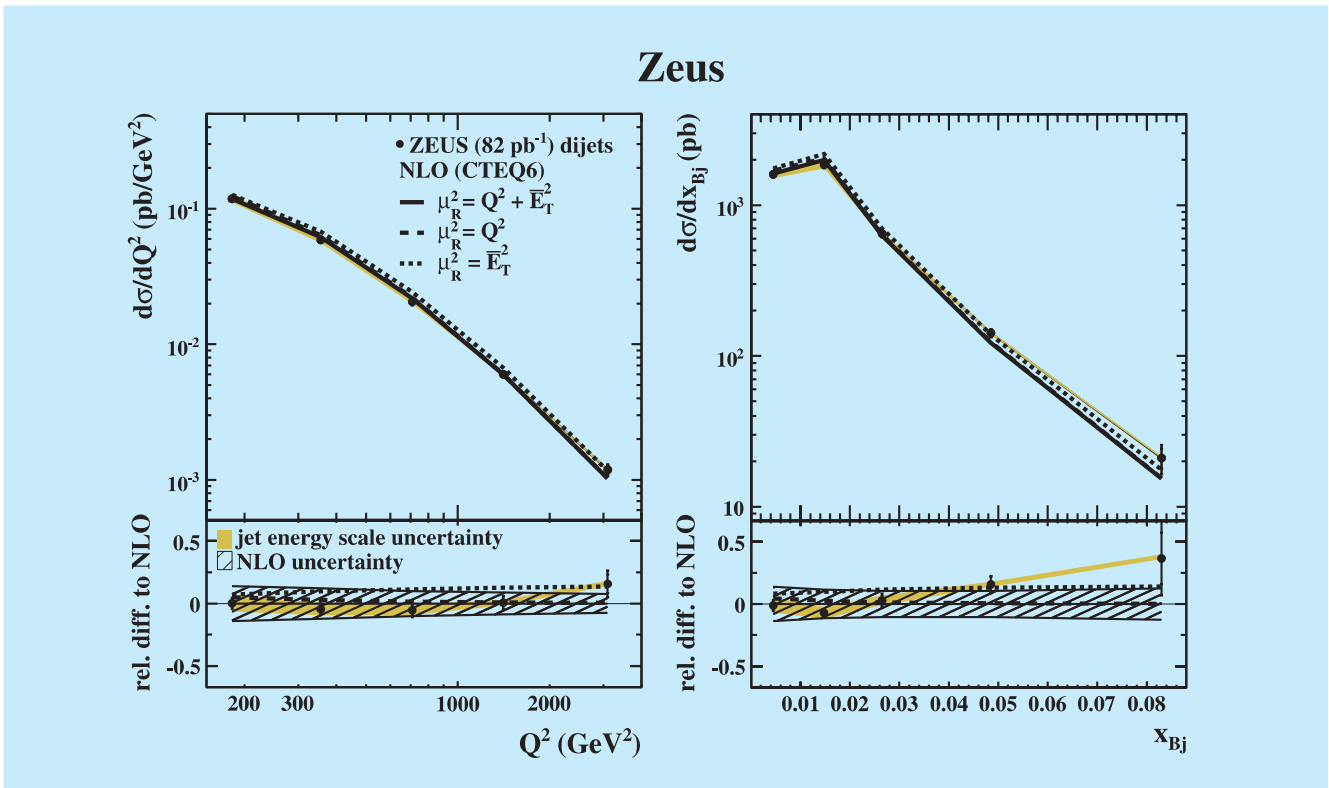


Abbildung 28: Wirkungsquerschnitte für die Produktion von zwei Jets als Funktion von Q^2 (links) und x (rechts). Die Daten (Punkte) werden mit theoretischen Vorhersagen (Linien) auf verschiedenen Skalen verglichen. Das Verhältnis von Daten zu Vorhersagen wird jeweils im unteren Abschnitt des Bildes dargestellt.

denen Ansätzen durch störungstheoretische QCD Berechnungen in andere kinematische Bereiche entwickelt werden. Die im vorangegangenen Abschnitt beschriebene Messmethode gibt direkte Auskunft über die Quark-Dichten. Die Gluonen-Dichte dagegen ist nur indirekt über diese Entwicklungsberechnungen zugänglich. Die Produktion von Jets helfen daher, die Gluonen-Dichte im Proton mit höherer Genauigkeit zu bestimmen und die Gültigkeit der Berechnungen zu überprüfen.

Die Abbildung 28 zeigt den gemessenen Wirkungsquerschnitt für Zwei-Jet Erzeugung als Funktion von Q^2 und x . Zum Vergleich sind auch die Ergebnisse einer theoretischen Berechnung eingetragen, die eine von mehreren möglichen Parameterisierungen der Proton-Struktur verwendet. Die Daten und die Be-

rechnungen sind miteinander in guter Übereinstimmung. Bei dem Vergleich zeigt sich deutlich, dass für die Daten eine exzellente Präzision erreicht wurde, die durch das gelbe Band gekennzeichnet ist. Im Gegensatz dazu bestehen in der Theorie große Unsicherheiten (schwarz-schraffiertes Band). Die Unsicherheit wird von der anzuwendenden Skala dominiert. In den Berechnungen ist es möglich, die Skala, auf der die Parton-Dichten in den relevanten kinematischen Bereich der Messung entwickelt werden, in drei verschiedenen Ansätzen zu wählen. Für die Jet-Produktion kann die Skala durch Q^2 gegeben sein, durch die transversale Energie der erzeugten Jets (E_T) oder durch eine Kombination der beiden. Um solche Unsicherheiten in den theoretischen Modellberechnungen zu verkleinern, werden große Anstrengungen, nicht nur in der Theorie, sondern auch experimentell

durch spezielle Messungen, unternommen. Beispiele solcher Messungen werden im Folgenden näher beschrieben.

Messungen für die Quantenchromodynamik

Wie schon im vorherigen Abschnitt erwähnt, spielt die anzuwendende Skala in der Quantenchromodynamik eine bestimmende Rolle, denn von ihrer Größe wird das Verhalten der starken Kraft bestimmt. Die Abhängigkeit der starken Kopplung α_s von der Skala führt bei größeren Impulsüberträgen Q^2 , gleich bedeutend mit kleinen Abständen, zur asymptotischen Freiheit der stark wechselwirkenden Partonen. Jedoch bei kleinen Impulsüberträgen, großen Abständen entsprechend, führt sie zum sogenannten *Confinement* der Quarks und Gluonen. Aufgrund der extremen Stärke der Kopplung bei großen Abständen können die in der Streuung erzeugten Quarks und Gluonen nicht frei existieren, sondern binden sich zu Hadronen zusammen. Dieser Prozess wird auch Hadronisierung genannt. In den Messungen werden anschließend nah beieinanderliegende Hadronen zu Jets zusammengefasst. Abbildung 29 verdeutlicht mit welcher hoher Genauigkeit die starke Kopplung in Abhängigkeit von der Skala, hier des Transversal-Impulses der Jets (E_T), mit den Jet-Daten bei HERA bestimmt werden kann. Weitere verschiedene Methoden stehen zur Verfügung, so dass letztendlich die HERA Daten zur präzisesten experimentellen Bestimmung dieser fundamentalen Größe führen.

Die Reduzierung der Unsicherheit in der Bestimmung der starken Kopplung ist extrem wichtig für die Teilchenphysik, sowohl im übergreifenden Bild der Kräfte als auch im Rahmen der QCD. Der Verlauf ihrer Stärke hat direkten Einfluss auf die Extrapolation der drei Kräfte im Standardmodell bis hin zur Planck-Skala zur Vereinheitlichung aller vier Kräfte. Innerhalb der QCD spielt die fundamentale starke Kopplung α_s eine zentrale Rolle, denn die Wirkungsquerschnitte für starke Wechselwirkungen werden zur Vereinfachung der hoch-komplexen Ausdrücke in Potenzreihen von α_s

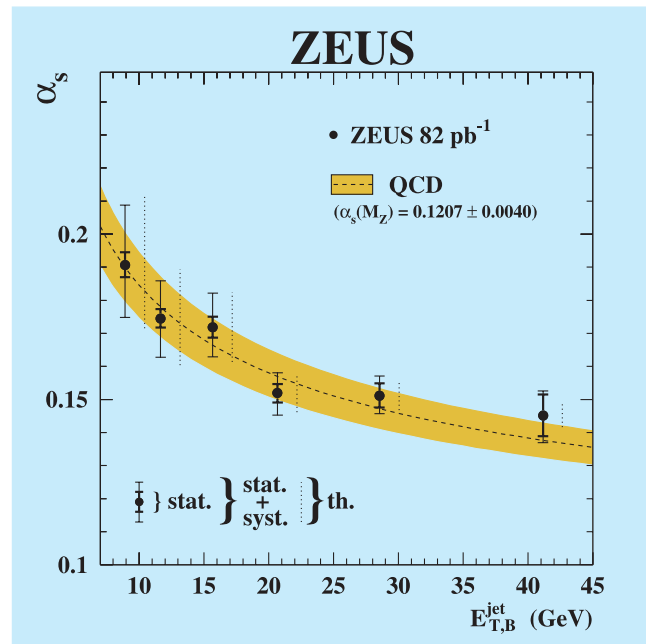


Abbildung 29: Werte für α_s als Funktion der transversalen Energie der Jets E_T^{jet} . Die Messungen (Punkte) werden mit einer QCD-Vorhersage (Kurve) verglichen. Die Unsicherheit in der theoretischen Vorhersage wird mit einem gelben Band verdeutlicht.

entwickelt. Für die Jet-Erzeugung bei HERA sind die störungstheoretischen Berechnungen in der führenden Ordnung (LO, *leading order*) und in der nächstführenden Ordnung (NLO, *next-to-leading order*) bekannt. Nur für sehr wenige Prozesse stehen auch schon die Berechnungen einer weiteren Ordnung (NNLO) zur Verfügung. Die Messungen, speziell bei HERA, ermöglichen einzigartige Einblicke in die QCD und führen direkt zu Weiterentwicklungen ihres theoretischen Verständnisses. Der HERA Speicherring wird deshalb auch gern als QCD-Maschine bezeichnet.

Die für die QCD relevanten Veröffentlichungen des letzten Jahres lassen sich in zwei Kategorien einordnen:

- Produktion von Teilchen, wie prompte Photonen, Teilchen mit Strange-Quarks und Teilchen mit Beauty-Quarks,
- Studien zur Ereignistopologie, wie der Ereignisform mit unterschiedlichen Messgrößen, von

möglichen azimuthalen Asymmetrien oder der Trennung von zwei produzierten Jets durch einen Bereich ohne Teilchenproduktion.

Die Ereignisse mit einem isolierten Photon, den sogenannten prompten Photonen, bieten ein exzellentes Werkzeug, um harte Streuprozesse bei HERA zu studieren. Vier Beispiele zur Erzeugung dieser prompten Photonen sind in Abbildung 30 dargestellt. Weil isolierte Photonen nach der Streuung keine Hadronisierung durchlaufen, kann man mit diesen Ereignissen die zugrundeliegenden Prozesse auf der Parton-Ebene studieren. Die Erzeugung prompter Photonen zusammen mit einem Jet, ist direkt abhängig von den Quark-Dichten im Proton (Abbildung 30 a) und b)). In der Wechselwirkung dieser beiden Darstellungen reagiert das Photon punktförmig. In den beiden Abbildung 30 c) und d) reagiert das Photon wie ein Hadron. Für diesen Fall können für das Photon, ebenso wie für das Proton, Parton-Dichten definiert und über diese Reaktionen gemessen werden. Durch Vergleiche mit theoretischen

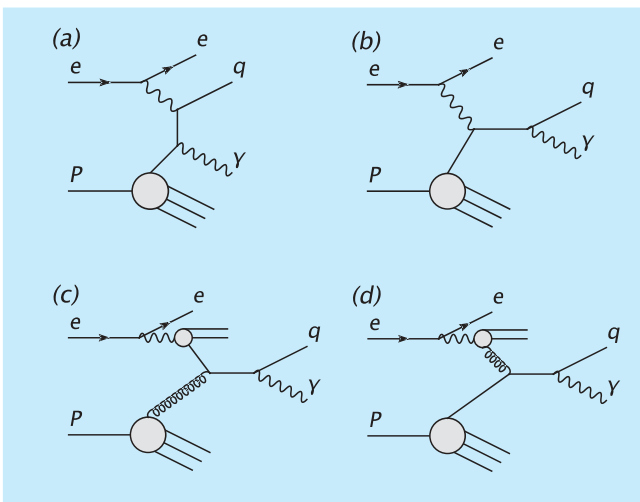


Abbildung 30: Feynman-Diagramme von vier Prozessen in ep Streuungen, die zur Produktion eines prompten Photons und eines Jets führen. Das Elektron und das Proton laufen von links ein. Das Elektron strahlt ein Photon ab, das mit dem Proton entweder punktförmig in (a) und (b) oder hadronisch in (c) und (d) wechselwirkt. Das erzeugte prompte Photon (γ) und der Jet aus dem hadronisierten Quark (q) verlassen nach rechts die Wechselwirkungszone.

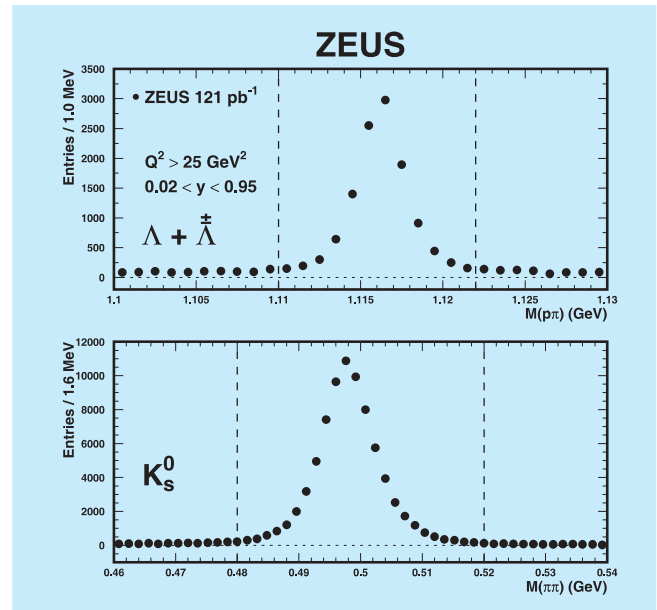


Abbildung 31: Verteilungen der Masse von rekonstruierten Teilchenkandidaten im Datensatz für $\Lambda + \bar{\Lambda}$ und K_s^0 Erzeugung. Insgesamt befinden sich nach der Subtraktion des Untergrundes rund 10730, bzw. 73140, Teilchenkandidaten im Bereich zwischen den beiden Markierungslinien.

Berechnungen werden auch diese Parton-Dichten im Photon überprüfbar. In der Analyse zeigte sich, dass Simulationen in führender Ordnung die gemessenen Wirkungsquerschnitte unterschätzen. Mit der nächsten Ordnung in den Berechnungen werden diese Diskrepanzen reduziert, es bleibt allerdings bei einer Unterschätzung der Vorhersagen im Bereich von kleinen transversalen Energien für das Photon und den Jet. Hier sind die Berechnungen sehr abhängig von der Einbeziehung noch höherer Ordnungen und der Behandlung der Hadronisierungseffekte für den Jet. Eine bessere Beschreibung der Daten konnte durch Berechnungen erzielt werden, in denen eine QCD Faktorisierung relativ zum intrinsischen transversalen Impuls der Partonen (k_t) realisiert wurde und nicht wie sonst üblich zum longitudinalen Impulsbruchteil x . Geht man in den Bereich von höheren transversalen Impulsen des Photons, stimmen alle Berechnungen gut mit den Daten überein.

Die Produktion von neutralen Hadronen, die eine spezielle Art von Quarks, die Strange-Quarks enthalten,

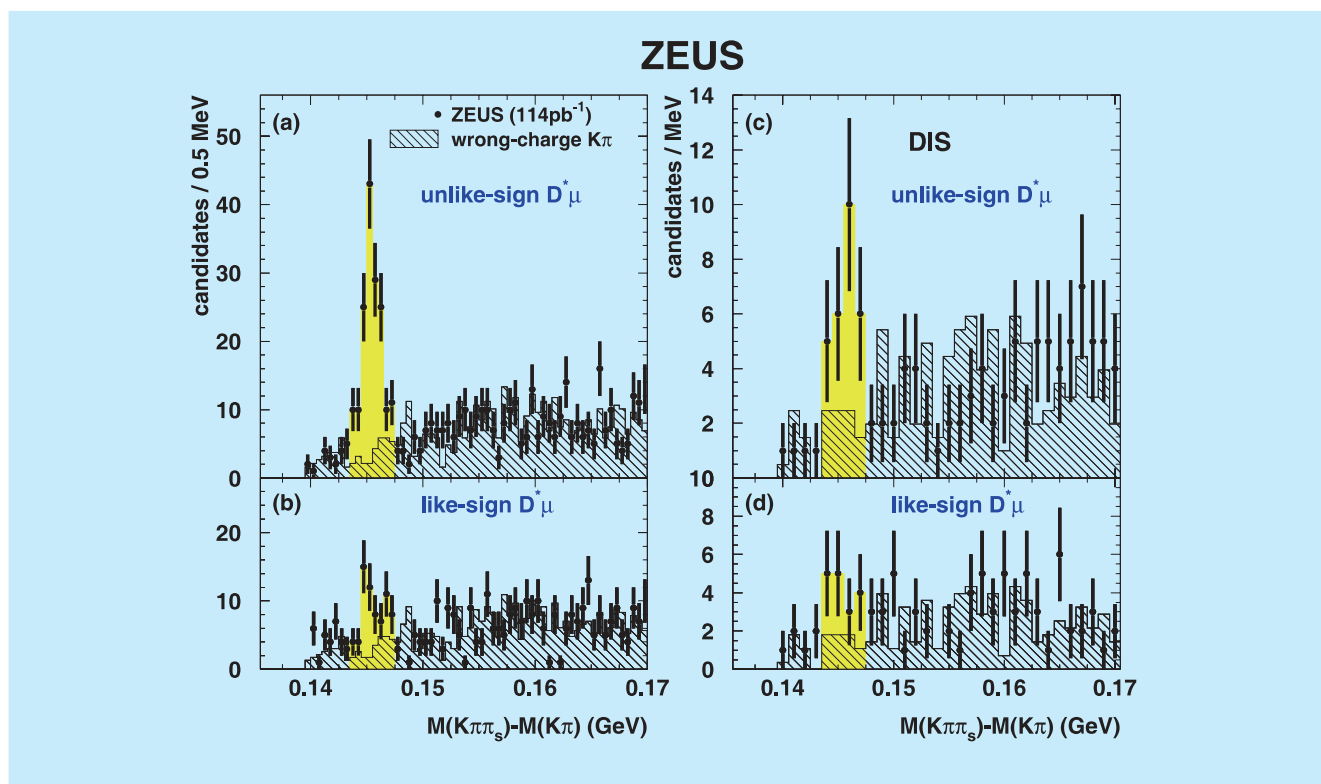


Abbildung 32: Verteilung der Massendifferenzen für $D^*\mu$ Kandidaten. In den Daten (Punkte) erhebt sich klar das Signal (gelb markiert) über den kombinatorischen Untergrund (gestricheltes Histogramm).

gehört zum Messprogramm an allen Teilchenbeschleunigern, wie beispielsweise e^+e^- bei LEP, $\bar{p}p$ am Tevatron, pp bei RHIC, und wurde auch in ep bei HERA schon intensiv studiert. Die Daten wurden zu Tests der QCD Vorhersagen herangezogen und für Weiterentwicklungen von phänomenologischen Modellen verwendet. Letztere ermöglichen QCD Vorhersagen, die sich nicht nur aus den grundlegenden Prinzipien ableiten lassen. Die Ergebnisse gehen direkt in die Modelle ein, mit denen die Produktion von Hadronen bei hohen Energien beschrieben wird. Abbildung 31 zeigt das Signal für die untersuchten Hadronen, Λ und $\bar{\Lambda}$, sowie K_s^0 . Im Allgemeinen sieht man eine gute Übereinstimmung der Modelle mit den Daten. Die Messungen bei HERA decken sich mit den Ergebnissen aus e^+e^- Kollisionen bei LEP.

Die Erzeugung von sogenannten Beauty-Quarks erlaubt stringente Tests für störungstheoretische QCD-Berechnungen.

Weil die Masse der Beauty-Quarks in etwa $5 \text{ GeV}/c^2$ beträgt und der Prozess somit intrinsisch über eine Skala verfügt, die hoch genug ist, geht man davon aus, dass die Vorhersagen schon in der nächst führenden Ordnung verlässlich sind. In der publizierten Analyse wurde konkret die Reaktion

$$ep \rightarrow ebb\bar{X} \rightarrow eD^*\mu X'$$

studiert. Diese Reaktion liefert einen mit Beauty-Quarks angereicherten Datensatz, für den gleichzeitig der Untergrund anderer Prozesse stark unterdrückt ist. Damit ist es möglich, sehr niedrige Transversal-Impulse p_T zu selektieren und so nah wie nie zuvor an die Produktionsschwelle heranzureichen. Abbildung 32 zeigt, wie das Signal für das durch die Reaktion produzierte $D^*\mu$ in der Massenverteilung aller Ereigniskandidaten heraustritt, wenn die richtigen Ladungskombinationen gebildet werden. In der Abbildung sind die Datensätze

für sehr kleine Werte von Q^2 nahe Null und für höhere Werte getrennt dargestellt. Die gemessenen Wirkungsquerschnitte sind größer als die Berechnungen in nächst-höherer Ordnung vorhersagen. Allerdings liegen die Abweichungen innerhalb der Unsicherheiten der Messung und der Berechnungen.

In der zweiten Kategorie der QCD Studien wird die generelle Form der Ereignisse, die Verteilung der produzierten Teilchen, analysiert. In der als nächstes beschriebenen Publikation werden sechs verschiedene Messgrößen für die Ereignistopologie untersucht. Sie sind innerhalb der QCD berechenbar, teilweise sind die Vorhersagen in der nächst-höheren Ordnung schon bekannt. Diese Präzisionstests für die QCD Vorhersagen erfordern ein gutes Verständnis aller Effekte, auch derjenigen, die nicht störungstheoretisch berechenbar sind, wie beispielsweise der Prozess der Hadronisierung. Der Einfluss dieser nicht-störungstheoretischen Korrekturen ist umgekehrt proportional zu einer Potenz von Q^2 . Dabei wird zusätzlich zur starken Kopplung α_s eine effektive Kopplung α_0 für niedrige Energien definiert, die für alle Ereignisformen universal ist. Dieser Ansatz erlaubt es, sowohl α_s als auch α_0 durch Anpassungen der Modell-Abhängigkeiten an die Daten zu bestimmen. Die neue Veröffentlichung verbessert eine ähnliche, früher veröffentlichte Publikation mit weitaus höherer Statistik und durch die Hinzunahme von zwei weiteren Messgrößen. Mit der höheren Statistik ist es möglich, den Datensatz in verschiedene Untergruppen zu teilen, hierdurch werden die Tests zur Gültigkeit der angewandten Modellannahmen immer exakter.

Abbildung 33 stellt die sechs Messgrößen für zwei verschiedene Bereiche in Q^2 in Abhängigkeit von α_s und α_0 dar. Unter den sechs Messgrößen befindet sich beispielsweise der *Thrust* (T), der angibt wie stark das erzeugte hadronische System longitudinal ausgerichtet ist, während B , das *jet broadening* die Ausbreitung in transversaler Richtung beschreibt. Auch die invariante Jet Masse, M^2 , wird ausgewertet. In den beiden Darstellungen ist sichtbar, dass nicht alle Messgrößen die gleichen Werte für α_s und α_0 bevorzugen, auch nicht innerhalb der Unsicherheiten der einzelnen Messungen. Dies deutet auf Probleme in der theoretischen Beschreibung hin. Obwohl die angewandten nicht-störungstheo-

retischen Korrekturen die anderen studierten Abhängigkeiten generell gut beschreiben, wird hier klar, dass die Prozesse, die in den höheren Ordnungen berechnet werden müssen und die in diesen Berechnungen noch nicht eingeschlossen sind, einen großen Einfluss haben.

Eine ähnliche Schlussfolgerung lässt sich aus einer weiteren Studie der Ereignisform ableiten. In ihr wurde der Energie-Fluss in den erzeugten hadronischen Endzuständen gemessen, um Rückschlüsse auf etwaige azimuthale Asymmetrien zu ziehen. Es zeigte sich, dass die Berechnungen in der nächst-höheren Ordnung die gemessenen Momente der azimuthalen Asymmetrie besser beschreiben als die etwas niedrigere Ordnung. Aber auch hier sind Defizite sichtbar, die darauf hinweisen, dass Berechnungen in der noch höheren Ordnung erforderlich sind, um eine zufriedenstellende Beschreibung der Daten zu ermöglichen.

Eine ganz besondere Ereignistopologie wurde in den Datensätzen mit zwei Jets untersucht. In diesen Datensätzen tauchen Ereignisse auf, in denen die Jets durch eine Rapiditätslücke, einem Bereich ohne Teilchen-Aktivität, getrennt sind. In den gewöhnlichen Wechselwirkungen der starken Kraft ist dies nur durch äußerst seltene statistische Fluktuationen möglich, die exponentiell mit wachsendem Abstand der Jets unterdrückt sind. Erklärungsansätze gehen unter anderem von einem gleichzeitigen Austausch zweier Gluonen aus. Dieser Zustand hat dann die Quantenzahlen des Vakuums, kann aber trotzdem stark wechselwirken. Nur Simulationen, die zusätzlich zu den üblichen Wechselwirkungen auch ein Modell eines solchen Zustandes enthalten, können die Daten beschreiben. Diese Art von Wechselwirkungen mit einem Zustand mit Vakuum-Quantenzahlen erscheint auch in anderen Streuprozessen, beispielsweise mit einer Rapiditätslücke in der Proton-Richtung. Wie bei der Messung der Struktur des Protons kann man auch in diesen speziellen, nach einem Analogon in der Optik auch diffraktiv genannten, Ereignissen versuchen, die diffraktive Struktur des Protons zu messen. In diesen Analysen gab es im vergangenen Jahr große Fortschritte, beispielsweise konnten erstmalig innerhalb eines Experimentes die drei möglichen Selektionsmethoden für diese speziellen Ereignisse gleichzeitig angewandt werden. Dadurch war es

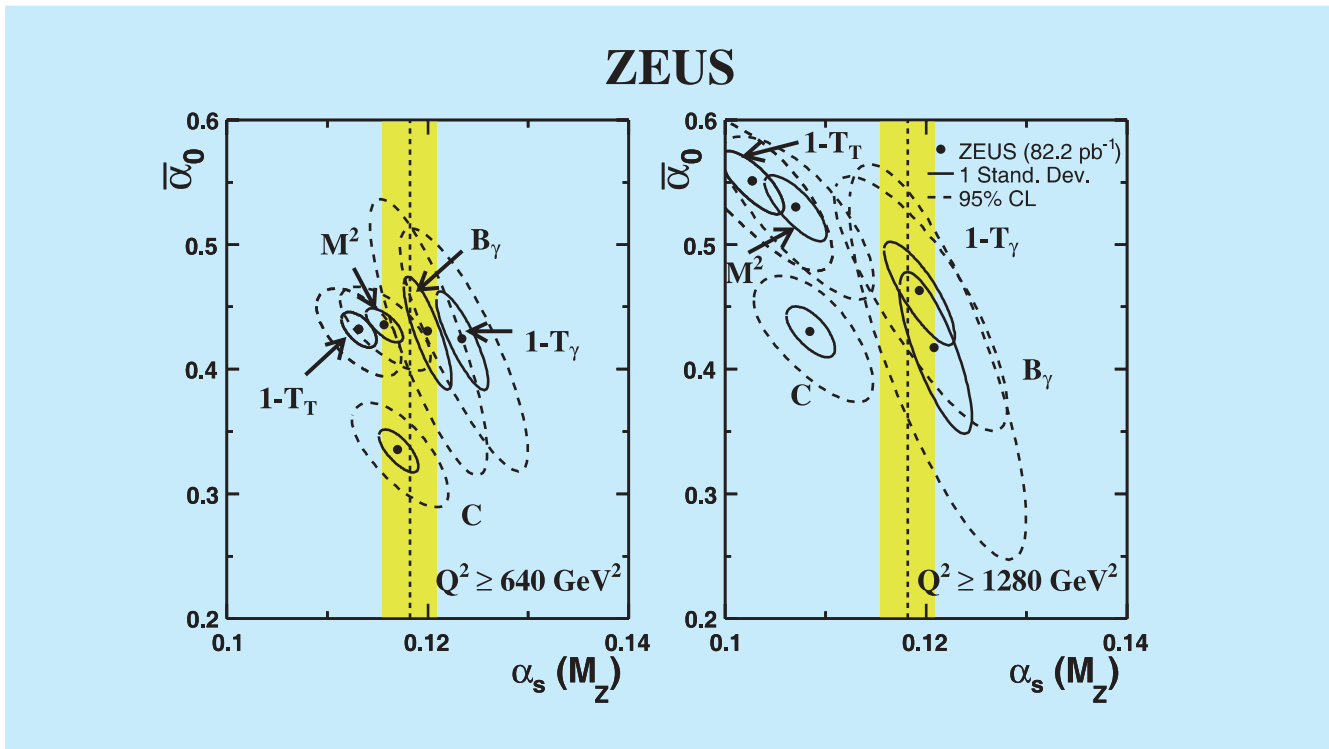


Abbildung 33: Werte für α_s und α_0 , extrahiert aus Anpassungen an die Verteilungen der verschiedenen Messgrößen zur Form der selektierten Ereignisse.

möglich, Diskrepanzen, die in den vergangenen Jahren immer wieder auftraten, zu verstehen und aufzulösen. Die Ergebnisse mit den einzelnen Selektionsmethoden stimmen im Allgemeinen gut überein und das Verständnis von noch vorhandenen, kleineren Abweichungen schreitet zügig voran.

Suche nach exotischen Teilchen

Das Standardmodell beinhaltet in seiner derzeitigen Form drei der vier bekannten Kräfte. Zur Vereinheitlichung aller vier Kräfte gibt es verschiedene theoretische Ansätze. Viele von ihnen erfordern eine neue fundamentale Symmetrie (Super-Symmetrie, SUSY) zwischen den Fermionen (Teilchen mit halbzahligen Spin, z.B. Elektronen) und den Bosonen (Teilchen mit ganzzahligen Spin, z.B. Photon, Gluon). Zur Erfüllung dieser neuen Symmetrie müssen neue Teilchen existieren, welche die SUSY-Partner der Teilchen

im Standardmodell darstellen. Bei ihnen ist dann der Spin um jeweils $1/2$ geändert. Die Suche nach diesen super-symmetrischen Teilchen stellt einen weiteren sehr intensiv verfolgten Analysebereich an allen Beschleunigern der Welt dar. Bisher wurden allerdings noch keine Anzeichen für diese exotischen Teilchen gefunden.

Eine Veröffentlichung im Berichtszeitraum befasste sich mit der Suche nach einem dieser exotischen Teilchen, dem Top-Squark. Dieses Teilchen ist der super-symmetrische Partner zum Top-Quark im Standardmodell und ist der leichteste Zustand für Quarks in SUSY. Bei HERA kann das Top-Squark durch ein Positron und ein Down-Quark erzeugt werden und sein Zerfall kann in einem hoch-energetischen Positron oder Neutrino und hadronischen Jets enden. Dies ist eine sehr klare Signatur, nach der im gesamten zur Verfügung stehenden Datensatz gesucht werden kann. Diese deutliche Signatur hilft auch den Untergrund effizient zu separieren.

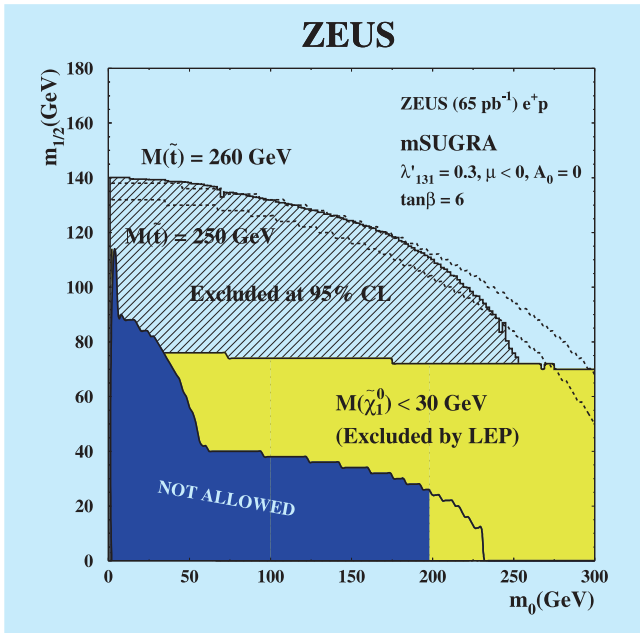


Abbildung 34: Darstellung des für Top-Squark-Produktion zugänglichen Bereiches in m_0 und $m_{1/2}$. Mit dem schraffierten Bereich wird die Existenz von Top-Squarks mit Massen bis zu $260 \text{ GeV}/c^2$ (obere gestrichelte Linie) ausgeschlossen.

Die Ergebnisse der Analyse können im Rahmen des minimalen Super-Gravitationsmodells (mSUGRA) interpretiert werden. Im mSUGRA Modell wird angenommen, dass zwei der freien Parameter festgelegt werden können und zwar die Massenskalen, m_0 und $m_{1/2}$, die universell für alle s-Fermionen und Gauginos gelten sollen.

Abbildung 34 zeigt das Ergebnis der Analyse als Korrelation zwischen diesen beiden Massenskalen. Die Tatsache, dass kein Ereignis gefunden wurde, das mit einer Top-Squark-Produktion kompatibel ist, bedeutet, dass die Existenz von Top-Squarks bis nahezu einer Masse von $260 \text{ GeV}/c^2$ ausgeschlossen werden kann.

Ausblick

In der ersten beschriebenen ZEUS-Analyse in diesem Bericht wurde gezeigt, wie neue Analysetechniken zum weiteren Verständnis beitragen und weitere vorher nicht

durchführbare Analysen erlauben. In den meisten bisher gezeigten Analysen sind die Möglichkeiten der neu eingebauten Detektorkomponenten noch nicht voll ausgeschöpft und in diesem Ausblick wird demonstriert, welches Potenzial sich noch durch die neuen Detektorkomponenten, den Mikrovertex Detektor (MVD) und den Strawtube Tracker (STT), bieten.

Abbildung 35 zeigt in der linken Darstellung das Signal für D^\pm Teilchen, so wie sie in den HERAI Daten mit den Spurdetektoren dieser Datennahmezeit selektiert werden konnten. Die obere Darstellung vermittelt einen Eindruck, wie das Signal in den HERA II Daten aussähe, wenn ähnliche Selektionskriterien angewandt würden. Es entspricht in etwa dem Signal aus den HERAI Daten, allerdings kann man aufgrund der besseren Statistik in den HERA II Daten schon eine Verbesserung in den statistischen Unsicherheiten erreichen. Dies wird durch die Zahlen in Tabelle 3 verdeutlicht.

Die absolute Anzahl der Ereignisse ist nicht in allen Fällen gleich, weil unterschiedliche Schnitte zur Selektion angewendet wurden und die Datensätze unterschiedlich groß sind. Bei der Ausnutzung der Möglichkeiten mit dem MVD, mit dem die Spuren der erzeugten Teilchen ganz nah am Erzeugungspunkt präzise vermessen werden können, verbessert sich die Nachweisgenauigkeit signifikant. In Tabelle 3 sieht man in dem Übergang von HERAI zu HERA II alt und neu eine Verbesserung in der relativen Genauigkeit der Ereignisanzahl von 10% auf 8% und durch die Analyse des MVD's auf 4%. Auch in der Genauigkeit der Breite des Signals werden große Fortschritte erreicht: sie wird von 1.3 MeV über 0.8 MeV auf 0.5 MeV um fast einen Faktor drei verbessert.

	HERA I	HERA II alt	HERA II neu
Luminosität	80 pb ⁻¹	135 pb ⁻¹	135 pb ⁻¹
Q ²	> 2	> 5	> 5
Ereignisse	4790 ± 10%	4419 ± 8%	2181 ± 4%
Breite [MeV]	11.5 ± 1.3	10 ± 0.8	11 ± 0.5
Masse [MeV]	1866 ± 1	1864 ± 2	1865 ± 1

Tabelle 3: Verfügbare Statistik und Ergebnisse zum Nachweis von D^\pm Teilchen.

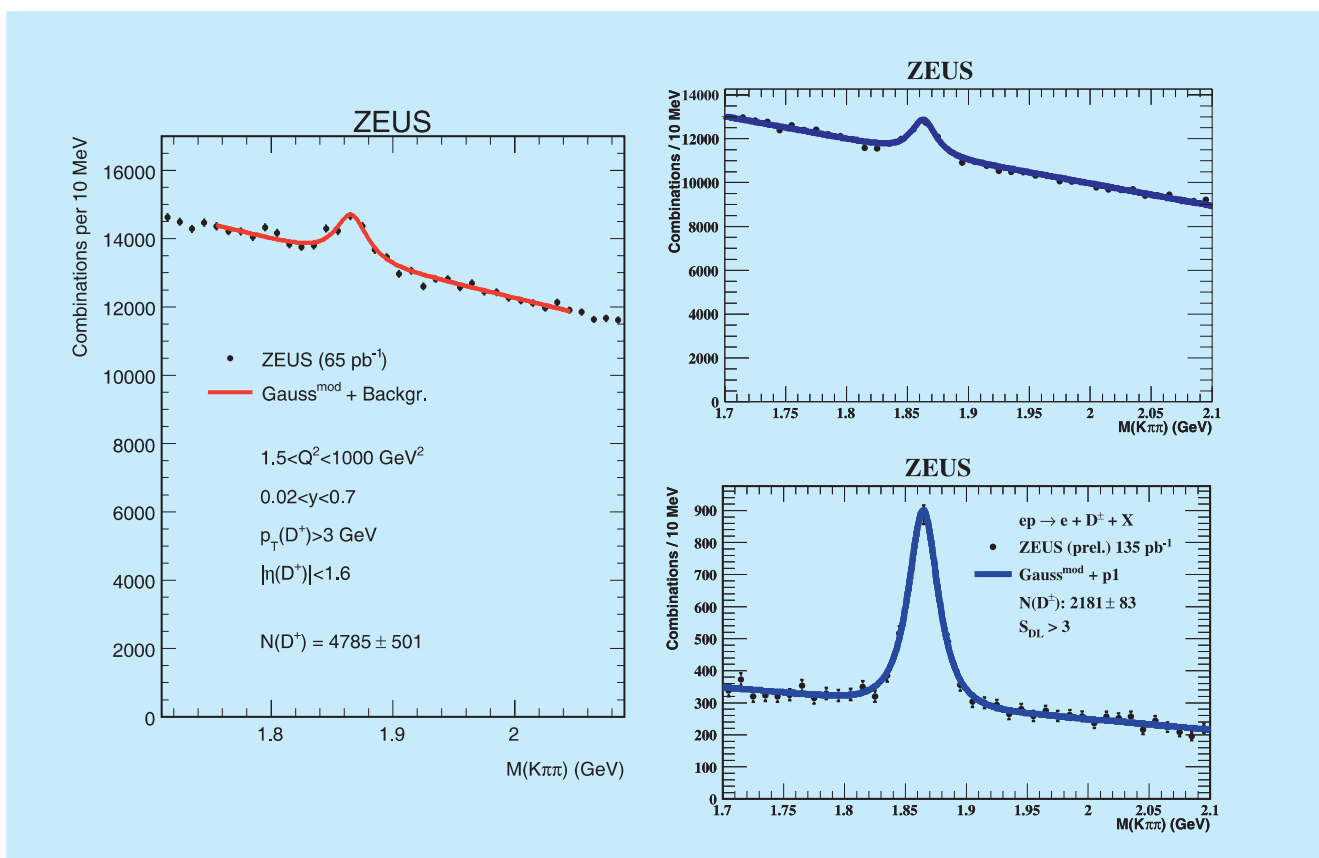


Abbildung 35: Verteilung der Massen für D^\pm Kandidaten in den HERA I Daten (links) und in den HERA II Daten (rechts). In den HERA II Daten ist einmal eine Selektion ähnlich wie in den HERA I Daten angewandt worden (oben) und einmal die Selektion unter Einsatz des MVDs verbessert worden (unten).

Dieses ausgewählte Beispiel vermittelt einen Eindruck von den Verbesserungen und den neuen Möglichkeiten, die sich mit der hohen Statistik der HERA II Daten und den neuen Detektorkomponenten ergeben. Viele

neue Analysen sind schon im Endspurt zur Veröffentlichung und die neuen Daten mit verminderter Protonen-Energie stellen viele weitere höchst interessante und bedeutende Ergebnisse in Aussicht.

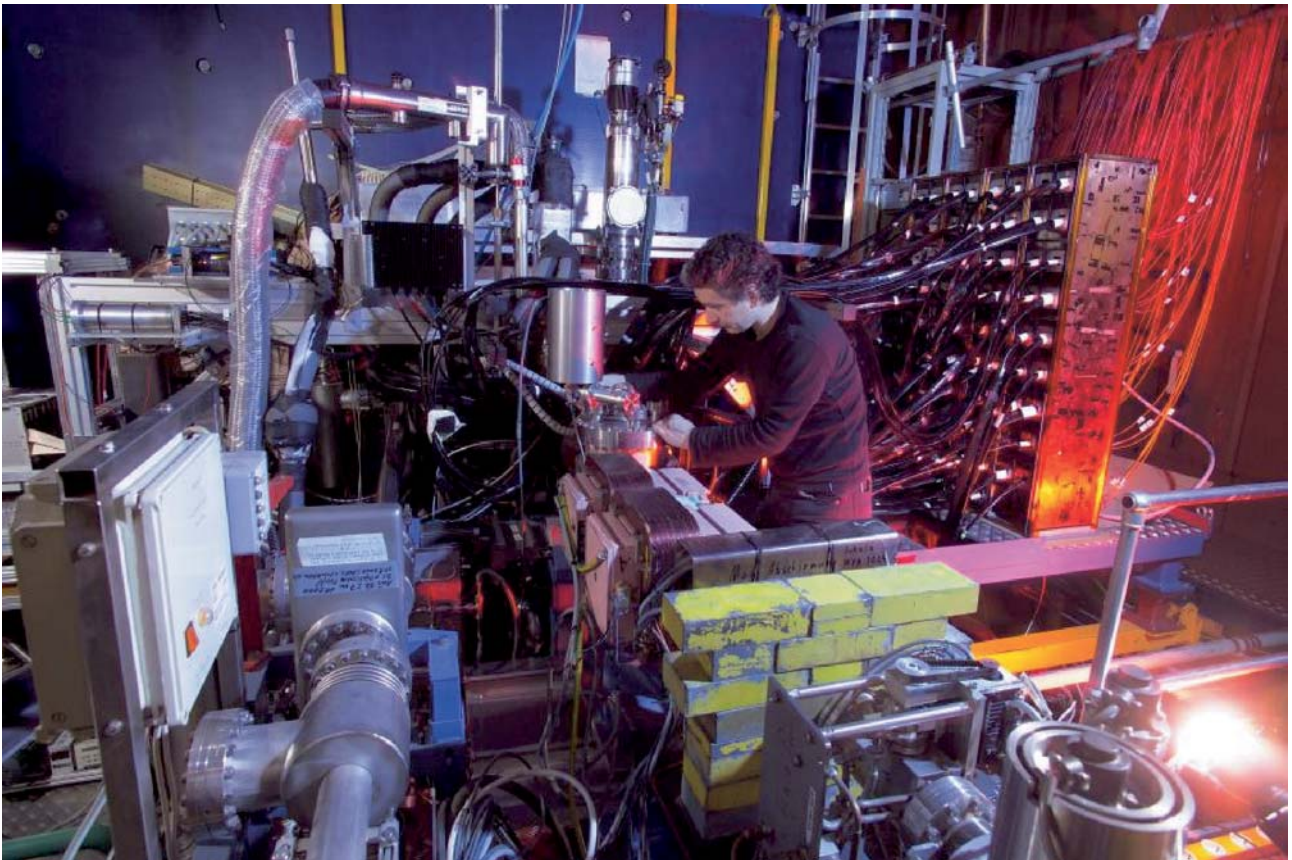


Abbildung 36: Das HERMES Experiment nach dem Einbau des Rückstoßdetektors (versteckt unter Zuleitungen in der Mitte des Bildes). Im Hintergrund ist der blaue Spektrometer-Dipolmagnet zu erkennen. Ganz vorne im Bild sieht man das Strahlrohr in dem die Positronen (oder Elektronen) des HERA-Beschleunigers sich mit einem Impuls von $27.5 \text{ GeV}/c$ auf das HERMES Gas-Target zubewegen, welches sich innerhalb des Rückstoßdetektors und Solenoid-Magneten befindet.

HERMES-Experiment

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

Sprecher: E.C. Aschenauer, DESY

Mit Beginn der Datennahme für das Jahr 2006 hat HERMES einen Rückstoßdetektor in Betrieb genommen, welcher die Akzeptanz des Experiments für den bisher fehlenden Nachweis des Rückstoßprotons aus exklusiven Streuereignissen erweitert. Für die Kollaboration bedeutet dies einen großen Schritt. Die Installation und Inbetriebnahme des Rückstoßdetektors erforderte den Abschied vom bisherigen Herzstück des HERMES Experiments, dem polarisierten Target, welches die Datennahme in den ersten zehn Jahren dominierte und zu einer Reihe einzigartiger Ergebnisse führte, die das bisher umfassendste Bild einer Beschreibung der Spinstruktur des Nukleons ergeben. Der potentielle Erkenntnisgewinn aus der Messung exklusiver Streuereignisse und die deutlich verbesserten Analysemöglichkeiten durch den zusätzlichen Nachweis der langsamen Rückstoßprotonen, sowie die Möglichkeit höherer Datenraten durch höhere Teilchendichten im Target rechtfertigen diesen Schritt.

Derzeit werden die Kalibration des Rückstoßdetektors abgeschlossen und erste Teilchenspuren aus dem im Jahre 2006 aufgezeichneten Datensatz für die Analyse bereitgestellt.

Der Schwerpunkt der Datenanalyse lag in der Fortführung der Untersuchungen der mit dem transversal polarisierten Wasserstofftarget aufgezeich-

neten Daten. Wie in vorangegangenen Beiträgen vorgestellt, werden hierbei azimuthale Wirkungsquerschnitts-Asymmetrien für Mesonen oder Photonen extrahiert. Die Analyse dieser Asymmetrien für die Produktion reeller Photonen im exklusiven Streuprozess (Tiefinelastische Virtuelle Compton Streuung) erlaubte erstmalig eine Abschätzung des Gesamtdrehimpulses der Quarks im Nukleon. Dieses neue Ergebnis öffnet einen Weg zur Bestimmung des Bahndrehimpulses der Quarks im Nukleon.

Weitere Untersuchungen der Tiefinelastischen virtuellen Compton Streuung wurden an Daten von unpolarisierten schweren Kernen durchgeführt, welche Rückschlüsse auf die Modifizierung der Generalisierten Partonverteilungen im nuklearen Medium erlauben.

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

Desweiteren wurde unter Verwendung einer neuartigen Analyseverfahren die Polarisation der Strange-See-Quarks mit erheblich verbesserter Genauigkeit bestimmt.

Neue Detektorkomponenten

Der HERMES Rückstoßdetektor

Tiefinelastische Streuexperimente zeigen, dass Protonen und Neutronen aus fundamentalen Bausteinen – den sogenannten Quarks – aufgebaut sind. Quarks werden mittels der starken Wechselwirkung, durch den Austausch von Gluonen als Botenteilchen zusammengehalten. Tiefinelastische Streuexperimente zeigen auch, dass Quarks massearme Teilchen mit einem Eigendrehimpuls (dem sogenannten Spin) von $1/2$ und drittelzahligen Ladungen (entweder $+2/3$ oder $-1/3$) sind. Die Eigenschaften des Protons sollten sich also aus den Eigenschaften seiner Konstituenten, der Quarks ableiten lassen. In diesem Modell setzt sich z. B. die Gesamtladung $+1$ eines Protons aus der Summe der Ladungen der sogenannten Valenzquarks des Protons (2 u-Quarks, jedes mit der Ladung $+2/3$ und 1 d-Quark mit einer Ladung von $-1/3$) zusammen. Auch andere Eigenschaften des Protons wie etwa das magnetische Moment oder auch der Unterschied zwischen Proton und Neutron lassen sich relativ präzise in diesem einfachen Modell beschreiben.

Daher sollte auch die Beschreibung des Eigendrehimpulses des Protons (der Proton spin) sich einfach aus den einzelnen Beiträgen der Valenzquarks ergeben. Der Spin des Protons ergibt sich aus fundamentalen, unabhängigen Messungen zu $1/2$. Jedes Quark trägt einen Spin $1/2$. Richten sich zwei dieser Quarks parallel zum Spin des Nukleons aus, das dritte jedoch anti-parallel, scheint die Summe aufzugehen. Der gesamte Spin des Protons scheint also durch den Beitrag $\Delta\Sigma = 1$ der Valenzquarks getragen zu werden.

Messungen dieses Beitrages $\Delta\Sigma$ in polarisierter, tiefinelastischer Streuung – u. a. von HERMES – zeigen jedoch, dass maximal $1/3$ des Protonspins dem Beitrag der Quarks zugeschrieben werden kann. Diese Diskrepanz fand unter dem Namen *spin-puzzle* Eingang in die Literatur. HERMES ist eines der wichtigsten Experimente zur Klärung dieses Rätsels. Nachdem Präzisionsdaten der HERMES Kollaboration und anderer, ähnlicher Experimente an Forschungszentren weltweit, das

Rätsel etabliert haben, konzentrieren sich die Anstrengungen der Spin-Physiker nun darauf, die übrigen Bausteine des Puzzles zu vermessen.

Neben den Quarks können auch die Gluonen zum Gesamtspin des Nukleons beitragen. Die HERMES Kollaboration konnte bereits erste Messungen veröffentlichen. Zurzeit erscheinen auch Daten der COMPASS Kollaboration am CERN. Außerdem werden in näherer Zukunft Daten aus Experimenten an RHIC erwartet. Alle bisher zugänglichen Messungen deuten allerdings darauf hin, dass auch der Beitrag der Gluonen zum Nukleonspin klein ist. Ein wenig Vorsicht ist bei dieser Aussage angebracht, da die Messungen und ihre Interpretation sehr schwierig sind und die Präzision und der Umfang der Messungen noch einen großen Spielraum lassen.

Parallel zu diesen Anstrengungen wurde in den letzten Jahren erstmals ein theoretischer und experimenteller Zugang zu Bahndrehimpulskomponenten der Quarks innerhalb eines Nukleons identifiziert. Die vergleichsweise massearmen Quarks sind sehr stark innerhalb eines Nukleons gebunden. Sie führen schnelle Eigenbewegungen um ein gemeinsames Zentrum aus. Ein Teil dieser Bewegungen führt zu nicht-verschwindenden Bahndrehimpulskomponenten, die wiederum zum Gesamtspin des Nukleons beitragen können.

Die Vermessung des Bahndrehimpulses erfordert die Messung eines Abstandes vom Zentrum sowie des Impulses der Quarks senkrecht zu diesem Abstand. Daten, die in konventioneller tiefinelastischer Streuung gewonnen werden, sind nur auf den Impuls der Quarks sensitiv, Messungen der Ortskomponenten sind auf elastische Streueignisse beschränkt und lassen keine Messung der Impulskomponenten zu.

Erst in den letzten Jahren wurde der theoretische Rahmen geschaffen, diese beiden Aspekte der Nukleonstruktur innerhalb sogenannter Generalisierter Partonverteilungen (*Generalised Parton Distributions*, GPDs) zu erfassen. Verschiedene Kollaborationen weltweit konzentrieren nun ihre Anstrengungen darauf, Reaktionen zu vermessen, die die Extraktion dieser GPDs zulassen. Sind diese GPDs einmal hinreichend genau

bestimmt, lässt sich aus ihnen der Bahndrehimpuls der Quarks innerhalb eines Nukleons ableiten.

Der Zugang zu den GPDs ist über die Vermessung des vollständigen Endzustandes einer Reaktion in einer sogenannten exklusiven Messung möglich, in denen das gestreute Nukleon intakt bleibt. Exklusive Messungen erfordern also den Nachweis aller Reaktionsprodukte und deren kinematische Verteilungen. Der Schwerpunkt der Messung liegt daher in möglichst einfachen Endzuständen bestehend aus dem gestreuten Elektron, dem gestreuten Nukleon und einem weiteren Reaktionsprodukt. Kompliziertere Endzustände sind sowohl experimentell als insbesondere auch theoretisch schwer zugänglich. Die HERMES Kollaboration konzentriert ihre Studien exklusiver Reaktionen daher auf die tief-virtuelle Comptonstreuung (*Deeply Virtual Compton Scattering*, DVCS) sowie die exklusive Produktion von pseudo-skalaren oder Vektormesonen bei hinreichend großen Impulsüberträgen und Energien.

In den zurückliegenden Jahren konnten erste Daten zu diesen Reaktionen gemessen und publiziert werden, die zeigen, dass ein Zugang zu GPDs mit dem HERMES Experiment möglich ist. Insbesondere die Vermessung tief-virtueller Comptonstreuung profitiert sowohl vom polarisierten Leptonenstrahl in HERA als auch von der Möglichkeit, diese Reaktionen in Elektron- und Positronstreuung zu messen. HERMES liefert damit einen weltweit einzigartigen Datensatz, der den Fortschritt in diesem Feld entscheidend vorantreibt.

Die Messungen zeigen jedoch einen methodischen Nachteil. Die Eigenschaften des HERMES Spektrometers in den ersten zehn Jahren der Datennahme waren nicht auf den Nachweis exklusiver Streueignisse optimiert. Bei den vergleichsweise hohen Energien im HERMES Experiment reicht die erzielbare experimentelle Auflösung nicht aus, um durch reine Analysetechniken exklusive Reaktionen zu etablieren. Die Daten zeigen immer noch eine Beimischung nicht-exklusiver Streueignisse, deren genauer Beitrag modelabhängig bestimmt werden muss und somit zur experimentellen Unsicherheit beiträgt. Mit Beginn der Datennahme im Jahr 2006 hat HERMES einen zusätzlichen Detektor in Betrieb genommen, welcher die Akzeptanz des Ex-

periments in der für den bisher fehlenden Nachweis des Rückstoßnukleons aus exklusiven Streueignissen erweitert. Für die Kollaboration bedeutet dies einen großen Schritt. Die Installation und Inbetriebnahme des Rückstoßdetektors bedeutet den Abschied vom bisherigen Herzstück des HERMES Experiments, dem polarisierten Target, welches die Datennahme und physikalischen Ergebnisse in den ersten zehn Jahren dominierte und zu einer Reihe einzigartiger Ergebnisse führte. Der potentielle Erkenntnisgewinn aus der Messung exklusiver Streueignisse und die deutlich verbesserten Analysemöglichkeiten durch den zusätzlichen Nachweis der langsamen Rückstoßprotonen, dem Ausschluss zusätzlicher Reaktionsprodukten durch einen größeren Akzeptanzbereich und nicht zuletzt die Möglichkeit höher Datenraten durch höhere Teilchendichten im Target rechtfertigen diesen schwerwiegenden Entschluss.

Der HERMES Rückstoßdetektor wurde unter engen zeitlichen Rahmenbedingungen von verschiedenen an HERMES beteiligten Instituten, darunter die Universitäten Erlangen, Gent, Giessen und Glasgow sowie Gruppen des INFN Frascati und DESY Zeuthen und DESY Hamburg, verwirklicht. Der HERMES Detektor wurde auf den positiven Nachweis eines Rückstoßprotons aus der tief-virtuellen Comptonstreuung optimiert. Zusätzlich wird die Fähigkeit, Untergrundreaktionen durch den Nachweis von geladenen und ungeladenen Pionen zu identifizieren, verlangt. Um den geforderten Energie- und Winkelbereich abzudecken ist der HERMES Rückstoßdetektor aus drei unterschiedlichen Detektorsystemen zusammengesetzt, die im Folgenden beschrieben werden. Um diese einbauen und betreiben zu können, waren Veränderungen am Kollimatorsystem und dem Reaktionstarget notwendig.

Bestmögliche Daten erfordern den Nachweis von Rückstoßprotonen bis hinunter zur kinematisch erlaubten Reaktionsschwelle über einen großen Winkelbereich. Die Detektoren müssen zugleich Teilchenidentifikation, Impulsmessung und die Bestimmung des Entstehungsortes erlauben. Zu diesem Zweck wurde die Vakuumkammer um den HERMES Wechselwirkungspunkt erweitert um Raum für einen in diesem Vakuum operierenden Halbleiterstreifen-zähler (Silikondetektor) zu erlangen. Der Silikondetektor setzt sich aus zwei

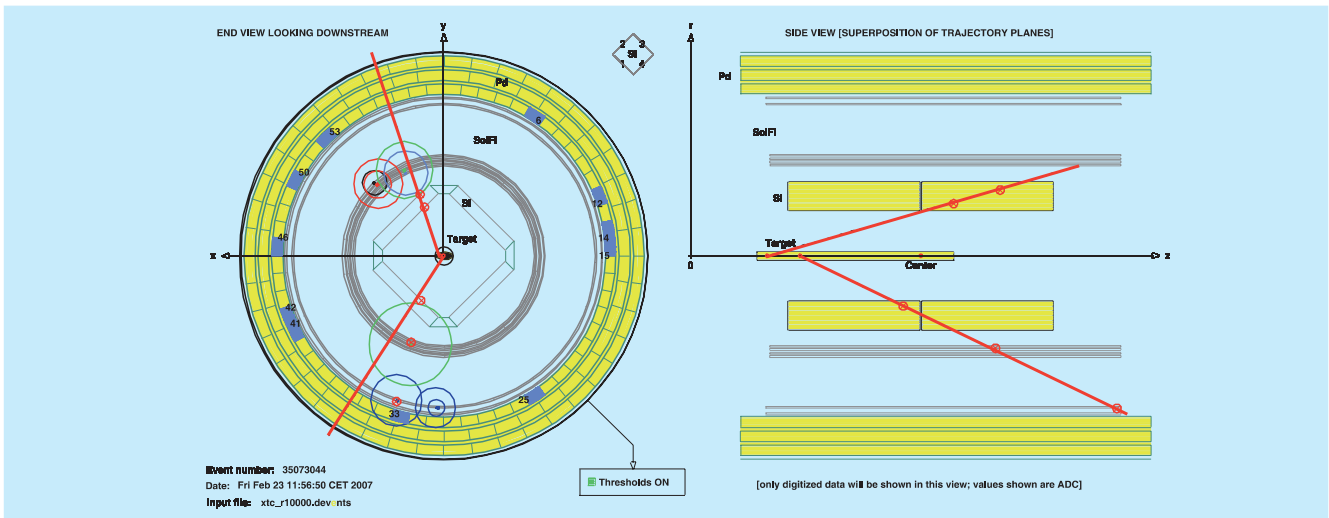


Abbildung 37: Darstellung der Spuren zweier Teilchenkandidaten in der Ereignisdarstellung des HERMES Rückstoßdetektors. Die roten Linien zeigen die rekonstruierte Anfangsrichtung der Teilchen an und gehen wegen der Krümmung im magnetischen Feld des Solenoids nicht durch alle Punkte in der Sicht entlang des Strahls.

Doppelrhomben bestehend aus je 8 Detektormodulen zusammen. Jedes Detektormodul (vom Typ TIGRE) besitzt Streifen parallel und senkrecht zur Strahlachse, die unabhängig ausgelesen werden. Die Kombination von getroffenen Streifen innerhalb eines Moduls liefert einen Durchstoßpunkt. Die Kombination von solchen Punkten in hintereinanderliegenden Modulen ermöglicht die Rekonstruktion des Entstehungsortes innerhalb der Targetregion und den Winkel der Streuung. Zusätzlich wird für jeden getroffenen Streifen die erzeugte Ladungsmenge gespeichert. Diese wiederum ist abhängig von der Teilchensorte und dessen Energie, und erlaubt somit die Identifikation verschiedener Teilchenspezies. Niederenergetische Teilchen deponieren innerhalb des Detektors soviel Energie, dass sie dort stoppen. Für diese Teilchen misst der Silikondetektor die Gesamtenergie und erlaubt somit die Bestimmung des Teilchenimpulses. Dies ist auch für etwas schnellere Teilchen noch möglich, allerdings mit geringerer Genauigkeit.

Die Impulsbestimmung schnellerer Teilchen erfordert einen weiteren Detektor, der außerhalb des Vakuums installiert ist. Der Impuls eines Teilchens kann auf der

Krümmung seiner Bahn in einem Magnetfeld berechnet werden. Dazu wird folgendes verwendet: Ein 1.6 T starkes, sehr homogenes Magnetfeld entlang der Strahlachse wird von einem supraleitenden Solenoid-Magneten, der alle Detektoren umschließt, produziert. Die Durchstoßpunkte zur Rekonstruktion der Teilchenbahn im Magnetfeldes werden von den einzelnen Detektoren übernommen. Für diese Aufgabe ist im HERMES Rückstoßdetektor ein Spurdetektor aus szintillierenden Fasern (Scintillatordetektor) integriert. Dieser Detektor besteht aus zwei konzentrischen Doppelzylindern aus je zwei parallelen Lagen szintillierender Fasern sowie zwei um ± 10 Grad zur Strahlachse versetzten Lagen. Die Kombination getroffener Fasern aus den parallelen und Stereolagen innerhalb eines Zylinders liefern einen Durchstoßpunkt, die Kombination zweier Zylinder mit den Messungen des Silikondetektors insgesamt vier Punkte, die zur Berechnung des Bahnradius verwendet werden können. Ebenso wie beim Silikondetektor wird auch im Scintillatordetektor eine zur deponierten Energiemenge und somit ein für die Teilchensorte charakteristisches Energiesignal registriert und ausgewertet. Ein Beispiel mit dem Rückstoßdetektor gemessener Teilchenspuren ist in Abbildung 37 gezeigt.

Zum Nachweis von Photonen und zur Verbesserung der Teilchenidentifikation wurde um den Scintillatordetektor herum ein Photonendetektor (PD) konstruiert. Dieser Detektor besteht aus 3 unterschiedlich dicken Lagen Wolfram, um Photonen in geladene Teilchen zu konvertieren, zwischen denen sich herkömmliche, segmentierte Szintillationszähler befinden. Diese dienen dem Nachweis geladener Teilchen, entweder aus konvertierten Photonen oder primär geladener Teilchen hinreichend hohen Impulses. Die Messung der deponierten Energie erlaubt auch hier die Identifikation geladener Teilchen; die Segmentierung eine grobe Ortsbestimmung.

Das gesamte Detektorsystem wurde bis kurz vor dem Einbau Ende 2005 vollständig mit Hilfe kosmischer Höhenstrahlung getestet, um die verbleibende Datennahmezeit so effektiv wie möglich zu nutzen und die Integration in das bestehende HERMES Spektrometer und dessen Analyse zu vereinfachen. Diese Zeit

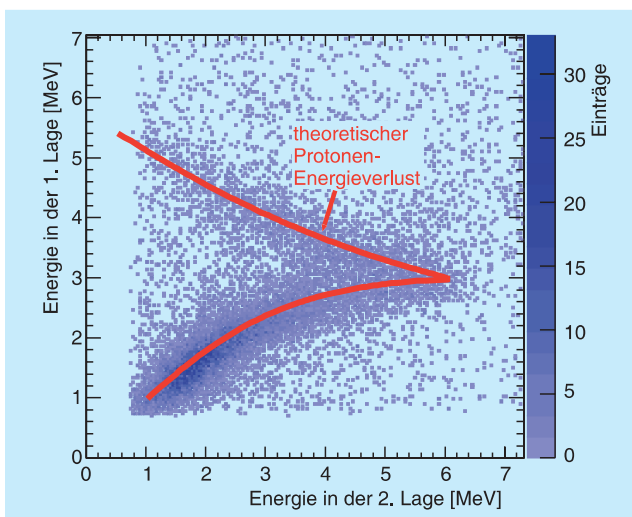


Abbildung 38: Deponierte Energie in der ersten und zweiten Lage des Silizium-Streifen-Zählers (Silikondetektors). Gezeigt sind experimentelle Daten nach einer vorläufigen Detektorkalibration. Schon hier zeichnet sich deutlich ein Band ab. Unterhalb von 3 MeV in der inneren Lage durchdringen alle Teilchen beide Detektoren, oberhalb hingegen werden Protonen in der zweiten Lage gestoppt, und bilden daher ein von links nach rechts abfallendes Band.

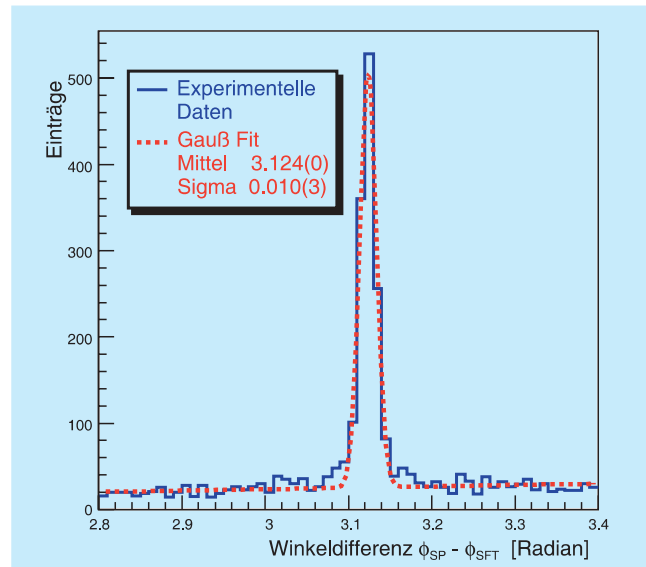


Abbildung 39: Winkeldifferenz der im Spektrometer gemessenen Leptonen ϕ_{SP} und im Scintillatordetektor des Rückstoßdetektors gemessenen Teilchen ϕ_{SFT} z. B. für die obere Detektorhälfte. Wie bei elastischer Streuung erwartet, werden die meisten Teilchen in entgegengesetzte Richtung emittiert. Wenn man zusätzlich noch – wie hier geschehen – elastische Ereignisse durch Selektion im Spektrometer auswählt, erhält man eine scharfe Verteilung um $180^\circ = \pi$.

wurde auch zum Testen der Einbauprozedur verwendet. Der Einbau verlief dementsprechend zügig und nach Plan. Auch anfängliche Schwierigkeiten und ein konzeptioneller Schwachpunkt im Design des neuen Targetsystems konnten schnell behoben werden. Die Datennahme mit dem HERMES Rückstoßdetektor läuft seit Frühjahr 2006.

Erste Teilchenspuren können aus dem Datensatz extrahiert werden (siehe Abbildung 37). Die HERMES-Physiker arbeiten nun mit Hochdruck daran, den Datensatz zu kalibrieren. Schon mit einer ersten aber noch zu verbessernden Energiekalibration des Silikondetektors zeigt sich ein klares Band für Protonen mit dem zu erwartenden Energieverlust (siehe Abbildung 38). Die geometrische Anordnung der 4822 Fasern des Scintillatordetektors wurde in einem Eichexperiment präzise vermessen und die Detektorteile mit rekonstruierten Spuren eingemessen. Bereits mit einer vorläufigen

Eichung wird die erwartete Winkelauflösung lediglich um 30% überschritten (siehe Abbildung 39). Da der Rückstoßdetektor noch nicht relativ zum Spektrometer geeicht ist, ergibt sich eine leichte Abweichung des Mittelwertes. In allen drei Lagen des Photonendetektors werden die erwarteten Signale gemessen. Abbildung 40 zeigt, dass diese tatsächlich realen Teilchendurchgängen entsprechen. Die gemessene Signalhöhe bildet eine Überhöhung aus, die umso deutlicher ausfällt, je stärker man mithilfe anderer Detektoren hauptsächlich elastisch gestreute Protonen auswählt.

Derzeit werden die Eichungen des Rückstoßdetektors abgeschlossen und Routinen, die die Datenqualität sicherstellen, implementiert. Erste, mithilfe der Informationen des Rückstoßdetektors gewonnene Ergebnisse sind für 2007 zu erwarten.

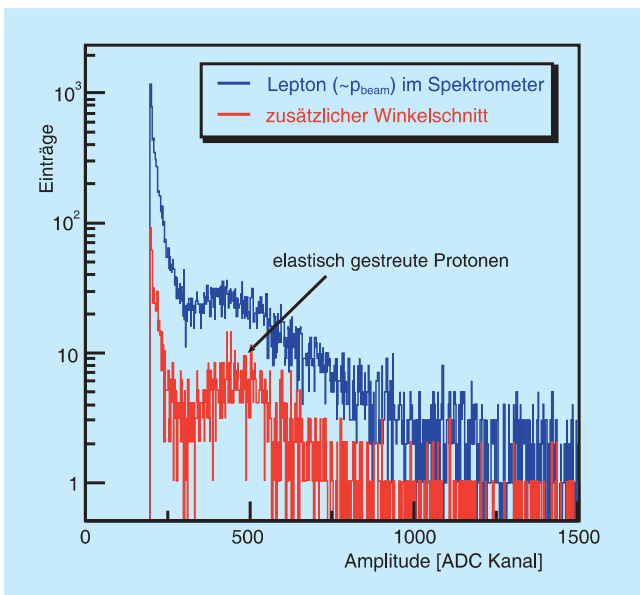


Abbildung 40: Amplitudenspektrum in der ersten Lage des Photonendetektors in logarithmischer Skala. Die obere blaue Kurve zeigt Ereignisse in denen ein schnelles Lepton im Spektrometer nachgewiesen wurde. Wenn man zusätzlich verlangt, dass diese in entgegengesetzter Richtung zu den im Photonendetektor gemessenen Teilchen vom Target emittiert wurden, erhält man die rote Verteilung. In beiden Fällen kann man die Erhöhung durch elastisch gestreute Protonen deutlich erkennen.

Physikalische Ergebnisse mit Polarisierten Targets

Exklusive Prozesse: Tiefinelastische virtuelle Compton-Streuung (DVCS)

Das besondere Interesse an einer Messung der Generalisierten Parton-Verteilungsfunktionen resultiert aus der erstmaligen Möglichkeit den Anteil des Bahndrehimpulses der Quarks am Spin des Nukleons zu bestimmen. X. Ji zeigte im Jahre 1997, dass die Generalisierten Parton-Verteilungsfunktionen E^q und H^q Informationen über den Gesamtdrehimpuls der Quarks J^q enthalten, welcher sich aus der Summe des Quarkspins und deren Bahndrehimpuls ergibt. Da der Beitrag der Quarkspins bereits mit guter Genauigkeit bekannt ist, ergibt sich folglich die Möglichkeit den Bahndrehimpuls der Quarks am Spin des Nukleons zu extrahieren.

Ähnlich wie im Fall der inklusiven und semi-inklusive tiefinelastischen Streuung, in der die Struktur des Nukleons durch die Parton-Verteilungsfunktionen beschrieben wird, können harte exklusive Prozesse mit Hilfe der Generalisierten Parton-Verteilungsfunktionen beschrieben werden. Diese ermöglichen erstmalig eine dreidimensionale Beschreibung des Nukleons, da sie sowohl von der transversalen Position als auch vom longitudinalen Impuls der Partonen innerhalb des Nukleons abhängen sowie deren Korrelation beschreiben. Die gewöhnlichen Partonen-Verteilungsfunktionen und elastischen nuklearen Formfaktoren sind als Grenzwerte bzw. Momente in den Generalisierten Parton-Verteilungsfunktionen enthalten. Ein Beispiel eines harten exklusiven Prozesses ist die tiefinelastische virtuelle Compton-Streuung (DVCS).

Der DVCS-Prozess beschreibt die Streuung eines Leptons durch den Austausch eines virtuellen Photons an einem Nukleon oder Atom, bei dem ein reelles Photon entsteht. Dieser Prozess interferiert mit dem Bethe-Heitler-Prozess, da beide experimentell ununterscheidbare Endzustände besitzen. Beim Bethe-Heitler-Prozess wird das reelle Photon vom einlaufenden oder gestreuten Lepton emittiert, während es beim DVCS-

Prozess von einem der Partonen stammt. Obwohl im typischen kinematischen Bereich von HERMES die Wahrscheinlichkeit für den DVCS-Prozess viel kleiner ist als die des Bethe-Heitler-Prozesses, kann man mit Hilfe des Interferenzterms Informationen über die DVCS-Amplitude erhalten.

Die Messung von azimuthalen Asymmetrien bezüglich unterschiedlicher Ladungen des Leptonbeams bzw. bezüglich der Polarisation des Strahls oder des Targets eröffnet einen experimentellen Zugang zur DVCS-Amplitude und damit zur Bestimmung der generalisierten Parton-Verteilungsfunktionen E^q und H^q . Eine erste Analyse der Asymmetrie bezüglich der Strahlladung, die insbesondere auf die Funktion H^q sensitiv ist, wurde bereits veröffentlicht. Diese Messung wird in den nächsten Jahren mit deutlich höherer Statistik verbessert werden.

Besonderes Interesse galt der Analyse der mit einem transversal polarisierten Wasserstofftarget aufgezeichneten Daten. Die Asymmetrie bezüglich der transversalen Targetpolarisation ist eine der seltenen Messgrößen die auf die Funktion E^q sensitiv sind. In diesem Jahr veröffentlichte HERMES erste Ergebnisse zur Messung der transversalen Targetspin-Asymmetrie sowie die erstmalige, modellabhängige Abschätzung des Gesamtdrehimpulses von Up- und Down-Quarks im Nukleon.

Transversale Targetspin-Asymmetrie

Die Asymmetrie bezüglich der transversalen Targetpolarisation ist definiert als

$$A_{UT}(\phi, \phi_s) = \frac{d\sigma(\phi, \phi_s) - d\sigma(\phi, \phi_s + \pi)}{d\sigma(\phi, \phi_s) + d\sigma(\phi, \phi_s + \pi)} \quad (8.1)$$

mit den differentiellen Wirkungsquerschnitten $d\sigma$ für die Produktion exklusiver Photonen, dem azimuthalen Winkel ϕ zwischen der Leptonenstreuebene und der Photonenproduktionsebene und ϕ_s , dem Winkel zwischen dem Polarisationsvektor des Targets und der Leptonenstreuebene.

HERMES nahm während der Jahre 2002 bis 2005 Daten an einem transversal polarisierten Wasserstoffgas-Target. Die Ergebnisse beinhalten die Messungen der

Jahre 2002 bis 2004 und ergeben eine Amplitude von

$$\left\langle A_{UT}^{\sin(\phi - \phi_s) \cos \phi} \right\rangle = -0.149 \pm 0.058(\text{stat.}) \pm 0.033(\text{syst.}) \quad (8.2)$$

Von theoretischer Seite wurde ein Modell entwickelt, in dem die generalisierte Quark-Verteilungsfunktion E^q in Abhängigkeit von den Gesamtdrehimpulsen der Up- und Down-Quarks J^u und J^d beschrieben werden kann. Es wurde nachgewiesen, dass in diesem Modell die Amplitude der transversalen Targetspin-Asymmetrie $A_{UT}^{\sin(\phi - \phi_s) \cos \phi}$ im Wesentlichen auf diese beiden Parameter sensitiv ist. Zur Abschätzung dieser Parameter wird die experimentell ermittelte Amplitude mit der – in Abhängigkeit von den Gesamtdrehimpulsen – berechneten Amplituden verglichen und eine Fehlerminimierung durchgeführt. Aus diesen Überlegungen erhält man das in Abbildung 41 gezeigte Band für mögliche Werte von J^u und J^d , das dem Bereich einer Standardabweichung entspricht. Die Analyse ergibt einen Wert von $J^u + J^d / 0.29 = 0.42 \pm 0.21 \pm 0.06$, wobei zunächst der experimentelle Fehler und dann der aus den Modellannahmen resultierende Fehler angegeben ist. Aus Abbildung 41 ergibt sich beispielsweise für die Annahme $J^d = 0$ ein Wert von 0.4 für den Gesamtdrehimpuls der Up-Quarks im Nukleon.

Strahlhelizitätsasymmetrie in Abhängigkeit von der Massenzahl des Targets

Darüber hinaus veröffentlichte HERMES in diesem Jahr vorläufige Ergebnisse der Asymmetrie bezüglich der Strahlhelizität für Targets verschiedener Massenzahl. Diese Messungen erlauben Rückschlüsse auf die Modifizierung der generalisierten Parton-Verteilungsfunktionen im nuklearen Medium.

Im Falle eines nuklearen Targets unterscheidet man zwischen dem kohärenten Prozess, bei dem am ganzen Kern gestreut wird und dem inkohärenten Prozess, bei dem der Kernverbund aufgebrochen wird und das reelle Photon im Endzustand von einem bestimmten Nukleon emittiert wird.

Um den kohärenten vom inkohärenten Anteil der Ereignisse zu trennen, nutzt man die Abhängigkeit vom

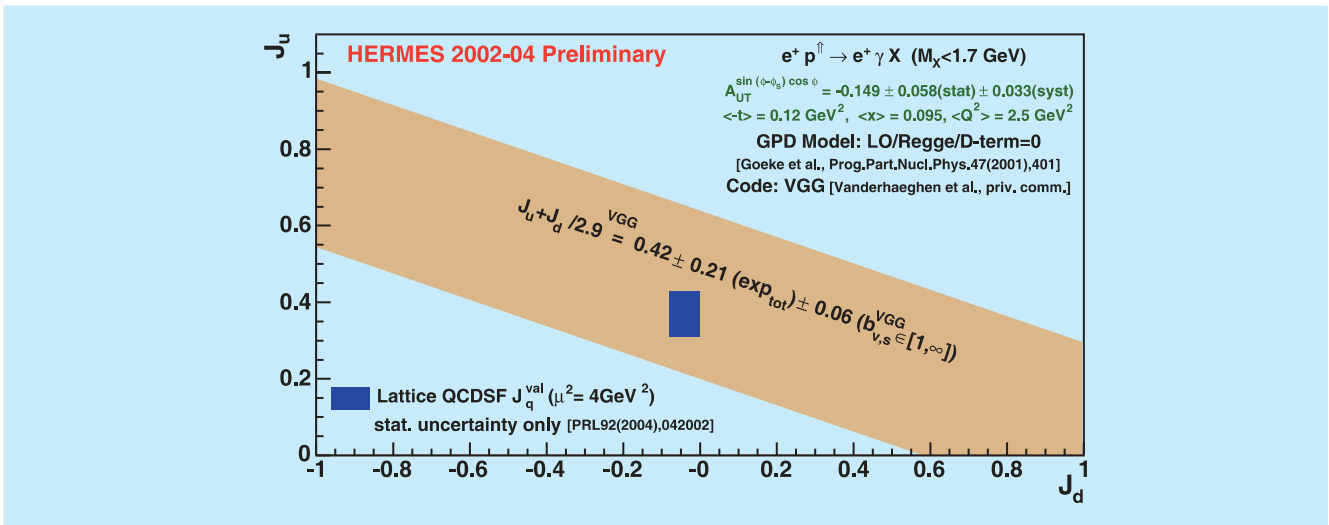


Abbildung 41: Modellabhängige Einschränkung der Gesamtdrehimpulse von Up- und Down-Quarks (J^u und J^d). Das blaue Rechteck zeigt das Ergebnis einer theoretischen Berechnung, die ausschließlich die Valenzquarks betrachtet.

Impulsübertrag t auf das Target. Hohe Werte von t entsprechen einer hohen Wahrscheinlichkeit für das Aufbrechen des Kernverbundes und damit dem inkohärenten Prozess. Zur besseren Vergleichbarkeit zwischen den verschiedenen Targets wurden die Bedingungen so gewählt, dass die kohärenten Daten einem mittleren t von 0.018 GeV^2 und die inkohärenten Daten einem mittleren t von 0.2 GeV^2 entsprechen.

Die extrahierten Verhältnisse der Strahlhelizitätsasymmetrie A_{LU} von verschiedenen nuklearen Targets (Deuterium, Stickstoff, Neon, Krypton und Xenon) relativ zur Asymmetrie am Wasserstofftarget sind in Abbildung 42 zu sehen. Die mittlere Strahlhelizitätsasymmetrie der nuklearen Targets übertrifft in der kohärenten Region die von Wasserstoff um zwei Standardabweichungen (oberer Graph). Dagegen sind die Verhältnisse in der inkohärenten Region (unterer Graph) konsistent mit 1. Beide Resultate befinden sich in guter Übereinstimmung mit theoretischen Vorhersagen.

Bestimmung der Gluonpolarisation

Wie eingangs dargelegt, besteht ein wesentliches ungelöstes Problem der heutigen Hadronphysik darin,

dass die Zusammensetzung des Nukleon-Gesamtdrehimpulses aus denjenigen seiner partonischen Bestandteile bisher nur zu einem kleinem Teil bekannt ist. Mit Hilfe von Messergebnissen des HERMES-Experiments wurden bereits Antworten erhalten zum Eigendrehimpuls (Spin) von Valenz- und Seequarks, sowie kürzlich zum Gesamt(Spin+Bahn-)drehimpuls von u- und d-Quarks. Obwohl die Gluonen insgesamt etwa die Hälfte des Nukleonimpulses tragen, gibt es bisher noch keine genaueren Antworten zu ihrem Anteil ΔG am Spin $\frac{1}{2}$ des Nukleons. Aus Analysen der inklusiven Streuung im Rahmen einer sogenannten QCD-Analyse (in welchen aus der gemessenen kinematischen Abhängigkeit des polarisierten Lepton-Nukleon Wirkungsquerschnitts Parton-Verteilungsfunktionen extrahiert werden) können bisher nur indirekte, und daher relativ ungenaue Aussagen zur polarisierten Gluon-Verteilungsfunktion $\Delta g(x)$ sowie zu deren Integral $\Delta G = \int_0^1 dx \Delta g(x)$ erhalten werden. Mit x wird hier der vom Gluon getragene Bruchteil des Nukleonimpulses bezeichnet. Die direkte Messung ist schwierig und derzeit an vielen großen Beschleunigerzentren (RICH in Brookhaven, CERN in Genf, HERA in Hamburg) Gegenstand intensiver Forschung. Experimentell zugänglich ist in diesen Messungen das Verhältnis

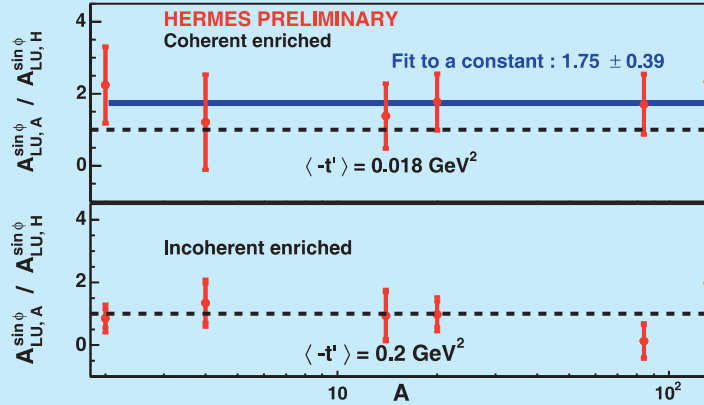


Abbildung 42: Das Verhältnis der Strahlhelizitätsasymmetrie für Targets verschiedener Massenzahl A relativ zur Asymmetrie für Wasserstoff. Die gestrichelten Linien liegen bei eins, während die durchgezogene Linie die Anpassung einer konstanten Funktion an die Daten wiedergibt.

$\frac{\Delta g}{g}(x)$, d. h. die Verteilungsfunktion der Gluonpolarisation, aus welcher die Gluonhelizität $\Delta g(x)$ unmittelbar durch Multiplikation mit der recht gut bekannten unpolarisierten Gluon-Verteilungsfunktion $G(x)$ extrahiert werden kann. Die gesuchte Größe ΔG wird dann im experimentell zugänglichen Bereich $[x_1, x_2]$ über $\Delta G = \int_{x_1}^{x_2} dx \frac{\Delta g}{g}(x) \cdot g(x)$ ermittelt, während deren Werte unter- bzw. oberhalb dieses Bereichs immer durch theoriebasierte Extrapolation bestimmt werden müssen. Im HERMES-Experiment werden am HERA-Beschleuniger Wechselwirkungen longitudinal polarisierter Positronen der Energie 27.5 GeV mit ebenfalls longitudinal polarisierten Protonen oder Deuteronen des internen HERMES-Gastargets untersucht. Als Messgröße zur Bestimmung der Gluonpolarisation dienen Doppelspin-Asymmetrien im Wirkungsquerschnitt inklusiver geladener Hadronen. Ein gewisser Anteil dieser Teilchen wird erzeugt durch Wechselwirkung des vom Strahlteilchen abgestrahlten virtuellen Photons mit einem Gluon im Nukleon und nicht, wie in den meisten Fällen, einem Quark im Nukleon. Im Rahmen und unter Ausnutzung eines QCD-basierten Quark-Parton-Modells, welches vom Monte Carlo Simulationsprogramm Pythia verwendet wird, bietet diese Reaktion die Möglichkeit, Informationen über die Verteilungsfunktion der Gluonpolarisation $\frac{\Delta g}{g}(x)$ zu er-

halten. Insbesondere werden dazu Hadronen gebraucht, die mit möglichst hohem Transversalimpuls (p_T^{beam}) erzeugt worden sind, weil dieser bevorzugt bei der (harten) Streuung am Gluon entsteht. Nur durch Auswahl dieser Ereignisse ist es möglich, den Untergrund von anderen Prozessen genügend stark zu reduzieren. Der o. g. Anteil der Gluonen am Streuprozess ist a priori unbekannt und muss in einer aufwendigen Monte Carlo Simulation ermittelt werden. Bei den relativ niedrigen Strahlenergien, welche heutigen Festtarget-Experimenten wie z. B. HERMES zur Verfügung stehen, sind die verschiedenen dabei zu modellierenden Prozesse nicht genügend genau bekannt. Diese Ungenauigkeit stellt den Hauptanteil des systematischen Fehlers der Messung dar, welcher erstmalig überhaupt detailliert ermittelt wurde.

Die am Proton bzw. Deuteron für positive (negative) Hadronen h^+ (h^-) gemessenen Asymmetrien sind in Abbildung 43 dargestellt. Analysiert wurden Ereignisse ohne Registrierung des gestreuten Positrons (Photoproduktion), einer Ereignisklasse mit bestmöglicher Statistik. Die Darstellung der aus der Monte Carlo (MC) Simulation erwarteten Asymmetrien für $\Delta g/g = 0, \pm 1$ (Kurven) über p_T^{beam} zeigt, dass schon für Hadron-Transversalimpulse oberhalb von 1 GeV Asymmetrien

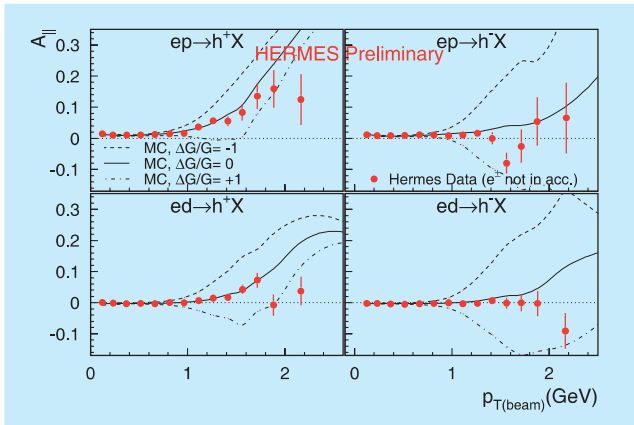


Abbildung 43: Gemessene Asymmetrien für die Produktion von positiven (links) und negativen (rechts) Hadronen an einem Proton- und Deuteriumtarget. Die Kurven stellen Berechnungen dieser Asymmetrien innerhalb eines Monte Carlo Modells für verschiedene angenommene Werte von $\Delta g/g$ dar.

erwartet werden, die deutlich von $\Delta g/g$ abhängen. Bedingt durch die jeweils verschiedenen Quark-Zusammensetzungen, je nach nach Typ des Targetnukleons und Ladung des erzeugten Hadrons, ergeben sich dabei recht unterschiedliche Erwartungen an die zu messenden Asymmetrien. Obwohl die gemessenen Daten recht starke, systematisch bedingte Fluktuationen zeigen, kann schon von diesem Vergleich mit den Erwartungen für verschiedene angenommene Werte von $\frac{\Delta g}{g}$ (durchgehende bzw. gestrichelte Kurven) geschlossen werden, dass der Wert von $\frac{\Delta g}{g}$ nicht allzuweit von Null verschieden sein dürfte.

Es gibt keine eindeutige kinematische Zuordnung zwischen dem (gemessenen) Transversalimpuls des Hadrons $p_{T(\text{beam})}$ und dem (gesuchten) Anteil des Gluons am Nukleonimpuls x . Darüber hinaus hängt die Messgröße $p_{T(\text{beam})}$ von der Experimentkinematik ab, weshalb ein Vergleich der Resultate verschiedener Experimente eine Darstellung von $\Delta g/g$ über x erfordert. Für die Umrechnung wurden zwei unterschiedliche Methoden verwendet. Abbildung 44 zeigt die Ergebnisse beider Methoden im Vergleich, hier noch in Abhängigkeit von $p_{T(\text{beam})}$. Der innere Bereich der Fehlerbalken im linken Bild (Methode I) zeigt die statistische Ungenauigkeit, der gesamte Balken die kombinierte statistische und

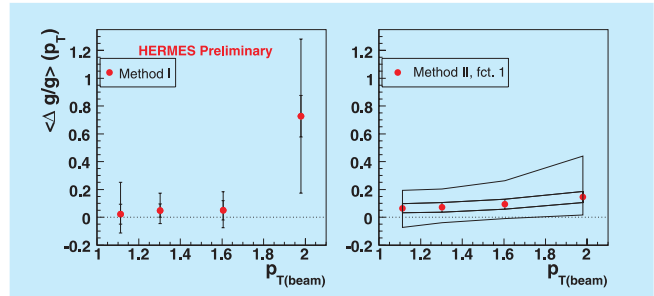


Abbildung 44: Ergebnisse der Extraktion der Gluonpolarisation aus den gemessenen Asymmetrien für die zwei verschiedenen, im Text erklärten Methoden in Abhängigkeit vom Transversalimpuls der Hadronen.

systematische Ungenauigkeit. Im rechten Bild illustriert der Korridor, dass die zweite Methode (Methode II) eine funktionale Abhängigkeit liefert (der Innenkorridor zeigt die statistische und der Aussenkorridor die systematische Ungenauigkeit), während dort die Punkte nur zur Illustration dienen. Beide Methoden liefern konsistente Ergebnisse.

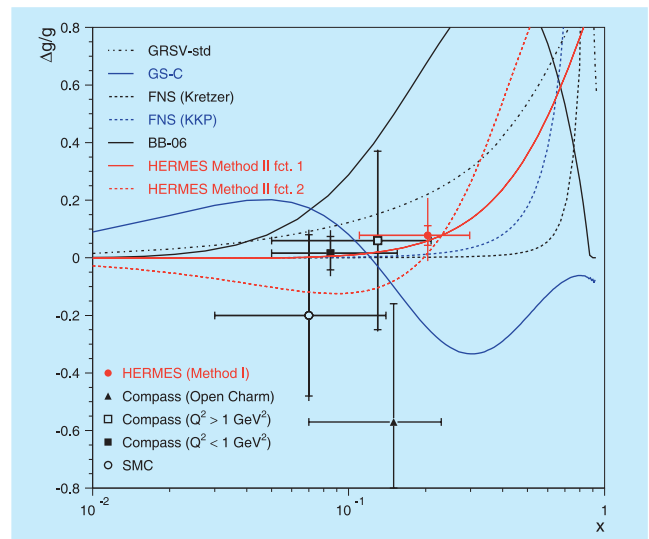


Abbildung 45: Ergebnisse der Extraktion der Gluonpolarisation aus den gemessenen Asymmetrien für die zwei verschiedenen, im Text erklärten Methoden in Abhängigkeit von x . Ebenfalls dargestellt sind die derzeit verfügbaren Ergebnisse anderer Experimente (Messpunkte) sowie eine Vielzahl theoretischer Vorhersagen (Kurven).

In Abbildung 45 werden die Ergebnisse beider Methoden in Abhängigkeit von x gezeigt, gemeinsam mit jüngsten Ergebnissen des COMPASS-Experiments, welches speziell für die Messung der Gluonpolarisation durchgeführt wird. Gleichzeitig wird eine Vielzahl theoretischer Vorhersagen gezeigt, welche aus QCD-Analysen stammen, die auf inklusiven und semi-inklusiven Messungen des tiefinelastischen Lepton-Nukleon Streuprozesses basieren. Deren Variation untereinander repräsentiert den Stand der gegenwärtigen theoretischen Kenntnis über $\frac{\Delta g}{g}(x)$. Demgegenüber zeigt das vorliegende HERMES-Ergebnis (Methode I, gefüllter Punkt), wie auch schon das jüngste COMPASS-Ergebnis (gefülltes Quadrat) den aktuellen Stand der experimentellen Genauigkeit. Mit diesen beiden Messungen ist es erstmals gelungen, den Anteil ΔG der Gluonen am Spin des Nukleons im Bereich mittlerer x (0.06 ... 0.3, wo die unpolarisierte Gluon-Verteilungsfunktion $g(x)$ nur moderate Werte annimmt, deutlich einzugrenzen: dort ist die polarisierte Gluon-Verteilungsfunktion $\Delta g(x)$ sehr klein bzw. sogar mit Null verträglich.

Messung der Strange-Quark Polarisation ΔS des Nukleons

Die Helizitätsverteilung $\Delta S(x)$ der Strange-Quarks und -Antiquarks im Nukleon ist vor allem deshalb von großem Interesse, da sich damit die Eigenschaften des Quark-Sees untersuchen lassen. Im Gegensatz zu Up- und Down-Quarks kommen Strange-Quarks nicht als Valenzquarks vor, sondern treten ausschließlich als Quantenfluktuationen im Quarksee in Erscheinung.

HERMES ist aufgrund seiner sehr leistungsfähigen Teilchenidentifizierungs-Detektoren besonders gut für eine solche Messung geeignet: geladene Kaonen, Pionen und Protonen können praktisch im gesamten von HERMES abgedeckten Impulsbereich sehr gut voneinander getrennt werden. Dies ermöglicht die Anwendung der Methode des Flavour-Taggings in der Analyse der Daten. Die grundlegende Idee hierbei ist, dass es einen Zusammenhang zwischen dem Flavour des im tiefinelastischen Streuprozesses getroffenen Quarks

und den hinterher beobachteten Hadronen gibt. Findet man beispielsweise im Endzustand eines solchen Streuprozesses ein positiv geladenes Kaon K^+ , so liegt die Schlussfolgerung nahe, dass im Streuprozess entweder ein Up-Quark oder ein Anti-Strange-Quark getroffen wurde, da das K^+ -Meson aus diesen beiden Teilchen aufgebaut ist.

Angenommen das beobachtete K^+ -Meson stammt in der Tat von einem Anti-Strange-Quark, das durch eine Quantenfluktuation innerhalb des Protons kurzzeitig als virtuelles Teilchen entstanden ist. Im nächsten Augenblick wäre es bereits wieder mit seinem zugehörigen Strange-Quark annihiliert, wenn durch die Kollision nicht genau im richtigen Moment genügend Energie zugeführt würde, um die virtuellen Teilchen in reale Teilchen zu verwirklichen. In diesem Fall könnten wir mittels einer gemessenen Spin-Asymmetrie direkt Rückschlüsse auf die Helizitätsverteilung der Anti-Strange-Quarks im Nukleon ziehen!

Leider macht es uns die Natur nicht ganz so einfach, denn es ist ebenfalls möglich, dass in Wirklichkeit das Up-Quark getroffen wurde und das Anti-Strange-Quark lediglich im sogenannten Fragmentationsprozess, bei dem sich die Quarks wieder zu Hadronen zusammenfinden, erzeugt wurde. Dann hätte die beobachtete Spin-Asymmetrie lediglich etwas mit der Helizitätsverteilung der Up-Quarks zu tun, da das im K^+ -Meson enthaltene Anti-Strange-Quark zum Zeitpunkt des Streuprozesses noch gar nicht existierte.

Es ist sogar möglich, dass *keines* der beiden Quarks aus dem Nukleon stammt und die Bestandteile des K^+ -Mesons ausschließlich bei der Fragmentation gebildet wurden.

Doch auch wenn es keine eindeutige Zuordnung zwischen den Hadronen im Endzustand und dem Flavour der getroffenen Quarks gibt, ist die Situation nicht völlig hoffnungslos: wenn man ein Kaon im Endzustand findet, ist es immerhin *wahrscheinlicher*, dass ein Strange- oder Anti-Strange-Quark getroffen wurde als in anderen Fällen. Dieser komplizierte statistische Zusammenhang wird mittels sogenannter Fragmentationsfunktionen beschrieben. Eine Fragmentationsfunktion gibt an, mit welcher Wahrscheinlichkeit ein

Quark der Sorte q letztlich in einem Hadron vom Typ h endet. Es gibt beispielsweise eine Fragmentationsfunktion, die ausdrückt, wie wahrscheinlich es ist, dass ein im Streuprozess getroffenes Anti-Strange-Quark in ein K^+ -Meson fragmentiert und eine weitere Fragmentationsfunktion, die denselben Zusammenhang für den Fall beschreibt, dass ein Up-Quark getroffen wurde. Auf diese Weise lässt sich dann letztendlich doch der Zusammenhang zwischen einer gemessenen Kaonen-Spinasymmetrie und der Helizitätsverteilung der Strange- und Anti-Strange-Quarks herstellen.

Ein großes Problem bisheriger Messungen bestand vor allem darin, dass diese Fragmentationsfunktionen mit beträchtlichen systematischen Ungenauigkeiten behaftet sind, da sie aus Messungen von e^+e^- -Kollisionsexperimenten bei wesentlich höheren Energien stammen. Bei solch hohen Energien ist die Näherung, dass Up-, Down- und Strange-Quarks die selbe Masse haben, gerechtfertigt, da die Quarkmassen verschwindend klein im Vergleich zur verfügbaren Energie sind. Hingegen sind diese Massenunterschiede zwischen verschiedenen Quarksorten im HERMES-Energiebereich durchaus relevant und können nicht einfach vernachlässigt werden. Bei der folglich zur Anwendung auf die HERMES-Daten erforderlichen Extrapolation ergeben sich die oben erwähnten, beträchtlichen systematischen Unsicherheiten. Immerhin sah es jedoch bereits mit diesen Fragmentationsfunktionen im Rahmen der Messgenauigkeit sehr danach aus, dass die Polarisation der Strange-Quarks mit Null verträglich ist und die Strange-Quarks somit kaum zum Spin des Nukleons beitragen.

Mit einem neuen Analyseansatz gelang es nun kürzlich, dieses Ergebnis mit erheblich verbesserter Präzision zu bestätigen. Basis für diese neue Analyse ist der statistisch sehr umfangreiche Datensatz aus dem Jahr 2000, der mit einem polarisierten Deuteron-Target genommen wurde. Da das Deuteron ein isoskalares Target ist, kann der Fragmentationsprozess beschrieben werden, ohne dass zusätzliche Annahmen bezüglich isospinabhängiger Fragmentation notwendig wären. Auch tragen Strange-Quarks keinen Isospin, so dass die Strange-Quark-Seeverteilungen bei Proton und Neutron identisch sind. Damit kann dann unter der

Annahme von Isospinsymmetrie sowie Invarianz des Fragmentationsprozesses unter Ladungskonjugation direkt aus den HERMES Deuteron-Target-Daten nicht nur die Kaonen-Spinasymmetrie sondern auch die erforderliche Fragmentationsfunktion von Strange- und Anti-Strange-Quarks in geladene Kaonen (K^+ und K^- zusammengenommen) gewonnen werden. Der große Vorteil dieser Methode besteht darin, dass nun keine Extrapolation „fremder“ Fragmentationsfunktionen in den HERMES-Energiebereich mehr erforderlich ist.

Das Ergebnis dieser Analyse ist in Abbildung 46 dargestellt. Aufgetragen ist die Summe der Strange- und Anti-Strange-Quark-Polarisation $\Delta S(x)$ gegen die Bjorken-Skalen-Variable x . Übereinstimmend mit früheren HERMES-Messungen geben die neuen Resultate im Bereich $0.02 < x < 1$ keinen Hinweis auf eine von Null verschiedene Polarisation des Strange-Quark-Sees. Das Integral über den von HERMES untersuchten kinematischen Bereich ergibt den Wert $\int_{0.02}^1 \Delta S dx = 0.006 \pm 0.029 \pm 0.007$.

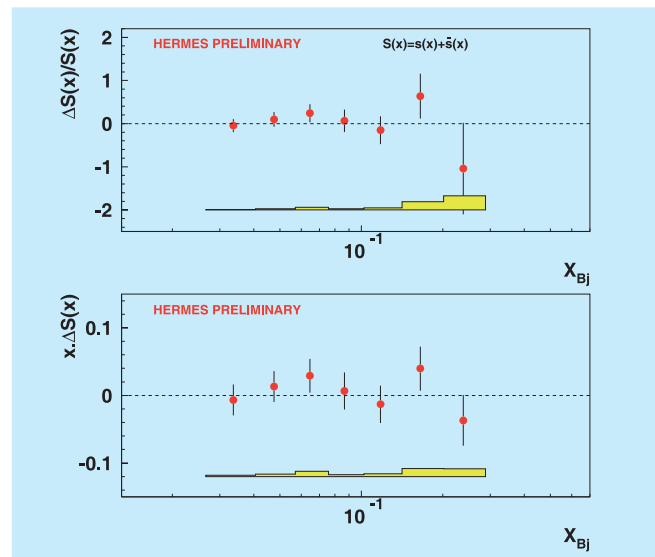


Abbildung 46: Ergebnis der neuen isoskalaren Analyse der HERMES-Deuteron-Daten. In Übereinstimmung mit bereits früher publizierten HERMES-Resultaten – jedoch nun mit deutlich gesteigerter Präzision – beobachtet man im kinematischen Bereich $0.02 < x < 1$ eine mit null verträgliche Polarisation der Strange-Seequarks.

HERA-B-Experiment

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

Sprecher: M. Medinnis, DESY

Die HERA-B-Kollaboration untersucht Eigenschaften der Produktion schwerer Quarks in Kollisionen von Protonen mit den Atomkernen aus dünnen Drähten im Halo des HERA-Protonstrahls. Ziel der Untersuchungen ist die Messung der Wirkungsquerschnitte für die Produktion von schweren Quarks mit den Flavour-Quantenzahlen Beauty, Charm und Strangeness in Quark-Antiquark-Bindungszuständen, wobei in dem Bindungspaar entweder beide Partner schwere Quarks sind oder ein Partner ein leichtes (Up oder Down) Quark ist. Mit einer großen Akzeptanz, vorzüglicher Teilchenidentifikation und einem hochauflösendem Vertexdetektor bieten die Daten des HERA-B-Spektrometers die besten Voraussetzungen für die Rekonstruktion komplexer Vielteilchen-Endzustände, wie es für solche Studien notwendig ist.

Im Berichtsjahr sind Analysen zur Produktion von Mesonen, die Strange-, Charm- oder Beauty-Quarks enthalten, sowie eine Messung der Polarisation von Λ -Baryonen veröffentlicht worden. Die Untersuchungen basieren auf zwei großen Datensätzen, die während der letzten Datennahmeperiode von HERA-B 2002/03 aufgezeichnet wurden. Einer der Datensätze enthält insgesamt 150 Millionen Ereignisse, die mit dem Zwei-Lepton-Trigger genommen wurden, der andere enthält 200 Millionen Ereignis-

se, die mit einem einfachen *Minimum Bias* Trigger genommen wurden.

Beauty-Produktion

HERA-B hatte bereits Ergebnisse von Messungen der totalen Wirkungsquerschnitte für Beauty-Quark-Produktion (b, \bar{b}) sowohl im Kontinuum als auch als Υ -Zustände, das sind gebundene $b\bar{b}$ -Zustände, veröffentlicht. Mit einer neuen Auswertung des $b\bar{b}$ -Wirkungsquerschnitts, die auf einer anderen Methode als für die erste Veröffentlichung beruht, sind jetzt die Studien zur Beauty-Produktion abgeschlossen worden. Die erste HERA-B-Publikation basierte auf der Rekonstruktion von B-Meson-Zerfällen des Typs $B \rightarrow J/\psi X$. Dagegen nutzt die neue Analyse den relativ häufigen semileptonischen Zerfallskanal von b-Hadronen (Teilchen, die einzelne Beauty-Quarks enthalten). Die b-Hadronen werden immer in Teilchen-Antiteilchen-Paaren (ein Partner mit einem b, der andere mit einem \bar{b}) erzeugt. Gelegentlich zerfallen beide b-Hadronen semileptonisch, so dass das Ereignis zwei Leptonen aus b-Hadronzerfällen enthält. Das HERA-B-Triggersystem, das besonders sensitiv auf diese Di-Lepton-Signaturen ist, veranlasst die Registrierung dieser Ereignisse für die spätere Auswertung. Die Analyse dieser Ereignisse

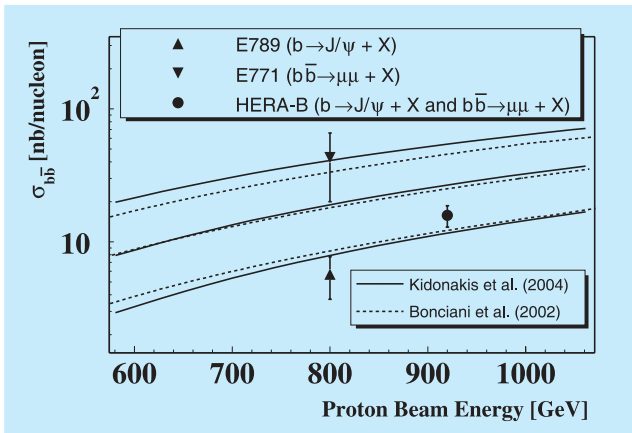


Abbildung 47: Der Wirkungsquerschnitt für inklusive $b\bar{b}$ -Produktion als Funktion der Protonenergie in fixed target Proton-Kern-Kollisionen. Die Messungen werden mit zwei theoretischen Vorhersagen verglichen. Der Bereich der theoretischen Unsicherheit ist gezeigt.

erlaubte eine weitgehend unabhängige Messung des $b\bar{b}$ -Wirkungsquerschnitts, die in der Präzision mit der ersten Messung vergleichbar und mit dieser verträglich ist. Das kombinierte Ergebnis ist in Abbildung 47 zusammen mit den anderen verfügbaren Messungen und theoretischen Vorhersagen dargestellt. Die HERA-B-Messung ist im Schwellenbereich der $b\bar{b}$ -Produktion bei weitem die genaueste und ist mit den theoretischen Erwartungen in Übereinstimmung.

Hidden Charm: Ein Vergleich der ψ' - und J/ψ -Produktion

HERA-B hatte im letzten Jahr den J/ψ -Wirkungsquerschnitt veröffentlicht und hat nun die Messungen von Mitgliedern der Charmonium-Familie mit einer neuen Publikation zur Produktion von ψ' -Mesonen erweitert. Im Gegensatz zu der Messung des J/ψ -Wirkungsquerschnitts, für die der *minimum bias* Datensatz benutzt wurde, ist die neue Messung eine Analyse von Daten, die mit dem Di-Lepton-Trigger genommen wurden. Die möglichen systematischen Unsicherheiten, zum Beispiel durch den hochselektiven Trigger, werden minimiert, indem der ψ' -Wirkungsquerschnitt nicht di-

rekt gemessen wird, sondern das Verhältnis $R_{\psi'}$ von der ψ' - zur J/ψ -Produktion, wobei beide Teilchen über die bekannten leptonenischen Zerfälle nachgewiesen werden. Abbildung 48 zeigt eine Zusammenstellung früherer Messungen von $R_{\psi'}$, gewichtet mit dem Verhältnis der jeweiligen Wahrscheinlichkeiten für den leptonenischen Zerfall, zusammen mit der HERA-B-Messung, getrennt für verschiedene Target-Kerne. Zur Kompensation nuklearer Effekte wurden die Ergebnisse von verschiedenen Targets mit dem empirischen Faktor $A^{0.029}$ multipliziert. Die Graphik enthält auch die theoretischen Vorhersagen des *Color Evaporation Model* (CEM) und des nichtrelativistischen QCD-Modells (NRQCD). Die Messungen stimmen mit der flachen Energieabhängigkeit des CEM überein und begünstigen weniger das NRQCD-Modell, ohne es allerdings ausschließen zu können.

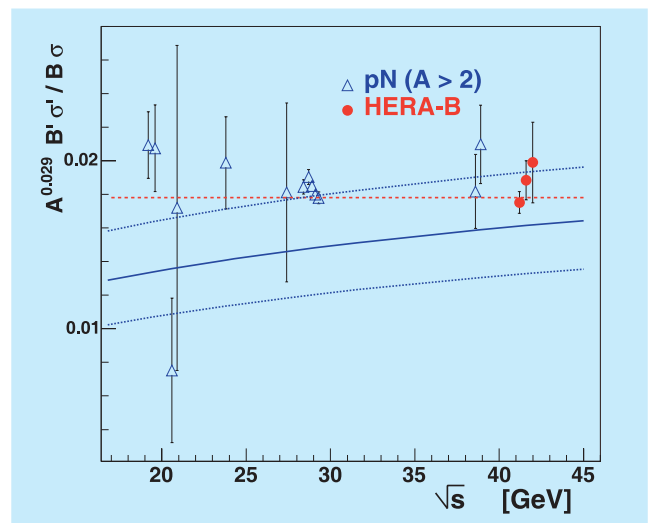


Abbildung 48: Eine Zusammenstellung der Messungen von $R_{\psi'}$ in Proton-Kern-Kollisionen als Funktion der Proton-Nukleon-Schwerpunktsenergie. Die gemessenen Verhältnisse wurden mit dem Faktor $A^{0.029}$ skaliert, um die bekannten nuklearen Effekte zu kompensieren. Die HERA-B-Ergebnisse sind getrennt für Kohlenstoff, Titan und Wolfram dargestellt. Die CEM-Erwartung entspricht der gestrichelten Linie, die des NRQCD-Modells der durchgezogenen Linie mit einem Bereich für die theoretischen Unsicherheiten, die durch die gepunkteten Linien angegeben werden.

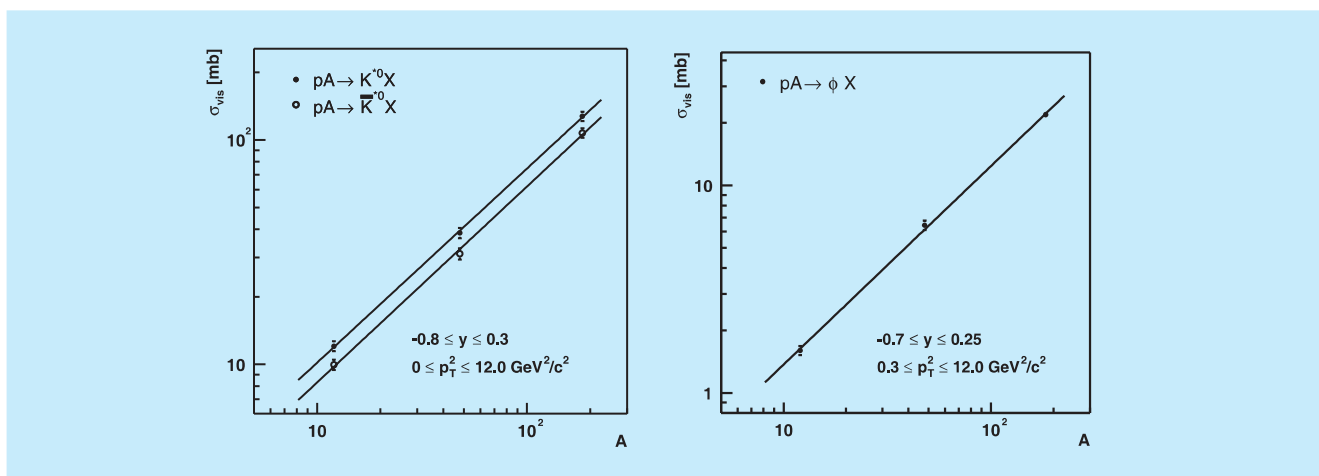


Abbildung 49: Die Abhängigkeit des inklusiven Wirkungsquerschnitts für (links) K^{*0}/\bar{K}^{*0} - und (rechts) ϕ -Produktion von der Kernmassenzahl in dem angegebenen kinematischen Bereich. Die eingezeichneten Kurven sind Anpassungen des oben angegebenen Potenzgesetzes mit den in Tabelle 4 aufgeführten Parametern.

Mesonen mit Strange-Quarks

Das leichteste der schweren Quarks, das Strange-Quark, ist nicht schwer genug, um zuverlässige Vorhersagen über die Produktions-Wirkungsquerschnitte mit Hilfe perturbativer QCD-Rechnungen zu erlauben. Dennoch sind solche Messungen sinnvoll, um experimentell ein abgerundetes Bild der Produktion schwerer Quarks in Proton-Kern-Stößen zu erhalten. Untersucht wird damit auch, ob Strangeness-Produktion als diagnostisches Werkzeug für die Auswertung von Schwerionen-Experimenten geeignet ist, weil man glaubt, dass für die Bildung eines Quark-Gluon-Plasmas in Kollisionen von schweren Kernen die erhöhte Produktion von Strangeness charakteristisch ist. Weil theoretische Vorhersagen, wie bereits erwähnt, sehr schwierig sind, sind präzise Messungen der Strangeness-Produktion in Proton-Kern-Reaktionen (in denen kein Quark-Gluon-Plasma gebildet wird) zum Vergleich mit Schwerionen-Kollisionen besonders wichtig. Die Messung des sichtbaren Produktions-Querschnitts, das heißt des Teils der in der Detektorakzeptanz liegt, für drei Vektormesonen (K^{*0} , \bar{K}^{*0} , ϕ), die Strange-Quarks enthalten, und für drei verschiedene Targets (Kohlenstoff, Titan und Wolfram) sind in Abbildung 49 gezeigt. Die Abhängigkeit des Wirkungsquerschnitts

von der Massezahl A des Targetkerns (σ_{pA}) kann beschrieben werden durch ein Potenzgesetz der Form $\sigma_{pA} = \sigma_{pN} \cdot A^\alpha$, wobei σ_{pN} der Produktions-Querschnitt in Proton-Nukleon-Reaktionen ist. Anpassungen dieser Form an die Daten sind in der Abbildung angegeben. Die Anpassungsparameter, die in der eingeschränkten Akzeptanz des Spektrometers bestimmt wurden, sind in Tabelle 4 als Extrapolation auf den gesamten kinematischen Bereich angegeben. Im Vergleich zu der Strangeness-Produktion zeigt der totale inelastische Wirkungsquerschnitt mit einem Exponenten $\alpha = 0.71 \pm 0.01$ eine viel schwächere A -Abhängigkeit. Während der inelastische Wirkungsquerschnitt etwa mit der Querschnittsfläche des Kerns skaliert, entsprechend $\alpha = 2/3$, ist die K^{*0} - und ϕ -Produktion nahezu proportional zum Kernvolumen, entsprechend $\alpha = 1$.

	$pN \rightarrow K^{*0}X$	$pN \rightarrow \bar{K}^{*0}X$	$pN \rightarrow \phi X$
α	0.87 ± 0.03	0.87 ± 0.03	0.91 ± 0.02
$\sigma_{pN}[\text{mb}]$	5.06 ± 0.54	4.02 ± 0.45	1.17 ± 0.11

Tabelle 4: Abhängigkeit von der Kernmassenzahl und extrapolierte Produktions-Wirkungsquerschnitte. Die angegebenen Fehler fassen statistische und systematische Beiträge zusammen.

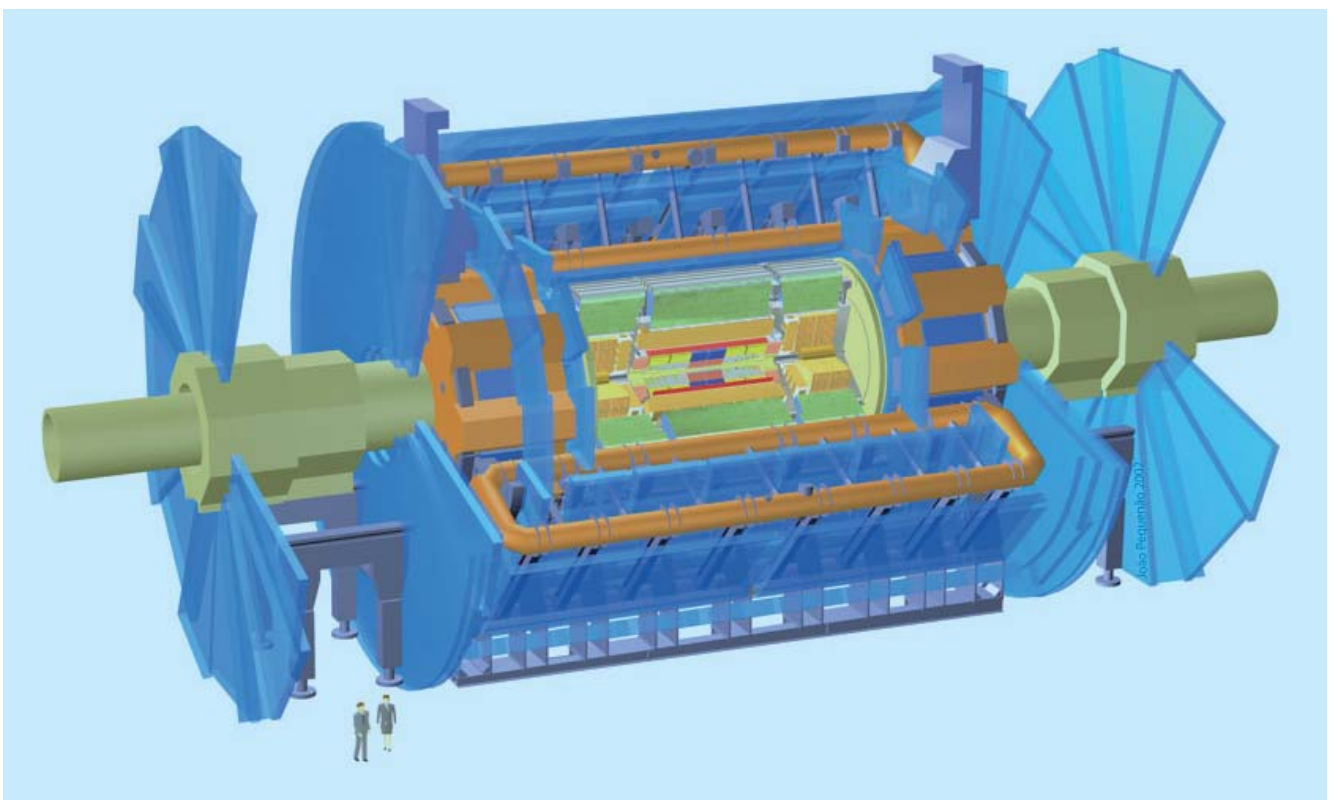


Abbildung 50: Aufbau des ATLAS Detektors.

ATLAS-Experiment

Gruppenleiter: K. Moenig, DESY

Ende 2005 hat DESY beschlossen, beide großen Experimente am Large Hadron Collider, LHC, zu unterstützen. Die DESY Gruppe wurde formal im Juli 2006 in die ATLAS Kollaboration aufgenommen. Sie besteht zur Zeit aus sechs permanenten Mitarbeitern, vier Postdocs und vier Doktoranden. Die Beteiligung an ATLAS erfolgt in enger Kooperation mit einer Gruppe der Humboldt Universität zu Berlin und einem Juniorprofessor der Universität Hamburg. Alle übernommenen Aufgaben werden gemeinsam bearbeitet. Die Gruppe arbeitet am ATLAS Computing, den höheren Trigger Stufen, sowie an der schnellen Schauersimulation. Diese Aktivitäten werden im weiteren näher beschrieben. Außerdem beteiligt sich DESY an der Koordination der Outreach Aktivitäten für den LHC in Deutschland. Ab Ende 2006 stellt die DESY ATLAS Gruppe den Koordinator der deutschen LHC Outreach-Gruppe GELOG. Erste Aktivitäten begannen im Multimedia-Bereich.

Zu Beginn der Beteiligung konzentrieren sich natürlicherweise die Aktivitäten im Servicebereich, es wurde jedoch schon in begrenztem Maße mit Physikstudien begonnen. Im Bereich der Supersymmetrie wurden Studien zur Rekonstruktion von Zwei-Lepton Endzuständen durchgeführt. Besonderer Wert wurde dabei auf die Entwicklung eines Software Rahmens gelegt, der es erlaubt, die Daten schnell und effizient zu analysieren und der flexibel genug ist, um von allen Mitgliedern der DESY Gruppe und allgemein verwendet zu werden.

Als zweite Aktivität nahe an der Physik wird ein Eventfilter Algorithmus für *Minimum-Bias Ereignisse* entwickelt, der diese Ereignisse bei sehr niedriger Lumi-

nosität selektieren kann. Mit *Minimum-Bias* werden Ereignisse bezeichnet, bei denen Quarks oder Gluonen mit sehr niedrigen Energien wechselwirken. Bei höheren Luminositäten treten mehrere solcher Ereignisse pro Strahlkreuzung auf und erschweren die Analyse interessanter Prozesse. Bei niedrigen Luminositäten kann man sie einzeln selektieren und analysieren, um so den zu erwartenden Untergrund bei hoher Luminosität zu verstehen.

Der ATLAS Detektor wiegt 7000 Tonnen und füllt mit einem Durchmesser von 25 m und einer Länge von 46 m (Abbildung 50) seine unterirdische Halle (35 m Höhe, 30 m Breite, 53 m Länge) gut aus. Eine Besonderheit sind große Toroiden (Abbildung 51), die mit einer leichten und offenen Konstruktion ein optimales Magnetfeld von 4 Tesla in einem großen Volumen erzeugen und damit eine präzise Vermessung von Muonspuren ermöglichen.

Computing

Der instrumentelle Hauptbeitrag von DESY für beide Experimente liegt in der Bereitstellung je eines Tier-2 Zentrums pro Experiment für die Simulation und die Datenanalyse. Der Aufbau des ATLAS WLCG Tier-2 Grid-Rechenzentrums bei DESY geschah in engem Kontakt mit den IT Gruppen in Hamburg und Zeuthen. Es wurde begonnen, die Zusammenarbeit zwischen dem deutschen Tier-1 bei GridKa, dem Tier-2 und dem Rechnen an Universitäten im deutschlandweiten ATLAS Computing zu koordinieren. Das Tier-2 Zentrum ist im Kapitel Zentrale Datenverarbeitung auf Seite 296 detailliert beschrieben.

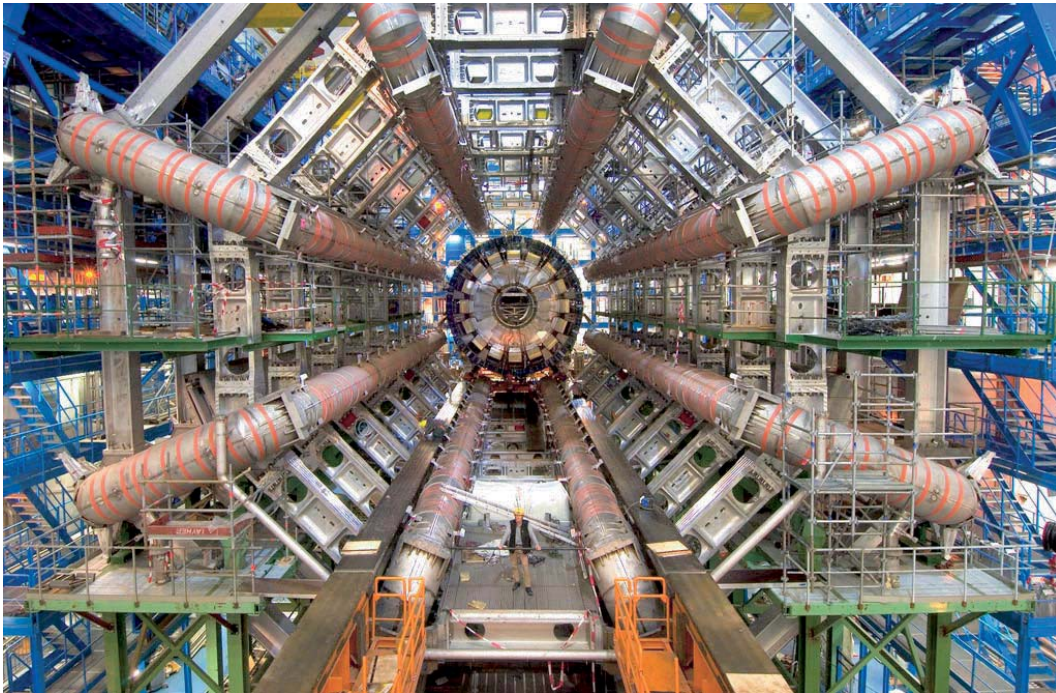


Abbildung 51: Die Toroiden des ATLAS Barrels.

Als Verbindung zwischen ATLAS und dem Tier-2 beteiligt sich DESY am Computing von ATLAS, insbesondere an der Entwicklung von Grid-Werkzeugen. Neben der Grid-Software wurden die ATLAS Softwarepakete zur lokalen Nutzung auf den Rechnern in Hamburg und Zeuthen bereitgestellt. DESY stellt einen Vertreter im ATLAS International Computing Board.

Der ATLAS Trigger

Wegen der hohen Wechselwirkungsraten sind die Triggersysteme der LHC Experimente besonders wichtige Komponenten. Für das ATLAS Experiment ist ein dreistufiges Triggersystem vorgesehen, um die Ereignisraten von der anfänglichen Bunch-Crossing-Rate von 40 MHz auf einige hundert Hz zu reduzieren. Dabei ist die erste Triggerstufe (LVL1) in speziell gefertigter Elektronik gebaut. Sie reduziert die Raten innerhalb von 1,5 Mikrosekunden auf ungefähr 100 kHz. Zur Selektion werden ausschließlich Daten aus den Kalorimetern und den Muon-Systemen verwendet. Auch

die wichtige Identifikation des Bunch-Crossings wird auf der ersten Triggerstufe vorgenommen. Die Selektion der zweiten und dritten Triggerstufe wird von Softwareprozessen übernommen, die auf großen Computerfarmen laufen. Diese beiden Triggerstufen werden unter dem Namen *High-Level-Trigger* (HLT) zusammengefasst. Auf der zweiten Triggerstufe (LVL2) haben die Selektionsalgorithmen Zugang zur vollen Granularität der Daten, allerdings nur in sogenannten *Regions-of-Interest*, die vorher von der ersten Stufe identifiziert worden sind. Für die vorgesehene Ratenreduktion auf ca. 1 KHz stehen der zweiten Stufe im Durchschnitt 10 ms zur Verfügung. Erst die dritte Triggerstufe, Event-Filter (EF) genannt, läuft nach dem Eventbuilding und hat somit Zugang zum gesamten Ereignis. Dort wird die Datenrate auf einige hundert Hz reduziert. Das ATLAS Triggersystem ist in Abbildung 52 skizziert.

Während des Jahres wurden große Fortschritte im Aufbau dieses Triggersystems gemacht. Viele wichtige Komponenten der ersten Triggerstufe, wie der zentrale Trigger oder das Muon-Trigger-Interface sind be-

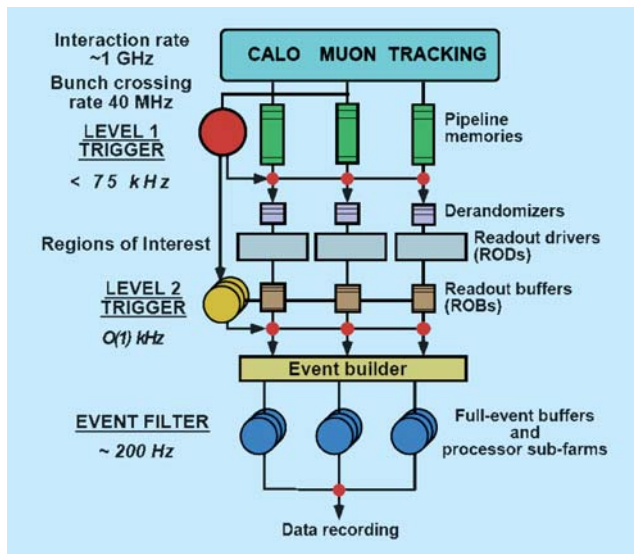


Abbildung 52: Das ATLAS Triggersystem.

reits vollständig am Experiment installiert. Auch ein Großteil der HLT/DAQ-Infrastruktur, wie Netzwerk, Racks, etc. ist bzw. wird bereits am Experiment installiert. Allerdings sind erst ca. 10% der LVL2- und EF-Computerfarm zu Testzwecken aufgebaut. Die restlichen Rechner werden zu einem möglichst späten Zeitpunkt beschafft, um von leistungsfähigerer Computertechnologie profitieren zu können.

Die ATLAS Gruppe am DESY engagiert sich vorwiegend bei der Implementation von wichtigen Softwarekomponenten zum Betrieb des ATLAS Triggers. So ist die Gruppe verantwortlich für den Aufbau des Systems, das in der späteren Datennahme die Selektion des HLT überwachen soll (Monitoring). Auch das Konfigurationssystem wird von der DESY-Gruppe implementiert.

Trigger Konfiguration

Das Konfigurationssystem des ATLAS Triggers versorgt die verschiedenen Triggerstufen mit allen Parametern, die für die Selektion der interessanten Ereignisse während der Datennahme benötigt werden. Es übernimmt auch die Archivierung dieser Parameter für die spätere Datenanalyse. Dasselbe System soll auch zur Konfiguration der Trigger-relevanten Teile in Re-

konstruktion und Simulation von Ereignissen eingesetzt werden.

Die zentrale Komponente des Konfigurationssystems ist die Trigger Datenbank (TriggerDB), in der die gesamte Information, die zur Konfiguration des Triggers nötig ist, gespeichert wird. Die TriggerDB ist eine relationale Datenbank, die mit ORACLE und MySQL Technologie betrieben werden kann und letztlich ein Bestandteil der ATLAS online Datenbank sein wird.

Zu Beginn der Datennahme (oder Simulation) ziehen die Komponenten des Triggers die Konfigurationsdaten aus der TriggerDB. Weil die HLT Prozesse auf ca. 3000 Rechnerknoten ablaufen sollen, ist vor allem die schnelle Verteilung der HLT Parameter eine Herausforderung. Während der Datennahme werden die Parameter dann angewendet und in der TriggerDB markiert, so dass sie nicht mehr verändert werden können und für die spätere Datenanalyse zur Verfügung stehen. Auch das Interface zur späteren Datenanalyse, das für die Interpretation der Triggerentscheidung in jedem Ereignis benötigt wird, und damit auch das zugrundeliegende Analysemodell ist Teil der Arbeit am Konfigurationssystem. Zum Füllen der TriggerDB wird ein grafisches Interface (TriggerTool) in Java entwickelt. Dieses erlaubt es, komplizierte Menüs übersichtlich darzustellen und einfach zu verändern, so dass alle Abhängigkeiten berücksichtigt werden.

Die DESY Gruppe ist an der Entwicklung aller Teile des Systems führend beteiligt. Am DESY ist die TriggerDB aufgesetzt, um Tests durchzuführen und die Entwicklung voranzubringen. Nach einer positiven Bewertung des Systems innerhalb eines ATLAS internen Reviews im Herbst 2006 wird weiter mit Hochdruck an der Realisierung des Systems gearbeitet, so dass es zum vorgesehenen Beginn der Datennahmen im Herbst 2007 mit voller Funktionalität zur Verfügung stehen wird.

Trigger Monitoring

Für eine erfolgreiche Datennahme ist es wichtig, die Funktion des Triggers laufend zu überwachen. Zum einen muss der Schichtbesatzung die Möglichkeit gegeben werden, im Falle einer Fehlfunktion schnell ein-



Abbildung 53: Vorgeschlagene Benutzeroberfläche für die Überwachung des Triggers.

greifen zu können, um einen Datenverlust zu minimieren, zum anderen müssen aber auch Perioden, in denen wesentliche Teile des Triggers nicht wie vorgesehen funktioniert haben, von der Datenanalyse ausgeschlossen werden. DESY hat zusammen mit einer Gruppe der Humboldt Universität beide Aspekte der Triggerüberwachung übernommen.

Da die höheren Triggerstufen bei ATLAS aus Software bestehen, die auf Standardrechnersystemen laufen, kann das Trigger Monitoring leicht in diese Programme integriert werden. Dies erlaubt einen Zugriff auf alle für die Ereignisselektion verwendete Information, sowohl für die selektierten als auch für die verworfenen Ereignisse. Dazu wird bei DESY ein Programm entwickelt, das sämtliche Raten des Eventfilters in Form von Histogrammen erfasst und an den *Histogram Server* weitergibt, sowie ein Programm, das diese Raten benutzerfreundlich darstellt. Ein erster Vorschlag für die Benutzeroberfläche ist in Abbildung 53 dargestellt.

Des weiteren wird an einem Programm gearbeitet, das die Funktion der Trigger- und Datennahme-Rechner erfasst und graphisch darstellt, um auch deren mögliche Fehlfunktion schnell zu erkennen.

Die Arbeiten am *Data Quality Monitoring* haben gerade erst begonnen. DESY und die Humboldt Universität koordinieren hier die Triggeraspekte.

Schnelle Schauersimulation

Das ATLAS Experiment übertrifft viele frühere Experimente in Größe, Komplexität und Messgenauigkeit. Zur vollen Ausschöpfung des Physikpotentials ist ein genaues Verständnis des Detektors nötig. Eine wichtige Komponente in diesem Erkenntnisprozess ist eine detaillierte Detektorsimulation. Der Simulationsprozess ist in fünf Schritte aufgeteilt. Als erstes werden entweder einzelne Teilchen für Detektorstudien oder physikalische Prozesse generiert. Darauf folgt die Si-

mulation des Detektors, Digitalisierung der simulierten Treffer und die Rekonstruktion der gemessenen Teilchen. Der Zeitbedarf wird durch die reine Detektorsimulation dominiert, die zwischen zehn und fünfzehn Minuten für ein typisches Physikereignis braucht. Im Vergleich zu Planungen aus dem Computing TDR ist dies um einen Faktor vier zu hoch, der bereits davon ausgeht, dass nur für 20% der aufgezeichneten Daten Monte Carlo Daten simuliert werden. Das ATLAS Management hat letztes Jahr eine Task-Force eingesetzt, die die Möglichkeiten der Zeitreduzierung in der vollen Simulation untersuchen soll. DESY und die Universität Hamburg tragen mit zwei Schwerpunkten signifikant zu dieser Task-Force bei: der Entwicklung einer Methode zur Parametrisierung von Elektronenschauern niedriger Energie (*Frozen Showers*) und der Validierung der kombinierten Parametrisierungsstrategie. Studien zum Zeitverbrauch in der Simulation haben gezeigt, dass das elektromagnetische Kalorimeter die Simulationszeit dominiert. Eine Parametrisierung der Schauer von hochenergetischen Elektronen im Kalorimeter sollte einen signifikanten Zeitgewinn bringen. Durch die hohe Materialdichte vor dem Kalorimeter fängt ein Elektronenschauer schon vor dem Kalorimeter an, so dass man im Kalorimeter mit vielen niederenergetischen Elektronen zu tun hat anstatt mit einzelnen hochenergetischen.

Die von DESY vorgeschlagene und umgesetzte Methode der Frozen Showers parametrisiert niederenergetische Elektronen wie folgt: Niederenergetische Elektronen werden separat für diskrete Energie- und Rapiditätswerte simuliert und in einer Bibliothek gespeichert. Während der vollen Simulation werden niederenergetische Elektronen durch Schauer aus der Bibliothek ersetzt, so dass die Simulationszeit verringert wird. Der Schauer aus der Bibliothek muss natürlich der Richtung und Energie des Elektrons angepasst werden. Dieser Ansatz simuliert sehr gut den niederenergetischen Anteil eines Elektronenschauers und gibt einen Zeitgewinn von bis zu zehn für einzelne Elektronen, aber nur einen Faktor zwei für realistische Ereignisse im ATLAS-Detektor.

Ein weiterer wichtiger Aspekt, zu dem DESY beiträgt, ist die Validierung des Simulationsprozesses sowohl auf Simulations- als auch auf Rekonstruktionsebene.

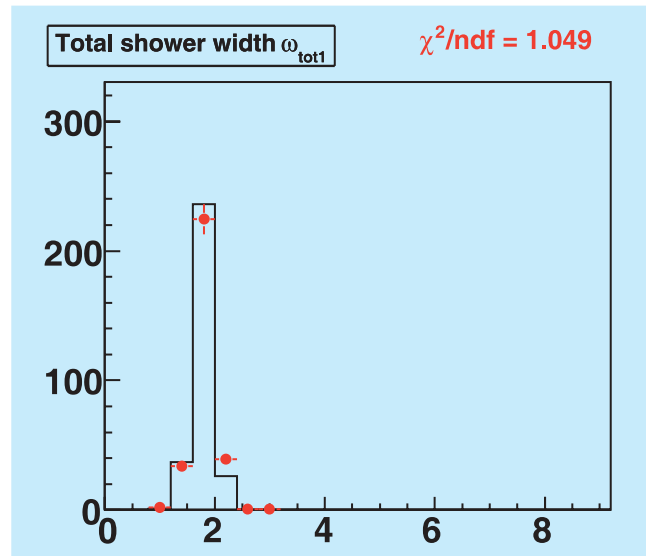


Abbildung 54: Breite eines Schauers in der ersten Lage des Kalorimeters aus der vollen Simulation (schwarze Linie) und der Frozen Shower Methode (rote Punkte).

Auf Simulationsebene kann nicht immer abgeschätzt werden, wie genau eine einzelnen Größe simuliert werden muss. Zum Beispiel ist der Zeitpunkt der einzelnen Treffer für den Simulationsprozess nicht wichtig, spielt aber eine wichtige Rolle während der Digitalisierung der Treffer. Eine falsche oder schlechte Simulation würde so erst auf Rekonstruktionsebene auffallen. Direkte Größen aus der Simulation sind die deponierte Energie in den einzelnen Lagen, die Anzahl der Treffer und die Auflösung in η und ϕ . Auf Rekonstruktionsebene werden Größen wie die rekonstruierte Energie im gesamten Kalorimeter und in den einzelnen Lagen betrachtet, aber auch spezieller Observablen wie die Breite des Schauers in der ersten Lage (Siehe Abbildung 54). Diese Breite ist eine wichtige Observable, um falsch identifizierte Elektronen aus Jets von wahren Elektronen zu unterscheiden. Abbildung 54 zeigt exemplarisch die gute Übereinstimmung der vollen Simulation mit der Frozen Shower Methode.

Genauere Zeitstudien haben gezeigt, dass eine Parametrisierung von Photonen mit niedriger Energie einen weiteren signifikanten Zeitgewinn bringen kann. Die Methode der Frozen Showers ist einer der besten Kandidaten dafür.

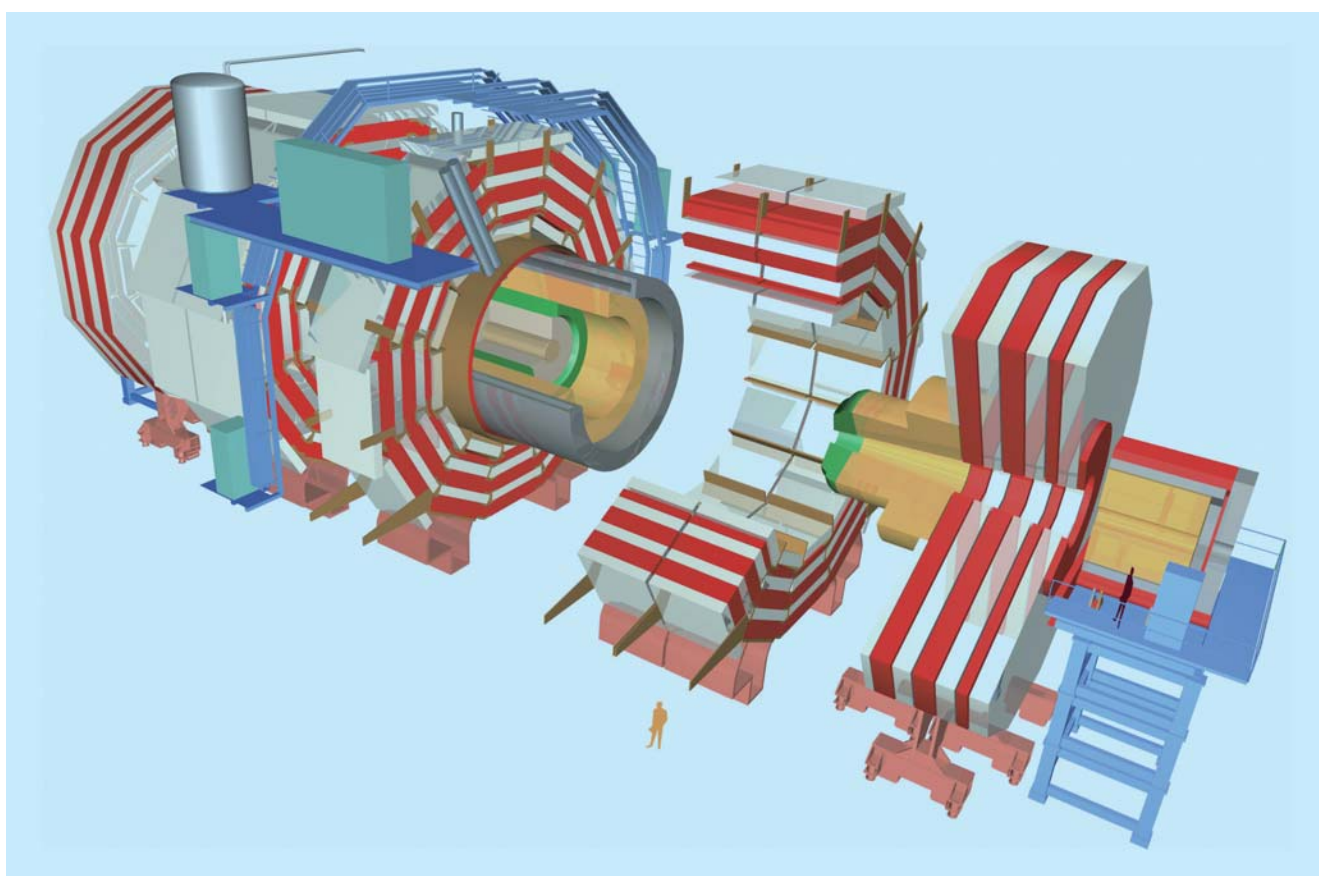


Abbildung 55: Aufbau des CMS-Detektors.

CMS-Experiment

Gruppenleiter: J. Mnich, DESY

Ende 2005 hat das DESY Direktorium beschlossen, dass DESY sich an den beiden großen LHC Experimenten ATLAS und CMS beteiligt. Der Entscheidung vorausgegangen waren intensive Gespräche mit dem Management der Experimente darüber, welche Beiträge DESY leisten kann. Für CMS wurde festgelegt, dass das schon bestehende Engagement im Bereich der Physikanalyse von Standardmodellprozessen weitergeführt wird. Weiter wurde eine Beteiligung am High-Level-Trigger vereinbart. Als weiteres Beteiligungsgebiet wurde die zentrale Technische Koordination von CMS ausgewählt und seit August 2006 arbeitet ein erfahrener DESY-Physiker als Stellvertreter des Technischen Koordinators am CERN. DESY stellte in 2006 einen von zwei Computing Integration Koordinatoren und seit dem 1.1.2007 auch den CMS Computing-Coordinator. Die Projekte, die im Berichtsjahr begonnen wurden werden im Folgenden kurz vorgestellt.

Technische Koordination

Der CMS-Detektor ist etwa 21 m lang, 18 m hoch, 15 m breit und wiegt 12500 Tonnen. Er besteht aus 15 zylindersymmetrischen Elementen die hintereinander, entlang des Strahls, aufgestellt werden (siehe Abbildung 55). Alle Elemente werden an der Oberfläche montiert und verkabelt und danach als Ganzes in die 100 m unter der Erde liegende Kaverne abgelassen. Dort werden Gas, Kühlung, Stromversorgung und die Glasfasern für die Signale an großen Verteilern an der Seite des Detektors angeschlossen. Die zentralen Teile des elektromagnetischen und hadronischen Kalorime-

ters, sowie der Silizium-Spurdetektor werden in der Untergrundkaverne in den Solenoiden eingebaut.

Die große Herausforderung des Jahres 2006 bestand darin einen Test des Detektors mit Teilen nahezu aller Komponenten an der Oberfläche durchzuführen, den großen 4 Tesla Magneten zu testen und danach mit dem Ablassen der ersten Komponenten zu beginnen. Gleichzeitig musste die Kaverne soweit vorbereitet werden, dass die ersten abgelassenen Komponenten angeschlossen und überprüft werden können. Die erste Hälfte des Jahres stand im Zeichen der Vorbereitung des Magnettests und der ersten Datennahme mit Cosmics (*Magnet Test and Cosmic Challenge* MTCC). Der Magnet war seit Ende Februar auf 4 K abgekühlt und supraleitend. Bis zum Sommer wurden alle Komponenten eingebaut. Im August wurde der Magnet in mehreren Schritten bis auf 3.8 Tesla hochgefahren. Bei diesem Feld wurden Myonen aus der kosmischen Höhenstrahlung mit einem Prototypen des Siliziumtrackers, zwei Supermodulen des elektromagnetischen Kalorimeters, Teilen des hadronischen Kalorimeters und Teilen des Myon-Systems aufgezeichnet. Abbildung 56 zeigt ein Beispiel eines Myons, das in allen Komponenten ein Signal hinterlässt.

Nach dem Ende der Datennahme wurden alle Detektoren aus dem Inneren der Spule entfernt und stattdessen ein Gerät zur präzisen Vermessung des Magnetfeldes eingebaut. Bei verschiedenen Feldstärken wurde das Magnetfeld mit einer Genauigkeit von etwa 10^{-4} vermessen. Dabei wurde der Magnet auch mehrere Tage problemlos mit dem Maximalfeld von 4 Tesla betrieben. Auch während dieser Phase wurden Cosmics genommen, insgesamt hat CMS im Sommer 2006 mehr als

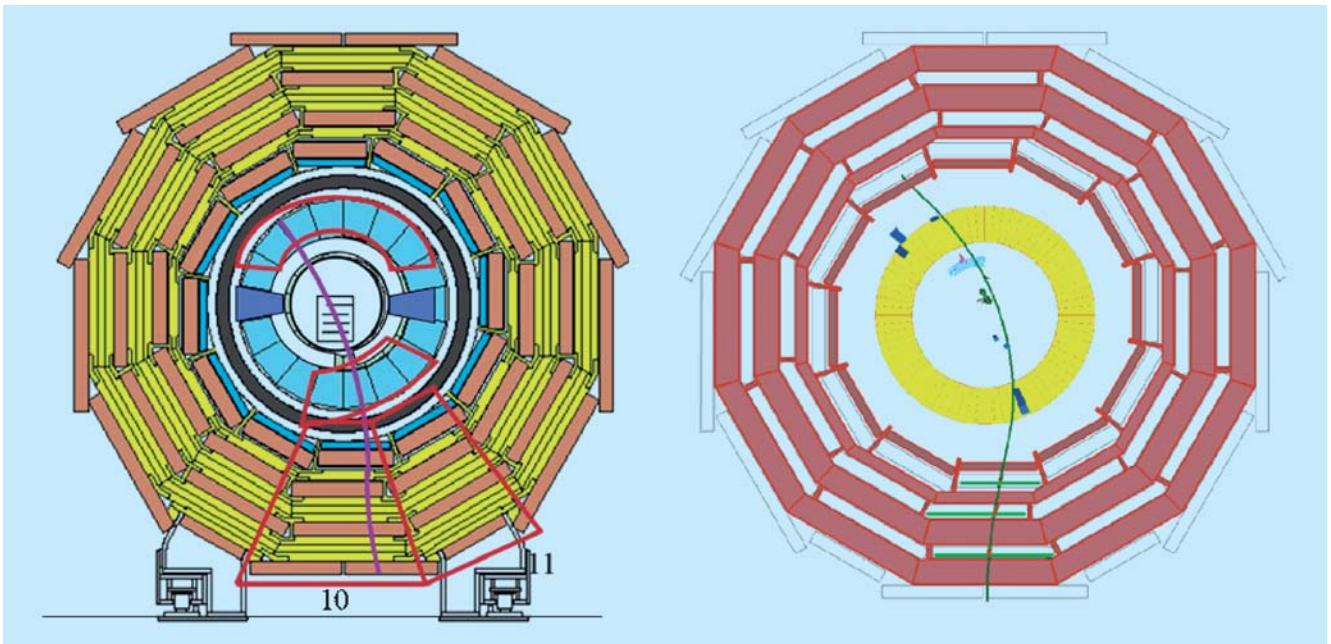


Abbildung 56: *Komponenten des Cosmic Challenge und ein aufgezeichnetes Ereignis.*

230 Millionen Ereignisse aufgezeichnet. Nach Ende des Magnettests wurde der Solenoid aufgewärmt und der Detektor für das Absenken in die Kaverne vorbereitet.

Am 2. November wurde das erste der beiden Hadron-Vorwärtskalorimeter in die Kaverne verbracht. Die zweite Hälfte folgte am 9. November. Am 30. November wurde die erste große Myon-Endkappe (YE+3) in die Detektorhalle abgesenkt und am 12. Dezember folgte die zweite Endkappe (siehe Abbildung 57). Damit ist CMS gut vorbereitet, das zentrale Jochteil mit dem Solenoiden im Februar 2007 in die Untergrundhalle zu bringen.

Die große Herausforderung des Jahres 2007 wird sein, CMS in seiner Anfangskonfiguration bis zum Herbst fertig zu stellen. Besonders schwierig wird dabei die Verlegung der Kabel von allen Detektoren, die innerhalb der Spule sitzen, auf dem Kryostaten. Auf der Außenseite müssen über 5500 Kabel mit einer Gesamtlänge von etwa 200 km verlegt werden. Dazu kommen etwa 20 km Kühlrohre. Die Vorbereitungen für dieses schwierige Projekt laufen auf Hochtouren und gehen wie geplant voran.

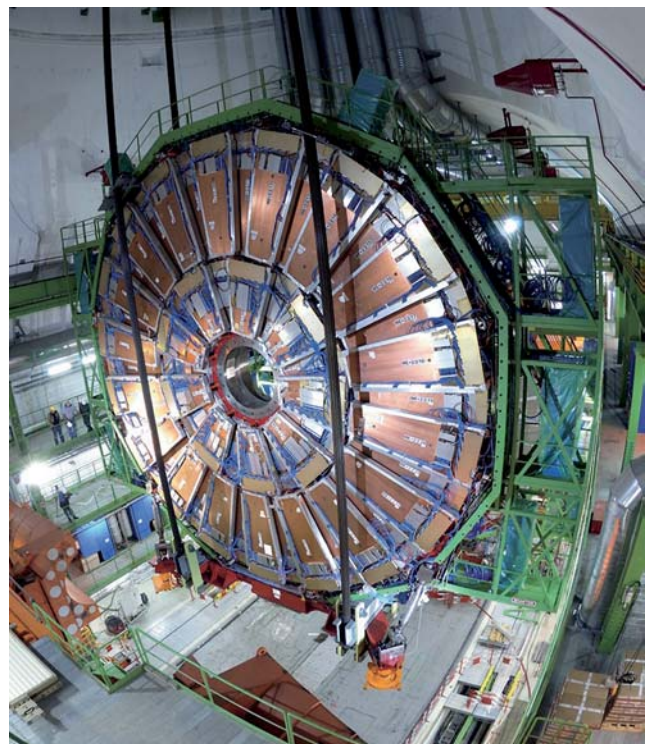


Abbildung 57: *Absenken einer Myon-Endkappe in die Untergrundkaverne.*

High Level Trigger Konfiguration

Am LHC kollidieren die Protonpakete mit einer Rate von 40 MHz. Das CMS Triggersystem besteht aus zwei Stufen. In der ersten Stufe, Level-1 (L1), ist eine schnelle Elektronik implementiert, die ohne Totzeit zu verursachen, arbeitet. Die Triggerentscheidung wird mit einer Latenz von 2.5 μ s anhand charakteristischer Eigenschaften der Ereignisse getroffen. Während dieser Zeit wird die vollständige digitalisierte Information der Ereignisse zwischengespeichert. Die L1 Triggerentscheidungen werden anhand von groben Informationen aus dem Myon-System und den Kalorimetern getroffen. Der Nachweis von Signalen von Teilchen (Elektronen, Myonen, Jets) mit hohem Transversalimpuls führt zur Auslese der Ereignisinformation. Die Auslese findet über einen Netzwerk-Event-Builder statt, in dem die Teile des Ereignisses aus den verschiedenen Detektorkomponenten zusammengeführt werden. Für die Endausbaustufe ist eine Ausleserate von 100 kHz geplant.

Im *High-Level-Trigger* (HLT) werden die Ereignisse weiter untersucht und gefiltert. Die Filtereinheiten im HLT sind kommerzielle PC Rechenknoten. Die Event-Builder und HLT Systeme sind skalierbar konzipiert. Bei der LHC Design-Luminosität wird die HLT-Farm aus etwa 2000 CPUs bestehen, was bei einer L1-Rate von 100 kHz eine durchschnittliche Verweilzeit im PC von etwa 20 ms bedeutet. Ereignisse werden mit einer Rate von 100 Hz akzeptiert und auf Band geschrieben.

DESY ist an der Entwicklung und Implementierung der Run-Control- und Monitoring-Software des *High Level Trigger Supervisor* (HLTS) beteiligt. Das HLTS-System ist verantwortlich für die Konfiguration der HLT PC Programme (*Filter Units*, FUs). Am Beginn von Runs wird die Konfiguration aus einer Datenbank ausgelesen und zu den FUs weitergeleitet. Außerdem ist das System für die Navigation der FUs durch die definierten State-Transitions, z. B. Aktivieren, Halten, usw., verantwortlich. Zusätzliche HLTS-Aufgaben sind das Auslesen und Summieren von FU Trigger-Statistiken und Herunterladen von Prescale-Werten während der

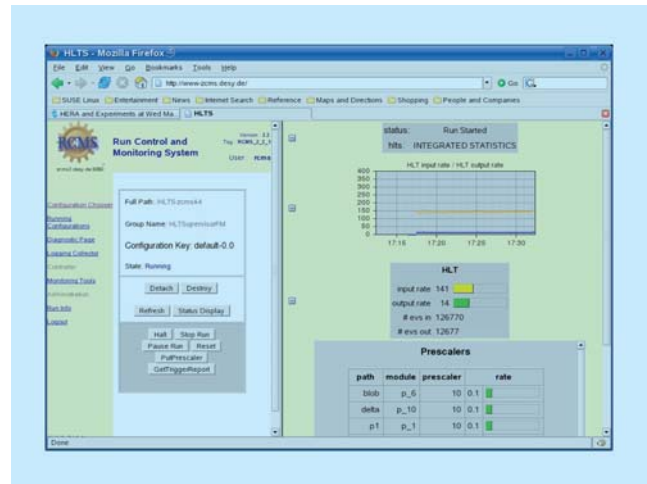


Abbildung 58: Graphische Benutzeroberfläche für die Konfiguration und das Monitoring des High-Level-Trigger Systems.

Runs. Die HLTS-Kontroll-Software ist in Java geschrieben, wobei Web-Services benutzt werden, um Monitoringdaten zu visualisieren. In Abbildung 58 ist die graphische Benutzeroberfläche des HLTS gezeigt. Die Entwicklung der HLTS-Software findet im Allgemeinen auf einem am DESY installierten Testsystem statt. Neue Versionen werden in regelmäßigen Abständen auf den CMS Online-Rechnern am CERN installiert.

Vorbereitung Physikanalyse

Die CMS Gruppe am DESY ist auch aktiv an der Vorbereitung von Physikanalysen beteiligt. Im Juni 2006 hat CMS dem LHC Experiments Committee (LHCC) den zweiten Teil des sogenannten Physics Technical Design Reports vorgelegt, der beruhend auf vollständigen, detaillierten Detektorsimulationen das physikalische Potential des Experiments beschreibt. Der gesamte Bereich der Standardmodellphysik, d. h. QCD und Diffraktion, Top- und b-Physik, sowie elektroschwache Physik, ist von einem DESY-Physiker koordiniert und editiert worden. Außerdem führen drei Doktoranden am DESY vorbereitende Studien zur Top-Physik mit dem CMS-Experiment durch.

Am LHC werden bei der für die ersten Betriebsjahre angestrebten Luminosität von $10^{33}/\text{cm}^2/\text{s}$ Top-Quarkpaare mit einer Rate von ungefähr einem Ereignis pro Sekunde erzeugt. Damit bietet der LHC ideale Voraussetzungen, um das schwerste der bekannten Teilchen genauer zu untersuchen und noch ungetestete Vorhersagen des Standardmodells zu überprüfen. Insbesondere die Zerfallskanäle mit einem oder zwei geladenen Leptonen sind dafür geeignet.

Eines der am DESY untersuchten Themen ist die Messung der Top-Antitop-Spinkorrelationen, die Aufschluss über den Produktionsmechanismus erlauben. Weil das Top-Quark so kurzlebig ist, dass es zerfällt bevor es in Hadronen fragmentieren kann, ist es das einzige Quark, bei dem eine direkte Spinanalyse möglich ist. Daneben wird die möglichst genaue Messung differentieller Wirkungsquerschnitte studiert. Sowohl Produktion als auch Zerfall von Top-Quarks werden im Standardmodell recht genau vorhergesagt, so dass präzise Messungen zum Beispiel die Überprüfung der Partonverteilungen bei hohen Impulsüberträgen erlauben, aber auch Rückschlüsse auf neue Physik, die sich in manchen Modellen auf Grund der hohen Masse in Top-Endzuständen manifestieren könnte. Darüber hinaus wird am DESY daran gearbeitet, die bisherigen Simulationsergebnisse, die auf Rechnungen in niedrigster Ordnung basieren, durch Studien zu verbessern, die auf vollständig simulierten und rekonstruierten CMS-Ereignissen auf der Basis von neuen Next-to-Leading-Order (NLO) Generatoren beruhen.

Computing

Auch im Bereich des Aufbaus des CMS Computings leistet DESY entscheidende Beiträge. Ein DESY Wissenschaftler war im Jahre 2006 zusammen mit einem Kollegen vom Fermilab mit der Koordination der Computing-Integrationsaufgaben betraut, die dazu dienen, die in den weltweit verteilten Zentren installierten Computing-Ressourcen zu einem homogenen System

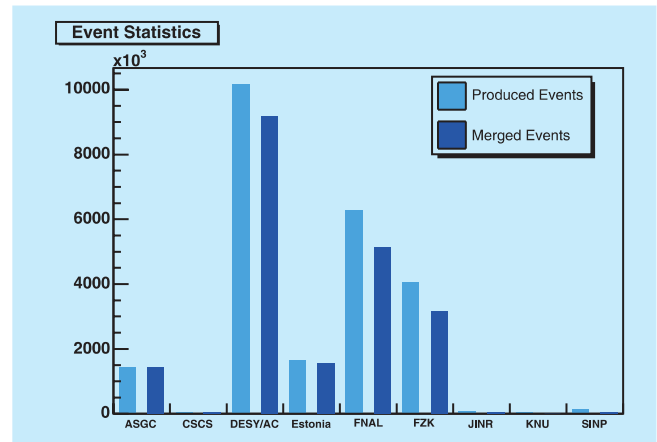


Abbildung 59: Anzahl der von DESY/RWTH Aachen produzierten Events an den verschiedenen Grid-Sites während des CSA06.

zu integrieren. Viele dieser Standorte, darunter auch das DESY Tier-2 Zentrum, stellen heute dank des Integrationsprogramms zuverlässig und mit hoher Leistungsfähigkeit Ressourcen im Bereich Rechenleistung und Speicherkapazität für CMS zur Verfügung. Dieses wurde insbesondere für die Vorbereitungen und die Durchführung des *Computing, Software und Analysis Challenge* (CSA06) ausgiebig genutzt. DESY hat dafür einen hohen Anteil an der Produktion von etwa 65 Millionen Ereignissen erbracht und mit seiner dCache basierten Speicherinstallation über Monate eine stabile und hohe Datentransferrate erzielt.

Ein deutsches Team bestehend aus Studenten von DESY und der RWTH Aachen hat sich sowohl bei der Vorbereitung als auch bei der Durchführung des CSA06 erfolgreich eingebracht und etwa ein Drittel der gesamten Produktion durchgeführt. Zur Aufgabe gehörte es auf dem LHC-Computing-Grid gleichzeitig mehrere tausend Produktionsjobs zu betreuen. Abbildung 59 zeigt die Verteilung der in dieser erfolgreichen Zusammenarbeit auf den verschiedenen Grid-Zentren produzierten CMS-Ereignisse und die wichtige Rolle, die das deutsche CMS Tier-2 Zentrum am DESY und der RWTH Aachen dabei eingenommen hat.

Astroteilchenphysik

Gruppenleiter: S. Schlenstedt

Durch immer vielfältiger werdende Analysen des Spektrums elektromagnetischer Strahlung von Wellenlängen über das sichtbare Licht bis zu höchst-energetischen Gamma-Strahlen wurde in der Astronomie das Verständnis des Universums revolutioniert. Das relativ neue Gebiet der Neutrino-Astrophysik zeigte erste Ergebnisse mit Beobachtungen von Neutrinos von der Sonne und der Supernova 1987a im Energiebereich von keV und MeV. Die Neutrino-Astrophysik für Energien über 100 GeV interessiert sich vorzugsweise für die Neutrinos, die in hochenergetischen astrophysikalischen Prozessen im Zerfall beschleunigter geladener Teilchen in Stoßwellen und starken variablen Magnetfeldern nahe der Quelle entstehen.

Zusätzliche Informationen erhofft man sich durch Kombination der Studien astrophysikalischer Objekte mit unterschiedlichen Botenteilchen (Multi-Messenger). Aus den gleichzeitigen Beobachtungen von elektromagnetischer Strahlung zusammen mit Beobachtungen von Neutrinos erwartet man ein vollständigeres Verständnis der den Objekten zugrunde liegenden physikalischen Prozesse.

Im Jahre 2006 hat eine HGF-Nachwuchsgruppe (*Helmholtz-University Young Investigators Group*) die Astrophysik-Gruppe des DESY verstärkt. Durch die Zusammenarbeit der Nachwuchsgruppe mit der MAGIC-Kollaboration in einem Multi-Messenger-Programm ergibt sich eine neue Thematik am DESY.

Die Suche nach extraterrestrischen Neutrinos erfordert wegen der kleinen Neutrino-Anzahlen und großen Entfernungen zu Objekten wie Doppelsternsystemen oder Aktiven Galaktischen Kernen (AGN)

Neutrino-Detektoren mit sehr großen sensitiven Volumina. Das Schwergewicht der Aktivitäten der Gruppe liegt bei Untersuchungen mit dem noch im Aufbau befindlichen IceCube-Teleskop (und seinem Vorgänger-Experiment AMANDA) sowie dem Neutrino-Teleskop am Südpol. Die Beteiligung am zweiten Experiment NT200+ im sibirischen Baikalsee wird vorraussichtlich 2008 beendet. Diese beiden mit Abstand größten Neutrino-Teleskope ergänzen sich durch ihre geographisch komplementäre Lage und die unterschiedliche Methodik.

IceCube

Status

Der IceCube-Detektor wird aus 4800 Digitalen Optischen Modulen (DOM) bestehen, die an 80 Trossen mit 125 m Abstand zwischen den Trossen und 17 m Abstand zwischen den DOMs entlang einer Trosse aufgehängt werden. Der Detektor im Eis wird ergänzt durch den Luftschauder-Detektor IceTop auf der Eisoberfläche, für den 320 DOMs eingesetzt werden. IceTop besteht aus großen, mit Eis gefüllten Tanks, die jeweils zwei DOMs enthalten und als Stationen paarweise an der Position jeder Trosse aufgestellt sind. IceTop ist völlig in das Trigger- und Datennahmesystem von IceCube integriert.

Im Jahre 2006 waren neun Trossen und 16 IceTop-Stationen installiert. Für den Betrieb im Jahre 2007 wurden weitere 13 Trossen ins Eis eingebracht und 10 Stationen in Betrieb genommen. In den Folgejahren

sollen dann bis zu 16 Trossen und eine entsprechende Stations-Zahl installiert werden. Die Konstruktion des gesamten IceCube-Detektors soll im Jahre 2011 abgeschlossen werden.

Technische Beiträge

Die DESY-Gruppe hat bei der Konstruktion und Inbetriebnahme von IceCube folgende Schwerpunktaufgaben:

- Montage und Test von 1300 DOMs
- Bereitstellung von magnetischen Abschirmungen und von Aufhängungen für 5200 Module
- Entwicklung von Karten für DOR (Digital Optical Module Readout), dem Empfangsteil der DOMs an der Oberfläche
- Koordination und Management der Rekonstruktions-Software
- Rolle als europäisches Zentrum für die Massenprozessierung von experimentellen wie auch von Monte-Carlo-Daten und als deutsches Analysezentrum
- Untersuchung der Möglichkeit, höchstenergetische Neutrinos durch akustische Methoden nachzuweisen

DOM-Produktion Seit der Fertigstellung des Produktions- und Test-Labors im Jahre 2004 werden kontinuierlich optische Module produziert. In vierzehntägigen Zyklen werden im Kühlraum zwischen +20 und -45°C alle DOMs ausführlich getestet. Neben DESY beteiligen sich Gruppen aus Madison (USA) sowie Uppsala und Stockholm (Schweden) an der Modulfertigung. Durch die Einführung einer einheitlichen Technologie für die Herstellung und das Testen der DOMs in allen drei Labors gelang es, gleiche Qualitätsstandards zu sichern. Im Jahre 2006 wurden bei DESY 258 optische Module gefertigt, wovon 224 zum Südpol verschickt wurden. Die gewissenhafte Arbeit der beteiligten Kollegen der AT-Gruppe, der Mechanik, von Experiment-Support und der Werkstätten sowie die

exakte Einhaltung der Technologie führte zu einer Ausfallquote von nur 2%, was für die geplante Produktion von 480 DOMs im Jahre 2007 eine große Bedeutung hat.

DOR-Karte Die digitalisierten DOM-Informationen werden über elektrische Kabel zur DOR-Karte übertragen. Diese Elektronik wurde am DESY entworfen. Am Südpol wurden im Jahre 2006 neun Trossen mit 72 DOR-Karten ausgelesen und neun Karten für die Auslese des IceTop-Detektors verwendet. Für die Datennahme-Saison 2007 wurden 252 DOR-Karten mit verbesserter Firmware produziert, getestet und am Südpol installiert.

Software Die Verantwortlichkeit der DESY-Gruppe auf dem Gebiet der Rekonstruktions-Software besteht in Koordination und Versions-Politik, verstärkt durch eigene Software-Beiträge. Die Software steht der Kollaboration für die Daten-Rekonstruktion und die Analyse zur Verfügung. Die erste Online-Version wurde für die Datennahme des Jahres 2006 am Pol installiert, eine erweiterte Version kommt in diesem Jahr zum Einsatz.

Computing Auf den Rechnern des Batch-Clusters des DESY Zeuthen wurden neben AMANDA-Rekonstruktions- und Simulationsaufgaben auch IceCube-Simulationsrechnungen für die Kollaboration ausgeführt. Es wurden Signal- und Untergrund-Ereignisse für verschiedene Detektor-Konfigurationen generiert, wobei der AMANDA-Detektor berücksichtigt wurde. Eine weitere Aktivität ist die Vorbereitungen des Zugriffs auf die Daten sowie Simulations-Produktion mit Hilfe von GRID-Tools. Diese Arbeiten wurden in enger Zusammenarbeit mit der IT-Gruppe ausgeführt.

Akustischer Neutrino-Nachweis Die Untersuchungen und Entwicklungen wurden 2006 bei DESY fortgesetzt. Erste Messungen zur Abklinglänge akustischer Signale und eventueller Stör-Geräusche im Eis sollen 2007 mit SPATS (*South Pole Acoustic Test Setup*) durchgeführt werden. An diesem Projekt sind neben DESY Gruppen aus Berkeley, Gent, Stockholm und Uppsala beteiligt. SPATS besteht aus drei 400 m langen Trossen mit je sieben akustischen Stationen aus

einem Sender und drei Empfängern, die alle bei DESY entwickelt, gebaut und getestet wurden. Im März 2006 fand in Zeuthen ein Systemtest des gesamten Setups statt. Ende April wurden die Eigenschaften der sensitiven Komponenten in einem See in Nordschweden bei großen Abständen untersucht. Es konnte gezeigt werden, dass SPATS-Transmitter Signale aussenden, die nach mehr als einem Kilometer Entfernung von SPATS Receivern im Wasser registriert werden. Im Eis werden noch bessere Resultate erwartet. Zur Steuerung der Datennahme wurde ein PCI-Businterface entwickelt und gefertigt. Im Herbst wurde das Setup nach nochmaliger Prüfung von Hard- und Software verpackt und zum Südpol geschickt. Im Januar 2007 konnte es dort erfolgreich installiert und in Betrieb genommen werden.

Physikalische Untersuchungen mit IceCube und AMANDA

Der AMANDA-II-Detektor besteht aus 19 Trossen und nimmt seit dem Jahr 2000 kontinuierlich Daten. AMANDA ist seit diesem Jahr vollständig (topologisch und durch die Datenverarbeitung) in IceCube integriert. Der IceCube-Detektor besteht im Moment aus 22 Trossen, die in den letzten drei Jahren ins Eis eingebracht wurden. Erste physikalische Analysen der IceCube-Daten haben begonnen und werden in Kürze publiziert.

AMANDA-II hat eine effektive Fläche von 25000 m² für 1-TeV-Myonen und ist damit etwa 25 mal sensitiver als die größten unterirdischen Neutrino-Detektoren. Vorhersagen für die Neutrino-Flüsse aus astrophysikalischen Objekten wie aktiven galaktischen Kernen oder Gamma Ray Bursts legen für deren Nachweis Detektoren von der Größenordnung eines Kubikkilometers nahe. Mit IceCube wird die Sensitivität, je nach physikalischer Fragestellung, um einen Faktor 30-100 gegenüber AMANDA verbessert.

Im Jahr 2006 wurde in Zeuthen das Prozessieren aller Daten, die in den Jahren 2000–2004 mit AMANDA aufgezeichnet wurden, abgeschlossen. Diese Daten dienen als Standard-Datensatz für die Analysen der Kolla-

boration. Er erlaubt neben der in Zeuthen durchgeführten Suche nach Punktquellen und der Suche nach einem diffus einfallenden Fluss hochenergetischer Neutrinos auch eine Vielzahl von anderen Analysen. Dazu zählen das Studium von in der Atmosphäre erzeugten Neutrinos und die Suche nach Neutrinos aus der Annihilation dunkler Materie in Inneren der Erde und der Sonne.

Suche nach Punktquellen

Eines der zentralen Analyse-Themen der Gruppe ist die Suche nach Punktquellen kosmischer Neutrinos mit dem AMANDA-II-Detektor und IceCube. Das oben erwähnte gereinigte und gefilterte Datenmaterial der Jahre 2000–2004 umfasst 4282 Ereignisse. Das sind Myonen, die den Detektor von unten durchqueren und von Neutrinos erzeugt wurden, die aus der nördlichen Hemisphäre kommen. Abbildung 60 zeigt eine Himmelskarte dieser Neutrino-Ereignisse. Diese Ereignisse sind jedoch wahrscheinlich fast alle nicht im Kosmos, sondern bei den Wechselwirkungen der kosmischen Strahlung in der Atmosphäre entstanden. Eine Punktquelle wäre als eine lokale Konzentration von Ereignissen in dieser Karte sichtbar. Da keine signifikante Konzentration entdeckt wurden, konnten nur obere Schranken für erlaubte Neutrino-Flüsse von kosmischen Objekten, die am Nordhimmel sichtbar sind, angegeben werden. Diese Flussgrenzen schränken theoretische Vorhersagen über die Neutrino-Produktion in ausgewählten Objekten bereits erheblich ein. Zurzeit wird diese Suche nach Punktquellen auf mögliche Quellen hochenergetischer Neutrinos am Südhimmel ausgedehnt.

Das Multi-Messenger Programm

Bei der Beobachtung elektromagnetischer Strahlung konzentriert sich die Helmholtz-Nachwuchsgruppe vor allem auf sehr hochenergetische Gamma-Strahlung (GeV/TeV), die mit Hilfe von Cherenkov-Teleskopen erstmals 1989 nachgewiesen wurde. Durch die Kombination von Gamma-Daten der letzten Jahre mit Neutrino-Beobachtungen kann die Nachweiswahrschein-

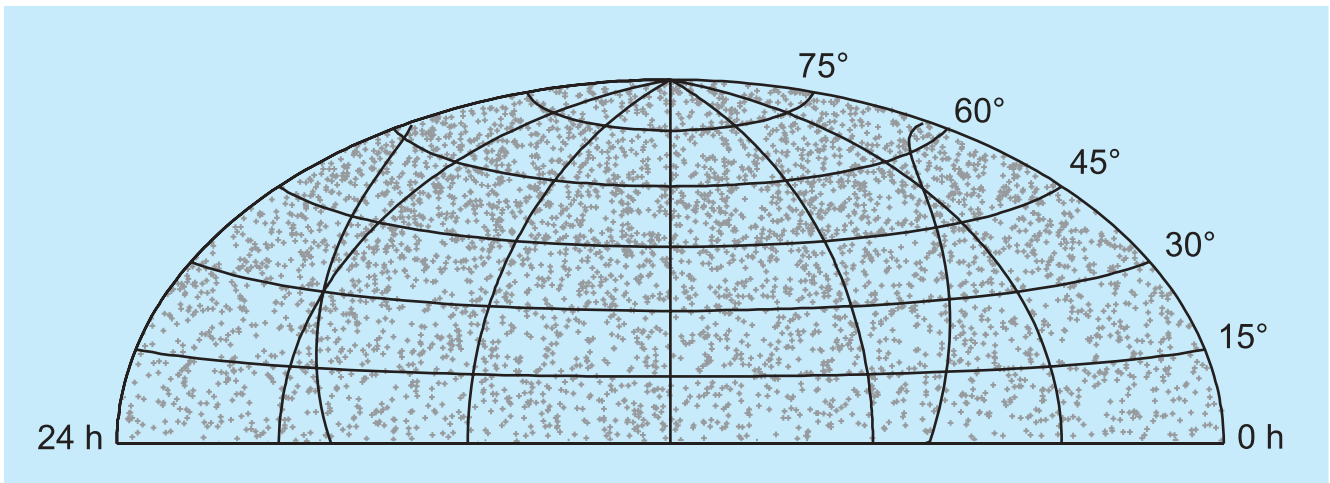


Abbildung 60: Himmelskarte mit AMANDA-II gemessener Neutrino-Ereignisse (2000–2004).

lichkeit für Neutrino-Signale erhöht und das Verständnis kosmischer Objekte verbessert werden.

Da Cherenkov-Teleskope ein sehr eingeschränktes Gesichtsfeld haben, existieren jedoch oft keine Beobachtungen von GeV/TeV-Photonen zeitnah zu gemessenen Neutrino-Ereignissen. Aus diesem Grund wurde zusammen mit der MAGIC-Kollaboration ein Target-of-Opportunity (ToO) Programm entwickelt. Wenn AMANDA ein Neutrino aus einer Richtung detektiert, in welcher sich ein vorab definierter Quellkandidat befindet, wird ein Alarm an MAGIC gesendet. Das Cherenkov-Teleskop versucht dann eine Beobachtung der Quelle durchzuführen, falls Sichtbarkeit und Wetter dies zulassen. Ein technischer Test des ToO-Systems mit AMANDA wurde von September bis Dezember 2006 erfolgreich durchgeführt. In den nächsten Monaten wird es für den IceCube Detektor angepasst und optimiert werden.

Gerade im Bereich der GeV/TeV- γ -Astronomie wurden in den letzten Jahren große Fortschritte erzielt. Neben zahlreichen anderen Ergebnissen steht heute eine große Datenmenge von Beobachtungen von AGNs zur Verfügung. Die Nachwuchsgruppe arbeitet an einem Archiv für historische und aktuelle Beobachtungen von GeV/TeV- γ -Strahlen sowie an der Kombination und Auswertung der archivierten Datensätze. In Abbildung 61 ist eine aus den archivierten Daten er-

zeugte Lichtkurve des prominenten BL-Lac-Objektes Markarian-421 dargestellt. Dieser Datensatz ist in seiner Vollständigkeit unübertroffen.

Suche nach diffusen Quellen

Bestimmte Neutrino-Wechselwirkungen können isolierte elektromagnetische und hadronische Schauer (Kaskaden) erzeugen. Die Analyse solcher Endzustände hat verschiedene Vorteile: eine gute Energieauflösung, mit der man das härtere astrophysikalische Spektrum vom atmosphärischen Spektrum unterscheiden kann, und einen niedrigeren Untergrund von anderen Wechselwirkungen. Durch den niedrigeren Untergrund hat man eine größere geometrische Akzeptanz als in der Punktquellen-Suche.

Nach diesem physikalischen Endzustand wird erstmalig im AMANDA-Datensatz der Jahre 2000–2004 gesucht, der in Zeuthen prozessiert worden ist. Der Datensatz ist fünfmal größer als in vorherigen Kaskaden-Analysen, sodass man eine entsprechend höhere Sensitivität erreichen kann.

Mit dem 1-km³-Volumen des IceCube-Detektors kann man hochenergetische Neutrinos mit Energien über 10¹⁷ eV beobachten. Bei diesen Energien werden Bremsstrahlung und Paar-Erzeugung durch den Landau-

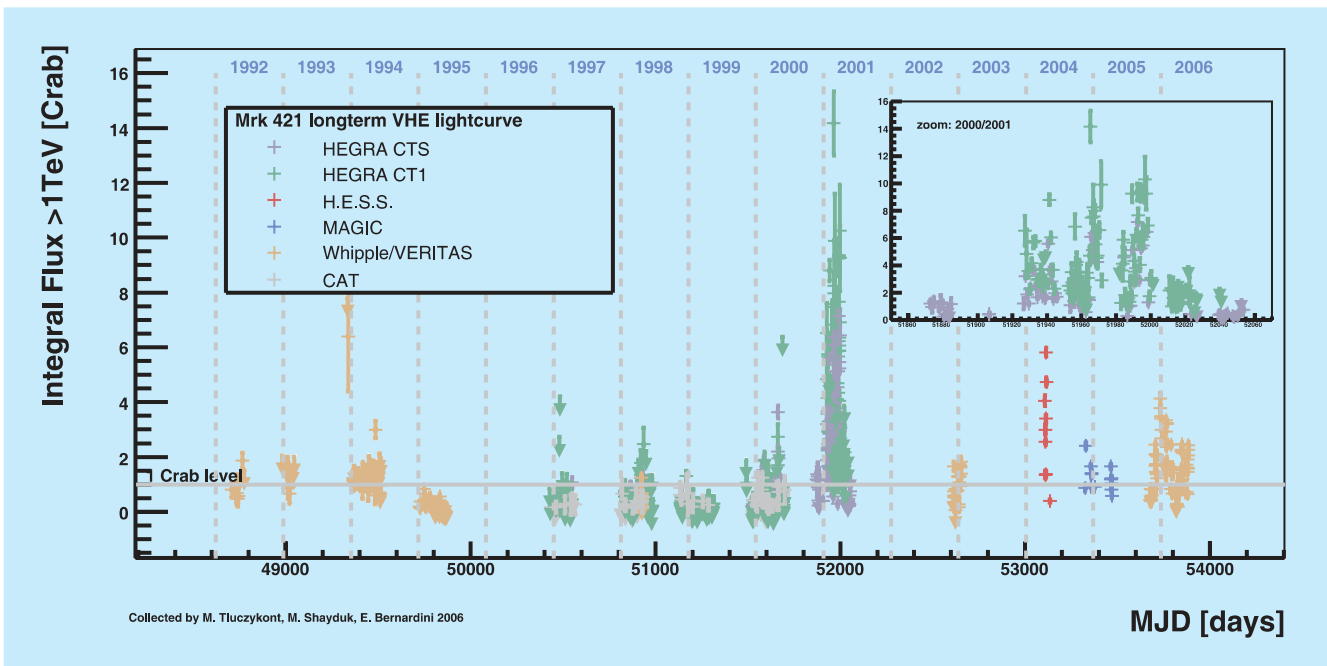


Abbildung 61: Lichtkurve des BL-Lac-Objektes Markarian-421 aus Daten der letzten 15 Jahre.

Pomeranchuk-Migdal (LPM) Effekt unterdrückt. Daher sind die Kaskaden von Elektron- oder Tau-Neutrinos bis zu mehreren 100 m lang. Die Analyse, die sich mit diesen Daten beschäftigt, schließt Kaskadensimulation basierend auf einer Parametrisierung des longitudinalen Energieverlustes und Simulationsrechnungen im LPM-Regime und neue Informationen über die Eis-Eigenschaften ein. Das Ziel ist eine verbesserte Richtungsrekonstruktion für Kaskaden-Ereignisse und damit eine Punktquellen-Suche bei höchsten Energien.

Analyse von kosmischen Strahlung

Mit IceTop soll das Energiespektrum der geladenen kosmischen Strahlung oberhalb von etwa $3 \cdot 10^{14}$ eV gemessen werden. Die interessanteste Fragestellung ist die Bestimmung der Beiträge von Kernen verschiedener Massen unter den Primärteilchen. Die experimentellen Aussagen zu dieser so genannten chemischen Zusammensetzung der kosmischen Strahlung sind bisher noch sehr unsicher. Mit der Möglichkeit, die Luftschauer

in Koinzidenz mit hochenergetischen Myonen im Eis nachzuweisen, eröffnet IceTop einen Erfolg versprechenden Zugang.

Die wichtigsten Arbeiten bei DESY waren die Entwicklung eines Algorithmus für die Rekonstruktion und Energiebestimmung von Luftschauern und ein Kalibrationsalgorithmus für die gemessenen Signale in den IceTop Tanks. Die DESY-Gruppe entwickelte dazu eine neue Parametrisierung der lateralen Energieverteilung eines Schauers. Für die genaue Anpassung dieser Funktion an die gemessenen Tanksignale und um daraus Energie und Richtung des Schauers zu bestimmen, ist die Kenntnis der Verteilungen der Fluktuationen notwendig. Die Anwendung auf die Daten lieferte erste Ergebnisse für ein Energiespektrum, was dann mit den Daten des größeren Detektors in 2007 zu der ersten Publikation physikalischer Ergebnisse von IceTop führen soll.

Ein weiterer wichtiger Beitrag der DESY-Gruppe war die Entwicklung eines robusten Kalibrationsalgorithmus für die Tanksignale, ausgedrückt durch das mittlere Signal eines vertikal einfallenden Myons im Tank.

Im Rahmen dieser Arbeit wurde auch ein besseres Verständnis der verschiedenen Beiträge zur Form des Signalspektrums erreicht. Das vorgeschlagene Kalibrationsverfahren ist von der IceTop-Arbeitsgruppe als Standard akzeptiert worden.

Das Baikal-Experiment

Das Baikal-Experiment ist das Pionier-Experiment für die Messung hochenergetischer Neutrinos. Es wurde 1998 als NT200 mit 192 Photoröhren (PM) an 8 Trossen in Betrieb genommen. Anfang 2005 wurde die Anlage um drei Trossen zum viermal empfindlicheren Teleskop NT200+ erweitert.

Die geringe Lichtstreuung im Baikalsee ermöglicht die Suche nach Kaskaden unterhalb des Detektors in einem sehr großen Volumen. Die im Jahr 2006 publizierte obere Grenze für den Fluss hochenergetischer, diffus eintreffender Neutrinos aus den Daten der Jahre 1998–2002 ist in guter Übereinstimmung mit dem von AMANDA publizierten Limit. Mit NT200 wurde außerdem die niedrigste Grenze für den Fluss re-

lativistischer magnetischer Monopole bestimmt und ein neues, konkurrenzfähiges Limit für den indirekten Nachweis für die Suche nach Neutrinos aus der Annihilation dunkler Materie erhalten. Die Arbeiten bei DESY konzentrieren sich auf die Suche nach Neutrinos, die von einem massiven Lichtausbruch des Soft-Gamma-Repeater 1806-20 stammen.

DESY hat eine Linux-PC basierte, 100 mal schnellere Daten-Verbindung vom Ufer zum Unterwasser-Teleskop NT200+ entwickelt, sowie einen Unterwasser-Lasermodul beigesteuert, der mit Nanosekunden-Lichtpulsen eine synchrone Eichung des Teleskops mit einer einzigen Lichtquelle erlaubt. Schließlich wurde mit Hilfe von DESY die Satelliten-Kommunikation zwischen dem Uferzentrum und Europa durch Installation einer Breitband-Verbindung verbessert und überwacht.

Im Tunka-Tal nahe dem Baikalsee wurde der erste von 19 Clustern des Luftschauerdetektors Tunka-133 installiert. Das Experiment wird von DESY und dem FZK unterstützt. Daten von Tunka-133 werden komplementäre Informationen zu KASCADE-Grande und IceTop liefern.

Theoretische Physik

Gruppenleiter: F. Schrempp (Hamburg), T. Riemann (Zeuthen), K. Jansen (NIC)

Die Forschungsfelder der Theorie-Gruppen in Hamburg und Zeuthen, in enger Vernetzung mit den Instituten für Theoretische Physik der Universität Hamburg und der Humboldt-Universität zu Berlin, behandeln die wesentlichen Themata der modernen Teilchenphysik.

Durch die Hamburger Aktivitäten wird ein breites Spektrum abgedeckt: von der Phänomenologie im Rahmen des Standardmodells und seinen möglichen Erweiterungen, über die Teilchen-Kosmologie, bis zur Stringtheorie und mathematischen Physik.

In Zeuthen liegen die Schwerpunkte bei Präzisionsuntersuchungen für die Beschleuniger HERA, LHC und ILC sowie in der Gittereichtheorie, einschließlich der Entwicklung von Parallelrechnern. Letzteres profitiert von der engen Zusammenarbeit mit dem John von Neumann-Institut.

im Proton extrahiert. Die Abhängigkeit der exklusiven Wirkungsquerschnitte vom Impuls des gestreuten Protons erlaubte es dabei insbesondere, das Zusammenspiel von longitudinalem Impuls und transversalem Dichteprofil der Gluonen zu untersuchen.

Komplementäre Information zur dreidimensionalen Hadronstruktur kann in Gittersimulationen gewonnen werden. In Erweiterung früherer Arbeiten wurde in [DESY 06-135] der elektromagnetische Formfaktor des Pions berechnet, wobei umfangreiche Studien zur Kontrolle von Gitterartefakten durchgeführt wurden. Ein wesentlicher Aspekt bei der Auswertung von Gitterrechnungen ist die Extrapolation zum physikalischen Wert der Quarkmassen, die mithilfe der chiralen Störungstheorie durchgeführt werden kann. In [DESY 06-123, 196] wurde die Quarkmassenabhängigkeit in der Ein-Schleifen Näherung berechnet für eine weite Klasse von Proton-Matrixelementen, die in laufenden Gittersimulationen untersucht werden.

Aktivitäten in Hamburg

HERA-Physik und QCD

Hadronstruktur

Aus einer Vielzahl von Streuprozessen bei HERA können detaillierte Erkenntnisse über die Struktur des Protons gewonnen werden. In [DESY 06-095] wurde in einer kombinierten Analyse von Daten zum inklusiven Streuquerschnitt und einer Reihe von exklusiven Endzuständen die dreidimensionale Gluonverteilung

Inklusive Teilchenproduktion

Die inklusive Teilchenproduktion erlaubt das Studium einer Vielzahl von Aspekten der starken Wechselwirkung. In [DESY 06-204] wurde eine systematische Berechnung durchgeführt für Polarisationsobservable der tiefinelastischen Streuung, aus denen detaillierte Information zur Verteilung der Quarkpolarisation im Nukleon extrahiert werden kann. Dabei wurde sowohl die führende als auch die nächstführende Ordnung in der Photonvirtualität Q berücksichtigt. Für bestimmte Spineffekte bietet die kohärente Produktion eines Hadron-Paares vielversprechende Möglichkei-

ten für experimentelle Studien, insbesondere auch bei HERMES. Ein Modell für die dabei auftretenden Di-Hadron-Fragmentationsfunktionen wurde in [DESY 06-119] entwickelt.

Der inklusive Wirkungsquerschnitt für die Elektroproduktion einzelner leichter Hadronen wurde zu nächstführender Ordnung in der starken Kopplung α_s unter Verwendung von Fragmentationsfunktionen berechnet, die kürzlich durch einen globalen Fit an Daten der e^+e^- -Vernichtung gewonnen wurden [DESY 05-022]. Der Vergleich dieser Rechnungen mit Daten der H1- und der ZEUS-Kollaboration ergab für hinreichend große Werte der Photonvirtualität Q gute Übereinstimmung. Abweichungen, die bei kleinen Werten von Q oder des normierten Hadronimpulses x_p auftraten, konnten durch die Berücksichtigung von Masseneffekten der detektierten Hadronen verringert werden [DESY 06-197].

Der sogenannte DGLAP-Formalismus für masselose Teilchen kann auch auf schwere Hadronen, etwa D- oder B-Mesonen, angewandt werden, sofern deren Masse klein ist gegenüber der charakteristischen Skala des betrachteten Prozesses (z. B. der Schwerpunktsenergie in der e^+e^- -Vernichtung). So wurden nichtstörungstheoretische Fragmentationsfunktionen für D^0 -, D^{+-} - und D_s^+ -Mesonen sowie für Λ_c^+ -Baryonen durch Fits an entsprechende LEP1-Daten der OPAL-Kollaboration bestimmt. Mit diesen Funktionen können auch Daten von anderen e^+e^- Experimenten (CLEO, HSR und TASSO) erfolgreich beschrieben werden, was einen nichttrivialen Test der Skalenverletzung darstellt [DESY 06-102].

Die Faktorisierungshypothese der nichtrelativistischen QCD sagt die Existenz sogenannter Farboktettprozesse in der Natur vorher, d. h. schwere Quarkonia können auch aus Quark-Antiquark-Paaren entstehen, wenn deren Farbladungen im harten Subprozess nicht neutralisiert werden. Die gemeinsame Erzeugung prompter J/ψ -Mesonen und isolierter harter Photonen in der tiefinelastischen Streuung wurde in [DESY 06-136] als vielversprechende Nachweismöglichkeit des Farboktettmechanismus bei HERA identifiziert.

Vielschleifen-Korrekturen

Kürzlich ist eine neue Methode zur Berechnung einer großen Klasse von Feynman-Diagrammen mit mehreren Quantenschleifen vorgeschlagen worden, die auf einer zweckmäßigen Parametrisierung gewisser Einschleifen-Unterdiagramme beruht [DESY 05-153]. Mit Hilfe dieser Methode wurden massive Vierschleifen-Diagramme mit sogenannter Tadpole-Topologie berechnet und damit analytische Ausdrücke gewonnen für die durch ein schweres Quark induzierte Vakuum-polarisation der QCD [DESY 06-073], sowie für die Anpassbedingung der starken Kopplungskonstante an den Quarkschwellen [DESY 06-074]. Ferner wurden die für die Einbettung der nichtrelativistischen QCD in die relativistische Theorie benötigten Anpassungskoeffizienten des Vektor-, Axialvektor-, Skalar- und Pseudoskalarstroms zu zwei Schleifen berechnet. Dabei wurde besonderes Augenmerk auf die Farbsinguläritätsdiagramme gerichtet [DESY 06-031].

Top-Quark Produktion

Die H1-Kollaboration beobachtete in den HERA I Daten einen unerwarteten Überschuss an Ereignissen mit isolierten Leptonen und fehlendem Transversalimpuls, und zwar besonders bei großen Werten des hadronischen Transversalimpulses – eine für die Erzeugung einzelner Top-Quarks typische Signatur. Diese Beobachtung wird durch HERA II bestätigt und motivierte die Berechnung der Wirkungsquerschnitte für die Photo- und Elektroproduktion einzelner Top-Quarks im Rahmen des Standardmodells und seiner minimalen supersymmetrischen Erweiterung (MSSM), wobei im letzteren Falle sowohl minimale als auch nichtminimale Szenarien der Flavour-Verletzung betrachtet wurden [DESY 06-041].

Vielfachstreuung bei hohen Energien

Das Phänomen der Vielfachstreuung (*multiple interactions*) in einem einzelnen Ereignis ist seit längerer Zeit

sowohl bei HERA als auch am Tevatron intensiv untersucht worden und wird am LHC eine bedeutende Rolle spielen. Bei HERA ist Vielfachstreuung insbesondere in der Photoproduktion von Multi-Jet Endzuständen nachgewiesen, und die Beobachtung von harten diffraktiven Endzuständen stellt ebenfalls einen indirekten Existenzbeweis dar. In einem Beitrag zu [DESY 06-052] wurden theoretische Aspekte der Vielfachstreuung beschrieben, wobei insbesondere die Rolle von Farbkorrelationen zwischen den verschiedenen Partonkaskaden diskutiert wurde.

Ein theoretischer Zugang zum Verständnis der Vielfachstreuung in der Störungstheorie basiert auf der Verwendung des Pomerons als kollektivem Freiheitsgrad, der aus Gluonen konstruiert ist. Die Wechselwirkung von Pomeronen kann durch eine effektive Feldtheorie beschrieben werden. In [hep-ph/0605185] wurden die klassischen Feldgleichungen dieser Theorie gelöst und damit die komplette Information über das Verhalten von Streuamplituden in der semi-klassischen Näherung zugänglich gemacht. Eine vereinfachte Version dieser Theorie, in der die Zahl der transversalen Dimensionen von zwei auf null gesetzt wird, wurde in [DESY 06-167] untersucht. Es wurde gezeigt, dass die Energieabhängigkeit des Pomeron-Austausches erhalten werden kann aus der Analogie dieser Theorie mit Reaktions-Diffusions-Gleichungen, die in der Statistischen Physik ausführlich studiert worden sind.

Eng verwandt mit dem Phänomen der Vielfachstreuung sind hadronische Rückstreu-Effekte. Diese sind insbesondere verantwortlich für die in bestimmten Reaktionen beobachtete Brechung der Faktorisierung, d. h. der Darstellung des Wirkungsquerschnitts durch einen harten Streuprozess und geeignete Partondichten. In [DESY 06-124] wurde diese Faktorisierungsbrechung quantifiziert für die bei HERA gemessene Produktion eines Jet-Paares in Verbindung mit einem schnellen Neutron im Endzustand.

Instantonprozesse

Ein grundlegender nicht-störungstheoretischer Aspekt der Quantenchromodynamik ist ihre komplexe Vaku-

umstruktur, wobei Instantonen wichtige, topologisch nichttriviale Bausteine darstellen. Trotz zahlreicher, überzeugender theoretischer Hinweise auf die Existenz und tiefe Bedeutung von Instantonen steht ihr direkter experimenteller Nachweis aber noch immer aus. Möglicherweise lässt sich die beobachtete drastische Verletzung der sogenannten Lam-Tung-Beziehung zwischen Koeffizientenfunktionen der Winkelverteilung von Leptonpaaren in Hadron-Hadron-Kollisionen durch Instanton-induzierte Beiträge erklären [DESY 06-069]. Die wichtige Frage nach der Beobachtbarkeit von Instanton-induzierten Prozessen bei LHC wurde in 2006 systematisch weiterverfolgt [hep-ph/0601012]. Als Ausgangspunkt der Berechnungen fuer LHC im Rahmen der Instanton-Störungstheorie dienten einerseits die in der Theoriegruppe erzielten rigorosen Ergebnissen über Raten und Signatur von Instanton-Prozessen bei HERA. Andererseits flossen die Erfahrungen von zwei auf den theoretischen Voraussagen aufbauenden HERA-Experimenten zur Instantonsuche ein. Anders als bei HERA ist der führende Subprozess bei LHC durch zwei Gluonen initiiert. Die für die Anwendung der Instanton-Störungstheorie notwendige Virtualität wird z. B. durch ein W-Boson im Endzustand eingebracht. Sie ist daher bei LHC zeitartig. Letzteres erschwerte die notwendige Gluonresummation im Endzustand erheblich. Dennoch wurde ein sehr enger Zusammenhang (Crossing) zur (raumartigen) Instantondynamik bei HERA gefunden. Die resultierenden Raten wurden mit entsprechenden Berechnungen im Rahmen der üblichen Störungstheorie verglichen und geben zu Optimismus Anlass. Zusätzlich verstärkt die hohe Zahl von Endzustandsgluonen bei LHC den erwarteten „Feuerball-Charakter“ der Instanton-Ereignisse erheblich im Vergleich zu HERA.

Gittereichtheorie

Im Bereich Gittereichtheorie konzentrierten sich die Aktivitäten auf die Physik der K- und B-Mesonen sowie die Berechnung der relativistischen Korrekturen zum statischen Quarkpotenzial.

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

Ein wesentlicher Bestandteil der Aktivitäten war die Untersuchung der Ursachen der $\Delta I = 1/2$ Regel in $K \rightarrow \pi\pi$ Zerfällen. Durch den Vergleich der Übergangsamplituden für den Fall eines unphysikalisch leichten Charm-Quarks ($m_c = m_u$) mit der physikalischen Situation sollte insbesondere die Frage untersucht werden, ob die große Masse des Charm-Quarks den Zerfall in den $\pi\pi$ -Endzustand mit Isospin 0 begünstigt. Die Zerfallsamplituden für $K \rightarrow \pi\pi$ lassen sich durch effektive Kopplungskonstanten der chiralen Störungstheorie ausdrücken, die in der Gittersimulation für den Fall $m_u = m_c$ berechnet wurden [DESY 06-070]. Ein wesentliches Element des Projekts war die Verwendung einer fermionischen Diskretisierung mit exakter chiraler Symmetrie, wodurch keine Mischung mit Operatoren verschiedener Chiralität auftritt und die schwierige nicht-perturbative Subtraktion von Operatoren niedriger Dimensionen völlig vermieden werden kann. Durch die Verwendung spezieller numerischer Verfahren gelang es zudem zum ersten Mal, die relevanten 3-Punkt-Korrelationsfunktionen im sogenannten ε -Regime der QCD mit kontrollierten statistischen Fehlern zu berechnen. Die effektiven Kopplungskonstanten wurden durch geeignete Fits an die Simulationsdaten im ε -Regime und p-Regime bestimmt, wodurch die üblichen systematischen Effekte aufgrund langer chiraler Extrapolationen vermieden werden konnten. Für den Fall $m_c = m_u$ ergeben die Resultate signifikante nicht-perturbative Beiträge zur $\Delta I = 1/2$ Regel, können jedoch den experimentell beobachteten Wert quantitativ nicht erklären. Dies liefert einen indirekten Hinweis auf die Wichtigkeit des Charm-Quarks für die $\Delta I = 1/2$ Regel, die künftig direkt bestätigt werden soll.

Renormierung von Vier-Quarkoperatoren

Im Standardmodell führt die Operatorproduktentwicklung der effektiven schwachen Wechselwirkung auf diverse Vier-Quarkoperatoren. Beispiele hierfür sind die $\Delta B = 2$ Operatoren, die Oszillationen neutraler

B-Mesonen beschreiben, aber auch die $\Delta S = 1$ Operatoren, die für die Untersuchung der $\Delta I = 1/2$ Regel relevant sind. Die Berechnung ihrer hadronischen Matrixelemente durch Simulationen der Gitter-QCD mit Wilson-Quarks erzeugt zusätzliche Counter-Terme aufgrund der expliziten Brechung der chiralen Symmetrie. Eine besondere technische Schwierigkeit bei $\Delta S = 1$ Operatoren ist die Mischung mit Operatoren niedriger Dimension, was eine nicht-perturbative Berechnung der entsprechenden potenz-divergenten Koeffizienten erfordert. In unseren Projekten wurden zwei unterschiedliche Methoden zur Lösung des Problems der Operatormischung untersucht.

Für $\Delta B = 2$ Übergänge kann die Mischung mit Vier-Quarkoperatoren gleicher Dimension im Rahmen der sogenannten *twisted mass QCD* vermieden werden, welche eine exakte Abbildung der phänomenologisch relevanten, paritätserhaltenden Operatoren auf entsprechende paritätsverletzende Operatoren erlaubt. In [DESY 06-030] wurde gezeigt, dass letztere ausschließlich multiplikativ renormiert werden, wobei das schwere Quark in der statischen Näherung betrachtet wurde. Das Schrödingerfunktional der QCD ermöglicht überdies die Definition einer Familie von Renormierungsschemata im endlichen Volumen für die relevanten Operatoren zur Beschreibung der Mischung von B-Mesonen. Diese Arbeit bildet die Grundlage für die laufende nicht-perturbative Berechnung der skalenabhängigen Renormierung dieser Operatoren, sowohl in der *quenched* Approximation, als auch für zwei dynamische Quark-Flavours.

Das noch schwierigere Mischungsproblem der Vier-Quarkoperatoren zur Beschreibung von $\Delta S = 1$ Übergängen kann durch die Verwendung einer fermionischen Diskretisierung mit exakter chiraler Symmetrie im Fall $m_c = m_u$ gelöst werden. Die technische Schwierigkeit einer nicht-perturbativen Berechnung der multiplikativen Renormierungsfaktoren besteht dann in der Formulierung der speziellen Randbedingungen des Schrödingerfunktionals für eine entsprechende Gitter-Wirkung. In [DESY 06-112] wurde hierzu auf eine früher entwickelte Strategie zurückgegriffen, die auf der Einführung eines weiteren intermediären Schemas beruht. Die nicht-perturbativ berechneten Werte der

Renormierungsfaktoren wurden für die Bestimmung der effektiven Kopplungskonstanten in [DESY 06-070] herangezogen.

Relativistische Korrekturen zum statischen Quark-Potenzial

Im Rahmen der sogenannten *Potential non-relativistic QCD* (pNRQCD) zur Beschreibung von Quarkoniumzuständen wird das Interquark-Potenzial nach Potenzen von $1/m$ entwickelt, wobei m die Quarkmasse bezeichnet. Das statische Potenzial tritt hierbei in führender Ordnung auf, gefolgt von relativistischen Korrekturen. Diese können in der pNRQCD nicht-perturbativ definiert und durch Korrelationsfunktionen des Feldstärkeoperators mit statischen Quell-Feldern ausgedrückt werden. Durch die Entwicklung neuer numerischer Verfahren und Algorithmen konnten die relativistischen Korrekturen zur Ordnung $1/m$ erstmals mit Monte Carlo-Methoden berechnet werden [DESY 06-062]. Für Charmonium ist dabei die Größe der Korrektur vergleichbar mit dem Einfluss des Coulomb-Terms, während sie für Bottomonium nur ca. 25% davon beträgt, was qualitativ den Erwartungen entspricht. Das spin-abhängige Potenzial zur Ordnung $1/m^2$ wurde ebenfalls berechnet [DESY 06-061], wobei eine wesentlich höhere statistische Genauigkeit erzielt werden konnte als in früheren Rechnungen.

B-Physik

Ziel der Forschung auf dem Gebiet der B-Physik ist es, Präzisionsmessungen von B-Meson Zerfällen durchzuführen und innerhalb des Standardmodells ein theoretisch konsistentes Bild zu erarbeiten. Von zentraler Bedeutung sind hier die seltenen B-Meson Zerfälle, CP-verletzende Asymmetrien, und Massendifferenzen zwischen Masseneigenzuständen in neutralen B-Meson Komplexen ($B_d^0 - \bar{B}_d^0$ und $B_s^0 - \bar{B}_s^0$).

Höhepunkt der Experimente in der B-Physik im Jahr 2006 war die Messung der Massendifferenz zwischen den Mesonen $(B_s)_H$ und $(B_s)_L$ (Heavy und Light),

die die CDF Kollaboration am Fermilab veröffentlicht hat [hep-ex/0609040]. Der gemessene Wert, $\Delta M_s^{\text{CDF}} \equiv M_H(B_s) - M_L(B_s) = (17.77 \pm 0.10(\text{stat}) \pm 0.07(\text{syst.}) (\text{ps})^{-1}$, ist mit der Standardmodell-basierten Abschätzung, $\Delta M_s^{\text{SM}} = (20.3 \pm 3.0 \pm 0.8) (\text{ps})^{-1}$, die mit Hilfe der Gitter-QCD Methoden errechnet worden ist, in guter Übereinstimmung. Zusammen mit dem gemessenen Wert von $\Delta M_d \equiv M_H(B_d) - M_L(B_d) = (0.508 \pm 0.004) (\text{ps})^{-1}$ liefert das Verhältnis $\Delta M_d/\Delta M_s$ einen präzisen Wert für die CKM-Matrixelemente $|V_{td}/V_{ts}| = 0.206 \pm 0.008$, der mit dessen Abschätzung durch die Unitarität der CKM-Matrix übereinstimmt. Eine Folge dieser Konsistenz ist, dass in den $b \rightarrow (s, d)$ -Quarkübergängen kein wesentlicher Beitrag von der Physik jenseits des Standardmodells existiert. Dieser wurde quantitativ in einer theoretischen Arbeit in SUSY-Modellen abgeschätzt [DESY 06-033].

Die seltenen Zerfälle $B \rightarrow K^*(\rho, \omega)\gamma$ liefern unabhängige Informationen über die CKM-Matrixelemente V_{ts} und V_{td} . Das gemessene Zerfallsverhältnis $\mathcal{B}(B \rightarrow (\rho, \omega)\gamma) = (1.11_{-0.18}^{+0.19}) \times 10^{-6}$ [HFAG 2006] ist mit den Standardmodell-basierten theoretischen Abschätzungen $\mathcal{B}(B \rightarrow (\rho, \omega)\gamma) = (1.32 \pm 0.26) \times 10^{-6}$ in guter Übereinstimmung [DESY 06-187]. In diesem Vergleich ist der Wert von $|V_{td}/V_{ts}|$ aus den $\Delta M_d/\Delta M_s$ -Messungen verwendet worden. Er dient als ein zusätzlicher Test der Flavourübergänge im Standardmodell.

Der Zerfall $B \rightarrow K^* \ell^+ \ell^-$ genießt experimentell sowie theoretisch weiterhin ein großes Interesse. Eine theoretische Untersuchung für die Zerfallsrate und die VR-Asymmetrie wurde mit Hilfe der sogenannten *Soft Collinear Effective Theorie* (SCET) angefertigt [DESY 06-002, 159]. Zentraler Punkt dieser Studie ist die Herleitung einer Faktorisierungsformel, basierend auf der führenden Ordnung in $1/m_b$ und aufsummiert zu allen Ordnungen in der starken Kopplungskonstanten α_s . Die verbesserte Theorie für diesen Zerfall erlaubt einen Präzisionstest der elektroschwachen Pinguin-induzierten Übergänge im Standardmodell.

Die Experimente an Tevatron und LHC werden in der Lage sein, eine ganze Reihe von B_s -Meson Zerfällen und die CP-Asymmetrien genau zu messen. In Erwartung dessen wurden die Zerfallsraten und CP Asym-

metrie in den Prozessen $\overline{B}_s^0 \rightarrow PP$, $\overline{B}_s^0 \rightarrow PV$ und $\overline{B}_s^0 \rightarrow VV$ theoretisch abgeschätzt, wobei hier P bzw. V für leichte Pseudoskalare (π, K, η, η') bzw. Vektormesonen (ρ, K^*, ω, ϕ) stehen. Diese Arbeit, die 2006 durchgeführt und Anfang 2007 veröffentlicht wurde, wird für die Erstellung eines quantitativen Bildes der Dynamik der nichtleptonischen B_s -Zerfälle hilfreich sein.

Außerdem wurde ein On-Shell Schema für die Renormierung der CKM-Matrix entwickelt [DESY 06-141]. Dieses Renormierungsschema ist so beschaffen, dass das CKM-Matrixelement V_{ud} keine endliche Korrektur erhält und die endlichen Verschiebungen der übrigen CKM-Matrixelemente numerisch klein sind [DESY 06-207].

Collider-Physik

Die theoretischen Untersuchungen zur Collider-Physik waren geprägt von physikalischen Problemstellungen am CERN-Protonencollider LHC, der in Kürze in Betrieb gehen wird, sowie von Vorbereitungen zur Physik am TeV- e^+e^- -Linearcollider ILC. Beide Maschinen versprechen, unsere Kenntnisse über die fundamentalen Strukturen der Materie und ihrer Wechselwirkungen wesentlich zu erweitern und zu vertiefen. Das physikalische Potential des ILC, neues Terrain jenseits des Standardmodells (SM) zu erforschen, ist in einem Snowmass-Workshop-Bericht [DESY 06-012] umfassend dokumentiert worden. Speziellere Fragen zur CP-Verletzung und Higgs-Physik jenseits des SM sind in einem weiteren Workshop-Bericht [CERN-2006-009] dargestellt worden. Die Arbeit der hiesigen Collider-Physik-Gruppe hat sich besonders auf Fragen zum Hochenergie-Limes der starken und elektroschwachen Wechselwirkung, zum Higgs-Mechanismus und zur Supersymmetrie konzentriert.

Hochenergie-Limes

Im Grenzfall hoher Energien liefern partonische Subprozesse der Hadroproduktion mit t-Kanal-Gluonau-

tausch bekanntlich führende Beiträge. Daher muss der DGLAP-Formalismus dahingehend abgeändert werden, dass die Transversalimpulse (k_T) der aus den einlaufenden Hadronen stammenden, am harten Stoßprozess beteiligten Gluonen berücksichtigt werden. Die hier zugrundeliegende nichtlineare Gluodynamik wird, zumindest zu einem gewissen Grad, durch die Balitsky-Fadin-Kuraev-Lipatov-Evolutionsgleichungen (BFKL) beschrieben. Der Frage, ob die derzeit unbefriedigende Beschreibung der Daten zur Charmoniumzeugung aus verschiedenen Hochenergieexperimenten (Tevatron, HERA, LEP2) im Rahmen der NRQCD durch den Übergang von der kollinearen (DGLAP) zur k_T -Faktorisierung verbessert werden kann, wurde hier nachgegangen. Hierzu wurden zunächst die relevanten nichtstörungstheoretischen NRQCD-Matrixelemente (MEs) durch einen kombinierten Fit an Tevatron-Daten zur direkten bzw. prompten Hadroproduktion von J/ψ -Mesonen extrahiert. Zur Überprüfung der NRQCD-Faktorisierung wurden mit diesen MEs dann theoretische Vorhersagen für die Photo- bzw. Elektroproduktion in ep-Streuung und die Photoproduktion in e^+e^- -Streuung gewonnen und mit den entsprechenden Datensätzen von HERA und LEP2 verglichen. Das Ergebnis war ermutigend, obschon ein abschließendes Urteil wegen der beträchtlichen Unsicherheit in der unintegrierten Gluondichtefunktion derzeit noch nicht gefällt werden kann [DESY 06-019]. Eine ähnliche Studie wurde auch für Bottomonia durchgeführt [DESY 06-104].

Am LHC werden u. a. die Produktion von Jets, W- und Z-Bosonen sowie von schweren Quarks eine wichtige Rolle spielen. Dazu werden theoretische Rechnungen in nächstführender Ordnung (NLO) benötigt werden. Es wurde hier erstmalig eine NLO-Rechnung im Rahmen der k_T -Faktorisierung durchgeführt: als erster Schritt wurde die Jet-Produktion im Bereich kleiner Longitudinal-Impulse behandelt. Dabei wurde insbesondere die theoretische Konsistenz zwischen Jet-Produktionsvertex und unintegrierten Partondichten untersucht [DESY 06-115].

Unter den am ILC zu untersuchenden Streuprozessen nimmt die elastische Streuung der Vektorbosonen eine besondere Stellung ein: das Hochenergie-Verhalten der

WW-Streuamplitude weist auf die Existenz wenigstens eines skalaren Higgs-Teilchens hin. Daher wird dieser Prozess am ILC besonders genau vermessen werden. Es wurde hier das Hochenergieverhalten dieses Prozesses zu allen Ordnungen in der Näherung führender Logarithmen in der Schwerpunktsenergie im Rahmen des SM untersucht. Zusammen mit dem Hochenergieverhalten des Wirkungsquerschnittes wurde auch die Frage der Regge-isierung von W, Z und γ in allen Ordnungen untersucht [DESY 06-185].

Higgs-Mechanismus

Das Higgs-Boson des SM zerfällt in dem zwischen den Schranken aus direkter Suche und elektroschwachen Präzisionstests gelegenen Massenbereich vorwiegend in Bottom-Quarkpaare. Es wurde hier die führende elektroschwache Zweischleifenkorrektur der Ordnung $\mathcal{O}(G_F^2 m_t^4)$ zur partiellen Breite dieses Zerfalls berechnet. Sie vergrößert den positiven Effekt der Einschleifenkorrektur der Ordnung $\mathcal{O}(G_F m_t^2)$ um etwa +16% und überkompensiert die Abschirmung letzterer um -8% durch QCD-Effekte der Ordnung $\mathcal{O}(\alpha_s G_F m_t^2)$. Diese Untersuchung erfordert eine vollständige elektroschwache Zweischleifenrenormierung, die ausführlich erläutert wurde [DESY 06-235].

Die Möglichkeit der diffraktiven Higgs-Produktion am Tevatron sowie am LHC wird gegenwärtig besonders intensiv diskutiert. Diese hängt insbesondere von der berechneten Größe des Wirkungsquerschnittes und der sich daraus ergebenden Zahl der zu erwartenden Ereignisse ab. Es wurde hier ein Versuch unternommen, diesen Wirkungsquerschnitt in einer neuartigen Weise zu berechnen. Dabei wurde insbesondere darauf hingewiesen, dass die bisherigen Rechnungen auf einer theoretischen Annahme beruhen, die weiterer Klärung bedarf [DESY 06-003].

Als nicht-supersymmetrische Erklärung des Higgs-Mechanismus haben sich die Little-Higgs-Modelle etabliert. Zwei Klassen dieser Modelle sind bekannt, die sich durch die Symmetrie-Darstellungen im Eich- und im Higgssektor unterscheiden. Es konnte die Kopplung von Z-Boson, Higgs-Boson und Pseudo-Axion als das

Merkmal identifiziert werden, das beide Klassen separiert und sich in charakteristischen Signaturen bei LHC und ILC bemerkbar macht [DESY 06-055].

Sollte kein Higgs-Boson existieren, manifestiert sich der Mechanismus der elektroschwachen Symmetriebrechung in den Wechselwirkungen von W- und Z-Bosonen, die beispielsweise am ILC präzise gemessen werden können. Eine umfassende Untersuchung der Sensitivität auf neue Physik unter Einschluss auch aller bekannten experimentellen Studien wurde hier durchgeführt [DESY 05-067].

Supersymmetrie

Überzeugende Argumente sind aufgefunden worden, die eine supersymmetrische Erweiterung des SM nahelegen. Neue Teilchen, fermionische und bosonische Partner zum Spektrum des SM, werden mit Massen im Bereich von mehreren hundert GeV bis zu einem TeV erwartet. Mögliche Szenarien dieser supersymmetrischen Welt und ihrer Wechselwirkungen mit der Standardwelt sind außerordentlich komplex und erfordern sowohl LHC-Analysen bei maximalen Energien wie auch Hochpräzisionsanalysen an dem dafür am besten geeigneten e^+e^- -Linearcollider ILC [SLAC-PUB-11877].

Dies trifft insbesondere auf die Bestimmung der Spins supersymmetrischer Teilchen zu. Es konnte aufgezeigt werden [DESY 06-239], dass Messungen dieser grundlegenden Eigenschaft aller Teilchen am ILC in vollkommen modellunabhängiger Form ausgeführt werden können. Obwohl technisch schwierig, so lassen sich Kaskaden-Zerfälle supersymmetrischer Teilchen am LHC nichtsdestoweniger nutzen, um erste Einblicke in Spin- und Mischungsstrukturen zu gewinnen. Die Messung der τ -Polarisation in solchen Kaskaden [DESY 06-237] stellt ein sensibles Instrument für solche Untersuchungen bereit.

Für Charginos und Neutralinos, die vermutlich leichtesten supersymmetrischen Teilchen, sind am ILC hohe Produktionsraten zu erwarten, die Präzisionsmessungen der Parameter erlauben werden. Um diese Messungen

auf eine solide Grundlage zu stellen, ist eine theoretische Vorhersage in Form von Ereignissimulation mit vergleichbarer Genauigkeit notwendig. In diesem Zusammenhang wurde in ein Monte-Carlo-Generator vorgestellt, der die NLO-Strahlungskorrekturen vollständig einschließt, mit Hilfe geeigneter Resummationsmethoden den intrinsischen Fehler durch Phasenraumschnitte vermeidet und ausschließlich positive Ereignisgewichte produziert, so dass erstmals eine realistische und hinreichend präzise Simulation möglich wird [DESY 06-103, 189].

In der Vergangenheit haben Untersuchungen supersymmetrischer Theorien im Vordergrund gestanden, die durch Minimierung der Erweiterung des SM gekennzeichnet sind, insbesondere das minimale supersymmetrische SM (MSSM). Interne offene Fragen sowie externe Argumente aus der Superstring-Physik legen jedoch komplexere Strukturen nahe. Zwei Wege sind in diesem Zusammenhang besprochen worden. Über die $SU(3) \times SU(2) \times U(1)$ hinausgehende abelsche $U(1)$ - und nicht-abelsche $E(6)$ -Eichsymmetrien sind in diesem Zusammenhang besonders attraktiv. $U(1)$ erweitert den Chargino-Neutralino-Sektor der Supersymmetrie. Trotz erhöhter Komplexität kann das System dennoch analytisch beschrieben werden, wie in einer detaillierten Studie [DESY 05-066] dargestellt werden konnte (Abbildung 62). Eine $E(6)$ -Struktur des Spektrums an der Teraskala führt zudem zu einer Vereinigung der Wechselwirkungen (GUT) an der Planck-Skala, oberhalb der üblicherweise angenommenen GUT-Skala von 10^{16} GeV [DESY 06-099]. Ein solches Modell wäre über *exotische* Teilchen am LHC und am ILC zu identifizieren. Andere Fragestellungen wurden von rätselhaften Ereignissen induziert, z. B. isolierte Leptonen mit Jet und fehlendem Transversalimpuls, die im H1-Detektor bei HERA entdeckt worden sind. Supersymmetrische Theorien, in denen die R-Paritätsquantenzahl nicht erhalten ist und in denen supersymmetrische Teilchen einzeln erzeugt werden können, werden häufig mit diesen Ereignissen in Zusammenhang gebracht. Wenn diese Interpretation zuträfe, so müssten stringente kinematische Konsistenzbedingungen erfüllt werden. Darüber hinaus würden neue Klassen von Multi-Lepton-Ereignissen vorausgesagt, die

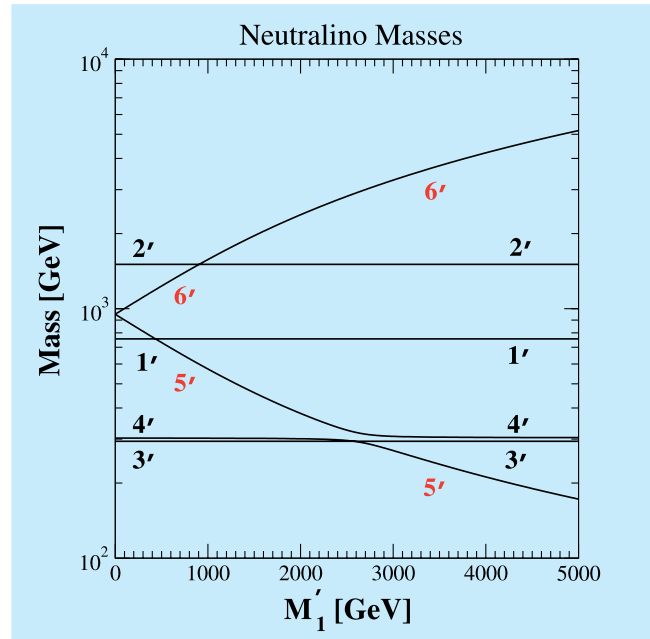


Abbildung 62: Massen der Neutralinos, Partner neutraler Eich- und Higgs-Bosonen in der um eine abelsche $U(1)$ -Eichsymmetrie erweiterten supersymmetrischen Minimal-Theorie. Der Parameter M'_1 kennzeichnet die möglichen Werte der $U(1)$ -Massenskala.

in den HERA-Experimenten gefunden werden sollten, falls die supersymmetrische Deutung zuträfe [DESY 06-238].

Kosmologie und Astroteilchenphysik

Dunkle Materie, dunkle Energie und Inflation

In supersymmetrischen Theorien sind neben dem leichtesten Neutralino auch das Gravitino [DESY 06-243] und das Axino [DESY 06-184], die Superpartner des Gravitons und des Axions, attraktive Kandidaten für den Hauptbestandteil der kalten dunklen Materie. Im Gegensatz zum Neutralino haben Gravitino und Axino nur extrem schwache Wechselwirkungen. Die heute

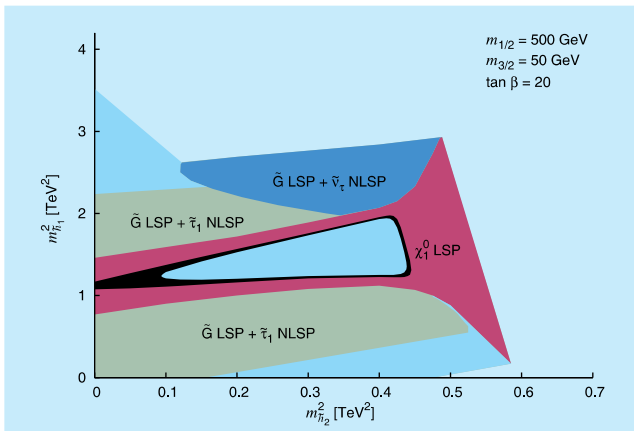


Abbildung 63: *Bereiche der Higgs-Massenparameter $m_{h_1}^2$ und $m_{h_2}^2$ mit Neutralino (χ_1^0) oder Gravitino \tilde{G} als LSP und skalarem Tau-Lepton ($\tilde{\tau}_1$) oder skalarem Neutrino ($\tilde{\nu}_\tau$) als NLSP.*

gravitativ wirkende dunkle Materie wird im frühen Universum thermisch erzeugt. Im Gaugino-Mediation-Mechanismus der Supersymmetriebrechung können, in Abhängigkeit der Higgsmassen, sowohl Neutralino als auch Gravitino das leichteste Superteilchen (LSP) sein (Abbildung 63). Das erlaubte supersymmetrische Massenspektrum ist dabei durch Nukleosynthese und Leptogenese stark eingeschränkt [DESY 06-067, 158]. Diese Einschränkungen können durch Entropieerzeugung vor Beginn der Nukleosynthese verändert werden [DESY 06-064].

Moduli-Felder sind im Rahmen von Stringtheorien interessante Kandidaten für das Inflatonfeld. Ihr Zerfall erzeugt Gravitinos, die zu einer zu großen Dichte dunkler Materie führen können [DESY 06-014, 072]. Dies führt zu starken Einschränkungen an Inflationsmodelle [DESY 06-014, 242] und an den Mechanismus der Supersymmetriebrechung [DESY 06-035, 106]. Der Zerfall von Moduli kann auch zur Erzeugung der dunklen Materie und der Materie-Antimaterie-Asymmetrie führen [DESY 06-071, 149]. Die Einsteinsche Gravitationstheorie mit zusätzlichen Moduli-Feldern hat häufig die Form einer Jordan-Brans-Dicke Theorie [DESY 06-076, 195], die auch supersymmetrisch formuliert werden kann [DESY 06-211]. Weitere wichtige Konsequenzen der Existenz leichter Skalar-

feldern sind die Veränderung der Hubble-Expansion während der Nukleosynthese [DESY 06-077] sowie der Beitrag zur dunklen Energie, der durch Entropiebetrachtungen eingeschränkt werden kann [DESY 06-190].

Die Daten der WMAP-Kollaboration für die kosmische Hintergrundstrahlung schränken mögliche Inflationsmodelle stark ein. Dies wird deutlich durch den Effekt einer hypothetischen Stufe im sonst flachen primordialen Spektrum der Dichtefluktuationen [DESY 06-089]. Weitere wichtige Einschränkungen ergeben sich auch für die effektive Anzahl der Neutrinos [DESY 06-212].

Teilchenphysik mit Neutrinoobservatorien

Eine interessante Frage ist, welche Rolle Neutrinoobservatorien wie IceCube bei der Entdeckung und Erforschung von supersymmetrischen Erweiterungen des Standardmodells spielen könnten, insbesondere in populären Modellen, in denen das zweitleichteste Superteilchen ein langlebiges Stau ist. In der Tat stellt es sich heraus, dass in diesem Fall bei IceCube mit bis zu 50 hintergrundfreien, von kosmischen Neutrinos initiierten Stau-Paar-Ereignissen pro Jahr zu rechnen ist, falls das Superteilchen-Massenspektrum und der hochenergetische kosmische Neutrinofluss nahe der gegenwärtigen Grenzen liegen [DESY 06-046, 193].

Kürzlich wurde gezeigt, dass eine hypothetische neue Neutrinowechselwirkung, die durch ein sehr leichtes Skalarfeld vermittelt wird, den kosmischen Urknall-Neutrino-Hintergrund zu einem potentiellen Kandidaten für die dunkle Energie macht. Eine Chance für einen Test dieser Hypothese wird nun dadurch eröffnet, dass hier die effektiven Massen der Neutrinos in vorhersagbarer Weise von den Neutrino-Energiedichten abhängen. Letztere Abhängigkeiten hinterlassen Spuren in den Absorptionslinien in den hochenergetischen kosmischen Neutrinospektren, welche von der resonanten Annihilation von hochenergetischen Neutrinos mit den Urknall-Hintergrundneutrinos in Z-Bosonen herrühren. Das diesbezügliche Entdeckungspotenzial von Neutrino-Observatorien wie ANITA und LOFAR wurde eingehend untersucht [DESY 06-088, 210].

Vereinheitlichte Theorien und schwach wechselwirkende Teilchen

Die Symmetrien des Standardmodells und die Quantenzahlen von Quarks und Leptonen finden eine natürliche Erklärung in vereinheitlichten Theorien (GUTs) bei sehr kleinen Abständen. Diese Theorien erklären ebenfalls, über den Seesaw-Mechanismus, die empirische Evidenz für sehr kleine Neutrinomassen, sowie, vor allem in supersymmetrischen GUTs, die Vereinigung der Eichkopplungen bei der GUT-Massenskala. Theoretisch attraktiv sind vor allem vereinheitlichte Theorien in mehr als vier Raum-Zeit-Dimensionen, die als Zwischenschritt zwischen dem Standardmodell und Stringtheorien auftreten können.

Die Vereinigung der Eichkopplungen wurde in $SO(10)$ GUTs in sechs Dimensionen untersucht [DESY 06-148, 200]. Für die Behandlung der Quantenkorrekturen sind dabei an Fixpunkten lokalisierte kinetische Terme für Materie- und Eichfelder [DESY 06-028], sowie die Kopplungen zwischen lokalisierten *Brane*-Feldern und nichtlokalisierten *Bulk*-Feldern [DESY 06-131] wichtig. Wesentliche Fortschritte wurden erzielt in der Einbettung sechsdimensionaler supersymmetrischer GUTs in die heterotische Stringtheorie [DESY 06-059]. Dabei wurden insbesondere Vakuumstruktur und Supersymmetriebrechung besser verstanden. Eine besondere Rolle spielt das Top-Quark, das, wie auch die Higgsbosonen, *Bulk*-Zuständen entspricht.

Die Neutrinophysik spielt über den Seesaw-Mechanismus eine entscheidende Rolle in der Verknüpfung der Fermi-Massenskala der elektroschwachen Symmetriebrechung mit der GUT-Massenskala. Von besonderer Bedeutung ist dabei der Zusammenhang zwischen der Massenhierarchie der leichten und schweren Neutrinos [DESY 06-232].

Vereinheitlichte Theorien, insbesondere diejenigen, welche auf einer Einbettung in Stringtheorien basieren, sagen nicht nur neue, sehr schwere ($\gg 100$ GeV), sondern auch neue, sehr leichte ($\ll 1$ eV) Teilchen voraus, welche nur sehr schwach mit gewöhnlicher

Materie wechselwirken. Prominente Kandidaten sind Axionen, Dilatonen und milligeladene Teilchen [DESY 06-133]. Folglich können Präzisionsexperimente mit niederenergetischen Photonen komplementäre teilchenphysikalische Informationen liefern zu Experimenten an hochenergetischen Collidern. Das Laser-Polarisationsexperiment PVLAS hat möglicherweise das erste indirekte Signal solcher neuer, sehr schwach wechselwirkender leichter Teilchen gesehen: Es wurde eine anomal große scheinbare Rotation der Polarisationssebene von Photonen nach dem Durchgang durch ein Magnetfeld beobachtet. Dies kann als Evidenz für das Verschwinden von Photonen durch Teilchenproduktion – entweder einzelne Produktion von Axion-artigen Teilchen (ALPs) oder Paarproduktion von milligeladenen Teilchen (MCPs) – gedeutet werden [DESY 06-105, 221]. Photon-Regenerationsexperimente [DESY 06-098, 228] an verschiedenen Laboren, unter anderem das *Axion-Like Particle Search* (ALPS) Experiment bei DESY, werden im Laufe des Jahres 2007 die ALPs-Hypothese testen. Alternative Experiment-Konzepte zum potentiellen Test der MCP-Hypothese wurden vorgeschlagen [DESY 06-132]. Die Kompatibilität der ALP Interpretation von PVLAS mit astrophysikalischen Beobachtungen wurde detailliert untersucht [DESY 06-068, 188].

Stringtheorie

Im zurückliegenden Jahr haben Mitarbeiter der Stringtheorie Arbeitsgruppen der DESY Theorie und des II. Instituts für Theoretische Physik der Universität Hamburg ein weites Themenspektrum behandelt mit Arbeiten zu Supersymmetrie und Supergravitation, an verallgemeinerten Stringkompaktifizierungen, an Problemen der AdS/CFT Korrespondenz sowie an Aspekten einer Quantengravitation und Stringkosmologie.

Stringtheorie in AdS Hintergründen

Das Verständnis nicht-linearer Sigma-Modelle auf Anti-deSitter (AdS) Räumen ist von grundlegender Bedeutung für viele Bereiche der theoretischen Phy-

sik. Insbesondere ergibt sich aus der sogenannten AdS/CFT Korrespondenz ein völlig neuartiger Weg zur Behandlung von stark gekoppelten Eichtheorien (z. B. der Quantenchromodynamik). Interessante Einsichten lassen sich sogar schon aus dem Gravitationslimes gewinnen [DESY 06-083, 213].

Man weiss, dass sehr viel mehr Informationen in der AdS/CFT Korrespondenz enthalten sind. So eröffnen Techniken der Stringtheorie im Prinzip die Möglichkeit, das Spektrum anomaler Dimensionen vieler interessanter Eichtheorien zu bestimmen. In sehr speziellen Grenzfällen lassen sich die notwendigen Berechnungen schon heute durchführen [DESY 06-018]. Um derartige Ideen jedoch in systematische Rechenmethoden für die Eichtheorie umsetzen zu können, bedarf es der vollständigen Konstruktion von Stringtheorien auf einer ganz neuartigen Klasse von gekrümmten Hintergründen. Deren charakteristische Eigenschaften sind unter anderem die Existenz einer fünften nicht-kompakten Dimension, und das Auftreten von superkonformen Symmetrien der Super-Raum-Zeit.

Im vergangenen Jahr ist es der DESY Theoriegruppe zum ersten Mal gelungen, eine Serie von nicht-linearen Sigma Modellen mit super-konformer Symmetrie zu lösen [DESY 06-147]. Die Ideen dieser Konstruktionen fanden bereits direkte Anwendungen auf die Untersuchung spezieller supersymmetrischer Spinketten und verwandter Systeme der statistischen Mechanik [DESY 06-201]. Randbedingungen in derartigen supersymmetrischen Modellen und in einem bosonischen Untersektor waren Gegenstand von [DESY 06-219, 171].

Ferner wurden beginnend mit [hep-th/0602093] für das Sinh-Gordon Modell Methoden zur exakten Bestimmung des Spektrums entwickelt. Wichtig war dabei vor allem eine geeignete Verallgemeinerung des Bethe-Ansatzes, der auf Modelle mit nichtkompakter Raum-Zeit nicht anwendbar ist. Die Sinh-Gordon Theorie gilt als Modell für die fünfte Dimension von AdS₅ Hintergründen. Es ist daher zu erwarten, dass die Kombination der in den letzten zwei Absätzen beschriebenen Ergebnisse ganz wesentlich beiträgt zur exakten Lösung der relevanten Sigma-Modelle auf AdS Hintergründen und damit auch zur Lösung der in [hep-th/0610250] beschriebenen Probleme.

Stringkompaktifizierungen, Gravitation und Kosmologie

Stringkompaktifizierungen auf sogenannten verallgemeinerten Calabi-Yau Mannigfaltigkeiten sind insbesondere wegen Ihrer phenomenologischen Eigenschaften von großem Interesse. Mitarbeiter der Stringtheorie Arbeitsgruppe der II. Universität Hamburg haben sowohl perturbative als auch nicht-perturbative Dualitäten solcher Kompaktifizierungen aus Sicht der Supergravitation untersucht [DESY 06-009, 058, 155, ZMP-HH-2006-12, 19]. Mathematische Aspekte von topologischen offenen Strings in Calabi-Yau Kompaktifizierungen waren das Thema der Veröffentlichungen [DESY 06-013, 024].

Aspekte des Entropiefunktionals schwarzer Löcher wurden in [gr-qc/0605017] studiert. Mit Hilfe geometrische Methoden konnte dabei insbesondere die Existenz von statischen kugelsymmetrischen schwarzen Löchern ausgeschlossen werden. Motiviert durch die Stringtheorie wurden außerdem Raum-Zeit Mannigfaltigkeiten mit einer Flächenmetrik und die daraus resultierenden Kosmologien [hep-th/0612141].

Das Verhalten von Strings in zeitabhängigen bzw. kosmologischen Hintergründen war Gegenstand eines weiteren Projektes. Darin sollte eine weitverbreitete Ansicht kritisch analysiert werden derzufolge Renormierungsgruppenflüsse der den Hintergrund charakterisierenden zweidimensionalen Quantenfeldtheorien zumindest einige qualitative Aspekte der Zeitabhängigkeit korrekt widerspiegeln. In [hep-th/0608003] wurde erstmals ein Beispiel für ein zeitabhängiges Phänomen in der Stringtheorie vorgestellt, in welchem diese Frage in einem gut kontrollierten Rahmen untersucht werden konnte.

Mathematische Physik

Einer der Schwerpunkte war die Quantenfeldtheorie auf gekrümmten Raumzeiten. Hier wurde die Möglichkeit der Topologieänderung und der algebraischen Beschreibung von Randbedingungen untersucht. Au-

Berdem wurde eine Möglichkeit aufgezeigt, wie eine hintergrundsunabhängige störungstheoretische Quantengravitation definiert werden kann [gr-qc/0603079].

Ein anderer Schwerpunkt waren nichtkommutative Raumzeiten. Hier wurden die Rolle eines Twists bei der Einführung der Nichtkommutativität [hep-th/0603024] und die Frage der einer getwisteten Lorentzsymmetrie studiert [DESY 06-047]. Weiter wurde der Einfluss auf die Teilchenstruktur einer solchen Theorie betrachtet [DESY 06-060]. Neue Ideen für die Formulierung von Gravitationsfeldern auf nichtkommutativen Räumen wurden entwickelt [hep-th/0608135, hep-th/0611025, hep-th/0607251].

Einen dritten Schwerpunkt bildeten geometrische Konstruktionen von alternativen Gravitationstheorien. Es wurden Theorien untersucht, deren Lösungen Beschränkungen der Schnittkrümmungen erfüllen. Für sphärisch symmetrische Raumzeiten konnte die gedächtnisvolle Vollständigkeit gezeigt werden [gr-qc/0605017]. Weiterhin wurden Geometrien untersucht, die nicht auf einer Metrik, sondern auf einem Flächenmaß beruhen. Die mathematischen Eigenschaften einer solchen Struktur wurden analysiert und einige ihrer Konsequenzen diskutiert. Insbesondere konnte eine Gravitationstheorie formuliert werden [hep-th/0612141], die ohne zusätzliche Annahmen die beobachtete Beschleunigung des Universums erklären kann [hep-th/0612133].

Ein weiterer Schwerpunkt war die gruppentheoretische Quantisierung der topologisch nicht-trivialen Phasenräume $S^1 \times \mathbb{R}$ und $S^1 \times \mathbb{R}^+$. Der erste entspricht dem kanonischen Paar *Winkel und Bahndrehimpuls um eine feste Achse*, der zweite dem Paar *Winkel und Wirkungsvariable*, z.B. beim harmonischen Oszillator, für den man so eine neue reichhaltigere Quantenmechanik bekommt [DESY 06-209].

Internationale Zusammenarbeit und Drittmittel-Projekte

In Kooperation mit europäischen Universitäten ist die Hamburger Theoriegruppe weiterhin an den folgenden

virtuellen Instituten der Helmholtz Gesellschaft sowie an Helmholtz-Hochschul-Nachwuchsgruppen beteiligt, vorwiegend mit Projektleitern aus der DESY Theorie:

Virtuelle Institute:

- VH-VI-106: *Particle Cosmology (VIPAC)*
- VH-VI-032: *Hochenergiestrahlungen aus dem Kosmos (VIHKOS)*

Nachwuchsgruppen:

- VH-NG-004: *QCD in exklusiven Prozessen bei HERA*,
- VH-NG-005: *Universelle Ereignisgeneratoren für zukünftige Lepton-Collider*,
- VH-NG-006: *Particle Physics and Cosmology*,
- VH-NG-008: *Hochpräzisionsanalyse von Top-Quark Eigenschaften bei TESLA*.

Die Hamburger DESY Theorie ist maßgeblich an einem großen DFG-Sonderforschungsbereich (SFB 676), der Universität Hamburg über *Teilchen, Strings und frühes Universum: Struktur von Materie und Raum-Zeit* beteiligt. Sechs theoretische Projekte werden gemeinsam von Mitgliedern des Hamburger II. Instituts für Theoretische Physik und der Hamburger DESY Theorie geleitet. Vier theoretische Projekte betreffen ausschließlich das II. Institut für Theoretische Physik. In weiteren SFB 676 Projekten geht es um eine Zusammenarbeit von Theoretikern mit Mitgliedern der experimentellen Institute.

DESY nimmt weiterhin am großen High Energy Physics Latinamerican-European Network (HELEN) zwischen der Europäischen Union und Latein Amerika teil. Hauptziel ist die Förderung der Ausbildung und des akademischen Austauschs von Hochenergiephysikern aus den 36 Mitgliedsinstitutionen. Die Koordination von HELEN bei DESY sowie eine Mitgliedschaft im HELEN Executive Board liegt bei der DESY Theorie in Hamburg.

Außerdem sind die folgenden Drittmittelprojekte zu nennen:

- Stipendium der EU-Kommission zum Aufbau eines Marie-Curie-Exzellenzteams,
- BMBF-Projektförderung (05 HT6GUA):
Theoretische Interpretation von Hochenergieexperimenten mit HERA, LEP und Tevatron sowie Vorhersagen für LHC und TESLA,
- DAAD-Programm *PROCOPE* mit École Polytechnique, Palaiseau, Frankreich,
- DAAD-Programm (D/03/39334)
Acciones Integradas Hispano-Alemanas,
- Graduiertenkolleg der DFG (GRK 602):
Zukünftige Entwicklungen in der Teilchenphysik,
- DFG-Schwerpunktprogramm (SPP 1096)
Stringtheorie,

sowie eine Reihe von DFG-Sachbeihilfen (KN-365/3, KN-365/5...7) am II. Institut für Theoretische Physik. Eine Reihe von Gastwissenschaftlern wurden durch verschiedene Drittmittel und Stipendien unterstützt.

Drei mit dem (Helmholtz-) Humboldt-Forschungspreis ausgezeichnete internationale Spitzenforscher verbrachten wieder zum Teil längere Forschungsaufenthalte bei der Hamburger DESY-Theorie und trugen damit maßgeblich zur stimulierenden Forschungsatmosphäre in der Theoriegruppe bei.

Mitarbeit bei der Organisation von Konferenzen

- DESY Theorie Workshop 2006:
The Dark Universe, DESY, Hamburg
- Sino-German Workshop:
Frontiers in QCD, DESY, Hamburg
- *Tools for SUSY and New Physics*,
Annecy-le-Vieux, Frankreich
- 8th DESY (in Zeuthen) Workshop on Elementary Particle Theory:

Loops and Legs in Quantum Field Theory,
Eisenach

- 14th International Conference:
Supersymmetry and the Unification of Fundamental Interactions,
University of California, Irvine, USA
- 2nd Workshop on the Implications of HERA for LHC physics:
HERA and the LHC 2006,
CERN, Genf, Schweiz
- Mini-Workshop:
Superweakly Interacting Dark Matter,
DESY, Hamburg
- Kosmologietag
Internationales Begegnungszentrum Bielefeld
- 1st Northern German String workshop
DESY, Hamburg
- *Strings and high energy QCD*,
DESY, Hamburg
- 15th Int. Congress on Mathematical Physics,
Rio de Janeiro, Brasilien

Aktivitäten in Zeuthen

Gitter-Eichtheorie

Die Theorie zur Beschreibung der Eigenschaften der Starken Kraft, die Quantenchromodynamik (QCD), ist ein Grundpfeiler des Standardmodells der theoretischen Teilchenphysik. Für die quantitative Überprüfung und Anwendung dieser Theorie ist es erforderlich, die Größen, die im Experiment gemessen werden, ausgehend von den Grundgleichungen des Standardmodells genau zu bestimmen. Da dies nicht immer mit analytischen Methoden möglich ist, sind aufwändige numerische Simulationen auf einem diskretisierten Raum-Zeit-Gitter oft der einzige Lösungsweg, um eben jene Größen zu berechnen, die für die Interpretation von experimentellen Messungen benötigt werden.

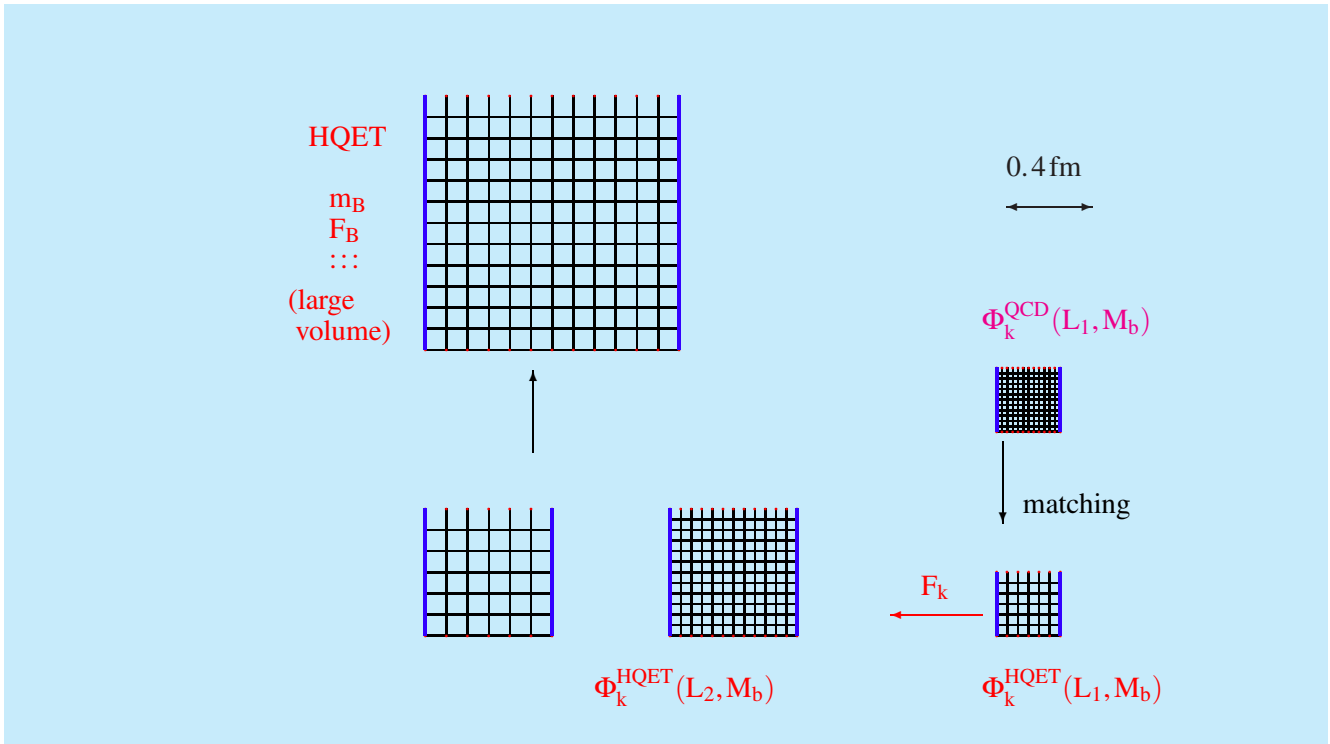


Abbildung 64: In der Berechnung von B-Mesonen werden Simulationen auf Gittern unterschiedlicher physikalischer Grösse und Auflösung kombiniert um Diskretisierungsfehler bei vertretbarem numerischen Aufwand zu minimieren.

Neben dieser Überprüfung der Theorie spielt die Gittereichtheorie eine entscheidende Rolle bei der Interpretation der Experimente an B-Meson-Fabriken. Um hier die fundamentale elektroschwache Theorie mit den experimentellen Beobachtungen zu verknüpfen, müssen zuvor QCD-Matrixelemente berechnet werden.

Quantenchromodynamik und Flavorphysik

In Zusammenarbeit mit der Universität Münster wurde ein nichtperturbativer Zugang zur *Heavy Quark Effective Theory* entwickelt. Sie erlaubt zum Beispiel ausgehend von den Parametern der QCD, B-Meson Eigenschaften zu berechnen, ohne zusätzliche unbekannte Größen einzuführen (siehe Abbildung 64). Im vergangenen Jahr wurde eine Anwendung abgeschlos-

sen, die erstmals Korrekturen der Ordnung Λ_{QCD}/m_b beinhaltet. So konnte in der sogenannten quenched Approximation der Zusammenhang zwischen der Masse des b-Quarks und der Masse des B-Mesons mit ca. 1% Genauigkeit bestimmt werden [hep-ph/0609294]. In einer alternativen Strategie zur Behandlung von B-Mesonen auf dem Gitter, konnte die Präzision verbessert werden, indem Extrapolationen in der Quark Masse durch Resultate in der Heavy Quark Effective Theory eingeschränkt wurden [hep-lat/0605016]. Neben der B-Physik ist die K-Physik entscheidend für unser Verständnis der CP-Verletzung und eröffnet die Chance, Physik außerhalb des Standardmodells zu entdecken. In einer weiteren Arbeit in der quenched Approximation wurden hierfür benötigte Matrixelemente berechnet [hep-lat/0605016].

Simulationen, die über die quenched Approximation hinausgehend die Effekte der dynamischen Quarks

berücksichtigen, sind eine numerische Herausforderung. Hier konnte ein Beitrag zur Effektivitätssteigerung geleistet werden, indem nachgewiesen wurde, dass eine einfache Optimierung eines der Parameter im Standardalgorithmus eine signifikante Beschleunigung der Simulationen bewirkt [hep-lat/0606004].

In einer Reihe theoretischer Arbeiten wurden effektive Stringtheorien untersucht sowie interessante Summenregeln in Gittereichtheorien diskutiert [hep-lat/0609007, hep-lat/0607015, hep-th/0602281].

Das APE-Projekt: Entwicklung und Nutzung von Parallelrechnern

Die zuverlässige Bestimmung von physikalischen Größen durch numerische Simulationen der auf einem Raum-Zeit-Gitter diskretisierten Quantenchromodynamik (QCD) erfordert eine enorme Rechenleistung. Diese Berechnungen können aber sehr gut auf relativ einfachen Rechnerarchitekturen parallelisiert werden.

Am Standort Zeuthen beteiligt sich DESY seit Jahren intensiv an Rechnerentwicklungen im Rahmen des APE Projektes (*Array Processor Experiment*), das Mitte der 80er Jahre am Istituto Nazionale di Fisica Nucleare (INFN) in Italien initiiert wurde. Die Entwicklergruppe in Zeuthen arbeitete in 2006 insbesondere an der Erweiterung und Optimierung der Compiler-Software und des Betriebssystems der apeNEXT Rechner. Die neuen Architekturmerkmale von apeNEXT, wie z. B. die Vereinigung sämtlicher Prozessor- und Kommunikationsfunktionen auf jedem Knoten, führen zu komplexen Herausforderungen für die System-Software. Gleichzeitig eröffnen sich dadurch aber auch neue interessante Möglichkeiten für die Implementierung und Optimierung von Anwendungsprogrammen, wie sich z. B. bei einer Untersuchung zur *Fast Fourier Transformation* (FFT) herausstellte.

Eine größere Installation der neuesten Rechnergeneration, apeNEXT, mit rund 2000 Prozessoren und 2.5 Teraflops Rechenleistung wurde im vergangenen Jahr von Mitgliedern der DV-, Theorie- und NIC-Gruppen in Zeuthen aufgebaut und in Betrieb genommen. Dabei

galt es zunächst die Zuverlässigkeit und Stabilität der Maschinen sicherzustellen. Hierfür wurden neben speziell entwickelten Testsequenzen sofort auch komplexe Anwendungsprogramme für umfangreiche physikalische Simulationen verwendet.

Seit Sommer 2006 werden die apeNEXT Rechner im Rahmen des John von Neumann-Institute for Computing (NIC) für verschiedene Forschungsprojekte in Gitter-QCD mit internationaler Beteiligung zur Verfügung gestellt. Die Forschergruppen wurden bei der Umstellung und Optimierung ihrer Programme intensiv unterstützt. Der Umstieg wurde den Benutzern dadurch erleichtert, dass Programme von der Vorgängermaschine APEmille meist ohne wesentliche Änderungen auch auf apeNEXT laufen. Natürlich sind dann umfangreiche apeNEXT-spezifische Optimierungen erforderlich, um auch die gewünschte Effizienz von bis zu 50% zu erreichen.

Im Laufe dieses Jahres wurden bereits zahlreiche wissenschaftliche Ergebnisse produziert. Die apeNEXT-Rechner wurden insbesondere für die Erzeugung von Eichfeld-Konfigurationen mit dynamischen Fermionen genutzt. Sowohl die APEmille- als auch die apeNEXT-Rechner wurden intensiv für die Auswertung derartiger Konfigurationen zur Berechnung von physikalischen Observablen eingesetzt.

Um junge Forscher im Umgang mit High Performance Computing sowie Grid-Technologien weiterzubilden, wurde von der NIC- und DV-Gruppe der Workshop *Lattice Practices 2006* organisiert.

Da die Rechenleistung von apeNEXT nur für eine begrenzte Zeit ausreichen wird, um international konkurrenzfähige Großforschungsprojekte durchzuführen, beteiligen sich die Entwickler aus Zeuthen auch an Studien zur Machbarkeit und Evaluation von zukünftigen Architekturen.

Physik an Beschleunigern

Perturbative Untersuchungen auf dem Gebiet der starken Wechselwirkung (QCD) befassten sich mit Frage-

stellungen aus dem Bereich der tiefinelastischen Streuung und mit Vorhersagen für Streuprozesse am Large Hadron Collider (LHC).

Die QCD-Berechnungen in der tief-inelastischen Strukturfunktionen wurden fortgesetzt [hep-ph/0608307] und die Analyse der flavor non-singlet tief-inelastischen Weltdata abgeschlossen [hep-ph/0606309, hep-ph/0607200]. In dieser Analyse, die effektiv bis zum Niveau der $O(\alpha_s^4)$ Korrekturen durchgeführt wurde, wurde neben den Valenzquarkverteilungen mit korrelierten Fehlern die starke Kopplungskonstante $\alpha_s(M_Z^2)$ zu 0.1141 ± 0.0022 bestimmt. Außerdem wurden die $O(\alpha_s^3)$ Korrekturen für die schweren Quark Beiträge zur Strukturfunktion $F_L(s, Q^2)$ im Bereich $Q^2 \gg m_Q^2$ berechnet [hep-ph/0608023, hep-ph/0608024], massive Matrixelemente zu zwei Schleifen untersucht [hep-ph/0607300], sowie frühere Arbeiten zur diffraktiven Streuung erweitert [hep-ph/0604019]. Die Gruppe leistete auch Beiträge zum HERA-LHC Workshop, die in zusammenfassender Form in [hep-ph/0601012, hep-ph/0601013] veröffentlicht wurden.

Die QCD-Korrekturen zu den (zeitartigen) Fragmentationsfunktionen wurden systematisch studiert und die Evolution zu nächst-nächst-führender Ordnung verbessert. Das neue zentrale Ergebnis hier sind die non-singlet Splittingfunktionen zu drei Schleifen [hep-ph/0604053, hep-ph/0608307]. Darüber hinaus konnten die Koeffizientenfunktionen zu $O(\alpha_s^2)$ in einer der Mellin-Darstellung berechnet werden [hep-ph/0604160] und eine effiziente numerische Darstellung mit nur wenigen harmonischen Summen wurden in [hep-ph/0604019] angegeben. Das wesentlich verbesserte Verständnis der Fragmentation vor allem von schweren Quarks führte zur ersten vielbeachteten Weltanalyse von $B\bar{B} \rightarrow X_s \gamma$ at $O(\alpha_s^2)$ in [hep-ph/0609232]. Des Weiteren konnten QCD Korrekturen zur b-Quark Energieverteilung im Higgs-Boson Zerfall resummiert werden [hep-ph/0605011].

Untersuchungen für Streuprozesse an Hadron-Beschleunigern hatten als weiteren Schwerpunkt Präzisionsvorhersagen für die Produktion massiver Teilchen. Hier konnte die Struktur der Singularitäten von massi-

ven QCD Amplituden allgemein geklärt werden [hep-ph/0612149].

Arbeiten zum ILC beinhalteten die Berechnung von Anteilen Top-Quark Paarproduktion zu nächst-nächst-führender Ordnung [hep-ph/0608287].

Im Projekt zur Berechnung der Zwei-Schleifenkorrekturen zur massiven Bhabha-Streuung wurden alle Masterintegrale für die planaren massiven Boxdiagramm-Topologien im Falle $N_f = 1$ ermittelt [hep-ph/0602102, hep-ph/0604101]. Die Masterintegrale im Fall $N_f = 2$ schließen Beiträge anderer Fermionen als nur Elektronen mit ein und enthalten eine weitere Massenskala [hep-ph/0609051]. Damit sind alle Masterintegrale bekannt, bis auf die besonders schwierigen sogenannten nichtplanaren. Daran wird zurzeit gearbeitet. Ein besonders wichtiges Resultat in der Zweischleifen-Renormierung des elektroschwachen Standardmodells ist die komplette Formulierung der Renormierungsbedingungen, die Lösung der Renormierungsgleichungen, sowie die Ermittlung der entsprechenden numerischen Techniken in einer Serie von Arbeiten [hep-ph/0612122, hep-ph/0612123, hep-ph/0612124].

Konferenzen

Die Theoriegruppe war an der Organisation mehrerer Konferenzen und Schulen beteiligt:

- CERN/DESY workshop on *HERA and the LHC* 6–9 Jun 2006, Geneva, Switzerland.
- Helmholtz Int. Summer School (HISS) and Dubna Int. Advanced School of Theoretical Physics (DIAS TH), *Calculations for Modern and Future Colliders (CALC 2006)* 15 – 25 Jul 2006, Dubna, Russia.
- DESY workshop on *Loops and Legs in Quantum Field Theory (LL2006)* 23 – 28 Apr 2006, Eisenach, Germany.
- Die Proceedings des X International Workshop on Advanced Computing and Analysis Techniques in Physics Research (ACAT05) wurden fertiggestellt und veröffentlicht.

Internationale Zusammenarbeit und Drittmittel-Projekte Aktivitäten am NIC

Der Bereich Theorie ist Mit Antragsteller bei zwei in 2006 neu genehmigten TMR-Netzwerken zur Nachwuchsausbildung der Europäischen Union: *Tools and Precision Calculations for Physics Discoveries at Colliders*, MRTN-CT-2006-035505, und *Entering the high-precision era of flavour physics through the alliance of lattice simulations, effective field theories and experiment*, MRTN-CT-2006-035482.

Im Berichtszeitraum wurde S. Moch im Rahmen der Helmholtz-Hochschulnachwuchsgruppe VH-NG-105 *Computer algebra and higher orders in particle theory* von der Helmholtz-Gemeinschaft gefördert.

Im Berichtszeitraum wurde für den DFG-Sonderforschungsbereich/Transregio SFB/TR-09 *Computergestützte Theoretische Teilchenphysik* in Kooperation mit Gruppen der RWTH Aachen, der HU Berlin und der Uni(TH) Karlsruhe erfolgreich ein erster Verlängerungsantrag für den Förderzeitraum 2007–2010 gestellt. Antragsteller sind J. Blümlein, K. Jansen, S. Moch, R. Sommer und T. Riemann.

Es besteht eine enge Zusammenarbeit der Theoriegruppe mit der Humboldt-Universität Berlin, den Universitäten Bielefeld und Würzburg, NIKHEF, Amsterdam/NL, der Universität Leiden/NL, mit CERN, dem IPPP Durham/UK, der Universität Liverpool, dem Institut für Theoretische Physik am Harish Chandra Research Institute Allahabad/IN, dem KEK Tsukuba/J, den Universitäten Cottbus, Leipzig, Madrid, Rom II, Rom III, Münster, Hiroshima/J, Shanghai/CN, RISC, Linz/A, und USB Caracas, Y. An der Humboldt-Universität Berlin wurden Vorlesungen über *Spezielle Aspekte der Elementarteilchentheorie* und *Physik an Hadron-Beschleunigern* gehalten, und an der Universität Potsdam über *Quantenfeldtheorie* sowie eine *Einführung in die Elementarteilchen-Theorie*. Vorlesungen zu speziellen Kapiteln der Quantenfeldtheorie werden an der Universität Dortmund gehalten.

Die Forschergruppe Teilchenphysik des John von Neumann-Instituts für Computing (NIC) ist in Zeuthen angesiedelt. Die Haupt-Forschungsrichtung der Gruppe sind numerische Simulationen der Theorie der starken Wechselwirkung, der Quanten-Chromodynamik (QCD), auf einem vier-dimensionalen, diskreten Raum-Zeit-Gitter. Diese Simulationen werden auf massiv parallelen Supercomputern der höchsten Leistungsklasse vorgenommen.

Im Jahr 2006 hat die Gruppe weiter erfolgreich auf dem Gebiet der Algorithmen-Entwicklung gearbeitet, um erste, hoch-präzise und phänomenologisch relevante Ergebnisse in der Gitter-QCD zu erzielen. So konnten z. B. die skalare und tensorielle Streulänge des Pions sowie dessen (geladener) Radius bestimmt werden. Weitere Größen sind die Zerfallskonstante des Pions sowie Formfaktoren, die direkt mit phänomenologischen Analysen verglichen werden können. Ähnliche Rechnungen für den Baryon-Sektor werden zurzeit durchgeführt.

Im Jahr 2006 wurden durch neue Rechnerinstallationen die Kapazitäten des NIC deutlich erhöht. Bei den neuen Rechnersystemen handelt sich um ein Blue Gene/L-System am ZAM in Jülich mit einer Leistungsfähigkeit von über 40 Teraflops und ein apeNEXT System in Zeuthen mit einer Leistung von 3 Teraflops. Während die Rechenzeit der BG/L unter mehreren Forschungsfeldern aufgeteilt wird, steht die apeNEXT der Gitter-QCD zur Verfügung. Eine Beschreibung des apeNEXT Projektes, der von Physikern in einer Kollaboration zwischen dem INFN in Italien, DESY und der Universität Paris-Süd eigenständig entwickelt wurde, findet sich in vorangegangenen Jahresberichten, in denen auch die Eigenschaften und technologischen Besonderheiten beschrieben werden.

Beide Entwicklungen, neue Rechnersysteme und wesentlich verbesserte Algorithmen, haben es der NIC-Forschungsgruppe erlaubt, bei Parametern zu simulieren, die vor kurzer Zeit undenkbar waren. So konnten verschiedene physikalische Größen, wie das Meson-

Spektrum und die Meson-Zerfallskonstanten, Quarkmassen und Pion-Formfaktoren in einem Bereich von Pseudoskalaren Massen zwischen 300 MeV und 500 MeV berechnet werden. Dies steht in starkem Kontrast zu den bisherigen Erwartungen in der Vergangenheit, dass eine pseudoskalare Masse von 500 MeV eine untere Schranke darstellt bis zu der Gitter-QCD Simulationen realistisch sind.

Der abgedeckte Bereich der pseudoskalaren Masse erlaubt die Anwendung der chiralen Störungstheorie zur Beschreibung des Verhaltens physikalischer Größen als Funktion der Quarkmasse. Die NIC-Forschungsgruppe hat solch einen Vergleich durchgeführt und gefunden, dass die chirale Störungstheorie die numerisch gewonnenen Daten exzellent beschreibt (siehe Abbildung 65). Dies erlaubt es nun, aus den Daten die Niederenergiekonstanten der effektiven Lagrangedichte zu bestimmen. Als Ergebnis konnten die Werte bestimmter Konstanten mit einer bis dahin nicht denkbaren Präzision extrahiert werden. Diese Konstanten können nun ihrerseits dazu dienen, die skalare und tensorielle Streulänge des Pion sehr präzise zu berechnen. Wichtig ist, dass diese Streulängen im Experiment bestimmt werden können. Damit eröffnet sich eine weitere Möglichkeit, die QCD als Theorie der starken Wechselwirkung einem Präzisionstest zu unterziehen, einem Test, bei dem die Gitterresultate unerlässlich sind. Es zeigt sich, dass die QCD diesen Test mit Bravour meistert. Es sei noch bemerkt, dass die gleichen Konfigurationen, also die Rohdaten der Gittereichtheorie, auch benutzt werden können, um andere physikalisch noch interessantere Größen zu berechnen, wie etwa der B-Meson Parameter B_k oder die B-Quarkmasse. Dieses For-

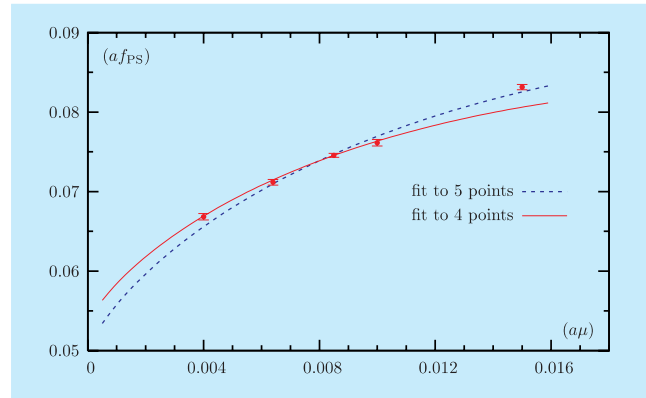


Abbildung 65: Die Zerfallskonstante des Pions af_{PS} als Funktion der Quarkmasse $a\mu$ zusammen mit einem Fit an die Vorhersage der chiralen Störungstheorie. Es werden zwei Fits gezeigt, einer bei dem alle Datenpunkte mitgenommen werden und einer, bei dem der größte Wert der Quarkmasse bei $a\mu = 0.015$ herausgenommen wurde. Die Fits erlauben eine sehr präzise Bestimmung der wichtigen Niederenergiekonstanten der chiralen Störungstheorie.

schungsprogramm wird der Schwerpunkt des Folgejahres sein.

Als weitere Aktivität hat die NIC-Forschungsgruppe eine Schule in Zeuthen, die *Lattice Practises 2006* organisiert. Ziel der Schule war es, Studenten auf dem Doktorandenniveau oder jüngere Postdocs mit modernen Techniken der Gittereichtheorie vertraut zu machen und Optimierungen von Simulationsprogrammen auf bestehenden Supercomputer-Architekturen zu vermitteln. Diese Schule war sehr gut besucht und sollte daher in regelmäßigen Abständen wiederholt werden.

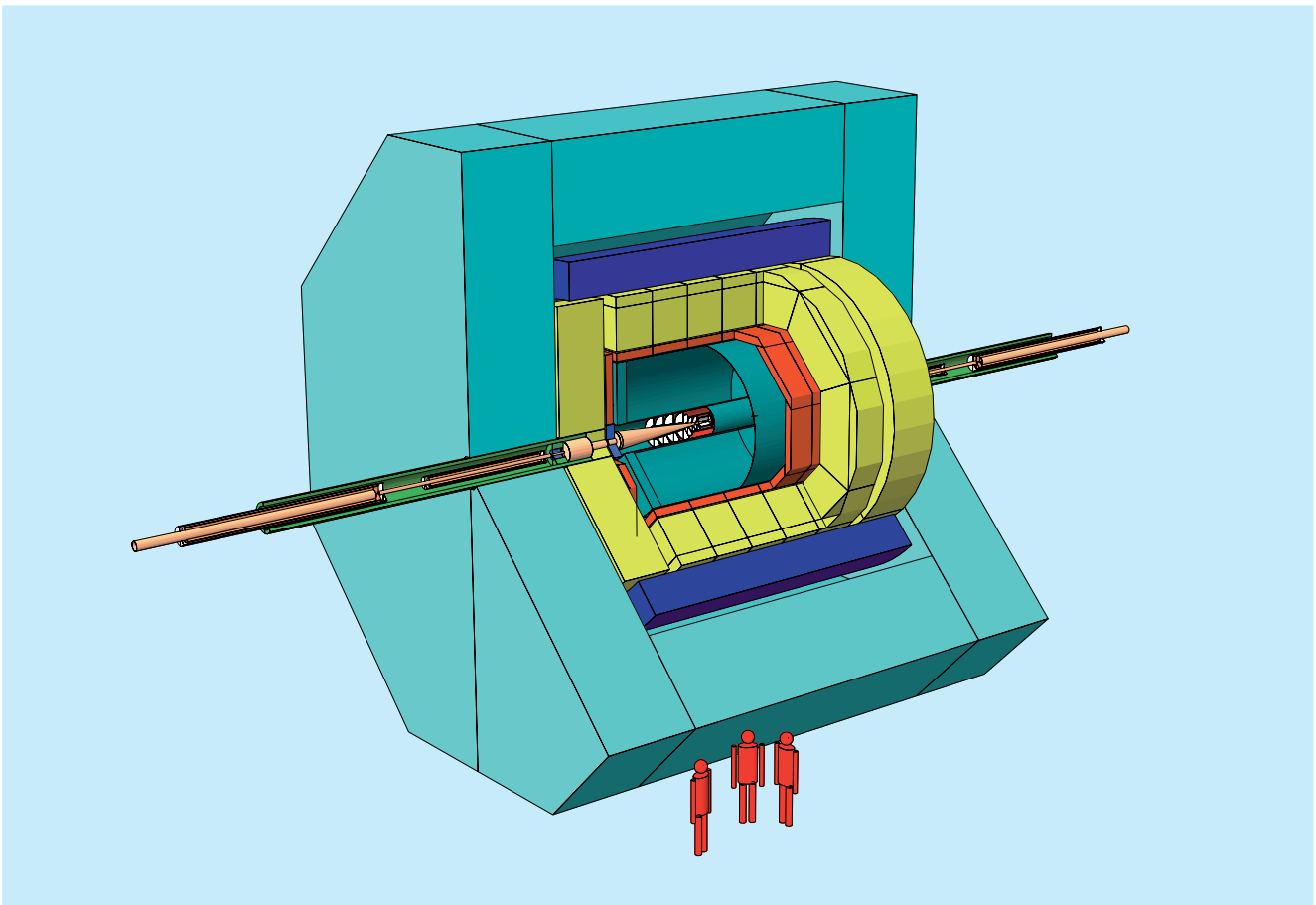


Abbildung 66: *Drei-dimensionale Zeichnung des LDC Large Detector Concept, das mit wesentlicher Beteiligung des DESY entwickelt wurde. Zentraler Spurdetektor ist eine TPC umgeben von ECAL und HCAL innerhalb des Magnetjochs, das von Muon-Kammern umgeben ist. Im Zentrum des Detektors befinden sich Halbleiter-Detektoren zur Vertex-Bestimmung, in Vorwärtsrichtung zwei weitere Kalorimeter (BeamCal und LumiCal).*

International Linear Collider

ILC-Projektgruppe: Mitglieder und Gäste der Gruppen M und FH, darunter insbesondere FLC (Leiter: T. Behnke) und LC (DESY, Zeuthen – Leiter: H.J. Schreiber), sowie etwa 66 Institute aus 17 Ländern (im Rahmen der ECFA Studie).

Sprecher: T. Behnke, E. Elsen und N. Walker, DESY

Die Projektgruppe ILC am DESY beteiligt sich in den Bereichen Theorie, Experiment und Beschleuniger an der Forschung und Entwicklung für den e^+e^- International Linear Collider (ILC). Weltweit waren die Aktivitäten für den Beschleuniger auf die Ausarbeitung des *Referenz Design Reports (RDR)* gerichtet. Im Rahmen des *Global Design Efforts (GDE)* wurde unter Leitung von Prof. B. Barish die Auslegung des Beschleunigers grundlegend überarbeitet und im RDR dokumentiert, der Ende des Jahres in seiner Rohfassung vorgelegt werden konnte. Als wichtigstes neues Element enthält dieser eine Gesamtkostenabschätzung, in die seitens DESY die Erfahrungen aus der Planung für TESLA und aus dem Planungsvorschlag für den XFEL eingebracht wurden.

Im Verlauf des Jahres konnte das Modul 6, ein mit elektropolierten Kavitäten ausgestattetes Beschleunigermodul, getestet werden. In diesem Modul waren Kavitäten nach spezieller Behandlung für Tests bei höchsten Gradienten zusammengestellt worden. Diese Tests sind nicht nur für die Serienproduktion beim XFEL interessant sondern vor allem auch für das Hochgradienten-Programm beim ILC.

Die Arbeiten an der Entwicklung von Technologien für einen Detektor am ILC haben im Berichtsjahr gute Fortschritte gemacht. DESY Mitarbeiter sind sowohl in der Entwicklung von Technologien an exponierter Stelle aktiv als auch in der Ausarbeitung eines kompletten Detektor Konzeptes beteiligt.

Im Sommer des Jahres wurde ein Bericht über das konzeptionelle Design eines solchen Detektors, des LDC (*Large Detector Concept*), fertig gestellt. Dieses so genannte *Detector Outline Document* enthält die detaillierte Beschreibung eines Detektors unter Einschluss eines Statusberichts über den Stand der technologischen Entwicklungen.

Ein wesentlicher Meilenstein in der Weiterentwicklung des hadronischen Kalorimeters konnte mit dem erfolgreichen Teststrahlexperiment am CERN im Sommer 2006 genommen werden. Dieser wichtige Schritt in technologischer Hinsicht brachte gleichzeitig die verschiedenen Gruppen aus den Bereichen des elektromagnetischen Kalorimeters, des hadronischen Kalorimeters und des Tail Catchers zusammen.

Beschleunigerentwicklungen

Überragendes Ziel des Jahres 2006 war die Ausarbeitung des *Reference Design Reports (RDR)* für den e^+e^- International Linear Collider unter Einschluss belastbarer Kostenabschätzungen. Das Team des *Global Design Efforts (GDE)* unter der Leitung von Prof. B. Barish führte die 2005 begonnenen Arbeiten mit großem Engagement weiter und konnte noch vor Weihnachten 2006 einen Entwurf präsentieren, der im Februar 2007 der Weltöffentlichkeit in Beijing vorgestellt wurde. Vorausgegangen waren zahlreiche Treffen, in denen die Auslegung der Maschine hinsichtlich Kosten

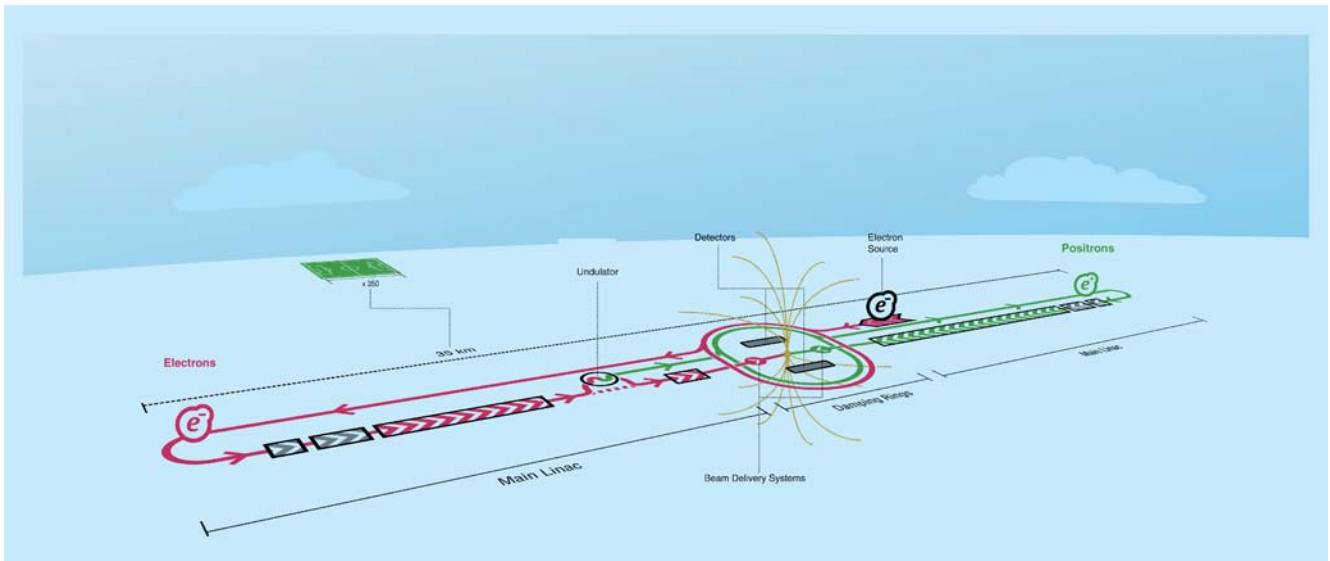


Abbildung 67: Die Auslegung des ILC in der Version für den RDR. Der zentrale Campus beherbergt jetzt Injektoren und Dämpfungsringe in unmittelbarer Nähe.

optimiert wurde. Unter diesen brachte vor allem der Linear Collider Workshop in Vancouver im Juli 2006 mehrere Änderungen auf den Weg: die beiden Dämpfungsringe wurden von ihren Positionen am Beginn der beiden Linearbeschleuniger in einen gemeinsamen, zentralen Tunnel gebracht, der Positronenring wurde nunmehr als einfacher Dämpfungsring konzipiert, Redundanzen in der Auslegung der HF-Leistung wurden ausgeräumt und die Wechselwirkungszonen wurden auf eine einzelne mit dem zugehörigen Strahlführungssystem reduziert, in die zwei verschiedene Detektoren im *Push-Pull* Verfahren eingebracht werden können, siehe Abbildung 67.

Die DESY ILC-Projektgruppe hat diese Entwicklungen mit Studien unterstützt und zu den Entscheidungen beigetragen. N. Walker leitete im GDE die Studien-Gruppe für den RDR; W. Bialowons führte zusammen mit J.L. Baldy vom CERN die Kostenabschätzungen für den ILC nach europäischem Kostenmodell durch. E. Elsen und L. Lilje haben im Forschungs- und Entwicklungs-Board (R&D Board) beigetragen, die knappen Ressourcen weltweit optimal im Verbund einzusetzen. Hier zeigt sich ein Novum in der internationalen Forschungsplanung: auch ohne zentrale Projektmitte-vergabe sind die nationalen Forschungsfördergesell-

schaften bereit, die Ausführungen des R&D Board anzuhören und umzusetzen. Dominierend war hier die Ausarbeitung eines Forschungsplans, zur Optimierung der Produktion der Kavitäten bei hohem Gradienten. Der Erfolg dieses Programms hat Einfluss auf den nutzbaren Beschleunigungsgradienten und letztlich auf die Länge und damit die Kosten des ILC.

Weitere Studien wurden vor allem im Rahmen des EUROTeV Projekts durchgeführt. Diese EU geförderte Designstudie konnte auf der EPAC06 Konferenz in Edinburgh mehr als 50 Beiträge vorlegen. Die Arbeiten haben in allen beteiligten Ländern die Bedeutung der Beschleunigerphysik deutlich herausgehoben.

Weiterentwicklung der supraleitenden Technologie

DESY nutzt beim Bau des XFEL die gleiche Beschleunigungstechnologie, die beim ILC zum Einsatz kommen soll. Die Erfahrungen aus der Serienproduktion der fast 1000 Kavitäten für den XFEL werden einen entscheidenden Beitrag zur Kostenabschätzung und Produktionsplanung für den ILC darstellen. Hinsichtlich der erforderlichen Beschleunigungsgradienten konnte

im Laufe des Jahres das Modul 6, das seit langem bei DESY in Vorbereitung war, getestet werden. Besucher vom Fermilab haben diese Tests eng verfolgt. Sechs der acht eingebauten Kavitäten konnten Beschleunigungsfelder oberhalb von 30 MV/m aufbauen, der mittlere Gradient betrug 28 MV/m. Die Ursache des Feldeinbrüche bei den beiden verbleibenden Kavitäten wird noch untersucht. Es ist damit zweifelsfrei, dass die Planungen für hohe Beschleunigungsfelder beim ILC realistisch sind – lediglich die Erfolgsquote bei der Produktion ist noch deutlich zu verbessern. In Europa fanden mehrere Arbeitstreffen statt, in denen versucht wurde, die Forschung in diesem Gebiet zu organisieren. Ein Vorschlag zur Förderung an die europäische Union im 7. Rahmenprogramm ist in Vorbereitung.

Auf der EPAC Konferenz in Edinburgh wurde L. Lilje der Beschleunigerpreis der Europäischen Physikalischen Gesellschaft (EPS) für seine grundlegenden Beiträge zum SCRF Thema verliehen.

Strahlexperimente an FLASH

Die FLASH Anlage bei DESY erlaubt neben dem Nutzerbetrieb auch Experimente am Linearbeschleuniger selbst. Ein eigenes Experiment nutzt höhere Schwingungsmodi (HOM) um auf die transversale Strahlage zurückzuschließen. Der parallele Betrieb solcher Experimente ist im verzahnten Betriebsmodus von FLASH möglich, ohne die Nutzer in den Experimentierhallen zu stören.

Positronenquelle

Ein Linearbeschleuniger, in dem sowohl Elektronen als auch Positronen polarisiert sind, hat ein besonders breites Physikpotenzial. Allerdings ist im Gegensatz zur Erzeugung polarisierter Elektronen durch Photoemission an GaAs-Strukturen die Erzeugung eines intensiven polarisierten Positronenstrahls deutlich schwieriger.

Eine favorisierte Methode beruht auf einer Idee von Balakin und Mikhailichenko aus dem Jahre 1979: ein hochenergetischer Elektronenstrahl wird durch einen

wendelförmigen Undulator geschickt. Dabei entsteht ein Strahl zirkular polarisierter Photonen, der auf ein dünnes Target trifft und Elektron-Positron Paare erzeugt. Fängt man mit der nachfolgenden Strahloptik lediglich die hochenergetischen Positronen ein, erwartet man einen Positronenstrahl mit einem Polarisationsgrad von bis zu 60%.

Mit dem E166-Experiment am Stanford Linear Accelerator (USA) wurde erstmals die Produktion polarisierter Positronen mit einem wendelförmigen Undulator experimentell demonstriert. Der Polarisationsgrad der erzeugten Positronen wird mit einem Comptontransmissionspolarimeter gemessen. Es besteht aus einem Analysiermagneten (Verantwortung DESY, Hamburg) und einem CsJ(Tl) Kalorimeter (Verantwortung DESY, Zeuthen). Die polarisierten Positronen werden in einem Target in Photonen zurückkonvertiert. Die polarisierten Photonen werden dann in einem magnetisiertem Eisentarget gestreut. Die Polarisation der Positronen wird aus der gemessenen Asymmetrie der Signale im CsJ(Tl)-Kalorimeter hinter dem Eisen Target bestimmt.

Im Jahr 2005 wurde der wendelförmige Undulator in Betrieb genommen und das Messprogramm erfolgreich durchgeführt. Die Messungen der Asymmetrien stimmen gut mit den Erwartungen überein, die vorläufigen Resultate sind in Abbildung 68 zusammengefasst. Zum Vergleich wurde außerdem die Asymmetrie für Elektronen bei 7 MeV gemessen, die im Target bei der Paarbildung entstehen. Die Bestimmung des Polarisationsgrades der Positronen aus den gemessenen Asymmetrien erfordert eine detaillierte Simulation der Prozesse von der Erzeugung der Photonen im Undulator, der Positronen im Target sowie der Messung der Polarisation im Transmissionspolarimeter. Zu diesem Zweck wurde das Simulationspaket GEANT4 um die entsprechenden polarisationsabhängigen Beiträge erweitert. Diese Erweiterungen des GEANT4 Paketes, die in Zusammenarbeit mit NCHP Minsk durchgeführt wurden, sind inzwischen in die offizielle GEANT Version aufgenommen worden.

Umfangreiche Rechnungen zur Strahlenbelastung hinter dem Target und zur erforderlichen Kollimation wurden durchgeführt. Die Rechnungen zeigen, dass vor

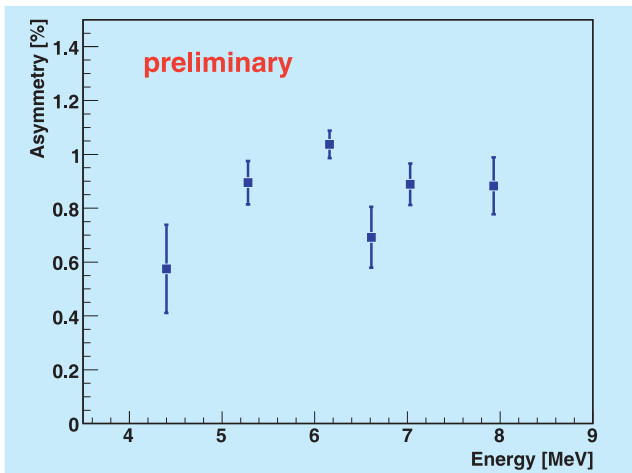


Abbildung 68: Die Asymmetrien gemessen mit dem Comptontransmissionspolarimeter bei E166 in Abhängigkeit von der Energie der Positronen. Die Energie wurde mit einem Doppeldipolspektrometer eingestellt. Aus den Asymmetrien kann die Polarisation der Positronen berechnet werden, wenn die Analysing Power der Apparatur mit einer Monte Carlo Simulation bestimmt wurde.

allem durch Neutronenfluss der Targetbereich radioaktiv belastet wird und durch eine 90 cm dicke Betonwand abgeschirmt werden muss. Das Target selbst kann nur mit einem ferngesteuerten Positionierungssystem bewegt werden. Der Austausch eines Targets ist mit relativ großem Aufwand verbunden.

Die Anforderungen an die Präzision der Messung der Polarisation der Strahlen am Wechselwirkungspunkt (0.25%) sind beispiellos. Daher wurde damit begonnen, ausgehend von einem Entwurf, der dem bisher genauesten Polarimeter beim SLD-Experiment ähnelt, einen geeigneten Detektor zu entwerfen und einen Teststand für Komponenten aufzubauen. Insbesondere sollen neben den bei SLD verwendeten konventionellen Photonenvervielfachern die für das hadronische Kalorimeter eingesetzten Silizium-Photomultiplier in Hinblick auf einen möglichen Einsatz im Polarimeter überprüft werden. Begleitend zum Aufbau des Teststandes wurde ein Simulationsprogramm für das gesamte Polarimeter entwickelt, wobei verschiedene Varianten des Detektors implementiert sind. Neben dem eigentlichen Detektor werden die Compton-Streuung

von Laser- und Elektronenstrahl sowie das Magnet-spektrometer für die gestreuten Elektronen berücksichtigt.

Dämpfungsringe

Der *Baseline Design Report* des Jahres 2005 ging von zwei Dämpfungsringen jeweils am Startpunkt der Linearbeschleuniger aus, wobei der Ring der Positronen auf einer Länge von 12 km als Doppelring in einem 6 km langen Tunnel ausgeführt war. Detaillierte Studien zum gefürchteten *electron cloud* Effekt ermutigten die Arbeitsgruppe, eine riskantere Variante vorzuschlagen, in denen die Positronen in einem einzelnen 6 km langen Ring „gekühlt“ werden. Hintergrund war, dass durch Auslegung der Vakuumkammern die Emission von Sekundärelektronen deutlich reduziert werden konnte. Letzte Zweifel im Bereich der Wiggler, in denen auch elektrische Löschfelder keine Lösung bieten können, verbleiben und Planungen für Messläufe an bestehenden Maschinen sind im Gange. Die zweite Vereinfachung ergab sich durch räumliche Zusammenlegung der e^+ und e^- Ringe in einem gemeinsamen Tunnel. Für Elektronen wird andererseits befürchtet, dass entstehende Ionen-Ladungswolken sich im Potential des gespeicherten Strahls schon nach Durchgang eines Pulszugs sammeln können und defokussierend den Strahl aufweiten könnten. DESY hat sich an den Rechnungen zu diesem Effekt besonders beteiligt und hat zusammen mit anderen Instituten einen Testlauf am ATF-Ring in Japan vorgeschlagen. Diese Experimente sind für das Jahr 2007 geplant.

Strahltransport

DESY unterstützt mit mehreren Postdocs im Rahmen des EUROTeV Programms Studien zum Strahltransport und zur Bewahrung der extrem kleinen Emittanz im Linac. Diese Werkzeuge wurden im Jahr 2006 vor allem genutzt, um zu untersuchen, unter welchen Bedingungen bei technischen Ausfällen der Strahl verloren gehen kann. Solche Studien zu Fehlerszenarien sind wichtig, wenn es um die Planungen von schnellen

Strahlejektionssystemen geht. Die vorgelegten Studien zeigen, dass bei Ausfällen von Magneten der Strahl in der Regel so aufgeweitet wird, dass die Ladungsdichte genügend reduziert ist, um Schäden am Vakuumsystem zu verhindern und genügend Zeit bleibt, nachfolgende Strahlpakete nicht auf die Beschleunigungsstrecke zu bringen. Weitere Studien sind in diesem Bereich geplant, wie das Thema der Emittanzbewahrung weiterhin von Wichtigkeit bleiben wird. DESY betreut ein größeres Programmsystem (Merlin), mit dem sich solche Studien effizient durchführen lassen.

Positionsstabilität von Beschleunigerkomponenten

Eine ebenfalls von EUROTeV geförderte Arbeitsgruppe bei DESY befasst sich seit Jahren mit Fragen der Bodenbewegungen und Stabilität von Beschleunigerkomponenten. Im Berichtsjahr wurden jetzt speziell Fragen angegangen, die sich auf die Stabilität des SC-Quadrupols im Kryomodul beziehen. Kleine Bewegungen dieser Komponente können einen großen Einfluss auf die Strahlage haben. Solche Messungen sind unter realistischen Betriebsbedingungen möglich, die auch den Eintrag externer Rauschquellen berücksichtigen.

Von der gleichen Arbeitsgruppe wurden Messungen am HERA-Tunnel durchgeführt. Diese zeigten, dass eine Aufhängung der Beschleunigungskomponenten an der Decke des Tunnels möglich ist, ohne dass es zu zusätzlichen Instabilitäten Anlass gibt. Diese Aufhängungsart lässt die Zugangswege auf dem Tunnelboden frei und wird gegenwärtig vom XFEL favorisiert.

Messung der Strahlenergie

Um die Masse von Teilchen wie z. B. dem Higgs-Boson oder dem Top-Quark mit hoher Genauigkeit messen zu können, ist die Kenntnis der Strahlenergie (E_b) von 10^{-4} oder besser notwendig.

Die Standardmethode zur Bestimmung von E_b ist die Nutzung eines Magnetspektrometers bestehend aus Dipolmagneten und Strahllagemonitoren (BPMs) mit sehr

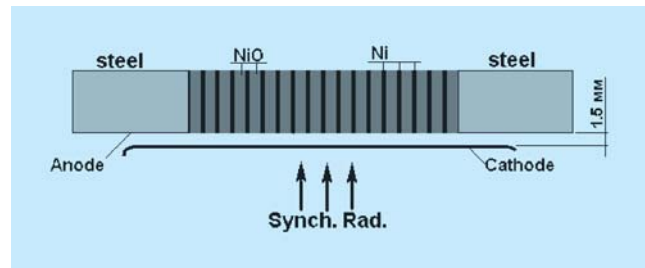


Abbildung 69: Schema eines Gasverstärkungs-Detektors zur Messung der Endpunkte der Synchrotron-Strahlung mit hoher Genauigkeit.

hoher Positionsgenauigkeit. Um nachzuweisen, dass eine solche Präzisionsmessung unter realistischen Bedingungen möglich ist, wurde ein Experiment am SLAC (USA) (Experiment T-474) aufgebaut, in dem systematische Untersuchungen von hochauflösenden BPMs im April und Juli durchgeführt wurden. Mit S-Band Monitoren vom SLAC konnte eine Einzelbunchauflösung von 550 nm über einen Bereich von ± 1.2 mm gemessen und eine Stabilität von besser als 40 ppm über einen Zeitraum von 30 Minuten beobachtet werden. Weitere Messungen mit anderen Magneten sind im Jahre 2007 geplant.

Neben der Möglichkeit die Strahlenergie mittels Magnetschikane zu messen, werden in Zeuthen komplementäre Methoden zur Bestimmung von E_b betrachtet. Gemeinsam mit russischen Kollegen aus Dubna ist die Methode basierend auf Monitoring von Synchrotron-Strahlung (SR), die in den Magneten der Schikane erzeugt wird, eingehend betrachtet worden. Ein Beispiel eines solchen Detektors ist in Abbildung 69 schematisch gezeigt.

Darüberhinaus scheint sich die Messung der Strahlenergie mittels Comptonstreuung als weitere attraktive Alternative zur Magnetschikane zu entwickeln.

Die Möglichkeit der Messung der Strahlenergie mittels Resonanzabsorption von Laserlicht in einem statischen Magnetfeld, vorgeschlagen von Kollegen in Yerevan, wurde weiter verfolgt. Details hierzu finden sich im DESY Jahresbericht 2005. Trotz einer Reihe offener Probleme strebt Yerevan mit Unterstützung von DESY ein *proof-of-principle* Experiment in 2007 und 2008 am dortigen Beschleuniger an.

Diese hier aufgezeigten Möglichkeiten zur Bestimmung der Strahlenergie werden gemeinsam mit Kollegen in Dubna, Yerevan und Novosibirsk untersucht. Sie dienen in erster Linie als Messung der Strahlenergie komplementär zur Bestimmung von E_b mit Hilfe eines auf Strahllagemonitoren basierenden Spektrometers.

Global Accelerator and Detector Network

Die EUROTeV Arbeitsgruppe zur Fernauslese, -steuerung und -kommunikation konnte im Laufe des Berichtsjahres erste Erfahrungen mit einem Prototyp-System sammeln. Bei Testmessungen für das Kalorimeter am CERN wurden die in der Arbeitsgruppe entwickelten Techniken eingesetzt und erfolgreich genutzt. Ziel dieses Programms ist es, neben dem Zugriff auf die Instrumente, durch Audio- und Videotechnik den Eindruck einer virtuellen Präsenz im entfernt gelegenen Kontrollraum zu schaffen.

Physikalische Studien zum ILC

Physikalische Studien zum ILC haben in den letzten Jahren eine gewisse Reife erreicht. Im *Detector Concept Report* (DCR), dem experimentellen Gegenstück zum RDR, wird der Stand der Studien zusammengefasst. Am DESY wurden verschiedenen Analysen im Berichtszeitraum verfolgt, die im Folgenden kurz vorgestellt werden.

Die Untersuchung des Higgs Bosons ist eines der wichtigsten Ziele am ILC. Bei niedrigen Massen wird dieses Teilchen primär im Higgs Bremsstrahlungsprozess produziert. Hierbei zerfällt ein virtuelles Z-Boson in ein reelles Z-Boson und ein Higgs Boson. Aus der Rekonstruktion der Masse des Z's können die Eigenschaften des Higgs Bosons bestimmt werden, ohne Annahmen über den Zerfall des Higgs selber machen zu müssen. In einer detaillierten Studie konnte die Abhängigkeit der zu erzielenden Auflösung bei der Bestimmung der Higgs Masse von der Schwerpunktesenergie nachge-

wiesen werden. Es stellt sich heraus, dass die genaueste Bestimmung der Higgs Masse eben über der Produktionsschwelle möglich ist.

Gemeinsam mit der Staatlichen Universität Moskau wurde eine Studie zur Suche eines Teilchens fortgeführt, das dem Photon im Standard Modell sehr ähnlich ist. Dieses in bestimmten Erweiterungen des Standard Modells vorhergesagte Teilchen, das sogenannte Paraphoton, sollte bevorzugt vom Top-Quark emittiert und durch seine vernachlässigbare Wechselwirkung mit gewöhnlicher Materie nachgewiesen werden. Bedingt durch hohen Untergrund, kleinem Signal und Variablen mit geringer Unterscheidungskraft zwischen Signal und Untergrund war nur eine multidimensionale Analyse bei 1 TeV Schwerpunktesenergie in der Lage, einen signifikanten Nachweis zu erbringen bzw. eine Grenze der Paraphoton-Top-Quark Kopplung anzugeben.

Auf dem Gebiet der physikalischen Untersuchungen im Rahmen von SUSY Modellen konzentrierten sich die Arbeiten auf den Bereich der Analyse von skalaren Top-Quarks in der Coannihilationsregion. Zum Verständnis der Baryogenese werden skalare Top-Quarks benötigt, die leichter als das Top-Quark sind und am ILC sehr gut gefunden und untersucht werden können. Ihre Masse kann mit einem Fehler von 1 GeV, also rund 1%, gemessen werden. Die Arbeit wurde gemeinsam mit Physikerinnen und Physikern vom Fermilab und aus Lancaster durchgeführt.

In einer anderen Studie wurde untersucht, wie die in manchen supersymmetrischen Modellen vorausgesagten sehr langlebigen Teilchen nachgewiesen werden können. In solchen Modellen werden Teilchen produziert, die schwer sind, und eine sehr lange Lebensdauer haben. Sie werden im Detektor „abgebremst“, existieren für eine endliche Zeit im Detektor, und zerfallen dann. Die fein aufgeteilten Kalorimeter, die am ILC vorgeschlagen werden, sind sehr gut geeignet, solche Zerfälle experimentell nachzuweisen. Eine erste Studie basierend auf einer parametrisierten Detektorsimulation wurde durchgeführt, und zeigte, dass ein Nachweis prinzipiell möglich sein sollte. Detailliertere Studien mit voller Simulation und realistischen Annahmen über

Detektoren sind allerdings notwendig, bevor endgültige Aussagen gemacht werden können.

Eine neue Serie von Studien beschäftigt sich mit dem Potential des ILC in Bezug auf Kandidaten für Dunkle Materie, insbesondere sogenannte WIMPs (*weakly interacting massive particles*).

Ziel der Studien ist es, möglichst modellunabhängig die Paarproduktion von WIMPs zu untersuchen. Ausgehend von einer zur im Universum beobachteten Restdichte von dunkler Materie passenden Rate für die Paarvernichtung zweier WIMPs in Standardmodell-Teilchen wird via Zeitumkehrinvarianz eine Vorhersage für die Paarproduktion von WIMPs in Elektron-Positron-Kollisionen in Abhängigkeit von WIMP-Masse, -Spin, Drehimpuls der dominanter Partialwelle sowie Stärke und Händigkeit der Kopplung an Elektronen abgeleitet. Damit wird ein weites Spektrum an möglichen WIMP-Kandidaten abgedeckt, ohne ein spezifisches Modell, wie z. B. Supersymmetrie und dessen Parameter, zugrundelegen zu müssen. Diese Studien, die die volle GEANT4-Simulation des LDC-Detektorentwurfs und die MARLIN-Rekonstruktion verwenden, zeigen, dass auf diese Art und Weise WIMPs mit Massen von ca 100 bis 200 GeV bei unpolarisierten Strahlen am ILC beobachtet werden können, solange der Anteil von WIMP-Paarvernichtung in Elektron-Positron-Paare mindestens 20 bis 30% beträgt. Mit 80% Elektron- und 60% Positron-Polarisation reduziert sich dieser nötige Anteil um einen Faktor 5 bis 10, je nach Spin der WIMPs und Händigkeit der Kopplung. Wenn WIMPs am ILC erzeugt werden, dann könnte mit diesem modellunabhängigen Ansatz ihre Masse mit unpolarisierten Strahlen bis auf einige Prozent genau gemessen werden, erheblich genauer, wenn beide Strahlen polarisiert sind.

Maschine-Detektor Schnittstelle

Die Schnittstellen zwischen den geplanten Experimenten und dem Beschleuniger sind wichtiger Gegenstand der weltweiten Studien zum ILC. Im Berichtszeitraum standen dabei vor allem Studien zu den Kreuzungswin-

keln, der Zahl der Wechselwirkungszonen, dem Design der unterirdischen Hallen für die Detektoren, sowie zu Themen der Strahldiagnose mit direktem Einfluss auf die physikalische Leistungsfähigkeit des ILC im Vordergrund. Um die Kommunikation zwischen den Beschleunigerphysikern und den Experimentatoren zu verbessern, hat der ILC *Global Design Effort* GDE zusammen mit der *Worldwide Study for Physics and Detectors* ein gemeinsames Forum, das MDI Panel, geschaffen, in dem Vertreter aus den Detektorkonzeptstudien zusammen mit den Designern der relevanten Beschleunigerkomponenten die entsprechenden Fragen diskutieren.

Am DESY wurden im Berichtszeitraum schwerpunktmäßig Untersuchungen zur Detektorintegration und den sich daraus ergebenden Randbedingungen für das Design der Detektorhalle durchgeführt. Ein weiterer Schwerpunkt lag auf Simulationsstudien zu den erwarteten strahlinduzierten Untergründen im LDC Detektor. Hierbei wurde insbesondere der Einfluss der diskutierten ILC Strahlparametersätze und der Wahl der Kreuzungswinkel auf die Untergrundraten studiert.

Detektorintegration und Detektorhalle

Die Planungen zur Größe und Ausstattung der unterirdischen Detektorhallen stehen in enger Wechselwirkung zu den Planungen der Detektorintegration in den Detektorkonzeptstudien. Im Laufe der Entwicklungen für den ILC RDR wurden dabei die Rahmenbedingungen, nicht zuletzt ausgelöst durch die erforderlichen Kostenreduktionen, während des Berichtszeitraums verändert. Wichtigster Punkt für die Detektorintegration war dabei die Entscheidung, zwei Experimente am ILC nicht mehr durch zwei Strahlführungen zu unterstützen, sondern beide Experimente in zeitlicher Abfolge an einer Strahlführung zu betreiben. Dies erfordert eine schnelle und vor allem sichere und stabile Bewegung des Detektors aus einer Parkposition in der unterirdischen Halle in die Messposition am Strahl. Der Austausch der beiden Detektoren muss dabei so schnell erfolgen, dass die Luminositätsverluste möglichst klein bleiben. Wenn man z. B. einen regelmäßigen Wech-

sel zwischen beiden Experimenten auf Zeitskalen von etwa monatslänge voraussetzt, erfordert dies ein Austauschen der Detektoren in einem Zeitrahmen von etwa einem Tag. In dieser Zeit muss der eine Detektor sicher abgekabelt und aus dem Strahl heraus bewegt werden, während der andere Detektor in die Strahlposition gefahren und dort wieder angeschlossen wird. Dies stellt schwierige Herausforderungen an das Design der Experimente, gerade im Hinblick auf Stabilität der Alignierung, Kalibrationsverfahren und technische Lösungen für das Bewegen der mehrere tausend Tonnen schweren Objekte.

Die Größe der unterirdischen Halle ist mit $36 \times 120 \text{ m}^2$ für zwei Detektoren ausgelegt. Es wird dabei angenommen, dass der Zusammenbau der Detektoren im wesentlichen in dedizierten Hallen an der Oberfläche stattfindet. Die vorkonfigurierten Detektorteile werden dann mit einem stationären Kran in die unterirdische Halle gebracht. Dort erfolgt dann nur noch der Zusammenbau der einzelnen großen Komponenten.

Studien zum strahlinduzierten Untergrund

Der für das Design der Detektoren relevante strahlinduzierte Untergrund am ILC wird seit Jahren in Simulationsstudien untersucht. Durch Änderungen im Design der Maschine, insbesondere bei den Strahlparametern und bei den Kreuzungswinkeln, müssen die Folgen für die Leistungsfähigkeit der Detektoren ständig neu überprüft werden.

Hauptuntergrund beim ILC werden die Elektron-Positron Paare sein, die aus Kollisionen mit Photonen der sogenannten Beamstrahlung entstehen. Diese hochenergetischen Photonen entstehen, wenn die sehr stark fokussierten ILC Teilchenpakete kollidieren. Die Elektron-Positron Paare aus der Beamstrahlung erzeugen signifikanten Untergrund in der Vorwärtsregion des Detektors. Diese Regionen werden deswegen entsprechend entworfen, um die Rückstreuung von Sekundärteilchen in das Spursystem des Detektors zu verhindern.

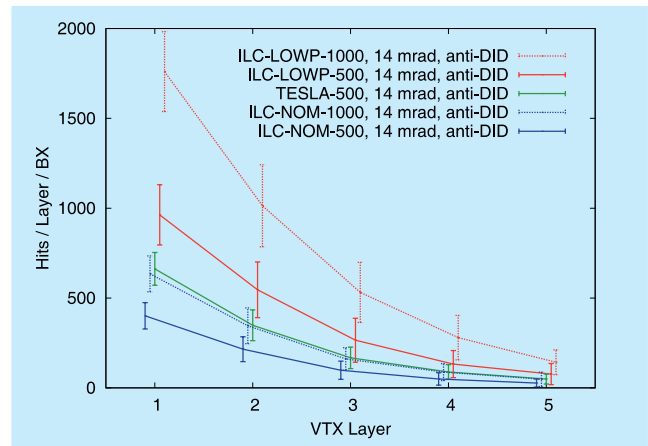


Abbildung 70: Zahl der Treffer auf den Lagen des Vertexdetektors für die nominellen und die LowP ILC Strahlparametersätze bei Schwerpunktsenergien von 500 und 100 GeV. Zum Vergleich sind auch die Zahlen für die TESLA Parameter bei 500 GeV dargestellt.

Die empfindlichste Detektorkomponente ist dabei der Vertexdetektor, dessen innerste Lage einen Abstand von nur 1.5 cm zum Wechselwirkungspunkt hat. Abbildung 70 zeigt als Ergebnis einer vollständigen Detektorsimulation die Zahl der Treffer auf den fünf Vertexdetektorlagen, die durch die Elektron-Positron Paare und die von ihnen induzierten Sekundärteilchen verursacht werden.

Die mit *LowP* bezeichneten Strahlparametersätze bezeichnen eine Option, bei der der ILC nur mit der Hälfte der nominellen RF-Versorgung ausgerüstet wird. Die Luminosität wird dann durch stärkeres Fokussieren der Strahlpakete erreicht. Dabei entstehen mehr Elektron-Positron Paare aus der Beamstrahlung, was zu einer deutlichen Erhöhung der Untergrundzahlen im Vertexdetektor führt.

Abbildung 71 zeigt ein weiteres Ergebnis der Untergrundsimulationen. In der zentralen Zeit-Projektionskammer (TPC) des LDC Detektors ist die radiale Verteilung der Treffer gegen die Zeit nach der Kollision zweier Strahlpakete dargestellt. Man erkennt einige Treffer, die unmittelbar nach der Kollision in der TPC auftreten. Dies sind Spuren, die von Paaren erzeugt werden, die vom Wechselwirkungspunkt kommend unter

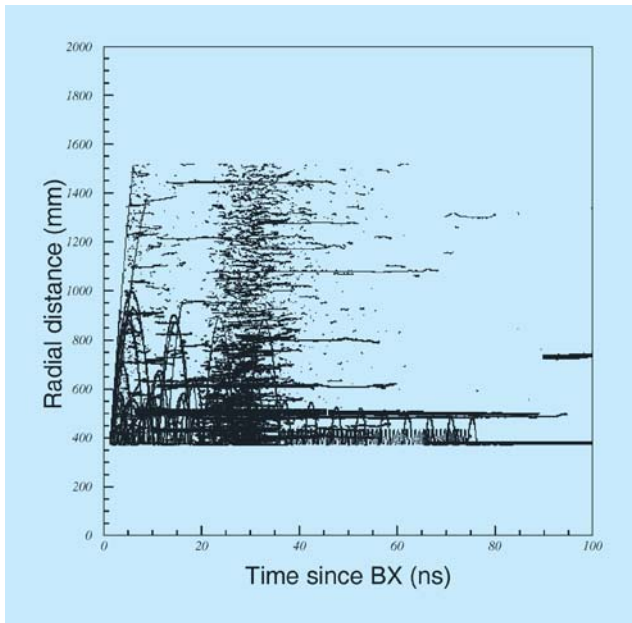


Abbildung 71: Radiale Verteilung der Treffer in der TPC aufgetragen gegen die Zeit nach der Kollision zweier Strahlpakete.

größeren Transversalimpulsen direkt in die TPC eintreten. Nach etwa 20 ns tritt eine deutliche Häufung von Spuren auf. Dies sind Spuren, die von rückgestreuten Photonen ausgelöst werden. Die Photonen entstehen in der Vorwärtsregion des LDC-Detektors und streuen in die TPC hinein. Einige Photonen können beim Passieren der TPC, beispielsweise durch den Compton-Effekt, in geladenen Teilchen konvertieren. Die erzeugten Elektronen haben sehr niedrige Energien und werden deshalb im hohen magnetischen Solenoidfeld auf horizontale Bahnen aufgewickelt. Man erkennt die horizontalen Spuren in der TPC sehr gut in der Abbildung.

Ebenfalls gut erkennbar ist, dass einige Spuren vergleichsweise spät nach den Teilchenkollisionen auftreten. Dies ist z. B. durch die Anregung und den späten Zerfall von Atomkernen im Detektormaterial zu erklären.

Detektorentwicklung für den ILC

Das geplante Experimentierprogramm am ILC soll von zwei Detektoren durchgeführt werden. Vier internationale Gruppen entwickeln im Moment Konzepte für diese Detektoren, die sich konzeptionell und technologisch stark unterscheiden. DESY ist an führender Stelle am LDC (*Large Detector Concept*) beteiligt. LDC versucht, einen optimierten Detektor zu entwickeln, der sehr stark die Rekonstruktion der Topologie der ILC Ereignisse betont. Dies bedeutet, dass neben dem bei allen Konzepten vorhandenen hochauflösenden Vertex Detektor ein Spurdetektor vorgesehen ist, der auf extreme Effizienz der Spurrekonstruktion optimiert ist, und sehr fein aufgeteilte Kalorimeter benötigt werden. DESY arbeitet an der Entwicklung von Pixeldetektoren, der zentralen Spurkammer, und verschiedenen Aspekten des Kalorimetersystems.

Pixeldetektoren

Im Berichtszeitraum wurden die Forschungs- und Entwicklungsarbeiten an Monolithischen Aktiven Pixeldetektoren (MAPS) für einen zukünftigen Linearbeschleuniger weiter ausgeweitet. Die zentralen Fragen, die in diesem Zusammenhang bearbeitet wurden sind:

- Wie können Detektoren mit minimalem Aufwand gekühlt werden?
- Ist es möglich Teile der Ausleseelektronik in der Pause zwischen Strahlpaketen auszuschalten?
- Wie verändern sich die Eigenschaften der Sensoren unter Bestrahlung?

Die Beantwortung dieser Fragen hat zum Ziel, in einigen Jahren einen Vertexdetektor mit bisher unerreichter Präzision bauen zu können. Die Arbeiten werden mit Sensoren durchgeführt, die am Institut Pluridisciplinaire Hubert Curien, Strassbourg entwickelt werden. Diese Sensoren vereinen aktives Material und Ausleseelektronik auf ein und demselben Silizium-Chip. Einige Ergebnisse dieser Untersuchungen werden im Folgenden diskutiert.

Bei Untersuchungen zur Kühlung geht man davon aus, dass die Sensoren eines zukünftigen Vertexdetektors bis zu einer Dicke von 30–50 μm gedünnt werden. Die Motivation dabei ist, den zu messenden Teilchen so wenig Material wie möglich in den Weg zu stellen. Allerdings produziert die auf den Chips integrierte Elektronik Wärme, die durch aktive Kühlung abgeführt werden muss. Um die Qualität des Detektors nicht zu kompromittieren muss diese Kühlung mit sehr wenig zusätzlichem Material auskommen. Es wurde eine Lösung entwickelt und untersucht, die mit einer Verdampfungskühlung und dem Kältemittel R134a in sehr dünnen Röhrchen ($d = 0.65 \text{ mm}$) arbeitet. Nach sorgfältiger Optimierung der Anlage konnte gezeigt werden, dass mit dieser Methode eine effektive Kühlung möglich ist, wie in Abbildung 72 gezeigt ist.

In einem supraleitenden Linearbeschleuniger erreicht der Arbeitszyklus weniger als 1%. Konkret bedeutet dies, dass auf eine Abfolge von Strahlpaketen eine Pause folgt, in der die Energie der Beschleunigungsstrecken erneuert werden kann. Das Problem der Kühlung des Vertexdetektors lässt sich verringern, wenn man wesentliche Teile der Elektronik in diesen Pausen abschaltet. Allerdings ist es nicht offensichtlich, dass stabiler Betrieb von Pixeldetektoren möglich ist, wenn diese 5–10 mal pro Sekunde für einen Zeitraum von 1 ms ein- und ausgeschaltet werden. Zur Untersuchung dieser Frage wurde die Ausleseelektronik für MAPS Detektoren derart verändert, dass sie mit einer Frequenz von 5 Hz geschaltet werden kann. Damit wurde

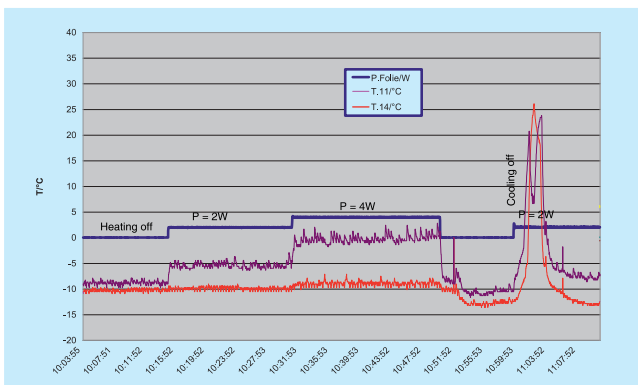


Abbildung 72: Temperatur eines gekühlten CMOS Chips mit und ohne Kühlung.

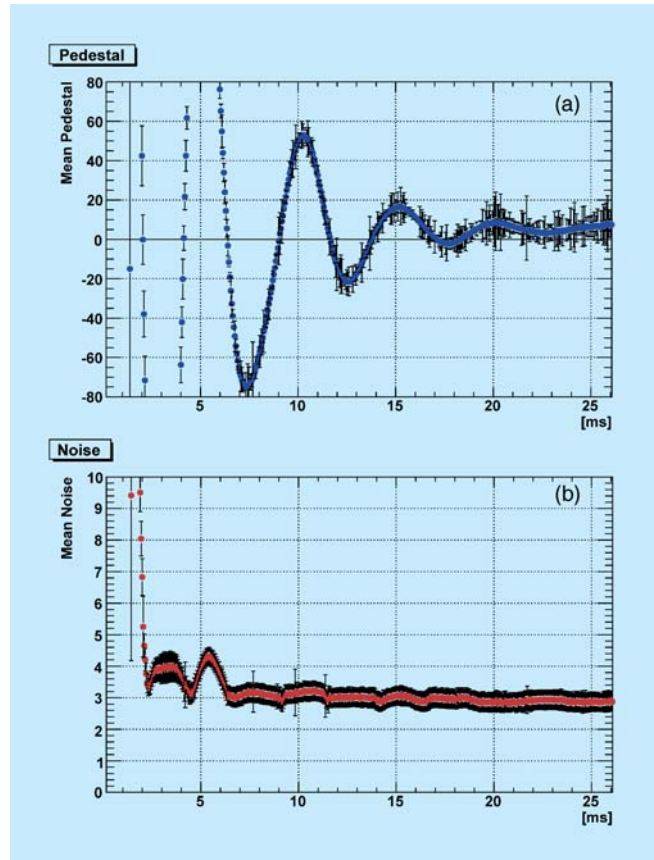


Abbildung 73: Pedestal (a) und Rauschen (b) eines MAPS Chips nach der Bestrahlung mit niederenergetischen Elektronen.

untersucht, wie lange man nach dem Einschalten warten muss, bis der Sensor stabil ist. Ein Ergebnis dieser Studien ist in Abbildung 73 dargestellt. Dort sieht man, dass das Pedestal (73a) des Sensors 20 ms lang nach dem Einschalten schwingt. Allerdings beruhigt sich das Rauschen (73b) bereits nach 1–2 ms auf ein Niveau, das mit dem bei ununterbrochenem Betrieb vergleichbar ist. Somit konnte gezeigt werden, dass MAPS Sensoren nur 1–2 ms vor dem Eintreffen eines Zuges von Strahlpaketen eingeschaltet werden müssen. Das bedeutet, dass sich auf diesem Wege die Abwärmeleistung eines Vertexdetektors an einem supraleitenden Linearbeschleuniger um einen Faktor 50–100 verringern lässt.

Schließlich wurde das Verhalten von MAPS Chips nach Bestrahlung mit hohen elektromagnetischen Dosen untersucht. Dabei wurde versucht, die Effekte der



Abbildung 74: Ein MAPS Chip während der Bestrahlung mit Elektronen bei der GSI in Darmstadt

Beamstrahlung, d. h. der niederenergetischen Elektronen und Positronen, zu simulieren. Entsprechend wurde ein MAPS Chip bei der GSI in Darmstadt mit Raten von 10^{13} Elektronen/cm² bei einer Energie von ca. 9 MeV bestrahlt und anschließend im 6 GeV/c Elektronenteststrahl bei DESY untersucht. Abbildung 74 zeigt den Chip während der Bestrahlung. Diese Untersuchung hat gezeigt, dass insbesondere das Rauschen nach Bestrahlung deutlich zunimmt, während die Signale recht stabil sind. Somit verschlechtert sich das Verhältnis von Signal zu Rauschen von 24 für einen unbestrahlten Chip zu 16 für den Chip nach Bestrahlung. Entsprechend verschlechtert sich auch die Ortsauflösung um etwa 30%. Der bestrahlte Chip wäre allerdings weiterhin, wenn auch mit etwas verschlechterten Eigenschaften, benutzbar. Hier soll noch hinzugefügt werden, dass die Strahlendosis bei dieser Untersuchung erheblich über der beim Betrieb eines Vertexdetektors zu erwartenden liegt.

Zeit-Projektions Kammer

Das LDC (*Large Detector Concept*) eines Detektors am ILC sieht als zentralen Spurdetektor eine Zeit-Projektionskammer (*Time Projection Chamber, TPC*) vor. Seit mehreren Jahren finden am DESY in enger Zusammenarbeit mit mehreren deutschen Universitäten

Entwicklungsarbeiten zu einer solchen Kammer statt. Die Anforderungen an Genauigkeit, Zuverlässigkeit und auch Preiswürdigkeit dieses Gerätes lassen den Einsatz am ILC von konventioneller Technologie der Auslese einer TPC mit einer Drahtkammer nicht zu. Stattdessen wird der Einsatz von *Micro Pattern Gas Detectors* (MPGD) intensiv studiert. Diese Detektoren, die Gasverstärkungselemente einer Größenordnung von einigen 10 μm aufweisen, versprechen, exzellente Auflösung mit großer Zuverlässigkeit und gleichzeitiger effizienter Produktion zu verbinden.

Am DESY werden *Gas Electron Multiplier* (GEM) als eine mögliche Option untersucht. Dazu wurde in den vergangenen Jahren eine Testkammer gebaut und in Betrieb genommen, über deren Parameter bereits in den letzten Jahresberichten berichtet wurde. Diese Kammer wurde im Jahre 2006 intensiven Tests an Teilchenstrahlen am DESY ausgesetzt.

Ein zentraler Parameter ist die Punktauflösung, die mit der Kammer erreicht werden kann. Messungen und systematischen Studien am Elektron Strahl am DESY und mit kosmischen Strahlen haben gezeigt, dass eine Auflösung von etwa 100 μm , weitgehend unabhängig von der Drifflänge, in einem magnetischen Feld von 4 Tesla erreichbar ist. Dies ist in Abbildung 75 gezeigt, in der die gemessene Punktauflösung senkrecht zur Drift-Richtung der Elektronen in der Kammer als Funktion der Drifflänge gezeigt wird. Die Analyse dieser Daten

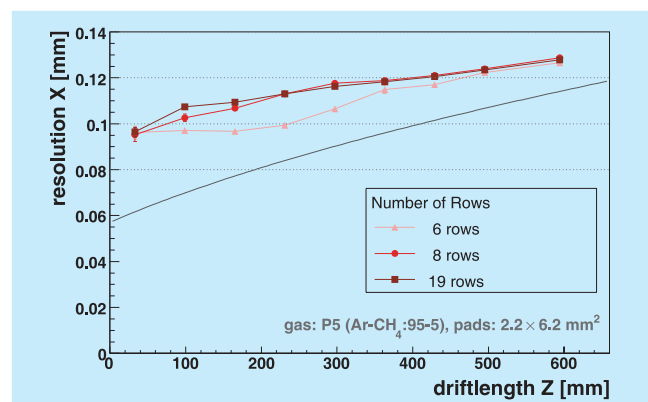


Abbildung 75: Gemessene Auflösung in der Prototyp TPC für verschieden viele Messpunkte entlang der Spur, als Funktion der Drifflänge.

wurde mit verschiedenen Methoden durchgeführt. Ein wesentlicher Bestandteil dabei ist die Optimierung der Größe der Auslesepads, die hinter der GEM Folie die Ladung aufsammeln und an die Ausleseelektronik weiterleiten. Die gezeigten Daten wurden mit 2 mm breiten Pads aufgezeichnet. Diese Pads sind bei 4 T Feldern zu groß, wie man zum Beispiel an der Tatsache sehen kann, dass die Auflösung bei sehr kleinen Abständen ansteigt statt weiter abzufallen. Dies ist dadurch bedingt, dass die Ladungswolke kleiner wird als die Pad Größe und damit keine präzise Ortsinformation mehr zur Verfügung steht. Messungen mit einer kleineren Auslesestruktur sind in Vorbereitung und werden im Laufe des Jahres 2007 durchgeführt.

Ein weiterer wichtiger Parameter ist die Doppelspurauflösung. Gerade bei den sehr hochenergetischen und jet-artigen Ereignissen am ILC ist es sehr wichtig, auch sehr dicht beieinanderliegende Spuren voneinander zu trennen. Eine systematische Studie der Doppelspurauflösung wurde mit Hilfe eines Laserstrahles durchgeführt. Hierzu wird ein UV-Laserstrahl auf einen Querschnitt von unter 100 μm fokussiert und in die Kammer eingeführt. Mit Hilfe eines Quarzprismas wird der Strahl in zwei Strahlen aufgespalten, die einen Winkel von 0.5° zueinander haben und in das aktive Driftvolumen gelenkt werden. Aus der Rekonstruktion des Winkels und des Abstandes der beiden Spuren kann dann eine sehr genaue Messung der Doppelspurauflösung der Kammer abgeleitet werden.

Im Rahmen des EUDET Programmes haben im Laufe des Jahres 2006 die vorbereitenden Arbeiten zur nächsten Generation eines TPC Prototyps begonnen. Im Rahmen der internationalen LC-TPC Kollaboration wird ein TPC Prototyp entwickelt, der mit ca. 80 cm Durchmesser deutlich größer ist als bisherige Prototypen. Mit dieser Kammer, die auf den auch im Rahmen des EUDET Programmes am DESY aufgebauten Magneten PCMag abgestimmt ist, sollen Fragen der großflächigen Installation einer GEM Auslese, der Kalibration und der Teilchenidentifikation angesprochen werden. DESY hat die Verantwortung für den Design und den Bau des Feldkäfigs übernommen. In enger Zusammenarbeit mit der Industrie wurde ein Design für den Feldkäfig entwickelt, welcher im Laufe des Jah-

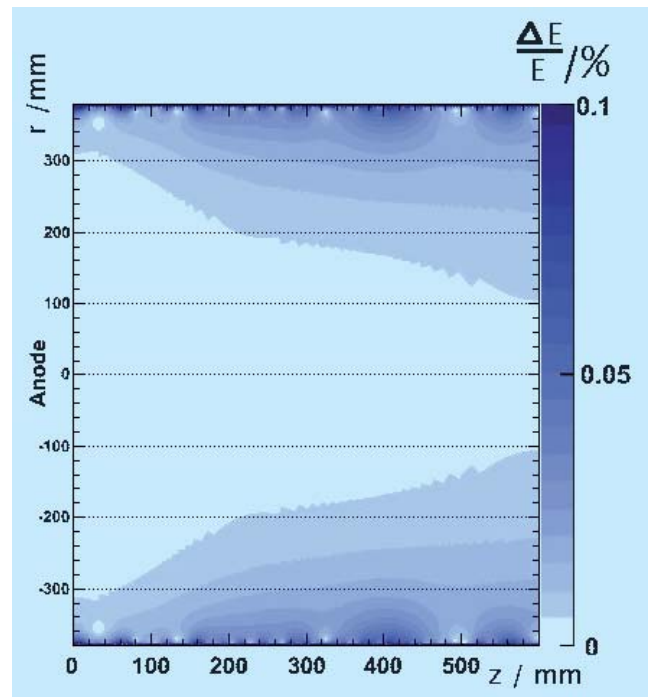


Abbildung 76: Simulierte Driftfeld Verzerrungen in der TPC, mit der Annahme eines realistischen Feldkäfigs.

res 2007 industriell gefertigt werden wird. Im Rahmen des Designs sind am DESY detaillierte Simulationen der mechanischen und elektrischen Eigenschaften des Feldkäfigs durchgeführt worden. In Abbildung 76 ist die Simulation des elektrischen Feldes in der Kammer für eine optimierte Feldkäfigstruktur gezeigt. Abweichungen vom idealen Feld sind kleiner als 10^{-3} .

Im Jahre 2007 werden im Rahmen der TPC Gruppe die Arbeiten mit dem kleinen Prototypen weitgehend zu einem Abschluss gebracht werden. Es ist geplant, die Ergebnisse der Einzelpunktauflösung und der Doppelspurauflösung zu publizieren. Im Laufe des Sommers 2007 wird der Feldkäfig am DESY eintreffen, ausgerüstet und in Betrieb genommen werden. Zusammen mit internationalen Partnern werden erste Messungen mit der neuen Kammer im Jahre 2008 erwartet, so dass Ergebnisse im Jahre 2009 vorliegen können. Diese Ergebnisse werden bei der Erstellung eines *Engineering Design Reports* für einen Detektor im Jahre 2010 eine wichtige Rolle spielen.

Kalorimeter

Das Kalorimeter spielt eine zentrale Rolle beim Detektor für den ILC. Am DESY werden intensive Entwicklungsarbeiten an einem hadronischen Kalorimeter durchgeführt. Diese Arbeiten sind in der internationalen CALICE Kollaboration eingebettet, einer Gruppe von mehr als 150 Physikern aus 13 Ländern. Das Hauptziel der Arbeiten ist die Entwicklung einer neuen Generation von Kalorimetern, die mit bisher unerreichter Granularität und Segmentation alle bisher gebauten Kalorimeter in den Schatten stellen sollen.

Das hadronische Kalorimeter basiert auf einem konventionellen Aufbau von Stahlabsorberplatten und Szintillatorplatten zur Auslese. Neu ist die Auslese der Szintillatorplatten, die aufgrund der Entwicklung kleiner, leistungsstarker Silizium basierender Photodetektoren direkt in die Szintillatorplatten integriert werden kann. Am DESY ist in den Jahren 2005 und 2006 ein großer Prototyp eines solchen hochgranularen Kalorimeters gebaut worden.

In vier Monaten zwischen Juni und Oktober 2006 wurde dieser Prototyp zusammen mit einem Prototypen eines elektromagnetischen Kalorimeters und einem Muon-Detektor in einem hadronischen Teststrahl am CERN ausführlich vermessen (siehe Abbildung 77).

Das Teststrahl Experiment hat zwei Hauptziele: die Detektor Technologie soll in einer großen Anwendung unter realistischen Bedingungen etabliert werden, und Daten über die Entwicklung hadronischer Schauer sollen mit diesem sehr granularen Kalorimeter aufgezeichnet und analysiert werden. Die Daten sollen dann verwendet werden, um einerseits die Modelle hadronischer Schauer zu überprüfen, andererseits, um *Particle Flow* Algorithmen basierend auf richtigen Daten entwickeln zu können. Fernziel der Aktivitäten ist es, ausreichend Daten und ausreichend Erfahrungen zu sammeln, um eine fundierte Optimierung eines Kalorimeters für den ILC durchführen zu können.

Während der Datennahme hat der CALICE Detektor mit mehr als 90%iger Effizienz Daten aufgezeichnet. Insgesamt hat die Kollaboration mehr als 65 Millionen Ereignisse aufgezeichnet (siehe Abbildung 78). Hadro-

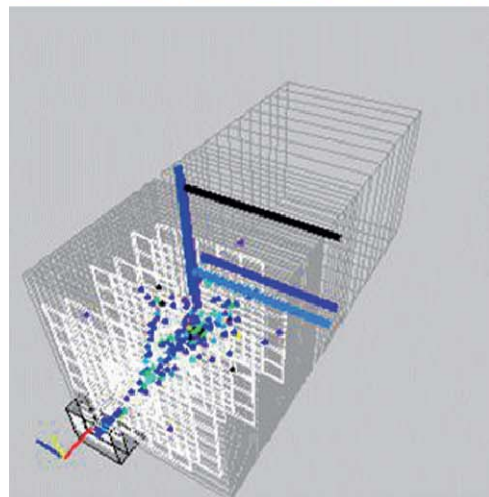
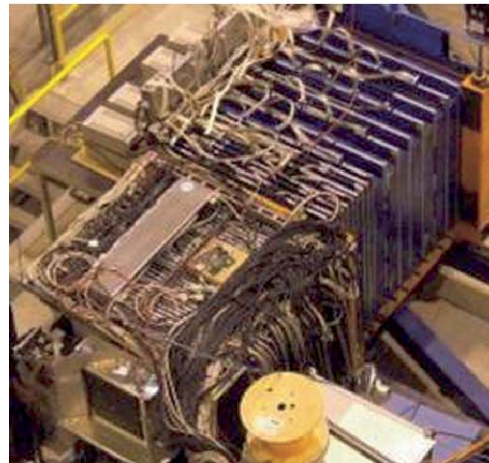
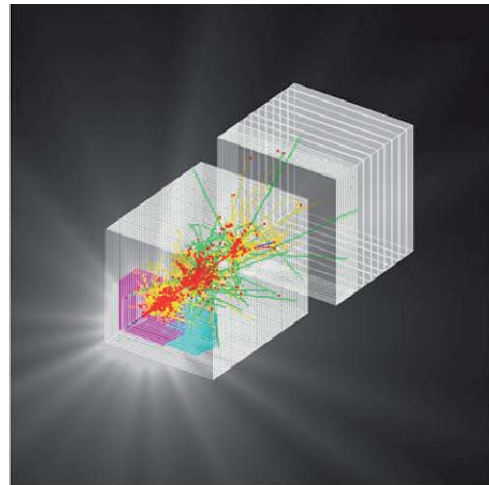


Abbildung 77: Oben: Simulierter Pionen Schauer im CALICE Experiment mit ECAL, HCAL und TCMT aktiv; Mitte: Photo des Teststrahl experimentes am CERN; Unten: Pion Ereignis im on-line Event Display.

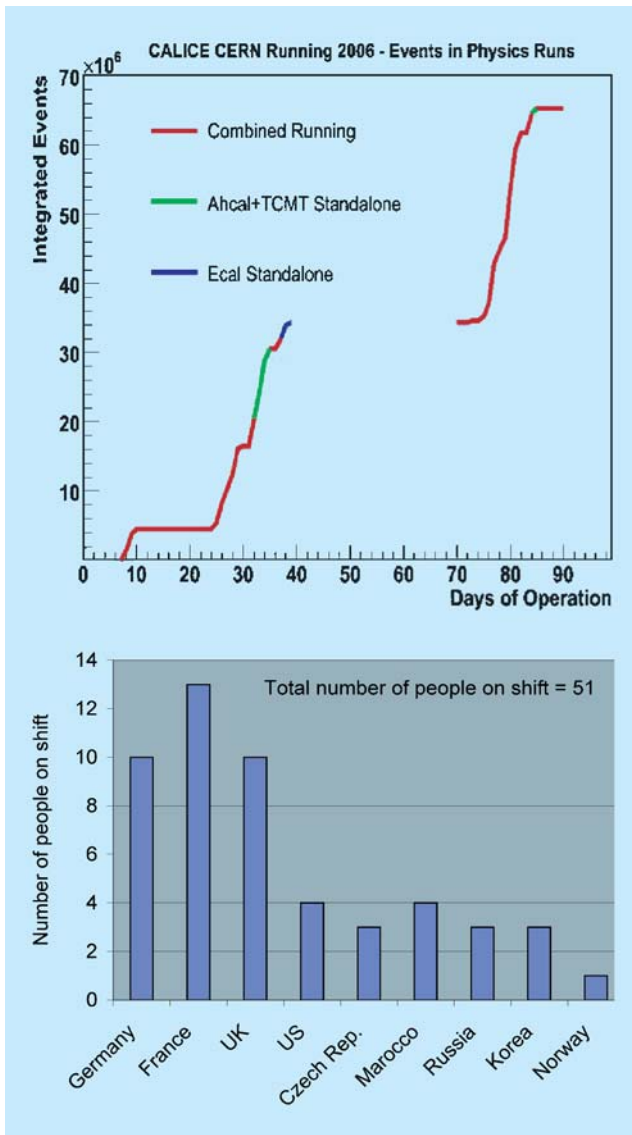


Abbildung 78: *Oben: Entwicklung der Zahl der aufgezeichneten Ereignisse im Test Strahl Experiment, als Funktion der Zeit in der Periode Juli–November 2006. Unten: Plan der geleisteten Schichten der Mitglieder der CALICE Kollaboration während der verschiedenen Test Strahl Perioden.*

nen und Muonen wurden mit verschiedenen Impulsen aufgezeichnet. Sowohl positiv als auch negativ geladene Teilchen bei Energien zwischen 6 und 45 GeV wurden untersucht. Aus technischen und Zeit Gründen konnten Daten nur unter Null Grad Einfallrichtung

aufgezeichnet werden. In einem zweiten Teststrahl Experiment im Jahre 2007 sollen Daten auch unter anderen Winkeln genommen werden.

Seit der Beendigung der Datennahme konzentriert sich die Kollaboration auf die Analyse der Daten. Ein wesentlicher Schritt war dabei die Kalibration der etwa 10000 Kalorimeter Zellen, die mit Hilfe elektromagnetischer Schauer im ECAL und im HCAL bewerkstelligt wurde. Eine detaillierte Analyse der hadronischen Schauer hat gerade begonnen.

Im Jahre 2007 wird das experimentelle Programm mit einem weiteren Experiment am CERN fortgesetzt. Der Detektor wird dann vollständig instrumentiert sein und auch in unterschiedlichen Positionen relativ zum Strahl positionierbar sein.

FCAL – Vorwärtskalorimeter

In der strahl nahen Region des geplanten ILC Detektors sind zwei Kalorimeter vorgesehen. Das BeamCal, welches direkt an der Strahlröhre anliegt und Polarwinkel von etwa 5 bis 30 mrad überdeckt, muss unter sehr hoher Strahlenbelastung funktionstüchtig bleiben. Elektronen und Positronen, die durch Beamstrahlung erzeugt werden, deponieren eine Dosis von etwa 10 MGy pro Jahr. Für die Physik am ILC ist es wichtig, hochenergetische einzelne Elektronen bis zu kleinsten Polarwinkeln zu erkennen, da diese einen Untergrund bei der Suche nach neuen Teilchen verursachen. Zu diesem Zweck muss das Kalorimeter kompakt sein und über feinstrukturierte Sensoren verfügen. Die Verteilung der Beamstrahlungspaare im Bereich des BeamCal soll zur Strahl diagnose und -korrektur genutzt werden. Das LumiCal, bei größeren Polarwinkeln, ist das Instrument zur präzisen Luminositätsmessung. Die angestrebte Genauigkeit von etwa 10^{-4} erfordert extrem genau gebaute Kalorimeter, deren Position ebenfalls sehr genau kontrolliert werden muss.

FCAL ist eine weltweite Kollaboration von 13 Instituten, welche sich das Ziel gesetzt hat, die Technologie für diese Kalorimeter zu entwickeln. Die europäischen

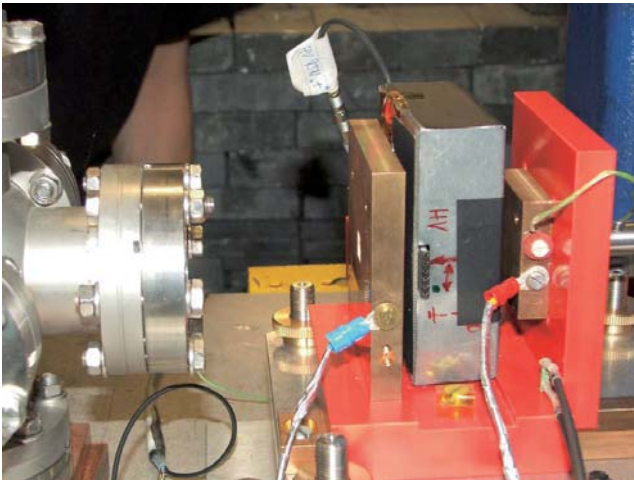


Abbildung 79: Messstand am S-DALINAC. Links befindet sich das Austrittsfenster des Elektronenstrahls. Nach rechts folgt ein Kollimator, die Box mit dem Sensor (Aufschrift HV) und der Strahlfänger. Mit letzterem wird der Elektronenstrom durch den Sensor gemessen.

Institute werden dabei vom Infrastrukturprogramm EU-DET der Europäischen Union unterstützt. Im Rahmen dieses Programms wurde im letzten Jahr die Ausrüstung für den Test der Strahlenhärte von Sensoren für das BeamCal entwickelt, aufgebaut und für Sensortests verwendet. In Abbildung 79 ist als Beispiel der Testaufbau am S-DALINAC Beschleuniger der TU Darmstadt gezeigt. Vermessen wurden Silizium- und Diamantsensoren, letztere bis zu einer Dosis von 7 MGy. Die Daten werden zurzeit analysiert.

Sensorstudien mit poly- und einkristallinen CVD Diamanten wurden im Rahmen von NoRHDia, eines ebenfalls von der Europäischen Union unterstützten Technologieprogramms, weiter vorangetrieben. Die Zusammenarbeit mit dem Fraunhofer Institut FAP ermöglichte auch die Untersuchung von speziell für BeamCal entwickelten Prototypen. Mit Partnern im JINR in Dubna wurden Prototypen von Gallium-Arsenid Sensoren in Auftrag gegeben. Die ersten Exemplare, wie in Abbildung 80 gezeigt, wurden 2006 geliefert und werden im Moment getestet.

Im Rahmen von EUROTeV wurde weiter an einem Konzept zur schnellen Luminositätsmessung gearbeitet. Letztere erlaubt innerhalb eines Zuges von Elektron-

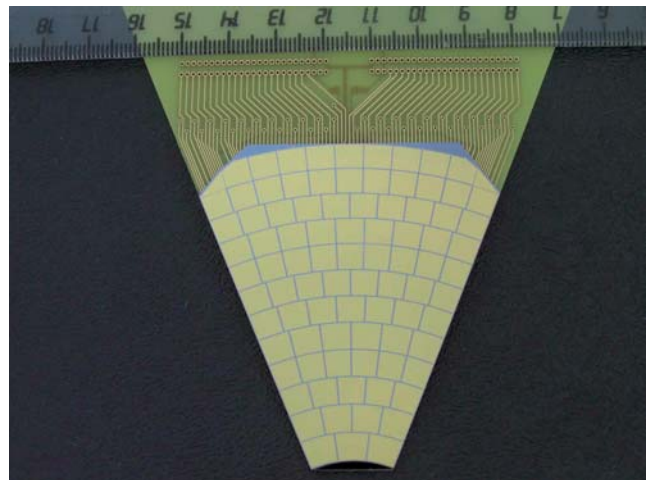


Abbildung 80: Ein Sensor aus Gallium-Arsenid für die mögliche Anwendung im BeamCal.

und Positronpaketen den Strahl so zu steuern, dass am Kollisionspunkt die maximale Luminosität erreicht wird.

Softwarearbeiten zum ILC

Software spielt bei der Entwicklung eines ILC Experimentierprogrammes eine wichtige Rolle. DESY hat wesentliche Arbeiten zur Entwicklung einer Software Umgebung am ILC beigetragen. Besonders erwähnt werden sollte hier die Entwicklung des LCIO Datenmodells und Speichersystemes, das inzwischen von fast der gesamten ILC Community akzeptiert worden ist. Dieses zentral unterstützte Datenmodell erleichtert den Austausch von Daten, und definiert die verschiedenen Bausteine, aus denen ein ILC Ereignis zusammengesetzt wird.

Im Berichtszeitraum sind die Entwicklungsarbeiten am LCIO Modell fortgeführt worden, haben sich aber vor allem auf Wartung beschränkt.

Wesentliche neue Entwicklungen hat es im Bereich der Analyse gegeben. Mit dem ebenfalls am DESY entwickelten MARLIN Program gibt es jetzt eine Software Umgebung, die, basierend auf LCIO, eine relativ einfache und modulare Struktur bereitstellt, in der Nutzer Rekonstruktionen und Analysesoftware entwickeln

können. MARLIN besteht aus einer relativ einfachen Core-Software, und vielen Anwenderpaketen, die verschiedene Funktionalitäten bereitstellen.

Der Schwerpunkt der Entwicklungen im Berichtszeitraum lag auf der Entwicklung eines Algorithmus zum Teilchenfluss (*Particle Flow*, PFA). PFA ist ein Ansatz, der eine deutlich bessere Rekonstruktion der ILC Ereignisse verspricht. Er beruht auf der zentralen Annahme, dass es möglich ist, einzelne Teilchen, geladene wie neutrale, im ILC Detektor zu rekonstruieren. Neben einer sehr leistungsfähigen Rekonstruktion geladener Teilchen, die vor allem im Spurdetektor stattfindet, beruht dies entscheidend auf der Rekonstruktion neutraler Teilchen im Kalorimeter.

Sorgfältige Studien haben begonnen, in denen die Möglichkeit einer solchen umfassenden Rekonstruktion im Kalorimeter untersucht wird. Die Granularität im Kalorimeter spielt hier eine wesentliche Rolle, zusammen mit der Entwicklung geeigneter Mustererkennungsalgorithmen, die im Kalorimeter effizient funktionieren.

DESY spielt auch weiterhin eine zentrale Rolle bei der Verwaltung der ILC Software. In diesem Jahr wurde in Zeuthen die Adaption des LCIO Projektes auf 64-bit Architekturen vollzogen. Desweiteren wurden weitere ILC-Softwareprojekte auf dem CVS Server installiert. Insgesamt sind es jetzt 13 Projekte (bbrtrack, brahms, calice, eutelescope, gear, ilcdcr, ilctools, lccd, marlin, marlinreco, marlintpc, merlin und simdet), die ihre Software-Entwicklung auf dem Server vornehmen.

EUDET

Anfang 2006 startete das EUDET-Projekt (www.eudet.org), das von der Europäischen Kommission gefördert wird und Entwicklungsarbeiten für Detektoren am ILC unterstützt. EUDET ist eine Initiative im 6. EU Forschungsrahmenprogramm, die insbesondere auf die Verbesserung von Infrastrukturen zur Detektorentwicklung abzielt. Für die ILC Detektorentwicklung werden mit Hilfe von EUDET Infrastrukturen aufgebaut und

verbessert, welche die in den nächsten Jahren notwendigen Experimente mit größeren Detektor-Prototypen erlauben. Alle Aktivitäten sind eingebettet in die geplanten Arbeiten der internationalen ILC Detektor R&D Kollaborationen.

Insgesamt sind 31 europäische Universitäten und Forschungsinstitute an EUDET beteiligt, mit DESY als koordinierendem Partner. Weiterhin gibt es über 20 Institute aus Europa und anderen Kontinenten, die als assoziierte Partner an dem Projekt beteiligt sind. Das Projekt ist auf 4 Jahre bis Ende 2009 angelegt und hat einen Gesamtumfang von über 21 Millionen Euro, von denen 7 Millionen von der EU beigetragen werden. Die EUDET-Kollaboration veranstaltete ein Kick-off Meeting im Februar am DESY und das erste Jahrestreffen im Oktober am MPI München mit jeweils mehr als 100 Teilnehmern. Alle im ersten Jahr gesteckten Ziele wurden erreicht.

Im Rahmen von EUDET ist es auch möglich europäische Gruppen zu fördern, die am DESY Teststrahl Experimente durchführen wollen, sowohl für ILC als auch andere Detektorprojekte. Nach Begutachtung eines Antrages können aus EU-Mitteln Reisen und Aufenthalt von Forschergruppen aus dem europäischen Ausland übernommen werden.

Die DESY bezogenen EUDET Aktivitäten sind bereits an anderer Stelle in diesem Bericht erwähnt worden.

Öffentlichkeitsarbeit bei FLC

Kommunikation und Outreach sind schon seit langem fester Bestandteil der Aufgaben der Gruppe FLC. Seit März werden diese Aufgaben von einer der vier ILC-Kommunikatoren übernommen, die für Pressearbeit und Kommunikation des ILC verantwortlich sind. Zu den Aufgaben gehört die wöchentliche Publikation von ILC NewsLine (einschließlich der Recherche, des Schreibens und Redigierens von Berichten), Bestimmung des Inhalts und Aktualisierung der Webseite www.linearcollider.org, Erstellung von Sonderpublikationen wie dem ILC-Flyer oder das RDR

Companion Document. Im Jahr 2006 haben die ILC-Kommunikatoren einen strategischen Kommunikationsplan ausgearbeitet und in weiten Teilen umgesetzt. Zurzeit findet ein Übergang statt, in dem die Gewichtung von interner Kommunikation auf externe Kommunikation verlagert wird.

Es besteht eine enge Zusammenarbeit mit der DESY PR-Abteilung. So wurde zum Beispiel eine Vortragsveranstaltung und Ausstellung im Rahmen des *Euroscience Open Forum* (ESOF) in München organisiert, die regen Zuspruch fanden. Mehr als 20 Journalisten nahmen an der Journalistenreise zum CERN zu dem Thema *Die deutschen Beiträge zum LHC* teil, organisiert von DESY PR/FLC und dem Max-Planck-Institut für Physik in München. Die vielen Artikel in regionalen und nationalen Zeitungen zeugen vom großen Interesse an technischen Themen auch in nicht technisch spezialisierten Medien. Auch bei der neuen DESY-Mitarbeiterzeitung *inForm* ist FLC fest eingebunden.

Zusammenfassung und Ausblick

Das ILC Projekt am DESY hat im Jahre 2006 wesentliche Fortschritte machen können. Die termingerechte Fertigstellung des *Reference Design Reports* für die Maschine und für das Experimentierprogramm am ILC ist durch wesentliche Beiträge von DESY Gruppen mit ermöglicht worden. Im Rahmen der ILC Projektgruppe werden Arbeiten in Hamburg und Zeuthen, und in verschiedenen Bereichen am DESY koordiniert. Regelmäßige Treffen der verschiedenen Fachgruppen miteinander stellen ein effizientes Arbeiten sicher.

Die Arbeiten am ILC profitieren wesentlich von der großen Nähe zum XFEL Projekt. Viele Synergie Effekte können hier ausgenutzt werden, und führen zu einer zentralen Rolle des DESY in verschiedenen Systemen des ILC. Besonders wichtig war im Berichtszeitraum die Inbetriebnahme des neuen Modul 6.

Detektorentwicklung in Hamburg konzentriert sich auf die Entwicklung der MAPS Technologie für einen Vertex Detektor, die Entwicklung einer TPC und eines hadronischen Kalorimeters für den ILC. Die Arbeiten werden wesentlich im Rahmen der Gruppe FLC und den ZEUS und H1 experimentellen Gruppen durchgeführt. In Zeuthen finden Arbeiten zur Entwicklung des FCAL statt. Physikstudien und Softwareentwicklungen werden in enger Kooperation zwischen beiden Standorten durchgeführt.

Im Jahre 2006 nahm die Emmy Noether Nachwuchsgruppe unter der Leitung von Frau Dr. Jenny List ihre Arbeit auf. Die Arbeiten zur Polarisationsmessung am ILC und die Untersuchungen zum Potential des ILC bei der Suche nach Dunkler Materie werden von dieser Gruppe durchgeführt. Die HGF Nachwuchsgruppe unter der Leitung von Frau Dr. Erika Garutti engagiert sich in der Entwicklung des hadronischen Kalorimeters und untersucht gleichzeitig Anwendungen der für das HCAL entwickelten Technologien z. B. in der Medizintechnologie.

Die nächsten Jahre werden wesentlich von einem Übergang von reinen R&D Studien zu Ingenieursstudien bestimmt sein. Die R&D Arbeiten werden bis zum Ende des Jahrzehntes ein vorläufiges Ergebnis erreicht haben. Parallel dazu werden die Vorbereitungen für einen *Engineering Design Report* der Maschine und des Detektors anlaufen.

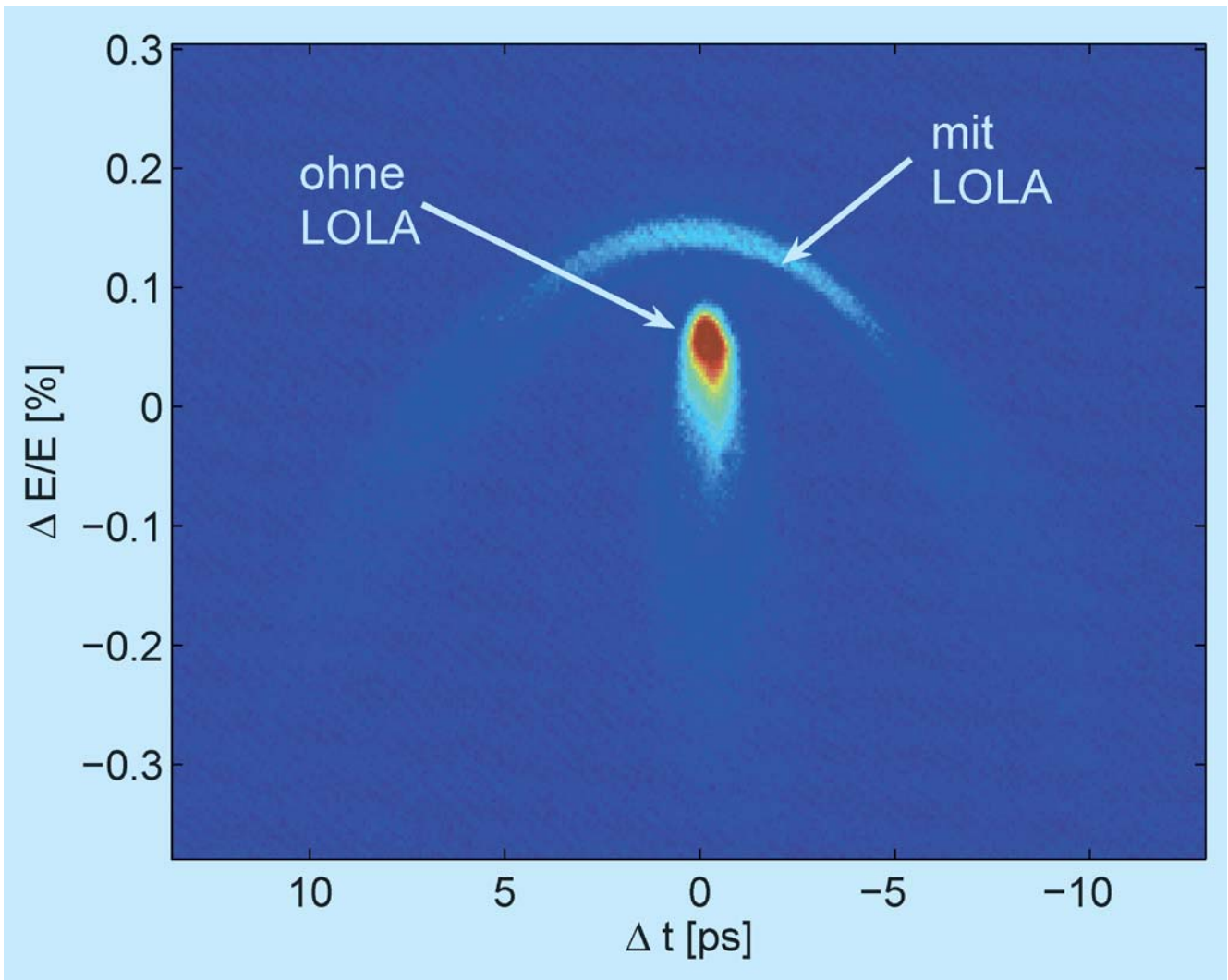


Abbildung 81: Bild der Verteilung der Elektronen im longitudinalen Phasenraum für unkomprimierte Elektronenpakete (on-crest-Betrieb der supraleitenden Resonatoren). Mit ausgeschalteter HF an der Struktur LOLA ergibt sich ein ausgedehnter Strahlfleck. Wenn LOLA horizontal ablenkt, wird die Energieverteilung innerhalb des Bunches sichtbar. Man erkennt sehr schön den Cosinusförmigen Verlauf des Beschleunigungsfeldes in den Resonatoren.

Forschung Linearbeschleuniger-Technologien

Gruppenleiter: B. Schmidt

Die Gruppe FLA arbeitet an hochauflösenden Strahldiagnosesystemen für FLASH und den XFEL. Zur Bestimmung der longitudinalen Ladungsverteilung in den komprimierten Elektronenpaketen werden drei Methoden angewandt: die elektro-optische (EO) Abtastung, die THz-Spektroskopie kohärenter Übergangsstrahlung und die transversale Strahlablenkung mittels einer Hochfrequenz-Wanderwellenstruktur (genannt LOLA). Ein wichtiges Projekt der Gruppe ist ein optisches Synchronisationssystem für supraleitende Linacs mit Femtosekunden-Genauigkeit, das für den International Linear Collider ILC und den Röntgenlaser XFEL von zentraler Bedeutung sein wird und in absehbarer Zeit am FLASH-Linac installiert und erprobt werden soll.

Elektro-optische Vermessung der Elektronen-Pakete in Linearbeschleunigern

Die im Jahr 2005 begonnenen elektro-optischen (EO) Messungen an einzelnen Elektronenpaketen (*single-shot*) sind 2006 fortgeführt und erheblich verbessert worden. Mit der Methode der spektralen Codierung (siehe Jahresbericht 2005) sind Messungen an einem 175 μm dicken Gallium-Phosphid-Kristall durchgeführt worden. Parallel dazu wurde die Bunchform mit der transversal ablenkenden Wanderwellenstruktur LOLA mit sehr guter Auflösung vermessen (siehe weiter unten). Der mit LOLA ermittelte zeitliche Verlauf des Pulses wurde als Eingangsgröße einer Simulation des

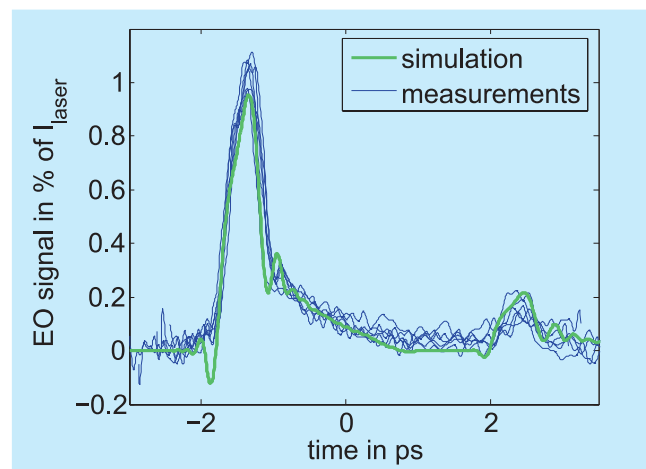


Abbildung 82: Die Pulsformen einzelner Elektronenpakete, gemessen mit der spektralen Codierungsmethode an einem 175 μm dicken Gallium-Phosphid-Kristall. Die dickere durchgezogene Kurve zeigt die Vorhersage aufgrund der in der Struktur LOLA ermittelten Pulsform. Das kleine zweite Maximum in einem Abstand von 4 ps vom Hauptmaximum ergibt sich durch Zweifachreflektion des THz-Pulses im GaP-Kristall.

elektro-optischen Effekts in GaP verwendet unter Anwendung der im TESLA Report 2005-01 beschriebenen Methoden. In Abbildung 82 wird die vorhergesagte Form des EO-Signals mit den gemessenen EO-Signalen von 10 Elektronenbunchen verglichen. Die Übereinstimmung ist perfekt. Dies ist unseres Wissens die erste absolute Pulsformbestimmung von THz-Pulsen mit Hilfe des elektro-optischen Effekts.

In Zusammenarbeit mit Physikern des Infrarot-FEL-Labors FELIX in Nieuwegein (Niederlande), der Universitäten von Dundee und Aberty Dundee (Schott-

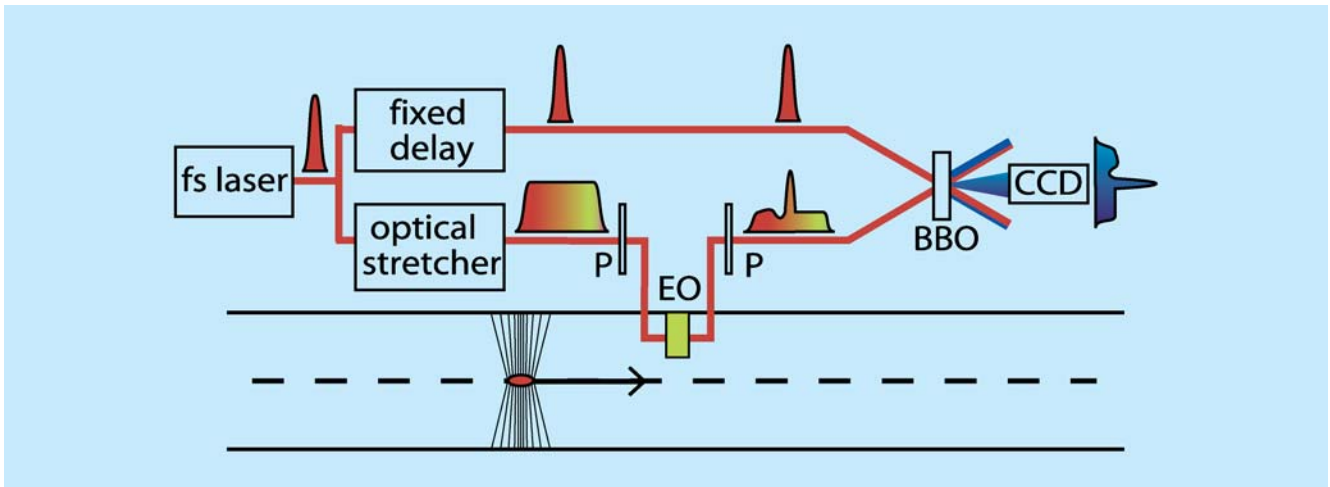


Abbildung 83: Schematische Darstellung der elektro-optischen Rekonstruktion der Ladungsverteilung in einzelnen Elektronenpaketen mit Hilfe der zeitlichen Codierung (electro-optic temporal decoding EOTD). Der verstärkte Laserpuls mit einer Energie von 1 mJ und einer Dauer von 30 fs wird in einen 30 fs langen Testpuls und einen auf 20 ps gestreckten Abtastpuls aufgespalten. Der Abtastpuls durchläuft einen Polarisator P und danach den im Strahlrohr befindlichen EO-Kristall, wo dem Laserpuls eine elliptische Polarisation aufgeprägt wird, die proportional zur elektrischen Feldstärke des Bunches ist und den gleichen zeitlichen Verlauf hat. Diese elliptische Polarisation wird im zweiten Polarisator in eine Intensitätsmodulation umgewandelt. Abtast- und Teststrahl werden im BBO-Kristall unter einem Kreuzungswinkel von 38° überlagert. Die UV-Strahlung aus der Überlagerung der beiden Strahlen verläuft in Richtung der Normalen des BBO-Kristalls. Sie ist dadurch räumlich von dem UV-Licht getrennt, welches von den Einzelstrahlen erzeugt wird.

land) und des Daresbury Laboratory (UK) ist ein EO-Experiment mit zeitlicher Codierung aufgebaut worden, das Einzelbunch-Messungen mit hervorragender Zeitauflösung erlaubt. Das Schema wird in Abbildung 83 gezeigt. Ein verstärkter Titan-Saphir-Laserpuls von 30 fs Länge wird in einen *Testpuls* (obere Spur) und einen *Abtastpuls* (untere Spur) aufgespalten. Der Abtastpuls wird mit einer Gitteranordnung auf 20 Picosekunden gestreckt. Im Gallium-Phosphid-Kristall wird die elektrische Feldverteilung des Bunches dem Abtastpuls aufgeprägt, der dabei eine zeitabhängige elliptische Polarisation erhält. In einem frequenzverdoppelnden BBO-Kristall werden Abtast- und Testpuls unter einem Kreuzungswinkel von 38° überlagert. Die Zeitinformation des Abtastpulses setzt sich dabei in eine räumliche Verteilung der entstehenden UV-Strahlung um. Die UV-Strahlung wird mit einer

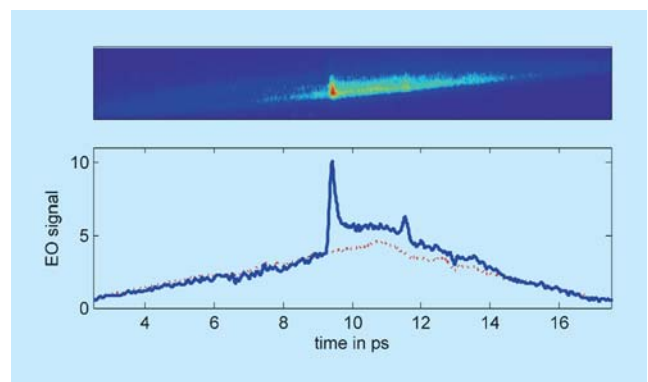


Abbildung 84: Oben: Zweidimensionales CCD-Bild der Lichtverteilung im BBO-Kristall. Die Zeitachse verläuft horizontal. Unten: zeitlicher Verlauf des EO-Signals. Der Kopf des Elektronenpakets befindet sich auf der linken Seite. Gestrichelt ist der Untergrund, der bei Abwesenheit des Elektronenpakets beobachtet wird.

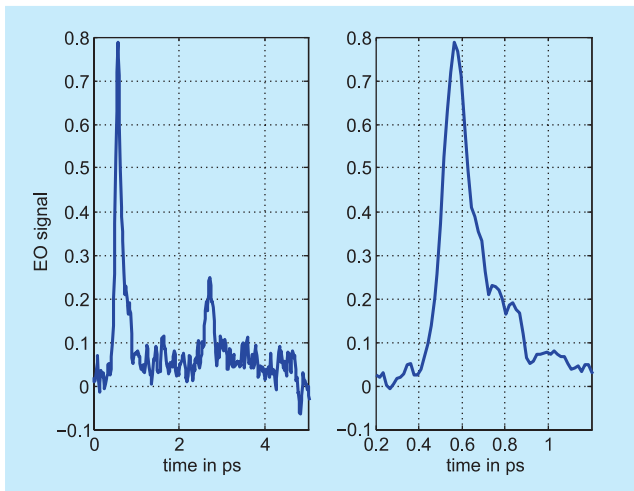


Abbildung 85: Links: Pulsform eines einzelnen Elektronenpakets, gemessen mit der zeitlichen Codierungsmethode. Der Kopf des Bunches liegt bei 0.6 ps. Die Dicke des GaP-Kristalls beträgt 65 μm . Rechts: Form des Kopfes auf einer gestreckten Zeitskala.

bildverstärkenden CCD-Camera abgebildet, siehe Abbildung 84.

Die typische Pulsform eines einzelnen Bunches wird in Abbildung 85 gezeigt. Die Zeitauflösung beträgt 50 fs (rms) und ist um einen Faktor 2 besser als bei der spektralen Codierung.

Hochpräzise Ankunftszeitmessung der Elektronenpakete

Für zeitkritische Experimente bei FLASH besteht großes Interesse an einem Messgerät, das die Ankunftszeit der Elektronenpakete am Undulator mit hoher Genauigkeit bestimmen kann. Zu diesem Zweck ist ein Monitor entwickelt worden, der direkt die 1550 nm Laserpulse des optischen Synchronisationssystems verwendet. Das Schema und die Funktionsweise werden in Abbildung 86 gezeigt. Die hochfrequenten Signale einer breitbandigen Strahlantenne (*beam pickup*) werden zu einem elektro-optischen Modulator (EOM) geleitet. Die Pulsform der Signale entspricht im Wesentlichen

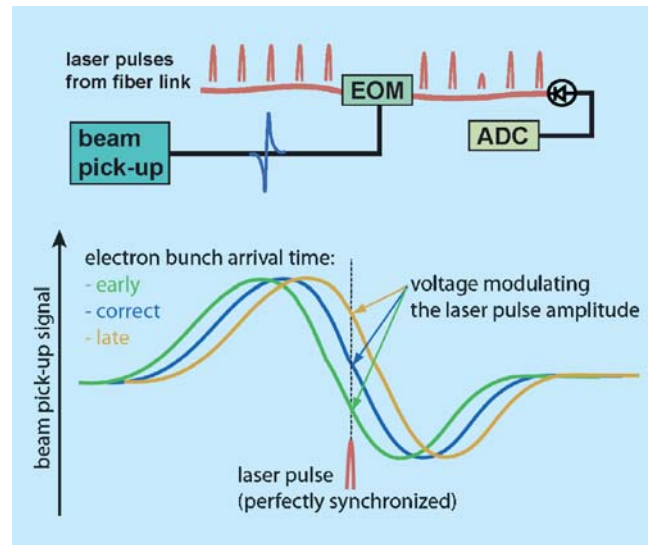


Abbildung 86: Oben: Funktionsprinzip des Ankunftszeitmonitors. Der dritte Laserpuls ist koinzident mit einem Bunch. Unten: Relative zeitliche Lage zwischen Laserpuls und HF-Signal des Bunches. Die mittlere Kurve zeigt perfekte zeitliche Koinzidenz.

der zeitlichen Ableitung des elektrischen Feldes $E(t)$ des Bunches. Im EOM wird ein mit dem Bunch koinzidenter Laserpuls durch das HF-Signal amplitudenmoduliert. Um möglichst gute Zeitauflösung zu erhalten, wird in der Nähe des steilen Nulldurchgangs des HF-Transients gemessen. Ändert sich die Ankunftszeit des Bunches, so kommt das HF-Signal zeitlich früher oder später, und entsprechend erhöht oder erniedrigt sich die Modulationsspannung des abtastenden Laserpulses. Die Amplitude des modulierten Laserpulses ist somit ein empfindliches Maß für die Ankunftszeit des Elektronenpakets.

Über einen längeren Bunchzug beobachtet man eine systematische Variation der Ankunftszeit, siehe Abbildung 87. Dies deutet auf eine systematische Energievariation innerhalb des Bunchzuges hin, die sich in den magnetischen Umwegen der Bunch-Kompressoren in eine Zeitverschiebung übersetzt. Daraus erkennt man, dass der Ankunftszeitmonitor auch ein wichtiges Diagnoseinstrument für FLASH darstellt. Neben der systematischen Verschiebung gibt es noch zeitliche Schwankungen, die aber innerhalb eines Bunchzuges

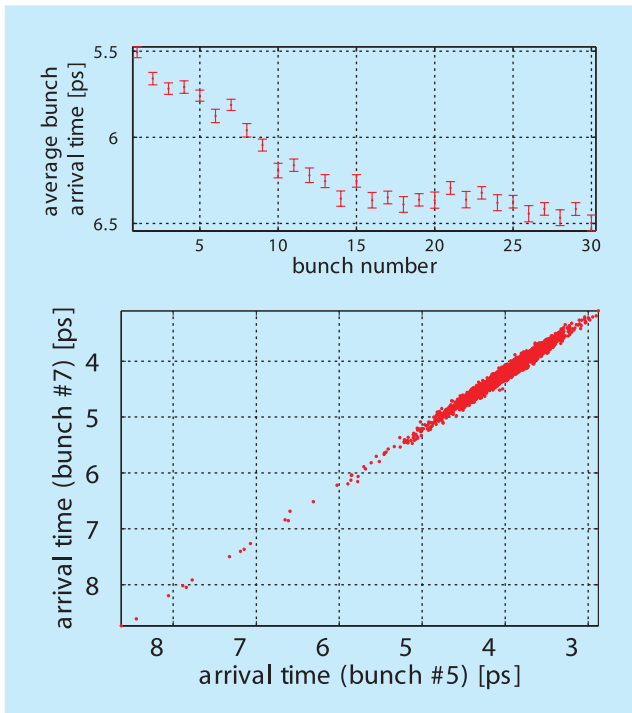


Abbildung 87: *Oben: Systematische Variation der Ankunftszeiten in einem Zug von 30 Bunchen. Unten: Korrelation zwischen den Ankunftszeiten von Bunch 5 und Bunch 7 in einem langen Bunchzug.*

weitgehend korreliert sind. Aus der Streuung der Daten ergibt sich eine Genauigkeit von 30 fs (rms) für die Bestimmung der Ankunftszeit.

Experimente mit kohärenter Übergangsstrahlung

Die Spektroskopie kohärenter Übergangsstrahlung stellt ein wichtiges Instrument zur Untersuchung der longitudinalen Ladungsverteilung der Elektronenpakete dar. Der hierbei interessante Wellenlängenbereich ist durch die Größe der typischen Strukturen der Elektronenpakete (Bunche) gegeben; beim FLASH-Linearbeschleuniger liegen diese im Bereich von einigen Mikrometern bis zu mehreren hundert Mikrometern. Es handelt sich also um Strahlung im mittleren und fernen Infrarotbereich (0.2–50 THz). Die gemessene Intensitätsverteilung in der Fokalebene der THz-Strahlführung (siehe Jahresbericht 2005) wird in Abbildung 88 mit der berechneten Verteilung verglichen. Die Übereinstimmung ist sehr gut.

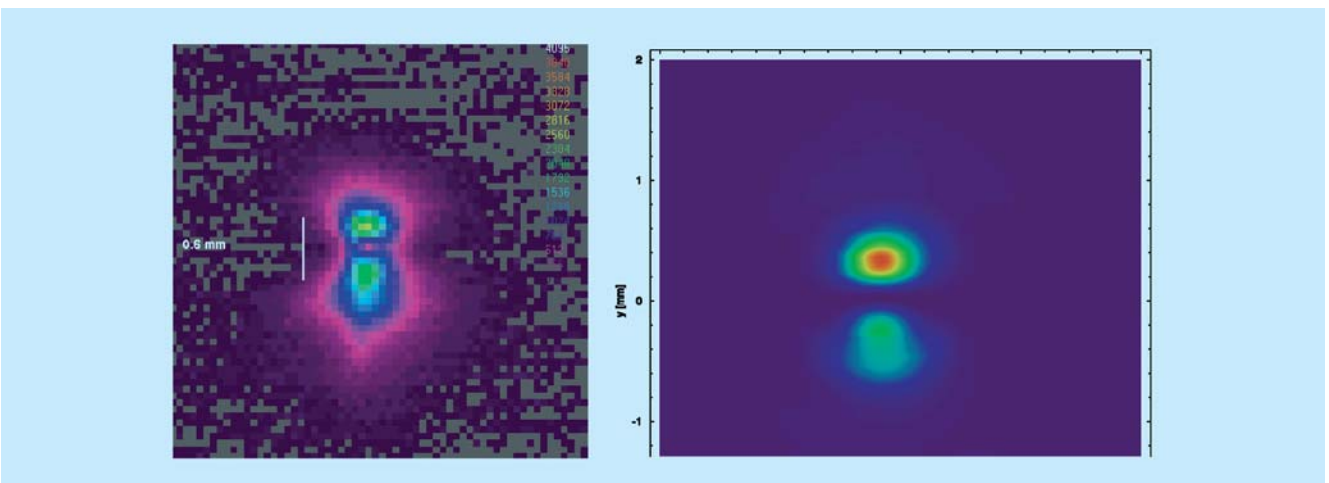


Abbildung 88: *Links: Gemessene zweidimensionale Intensitätsverteilung der kohärenten Übergangsstrahlung in der Fokalebene der THz-Strahlführung. Rechts: Berechnete Verteilung für eine Frequenz von 10 THz (dort liegt das Maximum der beobachteten Strahlung). Die Strahlung ist linear polarisiert in vertikaler Richtung.*



Abbildung 89: 30-Kanal pyroelektrischer Detektor. Die Sensoren sind halbkreisförmig angeordnet. Die Spektrometeranordnung befindet sich in einem evakuierten Behälter in der Fokalebene der im Jahresbericht 2005 beschriebenen THz-Strahlführung.

Da die Form der Elektronenbunche und damit das Strahlungsspektrum von Puls zu Puls stark variiert, ist es notwendig, das gesamte Spektrum aus einem einzelnen Strahlungspuls zu gewinnen. Bisher benutzte Methoden, die auf interferometrischen Messungen (Autokorrelationsfunktion) des Strahlungsspektrums beruhen, sind dazu nicht in der Lage. Für die THz-Strahlführung wurde daher ein neuartiges Gitterspektrometer mit großer Bandbreite entwickelt, das eine sequentielle Anordnung von Reflexions- und Transmissionsgittern zur spektralen Zerlegung der Strahlung benutzt. Zum Nachweis der Strahlung wurde ein pyroelektrischer Vielkanaldetektor (30 Kanäle) entwickelt, der es erlaubt, Einzelschusspektren mit hoher Sensitivität und für Wiederholraten von 1 MHz aufzuzeichnen. Ein Bild wird in Abbildung 89 gezeigt. Die pyroelektrischen Sensoren wurden nach unseren Spezifikationen von einer Firma (Infratec in Dresden) entwickelt. Sie sind mit speziellen Oberflächenbeschichtungen versehen, die die Reflektion der THz-Strahlung an der Vorder- und Rückseite des Detektorchips weitgehend unterdrücken. Auf diese Weise erreicht man ein nahezu frequenzunabhängiges Ansprechvermögen. Herkömmliche kommerzielle Pyro-Detektoren weisen dagegen periodische Einbrüche der Sensitivität als Funktion der Frequenz auf und sind für spektroskopische Anwendungen wenig geeignet.

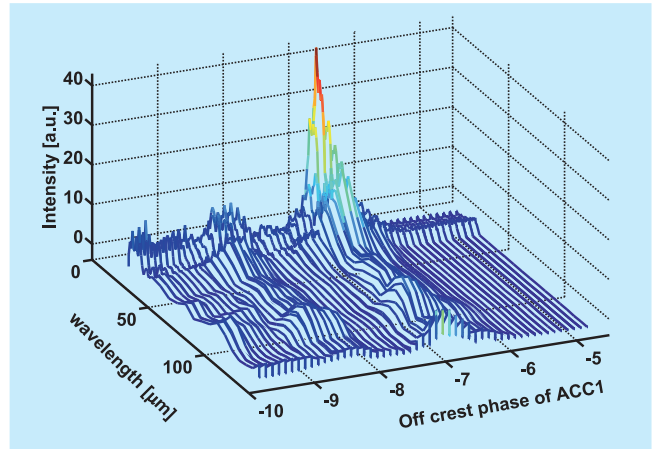


Abbildung 90: Spektrum der kohärenten Übergangsstrahlung als Funktion der HF-Phase in dem Beschleunigungsmodul ACC1.

Ein ganz entscheidender Parameter für die longitudinale Bunchkompression ist die Hochfrequenzphase im Beschleunigungsmodul ACC1, in welchem den Teilchen eine positionsabhängige Energie aufgeprägt wird. In Abbildung 90 sind die mit dem pyroelektrischen Vielkanaldetektor gemessenen Spektren für verschiedene Werte der HF-Phase aufgetragen. Bei der für den SASE-Betrieb optimalen Phase beobachtet man ein starkes Anwachsen der spektralen Intensität im Bereich von 20 – 50 μm . Dies zeigt sich auch in dem Spektrum in Abbildung 91, bei dem Messungen mit verschiede-

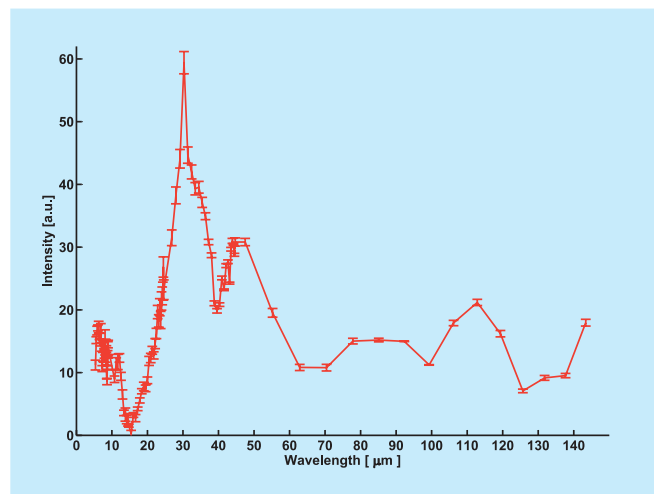


Abbildung 91: Kombiniertes Spektrum von verschiedenen Transmissions- und Reflektionsgittern.

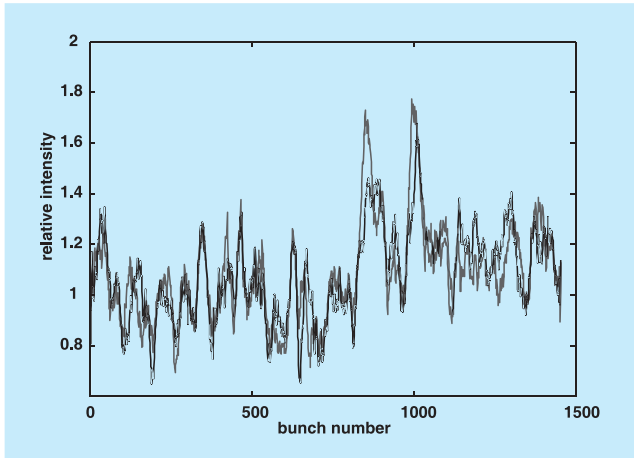


Abbildung 92: Die gemessene Pulsenergie des FEL-Lichts (schwarze Kurve) und die Intensität der kohärenten Übergangsstrahlung im Bereich 20–40 μm (graue Kurve) als Funktion des Bündelnummer.

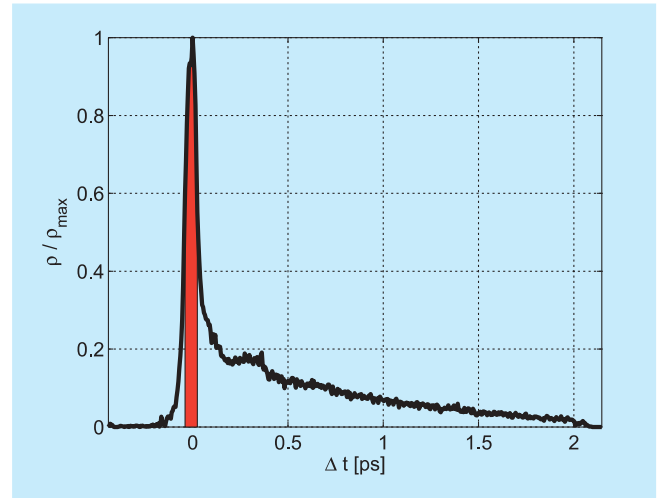


Abbildung 93: Das mit dem LOLA-Aufbau gemessene zeitliche Ladungsdichte-Profil eines Bündels.

nen Transmissions- und Reflektionsgittern kombiniert wurden.

Einzelschuss-Messungen der spektralen Intensität erlauben es, eine Korrelation mit der gemessenen FEL-Pulsenergie herzustellen, siehe Abbildung 92.

Messungen mit der transversal ablenkenden HF-Struktur

Ein äußerst leistungsfähiges Gerät zur Diagnose einzelner Elektronenpakete ist die HF-Wanderwellen-Struktur LOLA, die ähnlich wie ein Oszillograph funktioniert, aber eine tausendfach bessere Zeitauflösung hat. Anstelle der Sägezahnspannung dient eine Superposition von transversalen elektrischen und magnetischen Eigenschwingungen hoher Feldstärke zur transversalen Ablenkung der Elektronen. Auf diese Weise wird das Zeitprofil einzelner Bündel auf einem Leuchtschirm sichtbar und kann mit höchster Genauigkeit vermessen werden. Abbildung 93 zeigt die gemessene longitudinale Ladungsdichteverteilung im Bündel. Man beobachtet ein scharfes Maximum am Kopf des Bündels mit einer Halbwertsbreite von 70 fs sowie einen langen Ausläufer zu späteren Zeiten.

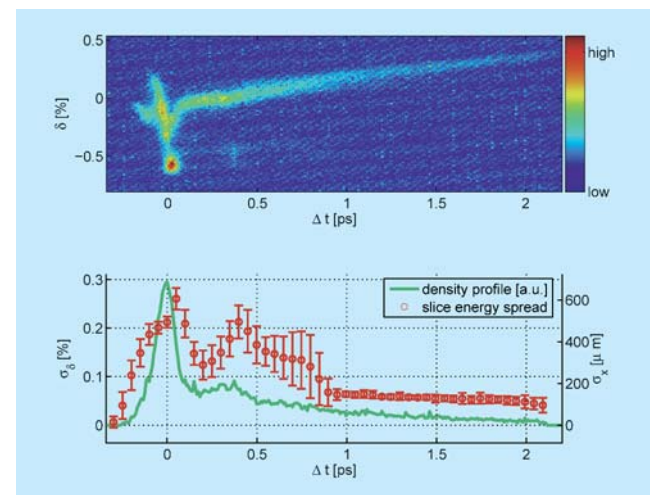


Abbildung 94: Oben: Bild der Verteilung der Elektronen im longitudinalen Phasenraum für optimale Kompression. Die Abszisse gibt die zeitliche Abweichung Δt der Teilchen vom Kopf des Bündels an, der sich bei $\Delta t = 0$ befindet. Die Ordinate zeigt die relative Abweichung $\delta = (E - E_0)/E_0$ von der Nominalenergie E_0 . Unten: Die Kurve zeigt die Ladungsdichte als Funktion von Δt , die Punkte mit Fehlerbalken geben die Energieverschmierung (energy spread) an.

In Abbildung 94 wird die Verteilung der Elektronen im longitudinalen Phasenraum gezeigt. Der Kopf des Bündels hat eine besonders komplizierte Energiestruktur,

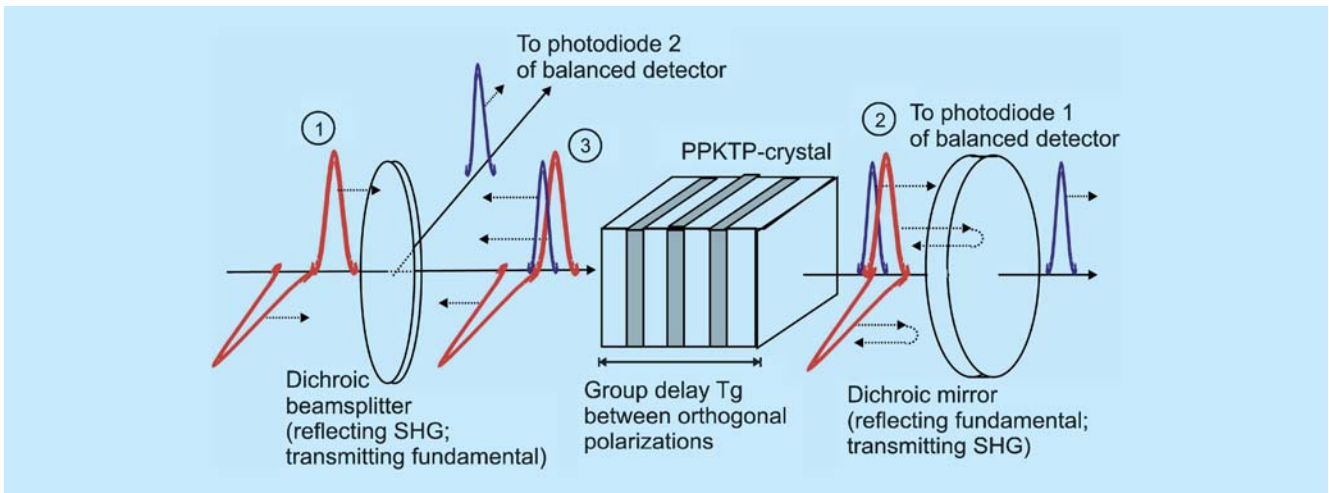


Abbildung 95: Schematischer Aufbau des balancierten Kreuz-Korrelators.

die durch Raumladungskräfte innerhalb des Bunches und kohärente Synchrotronstrahlung in den magnetischen Umwegen der Bunchkompressoren hervorgerufen wird.

Die Abbildung 81 demonstriert in eindrucksvoller Weise die vielseitigen Möglichkeiten des LOLA-Aufbaus, zum Verständnis der komplexen Vorgänge im FLASH-Linac beizutragen. Hier wurde die HF-Phase allen Beschleunigungsmodulen so gewählt, dass die Beschleunigung der Teilchen auf dem Maximum der HF-Welle erfolgte (sogenannter *on-crest*-Betrieb). Außerdem waren die Magnete der Bunchkompressoren ausgeschaltet.

Femtosekunden-Synchronisation

Im Jahresbericht 2005 ist dargelegt worden, dass konventionelle Hochfrequenz-Verteilungssysteme außerstande sind, die extremen Anforderungen an die Phasengenauigkeit der HF im ILC und im XFEL zu erfüllen. Als neues Konzept ist die Frequenzverteilung mit Hilfe von periodischen optischen Pulsen vorgestellt worden, basierend auf Faserlasern bei 1550 nm Wellenlänge. Die Pulse werden über längenstabilisierte Glasfaserleitungen im Beschleunigertunnel verteilt. Die benötigten Faserlaser sind gebaut und erprobt worden.

Entwicklung eines balancierten optischen Kreuz-Korrelators

Die optische Kreuz-Korrelation in einem frequenzverdoppelnden Kristall ist eine hochpräzise Methode, die Ankunftszeit von optischen Pulsketten aus verschiedenen Quellen relativ zu einander zu vermessen. In einem üblichen Kreuz-Korrelator hängt das Ausgangssignal nicht nur vom Grad der Überlappung der beiden Eingangssignale ab, sondern auch noch von deren Amplitude. Diese Amplitudenabhängigkeit kann durch die Verwendung eines balancierten Kreuz-Korrelators deutlich vermindert werden, in dem zwei Frequenzverdopplungen parallel durchgeführt werden. Dies wird so realisiert, dass eine zeitliche Verschiebung der beiden optischen Pulszüge gegeneinander zu einem Anwachsen des ersten frequenzverdoppelten Signals führt und zu einer Abnahme des zweiten. Das Differenzsignal verschwindet bei Gleichzeitigkeit, und zwar unabhängig von Amplitudenschwankungen der Eingangspulse.

In Zusammenarbeit mit dem MIT wurde ein balancierter optischer Kreuz-Korrelator für das optische Synchronisationssystem entwickelt, siehe Abbildung 95. Als frequenzverdoppelndes Medium wird ein periodisch gepolter KTP-Kristall vom Typ II verwendet,

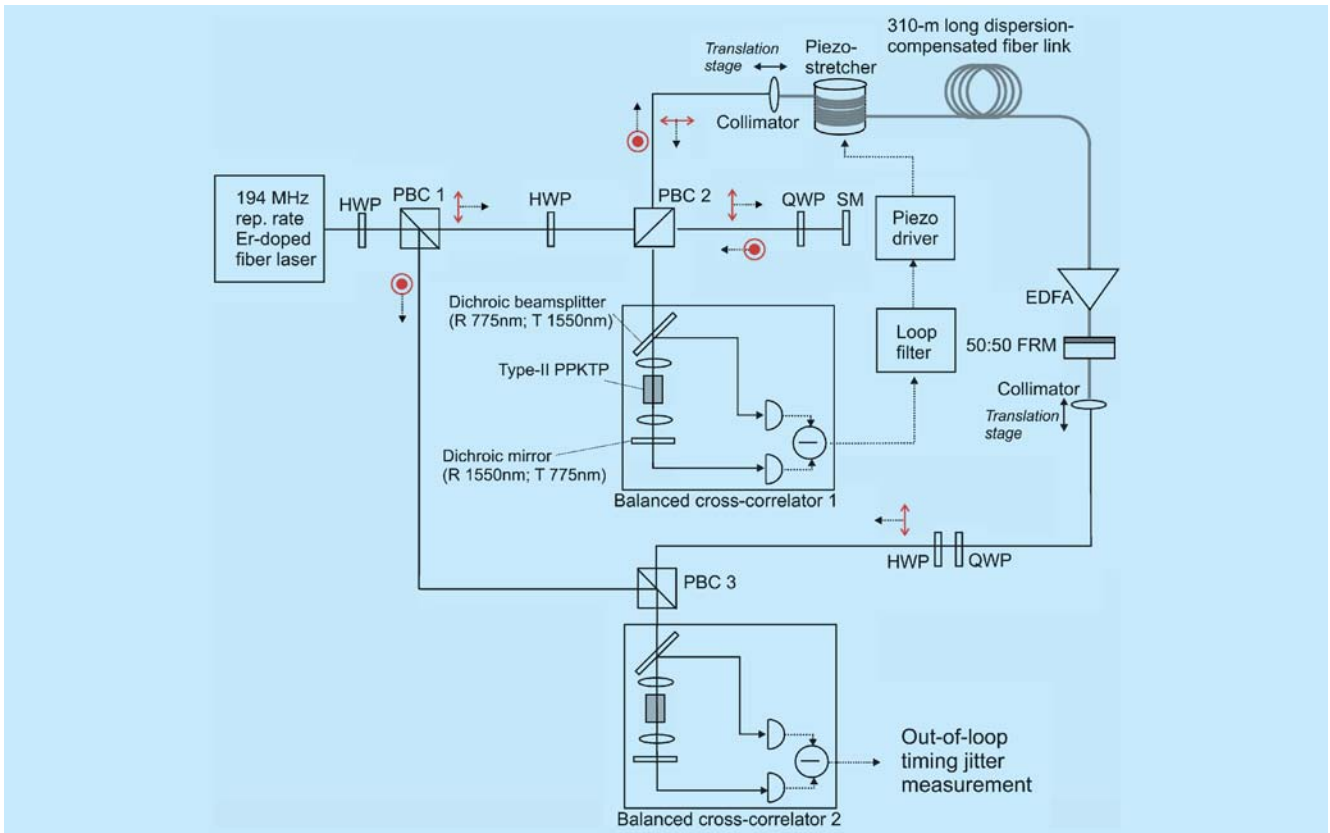


Abbildung 96: Aufbau zur Stabilisierung der optischen Länge einer Glasfaserleitung.

bei dem eine Frequenzverdopplung nur dann stattfindet, wenn orthogonale Polarisierungen zum zeitlichen Überlapp gebracht werden. Dies hat den Vorteil, dass die Kreuz-Korrelation untergrundfrei stattfindet, was den Signal-Rauschabstand erhöht. Das frequenzverdoppelte Signal wird über einen dichroitischen Spiegel ausgekoppelt. Die Pulse der Grundfrequenz werden an diesem Spiegel reflektiert und durchlaufen den KTP-Kristall ein weiteres Mal, wobei sie das zweite frequenzverdoppelte Signal erzeugen.

Bei Tests konnte eine Auflösung des Kreuz-Correlators von deutlich unter 10 fs erreicht werden. Wichtige Anwendungen des Kreuz-Korrelators sind die Längenstabilisierung der Glasfaserverbindungen im Beschleuniger, die hochpräzise Vermessung der Synchronisation zweier Faserlaser sowie Phasenrauschenanalysen von Erbium-dotierten Faserlasern und -Verstärkern.

Längenstabilisierung einer Glasfaserleitung

Ein Testaufbau für die Stabilisierung der optischen Länge einer dispersionskompensierten Glasfaserleitung ist in Abbildung 96 dargestellt. Ein Teil des übertragenen Lasersignals wird am Ende der Glasfaser über einen teilweise durchlässigen Faraday-Spiegel reflektiert (der durchlaufende Anteil steht für Synchronisationsaufgaben zur Verfügung). Durch den Faraday-Spiegel wird die Polarisation um 90° gedreht. In einem Kreuz-Korrelator wird die zeitliche Lage der reflektierten und der direkt aus dem Referenzlaser kommenden Pulse verglichen. Dieser Vergleich liefert das Regelsignal für einen piezo-elektrisch betriebenen Faserstretcher, mit dem die optische Länge der Leitung aktiv nachgeregelt wird.

Als Referenzlaser wurde ein Solitonlaser bei einer Repetitionsrate von ca. 200 MHz verwendet. Dieser bietet gegenüber *stretched-pulse* Lasern mit 50 MHz Repetitionsrate den Vorteil eines schmaleren optischen Spektrums, was die Dispersionskompensation in der Faser vereinfacht. Weiterhin kann bei gleicher Nichtlinearität eine vierfach höhere Leistung übertragen werden, wodurch das Signal des Kreuz-Korrelators einen Faktor vier besser ist.

Die Stabilität der Regelung wurde mit einem zweiten Kreuz-Korrelator vermessen. Die Zeitschwankungen (*time jitter*) liegen bei 9 fs (rms). Damit sind die Vorgaben für den ILC und den XFEL erreicht worden.

Die hervorragende Genauigkeit und Stabilität des Kreuzkorrelators und der Glasfiber-Leitung sind von großem Nutzen für das geplante Rückkopplungssystem bei FLASH, mit dem die Strahlenergie stabilisiert werden soll.

Beschleuniger

Inhalt

Speicherringanlage HERA	165
Speicherring DORIS III	173
Die Vorbeschleuniger	175
Freie-Elektronen-Laser FLASH	179
Die zukünftige Synchrotronstrahlungsquelle PETRA III	183
Planungen und Untersuchungen für den Röntgenlaser XFEL bei DESY	185
Aktivitäten in Zeuthen	189
Arbeiten der Gruppen des Bereichs Beschleuniger	193
–MIN– Injektion / Ejektion	196
–MHF– Hochfrequenztechnik	200
–MST– Software und Technik zur Kontrolle von Beschleunigern	206
–QP– Projektgruppe Quenchüberwachung	209
–MPS– Personen-Sicherheitssysteme	209
–MDI– Diagnose und Instrumentierung	211
–MSK– Strahlkontrollen	216
–MVA– Vakuum	218

–MVP– Protonenvakuum	221
–MKS– Kryogenik und Supraleitung	224
–MKK– Energieversorgung	234
–MPL– Maschinen Planung	240
–MEA– Aufbau von Beschleunigern und Experimenten	242
Strahlenschutz	249

Speicherringanlage HERA

Übersicht über das Betriebsjahr

Die guten Ergebnisse des Elektron-Proton Kollisionsbetriebes von HERA in 2005 wurden zu Anfang des Betriebsjahres 2006 noch übertroffen. In der Winterbetriebspause 2005/2006 wurden noch eine Reihe von Verbesserungsmaßnahmen durchgeführt. Der Betrieb wurde am 14. Februar wiederaufgenommen. Unmittelbar nach dem Wiederanlauf wurden sofort Spitzenwerte sowohl der Luminosität als auch der Effizienz und Zuverlässigkeit des Betriebes erzielt. Der Elektron-Proton Kollisionsbetrieb wurde am 23. Juni 2006 beendet. Insgesamt wurde im Zeitraum von Mitte Februar bis Ende Juni 2006 eine Luminosität von 90 pb^{-1} bereitgestellt.

Zwischen Ende Juni und Mitte Juli 2006 wurde HERA wieder auf Kollisionsbetrieb von Positronen mit Protonen umgestellt und bis zum Jahresende in diesem Modus betrieben. Dabei wurde für die Experimente ZEUS und H1 eine Luminosität von jeweils ca. 118 pb^{-1} erzeugt. Die hohe Spitzenluminosität des Elektron-Proton Betriebes wurde mit Positronen nicht ganz erreicht. Zum Ausgleich ergaben sich für alle Experimente im Allgemeinen sehr gute Bedingungen für die Datennahme mit guten Untergrundbedingungen und hoher Betriebseffizienz. Die Betriebszeiten in 2006 sind in Tabelle 5 zusammengefasst.

Betriebspause

November 2005 – Februar 2006

Die Betriebspause im Winter 2005/2006 war notwendig, um die vorgeschriebenen Prüfungen der Personenschutzanlagen am Gesamtbeschleunigerkomplex von DESY durchzuführen. Diese Zeit wurde für eine Reihe von Verbesserungsmaßnahmen bei HERA genutzt, in deren Zentrum, wie berichtet, der Austausch aller noch verbliebenen Magnetspulen des Typs BU stand. Ferner wurde ein longitudinales Strahldämpfungssystem (siehe hierzu den Bericht der Gruppe MSK) für Protonen installiert, welches während des Wiederanlaufs mit Strahl im Februar 2006 erfolgreich in Betrieb genommen wurde.

Ergebnis des Elektron-Proton Luminositätsbetriebs

Der Kollisionsbetrieb mit Elektronen zeichnete sich wie im Vorjahr, durch eine hohe, die Erwartung übersteigende, spezifische Luminosität von $\mathcal{L}_{\text{sp}} > 2 \cdot 10^{30} \text{ mA}^{-2} \text{ cm}^{-2} \text{ s}^{-1}$ aus. Somit konnten hohe absolute Werte der Luminosität von $\mathcal{L} > 4 \cdot 10^{31} \text{ cm}^{-2} \text{ s}^{-1}$ trotz

1. Jan. – 10. Feb.	Winterbetriebspause mit Verbesserungsarbeiten und Wartung in HERA
10. Feb. – 18. Feb.	Wiederaufnahme des Strahlbetriebs und Beschleunigerstudien
18. Feb. – 26. Jun.	Elektron-Proton Kollisionsbetrieb für H1 und ZEUS, Elektronenbetrieb für HERMES
26. Jun. – 3. Jul.	Reparaturen am HERMES- und H1-Detektor, Umstellung auf Positron-Proton Betrieb
3. Jul. – 10. Jul.	Aufsetzen des Positron-Proton Runs
10. Jul. – 31. Dez.	Positron-Proton Kollisionsbetrieb für H1 und ZEUS, Positronenbetrieb für HERMES

Tabelle 5: Übersicht über das HERA Betriebsjahr 2006.

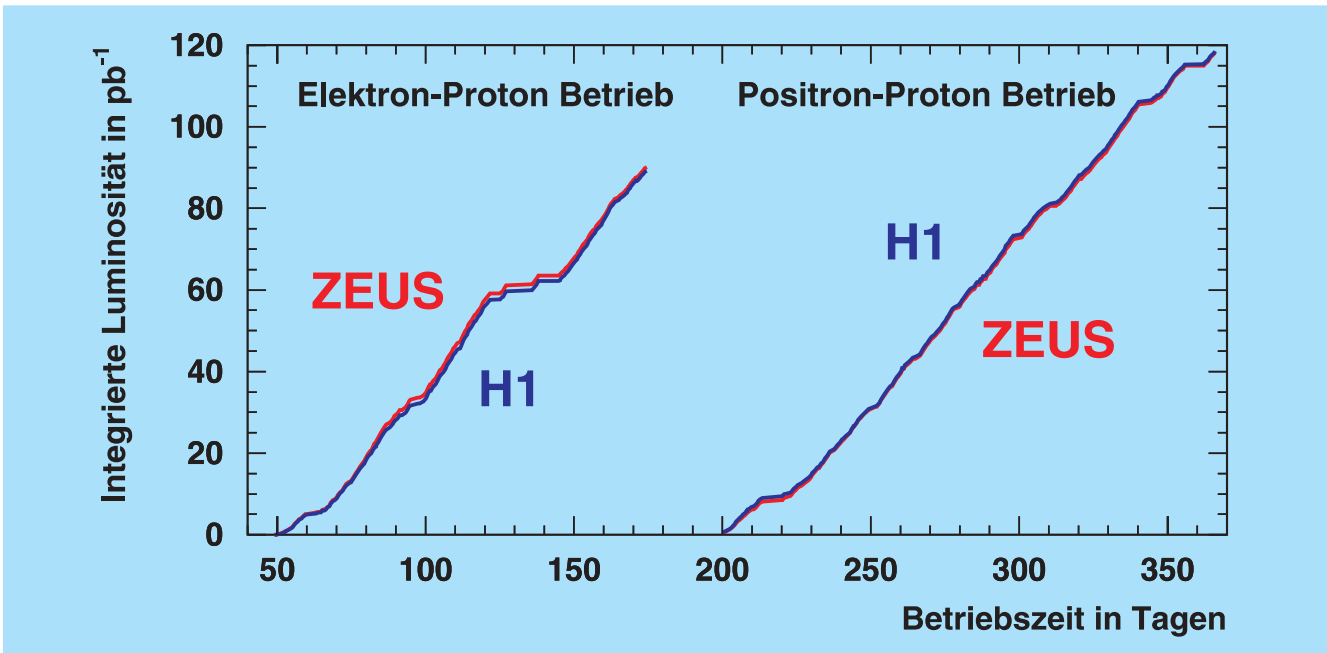


Abbildung 97: Die integrierte Luminosität von HERA in 2006 für Elektron-Proton und Positron-Proton Betrieb.

der Tatsache erreicht werden, dass sich die Elektronenströme nicht wesentlich über 40 mA steigern ließen. Die hohe spezifische Luminosität wird durch eine zusätzliche Verdichtung des Elektronenstrahlkerns an den Wechselwirkungspunkten durch die Wechselwirkung mit dem Protonenstrahl (dynamische Beta-Funktionen) erklärt.

Der größte Teil des Betriebes wurde mit relativ kleinen Elektronenstrahlströmen mit Anfangselektronenströmen von weniger als 40 mA durchgeführt. Zwar ließ sich der Elektronstrom durch regelmäßiges Konditionieren der Beschleunigungsstrukturen mit gepulster Hochfrequenz steigern, jedoch blieben die Ströme deutlich unter den angestrebten Werten von > 45 mA. Die Protonenströme jedoch erreichten neue Rekordwerte von 108 mA dank der guten Optimierung der Proton-Beschleunigungskette. Ab Mitte März wurde die Zahl der Protonenpakete von 150 auf 180 erhöht bei gleichbleibender Luminosität.

Die Kehrseite der hohen Luminosität im Elektron-Proton Kollisionsbetrieb waren im Allgemeinen kritische Untergrundverhältnisse für die Experimente H1

und ZEUS durch den Halo des Protonenstrahls. Dies erforderte kontinuierliches Optimieren während des Betriebes. Die Ausbildung des Protonenhalos wird durch die Fehlanpassung der Strahlprofile durch den oben erwähnten Effekt der Strahl-Strahlwechselwirkung erklärt. Die Toleranz gegenüber Störungen wie Restwelligkeit der Netzgeräte ist im Elektron-Protonbetrieb sehr klein.

Die Betriebseffizienz in der ersten Jahreshälfte von 2006 war mit Werten von 53% gut. Der positive Trend seit dem Wiederanlauf nach der HERA Luminositäts-Erhöhung setzt sich damit auch weiterhin fort. Somit konnte den Experimenten eine integrierte Luminosität von bis zu 8.5 pb^{-1} pro Woche geliefert werden. Allerdings litt die zweite Hälfte des Elektron-Proton Runs unter dem Versagen der neuen HERMES Targetkammer. Dies führte zu längeren Unterbrechungen des Betriebes und zusätzlichen Begrenzungen des Elektronenstrahlstroms.

Das Luminositätsergebnis der ersten Jahreshälfte betrug 90 pb^{-1} für die Experimente H1 und ZEUS (siehe Abbildung 97).

	Elektron-Proton	Positron-Proton
Proton / Elektron Strahlenergie	920 GeV / 27.6 GeV	920 GeV / 27.6 GeV
Proton / Elektron Strahlströme (Maximalwerte)	108 mA / 41 mA	110 mA / 44 mA
Proton / Elektron horizontale Emittanz	4.1 nm / 27 nm	4.1 nm / 27 nm
Proton / Elektron vertikale Emittanz	4.2 nm / 3 nm	4.2 nm / 3 nm
Spitzenluminosität	$4.9 \cdot 10^{31} \text{ cm}^{-2} \text{ s}^{-1}$	$4.0 \cdot 10^{31} \text{ cm}^{-2} \text{ s}^{-1}$
Spezifische Luminosität	$2.4 \cdot 10^{30} \text{ mA}^{-2} \text{ cm}^{-2} \text{ s}^{-1}$	$1.7 \cdot 10^{30} \text{ mA}^{-2} \text{ cm}^{-2} \text{ s}^{-1}$
Integrierte Luminosität	89.2 pb ⁻¹ (H1) 90.1 pb ⁻¹ (ZEUS)	118 pb ⁻¹ (H1, ZEUS)
Angesetzte Betriebszeit (BZ)	3072 h	3747 h
Luminositätsproduktionszeit (ZL)	1638 h	2030 h
Anzahl der Luminositätsläufe	178	216
Betriebseffizienz ZL/BZ	53%	54.2%
Maximaler Longitudinaler Polarisationsgrad	45%	45%

Tabelle 6: Der Luminositätsbetrieb 2006 in Zahlen.

Das größte technische Problem des Beschleunigers in diesem Zeitraum war ein Vakuumleck in einer Kammer des Elektronen-Spinrotators.

Nach Beendigung des Runs mit Elektronen wurde wieder eine Beschädigung einer Photon Auslasskammer in der Wechselwirkungszone Nord festgestellt. Aus diesem Grund wurden der Photonabsorber NR6m wieder in seinen Originalzustand gemäß dem Design des HERA Luminositäts-Erhöhung versetzt¹, um weitere Beschädigungen in der Zukunft auszuschließen.

Ergebnis des Positron-Proton Luminositätsbetriebs

Ab 23. Juni 2006 wurde der HERA Betrieb auf Positron-Proton Kollisionen umgestellt. Die eigentliche Umstellung erforderte wie geplant nur wenige Tage. Die Betriebspause für Reparaturarbeiten an den Detektoren H1 und HERMES konnte genutzt werden um eine beschädigte Vakuumkammer des Quadrupol-Magneten

GI-NR7 auszutauschen. Der Anlauf mit Strahl verzögerte sich um weitere vier Tage durch einen Kurzschluss in einer Quadrupolspule am QC28 OL119m. Das Einrichten der Betriebszustände mit Positronen verlief erwartungsgemäß. Für die Strahloptiken von Positronen und Protonen wurde ein Arbeitspunkt der Betastrahlungsfrequenzen unterhalb der ganzen Zahl gewählt, um die Defokussierung des Positronenstrahls durch den Protonenstrahl zu reduzieren. Am 18. Juli konnte der Kollisionsbetrieb wieder aufgenommen werden.

Im Betrieb mit Positron-Proton Kollisionen konnte die gute Luminosität des Elektron-Proton Betriebes nicht ganz erreicht werden (siehe Tabelle 6). Die spezifische Luminosität war gegenüber dem Betrieb mit Elektronen um (15–20)% reduziert. Zwar wurden mit Positronen Strahlströme von 40 mA relativ mühelos erreicht. Eine deutliche Steigerung darüber hinaus ließ sich jedoch aufgrund von Problemen der Hochfrequenzanlagen, zumeist Vakuumproblemen in den Hochfrequenzresonatoren, nicht realisieren.

Zum Ausgleich zeichnete sich der Betrieb mit Positronen durch eine sehr hohe Stabilität und hervorragende Untergrundbedingungen für die Experimente H1 und ZEUS aus, die dadurch die Effizienz ihrer Datennahme bis auf Werte > 90% steigern konnten.

¹Die Apertur dieser Absorber wurde im Jahre 2002 um mehrere Millimeter vergrößert, da der Verdacht bestand, dass Photonen von diesem Absorber in den Detektor zurückgestreut werden.

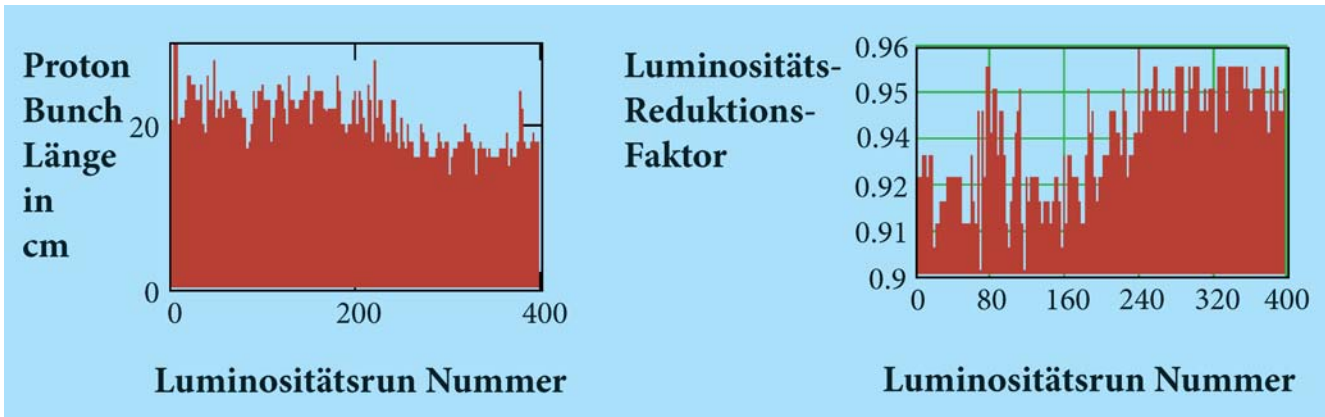


Abbildung 98: Proton-Bunchlänge und die entsprechende (berechnete) Vergrößerung der Luminosität für alle Läufe in 2006.

Polarisationsbetrieb 2006

Wie in den Vorjahren wurden für den HERA Luminositätsbetrieb longitudinale spin-polarisierte Leptonenstrahlen an den Wechselwirkungspunkten Nord, Süd und Ost bereitgestellt. Sowohl im Elektron-Proton Betrieb als auch im Positron-Proton Betrieb steht hohe Luminosität in Konkurrenz mit maximaler Spinpolarisation. Trotzdem erreichte die Polarisation typischerweise Werte von über 40%.

HERA Beschleunigerphysik- und Verbesserungsprogramm

Verkürzung der Proton-Bunchlängen auf die Designwerte

Das in der Winterpause 2005/2006 installierte longitudinale Dämpfungssystem für den Protonenstrahl (siehe Jahresbericht 2005 und den Bericht der Gruppen) wurde während des Wiederanlaufs mit Strahl im Februar 2006 erfolgreich in Betrieb genommen. Mit diesem System konnten die ursprünglich für den HERA Protonenstrahl geplanten Proton-Bunchlängen auf Anrieb erzielt werden. Dieses System, welches zum erfolgreichen Bedämpfen von gekoppelten Bunchschwingungen über den gesamten Strahl-Energiebereich von 40 GeV

bis 920 GeV für jede Energie sorgfältig angepasste Parameter benötigt, wurde mit Hilfe einer intelligenten Steuerung in den komplexen Beschleunigungsprozess des HERA Protonenstrahl integriert und stand etwa ab Mitte des Jahres 2006 im Routinebetrieb zur Verfügung. Es sorgte im Verlaufe des Betriebsjahres für immer kürzere Protonenstrahlpakete. Schließlich wurde eine Verkürzung der RMS-Paketlängen (*half bunch length*) um ca. 30% erreicht. Dadurch wurde nicht nur eine weitere Steigerung der Spitzenluminosität um ca. 4% erzielt, sondern auch die Entstehung von Protonengleichstrom im Luminositätsbetrieb unterdrückt und damit bessere Untergrundbedingungen für die HERA-Experimente H1 und ZEUS geschaffen sowie günstigere Triggerbedingungen herbeigeführt. Die Abbildung 98 zeigt eine Übersicht der anfänglichen Proton-Bunchlängen für alle Protonfüllungen in 2006.

Strahlparameter für den Luminositätsbetrieb mit Positronen

Die Lepton-Proton Strahl-Strahl-Wechselwirkung, welche zu einer Erhöhung der Dichte des Elektronenstrahls an den Wechselwirkungspunkten führt, bewirkt für vergleichbare Strahlparameter eine Aufweitung des Positronenstrahls am Wechselwirkungspunkt.

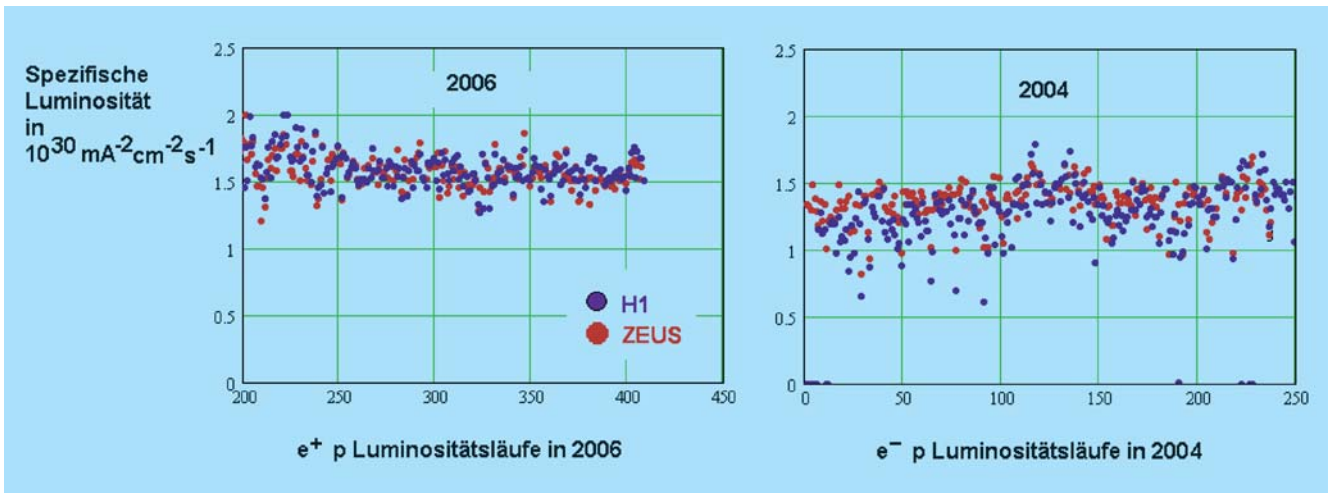


Abbildung 99: Vergleich der Spezifischen Luminositäten für Positron-Proton Kollisionen in HERA der Betriebsjahre 2004 und 2006.

Aus diesem Grund wurden im Betriebsjahr 2004 mit Positronen spezifische Luminositäten von nur $1.4 \cdot 10^{30} \text{ mA}^{-2} \text{ cm}^{-2} \text{ s}^{-1}$ erzielt. Im Betrieb mit Positronen im Jahre 2006 wurden deshalb die Arbeitspunkte der vertikalen und horizontalen Betatron-Schwingungen der Teilchen, (betatron tunes $Q_{x,y}$) zwischen 0.5 und 1 gewählt. Damit ergibt sich in linearer Näherung trotz der defokussierenden Wirkung des Protonenstrahls gemäß $\Delta\beta\nu\beta = 2\pi g \cdot \xi_{x,y} \cdot \cot(2\pi \cdot Q_{x,y})$ (ξ ist die Strahl-Strahl Betatron Frequenzverschiebung, β ist die Amplitudenfunktion am Wechselwirkungspunkt) eine Verkleinerung der horizontalen und vertikalen Strahlgrößen an den Wechselwirkungspunkten. Damit ließen sich zwar (wegen Effekten höherer Ordnung) nicht die gleichen spezifischen Luminositäten wie mit Elektronen erzielen, jedoch eine deutliche Verbesserung der spezifischen Luminosität von 15% gegenüber den Werten von 2004. Abbildung 99 zeigt den Vergleich der spezifischen Luminosität von Positron-Proton Kollisionen von 2006 mit den Daten von 2004.

Verbesserungen an den Spinrotatoren

An den drei Lepton-Spinrotatorenpaaren von HERA traten in den Vorjahren, aber auch in 2006, wiederholt schwere Vakuumlecks auf, welche insgesamt einen

erheblichen Beitrag zu dem Verlust von Betriebszeit durch technische Defekte ausmachten. Aus diesem Grund wurde die Synchrotronstrahlungsbelastung des Rotator-Vakuumsystems für alle Bedingungen welche im Luminositätsbetrieb auftreten können neu berechnet. Dabei traten erhebliche Designschwächen zum Vorschein, welche als Ursache für das Auftreten von Vakuumlecks angesehen werden müssen.

Die Synchrotronstrahlungsabsorber vor den Schiebbestücken schützen die Komponenten des Rotatorvakuumsystems nur in unzureichender Weise. Bereits bei kleinen Orbitablagen von einigen Millimetern werden die Schiebbestücke aus Edelstahl von Synchrotronstrahlung extremer Dichte direkt getroffen. Dies führt nicht nur zu einer Beschädigung der Schiebbestücke sondern auch zu extremen Temperaturgradienten von lokal $> 1000^\circ\text{C}$, welches hohe mechanische Spannungen im Bereich der Vakuumschweißnähte und das Entstehen von Lecks bewirkt.

Die mit eingelöteten Hochfrequenzschirmungen versehenen Pumpstützen des Vakuumsystems im Rotatorbereich werden durch sogenannte Stichabsorber, welche in die Vakuumkammer eingelötet sind geschützt. Diese besitzen jedoch keine eigene Wasserkühlung sondern werden nur über die Vakuumkammer gekühlt. Wie

die Analyse zeigt beträgt die Belastung der Absorber ca. 800 W und die damit verbundenen Temperaturen steigen mit der vorhandenen Kühlung weit über 500°C. Dies führt ebenfalls zu starken mechanischen Spannungen in der Lötnaht, insbesondere im Falle von plötzlicher Änderung der Belastung (z. B. durch Strahlverlust).

Die folgenden Maßnahmen wurden im Berichtszeitraum realisiert, um die Wahrscheinlichkeit von weiteren Vakuumleckagen im Rotatorbereich zu reduzieren:

- Die Rotatormagnete werden in der vertikalen Ebene um bis zu 5 mm mechanisch fehl-aufgestellt, um die Wahrscheinlichkeit, dass das Synchrotronlicht die vorgesehenen Absorber verfehlt, zu reduzieren.
- Die Stichabsorber vor den Pumpstützen erhielten eine eigene Wasserkühlung, die ausreicht, um eine Überhitzung zu vermeiden.
- Der Leptonenstrahl wird vor dem Dump auf 23 GeV entschleunigt, um schnelle zeitliche Änderungen der Synchrotronstrahlungslast und damit verbundene starke mechanische Spannungen zu vermeiden.

Schnelle Orbitregelung

Im Berichtszeitraum wurde eine schnelle Strahlregelung eingerichtet und erfolgreich getestet. Der geschlossene Orbit des HERA Leptonenstrahls leidet insbesondere in der horizontalen Ebene unter Schwankungen von bis zu 300 µm (gemessen im Bogen). Dies entspricht ca. 30% der Strahlbreite. Eine Fourieranalyse der gemessenen Orbitwerte zeigt, dass der größte Teil der Schwingungen sich auf Frequenzen unterhalb von 20 Hz beschränkt und oberhalb dieses Bereichs nur kleinere Amplituden um 50 Hz und 100 Hz sichtbar sind. Diese Schwingungen führen zu einer Reduktion der Luminosität und zu verstärkter Halobildung des Protonstrahls durch die mit den Orbitschwankungen am Wechselwirkungspunkt verbundene Modulation der Betatron Frequenzen. Aus diesem Grunde wurde eine

schnelle Lageregelung entwickelt, um die Schwingungen im Frequenzbereich bis ca. 20 Hz zu dämpfen. Die Elemente dieses Systems umfassen:

- 16 Luftspulen, welche um die kupfernen, mit massiven Wasserkühlkanälen versehenen Vakuumkammern installiert wurden,
- 16 Strahllagemonitore, welche über einen schnellen Datenbus (4 kHz Datenfrequenz) ausgelesen werden, so dass alle 16 Lagemonitorwerte mit einer Rate von ca. 800 Hz zur Verfügung stehen,
- Ansteuereinheiten für die Luftspulen mit einer maximalen Spannung von 10 V und einem Maximalstrom von 3 A bei einer Bandbreite von 50 Hz,
- ein PC gestütztes Datenverarbeitungssystem, welches die Datenaquisition steuert und das digitale Filtersystem beinhaltet.

Dieses System erlaubt sowohl globale Orbitkorrekturen als auch lokale Orbitstabilisierung an den Wechselwirkungspunkten. Das System wurde im Spätherbst 2006 erfolgreich getestet. Die Abbildungen 100 und 101 zeigen den zeitlichen Verlauf der Orbitschwingungen an einem der Wechselwirkungspunkte und die entsprechende schnelle Fourier-Transformation der Daten ohne (Abbildung 100) und mit Strahlstabilisierung (Abbildung 101). Die Schwingungen im Bereich unter 20 Hz werden um den Faktor drei unterdrückt. Es ist geplant, das System im Betriebsjahr 2007 routinemäßig zum Einsatz zu bringen.

Betriebseffizienz 2006

Im Berichtszeitraum wurden keine neuen größeren Maßnahmen zur Verbesserung der Betriebseffizienz getroffen. Die in den vergangenen Jahren eingeführten Prozeduren und Methoden wurden jedoch weitergeführt und teilweise verfeinert. Insbesondere wurde

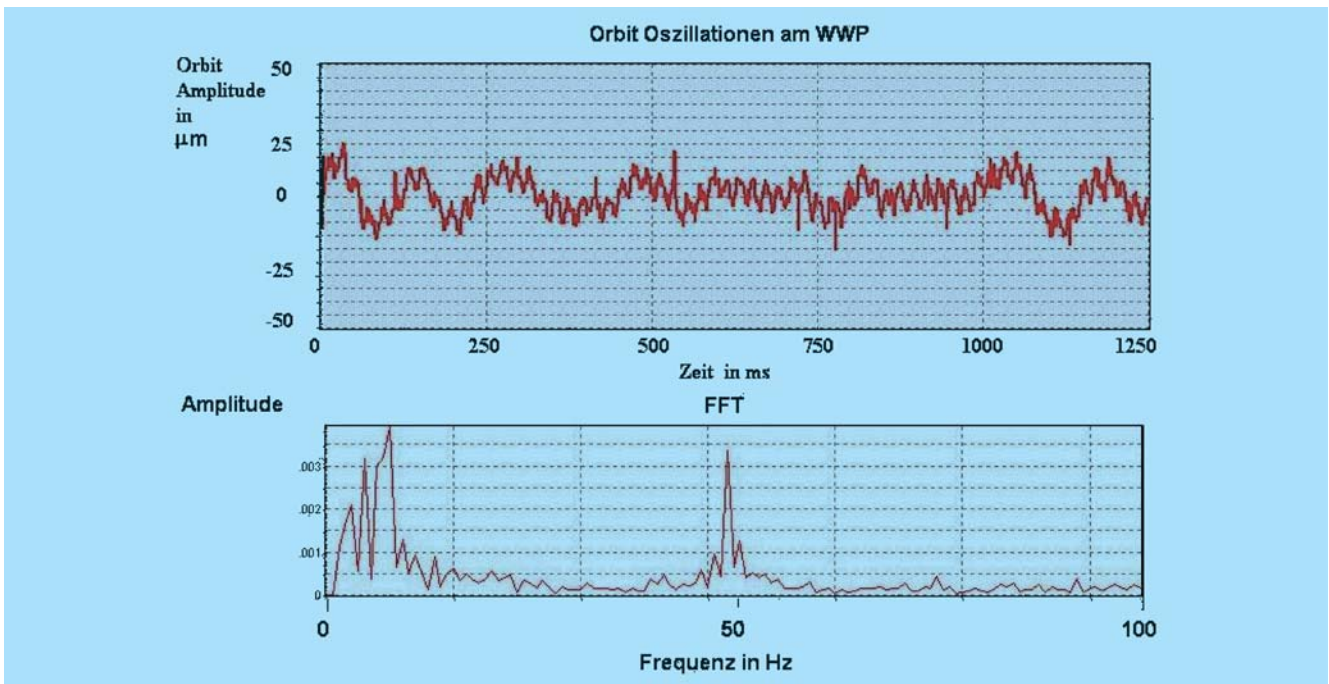


Abbildung 100: *Orbitschwingungen am Wechselwirkungspunkt (WWP) Süd und die Fourier-Transformation (FFT) der Messwerte ohne Lageregelung.*

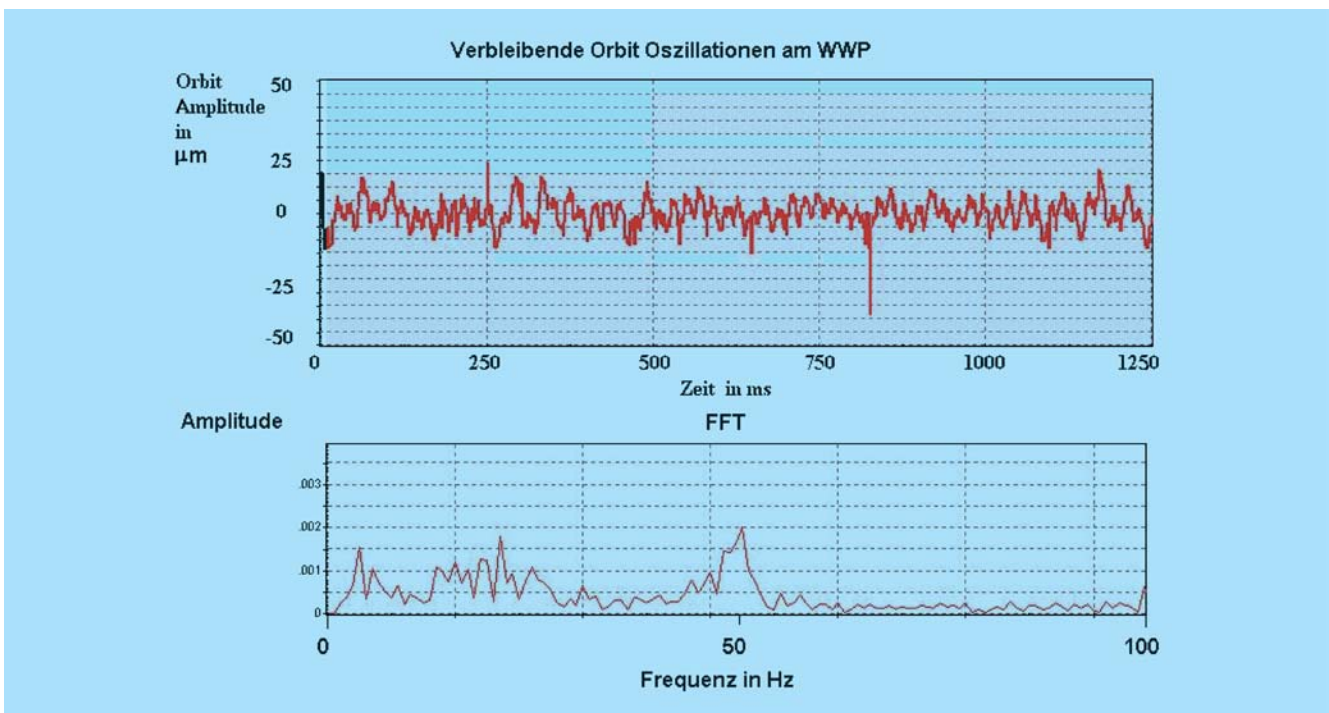


Abbildung 101: *Orbitschwingungen am WWP und zugehörige FFT mit eingeschalteter Lageregelung.*

das System der Stromversorgungsgeräte weiterhin einer regelmäßigen Überprüfung unterzogen.

Dies führte zu einer ausgezeichneten Verfügbarkeit der HERA-Anlage. Der Anteil der Zeit mit Luminositätsproduktion war mit 43.2% nur geringfügig größer als im vergangenen Jahr, bedingt durch den Zeitaufwand für den Anlauf nach den Betriebspausen und die Zeit für die Umstellung von Elektron-Proton auf Positron-Proton Betrieb. Dies erforderte einen Anteil von 7% der Zeit in 2006. Der Anteil von technischen Ausfällen an der Gesamtzeit ging etwa um den gleichen Betrag zurück. Fernerhin wurden die erforderlichen Zeiten für Injektion, Beschleunigung und Einstellung guter Luminositätsbedingungen noch um einige Prozentpunkte verringert. Die Effizienz des Betriebes, die Zeit im Luminositätslauf dividiert durch die insgesamt dafür angesetzte Zeit (inklusive Injektion, Beschleunigung und Einstellung) betrug 2006 zum ersten Mal seit dem Jahr 2000 mit 53% wieder mehr als 50%. Die Abbildung 102 zeigt die Verteilung der Zeit auf die einzelnen Betriebszustände.

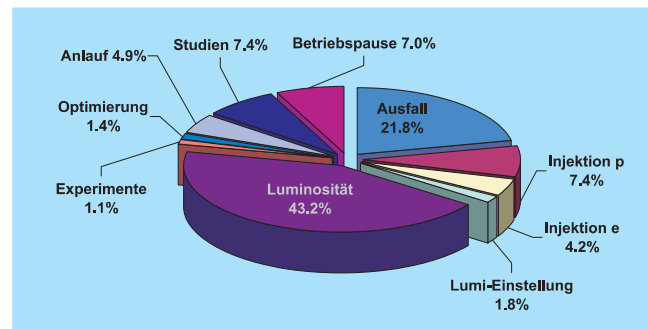


Abbildung 102: HERA Betriebsstatistik 2006: Die Zeit mit Kollisionen der beiden Strahlen nimmt den größten Raum ein (43.2%) gefolgt von Betriebsunterbrechungen durch technische Fehler, deren Beseitigung und dem darauf folgenden Wiederanlauf des Betriebs (21.8%). Die notwendigen Zeiten für Injektion und Beschleunigung und Einstellen der Luminosität der Strahlen hat sich weiter verringert (11.6%). Für Anlauf und Maschinenentwicklung wurden 12.3% der Zeit eingesetzt. Die Experimente benötigten 1.1% der Betriebszeit für Kalibration und Behebung von Problemen. Für Wartungsarbeiten wurden 7% benötigt.

Speicherring DORIS III

Strahlbetrieb

Das Jahr 2006 war für DORIS ausgesprochen erfolgreich. Die Strahlzeit für Nutzer konnte auf 5990 Stunden erhöht werden, bei gleichzeitiger Steigerung des mittleren Strahlstromes. Gleichzeitig konnte der bisherige Spitzenwert für die Verfügbarkeit der Maschine aus dem Jahr 2003 (95.9%) mit 95.7% fast wieder erreicht werden. Die mittlere Runzeit zwischen zwei Ausfällen lag bei 56.5 Stunden. Erfreulich für die Nutzer war auch, dass die Verfügbarkeit nie unter 84% lag (siehe Abbildung 103). Dieses gute Ergebnis wurde vor allem erreicht durch eine Verbesserung der Zuverlässigkeit bei den HF-System und den Magnetnetzgeräten, welche aufgrund ihrer Komplexität üblicherweise die Fehlerstatistik anführen. Verbesserungspotenzial gibt es noch bei den Beamline Interlocksystemen, welche knapp die Hälfte aller Ausfälle verursacht haben.

Die Lebensdauer konnte im Laufe des Jahres auf bis zu 20–30 Stunden gesteigert werden, bis sie gegen Ende des Jahres durch ein Vakuumleck am Ende des Transportweges wieder etwas reduziert wurde.

Der Nutzerbetrieb wird 2007 am 18. Januar wieder aufgenommen.

Arbeiten am Beschleuniger

In der Wartungsperiode 2005/2006 bis Mitte Januar wurde an sechs Wiggler Auslasskammern die Kühlung erneuert. Es hatte sich gezeigt, dass das bisherige System im Dauerbetrieb zu Ermüdungsbrüchen neigte. Dies sollte bei dem neuen, verbesserten Design ausgeschlossen sein. Zusätzlich wurde die Wigglerkam-

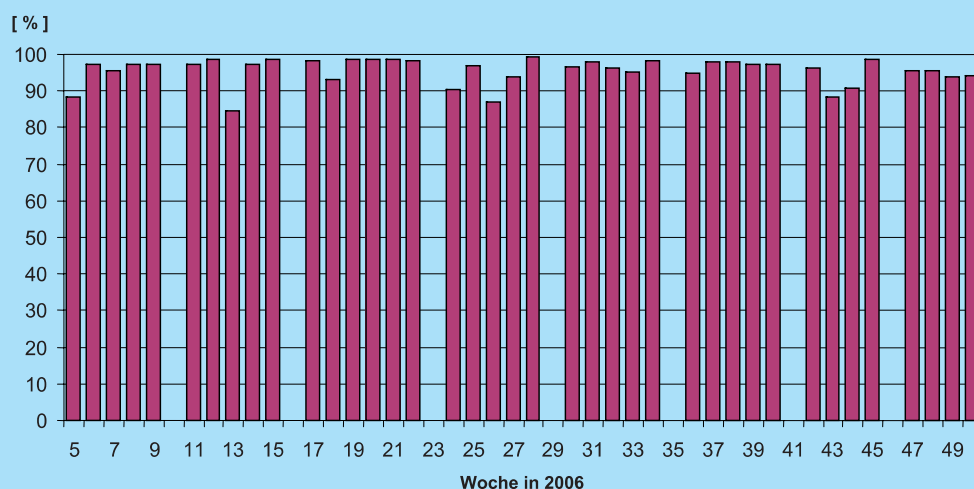


Abbildung 103: Verfügbarkeit von DORIS. Anteil der gelieferten an der geplanten Strahlzeit für Nutzer pro Woche. Die mittlere Verfügbarkeit in 2006 liegt bei 95.7% .

mer des BW3 wieder eingebaut, die im August 2005 durch einen Fehler an der Permanentmagnetstruktur beschädigt wurde. Leider war es nicht möglich, die beschädigte Magnetstruktur des BW3 zu reparieren – die Struktur wurde stattdessen um ein Viertel gekürzt, um einen Betrieb zu ermöglichen. Zugleich wurde der Magnet mit Schutzbändern versehen, die eine erneute Beschädigung der Kammer ausschließen. Der Wiggler wurde dann im Sommer 2006 wieder vervollständigt.

Zwei Vakuumventile wurden ersetzt, von denen eines Probleme mit der HF-Abschirmung zeigte und das andere eine leichte Undichtigkeit aufwies.

Zur Verbesserung der Zuverlässigkeit und zur Vereinfachung der Wartung wurden einige Quadrupol Netzgeräte durch einen modernen Typ ersetzt.

Im Shutdown ab 18. Dezember 2006 musste dann das Leck beseitigt werden, welches am Ende des Transportweges aufgetreten war. Zusätzlich musste noch ein Ventil gewechselt werden, so dass das halbe Ringvakuumsystem belüftet wurde. Die Arbeiten wurden noch vor Weihnachten beendet, so dass bereits am 27. Dezember mit dem Ausbackbetrieb begonnen werden konnte. Somit sind wir sicher, rechtzeitig zum Beginn des Nutzerbetriebes eine gute Lebensdauer zu erreichen.

Die Vorbeschleuniger

LINAC II und PIA

LINAC II und PIA wurden im Jahr 2006 routinemäßig mit Elektronen und Positronen betrieben. Nachdem im Mai der HERA-Betrieb auf Positronen umgestellt worden war, wurde zunächst auf das regelmäßige Umschalten der Teilchenart verzichtet. Seit Ende September werden die Teststrahlen wieder mit Elektronen bedient. Damit soll die Belastung des Konverters minimiert werden.

Derzeit wird ein Ersatz für den bisherigen Konverter entwickelt, der mechanisch erheblich vereinfacht ist, keine Lötstellen an Kühlleitungen im Vakuum mehr enthält, und im Sinne des Strahlenschutzes optimiert ist. Die Konstruktionsphase ist so gut wie abgeschlossen, erste Fertigungsaufträge wurden vergeben. Der Einbau ist für 2008 vorgesehen. Der Reservesender für das 125 MHz System in PIA ist nahezu vollständig. Mit der Fertigstellung ist im Frühjahr 2007 zu rechnen.

Linac III

Im Berichtszeitraum standen beide H^- -Ionenquellen am Linac III sowie der Linac selbst mit sehr hoher Zuverlässigkeit zur Verfügung.

DESY II

DESY II lieferte Positronen für DORIS, PETRA und HERA sowie Elektronen für die Teststrahlbenutzer. Typische Teilchenzahlen pro Bunch entsprachen $2 \cdot 10^9$ bis $1 \cdot 10^{10}$ Positronen und $1 \cdot 10^{10}$ Elektronen.

Das Umschalten zwischen den Teilchenarten verlief sehr zuverlässig. Die ungewöhnlich hohen Temperaturen im Sommer 2006 deckten Unzulänglichkeiten in der Klimaanlage des Synchrotron-Elektronik-Raumes (SER) auf. Ein neues System ist für Installation im Frühjahr 2007 vorgesehen.

Es wurden Prototypen für eine neue Regelelektronik der Magnetstromversorgung erfolgreich getestet.

In Zukunft wird für den Betrieb für PETRA III eine Endenergie von 6 GeV nötig sein. Bereits in diesem Jahr wurden verschiedene Tests in einem solchen Betriebsmodus durchgeführt. Um auch in Zukunft weitere Tests in einfacher Weise zu ermöglichen, wurde im Dezember die Endenergie für den Routinebetrieb für PETRA von bisher 7 GeV auf 6 GeV reduziert, ohne dass irgendwelche Nachteile für den PETRA/HERA-Betrieb beobachtet werden konnten.

DESY III

Als Vorbeschleuniger für PETRA und HERA lieferte DESY III sehr zuverlässig Protonen bei mittleren Strömen von etwa 200 mA beim Maximalimpuls von 7.5 GeV/c. Es gab keine erwähnenswerten Komponentenausfälle.

PETRA

Übersicht

Nach einer Winter-Wartungszeit stand PETRA vom 23.1. bis zum 31.12., also für 343 Tage, als Vorbe-

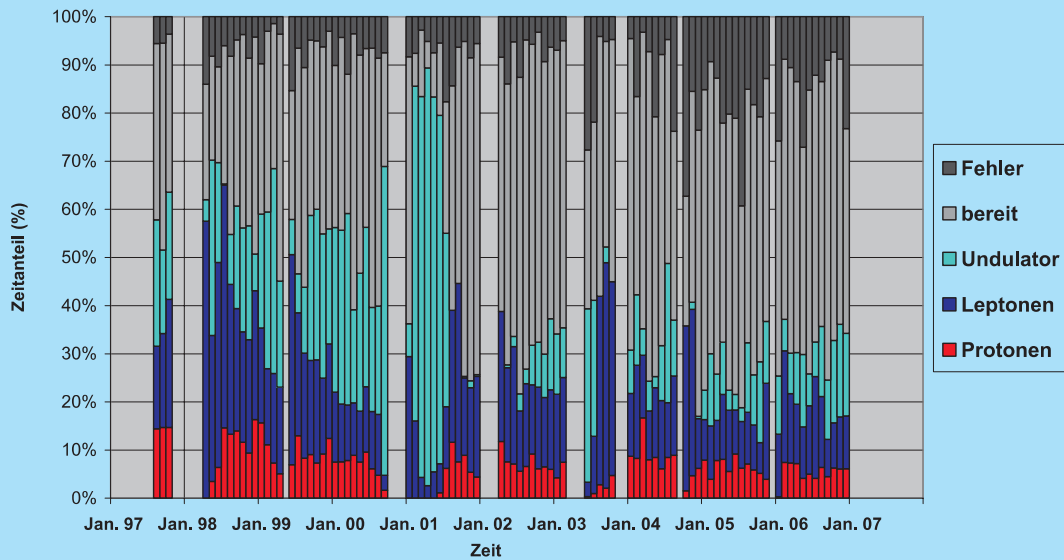


Abbildung 104: Übersicht der Betriebszeitanteile von PETRA seit 1997.

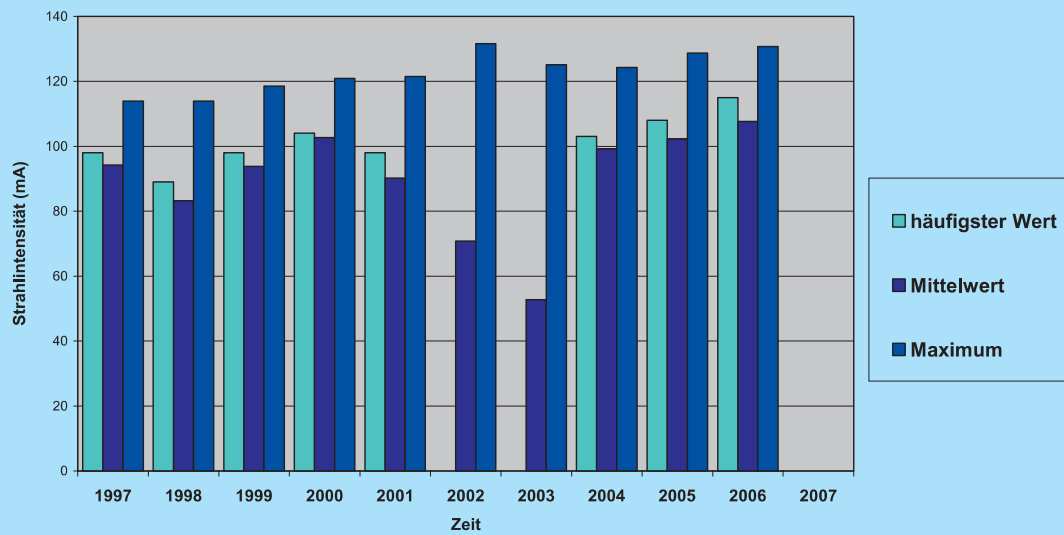


Abbildung 105: Übersicht der Protonenintensitäten bei Ejektion (60 Bunche).

schleuniger für HERA und als Synchrotronlichtquelle für HASYLAB zur Verfügung. Etwa 20% der Zeit hat HERA beansprucht, grob 10% der Zeit HASYLAB.

Die Abbildung 104 zeigt die Betriebszeitanteile der vergangenen Jahre. Auffällig ist der relativ hohe Anteil an Fehlerzeiten, der nach wie vor auf eine verschlechterte Fehlerüberwachung zurückzuführen ist, die zeitweise trotz erfolgreichem Strahlbetrieb oder Strahlbereitschaft zur Fehleranzeige geführt hat.

In der ersten Jahreshälfte wurde HERA mit Elektronen beliefert, Mitte des Jahres wurde dann der Leptonenbetrieb auch für HASYLAB auf Positronen umgestellt.

Um bei DESY II parasitäre Studien für die PETRA-III-Zukunft durchführen zu können, wurde im Dezember die Injektionsenergie für Positronen in beiden Betriebsmoden von 7 GeV auf 6 GeV, die zukünftige PETRA-III-Sollenergie, reduziert.

Da sich herausgestellt hat, dass das im Magnetbetrieb aufgrund unkompensierter Ringströme erzeugte Stör-Magnetfeld PETRAs (etwa ein fünfzigstel des Erdmagnetfelds) Auswirkungen auf den Betrieb von TTF/FLASH hatte, wurde ein zusätzlicher Kompensationsstromkreis eingeführt, der im Betrieb synchron zu den Magnetstromkreisen gefahren wird.

Betrieb als Vorbeschleuniger

Der Betrieb mit Elektronen oder Positronen war wie in den vorangegangenen Jahren unproblematisch. Es gab hierbei zwei Ausfälle: Im August musste einer der drei Ejektionskicker getauscht werden. Im Dezember wurde wegen eines Klystronausfalls von der Senderanlage SL auf SR umgeschwenkt.

Um die HERA-Füllzeiten zu reduzieren wurden ab Oktober 16×3 statt bisher 14×3 Bunche gefüllt und damit der durchschnittliche Gesamtstrom im Positronenbetrieb erhöht.

Auch der Betrieb mit Protonen verlief im Wesentlichen unproblematisch. In der Abbildung 105 sind als Maß für Betriebsqualität die Protonenstrahlintensitäten bei Ejektion (mit 60 Bunchen) im Vergleich zu den Werten der Vorjahre dargestellt. Die Strahlintensitäten und auch die Zuverlässigkeit konnten noch einmal gesteigert werden, so dass die ursprünglichen Entwurfswerte erreicht wurden. Dennoch litt der Strahlbetrieb mit Protonen unter einer strahlintensitätsabhängigen Störung der Orbits unbekannter Ursache. Zunächst wurde versucht, diesen Effekt mit Hilfe einer ausgewählten Korrekturspule grob zu kompensieren, leider mit nur zeitweisem Erfolg. Erst im Dezember ist es gelungen, die Ursache zu finden und zu beseitigen: im Bereich der Halle SO werden offensichtlich in Abhängigkeit von der Protonenstrahlintensität hochfrequente Signale erzeugt, die von den Zuleitungen der dortigen Korrekturspulen aufgefangen werden und auf die angeschlossenen Netzteile zurückwirken, so dass in den Stromkreisen erhebliche, unüberwachte Fehlerströme fließen. Die Störsignalquelle konnte bislang nicht identifiziert, aber mittels Filterkondensatoren im Ausgang der Netzteile der jeweilige Fehlerstrom beseitigt werden.

Betrieb als Synchrotronstrahlungsquelle

Wie auch im vergangenen Jahr wurde PETRA nur etwa 10% der Zeit als Synchrotronstrahlungsquelle betrieben. Zeitweise traten wieder erhebliche Strahlverluste während der Beschleunigung auf, die auf eine longitudinale Anregung des Strahls zurückgeführt werden konnten, jedoch ohne die eigentliche Ursache hierfür dauerhaft beseitigen zu können.

Bauarbeiten im Bereich der zukünftigen Experimentierhalle für PETRA III haben zu deutlichen Orbitveränderungen in der Maschine und Ablagen im Lichtweg geführt.

Freie-Elektronen-Laser FLASH

Das Jahr 2006 stand im Zeichen der Stabilisierung der außerordentlichen Leistung des FLASH Beschleunigers und der Verbesserung der Betriebsabläufe. Von insgesamt 7896 geplanten Betriebsstunden wurde der FEL-Strahl 3696 Stunden (47%) Nutzerexperimenten zur Verfügung gestellt. Die restliche Strahlzeit wurden für Studien zur Verbesserung des FEL-Betriebes (2352 Stunden) und für allgemeine Beschleunigerstudien (1848 Stunden) genutzt.

Mit einer Strahlenergie von 370 bis 700 MeV erzeugt FLASH laserartige FEL-Strahlung in einem Wellenlängenbereich von 47 bis 13 nm. Die kohärenten Strahlungspulse sind mit 10 bis 20 fs extrem kurz und erreichen eine Energie von mehr als 100 μJ im VUV bis EUV-Wellenlängenbereich.

Im April wurde die FEL-Strahlung zum ersten Mal bei 13 nm erzeugt und im August konnte die für den SASE-Prozess typische Sättigung erreicht werden. Diese weltweit einzigartigen und unübertroffenen Ergebnisse beruhen auf einer systematischen Verbesserung der Stabilität des Strahls zusammen mit einem verbesserten

Verständnis der Strahloptik und des -orbits insbesondere im Undulatorbereich.

Die Messung der Verstärkung in Abhängigkeit von der Länge der ausgenutzten Undulatorstrecke zeigt den erwarteten exponentiellen Anstieg der FEL-Strahlenergie bis Sättigung erreicht ist. Aus diesen Daten zusammen mit der Analyse des Frequenzspektrums und einer statistischen Analyse der Energiefluktuation des SASE-Prozesses wurden die Eigenschaften der Strahlung bestimmt: bei der Wellenlänge 13.7 nm erreicht der einzelne FEL-Puls eine Energie von mehr als 70 μJ – gemittelt über viele Einzelpulse. Im Maximum werden 170 μJ erreicht. Die Länge der Pulse beträgt etwa 10 fs und erreicht eine Leistung von 5 GW. Tabelle 7 fasst die Ergebnisse zusammen.

Neben der fundamentalen Wellenlänge enthält die erzeugte Strahlung auch Beiträge von höheren Harmonischen. In der Sättigung sind im Wesentlichen die ungeraden Harmonischen messbar. Die Messung ergab folgende Werte:

Fundamental: 13.7 nm (90 eV) mit einer Energie von 40 μJ und Pulsleistung etwa 4 GW,

Wellenlängenbereich (Fundamentale)	13–47 nm
Mittlere Pulsenergie (bester Wert)	bis zu 100 μJ
Mittlere Pulsenergie (normaler Betrieb)	30 μJ
Maximal erreichte Pulsenergie	170 μJ
Einzelpulsleistung	~ 5 GW
Mittlere Leistung	> 100 mW
Pulslänge (FWHM)	10–50 fs
Spektrale Breite (FWHM)	0.5–1%
Einzelpuls-Brillanz	$10^{29} - 10^{30} \frac{\text{Photonen}}{\text{srad}^2 \text{mm}^2 0.1\% \text{ Bandbreite}}$

Tabelle 7: *Eigenschaften der FEL-Strahlung.*

3. Harmonische:

4.6 nm (270 eV) mit etwa 250 nJ und 40 MW,

5. Harmonische:

2.7 nm (450 eV) mit etwa 10 nJ und 2 MW,

7. Harmonische:

1.9 nm (630 eV) ist beobachtet worden.

Diese Werte entsprechen einer Einzelpuls-Brillanz von $(6 \pm 3) \cdot 10^{29}$, $(2 \pm 1) \cdot 10^{28}$ und $(2 \pm 1) \cdot 10^{27}$ Photonen/s/mrad²/mm²/(0.1% Bandbreite) für 13.7, 4.6 und 2.7 nm.

Der Betrieb von FLASH wurde im Jahre 2006 weiter stabilisiert. Viele Betriebsabläufe wurden standardisiert und optimiert. Operateure sind jetzt in der Lage, Teile der komplexen Optimierung des Elektronenstrahls, der für das Zünden und Halten des SASE-Prozesses notwendig ist, selbstständig und regelmäßig durchzuführen; wenn auch immer noch die Hand des Experten für schwieriges Abstimmen nötig ist.

Regelmäßige Studien und Experimente zur Verbesserung der Elektronenstrahldiagnose und der Vermessung der Strahleigenschaften führten zu einem wesentlich besseren Verständnis der Transferfunktionen und der Strahloptik und trugen so verbesserten Strahleigenschaften im Undulator bei.

Entscheidende Verbesserungen der Strahlstabilität wurden durch zum Teil kleine Verbesserungen in vielen Bereichen erreicht:

Eine verbesserte Optik erlaubt kleinere Elektronenstrahlgrößen in weiten Bereichen des Beschleunigers und vermindert so die Sensitivität für Einstellungsfehler der Quadrupole.

Durch ein verbessertes Modell des Beschleunigers kann jetzt zuverlässig Dispersion korrigiert werden, strahlbasierende Korrekturverfahren glätten den Orbit und vermeiden so unnötige Quellen von Dispersion.

Elektromagnetisch induzierte Störungen wurden an vielen Stellen identifiziert und eine Beseitigung eingeleitet. Zum Beispiel wurden alle Netzgeräte der Magnete mit Rauschfiltern ausgestattet und eine Maßnahmen zur Glättung des Stromes durchgeführt. Nach und nach werden da wo es möglich ist, alle Chopper-Netzteile

durch rauscharme Geräte ausgetauscht. Diese Maßnahmen haben zu einer wesentlich stabileren Strahlage geführt.

Durch Shuntwiderstände wurden die Präzision der Stromsteuerung um den Faktor 10 erhöht, und dadurch die Reproduzierbarkeit der Korrektoreinstellungen deutlich verbessert.

Die Umgebungstemperatur der empfindlichen Elektronik zur Stabilisierung der Amplituden und Phasenlage des beschleunigenden HF ist durch den Einbau einer präzisen Klimaanlage auf $\pm 1^\circ\text{C}$ stabilisiert worden. Dadurch konnten Tag-Nacht und Wettereinflüsse auf die Phasenlage des Strahls eliminiert werden. Der Injektorlaser hat ebenfalls eine verbesserte Temperaturregelung, hier liegen die Schwankungen in einem Bereich von $\pm 0.02^\circ\text{C}$.

Weitere Maßnahmen zur Reduzierung von elektromagnetisch induzierten Störungen betreffen auch das Erdungsschema der Stromversorgung. Das alte TN-C System (4-Leiter mit PEN) wird nach und nach durch ein modernes TN-S System (5-Leiter PEN und getrenntes PE) ersetzt. Das vermaschte Erdungssystem reduziert vagabundierende Erdströme und verhindert Erdungsschleifen. Gleichzeitig wurde die Stromversorgung der Großverbraucher wie Klystrons und Modulatoren von den empfindlichen Magnetnetzgeräten getrennt. Diese Maßnahmen werden im Frühjahr 2007 abgeschlossen sein.

Die Veränderung des im FLASH-Beschleuniger induzierten Magnetfeldes des PETRA-Ringbeschleunigers während seiner Rampenfahrten induziert eine deutlich messbare Bewegung des Elektronenstrahls weit über die Toleranz für den SASE-Prozess hinaus. Ein Kompensationsstrom wurde eingeführt, der den Effekt auf ein akzeptables Niveau reduziert (10% der FEL-Strahlenergie).

Die Phasen- und Amplitudenstabilität der HF der Elektronenstrahlquelle (RF-Gun) wurde durch die Einführung einer leistungsfähigeren Elektronik (FPGA) deutlich verbessert. Es ist jetzt möglich, Amplitude und Phase des Beschleunigungsfeldes in der RF-Gun durch die Bildung der Vektorsumme der ein- und rücklaufen-

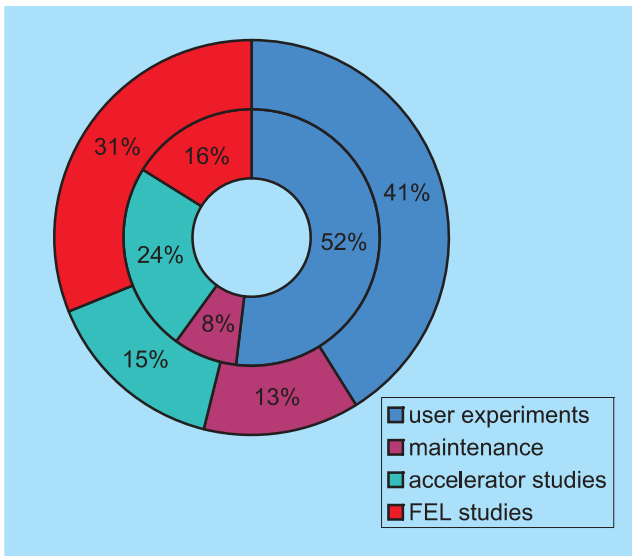


Abbildung 106: Verteilung der Strahlzeit auf die erste (innerer Kreis) und zweite Periode mit Nutzer-Experimenten. Im Vergleich zur Periode 1 von August 2005 bis Februar 2006 ist die Strahlzeit in Periode 2 von April 2006 bis März 2007 für die Verbesserung des FEL-Strahlbetriebes (rot) verdoppelt worden.

den HF-Leistung zu bestimmen und damit zu regeln. Die gemessene Phasenstabilität beträgt jetzt hervorragende 0.14° bezogen auf die HF (1.3 GHz), was 300 fs entspricht. Ein ähnlich verbessertes System ist schon für das erste Beschleunigungsmodul (ACC1) aufgebaut und wird getestet.

Die Standarddiagnose – insbesondere die Messung des Strahlorbis – ist jetzt überholt und erreicht jetzt beachtliche Genauigkeit. Zum Beispiel liegt jetzt die Auflösung der Strahllagemessung im Undulatorbereich bei $20 \mu\text{m rms}$.

Der Betrieb von FLASH unterscheidet bisher zwei Perioden mit Nutzer-Experimenten. Im Vergleich zu der ersten Periode von August 2005 bis Februar 2006 ist die Strahlzeit in der zweiten Periode (April 2006 bis März

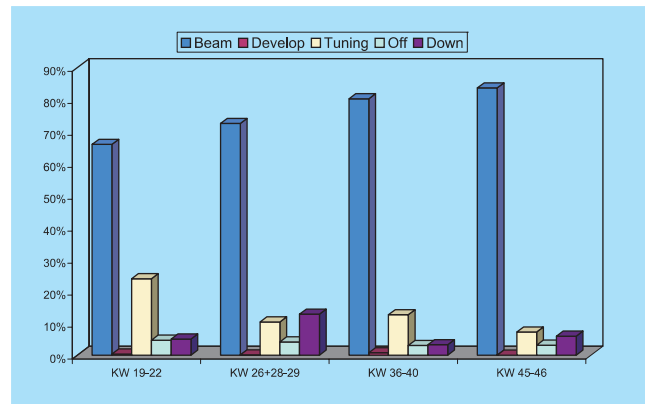


Abbildung 107: Strahlzeit für Nutzer-Experimente seit April 2006 im Vergleich zur Einstellzeit (Tuning), Ausfallzeit (down) und planmäßiger Betriebsunterbrechung (Off).

2007) für die Verbesserung des FEL-Strahlbetriebes erhöht worden (Abbildung 106). Die zusätzlichen Studienzeiten zahlen sich in einer deutlich besseren Strahlqualität aus, die die Ausbeute der Experimente deutlich erhöht hat.

Eine wichtige Prozedur, die während der FEL-Studienzeiten eingeübt wurde ist der Wechsel der FEL-Wellenlänge von Experiment zu Experiment. Ein Wellenlängenwechsel bedeutet eine Veränderung der Elektronenstrahlenergie, was eine komplizierte Optimierungsprozedur nötig macht. Mehr als 14 verschiedene Wellenlängen im Bereich von 47 bis 13 nm wurden eingestellt und die dazugehörigen Parameter des Beschleunigers gespeichert. Der Wechsel der Wellenlänge gelingt jetzt meist in weniger als zwei Stunden, wenn auch die Feineinstellung der Wellenlänge noch schwierig ist.

Abbildung 107 zeigt den langsamen Anstieg der effektiven Strahlzeit während der Nutzerperioden seit April 2006 auf jetzt 80%. Die Zeit, die für das Einstellen (Tuning) benötigt wird, ist deutlich reduziert worden. Die Ausfallzeiten liegen konstant um die 10%.

Die zukünftige Synchrotronstrahlungsquelle PETRA III

Zur Vorbereitung des Umbaus von PETRA II in eine dedizierte Lichtquelle sind die Arbeiten weiter vorangetrieben worden.

Um die angestrebte Emittanz von 1 nmrad zu erreichen, muss die Strahlungsdämpfung von PETRA III erheblich erhöht werden. Dies wird durch den Einbau von 20 vier Meter langen Dämpfungswiggler erreicht. Sie werden in enger Zusammenarbeit mit dem Budker-Institut in Novosibirsk gebaut. In 2006 wurde der erste Prototyp eines vier Meter langen Wiggler gebaut und getestet. Nach Auswertung der Tests wurden noch kleinere Veränderungen an der Auslegung der Wiggler vorgenommen und dann mit der Serienproduktion begonnen. Die ersten Magnete werden zu Beginn des Jahres 2007 bei DESY eintreffen. Die Apparatur zur Beschichtung der Wigglerkammern mit NEG-Material ist fertig konstruiert und wurde in Teilen aufgebaut. Die ersten Versuche zur Beschichtung sollen zu Beginn des nächsten Jahres durchgeführt werden.

Die Arbeiten am Vakuumsystem der Dämpfungswigglerstrecke sind weitergeführt worden.

Um die Vakuumkammer im Bereich der Dämpfungswiggler vor zu starker Belastung durch Synchrotronstrahlung zu schützen, sind drei Typen von Absorbern unterschiedlicher Länge notwendig. Die sogenannten regulären Absorber von 80 cm Länge sind im wesentlichen fertig konstruiert. Zu klären sind noch einige Fragen im Zusammenhang mit der Wasserkühlung. Die Auslegung der 4 m langen Absorber und der 6 m langen Absorber ist weitgehend abgeschlossen. Gestelle und Justiereinrichtungen für die Wiggler und Absorber sind ausgearbeitet worden. Nach Klärung einiger Detailfragen kann im folgenden Jahr mit der Serienproduktion der Komponenten begonnen werden.

Um von den kleinen Strahldimensionen zu profitieren, muss die Strahlage mithilfe eines Rückkopplungssystems stabilisiert werden. Die Strahlage wird dabei über eine anspruchsvolle Elektronik gemessen. In diesem Jahr wurden weitere Versuche mit einer Prototyp-elektronik durchgeführt, um die Spezifikation für die Beschaffung der Monitorelektronik zu erstellen. In diesem Zusammenhang wurden auch Messungen an der ESRF durchgeführt, um den Einfluss des Strahlstroms und der Verteilung der Bunche in der Maschine auf die Lagemessung zu untersuchen. Um auf die Lage des Teilchenstrahls Einfluss zu nehmen, werden spezielle Magnete benötigt, von denen einige Prototypen beschafft wurden. Diese Magnete wurden im Zusammenspiel mit neu entwickelten Netzgeräten getestet, um sowohl die Anforderungen an die Serie für die Magnete wie auch für die Netzgeräte festzulegen.

Im Zusammenhang mit der Strahlagestabilität sind einige Untersuchungen bezüglich der statischen und dynamischen Eigenschaften der neuen Experimentierhalle durchgeführt worden. Es stellte sich z. B. heraus, dass starker Wind Einfluss auf die Bodenplatte hat. Um diesen Einfluss zu minimieren, ist das Fundament der Halle verändert worden. Die Träger der Hallenwände werden auf ein tief gegründetes spezielles Pfeilersystem gestellt.

Die ersten Serienmagnete für das umzubauende Achtel sind geliefert und getestet worden. Die gelieferten Magnete erfüllen die Spezifikationen. Für den Betrieb von PETRA III sind einige Spezialmagnete notwendig, wie z. B. gedrehte Quadrupole, die alle in 2006 ausgelegt worden sind und deren Beschaffung weitgehend gestartet wurde. Die Lieferung der Ersatzspulen für die existierenden PETRA Magnete lief wie geplant weiter.

Die Auslegung der Magnetträger für das neue Achtel ist abgeschlossen. Es wurde ein Konzept entwickelt, das die Justierung der Magnete mit der geforderten Genauigkeit von etwa 50 µm erlaubt. Die Magnete werden dann auf dem Girder mittels Klebung endgültig fixiert. Die Stabilität dieser Fixierung konnte erfolgreich nachgewiesen werden. Die dynamischen Eigenschaften der Girder sind untersucht worden und erfüllen die Anforderungen.

Die Fertigung der Kammern für die Bögen der sogenannten alten Achtel PETRA III sind fortgeführt worden. Zu Testzwecken ist ein kleiner Bogenabschnitt in PETRA II eingebaut worden, um die Konditionierung des Vakuums und die Verlässlichkeit der Wasserkühlung zu überprüfen. Dieser Kammerabschnitt hat sich wie erwartet verhalten, insbesondere haben sich die Vorhersagen bezüglich der Zeit für die Konditionierung des Vakuumsystems bewahrheitet. Die Anforderungen an die Geraden-Stücke sind weitgehend festgelegt worden.

Die Konstruktion der Komponenten für das neue Achtel ist praktisch abgeschlossen. Der erste Prototyp einer ca. 5 m langen Undulatorkammer ist geliefert worden. Dieser Prototyp wurde noch einigen weiteren Bearbeitungsschritten unterworfen und deren Einfluss auf die

Stabilität der Kammer untersucht. Die Auslegung der Absorber wurde noch einmal kritisch beleuchtet und in Teilen verändert, sodass deren Fertigung nun gestartet werden kann.

In Zusammenhang mit dem Vakuumsystem wurde der Einfluss von Querschnittsänderungen der Kammerapertur auf die Strahldynamik untersucht. Der Einfluss aller relevanten Elemente ist untersucht worden, und die Ergebnisse sind in einer Datenbank zusammengestellt worden. Nach den bisherigen Abschätzungen sollte der geplante Gesamtstrom sowie der Einzelbunch-Strom erreichbar sein.

Für einen zuverlässigen Betrieb von PETRA III sind etliche Verbesserungen an der existierenden Infrastruktur notwendig. Die Wasserkühlung der Maschine wird komplett erneuert. Wesentliche Komponenten dafür wurden 2006 bestellt. Ebenfalls erneuert wird die Senderstromversorgung, die im Berichtszeitraum spezifiziert und ausgeschrieben wurde. Zum Ende des Jahres ist der größte Teil der neuen Anlage in Auftrag gegeben worden.

Die Arbeiten zur Erneuerung der Mittelspannungsanlagen wurden in 2006 begonnen. Wesentliche Komponenten für die neuen Anlagen wurden bestellt.

Planungen und Untersuchungen für den Röntgenlaser XFEL bei DESY

Übersicht

Das europäische Röntgenlaser-Projekt XFEL basiert auf einem supraleitenden 20 GeV Elektronen-Linearbeschleuniger in der von der TESLA-Kollaboration erfolgreich entwickelten Technologie sowie dem SASE-FEL Prinzip zur Erzeugung von Photonenstrahlen extrem hoher Brillianz mit Wellenlängen im Ångström-Bereich. Sowohl die Beschleuniger-Technologie als auch das SASE-Prinzip sind an der VUV-FEL Anlage FLASH bei DESY (in kleinerem Maßstab und bei größeren Wellenlängen im Ultraviolett-Bereich) erfolgreich erprobt. Die XFEL Röntgenstrahlungsquelle der vierten Generation ermöglicht Untersuchungen mit räumlicher Auflösung im atomaren Bereich sowie zeitlicher Auflösung im Bereich der Dynamik chemischer Bindungen in Molekülen und wird einer Nutzer-Gemeinde aus zahlreichen wissenschaftlichen Disziplinen völlig neue Forschungsmöglichkeiten eröffnen. Die Finanzierung der Baukosten der Anlage liegt zu ca. 60% beim Bund und den Ländern Hamburg und Schleswig-Holstein, ca. 40% sind von ausländischen Partnern zu erbringen.

Bei den vorbereitenden Arbeiten für die Europäische Röntgenlaser-Anlage XFEL wurden im Berichtszeitraum entscheidende Meilensteine erreicht. Der Technische Entwurfsbericht wurde plangemäß Mitte 2006 fertig gestellt, am 25. Juli vom European Project Team (EPT) an das International Steering Committee (ISC) übergeben und vom ISC uneingeschränkt akzeptiert. Ebenfalls im Juli erfolgte seitens der zuständigen Behörde (Landesbergamt Clausthal-Zellerfeld) die Feststellung des Plans für die Errichtung und den Betrieb der Anlage. Bei den Entwicklungsarbeiten und der Industrialisierung für die technischen Komponenten wurden wichtige Fortschritte erzielt.

Die Projektvorbereitung hat damit zum Ende des Berichtszeitraums plangemäß einen Status erreicht, von dem aus mit der Realisierung des Projekts begonnen werden kann. Mit dem offiziellen Startschuss für die Errichtung der Anlage wird für das erste Halbjahr 2007 gerechnet, abhängig vom Fortschritt der zurzeit laufenden bilateralen Verhandlung zwischen Deutschland und den internationalen Partnern bezüglich der auswärtigen Finanzierungsbeiträge.

Technischer Design Report

An der Erstellung des TDR (DESY-2006-097) waren über 200 Wissenschaftler und Ingenieure aus 69 Instituten beteiligt. Der Bericht beschreibt detailliert die wissenschaftlichen Ziele und die technische Auslegung der XFEL Anlage. Er enthält ebenfalls eine Beschreibung der Projektkosten, des Zeitplans und der Projektorganisation.

Im Zuge der Erstellung des TDR wurde eine Überarbeitung der zuerst im TESLA-TDR supplement (DESY-

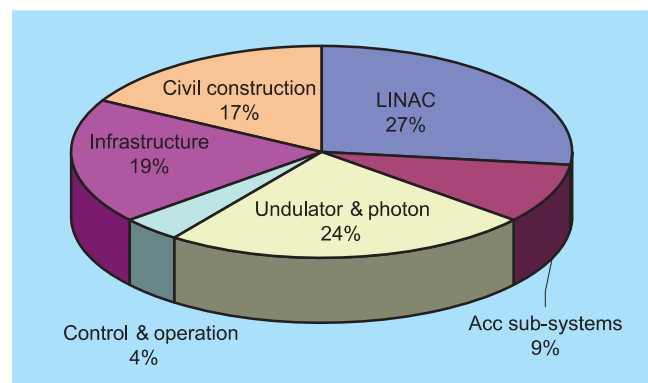


Abbildung 108: Verteilung der Gesamtkosten von 986 M€ für den Bau der XFEL Anlage.

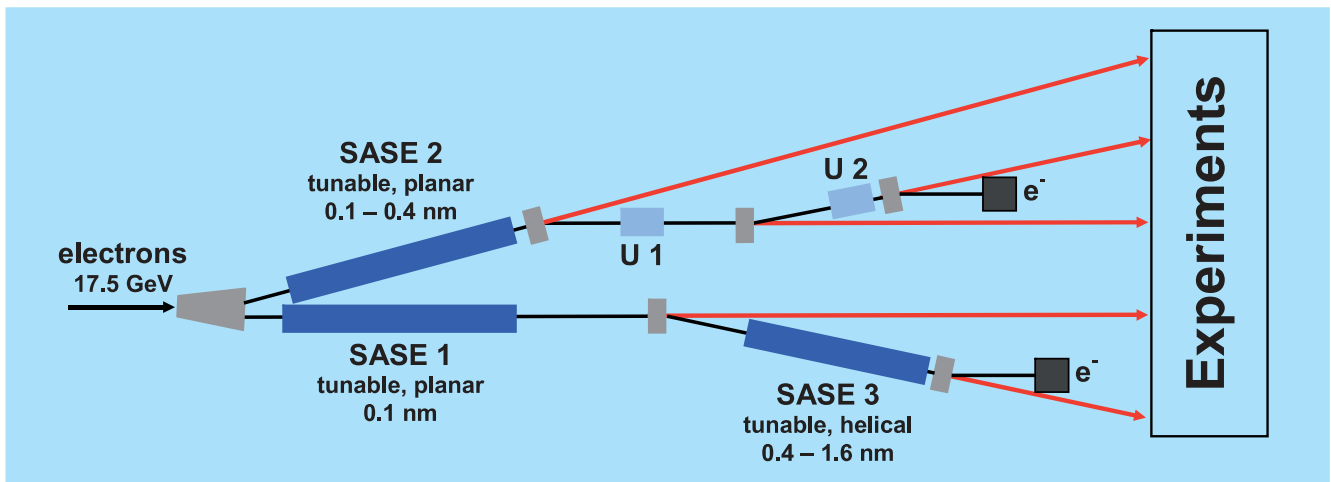


Abbildung 109: Auslegung der Photonen-Strahllinien.

2002-167) vorgelegten Kostenschätzung vorgenommen, um unter anderem Design-Modifikationen und Veränderungen in der Marktlage (z. B. durch die Entwicklung von Rohstoffpreisen) zu berücksichtigen. Die Gesamtkosten für den Bau der Anlage belaufen sich auf 986 M€, wovon etwa drei Viertel auf Investitionen und ein Viertel auf Personalkosten entfallen. Die Verteilung der Kosten auf die verschiedenen Anlagen-Teile ist in Abbildung 108 gezeigt.

Die Errichtung der Anlage bis zum Beginn des Strahlbetriebs wird etwa sechseinhalb Jahre in Anspruch nehmen. Danach werden die insgesamt fünf Undulator-Strahlführungen (zehn Experimentierplätze) für FEL- und spontane Strahlung (Abbildung 109) sukzessive in Betrieb genommen, so dass im neunten Jahr nach Baubeginn alle Experimentiereinrichtungen für wissenschaftliche Nutzer zur Verfügung stehen.

Planfeststellungsverfahren und Vorbereitung der Baumaßnahmen

Die Vorbereitung der Tiefbaumaßnahmen für den XFEL (Tunnelgewerke, Zugangsschächte, Experimentierhal-

lenschacht und Injektorkomplex) wurde weiter vorangetrieben. Hierzu wurden die zuvor in einem engen Raster durchgeführten Baugrundaufschlussbohrungen ausgewertet. Als ein wichtiges Ergebnis der Bodenerkundungen stellte sich heraus, dass die im Bereich der Verteilungsschächte für die Photon-Strahlführungen auf dem späteren Betriebsgelände Schenefeld geplante große offene Baugrube nicht realisiert werden kann, sodass auch in diesem Bereich die Tunnel mit einer Tunnelbohrmaschine aufgeföhren werden. Eine entsprechende Planänderung wurde erarbeitet und der Planfeststellungsbehörde (das Landesamt für Bergbau, Energie und Geologie in Clausthal-Zellerfeld) zuge stellt.

Es wurde eine Arbeitsgruppe unter Hinzuziehung eines externen Projektsteuerers eingerichtet, welche die Erstellung der umfangreichen Ausschreibungsunterlagen für die Tiefbaugewerke koordiniert. Die Einteilung des Bauvolumens in Auftragslose und die Art der Ausschreibung (funktional bzw. nach Leistungsverzeichnis) wurde in mehreren Workshops unter Einbeziehung des DESY Einkaufs, der XFEL Projektleitung, der technischen Planer sowie juristischer Beratung definiert.

Im Rahmen des Planfeststellungsverfahrens wurden in mehreren Arbeitssitzungen mit der Planfeststellungs-



Abbildung 110: Das supraleitende Beschleunigermodul Nr. 6 auf dem im Herbst 2006 fertig gestellten Teststand in Gebäude 70.

behörde offene Fragen erörtert und beantwortet. Die Planfeststellungsbehörde hat am 20. Juli bekannt gegeben, dass der Plan für den Bau und den Betrieb des XFEL festgestellt wird. Der ca. 350 Seiten lange Planfeststellungsbeschluss wurde vom 9. August bis zum 23. August ausgelegt, die Klagefrist gegen den Beschluss lief am 25. September ab.

In regelmäßigen Treffen zwischen Vorhabensträger, Bund und Ländern wird die Frage des Grunderwerbs kontinuierlich verfolgt. Die zeitliche Verzögerung der Planfeststellung ist insofern nicht kritisch, als sie sich nicht auf dem kritischen Pfad bewegt. Dieser wird momentan durch den Starttermin der Veröffentlichung der Ausschreibung für die Tiefbaugewerke bestimmt. Aus technischer und planerischer Sicht kann die Ausschreibung begonnen werden.

Entwicklungsarbeiten und Industrialisierung

Die umfangreichen technischen Entwicklungsarbeiten wurden fortgesetzt. Die folgende kurze Zusammenfassung beschränkt sich auf einige Beispiele.

Der Teststand für Beschleunigermodule wurde fertig gestellt und in Betrieb genommen. Damit ist es jetzt möglich, Module im kalt gefahrenen Zustand mit voller Hochfrequenzleistung zu testen, ohne die Notwendigkeit sie dazu in den FLASH-Linac einzubauen (und damit dessen Betrieb zu unterbrechen). Der später für die Energieerhöhung bei FLASH vorgesehene Modul Nr. 6 wurde bereits auf dem Teststand installiert (Abbildung 110) und die Tests haben begonnen.

Bei den Klystrons für das Hochfrequenzsystem des Linearbeschleunigers konnte die Qualifizierung zweier weiterer industrieller Anbieter mit dem erfolgreichen Test von jeweils einem Prototypen nachgewiesen werden. Die Arbeiten in der Industrie konzentrieren sich jetzt darauf, modifizierte Klystrons für den späteren Einbau im Tunnel in horizontaler Lage zu entwickeln.

Die systematischen Untersuchungen der Elektropolitur (EP) von Niob-Cavities wurde fortgesetzt. Es zeichnet sich ab, dass ein etwas vereinfachtes Verfahren, bei dem nur ein einmaliger EP-Durchgang angewendet wird und die Endbehandlung nach dem 800-Grad Glühen in einer kurzen chemischen Beize besteht, zu guten Resultaten für den erreichbaren Beschleunigungsgradienten führt. Parallel wurde ein alternatives Herstellungsverfahren (zuerst am JLAB in den USA erfolgreich angewendet) erprobt, bei dem die Cavities direkt aus groß-

kristallinem Niob-Ingots gefertigt werden. Die Indikation aus ersten Tests ist, dass damit gefertigte Cavities auch mit einfacher chemischer Beize (ohne EP) gute Ergebnisse erreichen können.

Bei der Undulator-Entwicklung wurde ein mechanischer Antrieb erprobt, mit dem eine Einstellung der Magnetöffnung mit einer Genauigkeit von besser als einem Mikrometer erreicht werden kann. Die Prototypen-Entwicklung im Rahmen der Industrialisierung der Undulator-Fertigung wurde bei drei Firmen begonnen.

Für das Entwicklungsprogramm experimenteller Detektoren wurde ein *Call for Expression of Interest* durchgeführt. Die aus den eingegangenen Bewerbungen von einem Expertengremium ausgewählten Konsortien werden im Verlauf des Jahres 2007 mit den Entwicklungsarbeiten beginnen.

Aktivitäten in Zeuthen

PITZ

Der Photoinjektor-Teststand Zeuthen (PITZ) dient der Entwicklung und Optimierung von Elektronenquellen für Freie-Elektronen-Laser (FEL), siehe Abbildung 111.

Das Hauptziel 2006 bestand in der Bereitstellung einer voll konditionierten Ersatz-Elektronenquelle für FLASH (Gunkavität 3.1), die auch schon mit Elektronenstrahl betrieben wurde.

Die Gunkavität 3.1 wurde im Dezember 2005 aus Hamburg geliefert. Beim Ausheizen zeigte sich ein Leck im Wassersystem. Dieses wurde in Hamburg repariert. Ab 16.3. wurde die Gunkavität im Schichtbetrieb konditioniert. Nach etwa einem Monat Konditionierungszeit waren die maximalen FLASH-Betriebsparameter erreicht (3.5 MW Spitzenleistung, 0.9 ms Pulslänge,

10 Hz Wiederholrate). Dies entspricht einer mittleren Leistung von 31.5 kW und einem Tastverhältnis von 0.9%. Nach Inbetriebnahme des erweiterten Diagnose-Strahlrohrs und mehreren Ausfällen des 10 MW Hochfrequenz(HF)-Systems wurde die Gunkavität 3.1 im Oktober unter Verwendung des TESLA-Boosters, der den Strahlimpuls von ca. 5 MeV/c auf ca. 13 MeV/c erhöhte, charakterisiert.

Das wesentliche Ergebnis der Messungen ist eine transversale Emittanz von 1.5 mm mrad gemittelt für beide transversale Koordinatenrichtungen und etwa 1.2 mm mrad für die horizontale Koordinatenrichtung. Im November wurde Gunkavität 3.1. ausgebaut und steht bereit für den Einsatz an FLASH.

Eine wesentliche Einschränkung des Betriebes stellte die beschränkte Leistung des 10 MW Klystrons sowie



Abbildung 111: Blick auf die Anlage PITZ im November 2006.

insbesondere die häufigen Ausfälle des zugehörigen HF-Systems dar. Dies führte im gesamten Jahr zu Einschränkungen der Nutzungsfähigkeit der Gesamtanlage. Es gab mehrmals Ausfälle der Bouncer-Spule, was auf falsche Dimensionierung zurückzuführen ist.

Im November wurde ein neues Klystron ausgeliefert, das in Hamburg konditioniert worden war. Dieses kann nach Reparatur und Wiederinbetriebnahme der Bouncer-Spule in Betrieb gehen.

Vereinbarungsgemäß wurde eine von BESSY entwickelte Gunkavität im Februar bei PITZ installiert und ab dem 14.3.06 für mehrere Monate konditioniert. Hauptziel war hierbei das Erreichen einer möglichst hohen mittleren Leistung und Test des Kühlsystems der Gunkavität. Einschränkung stellte die begrenzte Leistung des 10 MW Klystrons dar. Beim Konditionieren mit maximaler Spitzenleistung wurden 5.5 MW Spitzenleistung und 0.42 ms HF-Pulslänge bei 10 Hz Wiederholrate erreicht. Dies entspricht einer mittleren Leistung von 22 kW und einem Tastverhältnis von 0.42%. Beim Konditionieren mit dem Ziel maximaler mittlerer thermischer Leistung wurden 42 kW mittlere Leistung bei 10 Hz und einer HF-Pulslänge von 1 ms erreicht (Tastverhältnis 1%).

Die Anlage wurde durch zahlreiche Diagnose-Elemente und Vakuum-Komponenten erweitert. So wurden drei neue Emittanz-Messsysteme (EMSY), die in Sofia (INRN) gebaut wurden, montiert, in Betrieb genommen und im Messbetrieb eingesetzt. Zwei Module mit zahlreichen Diagnose-Elementen wurden komplett aufgebaut. Die in 2005 entwickelten Schirmstationen wurden eingebaut und werden zum Jahreswechsel in Betrieb genommen. Die für die Messung des longitudinalen Profils des Elektronenpulses vorgesehene Station wird zum Einbau am Jahresanfang 2007 vorbereitet. Das zugehörige optische System wurde entwickelt und ist montagebereit. Weiterhin wurde an der Entwicklung wesentlicher Diagnosekomponenten für PITZ gearbeitet:

- Die physikalische Entwicklung des Hochenergiespektrometers HEDA1 ist abgeschlossen und die technische Entwicklung hat im November begonnen. Der Dipolmagnet wurde von LAL Orsay

entwickelt und ist einbaubereit, die Quadrupolmagnete wurden bereits geliefert.

- Die Entwicklung einer ablenkenden HF-Kavität (Deflektor) ist in der ersten Phase abgeschlossen. Sie dient zur Messung der longitudinalen Elektronenpulsverteilung und zur Messung der Emittanzverteilung innerhalb eines Elektronenpulses. Die Entwicklung des Phasenraum-Thomographiemoduls ist an die des HF-Deflektors gekoppelt und wird fortgesetzt. Eine technische Designstudie läuft.
- Das zweite Hochenergiespektrometer wird entwickelt.

Eine Überhitzung des Hauptsolenoiden im Juli führte zu einer Betriebsunterbrechung. Der Solenoid wurde ausgetauscht und das technische Interlock überarbeitet.

Die Strahlperiode wurde im Herbst durch den Ausfall der Bouncer-Spule am 27.10.06, einer der wesentlichen Komponenten des Klystron Modulators, beendet.

Der Konditionierungsteststand (CTS) wurde entwickelt und die meisten Komponenten sind gebaut. Er dient der Konditionierung von HF-Gunkavitäten.

In Hamburg läuft die Herstellung von zwei weiteren Gunkavitäten (4.1, 4.2), die im Jahre 2007 fertig gestellt werden. Parallel dazu läuft der Bau einer weiteren neu entwickelten Nachbeschleuniger-(Booster)-Kavität, des CDS-Boosters, der ebenfalls 2007 an PITZ ausgeliefert werden soll und 2008 eingebaut, konditioniert und vermessen wird.

Parallel zu den aufgezählten Hardware-Arbeiten wurde an zahlreichen weiteren Entwicklungsthemen gearbeitet:

Im MBI werden in Zusammenarbeit mit PITZ drei Projekte entwickelt, zum Beispiel ein mischendes Zweikanalsystem mit dem Ziel, Laserpulse von 20 ps Länge (FWHM) mit Anstiegs- und Abfallszeitzeiten von weniger als 2 ps zu erreichen. Weiterhin wird ein System entwickelt, das zur Vermessung des longitudinalen Profils von Laserpulsen mit einer Zeitauflösung von weniger als 1 ps dienen soll. Durch transversale Laserstrahlformung mit asphärischen Linsen soll die Nutzung der Laserenergie effektiviert werden.

Arbeiten zur Laserstrahldiagnostik werden im Rahmen einer Diplomarbeit fortgesetzt, Ein Photovervielfacher und eine Quadrantendiode werden zur pulswise relativen Messung der Laserenergie und der pulswise relativen Messung der Laserstrahlposition genutzt.

An verschiedenen Photo-Kathoden wurden Messungen von Dunkelstrom und Quantenausbeute durchgeführt. Die Ergebnisse wurden auf dem Workshop für Photokathoden mit hoher Quantenausbeute für HF-Gunkavitäten in Mailand im Oktober vorgetragen. Zur Charakterisierung von Photokathoden wurde die Zusammenarbeit mit BESSY und INFN Milano erweitert und XPS-Messungen in BESSY vorbereitet.

Im November wurde ein Workshop mit internationaler Mitwirkung zur dreidimensionalen Laser-Impulsformung in Zeuthen durchgeführt, der von PITZ organisiert wurde.

Strahldynamik-Simulationen wurden hinsichtlich mehrerer Themen durchgeführt, so für den aktuellen PITZ Aufbau sowie zur Vorbereitung von Messungen zur generellen Photo-Injektor Optimierung. Weiterhin wurden für die Entwicklung und Optimierung der PITZ2-Diagnostik Simulationen durchgeführt, so für Emitanzmessung, den ablenkenden HF-Deflektor, das Phasenraum-Tomographie-Modul und das Spektrometer HEDA1. Für den zukünftigen PITZ2-Aufbau wurden für mehrere Booster-Kavitätsvarianten Simulationen durchgeführt. Zur Vorbereitung des Aufbaus der Elektronenquelle für den Europäischen XFEL wurde mit mehreren Varianten für unterschiedliche thermische Emittanzen und Laserpulsformen (zylindrisch und ellipsoidal) simuliert.

Im Januar 2007 wird die Gunkavität 3.2, die baugleich zu Gunkavität 3.1 ist, in PITZ eingebaut werden. Diese Gunkavität soll bis zu einem Beschleunigungsgradienten von 60 MV/m konditioniert werden, um noch kleinere transversale Emittanzen erzielen zu können.

Modulator Test Facility (MTF)

Im Rahmen des WPI des europäischen Röntgenlaserprojektes XFEL wird in Zeuthen eine Modulator Test

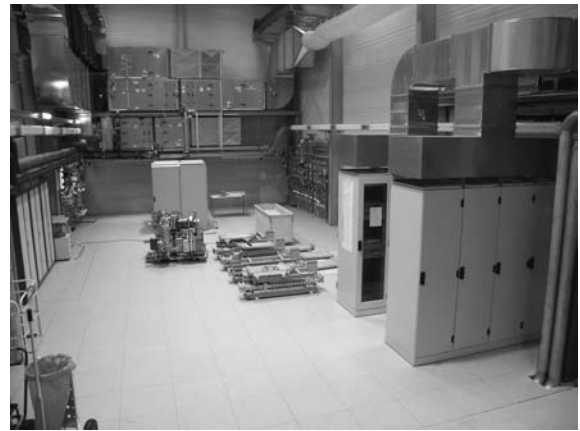


Abbildung 112: Blick in die fertig gestellte Modulator Test Facility (MTF) Halle.

Facility aufgebaut. Hier werden die Modulatoren für den XFEL aufgebaut und erprobt. Im Juni letzten Jahres wurde die MTF-Halle fertig gestellt (Abbildung 112) und mit der Installation der Infrastruktur (Wasser, Elektroversorgung, Elektronikracks, Verkabelung) wurde begonnen.

Parallel dazu konnte in enger Zusammenarbeit mit der Gruppe MHF-p und V4 die Ausschreibung für die Entwicklung von XFEL-Prototyp-Modulatoren abgeschlossen werden. An zwei Firmen wurde ein Auftrag zur Entwicklung und zum Bau von Prototypen vergeben.

FLASH

Bestimmung der Strahlparameter mit einem Ionisation Profil Monitor

Für das erfolgreiche Durchführen von Experimenten am FLASH sind genaue Kenntnisse über die Strahlage und das Strahlprofil notwendig. Eine Möglichkeit zur Bestimmung dieser Größen bietet ein *Ionisation Profil Monitor* (IPM). Der Photonenstrahl ionisiert auf seinem Weg durch das Strahlrohr das darin befindliche Restgas. Die dabei entstehenden Ionen werden in einem homogenen elektrischen Feld seitlich auf eine Mikrokanalplatte beschleunigt. Das Abbild des Strahls auf dem Phosphorschirm der Mikrokanalplatte wird mit

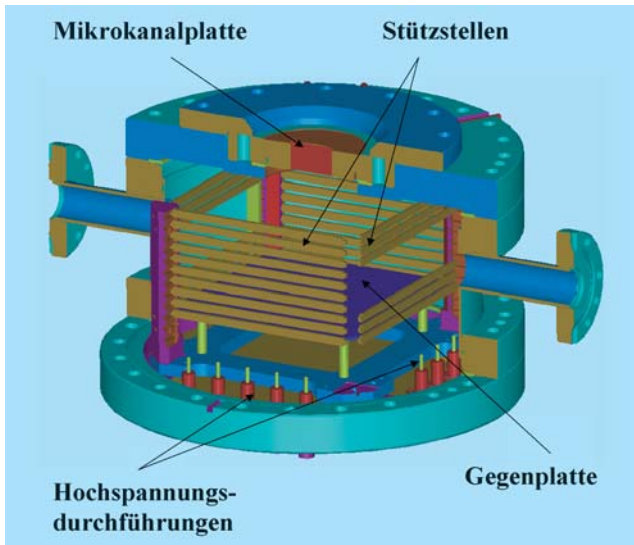


Abbildung 113: Modell eines IPM mit Potentialstützen.

einer CCD-Kamera aufgenommen, in einen Rechner eingelesen und weiter ausgewertet. Auf diese Weise gestattet der IPM die Messung der Strahlparameter ohne Beeinflussung des FEL-Strahls und somit eine Optimierung bzw. Anpassung der Maschinenparameter im laufenden Betrieb.

Bei der technischen Realisierung wird das homogene elektrische Feld durch Potential-Stützstellen erzeugt (siehe Abbildung 113). Als Alternative zu den Stützstellen können auch Netze benutzt werden, die den vom Strahl passierten Raum abdecken. Der Vorteil gegenüber den Stützstellen ist die Festlegung eines Potentials in einem größeren Raum. Beide Varianten wurden mit ähnlichen Resultaten am FLASH getestet. Das Abbild des Strahls auf dem Phosphorschirm des IPM dient zur Bestimmung der charakteristischen Parameter wie Schwerpunkt, Breite und Profil. Im Allgemeinen wird das räumliche Auflösungsvermögen eines IPM hauptsächlich durch folgende Faktoren beeinflusst:

- Impulsübertrag auf die Elektronen und Ionen bei der Ionisation
- Die thermische Bewegung der Ionen
- Einfluss des Teilchenstrahls und der Vakuummessgeräte
- Der Einfluss des Detektors selbst

Um verschiedene Strahlpositionen zu simulieren, wurde der IPM in einer Hubvorrichtung installiert, welche eine vertikale Variation der Detektorlage ermöglicht. Die Position wurde mit einem LVDT-Messsystem gemessen. Die Messungen ergaben eine lineare Abhängigkeit zwischen der Strahlposition und der Abbildung auf dem MCP, siehe Abbildung 114. Die Ausgleichsgerade hat dabei einen Anstieg von 1.0602 und liefert damit eine fast ideale eins zu eins Abbildung zwischen Strahlage und Abbildung auf dem MCP. Die Streuung der Differenzen Ausgleichsgerade – Messwert liegen in der Größenordnung von $50\mu\text{m}$. Dabei wurden die letzten beiden Punkte, welche von der Linearität abweichen, vernachlässigt. Diese befanden sich direkt im Randbereich der Mikrokanalplatte, in welchem das elektrische Feld jedoch nicht mehr homogen ist.

Beim der nächsten großen Betriebsunterbrechung des FLASH (März bis Juli 2007) werden zwei IPM für den Routinebetrieb in die Strahlführung eingebaut. Dabei werden die beiden Detektoren um 90° versetzt, um eine horizontale und vertikale Messung der Strahlparameter zu gewährleisten.

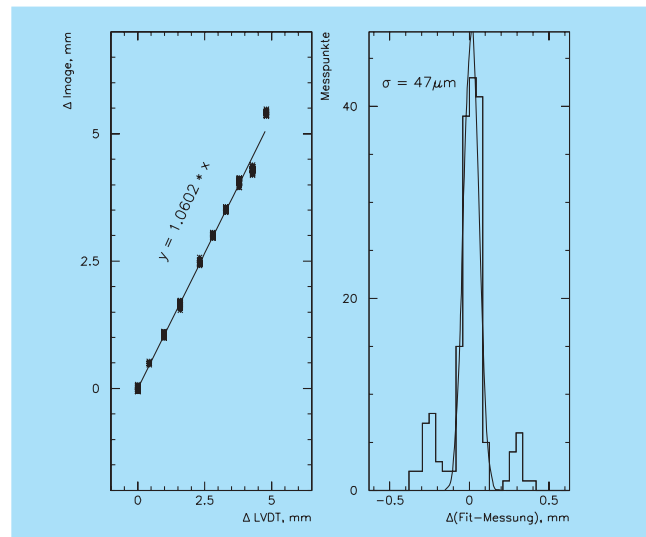


Abbildung 114: Zusammenhang zwischen der wahren und der gemessenen Strahlposition (linkes Bild). Für die Bestimmung der Auflösung wurde die Differenz zwischen dem Wert, welche die Ausgleichsgerade liefert und dem Messwert gebildet. Die Verteilung der Differenzen zeigt das rechte Bild.

Arbeiten der Gruppen des Bereichs Beschleuniger

Beschleunigerphysik und Beschleunigerkoordination

Die Gruppe Beschleunigerphysik (MPY) und die Koordinationsgruppen befassen sich mit der Entwicklung, dem Betrieb und Verbesserungen aller bei DESY befindlichen Beschleuniger und Speicherringe. Viele Arbeiten dieser Gruppen sind bereits im Abschnitt Beschleuniger erwähnt worden. Einige Arbeiten sollen hier näher erläutert werden.

Spinpolarisation

HERA hat im Jahre 2006 den drei experimentell genutzten Wechselwirkungszonen longitudinal polarisierte Elektronen und Positronen, jeweils sowohl mit positiver als auch negativer Helizität, zur Verfügung gestellt. Die dabei erreichten run-gemittelten Strahlpolarisationen lagen zwischen 30% und 40%. Als Spitzenpolarisation wurden zum Run-Ende hin zum Teil 45%, in speziellen Kombinationen von Teilchenladung und Helizität bis zu 50% erreicht. Der Arbeitspunkt war im gesamten Jahr für optimale Luminosität, nicht für optimale Polarisation gewählt. Das bedeutet, dass die nicht-kollidierenden Bunche (typischerweise nur 6 von 180) generell stärker polarisiert waren (normalerweise 50–55%, gelegentlich bis zu 60%).

Weitere Polarisationsaktivitäten

Mit Hilfe aufwendiger Simulationen wurde die Phänomenologie der sogenannten *snake*-Resonanzen, die experimentell nachweisbar Depolarisation bei der Beschleunigung von polarisierten Teilchen in Kreisbeschleunigern mit sibirischen Schlangen hervorrufen,

untersucht. Die Simulationen wurden mit der haus-eigenen *spin-dynamics* Applikation SPRINT, sowie spezieller, auf besondere Teilaspekte optimierter neuer Software durchgeführt. Die Untersuchung mündete in einer Veröffentlichung im *New Journal of Physics* **8** (2006) 296.

Die Simulationen zur Depolarisation in Dämpfungsringen sowie im *beam delivery system* des International Linear Colliders wurden weiter vorangetrieben. Der entscheidende Schritt, die Einbeziehung nichtlinearer Orbitbewegung, ist in Arbeit. Diese Studien sind wichtig für die Abschätzung der Polarisationsverluste bei der Injektion von Strahlen großer Emittanz in Dämpfungsringen sowie für die Beurteilung der nutzbaren Polarisation am Wechselwirkungspunkt.

Strahldynamik des XFEL

Die FEL Beam Dynamics Gruppe beschäftigt sich mit Fragen der Optik und Dynamik des Elektronenstrahls in den FEL Projekten. Beiträge und Tagesordnungen der wöchentlichen Gruppenbesprechungen und weiteres befinden sich auf der Web-Seite: <http://www.desy.de/xfel-beam>.

Die Strahldynamik im Bunchkompressorsystem des XFEL ist mit einer rigoros dreidimensionalen sogenannten *Start to End* Simulationen berechnet worden. Die Ergebnisse weichen kaum von denen im TADR gezeigten ab, was im Wesentlichen auf die relativ großen Sicherheitsmargen des Designs gegen Störungen durch Raumladungs- und kohärente Synchrotronstrahlungseffekte zurückzuführen ist.

Das Kompressordesign ist weiter optimiert worden, um die Empfindlichkeit auf Störungen der Phasen-

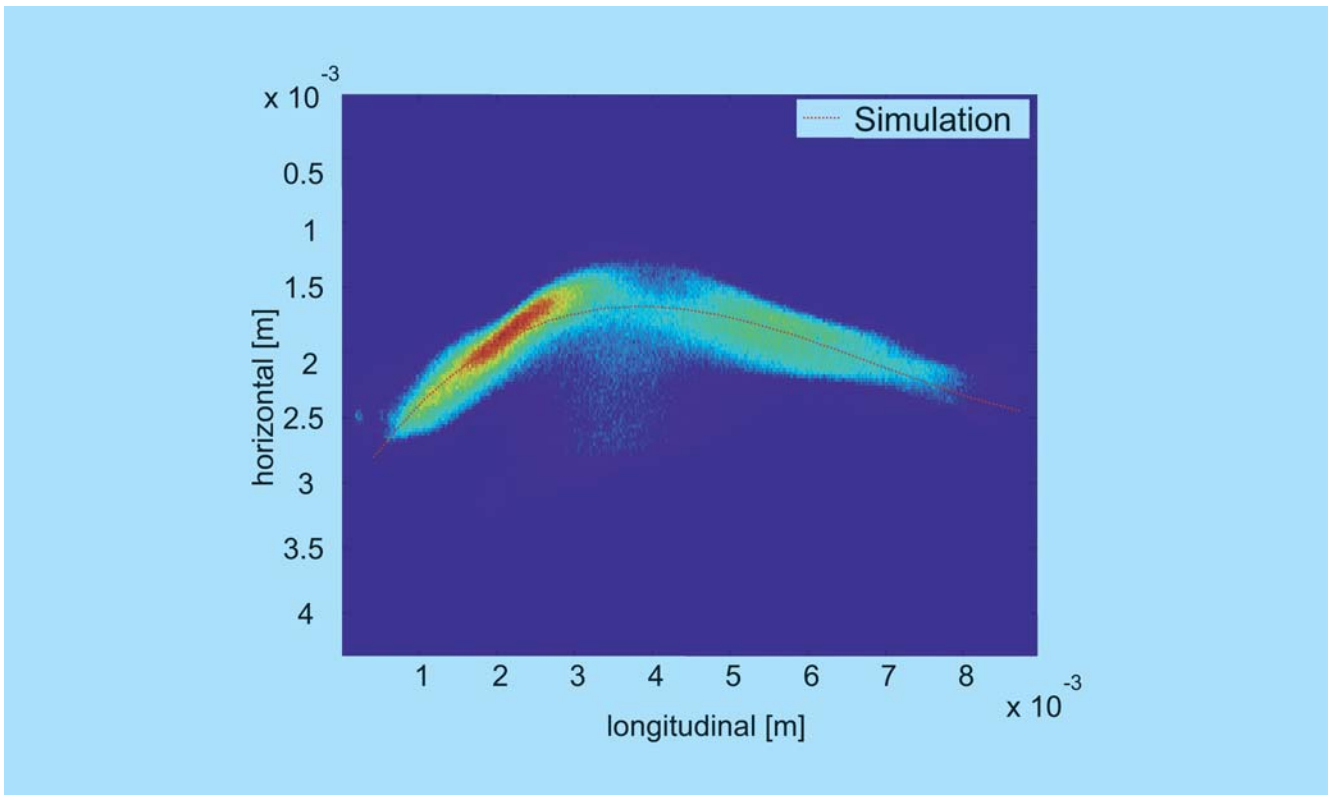


Abbildung 115: Messung und Simulation der Deformation der Schwerpunktverteilung eines Strahls unter Einfluss kohärenter Synchrotronstrahlungseffekte in FLASH.

und Amplitudeneinstellungen der HF Systeme zu verringern. Mit einem analytischen Modell wurde ein Arbeitspunkt für die Kombination der TESLA HF Module mit dem dritten harmonischen HF System gefunden, der die longitudinale Kompression gegen Phasenschwankungen um etwa zwei Größenordnungen unempfindlicher macht. Allerdings muss die Amplitudenstabilität besser werden und die Leistung des dritten harmonischen HF Systems verdoppelt werden.

Um geringere Anforderungen an Phasen- und gleichzeitig Amplitudenstabilität zu erreichen, wurde ein Computerprogramm geschrieben, das gleichzeitig HF Stabilitätsanforderungen und die Stärke der sogenannten Microbunching-Instabilität berechnet und minimiert.

Die Stärke dieser im Wesentlichen durch Raumladungsfelder getriebenen Instabilität wird mit einem sogenannten *laser heater* reduziert, der im Injektorbereich die Breite der unkorrelierten Energieverteilung

im Strahl kontrolliert erhöht. Der Elektronenstrahl durchquert dazu einen etwa einen Meter langen Undulatormagneten zusammen mit einem Laserstrahl. Die Wirkungsweise dieses Systems ist im Detail analysiert und berechnet worden.

Neben den Wake-Feldern entlang des Linacs und der Undulatorkammer sind auch die in Kickern, Septa und in den Vakuumkammern des Strahlverteilungssystems auftretenden Felder berechnet worden, um dann ihren Einfluss auf den SASE-Prozess zu simulieren. Als Folge dieser Untersuchung könnte der Durchmesser der Vakuumkammern in der Strahlverteilung und damit die Öffnung der verwendeten Magnete reduziert werden.

Bei FLASH sind mithilfe der transversal deflektierenden HF-Sektion (LOLA) erstmals Strahlgrößen und -schwerpunkte entlang der longitudinalen Position im Bunch unter dem Einfluss kohärenter Synchrotronstrahlung (CSR) gemessen worden (siehe Abbildung 115).

Der Strahl wird dazu in der ersten Magnetschikane des Bunchkompressorsystems überkomprimiert, d. h. er wird innerhalb der Schikane sehr kurz und erreicht einen hohen Spitzenstrom, verlässt die Schikane aber fast mit der gleichen Länge wie vorher. Dadurch kann der CSR-Effekt zur Wirkung kommen, ohne von Raumladungseffekten nach der Kompression überdeckt zu werden.

Die Messung und Korrektur von Orbit und Dispersion in FLASH ist jetzt mithilfe eines MatLab-Programms mit einem *Graphical User Interface* möglich. Das Programm kann unter *Tools* und *More Tools* vom Hauptmenü des FLASH-Kontrollsystems aufgerufen werden. Die Dispersion entlang der Maschine konnte erfolgreich korrigiert werden.

Da die Korrekturen sehr generell spezifiziert werden können, ermöglicht das Programm zum Beispiel Orbit-Beulen, die mit iterativer Orbitkorrektur abgeschlossen werden können, auch wenn die Stärken der Magnete zwischen den Korrekturspulen nicht genau bekannt sind.

Für das ILC Projekt sind mit einer Weiterentwicklung des Wake-Field-Berechnungsprogramms ECHO die Wakes der vorgeschlagenen optimierten Cavity-Geometrien berechnet und für Strahldynamikrechnungen parametrisiert zur Verfügung gestellt worden. Das Programm wurde auch in Zusammenarbeit mit dem LCLS Projekt zur dreidimensionalen Berechnung von Wake-Feldern der Kollimatoren und Vakuumkammerübergängen benutzt.

Elektronenstrahl-Optik

Die Strahl-Optik wurde weiter entwickelt und den geänderten Anforderungen angepasst. So ist die Kollimationssektion nochmals überarbeitet worden, die Strahlwege zu den Dumps wurden optimiert und vereinfacht.

Der Prototyp einer Datenbank für die strahloptischen Elemente wurde fertig gestellt. Die Komponenten des XFELs wurden bisher in einer Excel-Datei verwaltet und bearbeitet. Eine neu entwickelte Web-Oberfläche,

auf der Basis von Oracle Forms, ermöglicht nun die verteilte Verwaltung der Komponenten. Die zugrunde liegende Datenbank erlaubt umfangreiche Ansichten festzulegen und stellt die Gültigkeit der Einträge untereinander sicher. Eine Weiterverarbeitung der Daten wird durch ein Export in eine Excel-Datei ermöglicht. Durch ein Sicherheitssystem können die Zugriffsrechte individuell eingestellt werden.

Ein gemeinsamer Workshop mit Kollegen des Paul-Scherrer-Instituts war dem Problem der longitudinalen Strahlstabilisierung im XFEL gewidmet.

Die Zusammenarbeit mit CANDLE in Armenien hat sich auf die Untersuchung von Störfeldern in der XFEL Strahlverteilung sowie numerische Untersuchungen der SASE Performance konzentriert.

Programme, Software und Computer

CSRtrack Auf der Web-Page <http://www.desy.de/xfel-beam/csrtrack/> steht das Programm CSRtrack interessierten Benutzern zur Verfügung. Ein MatLab Programm zur Darstellung von CSRtrack-Resultaten sowie eine Bedienungsanleitung sind dort auch zu finden. Die Version 1.2 erlaubt benutzerdefinierte Wake-Felder, um zum Beispiel *resistive wall wakes* in Magnetschikanen berücksichtigen zu können. Die zur Simulation der extrem nicht-gaussförmigen Strahlungsverteilungen von FLASH entwickelten eindimensionalen Stromglättungs-Algorithmen sind ebenfalls in Version 1.2 implementiert.

Paralleles Rechnen Für *Start-to-End*-Rechnungen bei den FELs ist die PC-Farm um zwanzig 64-Bit-Prozessoren erweitert worden. Die Parallel-Version des Injektor-Simulationsprogramms ASTRA, zu finden auf: <http://tesla.desy.de/~lfroehli/astra/>, rechnet in ihrer neuen Version jetzt auch den Strahl-Transport durch Dipolmagnete.

SASE Simulation mit Alice Ein neues Programm für die Simulation des FEL SASE Prozesses ist entwickelt und getestet worden. Das Programm stellt eindimensionale, rotationssymmetrische und 3-D Algorithmen zur

Verfügung. Ein sogenannter *perfectly matched layer* Ansatz wird benutzt, um die notwendige Größe des numerischen Gitters zu minimieren.

Zusammenarbeit mit der Helmut-Schmidt-Universität Das Computer-Programm zur nichtlinearen Optimierung der longitudinalen Phasenraumverteilung in Linacs mit Bunchkompressoren ist erstellt und wird getestet. Im nächsten Schritt soll in das Programm ein Modell der Raumladungskräfte integriert werden.

FLASH Optic Server Package Eine umfangreiche MatLab Library steht jetzt zur Verfügung, die aktuelle Optik Daten on-line berechnet und zur Verfügung stellt. Die Strahlfokussierung durch die TESLA-Beschleuniger-Module sowie die Undulatoren wird korrekt berücksichtigt. Das Programmpaket ist umfassend dokumentiert in: <http://ttfinfo.desy.de/TTFelog/index.jsp>, wo auch viele Beispiele und Tipps zu seiner Benutzung zu finden sind. In der neuesten Version ist auch die Optimierung der Strahloptik (*Optic Matching*) ermöglicht worden.

Arbeiten der technischen Gruppen

Injektion/Ejektion –MIN–

Die Gruppe MIN-Injektion ist für den Betrieb und die Weiterentwicklung der Injektionsbeschleuniger LINAC II, LINAC III und PIA verantwortlich, ferner für die Strahltransportwege zu den Vorbeschleunigern DESY II und DESY III, für alle Injektions- und Ejektionselemente in allen Beschleunigern und Speicherringen und für die sogenannten *Beam-Dumps* in allen Speicherringen und Synchrotrons. Weitere Aufgaben stehen in Zusammenhang mit dem Betrieb des TTF/FLASH-Linac. Der Schwerpunkt liegt hier im Bereich des Injektionssystems, dem Betrieb einer speziellen Einrichtung zur Messung sehr kurzer Elektronenbunche, der Koordination des Aufbaus eines 3.9 GHz

HF-Systems zur Linearisierung des Beschleunigerfeldes, sowie in der Koordination des TTF/FLASH-Linac Betriebes.

Elektronen / Positronen LINAC II und PIA

In 2006 wurden für HERA zunächst Elektronen und ab Mai Positronen geliefert. DORIS wurde durchgängig mit Positronen beliefert. Außerdem wurden die Teststrahlen ausgiebig genutzt. Nach der Umstellung von HERA auf Positronen wurden zunächst die Teststrahlen mit Positronen betrieben, so dass keine Umschaltung der Betriebsarten nötig war. Nachdem die Betriebsabläufe gefestigt und die Effizienz der Positronenerzeugung zuverlässig hoch war, wurde der Teststrahlbetrieb wieder mit Elektronen durchgeführt. Dies reduziert die Belastung des Konverters und somit dessen Aktivierung und das Risiko von Ausfällen.

Der letzte der ursprünglich 14 bestellten Beschleunigerabschnitte wird derzeit mit Hochfrequenzleistung konditioniert. Zunächst hatte ein schlechtes Vakuum den Beginn der Konditionierung verzögert, später zeigten sich auch während der Konditionierung deutlich häufiger Gasausbrüche als sonst üblich. Dadurch wurde die Dauer der Behandlung verlängert. Inzwischen ist aber ein stabiler Betrieb bis zu einer Spitzenleistung von 60 MW möglich, der Abschluss der Konditionierung ist innerhalb der ersten Wochen von 2007 zu erwarten.

Ein weiterer Abschnitt wartet auf die Konditionierung, hier muss aber der Pumpstutzen nachgearbeitet werden, da Kontrollmessungen ein schlechtes Stehwellenverhältnis am Eingangskoppler ergaben. Ein letzter Abschnitt ist in der Fertigung. Wenn die Behandlung dieses Beschleunigerabschnitts abgeschlossen ist, ist die Serie vorerst abgeschlossen.

Der Neubau eines Reservesenders für das 125 MHz System in PIA steht kurz vor der Vollendung. Die Restarbeiten sollen im Frühjahr 2007 abgeschlossen werden. Der Test des neuen Senders wird vermutlich

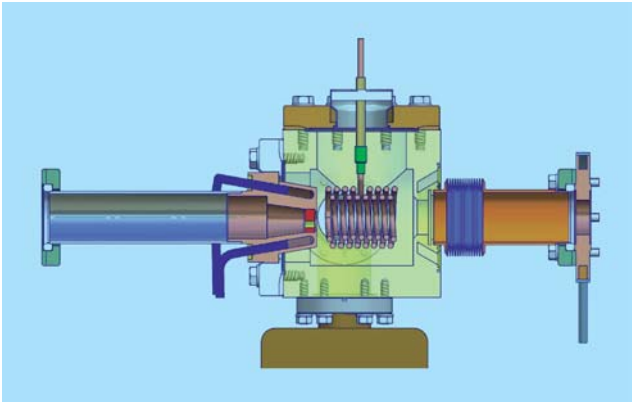


Abbildung 116: Längsschnitt durch den neuen Positronenkonverter. Der Elektronenstrahl trifft von links kommend auf den eigentlichen Konverter, eine Blende aus Wolfram (rot), die dort erzeugten Positronen werden in einer Solenoidlinse eingefangen. Für den Elektronenbetrieb wird der einlaufende Strahl mittels Ablenkspulen durch das Loch der Blende (gelb) geführt.

erst im Sommershutdown 2007 durchgeführt werden können.

Für den LINAC II sind zwei größere Neukonstruktionen geplant. Zum einen soll der Konverter durch ein verbessertes Modell ersetzt werden. Bei diesem Modell soll vollkommen auf bewegliche Teile verzichtet werden, was die Mechanik vereinfacht, und Raum für Verbesserungen der Vakuumtechnik und Abschirmung erlaubt. So soll auf Lötstellen der Kühlleitungen im Vakuum vollständig verzichtet werden. Der neue Konverter (siehe Abbildung 116) soll kompakter werden, was eine bessere strahlenschutztechnische Abschirmung erlaubt. Während des Betriebes soll eine Abschirmung aus Aluminium die Aufaktivierung der näheren Umgebung reduzieren, beim Wechsel des Konverters eine Bleihaube die Strahlung reduzieren.

Die Konstruktion des Konverters ist nahezu abgeschlossen, erste Fertigungs- und Bestellaufträge wurden erteilt. Der Einbau des neuen Konverters ist 2008 vorgehen.

Weiterhin ist eine Erneuerung der Elektronenquelle geplant. Die bisherige Elektronenquelle ist eine ge-

pulste Diodenkanone. Der Pulser ist mit Öl gefüllt, sodass lediglich ein einziger Keramikisolator das Ölvolumen vom Vakuum des Linacs trennt. Ein Bruch dieser Keramik hätte große Folgen für das Vakuumsystem. Auch wenn dieses Risiko seit Betriebsbeginn des LINAC II (1968) akzeptiert wird, so wurde angesichts der Tatsache, dass auch weiterhin Positronen zu erzeugen sind und damit hohe Elektronenstrahlströme von der Quelle gefordert werden, entschieden, Studien durchzuführen, um die Eignung verschiedener neuer Konzepte zu prüfen. In der engeren Wahl befinden sich eine Photo-HF-Kanone und eine thermionische HF-Kanone (siehe Abbildung 117). Letztere konnte vom MaxLab/Schweden zur Verfügung gestellt werden. Zurzeit werden Vorbereitungen getroffen, den Abschnitts-Teststand für den Test dieser Elektronenkanone nutzbar zu machen. In diesem Test soll überprüft werden, ob eine solche Kanone dauerhaft genügend Strom bei voller Pulsrate von 50 Hz liefern kann.

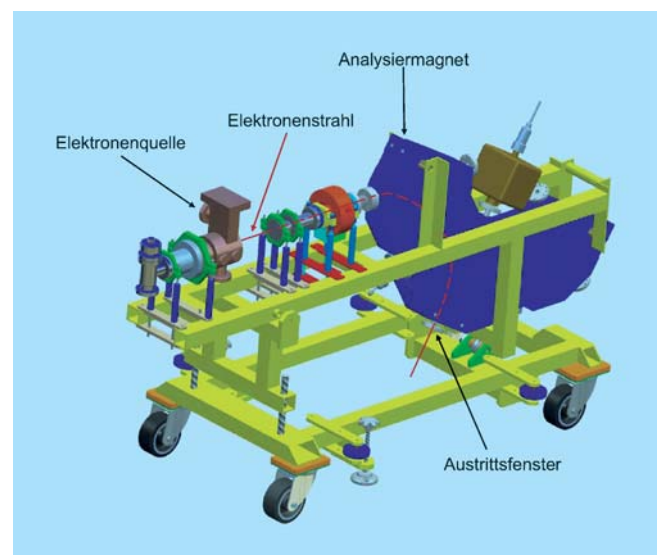


Abbildung 117: Die MAXLAB Photo-HF-Kanone auf dem Teststand. Links im Bild ist die aus Kupfer gefertigte Kanone zu sehen, deren Elektronenstrahl durch Diagnoseeinrichtungen hindurch in den sogenannten Analysiermagneten (blau), eine Kombination aus Dipolen und Quadrupolen geführt wird. Ablenkrichtung im Analysiermagnet ist nach unten.

LINAC III

Am LINAC III stehen für die Erzeugung zwei verschiedene H^- -Quellen zur Verfügung: eine sogenannte Magnetron-Quelle, sowie eine Hochfrequenz H^- -Quelle, die aufgrund ihrer Ergebnisse weltweit Anerkennung findet. Die Weiterentwicklung dieser Quelle ist im Rahmen eines EU Förderungsprogramms unterstützt worden. Auf der im Mai 2006 veranstalteten Abschlusskonferenz der Kooperation, an der acht Institute beteiligt waren, wurde der bei DESY erreichte Weltrekord bzgl. Strahlstrom als das wohl wichtigste Ergebnis der Kooperation bezeichnet. Auch nach Ende der Förderungsperiode wurden die Versuche mit dem zurzeit höchsten und längsten H^- -Strahlpuls (siehe Abbildung 118), der mit einer alkalifreien Quelle erzielt wurde, in 2006 fortgesetzt.

Aufgrund der Erfolge hat sich CERN entschieden, die DESY HF H^- -Quelle für das LINAC IV Project zu verwenden. Die Quelle war 2006 patentiert worden. In einem Vertrag zwischen CERN und DESY wurde eine Vereinbarung über den Technologietransfer getroffen. Die für die Fertigung bei CERN erforderliche umfang-

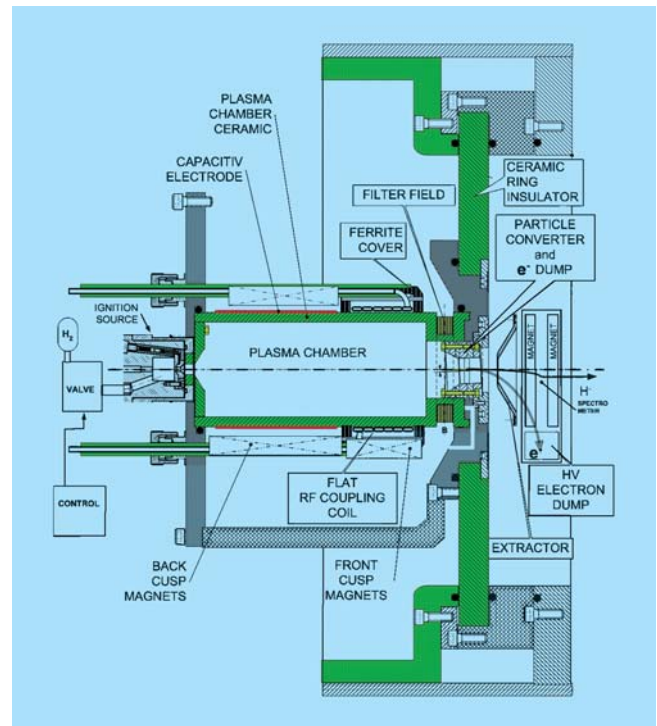


Abbildung 119: Die neue DESY HF Multicusp H^- -Ionen-Quelle mit vollisolierter Plasmakammer und longitudinal geteiltem Teilchenkonverter.

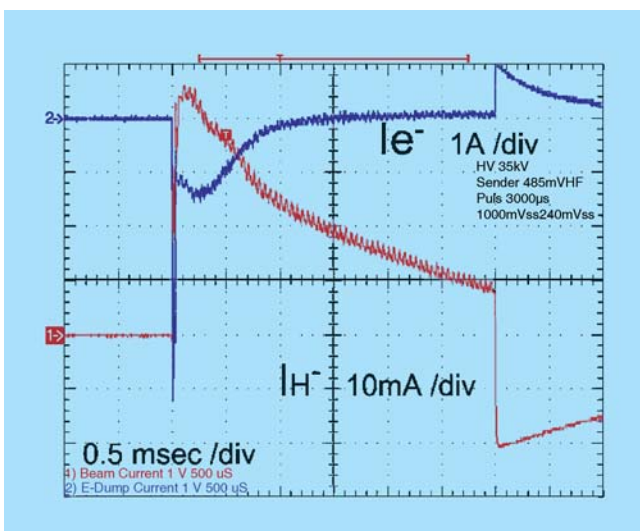


Abbildung 118: Oszillogramm des längsten und höchsten H^- -Strompulses, der bislang mit einer alkalifreien Quelle erzeugt wurde. 1: H^- -Strom (40 \rightarrow 30 mA) und 2: Elektronenstrom.

reiche Dokumentation machte die Umstellung auf ein neues Zeichenprogramm und ein teilweises Neuzeichnen erforderlich. Dies hat zu einer teilweisen Neugestaltung der Quelle geführt (siehe Abbildung 119).

Die wesentliche Änderung ist, das Plasma nur noch im Bereich des Teilchenkonverters mit Metall in Berührung kommt. Die das Plasma führenden Cusp Magnete wurden optimiert. Die Hochfrequenzeinkopplung ist durch Ummanteln der Koppelschleife mit Ferriten verbessert worden. Zusätzlich wurde eine kapazitive Elektrode eingeführt, die das Hochfrequenzfeld führt. Die Leistungseffektivität konnte so von 2 auf 5 mA/kW bei 7 kW gesteigert werden. Auch wurde bei dieser geringen Leistung eine normierte vertikale 90% rms Emittanz von nur $0,235\pi$ mm mrad bei 35 mA gemessen. Der Teilchenkonverter zur Erzielung hoher H^- -Ströme ist als konisch zylindrisches Element optimiert worden. Die Elektroden des Konverters sind longitudi-

nal geschlitzt, um den Elektronenstrom bereits vor der Plasmablende weiter zu minimieren.

Kickerlabor

Bei den Arbeiten im Kickerlabor wurden im Berichtszeitraum einige Entwicklungsarbeiten an bestehenden Anlagen vorgenommen. Um einen zuverlässigen PIA Betrieb auch für PETRA III zu gewährleisten, wurden zwei Pulsgeneratoren mit unterschiedlichen Thyatron Typen (CX 1154 und CX 1157) ausgestattet. So konnten Erfahrungen bzgl. der Zuverlässigkeit, Stabilität und der Lebensdauer gesammelt werden. Daneben gab es eine Reihe von Konstruktionsaufgaben für PETRA III. Anders als ursprünglich geplant sogenannten Feedbackkicker mit einer zusätzlichen Wasserkühlung ausgestattet werden. Der Entwurf der neuen Injektionskicker ist abgeschlossen.

Wie schon im letzten Berichtszeitraum erwähnt stellt der in der Elektronen-Quelle entstehende Dunkelstrom ein Problem beim Betrieb des TTF/FLASH-Linac dar. Zur Reduzierung dieses Dunkelstroms wurde ein vertikal ablenkender Schwingkreis-Kickermagnet (1 MHz) mit Leistungsverstärker eingebaut. Beim Versuch diesen in den normalen Strahlbetrieb zu implementieren, stellte sich schnell heraus, dass sich der Arbeitspunkt des Leistungsverstärkers immer wieder verschiebt. Deshalb wurde ein neuer Schwingkreis-Pulsgenerator entwickelt. Ein weiterer ähnlicher Schwingkreis-Kicker (200 kHz) wurde für ein Sweeper-System des PITZ Strahlfänger entwickelt. Dieser Magnet besitzt einen horizontalen und vertikalen Leiter, der jeweils von einem Pulsgenerator (Sinus Schwingung) angesteuert wird. Dadurch wird der Bunchzug nach einer Lissajousfigur auf dem Dumpblock verteilt. So kann eine punktuelle Temperaturerhöhung verhindert werden.

Über die Zuverlässigkeit und Stabilität der DESY II In- und Ejektion sind im letzten Jahr Daten gesammelt worden. Diese Erfahrungen sind in die Konstruktion der neuen Pulsgeneratoren eingeflossen. Die Entwicklung eines Einschaltfeldes zur Ansteuerung der neuen Pulsgeneratoren ist mit der Erprobung eines Prototypen abgeschlossen.

Für das XFEL Projekt entstand ein erster Pulsgenerator mit einer Wiederholrate von 5 MHz. Um die Pulsstabilität zu verbessern wurden selektierte Halbleiterschalter verwendet und zusätzlich die Halbleiter mit Wasser gekühlt. Daneben wurde eine Rechteckpulsgenerator mit einer Pulslänge von 300 μ s entwickelt.

Septumlabor

Im Rahmen des PETRA III Projektes wurde die Konstruktion des neuen e^+/e^- Injektions-Septums für PETRA inklusive angrenzender Vakuumkammern abgeschlossen. Der Bau des Septums ist für das erste Halbjahr 2007 vorgesehen. Für die spätere Montage in PETRA wird zur Zeit an einer Übersichtszeichnung gearbeitet.

Der am LINAC II eingesetzte Pulser für die Ansteuerung der sogenannten Positronenlinse, einem Einfangmagneten unmittelbar hinter dem Konverter, wird zurzeit überarbeitet. Ein Halbleiterschalter soll die bisher eingesetzten Thyristoren ersetzen. Die interne Wasserkühlung wird dabei entfallen und durch eine Luftkühlung ersetzt werden. Weitere Zielsetzung ist eine Vereinfachung des internen Aufbaues und des Gesamtgewichtes nebst besserer Wartbarkeit, da der zzt. eingesetzte Pulsgenerator bei Reparaturen Hebezeug zum Ausbau der Halbleiter benötigt.

Für den Betrieb der LINAC III H^- -Quelle wurde im Berichtszeitraum ein neuer Halbleitersender verwendet. Die aus den Testläufen gewonnenen Erkenntnisse machen jedoch eine Überarbeitung des Leitungsteils des Senders erforderlich, da die Endstufe mit den zu Beginn der Zündphase auftretenden erheblichen Blindleistungen (kapazitiver wie induktiver Art) überlastet war. Geändert wurde die Ansteuerung und Anzahl der Leistungshalbleiter, um so das Schaltverhalten im Bereich hoher Ausgangsströme bzw. Auslastung der Einzeltransistoren zu verbessern. Durch eine zusätzlich vorgesehene Entkopplung von Schalt- und Lastkreis sollen die Auswirkungen hoher Blindleistungen auf die Endstufe reduziert werden. Zurzeit wird der Endstufenteil umgebaut.

TTF / FLASH-Linac

Der Schwerpunkt der Arbeiten der Gruppe MIN liegt hier im Bereich des Injektionssystems, dem Betrieb einer speziellen Einrichtung zur Messung sehr kurzer Elektronen-Bunche, der Koordination des Aufbaus eines HF-Systems zur Linearisierung des Beschleunigerfeldes bei 3.9 GHz sowie in der Koordination des TTF/FLASH-Linac Betriebes.

Die Phasen- und Amplitudenstabilität der HF der Elektronenstrahlquelle wurden deutlich verbessert.

Die transversal ablenkende Struktur LOLA zur Messung sehr kurzer Elektronen-Bunche wurde 2006 regelmäßig betrieben. Das System zur HF-Synchronisierung wurde umgebaut, was eine Vereinfachung des Systems und eine erhebliche Steigerung der Zuverlässigkeit ergab. Hierbei erwies es sich als nützlich, dass der Gruppe MIN durch die Betreuung der TTF/FLASH Cavity-BPMs Hochfrequenzfilter im Bereich von 1.5 GHz zur Verfügung standen.

Die LOLA Struktur wurde für Messungen der Bunchlänge, des longitudinalen Phasenraums, der Slice-Emmittanz und von Effekten durch die kohärente Synchrotronstrahlung im ersten Bunchkompressor benutzt.

Zur Verbesserung der Strahlqualität der komprimierten Bunche und zur Erhöhung der Effektivität der Komprimierung wird ein System bei der 3. Harmonischen der 1.3 GHz Grundfrequenz des Linacs aufgebaut. Ein Klystron nebst Vorverstärker und Hohlleiterkomponenten ist inzwischen eingetroffen und der Umbau eines Pulsnetzgerätes (Modulator) wird weiter vorangetrieben. Dazu wird der Modulator des ehemaligen *Capture Cavities* aus dem ersten Injektor von TTF I umgebaut. Die Umbauten beziehen sich auf den Austausch unbrauchbar gewordener Komponenten, kleinerer Modifikationen in der Anordnung und einer Modernisierung der Interlock- und Steuerelektronik. Herzstück der Umbauten ist eine neue Elektronikkarte mit Transistoren zur Ansteuerung der eigentlichen Modulatorröhren. Sollte sich das Konzept dieser Karte als erfolgreich erweisen, kann es auch in Kickerpulsgeneratoren und anderen Klystronmodulatoren verwendet werden.

Hochfrequenztechnik –MHF–

Die Gruppe MHF ist verantwortlich für den Betrieb und die Entwicklung aller Hochfrequenzanlagen bei DESY. Die Arbeiten teilen sich drei Untergruppen. MHF-e ist zuständig für die sehr umfangreichen normalleitenden 500 MHz Beschleunigungsanlagen und 1000 MHz Rückkopplungssysteme für Elektronen oder Positronen in DESY II, DORIS III, PETRA II, HERA sowie für den Aufbau der HF Anlagen für PETRA III. Die zweite, MHF-sl, betreut das supraleitende 500 MHz System im HERA-Elektronen-Ring und die supraleitenden 1.3 GHz Resonatoren bei TTF/FLASH. Die Hochfrequenzsysteme für die Protonen-Beschleunigung in DESY III, PETRA II und HERA sowie die 1.3 GHz Klystrons und Modulatoren bei TTF/FLASH werden von der dritten Untergruppe, MHF-p, betreut, die auch die HF Anlagen für den XFEL plant.

Supraleitende

Beschleunigungsstrecken –MHF-sl–

HERA und XFEL

Die supraleitenden Beschleunigungsstrecken in HERA sind in den früheren Jahresberichten ausführlich beschrieben worden. Die 16 supraleitenden Resonatoren sind auf 8 Kryostate verteilt und werden jeweils über einen koaxialen Einkoppler mit Hochfrequenzleistung versorgt. Im Jahr 2006 gab es mit diesem supraleitenden System keine nennenswerten Ausfälle. Lediglich kleine Korrekturen an dem Kühlsystem eines Einkopplers mussten vorgenommen werden.

Neben der Betreuung dieser Beschleunigerstrecke ist MHF-sl in Zusammenarbeit mit anderen Gruppen des M-Bereiches beteiligt an den Vorarbeiten zum XFEL Projekt. Im Wesentlichen sind dies die Überarbeitung bzw. die Erstellung der Fertigungsunterlagen und des Qualitätsmanagements der zukünftigen Fertigung von XFEL Resonatoren sowie die Eingangskontrolle, Frequenzabstimmung und schließlich der Messung der Resonatoren aus der laufenden Resonator Fertigung. Der Betrieb von FLASH wird unterstützt durch Betreuung

der supraleitenden Resonatoren des Linacs. Weitere Arbeiten beziehen sich auf die Montage der HF Einkoppler sowie die Konditionierung der Koppler und Resonatoren in neuen supraleitenden Modulen für FLASH und FNAL.

Arbeiten im Rahmen des EU Projektes CARE

Seit Beginn des Jahres 2004 werden bei DESY die R&D Arbeiten an supraleitenden Beschleunigungsresonatoren (*Joint Research Activity Superconducting Radio Frequency*) durch das von der EU geförderte Project CARE (*Coordinated Accelerator Research in Europe*) begleitend unterstützt. Die Führung dieses Konsortiums liegt in den Händen von MHF-sl. Eine ausführliche Beschreibung der Aktivitäten findet sich im DESY Jahresbericht 2004 und auf den Webseiten <http://care.lal.in2p3.fr/> und <http://jra-srf.desy.de/>. Als Beispiele für den wissenschaftlichen Fortschritt im Jahre 2006 sei folgendes genannt.

Die Weiterentwicklung einer neuen Reinigungsmethode von supraleitenden Resonatoren mittels CO₂ Jet: Eine wesentliche Begrenzung der Leistungsfähigkeit von supraleitenden Resonatoren wird durch Feldemissionsstrom an Staubpartikeln auf der Oberfläche verursacht. Üblicherweise werden Niob Resonatoren mit einem Hochdruck Wasserstrahl (ungefähr 90 bar) gereinigt. Die Reinigung mit einem CO₂Jet bietet den Vorteil einer höheren Effektivität, die durch thermische Spannungen des kalten CO₂ Jets verursacht werden. Weiterhin ist die Abwesenheit von Wasser aus der Sicht der Vakuumtechnik von großem Vorteil. An Nb Proben konnte im *DC Scanning Microscop* der deutlich verbesserte Reinigungseffekt gegenüber Hochdruckwasser durch verringerte Anzahl der Staubpartikel belegt werden. Auch zeigten einzellige Test Resonatoren sehr hohe Beschleunigungsfeldstärken ohne Feldemissionsstrom.

Die Weiterentwicklung des Hochfrequenz Kontrollsystems für supraleitende Resonatoren. Als Beispiel einer neuen Entwicklung ist die Implementierung einer neuen Soft- und Hardware zu nennen, die den stabilen

Betrieb des FLASH Beschleunigers bei unterschiedlichen Feldstärken innerhalb eines Makropulses zulässt. Hier ist insbesondere die sehr fruchtbare Zusammenarbeit der Experten von DESY und der Universitäten von Warsaw und Lotz auf dem Gebiet der digitalen Signalaufbereitung und der entsprechenden Kontrollsoftware zu nennen.

Die Fertigung und Tests von Resonatoren aus ein-kristallinem Niob Material zur Untersuchung der maximal möglichen Feldstärken ohne Beeinträchtigung durch negative Effekte an Korngrenzen.

Die Einbindung der chemischen Industrie bei der Bestimmung einer geeigneten Methode zur Qualitätskontrolle des Elektrolyten zur Elektropolitur von Niob Resonatoren.

Einkoppler für FLASH und XFEL

Gemeinsam mit IN2P3 in Orsay werden systematische Studien zur Konditionierung von Hochfrequenz Leistungseinkopplern betrieben. Im Jahr 2005 konnte die notwendige erste Konditionierzeit durch optimierte Prozessparameter halbiert werden. Danach wurde eine saubere Demontage- und Lagerungsprozedur der Koppler in trockenem Stickstoff entwickelt. Nach dem Transport zu DESY und erneuter Montage reduzierte sich die notwendige erneute Konditionierung auf ca. 20 Stunden, was einer deutlichen Reduzierung der früheren Konditionierzeiten entspricht.

Weiterhin wurden Messungen zur Verbesserung und Vereinfachung der Kopplerdiagnose durchgeführt. Mit Blick auf den XFEL sollen mehrere Diagnose Sensoren zur Vermeidung von Hochfrequenz Überschlägen durch eine einzige Messung am Koppler-Innenleiter ersetzt werden.

Normalleitende Beschleunigungsstrecken für Elektronen/Positronen –MHF-e–

MHF-e betreibt die 500-/1000-MHz-HF-Systeme aller Elektronen-Ringbeschleuniger. Diese HF-Systeme be-

stehen aus 16 Senderanlagen mit insgesamt 28 Dauerstrich-Klystrons. Davon sind 23 800-kW-Klystrons, ein 600-kW-Klystron, zwei 300-kW-Klystrons und zwei 250-kW-Klystrons. Die DC-Anschlussleistung der 16 Senderanlagen beträgt 34 MW. Die HF-Leistung wird über ca. 3.5 km Hohlleiter auf ca. 120 normalleitende und 16 supraleitende Resonatoren verteilt.

HF-Betrieb für HERA-e

Im Berichtsjahr 2006 liefen die acht 500-MHz HF-Systeme 225 Tage für den Betrieb von HERA-e. Während dieser Zeit wurden 165 technische Störungen registriert. Das entspricht ca. fünf Störungen pro Woche. In 1/5 der Fälle war zum Störungszeitpunkt kein Strahl in der Maschine, so dass der Beschleunigerbetrieb nicht beeinträchtigt war. Mit Strahlbetrieb ging bei einer HF-System Störung in 75% der Fälle der Strahl verloren. Die Störanfälligkeit des HF-Systems mit den supraleitenden Kavitäten war im Berichtsjahr deutlich geringer als in den vergangenen Jahren.

Die mittlere Zeit zwischen zwei Störungen war:

- Supraleitendes HF-System: 8 Tage
- Normalleitende HF-Systeme: 7–28 Tage (Mittelwert 11 Tage)

HF-Betrieb für DORIS III

Im Berichtsjahr 2006 liefen die zwei 500-MHz-HF-Systeme 267 Tage für den Betrieb von DORIS III. Während dieser Zeit wurden 22 technische Störungen registriert. Das entspricht ca. zwei bis drei Störungen pro Monat. Die beiden HF-Systeme DORIS-NL und DORIS-SR waren zu gleichen Teilen an den Störungen beteiligt.

Die mittlere Zeit zwischen zwei Störungen war:

- HF-System DORIS-NL: 24 Tage
- HF-System DORIS-SR: 24 Tage

Vorbereitende Arbeiten für PETRA III

Für PETRA III wurden Planungs- und Entwicklungsarbeiten durchgeführt, am Bau von Prototypen gearbeitet, Serienfertigungen über die Abteilung FE gestartet, Komponenten beschafft und Abnahmemessungen an gelieferten Komponenten durchgeführt. Insgesamt war für PETRA III im Jahresmittel ein Personal-Äquivalent von 10 Vollzeit-Arbeitskräften gebunden. Ein Arbeitsschwerpunkt war die Software-Entwicklung für das Kontroll- und Interlock-System. Sie erforderte ein Drittel des genannten Personal-Äquivalents. Es wurde am strukturellen Aufbau von Software-Modulen, an der Architektur des Datenverkehrs und an der Entwicklung von Algorithmen für eine vollautomatische Cavity-Regelung gearbeitet.

Bei PETRA III ist beabsichtigt, Elektronik im Ringtunnel, direkt unter den Cavities zu installieren und zu betreiben. Zur Ermittlung der Betriebszuverlässigkeit unter Strahlungseinfluss werden seit zwei Jahren Elektronik-Komponenten im DORIS-Ringtunnel getestet. Dazu wird eine repräsentative Elektronik an verschiedenen Orten mit erhöhter Strahlungsintensität betrieben (in Bogennähe, dicht am Strahlrohr). Die Untersuchungen sind noch nicht abgeschlossen. Erste Ergebnisse lassen jedoch vermuten, dass die Elektronik bis zu einer Dosis von mindestens 10 Gy zuverlässig arbeitet. Bei DORIS beträgt die Dosisleistung im Bereich der Cavities ca. 1 mGy pro Tag. Bei PETRA III wird aufgrund des wesentlich größeren Dipol-Radius und des ebenfalls wesentlich größeren Abstands der Cavities von den Bögen, mit einer deutlich geringeren Strahlendosisleistung gerechnet.

Ein wichtiger Meilenstein war der erfolgreiche Upgrade der herkömmlichen Cavity-Einkopplungen auf 250 kW HF-Vorlaufleistung und die Bereitstellung von 12 Einkopplungen für den späteren Einbau bei PETRA III. Seit Juni 2004 wurden 33 Cavity-Einkopplungen konditioniert und getestet, um eine verlässliche Prozedur zu finden, die ursprünglich einmal für 60 kW konzipierten sogenannten PETRA-Koppler sicher bis 250 kW betreiben zu können. Konditionierungen und Leistungstests wurden an einem Kopplertest-Cavity durchgeführt, das von einem 600-kW Klystron gespeist wird. Zum



Abbildung 120: Cavity-Einkopplung vom Typ PETRA. Typisches Bild eines während der Konditionierung gescheiterten Kopplers. Die grauen Stellen auf dem Mittelleiter stammen vom überschüssigen Silberlot einer Lötung nahe der Keramik. Dort wurde durch Überschläge Material abgetragen, welches sich dann als grauer Schleier auf der Kupferoberfläche des Außenleiters und in Schlierenform auf der Keramik des Vakuumfensters abgelagert hat.

Konditionieren fährt eine Automatik die HF-Leistung zyklisch hoch und herunter und erhöht bei jedem erfolgreich absolvierten Zyklus die Maximalleistung um 10 kW. Die Automatik überwacht dabei das Vakuum im Test-Cavity und senkt die HF-Leistung automatisch ab, sobald der Vakuumdruck den Grenzwert von $5 \cdot 10^{-7}$ mbar übersteigt. Gewöhnlich macht das Konditionieren der Einkopplungen zunächst gute Fortschritte. Bei vakuumseitigen Überschlägen im Leistungsbereich oberhalb von ca. 150 kW beginnt dann aber meistens eine Degradierung. Es kommt zu immer häufigeren Überschlägen bei immer niedrigeren Leistungen, bis schließlich die Verlustleistung des keramischen Vakuumfensters schon bei einigen 10 kW Vorlaufleistung gefährlich hoch wird. Der Konditionier-Prozess muss dann abgebrochen werden, um einen Bruch des Vakuumfensters zu vermeiden. Die im Konditionier-Prozess gescheiterten Koppler zeigen gewöhnlich vakuumseitig eine graue, manchmal auch rötliche, Belegung des Fensters. Der Belag besteht aus Lotmaterial (Silber-Legierung) oder Kupfer, das bei Überschlägen vom

Mittelleiter des Kopplers abgetragen wurde und sich zum Teil auf der Keramik niedergeschlagen hat (siehe Abbildung 120). In der Vergangenheit war es immer rätselhaft, warum viele Koppler bereits frühzeitig durch eine Vielzahl von Überschlägen und resultierender Bedampfung des Vakuumfensters aufgegeben werden mussten und nur wenige relativ problemlos mehr als 250 kW erreichten.

Durch die folgenden neu eingeführten Maßnahmen wurde erreicht, dass jetzt alle Koppler problemlos und verlässlich auf eine Vorlaufleistung von über 250 kW konditioniert werden können und bei dieser Leistung auch dauerhaft zu betreiben sind.

Sandstrahlen des Mittelleiters Durch das Sandstrahlen wird die Rautiefe der Oberfläche von $R_Z = 2-4 \mu\text{m}$ auf $R_Z = 9-12 \mu\text{m}$ erhöht.

Koppler-Interlock auf Lichtdetektor-Basis anstatt über Vakuumdruckmessung Der Lichtdetektor überwacht den Koppler vakuumseitig durch ein gegenüberliegendes Quarzfenster.

Modifizierte Konditionierung Senkung der Steilheit der Leistungsrampe von 60 kW/min auf 15 kW/min. Einführung 30 minütiger Zwischenintervalle bei konstanter Leistung. Frequenzmodulation der HF mit einer Modulationsfrequenz von 400 Hz und einem Frequenzhub von 100 kHz.

Die mit Abstand wirkungsvollste Maßnahme ist das Sandstrahlen des Mittelleiters. Durch die im mikroskopischen Maßstab stärker zerklüftete Oberfläche sinkt die Wahrscheinlichkeit für Sekundärelektronen, die Oberfläche mit nennenswerter Energie zu verlassen und weitere Sekundärelektronen zu erzeugen. Damit wird das sogenannte *Multipacting* unterdrückt, das oft ursächlich für Überschläge im Koppler ist.

500-MHz-Klystron-Reserven

Der Engpass an Klystron-Reserven der vergangenen Jahre hat sich im Berichtsjahr ins Gegenteil verkehrt.

Seit Anfang 2005 hätten statistisch sechs der 24 500-MHz/800-kW Klystrons ausfallen müssen. Tatsächlich waren im genannten Zeitraum aber nur zwei Ausfälle zu verzeichnen. Im selben Zeitraum wurden sechs neue Klystrons geliefert und drei Klystrons repariert. Dadurch sind wir heute, ein halbes Jahr vor Beendigung des HERA-Betriebes, in der Situation genügend Klystron-Reserven für die nächsten Jahre zu haben. Aufgrund langer Lieferzeiten und statistisch fluktuierender Klystron-Sterberaten ist es schwierig die Nachbeschaffung von Klystrons so zu terminieren, dass jederzeit ein optimaler Reservebestand zur Verfügung steht. Die erwähnten sechs neuen Klystrons waren bereits Ende 2002 und Anfang 2003 bestellt worden, zu einem Zeitpunkt, als die Reservesituation kritisch war.

Hochfrequenzsysteme zur Beschleunigung von Protonen –MHF-p–

Die Gruppe MHF-p ist verantwortlich für die Hochfrequenzsysteme zur Protonenbeschleunigung in den Ringbeschleunigern DESY III, PETRA und HERA und für die HF-Systeme des FLASH und des geplanten XFELs.

Protonen-HF-Systeme

Im Berichtszeitraum waren bei den Protonen-HF-Systemen keine größeren Unterbrechungen zu verzeichnen. Kleinere Störungen konnten schnell behoben werden bzw. soweit korrigiert werden, dass Reparaturarbeiten an den geplanten Zugangstagen zusammen mit den anderen Wartungsarbeiten durchgeführt werden konnten.

MHF-p hatte sich im Jahr 2005 an Entwicklung, Konstruktion, und Installation des neuen HERA-p longitudinalen Multibunch-Feedbacksystems beteiligt, welches im Kapitel HERA und im Gruppenbericht MSK ausführlich behandelt ist.

FLASH, XFEL und ILC

Der Betreuung des Betriebes und die Durchführung von Reparatur- und Wartungsarbeiten der Hochfrequenzsender des FLASH war ein weiteres Arbeitsgebiet der Gruppe. Da FLASH aus der Tesla Test Facility entstanden ist, wurden die RF-Systemkomponenten über mehrere Jahre entwickelt, installiert und betrieben. Sie spiegeln daher in ihrer Verschiedenartigkeit den Stand der Technik zum Zeitpunkt ihrer Entwicklung wieder. Dies ermöglicht zwar, für zukünftige Großprojekte wie den XFEL oder den International Linear Collider, ILC, Erfahrungen mit Neuentwicklungen zu gewinnen, hat aber andererseits den Nachteil, dass die Zuverlässigkeit und Wartungsfreundlichkeit gegenüber einheitlichen Systemen, die sich weniger an der Grenze der technischen Machbarkeit befinden, reduziert ist.

Neben den geplanten waren auch einige außerplanmäßige Wartungs- bzw. Reparaturarbeiten im Jahr 2006 erforderlich. Dazu zählen besonders der Austausch eines 5-MW-Klystrons für die RF-Gun, Abdichtung eines Wasserlecks an einem 5-MW-Klystron, Austausch eines defekten Hochspannungskondensators und eines defekten Netztransformators in den Hochspannungsmodulatoren.

Geplante größere Wartungsarbeiten waren der Einbau eines 10-MW-Multibeam-Klystrons, Austausch eines Netztransformators in einem Hochspannungsmodulator, Erneuerung des Interlocks an einer RF-Station sowie der Einbau von Higher-Order-Mode Absorbern in einige Hohlleiterteilungen. Außerdem wurde die Installation und Inbetriebnahme einer Reserve RF Station erfolgreich beendet. Der Test der Umschaltung von Betrieb mit einer Standard RF-Station auf Betrieb mit der Reservestation ist für den Beginn des nächsten Jahres geplant.

Die Gruppe führte die Planungs- und Entwicklungsarbeiten für das RF System für den XFEL weiter.

Der Teststand für die 10-MW-Multibeam-Klystrons wurde mit zusätzlicher Diagnostik und neuen Leistungsabsorbern ausgerüstet. Getestet wurden drei 10-MW-Multibeam-Klystrons eines französischen Herstellers. Hier konnte ein großer Fortschritt im Verständnis



Abbildung 121: Die drei bei DESY verwendeten Multibeam-Klystrons THALES TH1801, CPI VKL8301, und TOSHIBA E3736.

des Verhaltens des noch neuartigen Klystrontyps erzielt werden, so dass ein stabiler und zuverlässiger Betrieb möglich ist. Das Multibeam Klystron eines amerikanischen Herstellers wurde ein zweites Mal getestet, nachdem ein Vakuumleck, das Ende des letzten Jahres aufgetreten war, vom Hersteller gedichtet worden war. Eines der wichtigsten Ergebnisse war der erfolgreiche Test des Multibeam-Klystrons eines japanischen Herstellers, welches die geforderten Spezifikationen (10 MW, 1.5 ms, 10 Hz) erfüllte und in einigen Bereichen sogar übertraf. Die Effizienz ist mit 66% größer als mit 65% spezifiziert. Die drei Klystrons sind in Abbildung 121 gezeigt.

Die Spezifikation der horizontalen Version zur XFEL Tunnelinstallation konnte fertig gestellt, die Ausschreibung zur Entwicklung und Fertigung von Prototypen durchgeführt und Aufträge zur Fertigung dreier Prototypen vergeben werden.

Die Spezifikation der Hochspannungsmodulatoren für den XFEL wurde in Zusammenarbeit von DESY Zeuthen, MKK und MHF-p fertig gestellt, das Ausschreibungsverfahren durchgeführt und Aufträge zur Fertigung von zwei Prototypen vergeben. Die Lieferung der Modulatoren wird Anfang 2008 erwartet. Die Tests werden in Zeuthen stattfinden, wo bereits die Bauten für die Modulator-Testhalle erstellt worden.

Die Anforderungsliste der 650-W-Halbleiter-Vorverstärker für die 10-MW-Klystrons wurde überarbeitet. Auf Grundlage der neuen Spezifikation wurde eine Ausschreibung durchgeführt und ein Auftrag für die neuen Vorverstärker vergeben. Die ersten Exemplare sind bereits bei DESY eingetroffen und werden derzeit geprüft.

Für den XFEL wurde eine neue Hohlleiterverteilung mit asymmetrischen *Shunt Tees* als Alternative zu

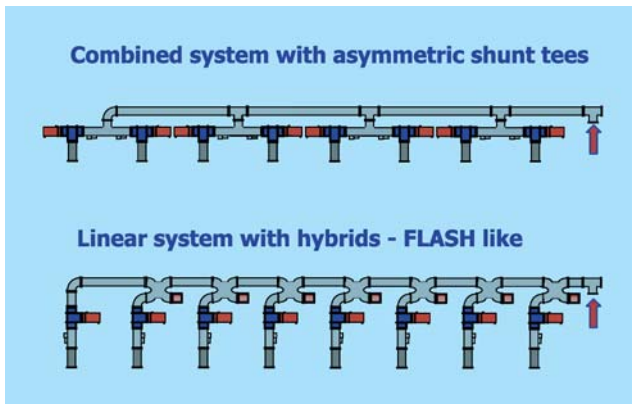


Abbildung 122: Neuartige Verteilung mit asymmetrischen Shunt Tees, unten die lineare Verteilung wie bei FLASH verwendet und als Baseline für XFEL vorgeschlagen.

der bekannten linearen Verteilung entwickelt (Abbildung 122). Die Vorteile sind: eine höhere Flexibilität in der Leistungsaufteilung, die erlaubt die RF Leistung für die supraleitenden Cavities innerhalb bestimmter Grenzen zu ändern, ein kompakterer Aufbau, der eine einfachere Installation im XFEL Tunnel erlaubt und die Möglichkeit eröffnet, fertig getestete Verteilungen im Tunnel als komplette Einheiten zu installieren, und eine kleinere Anzahl und Verschiedenartigkeit der Bauelemente.

Bisher wurden die neuartigen Bauelemente sowohl bei hoher als auch kleiner Leistung getestet. Der Test der vollständigen neuartigen Verteilung bei hoher Leistung ist bei FLASH vorgesehen.

MHF-p beteiligte sich auch an Planung, Aufbau, Inbetriebnahme und Betrieb der neuen Modultestfacility. Dafür wurde eine weitere RF-Station aufgebaut und in Betrieb genommen und eine weitere neuartige Hohlleiterverteilung entwickelt und installiert. Diese neuartige Verteilung soll ermöglichen, die Cavities und deren Koppler bei RF Leistungen zu prozessieren, die 3–4-mal so hoch sind, wie die für den Standardbetrieb benötigten. Derzeit ist ein 5-MW-Klystron in der RF-Station installiert. Es ist aber geplant, ein 10-MW-Klystron zu installieren, um alle acht Cavities eines Moduls bei RF Leistungen bis zu ca. 1 MW zu testen.

Der vom FZK in Karlsruhe entwickelte SMES Modulator wurde mit einer normal leitenden Spule getestet. Die Inbetriebnahme mit supraleitender Spule und Klystron ist für 2007 geplant. Der SMES Modulator soll zukünftig als Teststation für Hohlleiterkomponenten genutzt werden.

Die Test der Puls-kabel, die beim XFEL die 10-MW-Multibeam-Klystrons im Tunnel mit den Hochspannungsmodulatoren in den Hallen verbinden werden, wurde in Zusammenarbeit mit MKK weitergeführt. Um auch den Einfluss auf einen sich im Betrieb befindlichen Beschleuniger bei räumlich mehrere 100 m voneinander getrennten Modulatoren und Klystrons prüfen zu können, wurden zusammen mit MKK Puls-kabel und Interlockleitungen zwischen zwei entfernten Hallen entlang des FLASH-Linacs verlegt. Ein neuer Modulator wird ab Frühjahr 2007 ein Klystron des FLASH mit Hochspannungspulsen aus einer entfernten Halle versorgen.

Neben diesen Aktivitäten beteiligte sich die Gruppe mit mehreren Beiträgen bei verschiedenen Konferenzen. Hervorzuheben sind die Beiträge beim EIFAST Workshop bei DESY, der ILC Beschleunigerschule und der EPAC2006.

Software und Technik zur Kontrolle von Beschleunigern –MST–

Die M-Bereichsgruppe MST betreibt die Kontrollsysteme der Beschleuniger LINAC II und III, DESY II und III, DORIS, PETRA und HERA sowie der dazugehörigen Strahltransportwege. Für diese Kontrollsysteme sowie für das Kontrollsystem von FLASH entwickelt und betreut MST Software. MST betreibt ein umfangreiches Netzwerk mit über 500 angeschlossenen Rechnern und unterhält ein Entwicklungs- und Service-labor für Elektronikmodule zur Steuerung und Überwachung von Beschleunigerteilsystemen oder technischen Beschleunigerkomponenten.

Im Rahmen des Umbaus von PETRA zu PETRA III, einem Speichering zur Erzeugung von Synchrotronstrahlung, ist die Gruppe MST für die Erneuerung der Kontrollsysteme von PETRA, LINAC II und DESY II und weiten Teilen der dazugehörigen Front-End Elektronik zuständig. Darüber hinaus beteiligt sich MST am europäischen Röntgenlaser Projekt XFEL und am GANMVL (Global Accelerator Network Multipurpose Virtual Laboratory) Projekt, das Teil der EUROTeV Studie ist.

Betrieb

Rechnergestützte Beschleunigerkontrollen

Im Berichtsjahr konzentrierten sich die laufenden Arbeiten auf die Bereiche

- Erweiterung, Optimierung und Anpassung von Applikationsprogrammen und zentraler Kontrollsystemsoftware,
- Verbesserte Unterstützung der Betriebsabläufe im Beschleunigerkontrollraum und
- Anpassung der Rechnerinfrastruktur und Erweiterung von automatischen Abläufen.

So wurden zum Beispiel beim LINAC II Programme zur Auslese und Steuerung der neuen Modulatoren angepasst, bei DESY II ein Programm zur Orbitkorrektur bereitgestellt, bei DORIS und PETRA die Möglichkeiten verbessert, mit MatLab-basierenden Versuchsprogrammen Beschleunigerstudien durchzuführen, sowie bei PETRA die Betriebssoftware optimiert, um die Strahlverluste beim Beschleunigen des Protonenstrahls zu minimieren. Bei HERA wurde u. a. die Betriebsablaufsteuerung erweitert bzw. in Zusammenarbeit mit der Gruppe MSK Software für das neue longitudinale Multibunch-Feedbacksystem zur Kontrolle des Protonenstrahls implementiert. Bei FLASH lag der Schwerpunkt der Arbeiten bei der Realisierung bzw. Adaptierung von Applikationsprogrammen zur Messung der Strahlung auf Grund von Strahlverlusten.

Der bereits große Funktionsumfang der zentralen Kontrollsystemsoftware TINE (*Threefold Integrated Net-*

work Environment) wurde um zusätzliche Eigenschaften ergänzt, welche die äußerst flexiblen Nutzungsmöglichkeiten des Systems weiter verbessern. So wurde z. B. die Kontrollsoftware auf MacOS portiert. Auch die Benutzung nativer 64-bit Applikationsprogramme ist nun möglich. Darüber hinaus fand eine generelle Systempflege statt, und ein neues Release (TINE 4.0) wurde fertig gestellt. Die Zusammenarbeit mit anderen Gruppen und Instituten konnte im Berichtsjahr intensiviert werden. So wurden die Hamburger Außenstelle des European Molecular Biology Laboratory (EMBL) beim Aufbau eines TINE basierenden Kontrollsystems für die EMBL Beamline bei DORIS unterstützt sowie spezielle TINE Funktionen in das Beamlinekontrollsystem am KEK in Japan integriert. Wie schon in den vergangenen Jahren fand eine enge Zusammenarbeit mit DESY/Zeuthen im Rahmen des PIZ Projekt statt. Für das PETRA III Projekt wurden in einem Tutorial potenzielle Nutzer aus den technischen Gruppen bei DESY mit dem TINE Kontrollsystem vertraut gemacht.

Änderungen der zentralen EDV Infrastruktur bei DESY machten wie im vergangenen Jahr zahlreiche Anpassungen der Rechner und der administrativen Prozesse des Kontrollsystems notwendig. So wurden z. B. die Ersetzung der alten Windows NT-Systeme durch Windows XP-Systeme fortgesetzt sowie neue Rechnertypen eingeführt und die Betriebssoftware daran angepasst. In großem Umfang wurde die Hardware der Device Server Rechner und der Konsolrechner im Kontrollraum erneuert. Durch die Einführung eines sogenannten Watchdog-Prozesses zur automatischen Überwachung der Device Server Rechner und durch die Optimierung der Serverprogramme konnte die Zahl der Störungen des Beschleunigerbetriebs wegen nicht erreichbarer Serverrechner deutlich reduziert werden. Bezogen auf einen einzelnen Rechner beträgt die mittlere Zeit zwischen zwei Ausfällen nun mehrere Monate.

Digitale Controller und Front-End Elektronik

Seit jeher kommt digitale Elektronik im Bereich der Beschleunigerkontrollen in großer Stückzahl zum Einsatz.

So mussten über dreitausend Controllermodule angepasst und verbessert, gewartet und gegebenenfalls repariert werden.

Spezielle Einzelprojekte im Berichtsjahr waren der Aufbau der Ansteuerung des sogenannten Recoil-Magneten des HERMES Experiments bei HERA, die Ausstattung des HASYLAB Magneteststands sowie die Realisierung einer Vakuuminterlocksteuerung für HERA-e. Im Rahmen einer Neuentwicklung von Strahllegeelektronik durch die Gruppe MDI wurde ein von MST entwickeltes digitales Elektronikmodul erfolgreich bei HERA in Betrieb genommen.

Darüber hinaus ist MST zuständig für die Bereitstellung von allgemeinen Schnittstellenmodulen zwischen Rechnern und dem DESY-eigenen Feldbus SEDAC. Das elektronische Layout einer Schnittstelle auf USB Basis wurde fertig gestellt und Entwicklungsarbeiten für eine Schnittstelle auf TCP/IP-Ethernet Basis begonnen.

Projekt PETRA III

Im Rahmen des Umbaus von PETRA zu einem Speichering zur Erzeugung von Synchrotronstrahlung werden bis 2008 die Kontrollsysteme der Beschleuniger LINAC II/PIA, DESY III und PETRA sowie ein großer Teil der Front-End Elektronik erneuert. Eine besondere Herausforderung für die Gruppe MST besteht hierbei einerseits in einem Wechsel der vorherrschenden Programmiersprache von VisualBasic nach Java und andererseits in der Einführung eines neuen Front-End Elektronikstandards auf der Basis des CANopen Feldbusprotokolls. Als zentrale Kontrollsystemsoftware werden das bei HERA erprobte TINE Protokoll, die dazugehörenden Dienste und die grafische Programmierungsschnittstelle ACOP (Accelerator Component Oriented Programming) zum Einsatz kommen.

Der Schwerpunkt der Arbeiten der Gruppe MST lag im Berichtsjahr beim PETRA III Projekt. Die Konzeption und Realisierung zahlreicher Einzelaufgaben im Software- wie im Hardwarebereich konnte plangemäß fortgeführt werden.

Zur Vereinfachung und Standardisierung der Applikationsprogrammierung wurde eine Reihe von Softwarewerkzeugen neu bzw. weiter entwickelt. Im Einzelnen handelt es sich dabei um Frameworks zur Realisierung von sogenannten Rich-Client Konsolapplikationen sowie zur Realisierung von Serverapplikationen, Programmbibliotheken zur Erstellung von standardisierten, grafischen Bedienungsprogrammen, einem Softwaregenerator zur Erzeugung von sogenannten Device-Servern und Werkzeuge zur Verteilung und zum Starten von Applikationsprogrammen auf verteilten Rechnern. Mit Hilfe dieser Werkzeuge konnten erste Applikationsprogramme z. B. zur Bedienung der Injektionselemente oder der Beschleunigersynchronisationssysteme sowie zur Visualisierung des Strahlstroms erstellt und getestet werden. Die konzeptionelle Arbeiten zur Realisierung einer Kontrollsystem- und Beschleunigerkomponentendatenbank sowie zur Automatisierung des zukünftigen PETRA III Betriebs wurden intensiviert.

Aus verschiedenen Gründen müssen in Zukunft neben CANopen auch noch andere Feld- oder Datenbusprotokolle wie SEDAC unterstützt werden. Das sogenannte Common Device Interface (CDI), das eine busunabhängige Schnittstelle für die Applikationsprogrammierung zur Verfügung stellt, wurde weiter entwickelt, auf Windows und Linux portiert und erfolgreich erstmalig z. B. bei der Auslese von Temperatursensoren eingesetzt. Programmierschnittstellen in JAVA, C und VisualBasic sowie sogenannte Bustreiber Plug-Ins für RS232 und ADS/TwinCAT wurden bereitgestellt.

Auf dem Gebiet der Front-End Elektronik wurden die vielfältigen Entwicklungsarbeiten fortgesetzt, Prototypen getestet und erste Kleinserien fertig gestellt. Die gleiche CANopen Kommunikationssoftware konnte auf alle eingesetzten Controllertypen portiert werden. Ferner wurden verschiedene CANopen Unterstützungswerkzeuge implementiert. Nach der Entwicklung der allgemein einsetzbaren Controllertypen liegt jetzt der Schwerpunkt der Elektronikentwicklungsarbeiten auf dem Gebiet der nutzerspezifischen Funktionsmodule z. B. zur Vakuumüberwachung oder zur Ansteuerung der Netzgeräte für die Injektionselemente und

die Strahlführungsmagnete. Darüber hinaus wurden zahlreiche spezielle Test- und Entwicklungsprogramme erstellt.

Weitere Projekte (XFEL, GANMVL)

MST beteiligt sich an der Entwicklung von Software für die Hochfrequenzregelung der supraleitenden Beschleunigungsmodule des XFEL. Der Schwerpunkt der Arbeiten lag im Berichtsjahr auf dem Gebiet der DSP Programmentwicklung und bei der Evaluierung eines komplexen Softwarewerkzeugs zur sogenannten modellgetriebenen Systementwicklung.

Ferner beteiligte sich die Gruppe MST im Rahmen der EUROTeV Studie an der Entwicklung des sogenannten *Global Accelerator Network Multipurpose Virtual Laboratory* (GANMVL). Ziel dieses Projekts ist die Bereitstellung einer Web-basierenden Arbeitsumgebung, die es einer auswärtigen Person erlaubt, sich über das Internet an Messungen, Reparaturen oder Wartungsarbeiten zu beteiligen, ohne selbst mit vor Ort zu sein. MST kümmert sich in diesem Zusammenhang um die Integration von gebräuchlichen Labormessgeräten wie z. B. Oszillografen. Basierend auf den industriellen Standards IVI (*Interchangeable Virtual Instrument*) und VISA (*Virtual Instrument Software Architecture*) wurden zwei Applikationsprogramme realisiert, die Oszillografen bzw. digitale Multimeter unterschiedlicher Hersteller, Typen und Datenbusschnittstellen bedienen und visualisieren können.

Projektgruppe Quenchüberwachung –QP–

Die Aufgabe der Projektgruppe Quenchüberwachung besteht darin, die Quenchüberwachungssysteme des HERA-Rings weiter zu entwickeln und zu betreuen. Von einem Quench spricht man, wenn ein supraleitender Magnet zum Beispiel durch einen Energieeintrag bei einem Strahlverlust schlagartig in den normalleitenden Zustand übergeht.

Es gibt ein großes, HERA-weites Quenchüberwachungs- und Alarmsystem für die Hauptmagnete des HERA-Protonenrings. Zwei lokale, kleinere Systeme überwachen die supraleitenden Magnete in den Wechselwirkungszone von H1 und ZEUS. Diese Quenchüberwachungssysteme sorgen dann unter anderem dafür, dass der Magnetstrom schnell genug abgeschaltet wird, bevor eine Zerstörung der betroffenen Magnetspule eintreten kann.

Die Projektgruppe organisiert eine Rufbereitschaft und besteht aus Mitgliedern der M-Bereichsgruppen MST, MDI, MVP und MKS sowie den FH-Bereichsgruppen FEB und FH1.

Alle von der Projektgruppe betreuten Quenchüberwachungssysteme erfüllten im Berichtsjahr weitgehend zuverlässig ihre Aufgaben. Die Systeme werden seit vielen Jahren einer regelmäßigen, präventiven Wartung unterzogen. Um einer abnehmenden Zuverlässigkeit und Verfügbarkeit auf Grund des zunehmenden Alters der Bauteile und Module entgegenzuwirken, wurden im Berichtsjahr in vielen betriebskritischen Komponenten potenziell unzuverlässige Bauteile ersetzt.

Personen-Sicherheitssysteme –MPS–

Die Gruppe MPS ist verantwortlich für die technische Erstellung und den sicheren Betrieb von Interlocksystemen zum Schutz von Personen vor ionisierender Strahlung bei Beschleunigerbetrieb. Dazu gehören Türeninterlock- und Notaus-Systeme, Beamshutter- und Strahlfallensteuerungen, optische und akustische Warneinrichtungen und Strahlfreigabe-Steuerungen für alle Beschleuniger und Cavity-Teststände. Außerdem werden von MPS Interlocksysteme für den Magnetstrombetrieb erstellt.

MPS hat es sich zum Ziel gesetzt, die Interlocksysteme auf eine moderne computerunterstützte Technik umzustellen und ältere, häufig modifizierte Interlocksysteme schrittweise zu erneuern. Dabei liegt die Priorität bei

den Beschleunigern, die für die Zukunftsprojekte von DESY eine zentrale Bedeutung haben.

Die Sicherheitsschaltungen werden mit neuen, bei MPS entwickelten Elektronikmodulen unter Verwendung von zwangsgeführten Relais aufgebaut und in 60-V-Technik verdrahtet. Die Module sind über ein CAN-Bus-Interface mit einem Computer verbunden, so dass ständig Schaltzustände auf Plausibilität geprüft und visualisiert werden können. Eine Computersteuerung der Relais ohne entsprechende Voraussetzungen durch die Hardware-Logik ist dabei in Schaltungen mit hoher Sicherheitsrelevanz ausgeschlossen, dagegen können andere Funktionen, wie z. B. die Ansteuerung von Warneinrichtungen, auch rechnergesteuert ablaufen.

Hardware-Entwicklung

Im Elektroniklabor von MPS wurde 2006 an folgenden Hardware-Entwicklungen zur Modernisierung der Interlocksysteme gearbeitet.

Für Warntableaus wurde eine Platine entwickelt, die den Einsatz von LED-Leuchtmitteln in einem kommerziell erhältlichen Gehäuse ermöglicht. Mit der Herstellerfirma wurde ein Lizenz-Vertrag abgeschlossen; die Tableaus können nun dort unter Verwendung der MPS-Entwicklung gefertigt werden.

Bei ZEUS und H1 wurden Prototypen von neu entwickelten Blinkwarnlampen mit LED-Leuchtmitteln in Probetrieb genommen und funktionieren seit 8 Monaten ohne Ausfälle.

Es ist geplant, diese wartungsarmen und bzgl. des Warneffekts deutlich besseren Blinkwarnlampen und Warntableaus bei allen Beschleunigern einzusetzen.

Bei der Entwicklung neuartiger Module für Sicherheitsschlüssel wurde in Zusammenarbeit mit MDI ein verbessertes mechanisches Modell konstruiert und mit der Neuentwicklung der Schaltung begonnen. Die ersten beiden Prototypen kommen im nächsten Shutdown bei FLASH zum Einsatz.

Für die Überwachung der USV-Anlagen des Personeninterlocks wurde ein Gerät entwickelt, mit dem eine Spannungs- und Stromauslese möglich ist. Ein Prototyp ist bereit zum Einsatz.

Software-Entwicklung

In Rahmen der geplanten Erneuerung der Interlocksysteme von LINAC II, DESY und PETRA III wird auch die Software für die Interlockserver schrittweise erneuert und dabei völlig neu konzipiert. Der Prozess wurde 2006 begonnen; die neuen Programme werden von MPS erstellt.

Das Ziel ist eine leicht zu pflegende Ablaufsteuerung, die Überwachung der vorhandenen Hardwarekomponenten und die Prüfung der Konsistenz der gesamten Interlock-Logik. Die neue modular strukturierte Software wird in JAVA programmiert.

Im Jahr 2006 wurde ein Konzept erarbeitet, Software-Module definiert und mit der Programmierung der ersten Module begonnen. Dazu wurden alle relevanten Schaltpläne in Funktionsdiagramme konvertiert. Die neue Software soll erstmals 2007 für die neuen Notaus- und Interlocksteuerungen der Vorbeschleuniger eingesetzt werden.

Kommunikationssysteme

Ein neu entwickeltes integriertes Ansagegerät mit Pilotton-Überwachung wurde nach dem erfolgreichen Probetrieb bei FLASH dort in Dauerbetrieb genommen, ein baugleiches Gerät ist inzwischen auch bei CMTB im Einsatz.

Für DESY, LINAC II und FLASH sind die Sprechstellenzentralen mit einer automatischen Videoumschaltung gekoppelt worden, so dass bei ZZ-Wünschen an der BKR-Interlockkonsole das zutreffende Kamerabild erscheint. Die dazu gehörige Software wurde bei MPS entwickelt.

Bei der HERA-Nottelefonanlage wurden die umfangreichen 5-jährlichen Wartungsarbeiten durchgeführt.

Interlocksysteme

Bei den Beschleunigern und Cavity-Testständen wurden im Jahr 2006 folgende Arbeiten an den Interlocksystemen durchgeführt:

LINAC II, DESY Die wenigen Wartungstage 2006 wurden genutzt, um in den Interlockgebieten von DESY und LINAC II Verkabelungs- und Installationsarbeiten für das neue Notaus-System durchzuführen, das im August 2007 in Betrieb genommen werden soll.

DORIS Nach Umbau des Roten Weges wurde im Januar das Türeninterlock- und das Notaus-System mit neuer Technik aufgebaut und in Betrieb genommen.

FLASH Für Klystron 1 und die drei Teststände in Halle 3 wurde ein komplexes neues Interlocksystem installiert und in Betrieb genommen, das die gewünschte hohe Flexibilität von Betriebsmöglichkeiten in sicherer Weise gewährleistet. Klystron 1 kann nun wahlweise den FLASH-Linac oder die Teststände in Halle 3 mit HF versorgen; die Teststände können alternativ jeweils auch mit Verstärkern betrieben werden.

Im FLASH-Tunnel wurden neu entwickelte Setztasten für das Türeninterlock montiert, die eine optische Unterstützung bei der Absuche bieten. Außerdem wurden an den Zugangstüren erstmalig bei MPS entwickelte neuartige Sperrbereichstableaus installiert.

CMTB Für den neu errichteten Kryomodul-Teststand (CMTB) wurde ein komplett neues Interlocksystem aufgebaut und in Betrieb genommen.

Neue Projekte

PETRA III (WP1.22)

Vorbeschleuniger Für die umfangreiche Umgestaltung der Freigabesteuerungen, die wegen der Einstellung des Protonenbetriebs im Kurz-Shutdown 2007 erfolgen muss, wurde ein detailliertes Konzept erstellt und mit Verkabelungsarbeiten begonnen.

Beschleuniger Die Umgestaltung des Türeninterlocks ist insbesondere in Hinblick auf neue Absuchprozeduren und erforderliche Baumaßnahmen beschlossen; das Konzept der Interlocksteuerungen ist festgelegt, für die Kommunikationssysteme sind bereits Komponenten beschafft worden.

Experimente Es wurde ein erstes Konzept für die Interlocksteuerungen ausgearbeitet.

XFEL (WP38)

Die Klärung der Sicherheitsbedingungen und Planung eines Interlockkonzepts wurde fortgeführt; es wurde ein Beitrag zum TADR verfasst.

Im Jahr 2006 waren vier Mitarbeiter von MPS als Operateure im BKR-Teilschichtdienst aktiv. Im Rahmen des europäischen *Leonardo da Vinci*-Internship-Programms wurde ein Student der Elektrotechnik in der Gruppe beschäftigt.

Diagnose und Instrumentierung –MDI–

Die Gruppe MDI ist zuständig für die Erfassung und Messung der Strahleigenschaften in nahezu allen Beschleunigern und Speicherringen bei DESY. Dazu gehören die Analyse von Strahlage, Strahlströmen, Strahlprofilen sowie die Messung der Strahlverluste und die Integration von diversen Signalen in den Maschineninterlock-Systemen zum Schutz vor Zerstörung von Komponenten. Weitere Informationen finden sich auf <http://adweb.desy.de/mdi/>.

Für das neue Projekt PETRA III entwickelt MDI nahezu die komplette Strahldiagnose. Die Ausarbeitungen von Ideen und Konzepten sowie die Entwicklungen dieser Monitore wurden weitergeführt. Für das europäische Projekt XFEL wurden die detaillierten Planungen für alle Belange der Strahldiagnostik weitergeführt und mit ersten Entwicklungen für die Diagnostik begonnen.

HERA

Die in HERA installierte Strahldiagnostik wurde weiter verbessert und erweitert.

Das neue Elektronen-Orbit-Feedbacksystem zur Stabilisierung der kollidierenden Strahlen ist in Betrieb genommen worden. Das System basiert auf einer schnellen (32 bit Fast-SEDAC), hoch auflösenden und simultanen e und p Orbitmessung und schnellen Korrektur-Luftspulen, die durch neu entwickelte Magnetansteuermodule und Leistungsverstärker bedient werden. Ein zentral angeordneter Computer sorgt für die schnelle Strahllageverarbeitung, die Reglerfunktion und die Magnetansteuerung.

Das BPM-Messsystem an den 2-m- und 6-m-Monitoren wurde wegen der sehr schwierigen Messbedingungen (kurze Abstände der e- und p-Bunche) weiter optimiert. Neben einer notwendigen Signalpegelanhebung musste die Firmware geändert werden. Zudem wurde durch geeignete Entstörmittel auch die Störsignaleinkopplung stärker unterdrückt.

Für das HERA-p BPM-System wurden neue Elektronik in 6 Elektronik-Gräbern für 12 BPMs nahe der Wechselwirkungszonen installiert und erfolgreich in Betrieb genommen. Die Verfügbarkeit des Systems wurde durch diese Maßnahme und durch eine intensivierte Wartung deutlich erhöht. Fehlerhafte BPM-Module und Pick-ups wurden repariert, um genügend Ersatz vorrätig zu behalten.

Mit dem verbesserten Synchrotronstrahlungs-Emittanzmonitor an HERA-e wurden Studien zum dynamischen Beta-Beating der Elektronen bzw. Positronen durchgeführt, das durch die Kollision der Teilchen mit den Protonen-Bunchen an den beiden Wechselwirkungspunkten hervorgerufen wird.

Während des Betriebes und in diversen Mini-shutdowns wurden ständig Diagnosekomponenten gewartet. Die Wirescanner von HERA-p wurden an ihren neuen Positionen erfolgreich in Betrieb genommen. Durch die größeren Beta-Funktionen in beiden Ebenen erreicht der Draht eine etwas niedrigere Temperatur bei einem Scan, wodurch sich die Lebensdauer des Drahtes signifikant erhöht hat.

Der schnelle Magnetstrom-Alarm an den kritischen Magnet-Netzgeräten der Wechselwirkungszonen und das AC Strom-Monitor Alarmsystem hat sich in 2006 sehr bewährt und hat ohne eine einzige Fehl-Auslösung einige kritische Strahlverluste erkannt und rechtzeitig den Strahl gezielt vernichten können. Dadurch wurden höhere Strahlungspegel in den Hallen und im Tunnel vermieden. Die Zusammenarbeit mit CERN in Hinblick auf die Verwendung dieses Alarmsystems bei LHC und des gesamten LHC Maschinen-Schutz-Systems wurde weiter ausgebaut. Im Zusammenhang mit dem Magnetstrom-Alarm wurde inzwischen ein Patent bezüglich der Idee und der Ausführung erteilt.

Die neue Auslese des Drahtmesssystems in den HERA-Hallen wurde von der Hardware- und der Software-Seite fertig gestellt. Es läuft nun zuverlässig und stabil.

Auf Grund von Strahlungsschäden wurden die Verkabelung für TSP, Ventilsteuerung und Getterpumpen erneuert, die Verkabelung des NEG-Interlocks N+S (neue Wasserventile) geändert, sowie die Netzwerkverkabelung (Intranet) in den HERA Hallen erweitert.

PETRA II und PETRA III

MDI entwickelt und konzipiert die komplette Strahldiagnostik für das Projekt PETRA III. Dafür wurde die umfangreiche Liste von Aufgaben weitergeführt.

Es wurden zahlreiche Tests mit kommerziellen BPM-Systemen auch an anderen Beschleunigern erfolgreich weitergeführt. Diese Tests zeigten, dass die sehr hohen Anforderungen an die Auflösung gut erfüllt werden konnten. In Zusammenarbeit mit MSK wurden detaillierte Spezifikationen für das BPM-System erarbeitet und die Datenübertragung der BPM-Ausleseelektronik an das schnelle Orbit-Feedbacksystem erfolgreich getestet. Die Pick-Up Konfigurationen für nahezu alle BPM-Geometrien wurden festgelegt. Die erforderliche BPM-Auflösung von deutlich unter 1 μm impliziert eine präzise Beobachtung von mechanischen Bewegungen der BPMs gegenüber einem festen Bezugspunkt. Da Tests mit einem kommerziellen Mikro-Messsystem in PETRA II nicht sehr erfolgreich waren, wurde ein neues Messsystem bei MDI entwickelt und erfolgreich

externe Störeinflüsse, so dass eine genauere Strahlstrommessung möglich ist. Diese Verbesserung diente auch als Test für PETRA III, um den höheren Anforderungen an die Genauigkeit der DC-Strahlstrommessung für den Top-Up Betrieb gerecht zu werden.

LINAC II / III

Der Prototyp eines neuen induktiven Strommonitors für den L-Weg wurde im Labor erfolgreich aufgebaut und getestet. Dieser neue Typ soll die alten Monitore in den Transportwegen im Zuge des PETRA-III-Projektes ersetzen.

Die Planungen für den Umbau der Diagnostik im LINAC II wurden fortgeführt sowie weitere neue Komponenten bestellt.

FLASH

Umfangreiche Entwicklungsarbeiten am BPM-System haben zu einer deutlichen Verbesserung der Auflösung der Knopfmonitore geführt. Im Bereich des Undulators werden Auflösungen von typischerweise 15–25 μm (Einzelbunch, 1 nC) erreicht, in anderen Bereichen der Maschine, die mit Stripline BPMs ausgerüstet sind, liegt die Auflösung z. T. unter 10 μm . Die Bestrebungen, die Einzelbunch-Auflösung im Undulator auch bei kleinen Bunchladungen (0.2–0.5 nC) auf 10 μm zu verbessern, werden weiterhin intensiv vorangetrieben. Die Verbesserungen wurden im Wesentlichen durch Änderungen in der Signalaufbereitung (Filter, Verstärker) und in der Parametrisierung der Elektroniken erreicht. Es wurden zahlreiche Software-Tools entwickelt, um die Elektroniken im Betrieb kalibrieren zu können. Das BPM-System ist ein notwendiges Werkzeug, um gute Orbits im Betrieb wieder herzustellen und um eine hohe SASE Effizienz zu erreichen. Das System konnte die Störeinflüsse der PETRA Rampe auf den Betrieb messen. Mit der Minimierung des Differenz-Orbits wurden die Werte eines PETRA-Kompensationskreises optimiert. Dadurch gibt es jetzt kaum noch Auswirkungen der Streufelder während der p-Rampe bei PETRA auf den SASE-Betrieb bei FLASH.

Ein Spezial-BPM für die flachen und breiten Kammern der Bunchkompressoren in FLASH (und später XFEL) wurde in Zusammenarbeit mit MPY und FLA entwickelt. Dieser Monitor basiert auf einer quer zum Strahl liegenden Koppelantenne und nutzt die geringen Laufzeitdifferenzen der auf der Leitung auseinanderlaufenden Strahlsignale zur Ermittlung der horizontalen Strahlposition. Dieser Monitor wird für die Energiemessung in den Bunchkompressoren und für ein Feedbacksystem benötigt, das die Energie entlang des Bunchzugs im supraleitenden Linac korrigiert.

Ein neuer Toroid-Strommonitor wurde vor dem Undulator eingebaut und ins Kontrollsystem integriert. Damit kann die Strahltransport-Effizienz durch den Undulator genauer bestimmt werden. Strahlverluste durch Dunkelstrom und auch durch den normalen Strahl führen zu Aktivierung bzw. zu Beschädigungen von Komponenten, insbesondere der Undulatorenmagneten. Hier müssen die Strahlungsdosen kontrolliert und Verluste so gering wie möglich gehalten werden. Dazu ist der Undulator mit weiteren Verlustmonitoren ausgestattet worden, um die Dosisleistung auf wenige Gy pro Tag reduzieren zu können. Das System wird von Kollegen von MDI, MPY und MIN betreut.

Im Zuge einer Kollaboration zwischen MDI, FEA und CEA Saclay (Frankreich) wurde das Toroid-Protection-System mit langen Bunchzügen getestet. Es wird 2007 endgültig in Betrieb gehen und das Sicherheitskonzept des Maschinen-Protection-Systems komplettieren.

Es wurden Studien zur Emittanzmessung mittels *Optical Diffraction Radiation* (ODR) an FLASH gemeinsam mit der Uni Hamburg und dem INFN-Frascati (Italien) unternommen. Die aus ersten Testexperimenten gewonnenen Resultate zeigten dass es möglich ist, die ODR-Strahlungskomponente vom Untergrund zu separieren. Anfang 2007 folgen weitergehende Experimente mit der Zielsetzung, ODR zur Strahlendiagnose einzusetzen.

In Kollaboration mit SLAC, CEA Saclay, FNAL und KEK sowie mit Kollegen von anderen DESY Gruppen wurden weitere HOM-BPM Tests durchgeführt. Alle 80 HOM-Koppler der Beschleunigungs-Cavities sind mit von SLAC gebauter Auslese-Elektronik ausgerüstet.

Damit konnte die transversale Position der Cavities in zwei Kryo-Modulen ausgemessen werden. Diese Messungen haben auch gezeigt, dass die HOM-Signale für die Bestimmung der Strahlage genutzt werden können. Eine Auflösung unter $10\ \mu\text{m}$ wurde beobachtet. Weitere Studien in 2007 werden Multibunch Tests, Tests von digitaler Elektronik, Verbesserung der Auflösung usw. einschließen. Die HOM-BPMs sind für hochgenaue Orbitmessungen in den langen Beschleunigungsstrecken von ILC und XFEL sehr interessant.

Die Planung zum Bau von weiteren Diagnosekomponenten für die Seeding-Option wurde bei MDI gestartet.

XFEL

Für das Projekt XFEL wurden verschiedene Diagnosekomponenten untersucht und Entwicklungen weitergeführt.

Es fanden diverse Untersuchungen auf dem BPM-Gebiet statt. Standard-HERA-e-Elektroniken wurden bei FLASH erprobt. Es wurden Auflösungen erreicht, die mit denen der aktuellen FLASH-Elektronik vergleichbar waren. Einschränkungen gab es durch das normale 8-bit-Auslesesystem, welches die Auflösung begrenzte. Daher wurde eine Variante entwickelt, die einen schnellen 12-Bit-ADC im DOOCS Kontrollsystem mit einem speziellen Server nutzt, wodurch die Auflösung verbessert werden konnte. Zwei BPMs auf der Basis der 8-bit-HERA-e-Elektronik laufen im Betrieb von FLASH zurzeit mit, um Erfahrungen über einen längeren Zeitraum zu sammeln.

In Kollaboration mit PSI wurde der Prototyp eines neuen Resonant Stripline BPM für ein schnelles Strahlage-Intrabunchtrain-Feedback konstruiert, der ausgiebig in beiden Labors getestet wurde. Eine erste Prototypserie dieser Monitore wurde gebaut, ein Exemplar ist in FLASH für Tests installiert worden. HF-Messungen haben gezeigt, dass weitere Optimierungen des HF-Designs und genauere Toleranzbetrachtungen erforderlich sind. Eine weitere Kollaboration mit PSI zu Bau, Installation und Betrieb von Standard-BPMs und digitaler Auslese-Elektronik für den XFEL ist zurzeit in detaillierter Planung.

Für die Entwicklung von XFEL-Komponenten wird FLASH bereits genutzt. Es sind dort 2 Prototypen für BPMs für die XFEL-Module eingebaut. Zum einen handelt es sich um einen Knopfmonitor der von MDI in Kooperation mit MVP gebaut wurde, zum anderen um einen Reentrant-Cavity-BPM in Kollaboration mit CEA Saclay. Der Knopfmonitor wird benutzt, um die Entwicklung für eine BPM-Elektronik für die Modul-BPMs bei XFEL durchzuführen.

Für die Messung der Dunkelströme der supraleitenden Beschleunigungsmodule wurden Untersuchungen am dafür hergestellten supraleitenden Cryogenic-Current-Comparator zusammen mit GSI und der Friedrich-Schiller-Universität Jena durchgeführt. Genaue Messungen an dem Prototyp werden zurzeit in Jena vorgenommen.

MDI beteiligt sich an der Planung der Medienschächte, Elektronikräume, Verkabelung und Installationen sowie an der Erstellung eines Tunnel Mock-Up des XFEL.

Verkabelung

- Ständiger Ausbau, Wartung, Instandhaltung und Dokumentation der Lichtleiter-, Koaxial- und Steuerleiternetze in allen DESY-Beschleunigeranlagen
- Sofortige Störungsbeseitigung bei auftretenden Fehlern in den verschiedensten Übertragungssystemen für alle Diagnose-Signale von den Maschinen zum Kontrollraum.
- Wartung, Instandhaltung und Neubau des Pilotthermsystems in allen Beschleunigern
- Neuinstallation und Anschluss von Diagnostik im Modulteststand Geb. 70
- Neuinstallation verschiedener Diagnostik in FLASH
- Vorbereitung der Verkabelung PETRA III (Planung, Materialbeschaffung)
- Neue Koaxialverteiler für verschiedene Beschleuniger-Tunnel

- Kabellagerhalle: Trennung der Bereiche MDI, MKK und V; Einrichtung eines Montage- und Lagerplatzes für Kleinmaterial in der Halle
- Arbeiten an der Beschaffung und Installation eines neuen, für DESY allgemein nutzbaren Tools für eine gemeinsame Kabeldokumentation. Dazu wurden in Zusammenarbeit mit IPP, einer externen Firma und vielen DESY-Gruppen eine Marktanalyse und ein sehr detailliertes Lastenheft erstellt.

Diverses

Umfangreiche Wartungs-, Reparatur- und Verbesserungs-Arbeiten an Diagnose-Komponenten in sämtlichen Beschleunigern sowie den Transportwegen wurden durchgeführt. Für die MDI-Werkstatt wurde eine Personen-Notsignal-Anlage angeschafft und an das DESY-Notsignal-System angeschlossen.

Die Dokumentationsunterlagen bei MDI wurden kontinuierlich erweitert. Position und Art der Messstationen, Kabelwege und Nutzer von Diagnose-Instrumenten sind so leichter auffindbar.

Die Entwicklung und der Service von Spezialmonitoren und die Zusammenarbeit mit internen und auswärtigen Instituten wurden von MDI weitergeführt. Im Zuge der CARE-HHH-Netzwerk-Aktivitäten lieferte MDI diverse organisatorische und inhaltliche Beiträge zu der ABI-Arbeitsgruppe in Zusammenarbeit mit GSI und CERN (http://adweb.desy.de/mdi/ABI_new.html) und organisierte einen CARE-Workshop zum Thema *Simulation of BPM front-end electronics and Special Mechanical Designs*.

Strahlkontrollen –MSK–

Die Gruppe ist zuständig für spezielle Kontroll- und Instrumentierungsaufgaben im Zusammenhang mit der Strahldynamik in allen Beschleunigern. Neben dem Tagesgeschäft der Wartung und Instandhaltung der Feedback-, Timing, und Synchronisationssysteme aller Be-

schleuniger und der Hochfrequenzregelung am FLASH wurden die folgenden Schwerpunkte bearbeitet.

DESY II Magnetstromsteuerung

Zur Erfassung des DESY II Magnetstroms (Hauptstromkreise) wurden neue VME Karten entwickelt und in Betrieb genommen. Hierzu gehören ein flexibleres Zählermodul mit erweiterter Zählerkapazität von 32 bit und ein Modul zur Synchronisierung des DESY II Magnetstroms mit der 50 Hz Netzfrequenz. Ein flexibel programmierbarer Clockgenerator zur Erzeugung diverser Clocks dient der Istwerterfassung und Sollwertgenerierung der neuen Magnetstromsteuerung. Für die Clockgeneratoren wurde auch eine neue HF-Verteilung von 10 und 20 MHz in Betrieb genommen.

Zur Übertragung von Messdaten werden neue zuverlässigere V/f-Konverter-Chips eingesetzt und sukzessiv in allen Hauptstromkreisen unter Standardbetriebsbedingungen bei laufendem Betrieb mit Strahlstrom erfolgreich getestet.

Der digitale Teil von Sollwertgeber für Strom und Spannungssteuerung ist entwickelt und getestet und der analoge Teil befindet sich in der Entwicklungsphase.

PETRA III Timing System

Für PETRA III werden Timing-Module benötigt die maschinenspezifische Zeitsignale wie Bunchpattern, Umlauftakt und Events (z. B. Injection, Top-up-mode) liefern und frei programmierbar sind. Jede Bunchuhr verfügt über drei unabhängige Timingeinheiten. Die Zeitmarken jeder Timingeinheit können individuell in 1 ns Delay-steps konfiguriert werden. Zusätzlich liefert jedes Timing-Modul Referenzfrequenzen von 125 MHz und 500 MHz (SMA). Alle 25 Module wurden getestet und sind einsatzbereit.

Zur Verteilung der Timingsignale und der Lagekorrekturdaten für das Orbit-Feedbacksystem von PETRA III wurde ein Lichtwellenleiter (LWL) basiertes Signalverteilensystem entwickelt, produziert und getestet.

Multibunch-Feedbacksystem für PETRA III

Für das Multibunch-Feedback für PETRA III werden FPGA-DSP basierte Boards zur Signalverarbeitung benötigt.

Die erste Ausbaustufe verarbeitet Strahlsignale mit einer Taktrate von 8 ns (62.5 MHz BW). Für ein künftiges PETRA III Upgrade ist eine Verarbeitungsgeschwindigkeit im 2 ns Takt vorgesehen (vier parallel arbeitende ADC im 8 ns Takt, 250 MHz BW).

Die Entwicklung und Fertigung des ersten Prototyp-Boards ist abgeschlossen. Das Board ist getestet und funktionsfähig. Vorbereitungen und Installationen zu Testzwecken für das PETRA III Multibunch-Feedbacksystem in PETRA II sind zurzeit in Arbeit.

Integration von Monitorelektroniken vom Typ LIBERA

Da für das Orbit-Feedback die Positionsmessungen von bis zu 220 Detektoren vom Typ LIBERA zu einer gemeinsamen Signalverarbeitungseinheit übertragen werden müssen, wurde ein entsprechendes Signal Combiner Modul entwickelt.

Das Design, Layout und die Fertigung eines Prototyp-Boards mit 16 Rocket I/O Data-Links zur ultraschnellen Datenerfassung von Positionsdaten für das PETRA III Orbit-Feedback wurden erfolgreich durchgeführt.

Entwicklung eines CAN/LWL Transmitters

Nach Design, Layout und Fertigung eines Prototyp-Boards zur Übertragung des CAN Protokolls über Lichtwellenleiter ist mit dem Start der Serienfertigung im Labor begonnen worden.

Entwicklung digitaler Leistungsverstärker für das PETRA III Orbit-Feedbacksystem

Insgesamt werden für das Orbit-Feedbacksystem ca. 100 Leistungsverstärker (DPA's) benötigt. Die Laborproduktion von fünf Prototypen als Muster für die

Serienfertigung wurde abgeschlossen. Die von den digitalen Verstärkern anzusteuernenden Korrekturspulen wurden industriell gefertigt und werden zurzeit vermessen und überarbeitet.

FPGA-DSP Board für das Fast-Orbit-Feedbacksystem für PETRA III

Für das Fast-Orbit-Feedback von PETRA III wurde eine FPGA-DSP basierte Zentraleinheit zur schnellen Signalverarbeitung entwickelt. Das Design und Layout des ersten Prototyps der Zentraleinheit ist abgeschlossen und das erste Modul befindet sich zurzeit in der Fertigung.

Hochfrequenzregelung FLASH und XFEL

Im Bereich der Hochfrequenzregelung des FLASH und des XFEL wurden unter anderem folgende Themenbereiche bearbeitet:

- Master Oscillator und Referenzverteilung
- RF-Gun-Regelung
- ACC1 Regelung
- Evaluierung des ATCA Standards
- Automatisierung des LLRF Betriebs
- Dosimetrie
- Downconverter
- ATCA Entwicklung für XFEL
- Dokumentation

Der neue Master Oszillator für FLASH wurde fertiggestellt und im Labor vermessen. Die geforderten Phasenrauschwerte werden eingehalten. Die neue digitale FPGA basierte Regelung SIMCON wird inzwischen erfolgreich zur Regelung der RF-Gun und des ersten Kryomoduls ACC1 eingesetzt. Die Phasenstabilität der RF-Gun konnte von etwa 1 Grad auf 0.25 Grad verbessert werden. Durch die hohe Abtastrate von 40 MHz konnte das Messrauschen durch Mittelung über 40 Messungen deutlich reduziert werden. Die neue Regelung wird am Fermilab zum Betrieb von supraleitenden

Cavities eingesetzt. Um in Zukunft eine weitere Verbesserung der Feldmessung zu ermöglichen, wurden driftarme Downconverter mit niedrigem Rauschfaktor entwickelt, die auch eine höhere Zwischenfrequenz von 10–50 MHz unterstützen. Im Rahmen der Entwicklung der Hochfrequenzregelung für den XFEL wurde der ATCA Standard evaluiert. Es ist geplant bis Ende 2007 ein LLRF System im ATCA Standard aufzubauen. Kommunikation mit niedrigen Latenzzeiten und hohe Verfügbarkeit sind die Hauptargumente für diesen Standard.

Longitudinales Multibunch-Feedbacksystem für HERA-p

Das im Jahre 2005 entwickelte breitbandige longitudinale Dämpfungssystem für die Protonenmaschine HERA-p wurde im Jahr 2006 in Betrieb genommen. Nach den ersten Tests konnte der Abgleich des Timings sowie das Einstellen der Gain-Parameter der Feedbackelektronik durchgeführt werden. Die ersten Luminositätsruns mit funktionierendem Feedback und verkürzter Bunchlänge fanden im März statt. Die Automatisierung der Prozedur wurde im Sommer fertiggestellt. Wegen eines vorzeitigen Defektes des Röhrensatzes am 1-kW-Feedback-Leistungsverstärker wurde ein Ersatzverstärker aufgebaut, der fortan als Reserve dient.

Seit August ist das System voll einsatzbereit und vollautomatisiert. D. h., einmal zugeschaltet, setzt es die optimalen Parameter je nach detektiertem HERA-Zustand von selbst. Das System arbeitet vollständig im Verborgenen und es bedarf keinerlei Einstellungen durch die Operateure.

Seit dem sind auch bei Protonenströmen über 100 mA Proton-Bunchlängen von 1.0 ns nach der Rampe möglich. Die Multibunch-Instabilitäten, welche bislang auf der Rampe dazu geführt haben, dass sich die Bunchlängen vergrößern, können nun (bei optimal eingestelltem Feedback) vollständig bedämpft werden. Das Feedback muss nach der Rampe noch typischerweise zwei Stunden lang Multibunch-Instabilitäten aktiv unterdrücken. Danach schaltet es sich ab, da dann die Bunchlänge einen kritischen Wert überschritten hat,

ab dem der Strahl nicht mehr instabil wird. Nach typischerweise 6 Stunden ist die Bunchlänge von 1.5 ns erreicht, wie sie ohne Feedback gleich nach der Rampe wäre. Der Gewinn ist jedoch jeweils für den gesamten Run auch danach noch gegeben, da die Bunchlängen zu jedem Zeitpunkt kleiner sind, als sie es ohne Feedback wären.

Eine Verschnellerung der Bunchverlängerung durch stochastische Anregung des Strahls (durch Rauschen) durch das Feedback konnte nicht beobachtet werden. Wenn das Feedback aktiv Schwingungen bedämpft, ist die Verlängerungsrate jedoch leicht höher als sie es bei nicht mehr instabilen Strahlbedingungen ist.

Wegen der etwas ungleichmäßigen Füllungen und der nicht mehr geplanten Injektionsschwingungs-Bedämpfung, sowie der Beamloading Kompensation in den Cavities, haben jedoch nicht alle Bunche die gleiche Bunchlänge. Diese Ungleichmäßigkeiten bleiben auch während der Rampe erhalten, sodass 1.0 ns nur von einigen Bunchen erreicht wird. Die Bunchlängenverteilung nach der Protonenrampe liegt zwischen 1.0 ns und 1.3 ns. Zum Vergleich: Ohne das Feedback liegt sie zwischen 1.3 ns und 1.7 ns. Die angestrebte Verbesserung der Bunchlänge konnte also in etwa erreicht werden. Dies dürfte für den Rest der HERA-Laufzeit eine Erhöhung der Luminosität von etwa 5% bringen.

Die geplante zusätzliche Modifikation der HERA-Optiken, welche zu einer stärkeren (transversalen) Fokussierung der Bunche an den Wechselwirkungen führen sollte, konnte bislang noch nicht implementiert werden. Zusammen mit dem longitudinalen Feedback sollte sich die Luminosität dann nochmals erhöhen.

Vakuum –MVA–

Die Vakuumsysteme der Beschleuniger HERA-e, PETRA, DORIS, LINAC II/III, PIA sowie DESY II/III werden von MVA betrieben und weiterentwickelt. Schwerpunkte in 2006 waren für die Gruppe die Gewährleistung eines hohen Standards bzgl. der Vakuumbedingungen in HERA, die Fertigung der Vakuumkomponenten für die neue Synchrotronstrahlungsquelle

PETRA III sowie diverse Entwicklungsarbeiten für das XFEL Projekt.

HERA

Die Betriebsbedingungen des Vakuumsystems im HERA-Elektronenring waren in der Regel sehr gut und die Lebensdauern des Elektronenstrahls lagen im Bereich von 12 bis 20 Stunden. Während der mittleren Betriebsdruck des Beschleunigers im niedrigen 10^{-9} mbar Bereich lag, wurden in den Wechselwirkungszone Drücke unterhalb $5 \cdot 10^{-10}$ mbar auch bei hohen Strömen erreicht. Letzteres führte zu ausgesprochen guten Untergrundbedingungen bei beiden e/p Experimenten.

Im Laufe des Jahres kam es zu mehreren Lecks im Vakuumsystem, mehrheitlich ausgelöst durch wechselnde thermische Belastungen bei mittlerweile recht hohen Strömen. Hiervon waren insbesondere die Spinrotatoren betroffen. Zur Verbesserung der Situation wurden hier einige Vakuumkammern mit verbesserten Absorbieren eingebaut sowie die Wasserkühlung einiger kritischer Absorber optimiert.

PETRA III

Die Konstruktionsarbeiten am neuen Vakuumsystem von PETRA III wurden in 2006 nahezu abgeschlossen. Ein großer Abschnitt des Vakuumsystems umfasst die 7/8 des Ringes, in denen die alten Magnete weiter verwendet werden. In den Dipolmagneten werden stranggepresste Aluminiumprofile mit integrierter Pumpkanal für NEG-Streifen als Vakuumkammern verwendet. In den zwischen den Dipolmagneten angeordneten Quadrupol- und Sextupolmagneten wird eine elliptische Stahlkammer, ebenfalls mit integrierter NEG-Pumpe und einem Strahlpositionsmonitor ausgerüstet, eingesetzt. Als dritte wesentliche Einheit wird ein Schiebestück mit einem elliptischen Edelstahlbalg und HF-Abschirmung benötigt. Inklusive Ersatzteilen müssen von diesen drei Bauteilen jeweils etwa 250 Stück für das Vakuumsystem von PETRA III gefertigt werden.

Im Berichtszeitraum wurde die überwiegend extern durchgeführte Fertigung der Einzelteile für die Dipolkammern sowie die Fertigung der Schiebestücke abgeschlossen. In der Gruppe wurde mit der Serienfertigung der Dipolkammern durch Verschweißen der vorgefertigten Baugruppen und die Bestückung mit den NEG-Streifen begonnen. Nach der Lecksuche werden die Dipolkammern auf drei Testständen evakuiert, mit heißem Dampf bei 150°C ausgeheizt, die NEG-Pumpen aktiviert und abschließend ein Restgasspektrum zur Qualitätssicherung aufgenommen. Ein Drittel der Dipolkammern stehen inzwischen für den Einbau bei PETRA III bereit. Die Fertigung der Quadrupolkammern erfolgt durch MVP, wobei die fertig präparierten NEG Streifen von der Gruppe zur Verfügung gestellt werden.

Die Ende 2005 bei PETRA II zu Testzwecken eingebaute Prototypstrecke mit zwei Dipolkammern, der dazwischenliegenden Quadrupolkammer und zwei Schiebestücken wurde mehrere Monate im Strahlbetrieb untersucht. Die hierbei erzielte Konditionierungsrate des Vakuumdruckes stimmt sehr gut mit den Abschätzungen überein (siehe Abbildung 124). Auch das Verhalten hinsichtlich thermischer Erwärmungen bzw. Verformungen durch die Belastung mit Synchrotronstrahlung weicht nicht von den Erwartungen ab. Aufgrund ei-

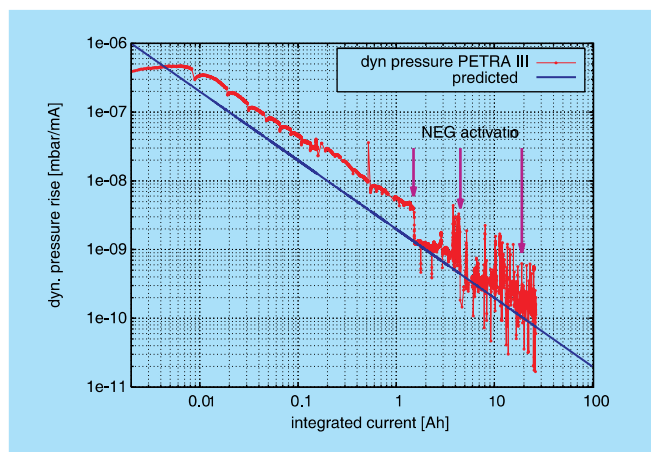


Abbildung 124: Konditionierung des Vakuumdrucks der Prototypvakuumkammern für PETRA III. Zu sehen ist der lineare Abfall des dynamischen Drucks, der umgekehrt proportional zum integrierten Strom erfolgt.

ner unerwartet hohen Aufaktivierung der Komponenten wurde diese Mitte 2006 wieder ausgebaut.

Für die Experimentesektion, dem *Neuen Achtel*, werden Edelstahlkammern mit dazwischenliegenden Kupferabsorbern verwendet. Der Aufbau ist wesentlich komplizierter als im Standardbogen. Das detaillierte Layout dieser Strecke wurde festgelegt und die Konstruktion der Komponenten ist nahezu abgeschlossen. Mit der externen Fertigung der Edelstahlkammern, Absorber und Untergestellen wurde begonnen. Die ersten erodierten Profile für die Kupferabsorber sind inzwischen angeliefert.

Das Synchrotronlicht für die Experimente wird in acht Undulatorabschnitten erzeugt. Als Vakuumkammern sind stranggepresste Aluminiumprofile mit Pumpkanälen für NEG-Streifen vorgesehen. Ein entsprechendes Profil (siehe Abbildung 125) wurde beschafft und mit der Fertigung einer Prototypkammer begonnen. Auf beiden Seiten der Magnetstruktur sind Strahlmonitore vorgesehen, an die sehr hohe Anforderungen hinsichtlich der mechanischen Stabilität gestellt werden. Aus Platzgründen sind die Monitore fest in die Undulator-Vakuumkammern integriert. Daher wurde zusammen mit dem Profil der Kammer eine steife Stützeinheit entwickelt, deren Konstruktion nahezu abgeschlossen ist.

Darüber hinaus wurde das Layout der verschiedenen geraden Strecken erarbeitet und mit der Konstruktion der entsprechenden Vakuumkammern begonnen. Diverse Sonderkomponenten wie Kollimatoren, Scraper, Shutter, Kickerkammern und spezielle Diagnosekammern befinden sich ebenfalls in der Konstruktions- und Fertigungsphase. Die Konstruktion der neuen Vakuumkammern für die Transportwege von PIA zu DESY II sowie DESY II zu PETRA wurde nahezu abgeschlossen. Ebenso ist die Beschaffung von NEG-Streifen, Ionengetterpumpen und Titanverdampferpumpen sowie deren Netzgeräte, Vakuumschieber sowie Komponenten für Pumpstände angelaufen, ein Teil der Komponenten wurde bereits geliefert.

Mittelfristig ist geplant, die PETRA III Undulatorkammern auf der Innenoberfläche mit NEG Material zu beschichten. Hierfür ist ein entsprechender Aufbau not-



Abbildung 125: Profil der Undulatorvakuumkammer: CAD Model (links) und stranggepresstes Aluminiumprofil (rechts). In der Mitte befindet sich die flache Öffnung für den Elektronenstrahl, rechts sieht man den Pumpkanal. Die runden Bohrungen sind für die Wasserkühlung.

wendig, in dem die knapp 5 m langen Kammern senkrecht gestellt werden können. Im Berichtszeitraum wurde daher ein entsprechend hoher Anbau an die vorhandene Fertigungshalle angefügt.

XFEL

Die Aktivitäten für das XFEL Projekt beschränken sich momentan auf konzeptionelle Vorarbeiten für technisch anspruchsvolle Teilkomponenten wie die Vakuumkammer in der Undulatorstrecke sowie die Kollimatoreinheiten. Die mechanische Konstruktion der Kollimatoren soll ähnlich wie bei FLASH ausgeführt werden. Als Kollimatormaterial wird eine Titanlegierung favorisiert. Neben einer möglichen schockartigen Erwärmung des Materials durch einen fehlgesteuerten Strahl kann es auch zu einer gleichmäßigen Belastung durch sogenannten Dunkelstrom aus den Beschleunigungsstrecken kommen. Zur effizienten Abführung der entstehenden Wärme sind Lötverbindungen zwischen Titan und Kupfer notwendig. Hierzu wurden verschiedene Versuche durchgeführt.

Für die Undulatorvakuumkammer wird bei einer Gap-höhe des Magnetens von nur 10 mm eine möglichst geringe Wandstärke angestrebt. Zur Minimierung von resistiven Wake-Feldern muss die innere Oberfläche der Kammer eine hohe elektrische Leitfähigkeit haben. Momentan wird ein extrudiertes Aluminiumprofil

favorisiert. Hinsichtlich der Oberflächeneigenschaften wurden Untersuchungen zur Rauigkeit durchgeführt. Weiter wurde die Verkupferung und Vergoldung von Aluminiumrohren ausgetestet. Hierzu werden in Zusammenarbeit mit der Universität Uppsala und dem Royal Institute of Technology in Stockholm Untersuchungen zur Messung der Dicke der Oxidschichten auf Aluminiumproben durchgeführt. Das Layout der Strecke zwischen zwei Undulatoren mit Korrekturmagnet, Strahlpositionsmonitor, Pumpe und Vakuumkammer wird in einer Arbeitsgruppe mit allen beteiligten Gruppen erarbeitet.

In der Elektronenstrahlschweißanlage wurde eine Serie von Niob Einzellern erfolgreich geschweißt. Ebenso wurden einige Einzelkomponenten wie z. B. eine Struktur für eine supraleitende Elektronenkanone gefertigt.

Weitere Aktivitäten

In der Gruppe MVA werden Leuchtschirme hergestellt, die für die Strahldiagnose in allen DESY Beschleunigern sowie bei PITZ in Zeuthen benötigt werden. Dabei sind ca. 150 eingebaute Leuchtschirme zu betreuen und im abgelaufenen Jahr wurden insgesamt 40 neue bzw. Ersatzschirme hergestellt. Darunter waren auch Schirme, die für die Universität Hamburg im Auftrag gefertigt wurden.

Eine weitere Aktivität besteht in der Fertigung von neuen RF-Kanonen und eines Boostercavities, das ebenfalls bei 1.3 GHz betrieben wird, für den Photoinjektor Teststand PITZ in Zeuthen. Beides sind Lötkonstruktionen aus hochpräzise gefertigten Kupfertassen. Im Berichtszeitraum wurde die Fertigung für zwei weitere Guns und das Boostercavity weitgehend durchgeführt. Konstruktiv wurde hierbei die Wasserkühlung der Gun verbessert.

Protonenvakuum –MVP–

Die Vakuumsysteme des Protonenrings von HERA und der TESLA-Test-Facility (TTF) einschließlich des Linearbeschleunigers FLASH werden von der Gruppe

MVP verantwortlich betrieben und weiterentwickelt. Hierzu gehören auch die Isoliervakuumsysteme für die Heliumtransferleitungen und die supraleitenden Magnete sowie Kavitäten. Weiterhin ist MVP für die Entwicklung und den Betrieb des Kontrollsystems für den TTF-Linearbeschleuniger FLASH verantwortlich.

Im Berichtsjahr 2006 verlief der Betrieb dieser Systeme reibungsfrei. Die Aufgaben der Gruppe konzentrierten sich vor allem auf die Verbesserung der Vakuum- und Kontrollsysteme des TTF-Linearbeschleunigers FLASH, den Bau von Vakuumkammern für die neue Synchrotronstrahlungsquelle PETRA III, Entwicklungsarbeiten für die Vakuum- und Kontrollsysteme des XFEL sowie diverse Wartungs- und Reparaturarbeiten.

HERA

Im Berichtszeitraum wurde der HERA Protonenring durchgängig mit abgekühlten Magneten und damit in den Bögen mit kaltem Strahlrohr bei 4 K betrieben. An den Vakuumsystemen wurden lediglich kleinere Wartungs- und Reparaturarbeiten durchgeführt.

Vakuumsysteme für die TESLA-Test-Facility

Im Rahmen der Entwicklungsarbeiten der TESLA Technologie ist MVP mit verschiedenen Vakuumanlagen in den Testbetrieb der supraleitenden Kavitäten eingebunden. Die Anlagen und Abläufe werden kontinuierlich optimiert und den neuesten Erkenntnissen angepasst.

Im Ablauf der Vorbereitung der supraleitenden Kavitäten für den Betrieb hat sich inzwischen ein Ausheizen bei 120°C unter Vakuum als letzter Schritt vor dem vertikalen Test bei 2 K etabliert. Hierfür wurden von MVP zwei weitere Heizapparaturen in Betrieb genommen und mit einer automatischen Regelung für den Heizzyklus ausgestattet. Für diesen Prozess stehen nun drei Anlagen zur Verfügung.

Vakuumsysteme für FLASH

Beim Linearbeschleuniger FLASH wurden im Berichtszeitraum eine Reihe von Erweiterungen und Verbesserungen durchgeführt. Neben dem Einbau von weiteren Diagnoseelementen, ein neuer Strahllagemonitor im Abschnitt ACC6 sowie ein weiterer Toroid vor den Undulatoren, konzentrierten sich die Arbeiten auf den Bunchkompressor II. Hierfür wurden zwei neue flache Edelstahlkammern mit reduzierter vertikaler Höhe, größerer Winkelakzeptanz und zusätzlichen Auslassöffnungen für weitere Experimente konstruiert und gefertigt. Ebenso wurde in Zusammenarbeit mit Diagnoseexperten der Bau eines neuen Strahllagemonitors durchgeführt. Die neuen Komponenten wurden in der Sektion BCII eingebaut und erfolgreich in Betrieb genommen. Hierbei wurde die bestehende Kollimator-einheit umgebaut.

Für 2007 ist ein größerer Umbau des Injektors geplant, um die Strahlqualität zu verbessern. Hierfür wurden die Vakuumkanern zwischen der Elektronenkanone und dem ersten Beschleunigermodul konstruktiv überarbeitet und optimiert. Ebenso wurden die Unter-gestelle dieses Abschnitts sowie der Kanone und dem Kathodensystem überarbeitet, so dass nun mit der Fertigung der neuen Komponenten begonnen werden kann. Weiterhin werden verschiedene Vakuumkanern für den im Frühjahr 2007 geplanten Umbau bei FLASH vorbereitet.

Vakuumsysteme für XFEL

Aufbauend auf die Erfahrungen mit den Vakuumsystemen bei FLASH wurde die Weiterentwicklung verschiedener Komponenten für den XFEL vorangetrieben.

Für den XFEL wird jedes Modul mit einem Strahllagemonitor und einem Quadrupolmagneten zur Korrektur der Strahlage ausgestattet werden. Hierfür sind gegenüber den bisher in den Modulen bei FLASH eingesetzten Monitoren deutliche Verbesserungen hinsichtlich der örtlichen Auflösung notwendig. Zwei verschiedene Konzepte werden verfolgt und entsprechende

Prototypen getestet. Der bei DESY entwickelte Knopfmonitor hat sich im Testbetrieb bei FLASH bewährt. Die Konstruktion der Vakuumkanern wurde im Hinblick auf eine Serienfertigung optimiert. Der von CE-Saclay in enger Zusammenarbeit mit MVP angefertigte Cavity-Strahllagemonitor wurde zum Funktionstest in FLASH eingebaut.

Für den HOM-Absorber, der die höherfrequenten Anteile des Modenspektrums jeweils zwischen zwei Modulen absorbieren soll, wurden weitere vakuumtechnische Untersuchungen an Absorberkeramiken durchgeführt.

Im kalten Vakuumsystem des XFEL sind alle 150 m Vakuumschieber mit Ganzmetalldichtung vorgesehen, die auch im abgekühlten Zustand geschlossen bzw. geöffnet werden sollen. Da solche Schieber bisher nicht käuflich erhältlich sind, wurde in Zusammenarbeit mit der Industrie die Entwicklung eines Prototyps fortgesetzt. Parallel wurden die notwendigen Komponenten für einen Test des Prototypschiebers bei tiefen Temperaturen konstruiert.

Für den Modulteststand wurden die vorgesehenen Vakuumsysteme für das Strahl- und Isoliervakuum komplett installiert und in Betrieb genommen. Die Inbetriebnahme des Modulteststands sowie der Test des ersten Moduls in dieser Anlage wurden entsprechend unterstützt.

Im Bereich der Partikelerzeugung bzw. Partikeltransport in Vakuumsystemen wurden die Messreihen zum Partikeltransport beim Anpumpen und Fluten von Vakuumschnitten sowie die Untersuchungen der Partikelerzeugung und Kohlenwasserstofffreiheit von schmiermittelfrei betriebenen Vor- und Turbopumpen weiter fortgesetzt.

Für die Elektronik des XFEL-Vakuumsystems wurden eine Reihe von Vorüberlegungen und Planungen angestellt. Unter anderem wurde mit der Entwicklung eines Netzteils für die Getterpumpen begonnen, deren Konzept festgelegt wurde. Zur Qualitätssicherstellung der Vakuumsysteme werden Massenspektrometer und Lecksucher eingesetzt. Für den XFEL werden neue Geräte beschafft werden müssen. Es wurde mit einer

Marktanalyse begonnen sowie Untersuchungen gestartet, den Gerätepark zu reduzieren und nur noch Massenspektrometer einzusetzen, die auch Lecksuchfunktionalitäten mit hoher Partialdruckauflösung und schnellen Antwortzeiten gestatten.

Vakuumsystem für PETRA III

Für den Ausbau des PETRA Beschleunigers zu einer Synchrotronstrahlungsquelle ist die Gruppe für die komplette Fertigung von über 250 Edelstahlkammern verantwortlich. Die elliptisch geformten Kammern, die zum Teil mit integrierten Strahlagemonitoren ausgestattet werden, haben seitliche Kühlkanäle sowie Pumpkanäle für NEG-Streifen, die aufgelötet werden.

Im Berichtszeitraum wurde mit der Serienfertigung begonnen. Die Einzelteile wurden überwiegend extern gefertigt, während die Fügeschritte bei DESY durchgeführt werden. Der Lötprozess bei ZM, bei dem alle drei Kanäle in einem Schritt angelötet werden, wird von der Gruppe intensiv vorbereitet und betreut (siehe Abbildung 126). Die abschließenden Schweißungen der verschiedenen Baugruppen zur fertigen Kammer werden in der Gruppe selbst durchgeführt. Mit Hilfe von selbst entwickelten und gefertigten Vorrichtungen

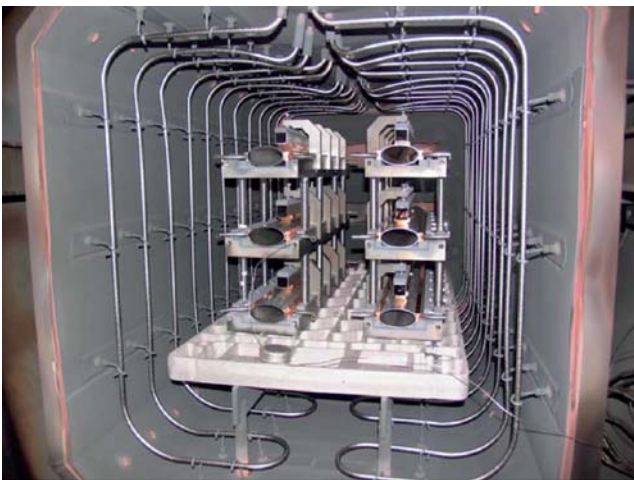


Abbildung 126: Lötöfen mit 6 Einheiten für die neuen Quadrupolkammern für PETRA III.

verläuft die Fertigung sehr zügig und zuverlässig. Inzwischen sind etwa 100 Kammern gefertigt und mit NEG-Streifen ausgerüstet.

Nach der Lecksuche werden die Kammern bei 150°C mit Dampf ausgeheizt, die NEG-Pumpen aktiviert sowie ein Restgasspektrum zur abschließenden Qualitätssicherung aufgenommen. Hierfür wurden drei Teststände für je vier Kammern mit entsprechenden Vakuumpumpen und Vakuummessgeräten aufgebaut. Rund 70 Kammern haben den gesamten Prozess erfolgreich durchlaufen und stehen zum Einbau für PETRA III bereit.

Kontrollsysteme für FLASH, XFEL und zukünftige Linearbeschleuniger

Ein Großteil der Arbeiten wurde in die Erweiterung vom FLASH Kontrollsystem investiert. Es wurde unter anderem ein sogenannter *alternating Gradient Mode* beim Betrieb der supraleitenden Cavitäten eingebaut. In diesem Betrieb wird das Beschleunigungsfeld bei jedem zweiten Maschinenschuss auf einen höheren Gradienten geregelt. Diese Betriebsart dient als Langzeittest bei maximaler Beschleunigung als Vorbereitung für den Internationalen Linear Collider (ILC) und kann parallel zum normalen Nutzerbetrieb von FLASH laufen.

Das System zur schnellen Datennahme (DAQ) wurde stark erweitert und erfolgreich im Betrieb genutzt. Typische Datenraten, die von der DAQ archiviert werden, sind 18 GB/Stunde für die FLASH-Strahldiagnose, 15 GB/Stunde für die Experimente und zusätzlich 17 GB/Stunde für Kamerabilder. Diese Daten werden teilweise auf Bändern im Rechenzentrum gespeichert. Lokal steht ein neu installiertes 24-TB-Filesystem zur Verfügung. Neben der Datenarchivierung besteht die Hauptanwendung des Systems in der effizienten Bereitstellung aller Messwerte der Strahldiagnostik für jedes Elektronenpaket in FLASH an einem zentralen 16-Prozessor-Rechner. Hier werden die Daten z. B. zur Energiebestimmung der Elektronen sowie der Photonen, zur Messung oder Regelung der Strahlage oder der Phasen des Elektronenstrahls synchronisiert mit

dem Strahlpaket bereitgestellt. Es wurden Interfaces entwickelt, die das Implementieren dieser komplexen Mess- und Regelungsprogramme in MatLab ermöglichen. Das DAQ-System ist vollständig in das DOOCS Kontrollsystem von FLASH integriert.

Für die Auswertung der Daten der Experimente am Photonenstrahl von FLASH sind die gemessenen Energien für jeden Bunch, das heißt für jeden Lichtblitz, notwendig. Diese Daten, sowie einige Daten der Experimente wie zum Beispiel von hochauflösenden Kameras oder von Analog-Digital-Konvertern, die mit GHz abtasten, werden ebenfalls über das DAQ System auf dem zentralen Bandspeicher von IT archiviert. Im Berichtszeitraum waren das 2 TB.

Die Software zur Datenaufnahme der schnellen ADCs, hier handelt es sich um ein cPCI Crate der Firma Acqiris, sowie die Kamera-Steuerung und Auslese, basierend auf Industrie-PCs unter Debian-Linux, wurden von der Kontrollgruppe neu entwickelt. Von den Kameras sind mittlerweile ca. 20 Stück bei FLASH installiert. Die beiden hochauflösenden Kameratypen werden über spezielle PC-Karten ausgelesen, die anderen Kameras sind über FireWire/IEEE1394 angeschlossen.

Für die Vorbereitung zum XFEL wurden für die Hardware das ATCA System evaluiert. Dieser neue Standard für Elektronikschübe ist von der Telekommunikationsindustrie entwickelt worden. Er zeichnet sich durch ein sehr gut durchdachtes Redundanz- und Fernwartbarkeitskonzept aus sowie durch die große Beteiligung der Industrie an diesem Zukunftsmarkt. Es wurden viele Gespräche mit Herstellern und Vertreibern von ATCA geführt sowie erste Prototypen im Labor installiert. Darüber hinaus wurde an Konzepten für das Timing System und das Maschinen-Protection-System gearbeitet. Für die Motorsteuerung der Frequenz der supraleitenden Kavitäten wurde ein Prototyp fertig gestellt.

In der Softwareentwicklung wurden weitere über JAVA basierte Programme als Benutzerinterface zum Kontrollsystem erstellt. Diese verschiedenen Programme dienen zur Darstellung von Alarmen, als tabellarische Übersicht von Parametern bzw. als Design-Werkzeug für Benutzeroberflächen. Darüber hinaus ist die Funk-

tionalität des weltweit eingesetzten elektronischen Logbuchs erweitert worden. Auch andere Labors, z. B. SLAC, wurden bei dem Betrieb und dem Upgrade unterstützt.

Kryogenik und Supraleitung –MKS–

Kryogenik

Betrieb der HERA-Kälteanlagen

Die HERA-Kälteanlagen versorgten den HERA-Speicherring im Berichtszeitraum mit einer Verfügbarkeit von 98.9%. Dabei gab es keine nennenswerten Ausfälle der Kälteanlagenkomponenten. Die aufgetretenen Ausfallzeiten wurden im Wesentlichen durch Magnet-Quenche und Fehler im SEDAC-Teil des Kontrollsystems verursacht.

Zwei der drei HERA Coldboxen waren im Berichtszeitraum 2006 durchgängig in Betrieb. Sie versorgten die supraleitenden Protonenringmagnete, die Referenzmagnete, die vier supraleitenden Luminositäts-Upgrade-Magnete GO und GG an den Wechselwirkungszonen bei H1 und ZEUS sowie die supraleitenden Kavitäten des e-Ringes und der Experimente H1, ZEUS und HERMES mit Helium bei 4.0 K bzw. 4.4 K und 40 K. Die dritte Coldbox versorgte den FLASH Linac sowie zeitweilig den neuen Kryomodulteststand (CMTB) und die Magnettesthalle (MTH).

Der ehemalige supraleitende ZEUS-Kompensatormagnet, der sich durch hohe Feldstärke und große Apertur auszeichnet, wurde in der HERA Kältehalle als Teststand betrieben.

Für HASYLAB und die Labors wurden in 2006 in der HERA-Kryoanlage insgesamt ca. 353 Kannen Helium zu je 100 Liter verflüssigt und bereitgestellt.

Nach der Installation von Frequenzrichter-Ansteuerungen für alle Joule-Thomson Kompressoren der Kälteanlage konnte der Primärenergieverbrauch bei gleicher Kälteleistung im Vergleich zu den Vorjahren

um mehr als 10% gesenkt werden. Im Dezember 2006 erreichten die 21 Expansionsturbinen der Kälteanlage eine Gesamtlaufzeit von 2 Millionen Betriebsstunden.

Betrieb der HERA-Referenzmagnete

Die Magnetfeldmesssysteme in den Referenzmagneten konnten ohne nennenswerte Störungen über den gesamten Berichtszeitraum betrieben werden.

Kryoversorgung FLASH-Linac und TESLA Test Facility (TTF)

Der FLASH-Linac wurde über das gesamte Betriebsjahr 2006 von der HERA-Kälteanlage betrieben und ist somit seit März 2004 durchgängig kalt. Die weitere Planung für den Betrieb sieht vor, dass das FLASH-Kryosystem bis zum Shut-down im Frühjahr 2007 ohne Unterbrechung in Betrieb bleibt.

In den Kryostaten des TTF-Testfeldes wurden insgesamt 174 Messungen und Tests durchgeführt, davon waren 151 vertikal und 23 horizontal. Das Testfeld wurde von der 900 W Heliumkälteanlage in Halle 3 versorgt.

Im horizontalen Teststand (Chechia) wurden die Kavitäten für die Kryomodule Nr. 6 und Nr. 7 qualifiziert. Bei diesen Qualifizierungsmessungen wurden die Tests der Kavitäten-Tuning-Systeme mit Piezo-Elementen integriert.

In den vertikalen Kryostaten fanden Tests an ein- und neunzelligen Kavitäten statt. Zusätzlich wurden auch Tests an speziellen Kavitäten für Injektoren durchgeführt. Weitere Tests in den vertikalen Kryostaten wurden an neuen Typen von Durchführungen für Strahlmonitore (BPMs), supraleitenden Magnetspulen und Stromzuführungen unternommen.

Betrieb der Cavity Testanlage (CTA)

In Gebäude 47 (PETRA-Halle NO) wurde die Cavity-Test-Anlage (CTA) für Tests von ein- und mehrzelligen supraleitenden Kavitäten an 49 Testtagen betrieben,

dabei erfolgten Kalttests an 46, meist 1-zelligen, Kavitäten. Der wechselnde Betrieb der 300-Watt-CTA-Kälteanlage wurde von der HERA-Kryomannschaft durchgeführt.

Betrieb der Magnetesthalle (MTH)

Zur Suche nach Axion-artigen neuen Teilchen (ALPS-Experiment), die im Frühjahr 2007 geplant ist, wird ein HERA-Dipol in der MTH (Geb. 55) zum Aufbau des benötigten statischen Magnetfeldes verwendet. Zur Vorbereitung dieses Experimentes wurde eine Abkühlung des Dipolmagneten auf dem Teststand durchgeführt und alle Subsysteme in Betrieb genommen.

Kryomodulteststand (CMTB)

Der Kryomodulteststand wurde im Jahr 2007 vollständig aufgebaut und mit seinen Hochfrequenzeinrichtungen und kryogenen Systemen in Betrieb genommen. Für die Abnahme der kryogenen Systeme wurde der Teststand zunächst in einem Kurzschluss zwischen Anschluss- und End-Box betrieben und insgesamt dreimal abgekühlt und aufgewärmt. Im stationären Zustand wurden die statischen Wärmeverlustmessungen am kryogenen Versorgungssystem durchgeführt. Dabei konnten die spezifizierten Eigenschaften nachgewiesen werden.

Im August erfolgte die Installation des Kryomoduls Nr. 6 auf dem Teststand (siehe Abbildung 110 im XFEL-Bericht aus Seite 187). Für den Anschluss der Heliumprozessleitungen wurden erstmals neue Flanschverbindungen verwendet, die später auch bei den Serientests der XFEL-Kryomodule benötigt werden. Nach dem Anschluss des Kryomoduls wurde der Testbetrieb aufgenommen. Damit können jetzt unabhängig vom Betrieb des FLASH-Linacs Kryomodule zeitnah nach ihrer Fertigstellung getestet werden. Zum Testumfang gehören unter anderem die Überprüfung der Hochfrequenzeigenschaften sowie die Messung der statischen und dynamischen Wärmeverluste der Kryomodule. Wesentlich ist auch die Überprüfung der mechanischen Ei-

genschaften bei der Beanspruchung durch thermische Zyklen.

Der Aufbau des Modulteststandes wird gefördert durch European FEL Design Study, Contract No.: 011935.

Kryokontrollen am Kryomodulteststand

Bei der Implementierung der für die Kältekontrollen erforderlichen Instrumentierung, wurden bei der CMTB neue Wege beschritten. Die Einführung intelligenter Sensoren ermöglicht eine bessere Diagnose während des Betriebes und bietet Erleichterungen bei der Inbetriebnahme. Die Einführung intelligenter Sensoren bei der CMTB soll auch Erkenntnisse für den zukünftigen Betrieb im XFEL liefern.

Die intelligenten Feldbus-Sensoren und -Aktoren tauschen ihre Prozessdaten über das PROFIBUS Feldbussystem mit einem Steuerungsrechner aus. Die im Bussystem verwendete Zweidrahttechnik reduziert den Verkabelungsaufwand auf ein Minimum. Um die Stellungsregler vor eventueller Röntgenstrahlung der Kavitäten zu schützen, sind die Stellungsregler und die Drucktransmitter außerhalb der Abschirmung montiert. Ein weiterer wichtiger Vorteil beim Einsatz von intelligenten Feldbusgeräten besteht darin, dass die Prozesswerte direkt am jeweiligen Sensor digitalisiert werden. Dadurch werden Störungen des Messwertes weitgehend minimiert.

Zur Projektierung des Prozessleitsystems EPICS wurde das selbst entwickelte Projektierungs-Werkzeug Epics-Ora eingesetzt. Dieses ermöglicht die Anbindung des Systems an die vorhandenen Datenbanken.

Das zugrunde liegende Konzept machte eine rasche Inbetriebnahme der Instrumentierung möglich, die parallel während der Montage erfolgte. Nach Fertigstellung der Anlage konnte diese ohne Verzögerung in Betrieb genommen und getestet werden. Zur Unterstützung der umfangreichen Messaufgaben an den Beschleuniger-Modulen wurde die Plattenkapazität des Archiv-Servers erheblich erweitert. Durch diese Maßnahme kann die langfristige Archivierung von Messdaten mit einer hohen Auflösung gewährleistet wer-

den. Die Archivierungssoftware und die Software zur Auswertung der Messergebnisse werden kontinuierlich weiterentwickelt.

Supraleitung

Infrastruktur

Elektropolitur

Die Parametereinstellungen der Elektropolituranlage (EP-Anlage) wurden weiter optimiert, so dass auch bei Behandlungsdauern von über vier Stunden ein stabiler Betrieb gefahren werden kann. Es wurden insgesamt 61 Elektropolituren von ein- bis sechs Stunden Dauer durchgeführt. Insgesamt wurden mit der EP-Anlage im Jahre 2006 ca. 130 Betriebsstunden bei einem Strom von 300 Ampere gefahren. Die Betriebsstunden verteilen sich auf EP Hauptbehandlungen mit bis zu 6 Stunden und EP Endbehandlungen mit ca. 2 h Dauer.

Der EP-Betrieb konnte im Berichtszeitraum ohne nennenswerte technische Störungen aus dem Bereich der EP-Anlage durchgeführt werden.

Begrenzungen der Behandlungsdauer und technische Störungen wurden im Wesentlichen durch die Kühlwasserinfrastruktur verursacht. Dabei führten die zeitweilig zu hohe Vorlauftemperatur und der zu niedrige Druck der Stadtwasserversorgung auf dem DESY-Gelände zu Abschaltungen. Die Verwendung von Stadtwasser zur Kühlung ist eine Sicherheitsauflage des TÜV für den Betrieb der EP-Anlage.

Im Rahmen der Wartungsarbeiten an der Polituranlage wurde in 2006 erstmals die Elektrode ausgetauscht, da deutliche Erosionsspuren erkennbar waren.

Eine Analyse der Anlagenparameter der letzten 3 Betriebsjahre ergab, dass in der Anlage ein Alterungsprozess stattfindet. Bei gleichen Politurspannungen und Temperaturen reduzierte sich die Abtragsrate kontinuierlich von 0.4 auf 0.35 $\mu\text{m}/\text{Minute}$. Auch der Austausch der Elektrode veränderte diesen Wert nicht. Um die Ursache der Alterungsprozesse zu ermitteln, werden im nächsten Anlagen-Shut-down alle Strom leitenden

Komponenten auf Verschleiß bzw. Korrosion hin überprüft.

Zur Verbesserung der Qualitätskontrolle der Säure wurde ein Online Sensor eingebaut. In fest vorgegebenen Temperaturbereichen wird das Strom-Spannungsverhältnis automatisch ermittelt. Dieses Verhältnis ist ein Maß für den HF Gehalt der Säure. Mit dem Online Monitor kann sowohl die Qualität der neu in die Anlage eingefüllten Säure, als auch der Verbrauch der reaktiven Substanzen der Politursäure bei der chemischen Reaktion kontrolliert werden.

Reinraum

Nach der Generalüberholung der Filtereinheiten in 2005 zeigte der RR gleichbleibende Luftqualität die sowohl im Bereich der Klasse 10 als auch der Klasse 100 die durch die US Norm ASTM vorgegebene Qualität unterschreitet. In 2006 hat der RR eine Verfügbarkeit von 99% gehabt (ohne Störeinflüsse der sonstigen Infrastruktur). Es wurden 38 Kavitäten für den Test im vertikalen und 12 Kavitäten für den horizontalen Test (Chechia) montiert und behandelt. Zudem sind in 2006 die Modul Strings von Modul 6 und 7 montiert und für den Einbau in die Kalten Massen vorbereitet worden.

Alle in die Qualitätskontrollen des Reinraumes integrierten Messsensoren für die RR Luft, das Reinstwasser und den TOC Wasserwert zeigten konstant hohe Qualität der Hardwarekomponenten an. Typische Werte, die in 2006 ermittelt wurden, sind in Tabelle 8 angegeben.

Reinraum Luft

Klasse 10	Klasse 100	Messgröße
< 10 Part.	< 100 Part.	Partikel > 3 µm/qft

Reinstwasser HD Spüle

Partikel	< 10	Partikel > 0.2 µm/Liter
TOC	≤ 2 ppb	Parts per Billion
Bakterien	0–1	Kolonien je Liter

Tabelle 8: Typische Messwerte der Infrastruktur zur Resonatoren Behandlung in 2006.

Störungen der Infrastruktur

Drei Bereiche der Infrastruktur haben den gesamten Präparationsbetrieb im Jahre 2006 gestört. Dazu gehören die Qualität des zur Kühlung verwendeten Stadtwassers, die Verkeimung der Reinstwasseranlage und Probleme mit der bei Arbeiten im Chemiebereich verwendeten Schutzkleidung.

In einem monatlich durchgeführten Turnus werden alle Reinstwasser Entnahmestellen auf Bakterienbefall hin überprüft. Ende August ergab die Kontrolle, dass an der Entnahmestelle HD Spüle ein Bakterienwert von 50 Kolonien je Liter (siehe Abbildung 127) aufgetreten ist. Dieser Wert entspricht 50% der laut DIN (100 Kolonien/Liter) zugelassen Menge für Reinstwasseranlagen. Dieser Befall mit Bakterien kann in Zusammenhang mit der in dieser Zeit zu hohen Wassertemperatur des Versorgungswasser gesehen werden, das mit einer Zulauftemperatur von 20°C anstelle der üblichen 10–13°C aus dem Leitungsnetz übernommen werden musste. Zur Desinfektion der Anlage musste der gesamte Präparationsbetrieb eingestellt werden, da eine Hauptkomponente der Behandlung Reinstwasser

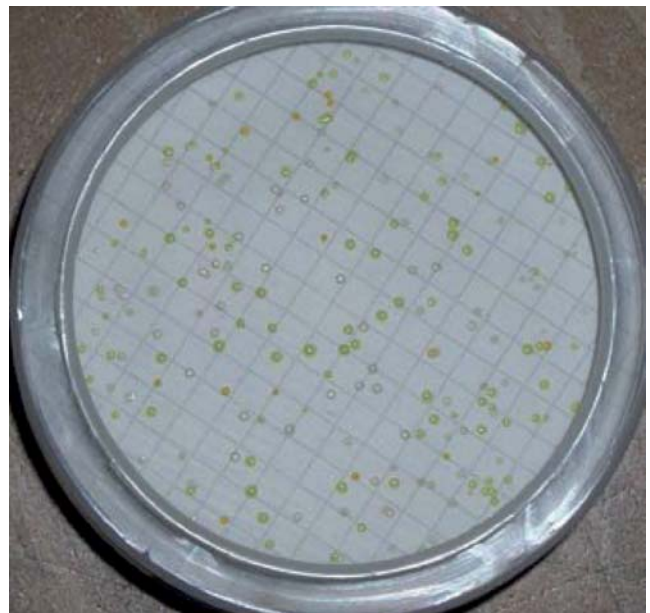


Abbildung 127: Bakterienbefall der Reinstwasseranlage. Probe entnommen am Hochdruckspülzulauf POU Filter.

ist. Eine mit dem befallenen Reinstwasser behandelte Kavität zeigte ein Einsetzen von Feldemission bei einer niedrigen Feldstärke (Abbildung 128).

Hochdruckspüle

Die Hochdruckspüle (HD-Spüle) ist neben der Elektropolitur und der Beizanlage eine der Hauptinfrastruktureinrichtungen für die Resonator Behandlung.

Insgesamt sind 355 Hochdruckspülen von je 2h Dauer mit einem Anlagendruck von 100 bar durchgeführt worden, um Resonatoren für vertikale Tests, das Tankschweißen oder den Chechia Test/Moduleinbau vorzubereiten. 72 Hochdruckspülbehandlungen wurden für die Präparation von 12 Resonatoren für den Chechia Test bzw. den Einbau in die Module 6 und 7 gefahren.

Zur Entlastung der 13 Jahre alten Hochdruckspüle und zur Schaffung eines redundanten Systems befindet sich eine neue Hochdruckspüle im Aufbau. Diese HD-Spüle soll zudem als Prototyp einer industriellen Anlage für die Serienfertigung der XFEL-Kavitäten dienen. Im Gegensatz zur existierenden Anlage wird in dieser Anlage der Wasserdruck mit einer Turbine anstelle einer Kolbenpumpe erhöht, damit sollen Schwingungen der Hochdrucklanze vermieden werden. Die verwendete Hochdruckturbine hat ein Fördervolumen von bis zu 6000 Litern pro Stunde und ist in der Lage, bis zu sechs Hochdruckspülanlagen gleichzeitig zu bedienen. Ein in die neue Hochdruckspülanlage eingebauter unabhängiger Reinstwasserkreislauf ermöglicht es, die bessere Spüleistung von heißem Wasser von 60 bis 70°C bei der Hochdruckreinigung zu nutzen.

Im Rahmen der vorbereitenden Arbeiten für die Kontrolle der neuen HD-Spüle wurden durch die Gruppe MKS4 verschiedene Aufgaben realisiert. Nach Definition der Kommunikation und der Schnittstellen mit einer externen Firma wurde die Steuerung der Reinstwasseranlage in das Kontrollprogramm auf der SPS eingebunden. Der umfangreiche Test der Motorsteuerung für die Hochdruckspüle inklusive der Frequenzrichter und der Interlockbedingungen in einer Laborumgebung verliefen erfolgreich. Am Aufbau der Hochdruckspüle wurden die Notaus-Einrichtung, die Interlocks und die

Hardware-Endschalter getestet. Eine Visualisierung über Internet ist in Vorbereitung.

Datenbank für die Kavitäten

Inzwischen sind die wichtigsten Daten von 150 9-Zell-Kavitäten, fast 80 Einzellern, über 20 anderen Kavitäten und 75 RF-Kopplern in einer relationalen Oracle-Datenbank gespeichert. Diese Daten stammen im Wesentlichen von der visuellen, mechanischen und elektrischen Eingangskontrolle der Kavitäten bei DESY, von der chemischen Behandlung (BCP und EP) der Kavitäten und den Resultaten ihrer RF-Messungen bei 2 K. Das Testen und Konditionieren der RF-Koppler liefern weitere Daten.

Die Daten der mechanischen und elektrischen Vermessungen der Halbzellen, Hanteln (*Dumb-Bells*), Endgruppen und HOM-Koppler, den Bausteinen der Kavitäten, werden von den Firmen via EDMS an die Datenbank geliefert. Die statistische Analyse der Ergebnisse ist ein wichtiges Element der Qualitätskontrolle.

Somit sind schließlich die wichtigsten Informationen über eine Kavität von der Fertigung bis zu ihrem Einbau in ein Kryomodul in der Datenbank gespeichert. Diese ist dynamisch für alle Benutzer über ein umfangreiches grafisches WEB-Interface zugänglich, das auf Oracle-Produkten basiert, ständig erweitert wird und den Benutzern einen schnellen, unkomplizierten Zugriff auf die gespeicherten Daten ermöglicht.

Kavitäten Behandlungen

Bau von Kryomodulen

Es wurden die Kavitäten-Ketten (*Cavity-Strings*) für zwei Kryomodule im Reinraum präpariert und montiert. Eines der Kryomodule (Produktions-Nr. 6) entspricht in seiner Konstruktion dem letzten Design-Schritt (Typ III) der TESLA Prototypmodule und soll im nächsten Shut-down des FLASH-Linacs als sechstes Beschleunigermodul (Position ACC6) eingebaut werden. Der TESLA Design-Typ III bildet die Grundlage

	Ac 70 ep	Ac 76 ep	Ac 81 ep	Z 87 ep	Z 85 ep	Z 92 ep	Z 83 ep	Z 90 ep
Eacc max	35.25	35.15	36.1	34.45	32.1	31.8	35.2	25
Eacc@ 10^{-4} mGy/min	35.25	35.15	30.16	34.45	32.1	31.8	35.2	25.0
Eacc@ 10^{-2} mGy/min	35.25	35.15	31.29	34.45	32.1	31.8	35.2	25.0

Tabelle 9: Hochfrequenzmessergebnisse der horizontalen Tests (Chechia) der in Modul 6 eingebauten Resonatoren.

	Z99 ep+	C25 BCP	Z96 ep+	C23 BCP	A15 BCP	C27 BCP	Z95 ep	C21 BCP
Eacc max	29	29.5	27.4	30	30.1	33.7	32.6	33.3
Eacc@ 10^{-4} mGy/min	25.3	23.3	20.8	20.34	20.84	25.1	30.1	30.2
Eacc@ 10^{-2} mGy/min	25.3	23.3	26.7	25.5	25.91	30.4	32.6	32.3

Tabelle 10: Hochfrequenzmessergebnisse der horizontalen Tests (Chechia) der in Modul 7 eingebauten Resonatoren (aufgrund der unterschiedlichen Vorgeschichte der verwendeten Kavitäten können keine einfachen Rückschlüsse auf die benutzten Präparationsverfahren gezogen werden).

für die Auslegung der XFEL-Kryomodule. Das zweite Kryomodul (Produktions-Nr. 7) ist vom älteren TESLA Typ II und wird das Modul 3* auf Position ACC3 im FLASH-Linac ersetzen.

In Vorbereitung der Stringmontage von Modul 6 wurden Gäste des FNAL und des KEK in der Montage von Resonatoren zum String trainiert.

Neben der Verwendung im FLASH-Linac und der Vorbereitung des XFEL-Projektes soll mit Modul 6 die Realisierung höchstmöglicher Beschleunigergradienten demonstriert werden.

Im Modul 6 ist ein mittlerer Gradient von 33.1 MV/m zu erwarten (Tabelle 9). Modul 6 befindet sich seit August 2006 im Test in der neuen CMTB Testanlage.

Für Modul 7 wurden 5 Kavitäten aus der 2ten Produktion (C Kavitäten) durch nass chemische Behandlung (BCP) erneut präpariert. Drei Resonatoren des Moduls 7 sind aus der laufenden Kavitäten-Produktion entnommen und mit dem Elektropoliturverfahren (EP) behandelt worden. Für das Modul 7 ist im Mittel ein maximaler Gradient von 30.7 MV/m je Kavität zu erwarten (siehe Tabelle 10).

In den Tabellen 9 und 10 ist jeweils die Energiedosisleistung der bei den Tests gemessenen Bremsstrahlung

angegeben. Bei festem Messaufbau ist diese Dosisleistung ein relatives Maß für die bei einer bestimmten Beschleunigungsfeldstärke auftretende Feldemission. Bis zu einer Energiedosis von 10^{-2} mGy/min kann die Beschleunigungsfeldstärke erfahrungsgemäß im Linac genutzt werden (untere Zeile in den Tabellen).

Kavitäten Behandlungen und Testergebnisse

Zur Vorbereitung für vertikale Hochfrequenztest wurden in 2006 21 Resonatoren der Produktionsreihe 4, fünf Resonatoren der Produktionsreihe 2 und drei großkristalline 9-zellige Resonatoren mit Elektropolitur (EP) bzw. Chemiepolitur (BCP) behandelt. Für eine Serienproduktion muss aus Kostengründen damit gerechnet werden, dass lediglich ein einziger Testdurchlauf (*Power-Rise*) bei den Hochfrequenztests (HF) durchgeführt wird und die hierbei erzielten Ergebnisse die Qualität der Resonatoren bestimmen. Die Hochfrequenzmessungen des Jahres 2006 wurden unter diesem Aspekt ausgewertet, um einen Ausblick auf eine Serienproduktion zu gewinnen. Für die in den Abbildungen 128 und 129 dargestellten HF Messergebnisse wurde hier jeweils nur der erste *Power-Rise* nach der Präparation für den Test herangezogen sowie

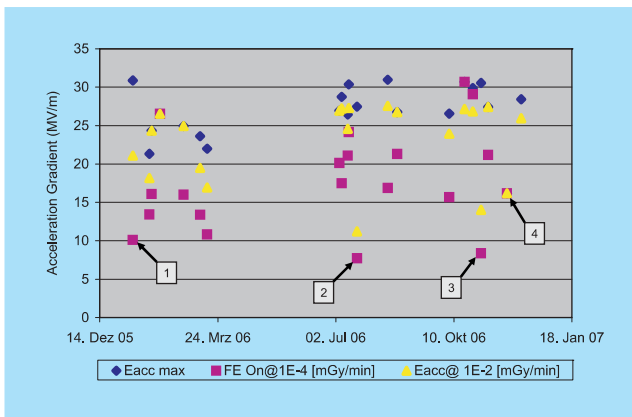


Abbildung 128: Auswertung der HF Testergebnisse der in 2006 präparierten Resonatoren der Produktionsreihe 4 (Z Cavities) unter den Randbedingungen einer Serienproduktion (first Power rise after preparation). Testergebnis: 1) Reinstwasseranlage von Bakterien befallen/UV Brenner ausgefallen, 2) Reinstwasseranlage von Bakterien befallen/ Ursache unbekannt, 3) Ausfall der Hochdruckspüle/ Cavity trocknet unkontrolliert, 4) Resonator durch Quench in einer Schweißnaht limitiert.

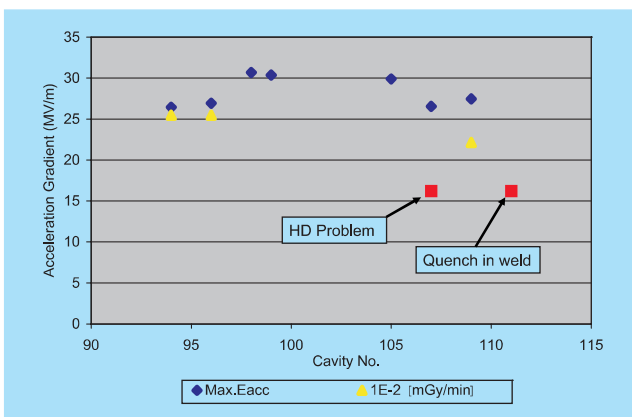


Abbildung 129: Hochfrequenz Messergebnisse der mit Flash BCP behandelten Resonatoren. Auswertung der Ergebnisse unter den Randbedingungen einer Serienproduktion (first Power rise after preparation).

die Akzeptanzgröße für Strahlungsdosisleistung durch Feldemission dargestellt.

Dreizehn der in 2006 präparierten Resonatoren erhielten eine Endbehandlung mittels BCP. Aus der neuen

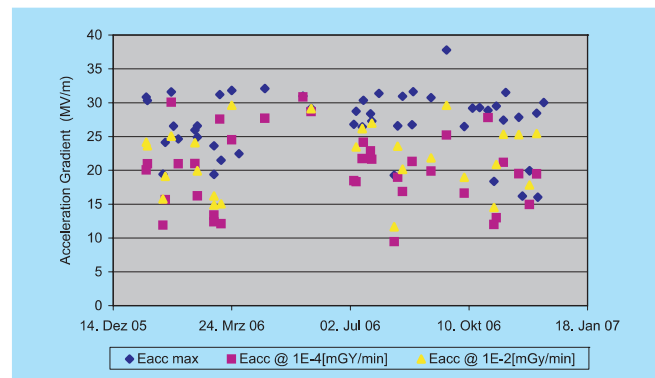


Abbildung 130: Hochfrequenz Messergebnisse aller in 2006 präparierten Resonatoren.

Produktionsreihe 4 wurden acht Kavitäten mit Flash-BCP für vertikale Tests vorbereitet (Abbildung 130). Bei dieser neu eingeführten Behandlungsmethode werden in einer Kurzbehandlung durch Beizen (BCP) ca. 10 μm von vorher elektropolierten Oberflächen abgetragen. Dieses Verfahren ist weniger aufwendig als eine End-EP-Behandlung und möglicherweise weniger anfällig für das Auftreten von Feldemission.

In 2006 sind insgesamt 18 Resonatoren einer BCP Behandlung zur Vorbereitung des 800°C Wasserstoffentgasungsglühens unterzogen worden.

Abbildung 130 zeigt die Zusammenfassung der im Jahre 2006 erzielten Testresultate.

Vorbereitungen für das XFEL-Projekt

Abgesehen von den unmittelbaren Arbeiten für den Betrieb von HERA dienen viele der oben geschilderten Aktivitäten der Gruppe MKS den Vorbereitungen für das Europäische Röntgenlaserprojekt (XFEL-Projekt). Dazu gehören der gesamte Bereich der Behandlung der supraleitenden Kavitäten, der Bau der Kryomodule, der zugehörigen Datenerfassung, der Aufbau und Betrieb des Modulteststandes, die Weiterentwicklung der Kontrollen und letztlich auch der Ausbau und Betrieb des FLASH-Linacs. Darüber hinaus beinhalten die Vorbereitungen die Prototypentwicklung der XFEL-Kryomodule, die kryogenische Versorgung des supraleitenden Linacs mit einer Heliumkälteanlage und dem

zugehörigen Heliumverteilersystem und die Planung einer Testhalle für die Qualifizierung der Kavitäten und Kryomodule aus der Serienproduktion für das XFEL-Projekt.

XFEL-Kryomodule

Ausgehend vom TTF-Kryomoduldesign der dritten Generation (Typ III) wurde das Design für einen XFEL-Prototyp weiterentwickelt .

Mit der Montage von Modul 6 wurden die Vorbereitungen zu einer Serienproduktion der XFEL-Kryomodule begonnen. Der Zusammenbau von Modul 6 erfolgte mit der Einbindung von zwei Industriefirmen (ACCEL und Babcock Noell) die mit der Anfertigung einer Industriestudie beauftragt sind (gefördert durch European FEL Design Study, Contract No.: 011935). Mit dieser Studie sollen die bei DESY entwickelten Arbeitsabläufe für eine Serienmontage von Modulen für das XFEL-Projekt hin überprüft und optimiert werden. Zudem soll in dieser Studie die Frage der Transportfähigkeit der Module und eventuell notwendiger Um- oder Neukonstruktion zur Kostenreduzierung geklärt werden. Der erste Teil dieser Studie wurde von den Firmen vorgelegt. Es ergibt sich, dass die bisher vorgesehene Konstruktion der Kryomodule und die geplanten Arbeitsabläufe ohne wesentliche Änderungen für eine industrielle Serienproduktion von 120 Kryomodulen mit einer Produktionsrate von einem Kryomodul pro Woche übernommen werden können. Die String-Montage im Reinraum kann zeitlich verkürzt werden, wenn auf vorgereinigte Zulieferteile zurückgegriffen werden kann und die Fertigungstoleranzen bei den Kavitäten in der Serienproduktion eingeengt werden können. Der Transport der Kryomodule wird weiter im Detail untersucht, grundsätzlich werden aber auch hier keine größeren Schwierigkeiten erwartet.

An den sogenannten Kryomodul-Schweißdummys wurde mit den Testschweißungen der Orbital-Schweißanlage begonnen. An dem bestehenden System der Schweißanlage mussten diverse Umbauten durchgeführt werden, da geplant ist, bei einem Teil der Prozessleitungen der XFEL-Module die Nennweite gegenüber

den Typ-III-Kryomodulen zu vergrößern. Aus der Industrie wurde eine sprengplattinierte Titan-Edelstahl-Platte bezogen, aus der sogenannte *Transition Joints* hergestellt wurden, die in den Kryomodul-Kryomodul-Verbindungen eingesetzt werden sollen, um die bisher verwendeten Titan-Edelstahl-Flanschverbindungen zu ersetzen. Diese Verbindung ist platzsparender, leichter und auch günstiger als die bisher verwendeten Flanschverbindungen und soll durch das standardisierte Orbital-Schweißverfahren die Montagezeit der Kryomodule in den XFEL-Linac verkürzen. Für 2007 sind ausgiebige Kalttests und Werkstoffuntersuchungen an den Verbindungen geplant, um diese für den Einsatz zu qualifizieren.

In 2006 wurde mit der Fertigung der sogenannten *Support Posts* der Kryomodule begonnen. Die *Support Posts* (siehe Abbildung 131) stellen eine wesentliche Baugruppe in den Kryostaten dar, da an diesen der gesamte Innenteil des Kryomoduls aufgehängt ist. Daher müssen diese eine hohe Festigkeit und Stabilität bei geringer Wärmeleitfähigkeit aufweisen. Bei allen bisherigen Kryostaten wurden die *Support Posts* nur von einem Anbieter beigegeben. Um für das XFEL-Projekt Alternativen zu haben, wurden die Teile von einem anderen Hersteller beschafft. Die Vermessung der Teile und die Herstellung der *Support Posts* ist für Anfang 2007 geplant.

Weiterhin wurde die Fertigung zweier Kryomodul-Kryostate in der Industrie betreut.

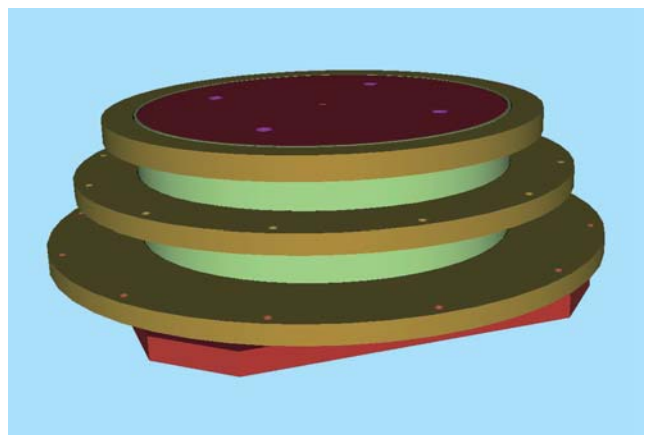


Abbildung 131: Die 3-D Darstellung eines *Support Posts* der Kryomodule.

Magnetentwicklung

Für das XFEL-Projekt werden ca. 120 Magnetpakete benötigt, die in die Kryomodule eingebaut werden. Jedes Paket besteht aus einem *super-ferric* Quadrupol, d. h. supraleitende Spulen auf einem feldformenden Eisenjoch, mit einem Gradienten von 35 T/m bei 50 A. Zusätzlich sind zwei einlagige Dipol-Korrekturspulen mit 0.04 T bei 50 A zur horizontalen und vertikalen Strahlablenkung auf dem Strahlrohr aufgebracht. Der Magnet soll bei 2 K betrieben werden. Die Länge ist auf 30 cm beschränkt.

Das Design dieses Magnetpaketes ist abgeschlossen. Der erste Prototyp ist in Kollaboration mit CIEMAT (Madrid) in Spanien gebaut worden und wird zurzeit bei DESY getestet.

Die zum Magnetpaket gehörenden Stromzuführungen basieren auf einem bei CERN benutzten Design. Ein Prototyp ist in Kollaboration mit CERN fertig gestellt worden und soll Anfang 2007 getestet werden.

Die Magnete und Stromzuführungen müssen vor dem Einbau in die Kryomodule detailliert getestet und vermessen werden. Dazu ist bei DESY ein neuer Messplatz zur magnetischen Vermessung bei Raumtemperatur aufgebaut worden. Mit einer im Rahmen einer Kollaboration mit IHEP in Peking gebauten Messspule kann die Feldqualität gemessen werden. Ein *Stretched Wire* System erlaubt die Bestimmung der Quadrupolachslage und des Feldwinkels mit großer Genauigkeit. Diese Information wird z. B. zur präzisen Montage des Strahlpositionsmonitors am Magneten benötigt.

Die Überprüfung der Magnetfelder im supraleitenden Zustand unter Einbeziehung der Stromzuführungen wird vor dem Einbau ins Beschleunigermodul in einem entsprechend zugeschnittenen Testkryostaten durchgeführt werden. Die Spezifikationen für den Testkryostaten und die benötigte Infrastruktur wurden erarbeitet und der technische Teil der Ausschreibungen vorbereitet. Der Testkryostat wird sowohl für die Entwicklung der Prototypen als auch für die späteren Serientests verwendet. Die Ausschreibung, die Fertigung und der Aufbau erfolgt im Jahr 2007. Die Inbetriebnahme in

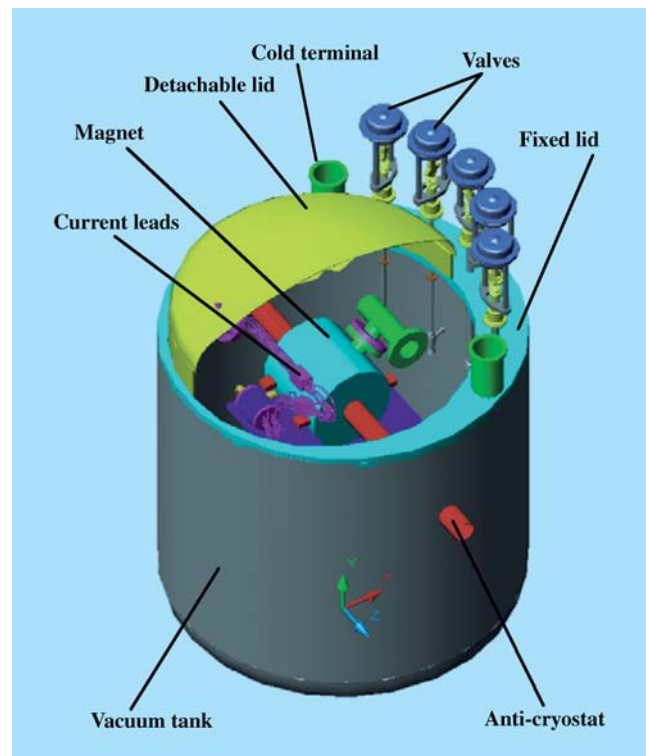


Abbildung 132: Der geplante Magnetkryostat zum Test der XFEL-Magnetpakete.

der MTH (Geb. 55) ist für Herbst 2007 geplant (siehe Abbildung 132).

XFEL-Kryogenik

Im Rahmen einer an die Firma LINDE KRYOTECHNIK AG vergebenen Industriestudie wurden die Möglichkeiten einer Verwendung der HERA Kälteanlagen zur Versorgung des XFEL-Linacs untersucht. Im ersten Teil der Studie wurde ein technisches Konzept zum Umbau von zwei HERA Coldboxen vorgestellt. Zusammen mit einer mit kalten Kompressoren und zusätzlichen Wärmetauschern ausgestatteten 2 K-Box lassen sich nach einem Umbau die geforderten Kältekapazitäten erzielen. In einem zweiten Teil der Studie wurden die zur Aufrechterhaltung der Betriebssicherheit notwendigen Erhaltungs- und Wartungsmaßnahmen an den weiter verwendeten Anlagenteilen systematisch analysiert. Teil der Studie ist auch eine verbindliche

Kostenschätzung für eine mögliche Umrüstung. Im Vergleich zur Errichtung einer neuen XFEL-Kälteanlage wären die Investitionskosten bei einem Umbau der HERA Anlage deutlich geringer; der Energieverbrauch bei gleicher Kälteleistung allerdings ca. 30% höher.

Für die Kühlung der supraleitenden Kavitäten im XFEL-Linac muss eine stabile Befüllung der Kryostate mit flüssigem Helium II gewährleistet werden. In dem kryogenen System des Linacs kommt es über lange Strecken zu einer Wechselwirkung zwischen Strömungen von flüssigem Helium II und der korrespondierenden Dampfphase (sogenannte 2-Phasen Strömung).

Die Eigenschaften dieser Strömung lassen sich im FLASH-Linac nur eingeschränkt untersuchen, daher sind aufwendige Simulationsrechnungen erforderlich, um die Betriebsparameter für den XFEL-Linac bei unterschiedlichen Lastfällen zu überprüfen. Das endgültige Design der XFEL-Kryomodule erfordert u. a. die Festlegung von ausreichenden Leitungsquerschnitten. Entsprechende Simulationsrechnungen wurden weiterentwickelt und teilweise neu programmiert.

Die Planungen für die Serientests der XFEL-Kavitäten und Kryomodule aus der Serienproduktion (AMTF) wurden soweit fortgeführt und detailliert, dass 2007 die Baugenehmigung für die Testhalle beantragt und die Bauausschreibungen durchgeführt werden können.

Die Anforderungen der Kryogenik an die Spezifikation der XFEL-Bauten, wurde mit den entsprechenden DESY Gruppen und beauftragten Bauplanungsbüros abgestimmt.

XFEL-Kryokontrollen

Ausfallsichere Kontrollrechner

Um einen sicheren durchgehenden Betrieb der Kälteanlagen des XFEL gewährleisten zu können, müssen besondere Vorkehrungen für die Kontrollrechner getroffen werden. Im Gegensatz zu anderen Kontrollaufgaben können in diesem Fall die Kontrollrechner über Monate oder sogar Jahre, nicht neu gestartet (gebootet) werden. Diese Anforderungen können nur erreicht werden,

wenn die Rechner doppelt (redundant) ausgelegt werden.

Da das für den Betrieb der Kälteanlagen vorgesehene EPICS Kontrollsystem diese Eigenschaften bisher nicht aufweist, wurden die hierfür erforderlichen Softwareentwicklungen von DESY initiiert. Die Entwicklungen umfassen die Überwachung von redundanten Kontrollrechnern, sowie den permanenten Datenaustausch und Datenabgleich zwischen den Rechnern.

Die Software zur Überwachung aller Kontrollfunktionen wurde so implementiert, dass sie sowohl für EPICS Kontrollrechner, als auch für andere redundante Rechnerstrukturen eingesetzt werden kann. Da der Datenaustausch für jedes Kontrollsystem spezifisch ist, wurde dieser Teil eng an die Bedarfe des EPICS System angepasst. Beide Pakete wurden erfolgreich getestet. Der Betrieb der Software in einem produktiven System wird nach intensiven Tests voraussichtlich 2007 erfolgen.

CSS (Control System Studio)

Um die Bedienung der Kälteanlagen zu vereinheitlichen und dadurch zu erleichtern, wurde mit der Entwicklung einer neuen Bedienumgebung begonnen. Die technische Basis für das neue Control System Studio bildet Eclipse. Eclipse ist eine in Java geschriebene Komponentenbasierte Entwicklungsumgebung. In Zusammenarbeit mit der Universität Hamburg und einer externen Firma wurde das Kernsystem fertig gestellt. Damit ist die Grundlage für die Entwicklung und Einbindung neuer Bedienprogramme geschaffen worden.

Um die Weiterentwicklung des CSS im internationalen Rahmen zu unterstützen, wird die Software bei DESY in einem Code-Repository gepflegt, welches jedem Entwickler mit einem DESY Computer-Account zugänglich ist.

Die entwickelte Software ist im Rahmen der DESY Lizenzregeln frei über den CSS Web-Server (<http://css.desy.de>) zugänglich. Die einzelnen Applikationen werden sowohl von internen, als auch von externen Entwicklern auf der CSS-Update-Site <http://eclipse.desy.de/update> bereitgestellt.

Kollaboration mit IHEP Peking

Die Gruppe MKS ist in den Bereichen Kryogenik, Kontrollen und Magnetmesstechnik an einer Kollaboration mit dem IHEP Peking beteiligt. Für den Aufbau und die Inbetriebnahme der kryogenischen Versorgung und der zugehörigen Kontrollen für das BEPC-II-Projekt wird das IHEP vor Ort intensiv unterstützt und beraten.

Im Rahmen der Kollaboration wurde ein weiteres Magnetfeldmesssystem nach China geschickt. Es ermöglicht Magnetfeldmessungen im Bereich der Wechselwirkungszone bei BEPC II. Dazu kann ein bei DESY kalibrierter 3D-Hall-Sensor im Strahlrohr des Magneten bewegt werden. Dabei werden die Magnetfelddaten aufgezeichnet. Das System wurde vor Ort aufgebaut und in Betrieb genommen.

Die Zusammenarbeit zwischen der Maschinen-Kontrollgruppe des IHEP in Peking und der MKS Kryokontrollgruppe wurde während zweier Besuche beim IHEP intensiviert. So konnten die Kontrollsysteme der Kälteversorgung des IHEP erfolgreich in Betrieb genommen werden und bei einem zweiten Besuch die supraleitenden Magnete kalt gefahren werden. Die Unterstützung der chinesischen Kollegen wird durch die gemeinsame Nutzung der EPICS (*Experimental Physics and Industrial Control System*) Kontroll-Software in beiden Instituten erleichtert.

Energieversorgung –MKK–

Die Gruppe MKK betreibt die Energieversorgung bei DESY. Der Aufgabenbereich beginnt bei den drei 110-kV-Einspeisungen und den 10-kV-Schaltstationen für die Energieverteilung. Die Energieverteilung umfasst die Versorgung der gesamten Beschleunigeranlagen sowie die Niederspannungsanlagen für die Gebäudeversorgung. Ein großes Aufgabengebiet ist die Magnet- und Senderstromversorgung. Die gesamte Wasserkühlung, Kaltwasser und Druckluftherzeugung sowie die Beheizung und Belüftung der Gebäude, Experimente und Tunnel gehören ebenfalls zu den Aufgaben.

Die wesentlichen Aktivitäten werden im Folgenden dargestellt.

HERA

Magnetstrom

Es wurden weitere Sextupolmagnete in die bestehenden Stromkreise aufgenommen.

Im Rahmen der vorbeugenden Wartung wurden an jedem Wartungstag die Netzgeräte inspiziert. Dabei stellten sich einige Schütze als fehleranfällig heraus. Sämtliche Schütze dieses Typs wurden ersetzt. Betriebsunsichere Dämpfungswiderstände in den Glättungsfiltern der Thyristornetzgeräte wurden getauscht.

Senderstrom

Das erste 80-kV-LTT-Crowbar (*light triggered thyristor*) für den Klystronschutz ist seit Februar 2006 am Sender WR im Einsatz. Es handelt sich um eine quecksilberfreie Lösung. Sie wurde von MKK und EUPEC gemeinsam entwickelt. In den 10 Monaten Dauerbetrieb gab es keinerlei technische Probleme oder Einschränkungen des Senderbetriebes.

Wasserkühlung

Während der Sommermonate treten regelmäßig Schwierigkeiten mit dem Kühlwasser auf. Die im Vorjahr begonnenen Maßnahmen zur Verbesserung der Rückkühlung wurden fortgeführt. Die berechnete Schallemission der Kühltürme am Betriebsgelände wurde durch eine Messung in der Nacht erhärtet. Da keine Vergrößerung der Ansaugöffnungen in der Schallschutzwand mehr möglich war, wurden die Zwischenräume zwischen den Kühltürmen mit Planen geschlossen. Dadurch wird ein Kurzschluss zwischen der Zuluft und Fortluft der Kühltürme hinter der Schallschutzwand verhindert. Die Kühlwassertemperaturen ließen sich um 1 bis 2°C reduzieren. Die beiden Kaltwassererzeuger (KW-Erzeuger) in den HERA-Hallen wurden im Sommer und Herbst parallel betrieben, um

die Leistungsfähigkeit zu vergrößern. Zusätzlich wurde bei HERMES ein temporärer KW-Erzeuger für die Kühlung des Trailers aufgestellt. Durch diese Maßnahmen wurde der Beschleunigerbetrieb auch bei den extremen Sommertemperaturen möglich.

Für die Konservierung von HERA nach der Abschaltung wurden die Planungen fortgeführt. Es soll die Wasserkühlung mit reduzierter Wassermenge fortgesetzt werden, um die Magnete und den Tunnel warm zu halten. Die Schaltung der Wasserkreisläufe soll so geändert werden, dass die Abwärme der Heliumverflüssigung in den Tunnel geleitet wird. Später kann die Abwärme der KW-Erzeuger in HERA West bei Bedarf hinzugefügt werden.

Durch die gespeicherte Wärme im Erdreich um den Tunnel, wird eine Tunnellufttrocknung erst ab 2008 erforderlich sein. Die Tunnellufttemperaturen und die -feuchte soll gemessen und archiviert werden.

Die HERA-Hallen müssen weiter belüftet und beheizt werden. Eine Kühlung der Raumluft wird noch notwendig sein.

PETRA und DORIS

Die Maschinen liefen zuverlässig. Es wurden nur Wartungsarbeiten durchgeführt und Störungen behoben.

DESY II und LINAC II

Die technischen Anlagen für die Stromversorgung, Netzgeräte, Wasserkühlung und Klimatisierung liefen zuverlässig. Die notwendigen Wartungsarbeiten wurden durchgeführt und Störungen behoben.

Die Aufstellung der Netzgeräte im LINAC II für den späteren PETRA III Betrieb wurde geplant.

Im Rahmen des PETRA III Projektes muss auch die Stromversorgung für DESY II erneuert werden. Hierfür wurden umfangreiche Simulationen des elektrischen Verhaltens der resonanten Magnetstromkreise gemacht,

damit das elektrische Verhalten sowie die benötigte Regelung genau verstanden sind. Die Netzgeräte wurden spezifiziert und europaweit ausgeschrieben. Weiterhin wurden die benötigten Resonanzdrosseln für die Quadrupolkreise ausgeschrieben.

Die resonanten Quadrupolstromkreise benötigen eine Frequenzregelung. Hierfür wurde die Elektronik entwickelt und gefertigt. Die Tests sind für 2007 geplant.

FLASH

In die Choppernetzgeräte wurde ein Vorfilter eingesetzt, um den Spannungsrippel im Zwischenkreis zu reduzieren und die Stromstabilität zu erhöhen.

Bereits 2005 wurde festgestellt, dass einige Magnete ein zu hohes Restmagnetfeld haben, wenn sie einmal mit Strom beaufschlagt wurden. Es wurde eine Schaltung entwickelt, die die Magnete aktiv entregt. Diese Schaltung wurde getestet und in die Maschine eingebaut.

In der Modultesthalle wurde ein neuer Modulator installiert. Hierfür wurde das Ladenetzgerät in Betrieb genommen. Zusätzlich wurden zwei weitere Ladenetzgeräte für die Klystronmodulatoren (12 kV, 300 kW) beschafft.

Die Untersuchungen an den Puls Kabeln wurden fortgeführt. Um die Störungen durch die Puls kabel beim XFEL abschätzen zu können, wurde ein System vom Modulator durch den FLASH-Tunnel über den DORIS- und DESY-Wall bis zum Modulator-Teststand in der Halle 2 verlegt. Die Tests sollen März 2007 beginnen.

PETRA III

Die Detail- und Ausführungsplanungen waren ein Schwerpunkt der Aufgaben von MKK1 bis MKK3. Es wurde eine Reihe von öffentlichen Ausschreibungen bearbeitet. Die wichtigsten Großkomponenten konnten beauftragt werden.

Wasserkühlung

Die Planungsarbeiten für die Erneuerung der Wasserkühl-, Kaltwasser- und Druckluftanlagen für PETRA III und DESY II wurden fortgeführt. Zwei externe Konstrukteure halfen bei der Erstellung der Konstruktions- und Ausschreibungsunterlagen. Es wurden die Ausschreibungen für die hybriden Rückkühler, Kaltwassererzeuger, VE-Wasseraufbereitung, Druckhaltung und Armaturen durchgeführt und beauftragt.

In der Halle 2 wurde eine Magnetgruppe aufgestellt, um die Wärmeabgabe der Magnete an das Kühlwasser und die Luft zu bestimmen. Die Aufteilung ist je nach Magnettyp sehr unterschiedlich. Die Faustformel über die Abgabe der Wärme von 90% ans Kühlwasser und 10% an die Tunnelluft gilt etwa für die Dipole.

Die hybriden Rückkühler erhalten eine gasbefeuerte Notbeheizung, damit sie bei starkem Frost und Ausfall der Kühlwasserpumpen nicht einfrieren können. Das Kühlwasser in den Rückkühlern soll ohne Glykol (Frostschutz) betrieben werden, um eine Grundwassergefährdung bei Leckagen zu vermeiden.

Netzgeräte

Die Standorte und die Aufstellung der Netzgeräte in den Hallen wurden geplant.

Es wurden bereits die Diodengeräte, DC-Gleichstromwandler sowie 800-A-Umschalter für Netzgeräte ausgeschrieben und die Aufträge vergeben. Die Prototypen für die 400-A- und 200-A-Umschalter und Erdungen wurden gefertigt. Der größte Teil der benötigten Kabel ist beschafft.

Das Magnetinterlocksystem wird mit speicherprogrammierbaren Steuerungen ausgelegt. Hierfür wurde das Konzept erarbeitet und bereits einige Steuerungen bestellt.

Die digitale Regelungselektronik ist im Layout. Ein Prototyp für ein 200-A-Netzgerät wird aufgebaut. Die entsprechende Auswahl der Komponenten ist erfolgt.

Senderstromversorgung

Die Arbeiten konzentrierten sich auch in 2006 auf das PETRA-III-Projekt.

Die Hauptkomponenten für zwei neue Senderstromversorgungsanlagen, bestehend aus den Transformatoren, Hochspannungsgleichrichtern, Stromrichtern und Steuerungsteil, sind im Rahmen von diversen Ausschreibungsverfahren spezifiziert und zur Fertigung beauftragt worden.

Die Planungen für die Erweiterung der Hallen SL und SR für die neuen Senderstromversorgungen wurden vervollständigt. Die Bauabteilung stellte den erforderlichen Bauantrag.

Der Prototyp der Steuerschränke für die neuen Anlagen wurde aufgebaut. Die wesentlichen Funktionen wurden erfolgreich getestet. Die zentrale Steuerungsfunktionalität wird durch eine SPS sichergestellt. Die lokale Bedienung erfolgt sowohl durch konventionelle Bedienelemente als auch durch ein grafisches Touchpanel. Die Kopplung zwischen der SPS und dem Touchpanel erfolgt auf Feldebene (Profibus-DP).

Die schnellen Überwachungsfunktionen im Hochspannungsraum werden mit einer programmierbaren Elektronik (FPGA) realisiert. Eine zusätzliche dezentrale Steuerung für sicherheitsgerichtete Funktionen im Hochspannungsraum ist als Prototyp aufgebaut und getestet worden.

Alle elektronischen Funktionseinheiten innerhalb des Steuerschranks für Bedienung, Meldung, Kommunikation und Diagnose werden über eine ausfallsichere 24 V Versorgung innerhalb des Steuerschranks betrieben. Bei Ausfall der Netzversorgung soll damit eine weitreichende Diagnose der Ausfallsursache durch das zentrale Kontrollsystem ermöglicht werden.

Die Prototyp-Steuerung ist mit einer kommerziellen digitalen Thyristorelektronik ergänzt worden. Erste Funktionstests zur Kommunikation zwischen SPS und Thyristorelektronik auf Feldebene (Profibus-DP) wurden durchgeführt.

Stromversorgung

Die neuen 10-kV-Trafostationen wurden ausgeschrieben und bestellt. Es wird ein neuer 10-kV-Versorgungsring längs des PETRA-Tunnels aufgebaut, der von der HST B gespeist wird. Damit erfolgt die Stromversorgung von PETRA, d. h. Tunnel, Hallen, neue Experimentierhalle, Netzgeräte und Pumpenhäuser, komplett durch die HST B. Lediglich die Senderstromversorgung in PETRA Süd erfolgt weiterhin durch die HST A. Damit wird die gegenseitige Beeinflussung der Vorbeschleuniger und PETRA über das Stromnetz minimiert.

Das Notstromaggregat 1 bei Gebäude 16 muss umgesetzt werden, weil der Platz für das neue DESY-Pumpenhaus gebraucht wird. Es wird am DESY-Wall bei Halle 1 neu aufgestellt. Dabei soll die Notstromverkabelung erneuert werden. Die PETRA-III-Experimentierhalle soll kein Notstromaggregat erhalten, sondern eine redundante NS-Versorgung vom LINAC II.

Die neuen Pumpenhäuser PETRA Süd und NO sowie DESY II erhalten eine redundante Einspeisung von der HST A bzw. HST B für die Umwälzpumpen, damit das Kühlwasser auch bei Frost bei Ausfall einer Hauptstation weiter umgewälzt wird. Nur die Notbeheizung für die Kühlerflächen soll mit Notstrom versorgt werden.

Die Planungen für die Erneuerung der HST A im Jahr 2008 wurden begonnen. Während der Umbauzeit 2008 muss eine mobile 10-kV-Ersatzschaltanlage bei Gebäude 16 aufgestellt werden.

Klimaanlagen

Die Planung für die Klimaanlagen für die neue Experimentierhalle und die Labors wurde an ein Ingenieurbüro vergeben. Zusammen mit der Bauabteilung wurden die Ausschreibungsunterlagen erstellt. Die Klimaanlagen sollen von einem Generalunternehmer, der für die gesamte Experimentierhalle zuständig ist, geliefert und in Betrieb genommen werden.

Die Klimaanlagen für den Beschleunigertunnel in der Experimentierhalle wurden geplant. Die Lüftungsanlagen mit Lufttrocknung in den alten Tunnelabschnitten wurden ausgeschrieben und beauftragt. Es muss noch

geklärt werden, ob die großen Tunnellüfter für die Ent Rauchung weiter ausreichend sind.

Die Lüftungsanlagen in den Hallen SL und SR, im neuen DESY-Pumpenhaus und dem Pumpenhaus NO wurden geplant.

XFEL

Die Entwurfsplanung für die Versorgungsanlagen von MKK in den Tunneln, Schächten, Hallen und Pumpenhäusern wurde fortgesetzt. Es gab eine große Zahl von Änderungswünschen seitens der Maschinenphysik, deren Rückwirkung auf die Dimensionierung der Anlagen überprüft werden musste. Dies erforderte eine enge Zusammenarbeit mit der IG und der Projektleitung.

Das Tunnellayout wurde überarbeitet und praktisch eingefroren. Die Größe der Bodenplatten und die Zugänglichkeit unterhalb der Bodenplatten wurden festgelegt. Der Installationsablauf der Pritschen, Kabel und Rohrleitungen im Linac-Tunnel wurde vorgestellt. Das Tunnellayout der Undulatortunnel steht noch nicht fest, weil das Klimatisierungskonzept noch nicht feststeht.

Wasserkühlung

Die Entwurfsplanung wurde fortgeführt. Als Planungstool wird Solid Edge eingesetzt.

Netzgeräte

Die digitalen Regelungen, die für die PETRA-III-Netzgeräte entwickelt wurden, sollen auch beim XFEL eingesetzt werden.

Pulskabel

Die Pulskabel für den XFEL wurden weiter untersucht. Die Pulse mit einer Länge von 1.54 ns und einer Leistung von bis zu 17 MW werden in Modulatoren erzeugt und mit Hilfe der Pulskabel übertragen. Es wurde eine Diplomarbeit in Zusammenarbeit mit der TU Harburg durchgeführt, in der das physikalische

Verhalten der Ströme innerhalb des Kabels untersucht wurde. Untersuchungen und Simulationen zu einem 120-kV-Modulator wurden vorgenommen.

Es wurde ein weiteres Kabel von 1.5 km Länge durch den FLASH-Tunnel bis zum Modulator-Teststand in der Halle 2 verlegt. Dadurch wird ein Betrieb mit einem entfernt aufgestelltem Klystron simuliert, wie er später im XFEL Tunnel realisiert wird.

Stromversorgung

Die Entwurfsplanung wurde fortgesetzt und den Änderungswünschen angepasst. Mit der EON-Hanse fand ein Informationsaustausch über die spätere Nutzung der Baustromversorgung als redundante Versorgung für das Schenefelder Gelände statt.

Klima- und Lüftungsanlagen

Für die Klimatisierung der Undulatorstrecken in den Fächertunneln wurden zwei externe Gutachten erstellt und bewertet. Der technische Aufwand für die Einhaltung der geringen Temperaturdifferenzen ist erheblich. Die Kosten wurden abgeschätzt. Es soll eine Lösung näher im Mockuptunnel untersucht werden.

Für die Entrauchungsanlagen wurde von der IG ein Gutachten beauftragt. Danach müssen einige Anlagen modifiziert werden. Die Entrauchungsanlagen für die Experimentierhalle können deutlich kleiner ausgelegt werden.

Es wurde damit begonnen, die Lüftungsanlagen vom Injektorbauwerk mit dem CAD-Programm Solid Edge in 3D zu entwerfen. Dabei zeigt sich, dass dieses Programm ungeeignet ist. Der einzige Vorteil ist, dass innerhalb von MKK eine Kollisionsprüfung mit den Wasserkühlanlagen einfach möglich ist. Es wird ein Programm benötigt, das mit dem CAD-Programm ADT von ZBAU und der IG kompatibel ist. Das Programm ADT soll zukünftig ein Lüftungs- und Klimamodul namens RoCAD enthalten. Dieses Modul soll in Abstimmung mit der Gruppe IPP bei MKK getestet werden.

Die Lüftungs-, Klima- und Wärmeversorgungsanlagen sollen im Auftrag vom Bundesministerium für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung BMVBS durch das Gebäudemanagement Schleswig-Holstein GMSH begutachtet werden. Dafür sind umfangreiche Planungsunterlagen erforderlich, für deren Erstellung ein effektives Planungswerkzeug notwendig ist. Erst wenn die GMSH die Planungsunterlagen begutachtet hat, darf mit den Ausschreibungen begonnen werden.

Die Wärmeversorgung des Schenefelder Geländes mit Fernwärme wurde mit der EON-Hanse und Vattenfall diskutiert. Bisher ist ein zentrales Heizwerk mit Gasbeheizung geplant. Die Erarbeitung eines Konzeptes ist dringend erforderlich.

Infrastruktur

Umbau der Kantine

Beim Umbau der Kantine war MKK stark involviert. So wurde die gesamte Lüftungstechnik erneuert und verbessert. Die Stromversorgung wurde umgebaut und den neuen Bedürfnissen angepasst.

Allgemeine Stromversorgung

Die Erneuerung der Stromversorgung von Gebäude 1 wurde ausgeschrieben und beauftragt. Die Erneuerung der Stromversorgung im Rechenzentrum wurde abgeschlossen. Die neue USV-Anlage läuft störungsfrei.

Die Elektroinstallationen bei der Aufstockung von Gebäude 22a und bei dem Anbau von Gebäude 14 wurden ausgeführt. In den Gebäuden 24 (LINAC II) und 32 (Gästehaus) wurden Sicherheitsbeleuchtungsanlagen installiert. Des Weiteren wurden die neuen Gebäude 70 (Modultesthalle) und 70a (Trafostation) mit Transformator, mehreren Verteilungen und Elektroinstallation ausgerüstet. Die Reemtsma-Hallen wurden an das Stromnetz von DESY angeschlossen. Dafür mussten Kabel neu verlegt und neue Verteilungen installiert werden.

Die Hauptaufgabe der E-Werkstatt ist die Störungsbeseitigung an den Steuerungen der Wasserkühl-, Klima- und Lüftungsanlagen. Außerdem fertigte sie Schaltschränke und Unterverteilungen für zahlreiche Heizungsunterstationen, die Reemtsma-Hallen, die Lüftungsanlagen der Kantine und diverse kleinere Projekte.

Turnusmäßig wurden Wartungsarbeiten an den Trafos, Notstromaggregaten, Batterie- und USV-Anlagen durchgeführt.

Automation

Die Steuerung der 10-kV-Oberschwingungsfilteranlage der HST C wurde so verändert, dass der Blindleistungsbedarf von HERA minimiert wird. Die digitalen Regler für die 10-kV-Stufenschalter von der HST A und B wurden an das Kontrollsystem angeschlossen. Weiter wurden die Trafostation für den Modulteststand und die Niederspannung-NS-Verteilung des Rechenzentrums in das Kontrollsystem aufgenommen.

Die Temperatur- und Feuchtemessung der HV-Räume wurde mit der HERA-Halle Ost abgeschlossen. Für die wasserrechtliche Erlaubnis zur Förderung von Grundwasser wurde die Messung der Abschlammwassermengen der Kühltürme installiert.

Der automatische Parallelbetrieb der Kaltwassererzeuger bei HERA wurde in Betrieb genommen.

Für die Entwicklung eines Transientenrekorders für die Senderstromversorgung bei PETRA III wurde die Technologie von MHF-e gewählt, d.h. Hardware ELWIS und Labview als Benutzeroberfläche. Die Betriebsdaten werden über eine Anbindung an EPICS für das MKK-Kontrollsystem übertragen.

Neubau von Klima- und Lüftungsanlagen

Die RLT-Anlagen werden bei MKK3 geplant und ausgeschrieben. Mit der E-Werkstatt von MKK1 werden die Mess-, Steuer- und Regeltechnik (MSR) abgestimmt. Kleine und zeitkritische MSR-Schränke werden in der E-Werkstatt gefertigt. Um die Einbindung in

das MKK-Kontrollsystem kümmert sich das Automationslabor von MKK1. MKK3 übernimmt die Bauüberwachung und macht abschließend die Endabnahme mit den beteiligten Gewerken. Wegen der großen Anzahl von fast 500 RLT-Anlagen bei DESY bringt diese Zusammenarbeit eine erhebliche Kosten- und Personaleinsparung.

Auch 2006 wurde eine große Anzahl von raumlufttechnischen (RLT) Anlagen neu gebaut oder erneuert. Hier die Auflistung der Projekte in 2006:

- Klimatisierung Aufstockung Gebäude 22a
- Rückbau diverser RLT- Anlagen, Schwerpunkt in Gebäude 3
- Klimatisierung Injektorelektronik am FLASH – Gebäude 28
- ca. 20 neue Umluftkühlgeräte für Laser, EDV, Prozesswärme und Büros
- Erneuerung Abluftanlagen für diverse Sozialräume
- Installation von Be- und Entlüftungsanlagen für Raucherräume
- Erneuerung aller Klimageräte der Küche der Kantine
- Klimatisierung für die Erweiterung Rechenzentrum II
- Ausschreibungsverfahren für die Klimatisierung Präzisionsraum Gebäude 36
- Regelungstechnik und Temperaturanalysen ± 0.1 K im Laserraum 1, Gebäude 28 mit Anlagenoptimierung
- Funktionale Ausschreibung Aufstockung Geb. 49
- Ausschreibung Klimatisierung SER in Geb. 20
- Entwurf Klimatisierung Laserraum Gebäude 28g über Fremdplaner
- Ausschreibungsverfahren für Tunnellufttrocknung für den alten 7/8-PETRA-Tunnel abgewickelt

- Mitarbeit an Machbarkeitsstudien für die Tunnelklimatisierung der XFEL-SASE-Undulatoren
- Planungen der technischen Gebäudeausrüstung für den XFEL-Mock-up-Tunnel

Wärmeversorgung/Heizung

Die gleiche Arbeitsorganisation wie bei den RLT-Anlagen wird bei den Wärmeversorgungsanlagen genutzt. Hier arbeitet MKK3 eng mit der Bauabteilung ZBAU zusammen. MKK und ZBAU führen halbjährlich ein Koordinierungsgespräch über mittel- und langfristige Planungen über Gebäudeneubauten bzw. -umbauten.

Es wurden folgende Projekte bearbeitet:

- Erneuerung der letzten Unterstation USt 54
- Wärmeversorgung Aufstockung Gebäude 22a aufgebaut
- Vorbereitung des Wärmeversorgungsanschlusses für die PETRA III Experimentierhalle
- Einbau/Erneuerung von hydraulischer Regelarmaturen in diversen Gebäuden
- Ausschreibungsverfahren und Vergabe der Wärmeversorgung der Reemtsma-Hallen

Klimakaltwasser

Für die Erweiterung des Rechenzentrums RZ II müssen die Kaltwassererzeuger um 400 kW erweitert werden. Die Soleanlage in Gebäude 3 wurde von MKK3 übernommen und umgebaut.

Datenbank Anwendungen

Für die Verwaltung der CAD-Projekte wurde eine Oracle-Datenbank programmiert. Für die neuen Projekte PETRA III und XFEL müssen eine große Zahl von Kabeln verlegt und verwaltet werden. Es wurde eine Nomenklatur für die Nummerierung der Kabel eingeführt. Die Verwaltung der Nummern geschieht mit einer Oracle-Datenbank.

Maschinen Planung –MPL–

Beschleunigeraufstellungen

Für die folgenden Maschinen wurden Berechnungen, Konstruktionen und Fertigungsunterlagen erstellt.

PETRA III

Die Einbaustudie im Jahr 2005 ergab baugleiche Übernahme des Girderantriebs mit Micromovern und zugehörigen Girderunterbauten von DIAMOND für PETRA III. Es wurde ein auf diese Komponenten abgestimmter neuer Testträger entwickelt, gebaut und getestet.

Es erfolgte die Ausarbeitung der vier pro DBA-Zelle benötigten Magnetträger (Girder). Für die Magnetträger DTLU, DTRU, QTLU, QTRU wurden Schweiß- und mechanische Fertigungsunterlagen erstellt, die Ende des Jahres in die Ausschreibung gingen. Ebenso gingen die umgearbeiteten Fertigungsunterlagen der Girderunterbauten, incl. der Micromovereinheiten im November 2006 in die Ausschreibung.

Für zahlreiche weitere Komponenten der gesamten Maschine, überwiegend Korrekturmagnete, wurden Konstruktionen und Fertigungsunterlagen erstellt.

Übersichtszeichnungen der 7 alten Oktanten und des neuen Achtels für PETRA III wurden fortlaufend erstellt. Sie zeigen die neuen Aufstellungskordinaten der Magnete und anderer Komponenten und die Betonsteinpositionen.

FLASH

Werkstoffuntersuchungen und Resonatoren – Fertigung. Die Fertigung von Resonatoren bei den Firmen ZANON und ACCEL wurde betreut. Von den 30 Resonatoren, die sich in der Fertigung befinden, sind die ersten Lieferungen für Februar 2007 geplant.

XFEL-Aufgaben

im Rahmen des WP4, SC Cavity

- Entwicklung der Resonatoren aus großkristallinen Niob Scheiben
- Entwicklung einer Prozedur für die Serienfertigung von ca. 1000 supraleitenden Resonatoren
- Qualifizierung von neuen potenziellen Niob Lieferanten

Das R&D-Programm für Resonatoren aus großkristallinen Niob Scheiben prüft das Potenzial von diesem Material für die XFEL Fertigung. Sowohl die Materialeigenschaften als auch die Fertigungs- und Präparationsaspekte werden im Vergleich zum polykristallinen Niob untersucht. Vier einzellige Resonatoren sind gebaut worden. Das beste Ergebnis mit dem Beschleunigungsgradienten von 41 MV/m mit $Q_0 = 1.4 \cdot 10^{10}$ ($T_B = 2$ K) ist nach Elektropolitur (EP) eines Resonators erreicht worden. Das Resultat ist vergleichbar mit den besten Ergebnissen von Resonatoren aus polykristallinem Material. Die drei weltweit ersten 9-zelligen großkristallinen Resonatoren sind unter einem DESY-Kontrakt bei der Fa. ACCEL produziert worden. Schon im ersten Test nach der relativ einfachen Präparation (ca. 150 μ m BCP und 800°C Glühen) erfüllten alle drei Resonatoren die XFEL Spezifikation. Im Vergleich mit ähnlich behandelten konventionellen TTF-Resonatoren zeigen die großkristallinen Resonatoren

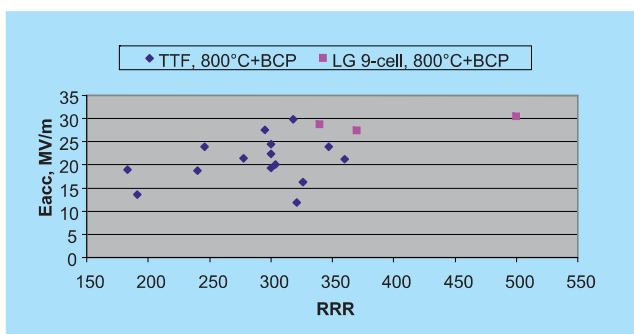


Abbildung 133: Beschleunigungsgradient von drei Resonatoren aus großkristallinen Niob Scheiben (Large Grain) im Vergleich mit ähnlich behandelten polykristallinen TTF-Resonatoren.

deutlich bessere Eigenschaften (Abbildung 133). Eine mögliche Ursache dafür könnte eine wesentlich höhere Wärmeleitfähigkeit im Temperaturbereich um 2 K der großkristallinen Niob Scheiben (*Phononenpeak*) sein.

CARE/JRA1- Aufgaben

Entwicklung einer Scannvorrichtung für die Nb-Bleche auf SQUID-Basis Eine Möglichkeit die Nachweisgrenze von Defekten im Niob zu verbessern bieten die SQUID Sensoren. Es wurde in Zusammenarbeit mit der Fa. WSK ein Prototyp einer SQUID Scannvorrichtung für die Nb-Bleche für XFEL entwickelt und gebaut. Die Messungen an 20 industriell gefertigten Nb-Blechen der Fa. Plansee haben die Funktionsfähigkeit der Apparatur bestätigt.

Fertigung der nahtlosen Resonatoren In vergangenen Jahren wurde das Verfahren der Fertigung von einzelligen nahtlosen Resonatoren durch Hydroforming entwickelt. Die besten Monozellen haben Beschleunigungsgradienten über 40 MV/m erreicht. Die Fertigung von 9-zelligen Resonatoren aus dreizelligen Einheiten wird im Rahmen des CARE Programms entwickelt. Drei dreizellige Einheiten sind durch Hydroforming erfolgreich gebaut worden und werden jetzt bei der Fa. ZANON zu einem Resonator komplettiert.

Im Labor für Materialuntersuchungen wurden außerdem im Jahre 2006 folgende Probleme bearbeitet:

- Zerstörungsfreie RRR-Messungen an Resonatoren
- Analyse der Verteilung von Verunreinigungen in Niob- und NbTi-Schweißverbindungen erzeugt in der Elektronenstrahlschweißanlage von DESY
- Wärmeleitfähigkeitsmessungen bei tiefen Temperaturen an einkristallinem- und großkristallinem Niob (XFEL)
- Qualifizierung von nahtlosen Niob-Rohren für Hydroforming (CARE/JRA1)
- Materialdiagnose

Internationaler Linear Collider ILC

Entwicklung der Resonatorenfertigung aus einkristallinem Material

Es gibt theoretische und experimentelle Hinweise, dass die Korngrenzen die Leistungsfähigkeit der Resonatoren grundsätzlich reduzieren. Bei Abwesenheit von Korngrenzen konnte eine spiegelglatte Oberfläche durch einfache chemische Behandlung erzielt werden. Die Herstellung eines Resonators als Einkristall (ohne Korngrenzen) könnte ein viel versprechender Schritt zu besserer Leistungsfähigkeit und einfacherer Behandlung werden.

Bei MPL wurde eine Methode entwickelt, die ein- und mehrzellige Einkristall-Resonatoren in der XFEL-Größe bauen lässt.

Die Methode basiert auf folgenden Untersuchungsergebnissen. Die Niobeinkristalle werden bei definierten Umformungen und Wärmebehandlungen nicht zerstört. Sie können in der Schweißverbindung bei korrekter Berücksichtigung der Orientierungen zu einem Einkristall zusammenwachsen.

Die vorgeschlagene Fertigungsmethode ist realisiert worden. Ein einzelliger Resonator der TESLA-Form ist aus Einkristallscheiben der Fa. HERAEUS bei der RWTH Aachen gewalzt und bei der Fa. ACCEL durch Tiefziehen und Elektronenstrahlschweißen gebaut worden. Die Präparation und die HF-Tests wurden bei Jefferson Lab. gemacht. Wie in der Abbildung 134 zu

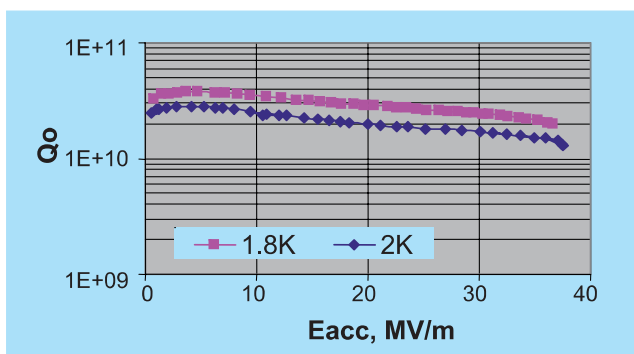


Abbildung 134: $Q(E_{acc})$ – Kurve des Einkristall-Resonators IAC8 bei der Temperatur 1.8 K und 2 K.

sehen ist, wurde nach nur ca. 110 μm BCP und nach 6 Stunden *in situ* Backen bei 120°C ein Beschleunigungsgradient von 37.5 MV/m mit der Güte $> 10^{10}$ erreicht. Dieses Ergebnis bestätigt das hohe Potenzial der Einkristalloption.

Aufbau von Beschleunigern und Experimenten –MEA–

Die Gruppe MEA beteiligt sich an der technischen Projektierung neuer Beschleuniger und Experimente sowie der Unterhaltung der vorhandenen Anlagen. Dazu gehören die Planung, Koordination und Terminverfolgung der Aufbau-, Umbau- und Wartungsarbeiten. Beim Betrieb der Beschleuniger und Experimente werden in festgelegten Intervallen Wartungs- und Reparaturarbeiten ausgeführt. Die Auslegung, Berechnung, Konstruktion und Beschaffung neuer Magnettypen für PETRA III gehören ebenso zum Umfang der Arbeiten wie die Anwendung neuer weichmagnetischer Werkstoffe für Magnete mit besonders hohen Anforderungen beim XFEL. Der Umbau des PETRA-Beschleunigers zu einer modernen Synchrotronstrahlungsquelle erfordert bei MEA eine intensive logistische Planung sowie vorbereitende Arbeiten für den termingerechten Projektabschluss.

Beschleuniger

HERA

In kurzen Betriebsunterbrechungen wurden verschiedene defekte Magnetspulen ausgebaut und die Magnete teilweise neu justiert. Im Februar und im Juli sind an den Quadrupolmagneten QC 12-OR und QC 191-OL jeweils eine Spule getauscht worden. Die Vakuumkammern mussten hierbei nicht entfernt werden. Während des Mini-Shutdowns im Juni hat man den kompletten Sextupol 264-SR ausgetauscht. Wegen undichter bzw. deformierter Vakuumkammern sind die Quadrupole QL 67-SR und GI 7-NR geöffnet worden. Auf Grund von

Brandstellen an der oberen Spule im GI Magnet wurde eine Ersatzspule eingesetzt.

Der Beschleunigerring HERA wurde im Juni vom Betrieb mit Elektronen auf Positronen umgestellt. Im Zuge dieser Arbeiten war es erforderlich, die Quadrupole auf den Magnetbrücken NL, NR, SL, SR auf neue Sollpositionen zu justieren. Die Lage des H1-Experiments wurde bei dieser Gelegenheit korrigiert.

PETRA III

Zur Vorbereitung der im kommenden Jahr anlaufenden Messungen für die in Serie gebauten neuen Magnete diente eine umfassende Renovierung des Magnetmessplatzes bzgl. seiner Infrastruktur, der Messmaschinen und auch der verwendeten Computerprogramme, die in LabVIEW neu geschrieben worden sind. Im Berichtszeitraum wurden am Magnetmessplatz wieder zahlreiche spezielle Einzeluntersuchungen durchgeführt. Ziel war u.a. die Optimierung von Details an Prototypen für die Serienfertigung von Magneten für PETRA III, die Überprüfung der Qualität von zur Reserve gestellten oder zur Aufarbeitung vorgesehenen gebrauchten Exemplaren.

Die ersten Serienmagnete für das neu aufzubauenende Achtel von PETRA III sind geliefert worden. Die gelieferten Dipolmagnete erfüllen die geforderten technischen Spezifikationen. Die magnetische Vermessung der im Design verbesserten Quadrupolmagnete zeigt, dass sowohl der Sextupol- und Oktupolanteil über den gesamten Erregungsbereich der Magnete hinreichend konstant bleibt. Die mechanische Steifigkeit der Magnete genügt nun den Anforderungen. Die geforderte Feldqualität von $5 \cdot 10^{-4}$ wurde messtechnisch verifiziert. Die 14 gedrehten Quadrupolmagnete PQG (*Skew Quads*) für die alten Achtel in PETRA werden vom Budker-Institut gefertigt und voraussichtlich im Februar 2007 bei DESY angeliefert.

Die Eisenjoche der gegenwärtig in PETRA verwendeten Sextupolmagnete haben Korrosionsschäden, die an den Magnetpolen individuelle Jochlängen verursachen. Die daraus resultierende Streuung der Feldfehler und die Variation des integralen Feldes erlauben keinen

Einsatz dieser Magnete für den zukünftigen PETRA III Betrieb. Die Herstellung von neuen Eisenjochen wurde an das Efremov-Institut vergeben. Wegen des stark verzögerten Liefertermins des Eisens werden die ersten der 170 Sextupoljoche zu Beginn des nächsten Jahres erwartet.

Zur Orbitkorrektur des Elektronenstrahls sind 4 verschiedene Korrektoren mit Eisenjochen und drei Typen ohne Eisenjoche vorgesehen. Zu allen Magnettypen gibt es vollständige Konstruktionszeichnungen. Im CAD-Anlagenmodell wurden Bauraumuntersuchungen und Kollisionsprüfungen durchgeführt. Im Neuen Achtel werden 3 Gleichstrom-Magnettypen PKV, PKH und PDB zum Einsatz kommen. Zusätzlich werden für die alten Achtel vom HERA-Typ CV/CH weitere 20 Korrektoren beschafft. Die Spezifikation für die öffentliche Ausschreibung dieser Magnete wurde erstellt. Für die schnellen Orbitkorrekturen werden die Korrekturmagnete PKVS, PKHS und PKVSA eingesetzt. Die Prototypen sind bei DESY angeliefert worden. Nach eingehenden magnetischen Vermessungen dieser eisenjochfreien Korrektoren und der Impedanzanpassung der Netzteile in der Gruppe MSK kann die Serienfertigung der Magnete mit Beginn des nächsten Jahres starten.

Für die Grundüberholung der alten PETRA Magnete sind weitere Spulen geliefert worden. Von den 110 bestellten Dipolspulensätzen sind bereits 79 geliefert, davon 66 in 2006. Von den 185 QA-Spulensätzen sind 102 Einheiten bei DESY im Lager. Die Fertigung und Lieferung der 50 Quadrupolspulensätze QA1 und der 130 Sextupolspulensätze (35 in Alu- und 95 in Kupferausführung) sind abgeschlossen.

Das Girdersystem für das neue Achtel von PETRA III wurde bei MEA dieses Jahr umfassend untersucht. Im Jahre 2005 wurden auf dem ersten Girder-Prototypen Untersuchungen zur Aufstellgenauigkeit der Magnete erfolgreich abgeschlossen. Der Girder hatte jedoch nicht die erforderliche mechanische Stabilität. Mit Finite-Elemente Rechnungen ist die mechanische Steifigkeit des Girder-Konzeptes untersucht und optimiert worden. Zwei weitere konstruktiv unterschiedliche Prototypen sind bei verschiedenen Herstellern gebaut worden. Beide Girdertypen wurden mit Magneten bestückt

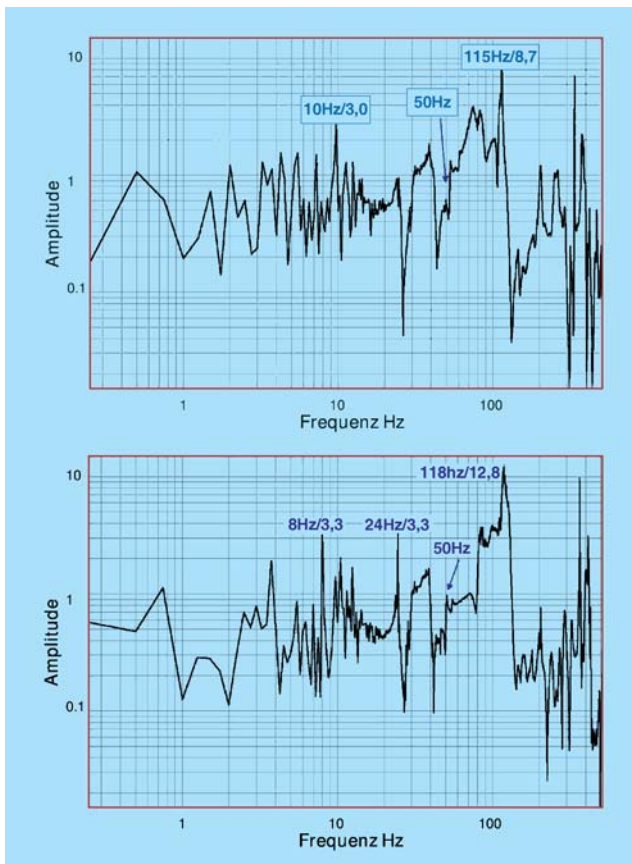


Abbildung 135: Transferfunktion zwischen Girder-Auflager und Magnet. Oben: Efremov-Prototyp, unten: DESY-Prototyp.

sowie mit dem Lasertracker justiert und vermessen. Die Steifigkeit der neuen Girder-Prototypen war deutlich verbessert worden. Aussagen mit einer Genauigkeit deutlich kleiner als $50\ \mu\text{m}$ konnten jedoch aufgrund der schwankenden Umgebungstemperatur nicht getroffen werden. Um temperaturunabhängige Präzisionsmessungen durchführen zu können, wurde ein klimatisierter Vermessungsraum in Halle 1 aufgebaut. Dieser Raum war im Oktober 2006 betriebsbereit an MEA übergeben worden. In diesem Raum wurden die Einstellgenauigkeit und die Reproduzierbarkeit der mechanischen Magnetaufstellung im $50\ \mu\text{m}$ Fenster geprüft. Bei den zahlreichen Untersuchungen zum statischen und dynamischen Verhalten der Girdersysteme mit/ohne Magnete wurden Schwingungsanalysen durchgeführt. Mit speziellen Beschleunigungs-Sensoren und dem einge-

brachten breitbandigen Schwingungsspektrum wurden Transferfunktionen gemessen. Die Abbildung 135 zeigt die Transferfunktionen zwischen den Girder-Lagern und den Magneten bei dem Efremov-Prototyp sowie dem DESY-Prototyp des Tragegestells. Beide Prototypen zeigen im Frequenzbereich bis 100 Hz nur schwach ausgeprägte Moden, der Bereich um 50 Hz ist frei von Moden und mit einer Magnitude von ~ 1 neutral. Im Bereich ab 80 Hz verschlechtern sich die Eigenschaften, man erkennt eine signifikante Mode bei 115 Hz (Efremov-Prototyp, Magnitude 9) bzw. 118 Hz (DESY-Prototyp, Magnitude 13). Beiden Träger sind von ihren dynamischen Eigenschaften nahezu gleich. Da nach dem allgemeinen Beurteilungskriterium keine Moden im unteren Bereich bis in die Umgebung von 50 Hz auftreten sollen, scheinen beide Träger für die Aufgabe gleich gut geeignet. Mit den gewonnenen Erkenntnissen werden die für PETRA III benötigten 38 Girder mit Unterbauten zur Fertigung in Auftrag gegeben.

DORIS

Die im Jahr 2005 ausgetauschten Kammern bei den Wiggler BW1 bis BW6 und die benachbarten Maschinenkomponenten sind in diesem Jahr zusammen mit den Magneten auf ihre korrekte Position überprüft und teilweise neu justiert worden.

Wegen der hohen Sicherheitsanforderungen des Strahlenschutzes für die Synchrotronstrahlungsnutzer von DORIS wurden umfangreiche Arbeiten an den Personeninterlockanlagen der Experimentierplätze und der Hallenwarnanlage durchgeführt. Für das Gebietsinterlock HASYLAB 1-5 wurden Not-Aus Kästen sowie Komponenten für die Tür- und Gebietsüberwachung entwickelt, konstruiert und gefertigt. Das Interlock hat jetzt zwei unabhängige Sicherheitskreise. Das Hauptgebiet wurde mit den neuen Komponenten ausgestattet und die Funktionalität geprüft. Die Nebengebiete werden in Absprache mit den verschiedenen Nutzern modernisiert. Bei der Hallenwarnanlage HASYLAB 1-6 wird es zunehmend schwieriger, die alte SPS Steuerung an die wachsenden Anforderungen der Nutzer anzupassen. Aus diesem Grund hat MEA3 mit der Planung einer neuen SPS-Warnanlage begonnen.

DESY II Teststrahlen

Im Berichtszeitraum wurden an den Teststrahlen 12 Experimentiergruppen, davon acht auswärtige Gruppen betreut. Der Anteil der auswärtigen Gruppen ist damit weiterhin sehr hoch. Verteilt auf die drei Beamlines sind insgesamt 57 Wochen Strahlzeit (davon 35 für auswärtige Gruppen) vergeben worden. Die Unterstützung der Gruppen umfasst die Einweisung in die Benutzung einschließlich der Sicherheits- und Strahlenschutzunterweisung, die Vergabe von IP-Adressen, die Vermittlung von kleineren Werkstattarbeiten, die Koordination der Gasversorgung und der Sicherheitsabnahmen. Im Rahmen des EUDET-Projektes wurde ein supraleitender Solenoid-Magnet (PCMAG) im Experimentiergebiet 24/1 eingebaut. Der PCMAG besitzt eine sehr dünne Spule. Somit kann man den Teststrahl ohne nennenswerte Verschlechterung der Strahlqualität quer zur Spule durch das Testobjekt führen. Dafür musste die räumliche Situation im Teststrahlgebiet verändert werden. Um das im Magneten verdampfende Helium zurück zu gewinnen, hat MEA6 eine Heliumrückgasleitung in das Gebiet gelegt.

FLASH

Im letzten Jahr wurde auf dem Magnetmessplatz in Halle 2 bei den Quadrupolmagneten TQG eine ungleichmäßige Ausbildung von remanenten Feldern nach Erregung mit hohen Strömen gemessen, die eine störende Dipolkomponente erzeugt. Um den hohen Anforderungen an die Feldqualität der Quadrupole in Zukunft gerecht zu werden, hat MEA am Beispiel des TQGs die Konstruktion verbessert, neue Herstellungsverfahren getestet und hochwertige Weicheisenmaterialien, wie PERMENORM, VACOFER, ARMCO und Relais-Eisen für den Bau weiterer TQG Magnete gekauft. Ein erster Magnet aus PERMENORM ist gebaut, ein Zweiter aus VACOFER befindet sich in der Fertigung (Abbildung 136). Die Studien mit neuen Weicheisenmaterialien sind auf den Bau eines TCA Korrektors erweitert worden.

Die Undulatoren benötigen für den optimalen SASE-Betrieb eine konstante Umgebungstemperatur. Mit

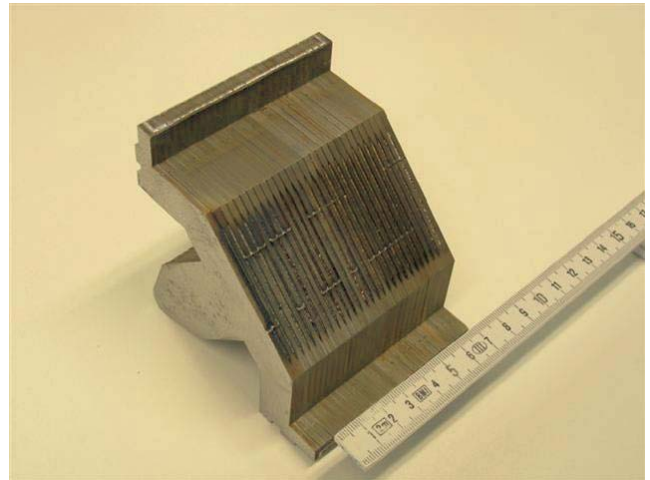


Abbildung 136: TQG-Quadrupolquadrant aus VACOFER. Bearbeitung mit Wasserstrahl-schneidetechnik und Elektronenstrahlschweißung der Lamellen.

einem neuen Glasfasersensorsystem im Bereich der FLASH Undulatoren werden im Trägersystem und der Raumluft Temperaturen gemessen. Dieses System minimiert den Installationsaufwand bei ausgedehnten Objekten und erreicht nach Herstellerangaben eine Messgenauigkeit von 0.1°C . Die Erfahrungen mit dieser neuen Messmethode im Bereich der Beschleuniger soll zukünftig auch für den XFEL genutzt werden. Das Messsystem wurde spezifiziert und am Ende des Jahres vom Hersteller geliefert. Die Installation bei FLASH findet im nächsten Wartungsblock statt.

Für die Gruppe MPY wurde ein Strahllagemonitor, bestehend aus einer gelöteten Vakuumkammer mit 2 Antennen und den entsprechenden Vakuumdurchführungen, konstruiert und die Fertigung organisiert. Der Monitor war im Oktober eingebaut und betriebsbereit übergeben worden.

In Zusammenarbeit mit dem Hahn-Meitner Institut Berlin wird der Aufbau einer HALO-Messung im FLASH Undulator geplant und aufgebaut. Als Grundlage der Messung dienen die Wirescanner und die glasfaserbasierte Strahlverlustmessung. Durch die Erweiterung der vorhandenen Messtechnik lässt sich in Abhängigkeit zur Drahtposition des Wirescanners der Strahlverlust mit den Glasfasersensoren messen. Eine automatisierte Messung der Strahlverluste in Bezug auf

die jeweilige Drahtposition erlaubt die Bestimmung des transversalen Strahlprofils. Bei besonders hoher Empfindlichkeit der Messsensoren kann das Strahlprofil in den Randbereichen (HALO) präzise gemessen werden. Zur bestehenden Infrastruktur werden weitere Messtechnik-Komponenten und Softwareprogramme integriert.

In der Experimentierhalle wurden für unterschiedliche Experimentatoren Beamlinekomponenten aufgebaut, justiert oder umgebaut. Es wurden auch einige Spiegel vermessen, an denen Wartungsarbeiten durchzuführen waren. Anschließend wurden die erneuerten Komponenten wieder an den vorher erfassten Positionen montiert. Für den Einbau neuer Spiegelkammern wurde das Referenzpunktnetz verdichtet.

XFEL

Im Zuge der voranschreitenden Planungsarbeiten für den XFEL wurden die Referenz-Koordinatensysteme festgelegt. Diese dienen als Grundlage für alle Gewerke. Der Beschleuniger soll nicht auf einer Äquipotentialfläche mit gleichen Höhen gebaut werden sondern geometrisch gerade in der Art, dass die Experimentehalle horizontal ausgeführt ist. Am Übergangspunkt liegt der Beschleuniger tangential an einer Äquipotentialfläche der Experimentehalle an. Für die Erstellung der Komponentenliste in einem für den Aufbau und die Justierung des Beschleunigers tauglichen Koordinatensystem wurde ein Programm erstellt, das aus der originären Komponentenliste die entsprechenden Daten generiert. Die geplanten XFEL-Komponenten sowie alle Geländeerweiterungen und Neubauten wurden in einem für alle Gewerke gültigen grafischen Informationssystem erfasst und dargestellt. Die Darstellung der XFEL-Planung ist im DESY-Intranet veröffentlicht.

Für die Justierung der Photonenstrahlen wird bei MEA2 ein Alignmentssystem mit optischer Referenzgeraden (Laser) entwickelt, das die Übertragung der Geradheitsinformation über bis zu 1 km Länge ermöglichen wird. Damit können Maschinenkomponenten relativ zueinander justiert werden, obwohl sie bis zu 1 km voneinander

entfernt liegen. Gegenwärtig ist ein Aufbau des Messsystems nur auf kurzen Distanzen möglich, es wurde jedoch bereits eine Auflösung der Geradheits-Messung von ca. 3 μm erreicht.

Im Rahmen der Arbeitspaketes Tunnelinstallation wurde die technische Spezifikation für die Bestellung eines ersten Spezialtransportfahrzeuges fertig gestellt. Für Modulaufhängungen im Tunnel wurden zwei Varianten, die Zugstangenversion und die Stehbolzenversion in einem provisorischen Aufbau getestet und der Gruppe MPY für Schwingungsmessungen sowie der MEA Vermessungsgruppe für Handhabungstests zur Verfügung gestellt. In Absprache mit anderen Gruppen wurde die Auslegung des Testtunnels festgelegt und die Bauausschreibung begleitet. Zudem konnte die Erstellung von detaillierten Installationsplänen unterstützt werden.

In diesem Jahr wurden für den XFEL-Dump-Bereich weitere Magnet-Designstudien an das Efremov-Institut in Auftrag gegeben. Um entlang der Strahlführung mehr Raum für Diagnostik zu schaffen, wurde die Machbarkeit für einen *Combined-Function*-Magnet im Bereich des Dumps untersucht. Darüber hinaus wird in diesem Bereich ein Septum-Magnet benötigt. Mehrere Konstruktionen hat das Efremov-Institut ausgearbeitet und den Maschinenphysikern zur Verfügung gestellt. Damit der Strahl mit seinem sehr kleinen Durchmesser am Ende großflächig auf einem Absorber verschmiert werden kann, wurde eine Studie für einen *Sweeper* Magneten durchgeführt.

Die Modulteststand-Halle für den XFEL wird von MEA 1 im Rahmen der Hallenausrüstung projektiert. In Zusammenarbeit mit dem hauptsächlichen Hallennutzer MKS werden in regelmäßigen Treffen konzeptionelle Fragestellungen bearbeitet. Die technische Auslegung der Halle, wie z. B. die Lkw-Anlieferung der Module, der Transport der Module in die Teststände (Schienensystem), die Bewegung der Module mit einem Schiebefahrzeug, der Zugang zu den Testständen und die Abschirmung des vertikalen Kryostaten werden in einem 3D Anlagenmodell aufgebaut. Aus wirtschaftlichen und logistischen Gesichtspunkten wird die Ausnutzung der Hallenfläche weiter optimiert.

Experimente

HERMES

Nach dem Einbau des Recoil-Detektors wurde das HERMES-Experiment im Januar in die Strahlposition gefahren und für den Messbetrieb vorbereitet. Eine defekte Targetzelle führte im Mai zu einem 5-tägigen Shutdown für den Ausbau der Komponente. Das Design der Targetzelle wurde modifiziert. Dazu hat MEA 1 eine Kühlung des Kollimators C3 und eine Abstützung des Wakefieldsuppressors konstruiert und gebaut. Eine neue modifizierte Targetzelle wurde in einem weiteren Wartungsblock Ende Juni in das HERMES-Experiment eingebaut. Sämtliche Komponenten des Experiments HERMES hat MEA 2 nach den Umbauarbeiten und dem Positionieren der Plattform in Strahlposition erneut justiert und die Luminositätsmonitore in ihrer 3D-Position relativ zum Strahl bestimmt.

ZEUS

Beim ZEUS Experiment hat die Abbauplanung begonnen. Der Abbau und Transport des Urankalorimeters und der anderen Detektorkomponenten (SRTD, F-, B- und R-Presampler) wird vorbereitet. Speziell für den Urantransport gibt es wegen des Gesamtgewichts von über 600 to und des weiten Transportweges zum Endlager nach Utah (USA) und den damit verbundenen hohen Kosten einen großen Optimierungsbedarf. Die Anschlagsmittel für den Abbau wurden vorbereitend gesichtet und werden einer Prüfung durch eine externe Firma unterzogen.

OPERA

Für den im Gran Sasso Labor installierten Neutrino-Detektor des OPERA-Experiments justiert MEA2 die Schablonen zur Halterung der Driftröhren für alle einzelnen Röhrenpakete. Nach den Feinjustagen dieser Lochblenden werden die Aluminium-Driftröhren eingeschoben und verklebt. Das fertige Driftröhrenpaket wird aus dem Montagestand genommen und neue Lochblenden eingesetzt, die dann vor der Montage

erneut zu justieren sind. Gegenwärtig sind ca. 150 von insgesamt 200 Driftröhrenpaketen justiert. Zusätzlich zu den Justierungen der Lochblenden beschäftigen sich zahlreiche Untersuchungen mit dem mechanischen Verhalten der Driftröhrenpakete bei unterschiedlicher Lagerung.

Gaseservice

Die Gruppe MEA 6 begleitete in diesem Jahr schwerpunktmäßig von der gastechnischen Seite her Projekte bei den Vakuumgruppen MVA und MVP sowie dem HERA-Experiment H1.

Für das neu zu bauende PETRA-III-Vakuumsystem sind bereits im letzten Jahr für die Schweißungen der Aluminiumkammern bei den Gruppen MVA und ZM31 verschiedene Formiergase zur Verbesserung der Schweißqualität gemischt bzw. bei den Gasefirmen bestellt worden. Als Ergebnis der Versuche wird jetzt für das Schweißen ein Argon/Helium Formiergas im Verhältnis 70/30 verwendet. Dieses Mischgas hat MEA6 in der Versuchsphase und am Anfang der Serienproduktion der Vakuumkammer hergestellt. Bedingt durch die großen Abnahmemengen wird das Mischgas nun beschafft. Für dieses Formiergas ist im Gebäude 14 (MVA) eine zentrale Gasversorgung, bestehend aus einer Flaschenbündelwechselstation mit Entnahmestationen an den verschiedenen Schweißplätzen, projektiert und gebaut worden. Die bereits bestehenden Formiergassysteme für H_2/N_2 und Ar/H_2 für das Plasmaschweißen wurden verändert und erweitert.

Zur Belüftung der PETRA III Vakuumkammern wird neben reinem Stickstoff neuerdings auch partikelfreie Synthetische Luft verwendet. Hierfür ist ebenfalls im Gebäude 14 eine Bündelwechselstation projektiert, gebaut sowie das Rohrleitersystem zu den verschiedenen Pumpständen und Entnahmestationen installiert worden. Für die gleiche Anwendung ist ebenfalls ein kleineres System bestehend aus einer Flaschenstation mit Zuleitungen zu den Pumpständen für MVP (Geb. 55) gefertigt und installiert worden.

Die Gasegruppe unterstützt in diesem Jahr den Umbau des 2005 von der H1-Gruppe übernommenen HERA-B

Gassystems. Es wurden 6 Äthanolbehälter gefertigt und auf Druckfestigkeit und Dichtigkeit hin überprüft. Bei der Bestimmung der Gasleckraten für das gesamte System inklusive der Nachweiskammern und bei der Erstellung der Gefährdungsbeurteilung und des Explosionsschutzdokuments war MEA 6 zusammen mit D5 beratend tätig.

Neben den wiederkehrenden Gasanalysen bei dem Experiment ZEUS hat MEA 6 für unterschiedliche Gruppen Anfragen bearbeitet. Bei der zukünftigen PETRA-III-Maschine und den Experimenten zeichnet sich ein erhöhter Bedarf an flüssigem Stickstoff ab. Für die Projektleitung wurden die Kosten für unterschiedliche Stickstofftankgrößen und deren Platzbedarf evaluiert. Für ein Experiment mit einem supraleitenden Magneten an einem der Teststrahlen in Halle II ist die bestehende Heliumrückleitung modifiziert worden. Wegen des Mehrbedarfs an mobilen Flüssig-Stickstoffbehältern wurden 8 weitere Transportbehälter angeschafft.

GIS/FMS Topographische- und Bauvermessung

Im Zuge der Planungen der beiden Projekte PETRA III und XFEL wurden bereits in diesem Jahr zahlreiche Vermessungen durchgeführt, um Planungsunterlagen in

Form von Karten zu erstellen. Hierzu wurden topographische Vermessungen der geplanten neuen Betriebsgelände und deren Umgebung durchgeführt. Auf dieser Grundlage sind Detailkarten erstellt worden, die die erforderliche "grundstücksscharfe" Genauigkeit von wenigen Zentimetern aufweisen. Diese Genauigkeit ist bei den im Planungsgebiet verfügbaren amtlichen Karten nicht gegeben. Für einige später auszubauende Betriebsgelände wurde ebenfalls ein Höhenplan erstellt, um die Erdmassenberechnung für Umbauten zu ermöglichen.

Ein zweiter Bereich ist die Übertragung der geplanten Situation in die Örtlichkeit. Für Baugrunduntersuchungen mussten zahlreiche Geländepunkte zur Baugrundaufschlussbohrung, die sich an der Lage der geplanten Bauwerke bzw. der Trasse orientieren, in der Örtlichkeit abgesteckt und dem Bohrunternehmen angewiesen werden. Nach Durchführung der Bohrung werden die tatsächlichen Bohrstellen in Lage und Höhe bestimmt und in der Karte eingezeichnet.

Für das Flächenkataster der verfügbaren Lagerflächen wurden die ehemaligen Reemstma-Hallen in der Örtlichkeit aufgemessen, diese Geländeerweiterung in die Kartenunterlagen des DESY übernommen und die freien Innenflächen der Hallen bestimmt.

Der bei PR erhältliche DESY-Übersichtsplan wurde durch eine Umgebungskarte mit den Eingängen zum Betriebsgelände erweitert.

Strahlenschutz

Die DESY Strahlenschutzgruppe ist zusammen mit den Strahlenschutzbeauftragten bei DESY für die Umsetzung der gesetzlichen Vorschriften, Strahlenschutzverordnung (StrlSchV) und Röntgenverordnung (RöV), und behördlichen Genehmigungen und Auflagen verantwortlich. Es ist ihre Aufgabe diese Vorschriften durch verschiedene Maßnahmen im Sinne der Sicherheit und Gesundheit der DESY Mitarbeiter durchzusetzen. Zu diesen Maßnahmen gehören u. a. die Abschirmungen der Beschleuniger und Experimentiergebiete zu planen und zu kontrollieren, die Interlocksysteme zu entwerfen und regelmäßig gemäß den Vorschriften zu prüfen, Kontrollen radioaktiver Stoffe und Strahlenschutzunterweisungen der Mitarbeiter durchzuführen. Weiterhin werden bei DESY Personen- und Ortsdosen gemessen sowie Luft- und Wassermessungen durchgeführt, durch die die Wirksamkeit der oben beschriebenen Maßnahmen überwacht wird. Die so gewonnenen Messwerte dürfen die in den vorher genannten Verordnungen festgelegten Grenzwerte nicht überschreiten. Die Strahlenschutzgruppe und die Strahlenschutzbeauftragten müssen dies ebenso überwachen wie auch durch gezielte Unterweisungen darauf hinwirken, dass jeder Mitarbeiter seine eigene Verantwortung beim Umgang mit ionisierender Strahlung wahrnimmt.

Organisation des Strahlenschutzes bei DESY

Der Strahlenschutzverantwortliche im Sinne der StrlSchV ist das DESY Direktorium, welches in Person von dem Direktor des Maschinenbereiches vertreten wird. Der Leiter der Strahlenschutzgruppe und dessen Vertreter sind als Strahlenschutzbevollmächtigte

das entsprechende Bindeglied zwischen dem Strahlenschutzverantwortlichen, den Strahlenschutzbeauftragten und der Aufsichtsbehörde. Es gibt bei DESY 47 Strahlenschutzbeauftragte, welche sich in 30 Arbeitsbereichen die Verantwortung für Personengruppen und räumliche Bereiche so aufteilen, dass alle diese Gruppen und Bereiche eindeutig abgedeckt sind und keine Lücken oder Überschneidungen entstehen. Die Strahlenschutzbeauftragten verfügen über eine entsprechende Fachkunde und tragen die Verantwortung in ihren Gruppen und Bereichen. Alle übergeordneten Tätigkeiten, wie z. B. Dosimetrie, Einrichtung von Strahlenschutzbereichen, Aufsicht über radioaktive Stoffe oder Planung neuer Projekte werden durch die Strahlenschutzgruppe durchgeführt.

Ortsdosimetrie

Den Vorschriften der Strahlenschutzverordnung entsprechend gibt es auf dem DESY-Gelände neben Sperrbereichen in denen keine Ortsdosen gemessen werden, Kontroll- und Überwachungsbereiche in denen Ortsdosen die von Photonen und/oder Neutronen herrühren können, gemessen werden. Dazu werden zwei unterschiedliche Messprinzipien verwendet.

Das eine Messprinzip besteht aus einem passiven System aus Festkörperdosimetern (Thermolumineszenz-Dosimetern in Polyethylen-Moderatoren zur Messung der Photonendosen und des niederenergetischen Anteils des Neutronenspektrums) und Spaltfragment-Dosimetern (Thorium-Folien mit Makrofol zur Messung des hochenergetischen Anteils des Neutronenspektrums), die an vielen Messpunkten über das DESY-Gelände verteilt angebracht sind und die Dosis in einem

Zeitraum von 1 Monat aufsummieren. Die Dosimeter werden im Labor der Strahlenschutzgruppe ausgewertet und die gemessenen Dosiswerte entsprechend den gesetzlichen Bestimmungen archiviert. Dieses System ist gut zur Überwachung des Betriebsgeländes geeignet, Resultate erhält man aber erst nach Ablauf der einmonatigen Messperiode.

Um eine sofortige Eingriffsmöglichkeit im Falle zu hoher Dosisleistungen zu haben, verwendet man ein zweites Messprinzip, bestehend aus aktiven Detektoren für Photonen (Ionisationskammern) und Neutronen (Rem-Countern mit BF₃-Zählrohr), welche in der Lage sind, bei Überschreitung eines bestimmten Alarmschwellwertes der Dosisleistung, in den Beschleunigerbetrieb aktiv einzugreifen. Diese Detektoren sind vorwiegend an Stellen positioniert, an denen eine höhere Dosisleistung möglich erscheint.

Das Gelände wird derzeit an 270 Stellen mit integrierenden passiven Festkörperdosimetern und an 84 Positionen mit aktiven Geräten überwacht. Alle Messwerte werden für das jeweils zurückliegende Jahr in einem internen Bericht veröffentlicht. Gegenüber den Werten von 2005 haben sich die gemessenen Ortsdosen im Berichtszeitraum in fast allen Fällen in Bezug auf die Betriebsdauer der einzelnen Beschleuniger und die in den einzelnen Maschinen erreichten Ströme nur unwesentlich verändert, was auf einen sehr reibungslosen und relativ verlustfreien Betrieb der Beschleuniger im Jahre 2006 schließen lässt.

Personendosimetrie

Die Messung der Personendosen für Photonen erfolgt mit Festkörperdosimetern (Photolumineszenz-Dosimetern), wohingegen Personendosen, die von Neutronen herrühren mit Kernspur-Detektoren (CR-39 Dosimetern) registriert werden. Die Bereitstellung und Auswertung der Festkörperdosimeter wird von der Messstelle der GSF (Forschungszentrum für Umwelt und Gesundheit) in Hamburg durchgeführt, während die Bereitstellung und Auswertung der Kernspur-

Detektoren für Neutronen vom Paul-Scherrer-Institut (PSI) in Villingen (Schweiz) übernommen wurde. Festkörperdosimeter wie auch Kernspur-Detektoren werden bei DESY im 2-Monatsrhythmus getauscht.

Ende 2006 wurden regelmäßig ungefähr 1 460 Personen überwacht. Dazu kamen pro Überwachungsperiode noch ca. 100 Gäste, die nur kurzzeitig bei DESY arbeiteten. Insgesamt wurden im Mittel alle 2 Monate jeweils 1567 Dosimeter für Photonen und für Neutronen verteilt und deren Auswertergebnisse in einer Datenbank den gesetzlichen Vorschriften entsprechend archiviert. Im Zeitraum November 2005 bis Oktober 2006 wurden auf 33 Dosimetern (von insgesamt 18803 Dosimetern) Dosen registriert, die über den Nachweisschwellen von 0.1 mSv (Photonendosimeter) bzw. 0.5 mSv (Neutronendosimeter) lagen. Die höchste Personenjahresdosis betrug 1.4 mSv, die zweithöchste 0.6 mSv. Damit liegen alle gemessenen Dosiswerte bei DESY deutlich unter den maximal zugelassenen Dosiswerten für beruflich strahlenexponierte Personen von 6 mSv (Kategorie B) bzw. 20 mSv (Kategorie A) pro Arbeitsjahr.

Allgemeine Projekte

Um beim Betrieb der neuen geplanten Beschleunigeranlagen bei DESY wie auch weltweit (PETRA III, XFEL, ILC) geeignete aktive Dosisleistungsmesssysteme zu haben, wurden zur Messung der Photonen-dosisleistung und der Neutronendosisleistung einige Systeme bei DESY getestet bzw. sollen in naher Zukunft getestet werden. Zur Messung der Photonendosisleistung wurde das DIS-System der Firma RADOS als aktives Dosimeter und eine speziell aufbereitete Ionisationskammer der Firma BERTHOLD, welche für gepulste Strahlung geeignet ist, getestet. Zur Messung der Neutronendosisleistung wurden Blasendosimeter der Firma Framework Scientific und ein Aktivierungsdetektor, der in einer Zusammenarbeit zwischen DESY und der Firma BERTHOLD entwickelt wurde, getestet.

Bei dem DIS-Dosimeter der Firma RADOS werden die durch Ionisation erzeugten Elektronen auf dem

floating gate eines MOSFET-Transistors gespeichert und können ohne Löschen ausgelesen werden, d. h. die Ladung (Dosis) wird in einem EEPROM als analoge Information gespeichert. Dieses System wird eigentlich zur passiven Personendosimetrie verwendet und hat in ersten Tests gezeigt, dass dies auch als aktives Dosimeter in gepulsten Feldern erfolgreich eingesetzt werden kann.

Gleiches gilt für eine spezielle Ionisationskammer der Firma BERTHOLD, welche durch zwei unterschiedliche Strom-Frequenz-Wandler einen Dosisleistungsbe- reich von 2,2 nSv/h bis 22 Sv/h abdeckt. Dieses Gerät konnte im Berichtszeitraum noch nicht bei DESY ge- testet werden.

Bei den Blasen dosimetern der Firma Framework Scien- tific macht man sich ähnlich einer Blaskammer die starke Ionisationsdichte von Neutronen in einer über- hitzten metastabilen Flüssigkeit zu Nutze. Hier ist die Anzahl der entstandenen Blasen proportional zur Neu- tronendosis, wobei auf Grund der geringeren Ionisa- tionsdichten das Dosimeter unempfindlich gegenüber Elektronen und Photonen ist. Die Auswertung der akti- ven Variante dieses Dosimetertyps geschieht auf akus- tischem Wege durch den Nachweis der bei der Entste- hung der Blasen typischen oszillierenden Druckwellen. Erste Tests mit diesem System haben gute Resultate bei der Messung der Neutronendosisleistung ergeben.

Das von A. Leuschner (DESY) entwickelte Kohlen- stoffaktivierungsdosimeter besteht aus einem Plastik- Szintillator und nutzt die durch Neutronen mit mehr als 13 MeV Energie ausgelöste Aktivierungsreaktion $^{12}\text{C}(n,p)^{12}\text{B}$ aus. Der Zerfall des ^{12}B mit einer Halb- wertszeit von 20 ms ergibt nach einem 1 ms langen XFEL-Puls ein deutliches exponentielles Signal. Auch thermische Neutronen treten im Zeitspektrum mit Halb- wertszeiten von weniger als 2 ms auf und lassen sich so vom ^{12}B -Spektrum trennen. Mittlerweile wurde hierzu ein zweites Patent beim Deutschen Patent- und Mar- kenamt angemeldet. In einer Zusammenarbeit mit der Firma BERTHOLD werden die erfolversprechenden Messergebnisse der Prototypen in ein Serienprodukt einfließen, welches im Frühjahr 2007 bei DESY getes- tet werden wird.

Arbeiten für FLASH

Weiterhin ist die Strahlenschutzgruppe aktiv an der Weiterentwicklung von FLASH beteiligt, mit der Kon- trolle und der Anpassung der Abschirmmaßnahmen, der Überwachung und Prüfung des Interlocksystems und der Bereitstellung einer abgeänderten und den neuen Gegebenheiten angepassten Strahlenüberwa- chungsanlage. Auffällig im Berichtszeitraum waren die teils hohen Aktivierungen im Bereich des Eintritts des Strahls in den Strahlabsorber. Es hat sich herausgestellt, dass diese Situation durch optimierte Maschinensteuer- ung verbessert werden kann, so dass sich die Lage nun als akzeptabel darstellt.

Im Dezember 2005 haben wir die Errichtungs- und Be- triebsgenehmigung für den Modul-Test-Stand (Cryo- Module-Test-Bench, Gebäude 70) in Form einer Ände- rung der Betriebsgenehmigung für FLASH erhalten. Die Erstprüfung der Interlockeinrichtungen in Beglei- tung eines Sachverständigen des TÜV Nord hat im Oktober 2006 stattgefunden und anschließend konnte der Modul-Test-Stand erfolgreich den Betrieb aufneh- men.

Arbeiten für PETRA III

Für das Projekt PETRA III konnten im Jahre 2006 die detaillierten Abschirmungsmaßnahmen für die Optik- und Experimentierhütten in Zusammenarbeit mit einem japanischen Kollegen von SPRING8 durch- geführt werden. Diese gingen in den Sicherheitsbe- richt für das Projekt PETRA III ein. Der Sicherheits- bericht ist das zentrale Dokument für die Genehmi- gung einer solchen Anlage und dient der Aufsichts- behörde als so genanntes Pflichtenheft zur Überprüfung der Vollständigkeit und Richtigkeit aller relevanten Sicherheitsmaßnahmen. Der Sicherheitsbericht für PETRA III konnte Ende 2006 fertig gestellt werden und soll Anfang 2007 der Aufsichtsbehörde vorge- legt werden. Die entsprechende Erweiterung der Be- triebsgenehmigung wird für das Frühjahr 2007 er- wartet.

Arbeiten für den XFEL

Nachdem das Planfeststellungsverfahren (PFV) des Projektes XFEL im Oktober 2005 durch den Erörterungstermin aus Sicht des Strahlenschutzes abgeschlossen werden konnte, wurde im Jahre 2006 an der Kon-

kreterisierung der Bauplanung mitgearbeitet. Hier wurden eine Vielzahl verschiedener Fragestellungen mit den planenden Ingenieuren diskutiert und Lösungen erarbeitet, die auf der einen Seite die Strahlensicherheit der Anlage gewährleisten und gleichzeitig auf der anderen Seite den Betriebsablauf optimal gestalten und die Kosten möglichst minimal halten.

Zentrale Dienste

Inhalt

Presse- und Öffentlichkeitsarbeit	255
Technologie-Transfer	259
Bibliothek und Dokumentation	261
Die Schülerlabore <code>physik.begreifen</code>	267
Ausbildung in nichtwissenschaftlichen Berufen	271
Servicezentrum Mechanik	273
Servicezentrum Elektronik	281
Elektronikentwicklung	285
Technische Gruppen in Zeuthen	289
Informationstechnik	301
Informationsmanagement, Prozesse und Projekte	315
Bauwesen	317
Sicherheit	319



Abbildung 137: *Journalisten besichtigen den Large Hadron Collider LHC.*

Presse- und Öffentlichkeitsarbeit

Leitung: C. Mrotzek

Der Dialog mit der Öffentlichkeit wird von DESY auf vielfältige Weise und mit viel Engagement geführt. Die Abteilung Presse- und Öffentlichkeitsarbeit (PR) erfüllt dabei die Funktion der Schnittstelle zwischen der Öffentlichkeit und den verschiedenen DESY-Bereichen und -Gruppen. Am Standort in Zeuthen erfolgt die Öffentlichkeitsarbeit durch die Gruppe Experimente Support. Regelmäßige Kontakte und enge Zusammenarbeit mit der PR-Abteilung in Hamburg schaffen eine effektive Basis für einen gemeinsamen Auftritt nach außen.

Zu den Aufgaben der Presse- und Öffentlichkeitsarbeit bei DESY gehört der Kontakt zu den Medien ebenso wie die Herausgabe von Informationsmaterial für verschiedene Zielgruppen, die Organisation der DESY-Besichtigungen in Hamburg und Zeuthen sowie die Präsentation von DESY auf Veranstaltungen, Messen und Ausstellungen. Damit verbunden ist auch die Konzeption, Erstellung und Wartung von Ausstellungsmedien, insbesondere Exponaten zur Veranschaulichung von physikalischen Phänomenen. Zur PR-Arbeit gehört auch, ständig für allgemeine, von außen an DESY heran getragene Anfragen, ansprechbar zu sein, sowie die bei DESY arbeitenden Menschen über Neues aus den verschiedenen Bereichen des Zentrums zu informieren.

Die Presse- und Öffentlichkeitsarbeit für Freielektronen-Laser (PR/FEL) widmet sich den verschiedenen PR-Aspekten der FLASH-Anlage bei DESY und des europäischen Röntgenlaserprojekts XFEL.

Pressearbeit

Die Medienauswertung belegt das große Interesse der Presse an DESY-Themen und an dem geplanten europäischen Röntgenlaser XFEL, der 2006 einen wichtigen Schwerpunkt der Berichterstattung bildete. Zum XFEL erschienen insgesamt 113 Beiträge in Printmedien. Zu anderen DESY-Themen erschienen 2006 insgesamt 104 Beiträge in Printmedien.

Das wichtigste Medienereignis bei DESY war der Besuch des Bundespräsidenten Horst Köhler. Am 23. August 2006 kam der Bundespräsident im Rahmen eines Hamburg-Besuchs zu DESY und besichtigte hier den neuen Freielektronen-Laser FLASH. Begleitet wurde er von seiner Frau Eva Luise Köhler und dem Ersten Bürgermeister der Freien und Hansestadt Hamburg Ole von Beust. Zu seinem Empfang war auch der Präsident der Helmholtz-Gemeinschaft Professor Jürgen Mlynek gekommen.

Auf großes Interesse bei den Wissenschaftsjournalistinnen und -journalisten stieß eine von DESY-PR organisierte Journalistenreise zum Europäischen Forschungslabor CERN am 1. und 2. November 2006 (Abbildung 137). Das Vortrags- und Besichtigungsprogramm gab den angereisten 20 Pressevertretern Einblicke in Deutschlands Beitrag zum Large Hadron Collider LHC. Vor Ort konnten die gigantischen Detektoren besichtigt werden, Experten beantworteten alle Fragen. Mit dabei waren Vertreter verschiedener Wissenschaftsredaktionen von großen Tageszeitungen und Magazinen. Den Erfolg dieser Veranstaltung belegen über 40 Artikel, die anschließend zu diesem Thema erschienen.

Interne Kommunikation

Zusätzlich zu der Pressearbeit ist die Herausgabe von internen Meldungen von steigender Bedeutung, um die DESY-Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter über die vielen Aktivitäten und Entwicklungen auf dem DESY-Campus zu informieren. Die seit Jahren bewährten DESY-Telegramme spielen dabei eine wichtige Rolle. Im Berichtsjahr wurden insgesamt 22 Telegramme in deutscher und englischer Sprache herausgegeben. Ergänzend dazu wurde im September 2006 die neue Mitarbeiterzeitung *DESY inForm* ins Leben gerufen (siehe Abbildung 138). Ziel ist es, einen vielseitigen Themen-Mix zu bieten, der aktuelle Entwicklungen aus dem wissenschaftlichen Bereich mit Neuigkeiten aus dem DESY-Leben verbindet. Die Mitarbeiterinformation wendet sich an alle DESY-nerinnen und DESY-ner – vom Azubi bis zum Wissenschaftler. Sie

erscheint in Deutsch und Englisch, und ist als gedruckte Version ebenso wie als online-Ausgabe erhältlich. *DESY inForm* erscheint regelmäßig jeden ersten Donnerstag im Monat. Der zunächst zweiseitige, farbig gestaltete Newsletter soll kontinuierlich zu einer mehrseitigen Zeitung erweitert werden und neben aktuellen Meldungen auch Hintergrundberichte zu spannenden DESY-Themen enthalten.

Eine wichtige PR-Aufgabe im Bereich Internet war die Zusammenführung der zentralen Zeuthener und Hamburger Webseiten. In enger Abstimmung zwischen Zeuthen und Hamburg konnten im Berichtsjahr wesentliche Inhalte vereinheitlicht werden. Ziel ist es, eine gemeinsame DESY-Internetplattform zu schaffen, die nur noch an den Stellen eine Unterteilung in die beiden Standorte Hamburg und Zeuthen enthält, wo dies inhaltlich sinnvoll ist (z. B. standortspezifische Angebote für Besucher, spezielle Serviceangebote etc). Auch der gemeinsame Aufbau einer PR-Mediendatenbank (Cumulus) wurde weiter vorangetrieben.



Angebote für Besucher

Die Öffentlichkeit wird bei Veranstaltungen, durch Informationsmaterial oder bei Besuchen auf dem DESY-Gelände in Hamburg oder in Zeuthen über die aktuellen Projekte und die Forschung bei DESY informiert. Im Jahr 2006 kamen etwa 7700 Besucherinnen und Besucher zu DESY in Hamburg und nahmen an dem Besichtigungsprogramm mit Vortrag und Führung teil, davon 193 Schülergruppen und 23 Studentengruppen. Damit bewegen sich die jährlichen Besucherzahlen weiterhin auf einem konstanten Niveau.

Auch am Standort Zeuthen wurde die öffentlichkeitswirksame Zusammenarbeit mit Schulen und anderen Ausbildungsstätten durch Besuche von Schüler- und Studentengruppen sowie weiteren interessierten Besuchergruppen deutlich. Im Mittel gab es zwei Führungen pro Monat für Schüler- und Studentengruppen.

Abbildung 138: inForm – die neue Mitarbeiterzeitung für DESY

Veranstaltungen

DESY hat sich im Berichtsjahr an verschiedenen öffentlichkeitswirksamen Veranstaltungen beteiligt. Im europäischen Rahmen fand vom 15. bis zum 19. Juli 2006 das *Euroscience Open Forum* (ESOF) in München statt. DESY beteiligte sich an diesem groß angelegten interdisziplinären Wissenschaftsforum mit einem allgemein verständlichen Vortrag zum wahren Wert der Wissenschaft (*Quarks, Photonen und der Shareholder Value*) und einer Ausstellung mit Postern und Exponaten zu den internationalen Zukunftsprojekten ILC und XFEL. Solche Großprojekte sind Herausforderungen, die nur im europäischen bzw. internationalen Kontext zu verwirklichen sind. Vor Ort beantworteten mehrere Ausstellungsbetreuer alle Fragen zur DESY-Forschung. Anlässlich des Wissenschaftssommers, der 2006 in München stattfand, blieb die Ausstellung bis zum 21. Juli geöffnet.

Mit einem Ausstellungsstand beteiligte sich DESY zudem an der Festveranstaltung *750 Jahre Bahrenfeld* in Hamburg am 9. September 2006. Highlight war das Exponat *Schwebende Eisenbahn*, das die Supraleitung veranschaulicht. DESY in Zeuthen beteiligte sich wie auch in den Vorjahren am *Tag der Wissenschaft und Forschung*, der in diesem Jahr im Oktober an der BTU Cottbus stattfand. Bei der 6. *Langen Nacht der Wissenschaften* öffneten sich am 13. Mai die



Abbildung 139: *Wie funktioniert ein Teilchenbeschleuniger? DESY auf der Langen Nacht der Wissenschaften in Berlin.*

Hochschulen, die Forschungsinstitute und Universitätskliniken Berlins für Besucher. Wissenschaftler von DESY und der Humboldt-Universität blickten an diesem Abend gemeinsam mit den Besuchern in Adlershof in den Makrokosmos und ins Innerste der Materie (siehe Abbildung 139). Gemeinsam mit der Humboldt-Universität zu Berlin nahm DESY in Zeuthen an den 2. *Europäischen Schülerforschungstagen* teil, die vom 6. bis 21. März 2006 an insgesamt 60 europäischen Universitäten und Forschungseinrichtungen stattfanden.

Im April 2006 beteiligte sich DESY in Hamburg wie jedes Jahr an dem bundesweiten *Girls' Day*. Mädchen bekamen die Gelegenheit in verschiedene, auch „frauenuntypische“ Berufe hinein zu schnuppern. DESY in Zeuthen beteiligte sich an der brandenburgischen Entsprechung des *Girls' Day*, dem *Zukunftstag für Mädchen und Jungen*.

Presse- und Öffentlichkeitsarbeit FEL

Der Schwerpunkt *PR/FEL – Presse- und Öffentlichkeitsarbeit für die FEL-Anlagen* war im Berichtsjahr besonders durch die Nachbarschaftsarbeit im Rahmen der Bauvorbereitung für die europäische XFEL-Anlage geprägt. Wie schon im Vorjahr musste hierbei innerhalb eines Rahmens agiert werden, der durch das gesetzlich geregelte öffentliche Planfeststellungsverfahren vorgegeben war. Das heißt, auch die PR-Arbeit unterlag einem juristisch abgestimmten Vorgehen. DESY behielt die schon im Vorjahr festgelegte Strategie bei, erst nach erfolgtem Planfeststellungsbeschluss bzw. nach dessen Bestandskraft offensiv über Detailplanungen zu berichten und bis zu diesem Zeitpunkt nur Fragen zu beantworten. Auf dieser Basis wurden im Berichtsjahr folgende Maßnahmen erforderlich und durchgeführt: Über die XFEL-Kontaktstelle (Telefon 8998-1919, Fax 8998-2020, E-Mail xfel-kontakt@desy.de) bearbeitete PR/FEL insgesamt mehr als 600 dokumentierte Einzelkontakte. Außerdem gab es zwei öffentliche Abendveranstaltungen (in Schenefeld und Hamburg-



Abbildung 140: *DESY und die Borner Runde informieren vor Ort über die geplanten XFEL-Baumaßnahmen.*

Iserbrook), zwei Informationstage im Einkaufszentrum Born Center, die auf Wunsch und zusammen mit der *Borner Runde* – der Einwohnervertretung des Stadtteils Osdorfer Born – durchgeführt wurden, die Gründung des Arbeitskreises *DESY – Borner Runde* mit regelmäßigen Treffen sowie spezielle Informationsveranstaltungen für Eigentümergruppen von zu untertunnelnden Grundstücken (siehe Abbildung 140).

In der lokalen Öffentlichkeit standen die Beeinträchtigungen der Anlieger durch die geplanten XFEL-Baumaßnahmen sowie der Planfeststellungsbeschluss im Mittelpunkt des Interesses, was zu ca. 110 Beiträgen in den lokalen Medien führte. Ein zentrales Thema war dabei der massive Protest der Anwohner der an das DESY-Gelände grenzenden Wohnstraße Flottbeker Drift (einschließlich der Nebenstraßen) gegen den für drei Jahre geplanten LKW-Verkehr der Baustelle DESY-Bahrenfeld durch ihre Straße. Hier musste mehrere Monate lang sowohl Einzelprotesten als auch zum Teil massiven Gemeinschaftsaktionen begegnet werden. Dies geschah mit einer vierstündigen Informations- und Diskussionsveranstaltung im DESY-Hörsaal, zwei öffentlichen DESY-Statements, Hausverteilungen und diversen Einzelkontakten. Durch den Planfeststellungsbeschluss, der nur ein Jahr lang LKW-Verkehr für diese Straße vorsieht, sowie einige von DESY angebotene, die Beeinträchtigungen erleichternde Maßnahmen konnte dieses Problem zum Ende des Berichtsjahres entschärft werden.

Bei den Pressemeldungen lag im Berichtsjahr der Schwerpunkt auf FLASH (ehemals VUV-FEL). Zwei

besondere Pressetermine waren der vom Bundesforschungsministerium initiierte Besuch von in Berlin akkreditierten Korrespondentinnen und Korrespondenten großer ausländischer Zeitungen und der von der Deutschen Botschaft in Paris organisierte Besuch französischer Wissenschaftsjournalistinnen und -journalisten. Beide Gruppen hielten sich jeweils einen Tag bei DESY auf, besichtigten die FLASH-Anlage und informierten sich über das europäische XFEL-Projekt.

Im Rahmen zweier Großveranstaltungen ist das XFEL-Projekt mit eigenen Präsentationen aufgetreten: im September bei der drei Tage dauernden 750-Jahrfeier der Stadt Schenefeld und im November bei der vom BMBF und der DPG durchgeführten fünftägigen Wissenschaftsshow *Highlights der Physik*, die dieses Mal unter dem Motto *Wellenwelten* stand und in Bremen stattfand.

Als Projektarbeit des Studiengangs Medieninformatik der Fachhochschule Wedel entstand in enger Zusammenarbeit mit DESY der Informationsfilm *Licht der Zukunft – Die europäische XFEL-Anlage*, der Anfang 2007 veröffentlicht wird. Unter der Regie von PR/FEL kombinierte das dreiköpfige Studententeam schon vorhandene Animationen, Luftaufnahmen und Bilder mit eigenen Aufnahmen bei FLASH und auf dem DESY-Gelände, ergänzte das Material mit Grafiken und fügte alles mit dem gesprochenen Text zusammen. Das Ergebnis: In informativen 12 Minuten bekommt der Zuschauer eine anschauliche Vorstellung vom XFEL und seinem Vorläufer FLASH. Der Film ist in deutscher und englischer Fassung erhältlich und in komprimierter Form in der XFELmediabank abgelegt.

Neben technischen Anpassungen und der Aktualisierung der Inhalte wurde die Internetplattform www.xfel.net im Berichtsjahr um die webbasierte XFELmediabank erweitert, einem Angebot das sich sowohl an Journalistinnen und Journalisten als auch an Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler richtet. Die Mediendatenbank bietet die Möglichkeit, Fotos, Grafiken, Animationen, Broschüren, Poster, Filmsequenzen und Filme nach Themen und Medienart aufgeschlüsselt abzurufen.

Technologie-Transfer

Leiter: K. Wurr

Mit der Vorstellung und Diskussion der Strategie und der Aufgaben des Technologie-Transfers im Direktorium und im Verwaltungsrat wurde im Herbst 2006 das dreijährige Projekt zur Neuaufstellung von DESY-TT erfolgreich abgeschlossen. Als zentrale Aufgabenbereiche von DESY-TT haben sich dabei

- Strategische Planung, Information und Vertretung des Technologie-Transfers bei DESY
- Erfassung, Sicherung und Vermarktung von Erfindungen über Kooperations- und Lizenzverträge sowie die Anmeldung von Schutzrechten
- Vermarktung von F&E-Dienstleistungen, insbesondere der industriellen Nutzung von Synchrotronstrahlung, sowie allgemeine Kontakte zur Wirtschaft
- Projekte mit Bezug zur Wirtschaft oder dem Technologie-Transfer

herauskristallisiert. Diese Aufgaben wurden im Jahr 2006 mit 2.1 FTE (2005: 1.85 FTE) bearbeitet. Vor allem durch zusätzliche Projektmittel stehen für das Jahr 2007 sogar 3.4 FTE zur Verfügung.

Durch Vorträge im V-Bereich und am HASYLAB, dem Relaunch der TT-Webseite (<http://tt.desy.de/>) sowie mehrere Beiträge für *DESY inForm* wurde bei DESY intern verstärkt über den Technologie-Transfer informiert. In der externen Vertretung dieses Themas sind die Übernahme des stellvertretenden Vorsitzes des entsprechenden Helmholtz-Arbeitskreises und die Mitarbeit in der gleichnamigen Arbeitsgruppe des Präsidiums der Helmholtz-Gemeinschaft durch DESY-TT besonders hervorzuheben.

Jahr	2004	2005	2006
Erfindungen	12	11	9
Neuanmeldung Schutzrechte	1	7	8
Bestand Schutzrechte	33	39	49
Lizenzverträge	10	10	12
Industrie-Kooperationen	7	14	15

Tabelle 11: Entwicklung des Technologie-Transfers.

Auch im Bereich der Kennzahlen schlagen sich die ausgeweiteten Aktivitäten von DESY-TT nieder: Bei in etwa konstanten Zahlen der bearbeiteten Erfindungen und der neuangemeldeten Schutzrechte hat sich der Schutzrechtsbestand insgesamt durch Auslandsanmeldungen deutlich erhöht. Der Bestand an Lizenzverträgen und Industriekooperationen – einschließlich der Verträge zur Nutzung der Messplätze am HASYLAB – ist gestiegen.

Der vor allem durch externe Mittel überproportional gewachsene Projektbereich umfasst seit 2006 hauptsächlich vier Aufgaben:

Das BMBF-Projekt *CERN Liaison Office* sucht für Ausschreibungen mehrerer europäischer Forschungseinrichtungen (CERN, ESRF und ILL) geeignete deutsche Zulieferfirmen. Für das laufende Jahr 2007 hat DESY hier mit höheren Projektmitteln zusätzliche Aufgaben für Recherchen und den Technologie-Transfer übernommen.

Das EU-Projekt *ERID-Watch* zur Untersuchung von europäischen Forschungsinfrastrukturen ist im November 2006 mit einem Kick-off-Meeting und dem Opening



Abbildung 141: *EIFast Coordination Board.*

Workshop im Januar 2007 in Paris erfolgreich angelaufen. DESY-TT organisiert als Leader des Work Package für *Best Practice und Benchmarking* derzeit eine Interviewreihe zu den Bereichen Technologie-Transfer, Human Resources, Public-Private-Partnership und Legal Environment bei rund 50 europäischen Forschungseinrichtungen. Auf einem Workshop im Oktober 2007 in Hamburg werden erste Zwischenergebnisse hieraus vorgestellt und diskutiert werden.

Das Europäische Industrieforum für Beschleuniger mit supraleitender Hochfrequenz-Technologie *EIFast* (European Industry Forum for Accelerators with Super-

conducting RF-Technology) fördert als gemeinsame Stimme von inzwischen 40 Mitgliedern aus der europäischen Forschung und Industrie die Realisierung von Projekten mit dieser Technologie fördert. Hierfür hat DESY-TT im Mai 2006 einen Workshop zum European XFEL (170 Teilnehmern von 57 Firmen und 14 Institutionen aus 12 Ländern) organisiert.

Für die *4. ECRI-Konferenz 2007*, die DESY im Juni 2007 in Hamburg für die EU und das BMBF organisiert, verantwortet DESY-TT die Erstellung der Website, die technische Koordination, die Gewinnung von Sponsoren und einen Teil der Sekretariatsleistung.

Bibliothek und Dokumentation

Gruppenleiter: D. Schmidt

Die Gruppe Bibliothek und Dokumentation ist zentraler Dienstleister für Literatur, Medien und Information am Deutschen Elektronen-Synchrotron und im Bereich des innovativen Informationsmanagements aktiv. Sie sammelt und beschafft die von den DESY-Mitarbeitern benötigte Fachliteratur. Neuerscheinungen werden schnellstmöglich gekauft, katalogisiert und zur Benutzung bereitgestellt.

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

Die Gruppe verwaltet auch das Berichts- und Veröffentlichungswesen von DESY und nimmt die Aufgaben des *Verlag Deutsches Elektronen-Synchrotron* wahr. Sie stellt die Redaktion des DESY-Jahresberichts und publiziert ihn elektronisch und als Buch.

Im Berichtsjahr besonders hervorzuheben sind:

- Die Inbetriebnahme der DESY-Publikationsdatenbank, aus der die Daten für HGF-Kennzahlen und Literaturlisten extrahiert werden. Außerdem dient die Datenbank als Open Access Repository.
- Beginn eines gemeinsamen Projektes mit der CERN-Bibliothek zur Entwicklung eines Programms zur automatischen Indexierung, basierend auf einem Ausbau des DESY Schlagwortkataloges zu einer HEP-Taxonomie.

- Mitarbeit in der SCOAP³-Arbeitsgruppe zur Gründung eines weltweiten Konsortiums. Desse Aufgabe besteht darin, in Zusammenarbeit mit Zeitschriftenverlagen freien Zugang (Open Access) zu Publikationen in der Hochenergiephysik zu organisieren und zu finanzieren.

Die DESY-Zentralbibliothek ist anerkannte Ausbildungsstelle für Fachangestellte für Medien- und Informationsdienste der Fachrichtung Bibliothek und stellt Praktikumsplätze für Auszubildende anderer Ausbildungsbetriebe und für Studenten des Bibliothekswesens zur Verfügung. Schülerinnen und Schüler des 10. und 11. Schuljahres werden in Betriebs- und Berufspraktika in die bibliothekarische Arbeitswelt eingewiesen.

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

Bibliotheken

DESY hat in Hamburg neben der Zentralbibliothek eine Bibliothek am Hamburger Synchrotronstrahlungslabor (HASYLAB), eine Abteilungsbücherei bei der Arbeitsgruppe MPY und in Zeuthen eine Standortbibliothek.

Die Bibliothek im HASYLAB sammelt im Wesentlichen Literatur zur Festkörperphysik. Der Bestand umfasst 1499 Bücher (ohne Zeitschriftenbände). Erwerbung und Katalogisierung werden von der Zentralbibliothek durchgeführt. Für die Benutzung gelten bereichsinterne Regelungen.

Die Bücherei der Abteilung MKS wurde im Berichtsjahr aufgelöst und ihre Bestände in die Zentralbibliothek zurückgeführt. In der Arbeitsgruppe MPY (Beschleunigerphysik) wurde eine Gruppenbücherei neu eingerichtet. Sie umfasst 90 Monografien zur Informatik. Die Benutzung ist auch dort intern geregelt.

Die Zentralbibliothek und die Bibliothek am Standort Zeuthen arbeiten in Erwerbung, Katalogisierung und Ausleihe mit der integrierten Bibliothekssoftware ALEPH-500. In ALEPH sind 99% des Buchbestands der Zentralbibliothek und des Bestands in Zeuthen erfasst.

Die Zentralbibliothek und die Bibliothek in Zeuthen nehmen auch alle Aufgaben einer Verwaltungsbücherei für den jeweiligen Standort wahr.

Im Januar 2006 erließ das Direktorium die von der Gruppe erarbeitete neue Bibliotheks- und Benutzungsordnung für die Bibliotheken des Deutschen Elektronen-Synchrotrons.

Bibliothekskommission

Die Bibliothekskommission vertritt die Interessen der Bereiche, der Abteilungen bzw. Gruppen und der berechtigten externen Benutzer in den Angelegenheiten der Bibliotheken, des Literaturinformations- und des Publikationswesens. Sie berät das Direktorium und die Leitung von Bibliothek und Dokumentation und spricht Empfehlungen aus. Ihre Mitglieder werden für jeweils drei Jahre vom Direktorium berufen.

Die Kommission befasste sich im Jahr 2006 mit den Themen Publikationsdatenbank, Nutzung von Literaturdatenbanken und Umsetzung von Open Access am Deutschen Elektronen-Synchrotron. Sie verabschiedete das Vorgehen zur Datenerfassung, Datenkontrolle und Datenfreigabe in der Publikationsdatenbank und

empfahl dem Direktorium den Erlass der von der Gruppe vorgelegten Regelungen zur Umsetzung von Open Access am DESY. Sowohl die Kündigung des Vertrags über die Literaturdatenbank Scopus als auch die Lizenzierung und der Kauf der Backfiles der Literaturdatenbank SCIE (*Science Citation Index Expanded*), zur Versorgung des FS- und teilweise des M-Bereichs mit der dort benötigten Literaturinformation, wurden beschlossen.

Die Kommission sprach sich einstimmig für die Fortsetzung der gemeinsamen Erarbeitung der SPIRES-Datenbank durch DESY-Dokumentation, SLAC-Bibliothek u. a. aus und nannte die künftige Aufnahme von Preprints und Konferenzabhandlungen, die für die Forschung mit Synchrotronstrahlen relevant sind, für wünschenswert.

Zentralbibliothek

Im Berichtsjahr benutzten 1270 Leser regelmäßig die Zentralbibliothek. Sie entliehen 4502 Medien (Bücher, Videos, CDs usw.). Die Zahl der Ausleihen sank im Vergleich zum Vorjahr um 4.5 Prozent. Im nehmenden Leihverkehr wurden 386, im gebenden 272 Literaturbestellungen positiv bearbeitet. 620 Medien gingen ohne Inventarisierung als Verbrauchsmaterial direkt in die Abteilungen bzw. Gruppen.

Die Entwicklung des Bibliotheksbestands im Berichtszeitraum zeigt Tabelle 12. Die Titel der Neuerscheinungen wurden sehr sorgfältig geprüft und es wurde nur restriktiv gekauft.

Forschungsberichte und Vorabdrucke mit Themen zur Elementarteilchenphysik werden seit 1993 aus verschiedenen Volltext-Archiven übernommen und teilweise auf einem Unix-Server des Rechenzentrums gespeichert. Ende 2006 konnte auf 148000 Volltexte zugegriffen werden. Von diesen *Electronic Preprints* werden keine gedruckten Exemplare in die Berichtssammlung aufgenommen.

Für die von Verlagen angebotenen elektronischen Versionen von Zeitschriften bietet die Zentralbibliothek bequeme Zugriffsmöglichkeiten auf ihren WWW-Seiten

	Zugang	Löschungen	Bestand (31.12.2006)
Lehrbücher/Monographien	811	870	29 882
Gebundene Zeitschriftenbände	785	24	30 685
Laufend gehaltene Zeitschriften	10	12	313*
Zeitschriften (Verwaltung)	1	1	32**
elektronische Zeitschriften	160	182	658

* zzgl. 17 Abonnements von Tages-/Wochenzeitungen

** davon 11 Abonnements von Zeitungen

Tabelle 12: Entwicklung des Bibliotheksbestands im Jahr 2006.

über die Oberfläche der Elektronischen Zeitschriften-Bibliothek (EZB) der Universität Regensburg.

Der HGF-Arbeitskreis Bibliotheks- und Informationsmanagement führte auch im Jahr 2006 für die HGF-Zentren Verhandlungen mit Verlagen, Agenturen und Informationsdienstleistern über Konsortialverträge für den gemeinsamen Zugang zu den elektronischen Versionen der abonnierten Zeitschriften und zu Literatur- und Faktendatenbanken. Der Leiter von Bibliothek und Dokumentation führt die Konsortialverhandlung mit den Verlagen American Institute of Physics (AIP) und American Physical Society (APS). Die DESY-Bibliotheken waren im Jahr 2006 in sechs Verträge eingebunden. Insgesamt konnte auf die Inhaltsverzeichnisse, Kurzfassungen und Volltexte der Veröffentlichungen in 658 elektronischen Zeitschriften und auf die Lexika des Römpp-Verlages zugegriffen werden.

Der neue Web-Auftritt der Zentralbibliothek wurde im Berichtsjahr erheblich erweitert.

Bibliothek am Standort Zeuthen

Die Bibliothek am Standort Zeuthen wird von ca. 260 Lesern regelmäßig genutzt. Sie konnten sich Ende des Berichtsjahres aus etwa 8 000 Lehrbüchern und Monographien und 9133 Zeitschriftenbänden informieren.

82 Zeitschriften und 6 Zeitungen sind abonniert. Im Jahr 2006 wurden 97 Literaturstellen im nehmenden Leihverkehr besorgt, 24 davon von der Zentralbibliothek in Hamburg.

Berichts- und Veröffentlichungswesen

Im Jahr 2006 wurden 246 DESY-Berichte, 34 Dissertationen, 6 Diplomarbeiten und 11 Interne Berichte gedruckt und 1 Monografie publiziert. 192 Veröffentlichungen erschienen unter Beachtung der DESY-Publikationsordnung in Fachzeitschriften. 8 Reprintbestellungen und 2052 externe Anforderungen von DESY-Berichten wurden bearbeitet, sowie 190 Particle Physics Booklets an Externe verschickt. Die Übertragung der elektronisch lesbaren Versionen der DESY-Berichte in die e-Print-Archive arXiv.org wurde überwacht.

Open Access

Die Open Access-Bewegung strebt weltweit nach dem freien Zugang zu den mit öffentlichen Mitteln finanzierten Forschungsergebnissen. DESY fördert den Open

Access-Gedanken im Sinne der auch von der HGF unterzeichneten Berliner Erklärung, sponsert die OA-Zeitschrift *Physical Review Special Topics – Accelerators and Beams* und es unterstützt das von CERN initiierte *Sponsoring Consortium for Open Access Publishing in Particle Physics* (SCOAP³). SCOAP³ ist geplant als ein weltweites Konsortium von Forschungsinstituten, Bibliotheken und Förderorganisationen mit der Aufgabe, in enger Zusammenarbeit mit Verlagen freien Zugang zu Zeitschriftenartikeln im Bereich der Hochenergiephysik zu realisieren und zu finanzieren. Eine Mitarbeiterin von Bibliothek und Dokumentation ist Mitglied der vorläufigen Administration von SCOAP³ und hat damit für Deutschland eine führende Rolle in diesem Gremium übernommen.

Das Direktorium hat Ende August 2006 verbindliche Regeln zur Umsetzung von Open Access am Deutschen Elektronen-Synchrotron beschlossen, die vom Berichts- und Veröffentlichungswesen umgesetzt werden.

Publikationsdatenbank, Open Access-Repositoryum

Die Entwicklung der DESY-Publikationsdatenbank war Ende Oktober abgeschlossen. Die Daten der von DESY-Mitarbeitern im Jahr 2006 veröffentlichten wissenschaftlichen Arbeiten werden seit November von den Publikationsbeauftragten der Bereiche, Kollaborationen und Gruppen vollständig erfasst. Die Kennzahlen der programmorientierten Förderung sind erstmals für das Jahr 2006 aus der Publikationsdatenbank gewonnen worden. Die Liste der Veröffentlichungen in diesem Jahresbericht ist aus ihr zusammengestellt. Die Publikationsdatenbank ist gleichzeitig Open-Access-Repositoryum für die Volltexte der DESY-Veröffentlichungen.

Ein wissenschaftlicher Mitarbeiter von Bibliothek und Dokumentation vertritt DESY in den HGF-Arbeitsgruppen zu Publikationsdatenbanken und Open Access.

Dokumentation

Die Teilgruppe Dokumentation stellt die von den DESY-Mitarbeitern und den DESY-Gästen benötigte Literatur- und Fakteninformation in elektronischer Form zur Verfügung. Sie pflegt das integrierte Bibliothekssystem ALEPH und die Web-Seiten der Zentralbibliothek.

Literaturdatenbank HEP

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

Im Jahr 2006 hat die Teilgruppe Dokumentation für die Datenbank HEP 1879 Publikationen in Fachzeitschriften und Konferenzabhandlungen und 13 117 Forschungsberichte und Vorabdrucke klassifiziert und indiziert. Von weiteren 8414 Publikationen und 1390 Forschungsberichten wurden, um sie in der Datenbank schnell nachzuweisen, zunächst nur die bibliographischen Angaben erfasst. Für 13 300 bereits früher dokumentierte Berichte wurden nach ihrer Veröffentlichung Publikationsvermerke hinzugefügt.

Die Datenbank ist mit Installationen in den USA (SLAC und FNAL), Europa (DESY, Durham und Serpukhov) und Japan (KEK) über das WWW weltweit recherchierbar und bietet Links zu elektronisch angebotenen Kurzfassungen und Volltexten.

Die Schlagwörter, die eine besonders effiziente Literatursuche ermöglichen, werden ergänzt, sobald die Veröffentlichungen bei DESY dokumentarisch bearbeitet worden sind. Seit November 2004 werden kurz(lebig)e Vorträge auf und Beiträge zu Konferenzen nicht mehr beschlagwortet.

Die Schlagwortliste der Dokumentation wurde auch in Jahr 2006 überarbeitet und auf den aktuellen Stand der Forschung gebracht. Anfang 2006 wurde in Zusammenarbeit mit der CERN-Bibliothek begonnen, ein Softwarepaket zur automatischen Indexierung von HEP-Artikeln zu entwickeln. Ein wesentlicher Bestandteil des Projektes besteht in dem Ausbau des DESY-

Schlagwortkatalogs zu einer HEP-Taxonomie. Erste Tests erbrachten ermutigende Ergebnisse. Das Programm wird inzwischen dazu benutzt, Vorschläge für die manuelle Indexierung von Arbeiten im Bereich von Feldtheorie und Gravitation zu liefern.

Bei der Katalogisierung von elektronisch verfügbaren Artikeln werden zunehmend die Daten der Verlage ausgewertet. Zurzeit werden die Inhaltsverzeichnisse von 170 Zeitschriften und, soweit verfügbar, von Konferenz-Proceedings halbautomatisch recherchiert. Die bibliografischen Daten von den noch nicht für die HEP-Datenbank erfassten Publikationen werden, möglichst automatisch, in die Datenbank übernommen. Sofern möglich, werden Links zu den elektronischen Volltexten der Veröffentlichungen auf den Servern der Anbieter gesetzt. Viele Zeitschriftenartikel und Konferenzvorträge sind deshalb schon vor Erscheinen der gedruckten Version in der HEP-Datenbank nachgewiesen.

Die erforderlichen Programme für die Auswertung der Daten, deren Formate bei den einzelnen Anbietern und Zeitschriften sehr unterschiedlich sind, werden von den Mitarbeitern der Dokumentation erstellt und ständig an die häufig wechselnden Formate der Anbieter angepasst.

Informationsangebot

Der Zugriff auf die Literaturdatenbank HEP ist über das WWW möglich. Auf die DESY-residenten Daten wurde im Jahr 2006 mit 743 000 Recherchen (mit Roboteranfragen, ca. 245 000 Nutzerrecherchen) zugegriffen.

Die Volltexte von 148 000 Vorabdrucken, Doktor- und Diplomarbeiten und Konferenzbeiträgen, die auf dem Preprint-Archiv der Bibliothek gespeichert sind – etwa 22 GByte Daten – können von verschiedenen Stellen der Web-Seiten der Bibliothek eingesehen werden. Einfache Zugriffsmöglichkeiten auf die Volltext-Archive

der Maschinengruppen und des Linear-Collider Projektes werden angeboten.

Über die Home Pages der Zentralbibliothek und der Bibliothek am Standort Zeuthen erhält man auch Zugang zum gemeinsamen Online-Katalog der DESY-Bibliotheken, zu den Neuzugangslisten der Bücher und Berichte, zu den Zeitschriftenverzeichnissen der Zentralbibliothek und der Bibliothek am Standort Zeuthen, zu den Inhaltsverzeichnissen und Volltexten der abonnierten elektronischen Zeitschriften und zur Konferenzen-Datenbank.

Seit März 2006 hatten die DESY-Mitarbeiter einen Testzugang auf die Literaturdatenbank Science Scitation Index Expanded. Für den Zeitraum 2007 bis 2009 wurde diese Datenbank im Rahmen des bereits bestehenden HGF-Konsortiums lizenziert. Die Daten der Jahre 1900 bis 2006 wurden gekauft.

Die Zentralbibliothek vermittelt weiterhin den Zugang zu den Datenbanken des Fachinformationszentrums Energie, Physik, Mathematik in Karlsruhe, zur Literaturdatenbank MathSciNet, die alle Publikationen zur Mathematik seit 1940 enthält, und zu den Römpp-Lexika.

Ausbildung

Seit 1983 bildet die Zentralbibliothek zum Beruf *Fachangestellte/r für Medien- und Informationsdienste, Fachrichtung Bibliothek* aus. Im Berichtsjahr lernten zwei Auszubildende im zweiten Lehrjahr, eine weitere Auszubildende nahm die Ausbildung Anfang September auf.

Ein Student des Fachbereichs Bibliothek und Information machte in der Bibliothek und Dokumentation ein vierwöchiges und ein Umschüler ein einwöchiges Praktikum. Ein Schülerpraktikant wurde eine Woche lang betreut.



Abbildung 142: *physik. begreifen* auf der ESOF 2006 und dem Wissenschaftssommer 2006 in München.

Die Schülerlabore physik.begreifen

Leitung: U. Langenbuch, U. Behrens

Die ausgebuchten Praktikumstermine in den Schülerlaboren physik.begreifen in Zeuthen und Hamburg zeigten auch in diesem Jahr, dass das Konzept des eigenständigen Experimentierens von Schülern und Lehrern begeistert angenommen wird (siehe Abbildung 143). In diesem Jahr konnten im Labor in Zeuthen 2500 Schüler der Klassenstufen 4–10 Experimente zum Thema Vakuum durchführen, darüber hinaus haben sich 30 Oberstufenschüler aus 4 Schulen in Berlin/Brandenburg in dem Projekt *Experimentieren mit kosmischer Strahlung* engagiert. In Hamburg wurden 4300 Schüler der 4. bis 13. Klasse in den Praktika *Vakuum*, *Radioaktivität* und *Quantenphysik* betreut.

Das Quantenlabor ist derzeit in das EU-Projekt *Pallas Athene* eingebunden, das sich zum Ziel gesetzt hat, Schülern und speziell Schülerinnen einen Einblick in die Arbeit als Wissenschaftler zu geben und sie zu ermutigen ihre berufliche Zukunft im Bereich der Naturwissenschaften zu suchen. Die Schüler bekommen die Gelegenheit selbst zu experimentieren, auszuwerten und ihre Ergebnisse zu präsentieren und können in einem Gespräch mit DESY-Wissenschaftlerinnen Fragen zum Beruf, aber auch Fragen persönlicher Natur stellen. Auch die neuen Auszubildenden und einige Schülerpraktikanten sind in den Laboren betreut worden.

Die Ausbildung von Grundschullehrkräften und Erziehern wurde auch in diesem Jahr erfolgreich fortgesetzt. In neun Veranstaltungen in Hamburg und zwei in Zeuthen wurden insgesamt 150 Lehrkräfte und Erzieher „fit gemacht“, mit den jüngeren Kindern in Grundschule und Kindergarten zu experimentieren.

Die Schülerpraktika

Neben der Betreuung der Schüler in den Laboren wurde im Jahr 2006 auch an den Konzeptionen der einzelnen Praktika gearbeitet. Dabei entstanden neue Arbeitsmappen und Aufgabenblätter für die Schüler im Vakuum- und Radioaktivitätslabor. In Hamburg stehen den Klassen statt bisher 10 jetzt 12 Vakuumarbeitsplätze im Labor zur Verfügung. Die Erweiterung war auf Grund der



Abbildung 143: Schülerin beim selbstständigen Aufbau eines Versuchs zur Schallausbreitung im Vakuumlabor.



Abbildung 144: Datenaufnahme im Projekt kosmische Strahlung.

steigenden Klassenstärken erforderlich. Jetzt können weiterhin die Schülerinnen und Schüler im Labor in kleinen Forscherteams arbeiten.

Mit einer neuen Konzeption des Praktikumstages *Radioaktivität* und der Überarbeitung der Versuche konnten wir das Radioaktivitätspraktikum für die Schüler

noch interessanter gestalten (siehe Abbildung 144). Das Quantenlabor wurde um einige spannende Experimente erweitert, so dass wir jetzt die Möglichkeit haben auch größere Schülergruppen in unserem Labor zu betreuen. Mit Hilfe der neu erarbeiteten Versuchsmappen können die Oberstufenschüler weitestgehend selbstständig die komplexen Versuche durchführen. In Zeuthen wurden für die Messung kosmischer Strahlung erstmals mit Photomultipliern bestückte Thermoskannen (*Kamiokannen*, Universität Mainz) eingesetzt (siehe Abbildung 145). Diese Versuchsanordnung kann und wird von Partnerschulen zeitweilig ausgeliehen, um entsprechende Versuchsreihen durchzuführen.



Abbildung 145: Schülerinnen bei der Halbwertszeitbestimmung eines Präparates.

Fortbildungsveranstaltungen

Die frühkindliche Erziehung rückt immer mehr in den Fokus der Gesellschaft. Um auch die Jüngsten an die Wissenschaft heranzuführen, können Betreuer von Grundschulen und Kindergärten in unseren Vakuumlaboren an einer Fortbildungsveranstaltung zum Thema *Luft und Vakuum* teilnehmen. Es werden grundlegende physikalische Zusammenhänge vermittelt, die für

die Durchführung von einfachen und kostengünstigen Freihandexperimenten mit den Kindern in den Schulen bzw. Kitas nötig sind. Auch 2006 zeigte sich, dass sich die Teilnehmer/innen hoch motiviert dem Thema Naturwissenschaft widmen.

Weitere Aktivitäten

Neben dem normalen „Klassenbetrieb“ wurde auch an der Außendarstellung der Schülerlabore gearbeitet. Es wurden in Zeuthen neue Flyer zur Präsentation des Gesamtangebots von physik.begreifen erstellt und neue Webseiten gestaltet. Die aktive Mitarbeit im regionalen Netzwerk *GenaU* wird den Lehrkräften in Berlin und Brandenburg in Zukunft erleichtern, sich über das Angebot des Schülerlabors zu informieren und mit ihm in Kontakt zu treten.

Auch an der Vernetzung der Schülerlabore der Helmholtz-Zentren haben sich die DESY-Schülerlabore aktiv beteiligt, um die Präsenz in der Öffentlichkeit zu verstärken. physik.begreifen in Zeuthen hat die Helmholtz-Gemeinschaft bei der Konzeption und beim Test des Schüler-Campus, ein Internetspiel der Helmholtz-Schülerlabore, unterstützt.

Neben Praktikumstagen und Seminaren fanden noch weitere Veranstaltungen statt.

In Hamburg:

- 6 Praktikumstermine zum Thema Vakuum wurden im Rahmen des Hamburger Ferienpasses angeboten.
- An 2 Praktikumstagen konnten sich DESYanerkinder anmelden.

- Besuch der DESY-Auszubildenden
- DESY-Informationsveranstaltung im Born Center in Osdorf
- Im September 2006 präsentierte sich DESY zusammen mit dem Schülerlabor auf dem Stadtfest *750 Jahre Schenefeld*.

In Zeuthen:

- Es wurden 4 Veranstaltungen im Rahmen der Berliner Familienpass-Aktion für Familien mit Kindern im Alter von 8–12 Jahren angeboten.
- An 3 Tagen konnten Schüler im Rahmen der Berliner Ferienpass-Aktion das Labor besuchen.
- Im März beteiligte sich das Schülerlabor am Tag der Bildung in der Selma-Lagerlöff-Grundschule in Berlin.
- Im Mai 2006 beteiligte sich physik.begreifen an der *Langen Nacht der Wissenschaften* in Berlin.
- Am 27. Oktober 2006 war physik.begreifen beim Tag der Wissenschaft und Forschung des Landes Brandenburg 2006 in Cottbus vor Ort.
- Auftaktkongress des Schülerlabor-Netzwerks *GenaU* im November 2006 in Berlin
- Besuch der DESY-Auszubildenden

Vom 15. bis 21.7.2006 fand eine Mitmach-Aktion der Helmholtz-Schülerlabore im Rahmen der ESOF 2006 und des Wissenschaftssommers 2006 in München statt. Die physik.begreifen-Schülerlabore präsentierten sich dort gemeinsam mit ihren spannenden Versuchen vom 15. bis zum 17. Juli 2006 (siehe Abbildung 142).

Beruf	Ausgelernt und Abgänge 2006	Neuzugänge Aug./Sept. 2006	Stand 31.12.2006
Industrie-Elektroniker/ Elektr. f. Geräte und Systeme	6	6	22
Energie-Elektroniker/ Elektr. f. Betriebstechnik	2	2	7
Kommunikations-Elektroniker	2	–	1
Mechatroniker	2	2	8
Industrie-Mechaniker: Geräte- und Feinwerktechnik	4	5	21
Industrie-Mechaniker: Betriebstechnik	1	2	7
Tischler	–	2	4
Technische Zeichner	5	3	10
IT-Systemelektroniker	1	–	1
IT-Fachinformatiker	1	3	7
Informatikkaufleute	3	–	–
Industriekaufleute	–	3	9
Fachkraft für Lagerlogistik	–	1	1
Fachangestellte für Medien & Informationsdienste Fachrichtung Bibliothek	–	1	3
Arzthelferin	–	–	1
Gesamt	27	30	102

Tabelle 13: Anzahl der Auszubildenden in der nichtwissenschaftlichen Ausbildung in Hamburg.

Ausbildung in nichtwissenschaftlichen Berufen

DESY bildet in gewerblich-technischen, kaufmännischen und IT-Berufen aus sowie in den Bereichen Medien und Informationsdienste und Gesundheit. Beim DESY Hamburg werden in fünfzehn Berufen insgesamt 102 junge Leute ausgebildet. 27 Auszubildende haben 2006 die Berufsausbildung erfolgreich abgeschlossen. 30 junge Leute haben am 1. August bzw. 1. September 2006 ihre Ausbildung begonnen.

Damit ist die Gesamtzahl der Auszubildenden auch in diesem Jahr gestiegen.

Neu in das Ausbildungsprogramm wurde der Beruf der Fachkraft für Lagerlogistik aufgenommen.

Die in jedem Jahr stattfindende einwöchige Studienfahrt aller Auszubildenden der 1. Lehrjahre aus Hamburg und Zeuthen wurde Anfang März durchgeführt. Im Vordergrund stehen Besichtigungen von Industriefirmen. Das gemeinsame Erlebnis und das gegenseitige Kennenlernen fördern die Teamfähigkeit und das Verständnis zwischen den Auszubildenden der unterschiedlichen Berufsgruppen.



Abbildung 146: Jahrgang 2006 aller Ausbildungsberufe beim DESY Hamburg.



Servicezentrum Mechanik

Gruppenleiter: J. Dicke

Das Servicezentrum Mechanik ist der zentrale Lieferant von komplexen und neuentwickelten Mechanikkomponenten für den Aus- und Weiterbau der Beschleuniger und Experimente. Zum Servicezentrum Mechanik gehören die zentrale Konstruktion (ZM1), die Mechanische Fertigung (ZM2/3) mit der Technischen Auftragsabwicklung (ZM2), der Hauptwerkstatt (ZM31) und der Technikerwerkstatt (ZM32) sowie die Tischlerei (ZM4), die Tech-

nische Service-Gruppe (ZM5) und die Gewerblich-technische Ausbildung (ZMA).

Auch im Jahr 2006 bildeten Entwicklung, Konstruktion und Herstellung von Prototypen und Serienbauteilen für den Neubau des Vakuum-Systems von PETRA III den Schwerpunkt bei den Aufträgen an die zentrale Konstruktion (ZM1) und die Mechanische Fertigung (ZM2/ZM3).

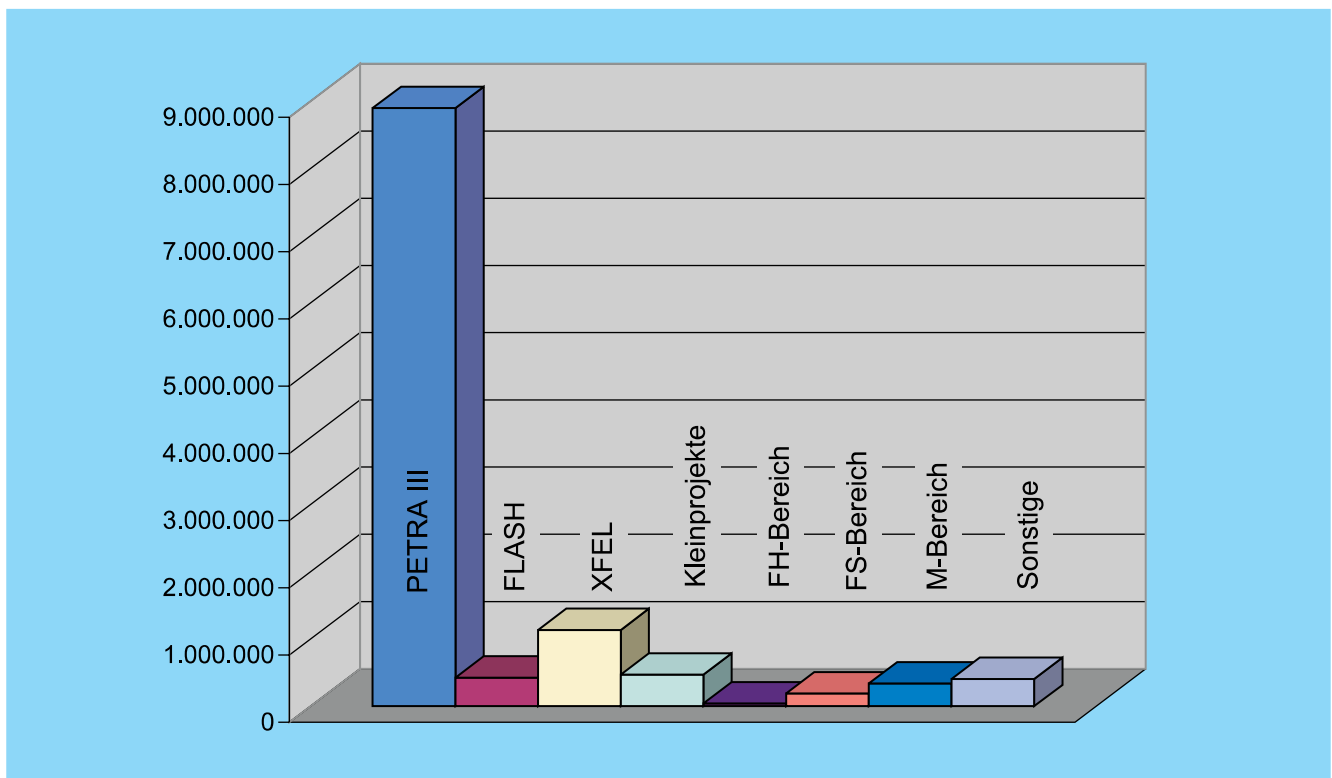


Abbildung 147: ZM: Auftragsvolumen ca. 12 Mio. €, 1566 Werkstattaufträge.

Zentrale Konstruktion (ZM1)

Die zentrale Konstruktion ist das Kompetenzzentrum für die Entwicklung und Konstruktion von mechanischen Komponenten einschließlich Projektmanagement und Dokumentation. Das Aufgabenspektrum reicht von der einfachen Vakuumkammer des Beschleunigers über leichten bis schweren Stahlbau, allgemeinen und Elektro-Maschinenbau, Feingerätetechnik und wissenschaftlichen Gerätebau, Behälter- und Rohrleitungsbau bis hin zum kompletten Experiment der Hochenergiephysik.

Schwerpunkt der Entwicklungs- und Konstruktionsaufgaben war das Projekt PETRA III. Es nahm mit 49% fast die Hälfte der Konstruktionskapazitäten in Anspruch. Stark zugenommen haben Aufgaben für das Projekt XFEL, deren Anteil von 19% im Vorjahr auf 35% angewachsen ist. Das Projekt FLASH (früher TTF2) hatte mit 5% nur noch einen geringen Anteil an der Gesamtbelastung, war jedoch meistens zeitkritisch (Abbildung 148).

Aufgrund der parallelen Bearbeitung von Themen aus den Projekten wurde in der zweiten Jahreshälfte zusätzliche Konstruktions- und Zeichnerkapazität benötigt. Dazu wurden externe Ingenieur-Büros eingebunden und für das Jahr 2007 weitere Kontrakte vorbereitet.

Es gab folgende Arbeitsschwerpunkte:

- Entwicklung eines *helischen* Undulators für PETRA III und XFEL

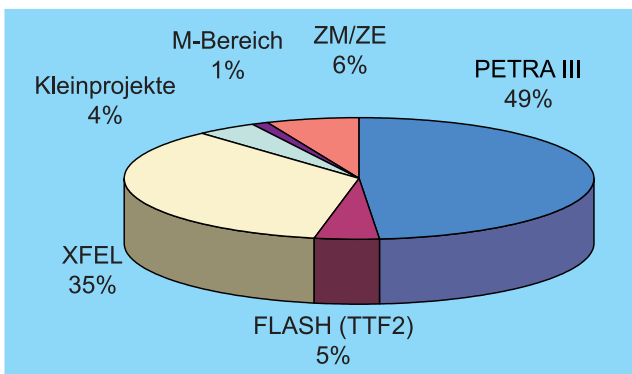


Abbildung 148: ZM1: Auftragsvolumen ca. 1 Mio. €, 79 Werkstattaufträge.

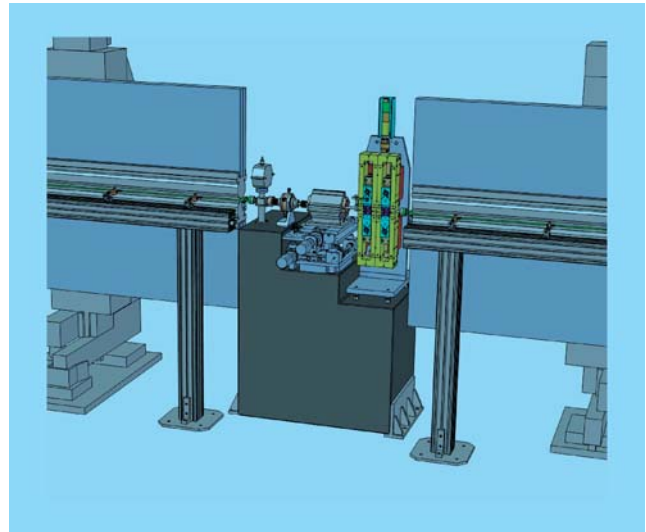


Abbildung 149: Standard Undulator Cell Assembly (SUCA), XFEL (ZM1).

- Beginn der Planungs- und Entwurfsarbeiten für ein vereinheitlichtes System: Undulator – Undulatorkammer – Strahldiagnosekomponenten – Gestellsystem für XFEL, Arbeitstitel: SUCA = *Standard Undulator Cell Assembly* (Abbildung 149)
- Schweißvorrichtung für überlange Vakuumkammern: Fertigungsbegleitung und Integration eines hochgenauen Messsystems mithilfe eines Lasertrackers (siehe auch ZM31, Abbildung 152)
- Konstruktion und Zeichnungserstellung für diverse Vakuumkammern für PETRA III
- Konstruktion weiterer Varianten von Undulatorkammern für PETRA III und XFEL
- Konstruktion von Dipol-Septumkammern sowie Injektions- und Feedbackkicken für PETRA III
- Konstruktion von Komponenten für die Frontend-Beamlines für PETRA III, wie Absorber, Beamshutter, Schnellschlussklappen
- Layout, Entwurf und statische Untersuchungen für die Coldbox, einschließlich Aufhängung/Justierung an der Tunneldecke, für XFEL
- Erarbeitung von Planungsunterlagen für die Bauwerke des XFEL sowie grundsätzliche Layout-

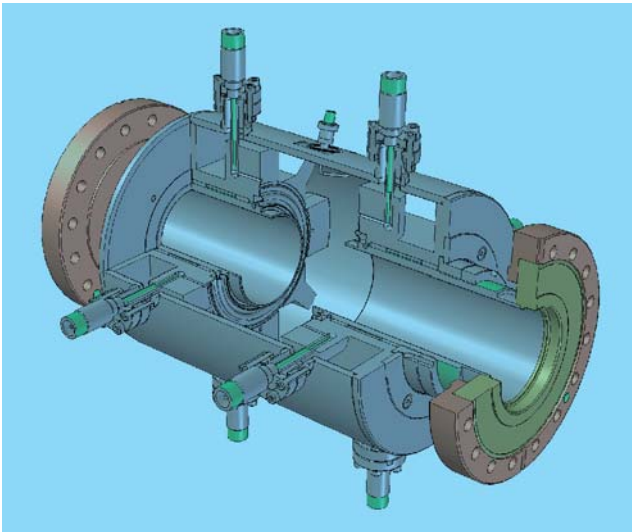


Abbildung 150: *Feedback-Cavity, PITZ (ZM1)*.

aufgaben in den Tunneln und Experimentehallen gemeinsam mit externen Planungsbüros

- Konstruktion von Vorrichtungen zur internen EB-Schweißung von Cavity-Komponenten
- Hochfrequenzschalter für PETRA III
- Feedback-Cavity für PITZ (Abbildung 150)

Darüber hinaus wurden folgende Aufgaben durch ein Ingenieur-Büro bearbeitet und von der zentralen Konstruktion begleitet:

- FLASH: Gestelle für den Optical Replica Synthesizer
- FLASH: Vakuumsystem, bestehend aus drei Kammern im Bereich des ECOL für ein neuartiges Laserexperiment
- XFEL: HF-Messstand für Cavity-Halbzellen

Die Rapid Prototyping Anlage vom Typ *Dimension SST* wurde in einen Laborraum umgesetzt, in dem nun alle Sicherheitsanforderungen erfüllt sind – insbesondere für den Umgang mit der Lauge, die für das Auswaschen des Stützmaterials benutzt wird. Die Anlage hat eine gute Auslastung, die Anzahl der Aufträge ist stark gestiegen.

Im Juni wurde in enger Zusammenarbeit mit der Hochschule für Angewandte Wissenschaften die Diplomarbeit eines Maschinenbaustudenten mit dem Titel: *Erstellung eines Konstruktionshandbuchs für die zentrale Konstruktionsabteilung beim DESY Hamburg* mit einem Kolloquium erfolgreich abgeschlossen. Das Arbeitsergebnis wurde in die praktische Nutzung überführt.

Technische Auftragsabwicklung/ Mechanische Fertigung (ZM2/ZM3)

Die Technische Auftragsabwicklung (ZM2) hat die Aufgabe, für interne Gruppen mechanische Sonderfertigungen herstellen zu lassen bzw. entsprechende Beschaffungen abzuwickeln. Im Jahr 2006 sind ca. 600 Werkstattaufträge mit einem Gesamtvolumen von ca. 10 Mio. Euro eingegangen, davon wurden Aufträge im Wert von 1.5 Mio. Euro an externe Firmen vergeben. In den Werkstätten ZM31 und ZM32 betrug die Wertschöpfung 1.6 Mio. Euro. Der Rest (6.9 Mio. Euro) ist, entsprechend der Planung in den Projekten, noch in Bearbeitung. Der Schwerpunkt lag auch im Jahr 2006 wieder bei der technischen Betreuung von Roh- und Halbzeugen sowie der nachfolgenden Bearbeitung von Einzelteilen und Baugruppen für das Vakuumsystem PETRA III.

Die Hauptaufgabe der Hauptwerkstatt (ZM31) und der Technikerwerkstatt (ZM32) ist der Bau von wissenschaftlichen Geräten, d. h. die Fertigung von Prototypen und die Fertigungsentwicklung für Beschleunigeranlagen und Experimente. Die Technikerwerkstatt stellt außerdem ihre Maschinen und Ausrüstung nach vorheriger Absprache den entsprechend qualifizierten Kollegen aus anderen DESY-Gruppen und Gästen aus dem In- und Ausland zur eigenen Nutzung zur Verfügung, bietet Beratung und Unterstützung an und überwacht die Arbeitssicherheit.

Die Kapazität der **Hauptwerkstatt (ZM31)** wurde vorwiegend durch die Projekte PETRA III und FLASH ausgelastet (Abbildung 151).

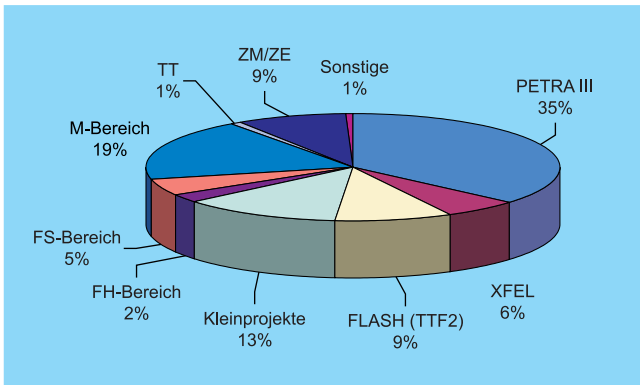


Abbildung 151: ZM31: Auftragsvolumen ca. 1 355 000 €, 360 Werkstattaufträge.



Abbildung 152: Dreh- und Schweißvorrichtung für überlange Vakuumkammern, PETRA III (ZM1/ZM31).

Neben den vielen Kleinaufträgen für Fertigung und Reparaturen wurden insbesondere die folgenden Aufträge bearbeitet:

- Einzelteile, Baugruppen und Prototypen von einzelnen Komponenten für die generische Strahlführung PETRA III, wie z. B. Pumptöpfe, Absorber mit Blendeneinheit, Bremsstrahlungskollimatoren sowie eine Vielzahl von anderen UHV-Bauteilen.
- Dreh- und Schweißvorrichtung für überlange Vakuumkammern (Auslasskammern) für PETRA III. Die vorgefertigten Segmente der Vakuumkammern werden in die Vorrichtung eingelegt, ausgerichtet und fest verspannt. Durch Drehen von Hand wird die Vakuumkammer in Schweißposition (Wannenlage) gebracht und verschweißt. Nach dem Fügen wird die Vakuumkammer in der Vorrichtung mit einem hochgenauen Messsystem geometrisch vermessen (Abbildung 152).
- Spiegelkammer HASYLAB Testaufbau. Die Spiegelkammer besteht aus dem Vakuumtank, Spiegel, Spiegel- und Probenhalter, Verfahrenheiten und diversen UHV-Durchführungen. Das vom Speicherring kommende Licht wird mit Hilfe des Spiegels auf die Probe fokussiert (Abbildung 153).

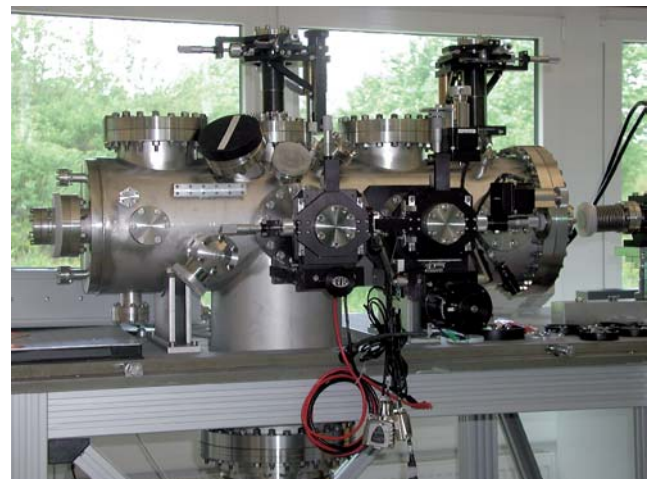


Abbildung 153: Spiegelkammer Testaufbau, HASYLAB (ZM31).

- FEL Koppler für die GUN 4, eine neue Elektronenquelle am PITZ. Fertigung der Einzelteile und Fügen durch Löten im Vakuumofen.
- Fertigungsentwicklung am Beispiel der Neukonstruktion der Glidcop-Absorber für HASYLAB, bestehend aus der Werkstoffpaarung CrNi-Stahl – Glidcop – Densimet. Eine Qualitätsanforderung für die Verbindung ist Heliumdichtigkeit. Mit dem Verfahren Vakuumlöten unter Verwendung eines Gold-Lotes konnte das Ziel erreicht werden (Abbildung 154).

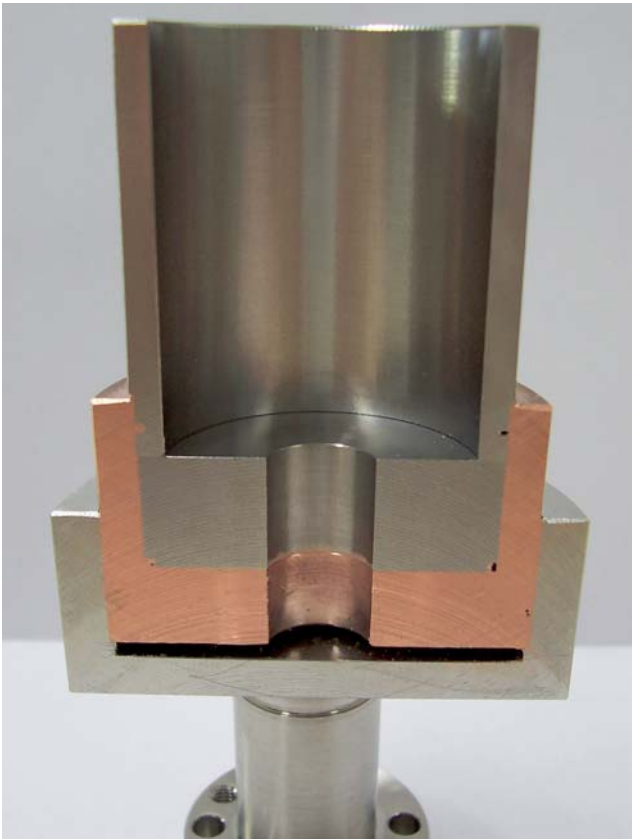


Abbildung 154: Glidcop-Absorber, Lötprobe, aufgeschnitten, HASYLAB (ZM31).

- CXD-Experiment (*Coherent X-ray Diffraction*), HASYLAB; Streumessungen an kleinen Kristallproben im μ -Bereich zur Strukturbestimmung. Für den Aufbau eines CXD-Experiments zur atomaren Strukturbestimmung von nicht kristallinen Proben mittels Röntgenstrahlung wird ein Vakuumtank benutzt, der Messungen im niederenergetischen Bereich gestattet. Die Positionierung der Probe sowie spezieller Blenden erfolgt mittels Nanometer-Positioniersysteme. Die Strahl- und Probenjustage wird mit einer hochauflösenden CCD-Kamera kontrolliert, deren erste Linse bis auf wenige Millimeter an die Probe herangeführt werden kann.

Fertigung des Tanks und der Verfahrenseinheit sowie Montage der hier gefertigten und der Kaufteile (Abbildung 155)

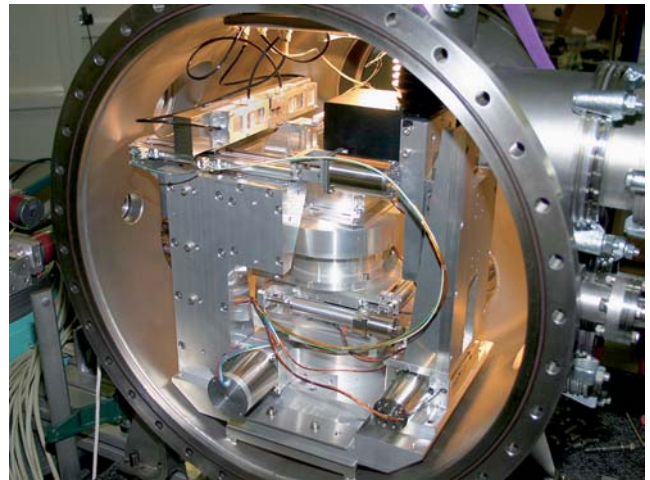


Abbildung 155: CXD-Experiment, HASYLAB (ZM31).

In der **Technikerwerkstatt (ZM32)** wurde in enger Zusammenarbeit mit HASYLAB für Untersuchungen der magnetischen Eigenschaften von Eisen/Eisenoxid-Multilagenein vierfach verstellbarer Probenhalter für das MOKE-System (*magneto-optischer Kerr-Effekt*) entwickelt und gebaut, der durch Translationsbewegungen in beide Richtungen parallel zur Probeoberfläche Messungen an verschiedenen Orten auf der Probe ohne eine Änderung des optischen Aufbaus ermöglicht und durch die Möglichkeit der Rotation der Probe richtungsabhängige Untersuchungen der magnetischen Eigenschaften.

Für die Untersuchung der außergewöhnlichen Eigenschaften von korrelierten Elektronensystemen, wie z. B. der Hoch-Temperatur-Supraleitung in Kupferoxid-Schichtsystemen oder des riesigen Magnetwiderstands in Manganoxiden, die äußerst interessant für Anwendungen als Schaltbausteine sind, wurden in Zusammenarbeit mit dem HASYLAB Druckzellen für Drücke von bis zu 3 GPa entwickelt und gebaut für Untersuchungen von Proben unter hydrostatischem Druck bei tiefen Temperaturen. Die Proben befinden sich in einem Teflonbehälter mit Deckel, 7 mm \times 3 mm \varnothing , in einem speziellen Öl (Abbildung 156).

Eine weitere große Aufgabe war die Entwicklung und der Bau eines Steerer-Korrektur-Magneten für FLASH in enger Zusammenarbeit mit der zentralen Konstruktion, ZM1.



Abbildung 156: Probendruckzelle, HASYLAB (ZM32). Unten rechts (weißes Rechteck) der Teflonbehälter für Proben.

- AMANDA: spezielle Transportkisten für schwere Ketten wurden hergestellt und mit einer Südpol-tauglichen Farbe rot lackiert
- FLC: für die Hcal-Module waren 40 Einschübe anzufertigen und anschließend in 5 zerlegbare Transportboxen einzubauen
- HASYLAB: Verpackungen für Vakuumkammern und die Superstruktur Cavity wurden entwickelt und gebaut
- PETRA III: aus 120 CNC-Formteilen waren 60 Auflager für die Kammern der geraden Teilstrecken zu fertigen

Tischlerei (ZM4)

Zu den Hauptaufgaben der Tischlerei gehört die Anfertigung von Modellen und Vorrichtungen, von Transportbehältern und Messeaufbauten. Großen Raum nehmen auch die Tischlerarbeiten in und an den Gebäuden sowie in den Büros ein. Darüber hinaus werden von der zweiköpfigen Stammbesellschaft jeweils vier junge Leute ausgebildet (Abbildung 157).

Neben den üblichen Reparatur- und Umbau-Arbeiten bildete der Bau von Lager- und Transportvorrichtungen wieder einen Schwerpunkt:

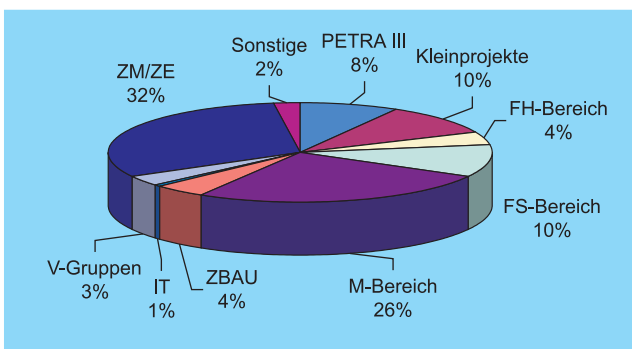


Abbildung 157: ZM4: Auftragsvolumen ca. 300 000 €, 205 Werkstattaufträge.

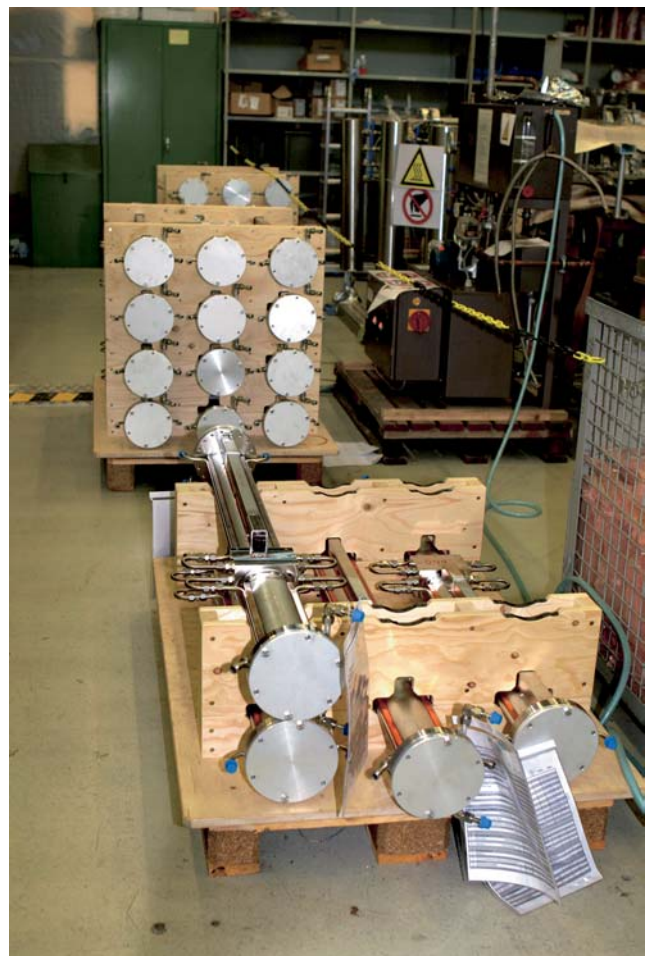


Abbildung 158: Palettenlagereinheiten für die Quadrupolkammern, MVP/PETRA III (ZM4).

- PETRA III: im Auftrag von MVP wurden aus 352 CNC-Formteilen 12 Palettenlagereinheiten für die Quadrupolkammern gefertigt (Abbildung 158)

Des Weiteren gab es einen Auftrag von IT, für das Rechenzentrum eine 6 m lange Druckauslage mit 384 Fächern zu entwerfen und anzufertigen, sowie vom HASYLAB, zwei Arbeitsplatzbereiche für die Beamline zu entwerfen und zu bauen (Abbildung 159).



Abbildung 159: Arbeitsplatz an der Beamline, HASYLAB (ZM4).

Technische Service-Gruppe (ZM5)

Die Betriebsschlosserei führt Reparaturen und Kleinaufträge an allen Institutsgebäuden und Außenanlagen aus. Ihr obliegen die Instandhaltung und Reparaturen des gesamten Schließsystems. Für Experimente und Beschleuniger werden Stahlkonstruktionen hergestellt. Zu den Aufgaben der Gruppe gehört auch die schnellstmögliche Schadens- und Fehlerbehebung an den Magnetsystemen der Beschleunigeranlagen. Ferner durchlaufen hier die Industriemechaniker, Fachrichtung Instandhaltung (Betriebstechnik), ihre betriebliche Ausbildung (Abbildung 160).

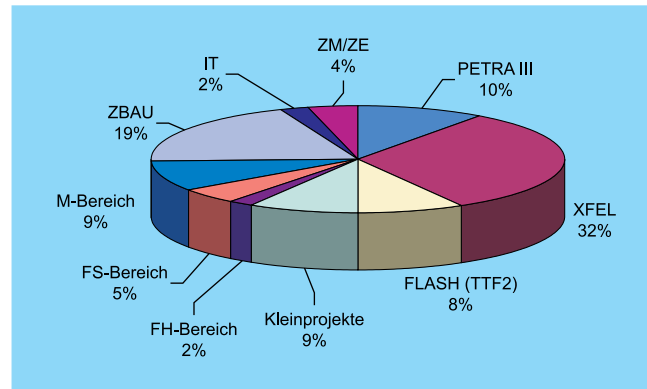


Abbildung 160: ZM5: Auftragsvolumen ca. 600 000 €, 194 Werkstattaufträge.

Im Jahr 2006 wurden neben den allgemeinen Reparatur- und Instandhaltungsarbeiten an Institutsgebäuden und Außenanlagen die folgenden Arbeiten durchgeführt:

Für PETRA III wurden verschiedene Magnetgestelle aus CrNi-Stahl hergestellt sowie die Schweißkonstruktion und der Aufbau von unterschiedlichen Magnetträgern ausgeführt, eine Prototypentwicklung für den Einsatz im neuen Achtel des Speicherringes.

Für den XFEL wurden Klystron-Röhren montiert, gewartet und umgerüstet, Strahlungs-Abschirmungen konstruiert und gefertigt, Lauf- und Montage-Stege an die CMTB Module angebracht und Transportsysteme gebaut. Ferner wurden im Bereich Injektor Schaltschränke umgebaut und in Zusammenarbeit mit MSK eine GPS-Antenne installiert.

Für FLASH wurde das optische Experiment des *Terahertz and Optical SYNchrotron Radiation LABORatory* TOSYLAB aufgebaut und der Betrieb von Stickstoff-Atmosphäre auf ein Vakuumsystem umgestellt. Außerdem wurden Lüftungskanal-Anschlüsse im Bereich Injektor gefertigt und montiert und Klimageräte an Schaltschränken installiert.

Für das HASYLAB wurden Strahlenschutzcontainer (Bleihütten) auf- und umgebaut und Messunterbauten (Kreuzschlitten) positioniert und befestigt.

Weiterhin ist die Gruppe zzt. mit der Erweiterung der eigenen Halle befasst, in der nach Fertigstellung zusätzlich ein Schweißroboter aufgestellt werden soll.

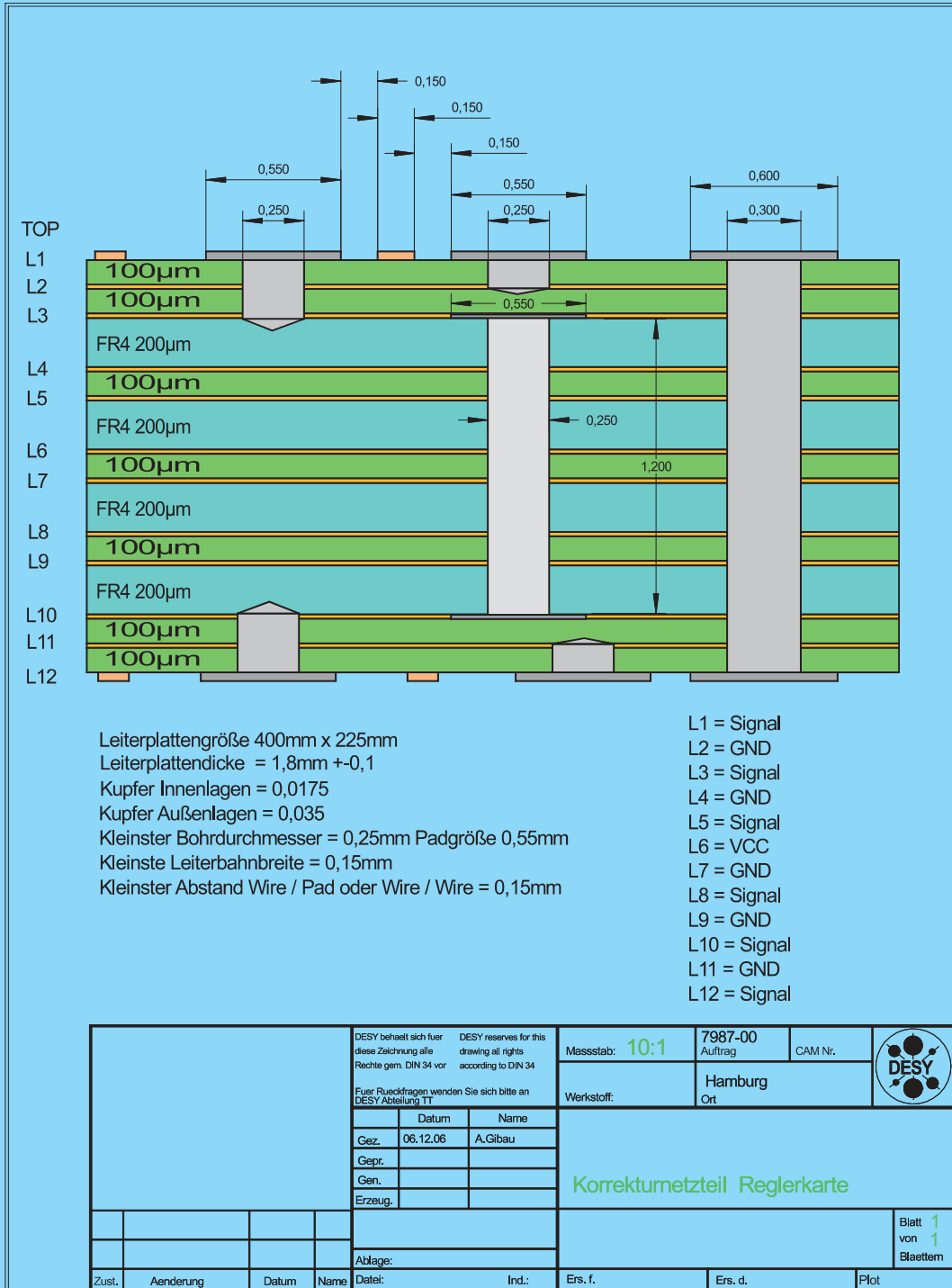


Abbildung 161: Schnittzeichnung durch eine 12-Lagen Leiterplatte mit Blind-, Buried- und Durchgangsbohrungen.

Servicezentrum Elektronik

Gruppenleiter: B. Closius

Das Servicezentrum Elektronik stellt Standardverfahren für die Konstruktion, Arbeitsvorbereitung, Fertigung und Prüfung von elektronischen Baugruppen und Geräten für DESY bereit. Im Jahr 2006 bearbeitete die Gruppe ZE insgesamt 432 Aufträge, davon waren allein 147 Aufträge zur Beschaffung von Leiterplatten unterschiedlicher Komplexität.

Für die einzelnen DESY-Bereiche wurden folgende Aufträge durchgeführt:

Bereich	Werkstattaufträge	Wert
FH	44	398T€
FS	48	226T€
M	267	1957T€
Zeuthen	2	3T€
Andere	3	62T€

Im Folgenden werden Tätigkeiten aus den einzelnen Arbeitsbereichen erläutert.

Bereich Konstruktion, Arbeitsvorbereitung

Konstruktion von Leiterplatten

Der Einsatz von modernen elektronischen Bauelementen mit einer hohen Anzahl elektrischer Anschlüsse, der Einsatz von Schaltungen mit einer hohen Arbeitsfre-

quenz sowie der Forderung nach impedanzkontrollierter Leiterbahntflechtung erfordert bei der Konstruktion von Leiterplatten neue Techniken.

Erforderlich wurde der Einsatz verschiedener technischer Möglichkeiten bei der Konstruktion einer Baugruppe für die Regelung von Korrekturmagneten für PETRA III. Im vorliegenden Fall ist es eine Baugruppe mit ca. 3800 elektrischen Verbindungen auf einer Fläche von ca. 25 × 40 cm bei einer Arbeitsfrequenz bis 800 MHz.

Um die Anforderungen zu erreichen, werden verschiedene Leiterplattentechniken eingesetzt.

- Der Einsatz einer Leiterplatte mit mehr als 2 Leiterbahnebenen (mit 12 Lagen, siehe Abbildung 161).
- Der Einsatz von *Burried Vias*: Diese Technik ermöglicht den elektrischen Übergang von einer Leiterplatteninnenlage zu einer oder mehreren anderen Innenlagen.
- Der Einsatz von *Blind Vias*: Diese Technik ermöglicht den elektrischen Übergang von einer Leiterplattenaußenlage zu einer oder mehreren Innenlagen.
- Der Einsatz von Leiterbahnbreiten und Abständen von 150 µm

Mit dem Einsatz dieser Techniken ist die Entflechtung von Leiterplatten mit einer hohen Anzahl elektrischer Verbindungen möglich. Mit den gleichen Techniken können die genannten elektrischen Anforderungen erreicht werden.

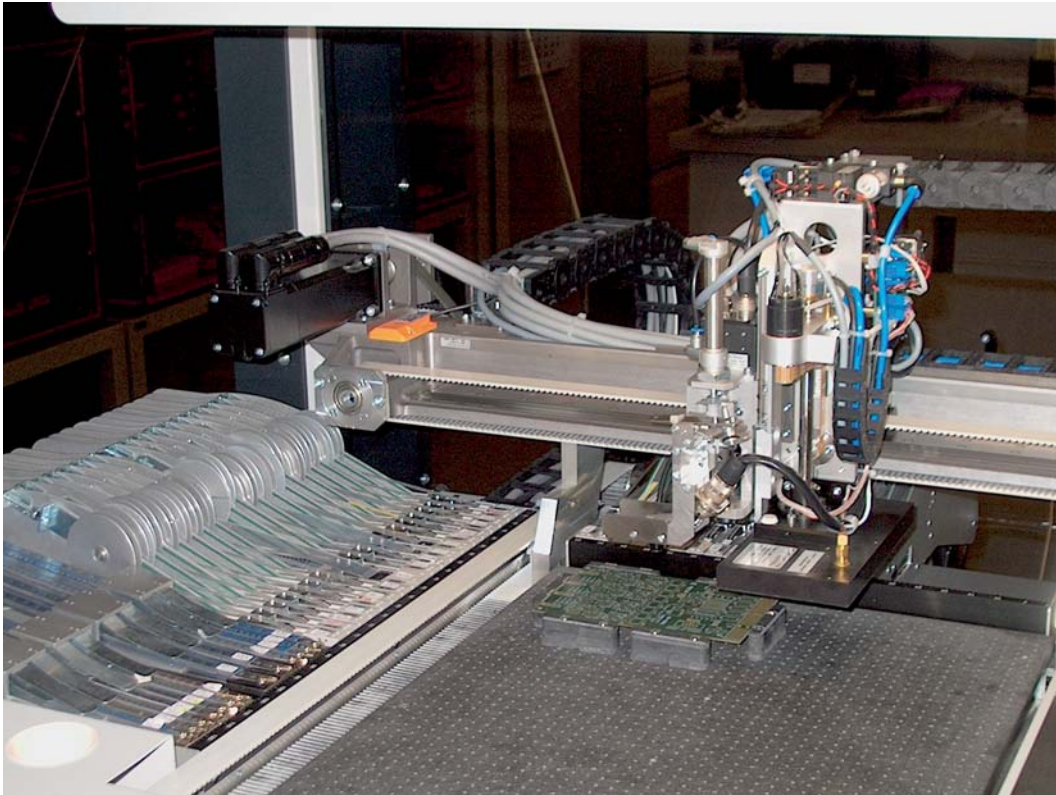


Abbildung 162: Modifizierter SMD-Bestückungsautomat.

Bereich Fertigung

Bonden

Das Bondlabor war bis Juni 2006 mit der Fertigung der letzten CMS-Module beschäftigt.

Gebondet wurden 160 R1/R3 Module. Zusätzlich wurde bei 120 Modulen die Backplane gebondet.

SMD-Fertigung

Die Montage von elektronischen Bauelementen erfolgt bei der Gruppe ZE im wesentlichen durch halb- oder vollautomatische Maschinen. Verarbeitet werden dabei auf Oberflächen montierbare Bauelemente (*Surface Mounted Devices*, SMD).

Die zunehmende Miniaturisierung von Bauelementen und deren zunehmende elektrische Anschlussdichte erfordern eine wesentlich höhere Genauigkeit der verarbeitenden Maschinen. Die Anschlussdichte der Bauelemente beträgt bis zu 1760 elektrische Anschlüsse auf einer Fläche von 41×41 mm.

Auch die Miniaturisierung von diskreten Bauelementen erfordert leistungsfähigere Maschinen. Widerstände und Kondensatoren mit den Maßen 0.5×0.25 mm (Bauform 0201) müssen zuverlässig automatisch gesteuert aus Verpackungen entnommen und an die vorgesehene Stelle auf der Leiterplatte platziert werden können.

Um diese neuen Anforderungen zu erreichen, wurde der vorhandene SMD-Bestückungsautomat mit verschiedenen neuen Maschinenbaugruppen aufgerüstet (siehe Abbildung 162).

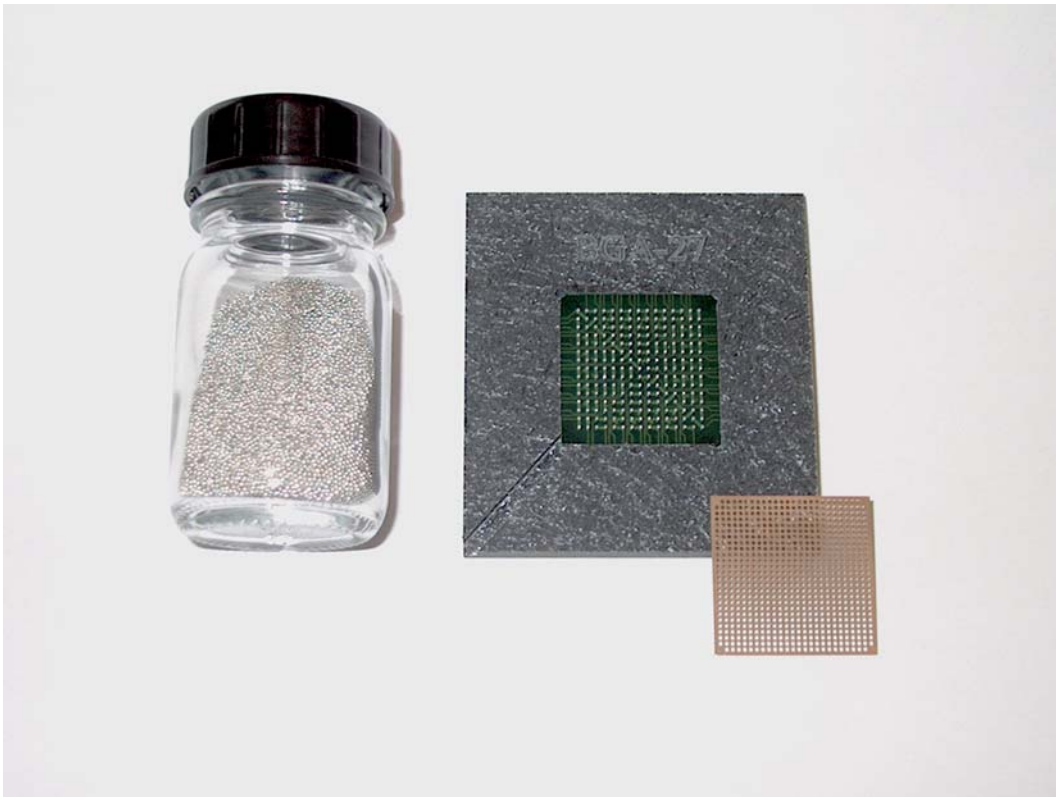


Abbildung 163: *Reballing Set mit Zinnkugeln, Schablone und Spannvorrichtung.*

Reballing von BGA-Bauelementen (*Ball Grid Arrays*)

Auf vielen elektronischen Baugruppen befinden sich heute Bauelemente, deren elektrische Anschlussflächen in sogenannter BGA-Technik ausgeführt sind. Für den Austausch dieser Bauelemente hat das Servicezentrum Elektronik eine eigene Reparaturtechnik eingeführt, die im nachfolgenden beschrieben wird.

Der elektrische Anschluss von hochpoligen elektronischen Bauelementen befindet sich auf der Unterseite der Bauelemente in einer quadratischen Anordnung. Jeder der Anschlusspunkte, die in einem Raster von 1 mm Abstand liegen, wird durch eine kleine Zinnkugel gebildet, die einen Durchmesser von ca. 0.5 mm hat.

Diese Kugeln werden durch Zugabe einer Lotpaste mit der Oberfläche der Leiterplatte verlötet. Falls eine der

zahlreichen elektrischen Verbindungen fehlerhaft ist, muss das Bauelement wieder entfernt werden und, da die Bauelemente oft einen hohen Wert darstellen, neu verlötet werden. Bei der Demontage des Bauelementes werden jedoch die vorhandenen elektrischen Kontakte zerstört. Sie müssen danach mit Hilfe von kleinen Ersatzkugeln neu aufgebaut werden.

Dazu wird das Bauelement von den alten Kontakten befreit, gesäubert und mit einer Flussmittelschicht versehen. Danach wird das Bauelement auf der Kontaktseite mit einer Lochschablone abgedeckt. In die vorhandenen Löcher werden die neuen Kontaktkugeln eingeführt. Die so platzierten Kugeln werden danach mit der Oberfläche des Bauelements verschmolzen und dann die Schablone entfernt. Danach steht das Bauelement für einen erneuten Lötversuch zur Verfügung.

(genannte Daten gelten für eine Bauform mit 1760 Anschlüssen, Fine Pitch BGA)

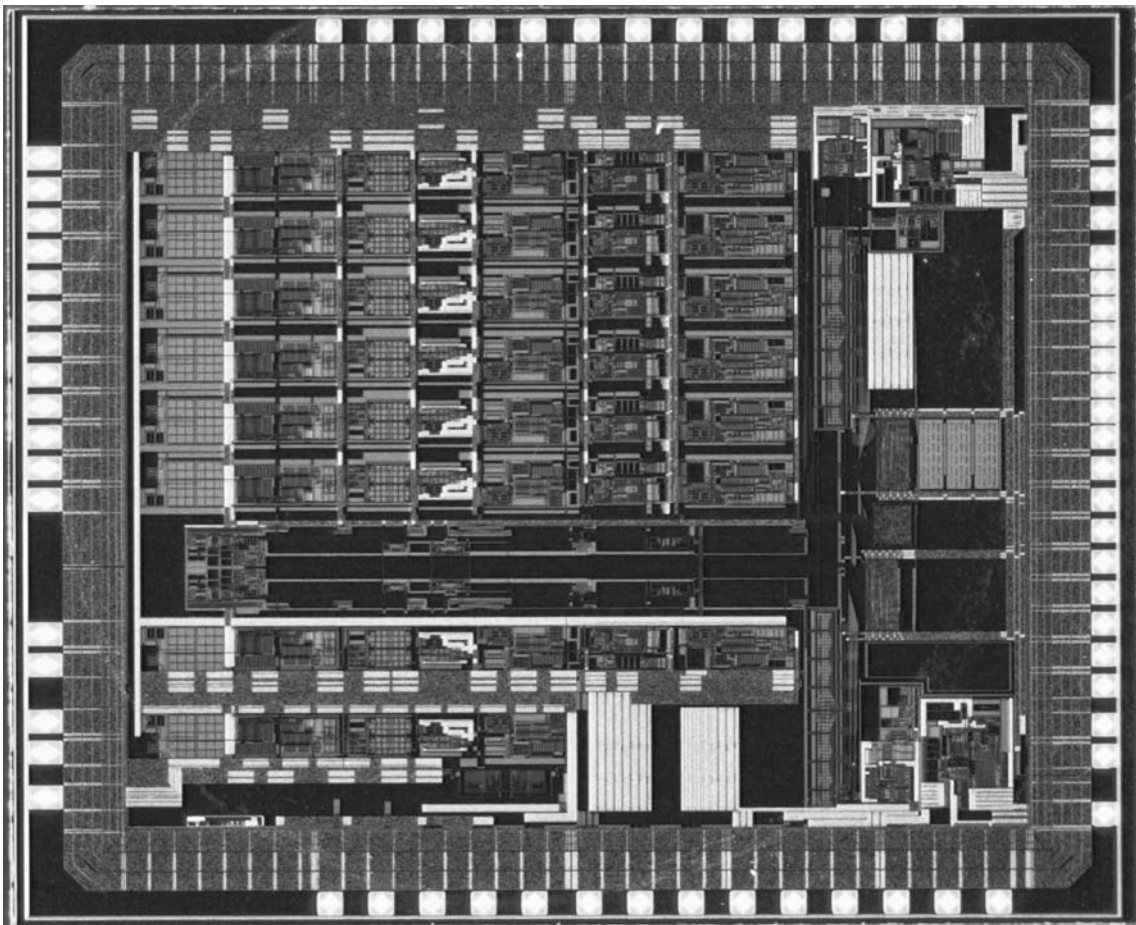


Abbildung 164: Auslesechip für den 7-zelligen Silizium Driftdetektor.

Elektronikentwicklung

Gruppenleiter: M. Zimmer

Zur Abteilung Elektronikentwicklung FE gehören die Fachgruppen FEA für digitale Datenverarbeitung, FEB für analoge Datenverarbeitung und Mess- und Regeltechnik sowie FEC für Mikro- und Optoelektronik.

Si-Driftdetektor

Derzeit entwickeln Mitarbeiter der Gruppe FEC ein neuartiges Silizium-Driftdetektor-Modul für den Einsatz in der Röntgen-Absorptionsspektroskopie. Das Modul basiert auf einem monolithischen 7-zelligen Detektorchip der Firma PNSensor GmbH aus München. Der Sensor hat eine aktive Fläche von $7 \times 7 \text{ mm}^2$ und eine Dicke von ca. $450 \mu\text{m}$. Vordergründiges Ziel ist die Minimierung des Modulformfaktors durch Implementierung einer integrierten Schaltung zur Auslese der Detektorsignale in den Sensorkopf.

Im Berichtszeitraum wurde der Prototyp dieser Schaltung in der $0.35 \mu\text{m}$ -BiCMOS Technologie der Firma AustriaMicroSystems AG aus Unterpremstätten in Österreich gefertigt und eingesetzt. Abbildung 164 zeigt eine Mikroskop-Aufnahme des Schaltkreises. Sechs benachbarte Kanäle (oben im Bild) und ein separater, siebenter Kanalbereich (unten im Bild) enthalten jeweils einen Eingangsverstärker mit Konstantstromquelle für eine äußere Beschaltung und ein Besselfilter vierter Ordnung mit einem Triggerausgang. Sieben unabhängig voneinander arbeitende Zeitbasis-Schaltungen steuern die Schreibzugriffe auf die nachfolgenden Analogspeicherblöcke. Der Lesevorgang

erfolgt zeitkontinuierlich und takt synchron mit einer Rate von 1 MHz pro Kanal. Zwei analoge Multiplexer fassen die gespeicherten Werte zu zwei analogen Signalströmen der Rate 6 MHz zusammen. Ein digitaler Schaltungsblock verhindert Konflikte zwischen den ereignisgetriggerten Schreib- und den von extern takt synchron gesteuerten Lesezugriffen.

Alle Kanäle sind vollständig differentiell ausgeführt. Die Gesamtfunktionalität ist auf einer Fläche von $4.4 \times 3.6 \text{ mm}^2$ untergebracht. Die Stromaufnahme beträgt etwa 34 mA bei einer symmetrischen Versorgungsspannung von $\pm 1.65 \text{ V}$. Das entspricht einer Leistungsaufnahme von 16 mW pro Kanal. Bei einer Beschaltung des Eingangs mit dem JFET des Sensors wird dieser durch die chipinterne Stromquelle versorgt. In dieser Sourcefolger-Konfiguration ergibt sich eine Spannungsverstärkung von etwa 285. Die Triggerschwelle liegt bei etwa $820 \mu\text{V}$, wobei der Eingang eine Rauschspannung von ca. $43 \mu\text{V}/\text{rms}$ aufweist. Eine Linearitätsabweichung unterhalb von 1% begrenzt den Eingangsdynamikbereich auf etwa 7.5 mV. Das Kanalübersprechverhältnis liegt ebenfalls unterhalb von 1%.

Erste Feldversuche am DORIS-Strahl ergaben, dass die Abweichungen vom linearen Verhalten bis $\sim 36 \text{ keV}$ und die Linienverschiebung für veränderliche Zählraten bis $\sim 400 \text{ kHz}$ jeweils unter 1% bleiben. Die maximale Linienbreite betrug ca. 600 eV FWHM für 8 keV (Cu-K α -Linie) bei 400 kHz. Das entspricht einer eingangs-äquivalenten Rauschladung von etwa 70 e-rms. Zur Verbesserung des Rauschverhaltens ist für 2007 eine Überarbeitung einzelner Schaltungsteile geplant. Simulationen und Messungen lassen eine Ver-

besserung des Chipauschanteils von bis zu 50% sowie Zählraten auch oberhalb von 600 kHz pro Kanal erwarten.

Die Entwicklungsarbeiten zur Hybridschaltung und zum Modulaufbau wurden 2006 abgeschlossen. Die erfolgreichen Labortests zusammen mit den o. g. IC gaben den Startschuss zur Kleinserienfertigung. Darüber hinaus wurden die 10 gelieferten Sensorchips bereits in den Modulaufbau integriert und abschließend spektral qualifiziert. Damit sind alle Voraussetzungen ihrer Verwendung im Verlauf des für 2007 geplanten, weiteren Zusammenbaus erfüllt.

Beiträge für die Detektorentwicklung am XFEL

FE ist an zwei internationalen Konsortien beteiligt, die sich mit der Entwicklung von Detektoren für den XFEL für unterschiedliche Anwendungen beschäftigen. Ein Ansatz basiert auf der Entwicklung eines hybriden Pixeldetektors (HPAD), der andere favorisiert die Entwicklung einer 2-dimensionalen Röntgenkamera auf der Basis eines linearen Si-Driftdetektors (LSDD). Beim HPAD-Detektor wird die Bildgröße mehr als 1 M Pixel betragen, was mit der Bunch-Rate bei XFEL von 4000/s zu Datenraten in der Größenordnung von 10 GByte/s führt. FE möchte als Beitrag eine Datenerfassungselektronik, die dieser hohen Datenrate beherrscht. Auch beim LSDD-Projekt plant FE Beiträge zur im Kamerakopf integrierten Datennahmeelektronik beizusteuern.

Für beide Detektorkonzepte soll FE die Entwicklung des Kontroll- und Monitoring Systems, das die analogen Signale erfasst und für Computerauswertung und grafischen Darstellung aufbereitet. Beide Konsortien erhielten auf ihr „Expression of Interest“ (EoI) einen positiven Entscheid und die Aufforderung zur Anfertigung eines ausführlichen Vorschlags. Derzeit arbeitet FE an der detaillierten Ausgestaltung dieser Beiträge.

Auswerteelektronik für hochpräzise Schlauchwaage für MEA2

Für eine neuartige, bei MEA2 entwickelte Schlauchwaage, wurde von der Gruppe FEB in Zusammenarbeit mit FEA die Auswerteelektronik mit zugehöriger Analysesoftware entwickelt. Die Schlauchwaage zeichnet sich dadurch aus, dass sie eine hochgenaue Höhenübertragung über große Entfernungen ermöglicht. Um diese hohen Genauigkeiten zu erreichen, wird eine freie Wasseroberfläche verwendet, weil sich hierbei Temperaturdifferenzen an den einzelnen Messstellen nicht mehr als Störsignal in den Messgrößen niederschlagen. Die Abtastung der Wasseroberfläche erfolgt mittels einer Ultraschall-Laufzeitmessung von der Wasserseite her. Um diverse Effekte zu eliminieren, die sich auf die Schallgeschwindigkeit auswirken (z. B. Temperatur des Mediums, Salzgehalt), aber auch um elektrische Driften und die Position des Sensors zu kompensieren, wird an jeder Messstelle während der Messung eine in-situ Kalibrierung durchgeführt. Diese Maßnahmen, zusammen mit der neu entwickelten, hochpräzisen Elektronik erlauben eine Höhenübertragung zwischen zwei Messstellen mit einer Genauigkeit von 1–2 µm.

Ansteuerungselektronik für Laserdioden bei FLASH

Für den Einsatz bei FLASH hat FEA gemeinsam mit FEB für die Gruppe FLA Elektronik zur Ansteuerung und Regelung der Laserdioden entwickelt, die als Pumplaser im Bereich der optischen Synchronisation eingesetzt werden. Das System besteht aus Aufsteckkärtchen für die analogen Inputs und Outputs und einer VMEBus-Trägerplatine. Die Aufsteckkärtchen messen Lichtleistung und Temperatur der Laserdioden. Die eigentliche Ansteuerung und Regelung der Laserdioden übernehmen zwei kommerzielle, ultrastabile Bausteine, ein Treiber sowie ein thermoelektrischer Controller. Ein FPGA auf der Trägerplatine übernimmt die serielle Kommunikation zwischen den Aufsteckkärtchen und dem VMEBus, über den digitale Sollwerte

vorgegeben sowie Kontroll- und Statusinformationen zurückgelesen werden können. Die VME-Module werden über einen DOOCs Treiber angesprochen.

Frontend Elektronik für CALICE

CALICE ist eine Studie zum Bau der Kalorimeter für einen Detektor am ILC. DESY ist mit der Gruppe FLC am analogen hadronischen Kalorimeter beteiligt. Hierfür hatte FEB 2005 die analoge Auslese-Elektronik entwickelt. Im Berichtsjahr beteiligte sich FEB daran, das Verhalten der Elektronik im Zusammenspiel mit den anderen Komponenten zu optimieren. Ebenso wurde der Aufbau eines großen Teils des Kalorimeters am CERN-Teststrahls vor Ort unterstützt. Mit den FEB vorhandenen Erfahrungen zur Optimierung der Masseführung und Vermeidung von Stromschleifen konnte schon zu Beginn der Messungen entsprechende Rauschteile unterdrückt werden.

Sonstige Projekte und Tätigkeiten

FEB hat für den Einsatz bei der Strahldiagnostik schnelle ADC- Module für FLASH als Aufsteck-Platinen entwickelt. Basierend auf einem ADC-Baustein (LTC2208) mit einer Sampling-Rate von 130 MS/s sowie 16-bit-Auflösung wird ein Signal/Rauschverhältnis von 12.5 bit erwartet. Derzeit befindet sich der Prototyp in der Produktion. Diese Baugruppe wird auf einer in der Gruppe MKS entwickelten Trägerplatine eingesetzt werden.

Bei FLASH werden von der Gruppe FLA schnelle Wärmestrahlungsdetektoren (THz-Strahlung) eingesetzt, um Ausschluss über die Größe der Teilchenpakete (Bunche) im Beschleuniger zu erhalten. Im Berichtsjahr wurde eine Trägerplatine entwickelt, auf der 30 Detektoren auf einem Kreisbogen angeordnet sind

und die kommerzielle Hybrid-Verstärker ansteuert. Als Ausgangssignal wird ein Signal mit 4 μ s Zeitkonstante für ein 50-Ohm-Koaxialkabel erzeugt. Die Verstärkung als Ausgangsspannung zu im Sensor erzeugter Ladung entspricht 3.7 V/fC.

Bei MVA werden Vakuumsensoren zur Lecksuche eingesetzt. Die bisherige Bauart weist für die heutigen Anforderungen eine zu hohe Temperaturempfindlichkeit des elektrischen Nullpunkts auf. Die Analyse der eingesetzten Schaltung lieferte als mögliche Ursache, dass der Verstärker ($I_{\text{bias}} < 100 \text{ fA}$), der den Ionenstrom aufnimmt, zu stark durch die Glühkathode der Ionenquelle geheizt wird. Als Verbesserung wurde eine Schaltung entwickelt, die dieses IC mittels eines Peltierelements und einer SPS-Steuerung auf ungefähre Raumtemperatur regelt. Derzeit entwirft MVA die zugehörige Mechanik.

Für die bereits im Vorjahresbericht vorgestellte schnelle, intelligente Datenerfassungskarte für die Gruppe MHF-e war aufgrund der hohen Packungsdichte ein Redesign des Layouts zur Optimierung der Serienfertigung notwendig. Außerdem wurde in Zusammenarbeit mit der Experimentiergruppe zusätzliche Funktionalitäten im Schaltungsdesign berücksichtigt und die Firmware in beiden FPGAs erweitert und angepasst. Die Karte kann dadurch auch von der Gruppe MKK eingesetzt werden.

Für die von FEA entwickelten und bei HASYLAB bereits seit mehreren Jahren im Einsatz befindlichen Multi-Channel-Analyzer und Gate-Generatoren wurde eine Serie nachgefertigt sowie die Firmware neu programmiert.

FEA betreibt das ECAD Systems Mentor Graphics DXDesigner/Expedition. Im Berichtsjahr wurden zahlreiche neue Komponenten für die aktuellen Projekte eingepflegt, die Bedienerfreundlichkeit des Systems verbessert und Funktionalitäten erweitert.

Die Gruppe FEB hat zur Wartung und dem Betrieb des Quenchprotection-Systems für den HERA-p-Ring und das ZEUS-Experiment beigetragen. Für FLASH engagiert sich FEB weiterhin bei Studien und Verbesserungen der EMI/Signalintegrität.



Abbildung 165: Vorbereitung der Umrüstung des 2. RF-Systems für ein 10 MW Klystron.

Technische Gruppen in Zeuthen

Die technischen Gruppen in Zeuthen, Elektronik, Mechanik, Technische Infrastruktur und Datenverarbeitung erbringen im wesentlichen die für eine reibungslose Durchführung der Forschungsaufgaben notwendigen Serviceleistungen. Die Gruppen Elektronik und Mechanik unterstützen die experimentellen Gruppen des FH- und M-Bereiches bei der Konzeption, beim Aufbau und beim Betrieb der verschiedenen Forschungsvorhaben. Es gibt aber auch eigenständige Entwicklungen in diesen Gruppen, wie z.B. die Arbeiten zum Modulator-Teststand.

Die Gruppe Datenverarbeitung stellt die erforderliche Rechenleistungen und Servicedienste zur Verfügung. Darüber hinaus haben Mitarbeiter dieser Gruppe wesentliche Beiträge zum Projekt PITZ geleistet und am Projekt APE mitgearbeitet.

Die Gruppe Technische Infrastruktur konzentrierte sich im Berichtszeitraum schwerpunktmäßig auf den weiteren Ausbau der PITZ-Infrastruktur sowie auf die Vorbereitungsarbeiten zum Modulator-Teststand.

Elektronik

In der Gruppe Elektronik sind die Bereiche Elektronikentwicklung, Elektronikwerkstatt und die Lehrwerkstatt Elektronik zusammengefasst.

Auch im Jahr 2006 hat die Gruppe Elektronik, entsprechend ihrer Aufgabenstellung, den im Zeuthen angesiedelten Experimentalgruppen beim Entwurf, beim Aufbau und beim Betrieb der elektronischen Instrumentierung ihrer Experimente unterstützt. Die Mitarbeit am Photoinjektor-Teststand (PITZ), Aufbau des

Modulator-Teststandes (MTF) im Rahmen des WP1 des XFEL-Projektes und die Entwicklung eines Klystron-Interlocks standen dabei im Mittelpunkt der Arbeit.

Im Einzelnen wurden folgende größere Projekte bearbeitet:

PITZ

Neben der Absicherung des Betriebes der Anlage waren der weitere Ausbau sowie Untersuchungen und Maßnahmen zur Erhöhung der Zuverlässigkeit aller elektronischen Komponenten von PITZ Schwerpunkt der Arbeiten in 2006. Dazu gehörten u. a.:

- Komplette Überarbeitung und Realisierung der Verkabelung, Vereinheitlichung der Interfaces zur Ansteuerung von Schirmstationen, TV-Systeme und Vakuumventile
- Neuentwicklung der Interfaces der TV-Systeme, einschließlich der Kameraauslese
- Wechsel des 10 MW Multibeamklystrons am RF-2 (siehe Abbildung 165)
- Problemlösung/Weiterentwicklung der LLRF für beide RF Systeme
- Upgrade des LLRF Systems bei RF-1
- Vorbereitung des Upgrade für das zweite RF System
- Messungen am LLRF mit Kollegen aus Hamburg jeweils bei Betrieb mit BESSY Gun und DESY Gun
- Entwicklung eines Konzeptes für einen Universal Motor Driver und Implementierung eines Prototyps (erste Anwendungen sind der Micromover und der Rotating Steerer)

Leider gab es auch 2006 wiederholt Ausfälle bei den Modulatoren. In Abstimmung mit Hamburg wurden Untersuchungen durchgeführt (u. a. Untersuchungen an den Modulatoren mit Wärmebildkamera) und verschiedene Aktivitäten zur Verbesserung der Zuverlässigkeit eingeleitet. Die Probleme hinsichtlich der Zuverlässigkeit der Modulatoren unterstreichen erneut die Notwendigkeit des Aufbaus eines Teststandes für zukünftige Modulatorentwicklungen.

Ebenfalls für PITZ wurden 10 weiteren BPM-Module eingebaut, verkabelt und kalibriert sowie die Kabel- und Beamlaufzeiten gemessen; für Testzwecke wurde ein Flash-Undulator-BPM installiert.

FLASH/XFEL

Die Arbeiten für FLASH umfassen einerseits den Aufbau von weiteren BPM Modulen und andererseits die Entwicklung einer Justierplattform (*HeavyMover*) für die Undulatoren des XFEL sowie die Entwicklung einer neuen Elektronik für Neutronendetektoren mit Auslese über Ethernet. Dazu gehörten:

- Untersuchungen zur Linearität der Stripline-BPM-Elektronik
- Einsatzuntersuchungen, Testaufbau und Messungen an einem Richtkoppler-Duplexer zur Linearitätsverbesserung der Stripline-BPM-Elektronik
- Erarbeitung eines Konzeptes zur Verbesserung der Auflösungs- und Linearitätseigenschaften der Stripline-BPM's unter Verwendung der vorhandenen Mainboards
- Aufbau, Test und Inbetriebnahme eines Neutronendetektor-Prototyps mit Ethernetinterface
- Entwicklung eines TCP-Servers zur Datenerfassung detektierter Neutronenstrahlung inklusive Testapplikation zur Datendarstellung und Datenprotokolldokumentation
- Untersuchungen unter realer Last, um die Parameter für den sicheren Betrieb festzulegen
- Aufbau mehrerer Steuereinheit (MoCoBO) mit zugehörigem I/O Interface

- Aufbau eines Racks mit der erforderlichen Leistungselektronik
- Überarbeitung des Timingsystems und Implementierung neuer Funktionen

Klystron-Interlock für PITZ und FLASH/XFEL

Hauptbestandteil der Arbeiten war die Erweiterung der bestehenden Software für das XFEL Interlock System mit dem Ziel, die Stabilität und das User Interface zu verbessern. Basierend auf den Erfahrungen mit dem System bei PITZ und FLASH wurde mit der Überarbeitung einiger I/O-Module begonnen mit dem Ziel, die Handhabbarkeit und Selbstdiagnoseeigenschaften zu verbessern. Wichtige Ergebnisse sind:

- Schnittstellen und Diagnose-Werkzeuge auf Basis von LabView als Hilfsmittel für die Inbetriebnahme und Fehlerdiagnose wurden entwickelt und hinzugefügt
- Die Schnittstelle zum DOOCS System wurde überarbeitet
- Implementierung eines neuen Modul-Identifikations-Systems (verbesserte Sicherheit bei Tausch von Modulen)
- Implementierung eines Systemtests zur Überprüfung von Hard- und Firmware bei Einschalten des Systems
- Realisierung eines Doppel-Passwortschutzes bei Firmwareupdates zur Erhöhung des Sicherheitsstandards

Im Herbst wurde ein weiteres Klystron-Interlock System an Hamburg ausgeliefert, das im dortigen Klystron Teststand eingebaut wurde. Bei der Inbetriebnahme wurde umfassende Unterstützung geleistet.

IceCube

Insgesamt 252 DOM Readout (DOR) Karten, Revision 1b, wurden im vergangenen Jahr termingerecht pro-

duziert und getestet. Diese wurden zur Installation in Industrie-PCs (DOM-Hubs) an das LBNL Berkeley geliefert.

Am Südpol werden zurzeit 9 Strings über 72 DOR-Karten ausgelesen. Weitere 9 Karten werden für die Auslese des IceTop-Detektors (zzt. 9 Tanks) verwendet. In der Saison 2006/2007 kommen nochmal bis zu 126 neue Karten zum Einsatz.

Eine verbesserte DOR-Firmware erlaubt nun InSystem TDR-Messungen zur Bewertung der Verkabelungsqualität. Mit Hilfe eigens entwickelter Software wurden verschiedene Fälle (Kurzschluss DOM-seitig, falsche Terminierung, ...) untersucht und dokumentiert.

Weiterhin wurde der Aufbau des kompletten SPATS (*South Pole Acoustic Test Setup*) Systems betreut. Zur Steuerung wurde das PCI Businterface SHSB (SPATS Hub Service Board) entwickelt und 8-mal gefertigt. Die Schaltung zur Auslese der Transmitter-Signale wurde verbessert.

ILC R&D

Die LC Gruppe in Zeuthen wurde bei ihren Aktivitäten zur Entwicklung eines FCAL Konzeptes für den ILC durch folgende Arbeiten unterstützt:

- konzeptionelle Arbeiten für ein DAQ-System
- Entwicklung eines Frontend Readout Boards für FE-Prototypen
- Aufbau eines Messplatzes, Programmierung Sequencer
- Messungen der Parameter des FE-Chips PHY3
- Entwurf verschiedener Testplatinen für Diamant-Sensoren und Readout-Chips
- Entwicklung der FE-Platinen für einen Beam-Monitor mit Diamant-Sensor für ZEUS

Zusammenarbeit mit der BTU Cottbus

Gemäß des Arbeitsplanes für 2006 wurden zur Problematik einer flexiblen Kopplung am Pulstransformator-

Klystron (XFEL Tunnel Lösung) Untersuchungen an HV-Steckern für 120 kV durchgeführt. Der Inhalt und Umfang einer Diplomarbeit zu Untersuchungen eines LTT Stacks mit Laserdiodenansteuerung (Baugruppe des Modulators) wurde abgestimmt.

Elektronikwerkstatt

Schwerpunktaufgaben 2006 waren Arbeiten zum Aufbau verschiedenster Elektronikbaugruppen und Module für PITZ, HF- und Interlock- Systeme, Schrittmotorsteuerungen, Diagnoseelektronik sowie eine Beteiligung an der Montage von ca. 256 digital optischen Modulen (DOM) für IceCube.

Durch den Kauf eines CNC-Bearbeitungssystem für Frontplatten- und Gehäusebearbeitung wurde die technische Ausrüstung der Werkstatt weiter verbessert.

Mechanik

Die Gruppe Mechanik ist in die Teilbereiche Konstruktion/Entwicklung (Ingenieure und Technische Zeichner), Mechanische Werkstatt und Mechanische Lehrwerkstatt untergliedert.

Das Tätigkeitsfeld der Gruppe ist die Mitarbeit bei der Konzipierung und Entwicklung von Geräten für experimentelle Anwendungen im Bereich der Elementarteilchenphysik, im Bereich der Beschleunigerphysik sowie auf dem Gebiet der Astroteilchenphysik.

Dazu gehören sowohl die Konstruktion und Fertigung wie auch technologische Versuche bis hin zur Installation und Montage am Experiment. Die Betreuung der Fertigung von Komponenten und Baugruppen und der Vakuumservice für den Photoinjektor-Teststand sind ebenso wesentliche Bestandteile der Arbeit in der Gruppe Mechanik.

Die Konstruktionsaufgaben werden mit dem CAD-Programm IDEAS bearbeitet. Dieses ist ein leistungsstarkes 3D-Programm, das neben dem Modellieren von

Bauteilen und komplexen Baugruppen und der Zeichnungserstellung auch die Durchführung von FEM-Analysen gestattet. Ein großer Vorteil dieses Programms ist die Möglichkeit, dass gleichzeitig mehrere Ingenieure oder Zeichner am gleichen Projekt arbeiten können, was bei den zum Teil vielschichtigen Aufgaben effektiv ist und Fehler vermeiden hilft. Der Datenaustausch mit externen Gruppen und die Übergabe von Konstruktionsdaten direkt an die CNC-gesteuerten Werkzeugmaschinen sind ebenfalls sehr nützliche Optionen.

Der Hauptanteil der Ingenieurkapazität der Gruppe Mechanik ist auch im Jahre 2006 für den Photoinjektor-Teststand zur Verfügung gestellt worden.

PITZ

Für den mechanischen Aufbau und die vakuumtechnische Betreuung des Photoinjektor-Teststandes PITZ liefen folgende Aktivitäten innerhalb der Konstruktion und der mechanischen Werkstatt:

- Montage und Justierung, vakuumtechnische Inbetriebnahme von neuen Modulen der PITZ1.6-Beamline, die insbesondere drei neue Schirmstationen (im Rahmen einer Diplomarbeit entwickelt und konstruiert) und drei neue Emittanz-Messstationen beinhalten (Abbildung 166)
- Erweiterung und Anpassung des TV-Systems an die PITZ1.6-Beamline mit weiteren 6 TV-Stationen
- Konstruktion und Fertigung eines zusätzlichen Streak-Auslesesystems
- Konstruktion einer neuen Gun-Kühlung, bei der jeder einzelne Kühlkanal regelbar ist
- Konstruktion und Fertigung von drei Vakuumkammern mit T-Combinern an Rechteckeingang mit jeweils verschiedener Flanschausführung
- Konstruktion und Fertigungsbetreuung für die Konditionierungs-Teststände neuer Guns
- Konstruktion einer Vorrichtung zum Testen der Kontaktfederkraft zwischen Kathode und Gun

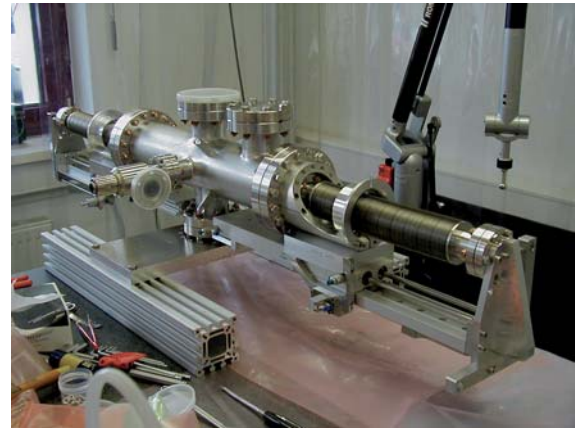


Abbildung 166: Montage und Vermessung einer Schirmstation im mobilen Reinraum.

- Konstruktion eines Phasenschiebers im Hohlwellenleiter (im Rahmen einer Diplomarbeit)
- Konstruktionsarbeiten für die Bleiabschirmung von Klystrons
- Konzeptionelle Arbeiten zur Entwicklung der Beamline eines hochenergetischen dispersiven Armes
- Konstruktion eines Positionsmesssystems für den Solenoiden
- Simulation des Vakuumdrucks in PITZ

Weiterhin gehören zu den Aufgaben für PITZ die Verbesserung einzelner Komponenten während kurzer Shutdownphasen und eine Reihe von operativen Aufgaben, die teilweise auch mit der Konstruktion und dem Bau von speziellen Vorrichtungen verbunden waren.

Die Vakuumbetreuung während Runs und Shutdowns wurde von der Gruppe sichergestellt.

Astroteilchenphysik

Im Jahre 2006 wurden 258 optische Module für den IceCube-Detektor gefertigt, wovon 224 zum Südpol verschickt wurden. Die Gruppe Mechanik war durch die Mitarbeit bei der Fertigung und die technologische Betreuung an der Realisierung dieser Aufgabe beteiligt.

Die gewissenhafte Arbeit aller Kollegen und die exakte Einhaltung der Technologie führte zu einer Quote für Nacharbeit von unter 5%, was für eine geplante Steigerung auf über 400 Module im Jahre 2007 große Bedeutung hat.

XFEL

Es wurden zwei Restgasdetektoren konstruiert und gefertigt, die sich gegenwärtig im Teststrahl in der Anlage FLASH zur Erprobung befinden.

Die Arbeiten an der Justierplattform für die XFEL-Undulatoren wurden fortgesetzt. Die Modifizierungen im mechanischen Aufbau wurden abgeschlossen.

Mechanische Werkstatt und Lehrwerkstatt

An der Realisierung sämtlicher Aufgaben waren die Mitarbeiter der Mechanischen Werkstatt beteiligt. Auch hier wurde der größte Teil der Kapazität für PITZ in Anspruch genommen.

Die durch die Mechanische Werkstatt ausgeführten Arbeiten sind die Fertigung von sehr präzisen und mitunter recht komplizierten Einzelteilen an konventionellen und CNC-Werkzeugmaschinen, die Montage von Baugruppen, aber auch die teilweise aufwendigen Montagen der Bauteile und Baugruppen direkt vor Ort an den Experimentieranlagen.

Einen breiten Raum nahm die Fertigung von Linearischen und von 18 Wirescannern zur Stahldiagnostik am HASYLAB ein.

An der Realisierung der Aufgaben waren die Auszubildenden ab dem 3. Lehrjahr direkt beteiligt.

Neben der Ausbildung von je 3 Lehrlingen pro Jahrgang wurden 2006 sieben Schülerpraktikanten und zwei Praktikanten zur Vorbereitung auf das Fachabitur betreut.

Ein Auszubildender konnte auf Grund seiner hervorragenden Leistungen als Jahrgangsbester im Beruf Indus-

triemechaniker im Bereich der Industrie- und Handelskammer Cottbus ausgezeichnet werden.

Experimente Support

Die Hauptaufgaben der Gruppe lagen im Berichtsjahr 2006 im physikalisch-technischen Support und Service, der Öffentlichkeitsarbeit sowie den Arbeiten im Schülerlabor *physik.begreifen* am Standort in Zeuthen.

Support und Service

Mitarbeiter der Gruppe arbeiteten im physikalisch-technischen Bereich kontinuierlich über das gesamte Berichtsjahr in der Astroteilchenphysik-Gruppe mit, insbesondere bei der Produktion der optischen Module für den IceCube-Detektor.

Unter den zahlreichen Collaboration-Meetings, Workshops und Konferenzen, die im Berichtsjahr stattgefunden haben, ist besonders der Workshop der *CERN Council Strategy Group* zu erwähnen. Die Gruppe Experimente Support hat durch Übernahme vielfältiger Aufgaben viel zur erfolgreichen Durchführung der Veranstaltung beigetragen.

Mit Serviceangeboten, wie der Ankündigung von Standardveranstaltungen, der Wartung von Webseiten, Betreuung der Kopier-, Scann- und Bindearbeiten, Fotoarbeiten, Bild- und Grafikbearbeitungen, der Mitgestaltung von Vorträgen, Postern und Veröffentlichungen und der Gästebetreuung wurde alle Forschungsprojekte in Zeuthen bei ihren Arbeitsprozessen unterstützt.

Ein wichtiger Aufgabenbereich lag in der Öffentlichkeitsarbeit. Die Gruppe Experimente Support ist hier die Schnittstelle zur Abteilung Presse- und Öffentlichkeitsarbeit (PR) am Standort in Hamburg. Die gute und effektive Zusammenarbeit dieser beiden Gruppen bildete die Grundlage für die zahlreichen Aufgaben und Themen des Berichtsjahres (siehe Presse- und Öffentlichkeitsarbeit auf Seite 255).

Technische Infrastruktur

Die Gruppe Technische Infrastruktur (TI) ist für die Vorbereitung und Durchführung von Bau- und Sanierungsmaßnahmen verantwortlich. Als weiteres wichtiges Aufgabengebiet ist die Aufrechterhaltung des laufenden Betriebes zu nennen. Dazu gehören u. a. Energieversorgung, Heizung, Zu- und Abwasser, Klimatisierung und Telefon. Auch die in Zeuthen tätigen Gruppen der verschiedenen Bereiche nehmen die Hilfe von TI häufig in Anspruch, z. B. bei der Einrichtung von Testaufbauten. Einzelne Mitarbeiter sind bei PITZ und MTF für die Strom- und Wasserversorgung verantwortlich und nehmen am Rufbereitschaftsdienst teil.

Zu den wichtigsten Bau- und Sanierungsvorhaben im Berichtszeitraum gehören u. a.:

- Realisierung der Baumaßnahme zur Erweiterung der Klystronhalle mit Unterkellerung um den Modulator-Teststand für Zeuthen realisieren zu können
- Umbau und Erweiterung der Kühlwasserversorgung und der Lüftungsanlage für den Modulator-Teststand incl. Verteilerstöcke für Klystron 3 und 4
- Umbau und Erweiterung der Stromversorgung für den Anschluss der Klystron 3 und 4 sowie der dazugehörigen Steuerracks
Aufbau der allgemeinen Elektroinstallation in den neu errichteten Gebäudeteilen
- Errichtung eines unterirdischen Bauwerkes (USV-Keller) für die Unterbringung von 3 USV-Anlagen mit je 200 kVA incl. der dazugehörigen technischen Anlagen (Klimatisierung, allg. Elektroinstallation, Brandmeldetechnik) (Abbildung 167)
- Aufbau einer neuen Stromversorgung im Rechenzentrum mit Verlegung der Einspeiseleitung zum USV-Keller
- Einbau eines behindertengerechten Personenaufzuges in das Verwaltungsgebäude incl. der dazugehörigen Abbruch und Baumaßnahmen

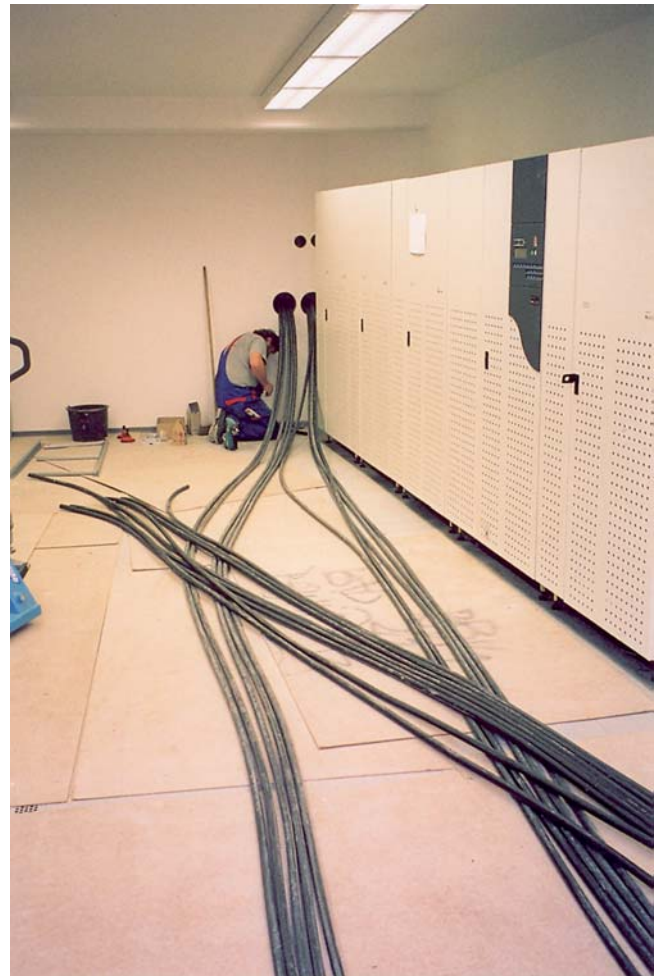


Abbildung 167: Aufbau einer USV im eigens dafür geschaffenen Keller.

- Realisierung der Auflagen aus der Baugenehmigung wie Flucht- und Rettungswege sowie rauchdichter Abschluss des Treppenhauses
- Demontage der Altanlage und Montage der neuen erweiterten Lüftungs- und Heizungsanlage in der Cafeteria
- Umbau des Heizhauses durch Erneuerung und Erweiterung der Verteilerstöcke incl. aller Pumpen, Armaturen und Regelkreise sowie der dazugehörigen Steuerelektronik
- Vorbereitung und Beginn der Bauarbeiten zur Erweiterung des HF-Labors

- Vorbereitung und Auftragsvergabe für die Gestaltung der Außenanlage und des Straßenzaunes im Bereich Lindenallee
- Vorbereitung für den Einbau einer elektronischen Generalschließanlage:
 - Aufmaß der Schließzylinder
 - Erstellung der Schließpläne
 - Programmierung der Zugangsberechtigungen
 - Vorbereitung der Schlüsselausgabe und des Zylindereinbaus
 - Änderung der Gebäude- und Raumbezeichnungen
 - Planungsbeginn für ein unterirdisches Bauwerk zur Nutzung von Seewasser für Kühlzwecke
 - Grundlagenermittlung
 - Entwurfsplanung
 - Stellen der Bauvoranfrage mit positivem Ergebnis

Datenverarbeitung

Die Aufgabe der Gruppe Zentrale Datenverarbeitung (DV) am DESY in Zeuthen besteht in der zielgerichteten Bereitstellung von Diensten sowie von Rechen- und Datenspeicherkapazität zur optimalen Unterstützung der wissenschaftlichen Forschungsgruppen, der Gruppen der technischen Infrastruktur und der Verwaltung. Um diese Dienste und Ressourcen bedarfsgerecht anbieten zu können gibt es eine kontinuierliche und enge Zusammenarbeit mit diesen Gruppen. Darüber hinaus ist die DV-Gruppe in Zeuthen direkt an Entwicklungsprojekten innerhalb der Forschungsbereiche beteiligt, insbesondere beim John von Neumann Institut for Computing (NIC) und den Projekten PITZ, FLASH und XFEL. Im Rahmen der Unterstützung der LHC-Experimente gibt es eine Zusammenarbeit mit der DESY ATLAS-Gruppe und eine Beteiligung am DESY Tier-2 für ATLAS und CMS.

IT-Infrastruktur

Am DESY Zeuthen gibt es ca. 780 registrierte Benutzer, für die alle IT-Dienste am DESY in Zeuthen von der DV-Gruppe zentral zur Verfügung gestellt werden.

Es wurden die folgenden Dienste bereitgestellt:

- Arbeitsplatzrechner
- Zentrale Computer-Dienste
- Zentrale Massenspeicher
- System- und Anwendungssoftware und Software-Entwicklungswerkzeuge
- Datennetze, Sprach- und Videodienste
- Informationssysteme und -dienste
- Sicherheitsdienste
- Betreuung der Telefonanlage

Im Jahre 2006 gab es in allen Bereichen der DV-Services erhöhte Anforderungen, die durch eine Erweiterung der Infrastruktur, durch neue Hard- und Software, aber auch durch die Ausdehnung der Dienste erfüllt werden konnten.

Farm, Cluster Computing, Batch-Betrieb

Die Computer-Farm wurde 2006 durch die Neuinstallation weiterer 64-Bit-Systeme erweitert. Dabei kamen erstmalig Dual-Core-Dual-CPU-Systeme zum Einsatz, die sich durch eine sehr hohe Gesamteffizienz auszeichnen. Auf den zentralen Batchfarmen stehen den Nutzern jetzt ca. 240 Cores, aufgeteilt auf Single-CPU's und Dual-CPU's, zur Verfügung. Als Basis Batchsystem wird die Open Source Variante von SUN Grid Engine (Version 6.0u9) eingesetzt. Die Effizienz bei der Job-Abarbeitung im *Fair Share*-Mode wurde durch eine Optimierung des Schedulers weiter verbessert.

Die Hauptnutzer der Computer-Farm kamen aus den Experimenten AMANDA/IceCube/Baikal, dem NIC und der Theoriegruppe. Zusätzlich gab es wiederum

eine Zunahme der Nutzung aus den Bereichen PITZ und der Gruppe LC (Linear Collider).

Im Bereich Parallelverarbeitung standen den Nutzern aus dem NIC (für Anwendungen aus der Gittereichtheorie) und der Theorie zwei PC-Cluster zur Verfügung. Das Myrinet Cluster in Zeuthen (16 × 1.7 GHz Dual-XEON-P4 CPU Knoten, Myrinet2000 Netzwerk) wurde durch eine Teilinstallation des von DESY aus Hamburg nach Zeuthen überführten Clusters um 8 Knoten erweitert. Das zweite Cluster besteht inzwischen aus 16 dualen 2.4 (2.6) GHz Opteron-Knoten und einem Infiniband-Netzwerk. Beide Cluster wurden 2006 vollständig in das globale Sun Gridengine Batch-System integriert, womit eine zentrale Administration und ein zentrales Accounting ermöglicht wurde.

Weiterhin wurden dedizierte Systeme der Theoriegruppe durch die Einführung spezieller Queues in die globale Batchfarm integriert.

Grid

2006 wurde am DESY die Installation der Grid-Infrastruktur einschließlich der Tier-2-Grids für die LHC Experimente ATLAS und CMS stark erweitert. Im April 2006 begann in Zeuthen die Installation einer Grid-Infrastruktur als Bestandteil des DESY-weiten Grids. Bis zum Jahresende umfasste die Installation eine Rechenkapazität von 100 CPUs und Plattenplatz für den dCache in der Größenordnung von 20 TByte. Die Gridsoftware basiert auf der LCG (LHC Computing Grid) Middleware unter dem Betriebssystem Scientific Linux 3. Im Rahmen der Grid-Services sind in Zeuthen lokale Informationssysteme, zwei Computing Elemente und ein Storage-Element installiert. Die Produktion auf dem Grid läuft unter dem Batch-System Torque. Ein Computing-Element wird zurzeit ausschließlich für den Test der Anpassung der LCG-Middleware an das SGE-Batch-System verwendet. Es werden neben den Experimenten ATLAS und CMS noch weitere VOs (virtuelle Organisationen) unterstützt, die z. B. Experimente wie ZEUS, H1, ILC umfassen. Im Bereich der Astroteilchenphysik wurde speziell für das Experiment IceCube mit einem Prototyp für die Simulation und

die Rekonstruktion auf dem Grid begonnen. Insgesamt wurden auf dem Grid in Zeuthen seit April 2006 ca. 400000 CPUh genutzt, Hauptnutzer sind ATLAS und CMS.

Um die im Rahmen der Gittereichtheorie auf lokalen und anderen Höchstleistungsrechnern erzeugten Daten einer größeren Anzahl von Forschern zugänglich zu machen, beteiligt sich DESY maßgeblich an der internationalen Initiative *International Lattice Data-Grid* (ILDG). Entscheidend für den Austausch solcher Simulationsergebnisse ist die Standardisierung der Beschreibung dieser Daten sowie der Schnittstellen für den Datenaustausch. DESY hat sowohl in der Arbeitsgruppe für die Standardisierung der Metadaten als auch in der für Middleware aktiv mitgewirkt. Zusammen mit dem Zuse-Institut Berlin (ZIB) sowie dem Zentralinstitut für Angewandte Mathematik (ZAM) hat DESY das Latfor Datagrid (LDG), eines der regionalen ILDG-Grids, weiter ausgebaut. In diesem Rahmen wurde der mit Förderung durch das BMBF DGrid-Projekt HEPCG entwickelte Metadatenkatalog erfolgreich eingesetzt.

Speichersysteme

Bedingt durch die erweiterte Bereitstellung von Computer-Ressourcen und die Erhöhung des Datenaufkommens erfolgte eine Erweiterung der notwendigen Massenspeicher vorwiegend im Bereich der Speichersysteme AFS (*Andrew File System*) und dCache. Der Plattenplatz wurde durch die Beschaffung neuer Fileserver auf ca. 105 TByte erhöht, wovon ca. 55 TByte für AFS-Volumes und ca. 50 TByte für dCache-Pools verwendet werden. Da es mit der Zuverlässigkeit von SATA-basierenden Systemen in der Vergangenheit oftmals Probleme gab, wurden zwei neue Produktlinien, ausgestattet mit den inzwischen verfügbaren SATA *Enterprise*-Platten, getestet und für Storage-Erweiterungen eingesetzt.

Zusätzlich wurde nach einer längeren Evaluierungsphase das Panasas Storage-System mit einer Plattenkapazität von ca. 10 Tbyte beschafft. Dieses System stellt ein schnelles paralleles Filesystem (*panfs*) zur Verfügung, welches bei speziellen Anwendungen in-

nerhalb des IceCube-Experiments und im Grid für die Datenverzeichnisse der virtuellen Organisationen (*VO-Directories*) benötigt wird.

Die Kapazität des Bandroboters AML/J wurde 2006 entsprechend den Anforderungen der Nutzergruppen noch einmal erweitert. Die Migration der Daten von DLT-Bändern auf LTO1/2 wurde abgeschlossen. Der Bandroboter dient zur Speicherung der in den dCache geschriebenen Experimentdaten, der Aufnahme der täglichen Backups (für alle Betriebssysteme durch das Programm EMC-Netwerker) und der Archivierung von Daten.

Er ist seit 1996 im Einsatz und hat 2006 das Ende der Produktionslebensdauer erreicht (*End of Life Phase*). Daher wird dieses Gerät Anfang 2007 durch eine neue Tape Library ersetzt.

Betriebssysteme

Unix/Linux, Solaris

Von der Gruppe DV werden in Zeuthen ca. 400 Linux-Rechner betreut, wozu neben den Farm/Cluster Knoten noch die Linux-Desktops und diverse Linux-Server gehören. Die zur RedHat Enterprise kompatible und auf dem *OpenSource*-Prinzip beruhende Distribution *Scientific Linux* (SL) stellte auch 2006 die Linux-Plattform für fast alle größeren Laboratorien in der Hochenergiephysik dar.

Im Jahr 2006 wurde die Einführung der aktuellen Versionen von Scientific Linux sehr stark vorangetrieben. So ist SL4 bis zum Jahresende generell verfügbar und auch auf Servern und einigen Desktops bereits installiert. Der Einsatz von SL5 ist auf Basis von RedHat Enterprise Linux 5 Beta2, soweit dies nach jetzigem Stand möglich ist, vorbereitet, was eine Einführung unmittelbar nach der im ersten Quartal 2007 erwarteten Freigabe von SL5 erlaubt. Damit kann die Installation der Version SL4, abgesehen von Nutzergruppen, die von SL4 stark abhängig sind (z. B. ATLAS), weitestgehend übersprungen werden. Innerhalb der DV Gruppe in Zeuthen wurden auch 2006 weiterhin die OpenAFS-Pakete für

Scientific-Linux gepflegt, ein funktionsfähiges Source-Paket für die SL5 alpha-Version wurde dem Fermilab zur Verfügung gestellt.

Im Bereich Solaris wurden weitere Systeme auf Basis Solaris10 in Betrieb genommen und der Mechanismus zur automatischen Installation von Solaris10 verbessert. Das Management der Systeme im Linux/Solaris-Bereich wurde durch die Einführung neuer Werkzeuge insgesamt erweitert und verbessert.

Das Monitoring und die Überwachung fast aller Unix Systeme und Dienste erfolgt mit nagios, logsurfer und selbst entwickelten perl basierten Werkzeugen. Das Monitoring der Systeme wurde auf verbesserte, flexiblere Verfahren umgestellt, womit in Zukunft auch die Überwachung der Grid-Rechner integriert werden kann. Die Erkennung von Hardware- und Netzwerkproblemen wurde durch die Erstellung neuer Werkzeuge erheblich verbessert.

Windows

Im Windows Umfeld arbeiten die Zeuthener Kollegen im DESY-weiten Windows Projekt mit. Diese Arbeiten innerhalb der für Hamburg und Zeuthen einheitlichen WIN-Domain umfassen die Gestaltung des *Active Directory*, die Installation von Servern und Arbeitsplatzrechnern sowie die Bereitstellung der Software über NetInstall und die Mitarbeit im Programm π (PI-Plattform Integration).

Hervorzuheben ist der Zeuthener Beitrag bei der Bereitstellung der Installationsmedien (RIS Images, CDs, DVDs) für Server, Terminal Server, Arbeitsplatzrechner und Notebooks sowie zur Automatisierung des Installationsprozesses.

Von DV Mitarbeitern in Zeuthen werden ca. 270 Windows Systeme betreut, das betrifft Server, Terminalserver, Workstations und Notebooks. Um den erhöhten Sicherheitsanforderungen zu genügen, wurden alle Desktop PCs mit WXP und dem Service Pack 2 installiert.

Für die Zeuthener Gruppen- und Home-Verzeichnisse wurde zusätzlicher sicherer Speicherplatz in einer

MSA1000 bereitgestellt. 2006 konnte in Zeuthen die alte auf NT4 Servern basierte Domain DESYNT abgeschafft werden.

Allgemeine Dienste

Der Zugang (*Restore*) zu den Backup-Daten wurde speziell für die AFS-Daten benutzerfreundlicher gestaltet und in der Zugriffsgeschwindigkeit stark verbessert.

Der Webauftritt des DESY in Zeuthen wurde auf Basis des DESY ZMS umgestellt und reorganisiert.

Im Bereich E-mail wurde die Filterung von Spams kontinuierlich verbessert. Ferner wurden die lokalen Mailinglisten in das DESY weite Tool Sympa integriert.

Anstelle des bisher möglichen freien, anonymen Zugangs zum WLAN- bzw. LAN-Gästenetz wurde eine Anmeldeprozedur entwickelt, über die DESY Mitarbeiter ihren Gästen den entsprechenden Zugang ermöglichen können. Dieses Vorgehen hat sich u. a. bei mehreren Veranstaltungen in Zeuthen positiv bewährt.

Durch die DV-Gruppe wurde auch 2006 der SAP-Betrieb am DESY in Zeuthen, die inhaltliche SAP-Wartung, die Entwicklung der DESY-Anpassungen/Hilfen und der DESY weite Support für den Internet Transaction Server (ITS) sichergestellt. Darüber hinaus wurde die Pflege der zentralen Webseiten der DESY weiten Verwaltung und zusätzlich der Webseiten einzelner Verwaltungsgruppen fortgeführt.

Wegen des SAP Release-Wechsels im Juli 2006 wurden zahlreiche Programme und die Anwenderdokumentation überarbeitet und an das neue Release angepasst.

Von der Gruppe DV wird die zentrale Datenbank ZEUGA gepflegt, die Daten zur Hard- und Softwareausstattung, zu Gebäuden, Gebäudemanagement, Personal, Ausländerbetreuung und weitere Daten enthält.

Weiterhin wurde die Datenbank der Direktion im DESY, Hamburg betreut.

Netzwerkinfrastruktur

Bis zum Jahresende 2006 wurde das LAN-Backbone auf 10-Gbps-Ethernet umgestellt. Damit wurde eine schnellere lokale Netzanbindung der Computer-, Grid-Farmen und anderer Server an die Speichersysteme erreicht. Zusätzlich wurde in Vorbereitung des Ausbaus der lokalen und Grid-Farmen die LAN-Infrastruktur erweitert.

Im Bereich WAN wurde die Inbetriebnahme einer 10-Gbps-VPN-Verbindung zwischen DESY Hamburg und Zeuthen vorbereitet.

Die WLAN-Infrastruktur wurde auf eine zentralisierte Managementumgebung umgestellt. Dadurch konnte eine deutliche Verbesserung der Verfügbarkeit, eine erhebliche Absenkung des Konfigurationsaufwands für die AccessPoints sowie eine Erleichterung der Umsetzung zentraler Sicherheitsrichtlinien erzielt werden.

Beim Photoinjektor-Teststand Zeuthen wurde die Netzwerk-Infrastruktur signifikant erweitert.

Die DESY-weite Kommunikationsinfrastruktur wurde durch die Einführung eines Webcast-Services am DESY in Zeuthen erweitert. Dadurch wurde die weltweite Übertragung der offenen Sitzungen der CERN Council Strategy Group (CCSG) im Mai und des PRC im Oktober ermöglicht.

Infrastruktur

Aufgrund der Erweiterung der IT-Ressourcen im Berichtszeitraum und geplanten Erweiterungen in den nächsten Jahren wurde 2006 mit dem Ausbau der technischen Infrastruktur begonnen.

Die Energieversorgung des Rechenzentrums wurde durch eine angepasste Erweiterung der Kapazität des unterbrechungsfreien Stromversorgungs-Systems (USV) erhöht. Dabei wurde die bestehende USV-Anlage aus dem zentralen Rechnerraum in ein anderes Gebäude ausgelagert und durch zwei weitere USV-Systeme ergänzt. Die Kühlkapazität der Klimaanlage wurde durch die Installation eines zusätzlichen, wassergekühlten Klimaschranks erweitert.

Beteiligung in den Experimenten und Physikprojekten

PITZ

Die zentrale Zeuthener DV stellt die gesamten IT Basisdienste für das Projekt PITZ (Photoinjektor-Teststand Zeuthen) zur Verfügung. Das erstreckt sich von der Bereitstellung der Betriebssysteme einschließlich der entsprechenden Entwicklungsumgebungen und der Systempflege für SOLARIS und Scientific Linux, speziellen Anpassungen an den Einsatzfall der Rechner (Workgroup Server, Frontend, Controlhost, DAQ), der Datenverwaltung und Bereitstellung mittels dCache und der Datenhaltung in Datenbanken bis zur gesamten Netzwerkinfrastruktur.

Mitarbeiter von DV sind darüber hinaus an der Entwicklung von Control-System Software beteiligt. Für das PITZ Projekt werden bei Erweiterungen und Modifikationen der Anlage die notwendigen Softwarekomponenten (Server, Bedienoberflächen und Applikationen) entwickelt und gepflegt. Beispiele sind die Integration des Lasersystems, die neue einheitliche Kamerasteuerung, die Überarbeitung der Sicherheitssysteme (Interlock und Strahlenschutz) und die Softwarepflege des ACP (*Automatic Conditioning Program*) für die Gunkavität.

Weitere Aktivitäten, die über das PITZ Projekt hinausgehen, sind mit den DESY Zukunftsprojekten verbunden. Im DAQ Projekt für FLASH (vormals TTF2/VUV-FEL) wurden wesentliche Beiträge im Bereich der Datenbankanbindung der zentralen Ablaufsteuerung (RunController) und bei der Bereitstellung von Datenanalysewerkzeugen (DataBrowser) von Zeuthener Mitarbeitern geleistet.

Es erfolgte die Software-Entwicklung für hoch präzise mehrachsige Motorsteuerungen in verschiedenen Anwendungsfällen in den DESY Projekten, als UniMover (Universal Motor Driver) oder als HeavyMover zur präzisen Vermessung der Undulatoren für den XFEL.

Das bei PITZ entwickelte Videosystem zeichnet sich durch eine Reihe von Eigenschaften aus, die nicht nur

den Einsatz als Bildverarbeitungssystem zur Messung von Strahlparametern erlauben. Deshalb wird es nicht nur als Messwerkzeug in den Beschleunigerbereichen bei PITZ oder für Studien (zur geplanten Verwendung bei PETRA-III) bei HERA-e und Linac II / DESY II eingesetzt, sondern dient inzwischen auch zur Bildfassung bei Experimenten im EMBL.

APE Projekt

Einige Anwendungen aus der theoretischen Physik sind auf besonders leistungsfähige, massiv-parallele Rechnersysteme angewiesen. Um diese Art von Forschung zu ermöglichen, wirkt DESY an der Entwicklung von anwendungsoptimierten Höchstleistungsrechnern mit, stellt im Rahmen des John von Neumann Institut for Computing (NIC) Ressourcen auf speziellen Rechnern zur Verfügung und unterstützt die effiziente Nutzung von sonstigen Rechnerressourcen.

In 2006 wurde die Installation von vier apeNEXT-Systemen weitgehend abgeschlossen (Abbildung 168, siehe auch Kapitel *Theoretische Physik*, Seite 129). Mit dieser neuesten Generation von Spezialrechnern wurde die verfügbare Rechenleistung von 500 Gigaflops auf 2.5 Teraflops erweitert. Die Betriebsumgebung für die apeNEXT- und APEmille-Rechner wurden weitgehend angeglichen und in die lokale Infrastruktur des Rechenzentrums integriert. Damit steht den Benutzern dieser Hochleistungsrechner leistungsfähige Systeme zum Speichern der Daten und zur Nachbearbeitung der Ergebnisse vor.

Unterstützung von Veranstaltungen

Im Jahr 2006 wurden von der DV-Gruppe 32 Technische Seminare mit ca. 900 Teilnehmern organisiert.

Neben vielen kleineren Veranstaltungen mit externer Beteiligung wurden die folgenden größeren Veranstaltungen durch Mitarbeiter der DV-Gruppe unterstützt:



Abbildung 168: Aufbau des apeNext-Systems im Rechenzentrum Zeuthen.

- Tagung der CERN Council Strategy Group (CCSG) im Mai 2006 in Zeuthen: Organisation, Webcast
- 38. Internationales Symposium zur Theorie der Elementarteilchen in Berlin-Schmöckwitz: Aufbau eines LANs, Bereitstellung und Konfiguration von PCs
- IceCube Collaboration Meeting im September 2006: Vortrag über die Grid-Infrastruktur am DESY, Beteiligung an einer speziellen Diskus-

sion über möglich Grid-Anwendungen beim IceCube-Experiment

Lattice Practices 2006 Um junge Forscher für das High Performance Computing sowie im Umgang mit Grid-Technologien weiterzubilden, beteiligte sich die DV-Gruppe an der Organisation des Workshops Lattice Practices 2006. Mit über 30 Teilnehmern aus Deutschland und anderen europäischen Ländern fand diese Veranstaltung großen Zuspruch.

Informationstechnik

Gruppenleiter: V. Gülzow

Auch im Jahre 2006 wurden wieder zentrale IT-Infrastrukturen und Dienste auf höchstem technischen Niveau und mit hoher Verfügbarkeit für mehr als 4500 Benutzer aus den wissenschaftlichen Forschungsgruppen, den Entwicklungs- und Betriebsgruppen der Beschleuniger und der Verwaltung am DESY bereitgestellt. Es traten eine Reihe von neuen Diensten für die Nutzer zum IT-Angebot hinzu, dies gilt insbesondere für den Windows-Bereich und Anwendungen mit administrativer Bedeutung, wie z. B. MS-Project, die zusätzlich betreut werden mussten. Aufgrund der durch die neuen Projekte am DESY und der LHC-Beteiligung entstehenden Bedarfe wurde sowohl die veraltete Stromversorgung des Rechenzentrums als auch der Klimabereich erheblich modernisiert. Weiterhin konnte ein weiterer, 200 m² großer Maschinenraum, vorbereitet für wassergekühlte Racks, in Betrieb genommen werden, um die Vielzahl neuer Rechner aus den Projekten zu hosten. Zusätzlich hat die IT-Gruppe die Entwicklung und Einführung neuer IT-Technologien, insbesondere im Bereich der wissenschaftlichen Softwareentwicklung, der Datenhaltung und des Grid-Computings, entsprechend des Auftrages von DESY vorangetrieben. Neben der Sicherstellung des operationellen Betriebes der Systeme war das Berichtsjahr für die IT-Gruppe von folgenden hervorzuhebenden Ereignissen geprägt.

Im Jahr 2006 sind wichtige neue Dienste konsolidiert worden. Hierzu gehört vor allem das mit dem HASY-LAB gemeinsam aufgesetzte System DOOR (*DESY Online Office for Research with Photons*), das die Beantragung und Zuteilung von Beam-Zeiten ermöglicht. Dieses System ist zu einer zentralen Management-

komponente geworden und wird kontinuierlich, den Anforderungen entsprechend, weiterentwickelt. Das Meeting-Unterstützungssystem InDiCo (*Integrated Digital Conferencing*), eine Entwicklung des CERN, wurde am DESY erfolgreich eingeführt und wird mittlerweile intensiv genutzt.

Eine erhebliche Anstrengung wurde unternommen, DESY als Tier-2 Zentrum für die Analyse im Rahmen der LHC-Experimente ATLAS und CMS zu etablieren. Dieser Aufbau, der gemeinsam von Hamburg und Zeuthen getragen wird, konnte sehr erfolgreich geleistet werden und führt zu einer beträchtlichen Visibilität von DESY. Hierbei ist besonders die intensive Zusammenarbeit der IT-Gruppe mit den Experimenten ATLAS und CMS hervorzuheben. So ist es der IT-Gruppe aufgrund der vielen Erfahrungen mit dem Datenmanagement in den HERA-Experimenten gelungen, mit der dCache-Software (siehe auch <http://www.dcache.org>) eine ganz zentrale Komponente für das *data management* im Computing des LHC beizutragen, die vielfach genutzt wird. In enger Zusammenarbeit insbesondere mit den Kollaborationen H1, ZEUS, ILC und der Theorie wurden die Grid-Lösungen am DESY ausgebaut. Im EU-Projekt EGEE-2 und dem nationalen Projekt D-Grid trägt die IT-Gruppe mit eigenen Ressourcen und Know-how wesentlich zum Erfolg bei.

Die Arbeit des Computer User Committee (CUC) unter der Leitung eines externen Vorsitzenden als Stimme der Benutzer hat sich wiederum sehr bewährt. Bereits im Frühstadium von Benutzerwünschen konnten diese im CUC diskutiert und bewertet werden. Daraus konnten in enger Abstimmung von Nutzern mit der IT-Gruppe Strategien zur Einführung oder dem Betrieb von Diens-

ten am DESY entwickelt, respektive verbessert werden. Das CUC tagte regelmäßig am ersten Montag eines Monats in Hamburg. Die Benutzerinformation wurde durch vierteljährliche Benutzertreffen im Linux- und Windowsbereich ergänzt.

Das Computing Review Board (CRB), ebenfalls unter der Leitung eines externen Vorsitzenden, diskutiert die Rahmenbedingungen für die Datenverarbeitung bei DESY und gibt Empfehlungen an das Direktorium zur Durchführung von DESY-relevanten und -weiten IT-Projekten.

Die betriebliche Ausbildung findet in der IT-Gruppe eine besondere Beachtung. Mit Beginn des neuen Ausbildungsjahres wurden drei weitere Auszubildende für den Abschluss Fachinformatiker mit der Fachrichtung Systemintegration aufgenommen. Vier Auszubildende haben erfolgreich ihre Ausbildung abgeschlossen. Derzeit absolvieren sieben junge Menschen bei IT eine Lehre.

Fachgruppe Systems and Operations

Die neue Fachgruppe Systems und Operations (Leiter: Knut Woller) wurde im Februar 2006 aus der vormaligen Fachgruppe IT-Betrieb und den Betriebssystem- und Hardware-orientierten Mitarbeitern der Fachgruppe IT-Systeme geformt. Sie ist verantwortlich für Organisation, Überwachung und Ausbau der Rechenzentren, der dazugehörigen Dienstleistungen und Logistik, für Konzeption, Entwicklung, Bereitstellung und Pflege der strategischen Betriebssystemplattformen und ihrer Management-Systeme sowie für die gesamte Drucker-Infrastruktur.

Das Rechenzentrum

Anfang des Jahres wurde mit dem neu geschaffenen Rechenzentrum 2 (RZ2) ein zusätzlicher Rechneraum im Untergeschoss von Gebäude 2b in Betrieb genommen. Er bietet auf einer Fläche von etwa 200 m² in wassergekühlten Serverschränken Platz für bis zu

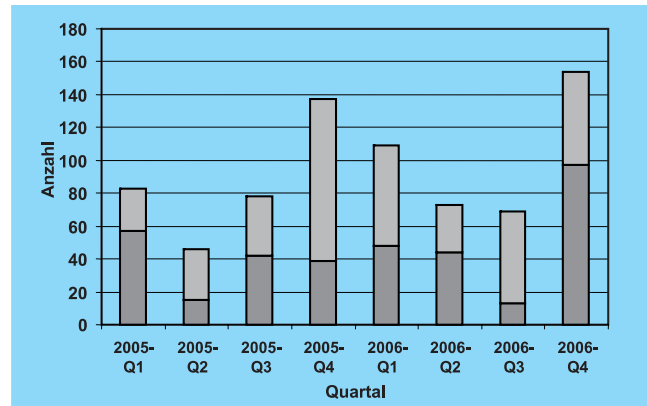


Abbildung 169: Anzahl neuer Server im Rechenzentrum in den Jahren 2005 und 2006, aufgeschlüsselt nach IT-Beschaffungen für Infrastruktur und zentrale Dienste einschließlich Grid (dunkel) und durch DESY-Gruppen beschaffte und von IT gehostete Server (hell).

1 500 Server. Der starke Zuwachs neuer Geräte in 2005 (344 Server) und 2006 (405) machte diese Erweiterung des Rechenzentrums zwingend erforderlich (siehe Abbildung 169). Die Luftkühlung im größeren Rechenzentrum 1 (RZ1) stieß angesichts immer kompakterer

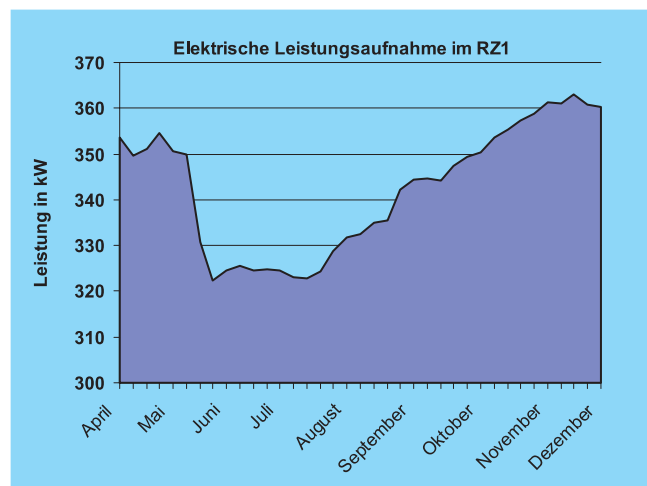


Abbildung 170: Elektrische Leistungsaufnahme im RZ1 in 2006. Die Grenze der Luftklimatisierung im RZ1 liegt an warmen Tagen bei 355 kW. Die Umlagerung von über 100 Servern in das wassergekühlte RZ2 im Mai war dringend nötig, brachte aber nur vorübergehende Entlastung.

Server mit immer leistungsstärkeren Prozessoren im Frühjahr erstmals an ihre Leistungsgrenze (siehe Abbildung 170).

Im Laufe des Jahres stieg die Anzahl der Systeme in den Rechenzentren auf über 1 700 an. Dieser Zuwachs entstand überwiegend durch Beschaffungen der DESY-Gruppen. Dabei ist neben den HERA-Experimenten, die sich auf eine mehrjährige Analysephase vorbereiten, nun auch die Photonophysik mit großen Installationen vertreten.

Die Überwachung und die Fernwartung der Rechner-systeme wurden erheblich erweitert und neue und kostensparende Managementlösungen auf Basis von KVM-Systemen und IPMI eingeführt. Die Transparenz des Rechenzentrumsbetriebes und der Systemverfügbarkeit wurden durch Ausbau des im Intranet sichtbaren IT-Monitors und klarere Prozesse bei der Kommunikation von Störungen an die Nutzer spürbar erhöht und werden weiter verbessert.

PC-Werkstatt

Die PC-Werkstatt nimmt über das Asset Management System (AMS) elektronische Werkstattaufträge entgegen und liefert die nach Nutzervorgaben konfigurierten und gegebenenfalls vorinstallierten PC-Systeme und zugehörige Komponenten kurzfristig aus. Auf 944 Anforderungen im Gesamtwert von 865 000 € wurden 496 Standard-PCs, 139 Notebooks, 646 TFT-Bildschirme und 1 119 Aufrüst- und Ersatzteile abgerufen.

Einen neuen Schwerpunkt bildet dabei die Notebook-Versorgung. Interessierte Anwender haben die Möglichkeit, die standardisierten Modelle vorab zu besichtigen und auszuprobieren, werden bezüglich ihrer Anwendungen und möglichen Zubehörs beraten und können das Betriebssystem ihrer Wahl vorinstalliert bekommen.

Die PC-Werkstatt stellt Geräte für Konferenzen und Workshops leihweise zur Verfügung und versorgt die PC-Pools im Schulungsraum und den öffentlichen Terminalräumen auf dem DESY-Campus.

Unix

Trotz der scheinbaren Verschlinkung auf die zwei Betriebssystem-Plattformen Linux und Solaris nahm die Komplexität im Unix-Support im Berichtszeitraum zu. Neben der Einführung von Scientific Linux 4 als Server- und Notebook-Plattform tragen dazu die schleppende Migration aus älteren DESY-Linux-Distributionen, die Parallelität von 32-Bit und 64-Bit-Betriebssystemen, die Einführung von Solaris x86 zusätzlich zum SPARC-System und die beginnende Nutzung von virtuellen Maschinen bei.

Mit dem hauseigenen Konfigurationsmanagement SALAD wurden am Jahresende 1 536 Unix-Systeme aktiv administriert, davon 1 447 Linux-, 81 Solaris- und acht noch verbliebene AIX-Server. Dazu kommen 245 Grid-Workernodes und rund 50 weitere Grid-Infrastruktur- und Entwicklungsserver unter Scientific Linux 3, die alle mit dem auf Rechnerfarmen spezialisierten Konfigurationsmanagement Quattor verwaltet werden.

Für die von der Teilchenphysik deutlich abweichenden Anforderungen der Photonophysik-Experimente wurden neue Hardware-Lösungen evaluiert und eingeführt. Mit der Nutzung von x86-Multiprozessorrechnern mit bis zu 16 Prozessorkernen und 64 GB Hauptspeicher unter 64-Bit Linux und Solaris wird den großen Datenmengen dieser Experimente Rechnung getragen.

Wichtige weitere Aktivitäten des Unix-Teams waren die DESY-spezifische Anpassung von Scientific Linux 4, die zum Jahresende in einer Scientific Linux DESY 4 (SLD4) Beta-Version mündete, die Bereitstellung von Linux für Notebook-Installationen im Rahmen des Teilprojektes *Mobile Clients* im Programm Plattform Integration (PI), die Einführung von Solaris 10 als neuer Server-Plattform und die Weiterentwicklung beider Installationsmanagementsysteme.

Windows

In der Windows-Domäne, die die Standorte Hamburg und Zeuthen umfasst, sind zum Jahresende 3 634 Rechner registriert, darunter 3 361 Windows XP (einschließlich 641 Notebooks), 195 Windows 2003 Server

und 36 Samba-Server. 2 942 Systeme wurden mit der von IT angebotenen Remote Installation Service RIS aufgesetzt. Im Active Directory sind 4 707 Benutzer-Accounts bekannt.

Tätigkeitsschwerpunkte lagen im Programm PI mit dem Aufbau mehrerer Terminalserver-Lösungen und der Evaluierung und Zertifizierung von besser skalierbaren und höher verfügbaren E-Mail- und Fileservice-Lösungen, deren Einführung für 2007 geplant ist.

Entwicklung und Unterstützung von Anwendungsplattformen mit Sharepoint Services und SQL-Datenbanken nehmen an Bedeutung und Aufwand stark zu und etablieren Windows-Systeme zunehmend auch als Datacenter-Plattform. Die Zahl der Windows-Server im Rechenzentrum stieg erstmals über 100. Dabei stellen die Administration und die Notwendigkeit monatlicher Updates für Windows-Systeme bei gleichzeitig geringem Automatisierungsgrad hohe zeitliche und personelle Anforderungen.

Printing

Der auf LPRNG basierende Print-Service bildet auf allen von IT administrierten Systemen am Jahresende in 540 Queues insgesamt 390 Drucker und 20 Multifunktionsgeräte ab, darunter knapp 100 Farbdrucker und -plotter vom Format A4 bis zu A0. Davon wurden im Berichtsjahr 105 neu oder als Austauschgerät beschafft. Der jährliche Durchsatz des Print-Service liegt bei über 12 Millionen Seiten mit einem Farbanteil von 12%.

Tätigkeitsschwerpunkte lagen im Berichtsjahr in der aufwändigen Integration von Multifunktionsgeräten in die IT-Landschaft und den Benutzersupport, der Vorbereitung eines CUPS-basierenden Print-Service für künftige Linux-Plattformen und der ständigen Evaluierung neuer Geräte am sich schnell verändernden Markt für den Einsatz in der komplexen DESY-Umgebung.

Fachgruppe Information Fabrics

Die Fachgruppe Information Fabrics (Leiter: Peter van der Reest) wird 2006 aus der Fachgruppe Systeme

herausgelöst und nimmt die Arbeit in den Themenbereichen Datenbanken, Datensicherung und -wiederherstellung, E-Mail-Infrastruktur, Fileservices, Programmentwicklung und Integration, Storage-Infrastruktur, Verzeichnisdienste sowie Web-Services auf.

Die Mitarbeiter der Fachgruppe stellen Dienste bereit und spezifizieren deren Überwachung, erstellen Dokumentationen und schulen und beraten die Endanwender.

Die Beratungsleistungen haben ihren Schwerpunkt in datenbankgestützten Anwendungen, Integration, Storage-Strategien und -Infrastruktur sowie in Web-Anwendungen.

Die Fachgruppe setzt bei dem Aufbau ihrer Dienste in der Regel auf die von der Fachgruppe Systems&Operations bereitgestellten Plattformen auf. Im Rahmen der Entwicklungsarbeiten neuer Angebote werden allerdings auch neue, nicht auf dem Mainstream basierende Hardwarearchitekturen und Betriebssysteme verwendet.

Datenbanken

Die zentralen Oracle Datenbanken werden am DESY als Hochverfügbarkeitslösung betrieben. Im Berichtszeitraum stand die Migration der Datenbanken und der darauf basierenden Anwendungen der Version 10i (für Internet) auf die Version 11g (für Grid) im Vordergrund der Aktivitäten. Der Aufbau des Real-Application-Clusters wurde in 2006 abgeschlossen. Daran schlossen sich intensive Test- und Integrationsläufe an, um die Pilotphase und den anschließenden Produktionsbetrieb möglichst kundenfreundlich einleiten zu können. Es wurde erheblicher Aufwand betrieben, um die Anwendungen des HASYLAB, der HERA-Experimente, der Gruppe IPP sowie der DESY-Bibliothek auf einen reibungsarmen Übergang vorzubereiten.

Es stellte sich in 2006 heraus, dass dieser Aufwand von bleibender Art ist, da die Expertise der Benutzergruppen aufgrund personeller Fluktuation rückläufig ist. Die Wiederbesetzung einer freigewordenen IT-Stelle zur Unterstützung der Entwicklung datenbankbasierender

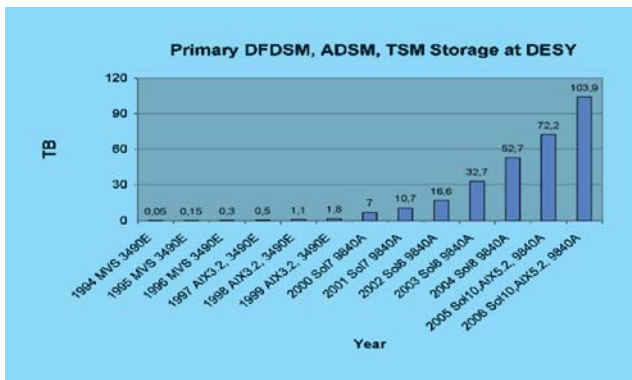


Abbildung 171: Entwicklung der Speicherkapazitäten in TSM in den letzten 12 Jahren.

Anwendungen in der neuen Fachgruppe Information Fabrics unterstreicht das strategische Engagement in diesem Bereich.

Datensicherung, -archivierung und -wiederherstellung

Die von IT angebotene, zentrale Datensicherung basiert auf dem IBM-Produkt Tivoli Storage Manager (TSM). Mit diesem System werden tägliche Backups gesammelt und Langzeitkopien wissenschaftlicher und unternehmensrelevanter Daten verwaltet. In 2006 ist die gesicherte Datenmenge im TSM um 50% auf über 100 TB angewachsen. Die Datenmengen im TSM verdoppeln sich zurzeit alle 18 Monate (siehe Abbildung 171). Damit ist die Erweiterung der Infrastruktur und des verfügbaren Datenpools eine dauerhafte Aufgabe. Dies führte in 2006 zur Adaption auf eine neue Bandtechnologie, zur Konzeption einer Möglichkeit zur geteilten Datenhaltung in den Standorten Hamburg und Zeuthen sowie zur gemeinsamen Evaluation der am Markt verfügbaren Disk-Speichersysteme. Die Physikdaten DESYs werden in dem von der Fachgruppe Physics Computing bereitgestelltem OSM gesammelt.

Electronic Mail

Die Betreuung der E-Mail-Dienste erfolgt fachgruppenübergreifend mit Kollegen aus dem Benutzerser-

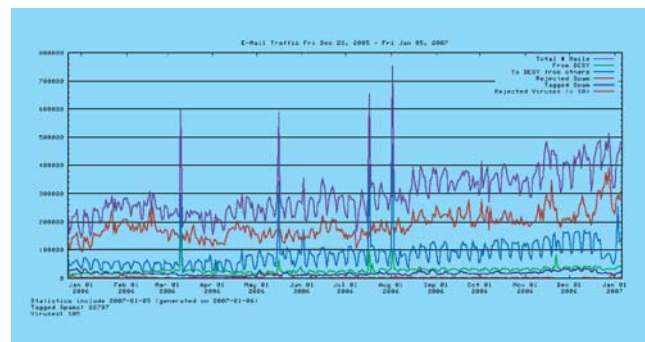


Abbildung 172: E-Mail-Aufkommen in 2006.

vice. Der Themenkomplex E-Mail am DESY teilt sich in die drei Bereiche E-Mail-Routing, E-Mail-Filterung und E-Mail-Zustellung auf (siehe Abbildung 173).

In 2006 überstieg das E-Mail-Volumen zum ersten Mal die 100 Millionen Grenze bei einer Verdoppelung des mittleren E-Mail-Aufkommens pro Jahr und mit mehr als 700 000 E-Mails pro Tag als Spitzenwert (siehe Abbildung 172).

Die E-Mail-Routing Infrastruktur wurde zu einem großen Teil neu konzipiert, um einerseits die gestiegenen Volumina, andererseits den Kundenanforderungen nach schneller und stets zuverlässiger Zustellung von E-Mails Rechnung zu tragen. Die vollständige Umsetzung des Konzeptes kann erst im Laufe des Folgejahres erreicht werden.

Das Filtern der E-Mails auf Viren, Würmer, Trojaner und neuerdings auch das Abwehren von Phishing-Versuchen ist mit einem sehr hohen Aufwand bei der täglichen Betreuung der Filter-Infrastruktur verbunden, zumal diese schädlichen E-Mails immer ausgefiltert werden.

Das anpassende Lernen der SPAM-Muster erfordert manuelles Eingreifen und sorgfältiges Adaptieren der laufenden Konfigurationen. Der Erfolg zeigte sich in einer 70%-igen Reduktion des gesamten E-Mailvolumens nach SPAM-Filterung.

Die Zustellung der E-Mails erfolgt über drei zentral gepflegte E-Mail-Systeme (Unix-Mail und Microsoft Exchange 2003 in Hamburg und Unix-Mailserver in

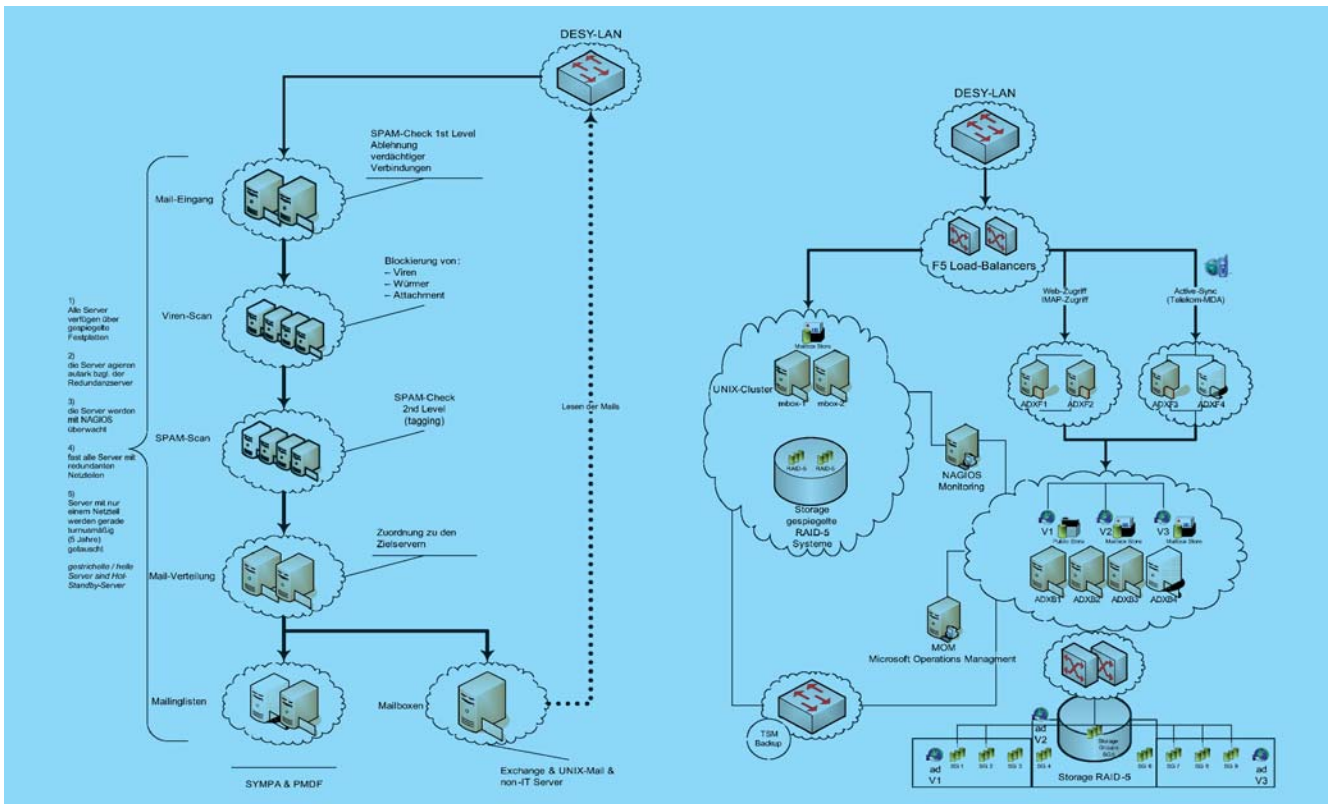


Abbildung 173: E-Mail-Infrastruktur am DESY.

Zeuthen) sowie über mehrere dezentral betriebene Server auf dem Gelände in Hamburg.

Das über lange Jahre betriebene Mailinglistensystem PMDF wurde 2006 durch das OpenSource Produkt Sympa ersetzt. Es wurden über 600 Mailinglisten migriert und es wurde eine Lösung für die automatische Generierung von Mailinglisten aus verschiedensten, externen Datenquellen umgesetzt. Dies ermöglicht zum einen die Ablösung von Experimente-eigenen Implementierungen und zum anderen den Einsatz fremder Anwendungen als Adressprovider sowie die Erzeugung von automatischen Mailinglisten auf Basis der User-Registry.

Im Berichtszeitraum wurde die in 2003 aufgebaute Exchange-Landschaft evaluiert und aufgrund der Erfahrungen neu konzipiert. Durch das stetige Wachstum des Datenaufkommens wird eine Hochskalierung in absehbarer Zeit fällig werden. Es zeigt sich darüber

hinaus vor allem in dem Bereich der Integration von Virenfiltern, dass ein einfacherer System-Aufbau den Software-Herstellern entgegenkommt. Aufgrund der Erfahrungen der ersten Betriebsjahre wird vorgesehen, die verwendete Virenfilter-Lösung durch eine aus dem Hause Microsoft zu ersetzen.

Storage und Fileservices

In der DESY AFS-Zelle wurden 2006 ohne Benutzerbeeinträchtigung einige Renovierungsarbeiten durchgeführt, unter anderem Upgrades der Server-Betriebssysteme auf Solaris 10 und Erneuerung der RAID-Systeme. Es wurden vorbereitende Maßnahmen getroffen, um die Einführung neuer OpenAFS Versionen zu ermöglichen und neue Hardware-Familien wurden auf ihre Eignung als Server-Plattform geprüft. Für die Anwender sichtbar ist die deutliche Lockerung der Quota-Vergabe, der Einsatz versuchsweise

großer Volumina (100–200 GB) für Gruppen und die verstärkte Migration von Daten aus NFS-Servern ins AFS.

Das Storage Area Network (SAN) in den Rechenzentren 1 und 3 wurde im Berichtszeitraum weiterentwickelt bis hin zu der Integration der neuen Exchange-Server-Infrastruktur.

Die Anbindung des Rechenzentrums 3 an das Rechenzentrum 1 über FibreChannel bewährt sich im täglichen TSM-Betrieb und erhöht die Flexibilität bei der Bekämpfung von Störungsfällen. Im Berichtszeitraum wurde eine Evaluierung von verschiedenen Speichertechnologien für den Einsatz in den Diensten der Fachgruppe durchgeführt. Es wurden die Themenbereiche Blockdevice Access over Ethernet (iSCSI), Network Attached Storage (NAS) und RAID-Systeme sowohl durch Teststellungen neuer Technologien als auch durch DESY-intern aufgebaute Standardlösungen beleuchtet. In Hinblick auf die Neugestaltung der Netzwerkanbindung des Zeuthener Standortes und auf den geplanten Parallelaufbau der Silo-Infrastruktur werden technische Ansätze der Systemanbindung, insbesondere der nativen FibreChannel-Anbindung erörtert.

Integration

Die Anwendung User-Registry wurde kontinuierlich weiter entwickelt, weitere Plattformen wurden angeschlossen und verschiedene Informationsquellen wurden integriert. Es wurden auf Anfrage der Benutzergruppen sogar Teilsysteme der Maschinenkontrollen (MKS2, MPS) in das Verwaltungssystem aufgenommen. Des Weiteren wurden kleine Prototypen zur fachgruppeninternen Verwendung entwickelt, die später im Dienste-Angebot der IT-Gruppe zur Weiterverwendung aufgearbeitet werden können.

Es wurde 2006 erstmals untersucht, welcher Aufwand notwendig ist, um Dienste wie InDiCo, DOOR, RequestTracker, ZOPE/ZMS und Sympa in einer einheitlichen Benutzerverwaltung zu integrieren. Die Aufgabe wurde aufgrund der fehlenden Voraussetzungen in den verschiedenen Endsystemen bzw. des zu großen Änderungsaufwandes vertagt. In 2006 wurde mit den Planun-

gen zur Modernisierung der Verzeichnisdienste LDAP und NIS begonnen. Diese sind für die tägliche Verwendung von Unix-Systemen sowie von Adressbüchern für E-Mail und für Telefondienste notwendig. Virtualisierungsmechanismen für die Server und Dienste werden voraussichtlich in 2007 realisiert werden.

Web-Services

In 2006 wurde eine Vielzahl von Webseiten und Web-Auftritten in das Content Management System ZOPE/ZMS überführt. Begleitend wurden die Nutzer intensiv beraten, geschult und ihnen wurden entsprechende Dokumentationen bereitgestellt. Es wurden außer dem zentralen DESY-Web-Auftritt durch PR auch über 70 Sites für die verschiedenen DESY-Gruppen betreut. Neu in 2006 ist die enge Kooperation mit HASYLAB zur Fertigstellung des neuen HASYLAB-Auftritts. Die Inanspruchnahme der Dienste des Weboffice von den Zukunftsprojekten PETRA III und XFEL sowie den Organisatoren der großen Konferenzen ECRI2007 und LCWS07 bestätigt den Ansatz, intensive Unterstützung und Pflege zentral anzusiedeln.

Im Berichtszeitraum wurden neue Funktionen wie Integration von Exchange-Kalendern, Bilder-Serien, Wiki-Funktionen und RSS-Feeds implementiert. Eine weitere Dienstleistung des Weboffice besteht seit 2006 in der Registrierung und Verwaltung von Internet Domain Namen (*.de, *.org, *.net, *.info, *.eu etc.), die für Projekte und Aktivitäten bei DESY gebraucht werden. Zurzeit befinden sich 22 Domänen in Obhut des Weboffice, mit stark steigender Tendenz.

IT-Fachgruppe Benutzerservice

Die IT-Fachgruppe Benutzerservice (Leiter: Martin Gloris) unterstützt die Nutzer am DESY im Wesentlichen mit der Benutzerberatung und -verwaltung im Rahmen des *User Consulting Office* (UCO) sowie mit der zentralen Softwarebereitstellung auf DESYs strategischen Plattformen Unix und Windows. Darüber hinaus werden Teile des zentralen E-Mail-verarbeitenden

Systems mitbetrieben, das HASYLAB-Workflow-System DOOR und das Konferenzmanagement-Werkzeug InDiCo bereitgestellt sowie gemeinsam mit der Gruppe VDV an Lösungen im SAP-Bereich gearbeitet.

Das UCO als zentraler Anlaufpunkt für Nutzer zentraler IT-Dienste ist die Schnittstelle zu IT. Die Herausforderung lag und liegt weiterhin darin, die Benutzer in dem beim DESY vorhandenen, ausgesprochen komplexen und heterogenen IT-Umfeld kompetent zu unterstützen. Dabei erfordern die sich im IT-Umfeld generell schnell ändernden Gegebenheiten, die große Vielfalt zentral bereitgestellter IT-Dienste und -Anwendungen und die Aufnahme des Betriebs neuer Projekte wie beispielsweise Scientific Linux DESY 4 (SLD4) oder den neuen Mailinglisten-Server Sympa insbesondere im UCO die ständige Bereitschaft zur Auseinandersetzung damit sowie zur Weiterbildung auf diesen verschiedenen Gebieten. Eine Herausforderung ist ebenfalls das notwendige hohe Maß an Kommunikationsfähigkeit im Umgang mit Forschern, „Power-Usern“, Gruppenadministratoren, ganz „normalen“ Benutzern, aber auch den IT-Experten selbst.

Im Bereich der Softwarebereitstellung wurde in 2006 in Zusammenarbeit mit der Zeuthener DV-Gruppe das Softwareangebot unter SLD4 komplettiert, so dass SLD4 zumindest von der Softwareseite her auch in Hamburg produktiv genutzt werden könnte. Auf der Windows-Seite war es aufgrund des stabilen Zustandes – Windows XP ist das DESY-Standard-Windows – möglich, sich auf die Bereitstellung neuer Software beziehungsweise von Updates zu konzentrieren.

Nach den guten Erfahrungen aus dem Pilotbetrieb wurde das InDiCo-System (*Integrated Digital Conferencing*) im zweiten Quartal 2006 für die DESY-weite Nutzung freigegeben. Das am CERN entwickelte Werkzeug zur Unterstützung der Durchführung von Konferenzen und Workshops wird gut angenommen. Auf der DESY-InDiCo-Hompage (<http://indico.desy.de>) sind derzeit bereits rund 170 Workshops und Konferenzen verzeichnet. Im InDiCo-Umfeld stehen weiterhin Arbeiten an, um Informationen aus InDiCo mit anderen bei DESY genutzten Systemen austauschen zu können.

Ebenfalls in 2006 in den regulären Betrieb gegangen ist DOOR (<http://door.desy.de>). Das *DESY Online Office for Research with Photons* wird als Workflow-System am HASYLAB eingesetzt. DOOR führt alle Prozesse von den Experimentanträgen der HASYLAB-Nutzer, dem nachfolgenden Review derselben, der Messzeitbeantragung und -zuteilung und der abschließenden Experimental Reports unter einer einheitlichen webbasierten Oberfläche zusammen und führt insbesondere auch bei den dahinter liegenden HASYLAB-internen Prozessen zu deutlichen Arbeitserleichterungen. Gegenwärtig laufen bereits rund 280 Proposals über DOOR und etwa 1 900 Nutzer sind in DOOR registriert, die im Jahr 2006 180 000 Klicks in DOOR durchgeführt haben. Basis von DOOR ist das *Digital User Office* (DUO) vom Paul-Scherrer-Institut (CH), mit dem in enger Kooperation weiterer Austausch vereinbart wurde.

Im Pilotbetrieb befindet sich bereits das *Microsoft Project Enterprise System* (MSPE), das für das Projektmanagement im Rahmen des XFEL-Baus benötigt wird.

Fachgruppe FEPOS

Die Schwerpunkte der Fachgruppe FEPOS (Elektronik-Pool und Service) (Leiter: Bernd Lange) liegen in der Reparatur elektronischer Geräte, dem Verleih elektronischer Geräte wie z. B. Beamer oder Notebooks über den Geräte-Pool sowie die Betreuung des Hörsaals und der gesamten Seminarräume.

Im Jahr 2006 wurden 596 elektronische Geräte repariert, wobei der Anteil der EDV-Komponenten, überwiegend Monitore und PCs, bei 67% liegt.

Die Seminarräume und der Hörsaal werden regelmäßig auf Einsatzbereitschaft der vorhandenen Ausstattung überprüft. Zwei Seminarräume wurden in 2006 zusätzlich mit Web-Cast und VRVS-Videokonferenz ausgerüstet. Alle größeren Veranstaltungen im Hörsaal sowie eine Vielzahl kleinerer Veranstaltungen wie z. B. die Kollaborationsmeetings werden technisch begleitet.

Ebenso leistet die Fachgruppe das Authoring und die Vervielfältigung von CDs und DVDs für Veranstaltungen.

gen wie Workshops und Konferenzen in großer Stückzahl.

FEPOS unterstützt die einzelnen Abteilungen der Verwaltung in der systemtechnischen Betreuung der Arbeitsplatzrechner. Ebenfalls wird der Betriebsfunk von FEPOS systemtechnisch betreut. In 2006 wurde die analoge Betriebsfunkanlage durch die Regulierungsbehörde geprüft und genehmigt. Die Planungsarbeiten für den Übergang auf digitale Technik (TETRA) sind angelaufen und werden voraussichtlich in 2007 abgeschlossen werden.

In der Fachgruppe werden neben IT-Auszubildenden auch Auszubildende im Elektronikbereich und eine Vielzahl von Praktikanten aus Schulen und Universitäten betreut.

Fachgruppe Kommunikationsnetzwerke

Der Fachgruppe Kommunikationsnetzwerke (Leiter: K. Ohrenberg) ist für die Daten- und Telefonnetze verantwortlich.

Datennetze

Wie auch in den vergangenen Berichtsjahren wurde das lokale Datennetz mit einer Bandbreite von bis zu 100 Mb/s zu den einzelnen Bürorechnern weiter ausgebaut. Dabei wurden neben Erweiterungen der bestehenden Infrastruktur sowie einer Modernisierung der aktiven Netzwerkkomponenten in den Gebäuden 24, 35 und 25c auch die Gebäude 70 und 22a erstmalig mit einem modernen Datennetzwerk ausgestattet und an den Gigabit-Ethernet-Backbone des zentralen Datennetzwerks angeschlossen. Im Zuge dieser Ausbauten wurde die Anzahl der im Datennetz zur Verfügung stehenden Anschlüsse mit einer Bandbreite von 10/100 Mb/s von 11 384 auf 13 640 (+20%) und die Zahl der Gigabit-Anschlüsse von 2 605 auf 3 805 (+46%) erhöht. Neben dem Ausbau der Infrastruktur wurden im Bereich des Büronetzwerks zwei neue Technologien eingeführt

bzw. weiter ausgebaut. Zum einen wurden nahezu alle Netzwerkanschlüsse so eingestellt, dass es möglich ist, ein IP-Telefon zwischen der Datendose und dem PC zu betreiben. Somit können die für den Betrieb eines IP-Telefons sonst nötigen Installationskosten für zusätzliche Netzwerkinfrastruktur vermieden werden. Bei der zweiten Technologie handelt es sich um die Power-over-Ethernet Technik, mit welcher es möglich ist, Geräte, deren Strombedarf unterhalb von 15 Watt liegt und die die entsprechende Technik unterstützen, auch über das Datenkabel mit Strom zu versorgen. Diese Technik steht inzwischen bei ca. 55% aller Datenanschlüsse zur Verfügung. Beide Technologien bereiten den weiteren Ausbau der IP-Telefonie am DESY vor.

Der größte Teil des Zuwachses im Bereich der Gigabit-Anschlüsse erfolgte auch in diesem Jahr im Rechenzentrum, um den dort befindlichen Systemen die benötigten Bandbreiten für datenintensive Anwendungen bereitzustellen. Um die in diesem Bereich anfallenden Datenmengen mit ausreichender Geschwindigkeit transferieren zu können, ist der Rechenzentrumsbackbone von 40 auf jetzt 64 10-Gb/s-Verbindungen (+60%) erweitert worden. Der zentrale Backbone transferierte gegen Ende des Berichtsjahres Datenmengen von bis zu 80 TB/Woche, im Rechenzentrum werden über die Gigabit-Ethernet-Infrastruktur etwa 120 TB/Woche und über die 10-Gigabit-Infrastruktur bereits 500 TB/Woche bewegt.

Um die Stabilität des Netzwerks weiter zu erhöhen, wurde das Büronetzwerk über ein Routingprotokoll vom Rechenzentrumsnetzwerk abgetrennt. Mit dieser Maßnahme wird verhindert, dass z. B. Probleme auf den untersten Netzwerkebenen (z. B. Spanning-Tree) des Büronetzwerks die Stabilität des Rechenzentrumsnetzwerks beeinflussen können.

Das zentrale Netzwerk besteht somit inzwischen aus sechs weitestgehend unabhängigen Teilnetzen mit den Bereichen des Rechenzentrum, des Tier-2 Rechenzentrums, der Büros, der Maschinenkontrolle, der Kryokontrollen sowie des FLASH-Beschleunigers.

Der allgemeine Trend zu virtualisierten Rechenzentrumsdiensten findet sich inzwischen auch in den Netzwerkkomponenten wieder und wird am DESY bereits

produktiv eingesetzt. So ist es inzwischen möglich, auf einem physikalischen Router mehrere Routingtabellen zu verwalten und somit ein virtuelles Route Forwarding zu realisieren. Dieses findet seine Anwendung z. B. im Bereich der Grid-Infrastruktur, wo es nötig ist, ein hoch performantes Routing parallel zu den üblichen Netzwerkpfaden zu realisieren. Weitere Virtualisierung findet aktuell auf den in diesem Jahr in Betrieb gegangenen Firewall-Modulen statt. Hierbei wurden auf einer Hardwareplattform mehrere unabhängige Firewallinstanzen betrieben, diese dienen der Abschottung spezieller Netzwerkbereiche (IP-Telefonie, SAP, V2, etc.) gegenüber dem öffentlichen Datennetzwerk.

Im Bereich der Weitverkehrsdatennetze sind die Leitungen für die Internetanbindung des DESY von einem Router unseres Providers (DFN-Verein) an der Universität Hamburg auf Anschlüsse an den auf unserem Gelände befindlichen Router des DFN-Vereins umgelegt worden. Damit konnte die Ausfallsicherheit etwas erhöht werden, da jetzt keine Abhängigkeit mehr von der Verfügbarkeit einer Glasfaser durch Hamburg vorhanden ist. Die zum Jahresanfang geschaltete 1 Gb/s-Verbindung wurde anlässlich der am DESY stattgefundenen Eröffnungsfeier des neuen X-WiN-Netzes des DFN-Vereins für Performancetests auf eine 10 Gb/s-Verbindung aufgerüstet. Um auf den im Grid-Umfeld zu erwartenden weiteren Zuwachs des Internetverkehrs vorbereitet zu sein, wurde gegen Ende des Jahres die zentrale Firewall durch ein leistungsfähigeres Gerät ersetzt. Damit konnte der maximal durch die Firewall transferierbare Datenstrom von 1 Gb/s auf jetzt 5 Gb/s gesteigert werden.

Die WLAN-Infrastruktur gewinnt weiterhin an Bedeutung und wird kontinuierlich ausgebaut. Allerdings stieß die bisher am DESY im Einsatz befindliche WLAN-Installation bezüglich des Wartungs- und Verwaltungsaufwandes an die Grenzen seiner Skalierbarkeit und war einem weiteren Anstieg des WLAN-Ausbaus nicht mehr gewachsen. Die Lösung beruhte auf dem klassischen Ansatz eines verteilten Managements jeder einzelnen Funkzelle. Neuere Konzepte beruhen auf einem zentralen, übergeordneten Management aller Funkzellen. Nur mit einer derartigen Technik lassen sich z. B. höhere Packungsdichten der Funkzel-

len und somit eine bessere Flächenabdeckung erzielen, denn die Funkzellen wählen sich automatisch die jeweils nicht interferierenden Funkkanäle. Auch die WLAN-Verfügbarkeit kann bei einem derartigen Ansatz erhöht werden, denn der Ausfall einer Funkzelle kann durch eine automatische Leistungsanpassung benachbarter Funkzellen kompensiert werden. Die Umstellung auf diese zukunftsweisende Technologie hat gegen Ende des Berichtsjahres stattgefunden, es sind in diesem Zuge bereits ca. 50% der installierten Funkzellen modernisiert worden. Diese Modernisierung war lediglich durch Aufspielen einer neueren Software auf die Funkzellen durchzuführen. Für die noch verbliebenen Zellen ist ein Austausch der Hardware nötig. Dieser wird zu Beginn des Jahres 2007 durchgeführt werden.

Telefonie

Im Bereich der Telefonie wurde die Installation von IP-Telefonen weiter fortgeführt. Ende 2006 waren rund 360 IP-Telefone registriert. Diese Technologie ist als Nachfolgetechnik der existierenden Telefonanlage zu sehen und im Laufe der Zeit werden zunehmend alte Telefone in der TK-Anlage abgeschaltet und durch neue IP-Telefone mit einem erhöhten Funktionsumfang ersetzt werden. Ziel dabei ist es, den älteren Teil der existierenden TK-Anlage vollständig abzuschalten und nur noch den modernen Anlagenteil weiter zu betreiben. Diesem Zweck diente auch eine im Februar durchgeführte Hardwareerweiterung der neueren Telefonanlage. Diese wurde um ca. 800 Anschlüsse erweitert. Diese Anschlüsse wurden dann mit nicht für eine IP-Umstellung vorgesehenen Apparaten (z. B. Beschleunigertunnel) aus der alten TK-Anlage beschaltet, sodass dieser Anlagenteil weiter reduziert werden konnte.

Im März wurde seitens unseres Mobilfunkanbieters eine Aufrüstung der auf dem Gelände befindlichen Sendeanlage durchgeführt. Damit wurde diese Anlage UMTS-fähig, womit diese Technologie für den überirdischen Empfang auf dem DESY-Gelände zur Verfügung steht.

Fachgruppe Physics Computing

Die Fachgruppe Physics Computing (Leiter: Volker Gülzow) hat der hohen Bedeutung entsprechend und in enger Abstimmung mit den wissenschaftlichen Forschungsgruppen am DESY in den drei Schwerpunkten wissenschaftlicher Softwareentwicklung, Grid-Computing und Datamanagement gearbeitet.

Wissenschaftliche Software

Die Fachgruppe Physics Computing entwickelt wissenschaftliche Software zur Optimierung des Detektors am geplanten International Linear Collider (ILC). Dies geschieht in enger Zusammenarbeit mit der DESY-Gruppe FLC. Das wesentliche Ziel dieser Arbeiten ist der Aufbau eines kompletten Software-Frameworks für die Monte Carlo Simulation, Rekonstruktion und Analyse von ILC Detektor Daten. Basierend auf Softwarepaketen, die bereits in den vergangenen Jahren entwickelt wurden (LCIO, Marlin, Gear), stand 2006 zum ersten Mal ein vollständiges Framework zur Verfügung, welches international von vielen Physikerarbeitsgruppen eingesetzt wird.

Damit ist es erreichbar, basierend auf detaillierten Geant4-Simulationen und komplexen Rekonstruktions-Algorithmen möglichst realistische Physikanalysen durchzuführen. Anhand dieser lassen sich verschiedene Detektorgeometrien im Hinblick auf die Auflösung der jeweils zu messenden Größen vergleichen. Damit steht ein wichtiges Werkzeug zur Verfügung, um den geplanten Detektor im Spannungsfeld von technischer Machbarkeit, gewünschter Auflösung und Kosten zu optimieren.

Im Jahr 2006 lag der Schwerpunkt der Arbeiten auf der Verbesserung und Erweiterung der einzelnen Programmpakete sowie der Entwicklung der oben genannten Rekonstruktions-Algorithmen. Im Rahmen des EU-Projektes EUNET wurde das Framework angepasst um, neben der Simulation des eigentlichen ILC-Detektors, auch für die zurzeit stattfindenden und geplanten Prototyp-Experimente verwendbar zu sein.

In diesem Rahmen wurde z. B. eine grafische Oberfläche entwickelt die es ermöglicht, relativ leicht eine Framework-Anwendung für die Verarbeitung verschiedener Eingabedaten zu konfigurieren. Bei der Entwicklung der Software wird großer Wert auf internationale Zusammenarbeit gelegt. So wird das zugrundeliegende Datenmodell LCIO auch in den beiden anderen, großen ILC-Frameworks in Amerika und Asien eingesetzt. Damit lassen sich Ergebnisse vergleichen und überprüfen und Daten austauschen.

Grid-Computing

Das Grid-Computing hat sich im Laufe des Jahres zu einer vollständigen Produktionsumgebung mit allen erforderlichen Infrastrukturen und Services wie Resource Brokern, Computing Elementen und Storage Elementen etc. entwickelt, die insbesondere sowohl von den Experimenten an HERA als auch beim LHC genutzt wird. DESY stellt Computing-Ressourcen für insgesamt 19 Virtuelle Organisationen (VO) zur Verfügung, von denen ein Großteil sogar bei DESY gehostet wird.

Das DESY Produktions-Grid besteht zurzeit aus etwa 30 Servern für die verschiedenen Grid-Services und stellt über 500 CPUs für die eigentliche Rechenarbeit zur Verfügung. Das entspricht einer Rechenleistung von etwa 900 kSpecINT2000. Für die Datenspeicherung im Grid stehen 250 TB Plattenplatz zur Verfügung.

Zusätzlich wird ein Testbed mit einem Dutzend Maschinen betrieben, um Installationsmechanismen zu testen und Softwareentwicklungen zu ermöglichen. Die Grid-Installation wird in enger Anlehnung an die Grid-Entwicklungen im LHC und EGEE durchgeführt und basiert auf der gLite Middleware. Gleichzeitig erfolgt der weitere Ausbau in enger Abstimmung mit den beteiligten Forschungsgruppen am DESY und im Falle der Tier-2 Zentren mit der ATLAS und CMS Community.

Die Grid-Aktivitäten sind in das EU-Projekt Enabling Grids for E-Science-2 (EGEE-2) und durch Beteiligung an zwei Projekten in die vom BMBF-geförderte deutsche D-Grid Initiative eingebettet.

Large Data Management and Storage Manager (Roboter)

DESY betrieb in 2006 vier robotergestützte Datensilos mit zwanzig 9940B-Laufwerken (200 GB) und zwölf 9840-Laufwerken (20 GB). Die beträchtlichen Betriebskosten führten dazu, dass der Speicherkomplex im Rahmen eines EU-weiten Ausschreibungsverfahrens gemeinsam für Hamburg und Zeuthen neu konzipiert und umgestellt wurde. Dabei wurde insbesondere auch der Verbund der beiden Standorte als gegenseitige Sicherungsinstanz erheblich gestärkt. Es wurde bei der Technologieentscheidung auf die kostenintensive aber höchstperformante Technologie zugunsten der erheblich günstigeren Linear Tape Open (LTO3/4) verzichtet. Insgesamt konnten die Betriebskosten erheblich gesenkt werden, sodass eine Amortisation der getätigten Investitionen in wenigen Jahren erfolgt und gleichzeitig die Technik zur Verfügung steht, kostengünstig den kommenden Anforderungen der großen Projekte PETRA III, XFEL und LHC zu begegnen.

dCache-Projekt

Wie schon in den Vorjahren berichtet, stellt DESY zusammen mit der IT-Abteilung des US Labors Fermilab eine zentrale Komponente der LHC Middleware für die Speicherung und den Transport extrem großer Datenmengen, wie sie in den LHC-Experimenten anfallen, zur Verfügung. Es handelt sich dabei um dCache, ein so genanntes Grid Storage Element. Diese auf der Basis der HERA-Experimente entwickelte Technologie speichert Massendaten im PetaByte (PB) Bereich auf stark verteilten, heterogenen Plattenspeichergeräten. Weiter sorgt die dCache Software für gleichmäßige Verteilung der Datensätze auf diesen Speichersystemen und deren optimale Nutzung. Wenn vorhanden, macht dCache von angeschlossenen Bandspeichersystemen Gebrauch, um einen Teil der Daten dort zu sichern oder von dort wieder zurück zu holen, sollten sie ggf. auf Platte nicht mehr verfügbar sein. Eine vollständige Beschreibung von dCache und seinen Möglichkeiten sind unter www.dCache.org einzusehen. Mittlerwei-

le hat sich der Hauptbenutzerkreis von dCache von den DESY respektive Fermilab eigenen Experimenten, ZEUS, H1, HERA-B, HERMES, D0 und CDF hauptsächlich auf die im Aufbau befindlichen Large Hadron Collider Experimente am CERN verschoben. dCache ist dabei in sieben der elf LHC Tier-1 Zentren in Europa, Kanada und den USA in Betrieb, sowie in über 50 Tier-2 und Tier-3 Zentren weltweit. Die größten Installationen erreichen dabei zurzeit die PetaByte-Grenze. Die Schreib- und Lesedatenraten liegen bei einigen hundert TB pro Tag. dCache unterstützt alle relevanten Grid Transfer- und Kontrollprotokolle, wie gridFtp für Wide-Area Datentransfer, dCap für lokalen Datenzugriff und das Storage Resource Manager Protokoll zum Verwalten der Datenmengen. Zusätzlich zur bereits erwähnten Bedeutung von dCache im LHC Computing Grid, ist dCache inzwischen auch das Storage Element der Wahl im D-Grid, dem Deutschen e-science Projekt, dem Open Science Grid in den USA und im NDGF der Nordic Data Grid Facility. Es ist zu erwarten, dass dCache beim Start vom LHC den größten Anteil der LHC Daten außerhalb des CERN verwalten wird.

IT-Ausbildung

Im Jahr 2006 haben vier Auszubildende ihre Ausbildung, unter der Leitung von Michael Behrens, erfolgreich abgeschlossen, denen eine befristete Anstellung bei DESY angeboten werden konnte. Seit Beginn der IT-Ausbildung bei DESY ist die Nachfrage nach den Absolventen so groß, dass fast alle Auszubildenden unmittelbar nach Abschluss ihrer Ausbildung eine längerfristige Beschäftigung bei DESY erhalten haben.

Der in 2004 erfolgte Umstieg von den Ausbildungsberufen IT-Systemelektroniker und IT-Kaufleute zum Ausbildungsberuf des Fachinformatikers mit Fachrichtung Systemintegration ist jetzt abgeschlossen. Seit dem Jahre 2005 bietet die IT-Gruppe jetzt ausschließlich diesen Ausbildungsberuf mit jeweils drei Auszubildenden pro Jahrgang an (siehe Abbildung 174).

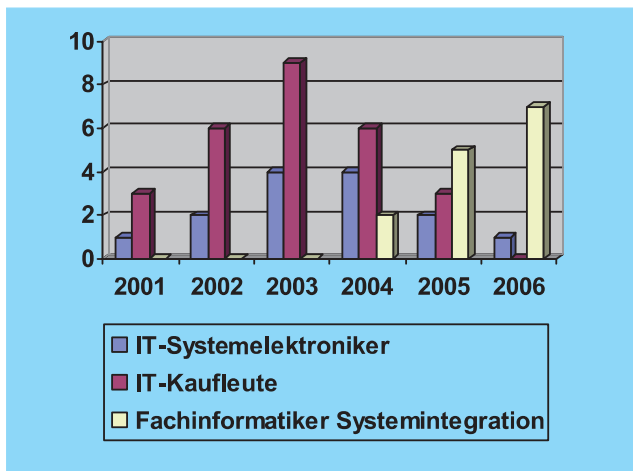


Abbildung 174: IT-Auszubildende aufgeteilt nach Ausbildungsberufen seit Ausbildungsbeginn durch die IT-Gruppe. Stand: September 2006

IT-Schulung

Neben der Benutzerunterstützung durch das UCO wurde auch in 2006 ein umfangreiches Schulungs- und Fortbildungsprogramm mit internen und externen Referenten bei DESY abgehalten. Auch in diesem Jahr bildete wieder die Ausbildung in Microsoft Arbeitsplatzwerkzeugen wie z. B. Word, Excel, Access, PowerPoint sowie Acrobat und HTML den Schwerpunkt. Insgesamt wurden 26 Kurse mit insgesamt 90 Teilnehmern durchgeführt. Weiterhin wurden, teils unter externer Beteiligung, insgesamt acht Kurse und Tutorials mit 77 Teilnehmern bei DESY zu den Themen Java, Labview, Unix, OOA und Python durchgeführt. Außerdem wurden acht Mitarbeiter in die Handhabung der neuen Registry eingewiesen.



Informationsmanagement, Prozesse und Projekte

Gruppenleiter: L. Hagge

Die Gruppe Informationsmanagement, Prozesse und Projekte (IPP) ist eine zentrale Servicegruppe am DESY. Ziel der Gruppe ist es, zur erfolgreichen und effizienten Durchführung von Projekten am DESY beizutragen durch

- **methodische Unterstützung beim Informationsmanagement und bei der Gestaltung von Arbeitsprozessen inklusive der Bereitstellung der dafür notwendigen Werkzeuge,**
- **aktive Mitarbeit in Projekten bei Aufgaben des Informationsmanagements,**
- **Betrieb, Weiterentwicklung und Neueinführung von Methoden und Werkzeugen des Informationsmanagements in enger Abstimmung mit gegenwärtigen und zukünftigen Anwendern.**

Im Berichtsjahr hat sich die Gruppe bei PETRA III, beim XFEL und bei den Vorbereitungen für den International Linear Collider ILC engagiert.

Unterstützung der Prozesskoordination im PETRA-III-Projekt

Auf Basis der vorhandenen *Asset Management* (AMS) und *Engineering Data Management Systemed* (EDMS) wurde ein Informationssystem mit einer Web-Auskunftskomponente zur Unterstützung der Koordination der bevorstehenden Umbauphase des PETRA-Beschleunigers geschaffen. Das System wird P3PO genannt und ermöglicht die Bestandsverwaltung und

verfolgung von Beschleunigerkomponenten, deren Dokumentation und die Erstellung und Koordination von Arbeitslisten. Letztere listen für jede Beschleunigerkomponente die zu leistenden Arbeiten auf und verfolgen deren Erledigung. Das System bietet einen zentralen Web-basierten Informationszugang für alle am Projekt beteiligten Gruppen.

Unterstützung der Produktion supraleitender Cavities für FLASH und XFEL

Ziel der Unterstützung der Präparation und Produktion supraleitender Cavities ist die Vorbereitung der Prozessindustrialisierung im Hinblick auf die Serienproduktion für den XFEL.

Als Basis für Qualitätssicherungsaktivitäten werden die Prozessdaten eines jeden Fertigungsschritts aus der Cavity-Produktion in DESYs EDMS erfasst. Das bislang überwiegend manuelle Einpflegen dieser Daten in das EDMS muss im Hinblick auf die Serienfertigung für den XFEL automatisiert werden. Hierbei gilt es gleichermaßen, das EDMS an die speziellen Anforderungen einzelner Prozessschritte anzupassen sowie Schnittstellen bereitzustellen, über die externe Fertiger aus ihren laufenden Fertigungsprozessen heraus Daten automatisiert in das DESY EDMS übertragen können.

Im Berichtsjahr wurden für beide Anliegen wichtige Meilensteine erreicht: Für den Scan- und Prägearbeitsplatz, an dem Niob-Bleche vor der Freigabe zur Verwendung in der Fertigung geprüft werden, wurde eine

spezifische Schnittstelle zur Auslese von Ergebnisdaten aus der Scan- und Prägemaschine entwickelt. Zudem wurde begonnen, eine Schnittstelle zwischen dem DESY EDMS und dem ERP-System eines externen Fertigers zu entwickeln, über die der Fertiger automatisch die von DESY geforderten Produktionsdaten im EDMS ablegen kann. DESY kann dadurch einfacher und zeitnäher Qualitätsprüfungen im laufenden Fertigungsprozess vornehmen.

Unterstützung der Bauausführungsplanung des XFEL

Für die Bauausführungsplanung der XFEL-Gebäude wurde das vorhandene DESY Raumbuch für den XFEL erweitert. Das Raumbuch verbindet ein Bau-CAD-System mit einer Gebäudedatenbank, die alle in den Gebäuden vorhandenen Räume, deren Zuordnung zu Nutzergruppen und deren Nutzungszweck registriert. Das Raumbuch wurde mit dem vorhandenen Anforderungsmanagementsystem (RMS) verbunden, in dem alle von den künftigen Nutzergruppen gemeldeten Raumbedarfe erfasst sind. Auf diese Art kann einfach die Berücksichtigung der Raumbedarfe in den Gebäuden verfolgt und gewährleistet werden. Zudem ist die Lösung ein wichtiges Hilfsmittel für Prüfungen der Planungsunterlagen im Rahmen von Genehmigungsverfahren.

Unterstützung der Vorbereitungen zum Bau des International Linear Colliders ILC

Für die Vorbereitungen zum Bau des International Linear Collider (ILC), den sogenannten *Global Design Effort* (GDE), wurde von der ILC Kollaboration ein Komitee für die Auswahl und einer Dokumenten- und Engineering Data Management Lösung eingesetzt. Nach einem Vergleich mehrerer Kandidatensysteme wurde Anfang des Jahres eine Lösung vorgeschlagen,

in der das DESY EDMS eine zentrale Komponente ist. Wesentlicher Entscheidungsgrund für die Nutzung des DESY EDMS war die im Vorjahr erfolgreich demonstrierte globale 3D CAD Kollaboration, in der für die gemeinsame Entwicklung eines Beschleunigermoduls für den FLASH die am Fermilab und DESY vorhandenen 3D-CAD-Installationen durch das EDMS interaktiv verbunden wurden.

Im Verlauf des Jahres wurde begonnen, das EDMS für die Nutzung beim ILC vorzubereiten. Die hierbei gestellten Anforderungen adressieren vor allem die Internationalisierung des Systems. Sie treten gleichermaßen auch in der Bauphase des XFEL auf und erlauben dadurch Synergien zwischen beiden Projekten.

Ausbau der internationalen 3D CAD Kollaboration

Nach der Auswahl des DESY EDMS für den ILC wurde die internationale 3D CAD-Kollaboration auf die Konstruktion des ILC Beschleunigermoduls (sogenannte Type IV Cryomodule) ausgedehnt. In diesem Zuge wurden weitere Labore in die Zusammenarbeit eingebunden, so dass neben Fermilab nun auch Anwender vom INFN in Pisa und in Mailand sowie vom KEK in Tokio geschult und mit ihren Arbeitsplätzen ans EDMS angebunden sind.

Betriebsaufgaben und weitere Aktivitäten

Die Schwerpunkte der Betriebsaufgaben lagen im Berichtsjahr wieder in der Anwenderunterstützung, der Durchführung von Schulungen und der Pflege und Aktualisierung der betriebenen CAD- und Informationssysteme. Mehrere hundert Anwendern aus verschiedenen Bereichen wurden in den unterschiedlichen Systemen geschult, und alle betriebenen Plattformen wurden auf aktuelle Versionsstände gebracht.

Bauwesen

Gruppenleiter: L. Hänisch

Bauangelegenheiten –ZBAU–

Neben den laufenden Unterhaltungs- und Instandhaltungsarbeiten für die vorhandenen ca. 50 Institutsgebäude wurden durch ZBAU folgende Baumaßnahmen geplant und realisiert:

Geb. 01 Umbau Trakt 1a, EG: Nach Auszug der Kopierstelle Umwandlung der Fläche zur Büronutzung für ZEUS.

Im UG, Demontage nicht mehr genutzter Lüftungsanlagen, Umbau der Räume zur Aufnahme einer Trafostation und diverser Elektro-Verteilungen.

Geb. 02 Erneuerung und Umgestaltung aller WC-Anlagen im Geb. 2a.

Wärmedämmung der Fassaden des UG Geb. 2b und Renovierung diverser Büroräume.

Geb. 03 Umwandlung weiterer Laborräume zur Büronutzung. Ausbau nicht mehr genutzter Kühlräume.



Abbildung 175: Speisesaal der Kantine nach dem Umbau.



Abbildung 176: Anbau Gebäude 18, Erweiterung der Schweißhalle (rechts).

- Geb. 06** Fertigstellung der Umbauten und Renovierungen des Bürogebäudes.
- Geb. 09** Kantinenküche: Austausch der Großspülmaschine und des Geschirrttransportbandes. Grundüberholung der Küchenabluftdecke. Umbauten und Renovierungen in der Küche und der Speisenausgabe, Renovierung des großen Gäste Speisesaales (Abbildung 175). Erneuerung der gesamten Be- und Entlüftungsanlagen der Großküche und des Speisesaales. Erneuerung der Elektro-Installationen.
- Geb. 11 & 35** Sanierung und Renovierung diverser Büroräume und Sanitäranlagen.
- Geb. 14** Erweiterung um eine Gebäudeachse für den Aufbau einer Sputteranlage.
- Geb. 18** Anbau einer ca. 420 m² großen Schweißhalle mit Krananlage für ZM5 und MVA (Abbildung 176). Planung, Ausschreibungen, Rohbauarbeiten mit Fundamenten und Stahlbau. Geplante Fertigstellung Mitte 2007.
- Geb. 28g** Planung und Vergabevorbereitung eines Messgebäudes am FLASH-Tunnel.
- Geb. 36** Experimentierhalle III, hier Dach- und Fassadensanierung des 1. und 2. Bauabschnittes aus den Jahren 1970 und 1988, etwa 2/3 der Halle.
- Geb. 43 & 45** Vorbereitende Arbeiten für PETRA III, Sanierung der Fassaden und Dächer der Experimentierhallen.
- Geb. 48** Dachsanierung und Erneuerung der Hallentoranlage.
- Geb. 49** Planung, Ausschreibung einer Gebäudeaufstockung.
- Geb. 71** MOCK-UP Tunnel: Planung, Vorbereitung der Vergabe sowie Baubeginn.
- Geb. 80** Erschließung des ehemaligen Reemtsma-Geländes mit Fernwärme, Elektro-Versorgungsleitungen. Vorbereitung zum Einbau eines 20 t Kranes in Halle 80d, Erstellung der Fundamente.

Sicherheit

Leitung: A. Nienhaus (D5), H.-J. May (ZTS), J.T. Bandelow (BA)

Sicherheit und Umweltschutz –D5–

DESY-Leitlinien zu Arbeitssicherheit und Umweltschutz

Arbeitssicherheit, Unfallverhütung, Gesundheits- und Umweltschutz sind fester Bestandteil von DESYs Unternehmenszielen. DESY strebt den höchstmöglichen Gesundheits-, Sicherheits- und Umweltschutzstandard beim Betrieb seiner Anlagen, bei der Sicherheit aller bei DESY Tätigen sowie aller Anlieger seiner Forschungsstätten an.

Verletzungen, Berufskrankheiten und Zwischenfälle, die zu Sicherheits- oder Umweltproblemen führen können, sind grundsätzlich vermeidbar. DESY verfolgt daher das erklärte Ziel, Unfälle und berufsbedingte Erkrankungen auf ein Minimum zu reduzieren und möglichst ganz zu vermeiden. Dies trägt unter anderem auch dazu bei, einen störungs- und unterbrechungsfreien Betrieb der Anlagen zu gewährleisten und ist damit ein Beitrag zur Qualitätssicherung im Forschungsbetrieb.

Die Stabsstelle Sicherheit und Umweltschutz (D5) berät in allen Fragen der Unfallverhütung sowie des Gesundheits- und Umweltschutzes. Der Schwerpunkt liegt auf der Umsetzung der Stabsaufgaben gemäß Arbeitssicherheitsgesetz und Umweltgesetzgebung. Ein wesentliches Ziel ist dabei die Entwicklung von Instrumenten zur wirkungsvollen und effizienten Integration von Umwelt- und Arbeitsschutzaspekten in das Tagesgeschäft aller DESY-Beschäftigten. Die Beratung des Direktoriums bei der Sicherstellung effektiver

Kommunikations- und Verantwortlichkeitsstrukturen für Arbeitssicherheit und Umweltschutz stellt einen weiteren Schwerpunkt der Tätigkeit der Stabsstelle dar.

Umsetzung gesetzlicher Anforderungen

Ein Arbeitsschwerpunkt im Berichtsjahr war die Fortführung der Umsetzung der Betriebsicherheitsverordnung. Diese umfasste insbesondere die sicherheitstechnische Bewertung für Druckgeräte, die Erstellung einer Gefährdungsbeurteilung zum Explosionsschutz und die Erarbeitung von Explosionsschutzdokumenten gemeinsam mit den betroffenen DESY-Gruppen. Auch die Erfassung und Bewertung von Arbeitsmitteln zur Ermittlung erforderlicher sicherheitstechnischer Prüfungen wurde fortgeführt.

Darüber hinaus wurden im Jahr 2006 drei Kapitel der DESY-Sicherheitsvorschriften überarbeitet (Sicherheit beim Umgang mit elektrischen Anlagen, Gefahrstoffe und Abfallmanagement), um geänderte gesetzliche Anforderungen und praktische Handlungshilfen aufzunehmen.

Kontinuierliche Aktivitäten

Das Begehungsprogramm wurde im Jahr 2006 kontinuierlich fortgesetzt. Ziel dieses Programms ist es, alle Betriebsteile DESYs in regelmäßigen Abständen zu begehen, um zu einer sicheren Arbeitsumgebung in allen Bereichen beizutragen. Darüber hinaus wurden die Prüfaufgaben für Druckbehälter, Sicherheitsschranke, Krane und Aufzüge durch D5 – zum Teil in Zusammen-

menarbeit mit anderen Gruppen – wahrgenommen bzw. organisiert.

Unfallgeschehen

Im Berichtsjahr kam es bei DESY in Hamburg und Zeuthen wie im Vorjahr zu insgesamt 25 meldepflichtigen Unfällen. Dabei sank die Zahl der Wegeunfälle außerhalb des Betriebsgeländes gegenüber dem Vorjahr ab. Das Absinken der Wegeunfälle mit ihren oft schweren Verletzungen trug auch dazu bei, dass 2006 insgesamt weniger schwere oder langwierige Verletzungen als 2005 zu verzeichnen waren.

Bei den Unfällen im Betrieb lagen die Schwerpunkte im Berichtsjahr bei Prellungen und Schnittverletzungen im Zusammenhang mit Arbeiten mit elektrisch betriebenen Handwerkzeugen und Werkzeugmaschinen sowie Wegeunfällen auf dem Betriebsgelände. Im Jahr kam es zu zwei Vorfällen beim Umgang mit elektrischem Strom. In beiden Fällen wurden die betroffenen Mitarbeiter im Anschluss an den Vorfall ärztlich beobachtet, trugen jedoch keine gesundheitlichen Schäden davon.

Umweltschutz

Im Jahr 2006 wurden die Maßnahmen zur Erfassung und Verfolgung des Ressourcenverbrauchs mit dem Schwerpunkt Wasser weitergeführt und die Umstellung auf Recyclingpapier in einer Testphase vorbereitet. Daneben wurden die Konsequenzen des Elektronik- und Elektrogerätegesetzes (ElektroG) für DESY im Hinblick auf Anforderungen an die Bauteilbearbeitung (*bleifreies Löten*) und die Entsorgung von Elektro- und Elektronikschrott ermittelt und entsprechende Maßnahmen eingeleitet.

Servicezentrum

Technische Sicherheit – ZTS –

Ausgangspunkt für die Arbeiten im Jahr 2006 war die abgeschlossene Diskussion zur Aufgabenstellung von

ZTS. Auf dieser Basis wurden die Arbeitspakete neu bewertet und die Einsatzszenarien überarbeitet. Die Ergebnisse wurden in einer neuen Dienstanweisung festgeschrieben.

Technischer Notdienst -ZTS1-

Die Aufgabenschwerpunkte des technischen Notdienstes haben auch nach Abschluss der Bewertung Bestand:

Notfalleinsätze Alarmverfolgung, Feuer, Personenrettung, Unfälle, Naturkatastrophen

Technische Dienste Behebung technischer Störungen, Unterstützung der Fachgruppen, regelmäßige Anlagenpflege

Wartungs-/Prüfaufgaben Brandmeldeanlagen, Feuerlöscheinrichtungen, Brandschaltungen technischer Anlagen

Prävention Kontrollgänge, Auslegung, Planung und Realisierung von Brandmeldetechnik

Die Ausbildung für Atemschutzeinsätze wurde auf neue Füße gestellt. Um im Ernstfall sicher zu sein, dass die Mitarbeiter den körperlichen Beanspruchungen gerecht werden, wurde der arbeitsmedizinischen Untersuchung nach dem Grundsatz G26.3 und den theoretischen, einsatztaktischen Schulungen mit abschließender Einsatzübung ein Fitnessstraining hinzugefügt. Das Training wird vier Mal jährlich Schicht begleitend durchgeführt. Dadurch ist jeder Mitarbeiter in der Lage, seine persönliche Fitness einzuschätzen und auf eventuelle Veränderungen reagieren zu können. Ziel dieses Trainings ist, dass man sich im Ernstfall auf die Gefahren im Umfeld konzentrieren und dabei auf den eigenen Körper und die Kollegen verlassen kann.

Eine weitere Aufgabe ist in das Tätigkeitsspektrum vom technischen Notdienst aufgenommen worden. Einige Mitarbeiter wurden im Umgang mit dem Zeichenprogramm ADT geschult. Danach wurde begonnen, Flucht- und Rettungspläne für die Gästehäuser zu erstellen (gesetzliche Auflage). Stück für Stück sollen jetzt alle Gebäude bewertet und – wo erforderlich – Flucht- und Rettungspläne erstellt und aufgehängt werden.

Sicherheitstechnik – ZTS2 –

Das neue Gefahrenmanagementsystem WinMag wurde weiter implementiert. Mit verschiedenen Fachgruppen wurde über verbesserte Einbindungsmöglichkeiten von technischen Alarmen gesprochen. Durch den Standard OPC steht jetzt eine Schnittstelle zur Verfügung, die mit vielen technischen Systemen kompatibel ist.

Ein weiterer Schwerpunkt war die Zusammenarbeit mit IPP, in der eine spezielle ADT-Anwendung für die Erstellung von Flucht- und Rettungsplänen und Alarmgrafiken erarbeitet wurde.

Mit den *Alarmgrafiken*, die zum einen die Anforderungen an Feuerwehrpläne und Feuerwehrlaufkarten erfüllen und zum anderen aber für die eigenen Einsätze alle wesentlichen Informationen über Umgebung und Gefahrenquellen enthalten, soll die bisherige Dokumentation abgelöst werden.

Ein weiterer Schritt in Richtung Erhöhung der Sicherheit für Personen und Anlagen ist durch den Austausch einer nicht mehr zugelassenen CO₂-Anlage im Keller des Gebäudes 24 gegen eine Inergenlöschanlage gemacht worden. Mit dieser Anlage wird bei gleicher Qualität in Bezug auf den Objektschutz der Personenschutz deutlich verbessert.

Jahreszahlen

Relevante Tätigkeiten vom Technischen Notdienst werden in einem Jahresüberblick zusammengefasst und statistisch ausgewertet. Dazu gehören neben der Alarmierung externer Einsatzkräfte auch die Anzahl von Feueralarmen, eigene Löscheinsätze bei Feuer sowie allgemeine Unterstützungsleistungen. Die Zahlen für 2006 sind in der Tabelle 14 zusammengefasst.

Betriebsärztlicher Dienst – BA –

Im vergangenen Jahr hat sich die Inanspruchnahme des betriebsärztlichen Dienstes in ähnlicher Frequenz

	Anzahl
Erste Hilfe geleistet	20
Anforderung Rettungswagen oder Notarztwagen	19
Feueralarme (ohne Türfeststellanlagen)	77 = 100%
Technische Fehler in Brandmeldetechnik	42%
Persönliches Fehlverhalten von Mitarbeitern	19%
Fehler nicht feststellbar	36%
Sonstiges	3%
Einsatz bei Feuer	1
Anforderung der Feuerwehr	1
Unterstützungen allgemein	1549

Tabelle 14: *Einsätze des technischen Notdienstes.*

wie im Vorjahr fortgesetzt. Die Aufgaben teilen sich weiterhin in die klassischen Vorsorgeuntersuchungen, Versorgung von Notfällen und Hilfe im Sinne „kleiner Hausarztmedizin“ sowie Beratungen in psychischen Belastungssituationen auf.

Erneut konnten wir dieses Jahr eine große allgemeine Gesundheitsfördermaßnahme planen und mit Erfolg durchführen. Getestet werden sollte die Veranlagung zu einer diabetischen Stoffwechsellage als wesentlicher Risikofaktor für Herz-Kreislaufkrankungen.

Allen DESY-Mitarbeitern wurde in einem persönlichen Anschreiben eine spezielle Screening-Untersuchung angeboten. Die Aktion bestand aus umfangreichen Informationsmaterialien, individuellen Tests und persönlichen Beratungen. Die Ergebnisse und Auswertungen wurden im September auf dem International Technical Safety Forum in Abingdon (England) vorgestellt.

Darüber hinaus wurde erneut als regelmäßige Gesundheitsfördermaßnahme die Impfung gegen Influenza angeboten. Sie hat bei den Beschäftigten wieder großen Anklang gefunden.

Das Thema *Pandemieplanung* war u. a. Inhalt einer Konferenz der Helmholtzgemeinschaft in Köln, bei der der betriebsärztliche Dienst von DESY vertreten war. Ziel der Veranstaltung war die Koordinierung und möglichst einheitliche Vorgehensweise aller Helmholtz-

zentren zu diesem nach wie vor wissenschaftlich kontrovers diskutierten Thema. Im Ergebnis konnten wir uns davon überzeugen, dass DESY nach dem derzeitigen Erkenntnisstand zu dieser Frage von hohem öffentlichen Gesundheitsinteresse sachgerecht aufgestellt ist.

Veröffentlichungen und Vorträge

Inhalt

Vorträge	325
Forschung Hochenergiephysik	329
Standort Zeuthen	361
Forschung mit Photonen	373
Beschleuniger	405
Zentrale Dienste	414



Vorträge

DESY-Kolloquien

Colloquium in Memory of Alexey I. Babaev

J. ENGLER (Karlsruhe)
 J. BRACINIK (MPI Munich)
 C. KIESLING (MPI Munich)
 Physics and Experimentation with Liquid Argon Calorimetry.
 23.2.2006

DESY Lecture Series in Memory of Prof. Dr. W. Jentschke

F. HALZEN (Univ. of Wisconsin-Madison)
 High-Energy Neutrino Astronomy: Towards Kilometer-Scale
 Neutrino Observatories.
 20.4.2006

DESY-Forum

A. MULLER (Columbia Univ./USA)
 B. COX (Manchester Univ./UK)
 A. BRANDT (Univ. of Texas at Arlington/USA)
 Forward physics with proton taggers at 420m at the LHC.
 17.5.2006

DESY-Forum

S. ROTH (RWTH Aachen)
 A. TAPPER (Imperial College, London)
 Electroweak Precision Measurements: What can HERA contribute.
 12./13.9.2006

DESY Heinrich-Hertz Lecture on Physics

L. SUSSKIND (Stanford University)
 The Cosmic Landscape: String Theory and the Illusion of
 Intelligent Design.
 27.9.2006

Festkolloquium zur Verleihung der Ehrendoktorwürde an Prof. Dr. Berthold Stech

M. NEUBERT (Cornell Univ.)
 Theory of B-decays.
 D. MACFARLANE (SLAC)
 New Results from B-decays.
 23.11.2006

DESY-Seminar

VOLKER GÜLZOW (DESY)
 PETER WEGNER (DESY)
 LHC Grid Computing – the DESY Tier2 Center for CMS and
 ATLAS.
 11.1.2006

H. JUNG (DESY)
 HERA can teach the LHC.
 12.1./ 15.3.2006

G. CANTATORE (Universit'a di Trieste)
 Recent results from the PVLAS experiment on the optical
 properties of quantum Vacuum.
 17./18.1.2006

M. WING (University College London)
 C. DIACONU (CPPM Marseille)
 Searches at HERA.
 24./25.1.2006

A. SCHÄLICHE (DESY)
 Polarized positrons for the International Linear Collider.
 1.2.2006

M. HAZUMI (KEK, Japan)
 Recent results from Belle and SuperKEKB upgrade.
 2.2.2006

B. FOSTER (University of Oxford)
 Perspectives on the last decade in particle physics; the case for, and
 progress towards, the International Linear Collider.
 7./8.2.2006

P. JENNI (CERN)
 The ATLAS Experiment Getting Ready for LHC – Exploring the
 High-Energy Frontier of Particle Physics.
 4.1./9.2.2006

G. SCHIERHOLZ (DESY)
 Nucleon structure from lattice QCD.
 21./22.2.2006

S. WHITE (MPI Garching)
 The Millennium Simulation: cosmic structure evolution.
 28.2./1.3.2006

V. CHIOCHIA (ETH, Zürich)
 Silicon Tracking Detectors for the LHC experiments.
 7./8.3.2006

H. LACKER (TU Dresden)
 Physics Potential of Babar at 1 ab^{-1} .
 14./15.3.2006

C. LÄMMERZAHL (ZARM, Univ. Bremen)
 The Pioneer Anomaly: Is the gravitational physics within the Solar
 System really understood?
 11./12.4.2006

K. SETH (Northwestern University)
 The Exciting New Developments in the Spectroscopy of the
 Charmonium Region.
 18./19.4.2006

M. GIORGI (INFN Pisa)
A SuperB Flavor Factory based on the concepts of linear collider.
9./10.5.2006

S. KLUTH (MPI Munich)
Tests of Quantum Chromo Dynamics at e^+e^- Colliders.
17.5.2006

M. KLEIN (DESY)
F. WILLEKE (DESY)
Deep inelastic e-nucleon scattering at the LHC.
23./24.5.2006

R. NAHNHAUER (DESY)
Detection of Cosmic Neutrino Sound in Water, Salt and Ice.
31.5.2006

T. MÜLLER (Univ. Karlsruhe)
Top Physics at Tevatron.
6.6.2006

S. GENTILE (Univ. di Roma, La Sapienza)
Physics prospects at LHC.
7.6.2006

S. MENZEMER (UNIV. KARLSRUHE)
First direct measurement of B_s mixing @ CDF II.
13./14.6.2006

F.-H. HEINSIUS (Univ. Freiburg)
Recent Spin Physics Results from the COMPASS Experiment.
20./21.6.2006

T. TSCHENTSCHER (DESY)
The XFEL.
27./28.6.2006

H. MEYER (Univ. Wuppertal)
Summary Rencontres du Vietnam.
5./6.9.2006

B. SCHMIDT (DESY)
H. GRAAFSMA (DESY)
H.-J. SCHNEIDER (DESY)
Reminiscence of FEL2006.
10.10.2006

H. GRAAFSMA (DESY)
X-ray detectors at DESY.
18.10.2006

M. KOWALSKI (Humboldt Univ., Berlin)
Supernovae: from Cosmology to Neutrino Astrophysics.
11./24.10.2006

F. GOEBEL (MPI München)
Recent results from the MAGIC VHE gamma ray telescope.
31.10./1.11.2006

U. HEINTZ (Boston University)
Top Quark Mass Measurements.
7.11.2006

G. DISSERTORI (ETH, Zürich)
Prospects for measurements of hard scattering processes at the LHC.
14./15.11.2006

E. GARUTTI (DESY)
Silicon-Photomultipliers technology and their application in high energy physics detectors.
21.11.2006

I. GREGOR (DESY)
Summary of NSS1 2006.
28.11.2006

R. SPARVOLI (Univ. of Rome Tor Vergata and INFN)
The PAMELA experiment in space: performance and preliminary results.
29.11.2006

P. KRIZAN (Univ. of Ljubljana)
Recent advances in RICH counters.
5./6.12.2006

N. ELLIS (CERN)
Triggering in the LHC environment.
12./13.12.2006

K. PETERS (GSI)
Recent results from BES II and prospects for BES III.
19.12.2006

The BES III tau/c project at Beijing.
20.12.2006

Special Seminar

M. B. KALINOWSKI (ZNF, Univ. Hamburg)
The conflict about Iran's nuclear program.
1.6.2006

H. JUNG (DESY)
Summary of HERA-LHC Workshop.
15.6.2006

M. STRIKMAN (Penn State, University Park)
HERA impact for QCD dynamics at LHC and beyond.
11.7.2006

O. BEHNKE (DESY)
Y. YAMAZAKI (DESY)
Sneak Preview of ICHEP06 Contribution: Results from H1 and ZEUS.
24.7.2006

Weihnachtsvortrag
„MAGIC ANDY“ (ALIAS A. KORN-MÜLLER) (Dresden)
Flammenzauber und Feuerkunst.
13.12.2006

Innerbetriebliche Fortbildung

W. SCHNEIDER
Alkohol in der Arbeitswelt.
22.2.2006

U. PREUSS
Rauschgifte – Aussehen, Konsum, Wirkung, Risiken.
1.3.2006

H. DÄUBLER-GMELIN
Menschenwürde – Grenzbereich von Ethik und Politik.
22.5.2006

J. FELDHAUS
Erste Ergebnisse von DESYs neuer Lichtquelle FLASH.
4.10.2006

J. BECKER
Die Altersversorgung im öffentlichen Dienst.
11.10.2006

R. MAKUS
Die kaufmännische Ausbildung stellt sich vor.
18.10.2006

U. WOLFRAMM
Betriebswirtschaft und Controlling am DESY.
8.11.2006

Öffentliche Abendvorträge

A. LINDNER
Das neue Bild des Universums.
25.1.2006

DR. HAUNHORST
Vogelgrippe: derzeitige Situation und mögliche Auswirkungen.
29.3.2006

O. WEGGEL (Hamburg)
Chinas Aufstieg zur Weltmacht.
26.4.2006

H. FALCKE
LOFAR – ein Riesen-Radioteleskop in einem Superrechner.
13.9.2006

H. BÄSEMANN
Polarlichter – Malereien der Sonne.
11.10.2006

M. TOLAN
Geschüttelt, nicht gerührt! James Bond im Visier der Physik.
1.11.2006

B. GERISCH
Die Frauen um Freud: Weggefährtinnen, Musen und Patientinnen.
15.11.2006

P. STRUCK
Die 15 Gebote des Lernens – Erziehung und Bildung nach PISA.
6.12.2006

BRIDFAS Lectures

K. V. HOFMANN
The History and Development of Chinese Porcelain.
12.1.2006

F. WOODGATE
The Colourful World of David Hockney.
15.2.2006

A. STREETER
The Swinging Sixties and British Design.
15.3.2006

D. COOMBS
Colour in an English Garden: The herbaceous border.
20.4.2006

L. CONSTABLE
Flower Arranging.
13.5.2006

R. BARTLETT
The Creation of Russian Style from the 10th to the 20th Century.
13.6.2006

M. VAIZEI
Two Americans in England: Sargent and Whistler.
21.9.2006

R. KOEBEL
From British Boston to the Present Day: The Legacy of Charles Bulfinch.
19.10.2006

C. MACDONALD-HAIG
The Royal collection and its Creators.
22.11.2006

C. MACDONALD-HAIG
London's Sacred Palaces: St. Paul's Cathedral and Westminster Abbey.
25.11.2006

U. GENSCHE
DESY's Research Programme.
SFB Treffen, Zeuthen/DE (03/2006)

DESY im Überblick.
HGF Workshop zur Chancengleichheit, Hamburg/DE (09/2006)

Research & Projects at DESY.
IOFG Meeting, Zeuthen/DE (09/2006)

Overview of the Research at Zeuthen & Contributions to XFEL and FLASH.
The XFEL Project, Status of the Project.
Bulgarische Akademie der Wissenschaften, Sofia/BG (11/2006)

R.-D. HEUER
The Role of Accelerators in a Dark World.
Kolloquium, Villigen/CH (01/2006)

Precision Physics at the International Linear Collider.
Loops and Legs, Eisenach/DE (04/2006)

Physics Topics at the Linear Collider.
International School on Linear Colliders, KEK, Tokyo/JP (05/2006)

Physics Topics at the Linear Collider.
CALC06, Dubna/RU (07/2006)

R&D for Future Detectors.

ICHEP06, Moscow/RU (08/2006)

Auf der Suche nach dem Bauplan des Universums: Ein Streifzug durch 50 Jahre Teilchenphysik in Heidelberg.

Festkolloquium Heidelberg, Heidelberg/DE (10/2006)

J. SCHNEIDER

Status und Perspektiven für die Forschung mit Photonen bei DESY. Verein der Freunde von DESY, Hamburg/DE (01/2006)

The European XFEL Facility.

CCLRC Synchrotron Radiation SAC, Daresbury/UK (01/2006)

First Results from VUV-FEL User Facility at DESY.

ESFRI Roadmap Process: Expert Group on Soft X-FELs, Brussels/BE (02/2006)

Vision for the Centre of Free Electron Laser Studies in Hamburg.

Sitzung der Gründungskommission des CFEL, Hamburg/DE (02/2006)

Structural Biology on the DESY Site in Hamburg.

ESFRI Roadmap Process: Expert Group on Soft X-FELs, Brussels/BE (03/2006)

Free Electron Laser Activities at DESY.

Institute for High Energy Physics IHEP, Beijing/CN (04/2006)

Trends in X-ray Synchrotron Radiation Research.

37th ICFA Advanced Beam Dynamics Workshop on Future Light Sources, Hamburg/DE (05/2006)

Science at FLASH.

SSRL Seminar, SLAC, Stanford/USA (06/2006)

First Results and Operational Experience from FLASH.

Russia-DESY Workshop on New Generation Light Sources, Moscow/RU (07/2006)

Freie Elektronen Laser: Röntgenquellen die alles in den Schatten stellen.

Abendvortrag Magnus-Haus Berlin, Berlin/DE (07/2006)

The Impact of ERL Light Sources on Future X-ray Sciences.

Inauguration of Cornell Laboratory for Accelerator-Based Sciences and Education (CLASSE), Ithaca/USA (07/2006)

Science at Single Pass X-ray Free Electron Lasers.

FEL2006, Berlin/DE (08/2006)

The European XFEL Facility.

CEA: Physical Science Division, Saclay/FR (11/2006)

The European X-ray Free Electron Laser Facility: Science at Single Pass Free Electron Lasers.

German Embassy, Paris/FR (12/2006)

A. WAGNER

Bilder des Unsichtbaren.

Ringvorlesung „Welt-Bilder“ der Uni Trier, Trier/DE (02/2006)

Status and Future of DESY.

50 Years JINR Dubna, Dubna/RU (03/2006)

Physics Prospects of the International Linear Collider.

APS Council Meeting Dallas, Dallas/USA (04/2006)

DESY and General Issues for National Laboratories.

CERN Council Strategy Group, Zeuthen/DE (05/2006)

Quark, Menschen, Kosmos.

Planetarium Hamburg, Hamburg/DE (05/2006)

Strategies for Future Accelerators.

Pisa-Meeting, Elba/IT (05/2006)

The Laboratory LAL at DESY.

Colloquium on the Occasion of the 50th Anniversary of LAL, Paris/FR (06/2006)

ILC with TESLA Type Accelerators.

XFEL Workshop, Moscow/RU (07/2006)

Status of DESY.

Plenary ECFA Meeting at DESY, Hamburg/DE (07/2006)

Vom TESLA-Projekt zum Röntgenlaser.

Graduiertenkolleg TU Darmstadt, Darmstadt/DE (07/2006)

Research with Accelerator Driven X-ray Lasers.

BPU Istanbul, Istanbul/TR (08/2006)

Physics Prospects of the International Linear Collider.

Festkolloquium Joel Feltesse, Orsay/FR (10/2006)

ICFA and the GDE.

KET Jahresversammlung, Bad Honnef/DE (11/2006)

Status of DESY.

Plenary ECFA Meeting at CERN, Geneva/CH (11/2006)

A. LINDNER

Das neue Bild des Universums.

Öffentlicher Abendvortrag DESY, Hamburg/DE (01/2006)

Astroparticle Physics.

DESY Summer Student Lecture, Hamburg/DE (08/2006)

Exploring the Structure of Matter.

Lions Club Hamburg Elbufer, Hamburg/DE (09/2006)

Search for Axion-Like Particles at DESY: The ALPS Project.

Workshop „Axions at the Institute for Advanced Study“, Princeton/USA (10/2006)

Forschung Hochenergiephysik

H1-Experiment

Veröffentlichungen

H1 COLLABORATION, A. AKTAS ET AL.

A Determination of Electroweak Parameters at HERA.

Phys. Lett. B 632 (2006) 35 and DESY 05-093; hep-ex/0507080; H1-142

Diffraction Deep-Inelastic Scattering with a Leading Proton at HERA.

Eur. Phys. J. C 48 (2006) 749 and DESY 06-048; hep-ex/0606003

Diffraction Photoproduction of ρ Mesons with Large Momentum Transfer at HERA.

Phys. Lett. B 638 (2006) 422 and DESY 06-023

Elastic J/Ψ Production at HERA.

Eur. Phys. J. C 46 (2006) 585 and DESY 05-161; hep-ex/0510016; H1-145

First Measurement of Charged Current Cross Sections at HERA with Longitudinally Polarised Positrons.

Phys. Lett. B 634 (2006) 173 and DESY 05-249; hep-ex/0512060; H1-147

Forward Jet Production in Deep Inelastic Scattering at HERA.

Eur. Phys. J. C 46 (2006) 27 and DESY 05-135; hep-ex/0508055; H1-144

Measurement and QCD Analysis of the Diffraction Deep-Inelastic Scattering Cross Section at HERA.

Eur. Phys. J. C 48 (2006) 715 and DESY 06-049; hep-ex/0606004

Measurement of $F_2^{c\bar{c}}$ and $F_2^{b\bar{b}}$ at Low Q^2 and x Using the H1 Vertex Detector at HERA.

Eur. Phys. J. C 45 (2006) 23 and DESY 05-110; hep-ex/0507081; H1-143

Measurement of Charm and Beauty Dijet Cross Sections in Photoproduction at HERA using the H1 Vertex Detector.

Eur. Phys. J. C 47 (2006) 597 and DESY 06-039; hep-ex/0605016

Measurement of Event Shape Variables in Deep-Inelastic Scattering at HERA.

Eur. Phys. J. C 46 (2006) 343 and DESY 05-225; hep-ex/0512014; H1-146

Photoproduction of Dijets with High Transverse Momenta at HERA.

Phys. Lett. B 639 (2006) 21 and DESY 06-020; hep-ex/0603014; H1-148

Search for Doubly-Charged Higgs Boson Production at HERA.

Phys. Lett. B 638 (2006) 432 and DESY 06-038

Search for a Narrow Baryonic Resonance Decaying to $K_s^0 p$ or $K_s^0 \bar{p}$ in Deep Inelastic Scattering at HERA.

Phys. Lett. B 639 (2006) 202 and DESY 06-044

Tau Lepton Production in ep Collisions at HERA.

Eur. Phys. J. C 48 (2006) 699 and DESY 06-029; hep-ex/0604022

J.R. ANDERSEN ET AL.

Small x Phenomenology: Summary of the 3rd Lund Small x Workshop in 2004.

Eur. Phys. J. C 48 (2006) 53 and DESY 06-052; hep-ph/0604189

A. BUNYATYAN, B. POVH

Pion Fluctuation in Deep Inelastic Scattering.

Eur. Phys. J. A 27 (2006) 359 and hep-ph/0603235

Preprints und Interne Berichte

H1 COLLABORATION, A. AKTAS ET AL.

Diffraction Open Charm Production in Deep-Inelastic Scattering and Photoproduction at HERA.

DESY 06-164; hep-ex/0610076; H1-157

Inclusive D^* -Meson Cross Sections and D^* -Jet Correlations in Photoproduction at HERA.

DESY 06-110; hep-ex/0608042; H1-156

Production of $D^{*\pm}$ -Mesons with Dijets in Deep-Inelastic Scattering at HERA.

DESY 06-240; hep-ex/0701023; H1-158

S. Y. CHOI ET AL.

Spin Analysis of Supersymmetric Particles.

DESY 06-239; hep-ph/0612301

S. Y. CHOI, J. KALINOWSKI, H.U. MARTYN, R. RÜCKL, H. SPIESBERGER, P.M. ZERWAS

Isolated Lepton Events at HERA: SUSY R-Parity Violation?

DESY 06-238; hep-ph/0612302

T. KLUGE, K. RABBERTZ, M. WOBISCH

FastNLO: Fast pQCD Calculations for PDF Fits.

DESY 06-186; FERMILAB-CONF-06-352-E; hep-ph/0609285

Veröffentlichte Vorträge

Proc. of ISMD2005, Kromeriz/CZ

Springer (2006)

B. DELCOURT

Multiplicity Structure of Inclusive and Diffraction Scattering at HERA.

Springer (2006) 136

L. JÖNSSON

Forward Jet Production at HERA.

Springer (2006) 175

S. LEVONIAN

Factorisation and Factorisation Breaking in Diffraction Scattering at HERA.

Springer (2006) 341

K. SEDLAK
Jets in Photoproduction at HERA.
Springer (2006) 194

M. TASEVSKY
Higgs Boson Production at LHC.
Springer (2006) 401

W. YAN
Energy Flow, Multiplicities at HERA.
Springer (2006) 188

Proc. of Lake Louise 05, Lake Louise/CA
World Scientific (2006)

P. FLEISCHMANN
Heavy Flavour Production in High Energy ep Collisions.
World Scientific (2006) 336

V. LENDERMANN
Measurement of Proton Structure at the HERA Collider.
World Scientific (2006) 336

B. OLIVIER
Hadron Spectroscopy in ep Collisions at HERA.
World Scientific (2006) 336

Proc. of Photon 2005, Warsaw/PL
Acta Phys. Pol. B 37 (2006)

J. GAYLER
Recent Results in Prompt Photon Production.
Acta Phys. Pol. B 37 (2006) 543

C. GRAB
Beauty Production at HERA.
Acta Phys. Pol. B 37 (2006) 543

X. JANSSEN
Prompt Photons and Deeply Virtual Compton Scattering in ep Collisions.
Acta Phys. Pol. B 37 (2006) 543

A. KROPIVNITSKAYA
Resonance Searches in ep Collisions.
Acta Phys. Pol. B 37 (2006) 543

A.B. MEYER
Heavy Flavor Production.
Acta Phys. Pol. B 37 (2006) 543

P. THOMPSON
Heavy Flavour Contribution to the Proton Structure Function.
Acta Phys. Pol. B 37 (2006) 1001

Proc. of Ringberg 2005, Ringberg Castle, Tegernsee/DE
World Scientific (2006)

O. BEHNKE
Beauty Production at HERA.
World Scientific (2006) 219

L. FAVART
Inclusive Diffraction and DVCS Present Measurements and Prospects.
World Scientific (2006) 293

J. FELTESSE
On a Measurement of the Longitudinal Structure Function F_L at HERA.
World Scientific (2006) 370

L. GÖRLICH
QCD Dynamics from the Forward Hadrons and Jets Measurements.
World Scientific (2006) 154

V. LENDERMANN
Measurements at low Q^2 .
World Scientific (2006) 23

J. MEYER
Electroweak Measurements at HERA.
World Scientific (2006) 13

E. PEREZ
Beyond the Standard Model Searches at HERA.
World Scientific (2006) 315

D. TRAYNOR
Jet Production at HERA.
World Scientific (2006) 124

Proc. of TIME 05, Zürich/CH
Nucl. Instrum. Methods A 566 (2006)

V. BLOBEL
A New Fast Track-Fit Algorithm Based on Broken Lines.
Nucl. Instrum. Methods A 566 (2006) 14

Software Alignment for Tracking Detectors.
Nucl. Instrum. Methods A 566 (2006) 5

B. LIST
The Silicon Tracker of the H1 Detector.
Nucl. Instrum. Methods A 566 (2006) 110

C. NIEBUHR
Aging Effects in Gas Detectors.
Nucl. Instrum. Methods A 566 (2006) 118

A. SCHÖNING
The Fast Track Trigger at the H1 Experiment Design Concepts and Algorithms.
Nucl. Instrum. Methods A 566 (2006) 130

Weitere Konferenzen

C. DIACONU
Electroweak Measurements.
Proc. of LP2005, Uppsala/SE
Int. J. Mod. Phys. A 21 (2006) 1591

- M. KLEIN
HERA QCD Results, What They Mean for the LHC.
Proc. of HCP2005, Les Diablerets/CH
Springer (2006) 108
- T. KLUGE
Studies of Heavy Flavour Production and the Hadronic Final State
in High Energy ep Collisions.
Proc. of Hadron05, Rio de Janeiro/BR
Springer (2006) 386
- P. LAYCOCK
Diffraction in High Energy ep Collisions.
Proc. of QCD 04, Montpellier/FR
Nucl. Phys. B Suppl.152 (2006) 340
- G. LEIBENGUTH
The H1 Silicon Tracker.
Proc. of ICATPP, Como/IT
World Scientific (2006) 1144p.
- K. LIPKA
Heavy Flavours at HERA.
Proc. of QCD 04, Montpellier/FR
Nucl. Phys. B Suppl.152 (2006) 340
- B. LIST
Heavy Flavour Production in DIS at HERA.
Proc. of Beauty2005, Assisi/IT
Phys. Lett. B Suppl. (2006) 156
- H.-U. MARTYN
Detecting Metastable Staus and Gravitinos at the ILC.
Proc. of Mini-Workshop on Superweakly Interacting Dark Matter,
Hamburg/DE
Eur. Phys. J. C 48 (2006) 15 and DESY-06-075, hep-ph/0605257

Vorträge

6th International Conference of the Balkan Physical Union (BPU6), Istanbul/TR (08/2006)

- A. DUBAK
Jet Trigger in the H1 Experiment at HERA.
- N. RAICEVIC
Measurement of the Inclusive ep Deep Inelastic Scattering Cross
Section at Low Q^2 with the H1 Detector at HERA.
Measurement of the Longitudinal Structure Function from ep
Collisions with the H1 Detector at HERA.

CIPANP 2006, Westin Rio Mar Beach/PR (05/2006)

- J. BRACINIK
Electroweak Physics at HERA.
- V. LENDERMANN
Measurements of Proton Structure at Low Q^2 at HERA.
- P. MARAGE
Diffraction at HERA.

- C. RISLER
Spectroscopy at HERA.

DIFFRACTION 2006, Adamantas, Milos Island/GR (09/2006)

- M. BECKINGHAM
Deeply Virtual Compton Scattering and Diffractive High t Photons
at H1.
- N. BERGER
Vector Mesons H1.
- J. KRETZSCHMAR
Inclusive DIS Results from HERA.
- P. LAYCOCK
Inclusive Diffraction in DIS-H1 Results.
- M. MOZER
Diffractive Dijets and Charm at H1.

DIS 2006, Tsukuba/JP (04/2006)

- B. ANTUNOVIC
Charged Current Studies at HERA II.
- O. BEHNKE
Diffractive D^* and $F_2^{D(cc)}$.
- L. BELLAGAMBA, E. SAUVAN, H. SPIESBERGER
Electroweak Physics and Physics Beyond the Standard Model.
- V. CHEKELIAN, C. GWENLAN, R.S. THORNE
The Structure Functions and Low X Working Group Summary.
- J. DANTON
LHeC.
- C. DIACONU
Search for Excited Neutrinos at HERA.
- L. FINKE
Measurement of Charm and Beauty Dijet Cross Sections in
Photoproduction at HERA Using the H1 Vertex Detector.
- C. GWILLIAM
Diffractive Photoproduction of π Mesons with Large Momentum
Transfer at HERA.
- M. HANSEN
Dicorrelation of Dijets at Low x and Q^2 .
- M. HANSSON
Di-Jets at Low x and Low Q^2 .
- C. HELEBRANT
Search for Leptoquarks at HERA-I.
- U. KARSHON, I. SCHIENBEIN, P. THOMPSON
Summary of the Heavy Flavour Working Group.
- M. KLEIN
Future Measurement of F_L with H1.
Remarks on Deep Inelastic Scattering.
- T. KLUGE, Z. NAGY, J. TERRON
Summary of the Hadronic Final State Working Group.

K. KRÜGER

Photoproduction of Di-Jets with High Transverse Momenta at HERA.

P. LAYCOCK

Measurement of F_2^{cc} and F_2^{bb} at Low Q^2 and x Using the H1 Vertex Detector at HERA.

H. LIM, L. SCHOEFFEL, M. STRIKMAN

Summary of the „Diffraction and Vector Mesons“ Working Group at DIS06.

S. MAXFIELD

Inclusive Jet Production in Deep Inelastic Scattering at High Q^2 at HERA.

M. MOZER

Diffraction Dijets and Combined Fits from H1.

P. NEWMAN

Diffraction Cross Sections and Parton Densities from Rapidity Gap and Leading Proton Measurements.

A. NIKIFOROV

Neutral Current Studies at HERA II.

J. OLSSON

ρ^0 Photoproduction at HERA.

D. OZEROV

H1 Search for a Narrow Baryonic Resonance Decaying to $K_s^0 p(\bar{p})$.

E. PEREZ

Recent Results from the H1 Experiment.

C. RISLER

Forward Jet Production in Deep Inelastic Scattering at HERA.

B. ROLAND

Deeply Virtual Compton Scattering at HERA II (H1 results).

E. SAUVAN

H1 Diffraction Structure Function Measurement from New Data.

C. SCHMITZ

Inclusive Prompt Photon Production in Deep Inelastic Scattering at H1.

D. SOUTH

New H1 Results on Isolated Leptons and Missing P_T at HERA.

D. TRAYNOR

Scaled Charged Particles Momentum Distributions at High Q^2 at HERA.

J. TURNAU

Measurement of Event Shape Variables in Deep Inelastic Scattering at HERA.

C. VALLEE

Multi-Lepton Events and Search for H^{++} at HERA.

C. WERNER

Parton Dynamics at Low x Using DIS 3-Jet Events.

S. XELLA

Tau lepton production at HERA.

Y.C. ZHU

Elastic J/Ψ Production at HERA.

DPG2006, Dortmund/DE (03/2006)

G. BRANDT

Isolierte Leptonen bei H1.

S. GLAZOV

Proton Parton Distribution Functions and LHC.

T. GSÄNGER

Diffraaktive Υ -Produktion.

L. HALLERMANN

Analyse von reeler W-Produktion bei HERA II.

A.W. JUNG

Über das Leistungsverhalten der dritten Triggerstufe bei H1.

M. KARBACH

Wie das Grid beim H1 Experiment genutzt wird.

J. KRETZSCHMAR

Messung der Protonstruktur in tief-inelastischer Streuung bei H1.

K. LOHWASSER

Analyse von D^* -Ereignissen mit dem schnellen Spurtrigger des H1 Experiments.

A. LUCACI-TIMOCE

D^* -Muon Correlations in Photoproduction Events at HERA.

A. PERIEANU

The Structure of Charm Jets and the Dead Cone Effect in DIS Measured with the H1 Detector at HERA.

S. SCHMIDT

Charm Jets in tief-inelastischer Streuung.

S. SCHMITT

Search for New Physics at HERA.

C. SCHMITZ

Prompt Photonen in DIS bei H1.

ICHEP'06, Moscow/RU (07/2006)

O. BEHNKE

Preview of New H1 Results.

G. BRANDT

Multileptonen, Generic Search (and ν^*).

V. CHEKELIAN

NC with Polarised HERA II.

C. DIACONU

Events with Isolated Leptons and Missing Transverse Momentum at HERA.

F. EISELE

Parton Dynamic Studies at Low Q^2 and x (3 Jets, Forward Jets etc.).

N. GOGITIDZE

Fragmentation and Prompt Photons.

H. JUNG ET AL.

Towards Precision Determination of Unintegrated Parton Density Functions.

M. KAPICHINE

Diffraction Dijets and Open Charm Production at HERA.

K. KRÜGER
DVCS and Vector Meson Production at HERA.

S. LEVONIAN
Event and Jet Shapes.

J. OLSSON
Pentaquark Searches in H1.

D. PITZL
c and b in DIS and $F_2^{c,b}$.

F.-P. SCHILLING
Measurement of $F_2^{D(3)}$ and QCD Fits (H1) (17+3).

ISMD2006, Rio de Janeiro/BR (09/2006)

V. EFREMENKO
Jet Physics in ep Collisions.

S. GLAZOV
Results from the H1 Collaboration.

X. JANSSEN
Inclusive Processes in Diffraction at HERA.

LakeLouise06, Lake Louise/CA (02/2006)

M. BECKINGHAM
Recent Results in Diffractive ep Scattering at HERA.

J. LIST
Electroweak Physics at HERA.

P. PRIDEAUX
Jets and α_s Measurement at HERA.

LISHEP2006, Rio de Janeiro/BR (03/2006)

A. BUNYATYAN
Inclusive Diffraction at HERA.

G. LEIBENGUTH
Heavy Flavour Studies at HERA.

A. PETRUKHIN
Structure Functions and Electroweak Studies at HERA.

Lowx2006, Lisbon/PT (06/2006)

M.-O. BOENIG
Charm and Beauty Production at HERA (H1+ZEUS).

J. FELTESSE
 F_L Measurements at HERA (H1+ZEUS).

J. GAYLER
Particle Momentum Distributions and Prompt Photon Production at HERA.

G. GRINDHAMMER
Jet and Multijet Production at HERA (Parton Dynamics, Multi-Parton Interactions etc.).

K.-H. HILLER
Vector Meson and DVCS by the H1 Detector (H1).

S. LEVONIAN
H1 measurements on $F_2^{D(3)}$ and $F_2^{D(4)}$ (H1).

R. WOLF
Diffractive Dijet, D^* Production and Combined Fits with the Inclusive Diffractive Measurements (H1+ZEUS).

MoriondQCD2006, La Thuile, Aosta Valley/IT (03/2006)

B. LIST
Heavy Quark Production in ep Collisions.

N. RAICEVIC
Structure Function and Extraction of PDFs at HERA.

C. WISSING
Jet Measurements and Determination of α_s at HERA.

QCD 06, Montpellier/FR (07/2006)

A. FALKIEWICZ
Particle Production and Spectroscopy (Light and Heavy).

K. KRASTEVA
Hadronic Final State, Jet Production and α_s Measurements at HERA.

H. PENG
Neutral and Charged Current at High x and High Q^2 at HERA.

Weitere Vorträge

V. BLOBEL
Alignment Algorithms.
LHC Detector Alignment Workshop, Geneva/CH (09/2006)

V. BOUDRY
EW Physics Measurements and Searches for New Physics at HERA.
LaThuile2006, La Thuile, Vallee d'Aoste/IT (03/2006)

K. DAUM
Particle Production and Spectroscopy in ep Collisions.
Confinement06, Ponta Delgada, Azores/PT (09/2006)

C. GRAB
Heavy Flavour Production and Properties at HERA.
BEACH 2006, Lancaster/UK (07/2006)

X. JANSSEN
DVCS and Exclusive Vector Meson Production.
QCD-N'06, Rome/IT (06/2006)

C. KLEINWORT
ZEUS/H1 Alignment Experiences.
LHC Detector Alignment Workshop, Geneva/CH (09/2006)

- T. KLIMKOVICH
From HERA to LHC: Measurements of Heavy Flavour Contribution to Proton Structure Functions.
Laboratoire d'Annecy-le-vieux de Physique des Particules (LAPP), Annecy/FR (12/2006)
- Measurement of F_{cc}^2 and F_{bb}^2 at Low and High Q^2 at H1.
Institute of Nuclear Physics, Cracow/PL (05/2006)
- T. KLUGE
 α_s Determinations from Jets and Scaling Violations at HERA.
PIC2006, Buzios/BR (07/2006)
- Review of Power Corrections in DIS.
FRIF, Paris/FR (01/2006)
- P. LAYCOCK
The H100 Analysis Model.
Atlas Analysis Model Workshop, Geneva/CH (10/2006)
- L. LINDFELD
Searches for (non-SUSY) Exotics at HERA.
SUSY06, Irving/USA (06/2006)
- B. LIST
Structure Functions at HERA.
QCDFRONTIERS06, Hamburg/DE (09/2006)
- H.-U. MARTYN
Detecting Metastable Staus and Gravitinos at the ILC.
Mini-Workshop on Superweakly Interacting Dark Matter, Hamburg/DE (12/2006)
- Determination of SUSY Parameters at LHC/ILC.
3rd Vienna Central European Seminar on Particle Physics and Quantum Field Theory, Vienna/AT (12/2006)
- Structure Functions, Inclusive Measurements and Searches at HERA.
LHC2006, Cracow/PL (07/2006)
- A. MEHTA
HERA Results.
Aspen06, Aspen/USA (02/2006)
- A.B. MEYER
Charmonium at HERA.
MESON2006, Cracow/PL (06/2006)
- H. MEYER
Proton Structure Measurements at HERA.
Vietnam06, Hanoi/VN (08/2006)
- K. MÜLLER
H1 Analysis Activities.
CHIPP, Zürich/CH (09/2006)
- Prompt Photons in DIS: Selection.
HERA and the LHC: 2nd Workshop on the Implications of HERA for LHC Physics, Geneva/CH (06/2006)
- A. SCHÖNING
Search for New Physics at HERA.
ESPAGMA2006, Madrid/ES (04/2006)
- T. SLOAN
Deep Inelastic Scattering and the Structure of the Nucleon.
ISVHECRI, Wei Hai/CN (08/2006)
- D. SOUTH
Searches for New Physics in ep Scattering at HERA.
MoriondEW2006, La Thuile, Aosta Valley/IT (03/2006)
- C. VEELKEN
Physics with Tau Leptons at HERA.
TAU06, Pisa/IT (09/2006)
- B. WAUGH ET AL.
HZTool and Rivet: Toolkit and Framework for the Comparison of Simulated Final States and Data at Colliders.
CHEP06, Mumbai, Maharashtra/IN (02/2006)
- C. WISSING, M. KARBACH, M. VOROBIEV
The LCG Based Mass Production Framework of the H1 Experiment.
CHEP06, Mumbai, Maharashtra/IN (02/2006)
- S. XELLA
Search for Single Top Production in ep Collisions at HERA.
TOP06, Coimbra/PT (01/2006)
- Dissertationen**
- O. BEHRENDT
Measurement of the Proton Structure Function F_2 at Low Q^2 at HERA.
Univ. Dortmund (2006)
- A. DEL ROCIO VARGAS TREVINO
Determination of the Energy Scale Uncertainty for the Measurement of F_2 at Low Values of Q^2 Using the H1 Detector.
Univ. Dortmund (2006)
- L. FINKE
Measurement of Charm and Beauty Dijet Cross Sections in Photoproduction.
Univ. Hamburg, Hamburg (2006)
DESY-THESIS-2006-035
- T. FRISSON
Mesure de la Luminosité pour l'Experience H1.
Université Paris Sud (2006)
- M. GREGORI
An Experimental Determination of the Number of Gluons in a Proton Using Deep Inelastic Scattering Data from the H1 Detector.
Queen Mary Westfield College, London/UK (2006)
- C. GWILLIAM
Diffractive Photoproduction of ρ Mesons with large Momentum Transfer at HERA.
University of Manchester, Manchester/UK (2006)
- L. LINDFELD
Search for Lepton Flavour Violation with the H1 Experiment at HERA.
Zürich (2006)

M. MOZER

Measurement and QCD Analysis of Diffractive Jet Cross Sections in Deep-Inelastic Scattering at HERA.
Universität Heidelberg, Heidelberg (2006)
DESY-THESIS-2006-036

A. PERIEANU

The Structure of Charm Jets and the Dead Cone Effect in Deep-Inelastic Scattering at HERA.
Universität Hamburg, Hamburg (2006)
DESY-THESIS-2006-002

R. PLACAKYTE

First Measurement of Charged Current Cross Sections with Longitudinally Polarized Positrons at HERA.
Ludwig-Maximilians-Universität München (2006)

Z. RURIKOVA

Measurement of Charm Fragmentation in DIS at HERA.
Universität Hamburg, Hamburg (2006)
DESY-THESIS-2006-002

R.M. WEBER

Diffractive ρ^0 Photoproduction at HERA.
Universität Zürich, Zürich/CH (2006)
Diss. ETH No. 16709; ETHZ-IPP Internal Report

C. WERNER

Untersuchung der Parton-Dynamik bei kleinen Bjorken- x mit Drei-Jet-Ereignissen in tief-unelastischer $e^+ - p$ Streuung bei HERA.
Universität Heidelberg, Heidelberg/D (2006)

R. WOLF

Messung diffraktiver $D^{*\pm}$ -Meson Produktion in tief-inelastischer ep-Streuung und Photoproduktion bei HERA.
Universität Heidelberg, Heidelberg (2006)

Diplomarbeiten

L. CAMINADA

Implementation of a Trigger for the Decay $b \rightarrow eX$ on the Third Trigger Level at the H1 Experiment.
ETH Zürich (2006)
ETHZ-IPP RP-2006-06

J. DELVAX

Etude des Interactions Diffractives avec Production de Jets dans l'Experience H1.
Universität Brüssel, Brüssel/B (2006)

T. GSÄNGER

Analyse des Wirkungsquerschnittes diffraktiver Υ Produktion am H1-Detektor.
Universität Hamburg, Hamburg/D (2006)

L. HALLERMANN

Suche nach W-Bosonen bei H1 in Daten aus dem Jahr 2005.
Universität Hamburg, Hamburg/D (2006)

C. HELEBRANT

Analyse von Reaktionen des geladenen schwachen Stromes und Suche nach Leptoquarks in HERA-II-Daten von 2005.
Universität Hamburg, Hamburg/D (2006)

M. KARBACH

Entwicklung einer Umgebung zur Grid-basierten MONTE CARLO-Produktion für das H1-Experiment.
Universität Dortmund, Dortmund/D (2006)

K. LOHWASSER

Optimisation of the Selection Capability of the H1 Fast Track Trigger.
Universität Dortmund, Dortmund (2006)

R. POLIFKA

Study of Exclusive Di-Pion Production in Diffractive ep Interactions.
Charles University, Prag/Tschechien (2006)

C. SAGER

Untersuchung von Myonen im Vorwärtsbereich des H1-Detektors.
Universität Hamburg, Hamburg (2006)

D. SALEK

Dijet Production in Diffractive ep Interactions.
Charles University Prag/Tschechien (2006)

Z.G. STAYKOVA

Charm Production with Associated Jets in the Forward Direction of HERA.
Universität Hamburg, Hamburg (2006)

ZEUS-Experiment

Veröffentlichungen

ZEUS COLLABORATION, S. CHEKANOV ET AL.

Measurement of High- Q^2 Deep Inelastic Scattering Cross Sections with a Longitudinally Polarised Positron Beam at HERA.
Phys. Lett. B 637 (2006) 210 and DESY 06-015

L. ANCHORDOQUI, A.M. COOPER-SARKAR, D. HOOPER, S. SARKAR

Probing low- x QCD with Cosmic Neutrinos at the Pierre Auger Observatory.
Phys. Rev. D 74 (2006) 043008

P. BELLAN

Some Recent Results on Charmonium from ZEUS Experiment.
Il Nuovo Cimento C 29 (2006) 281

J. FERRANDO

Isolated Leptons in Events with Large Missing Transverse Momentum and the Search for Single Top Production at HERA.
Mod. Phys. Lett. A 21 (2006) 1901

I.P. IVANOV, N.N. NIKOLAEV, A.A. SAVIN

Diffractive Vector Meson Production at HERA: from soft to hard QCD.
Phys. Part. Nucl. 37 (2006) 1

R. KLANNER, T. SCHÖRNER-SADENIUS
 Verstehen wir die starke Kraft?
 Physik-Journal (Physikalische Blätter) / Web-Spezial 5 (2006) 41

S. PAGANIS, Z. REN, W.B. SCHMIDKE, F. SCIULLI,
 U. SCHNEEKLOTH, C. BUETTNER, A. CALDWELL, J. SUTIAK
 The Spectrometer System for Measuring ZEUS Luminosity at
 HERA.
 Nucl. Instrum. Methods A 565 (2006) 572 and DESY 06-008;
 physics/0512153 v1

N.P. ZOTOV, I.I. KATKOV, A.V. LIPATOV
 Investigation of the Inelastic Production of J/ψ Mesons at the
 HERA Collider.
 Phys. At. Nucl. 69 (2006) 2055

Preprints und Interne Berichte

ZEUS COLLABORATION, S. CHEKANOV ET AL.
 Event Shapes in Deep Inelastic Scattering at HERA.
 DESY 06-042

Inclusive-Jet and Dijet Cross Sections in Deep Inelastic Scattering
 at HERA.
 DESY 06-128

Jet-Radius Dependence of Inclusive-Jet Cross Sections in Deep
 Inelastic Scattering at HERA.
 DESY 06-241

Measurement of K_S^0 , Lambda, Antilambda Production at HERA.
 DESY 06-226

Measurement of Azimuthal Asymmetries in Neutral Current Deep
 Inelastic Scattering at HERA.
 DESY 06-129

Measurement of Neutral Current Cross Sections at High Bjorken-x
 with the ZEUS Detector at HERA.
 DESY 06-116

Measurement of Open Beauty Production at HERA in the D^*
 Muon Final State.
 DESY 06-166

Measurement of Prompt Photons with Associated Jets in
 Photoproduction at HERA.
 DESY 06-125

Photoproduction of Events with Rapidity Gaps between Jets at
 HERA.
 DESY 06-215

Search for Stop Production in R-Parity-Violating Supersymmetry
 at HERA.
 DESY 06-144

J. BLOCKI, W. DANILUK, M. GIL, A. MOSZCZYNSKI,
 K. OLIWA, B. PAWLIK, W. WIERBA, L. ZAWIEJSKI
 A Proposal for the Mechanical Design of the LumiCal Detector.
 EUDET-Memo-2006-08

Laser Measurement of the LumiCal Detector Displacement.
 EUDET-Memo-2006-05

A.C. BUTTAR ET AL.
 Les Houches Physics at TeV Colliders 2005, Standard Model and
 Higgs Working Group: Summary Report.
 hep-ph/0604120

B.B. LEVCHENKO
 Kinematic Selection Criteria in a New Resonance Searches:
 Application to Pentaquark States.
 SINP MSU 2006-12/811

On Field Emission in HEP Colliders Initiated by a Relativistic
 Positively Charged Bunch of Particles.
 SINP MSU 2006-15/814

On Parameterizations of the Nordheim Function.
 SINP MSU 2006-13/812

Real and Image Fields of a Relativistic Bunch.
 DESY 06-094

Veröffentlichte Vorträge

Proc. of DIFFRACTION 2006, Adamantis, Milos Island/GR
 Proceedings of Science (2006)

K. BORRAS
 Topical Summary of Experimental Results.
 Proceedings of Science (2006) 14

L. RINALDI
 Leading Baryon Production in ep Collisions.

D. SZUBA
 Vector Meson Production at ZEUS.
 PoS DIFF (2006) 012

Proc. of HEPP-EPS 2005, Lisbon/PT
 PoS HEP2005 (2005)

V. ADLER, H1 COLLABORATION, ZEUS COLLABORATION
 Search for RPV Gaugino and Gravitino Production at HERA.
 PoS HEP2005 (2005) 339, hep-ex/0602041

S. CHEKANOV
 Results of the Searches for Pentaquarks with Strangeness in DIS at
 HERA.
 PoS HEP2005 (2006) 86

C. LIU
 Particle Production at HERA.
 PoS HEP2005 (2006) 110 and hep-ex/0603025

Proc. of Photon 2005, Warsaw/PL
 Acta Phys. Pol. B 37 (2006)

H. ABRAMOWICZ, A. LEVY, W. SŁOMINSKI
 NLO Parametrization of Photon Parton Distributions Using ee and
 ep Data.
 Acta Phys. Pol. B 37 (2006) 671

H. KOWALSKI

Introduction to Small x Physics and Diffraction.

Acta Phys. Pol. B 37 (2006) 791

I. A. MELZER-PELLMANN

Diffraction Interactions in ep Collisions.

Acta Phys. Pol. B 37 (2006) 811

U. STÖSSLEIN

Inclusive Cross Section Measurements in ep Collisions.

Acta Phys. Pol. B 37 (2006) 703

M. ZAMBRANA

Charm Production at HERA.

Acta Phys. Pol. B 37 (2006) 779

Weitere Konferenzen

I. BLOCH

Heavy Quark Production in e-p Collisions at HERA.

Proc. of CIPANP 2006, Westin Rio Mar Beach/PR

AIP Conference Proceedings (2006) 432

A. BONATO

Diffraction Final States from ZEUS.

Proc. of HERA and the LHC: 2nd Workshop on the Implications of HERA for LHC Physics, Geneva/CH

DESY (2006) 4

N. COPPOLA

Fragmentation and Spectroscopy of Hadrons in ep Collisions.

Proc. of MoriondQCD2006, La Thuile, Aosta Valley/IT

The Gioi (2006) 245, hep-ex/0605056

Y. EISENBERG

Search for Charm Pentaquarks in ZEUS at HERA.

Proc. of Hadron05, Rio de Janeiro/BR

AIP conf. Proc. 814 (2006) 340

M. ERNST, J. FERRANDO, R. MANKEL, H. STADIE, K. WRONA

Long-term Experience with Grid-based Monte Carlo Mass

Production for the ZEUS Experiment.

Proc. of CHEP06, Mumbai, Maharashtra/IN

CERN (2006) 4

Monte Carlo Mass Production for the ZEUS Experiment on the Grid.

Proc. of ACAT 05, Zeuthen/DE

Nucl. Instrum. Methods A 559 (2006) 43

I. GIALAS

Searches for New Physics at HERA.

Proc. of CIPANP 2006, Westin Rio Mar Beach/PR

AIP conf. Proc. 870 (2006) 253

T. HAAS

The Dynamics of Proton Structure, Recent Results from HERA.

Proc. of Hadron05, Rio de Janeiro/BR

AIP conf. Proc. 814 (2006) 379

O.M. KIND

Beauty Production with the ZEUS HERA II Data.

Proc. of DIS 2006, Tsukuba/JP

World Scientific (2006)

T. KOHNO

Alignment of the ZEUS Micro-Vertex Detector Using Cosmic Tracks.

Proc. of ACAT 05, Zeuthen/DE

Nucl. Instrum. Methods A 559 (2006) 153

Performance of the ZEUS Micro-Vertex Detector.

Proc. of VERTEX 2005, Chuzenji Lake, Nikko/JP

Nucl. Instrum. Methods A 569 (2006) 12

R. MANKEL

The Hadronic Final State at HERA.

Proc. of International Conference on Interconnection between

High Energy Physics and Astroparticle Physics: From Colliders to Cosmic Rays, Prague/CZ

Czech J Phys 56 (2006) 127

S. MIGLIORANZI

Beauty Photoproduction at HERA.

Proc. of Beauty2005, Assisi/IT

Nucl. Phys. B, Proc. Suppl. 156 (2006) 230

S.U. NOOR, Y. RI

Measurement of High- Q^2 Neutral Current Deep Inelastic

Scattering Cross Sections with a Longitudinally Polarised Electron Beam at HERA.

Proc. of ICHEP'06, Moscow/RU

World Scientific (2006) 15

S.U. NOOR

Neutral Current Cross Sections with Polarised Lepton Beam at

ZEUS.

Proc. of DIS 2006, Tsukuba/JP

World Scientific (2006) 4

Y.D. RI

Combined QCD and Electro-Weak Fits at HERA.

Proc. of ICHEP'06, Moscow/RU

World Scientific (2006) 4

D.H. SAXON

Particle Production and Fragmentation.

Proc. of New Trends in HERA Physics 2005, Ringberg/DE

World Scientific (2006) 177

J. TERRON

The Impact of Jet Measurements in ep Collisions at HERA.

Proc. of PIC05, Prague/CZ

AIP conf. Proc. 815 (2006) 189

M. WANG

Heavy Flavors in High Energy ep Collisions.

Proc. of ISMD2005, Kromeriz/CZ

Springer (2006) 297

L. ZAWIEJSKI

Strange Particle Production at HERA.

Proc. of ISMD2005, Kromeriz/CZ

AIP conf. Proc. 828 (2006) 62

Vorträge

CIPANP2006, Rio Grande/PR (05/2006)

I. GIALAS

Search for New Physics at HERA.

Y. NING

Proton Structure at High Q^2 at HERA.

A. RAVAL

Jet Cross Sections in NC Deep Inelastic Scattering and Measurement of α_s at HERA.

DIS 2006, Tsukuba/JP (04/2006)

L. BELLAGAMBA, E. SAUVAN, H. SPIESBERGER

Electroweak and Beyond Standard Model Working Group Report.

E. BROWNSON

Prompt-Photon Plus Jet Production at ZEUS.

A. CALDWELL

Measurement of High-x Neutral Current Cross Sections with the ZEUS Detector.

M. CORRADI

Events with Isolated Leptons and Missing Momentum at ZEUS.

B. DUNNE

Charmed-Hadron Production and Charm Fragmentation at ZEUS.

L.K. GLADILIN

Experimental Results on Heavy Quark Fragmentation.

M. JIMENEZ

Jet Cross Sections in NC DIS and Determination of α_s at ZEUS.

H. KAJI

Charged Current Cross Sections with Polarised Lepton Beam at ZEUS.

F. KARSTENS

Charm with ZEUS HERA-II Data.

D. KOLLÁR

Prospects for a Measurement of F_L with the ZEUS Detector.

T. MATSUMOTO

Heavy Stable-Particle Production in NC DIS with the ZEUS Detector.

A. MONTANARI

SUSY Searches with ZEUS.

T. NAMSOO

Three and Four-Jet States in Photoproduction at HERA.

S.U. NOOR

Neutral Current Cross Sections with Polarised Lepton Beam at ZEUS.

A.E. NUNCIO QUIROZ

Beauty Production Using $D^*\mu$ and $\mu^+\mu^-$ Correlations at ZEUS.

P. RYAN

Photoproduction of Events with Rapidity Gaps between Jets at ZEUS.

A. SAVIN

Event Shapes in DIS at ZEUS.

K_0 and Lambda Production at ZEUS.

T. SCHÖRNER-SADENIUS

Angular Correlations in Three-Jet Production and Subject Distributions in NC DIS at ZEUS.

Dijet Cross Sections at High Q^2 at ZEUS.

S. SHIMIZU

QCD and EW Analysis of the ZEUS NC/CC Inclusive and Jet Cross Sections.

M. SOARES

Leading Baryon Production at ZEUS.

M. WING

Heavy Quark Production at HERA and its Relevance to the LHC.

Highlights from ZEUS.

DPG2006, Dortmund/DE (03/2006)

V. ADLER

Ereignisse mit isolierten Leptonen bei großem fehlenden Transversalimpuls mit dem ZEUS-Experiment (HERA II).

D. BARTSCH

Identifizierung von Elektronen aus semileptonischen Zerfällen durch dE/dx -Messung mit der ZEUS-CTD an HERA.

I. BLOCH

Messung der Beauty-Produktion mittels Zwei-Myon-Ereignissen bei HERA/ZEUS.

A. BONATO

Dijet Production in Diffractive Deep Inelastic Scattering at HERA.

E. BUTZ

Zweijet-Wirkungsquerschnitte in Photoproduktion und Unterschiede zwischen quark- und gluoninduzierten Jets.

M. ERNST, J. FERRANDO, R. MANKEL, H. STADIE, K. WRONA

Long-term Experience with Grid-based Monte Carlo Mass Production for the ZEUS Experiment.

T. GOSAU

Messung von Zweijet-Ereignissen bei kleinen Bjorken-x in tiefinelastischer Streuung am ZEUS-Experiment bei HERA.

M. JÜNGST

Elektronidentifikation mit dem ZEUS-Detektor und Bestimmung des Beauty-Produktionsquerschnitt.

B. KAHLE

Beauty-Produktion in tief-unelastischer Streuung bei ZEUS.

F. KARSTENS

Charm Production in the forward Direction in Deep Inelastic Scattering with the ZEUS Detector in the HERA II Run Period.

D. KOLLÁR

Prospects of Measuring F_2 at High y and F_L with the ZEUS Detector.

A.E. NUNCIO QUIROZ
NLO-QCD-Vorhersagen für $b\bar{b}$ Produktion mit dem ZEUS-Detektor bei HERA.

R. RENNER
Diffraktive Dijets in Photoproduktion am ZEUS-Experiment.

U. SAMSON
Offene Beauty Production an HERA II.

T. SCHÖRNER-SADENIUS
Präzisionstests der QCD an Beschleunigerexperimenten.

V. SCHÖNBERG
Auswertung erster Daten, Effizienzbestimmung und Anpassung der Simulation des ZEUS-Straw-Tube-Trackers.

T. THEEDT
Messung von Zweijet-Wirkungsquerschnitten in tiefunelastischer ep-Streuung bei HERA.

N. VLASOV
Forward Jet Production in Deep Inelastic Scattering with ZEUS Detector at HERA.

HERA and the LHC: 2nd Workshop on the Implications of HERA for LHC Physics, Geneva/CH (06/2006)

B. KAHLE
First Results on Heavy Flavour Production at HERA II.

A.E. NUNCIO QUIROZ
Beauty Production Using $D^*\mu$ and $\mu^+\mu^-$ Correlations at HERA.

P. RYAN
Photoproduction of Events with Rapidity Gaps between Jets at ZEUS.

ICHEP'06, Moscow/RU (07/2006)

L. BELLAGAMBA
SUSY Searches at HERA.

K. BORRAS
Leading Baryons at HERA.

E. GALLO
Searches Beyond the Standard Model, experimental.

L.K. GLADILIN
Charm Spectroscopy and Exotics at ZEUS.

T. GOSAU
Multijet Final States.

B.B. LEVCHENKO
Field Emission in HEP Colliders Initiated by a Relativistic Positively Charged Bunch of Particles.

Y.D. RI
Combined QCD and Electro-Weak Fits at HERA.

J. SZTUK
Leptoquarks and Contact Interactions at HERA.

A. TAPPER
Charged Current DIS with Polarised e^\pm Beams at HERA.

E. TASSI
Structure Functions and PDFs.

J. TERRON
Jets and α_s .

M. ZAMBRANA
Charm and Beauty Photoproduction at HERA.

ISMD2006, Rio de Janeiro/BR (09/2006)

A. KERAMIDAS
Heavy Flavour Production at HERA.

M. SOARES
Multi-Parton Interactions at HERA.

A. UKLEJA
Fragmentation and Correlation of Hadrons in ep Collisions.

LakeLouise06, Lake Louise/CA (02/2006)

J. DE FAVEREAU
Search for New Physics in ep Collisions.

B. KAHLE
Heavy Quark Measurements at HERA.

K. NAGANO
Proton Structure from HERA.

LISHEP2006, Rio de Janeiro/BR (03/2006)

A. BRUNI
Semi-Exclusive and Exclusive Diffraction in ep Scattering.

J. MARTIN
Exotics at H1 and ZEUS.

L. STANCO
QCD Studies at H1/ZEUS.

Lowx2006, Lisbon/PT (06/2006)

A. COOPER-SARKAR
Neutral and Charged Current Cross Sections in Polarised ep Collisions.

A. SOLANO
Leading Neutron Energy and p_T Distributions from ZEUS.

T. THEEDT
Jets, Event Shapes and Determination of α_s in DIS at HERA.

N. VLASOV
Study of BFKL Dynamics through the Jet Angle Correlation, Rapidity Gap between Jets and forward Jet Production at HERA (H1+ZEUS).

R. WALSH
Spectroscopy in ep Collisions.

Weitere Vorträge

H. ABRAMOWICZ

Lessons for a Future ep Collider.
Joint INT/JLab/BNL Workshop on Hard Exclusive Processes at
JLab 12 GeV and a Future EIC, College Park/USA (10/2006)

L. ADAMCZYK

Diffraction and Diffractive Final States at HERA.
MoriondQCD2006, La Thuile, Aosta Valley/IT (03/2006)

R. CARLIN

HERA for the LHC.
Aspen06, Aspen/USA (02/2006)

N. COPPOLA, B. KAHLE, F. KARSTENS

Intelligent Particle Finders with the ZEUS Micro-Vertex Detector.
2006 IEEE Nuclear Science Symposium (NSS), Medical Imaging
Conference (MIC) and 15th International Room Temperature
Semiconductor Detector Workshop, San Diego, California/USA
(10/2006)

J. FERRANDO

Search for New Physics at HERA.
PHENO06, Wisconsin/USA (05/2006)

A. GARFAGNINI

QCD Analysis of the Inclusive Diffraction and Diffractive Final
States at HERA.
QCD 06, Montpellier/FR (07/2006)

C. GLASMAN

Hadronic Final States and QCD Studies at HERA.
LHC2006, Cracow/PL (07/2006)

T.G. GRIGORESCU

Beauty and Charm Production at DESY.
QCD 06, Montpellier/FR (07/2006)

C. HORN

SUSY Searches at HERA.
SUSY06, Irving/USA (06/2006)

M. KARBOWIAK, K. OLIIWA, W. WIERBA, L. ZAWIEJSKI

Laser Positioning System for LumiCal.
EUDET Annual Meeting 2006, Munich/DE (10/2006)

U. KLEIN

Parton Distribution Functions from HERA for the LHC.
Research Seminar, Bonn/DE (11/2006)

I.A. KORZHAVINA

$D^*(2010)^\pm$ and Dijet Diffractive Cross Sections from the ZEUS
Experiment at HERA.
DIFFRACTION 2006, Adamantis, Milos Island/GR (09/2006)

A. LEVY

Exclusive Measurements at the HERA Collider.
Joint INT/JLab/BNL Workshop on Hard Exclusive Processes at
JLab 12 GeV and a Future EIC, College Park/USA (10/2006)

C. LIU

Spectroscopy and Pentaquark Search at HERA.
BEACH 2006, Lancaster/UK (07/2006)

E. LOHRMANN

HERA und ZEUS.
Kolloquium, Freiburg/DE (10/2006)

B. LÖHR

Diffraction at HERA on the Quark and Gluon Scale.
EMECSC-ISSP 2006, Erice/IT (08/2007)

Results on Inclusive Diffraction at HERA from the ZEUS
Experiment.

DIFFRACTION 2006, Adamantis, Milos Island/GR (09/2006)

R. MANKEL

Precision Tracking for ep Physics in the HERA-II Run.
Physics Seminar, Oxford/UK (05/2006)

The Hadronic Final State at HERA.

Sino-German workshop on Frontiers in QCD, Hamburg/DE
(09/2006)

K. NAGANO

Electroweak Physics in ep Scattering with Polarised Leptons.
PIC2006, Buzios/BR (07/2006)

D. NOTZ

AJAX – Ein nützliches WEB Werkzeug.
Herbsttagung der Studiengruppe Elektronische Instrumentierung,
Ruprecht-Karls-Universität Heidelberg, Heidelberg/DE (09/2006)

Auswirkungen der Relativitätstheorie auf die Technik.
Frühjahrstagung der Studiengruppe Elektronische
Instrumentierung, FRM II, Garching/DE (03/2006)

A.E. NUNCIO QUIROZ

Probing NLO QCD with Beauty at HERA.
Seminar über Teilchenphysik, Wintersemester 2006/07, Universität
Bonn, Bonn/DE (11/2006)

T. SCHÖRNER-SADENIUS

QCD at HERA.
Seminar on Particle Physics, Bonn/DE (11/2006)

T. SCHÖRNER-SADENIUS

Jets and the Hadronic Final State at HERA.
Seminar on Particle Physics, Heidelberg/DE (12/2006)

O. SMITH

Mapping the Transverse Size of the Proton.
EMECSC-ISSP 2006, Erice/IT (08/2006)

B. STRAUB

Heavy Flavour Production in ep Scattering.
PIC2006, Buzios/BR (07/2006)

J. SUTIAK

Electroweak Physics at HERA.
MoriondEW2006, La Thuile, Aosta Valley/IT (03/2006)

J. WHYTE

Production and Properties of the Heavy Flavours at HERA.
LaThuile2006, La Thuile, Vallee d'Aoste/IT (03/2006)

K. WICHMANN

Results from HERA.
HCP2006, Durham, North Carolina/USA (05/2006)

W. WIERBA
LumiCal and BeamCal Readout and DAQ.
ILC-ECFA and GDE Joint Meeting, Valencia/ES (11/2006)
Very Forward Calorimeters Readout and Machine Interface.
LCWS06, Bangalore/IN (03/2006)

Habilitationen

J. CHWASTOWSKI
Energy Evolution of the Total Cross Section – Significance of the
HERA γp Measurements.
Henryk Niewodniczański Institute of Nuclear Physics Polish
Academy of Sciences (2004)
IFJ-Report No 1940/PH

Dissertationen

V. ADLER
Optimising of Design Parameters of the TESLA Vertex Detector
and Search for Events with Isolated Leptons and Large Missing
Transverse Momentum with the ZEUS-Experiment (HERA II).
Univ. Hamburg (2006)
DESY-THESIS-2006-012

G. AGHUZUMTSYAN
Charm Photoproduction using Electron Taggers with the ZEUS
Detector at HERA.
Universität Bonn (2006)
BONN-IR-2006-07

T. BOLD
Common Data Acquisition System for the ZEUS Luminosity
Monitor.
University of Science and Technology, Cracow, PL (2006)

A. GABAREEN MOKHTAR
Study of Neutral and Charged Current Cross Sections at High Q^2
at HERA.
Tel Aviv University, Israel (2006)
DESY-THESIS-2006-005

C. HORN
Search for Gravitinos in R-Parity Violating Supersymmetry at
HERA.
Univ. Hamburg (2006)
DESY-THESIS-2006-019

B. KAHLE
Measurement of Beauty Production in Deep Inelastic Scattering at
HERA II.
Univ. Hamburg (2006)
DESY-THESIS-2006-011

F. KARSTENS
Charm-Produktion in tiefinelastischer Streuung am
ZEUS-Experiment in der Datennahmeperiode von HERA-II.
Univ. Freiburg, Freiburg (2006)

I.I. KATKOV
Measurement of Inelastic J/ψ Production in Deep Inelastic
Scattering at the HERA Collider with the ZEUS Experiment.
Moscow State University, RU (2006)

S. MIGLIORANZI
Beauty Photoproduction at HERA II with the ZEUS Experiment.
University College London, UK (2006)

T. NAMSOO
Three- and Four-Jet States in Photoproduction at HERA.
University of Bristol, UK (2006)

Z. REN
Search for Strange Pentaquark Resonances at HERA.
Columbia University, USA (2006)

R. RENNER
Dijets in Diffractive Photoproduction Measured with the ZEUS
Experiment.
Universität Bonn (2006)

L. RINALDI
Measurement of Leading-Proton Production Cross Section in DIS
with the ZEUS Detector at HERA.
Bologna University (2006)
DESY-THESIS-2006-028

M. ROSIN
Energy Dependence of the Mean Charged Multiplicity in Deep
Inelastic Scattering with ZEUS at HERA.
University of Wisconsin, USA (2006)
UMI-32-22954

P. RYAN
Photoproduction of Events with Rapidity Gaps between Jets with
ZEUS at HERA.
Univ. of Wisconsin, Madison, USA (2006)
DESY-THESIS-2006-030

C. TARGETT-ADAMS
Dijet Photoproduction and the Structure of the Proton with the
ZEUS Detector.
University College London, UK (2006)

J. UKLEJA
Partial Measurement of the Light-Cone Wave Function of the
Photon.
Warsaw University, Warsaw, PL (2006)

M. WANG
Charm Production in Charged Current Deep Inelastic e^+p
Scattering at HERA.
Universität Bonn (2006)
BONN-IR-2006-02

Diplomarbeiten

P. GROCHOWSKI
Computerization of Data Collection for the Gas Detector Study.
University of Science and Technology, Cracow, PL (2006)

M. LÜCKER
 $D^{*\pm}$ -Produktion in tiefinelastischer ep-Streuung mit dem ZEUS-Detektor an HERA II.
 Universität Bonn (2006)

R. SHEHZADI
 Internal Alignment of the Straw-Tube Tracker in the ZEUS Detector.
 Universität Bonn, D (2006)

T. SPILSKI
 Temperature Effect in Flow Proportional Counters.
 University of Science and Technology, Cracow, PL (2006)

HERA-B-Experiment

Veröffentlichungen

HERA-B COLLABORATION, I. ABT ET AL.

Measurement of the Υ Production Cross-Section in 920-GeV Fixed-Target Proton-Nucleus Collisions.
 Phys. Lett. B 638 (2006) 13 and DESY 05-253, hep-ex/0603015

Polarization of Λ and $\bar{\Lambda}$ in 920-GeV Fixed-Target Proton-Nucleus Collisions.
 Phys. Lett. B 638 (2006) 415 and DESY 06-027, hep-ex/0603047

G. AVONI ET AL.
 A Radiation Tolerant Phototube Power Supply for the Electromagnetic Calorimeter of the HERA-B Experiment.
 Nucl. Instrum. Methods A 560 (2006) 539

J. BASTOS, J. CARVALHO, M. SCHMELLING
 A Statistical Method for Luminosity Monitoring in High Energy Collider Experiments.
 J. Instrum. 1 (2006) P10007 and physics/0606177

I. BELOTELOV, A. LANYOV, G. OSOSKOV
 A Study of the Millepede Alignment Algorithm on the Monte Carlo Model of the HERA-B Outer Tracker.
 Physics of Particles and Nuclei Letters 3 (2006) 261

Data-driven Alignment of the HERA-B Outer Tracker.
 Physics of Particles and Nuclei Letters 3 (2006) 335

Preprints und Interne Berichte

HERA-B COLLABORATION, I. ABT ET AL.

K^{*0} and ϕ Meson Production in Proton-Nucleus Interactions at $\sqrt{s} = 41.6$ GeV.
 DESY 06-096; hep-ex/0606049

A Measurement of the ψ' to J/ψ Production Ratio in 920 GeV/c Proton-Nucleus Interactions.
 DESY 06-117, hep-ex/0607046

Bottom Production Cross Section from Double Muonic Decays of b-Hadrons in 920 GeV Proton-Nucleus Collision.
 DESY 06-214, hep-ex/0612024

D.YU. GOLUBKOV, YU.A. GOLUBKOV
 Study of the Jet Shape at 920 GeV/c in Proton-Nucleus Interactions with HERA-B Detector.
 nucl-ex/0611026

Veröffentlichte Vorträge

P. FACCIOLI
 Charmonium Production in 920-GeV Proton-Nucleus Collisions.
 Proc. of Hadron05, Rio de Janeiro/BR
 AIP conf. Proc. 814 (2006) 545

Open and Hidden Charm Production in 920-GeV Proton-Nucleus Collisions.
 Proc. of Hadron05, Rio de Janeiro/BR
 AIP conf. Proc. 814 (2006) 404

B. GIACOBBE
 Open-b Production in pN Interactions with the HERA-B Detector.
 Proc. of Beauty2005, Assisi/IT
 Nucl. Phys. B, Proc. Suppl. 156 (2006) 235

The Electromagnetic Calorimeter of the HERA-B Experiment.
 Proc. of Siena 2004, Siena/IT
 Nucl. Phys. B, Proc. Suppl. 150 (2006) 257

Vorträge

A. BOGATYREV
 Heavy Flavour Production at HERA-B.
 ICHEP'06, Moscow/RU (07/2006)

V. EGORYTCHEV
 Selected HERA-B Results.
 LHC2006, Cracow/PL (07/2006)

P. FACCIOLI
 Charmonium, Open Charm and Beauty Production at HERA-B.
 Hard Probes 2006, Pacific Grove/USA (06/2006)

H. KOLANOSKI
 Heavy Flavor Production at HERA-B in 920 GeV Proton-Nucleus Interactions.
 Brookhaven National Laboratory, Colloquium, Upton/USA (04/2006)

J. SPENGLER
 Analysis of Charmonium Production at Fixed Target Experiments.
 Heavy Quarkonium 2006, Upton/USA (06/2006)

R. SPIGHI
 Heavy Flavor Production at HERA-B.
 DIS 2006, Tsukuba/JP (04/2006)

M. ZUR NEDDEN
 Recent Quarkonia Results from HERA-B.
 Heavy Quarkonium 2006, Upton/USA (06/2006)

Dissertationen

M. AGARI

Hyperon Production in Proton-nucleus Collisions at a Center-of-mass Energy of $\sqrt{s_{NN}} = 41.6$ GeV at HERA-B and Design of Silicon Microstrip Detectors for Tracking at LHCb. MPI für Kernphysik, Heidelberg (2006)

J. BATISTA

From CP Violation in Primordial Baryogenesis to the Role of Detector Alignment in the HERA-B Spectrometer. Univ. Lisboa (2005)

F. GRIMALDI

Measurement of J/ψ Production via χ_c Decay in 920 GeV pN Collisions at HERA-B. Università di Bologna, Italy (2006)

A. SBRIZZI

Beauty and a Search for Pentaquarks at HERA-B. NIKHEF, NL (2006)

Diplomarbeiten

J. GROTH-JENSEN

Charmonium Production in pA Collisions at the HERA-B Experiment. Niels Bohr Institute, Univ. Copenhagen, DK (2006)

HERMES-Experiment**Veröffentlichungen**

HERMES COLLABORATION, A. AIRAPETIAN ET AL.

Double-hadron Leptoproduction in the Nuclear Medium. Phys. Rev. Lett. 96 (2006) 162301 and DESY 05-205; hep-ex/0510030

Longitudinal Spin Transfer to the Λ Hyperon in Semi-Inclusive Deep-Inelastic Scattering.

Phys. Rev. D 74 (2006) 072004 and DESY 06-100; hep-ex/0607004

H.P. BLOK, L. LAPIKÁS

A-dependence of hadronization in nuclei. Phys. Rev. C 73 (2006) 038201

M. BURKARDT, G. SCHNELL

Anomalous Magnetic Moments and Quark Orbital Angular Momentum.

Phys. Rev. D 74 (2006) 013002 and hep-ph/0510249

F. ELLINGHAUS, W.-D. NOWAK, A.V. VINNIKOV, Z. YE

Can the angular momentum of u-quarks in the nucleon be accessed at HERMES?

Eur. Phys. J. C 46 (2006) 729 and hep-ph/0506264

Preprints und Interne Berichte

HERMES COLLABORATION, A. AIRAPETIAN ET AL.

Beam-Spin Asymmetries in the Azimuthal Distribution of Pion Electroproduction.

DESY 06-227; hep-ex/0612059

Precision determination of the spin structure function g_1 of the proton, deuteron and neutron.

DESY 06-142; hep-ex/0609039

The Beam-Charge Azimuthal Asymmetry and Deeply Virtual Compton Scattering.

DESY 06-078; hep-ex/0605108

A. HILLENBRAND

Transverse Spin Physics at HERMES.

hep-ex/0606019

Z. YE

Transverse target-spin asymmetry associated with DVCS on the proton and a resulting model-dependent constraint on the total angular momentum of quarks in the nucleon.

hep-ex/0606061

Veröffentlichte Vorträge**Proc. of 1st Workshop on Quark-Hadron Duality and the Transition to pQCD, Frascati/IT**

World Scientific (2006)

H.P. BLOK

Duality in the Polarized Structure Functions.

World Scientific (2006) 11

A. FANTONI, S. LIUTI

The Transition between Perturbative and Non-perturbative QCD.

World Scientific (2006) 163

D. HASCH

Experimental Overview of Exclusive Processes.

World Scientific (2006) 221

Proc. of CIPANP 2006, Westin Rio Mar Beach/PR

AIP conf. Proc. 870 (2006)

F. ELLINGHAUS

Quark Orbital Angular Momentum and Exclusive Processes at HERMES.

AIP conf. Proc. 870 (2006) 615

K. RITH

Selected Spin Physics results from COMPASS, HERMES and RHIC.

AIP conf. Proc. 870 (2006) 102

Y. VAN HAARLEM

Hadron Electro-production in Cold Nuclear Matter at HERMES.

AIP conf. Proc. 870 (2006) 673

Proc. of PANIC 05, Santa Fe/USA

AIP conf. Proc. 842 (2006)

J. DRESCHLER

Exclusive Meson Production at HERMES.

AIP conf. Proc. 842 (2006) 375

H.E. JACKSON

Measurement of ΔS in the Nucleon at HERMES from Semi-inclusive DIS.

AIP conf. Proc. 842 (2006) 363

R. KAISER

The HERMES Recoil Detector.

AIP conf. Proc. 842 (2006) 1082

Weitere Konferenzen

A. BORISSOV

Exclusive Diffractive Electroproduction of Vector Mesons at HERMES.

Proc. of DIFFRACTION 2006, Adamantas, Milos Island/GR
PoS DIFF2006 (2006) 014

R. FABBRI

Overview on exclusive processes at HERMES.

Proc. of DIFFRACTION 2006, Adamantas, Milos Island/GR
PoS DIFF2006 (2006) 013

A. VANDENBROUCKE, C.A. MILLER

Simulation of the HERMES Lead Glass Calorimeter Using a Look-Up Table.

Proc. of CALOR 06, Chicago/USA

AIP conf. Proc. 867 (2006) 495

Z. YE

Measurement of the transverse target-spin asymmetry associated with deeply virtual Compton scattering on the proton.

Proc. of HEPP-EPS 2005, Lisbon/PT

PoS HEP2005 (2006) 120 and hep-ex/0512010

Vorträge

CGSWHP 06, Tbilisi/GE (09/2006)

M. CAPILUPPI

First measurement of spin-exchange collision cross section in the low temperature region.

H. MARUKYAN

Deeply Virtual Compton Scattering at HERMES.

L. PAPPALARDO

Status of transversity studies at HERMES.

E. STEFFENS

Storage Ring Experiments.

CIPANP 2006, Westin Rio Mar Beach/PR (05/2006)

F. ELLINGHAUS

Quark Orbital Angular Momentum and Exclusive Processes at HERMES.

K. RITH

Selected Spin Physics Results from COMPASS, HERMES and RHIC.

Y. VAN HAARLEM

Hadron Electro-production in Cold Nuclear Matter at HERMES.

DIS 2006, Tsukuba/JP (04/2006)

E.C. ASCHENAUER

New results from HERMES.

M. EHRENFRIED

Measurement of the strange quark helicity distribution from semi-inclusive DIS on the deuteron.

B. MARIANSKI

New Results on Spin Density Matrix Elements for ρ^0 at HERMES.

L. PAPPALARDO

Transversity results from HERMES.

S. WANG

The Photoproduction Cross Sections of $\Lambda(1520)$ and $\bar{\Lambda}(1520)$.

Z. YE

Transverse target-spin asymmetry associated with DVCS on the proton and a resulting model-dependent constraint on J_u vs J_d .

DPG 2006, München/DE (03/2006)

M. DIEFENTHALER

Azimutale Einzel-Spin-Asymmetrien in semi-inklusive tiefinelastischer Streuung an einem transversal polarisierten Wasserstoff-Target.

D. GABBERT

Hadronenmultiplizitäten mit HERMES.

T. KERI

A Recoil Detector to Measure Hard Exclusive Reactions at HERMES.

S. LU

HERMES Results on Δs from K_S^0 Production.

A. ROSTOMYAN

Exclusive Vector Meson Production at HERMES.

GPD2006, Trento/IT (06/2006)

W.-D. NOWAK

HERMES Results and Projections on Exclusive Photon and Meson Production.

A. OSBORNE

ρ^0 Meson Production Cross Section Ratios at HERMES.

A. ROSTOMYAN
Transverse Single-spin Asymmetry of Exclusive ρ^0 from HERMES.

C. VAN HULSE
The HERMES Recoil Project.

Joint INT/JLab/BNL Workshop on Hard Exclusive Processes at JLab 12 GeV and a Future EIC, College Park/USA (10/2006)

F. ELLINGHAUS
Probing $x = \xi$ through DVCS spin observables at HERMES.

Probing $x \neq \xi$ through the DVCS beam charge asymmetry.

“First” experimental results for DVCS on Nuclei.

LakeLouise06, Lake Louise/CA (02/2006)

M. HOEK
DVCS measurements with nuclear targets at HERMES.

L.A. LINDEN-LEVY
Isoscalar Extraction of Δs in the Nucleon at HERMES from Semi-Inclusive DIS.

B. ZIHLMANN
Transversity measurements at HERMES.

QCD 06, Montpellier/FR (07/2006)

A. FANTONI
Measurement of polarised distribution functions at HERMES.

S.I. MANAYENKOV
Study of spin density matrix in exclusive diffractive ρ^0 meson production at HERMES.

H. MARUKYAN
Recent results on Deeply Virtual Compton Scattering at HERMES.

QCD-N’06, Rome/IT (06/2006)

L. DE NARDO
Helicity Distributions at HERMES.

U. ELSCHENBROICH
The Transverse Spin Effects in Kaon Production at HERMES.

F. GIORDANO
Evidence for a Single-Spin Asymmetry in Two-pion Semi-inclusive DIS on a Transversely Polarized Hydrogen Target.

C. HADJIDAKIS
Hard Exclusive Production at HERMES.

R. KAISER
Future Exclusive Measurements at HERMES.

A. ROSTOMYAN
Transverse Single-spin Asymmetry of Exclusive ρ^0 from HERMES.

G. SCHNELL
Transversity and Transverse Momentum Dependent Distribution and Fragmentation Functions.

Z. YE
Transverse Target-Spin Asymmetry Associated with DVCS on the Proton and Resulting Model-Dependent Constraint on J_u vs J_d .

QNP06, Madrid/ES (06/2006)

W. DECONINCK
The Search for Exotic Baryons at HERMES.

H. JACKSON
Measurement of ΔS in the Proton.

M. KOPYTIN
Longitudinal and Transverse Target-Spin Asymmetries associated with DVCS on the Proton at HERMES.

G. SCHNELL
Transversity Distributions in HERMES.

M. TYTGAT
Exclusive Meson Production at HERMES.

W. YU
The HERMES Recoil Detector.

SPIN2006, Kyoto/JP (10/2006)

E.C. ASCHENAUER
Helicity structure of the nucleon from lepton scattering.

M. CONTALBRIGO
Measurement of Transverse Asymmetries from Interference Fragmentation at HERMES.

L. DENARDO
The Final HERMES Data on g_1^p and g_1^n .

M. DIEFENTHALER
Azimuthal Single-Spin Asymmetries in Semi-Inclusive Deep-Inelastic Scattering on a Transversely Polarised Hydrogen Target.

H. GULER
A-dependence of the Beam-Spin Azimuthal Asymmetry in Deeply Virtual Compton Scattering.

D. HASCH
Spin Physics at HERMES.

H. JACKSON
Measurement of ΔS in the Nucleon from Semi-inclusive DIS on Deuterium.

E. KINNEY
New Results on ρ^0 Production at HERMES.

P. LIEBING
Extraction of $\Delta G/G$ from HERMES Data on Inclusive Charged Hadrons.

W.-D. NOWAK
Model-Dependent Constraint on Quark Total Angular Momentum Based on the Transverse Target-spin Asymmetry Measured in Deeply Virtual Compton Scattering at HERMES.

K. RITH
Study of Λ Polarisation at HERMES.

E. STEFFENS
The HERMES H & D Target: 10 Years of Operation.

SPIN-Praha-2006, Prague/CZ (07/2006)

J. DRESCHLER
Exclusive vector meson production at HERMES.

F. GIORDANO
Evidence for a single spin asymmetry in two pion semi-inclusive DIS on a transversely polarized hydrogen target.

F. STINZING
Results from HERMES on the structure of the nucleon.

Weitere Vorträge

A. BORISSOV
Exclusive Diffractive Electroproduction of Vector Mesons at HERMES.
DIFFRACTION 2006, Adamantas, Milos Island/GR (09/2006)

P. DI NEZZA
Recent Results from HERMES.
LISHEP 2006, Rio de Janeiro/BR (04/2006)

M. DÜREN
Results from HERMES in view of future $\bar{p}p$ experiments.
ECT* Workshop on Observables in Antiproton-Proton Interactions and their Relevance to QCD, Trento/IT (07/2006)

G. ELBAKYAN
Nuclear attenuation of hadrons at HERMES.
MESON 2006, Cracow/PL (06/2006)

F. ELLINGHAUS
Quark Orbital Angular Momentum and Exclusive Processes at HERMES.
Workshop on Future Prospects in QCD at High Energy, Brookhaven/USA (07/2006)

A. FANTONI
The spin puzzle: recent results from the HERMES experiment.
MESON 2006, Cracow/PL (06/2006)

A. HILLENBRAND
Transverse Spin Physics at HERMES.
MoriondQCD2006, La Thuile, Aosta Valley/IT (03/2006)

S. KOROTKOV
New results from HERMES.
ICHEP'06, Moscow/RU (07/2006)

Y. NARYSHKIN
Measurement of longitudinal spin transfer to the Λ^0 -hyperon at HERMES.
BEACH 2006, Lancaster/UK (07/2006)

W.-D. NOWAK
Spin Structure of Nucleons.
PIC2006, Buzios/BR (07/2006)

J. RUBIN
Measurement of Flavor Separated Quark Polarizations at HERMES: Past, Present, and Future.
22nd Winter Workshop on Nuclear Dynamics, La Jolla/USA (03/2006)

G. SCHNELL
Probes of Orbital Angular Momentum at HERMES.
Joint UNM/RBRC Workshop on Parton Orbital Angular Momentum, Albuquerque/USA (02/2006)

A. VANDENBROUCKE, C.A. MILLER
Simulation of the HERMES Lead Glass Calorimeter Using a Lookup Table.
CALOR 06, Chicago/USA (06/2006)

A. VANDENBROUCKE
Exclusive Processes at HERMES.
22nd Winter Workshop on Nuclear Dynamics, La Jolla/USA (03/2006)

B. ZIHLMANN
New Transversity Results from HERMES.
Gordon Research Conference on Photonnuclear Reactions, Tilton/USA (07/2006)

Recent results on the spin structure of the nucleon.
Sino-German workshop on Frontiers in QCD, Hamburg/DE (09/2006)

Dissertationen

Z. AKOPOV
Hadron Attenuation in the Nuclear Environment at HERMES.
Yerevan Physics Institute, Armenia (2006)

A.E. ANDRUS
Measurement of the Transverse Spin Polarization of the Λ in Quasi-Real Photoproduction and Electroproduction at HERMES.
University of Illinois at Urbana-Champaign (2006)

E. AVETISYAN
The Measurement of the Beam-Spin Azimuthal Asymmetries in Pion Electroproduction at HERMES.
Istituto Nazionale di Fisica Nucleare, Laboratori Nazionali di Frascati (2006)

P. BAILEY
A Measurement of the Contribution of the Gluon to the Spin of the Nucleon.
University of Illinois at Urbana-Champaign (2006)

M. CAPILUPPI
First Measurement of the Spin – Exchange Collision Cross Section in the Low Temperature Region.
Università degli Studi di Ferrara (2006)

U. ELSCHENBROICH
Transverse Spin Structure of the Proton Studied in Semi-inclusive DIS.
Universiteit Gent (2006)
DESY-THESIS-2006-004

A. FUNEL
Hadron Production in Semi-inclusive Lepton DIS on Nuclei at HERMES.
Università degli Studi di Ferrara (2006)

M. HOEK
Design and Construction of a Scintillating Fibre Tracker for Measuring Hard Exclusive Reactions at HERMES.
Justus-Liebig-Universität Gießen (2006)

M. KOPYTIN
Longitudinal Target-Spin Azimuthal Asymmetry in Deeply-Virtual Compton Scattering.
Humboldt-Universität zu Berlin (2006)

B. MAIHEU
Hadronization in electron - proton scattering at HERMES.
Universiteit Gent (2006)

A. OSBORNE
Exclusive ρ^0 Cross Section Ratios on Deuterium and Hydrogen Targets.
University of Glasgow (2006)

L. RUBACEK
Search for the Pentaquark States in Lepton-Nucleon Scattering at HERMES.
Justus Liebig Universität Gießen (2006)

M. STATERA
Superconducting Magnetic Systems for High Energy Polarized Physics.
Università degli Studi di Ferrara (2006)

P. TAIT
Beam-Induced Depolarisation at the HERMES Transversely Polarised Hydrogen Target.
Universität Erlangen-Nürnberg (2006)

M. VAN BEUZEKOM
Identifying Fast Hadrons with Silicon Detectors.
Rijksuniversiteit Groningen (2006)

A. VANDENBROUCKE
Exclusive π^0 Production at Hermes: Detection - Simulation - Analysis.
Universiteit Gent (2006)
DESY-THESIS-2007-003

Z. YE
Transverse Target-Spin Asymmetry Associated with Deeply Virtual Compton Scattering on the Proton and A Resulting Model-Dependent Constraint on the Total Angular Momentum of Quarks in the Nucleon.
Universität Hamburg (2006)
DESY-THESIS-2007-005

Diplomarbeiten

Y. IMAZU
QCD Analysis of Parton Helicity Distributions with HERMES SIDIS Data.
Tokyo Institute of Technology (2006)

Theoretische Physik

Veröffentlichungen

S.A. ABEL, J. JÄCKEL, V.V. KHOZE, A. RINGWALD
Vacuum Birefringence as a Probe of Planck Scale Noncommutativity.
JHEP 09 (2006) 074 and DESY 06-111

M. AHLERS, J. KERSTEN, A. RINGWALD
Long-Lived Staus at Neutrino Telescopes.
JCAP 0607 (2006) 005 and DESY 06-046

S. ALBINO, B.A. KNIEHL, G. KRAMER, W. OCHS
Resummation of Soft Gluon Logarithms in the DGLAP Evolution of Fragmentation Functions.
Phys. Rev. D 73 (2006) 1 and DESY 05-048; hep-ph/0510319

A. ALI, A.V. BOROSOV, M.V. SIDOROVA
Majorana Neutrinos in Rare Meson Decays.
Phys. At. Nucl. 69 (2006) 484

A. ALI, G. KRAMER, G. ZHU
 $B \rightarrow K^* \ell^+ \ell^-$ Decay in Soft-Collinear Effective Theory.
Eur. J. Phys. C47 (2006) 625 and DESY 06-002

M. AWRAMIK, M. CZAKON, A. FREITAS
Bosonic Corrections to the Effective Weak Mixing Angle at $\mathcal{O}(\alpha^2)$.
Phys. Lett. B 642 (2006) 566 and DESY 06-057

Electroweak Two-loop Corrections to the Effective Weak Mixing Angle.
JHEP 0611 (2006) 048 and DESY 06-108; ZH-TH 17/06

A. BACCHETTA, M. RADICI
Modeling Dihadron Fragmentation Functions.
Phys. Rev. D 74 (2006) 114007 and DESY 06-119

J. BARTELS, S. BONDARENKO, K. KUTAK, L. MOTYKA
Exclusive Higgs Boson Production at the LHC: Hard Rescattering Corrections.
Phys. Rev. D 73 (2006) 1

- D.V. BELYAEV
Boundary Conditions in Supergravity on a Manifold with Boundary.
JHEP 01 (2006) 047
- Boundary Conditions in the Mirabelli and Peskin Model.
JHEP 01 (2006) 046
- Supersymmetric Bulk-brane Coupling with Odd Gauge Fields.
JHEP 08 (2006) 032 and DESY 06-131
- A. BRANDENBURG, A. RINGWALD, A. UTERMANN
Instantons in Lepton Pair Production.
Nucl. Phys. B 754 (2006) 107 and DESY 06-069
- I. BRUNNER, M. HERBST, W. LERCHE, B. SCHEUNER
Landau–Ginzburg Realization of Open String TFT.
JHEP 0611 (2006) 1
- I. BRUNNER, M. HERBST, W. LERCHE, J. WALCHER
Matrix Factorizations and Mirror Symmetry: The Cubic Curve.
JHEP 0611 (2006) 1
- W. BUCHMÜLLER, J. KERSTEN, K. SCHMIDT-HOBERG
Squarks and Sleptons between Branes and Bulk.
JHEP 0602 (2006) 069 and DESY 05-238; hep-ph/0512152
- W. BUCHMÜLLER, K. HAMAGUCHI, J. KERSTEN
The Gravitino in Gaugino Mediation.
Phys. Lett. B 632 (2006) 366 and DESY 05-089; hep-ph/0506105
- W. BUCHMÜLLER, K. HAMAGUCHI, O. LEBEDEV, M. RATZ
Supersymmetric Standard Model from the Heterotic String.
Phys. Rev. Lett. 96 (2006) 121602 and DESY 05-222;
hep-ph/0511035
- W. BUCHMÜLLER, L. COVI, J. KERSTEN,
K. SCHMIDT-HOBERG
Dark Matter from Gaugino Mediation.
JCAP 0611 (2006) 007 and DESY 06-158; hep-ph/0609142
- A.G. BYTSKO, J. TESCHNER
Quantization of Models with Non-Compact Quantum Group
Symmetry. Modular XXZ Magnet and Lattice Sinh-Gordon Model.
J. Phys. A 39 (2006) 12927
- S.Y. CHOI, M. DREES, J. SONG
Neutralino Production and Decay at an e^+e^- Linear Collider with
Transversely Polarized Beams.
JHEP 0609 (2006) 064 and DESY 06-016; hep-ph/0602131
- S.Y. CHOI, Y.G. KIM
Heavy Higgs Resonances for the Neutralino Relic Density in the
Higgs Decoupling Limit of the CP-noninvariant Minimal
Supersymmetric Standard Model.
Phys. Lett. B 637 (2006) 27 and DESY 06-011; hep-ph/0602109
- L. COVI, J. HAMANN, A. MELCHIORRI, A. SLOSAR,
I. SORBERA
Inflation and WMAP Three Year Data: Features have a Future!
Phys. Rev. D 74 (2006) 083509 and DESY 06-089
- F. DEPPISCH, H. PÄS, R. RÜCKL, A. REDELBACH
Constraints on SUSY Seesaw Parameters from Leptogenesis and
Lepton Flavor Violation.
Phys. Rev. D 73 (2006) 033004 and hep-ph/0511062
- F. DEPPISCH, T.S. KOSMAS, J.W.F. VALLE
Enhanced $\mu - e^-$ Conversion in Nuclei in the Inverse Seesaw
Model.
Nucl. Phys. B 752 (2006) 80 and hep-ph/0512360
- M. DIEHL, A. MANASHOV, A. SCHÄFER
Chiral Perturbation Theory for Nucleon Generalized Parton
Distributions.
Eur. J. Phys. A29 (2006) 315 and DESY 06-123
- M. ENDO, F. TAKAHASHI, T.T. YANAGIDA
Spontaneous Non-Thermal Leptogenesis in High-Scale Inflation
Models.
Phys. Rev. D 74 (2006) 123523
- M. ENDO, F. TAKAHASHI
Non-thermal Production of Dark Matter from Late-Decaying
Scalar Field at Intermediate Scale.
Phys. Rev. D 74 (2006) 063502
- M. ENDO, K. HAMAGUCHI, F. TAKAHASHI
Moduli-Induced Gravitino Problem.
Phys. Rev. Lett. 96 (2006) 211301
- Moduli/Inflaton Mixing with Supersymmetry Breaking Field.
Phys. Rev. D 74 (2006) 023531
- M. ENDO, M. KAWASAKI, F. TAKAHASHI, T.T. YANAGIDA
Inflaton Decay through Supergravity Effects.
Phys. Lett. B 642 (2006) 518
- M. ENDO, S. MISHIMA
Constraint on Right-Handed Squark Mixings from $B_s - \bar{B}_s$ Mass
Difference.
Phys. Lett. B 640 (2006) 205
- F. FARCHIONI ET AL.
Numerical Simulations with two Flavours of Twisted-mass Wilson
Quarks and DBW2 Gauge Action.
Eur. J. Phys. C47 (2006) 453 and DESY 05-250; hep-lat/0512017
- H. GIES, J. JÄCKEL, A. RINGWALD
Accelerator Cavities as a Probe of Millicharged Particles.
Europhys. Lett. 76 (2006) 794 and DESY 06-132
- Polarized Light Propagating in a Magnetic Field as a Probe for
Millicharged Fermions.
Phys. Rev. Lett. 97 (2006) 140402 and DESY 06-105
- Y. HIKIDA
Phase Transitions of Large N Orbifold Gauge Theories.
JHEP 0612 (2006) 042 and DESY 06-179
- H.A. KASTRUP
Quantization of the Canonically Conjugate Pair Angle and Orbital
Angular Momentum.
Phys. Rev. A 73 (2006) 1 and DESY 05-219
- M. KAWASAKI, F. TAKAHASHI, T.T. YANAGIDA
Gravitino Overproduction in Inflaton Decay.
Phys. Lett. B 638 (2006) 8 and DESY 06-034; hep-ph/0603265
- The Gravitino-Overproduction Problem in Inflationary Universe.
Phys. Rev. D 74 (2006) 043519 and DESY 06-072;
hep-ph/0605297

- W. KILIAN, J. REUTER, T. ROBENS
NLO Event Generation for Chargino Production at the ILC.
Eur. Phys. J. C 48 (2006) 389 and DESY 06-103;
SI-HEP-2006-07; hep-ph/0607127
- B.A. KNIEHL, A.V. KOTIKOV, A.I. ONISHCHENKO,
O.L. VERETIN
Strong-coupling Constant with Flavor Thresholds at Five Loops in
the $\overline{\text{MS}}$ Scheme.
Phys. Rev. Lett. 97 (2006) 1 and DESY 06-074; hep-ph/0607202
- B.A. KNIEHL, A.V. KOTIKOV
Heavy-quark QCD Vacuum Polarisation Function: Analytical
Results at Four Loops.
Phys. Lett. B 642 (2006) 68 and DESY 06-073; hep-ph/0607201
- B.A. KNIEHL, A. ONISHCHENKO, J.H. PICLUM,
M. STEINHAUSER
Two-loop Matching Coefficients for Heavy Quark Currents.
Phys. Lett. B 638 (2006) 209 and DESY 06-031; hep-ph/0604072
- B.A. KNIEHL, A. SIRLIN
Simple Approach to Renormalize the
Cabibbo-Kobayashi-Maskawa Matrix.
Phys. Rev. Lett. 97 (2006) 1 and DESY 06-141; hep-ph/0608306
- Simple on-Shell Renormalization Framework for the
Cabibbo-Kobayashi-Maskawa Matrix.
Phys. Rev. D 74 (2006) 1 and DESY 06-207; hep-th/0612033
- B.A. KNIEHL, C.P. PALISOC
Prompt J/ψ Plus Photon Associated Electroproduction at DESY
HERA.
Eur. Phys. J. C 48 (2006) 451 and DESY 06-136; hep-ph/0608245
- B.A. KNIEHL, D.V. VASIN, V.A. SALEEV
Bottomonium Production in the Regge Limit of QCD.
Phys. Rev. D 74 (2006) 1 and DESY 06-104; hep-ph/0607254
- Charmonium Production at High Energy in the k_T -factorization
Approach.
Phys. Rev. D 73 (2006) 1 and DESY 06-019; hep-ph/0602179
- B.A. KNIEHL, G. KRAMER
Charmed-hadron Fragmentation Functions from CERN LEP1
Revisited.
Phys. Rev. D 74 (2006) 1 and DESY 06-102; hep-ph/0607306
- B.A. KNIEHL
Heavy-Quarkonium Production at Next-to-leading Order.
Int. J. Mod. Phys. A 21 (2006) 793
- Y. KOMA, M. KOMA, H. WITTIG
Nonperturbative Determination of the QCD Potential at $O(1/m)$.
Phys. Rev. Lett. 97 (2006) 122003 and DESY 06-062; RCNP-TH
06004; MKPH-T-06-12
- H. KOWALSKI, L. MOTYKA, G. WATT
Exclusive Diffractive Processes at HERA Within the Dipole
Picture.
Phys. Rev. D 74 (2006) 1 and DESY 06-095; hep-ph/0606272v2
- L. MOTYKA
Nonlinear Evolution of Pomeron and Odderon in Momentum
Space.
Phys. Lett. B 637 (2006) 185
- S. RIBAUT
Discrete D-branes in AdS3 and in the 2d Black Hole.
JHEP 0608 (2006) 015 and DESY 05-257; hep-th/0512238
- A. RINGWALD, L. SCHREMPF
Probing Neutrino Dark Energy with Extremely High-Energy
Cosmic Neutrinos.
JCAP 0610 (2006) 012 and DESY 06-088
- V. SCHOMERUS, H. SALEUR
The GL(1|1) WZW Model: From Supergeometry to Logarithmic
CFT.
Nucl. Phys. B 734 (2006) 245 and SPHT-T05/152; DESY 05-186;
hep-th/0510032v1
- V. SCHOMERUS
Non-compact String Backgrounds and Non-rational CFT.
Physics Reports 431 (2006) 86 and DESY 05-168; SPHT-T05-139;
hep-th/0509155v1
- G. WEIGLEIN ET AL.
Physics Interplay of the LHC and the ILC.
Physics Reports 426 (2006) 358

Preprints und Interne Berichte

- S.A. ABEL, J. JÄCKEL, V.V. KHOZE, A. RINGWALD
Illuminating the Hidden Sector of String Theory by Shining Light
through a Magnetic Field.
DESY 06-133
- M. AHLERS, H. GIES, J. JÄCKEL, A. RINGWALD
On the Particle Interpretation of the PVLAS Data: Neutral versus
Charged Particles.
DESY 06-221
- M. AHLERS
Exotic Neutrino Interactions in Cosmic Rays.
DESY 06-203
- Supersymmetry on the Rocks.
DESY 06-193
- S. ALBINO, B.A. KNIEHL, G. KRAMER, C. SANDOVAL
Confronting Fragmentation Function Universality with Single
Hadron Inclusive Production at HERA and e^+e^- Colliders.
DESY 06-197; hep-ph/0611029
- S. ALEKHIN ET AL.
HERA and the LHC – A Workshop on the Implications of HERA
for LHC Physics: Proceedings Part B.
hep-ph/0601013
- HERA and the LHC – A workshop on the implications of HERA
for LHC physics: Proceedings Part A.
hep-ph/0601012

- A. ALI, A.V. BORISOV, D.V. ZHURIDOV
Neutrinoless Double Beta Decay: Electron Angular Correlation as a Probe of New Physics.
DESY 06-086
- A. BACCHETTA, M. DIEHL, K. GOEKE, A. METZ, P. MULDER, M. SCHLEGEL
Semi-inclusive Deep Inelastic Scattering at Small Transverse Momentum.
DESY 06-204
- M. BATTAGLIA, T. BARKLOW, M. PESKIN, Y. OKADA, S. YAMASHITA, P. ZERWAS
Physics Benchmarks for the ILC Detectors.
SLAC-PUB-11877
- F. BAUER
Gravity and Quantum Fields in Discrete Space-Times.
DESY 06-191
- S. BONDARENKO, L. MOTYKA, A.H. MUELLER, A. SHOSHI, B.W. XIAO
On the Equivalence of Reggeon Field Theory in Zero Transverse Dimensions and Reaction-Diffusion Processes.
DESY 06-167
- S. BONDARENKO, L. MOTYKA
Solving Effective Field Theory of Interacting QCD Pomerons in the Semi-classical Approximation.
hep-ph/0605185
- PH. BOUCAUD ET AL.
Dynamical Twisted Mass Fermions with Light Quarks.
DESY 06-236
- D. BRÖMMEL ET AL.
The Pion Form Factor from Lattice QCD with two Dynamical Flavours.
DESY 06-135
- W. BUCHMÜLLER, C. LÜDELING
Field Theory and Standard Model.
DESY 06-151; hep-ph/0609174
- W. BUCHMÜLLER, J. JÄCKEL
Entropy Growth and the Dark Energy Equation of State.
DESY 06-190; astro-ph/0610835
- W. BUCHMÜLLER, K. HAMAGUCHI, M. IBE, T.T. YANAGIDA
Eluding the BBN Constraints on the Stable Gravitino.
DESY 06-064; hep-ph/0605164
- W. BUCHMÜLLER, K. HAMAGUCHI, O. LEBEDEV, M. RATZ
Supersymmetric Standard Model from the Heterotic String (II).
DESY 06-059; hep-th/0606187
- W. BUCHMÜLLER
Leptogenesis and Gravitino Dark Matter.
DESY 06-243; hep-ph/0611368
- M. BUTENSCHÖN, F. FUGEL, B.A. KNIEHL
Two-loop Virtual Top-quark Effect on Higgs-boson Decay to Bottom Quarks.
DESY 06-235; hep-ph/0612184
- J.A. CASAS, A. IBARRA, F. JIMENEZ-ALBURQUERQUE
Hints on the High-energy Seesaw Mechanism from the Low-energy Neutrino Spectrum.
DESY 06-232
- T. CHIARAPPA, F. FARCHIONI, K. JANSEN, I. MONTVAY, E.E. SCHOLZ, L. SCORZATO, T. SUDMANN, C. URBACH
Numerical Simulation of QCD with u, d, s and c Quarks in the Twisted-mass Wilson Formulation.
DESY 06-092; hep-lat/0606011
- S.Y. CHOI, H.E. HABER, J. KALINOWSKI, P.M. ZERWAS
The Neutralino Sector in the U(1)-extended Supersymmetric Standard Model.
DESY 06-066
- S.Y. CHOI, J. KALINOWSKI, H.U. MARTYN, R. RÜCKL, H. SPIESBERGER, P.M. ZERWAS
Isolated Lepton Events at HERA: SUSY R-Parity Violation?
DESY 06-238; hep-ph/0612302
- S.Y. CHOI, K. HAGIWARA, H.U. MARTYN, K. MAWATARI, P.M. ZERWAS
Spin Analysis of Supersymmetric Particles.
DESY 06-239
- S.Y. CHOI, K. HAGIWARA, Y.G. KIM, K. MAWATARI, P.M. ZERWAS
 τ Polarization in SUSY Cascade Decays.
DESY 06-237
- T. CREUTZIG, T. QUELLA, V. SCHOMERUS
New Boundary Conditions for the $c=-2$ Ghost System.
DESY 06-219
- S. DE HARO, I. PAPADIMITRIOU, A.C. PETKOU
Conformally Coupled Scalars, Instantons and Vacuum Instability in AdS_4 .
DESY 06-213
- F. DEPPISCH, H. PÄS
Pinning down the Mechanism of Neutrinoless Double Beta Decay with Measurements in Different Nuclei.
hep-ph/0612165
- M. DIEHL, A. MANASHOV, A. SCHÄFER
Generalized Parton Distributions for the Nucleon in Chiral Perturbation Theory.
DESY 06-196
- G. GÖTZ, T. QUELLA, V. SCHOMERUS
The WZNW Model on $PSU(1,1|2)$.
DESY 06-147
- W. HOLLIK, A. HÜTTMANN, B.A. KNIEHL
Single Top Production at HERA in the Standard Model and its Minimal Supersymmetric Extension.
DESY 06-041; hep-ph/0606073
- W. KILIAN, P.M. ZERWAS
IIC: Physics Scenarios.
DESY 06-012
- Y. KOMA, M. KOMA
Spin-dependent Potentials from Lattice QCD.
DESY 06-061, MKPH-T-06-11, RCNP-Th 06003

S. KRAML ET AL.
Workshop on CP Studies and Non-Standard Physics.
CERN-2006-009

U. KÖTZ, A. RINGWALD, T. TSCHENTSCHER
Production and Detection of Axion-Like Particles at the
VUV-FEL: Letter of Intent.
DESY 06-098

Y. OKAWA, L. RASTELLI, B. ZWIEBACH
Analytic Solutions for Tachyon Condensation with General
Projectors.
DESY 06-199; MIT-CTP-3778; YITP-SB-06-44; hep-th/0611110

H. SALEUR, V. SCHOMERUS
On the $SU(2|1)$ WZW Model and its Statistical Mechanics
Applications.
DESY 06-201

Veröffentlichte Vorträge

S.A. ABEL, J. JÄCKEL, V.V. KHOZE, A. RINGWALD
Photon Defects in Noncommutative Standard Model Candidates.
Proc. of Workshop on Noncommutative Geometry in Field and
String Theories, Corfu/GR
J. Phys., Conf. Ser. 53 (2006) 843 and DESY 06-087

A. ALI, A.V. BORISOV, D.V. ZHURIDOV
Neutrinoless Double Beta Decay in Theories Beyond the Standard
Model: Electron Angular Distributions.
Proc. of 12th Lomonosov Conference on Elementary Particle
Physics, Moscow/RU
World Scientific (2006) 50, 53

A. ALI, A.V. BORISOV, M.V. SIDOROVA
Rare Semileptonic Meson Decays in R-Parity Violating MSSM.
Proc. of 12th Lomonosov Conference on Elementary Particle
Physics, Moscow/RU
World Scientific (2006) 215, 218

M. AWRAMIK, M. CZAKON, A. FREITAS
Bosonic Corrections to the Effective Leptonic Weak Mixing Angle
at the Two-loop Level.
Proc. of RADCOR 2005, Shonan Village/JP
Nucl. Phys. B, Proc. Suppl. 157 (2006) 62

L. COVI
Axinos as Cold Dark Matter.
Proc. of DSU 2006, Madrid/ES
American Institute of Physics – Springer (2006) 145, DESY
06-184

J. KERSTEN
Squarks and Sleptons between Branes and Bulk – Gaugino
Mediation and Gravitino Dark Matter in an $SO(10)$ Orbifold GUT.
Proc. of MoriondEW2006, La Thuile, Aosta Valley/IT
The Gioi (2006) 194, DESY 06-067

L. MOTYKA
Hard Rescattering in Exclusive Higgs Boson Production at the
LHC.

Proc. of Recontres de Moriond, La Thuile/IT
The Gioi Publishers (2006) 197

Heavy Quark Photoproduction from $k(t)$ -Factorisation.
Proc. of Photon 2005, Warsaw/PL
Acta Phys. Pol. B 37 (2006) 787

Symmetric and Non-Symmetric Saturation.
Proc. of Cracow School of Theoretical Physics, XLVI Course,
2006, Zakopane/PL
Acta Phys. Pol. B 37 (2006) 3533

M.M. MÜHLEITNER, P.M. ZERWAS
Elements of Physics with a Photon Collider.
Proc. of Photon 2005, Warsaw/PL
Acta Phys. Pol. B 37 (2006) 1038

A. RINGWALD
Super-GZK Neutrinos.
Proc. of TAUP 2005, Zaragoza/ES
J. Phys., Conf. Ser. 39 (2006) 393

E.E. SCHOLZ, I. MONTVAY
Multi-Step Stochastic Correction in Dynamical Fermion Updating
Algorithms.
Proc. of The 24th International Symposium on Lattice Field
Theory, Tucson/USA
SISSA (2006) 037

L. SCORZATO ET AL.
 $N_f=2$ Lattice QCD and Chiral Perturbation Theory.
Proc. of Workshop on Computational Hadron Physics (Hadron
Physics 13), Nicosia/CY
Nucl. Phys. B, Proc. Suppl. 153 (2006) 283

Vorträge

DESY Theory Workshop on the Dark Universe, Hamburg/DE (09/2006)

M. PETERMANN, F. SCHREMPP
Search for QCD-Instantons at the LHC, Theoretical Aspects.

A. RINGWALD
Shedding Light on the Hidden Sector.

F. SCHREMPP
Welcome.

L. SCHREMPP
Probing Neutrino Dark Energy with Extremely High-Energy
Cosmic Neutrinos.

DIS 2006, Tsukuba/JP (04/2006)

M. DIEHL
Review on Hard Exclusive Reactions.

B.A. KNIEHL
D-meson Production in the GM-VFN Scheme.
Inclusive Hadron Electroproduction at HERA at NLO with and
without Transverse-Momentum Constraint.

P.M. ZERWAS

Reconstruction of Supersymmetric Theories.

Mini-Workshop on Superweakly Interacting Dark Matter, Hamburg/DE (12/2006)

M. AHLERS

Supersymmetry on the Rocks.

L. COVI

Axino Properties.

A. IBARRA

Lepton Flavour Violation.

Weitere Vorträge

M. AHLERS

Long-Lived Staus at Neutrino Telescopes.

TeV Particle Astrophysics II, Madison/USA (08/2006)

Neutrino Diagnostics in Cosmic Ray Orthopedy.

The Nonthermal Universe, Würzburg/DE (08/2006)

Strongly Interacting Neutrinos at Ultra-High Energies.

Exotic Physics with Neutrino Telescopes, Uppsala/SE (09/2006)

Supersymmetry at Neutrino Observatories.

18th Workshop Beyond the Standard Model, Bad Honnef/DE (03/2006)

A. ALI, A. PARKHOMENKO

$B \rightarrow (\rho, \omega)\gamma$ Decays and CKM Phenomenology.

14th International Seminar on High Energy Physics: Quarks 2006, St. Petersburg/RU (05/2006)

A. ALI

A Brief Account of $B \rightarrow K^* \ell^+ \ell^-$ Decay in Soft-Collinear Effective Theory.

ICHEP'06, Moscow/RU (07/2006)

Conference Summary : Theory.

BEACH 2006, Lancaster/UK (07/2006)

Perspectives for $b \rightarrow s \ell^+ \ell^-$ at High Luminosity Super B Factory.

Workshop on Super B IV, Villa Mondragone, Monte Porzio Catone/IT (11/2006)

Theoretical Interest in B Physics at the LHC.

DESY LHC Standard Model Workshop, Zeuthen/DE (10/2006)

A. BACCHETTA

TMD and Transversity for Non-experts.

QCD N'06, Monte Porzio Catone/IT (05/2006)

Transverse Momentum Dependence in Parton Densities.

QCD Spin Physics Doctoral Training Programme, Trento/IT (10/2006)

Transverse Spin in QCD.

Séminaire commun de physique théorique des particules IPN-CPHT-X, Paris/FR (05/2006)

D. BRÖMMEL ET AL.

Pion Structure from Lattice QCD.

ECT* Workshop on Lattice QCD, Chiral Perturbation Theory and Hadron Phenomenology, Trento/IT (10/2006)

D. BRÖMMEL, M. DIEHL, M. GÖCKELER, PH. HÄGLER, R. HORSLEY, D. PLEITER, P.E.L. RAKOW, A. SCHÄFER, G. SCHIERHOLZ, J.M. ZANOTTI

Structure of the Pion from Full Lattice QCD.

37. Arbeitstreffen Kernphysik, Schleching/DE (03/2006)

W. BUCHMÜLLER

Gravitino Dark Matter.

Colloquium MPI, München/DE (04/2006)

Gravitino Dark Matter.

Galileo Galilei Institute Workshop, Florence/IT (08/2006)

Gravitino Dark Matter.

Seminar, Stockholm/SE (04/2006)

Gravitinos im Kosmos und am LHC.

Kolloquium, Heidelberg/DE (10/2006)

Leptogenesis and Gravitino Dark Matter.

SUSY 2006, Irvine/USA (06/2006)

Leptogenesis: Standard Model and Alternatives.

Scottish Universities Summer School 2005, St. Andrews/UK (08/2006)

Supersymmetric Standard Model from the Heterotic String.

Johns Hopkins Workshop, Florence/IT (06/2006)

Supersymmetric Standard Model from the Heterotic String.

Planck 2006, Paris/FR (05/2006)

Supersymmetric Standard Model from the Heterotic String.

Quarks 2006, St. Petersburg/RU (05/2006)

S. Y. CHOI

Spin Analysis of SUSY Particles.

Seminar, Bonn/DE (10/2006)

Spin Analysis of Supersymmetric Particles.

Seminar, Warsaw/PL (06/2006)

L. COVI

Astroparticle Physics.

Summer Institute „New Trends in Particle Physics and Cosmology“, Sheffield/UK (06/2006)

Astroparticle and Cosmology.

Block Course, Milano/IT (05/2006)

Axinos as Dark Matter.

Cortona 2006, Cortona/IT (05/2006)

Axinos as Dark Matter.

Seminar, Brussels/BE (02/2006)

Axinos as Dark Matter.

Seminar, Madrid/ES (03/2006)

CDM Scenarios: Relevance of LHC Data.

LHC Physics at DESY: Beyond the Standard Model, Hamburg/DE (03/2006)

Constraining Inflationary Models with WMAP and Large Scale Structure Data.

Seminar, Dortmund/DE (05/2006)

Constraining Inflationary Models.

1st Workshop on Particle Physics and Cosmology, Warsaw/PL (04/2006)

Das Dunkle Universum.

DPT, Berlin/DE (11/2006)

Elusive Dark Matter Candidates: Axino vs Gravitino CDM.

Seminar, Zurich/CH (11/2006)

Particle Physics and Cosmology.

38. Herbstschule für Hochenergiephysik, Maria Laach/DE (09/2006)

Quasi Stable Staus at the LHC.

DESY ATLAS Collaboration Meeting, Hamburg/DE (08/2006)

WMAP and Cosmological Perturbations.

SFB Lecture Series, Hamburg/DE (11/2006)

F. DEPPISCH

Constraints on SUSY Seesaw Parameters from Leptogenesis and Lepton Flavor Violation.

SUSY06, Irving/USA (06/2006)

M. DIEHL

An Introduction to Generalized Parton Distributions.

GPD 2006, Trento/IT (06/2006)

Diffraction in ep and pp Collisions.

Seminar, Barcelona/ES (05/2006)

Exploring Nucleon Structure with Generalized Parton Distributions.

37. Arbeitstreffen Kernphysik, Schleching/DE (03/2006)

Generalized Parton Distributions for Non-experts.

QCD-N'06, Rome/IT (06/2006)

Hadron Structure and Generalized Parton Distributions.

Seminar, Freiburg i. Br./DE (05/2006)

Learning about Hadrons from Generalized Parton Distributions.

Seminar, Kyoto/JP (04/2006)

Probing Hadrons with Generalized Parton Distributions.

Seminar, Bern/CH (05/2006)

Two-pion Distribution Amplitudes.

Workshop on Soft Pions in Hard Processes, Regensburg/DE (08/2006)

D. YU. IVANOV, M. DIEHL, A. SCHÄFER, N. WARKENTIN

Electroproduction of Pion Pairs.

4th International Workshop on Diffraction In High-Energy Physics (Diffraction 2006), Adamantas, Milos Island/GR (09/2006)

J. JÄCKEL, E. MASSO, J. REDONDO, A. RINGWALD,

F. TAKAHASHI

We Need Lab Experiments to Look for Axion-Like Particles.

MoriondCosmo2006, La Thuile/IT (03/2006)

J. KERSTEN

SUSY at the Pole.

NOW2006, Otranto/IT (09/2006)

B.A. KNIEHL

Generalizing the DGLAP Evolution of Fragmentation Functions to the Smallest x Values.

LHC Physics at DESY: Beyond the Standard Model, Hamburg/DE (03/2006)

Soft-Gluon and Hadron-Mass Effects on Fragmentation Functions.

IPM School and Conference on Lepton and Hadron Physics, Teheran/IR (05/2006)

I. MONTVAY

Phase Transitions in Quantum Field Theory.

Colloquium in Honour of Jürgen Engels, Bielefeld/DE (10/2006)

QCD Simulations with Twisted-Mass Wilson Quarks.

4th ILFTN Workshop on Lattice QCD via International Research Network, Sokendai/JP (03/2006)

Y. OKAWA

Analytic Solutions for Marginal Deformations in Open String Field Theory.

Seminar at CQUeST, Sogang University, Seoul/KR (02/2007)

New Analytic Solutions in Open String Field Theory.

Seminar, Humboldt University, Berlin/DE (01/2007)

M. PETERMANN, F. SCHREMPF

Suche nach QCD-Instantonen am LHC, Theoretische Aspekte.

DPG2006, Dortmund/DE (03/2006)

A. RINGWALD

A First Glimpse of the Hidden Sector in String Theory?

Seminar, Warsaw/PL (11/2006)

A First Glimpse of the Hidden Sector?

Seminar, München/DE (11/2006)

Axion-like Particle Generation with the Free-Electron Laser VUV-FEL.

Seminar, Zürich/CH (01/2006)

Extremely High Energy Neutrinos.

6th National Astroparticle Physics Symposium, Amsterdam/NL (02/2006)

Instantonen/Sphaleronen im Standardmodell der Teilchenphysik.

Seminar, Regensburg/DE (09/2006)

Looking Beyond the Standard Model with Energetic Cosmic Particles.

Seminar, Dortmund/DE (06/2006)

Looking Beyond the Standard Model with Extremely Energetic Cosmic Particles.

18th Workshop Beyond the Standard Model, Bad Honnef/DE (03/2006)

Millicharged Particles from Gauge Kinetic Mixing in String Compactifications: A Possible Solution to the PVLAS Puzzle.

Seminar, Würzburg/DE (01/2007)

Non-Collider Particle Physics Opportunities at DESY.

Seminar, Bielefeld/DE (12/2006)

Photon Regeneration Plans.

6th International Workshop on the Identification of Dark Matter, Rhodes Island/GR (09/2006)

Physics of Neutrinos at Ultra High Energies.
Workshop on the High Energy Univers: A Vision for the Next
Decade, Monteporzio Catone/IT (06/2006)

The High Energy Universe: Opportunities for Astrophysics,
Particle Physics, and Cosmology.
Seminar, Durham/UK (02/2006)

The Need for Purely Laboratory-Based Axion-Like Particle
Searches.

2nd Joint ILIAS-CAST-CERN Axion Training Workshop,
Patras/GR (05/2006)

T. ROBENS

NLO Event Generation for Chargino Production at the ILC.
3rd Vienna Central European Seminar on Particle Physics and
Quantum Field Theory, Vienna/AT (12/2006)

NLO Event Generation for Chargino Production at the ILC.
ILC-ECFA and GDE Joint Meeting, Valencia/ES (11/2006)

NLO Simulation of Chargino Production at the ILC.
SUSY06, Irving/USA (06/2006)

NLO Simulations of Chargino Production at the ILC.
DPG2006, Dortmund/DE (03/2006)

V. SCHOMERUS

Strings for QCD.
ICHEP'06, Moscow/RU (07/2006)

F. SCHREMPP, M. PETERMANN

QCD Instantons at the LHC.
DESY LHC Standard Model Workshop, Zeuthen/DE (10/2006)

L. SCHREMPP

Probing the Variation of Relic Neutrino Masses with Extremely
High-Energy Cosmic Neutrinos.
Exotic Physics with Neutrino Telescopes, Uppsala/SE (09/2006)

Signatures of Ultra-Energetic Mass-Varying Neutrinos in the Sky?
Kosmologietag, Bielefeld/DE (05/2006)

Signatures of Ultra-Energetic Neutrinos in the Sky.
Seminar, Aarhus/DK (09/2006)

Signatures of Ultra-Energetic Neutrinos in the Sky?
Physics beyond the Standard Model, Bad Honnef/DE (03/2006)

P.M. ZERWAS

e^+e^- Collider Physics.
Colloquium, University of Osaka, Osaka/JP (05/2006)

Collider Physics.

British High Energy Physics School, Edinburgh/UK (08/2006)

Physics with e^+e^- Colliders.

Colloquium University of Bochum, Bochum/DE (01/2006)

Standard Model and Beyond: Quest for Precision in Particle
Physics.

Colloquium, University of Karlsruhe, Karlsruhe/DE (11/2006)

Supersymmetric Theories at the GUT Scale.

Seminar, Tohoku University, Sendai/JP (05/2006)

Supersymmetry at High Scales.

Seminar, University of Warsaw, Warsaw/PL (12/2006)

Supersymmetry at LHC/ILC.

Seminar, University of Tokyo, Tokyo/JP (07/2006)

Supersymmetry at LHC/ILC: From Tera to Planck Scale.

Theory Colloquium KEK Laboratory, Tsukuba/JP (06/2006)

Dissertationen

C. LÜDELING

6D Supergravity: Warped Solution and Gravity Mediated
Supersymmetry Breaking.

Universität Hamburg (2006)

DESY-THESIS-2006-020

T. ROBENS

Event Generation for Next to Leading Order Chargino Production
at the International Linear Collider.

Universität Hamburg (2006)

DESY-THESIS-2006-029

Diplomarbeiten

A. HUETTMANN

Topquark-Einzelerzeugung bei HERA im minimalen
supersymmetrischen Standardmodell.

Universität Hamburg (2006)

T. KASPRZIK

Elektroschwache $\mathcal{O}(\alpha)$ -Korrekturen zur Hadroproduktion von
W-Bosonen und Jets.

Hamburg (2006)

Buchbeiträge

G. GRINDHAMMER, B.A. KNIEHL, G. KRAMER, W. OCHS

New Trends in HERA Physics 2005: Proceedings of the Ringberg
Workshop.

New Trends in HERA Physics 2005

World Scientific (2006) ISBN 981-256-816-6

International Linear Collider

Veröffentlichungen

OPAL COLLABORATION

Coulomb Scattering of Quantum Dipoles in QED.

Nucl. Phys. B, Proc. Suppl. 152 (2006) 38

QCD Coherence and correlations of particles with restricted
momenta in hadronic Z decays.

Phys. Lett. B 638 (2006) 38 and CERN-PH-EP-2006-003

Tau lepton physics at LEP.

PoS HEP (2006) 290

V. ANDREEV ET AL.

A high-granularity plastic scintillator tile hadronic calorimeter with APD readout for a linear collider detector.
Nucl. Instrum. Methods A 564 (2006) 144

K. BUSSER

Determining beam parameters in a storage ring with a cylindrical hodoscope using elastic proton-proton scattering.
Nucl. Instrum. Methods A 556 (2006) 65

Radiation damage of polypropylene fiber targets in storage rings.
Nucl. Instrum. Methods A B243 (2006) 133

Upper limits on resonance contributions to proton-proton elastic scattering in the c.m. mass range 2.05-2.85 GeV.

Eur. Phys. J. A 28 (2006) 115

E. ELSEN

Auf dem Weg zum International Linear Collider.
Phys. Unserer Zeit 4 (2006) 2

J. MNICH

Precision Measurements at the LHC.

Nucl. Phys. B, Proc. Suppl. 160 (2006) 11

F. SEFKOW, B. DOLGOSHEIN

Status report on silicon photomultiplier development and its applications.

Nucl. Instrum. Methods A 563 (2006) 368

Preprints und Interne Berichte

H. ABRAMOWICZ ET AL.

R & D for the ILC-Detector: Instrumentation of the Very Forward Region.

DESY PRC R & D 02/01

R. AMIRIKAS, A. BERTOLINI, D. KRÜCKER

Measurement of Ground Motion in Various Sites.

EURO-TeV-Report-2006-033

R. AMIRIKAS, A. BERTOLINI, W. BIALOWONS, H. BRUECK

Quadrupole Vibration Measurements of a TESLA Type II Cryomodule.

EUROTeV-Report-2006-036

R. AMIRIKAS, A. BERTOLINI, W. BIALOWONS,

H. EHRLICHMANN

Measurement of a Magnet Girder in MAXLab.

EUROTeV-Report-2006-020

R. AMIRIKAS, A. BERTOLINI, W. BIALOWONS

Accelerator Component Vibration Studies and Tools.

EURO-TeV-Report-2006-82

N. DASCENZO, E. GARUTTI, M. GROLL, B. LUTZ, H. MEYER,

S. SCHAEZEL, Y. SOLOVIEV, N. WATTIMENA

CALICE scintillator HCAL commissioning experience and test beam program.

LC-DET-2006-009

P. ELIASSON ET AL.

A Study of Failure Modes in the ILC Main Linac.

EUROTeV-Report-2006-040

P. ELIASSON, A. LATINA, D. SCHULTE, E. ELSEN,

D. KRUCKER, F. POIRIER, N.J. WALKER, G. XIA

Study of an ILC main linac that follows the earth curvature.

EUROTeV-Report-2006-050

E. GARUTTI

Dedicated very front-end electronics for an ILC prototype hadronic calorimeter with SiPM readout.

LC-DET-2006-007

A. GAY

Measurement of the top-Higgs Yukawa coupling at a Linear e^+e^- Collider.

LC-PHSM-2006-002

A. IMHOF

Higgs parity measurement at the ILC.

LC-PHSM-2006-001

T. KRAEMER

Track Parameters in LCIO.

LC-DET-2006-004

D. KRÜCKER, F. POIRIER, N. WALKER

An ILC Main Linac Simulation Package Based on MERLIN.

EUROTeV-Report-2006-071

Energy Adjustment Strategy for Dispersion Free Steering at the ILC using the MERLIN Package ILCDFS.

EUROTeV-Report-2006-106

F. POIRIER

A study of failure modes in the ILC main linac.

EUROTeV-Report-2006-040

An ILC Main Linac Simulation Package Based on Merlin.

EUROTeV-Report-2006-050

Beam Profile Measurements with the 2-D Laser-Wire.

EUROTeV-Report-2006-012

P. SCHADE

The field cage for a large TPC prototype.

EuDet-Memo-2006-003

P. SCHMID, N. WALKER

A Spin Rotator for the ILC.

EUROTeV-Report-2006-068

P. SCHMID

Investigating the Effect of a Linac following the Curvature of the Earth on the Spin Transport.

EUROTeV-Report-2006-010

F. SEFKOW, V. AMMOSEV

Test of RPC operated in avalanche mode at a 5 Tesla magnetic field.

IHEP-2206-24

A. USHAKOV ET AL.

Radiation Levels and Activation at the ILC Positron Source.

EUROTeV-Report-2006-052

G. XIA, E. ELSEN

Analytic Estimation of Beam Amplitude Blow-up due to Fast Beam-Ion Effects in the ILC Damping Rings.

EUROTeV-Report-2006-003

Ion Effects in the Damping Rings for ILC-An Introduction.
EUROTeV-Report-2006-004
Preliminary Studies of Ion Effects in ILC Damping Rings.
EUROTeV-Report-2006-047

Veröffentlichte Vorträge

T. HAAS
A Pixel Telescope for Detector R&D for an International Linear Collider.
Proc. of Vertex 2007, Chuzenji Lake/JP
Nucl. Instrum. Methods A 569 (2006) 53
M.E. JANSSEN
R & D studies ongoing at DESY on a time projection chamber for a detector at the International Linear Collider.
Proc. of TIME 05, Zürich/CH
Nucl. Instrum. Methods A 566 (2006) 79
P. KRSTONOSIC
Particle flow performance and detector optimization.
Proc. of CALOR 06, Chicago/USA
Argonne National Laboratory (2006) 867
O. WENDT
Marlin and MarlinReco, a status report on recent software developments.
Proc. of LCWS06, Bangalore/IN
LCWS06 (2006) 500

Vorträge

CALOR 06, Chicago/USA (06/2006)

E. GARUTTI
CALICE scintillator HCAL commissioning experience and test beam program.
P. KRSTONOSIC
Particle flow performance and detector optimization.
F. SEFKOW
Calorimetry requirements for the ILC.

DPG2006, Dortmund/DE (03/2006)

R. DIENER
Untersuchung von Rekonstruktionsmethoden fuer eine GEM-basierte Zeitprojektionskammer.
E. ELSSEN
ILC – Herausforderungen beim e^+e^- Linear Collider.
E. GARUTTI
Exploiting particle flow with a hadronic calorimeter for ILC.
M.E. JANSSEN
Auflösungsstudien an einer Zeit-Projektions-Kammer mit GEM-Auslese in hohen Magnetfeldern.

T. KRÄMER
Das Marlin basierte Rekonstruktionspaket Marlin Reco für die LDC Studien am ILC.
B. LUTZ
Kombinierte Auslese eines hadronischen Teststrahl-Kalorimeters und eines Tailcatchers für den Internationalen Linearbeschleuniger.
C. ROSEMANN
Experiences in running a CMS Tier-2 at DESY Hamburg.
S. SCHÄTZEL
ILC Global Operations and Availability.
S. SCHMIDT
Messung charminduzierter Zweijetereignisse in tief inelastischer ep-Streuung mit dem H1-Detektor bei HERA und – Softwareentwicklung fuer CALICE in der ILC Softwareumgebung.
B. SOBLOHER
Das transversale Polarimeter bei HERA – Studie zur konsistenten Bestimmung einer η -y-Transformation.
A. VOGEL
Simulationsstudien zum Untergrund am ILC-Detektor.
O. WENDT
Particle Flow Algorithms for the ILC.

ECFA 2006, Valencia/ES (10/2006)

E. GARUTTI
The CALICE test beam set-up and running experience.
J. LIST
Detector Development for High Energy Polarimetry.
SUSY and Cosmology Summary.
P. SCHADE
The Field cage for a large TPC prototype.
A. VOGEL
Beam-Induced Backgrounds in the LDC Detector.

EUDET Annual Meeting 2006, Munich/DE (10/2006)

K. BUESSER
Status of the ILC.
P. SCHADE
The TPC field cage.
A. VOGEL
Grid Computing From a User s Point of View.

EUROTeV Annual Meeting, Hamburg/DE (01/2006)

E. ELSSEN
Annual Report.
Beyond EUROTeV.
Plans for 2nd Reporting Period.

ILC-ECFA and GDE Joint Meeting, Valencia/ES (11/2006)

T. BEHNKE
 ILC software: where are we?
 Particle flow and LDC optimization.
 K. BUESSER
 LDC and the 14mrad Crossing Angle.
 R. DIENER
 Track reconstruction methods for GEM-based TPC pad readout.
 P. KRSTONOSIC
 Photon finding in Particle Flow.
 B. LUTZ
 First look into HCAL and TCMT testbeam data.
 S. SCHAEZEL
 Scintillator HCAL – Operating Experience and Calibration.
 S. SCHMIDT
 HCAL software framework.
 F. SEFKOW
 Hadron Calorimeter Status and Plans.
 N. WALKER
 GDE Update.

ILC Software and Physics Meeting, Cambridge/UK (04/2006)

T. BEHNKE
 In place of a summary...
 Towards the detector DCR.
 P. KRSTONOSIC
 True particle flow and performance of recent particle flow algorithms.
 T. KRÄMER
 RAIDA: ROOT Implementation of the AIDA Interface.
 D. MARTSCH
 GRID for the ILC.
 A. VOGEL
 Simulation of a TPC for the ILC Detector.
 O. WENDT
 Particle Flow and Detector Optimisation Studies.

LCWS06, Bangalore/IN (03/2006)

T. BEHNKE
 Software for the ILC.
 The LDC concept.
 The detector DCR.
 K. BUESSER
 Backgrounds and Detector Tolerances.
 The Interaction Region of the Large Detector Concept.
 K. IKEMATSU
 EUDET test beam infrastructure for TPC R&D studies.

ILC TPC R&D studies at DESY/U. Hamburg.
 J. MNICH
 Data Acquisition in the EUDET Project.
 F. SEFKOW
 The CALICE scintillator tile HCAL project.
 N. WALKER
 Accelerator Design Status and Schedule.
 O. WENDT
 Marlin and MarlinReco, a status report on recent software developments.

Weitere Vorträge

K. BUESSER
 ILC Opportunities in FP7.
 SCRF 2006, Hamburg/DE (11/2006)
 Quarks Photonen und der Shareholder Value.
 ESOF 2006, München/DE (06/2006)
 The ILC on a European Map.
 Interactions Collaboration Meeting, Tokio/JP (04/2006)
 What you ever wanted to know about DESY.
 Interactions Collaboration Meeting, Hamburg/DE (10/2006)
 R. DIENER
 Status of TPC studies at DESY.
 ILC Physics and Detector Meeting, Zeuthen/DE (09/2006)
 E. ELSEN
 Accelerator R&D and EUROTeV.
 PECFA, Hamburg/DE (07/2006)
 GDE R&D Board.
 GDE Meeting, Vancouver/CA (07/2006)
 Global R&D on Positron Source.
 ILC Positron Source Group Meeting, Chilton/UK (09/2006)
 ILC Baseline Configuration.
 UK HEP Forum, Abingdon/UK (05/2006)
 ILC Options for FP7.
 Electron Accelerator R&D at the Energy Frontier, Orsay/FR (05/2006)
 Remote Operations.
 ATF Collaboration Meeting, Stanford/USA (02/2006)
 The International e^+e^- Linear Collider Challenges and Prospects.
 Colloquium, Brussels/BE (06/2006)
 The International Linear Collider – Challenges and Prospects.
 6th Latin American Symposium on High Energy Physics, Puerto Vallarta/MX (11/2006)
 The International Linear Collider – Challenges and Prospects.
 Colloquium, Vienna/AT (10/2006)
 Towards FP7.
 European SCRF Meeting, Milan/IT (09/2006)

E. GARUTTI

Silicon-photomultiplier technology and their application in a calorimeter for the ILC.

Seminar Univ. Bonn, Bonn/DE (11/2006)

M.E. JANSSEN

Ongoing RD at DESY for a GEM based TPC for the ILC: Resolution.

IEEE 2006, San Diego/USA (10/2006)

T. KLIMKOVICH

Simulation of EUDET pixel beam telescope using ILC software.

ECFA Software and Physics Simulation Phone Meeting, Hamburg/DE (10/2006)

J. LIST

The Physics Programme of the International Linear Collider.

LaThuile2006, La Thuile, Vallee d'Aoste/IT (03/2006)

J. MNICH

EUDET: Status and Plans.

ALCPG Workshop, Vancouver/CA (07/2006)

Overview of LEP Results.

CICHEP II, Cairo/EG (01/2006)

Precision Measurements at the LHC.

8th DESY Workshop on Elementary Particle Theory: Loops and Legs in Quantum Field Theory, Eisenach/DE (04/2006)

F. POIRIER

Dispersion Free Steering for the ILC using Merlin.

ILC-LET workshop, Geneva/CH (08/2006)

Laser Wire at PETRA III.

Laser-Wire Mini-Workshop, Oxford/UK (03/2006)

C. ROSEMAN

Electron identification and reconstruction in semileptonic \bar{t} decays in CMS.

LHC-D QCD/EW Workshop, Karlsruhe/DE (03/2006)

D. SAGEN, N. WALKER ET AL.

The Accelerator Markup Language and the Universal Accelerator Parser.

EPAC'06, Edinburgh/UK (06/2006)

F. SEFKOW

New detector technologies for physics at the ILC.

Seminar RWTH Aachen, Aachen/DE (05/2006)

Physics at the International Linear Collider.

34th ITEP Winter School, Moscow/RU (02/2006)

A. VOGEL

Background Simulations for the ILC using Mokka.

Geant4, Cern/CH (06/2006)

Pair Backgrounds at the ILC Vertex Detector.

ILC Vertex, Ringberg Castle/DE (05/2006)

N. WALKER

ILC Treaty Points and Costing Guidance.

ILC RDR Meeting, Tsukuba/JP (01/2006)

Dissertationen

F. FRANCO-SOLLOVA

Realization of Beam Polarization at the Linear Collider and its Application to EW Processes.

Hamburg (2006)

DESY-THESIS 2006-017

Diplomarbeiten

R. DIENER

Study of Reconstruction Methods for a Time Projection Chamber with GEM Gas Amplification System.

UNI Hamburg (2006)

DESY-THESIS-2006-040

B. LUTZ

Commissioning of the Readout Electronics for the Prototypes of a Hadronic Calorimeter and a Tailcatcher and Muon Tracker.

Hamburg (2006)

DESY-THESIS-2006-038

N. WATTIMENA

Commissioning of an LED Calibration and Monitoring System for the Prototype of a Hadronic Calorimeter.

Hamburg (2006)

DESY-THESIS 2006-039

Forschung Linearbeschleuniger-Technologien

Veröffentlichungen

V. AYVAZIAN ET AL.

First operation of a free-electron laser generating GW power radiation at 32 nm wavelength.

Eur. Phys. J. D 37 (2006) 297 and SLAC-PUB-12114

F. LÖHL, S. SCHREIBER, M. CASTELLANO, G. DI PIRRO, L. CATANI, A. CIANCHI, K. HONKAVAARA

Measurements of the Transverse Emittance at the FLASH Injector at DESY.

Phys. Rev. STAB 9 (2006) 092802

Preprints und Interne Berichte

S. CASALBUONI, B. SCHMIDT, P. SCHMÜSER, B. STEFFEN
Far-Infrared Transition and Diffraction Radiation – Part II: The THz Beamline at the VUV-FEL Linac.

TESLA-FEL 2006-04

O. GRIMM, P. SCHMÜSER

Principles of Longitudinal Beam Diagnostics with Coherent Radiation.

TESLA FEL 2006-03

Veröffentlichte Vorträge

Proc. of EPAC'06, Edinburgh/UK

JACoW (2006)

G. BERDEN, W.A. GILLESPIE, S. JAMISON, E.-A. KNABBE,
A. MACLEOD, A.F.G. VAN DER MEER, P.J. PHILLIPS,
B. SCHMIDT, P. SCHMÜSER, B. STEFFEN
Single Shot Longitudinal Bunch Profile Measurements at FLASH
Using Electro-Optic Techniques.
JACoW (2006) 1055

Time Resolved Single-Shot Measurements of Transition Radiation
at the THz Beamline of FLASH using Electro-Optic Spectral
Decoding.
JACoW (2006) 1058

H. DELSIM-HASHEMI, B. SCHMIDT, J. ROSSBACH, O. GRIMM,
P. SCHMÜSER, H. SCHLARAB, A.V. G VAN DER MEER
Bunch Compression Monitor.
JACOW (2006) 86

O. GRIMM, P. SCHMÜSER
Principles of Longitudinal Beam Diagnostics with Coherent
Radiation.
JACOW (2006) 1040

S. JAMISON, B. STEFFEN, G. BERDEN, A. MACLEOD,
W.A. GILLESPIE, P.J. PHILLIPS
Femtosecond Bunch Length Measurements.
JACoW (2006) 915

H. KAPITZA, P. GÖTTLICHER, N. HEIDBROOK, H. SCHLARAB
FEL Disturbance by Ambient Magnetic Field Changes.
JACoW (2006) 74

J.-W. KIM, J. BURNHAM, J. CHEN, F.X. KÄRTNER,
F.Ö. ILDAY, F. LUDWIG, H. SCHLARAB, A. WINTER,
M. FERIANIS, D. CHEEVER
An Integrated Femtosecond Timing Distribution System for
XFELs.
JACoW (2006) 2744

F. LÖHL, K.E. HACKER, F. LUDWIG, H. SCHLARAB,
B. SCHMIDT, A. WINTER
A Sub 100 fs Electron Bunch Arrival-time Monitor System for
FLASH.
JACoW (2006) 2781

M. RÖHRS, C. GERTH, M. HÜNING, H. SCHLARAB
Energy-Time Correlation Measurements Using a Vertically
Deflecting RF Structure.
JACoW (2006) 80

Slice Emittance Measurements at FLASH.
JACoW (2006) 77

H. SCHLARAB ET AL.
Comparative Study of Bunch Length and Arrival Time
Measurements at FLASH.
JACoW (2006) 1049

H. SCHLARAB, N. HEIDBROOK, H. KAPITZA, F. LUDWIG,
N. NGADA
Precision RF Gun Phase Monitor System for the VUV-FEL.
JACoW (2006) 1052

A. WINTER, F. LÖHL, F. LUDWIG, H. SCHLARAB, B. SCHMIDT,
P. SCHMÜSER
Layout of the Optical Synchronization System for FLASH.
JACoW (2006) 1061

A. WINTER, J. CHEN, F.Ö. ILDAY, F.X. KÄRTNER, F. LUDWIG,
H. SCHLARAB, P. SCHMÜSER
High-Precision Laser Master Oscillators for Optical Timing
Distribution Systems in Future Light Sources.
JACoW (2006) 1064

High-Precision Laser Master Oscillators for Optical Timing
Distribution Systems in Future Light Sources.
JACoW (2006) 2747

V. ZIEMANN, N. JAVAHIRALY, P. VAN DER MEULEN,
M. LARSSON, E. SALDIN, H. SCHLARAB, E. SCHNEIDMILLER,
A. WINTER, M. YURKOV
Technical Aspects of the Integration of the Optical Replica
Synthesizer for the Diagnostics of Ultra-Short Bunches in FLASH
at DESY.
JACoW (2006) 1199

Proc. of FEL2006, Berlin/DE

Jacow (2006)

B. BEUTNER, W. DECKING, M. DOHLUS, T. LIMBERG,
M. RÖHRS
Beam Dynamics Experiments and Analysis on CSR Effects at
FLASH.
Jacow (2006) 56

H. DELSIM-HASHEMI, B. SCHMIDT, J. ROSSBACH, O. GRIMM,
P. SCHMÜSER, H. SCHLARAB, A.V. G VAN DER MEER
Single-Shot Longitudinal Diagnostics with THz Radiation at the
Free-Electron Laser Flash.
BESSY (2006) 594

K. HACKER, F. LOEHL, H. SCHLARAB
Beam Pickup Designs Suited for an Optical Sampling Technique.
BESSY (2006) 4, TUPPH054

N. JAVAHIRALY, P. VAN DER MEULEN, M. LARSSON,
E. SALDIN, H. SCHLARAB, E. SCHNEIDMILLER, A. WINTER,
M.V. YURKOV, V. ZIEMANN
Technical Aspects of the Integration of the Optical Replica
Synthesizer for the Diagnostics of Ultra-Short Bunches into
FLASH at DESY.
JACoW (2006) 296

M. RÖHRS, C. GERTH, H. SCHLARAB
Investigations of the Longitudinal Electron Bunch Structure at the
FLASH Linac with a Transverse Deflecting RF-Structure.
JACoW (2006) 80

B. SCHMIDT

Overview on Diagnostics for X- and XUV-FELs.
JACoW (2006) 761

Weitere Konferenzen

H. DELSIM-HASHEMI, O. GRIMM, B. SCHMIDT, P. SCHMÜSER
Single-Shot Longitudinal Diagnostics with THz Radiation.
Proc. of 37th ICFA Advanced Beam Dynamics Workshop on
Future Light Sources, Hamburg/DE
JACoW (2006) 1

A. WINTER, F.Ö. ILDAY, O.D. MÜCKE, R. ELL, H. SCHLARB,
P. SCHMÜSER, F.X. KÄRTNER
Towards High-Performance Optical Master Oscillators for Energy
Recovery Linacs.
Proc. of ERL 2005, Newport News/USA
Nucl. Instrum. Methods A 557 (2006) 304

Vorträge

37th ICFA Advanced Beam Dynamics Workshop on Future Light Sources, Hamburg/DE (05/2006)

B. BEUTNER, M. DOHLUS, M. RÖHRS
Beam Dynamics Experiments and Analysis in FLASH on CSR and
Space Charge Effects.

K.E. HACKER, N. BABOI, F. LÖHL, D. NÖLLE, H. SCHLARB
Chicane BPM Design and Expectations – Perpendicularly mounted
strip-line for dispersive areas.

F. LÖHL, K.E. HACKER, F. LUDWIG, H. SCHLARB,
B. SCHMIDT, A. WINTER
Compact Ultra-High Precision Beam Phase Monitor System.

M. RÖHRS, B. BEUTNER, A. BOLZMANN, C. GERTH,
M. HÜNING, H. SCHLARB
Time-Resolved Measurements using the Transversely Deflecting
RF-Structure LOLA at FLASH (DESY).

H. SCHLARB, F.X. KÄRTNER, J. KIM, F. LÖHL, F. LUDWIG,
S. SIMROCK, A. WINTER
Synchronization System for the XFEL.

B. STEFFEN, G. BERDEN, S.P. JAMISON, E.-A. KNABBE,
P.J. PHILLIPS, B. SCHMIDT, P. SCHMÜSER
Electro-Optical Measurements of the Longitudinal Bunch Shape at
FLASH.

A. WINTER, F.Ö. ILDAY, F.X. KÄRTNER, H. SCHLARB
Recent Developments and Layout of the Master Laser System for
the VUV-FEL.

DPG2006, Dortmund/DE (03/2006)

H. DELSIM-HASHEMI, J. ROSSBACH, B. SCHMIDT, O. GRIMM,
P. SCHMÜSER, A.V. G VAN DER MEER
Electron Bunch Length Diagnostics Using Broadband Single Shot
Spectrometer.

F. LÖHL, K. HONKAVAARA
Messungen der Transversalen Emittanz am VUV-FEL.

B. STEFFEN, G. BERDEN, S. JAMISON, E.-A. KNABBE,
J. PHILLIPS, B. SCHMIDT, P. SCHMÜSER
Elektro-Optische Techniken zur Messung der Zeitstruktur von
Elektronenpaketen in Linearbeschleunigern mit Femtosekunden
Genauigkeit.

A. WINTER, F.Ö. ILDAY, J. CHEN, F. LUDWIG, H. SCHLARB,
P. SCHMÜSER, F. KÄRTNER
Femtosecond Optical Synchronization Systems for XFELs.

EPAC'06, Edinburgh/UK (06/2006)

H. DELSIM-HASHEMI, O. GRIMM, A. VAN DER MEER,
J. ROSSBACH, H. SCHLARB, B. SCHMIDT, P. SCHMÜSER
Bunch Compression Monitor.

K. HACKER, F. LÖHL, H. SCHLARB
Large Horizontal Aperture BPM for Use in Dispersive Sections of
Magnetic Chicanes.

H. KAPITZA, P. GÖTTLICHER, N. HEIDBROOK, H. SCHLARB
FEL Disturbance by Ambient Magnetic Field Changes.

Weitere Vorträge

N. BABOI, K. HACKER, F. LÖHL, H. SCHLARB
Large Horizontal Aperture BPM for Use in Dispersive Sections of
Magnetic Chicanes.
4th CARE-N3-ABI workshop on Simulation of BPM front-end
electronics and Special Mechanical Designs, Lüneburg/DE
(11/2006)

R. KAMMERING, V. KOCHARYAN, K. REHLICH, V. RYBNIKOV
DAQ based high level software applications using MATLAB.
PCaPAC 2006, Newport News/USA (10/2006)

A. WINTER, J. BECKER, F. LÖHL, K. REHLICH, S. SIMROCK,
P. TEGE
An Integrated Optical Timing and RF Reference Distribution
System for Large-Scale Linear Accelerators.
LINAC06, Knoxville/USA (08/2006)

Standort Zeuthen

Standort Zeuthen

Veröffentlichungen

- ALEPH COLLABORATION, DELPHI COLLABORATION, L3 COLLABORATION, OPAL COLLABORATIONS, LEP COLLABORATION
Search for neutral MSSM Higgs bosons at LEP.
Eur. Phys. J. C 47 (2006) 547 and CERN-PH-EP-2006-001
- BAIKAL COLLABORATION
BAIKAL experiment: Main results obtained with the neutrino telescope NT200.
Nucl. Instrum. Methods A 567 (2006) 423
- High-frequency acoustic noise of Lake Baikal.
Acoust. Phys. 52 (2006) 495
- Search for a diffuse flux of high-energy extraterrestrial neutrinos with the NT200 neutrino telescope.
Astropart. Phys. 25 (2006) 140
- The BAIKAL Neutrino Telescope: From NT200 to NT200+.
Czech J Phys 56 (2006) A349-A360
- The BAIKAL neutrino experiment: From NT200 to NT200+.
Nucl. Instrum. Methods A 567 (2006) 433
- The Baikal neutrino telescope.
Phys. At. Nucl. 69 (2006) 1914
- L3 COLLABORATION
A search for flaring very-high-energy cosmic gamma-ray sources with the L3+C muon spectrometer.
Astropart. Phys. 25 (2006) 298
- Analysis of the $\pi^+\pi^-\pi^+\pi^-$ and $\pi^+\pi^0\pi^-\pi^0$ final states in quasi-real two-photon collisions at LEP.
Phys. Lett. B 638 (2006) 128 and CERN-PH-EP-2005-058
- Measurement of hadron and lepton-pair production in e+e- collisions at $\sqrt{s} = 192 - 208\text{GeV}$.
Eur. Phys. J. C 47 (2006) 1 and CERN-PH-EP-2005-044
- Measurement of the mass and width of the W boson at LEP.
Eur. Phys. J. C 45 (2006) 569 and CERN-PH-EP-2005-043
- The solar flare of the 14th of July 2000 (L3+C detector results).
Astron. Astrophys. 456 (2006) 351
- QCDSF COLLABORATION
Axial coupling constant of the nucleon for two flavors of dynamical quarks in finite and infinite volume.
Phys. Rev. D 74 (2006) 094508 and DESY 06-026; EDINBURGH-2006-06; LIVERPOOL-LTH-693; TUM-T39-06-01; hep-lat/0603028
- QCDSF-UKQCD COLLABORATION
Estimating the unquenched strange quark mass from the lattice axial Ward identity.
Phys. Rev. D 73 (2006) 054508 and DESY 05-237; EDINBURGH-2005-18; LIVERPOOL-LTH-672; hep-lat/0601004
- Moments of pseudoscalar meson distribution amplitudes from the lattice.
Phys. Rev. D 74 (2006) 074501 and DESY 06-091; EDINBURGH-2006-11; LU-ITP-2006-008; hep-lat/0606012
- J. A. AGUILAR-SAAVEDRA ET AL.
Supersymmetry parameter analysis: SPA convention and project.
Eur. Phys. J. C 46 (2006) 43 and hep-ph/0511344; CERN-PH-TH/2005-232; DESY 05-242; FERMILAB-PUB-05-524-T; KEK-TH-1054; SLAC-PUB-11579
- V. AYVAZYAN ET AL.
First operation of a free- electron laser generating GW power radiation at 32 nm wavelength.
Eur. Phys. J. D 37 (2006) 297 and SLAC-PUB-12114
- R. BABICH, N. GARRON, C. HOELBLING, J. HOWARD, L. LELLOUCH, C. REBBI
 $K^0 - \bar{K}^0$ mixing beyond the standard model and CP-violating electroweak penguins in quenched QCD with exact chiral symmetry.
Phys. Rev. D 74 (2006) 073009 and CPT-p07-2006; hep-lat/0605016
- B. BARET, ICECUBE COLLABORATION
The AMANDA-IceCube Neutrino Telescopes and Indirect Dark Matter Search.
Acta Phys. Pol. B 37 (2006) 1983
- F. BECHTEL, G. KLÄMKE, G. KLEMZ, K. MÖNIG, H. NIETO, H. NOWAK, A. ROSCA, J. SEKARIC, A. STAHL
Studies for a photon collider at the ILC.
Nucl. Instrum. Methods A 564 (2006) 261 and DESY 06-007; physics/0601204
- E. BERNADINI, ICECUBE COLLABORATION
AMANDA: Selected physics results.
Nucl. Instrum. Methods A 567 (2006) 418
- Systematic uncertainties in the analysis of data from a neutrino telescope: The AMANDA case.
Nucl. Instrum. Methods A 567 (2006) 474
- M. BEYER, W. KILIAN, P. KRSTONOSIC, K. MÖNIG, J. REUTER, E. SCHMIDT, H. SCHRODER
Determination of new electroweak parameters at the ILC – sensitivity to new physics.
Eur. Phys. J. C 48 (2006) 353 and DESY 05-067; physics/0604048
- J. BLÜMLEIN, A. DE FREITAS, W.L. VAN NEERVEN
The Longitudinal Heavy Quark Structure Function F_L^{QQ} in the Region $Q^2 \gg m^2$ at $O(\alpha_s^3)$.
Nucl. Phys. B 755 (2006) 272 and DESY 05-202; SFB-CPP-06-36
- J. BLÜMLEIN, B. GEYER, D. ROBASCHIK
Target mass and finite momentum transfer corrections to unpolarized and polarized diffractive scattering.
Nucl. Phys. B 755 (2006) 112 and DESY 05-008; SFB-CPP-06-25
- J. BLÜMLEIN, V. RAVINDRAN
 $O(\alpha_s^2)$ Timelike Wilson Coefficients for Parton-Fragmentation Functions in Mellin Space.
Nucl. Phys. B 749 (2006) 1 and DESY 06-040

- QCD threshold corrections to Higgs decay and to hadroproduction in 1^+1^- annihilation.
 Phys. Lett. B 640 (2006) 40 and DESY 06-054
- E. BULYAK, P. GLADKIKH, V. SKOMOROKHOV, T. OMORI, J. URAKAWA, K. MÖNIG, F. ZIMMERMANN
 Beam dynamics in Compton ring gamma sources.
 Phys. Rev. STAB 9 (2006) 094001
- O. BÜCHNER, M. ERNST, K. JANSEN, TH. LIPPERT, D. MELKUMYAN, B. ORTH, D. PLEITER, H. STÜBEN, P. WEGNER, S. WOLLNY
 Datagrids for lattice QCD.
 Nucl. Instrum. Methods A 559 (2006) 57
- M. CARENA, A. FINCH, A. FREITAS, C. MILSTÉNE, H. NOWAK, A. SOPCZAK
 Analyzing the scalar top coannihilation region at the International Linear Collider.
 Phys. Rev. D 72 (2005) 5008-1 bis 5008 and FERMILAB-PUB-05-362-E-T
- M. CZAKON, J. GLUZA, T. RIEMANN
 The Planar four-point master integrals for massive two-loop Bhabha scattering.
 Nucl. Phys. B 751 (2006) 1 and DESY 06-021; WUE-ITP-2006-004; SFB-CPP-06-17
- T. DEGRAND, R. HOFFMANN, S. SCHAEFER, Z. LIU
 Quark condensate in one-flavor QCD.
 Phys. Rev. D 74 (2006) 054501 and DESY 06-082; COLO-HEP-515; hep-th/0605147
- T. DEGRAND, S. SCHAEFER
 Simulating an arbitrary number of flavors of dynamical overlap fermions.
 JHEP 07 (2006) 020 and DESY 06-056; COLO-HEP-514; hep-lat/0604015
- T. DEGRAND, Z. LIU, S. SCHAEFER
 Quark condensate in two-flavor QCD.
 Phys. Rev. D 74 (2006) 094504 and DESY 06-157; COLO-HEP-516; hep-lat/0608019
- J. FLEISCHER, J. GLUZA, A. LORCA, T. RIEMANN
 First order radiative corrections to Bhabha scattering in d dimensions.
 Eur. J. Phys. 48 (2006) 35 and DESY 06-045; BI-TP-2006-21; FREIBURG-THEP-06-07; SFB-CPP-06-27
- M. GÖCKELER, R. HORSLEY, H. PERLT, P.E.L. RAKOW, A. SCHÄFER, G. SCHIERHOLZ, A. SCHILLER
 Renormalisation of Composite Operators in Lattice Perturbation Theory with Clover Fermions: Non-forward Matrix Elements.
 Eur. Phys. J. C 48 (2006) 523 and DESY 06-050; Edinburgh-2006-08; Liverpool-LTH-698; LU-ITP 2006-005
- K. HANSON, O. TARASOVA
 Design and production of the Icecube digital optical module.
 Nucl. Instrum. Methods A 567 (2006) 214
- A. KARLE, ICECUBE COLLABORATION
 Status of the IceCube in 2005.
 Nucl. Instrum. Methods A 567 (2006) 438 and astro-ph/0608139
- G. KLEMMZ, K. MÖNIG, I. WILL
 Design study of an optical cavity for a future photon-collider at ILC.
 Nucl. Instrum. Methods A 564 (2006) 224 and DESY 05-098; physics/0507078
- J.G. KÖRNER, Z. MEREBASHVILI, M. RO GAL
 Next-to-next-to-leading order $O(\alpha^2\alpha_s^2)$ results for top quark pair production in photon-photon collisions: The one-loop squared contributions.
 Phys. Rev. D 74 (2006) 094006 and DESY 06-130; MZ-TH-06-14
- H. MEYER, H. SIMMA, R. SOMMER, M. DELLA MORTE, O. WITZEL, U. WOLFF
 Exploring the HMC trajectory-length dependence of autocorrelation times in lattice QCD.
 Computer Ph 176 (2006) 91 and DESY 06-080; HU-EP-06-14; SFB-CPP-06-26; hep-lat/0606004
- H. MEYER
 Poincare invariance in effective string theories.
 JHEP 0605 (2006) 066 and DESY 06-005; hep-lat/0602281; hep-th/0602281v2
- Static forces in $d=2+1$ SU(N) gauge theories.
 Nucl. Phys. B 758 (2006) 204 and DESY 06-109; hep-lat/0607015
- Sum rules and cutoff effects in Wilson lattice QCD.
 Nucl. Phys. B 760 (2006) 104 and DESY 06-145; hep-lat/0609007
- A. MITOV, S. MOCH, A. VOGT
 Next-to-next-to-leading order evolution of non-singlet fragmentation functions.
 Phys. Lett. B 638 (2006) 61 and DESY 06-036; DCPT-06-40; IPPP-06-20; hep-ph/0604053
- A. MITOV, S. MOCH
 QCD corrections to semi-inclusive hadron production in electron positron annihilation at two loops.
 Nucl. Phys. B 751 (2006) 18 and DESY 06-043; hep-ph/0604160
- C. RIMBAULT, P. BAMBADE, K. MÖNIG, D. SCHULTE
 Incoherent pair generation in a beam-beam interaction simulation.
 Phys. Rev. STAB 9 (2006) 034402
- A. SCHÄLICHE, R. DOLLAN, K. LAIHEM
 Monte Carlo based studies of a polarized positron source for international linear collider (ILC).
 Nucl. Instrum. Methods A 559 (2006) 185

Preprints und Interne Berichte

- S. ACTIS, A. FERROGLIA, G. PASSARINO, M. PASSERA
 Two-Loop Renormalization in the Standard Model Part I: Prolegomena.
 DESY 06-223; ZU-TH-23-06; SFB-CPP-06-54
- S. ACTIS, G. PASSARINO
 Two-Loop Renormalization in the Standard Model Part II: Renormalization Procedures and Computational Techniques.
 DESY 06-224; SFB-CPP-06-55

Two-Loop Renormalization in the Standard Model Part III:
Renormalization Equations and their Solutions.
DESY 06-225; SFB-CPP-06-56

P. BAMBADE, V. DRUGAKOV, W. LOHMANN
The Impact of BeamCal performance at a different ILC beam
parameters and crossing angles on stau searches.
LAL-06-145

I. BIERENBAUM, D. KREIMER, S. WEINZIERL
The next-to-ladder approximation for Dyson-Schwinger equations.
DESY 06-233; SFB/CPP-06-58

J. BLÜMLEIN, H. BÖTTCHER, A. GUFFANTI
Non-singlet QCD analysis of deep inelastic world data at $O(\alpha(s)^3)$.
DESY 05-012; SFB-CPP-06-33

D. BRÖMMEL ET AL.
The pion form factor from lattice QCD with two dynamical
flavours.
DESY 06-135; EDINBURGH-2006-07; LU-ITP-2006-012;
LTH-706; hep-lat/0607024

T. CHIARAPPA, F. FARCHIONI, K. JANSEN, I. MONTVAY,
E.E. SCHOLZ, L. SCORZATO, T. SUDMANN, C. URBACH
Numerical simulation of QCD with u, d, s and c quarks in the
twisted-mass Wilson formulation.
DESY 06-092; MS-TP-06-2; BNL-HET-06-3; hep-lat/0606011

M. DELLA MORTE, N. GARRON, M. PAPINUTTO, R. SOMMER
Heavy Quark Effective Theory computation of the mass of the
bottom quark.
DESY 06-165; HU-EP-06-19; RM3-TH-06-15; SFB-CPP-06-34;
hep-ph/0609294

P. DESIATI, ICECUBE COLLABORATION
IceCube: Toward a km^3 Neutrino Telescope.
astro-ph/0611726

D. GALLETTY, M. GÜRTLER, R. HORSLEY, H. PERLT,
P.E.L. RAKOW, G. SCHIERHOLZ, A. SCHILLER, T. STREUER
Hadron spectrum, quark masses and decay constants from light
overlap fermions on large lattices.
DESY 06-114; Edinburgh 2006-07; LU-ITP 2006-012; LTH -706

C. GRAH
Expected Data Rates of the Beam Calorimeter.
EUROTeV-Memo-2006-004-1

M. GÖCKELER, P. HÄGLER, R. HORSLEY, Y. NAKAMURA,
D. PLEITER, P.E.L. RAKOW, A. SCHÄFER, G. SCHIERHOLZ,
H. STÜBEN, J.M. ZANOTTI
Transverse spin structure of the nucleon from lattice QCD
simulations.
DESY 06-245; hep-lat/0612032

K. HILLER, R. MAKAROV, H.J. SCHREIBER, E. SYRESIN,
B. ZALIKHANOV
ILC beam energy measurement based on synchrotron radiation
from a magnetic spectrometer.
LC-DET-2006-005

A. ISHIHARA, ICECUBE COLLABORATION
The EHE Neutrino Search Capability of the IceCube Observatory.
astro-ph/0611794

H. LANDSMANN, ICECUBE COLLABORATION
IceCube: The World's Largest Dark Matter Detector.
astro-ph/0612239

A. MITOV, S. MOCH
The singular behavior of massive QCD amplitudes.
DESY 06-216; SFB-CPP-06-53

T. MONTARULI, ICECUBE COLLABORATION
IceCube: The state of the art.
astro-ph/0608140

C. ROTT, ICECUBE COLLABORATION
IceCube: Performance, Status, and Future.
astro-ph/0611726

R. SOMMER
Non-perturbative QCD: renormalization, $O(a)$ -improvement and
matching to Heavy Quark Effective Theory.
DESY 06-206; SFB-CPP-06-51; hep-lat/0611020

P.A. TOALE, ICECUBE COLLABORATION
Neutrino Astronomy at the South Pole.
astro-ph/0607003

E. VON OELSEN, C. GRAH, W. LOHMANN, M. OHLERICH
Fast Beam Diagnostics with Energy Measurements in the Forward
Calorimeters of the ILC Detector.
EOROTeV-Memo-2006-011

Veröffentlichte Vorträge

**Proc. of 8th DESY Workshop on Elementary Particle Theory:
Loops and Legs in Quantum Field Theory, Eisenach/DE**
Nucl. Phys. B, Proc. Suppl. 160 (2006)

S. ACTIS, G. PASSARINO, S. UCCIRATI
Two Loop QFT in the Making.
Nucl. Phys. B, Proc. Suppl. 160 (2006) 145 and DESY 06-121

S. ACTIS, M. CZAKON, J. GLUZA, T. RIEMANN
Planar two-loop master integrals for massive Bhabha scattering:
 $N_f = 1$ and $N_f = 2$.
Nucl. Phys. B, Proc. Suppl. 160 (2006) 91 and DESY 06-154;
SFB-CPP-06-40

I. BIERENBAUM, J. BLÜMLEIN, S. KLEIN
Evaluating Two-Loop massive Operator Matrix Elements with
Mellin-Barnes Integrals.
Nucl. Phys. B, Proc. Suppl. 160 (2006) 85 and DESY 06-118

A. MITOV, S. MOCH, A. VOGT
NNLO splitting and coefficient functions with time-like
kinematics.
Nucl. Phys. B, Proc. Suppl. 160 (2006) 51 and DESY 06-150

R. SOMMER
Determining fundamental parameters of QCD on the lattice.
Nucl. Phys. B, Proc. Suppl. 160 (2006) 27 and DESY 06-101;
SFB-CPP-06-29

A. VOGT, S. MOCH, J. VERMASEREN
Third-order QCD results on form factors and coefficient functions.
Nucl. Phys. B, Proc. Suppl. 160 (2006) 44 and DESY 06-146;
IPP-06-59

Proc. of ARENA 05, Zeuthen/DE

Int. J. Mod. Phys. A 21S1 (2006)

BAIKAL COLLABORATION

A device for detection of acoustic signals from super high energy neutrinos.

Int. J. Mod. Phys. A 21S1 (2006) 202

High frequency noise in Lake Baikal as a background for the acoustic detection of high energy neutrinos.

Int. J. Mod. Phys. A 21S1 (2006) 117

S. BÖSER, A. HALLGREN, R. HELLER, R. NAHNHAUER, M. POHL, K.-H. SULANKE

Development of glaciophones and acoustic transmitters for ice.

Int. J. Mod. Phys. A 21S1 (2006) 107

S. BÖSER, C. BOHM, S. HUNDERTMARK, A. HALLGREN, R. NAHNHAUER, P. PRICE, J. VANDENBROUKE

SPATS: A South Pole Acoustic Test Setup.

Int. J. Mod. Phys. A 21S1 (2006) 221

S. BÖSER, R. NAHNHAUER

Acoustic and radio EeV neutrino detection activities.

Int. J. Mod. Phys. A 21S1 (2006) 1

D. SALTZBERG ET AL.

Introduction to the SALSA, a salt dome shower array as a GZK neutrino observatory.

Int. J. Mod. Phys. A 21S1 (2006) 252

Proc. of LATTICE 2006, Tucson/USA

Proceedings of Science, PoS (2006)

QCDSF COLLABORATION

One-loop renormalisation of lattice QCD operators for non-forward matrix elements: from clover to overlap fermions.

Proceedings of Science, PoS (2006) 7, DESY 06-181;

EDINBURGH-2006-26; LEIPZIG-LU-ITP-2006-15;

LIVERPOOL-LTH-719; hep-lat/0610060

Operator product expansion on the lattice: analytic Wilson coefficients.

Proceedings of Science, PoS (2006) 7, DESY 06-180;

EDINBURGH-2006-24; LEIPZIG-LU-ITP-2006-16;

LIVERPOOL-LTH-721; hep-lat/0610064

QCDSF UKQCD COLLABORATION

Distribution amplitudes of pseudoscalar mesons.

Proceedings of Science, PoS (2006) 7, DESY 06-170;

EDINBURGH-2006-27; hep-lat/0610055

R. BABICH, N. GARRON, C. HOELBLING, J. HOWARD,

L. LELLOUCH, C. REBBI

Matrix elements and diquark correlations in quenched QCD with overlap fermions.

Proceedings of Science, PoS (2006) 091, BUHEP-06-07;

CPT-p73-2006; hep-lat/0610079

O. BÄR, K. JANSEN, S. SCHAEFER, L. SCORZATO, A. SHINDLER

Overlap fermions on a twisted mass sea.

Proceedings of Science, PoS (2006) 7, DESY 06-160;

hep-lat/0609039

R.G. EDWARDS, G. FLEMING, P. HÄGLER, J.W. NEGELE, K. ORIGINOS, A.V. POCHINSKY, D.B. RENNER,

D.G. RICARDS, W. SCHROERS

Nucleon structure in the chiral regime with domain wall fermions on an improved staggered sea.

Proceedings of Science, PoS (2006) 13, DESY 06-176;

JLAB-THY-06-553; hep-lat/0610007

P. GERHOLD, K. JANSEN

On the phase structure of a chiral invariant Higgs–Yukawa model.

Proceedings of Science, PoS (2006) 7, DESY 06-153;

HU-EP-06-26; hep-lat/0610012

D. GUAZZINI, R. SOMMER, N. TANTALO

m_b and f_B , from a combination of HQET and QCD.

PoS Proceedings of Science (2006) 084, DESY 06-174;

SFB-CPP-06-47; hep-lat/0609065

M. GÖCKELER, R. HORSLEY, Y. NAKAMURA, D. PLEITER, P. RAKOW, G. SCHIERHOLZ, T. STREUER, H. STÜBEN, J.M. ZANOTTI

Simulating at realistic quark masses: light quark masses.

Proceedings of Science, PoS (2006) 6, DESY 06-182;

EDINBURGH-2006-28; LTH-726; hep-lat/0610071

M. GÖCKELER, R. HORSLEY, Y. NAKAMURA, D. PLEITER, P. RAKOW, G. SCHIERHOLZ, W. SCHROERS, T. STREUER, H. STÜBEN, J.M. ZANOTTI

Simulating at realistic quark masses: pseudoscalar decay constants and chiral logarithms.

Proceedings of Science, PoS (2006) 7, DESY 06-169;

EDINBURGH-2006-31; LIVERPOOL-LTH-724; hep-lat/0610066

E.-M. ILGENFRITZ, M. MÜLLER-PREUSSKER, A. STERNBECK, K. JANSEN, I. WETZORKE, M.P. LOMBARDO, O. PHILIPSEN

Twisted mass QCD thermodynamics: First results on apeNEXT.

Proceedings of Science, PoS (2006) 7, DESY 06-192;

HU-EP-06-37; MS-TP-06-12; hep-lat/0610112

K. JANSEN, ETM COLLABORATION

First results with light flavours of quarks with maximally twisted mass.

Proceedings of Science, PoS (2006) 14, DESY 06-173;

hep-lat/0610015

K. JANSEN

Status Report on ILDG activities.

Proceedings of Science, PoS (2006) 13, DESY 06-152;

hep-lat/0609012

H. MEYER, O. WITZEL

Trajectory length and autocorrelation times: $N_f = 2$ simulations in the Schrödinger functional.

Proceedings of Science, PoS (2006) 032, DESY 06-161; HE-EP-06-28; hep-lat/0609021

D. PLEITER, QCDSF COLLABORATION AND UKQCD COLLABORATION

Nucleon form factors: probing the chiral limit.

PoS Proceedings of Science (2006) 7

S. SCHAEFER

Algorithms for dynamical overlap fermions.

Proceedings of Science, PoS (2006) 15, DESY 06-175; hep-lat/0609063

V. WEINBERG, E.M. ILGENFRITZ, K. KOLLER, Y. KOMA, G. SCHIERHOLZ, T. STREUER

The QCD vacuum probed by overlap fermions.

Proceedings of Science, PoS (2006) 7, DESY 06-177; HU-AP-06-33; LMU ASC-65-06; hep-lat/0610087

Proc. of Workshop on Computational Hadron Physics (Hadron Physics 13), Nicosia/CY

Nucl. Phys. B, Proc. Suppl. 153 (2006)

C. ALEXANDROU, H. PANAGOPOULOS, G. SCHIERHOLZ
Proceedings of the Workshop on Computational Hadron Physics.
Nucl. Phys. B, Proc. Suppl. 153 (2006) 362

A. ALI KHAN ET AL.

The axial charge of the nucleon: lattice results compared with chiral perturbation theory.

Nucl. Phys. B, Proc. Suppl. 153 (2006) 128

D. GALLETTY, M. GÜRTLER, R. HORSLEY, K. KOLLER, V. LINKE, P.E.L. RAKOW, C.J. ROBERTS, G. SCHIERHOLZ, T. STREUER

Hadron Phenomenology from Quenched Overlap Fermions.

Nucl. Phys. B, Proc. Suppl. 153 (2006) 306 and DESY 05-247

M. GÖCKELER, P. HÄGLER, R. HORSLEY, D. PLEITER, P.E.L. RAKOW, A. SCHÄFER, G. SCHIERHOLZ, J.M. ZANOTTI
Determining the strange quark mass for 2-flavour QCD.

Nucl. Phys. B, Proc. Suppl. 153 (2006) 154 and DESY 06-004; EDINBURGH-2006-02; LIVERPOOL-LTH-686; hep-lat/0602028

Weitere Konferenzen

BAIKAL COLLABORATION

Status and new results from the BAIKAL detector.

Proc. of TAUP 2005, Zaragoza/ES

J. Phys., Conf. Ser. 39 (2006) 441

The Baikal neutrino telescope.

Proc. of 3rd International Workshop on Neutrino Oscillations in Venice, Venice/IT

Papergraf (2006) 449

J. BLÜMLEIN, A. GUFFANTI

Scheme-invariant NNLO evolution for unpolarized DIS structure functions.

Proc. of QCD 04, Montpellier/FR

Nucl. Phys. B, Proc. Suppl. 152 (2006) 87 and DESY 04-218

J. BLÜMLEIN, W. FRIEBEL, T. NAUMANN, T. RIEMANN, P. WEGNER, D. PERRET-GALLIX

Proceedings of the 10th International Workshop on Advanced Computing and Analysis Techniques in Physics Research – ACAT 05.

Proc. of ACAT 05, Zeuthen/DE

Nucl. Instrum. Methods A 559 (2006) 1

J. BLÜMLEIN

$O(\alpha_s^3)$ contributions to $F_L^{Q\bar{Q}}(x, Q^2)$ for large virtualities.

Proc. of RADCOR 2005, Shonan Village/JP

Nucl. Phys. B, Proc. Suppl. 157 (2006) 2 and DESY 05-003;

SFB-CPP-06-06; hep-ph/0608023

M. CZAKON, J. GLUZA, K. KAJDA, T. RIEMANN

Differential equations and massive two-loop Bhabha scattering: The B512m3 case.

Proc. of RADCOR 2005, Shonan Village/JP

Nucl. Phys. B, Proc. Suppl. 157 (2006) 16 and DESY 06-010;

WUE-ITP-2006-001; SFB-CPP-06-03

P. DESIATI, ICECUBE COLLABORATION

Neutrino Astronomy at the South Pole: latest Results from AMANDA-II.

Proc. of PANIC 05, Santa Fe/USA

AIP (2006) 983, astro-ph/0601571

S.R. KLEIN, ICECUBE COLLABORATION

First results from IceCube.

Proc. of PANIC 05, Santa Fe/USA

AIP (2006) 971, astro-ph/0601269

G. KLEMZ, K. MÖNIG

A laser cavity for a future photon collider at ILC.

Proc. of Photon 2005, Warsaw/PL

Acta Phys. Pol. B 37 (2006) 1257

M. KRASBERG, ICECUBE COLLABORATION

The IceCube neutrino telescope.

Proc. of CALOR 06, Chicago/USA

AIP (2006) 209

G. KRIBS, N. OKADA, M. PERELSTEIN, S. RIEMANN

Beyond the Standard Model: Summary.

Proc. of International Linear Collider Physics and Detector Workshop, Snowmass/USA

SLAC (2005) 11

K. MÖNIG, A. ROSCA

QCD studies for the Higgs production at a photon linear collider.

Proc. of Photon 2005, Warsaw/PL

Acta Phys. Pol. B 37 (2006) 1181

D. PLEITER

Nucleon Structure Functions and Form Factors.
Proc. of Lattice QCD, Chiral Perturbation Theory and Hadron Phenomenology, Trento/IT
DESY (2006) 1

D.B. RENNER, R.G. EDWARDS, G. FLEMING, P. HÄGLER,
J.W. NEGELE, K. ORGINOS, A.V. POCHINSKY,
D.G. RICHARDS, W. SCHROERS
Calculation of the nucleon axial charge in lattice QCD.
Proc. of SciDAC 2006, Denver/USA
J. Phys., Conf. Ser. 46 (2006) 152 and DESY 06-126;
JLAB-THY-06-556; hep-lat/0607008

C. SPIERING

Present and future of astroparticle physics in Europe.
Proc. of Cracow Epiphany Conference on Neutrinos and Dark Matter, Cracow/PL
Acta Phys. Pol. B 37 (2006) 2153

M. STAMATIKOS, D. BAND, ICECUBE COLLABORATION
A new search paradigm for correlated neutrino emission from discrete grbs using antarctic Cerenkov telescopes in the swift era.
Proc. of Gamma Ray Bursts in the Swift Era, Washington/USA
AIP (2006) 599, astro-ph/0602481

I. TABOADA, ICECUBE COLLABORATION

AMANDA and IceCube: Neutrino Astronomy at the South Pole.
Proc. of TAUP 2005, Zaragoza/ES
J. Phys., Conf. Ser. 39 (2006) 438

Vorträge

CHEP06, Mumbai, Maharashtra/IN (02/2006)

D. PLEITER

Using Grid Technologies for Lattice QCD.

apeNEXT: Experience from Initial Operation.

H. VOGT

Moving applications in a multi-language environment to 64 bit architectures.

DPG2006, Dortmund/DE (03/2006)

E. BERNADINI

Perspectives of neutrino triggered “Targed of Oportunity“ observations.

C. GRAH

Das Beam Kalorimeter für den International Linear Collider.

D. GUAZZINI

m_b and f_{B_s} from a combination of HQET and QCD with unphysically light b-quarks.

E. KOUZNETSOVA

CVD Diamond Sensor Studies for the Beam Calorimeter of the ILC Detector.

K. LAIHEM

Development of a polarized positron source for the ILC.

H. MEYER

Strings in SU(N) Gauge Theory.

J. RÖNSCH

Untersuchungen des longitudinalen Phasenraums bei PITZ.

A. SCHÄLICHE

Results from E166.

Simulation von Wechselwirkungen polarisierter Teilchen mit Geant4.

L. STAYKOV

Slice emittance measurements at PITZ – Design considerations.

A. USHAKOV, S. RIEMANN

Aspects of radiation level at the ILC positron source.

V. WEINBERG

Vacuum structure of QCD as seen by overlap fermions.

EPAC’06, Edinburgh/UK (06/2006)

K. LAIHEM, S. RIEMANN, A. SCHÄLICHE, A. USHAKOV,
R. DOLLAN, T. LOHSE

Study on low energy positron polarimetry.

J. RÖNSCH ET AL.

Investigations of the longitudinal phase space at PITZ.

A. USHAKOV, E. ELSEN, K. FLÖTTMANN, S. RIEMANN,
K. SANOSYAN

Radiation levels and activation at the ILC positron source.

M. WOODS ET AL.

Test Beam Studies at SLAC End Station A for the International Linear Collider.

FEL2006, Berlin/DE (08/2006)

S. KHODYACHYKH ET AL.

Design of multipurpose dispersive section at PITZ.

S. KOREPANOV, S. KHODYACHYKH, M. KRASILNIKOV,
A. OPPELT, F. STEPHAN, V. PARAMONOV

Design consideration of the RF deflector to optimize the photo injector for PITZ.

F. MARHAUSER ET AL.

A high average power RF photoinjector gun cavity developed for the BESSY soft X-ray FEL.

A. OPPELT ET AL.

Tuning, conditioning and dark current measurements of a new gun cavity at PITZ.

A. RÖNSCH ET AL.

Investigations of the longitudinal beam properties at the photoinjector test facility in Zeuthen.

L. STAYKOV ET AL.

Commissioning of a new emittance measurement system at PITZ.

ILC 2006, Dubna/RU (05/2006)

V. DUGINOV, H.J. SCHREIBER

Summary of the Dubna beam energy meeting.

K. HILLER

Synchrotron radiation studies based on GEANT3.

H.J. SCHREIBER

Compton backscattering: its application for the ILC and simulation studies.

Status on the draft on measuring the beam energy by SR, next steps.

ILC-ECFA and GDE Joint Meeting, Valencia/ES (11/2006)

J. CLARKE, G. MOORTGAT-PICK, S. RIEMANN

Summary of the polarization session.

C. GRAH

Beamdiagnostics using BeamCal.

Radiation hardness of sensors for the FCAL.

Summary of the Beam Delivery and Interaction Region Working Group. Plenary talk.

W. LOHMANN

Nominal and LowP Accelerator Parameters, Impact on the Detector Performance and its Physics Potential.

M. OHLERICH

Higgs recoil mass analysis with full simulation and reconstruction.

H.J. SCHREIBER

Compton backscattering: its application for the ILC beam energy measurement.

A. SCHÄLICHE

Polarization in GEANT 4.

A. USHAKOV, S. RIEMANN

Radiation and target aspects.

Internationales Meeting zur ILC Beamenergie., Yerevan/AM (10/2006)

K. HILLER

Comparison of 3- and 4-magnet versions for the ILC energy spectrometer.

V. NIKOGHOSIAN, H.J. SCHREIBER

Summary of the Yerevan beam energy meeting.

H.J. SCHREIBER

Synchrotron radiation - a tool for precise beam energy measurement at the ILC.

M. VITI

Compton backscattering for beam energy measurement at ILC.

LAP06, Zeuthen/DE (11/2006)

D. PLEITER

Implementing LQCD applications using SciDAC and Chroma.

Optimising code for apeNEXT.

H. SIMMA

LQCD kernels and their performance signatures.

Lattice QCD, Chiral Perturbation Theory and Hadron Phenomenology, Trento/IT (10/2006)

U.-G. MEISSNER, G. SCHIERHOLZ

Lattice QCD, Chiral Perturbation Theory and Hadron Phenomenology.

W. SCHROERS

Distribution amplitudes from the lattice.

V. WEINBERG

The QCD vacuum as seen by overlap fermions.

LCLS Injector Commissioning Workshop, Stanford/USA (10/2006)

J. BÄHR

Laser system at PITZ.

M. KRASILNIKOV

RF-gun beam based alignment at PITZ / FLASH.

J. RÖNSCH

RF-gun experience at PITZ – Longitudinal phase space.

F. STEPHAN

RF Gun experience at PITZ/FLASH.

LCWS06, Bangalore/IN (03/2006)

C. GRAH, FCAL COLLABORATION

Fast and Precise Luminosity Measurement at the ILC.

K. LAIHEM, S. RIEMANN, A. SCHÄLICHE, A. USHAKOV,

R. DOLLAN, T. LOHSE

Study on low-energy positron polarimetry.

K. LAIHEM

The E166 experiment. Development of a polarized positron source for the ILC.

W. LOHMANN

Test-beam Programs for Devices to Measure Luminosity and Energy and Optimize the Luminosity.

K. MÖNIG

Detector Issues for a Photon Collider.

Forward Tracking Detector.

Physics issues on triggering.

Mini-workshop on laser pulse shaping, Zeuthen/DE (11/2006)

J. BÄHR

Laser beam parameter measurement.

M. HÄNEL

Online observation of pulse energy.

M. KRASILNIKOV

Proposal for optimizing the cathode laser shape for photo injector.

Selected simulations for XFEL photo injector (Could ellipsoidal shaping be useful for the European XFEL photo injector?).

Workshop on high quantum efficiency photocathodes for RF guns., Milano/IT (10/2006)

J. BÄHR ET AL.

PITZ cathodes: QE measurement and cathode history.

J. BÄHR, A. OPPELT

Dark current measurement with Gun3.1 at PITZ.

M. KRASILNIKOV

Impact of the cathode roughness on the emittance of an electron beam.

Weitere Vorträge

S. ACTIS

The fermionic corrections to Bhabha scattering.

International Linear Collider Workshop, Valencia/ES (11/2006)

The running of alpha at two loops in the Standard Model.

Helmholtz International Summer School, Dubna/RU (07/2006)

Two-loop renormalization equations.

QCD-Loop and Electroweak Physics at the LHC KET Workshop, Karlsruhe/DE (03/2006)

Unitarity methods.

Twistors and Yang-Mills scattering amplitudes seminars at

Humboldt University, Berlin/DE (06/2006)

G. ASOVA, S. KHODYACHYKH, M. KRASILNIKOV, F. STEPHAN, P. CASTRO, F. LOEHL

Phase space tomography diagnostics at the PITZ facility.

ICAP 2006, Chamonix/FR (10/2006)

E. BERNADINI

A multi-messenger way to the discovery of point sources of high energy cosmic neutrinos.

Seminar Udine University, Physics Department, Udine/IT (10/2006)

Multi-messenger approaches to search for point sources of high energy neutrinos with AMANDA/IceCube.

The Multi-Messenger Approach to High Energy Gamma-Ray Sources: 3rd Workshop on the Nature of Unidentified High-Energy Sources, Barcelona/ES (07/2006)

Search for astrophysical sources of high energy neutrinos with AMANDA/IceCube: Perspectives of a multi-messenger approach. Institutskolloquium Humboldt University, Berlin/DE (10/2006)

Search for astrophysical sources of neutrinos with AMANDA/IceCube: Status and future perspectives. Seminar, Scuola Normale di Pisa, Pisa/IT (02/2006)

E. BERNADININ

IceCube: a telescope under construction at the South Pole to look for origin of cosmic rays.

DPT, Berlin/DE (11/2006)

I. BIERENBAUM, J. BLÜMLEIN, S. KLEIN

Calculating Massive 2-Loop 2-Point Functions and 2-Loop Massive Operator Matrix.

QCD 06, Montpellier/FR (07/2006)

J. BLÜMLEIN, H. BÖTTCHER, A. GUFFANTI

NNLO analysis of unpolarized DIS structure functions.

DIS 2006, Tsukuba/JP (04/2006)

J. BLÜMLEIN

Algebraic and structural relations between harmonic sum up to weight $\omega = 6$.

Talk, Bures-sur-Yvette/FR (06/2006)

DIS: The status of parton densities and Λ_{QCD} .

Talk, Kyoto/JP (10/2006)

Introduction to quantum chromodynamics – the theory of strong interactions.

Lectures, Caracas/VE (05/2006)

Leptoquarks at HERA.

Talk, Saclay/FR (10/2006)

Light-cone expansion in quantum chromodynamics.

Lectures University Dortmund, Dortmund/DE (01/2006)

On the way to QCD precision test with deep inelastic scattering.

Talk, Bhubaneswar/IN (01/2006)

On the way to QCD precision tests with deep inelastic scattering.

Talk, Caracas/VE (05/2006)

Parton distributions on the lattice and in the continuum.

Talk, Köln/DE (07/2006)

QCD precision tests in deep inelastic scattering.

Talk, Oberwölz/AT (09/2006)

Quantenfeldtheorie.

Lectures University Potsdam, Potsdam/DE (10/2006)

Techniques for Feynman Integral Evaluation.

Lectures, University Dortmund, Dortmund/DE (06/2006)

S. BÖSER

Acoustic measurements for EeV neutrino detection at the South Pole.

Neutrino 2006, Santa Fe/USA (06/2006)

G. COLANGELO, R. SOMMER

Working Group 5.

EuroFlavour06, Barcelona/ES (11/2006)

R. DOLLAN

The need for polarized processes in Geant4.

Geant4 Collaboration Workshop and Users Conference, Lisboa/PT (10/2006)

A. DONAT

Ein Vakuumbauteil entsteht.

HGF-Arbeitskreis “Bau wissenschaftlicher Geräte“,

Vakuumpworkshop, Darmstadt/DE (11/2006)

- Simulation von Vakuumdrücken.
HGF-Arbeitskreis "Bau wissenschaftlicher Geräte",
Vakuumworkshop, Darmstadt/DE (11/2006)
- N. GARRON
HQET: The b-quark mass including $O(\Lambda^2/m)$.
7. Arbeitstreffen des SFB/TR 9, Computational Particle Physics,
Zeuthen/DE (03/2006)
- Status of heavy quarks physics from lattice.
QCD 06, Montpellier/FR (07/2006)
- The b-quark mass in HQET beyond the static approximation.
Seminar, Marseille/FR (04/2006)
- C. GRAH, U. HARDER, H. HENSCHHEL, E. KOUZNETSOVA,
W. LANGE, W. LOHMANN, M. OHLERICH, R. SCHMIDT,
K. AFANACIEV, A. IGNATENKO
Polycrystalline CVD Diamonds for the Beam Calorimeter of the
ILC.
2006 IEEE Nuclear Science Symposium (NSS), Medical Imaging
Conference (MIC) and 15th International Room Temperature
Semiconductor Detector Workshop, San Diego, California/USA
(10/2006)
- C. GRAH
Entwicklung neuer Technologien für den Vorwärtsbereich der
ILC-Detektoren.
Institutsseminar IKTP der Technischen Universität Dresden,
Dresden/DE (10/2006)
- Teilchenphysik – dem Urknall auf der Spur.
Tag der Naturwissenschaften, Robert Havemann Oberschule,
Berlin/DE (11/2006)
- D. GUAZZINI
Renormalization of the $O(1/m)$ spin-dependent operator in HQET.
HQET Workshop, Zeuthen/DE (09/2006)
- M. GÖCKELER ET AL.
Probing Nucleon Structure on the Lattice.
PAVI06, Milos/GR (05/2006)
- H. HENSCHHEL
Results from PHY3 Tests in DESY, Zeuthen.
EUDET Annual Meeting 2006, Munich/DE (10/2006)
- E.-M. ILGENFRITZ, K. KOLLER, Y. KOMA, G. SCHIERHOLZ,
T. STREUER, V. WEINBERG
Vacuum structure as seen by overlap fermions.
Quark Confinement and the Hadron Spectrum 7, Ponta
Delgada/PT (09/2006)
- K. JANSEN
Lattice QCD towards the chiral limit.
DEISA Meeting, Barcelona/ES (05/2006)
- Recent results with chirally invariant and chirally improved
Fermions.
QNP06, Madrid/ES (06/2006)
- Status of ILDG activities in Germany.
ILDG Meeting, Zeuthen/DE (05/2006)
- Status of Parton Distribution Functions on the Lattice.
SFB-Treffen, Zeuthen/DE (03/2006)
- The quest for solving QCD with twisted mass fermions.
University of Parma, Parma/IT (11/2006)
- The quest for solving QCD: the chiral limit with twisted mass
fermions.
Universität Bochum, Bochum/DE (05/2006)
- The quest for solving QCD: the chiral limit with twisted mass
fermions.
University of Poznan, Poznan/PL (05/2006)
- Twisted Mass Fermions.
NIC Symposium, Jülich/DE (03/2006)
- S. KHODYACHYKH, G. ASOVA, A. OPPELT, S. KOREPANOV,
M. KRASILNIKOV, F. STEPHAN
Design Considerations for new diagnostics at PITZ2.
2nd Annual EUROFEL Workshop, Daresbury/UK (11/2006)
- S. KHODYACHYKH
Operational experience from the photo-injector test facility PITZ.
International Conference on High Energy, Nuclear and Accelerator
Physics., Kharkov/UA (02/2006)
- H. KOLANOSKI
IceCube – Astrophysics with Cosmic Neutrinos at South Pole.
Seminar, University Bergen, Bergen/NO (12/2006)
- IceCube – Astrophysik mit kosmischen Neutrinos am Südpol.
Seminar, TU Dresden, Dresden/DE (07/2006)
- S. KOREPANOV, S. KHODYACHYKH, M. KRASILNIKOV,
A. OPPELT, F. STEPHAN, V. PARAMONOV
Comparison of RF deflecting structures for future beam phase
space studies at PITZ.
RUPAC 2006, Novosibirsk/RU (09/2006)
- M. KRASILNIKOV
First results on shorter pulses from the gun and moderate velocity
bunching.
Beam Dynamics Meeting, Hamburg/DE (11/2006)
- Introduction to the benchmark problem.
37th ICFA Advanced Beam Dynamics Workshop on Future Light
Sources, Hamburg/DE (05/2006)
- XFEL Photo Injector Simulations.
XFEL Beam Line Internal Review - Injector, Zeuthen/DE
(10/2006)
- W. KÖHLER
The XFEL Modulator.
EIFast, Hamburg/DE (05/2006)
- W. LANGE
Investigation of Diamond Samples under High Doses of
Electromagnetic Irradiation.
3rd Norhdia Workshop at GSI, Darmstadt/DE (08/2006)
- Investigation of a Single Crystal Diamond Sensor and its
Application in Background Measurements for HERA.
3rd Norhdia Workshop at GSI, Darmstadt/DE (08/2006)
- H. LEICH
Klystron Interlock for the XFEL RF Stations.
EIFast, Hamburg/DE (05/2006)

- W. LOHMANN
Forward Calorimeters for Bhabha Scattering and Pair Measurements.
VLCW06, Vancouver/CA (07/2006)
Physics and Detector at the ILC.
Vrije Universiteit Brussel, Brussels/BE (09/2006)
Updates from Forward Region Design.
GDE Meeting, Vancouver/CA (07/2006)
- H. MEYER
Large-volume $N_f = 2$ simulations in the SF.
Workshop on Lattice QCD simulations with light quark, Tegernsee/DE (04/2006)
- A. MITOV
Analytical evaluation of differential distributions in Mellin space.
MoriondQCD2006, La Thuile, Aosta Valley/IT (03/2006)
Factorization and evolution for PDFs and fragmentation functions.
DESY LHC standard model workshop, Zeuthen/DE (10/2006)
Heavy quark fragmentation at NNLO: From LEP to the Tevatron and LHC.
Fermilab, Batavia/USA (06/2006)
Heavy quark fragmentation at NNLO: Questions and answers with LHC in mind.
University of Freiburg, Freiburg/DE (07/2006)
Higher order perturbative calculations in Mellin space.
University of Zurich, Zurich/CH (02/2006)
On the IR singularities of massive QCD amplitudes beyond one loop.
HP² workshop, Zurich/CH (09/2006)
Precision studies in the heavy flavor sector.
Seminar, CERN, Geneva/CH (11/2006)
Progress towards b-fragmentation at NNLO.
HERA and the LHC: 2nd Workshop on the Implications of HERA for LHC Physics, Geneva/CH (06/2006)
Structure functions and parton densities for LHC.
KET workshop on QCD and electroweak physics at the LHC, Hamburg/DE (10/2006)
Three-loop time-like splitting functions in Mellin space and NNLO fragmentation.
LoopFest V, Stanford/USA (06/2006)
- S. MOCH
From multi-loop Feynman diagrams to multiple polylogarithms.
IHES workshop on Quantum Fields, Periods and Polylogarithms, Bures-sur-Yvette/FR (06/2006)
Precision Predictions for Deep-Inelastic Scattering.
HNINP Cracow, seminar, Cracow/PL (01/2006)
Precision Predictions for Deep-Inelastic Scattering.
University of Barcelona, Barcelona/ES (02/2006)
QCD and collider phenomenology.
HISS; DIAS TH; CALC 2006, Dubna/RU (07/2006)
QCD evolution and fragmentation.
Seminar, Universität Heidelberg, Heidelberg/DE (03/2006)
- QCD precision predictions at colliders.
MPI für Physik, Werner-Heisenberg-Institut, Colloquium, Munich/DE (11/2006)
QCD precision predictions at colliders.
Sino-German workshop on Frontiers in QCD, Hamburg/DE (09/2006)
QCD precision predictions at colliders.
Universität Mainz, Seminar, Mainz/DE (12/2006)
Recent developments in QCD ant NLO and beyond.
ICHEP'06, Moscow/RU (07/2006)
Resummation at Higher Orders.
HNINP Cracow, seminar, Cracow/PL (01/2006)
Standard Model Predictions at LHC.
LHC Physics at DESY: Beyond the Standard Model, Hamburg/DE (03/2006)
Symbolic Summation, Riemann Zeta Values, and Quantum Field Theory.
RICAM workshop on Gröbner Bases in Symbolic Analysis, Linz/AT (05/2006)
- K. MÖNIG
Physics at the ILC.
CERN Particle Physics Seminar, Geneva/CH (01/2006)
Requirements for the ILC Detectors.
UK HEP Forum, Abingdon/UK (05/2006)
The Future of Particle Physics.
CTEQ Summer School, Rhodos/GR (07/2006)
The Standard Model (and small extension).
CTEQ Summer School, Rhodos/GR (07/2006)
The physics chapters in the GDE documents.
ALPG Software Workshop, Vancouver/CA (07/2006)
The physics chapters in the GDE documents.
ILC Software and Physics Meeting, Cambridge/UK (04/2006)
- R. NAHNHAUER
ARENA 2006 Conference Summary – Acoustic Detection.
ARENA 2006, Newcastle/UK (06/2006)
Cosmic Neutrino Sound in Water, Rock Salt and Antarctic Ice.
FZ Karlsruhe Seminar, Karlsruhe/DE (05/2006)
Cosmic Neutrino Sound in Water, Rock Salt and Antarctic Ice.
RWTH Aachen, Seminar, Aachen/DE (12/2006)
- Y. NAKAMURA
Simulations with $N_f=2+1$ Wilson fermions.
Meeting KFZ Jülich, Jülich/DE (11/2006)
- H. NOWAK
Was ist Teilchenphysik - oder warum brauchen wir so große Detektoren um so kleine Teilchen nachzuweisen?
Winterschule „Wild auf Physik“, Wildau/DE (01/2006)
- A. OPPELT
Status of the PITZ facility upgrade.
LINAC06, Knoxville/USA (08/2006)
The photo injector test facility at DESY in Zeuthen.
PSI Seminar, Villigen/CH (12/2006)

- V. PARAMONOV ET AL.
Effective standing-wave rf structure for charged-particle beam deflector.
LINAC06, Knoxville/USA (08/2006)
- M. PENNO, T. GREVSMÜHL, H. LEICH, A. KRETZSCHMANN, W. KÖHLER, B. PETROSYAN, G. TROWITZSCH, R. WENNDORFF
A configurable Interlock System for RF-Stations at XFEL.
PCaPAC 2006, Newport News/USA (10/2006)
- D. PLEITER, QCDSF COLLABORATION
Recent Results for Nucleon Form Factors.
LHP06, Newport News/USA (07/2006)
- D. PLEITER
Development of an Application Level Metadata Catalogue.
HEPCG Workshop, Darmstadt/DE (04/2006)
- apeNEXT and the future of lattice QCD special purpose computers.
ZKI Meeting, Garching/DE (10/2006)
- T. RIEMANN
Introduction to Mellin-Barnes Representations for Feynman integrals.
Helmholtz International Summer School, Dubna/RU (07/2006)
- Status of massive two-loop boxes for Bhabha scattering.
Meeting of SFB/TR 9: Computational Particle Physics, Zeuthen/DE (03/2006)
- M. ROGAL
Charged Current DIS at Three Loops.
SLAC, Stanford/USA (10/2006)
- Charged Current Deep Inelastic Scattering at Three Loops.
Fermilab, Batavia/USA (10/2006)
- Charged Current Deep Inelastic Scattering at Three Loops.
HISS; DIAS TH; CALC 2006, Dubna/RU (07/2006)
- New recursion relations for tree amplitudes of gluons and their proof.
IMPRS Seminar – Twistors and Yang-Mills Scattering Amplitudes, Zeuthen/DE (05/2006)
- Towards heavy quark pair production in hadronic collisions at $O(\alpha_s^4)$.
LHC Topquark-Workshop, Bad Honnef/DE (03/2006)
- S. SCHLENSTEDT
Cube Kilometer Neutrino Detectors and the Multi-messenger Connection.
CTA Physics Group Meeting, Utrecht/SE (11/2006)
- W. SCHROERS
Meson distribution amplitudes on the lattice.
invited talk, Universität Bochum, Bochum/DE (12/2006)
- Meson wave functions from the lattice.
DA06, Durham/UK (09/2006)
- Moments of pseudoscalar meson distribution amplitudes from the lattice.
Exploration of Hadron Structure and Spectroscopy using Lattice QCD, Seattle/USA (05/2006)
- The structure of the nucleon from the lattice.
QNP06, Madrid/ES (06/2006)
- Understanding nucleon structure using lattice simulations.
invited talk at the GSI, Darmstadt/DE (05/2006)
- What the lattice can tell us about nucleon structure.
Invited talk at the Department of Physics, National Taiwan University, Taipeh/TW (01/2006)
- What the lattice can tell us about nucleon structure.
Taiwan Annual Physics Meeting, Taipeh/TW (01/2006)
- A. SCHÄLICHE, K. LAIHEM, P. STARAVOITOV
Geant4 simulation for E166 experiment at SLAC.
Geant4 Physics Verification and Validation Workshop, Geneva/CH (07/2006)
- A. SCHÄLICHE
Kern- und Teilchenphysik.
Übung Universität Potsdam, Potsdam/DE (04/2006)
- New EM polarisation library.
Geant4 Collaboration Workshop and Users Conference, Lisboa/PT (10/2006)
- Polarised positrons for the International Linear Collider.
Institutsseminar TU Dresden, Dresden/DE (02/2006)
- Polarised positrons for the International Linear Collider.
Physikalisches Seminar Princeton University, Princeton/USA (05/2006)
- Results from E166.
Posipol06, Geneva/CH (04/2006)
- The E166 experiment.
Geant4 Group Meeting, Geneva/CH (04/2006)
- H. SIMMA
Getting started on apeNEXT.
INFN, Pisa/IT (05/2006)
- QCD on the Lattice.
SEDS06, Bertinoro/IT (05/2006)
- R. SOMMER
C1: Strong Interaction in B-Meson Decays.
SFB Begutachtung, Karlsruhe/DE (07/2006)
- Non-perturbative HQET.
International Workshop on Actions and symmetries in lattice gauge theory, Kyoto/JP (02/2006)
- Non-perturbative Heavy Quark Effective Theory.
Kolloquium PSI Villigen, Villigen/CH (01/2006)
- Non-perturbative Heavy Quark Effective Theory.
Seminar, Bonn/DE (05/2006)
- Non-perturbative Heavy Quark Effective Theory.
Seminar, Mainz/DE (05/2006)
- Towards a serious computation of M_b .
Workshop on Lattice QCD simulations with light quark, Tegernsee/DE (04/2006)
- WG5 in FLAVIANet and node Germany north.
EuroFlavour06, Barcelona/ES (11/2006)

- C. SPIERING
ApPEC Roadmap für Astroteilchenphysik.
Treffen deutscher Teilchenphysiker, Bad Honnef/DE (11/2006)
- Combining Gamma and Neutrino Observations.
CTA Meeting, Berlin/DE (05/2006)
- Neutrino Telescopes in Water and Ice.
ESOF, Munich/DE (07/2006)
- Neutrino-Astronomie – ein neues Fenster zum Universum.
MG11, Berlin/DE (07/2006)
- Particle Physics with Neutrino Telescopes.
MG11, Berlin/DE (07/2006)
- The ApPEC Roadmap for Astroparticle Physics.,
Markov Lecture, Moscow/RU (05/2006)
- The ApPEC Roadmap for Astroparticle Physics.
1st Workshop for the Astroparticle Roadmap, Valencia/ES
(11/2006)
- The ApPEC Roadmap for Astroparticle Physics.
ApPEC Steering Committee, Geneva/CH (01/2006)
- The ApPEC Roadmap for Astroparticle Physics.
CERN Strategy Group, Geneva/CH (03/2006)
- The ApPEC Roadmap for Astroparticle Physics.
ESOF, Munich/DE (07/2006)
- The ApPEC Roadmap for Astroparticle Physics.
Inauguration APC, Paris/FR (05/2006)
- The ApPEC Roadmap for Astroparticle Physics.
International School of Cosmic Ray Astrophysics, Erice/IT
(06/2006)
- The ApPEC Roadmap on Astroparticle Physics.
Physics in the LHC Era., Paris/FR (11/2006)
- L. STAYKOV
Emittance measurement system for the second phase of PITZ.
Brown Bag Accelerator Seminar, Cornell/USA (03/2006)
- F. STEPHAN
Status and Perspectives of Photo Injector Developments for High
Brightness Beams.
ANKA seminar at Research Centre Karlsruhe, Karlsruhe/DE
(01/2006)
- M. TLUCZYKONT, M. SHAYDUK, O. KALEKIN, E. BERNADINI
Long-term gamma-ray lightcurves and high state probabilities of
Active Galactic Nuclei.
2nd Workshop on TeVParticle Astrophysics, Madison/USA
(08/2006)
- A. USHAKOV, S. RIEMANN
Positron source activation.
ILC Positron Source Group Meeting, Chilton/UK (09/2006)
- Target damage simulation.
ILC Positron Source Group Meeting, Chilton/UK (09/2006)
- B. VOIGT
Neutrino Physik am Südpol - Das IceCube Experiment.
Marie-Curie Gymnasium Wittenberg, Wittenberg/DE (11/2006)
- M. WALTER
Design and initial performance of the IceCube detector.
IPRD06, Siena/IT (10/2006)
- V. WEINBERG
Exploring the QCD vacuum and the chiral phase transition.
Treffen der Forschergruppe Gitter-Hadronen-Phänomenologie,
Jülich/DE (11/2006)
- Probing the topological structure of the QCD vacuum with overlap
fermions.
International Workshop on Actions and symmetries in lattice
gauge theory, Kyoto/JP (02/2006)
- R. WISCHNEWSKI
Baikal Neutrino Telescope: Physics, Results and Plans.
Invited Seminar, Physikalisches Institut B, RWTH Aachen,
Aachen/DE (11/2006)
- Physics results from the Baikal Neutrino Telescope.
NOW2006, Otranto/IT (09/2006)
- The Baikal Neutrino Experiment: NT200+ and beyond.
10th Pisa Meeting on Advanced Detectors, La Biodola/IT
(05/2006)
- The Baikal Neutrino Telescope and a km³ future.
KM3NeT kick-off Meeting, Erlangen/DE (04/2006)
- The Baikal Neutrino Telescope.
Invited Seminar, NESTOR Institut, Pylos/GR (10/2006)
- Dissertationen**
- E. KUZNETSOVA
Design Studies and Sensor Tests for the Beam Calorimeter of the
ILC Detector.
Humboldt University, Berlin (2006)
- Diplomarbeiten**
- D. NAUMANN
Konstruktion einer Schirmstation zur Einmessung für PITZ.
TFH Wildau (2006)
- M. WANDER
Fehleranalyse und daraus aufbauende Neukonstruktion eines
Hohlwellenleiterphasenschiebers für den Photoinjektor Teststand
Zeuthen.
TFH Wildau (2006)

Forschung mit Photonen

HASYLAB

Veröffentlichungen

- P.A. ALEKSEEV ET AL.
Magnetic spectral response and lattice properties in mixed-valence $\text{Sm}_{1-x}\text{Y}_x\text{S}$ solid solutions studied with x-ray diffraction, x-ray absorption spectroscopy, and inelastic neutron scattering.
Phys. Rev. B 74 (2006) 035114
- N. ALIOUANE, D.N. ARGYRIOU, J. STREMPFER,
I. ZEGKINOGLU, S. LANDSGESELL, M. V. ZIMMERMANN
Field-induced linear magnetoelastic coupling in multiferroic TbMnO_3 .
Phys. Rev. B 73 (2006) 020102(R)
- M. ALTMAIER, V. NECK, M.A. DENECKE, R. YIN,
T. FANGHAENEL
Solubility of $\text{ThO}_2 \cdot \text{H}_2\text{O}(\text{am})$ and formation of ternary Th(IV) hydroxide-carbonate complexes in $\text{NaHCO}_3 - \text{Na}_2\text{CO}_3 - \text{NaOH} - \text{NaCl}$ solutions: The effect of ionic strength.
Radiochim. Acta 94 (2006) 495
- N.H. ANDERSEN, J. JENSEN, T.B.S. JENSEN,
M. V. ZIMMERMANN, R. PINHOLT, A.B. ABRAHAMSEN,
K. NØRGAARD TOFT, P. HEDEGÅRD, P.C. CANFIELD
Phonon-induced quadrupolar ordering of the magnetic superconductor $\text{TmNi}_2\text{B}_2\text{C}$.
Phys. Rev. B 73 (2006) 1
- J.W. ANDREASEN, F.B. RASMUSSEN, S. HELVEG,
A.M. MOLENBROEK, K. STAAHL, M.M. NIELSEN,
R. FEIDENHANS'L
Activation of a Cu/ZnO catalyst for the methanol synthesis.
J. Appl. Crystallogr. 39 (2006) 221
- J.W. ANDREASEN, F.B. RASMUSSEN, S. HELVEG,
A. MOLENBROEK, K. STAHL, M.M. NIELSEN,
R. FEIDENHANS'L
Activation of a Cu/ZnO catalyst for methanol synthesis.
J. Appl. Crystallogr. 39 (2006) 209
- A. ANEDDA, C.M. CARONARO, D. CHIRIU, R. CORPINO,
M. MARCEDDU, P.C. RICCI
Electron-phonon coupling in iron-doped yttrium aluminum garnet.
Phys. Rev. B 74 (2006) 245108
- O. ANTONENKO, O. CHUKOVA, YU. HIZHNYI, S. NEDILKO,
V. SCHERBATSKYI
Luminescent characterization of lead tungstate crystals doped with europium, praseodymium, and ytterbium ions.
Opt. Mater. 28 (2006) 643
- I. ARAMBURU, K. FRIESE, J.M. PEREZ-MATO,
W. MORGENROTH, M. AROYO, T. BRECZEWSKI,
G. MADARIAGA
Modulated structure of Rb_2ZnCl_4 in the solition regime close to the lock-in phase transition.
Phys. Rev. B 73 (2006)
- I. ARCON, A. PASTRELLO, L. CATALANO, M. DE NOBILI,
L. LEITA
Interaction between Fe-cyanide complex and humic acids.
Environmental Chem. Letters 4 (2006) 1
- M. ARMBRUESTER, K. KOVNIR, J. OSSWALD, R. GIEDIGKEIT,
T. RESSLER, Y. GRIN, R. SCHLOEGL
PdGa – ein selektiver Katalysator fuer die Semihydrierung von Acetylen.
Z. Anorg. Allg. Chem. 632 (2006) 2083
- J. ARRANZ-ANDRES, R. BENAVENTE, M.R. RIBEIRO,
E. PEREZ, M.L. CERRADA
Evolution of a Metallocenic sPP with Time: Changes in Crystalline Content and Enthalpic Relaxation.
Macromol. Chem. Phys. 207 (2006) 1564 and RII3-CT-2004-506008
- K. ASSMUS, W. HÜBNER, A. PYZALLA, H. PINTO
Structure transformations in CrNi steels under tribological stressing at low temperatures.
Tribotest 12 (2006) 159
- M. AY, A. NEFEDOV, H. ZABEL
Different growth modes of Au films on ZnO(000-1).
Surf. Sci. 600 (2006) 5062
- M. AY, A. NEFEDOV, S. GIL GIROL, CH. WÖLL, H. ZABEL
Determination of the surface termination of the ZnO films grown on (0001)- and (11-20)-oriented Al_2O_3 .
Thin Solid Films 510 (2006) 346
- V. AYVAZIAN ET AL.
First operation of a free-electron laser generating GW power radiation at 32 nm wavelength.
Eur. Phys. J. D 37 (2006) 297 and SLAC-PUB-12114
- R. BACEWICZ, J. ANTONOWICZ
XAFS study of Al-RE alloys.
Scr. Mater. 54 (2006) 1187
- J. BAK-MISIUK, K. ORLINSKA, J. KANIEWSKI, A. SHALIMOV,
E. LUSAKOWSKA, A. MISIUK, J. MUSZALSKI,
W. WIERZCHOWSKI, K. WIETESKA, W. GRAEFF
Structural characterization of InGaAs/InP layers under different stresses.
Appl. Surf. Sci. 253 (2006) 261
- M. BANDYOPADHYAY, O. KORSACK, M.W.E. VAN DEN BERG,
W. GRUENERT, A. BIRKNER, W. LI, F. SCHUETH, H. GIES
Gold nano-particles stabilized in mesoporous silica as active CO-oxidation catalyst.
Micropor. Mesopor. Mat. 89 (2006) 158

- C.F. BARBATTI, F. SKET, J. GARCIA, A. PYZALLA
Influence of binder metal and surface treatment on the corrosion resistance of (W,Ti)C-based hardmetals.
Surf. Coat. Technol. 201 (2006) 3327
- E. BAUER, E. MAURER, T. MEHADDENE, S.V. ROTH, P. MÜLLER-BUSCHBAUM
Flow in confined geometry introduced by dewetting of ultra thin polystyrene films.
Macromol. 39 (2006) 5087
- M. BAUER, C. GASTL, C. KÖPPL, G. KICKELBICK, H. BERTAGNOLLI
EXAFS Spectroscopy of the Alkoxide Precursor Zr(OBu)₄ and its Modification in Solution.
Monatshefte Chem./Chem. Mon. 137 (2006) 567
- R.K. BAYER, F.J. BALTA-CALLEJA
Nanostructure development in wet amorphous amylopectin as revealed by in situ X-ray scattering methods.
J. Appl. Polym. Sci. 100 (2006) 3839
- Nanostructure of potato starch Part I: Early stages of retrogradation of amorphous starch in a humid atmosphere as revealed by simultaneous of SAXS and WAXS.
Int. J. Polym. Mater. 55 (2006) 773
- R.K. BAYER, M.E. CAGIAO, F.J. BALTA-CALLEJA
Structure Development in Amorphous Starch as revealed by X-ray Scattering: Influence of the network structure and water content.
J. Appl. Polym. Sci. 99 (2006) 1896
- A.M. BEALE, D. GRANDJEAN, J. KONATOWSKI, P. GLATZEL, F.M.F. DE GROOT, B.M. WECKHUYSEN
Unusual coordination behaviour of Cr³⁺ in microporous aluminophosphates.
J. Phys. Chem. B 110 (2006) 762
- U. BECKER
Der Doppelspalt-Versuch an Molekülen.
Phys. Unserer Zeit 37 (2006) 7
- J. BEDNARČIK, E. BURKEL, K. SAKSL, P. KOLLÁR, S. ROTH
Mechanically induced crystallization of an amorphous CoFeZrB alloy.
J. Appl. Phys. 100 (2006) 014903
- M. BEHRENS, J. TOMFORDE, E. MAY, W. BENSCH, D. HÄUSSLER, W. JÄGER
A study of the reactivity of elemental Cr/Se/Te thin multilayers using X-ray reflectometry, in situ X-ray diffraction and X-ray absorption spectroscopy.
Journal of Solid State Chemistry 179 (2006) 3330
- M. BEHRENS, R. KIEBACH, J. OPHEY, O. RIEMENSCHNEIDER, W. BENSCH
The Reaction Mechanism of a Complex Intercalation System: In Situ X-Ray Diffraction Studies of the Chemical and Electrochemical Lithium Intercalation in Cr₄TiSe₈.
Chem. Eur. J. 333 (2006) 6348
- I.V. BEREZOVSKAYA, N.P. EFRYUSHINA, A.S. VOLOSHINOVSKII, G.B. STRYGANYUK, P.V. PIR, V.P. DOTSENKO
Luminescence of europium and ytterbium ions in strontium hexaborate.
J. Appl. Spectrosc. 73 (2006) 425
- I.V. BEREZOVSKAYA, N.P. EFRYUSHINA, P.A. RODNY, A.S. VOLOSHINOVSKI, V.P. DOTSENKO
Luminescence of Calcium Orthoborate Doped by Ce³⁺ Ions.
Opt. Spectrosc. 101 (2006) 961
- T.G. BERGER, A. LEINEWEBER, E.J. MITTEMEIJER, M. KNAPP
Investigation of decomposition of the PdBy solid solution by time-resolved X-ray powder diffraction.
Z. Kristallogr. 23 (2006) 443
- A. BERGMANN, J. GRABIS, A. NEFEDOV, K. WESTERHOLT, H. ZABEL
X-ray resonant magnetic scattering study of [Co₂MnGe/Au]_n and [Co₂MnGe/V]_n multilayers.
J. Phys. D 39 (2006) 900
- A. BERNAUS, X. GAONA, J.M. ESBRI, P. HIGUERAS, G. FALKENBERG, M. VALIENTE
Microprobe Techniques for Speciation Analysis and Geochemical Characterization of Mine Environments: The Mercury District of Almaden in Spain.
Environ. Sci. Technol. 40 (2006) 4090
- A. BERNAUS, X. GAONAA, D. VAN REE, M. VALIENTE
Determination of mercury in polluted soils surrounding a chlor-alkali plant. Direct speciation by X-ray absorption spectroscopy techniques and preliminary geochemical characterisation of the area.
Analyst Chim 565 (2006) 73
- A. BESSIERE, P. DORENBOS, C.W.E. VAN EIJK, K.W. KRÄMER, H.U. GÜDEL, A. GALTAYRIES
Scintillation and anomalous emission in elpasolite Cs₂LiLuCl₆:Ce³⁺.
J. Lumin. 117 (2006) 198
- G.L. BEZEMER, J.H. BITTER, H.P.C.E. KUIPERS, H. OOSTERBEEK, J.E. HOLEWIJN, X. XU, F. KAPTEIJN, A.J. VAN DILLEN, K.P. DE JONG
Cobalt particle size effects in the Fischer-Tropsch reaction studied with carbon nanofiber supported catalysts.
J. Am. Chem. Soc. 128 (2006) 3964
- N. BINGGELI, M. ALTARELLI
Surface Reactivity and Quantum-Size Effects on the Electronic Density Decay Length of Ultrathin Metal Films.
Phys. Rev. Lett. 96 (2006) 036805
- M.D. BIROWOSUTO, P. DORENBOS, C.W.E. VAN EIJK, K.W. KRÄMER, H.U. GÜDEL
Scintillation properties and anomalous Ce³⁺ emission of Cs₂NaREBr₆:Ce³⁺ (RE=La, Y, Lu).
J. Lumin. 18 (2006) 6148

- C. BITTENCOURT, A. FELTEN, B. DOUHARD, J. GHIJSEN, R.L. JOHNSON, W. DRUBE, J.-J. PIREAUX
Photoemission studies of gold clusters thermally evaporated on multiwall carbon nanotubes.
Chem. Phys. 328 (2006) 391
- L.A. BLAGININA, A.F. ZATSEPIN, A.I. KUKHARENKO, V.A. PUSTOVAROV, YU.N. NOVOSELOV, S.O. CHOLAKH, V.YU. YAKOVLEV
Luminescence of neutron-irradiated crystals Be_2SiO_4 and Be_2GeO_4 .
Russian Physics Journal 10 (2006) 378
- S. BLUMSTENGEL, N. KOCH, S. DUHM, H. GLOWATZKI, C. XU, J.P. RABE, F. HENNEBERGER, R.L. JOHNSON, A. YASSAR
Morphology, interfacial electronic structure and optical properties of oligothiophenes grown on $\text{ZnSe}(100)$ by molecular beam deposition.
Phys. Rev. B 73 (2006) 165323
- R. BOUZA, C. MARCO, Z. MARTIN, M.A. GOMEZ, G. ELLIS, L. BARRAL
The dynamic crystallization of polypropylene and wood based composites.
J. Appl. Polym. Sci. 102 (2006) 6036
- C. BRINKMANN, M. WEISS, E. WECKERT
Structure of the hexagonal modification of hen-egg white lysozyme.
Acta Crystallogr. D D62 (2006) 349
- H.-G. BROKMEIER, L. LENSER, R. SCHWARZER, V. VENTZKE, S. RIEKEHR, M. KOÇAK, J. HOMEYER
Crystallographic texture of dissimilar laser welded Al5083-Al6013 sheets.
Mater. Sci. Forum 539-543 (2006) 3899
- O. BRUNKE, S. ODENBACH, R. JURGONS, C. ALEXIOU, I. HILGER, F. BECKMANN
Determination of the magnetic particle distribution in tumour tissue by means of x-ray tomography.
J. Phys. Condens. Matter 18 (2006) S2917
- S. BUDNYK, F. WEITZER, C. KUBATA, Y. PROTS, L.G. AKSELRUD, W. SCHNELLE, K. HIEBL, R. NESPER, F.R. WAGNER, Y. GRIN
Barrelane-like germanium cluster in Eu_3Ba_5 : Crystal structure, chemical bonding and physical properties.
Journal of Solid State Chemistry 179 (2006) 2329
- E. BULSKA, I.A. WYSOCKA, M. WIERZBICKA, K. PROOST, K. JANSSENS, G. FALKENBERG
In-vivo investigation of the distribution and the local speciation of selenium in *Allium cepa* L. by means of confocal μ -XRF and μ -XANES.
Anal. Chem. 78 (2006) 7624
- E. BUS, J.T. MILLER, A.J. KROPP, R. PRINS, J.A. VAN BOKHOVEN
Analysis of in-situ EXAFS data of supported metal catalysts using the third and fourth cumulant.
Phys. Chem. Chem. Phys. 177 (2006) 3248
- P. BUSCH, M. RAUSCHER, D.-M. SMILGIES, D. POSSELT, C.M. PAPADAKIS
Grazing-incidence small-angle X-ray scattering (GISAXS) from thin, nanostructured block copolymer films – The scattering cross-section in the distorted-wave Born approximation.
J. Appl. Crystallogr. 39 (2006) 442
- J.-L. CAO, A. SOLBACH, U. KLEMRADT, T. WEIRICH, J. MAYER, H. HORN-SOLLE, U. BÖTTGER, P.J. SCHORN, T. SCHNELLER, R. WASER
Structural investigations of Pt/TiO_x electrode stacks for ferroelectric thin film devices.
J. Appl. Phys. 99 (2006) 114107
- J.-L. CAO, A. SOLBACH, U. KLEMRADT, T. WEIRICH, J. MAYER, U. BÖTTGER, P.J. SCHORN, R. WASER
Density inhomogeneity in ferroelectric thin films.
Appl. Phys. Lett. 89 (2006) 052901
- J.-L. CAO, A. SOLBACH, U. KLEMRADT, T. WEIRICH, J. MAYER, U. BÖTTGER, U. ELLERKMANN, P.J. SCHORN, P. GERBER, R. WASER
Effects of thermal annealing on the structure of ferroelectric thin films.
J. Am. Ceram. Soc. 89 (2006) 1321
- Q.P. CAO, J.F. LI, Y.H. ZHOU, A. HORSEWELL, J.Z. JIANG
Effect of rolling deformation on the microstructure of bulk $\text{Cu}_{60}\text{Zr}_{20}\text{Ti}_{20}$ metallic glass and its crystallization.
Acta Mater 54 (2006) 4379
- M.J. CAPITÁN, J. ÁLVAREZ, J.J. CALVENTE, R. ANDREU
Onset of crystalline order in 1-nonanethiol monolayers deposited from solution.
Angew Chem 45 (2006) 6169
- M. CARAVATI, D.M. MEIER, J.-D. GRUNWALDT, A. BAIKER
Continuous catalytic oxidation of solid alcohols in supercritical CO₂: A parametric and spectroscopic study of the transformation of cinnamyl alcohol Pd/Al₂O₃.
Journal of Catalysis 240 (2006) 126 and II-06-066
- A. CARLSSON, A. PUIG-MOLINA, T.V.W. JANSSENS
New method for analysis of nanoparticle geometry in supported fcc metal catalysts using scanning transmission electron microscopy.
J. Phys. Chem. B 110 (2006) 5293
- M. CASAPU, J.-D. GRUNWALDT, M. MACIEJEWSKI, M. WITTRÖCK, U. GOBEL, A. BAIKER
Formation and Stability of Barium Aluminate and Cerate in NO_x Storage-Reduction Catalysts.
Appl Catal B 62 (2006) 232
- G. CATALAN, A. JANSSENS, G. RISPENS, S. CSISZAR, O. SEECK, G. RIJNDERS, D.H.A. BLANK, B. NOHEDA
Polar domains in lead titanate films under tensile strain.
Phys. Rev. Lett. 96 (2006) 127602

- S. CAVALLI, J.-W. HANDGRAAF, E.E. TELLERS, D.C. POPESCU, M. OVERHAND, K. KJAER, V. VAISER, N.A.J.M. SOMMERDIJK, H. RAPAPORT, A. KROS
Two-Dimensional Ordered beta-Sheet Lipopeptide Monolayers.
J. Am. Chem. Soc. 128 (2006) 13959
- J.-F. CHANG, J. CLARK, N. ZHAO, H. SIRRINGHAUS, D.W. BREIBY, J.W. ANDREASEN, M.M. NIELSEN, M. GILES, M. HEENEY, I. MCCULLOCH
Molecular-weight dependence of interchain polaron delocalization and exciton bandwidth in high-mobility conjugated polymers.
Phys. Rev. B 74 (2006) 115318
- H.N. CHAPMAN ET AL.
Femtosecond diffractive imaging with a soft-X-ray free-electron laser.
Nature Physics 2 (2006) 843
- L. CHECINSKA, D. FÖRSTER, W. MORGENROTH, P. LUGER
Two modifications of L-alanyl-L-tyrosyl-L-alanine with the different solvent molecules in the crystal lattice.
Acta Crystallogr. C, Cryst. Struct. Commun. 62 (2006) 0454
- L. CHECINSKA, S. MEBS, C.B. HÜBSCHLE, D. FÖRSTER, W. MORGENROTH, P. LUGER
Reproducibility and transferability of topological data: experimental charge density study of two modifications of L-alanyl-L-tyrosyl-L-alanine.
Org. Biomol. Chem. 4 (2006) 3242
- L. CHEN, J. KAMPMANN, P.J. KLAR, W. HEIMBRODT, F.J. BRIELER, M. FROEBA
Concentration and size dependence of the dynamics of the Mn 3d⁵ luminescence in wire-like arrangements of (Zn,Mn)S nanoparticles.
Phys stat sol (B) 243 (2006) 839
- L. CHEN, P.J. KLAR, W. HEIMBRODT, T. KURZ, H.-A. KRUG VON NIDDA, A. LOIDL, A.V. KOUZEMA, M. FROEBA
(II,Mn)VI nanostructures in mesoporous silica hosts – from powder samples to thin films.
Phys stat sol (B) 243 (2006) 831
- Y. CHEN, B. LIU, M. KIRM, Z. QI, C. SHI, M. TRUE, S. VIELHAUER, G. ZIMMERER
Luminescent properties of blue-emitting long afterglow phosphors Sr_{2-x}Ca_xMgSi₂O₇:Eu²⁺, Dy³⁺ (x=0, 1).
J. Lumin. 118 (2006) 78
- J. CISTON, L.D. MARKS, R. FEIDENHANS'L, O. BUNK, G. FALKENBERG, E.M. LAURIDSEN
Experimental surface charge density of the Si(100)-2x1H surface.
Phys. Rev. B 74 (2006) 085401
- J. CIZEK, I. PROCHAZKA, G. BRAUER, W. ANWAND, A. MÜCKLICH, R. KIRCHHEIM, A. PUNDT, C. BÄHTZ, M. KNAPP
Defect Studies of Hydrogen-Loaded Thin Nb Films.
Appl. Surf. Sci. 252 (2006) 3244
- K. CLABORN, J.H. CEDERES, C. ISBORN, A. ZOZULYA, E. WECKERT, W. KAMINSKY, B. KAHR
Optical Rotation of Achiral Pentaerythritol.
J. Am. Chem. Soc. 128 (2006) 14746
- H.F. CLAUSEN, J. OVERGAARD, R.D. POULSEN, W. MORGENROTH, B.B. IVERSEN
An Eu-based metal-organic framework: poly[[tris(4-benzene-1,4-dicarboxylato) bis (2-N,N-diethylformamide)dieuropium(III)] 0.7-hydrate].
Acta Crystallogr. E, Struct. Rep. Online 62 (2006) m3335
- M. COKOJA, H. PARALA, M.K. SCHROETER, A. BIRKNER, M.W.E. VAN DEN BERG, K.V. KLEMENTIEV, W. GRUENERT, R.A. FISCHER
Nano-brass colloids: synthesis by co-hydrogenolysis [CpCu(PMe₃)] with [ZnCp*₂] and investigation of oxidation behaviour of α/β – CuZn nanoparticles.
J. Mater. Chem. 16 (2006) 2420
- J. CYBINSKA, J. LEGENDZIEWICZ, G. BOULON, A. BENSALAH, G. MEYER
Assignment of spectroscopic properties in praseodymium-doped and praseodymium/ytterbium – codoped ternary K₂LaX₅ halides.
Opt. Mater. 28 (2006) 52
- J. CYBINSKA, J. LEGENDZIEWICZ, J. HOLSA, M. LASTUSAARI, C. WICKLEDER, G. MEYER
Spectroscopic Investigation and Simulation of the Crystal Field Effect as well as Paramagnetic Behaviour of K₂La_{1-x}Pr_xC₁₅ Ternary Chlorides.
Opt. Mater. 29 (2006) 303
- M. DALSTRA, P.M. CATTANEO, F. BECKMANN
Synchrotron radiation-based microtomography of alveolar support tissues.
Orthodontics and Craniofacial Res. 9 (2006) 199
- J. DAVAASAMBUU, G. BUSSE, S. TECHERT
Aspects of the Photodimerization Mechanism of 2,4-Dichlorocinnamic Acid Studied by Kinetic Photocrystallography.
J. Phys. Chem. A 110 (2006) 3261
- M.E.A.Y. DE DOMPABLO, M. ALVAREZ-VERA, C. BAEHTZ, U. AMADOR
Structural Evolution of Li_{3+x}Fe(MoO₄)₃ upon Lithium Insertion in the Compositional Range 0 ≤ x ≤ 1.
J. Electrochem. Soc. 153 (2006) A275-A281
- J.L. DE LA FUENTE, M. FERNANDEZ-GARCIA, M.L. CERRADA, H.W. SPIESS, M. WILHELM
Small-angle X-ray scattering and linear melt rheology of poly(tert-butyl acrylate-g-styrene) graft copolymers.
Polymer 47 (2006) 1487 and RII3-CT-2004-506008
- R. DEMCHYNA, Y. PROTS, W. SCHNELLE, U. BURKHARDT, U. SCHWARZ
Crystal structures of (barium, europium) platinum trigermanium Ba_{1-x}Eu_xPtGe₃ (x = 0, 0.27, 1).
Z. Kristallogr. New Cryst. Struct. 221 (2006) 109

- N. DENCHEVA, Z. DENCHEV, M.J. OLIVEIRA, S.S. FUNARI
Relationship between Crystalline Structure and Mechanical Behavior in Isotropic and Oriented Polyamide 6.
J. Appl. Polym. Sci. 103 (2006) 2252
- M.A. DENECKE
Actinide Speciation using X-ray Spectroscopic Methods.
Coord. Chem. Rev. 250 (2006) 754
- T. DI LUCCIO, A.M. LAERA, L. TAPPER, S. KEMPTER, R. KRAUS, B. NICKEL
Controlled Nucleation and Growth of CdS Nanoparticles in a Polymer Matrix.
J. Phys. Chem. B 120 (2006) 12603
- I. DINCER, Y. ELERMAN, A. ELMALI, H. EHRENBERG, H. FUESS, C. BAEHTZ
Magneto-structural correlations in $\text{Pr}_{0.15}\text{Gd}_{0.85}\text{Mn}_2\text{Ge}_2$.
Solid State Communications 140 (2006) 245
- T. DONATH, F. BECKMANN, A. SCHREYER
Automated determination of the center of rotation in tomography data.
J. Opt. Soc. Am. A 23 (2006) 1048
- P. DORENBOS, E.V.D. VAN LOEF, A.P. VINK, E. VAN DER KOLK, C.W.E. VAN EIJK, K.W. KRÄMER, H.U. GÜDEL, W.M. HIGGINS, K.S. SHAH
Level location and spectroscopy of Ce^{3+} , Pr^{3+} , Er^{3+} , and Eu^{2+} in LaBr_3 .
J. Lumin. 117 (2006) 155
- S. DUHM, H. GLOWATZKI, R.L. JOHNSON, J.P. RABE, N. KOCH
The Influence of Alkyl Chain Substitution on Sexithienyl-Metal Interface Morphology and Energetics.
Appl. Phys. Lett. 88 (2006) 203109
- S. DUHM, H. GLOWATZKI, V. CIMPEANU, J. KLANKERMAYER, J.P. RABE, R.L. JOHNSON, N. KOCH
Weak Charge Transfer between an Acceptor Molecule and Metal Surfaces Enabling Organic/Metal Energy Level Tuning.
J. Phys. Chem. B 110 (2006) 21069
- S. DÜSTERER ET AL.
Spectroscopic characterization of vacuum ultraviolet free electron laser pulses.
Opt. Lett. 31 (2006) 1750
- C. EGE, M.K. RATAJCZAK, J. MAJEWSKI, K. KJAER, K.Y.C. LEE
Evidence for Lipid/Cholesterol Ordering in Model Lipid Membranes.
Biophys. J. 91 (2006) L01
- H. EHRENBERG, S. LAUBACH, P.C. SCHMIDT, R. MCSWEENEY, M. KNAPP, K.C. MISHRA
Investigation of Crystal Structure and Associated Electronic Structure of $\text{Sr}_6\text{BP}_5\text{O}_{20}$.
Journal of Solid State Chemistry 179 (2006) 968
- E. EIPER, K.J. MARTINSCHITZ, J. KECKES
Combined elastic strain and macroscopic stress characterization in polycrystalline Cu thin films.
Powder Diffr. 21 (2006) 25
- K. ELLMER, S. SEEGER, I. SIEBER, W. BOHNE, J. RÖHRICH, E. STRUB, R. MIENTUS
Reactive Magnetron Sputtering of Highly (001)-Textured WS_{2-x} Films: Influence of Ar^+ and Xe^+ Ion Bombardment.
Phys. Status Solidi A 203 (2006) 503
- K. ELLMER, S. SEEGER, I. SIEBER, W. BOHNE, J. ROEHRICH, E. STRUB, R. MIENTUS
Reactive Magnetron Sputtering of Highly (001)-Textured WS_{2-x} Films: Influence of Ar^+ and Xe^+ Ion Bombardment.
Phys. Status Solidi A 203 (2006) 503
- K. ELLMER, S. SEEGER, R. MIENTUS
Rapid crystallization of WS_2 films assisted by a thin nickel layer: An in situ energy-dispersive X-ray diffraction study.
Phys. Status Solidi A 203 (2006) 2462
- M.I. FARIA, F.C. RIZZO ASSUNCAO, S. PACIORNIK, T. WROBLEWSKI
Analysis of reactions in the Fe-Zn system through X-rays diffraction imaging processing.
ISIJ Int. Online 46 (2006) 1674
- U.E.A. FITTSCHEN ET AL.
A new method for the deposition of standard solutions in total reflection X-ray fluorescence spectrometry (TXRF) using pico-droplets generated by inkjet printers.
Spectrochim. Acta, Part B 61 (2006) 1104
- H. FRANZ ET AL.
PETRA III: DESY's New High Brilliance Third Generation Synchrotron Radiation Source.
Synchrotron Radiation News 19 (2006) 25
- A. FRIEDRICH, E. HAUSSUEHL, W. MORGENROTH, A. LIEB, B. WINKLER, K. KNORR, W. SCHNICK
Structure of the high-pressure phase of the oxonitridosilicate chloride $\text{Ce}_4[\text{Si}_4\text{O}-3+x\text{N}_{7-x}]\text{Cl}_{1-x}\text{O}-x, x 0.2$.
Acta Crystallogr. B, Struct. Sci. 62 (2006) 205
- A. FRÖMSDORF, R. CAPEK, S.V. ROTH
 μ -GISAXS experiment and simulation of a highly ordered model monolayer of PMMA-beads.
J. Phys. Chem. B 110 (2006) 15166
- J. GECK, M. V. ZIMMERMANN, H. BERGER, S.V. BORISENKO, H. ESCHRIG, K. KOEPERNIK, M. KNUPFER, B. BÜCHNER
Stripe correlations in $\text{Na}_{0.75}\text{CoO}_2$.
Phys. Rev. Lett. 97 (2006) 106403
- G. GOERIGK, D.L. WILLIAMSON
Temperature induced differences in the nanostructure of hot-wire deposited silicon-germanium alloys analyzed by anomalous small-angle x-ray scattering.
J. Appl. Phys. 99 (2006) 084309

- S. GOFFRI ET AL.
Multicomponent semiconducting polymer systems with low crystallization-induced percolation threshold.
Nature Mater. 5 (2006) 950
- S. GORFMAN, V. TSIRELSON, A. PUCHER, W. MORGENROTH, U. PIETSCH
X-ray diffraction by a crystal in a permanent external electric field: electric-field-induced structural response in α -GaPO₄.
Acta Crystallogr. A, Found. Crystallogr. 62 (2006) 1
- D. GRANDJEAN, H.L. CASTRICUM, J.C. VAN DEN HEUVEL, B.M. WECKHUYSEN
Highly Mixed Phases in Ball-milled Cu/ZnO Catalysts: An EXAFS and XANES Study.
J. Phys. Chem. B 100 (2006) 16901
- P.J. GRIFFITHS, M.A. BAGNI, B. COLOMBINI, H. AMENITSCH, S. BERNSTORFF, C.C. ASHLEY, G. CECCHI
Effects of the Number of Actin-Bound S1 and Axial Force on X-Ray Patterns of Intact Skeletal Muscle.
Biophys. J. 90 (2006) 984
- J.-C. GRIVEL, R. PINHOLT, N.H. ANDERSEN, P. KOVAC, I. HUSEK, J. HOMEYER
In situ investigations of phase transformations in Fe-sheathed MgB₂ wires.
Superconductor Science and Technology 19 (2006) 96
- J.-D. GRUNWALDT, M. CARAVATI, A. BAIKER
In situ extended X-ray absorption fine structure study during the selective alcohol oxidation over Pd/Al₂O₃ in supercritical carbon dioxide.
J. Phys. Chem. B 110 (2006) 9916
- J.-D. GRUNWALDT, S. HANNEMANN, C.G. SCHROER, A. BAIKER
2D-Mapping of the Catalyst Structure inside a Catalytic Microreactor at Work: Partial Oxidation of Methane over Rh/Al₂O₃.
J. Phys. Chem. B 110 (2006) 8674
- J.-D. GRUNWALDT, S. HANNEMANN, P. BOYE, C.G. SCHROER, A. BAIKER
Monitoring a catalyst at work.
Chimia 60 (2006) 709
- M.M. GUENTER, M. LERCH, H. BOYSEN, D. TOEBBENS, E. SUARD, C. BAEHTZ
Combined neutron and synchrotron X-ray diffraction study of Sr/Mg-doped lanthanum gallates up to high temperatures.
J. Phys. Chem. Solids 67 (2006) 1754
- Y. GUO, W. MEYER-ZAIKA, M. MUHLER, S. VUKOJEVIC, M. EPPLE
Cu/Zn/Al xerogels and aerogels prepared by a sol-gel reaction as catalysts for methanol synthesis.
Eur. J. Inorg. Chem. 2006 (2006) 4774
- H.S. GUPTA, W. WAGERMAIER, G.A. ZICKLER, J. HARTMANN, S.S. FUNARI, P. ROSCHGER, H.D. WAGNER, P. FRATZL
Fibrillar level fracture in bone beyond the yield point.
Int. J. Fract. 139 (2006) 425
- L. GÜNTHER, W. PEUKERT, G. GOERIGK, N. DINGENOUTS
Microstructure formation in dip-coated particulate films.
Journal of Colloid and Interface Science 294 (2006) 309
- M. HAAKS, I. MÜLLER, A. SCHÖPS, H. FRANZ
Spatially resolved deformation studies on carbon steel employing X-rays and positron annihilation.
Phys. Status Solidi A 203 (2006) R31-R33
- M. HANKE, T. BOECK
On the various impact of chemical composition and elastic strain in SiGe nanoscale islands to the diffuse x-ray scattering.
Physica E 32 (2006) 69
- S. HANNEMANN, J.-D. GRUNWALDT, F. KRUMEICH, P. KAPPEN, A. BAIKER
Electron Microscopy and EXAFS Studies on Oxide-Supported Gold-Silver Nanoparticles Prepared by Flame Spray Pyrolysis.
Appl. Surf. Sci. 252 (2006) 7862
- S. HANNEMANN, J.-D. GRUNWALDT, N. VAN VEGTEN, A. BAIKER, P. BOYE, C.G. SCHROER
Distinct Spatial Changes of the Catalyst Structure inside a Fixed-Bed Microreactor during the Partial Oxidation of Methane over Rh/Al₂O₃.
Catal. Today 1 (2006) 1
- M.D. HARTMANN, G.P. BOURENKOV, A. OBERSCHALL, N. STRIZHOV, H.D. BARTUNIK
Mechanism of phosphoryl transfer catalyzed by shikimate kinase from *Mycobacterium tuberculosis*.
J. Mol. Biol. 364 (2006) 411
- J.J. HERNANDEZ, M.C. GARCIA-GUTIERREZ, A. NOGALES, D.R. RUEDA, T.A. EZQUERRA
Small-angle X-ray scattering of single-wall carbon nanotubes dispersed in molten poly(ethylene terephthalate).
Comp Sci T 66 (2006) 2629
- C. HIPOLITO, J.P. LEAL, Y. GUO, M. EPPLE
Thermochemistry of alkaline earth phenoxides.
J. Chem. Thermodyn. 38 (2006) 296
- U. HOPPE, R.K. BROW, B.C. TISCHENDORF, P. JOVARI, A.C. HANNON
Structure of GeO₂ – P₂O₅ glasses studied by x-ray and neutron diffraction.
J. Phys., Condens. Matter 18 (2006) 1847
- H. HUWE, M. FROEBA
Multiple-Scattering Extended X-Ray Absorption Fine Structure Analysis on Nanostructured Iron(III) Oxide in the Pore System of Mesoporous Carbon CMK-1.
Analytical and Bioanalytical Chemistry 384 (2006) 817
- Temperature-resolved In-Situ X-ray Absorption Spectroscopic Study on the Reduction of Nanostructured Fe₂O₃ within the Pore System of Mesoporous Carbon CMK-1.
J. Synchrotron Rad. 13 (2006) 275

- M. HÜCKER ET AL.
Unidirectional diagonal order and three-dimensional stacking of charge stripes in orthorhombic $\text{Pr}_{1.67}\text{Sr}_{0.33}\text{NiO}_4$ and $\text{Nd}_{1.67}\text{Sr}_{0.33}\text{NiO}_4$.
Phys. Rev. B 74 (2006) 085112
- H. ISENBERG, K. KJAER, H. RAPAPORT
Elasticity of Crystalline beta-Sheet Monolayers.
J. Am. Chem. Soc. 128 (2006) 12468
- Y. ISHITSUKA, L. ARNT, J. MAJEWSKI, S. FREY, M. RATAJCZEK, K. KJAER, G.N. TEW, K.Y.C. LEE
Amphiphilic Poly(phenyleneethynylene)s Can Mimic Antimicrobial Peptide Membrane Disordering Effect by Membrane Insertion.
J. Am. Chem. Soc. 128 (2006) 13123
- S. IVANOV, I. KITAEVA, V. KOLOBANOV, V. MIKHAILIN, D. SPASSKY, L. IVLEVA, I. VORONINA, B. ZADNEPROVSKI
Reflectivity and luminescence of the anisotropic scheelite-type crystal strontium tungstate.
Izv. Vyssh. Uchebn. Zaved. Fiz. 49 (2006) 44
- V.YU. IVANOV, K.I. SHIRINSKII, E.S. SHLYGIN, V.A. PUSTOVAROV
VUV spectroscopy of intrinsic electronic excitations in Gd_2SiO_5 and $\text{Gd}_2\text{SiO}_5 - \text{Ce}$ crystals.
Russian Physics Journal 4 (2006) 53
- K.V. IVANOVSKIKH, V.A. PUSTOVAROV, M. KIRM, B.V. SHULGIN, E.I. ZININ
Excitation and relaxation of high energy localized states of rare earth ions doped into strontium fluoride crystals.
Russian Physics Journal 4 (2006) 61
- T.V.W. JANSSENS, A. CARLSSON, A. PUIG-MOLINA, B.S. CLAUSEN
Relation between nanoscale Au particle structure and activity for CO oxidation on supported gold catalysts.
Journal of Catalysis 240 (2006) 113
- Q.K. JIANG, G.Q. ZHANG, L.Y. CHEN, J.Z. WU, H.G. ZHANG, J.Z. JIANG
Glass formability, thermal stability and mechanical properties of La-based bulk metallic glasses.
Journal of Alloys and Compounds 242 (2006) 187
- Q.K. JIANG, G.Q. ZHANG, L.Y. CHEN, Q.S. ZENG, J.Z. JIANG
Centimeter-Sized $\text{La}_{0.5}\text{Ce}_{0.5}$ -based Bulk Metallic Glasses.
Journal of Alloys and Compounds 242 (2006) 182
- I. KABAN, P. JOVARI, W. HOYER, R.G. DELAPLANE, A. WANNBERG
Structural studies on Te-rich Ge-Te melts.
J. Phys. Condens. Matter 18 (2006) 2749
- W. KAMINSKY, E. WECKERT, H. KUTZKE, M.A. GLASER, H. KLAPPER
Non-linear optical properties of metastable 4-methyl-benzophenone.
Z. Kristallogr. 211 (2006) 294
- A. KANAEV, L. MUSEUR, T. LAARMANN, T. MOELLER
Ionic chromophores Xep^+ ($p_i=4$) in multishell rare-gas clusters $\text{Xe}(m)\text{NF}_3(k)\text{Ne}(7500)$ ($m, k_i=100$) studied with fluorescence spectroscopy.
J. Low Temp. Phys. 32 (2006) 1426
- J. KARLOVSKA, A.A. WILLIAMS, R.V. MACRI, R.D. GANDOUR, S.S. FUNARI, D. UHRIKOVA, P. BALGAVY
Synchrotron SAX and WAX diffraction study of a hydrated very long-chain, dendritic amphiphile+DPPC mixture.
Colloids Surf. B, Biointerfaces 2006 (2006) 5
- J. KARLOVSKA, D. UHRIKOVA, S.S. FUNARI, P. BALGAVY
SAX and WAX diffraction study of gel – V fluid phase transition in hydrated lamellar N-dodecyl-N,N-dimethylamine-N-oxide + DPPC.
Acta Faculty. Pharm. Univ. Comenianae 53 (2006) 10
- D.E. KELLER, D.C. KONINGSBERGER, B.M. WECKHUYSEN
Elucidation of the molecular structure of hydrated vanadium oxide species by X-ray absorption spectroscopy: correlation between the V–V coordination number and distance and the point of zero charge of the support oxide.
Phys. Chem. Chem. Phys. 8 (2006) 4824
- Molecular structure of a supported VO_4 cluster and its interfacial geometry as a function of the SiO_2 , Nb_2O_5 , and ZrO_2 support.
J. Phys. Chem. B 110 (2006) 14325
- D.E. KELLER, T. VISSER, F. SOULIMANI, D.C. KONINGSBERGER, B.M. WECKHUYSEN
Hydration effects on the molecular structure of silica supported vanadium oxide catalysts: A combined IR, Raman, UV-vis and EXAFS study.
Vib Spectr 43 (2006) 151
- R. KIEBACH, N. PIENACK, M. ORDOLFF, F. STUDDT, W. BENSCH
A Combined in-situ EDXRD/EXAFS Investigation of the Crystal Growth of $[\text{Co}(\text{C}_6\text{H}_{18}\text{N}_4)][\text{Sb}_2\text{S}_4]$ under Solvothermal Conditions: Two Different Reaction Pathways Leading to the Same Product.
Chem. Mater. 18 (2006) 1196
- M. KIRCHNER, F. GÄBLER, W. SCHNELLE, F.R. WAGNER, R. NIEWA
 $(\text{La}_3\text{Z}_x)\text{Al}$ and $(\text{Ce}_3\text{Z}_x)\text{Al}$ with $Z = \text{C}, \text{N}, \text{O}$: Preparation, Physical Properties and Chemical Bonding of Metal-rich Perovskites.
Z. Kristallogr. 221 (2006) 543
- M. KIRCHNER, W. SCHNELLE, R. NIEWA
Inverse Perovskites $(\text{Eu}_3\text{O})\text{E}$ with $\text{E} = \text{Sn}, \text{In}$: Preparation, Crystal Structures and Physical Properties.
Z. Anorg. Allg. Chem. 632 (2006) 559
- M. KIRM, A. GEKTIN, V. NAGIRNYI, V. NESTERKINA, K. SHIMAMURA, N. SHIRAN, E. VILLORA
VUV Spectroscopy of $\text{Ca}_{0.65}\text{Eu}_{0.35}\text{F}_{2.35}$ Single Crystal.
Russian Physics Journal 49 (2006) 70

- M. KNAAPILA, M. TORKKELI, B.P. LYONS, M.R.C. HUNT, T.P.A. HASE, O.H. SEECK, L. BOUCHENOIRE, R. SERIMAA, A.P. MONKMAN
Influence of Star-Like Iridium Complexes in the Graphoepitaxy of Polyfluorene Thin Films.
Phys. Rev. B 74 (2006) 214203
- M. KNAAPILA, R. STEPANYAN, B.P. LYONS, M. TORKKELI, A.P. MONKMAN
Towards General Guidelines for Aligned, Nanoscale Assemblies of Hairy-Rod Polyfluorene.
Advanced Functional Materials 16 (2006) 599
- N. KOCH, A. ELSCHNER, R.L. JOHNSON
Green Polyfluorene – Conducting Polymers Interfaces: Energy Level Alignment and Device Performance.
J. Appl. Phys. 100 (2006) 024512
- N. KOCH, I. SALZMANN, R.L. JOHNSON, J. PFLAUM, R. FRIEDLEIN, J.P. RABE
Molecular orientation dependent energy levels at interfaces with pentacene and pentacenequinone.
Organic Electronics 7 (2006) 537
- A. KODRE, J. PADEZNIK GOMILSEK, A. MIHELIC, I. ARCON
X-ray absorption in atomic Cd in the K edge region.
Radiat. Phys. Chem. 75 (2006) 188
- A. KODRE, J. PADEZNIK GOMILSEK, I. ARCON, A. MEDEN, D. MIHAJLOVIC
Specific EXAFS tools in analysis of MoSI nanowires.
Acta Chimica Slovenica 53 (2006) 13
- V. KOLOBANOV, V. MIKHAILIN, N. PETROVNIN, D. SPASSKY, YU. ZORENKO
Exciton creation in LuAlO₃ single crystalline film.
Phys stat sol (B) 243 (2006) R60
- V. KOLOBANOV, V. MIKHAILIN, N. PETROVNIN, D. SPASSKY, YU. ZORENKO
Exciton creation in LuAlO₃ single crystalline film.
Phys stat sol (B) 243 (2006) R60-R62
- P. KORECKI, M. TOLKIEHN, D.V. NOVIKOV, G. MATERLIK, M. SZYMONSKI
Directional fine structure in absorption of white x-ray: a tomographic interpretation.
Phys. Rev. B 74 (2006) 184116
- X-ray tomographic imaging of crystal structure at atomic level.
Phys. Rev. Lett. 96 (2006) 035502
- L. KOVER, M. NOVAK, S. EGRI, I. CSERNY, Z. BERENYI, W. DRUBE, F. YUBERO, S. TOUGAARD, W.S.M. WERNER
Intrinsic and extrinsic excitations in deep core photoelectron spectra of solid Ge.
Surf. Interface Anal. 38 (2006) 569
- L. KOVER, Z. BERENYI, I. CSERNY, L. LUGOSI, W. DRUBE, T. MUKOYAMA, V.R.R. MEDICHERLA
Initial-and final-state excitations in KL₂₃L₂₃ Auger spectra of Cu and Ni metals, induced near threshold.
Phys. Rev. B 73 (2006) 195101
- K. KOVNIR, J. OSSWALD, M. ARMBRUESTER, R. GIEDIGKEIT, T. RESSLER, Y. GRIN, R. SCHLOEGL
PdGa and Pd₃Ga₇: Highly selective catalysts for the acetylene partial hydrogenation.
Stud. Surf. Sci. Catal. 162 (2006) 481
- I.A. KOWALIK, B.J. KOWALSKI, P. KACZOR, B.A. ORLOWSKI, E. LUSAKOWSKA, R. JOHNSON, L. HOUSSIAN, J. BRISON, I. GRZEGORY, S. POROWSKI
Resonant photoemission study of Ti interaction with GaN surface.
Surf. Sci. 600 (2006) 879
- A.G. KOZOREZOV, A. OWENS
Carrier dynamic and resolution of co-planar grid radiation detection.
Nucl. Instrum. Methods A 563 (2006) 40
- A. KRIMMEL ET AL.
Incommensurate structure of the spin-Peierls compound TiOCl in zero and finite magnetic fields.
Phys. Rev. B 73 (2006) 172413
- K. KRUG, J. STETTNER, O.M. MAGNUSSEN
In-situ surface x-ray diffraction studies of homoepitaxial electrochemical growth on Au(100).
Phys. Rev. Lett. 96 (2006) 146101
- C. KUMPF
Structure determination of very small (1-5nm) nano-particles.
Appl. Phys. A, Mater. Sci. Process. 85 (2006) 337
- S. LANGE, V. KHISK, V. REEDO, M. KIRM, J. AARIK, I. SILDOS
Luminescence of RE-ions in HfO₂ thin films and some possible applications.
Opt. Mater. 28 (2006) 1242
- A. LANKINEN ET AL.
Synchrotron X-ray topography study of defects in epitaxial GaAs on high-quality Ge.
Nucl. Instrum. Methods A 563 (2006) 62
- A. LANKINEN, T. TUOMI, M. KARILAHTI, Z.R. ZYTKIEWICZ, J.Z. DOMAGALA, P.J. McNALLY, Y.T. SUN, F. OLSSON, S. LOURDUDOSS
Crystal defects and strain of epitaxial InP layers laterally overgrown on Si.
Cryst. Growth Des. 6 (2006) 1096
- T. LIAPINA, A. LEINEWEBER, E.J. MITTEMEIJER, M. KNAPP, C. BAEHTZ, Z.Q. LIU, K. MITSUISHI, K. FURUYA
γ'-Fe₄N formation upon annealing ε - Fe₃N: A Powder Diffraction study using Synchrotron Radiation.
Z. Kristallogr. 23 (2006) 449
- J.M. LOPEZ-MAJADA, H. PALZA, J.L. GUEVARA, R. QUIJADA, M.C. MARTINEZ, R. BENAVENTE, J.M. PERENA, E. PEREZ, M.L. CERRADA
Metallocenic Copolymers of Propene and 1-Hexene: Influence of Comonomer Content and Thermal History on the Structure and Mechanical Properties.
J Polym Sci Part B 44 (2006) 1253

- D.H. LUMB, A. OWENS, M. BAVDAZ, T. PEACOCK
Development of Compound Semiconductor Detectors at ESA.
Nucl. Instrum. Methods A 568 (2006) 432
- D. LÜTZENKIRCHEN-HECHT, R. FRAHM
Time-resolved in-situ investigations of reactive sputtering processes by grazing incidence X-ray absorption spectroscopy.
Surf. Sci. 600 (2006) 4384
- H.-E. MAHNKE, B. SCHATAT, P. SCHUBERT-BISCHOFF, N. NOVAKOVIC
Ion Beam Induced Nanosized Ag Metal Clusters in Glass.
Nucl. Instrum. Methods B 245 (2006) 224
- V.N. MAKHOV, J.C. KRUPA, M. KIRM, G. STRYGANYUK, S. VIELHAUER, G. ZIMMERER
VUV luminescence of Gd³⁺ and Lu³⁺ ions in fluoride matrices.
Russian Physics Journal 49 (2006) 85
- E.V. MAKSHINA, S.V. SIROTIN, M.W.E. VAN DEN BERG, K.V. KLEMENTIEV, V.V. YUSHCHENKO, G.N. MAZO, W. GRUENERT, B.V. ROMANOVSKY
Characterization and catalytic properties of nanosized cobaltate particles prepared by in-situ synthesis inside mesoporous molecular sieves.
Appl Catal A 312 (2006) 59
- E.V. MAKSHINA, S.V. SIROTIN, V.V. YUSHCHENKO, G.N. MAZO, M.W.E. VAN DEN BERG, K.V. KLEMENTIEV, W. GRUENERT, B.V. ROMANOVSKY
Nanocomposites based on LaCoO₃ and mesoporous molecular sieves: Preparation and physicochemical and catalytic properties.
Kinet. Catal. 47 (2006) 49
- G. MALI, M. SALA, I. ARCON, V. KAUCIC, J. KOLAR
Insight into the short-range structure of amorphous iron inositol hexaphosphate as provided by (31)P NMR and Fe X-ray absorption spectroscopy.
J. Phys. Chem. B 110 (2006) 23060
- B. MALIC, I. ARCON, A. KODRE, M. KOSEC
Homogeneity of Pb(Zr,Ti)O₃ thin films by chemical solution deposition : extended x-ray absorption fine structure spectroscopy study of zirconium local environment.
J. Appl. Phys. 100 (2006) 051612
- V. MARINOVA ET AL.
Structural, optical and dielectric properties of relaxor-ferroelectric Pb_{0.78}Ba_{0.22}Sc_{0.5}Ta_{0.5}O₃.
J. Phys. Condens. Matter 18 (2006) L393
- M. MARQUIS, M. FLOREZ, J.M. RECIO, L. GERWARD, J.S. OLSEN
Structure and stability of ZrSiO₄ under hydrostatic pressure.
Phys. Rev. B 74 (2006) 014104
- S.M. MARTIN, K. KJAER, M.J. WEYGAND, I. WEISSBUCH, M.D. WARD
Hydrogen-Bonded Monolayers and Interdigitated Multilayers at the Air-Water Interface.
J. Phys. Chem. B 110 (2006) 14292
- A. MARTINEZ-GOMEZ, A. BELLO, E. PEREZ
Phase behaviour of a liquid crystalline polyetherester derived from 4'-hydroxy-1,1'-biphenyl-4-carboxylic acid and the ether-diol 4-(3-hydroxypropoxy)butan-1-ol.
Polymer 47 (2006) 2090
- N. MATTERN, J. SAKOWSKI, C. BAEHTZ
Structure analysis of NiZr₂ in reciprocal and real space.
Z. Kristallogr. 23 (2006) 399
- M. MAZUREK, N. BENKER, C. ROTH, TH. BUHRMESTER, H. FUESS
Electrochemical Impedance and X-ray absorption spectroscopy (EXAFS) as in-situ methods to study the PEMFC anode.
Fuel Cells 6 (2006) 16
- Y.F. MEN, J. RIEGER, S.V. ROTH, R. GEHRKE, X.M. KONG
Non-affine structural evolution of soft colloidal crystalline latex films under stretching as observed via synchrotron X-ray scattering.
Langmuir 22 (2006) 8285
- Y.F. MENG, H.Y. WEN, H.F. LI, Y.J. TANG, Y.F. MEN, S.C. JIANG, L.J. AN
Investigation on isothermal and non-isothermal crystallization kinetics of poly(epsilon-caprolactone).
Chem. J. Chin. Univ. 27 (2006) 2198
- A.P. MENUSHENKOV, R.V. CHERNIKOV, V.V. SIDOROV, K.V. KLEMENTIEV, P.A. ALEKSEEV, A.V. RYBINA
Relationship between the local electronic and local crystal structures of intermediate-valence Sm_{1-x}Y_xS.
JETP Lett. 84 (2006) 119
- H. MESTRIC ET AL.
Iron-oxygen vacancy defect association in polycrystalline iron-modified PbZrO₃ antiferroelectrics – multi-frequency electron paramagnetic resonance and Newman superposition model analysis.
Phys. Rev. B 73 (2006) 184105
- M. MEYER ET AL.
Two-color photoionization in xuv free electron and visible laser fields.
Phys. Rev. A 74 (2006) 011401
- U. MEYER, P. BISEL, E. WECKERT, A.W. FRAHM
Bicyclic glutamic acid derivatives.
Chirality 18 (2006) 383
- L.J. MICHOT, I. BIHANNIC, S. MADDI, S.S. FUNARI, C. BARAVIAN, P. LEVITZ, P. DAVIDSON
Liquid Crystalline Aqueous Clay Suspensions.
Proc. Natl. Acad. Sci. USA 103 (2006) 16104
- S. MICKEVICIUS, S. GREBINSKIJ, V. BONDARENKA, B. VENGALIS, K. SLIUZIENE, B.A. ORLOWSKI, V. OSINNIY, W. DRUBE
Investigation of epitaxial LaNiO_{3-x} thin films by High-Energy XPS.
Appl. Surf. Sci. 252 (2006) 5383

- S. MICKEVICIUS, S. GRZEBINSKIJ, V. BONDARENKA, H. TVARDAUSKAS, B. VENGALIS, K. SLIUZIENE, B.A. ORLOWSKI, W. DRUBE
Investigation of the aging of epitaxial LaNiO_{3-x} films by X-ray photoelectron spectroscopy.
Opt. Appl. 36 (2006) 235
- S. MICKEVICIUS
Investigation of epitaxial LaNiO_{3-x} thin films by high energy-XPS.
Journal of Alloys and Compounds 423 (2006) 111
- V.B. MIKHAILIK, H. KRAUS, D. WAHL, H. EHRENBERG, M.S. MYKHAYLYK
Optical and luminescence studies of ZnMoO_4 using vacuum ultraviolet synchrotron radiation.
Nucl. Instrum. Methods A 562 (2006) 516
- V.B. MIKHAILIK, H. KRAUS, J. IMBERAND, D. WAHL
Scintillation properties of pure CaF_2 .
Nucl. Instrum. Methods A 566 (2006) 525
- V.B. MIKHAILIK, H. KRAUS
Cryogenic scintillators in searches for extremely rare events.
J. Phys. D 39 (2006) 1191
- F. MORALES, D. GRANDJEAN, A. MENS, F.M.F. DE GROOT, B.M. WECKHUYSEN
X-ray Absorption Spectroscopy of Mn/Co/TiO₂ Fischer-Tropsch Catalysts: Relationships between Preparation Method, Molecular Structure, and Catalyst Performance.
J. Phys. Chem. B 110 (2006) 8639
- H.J. MUELLER, F.R. SCHILLING, C. LATHE, J. LAUTERJUNG
Recent development of experimental techniques for high-pressure mineral physics under simulated mantle conditions.
High Press. Res. 26 (2006) 529
- A.S. MURESA, B.I. OSTROVSKII, A. SANCHEZ-FERRER, H. FINKELMANN, W.H. DE JEU
Main-chain smectic liquid-crystalline polymers as randomly disordered system.
Eur. Phys. J. E 19 (2006) 388
- P. MÜLLER-BUSCHBAUM, E. BAUER, E. MAURER, K. SCHLÖGL, S.V. ROTH, R. GEHRKE
A route to large-area ordered polymeric nano-channel arrays.
Appl. Phys. Lett. 88 (2006) 083114
- P. MÜLLER-BUSCHBAUM, E. MAURER, E. BAUER, R. CUBITT
Surface versus confinement induced morphology transition in triblock copolymer films.
Langmuir 22 (2006) 9303
- P. MÜLLER-BUSCHBAUM, R. GEBHARDT, E. MAURER, E. BAUER, R. GEHRKE, W. DOSTER
Thin casein films as prepared by spin-coating: Influence of film thickness and of pH.
Biomacromolecules 7 (2006) 1773
- P. MÜLLER-BUSCHBAUM
High-resolution grazing incidence small angle x-ray scattering: Investigation of micrometer sized structured polymer films.
Prog. Colloid Polym. Sci. 132 (2006) 23
- B. MÜLLER, F. PFRUNDER, L. CHIOCCA, N.D. RUSE, F. BECKMANN
Visualizing the complex morphology of fatigue cracks in voxel-based 3D datasets.
Mater. Sci. Technol. 22 (2006) 1044
- B. MÜLLER, J. FISCHER, U. DIETZ, P. THURNER, F. BECKMANN
Blood vessel staining in the myocardium for 3D visualization down to the smallest capillaries.
Nucl. Instrum. Methods B 246 (2006) 261
- B. MÜLLER, M. RIEDEL, P. THURNER
Three-dimensional characterization of HEK293 cell clusters using synchrotron-radiation-based micro computed tomography.
Microsc. Microanal. 12 (2006) 105
- J.J. MÜLLER, N.L. LUNINA, A. URZHUMTSEV, E. WECKERT, U. HEINEMANN, V.Y. LUNIN
Low resolution ab initio phasing of *Sarcocystis muris* lectin SML-2.
Acta Crystallogr. D 62 (2006) 533
- M. NAFFAKH, M. GOMEZ, G. ELLIS, C. MARCO
Isothermal crystallization Kinetics of PEEK/Vectra blends by DSC and time-resolved synchrotron X-ray diffraction.
Polym. Eng. Sci. 46 (2006) 1418
- S. NAKONECHNYI, T. KÄRNER, A. LUSHCHIK, CH. LUSHCHIK, V. BABIN, E. FELDBACH, I. KUDRYAVTSEVA, P. LIBLIK, L. PUNG, E. VASILCHENKO
Low-temperature excitonic, electron-hole and interstitial-vacancy processes in LiF single crystals.
J. Phys. Condens. Matter 18 (2006) 379
- P.A. NEFF, A. NAJI, C. ECKER, B. NICKEL, R. VON KLITZING, A.R. BAUSCH
Electrical Detection of Self-Assembled Polyelectrolyte Multilayers by a Thin Film Resistor.
Macromol. 39 (2006) 463
- C. NENU, J. VAN LINGEN, F.M.F. DE GROOT, D.C. KONINGSBERGER, B.M. WECKHUYSEN
Controlled Assembly of a Heterogeneous Single Site Ethylene Trimerisation Catalyst as Probed by X-Ray Absorption Spectroscopy.
Chem. Eur. J. 12 (2006) 4763
- F. NEUES, W.H. ARNOLD, J. FISCHER, F. BECKMANN, P. GÄNGLER, M. EPPLER
The skeleton and pharyngeal teeth of zebrafish (*Danio rerio*) as a model of biomineralization in vertebrates.
Mat. Wiss. Werkstofftech. 37 (2006) 426
- M. NICKEL, E. BULLINGER, F. BECKMANN
Functional morphology of *Tethya* species (Porifera): 2. Three-dimensional morphometrics on spicules and skeleton superstructures of *T. minuta*.
Zoomorphology 125 (2006) 225

- M. NICKEL, T. DONATH, M. SCHWEIKERT, F. BECKMANN
Functional morphology of *Tethya* species (Porifera): 1.
Quantitative 3D-analysis of *Tethya wilhelma* by synchrotron
radiation based X-ray microtomography.
Zoomorphology 125 (2006) 209
- D. NOONAN, P.J. MCNALLY, W.-M. CHEN, A. LANKINEN,
L. KNUUTTILA, T.O. TUOMI, A.N. DANILEWSKY, R. SIMON
The evaluation of mechanical stresses developed in underlying
silicon substrates due to electroless nickel under bump
metallization using synchrotron x-ray topography.
Microelectron. J. 37 (2006) 1378
- I.N. OGORODNIKOV, M. KIRM, V.A. PUSTOVAROV
A time-resolved VUV-spectroscopy study of self-trapped excitons
in hydrogen boundet nonlinear optical crystals.
Russian Physics Journal 4 (2006) 105
- I.N. OGORODNIKOV, V.A. PUSTOVAROV, S.I. OMELKOV,
A.V. TOLMACHEV, R.P. YAVETSKIY
Elementary processes of energy transfer in the lithium borate
crystals doped with Ce and Eu.
Russian Physics Journal 10 (2006) 36
- J.S. OLSEN, L. GERWARD, A.G.S. FILHO, P.T.C. FREIRE,
J. MENDESFILHO, F.E.A. MELO
High-pressure x-ray diffraction of L-Alanine crystal.
High Press. Res. 26 (2006) 437
- B.A. ORLOWSKI, I.A. KOWALIK, B.J. KOWALSKI,
N. BARRETT, I. GRZEGORY, S. POROWSKI
GaN(0001) surface Fe atoms doped.
Journal of Alloys and Compounds 423 (2006) 138
- A. OWENS, A.G. KOZOREZOV
Single carrier sensing techniques in compound semiconductor
detectors.
Nucl. Instrum. Methods A 563 (2006) 36
- A. OWENS, T. BUSLAPS, C. ERD, H. GRAAFSMA, D. LUMB,
E. WELTER
Hard X- and γ -ray measurements with a $3 \times 3 \times 2 \text{ mm}^3$ CdZnTe
detector.
Nucl. Instrum. Methods A 528 (2006) 450
- A. OWENS, T. BUSLAPS, V. GOSTILO, H. GRAAFSMA,
R. HIJMERING, A. KOZOREZOV, A. LOUPILOV, D. LUMB,
E. WELTER
Hard X- and γ -ray measurements with a large volume coplanar
grid CdZnTe detector.
Nucl. Instrum. Methods A 563 (2006) 248
- A. OWENS
Semiconductor materials and radiation detection.
J. Synchrotron Rad. 13 (2006) 150
- J. PADEZNIK GOMILSEK, I. ARCON, A. KODRE
Atomic effects in exafs structural analysis of redox I^-/I_3^- solid
state electrolytes.
Acta Chimica Slovenica 53 (2006) 18
- G. PANACCIONE ET AL.
Coherent Peaks and Minimal Probing Depth in Photoemission
Spectroscopy of Mott-Hubbard Systems.
Phys. Rev. Lett. 97 (2006) 116401
- J. PEREZ-MANZANO, J.P. FERNANDEZ-BLAZQUEZ, A. BELLO,
E. PEREZ
Liquid-crystalline copolymers of bibenzoate and terephthalate
units.
Polym. Bull. 56 (2006) 577
- L. PETERS, K. KNORR, H. KATZKE, M. KNAPP, W. DEPMEIER
The transformation mechanism of the sodalite- to the
melilite-topology: Thermal expansion and decomposition of
bicchulite-type to melilite-type compounds.
Z. Kristallogr. 221 (2006) 205
- The transformation mechanism of the sodalite- to the
melilite-topology: Thermal expansion and decomposition of
bicchulite-type to melilite-type compounds.
Z. Kristallogr. 221 (2006) 198
- N. PETROVNIN, V. MIKHAILIN, YU. ZORENKO,
V. KOLOBANOV, D. SPASSKY
Investigation of the reflectivity spectra of single crystalline films
with garnet structure.
Izv. Vyssh. Uchebn. Zaved. Fiz. 49 (2006) 111
- M. PEURA, I. GROTKOPP, H. LEMKE, A. VIKKULA, J. LAINE,
M. MÜLLER, R. SERIMAA
Negative Poisson ratio of crystalline cellulose in kraft cooked
Norway spruce.
Biomacromolecules 7 (2006) 1521
- M.A. PFEIFER, G.J. WILLIAMS, I.A. VARTANYANTS,
R. HARDER, I.K. ROBINSON
Three-dimensional mapping of a deformation field inside
a nanocrystal.
Nature 442 (2006) 63
- J. PIGNAT, S. CANTIN, R. LIU, M. GOLDMANN, P. FONTAINE,
J. DAILLANT, F. PERROT
pH-dependent kinetics of MgCl_2 adsorption under a fatty acid
monolayer.
Eur. Phys. J. E 20 (2006) 387
- A.P. PIKUL, D. KACZOROWSKI, Z. BUKOWSKI, K. GOFRYK,
U. BURKHARDT, Y. GRIN, F. STEGLICH
Localization of magnetic moments of cerium in single crystalline
 CePt_4In .
Phys. Rev. B 73 (2006) 092406
- H. PINTO, A. PYZALLA, H. HACKL, J. BRUCKNER
A Comparative Study of Microstructure and Residual Stresses of
CMT-, MIG- and Laser-Hybrid Welds.
Mater. Sci. Forum 524-525 (2006) 632
- R. PODGAJNY, M. BALANDA, M. SIKORA, M. BOROWIEC,
L. SPALEK, CZ. KAPUSTA, B. SIEKLUCKA
Cobalt(II) octacyanotungstate(V) organic-inorganic hybrid
ferromagnetic materials with pyrazine and 4,4-bipyridine.
Dalton Trans. 2006 (2006) 2801

- R. PRABHAKARAN, V. KRISHNAN, A. GEETHA, H. BERTAGNOLLI, K. NATARAJAN
Synthesis, EPR, electrochemistry and EXAFS studies of ruthenium(III) complexes with a symmetrical tetradentate N_2O_2 Schiff base.
Inorg. Chim. Act. 359 (2006) 1114
- R. PRABHAKARAN, V. KRISHNAN, K. PASUMPON, D. SUKANYA, E. WENDEL, C. JAYABALAKRISHNAN, H. BERTAGNOLLI, K. NATARAJAN
Preparation, spectral characterization, electrochemistry, EXAFS, antibacterial and catalytic activity of new ruthenium(III) complexes containing ONS donor ligands with triphenylphosphine/arsine.
Appl Organomet Chem 20 (2006) 203
- A.S. PRIBYTKOV, O.P. TKACHENKO, A.YU. STAKHEEV, K.V. KLEMENTIEV, W. GRUENERT, M.W.E. VAN DEN BERG, L.M. KUSTOV, V.N. GOLUBEVA, A.V. TELNOV
Effect of electron beam-irradiation on the structure and catalytic performance of Pd nanoparticles supported on Al_2O_3 and carbon.
Mendeleev Comm. 2006 (2006) 254
- V.A. PUSTOVAROV, I.N. OGORODNIKOV, N.S. BASTRIKOVA, A.A. SMIRNOV, L.I. ISAENKO, A.P. YELISSEYEV
Electronic excitation and luminescence in APb_2X_5 (A=K,Rb; X=Cl,Br) laser crystals.
Russian Physics Journal 4 (2006) 123
- Electronic excitations and defects in new laser crystals APb_2Cl_5 (A=K,Rb; X=Cl,Br).
Russian Physics Journal 10 (2006) 32
- Low temperature time-resolved spectroscopy of crystals APb_2X_5 (A=K,Rb; X=Cl,Br).
Opt. Spectrosc. 101 (2006) 234
- F. QUARATI, G. MAEHLUM, A. OWENS, E. WELTER
Evaluation of a CdZnTe pixel array for X- and γ -ray spectroscopic imaging.
Nucl. Instrum. Methods A 568 (2006) 450
- F. RADU, A. NEFEDOV, J. GRABIS, G. NOWAK, A. BERGMANN, H. ZABEL
Soft X-Ray Resonant Magnetic Scattering Studies on Fe/CoO Exchange Bias System.
J. Magn. Magn. Mater. 300 (2006) 206
- E. RADZHABOV, M. KIRM
Triplet luminescence of cadmium centres in alkali-earth fluoride crystals.
Russian Physics Journal 49 (2006) 133
- M. RAMIN, N. VAN VEGTEN, J.-D. GRUNWALDT, A. BAIKER
Simple preparation routes towards Zn-based catalysts for the solventless synthesis of propylene carbonate by carbon dioxide insertion.
J Mol Catal A 258 (2006) 165
- V. RANDOSHKIN, N. VASILEVA, V. KOLOBANOV, V. MIKHALIN, N. PETROVNIKIN, D. SPASSKI, N. SYSOEV, M. TIMOSHECHKIN
Terbium-Doped Garnet Single Crystals as X-ray-Sensitive Phosphors.
Tech. Phys. Lett. 32 (2006) 958
- F. REHFELDT, R. STEITZ, S. ARMES, R. VON KLITZING, A.P. GAST, M. TANAKA
Reversible Activation of Diblock Copolymer Monolayers at the Interface by pH Modulation, 1: Lateral Chain Density and Conformation.
J. Phys. Chem. B 110 (2006) 9177
- Reversible Activation of Diblock Copolymer Monolayers at the Interface by pH Modulation, 2: Membrane Interactions at the Solid/Liquid Interface.
J. Phys. Chem. B 110 (2006) 9177
- A. REHMAN-KHAN, J. STANGL, G. BAUER, D. BUCA, B. HOLLANDER, H. TRINKAUS, S. MANTL, R. LOO, M. CAYMAX
Study of Relaxation of Strain in Patterned Structures using X-Ray Diffraction Technique.
Semicond. Sci. Technol. 21 (2006) 1
- C. REICH, P.A. NEFF, A.R. BAUSCH, J.O. RÄDLER, B. NICKEL
Supported membranes on polyelectrolyte layers studied by X-ray reflectometry.
Phys. Status Solidi A 203 (2006) 3467
- A. REMHOF, G. NOWAK, A. LIEBIG, H. ZABEL, B. HJÖRVARSSON
Hydrogen assisted growth of Fe/V superlattices.
J. Phys., Condens. Matter 18 (2006) L445
- K. RICKERS, R. THOMAS, W. HEINRICH
The behavior of trace elements during the chemical evolution of the H_2O , B, and F-rich granite-pegmatite-hydrothermal system at Ehrenfriedersdorf, Germany: A SXRF study of melt and fluid inclusions.
Min. Deposita 41 (2006) 245
- I. RITZKOPF, S. VUKOJEVIC, C. WEIDENTHALER, J.-D. GRUNWALDT, F. SCHÜTH
Decreased CO production in methanol steam reforming over Cu/ZrO₂ catalysts prepared by the microemulsion technique.
Appl Catal A 302 (2006) 215
- R. ROBERT, L. BOCHER, M. TROTTMANN, A. RELLER, A. WEIDENKAFK
Synthesis and high temperature thermoelectric properties of Ni and Ti substituted $LaCoO_3$.
Journal of Solid State Chemistry 179 (2006) 3867
- P. RODNYI, A. VOLOSHINOVSKII, G. STRYGANYUK
Luminescence Characteristics of the Pr^{3+} ion in $SrAlF_5$.
Opt. Spectrosc. 100 (2006) 712

- S.V. ROTH ET AL.
Combinatorial investigation of the isolated nanoparticle to coalescent layer transition in a gradient sputtered gold nanoparticle layer on top of polystyrene.
Appl. Phys. Lett. 88 (2006) 021910
- S.V. ROTH, R. DÖHRMANN, M. DOMMACH, M. KUHLMANN, I. KRÖGER, R. GEHRKE, H. WALTER, C. SCHROER, B. LENGELER, P. MÜLLER-BUSCHBAUM
The small-angle options of the upgraded USAXS beamline BW4 at HASYLAB.
Rev. Sci. Instrum. 77 (2006) 085106
- U. RUSCHEWITZ
Ternary Alkali Metal Transition Metal Acetylides.
Z. Anorg. Allg. Chem. 632 (2006) 705
- K. SAKSL, H. FRANZ, Q.S. ZENG, J.F. LIU, J.Z. JIANG
Atomic structure of Al₈₉La₆Ni₅ metallic glass.
J. Phys., Condens. Matter 18 (2006) 7579
- K. SAKSL, P. JOVARI, H. FRANZ, Q.S. ZENG, J.F. LIU, J.Z. JIANG
Atomic structure of Al₈₉La₆Fe₅ metallic glass.
J. Phys., Condens. Matter 18 (2006) 7591
- A. SANZ, A. NOGALES, T.A. EZQUERRA, N. LOTTI, A. MUNARI, S.S. FUNARI
Order and segmental mobility during polymer crystallization: Poly(butylene isophthalate).
Polymer 47 (2006) 1281
- H. SCHILLING, M. LERCH, A. BORGER, K.D. BECKER, H. WOLFF, R. DRONSKOWSKI, T. BREDOW, M. TOVAR, C. BAEHTZ
A new anatase-type phase in the system Mg-Ta-O-N.
Journal of Solid State Chemistry 179 (2006) 2416
- M. SCHMIDBAUER, SH. SEYDMOHAMADI, D. GRIGORIEV, ZH.M. WANG, YU.I. MAZUR, P. SCHÄFER, M. HANKE, R. KÖHLER, G.J. SALAMO
Controlling Planar and Vertical Ordering in Three-Dimensional (In,Ga)As Quantum Dot Lattices by GaAs Surface Orientation.
Phys. Rev. Lett. 96 (2006) 066108
- C. SCHMIDT, K. RICKERS, R. WIRTH, L. NASDALA, J.M. HANCHAR
Low-temperature Zr mobility: An in-situ synchrotron-radiation XRF study of the effect of radiation damage in zircon on the element release in H₂O + HCl ± SiO₂ fluids.
Am. Mineral. 91 (2006) 1215
- TH. SCHMIDT, R. KRÖGER, J.I. FLEGE, T. CLAUSEN, J. FALTA, A. JANZEN, P. ZAHL, P. KURY, M. KAMMLER, M. HORN-VON HOEGEN
Less strain energy despite fewer dislocations: The impact of ordering.
Phys. Rev. Lett. 96 (2006) 066101
- C.G. SCHROER, M. KUHLMANN, S.V. ROTH, R. GEHRKE, N. STRIBECK, A. ALMENDAREZ-CAMARILLO, B. LENGELER
Mapping the local nanostructure inside a specimen by tomographic small angle scattering.
Virtual J. Nanoscale Sci. & Techn. 13 (2006) 17
- C.G. SCHROER, M. KUHLMANN, S.V. ROTH, R. GEHRKE, N. STRIBECK
Mapping the local nanostructure inside a specimen by tomographic small angle scattering.
Appl. Phys. Lett. 88 (2006) 164102
- C.G. SCHROER
Focusing hard X-rays to nanometer dimensions using Fresnel zone plates.
J. Phys. B 74 (2006) 033504
- Focusing hard X-rays to nanometer dimensions using Fresnel zone plates.
Virtual J. Nanoscale Sci. & Techn. 14 (2006) 5
- M.K. SCHROETER, L. KHODEIR, M.W.E. VAN DEN BERG, T. HIKOV, M. CZOKOJA, S. MIAO, W. GRUENERT, M. MUHLER, R.A. FISCHER
A Colloidal ZnO/Cu Nanocatalyst for Methanol Synthesis.
Chem. Commun. 2006 (2006) 2498
- R. SCHWEINS, G. GOERIGK, K. HUBER
Shrinking of anionic polyacrylate coils induced by Ca²⁺, Sr²⁺ and Ba²⁺: A combined light scattering and ASAXS study.
Eur. Phys. J. E 21 (2006) 99
- A. SCHÖNLEBER, S. VAN SMAALEN, L. PALATINUS
Structure of the incommensurate phase of the quantum magnet TiOCl.
Phys. Rev. B 73 (2006) 214410
- A. SENYSHYN, H. KRAUS, V.B. MIKHAILIK, L. VASYLECHKO, M. KNAPP
Thermal properties of CaMoO₄: Lattice dynamics and synchrotron powder diffraction studies.
Phys. Rev. B 73 (2006) 014104
- I. SERGUEEV, U. VAN BÜRCK, A.I. CHUMAKOV, T. ASTHALTER, G.V. SMIRNOV, H. FRANZ, R. RÜFFER, W. PETRY
Synchrotron-radiation-based perturbed angular correlations used in the investigation of rotational dynamics in soft matter.
Phys. Rev. B 73 (2006) 024203
- O. SICHEVYCH, W. SCHNELLE, Y. PROTS, U. BURKHARDT, Y. GRIN
Crystal Structure and Physical Properties of New Ternary Gallides Eu₂Rh₃Ga₉ and Eu₂Ir₃Ga₉.
Z. Naturforsch. B, Chem. Sci. 61b (2006) 904
- A.V. SIDORNEKO, P. DORENBOS, A.J.J. BOS, C.W.E. VAN EIJK, P.A. RODNYI
Lanthanide level location and charge carrier trapping in LiLnSiO₄:Ce³⁺, Sm³⁺, Ln=Y or Lu.
J. Phys., Condens. Matter 18 (2006) 4514

- C. SIEMERS, M. BAEKER, P. JENCUS, J. ROESLER
So verbessert Lanthan die Titan-Zerspanbarkeit.
Werkstatt und Betrieb : WB 10 (2006) 64
- M. SIKORA, CZ. KAPUSTA, K. KNIZEK, Z. JIRAK, C. AUTRET,
M. BOROWIEC, C.J. OATES, V. PROCHAZKA, D. RYBICKI,
D. ZAJAC
X-ray absorption near-edge spectroscopy study of Mn and Co
valence states in $\text{LaMn}_{1-x}\text{Co}_x\text{O}_3$ ($x=0-1$).
Phys. Rev. B 73 (2006) 094426
- M. SIKORA, CZ. KAPUSTA, M. BOROWIEC, C. J OATES,
V. PROCHAZKA, D. RYBICKI, D. ZAJAC, J.M. DETERESA,
C. MARQUINA, M.R. IBARRA
Evidence of unquenched Re orbital magnetic moment in
 $\text{AA}'\text{FeReO}_6$ double perovskites.
Appl. Phys. Lett. 89 (2006) 062509
- A.N. SKOMOROKHOV, D.M. TROTS, M. KNAPP,
N.N. BICKULOVA, H. FUESS
Structural behaviour of $\beta\text{-Cu}_{2-\delta}\text{Se}$ ($\delta=0, 0.15, 0.25$) in dependence
on temperature studied by synchrotron powder diffraction.
Journal of Alloys and Compounds 421 (2006) 64
- W. SKROTZKI, N. SCHEERBAUM, C.-G. OERTEL,
H.-G. BROKMEIER, S. SUWAS, L. TOTH
Texture formation during ECAP of aluminium alloy AA5109.
Mater. Sci. Forum 503-504 (2006) 99 and HASYLAB Annual
Report 2006
- G.V. SMIRNOV, U. VAN BÜRCK, H. FRANZ, T. ASTHALTER,
O. LEUPOLD, E. SCHREIER, W. PETRY
Nuclear gamma resonance time-domain interferometry: Quantum
beat and radiative coupling regimes compared in revealing
quasielastic scattering.
Phys. Rev. B 73 (2006) 184126
- H. SOERIJANTO, C. ROEDEL, U. WILD, M. LERCH,
R. SCHOMAECKER, R. SCHLOEGL
Zirconium oxynitride catalysts for ammonia decomposition.
Z. Anorg. Allg. Chem. 632 (2006) 2157
- V.L. SOLOZHENKO, A.N. BARANOV, V.Z. TURKEVICH
High-pressure formation of $\text{Mg}_x\text{Zn}_{1-x}\text{O}$ solid solutions with rock
salt structure.
Solid State Communications 138 (2006) 534
- V.L. SOLOZHENKO, E.G. SOLOZHENKO, C. LATHE
Equation of state and thermal stability of Al_3BC .
Solid State Communications 137 (2006) 533
- V.L. SOLOZHENKO, O.O. KURAKOVYCH, C. LATHE
On synthesis of graphite-like B_2O .
J. Superhard Mater. 28 (2006) 80
- V.L. SOLOZHENKO, O.O. KURAKOVYCH, E.G. SOLOZHENKO,
J. CHEN, J.B. PARISE
Equation of state of graphite-like BC.
Solid State Communications 137 (2006) 268
- A.A. SOROKIN ET AL.
Method based on atomic photoionization for spot-size
measurement on focused soft x-ray free-electron laser beams.
Appl. Phys. Lett. 89 (2006) 1
- A.A. SOROKIN, S.V. BOBASHEV, K. TIEDTKE, M. RICHTER
Multi-photon ionization of molecular nitrogen by femtosecond soft
x-ray FEL pulses.
J. Phys. B 39 (2006) L304
- C. STERNEMANN ET AL.
Electronic structure of methane hydrate studied by Compton
scattering.
Phys. Rev. B 73 (2006) 6
- N. STOJANOVIC ET AL.
Ablation of solids using a femtosecond extreme ultraviolet free
electron laser.
Appl. Phys. Lett. 89 (2006) 241909
- N. STOJIC, N. BINGGELI, M. ALTARELLI
Surface Magnetism of Rh(001) from LDA+U calculations.
Phys. Rev. B 73 (2006) 100405(R)
- C. STRELI, G. PEPPONI, P. WOBRAUSCHEK, C. JOKUBONIS,
G. FALKENBERG, G. ZARAY, J. BROEKAERT, U. FITTSCHEN,
B. PESCHEL
Recent results of synchrotron radiation induced total reflection
X-ray fluorescence analysis at HASYLAB beamline L.
Spectrochim. Acta, Part B 61 (2006) 1129
- N. STRIBECK, A.A. CAMARILLO, U. NOCHEL, C. SCHROER,
M. KUHLMANN, S.V. ROTH, R. GEHRKE, R.K. BAYER
Volume-resolved nanostructure survey of a polymer part by means
of SAXS microtomography.
Macromol. Chem. Phys. 207 (2006) 1139
- R. SUPPLIT, N. HÜSING, H. BERTAGNOLLI, M. BAUER,
V. KESSLER, G.A. SEISENBAEVA, S. BERNSTORFF, S. GROSS
Synthesis and characterization of orthorhombic, 2d-centered
rectangular and lamellar iron oxide doped silica films.
J. Mater. Chem. 16 (2006) 4443
- A.I. SURDO, V.S. KORTOV, V.A. PUSTOVAROV,
V.YU. YAKOVLEV
Relaxation processes in Al_2O_3 crystals with of F and F^+ centers
during pulse excitation by electrons and synchrotron radiation.
Russian Physics Journal 10 (2006) 103
- M. TANAKA, E. SACKMANN
Supported membranes as biofunctional interfaces and smart
biosensor platforms.
Phys. Status Solidi A 203 (2006) 3452
- M. TANAKA
Polymer-Supported Membranes: Physical Models of Cell Surfaces.
MRS Bull. 31 (2006) 513
- P.A. TANNER, L.X. NING, V.N. MAKHOV, N.M. KHAIKOV,
M. KIRM
Inter- and intraconfigurational transitions of Nd^{3+} in
hexafluoroelpasolite lattices.
J. Phys. Chem. B 110 (2006) 12113
- R. TERZANO, M. SPAGNUOLO, L. MEDICI, F. TATEO,
B. VEKEMANS, K. JANSSENS, P. RUGGIERO
Spectroscopic investigation on the chemical forms of Cu during the
synthesis of zeolite X at low temperature.
Appl Geochem 21 (2006) 993

- R. THOMAS, J.D. WEBSTER, D. RHEDE, W. SEIFERT, K. RICKERS, H.-J. FÖRSTER, W. HEINRICH, P. DAVIDSON
The transition from peraluminous to peralkaline granitic melts: evidence from melt inclusions and accessory minerals.
Lithos 91 (2006) 149
- H. TIEMANN, I. SÖTJE, A. BECKER, G. JARMS, M. EPPLE
Calcium sulfate hemihydrate (bassanite) statoliths in the cubozoan *Carybdea* sp.
Zoologischer Anzeiger 245 (2006) 13
- O.P. TKACHENKO, K.V. KLEMENTIEV, M.W.E. VAN DEN BERG, H. GIES, W. GRUENERT
The Reduction of Copper in Porous Matrices – The role of electrostatic stabilisation.
Phys. Chem. Chem. Phys. 8 (2006) 1539
- B. TOMIK ET AL.
Implementation of X-ray fluorescence microscopy for investigation of elemental abnormalities in Amyotrophic Lateral Sclerosis.
Neurochem. Res. 4 (2006) 331
- D.M. TROTS, A.N. SKOMOROKHOV, M. KNAPP, H. FUESS
High-temperature behaviour of average structure and vibrational density of states in the ternary superionic compound AgCuSe.
Eur. Phys. J. B 51 (2006) 507
- J. TSUWI, L. HARTMANN, F. KREMER, D. POSPIECH, D. JEHNICHEN, L. HÄUSSLER
Molecular dynamics in semifluorinated side-chain polyesters as studied by broadband dielectric spectroscopy.
Polymer 47 (2006) 7189
- D. UHRIKOVA, A. LENGVEL, M. HANULOVA, S.S. FUNARI, P. BALGAVY
The structural diversity of DNA-neutral phospholipids-divalent metal cations aggregates: a small-angle synchrotron X-ray diffraction study.
Eur. Biophys. J. 2006 (2006) 2
- A. UMICEVIC, H.E. MAHNKE, B. CEKIC, J. GRBOVIC, V. KOTESKI, J. BELOSEVICCAVOR
SEM and XRD Characterization of Ni-Hf Alloys at Low Hf Concentration.
Mater. Sci. Forum 518 (2006) 325
- M.W.E. VAN DEN BERG, S. POLARZ, O.P. TKACHENKO, K.V. KLEMENTIEV, M. BANDYOPADHYAY, L. KHODEIR, H. GIES, M. MUHLER, W. GRUENERT
Cu/ZnO aggregates in siliceous mesoporous matrices – Development of a new model methanol synthesis catalyst.
Journal of Catalysis 241 (2006) 446
- J.T. VAN ELTEREN, Z. SLEJKOVEC, I. ARCON, H.J. GLASS
An interdisciplinary physical-chemical approach for characterisation of arsenic in a calciner residue dump in Cornwall (UK).
Environ. Pollut. 139 (2006) 477
- S. VANIS, O. RHEINBACH, A. KLAWONN, O. PRYMAK, M. EPPLE
Numerical computation of the porosity of bone substitution materials from synchrotron micro computer tomographic data.
Mat. Wiss. Werkstofftech. 37 (2006) 469
- Z. VARGA, A. BOTA, G. GOERIGK
Localization of dibromophenol in DPPC/water liposomes studied by anomalous small-angle X-ray scattering.
J. Phys. Chem. B 110 (2006) 11029
- V. VASHOOK, L. VASYLECHKO, N. TROFIMENKO, M. KUZNECOV, P. OTCHIK, J. ZOSEL, U. GUTH
A-site deficient perovskite-type compounds in the ternary CaTiO₃ – LaCrO₃ – La_{2/3}TiO₃ system.
Journal of Alloys and Compounds 419 (2006) 271
- L. VASYLECHKO, W. SCHNELLE, M. SCHMIDT, U. BURKHARDT, H. BORRMANN, U. SCHWARZ, YU. GRIN
Valence behaviour of ytterbium in YbNiGa₄.
Journal of Alloys and Compounds 416 (2006) 35
- S. VETTER, V. ABETZ, G. GOERIGK, I. BUDER, S.P. NUNES
Polyetherketones for fuel cell application.
Desalination 199 (2006) 289
- J.C. VIANA, J.F. MANO, Z. DENCHEV, M.J. OLIVEIRA, M.C. CRAMEZ
Nanostructure evolution during uniaxial deformation of PET – a WAXS and SAXS study using synchrotron radiation.
Mater. Sci. Forum 514-516 (2006) 1587
- J. VOIGT, E. KENTZINGER, U. RUECKER, W. SCHWEIKA, D. WERMEILLE, W. SCHMIDT, TH. BRUECKEL
Structural and magnetic properties of [Er/Tb] multilayers.
Eur. Phys. J. B 49 (2006) 451
- D. VOJTĚCH, J. VERNER, B. BÁRTOVÁ, K. SAKSL
Rapid solids hold hope for strong aluminium alloys.
Metal Powder Rep. 61 (2006) 32
- Thermal Stability of Rapidly Solidified Alloys of Aluminium with Transition Metals.
Mater. Sci. Forum 519–521 (2006) 389
- D. VOJTĚCH, K. SAKSL, J. VERNER, B. BÁRTOVÁ
Structural evolution of rapidly solidified Al-Mn and Al-Mn-Sr alloys.
Materials Science and Engineering A: Structural Materials: Properties, Microstructure and Processing 428 (2006) 188
- R. VON PIETROWSKI, K. VON HAEFTEN, T. LAARMANN, T. LAARMAN, T. MOELLER, L. MUSEUR, A. KANAEV
Electronic and geometric structure of doped rare-gas clusters: surface, site and size effects studied with luminescence spectroscopy.
Eur. Phys. J. D 38 (2006) 323
- H. WABNITZ ET AL.
Generation of attosecond pulses in molecular nitrogen.
Eur. Phys. J. D 40 (2006) 305

- G. WALTER, G. GOERIGK, C. RUESSEL
The structure of phosphate glass evidenced by small angle X-ray scattering.
J Non Cryst Solids 352 (2006) 4061
- Y. WANG, S.S. FUNARI, J.F. MANO
Influence of semicrystalline morphology on the glass transition of poly(L-lactic acid).
Macromol. Chem. Phys. 207 (2006) 1262
- M. WASIUCIONEK, J. GARBARCZYK, R. BACEWICZ, P. JOZWIAK, J.L. NOWINSKI
EXAFS/XANES studies of the local structure of amorphous ionic and electronic-ionic conductors.
Mater. Sci. 24 (2006) 181
- M. WEHMÖLLER, K. NEUKING, M. EPPLE, T. ANNEN, H. EUFINGER
Mechanical characteristics of functionally graded biodegradable implants for skull bone reconstruction.
Mat. Wiss. Werkstofftech. 37 (2006) 413
- R. WEISS, S. VUKOJEVIC, C. BALTES, R. NAUMANN D'ALNONCOURT, M. MUHLER, M. EPPLE
Copper/zinc L-tartrates: Mixed crystals and thermolysis to a mixture of copper oxide and zinc oxide that is catalytically active in methanol synthesis.
Eur. J. Inorg. Chem. 2006 (2006) 4782
- R. WEISS, Y. GUO, S. VUKOJEVIC, L. KHODEIR, R. BOESE, F. SCHÜTH, M. MUHLER, M. EPPLE
Catalytic activity of copper oxide/zinc oxide composites prepared by thermolysis of crystallographically defined bimetallic coordination compounds.
Eur. J. Inorg. Chem. 2006 (2006) 1796
- H.R. WENK, E. RYBACKI, G. DRESEN, I. LONARDELLI, N. BARTON, H. FRANZ, G. GONZALEZ
Dauphine twinning and texture memory in polycrystalline quartz. Part I: Experimental deformation of novaculite.
Phys. Chem. Miner. 33 (2006) 667
- G.L. WHITING, H.J. SNAITH, S. KHODABAKHSH, J.W. ANDREASEN, D.W. BREIBY, M.M. NIELSEN, N.C. GREENHAM, R.H. FRIEND, W.T.S. HUCK
Enhancement of charge-transport characteristics in polymeric films using polymer brushes.
Nano Lett. 6 (2006) 578
- K. WIETESKA, W. WIERZCHOWSKI, W. GRAEFF, G. GAWLIK
X-ray synchrotron diffraction studies of III-V semiconductor compounds implanted with hydrogen.
Phys. Status Solidi A 203 (2006) 227
- M. WILKE, C. SCHMIDT, F. FARGES, V. MALAVERGNE, L. GAUTRON, A. SIMIONOVICI, M. HAHN, P.-E. PETIT
Structural environment of iron in hydrous aluminosilicate glass and melt-evidence from X-ray absorption spectroscopy.
Chem. Geol. 229 (2006) 144
- G.J. WILLIAMS, M.A. PFEIFER, I.A. VARTANYANTS, I.K. ROBINSON
Internal structure in small Au crystals resolved by three-dimensional inversion of coherent x-ray diffraction.
Phys. Rev. B 73 (2006) 094112
- A. WITKOWSKA, B. PADLYAK, J. RYBICKI
Influence of the rare-earth impurities on the Ga and Ge local structure in the $\text{Ca}_3\text{Ga}_2\text{Ge}_3\text{O}_{12}$ glass.
J Non Cryst Solids 352 (2006) 4346
- F. WITTE, J. FISCHER, F. FEYERABEND, P. MAIER, C. BLAWERT, W. DIETZEL, N. HORT
Biodegradable magnesium-hydroxyapatite metal matrix composites.
Biomater 1 (2006) 8
- E. WOLSKA, J. DARUL, W. NOWICKI, P. PISZORA, M. TOVAR, O. PROKHENKO, C. BAEHTZ, M. KNAPP
X-ray and neutron diffraction studies on cation distribution in the LiMn_2O_4 spinel solid solutions.
Acta Crystallogr. A, Found. Crystallogr. A62 (2006) 117
- E. WOLSKA, M. TOVAR, B. ANDRZEJEWSKI, W. NOWICKI, J. DARUL, P. PISZORA, M. KNAPP
Structural and magnetic properties of the iron substituted lithium-manganese spinel oxides.
Solid State Sci. 8 (2006) 31
- C. WOLTZ, A. JENTYS, J.A. LERCHER
Improving bifunctional zeolite catalysts for alkane hydroisomerization via gas phase sulfation.
Journal of Catalysis 237 (2006) 337
- H.P. WU, J.F. LIU, L. NIU, Y.W. WANG, G.L. LV, Y.W. ZENG, L.N. WANG, G.Q. ZHANG, J.Z. JIANG
Synthesis of Monodisperse GeO_2 Nanocubes via Reverse Micelle.
Chemical Science 18 (2006) 1822
- H.P. WU, J.F. LIU, Y.W. WANG, Y.W. ZENG, J.Z. JIANG
Preparation of Ge nanocrystals via ultrasonic solution reduction method.
Materials Letters 60 (2006) 990
- H.P. WU, M.Y. GE, C.W. YAO, Y.W. WANG, Y.W. ZENG, L.N. WANG, G.Q. ZHANG, J.Z. JIANG
Blue-emission of Ge nanocrystals prepared by thermal decomposition.
Nanotechnology 17 (2006) 5345
- L. YANG ET AL.
Design of Cu_8Zr_5 -based bulk metallic glasses.
Appl. Phys. Lett. 88 (2006) 241915
- Y. YANG, W.K. WANG, R.P. LIU, Z.J. ZHAN, L.L. SUN, J. ZHANG, J.Z. JIANG, L. YANG, C. LATHE
Crystallization of $\text{Zr}_{41}\text{Ti}_{14}\text{Cu}_{12.5}\text{Ni}_{10}\text{Be}_{22.5}$ bulk metallic glass under high pressure examined by in situ synchrotron radiation x-ray diffraction.
J. Appl. Phys. 99 (2006) 023525

- S.-B. YI, C.H.J. DAVIES, H.-G. BROKMEIER, R.E. BOLMARO, K.U. KAINER, J. HOMEYER
Deformation and texture evolution in AZ31 magnesium alloy during uniaxial loading.
Acta Mater 54 (2006) 549
- S. YIN ET AL.
Absence of ferromagnetic behavior in bulk polycrystalline $Zn_{0.9}Co_{0.1}O$.
Phys. Rev. B 73 (2006) 224411
- N. ZABUKOVEC LOGAR, M. SILJEG, I. ARCON, A. MEDEN, N. NOVAK TUSAR, S. CERJAN STEFANOVIĆ, J. KOVAČ, V. KAUCIĆ
Sorption of Cr^{3+} on clinoptilolite tuff: A structural investigation.
Micropor. Mesopor. Mat. 93 (2006) 275
- R. ZETTLER, T. DONATH, J.F. DOS SANTOS, F. BECKMANN, D. LOHWASSER
Validation of marker material flow in 4mm thick friction stir welded Al 2024-T351 alloy through computer microtomographic and dedicated metallographic techniques.
Advanced Engineering Materials 8 (2006) 487
- G.Q. ZHANG, Q.K. JIANG, L.Y. CHEN, M. SHAO, J.F. LIU, J.Z. JIANG
Synthesis of centimeter-size Ag-doped Zr-Cu-Al metallic glasses with plasticity.
Journal of Alloys and Compounds 242 (2006) 179
- B. ZIAJA, A.R.B. DE CASTRO, E. WECKERT, T. MOELLER
Modelling dynamics of samples exposed to free-electron-laser radiation with Boltzmann equations.
Eur. Phys. J. D 40 (2006) 480 and DESY 05-258
- B. ZIAJA, R.A. LONDON, J. HAJDU
Ionization by impact electrons in solids: Electron mean free path fitted over a wide energy range.
J. Appl. Phys. 99 (2006) 033514 and DESY 05-084
- G.A. ZICKLER, S. JAEHNERT, W. WAGERMEIER, S.S. FUNARI, G.H. FINDENEGG, O. PARIS
Physisorbed films in periodic mesoporous silica studied by in situ synchrotron small-angle diffraction.
Phys. Rev. B 73 (2006) 184109
- G. ZIMMERER
Luminescence spectroscopy with synchrotron radiation: History, highlights, future.
J. Lumin. 119-120 (2006) 1
- N. ZOEGER ET AL.
Lead accumulation in tidemark of articular cartilage.
Osteoarthritis and Cartilage 14 (2006) 913
- YU. ZORENKO, M. PASHKOVSKY, A. VOLOSHINOVSKII, B. KUKLINSKI, M. GRINBERG
The luminescence of $CaWO_4:Bi$ single crystals.
J. Lumin. 116 (2006) 43
- YU. ZORENKO
Luminescence of La^{3+} and Sc^{3+} isoelectronic impurities in $Lu_3Al_5O_{12}$ single crystalline films.
Opt. Spectrosc. 100 (2006) 617
- E. ZYCH, J. TROJAN-PIEGZA
Low Temperature Luminescence of $Lu_2O_3:Eu$ upon Excitation with Synchrotron Radiation in the Vicinity of Band Gap Energy.
Chem. Mater. 18 (2006) 2199
- Preprints und Interne Berichte**
- F. ANIA, F.J. BALTA CALLEJA, S. HENNING, A. TIMMANN, E. BAER, A. HILTNER
USAXS study of the nanolayered structure of two alternating glassy polymers.
HASYLAB Annual Report 2006
- R. BRANDT, C. MEIER, G. REICHENAUER, H.-P. EBERT
Small and wide angle X-ray scattering investigation of SiO_x micro-encapsulated Na_2CO_3 hydrates.
HASYLAB 2006_3
- S. BRAXMEIER, G. REICHENAUER, H.-P. EBERT
Analysis of the porosity of expanded graphite upon infiltration with salt and salt hydrates.
HASYLAB 2006_2
- A. FLORES, M. PIERUCCINI, F.J. BALTA-CALLEJA
Recrystallization of PET annealed from the glassy state relating to the rigid amorphous phase.
HASYLAB Annual Report 2006
- G. GELONI, E.L. SALDIN, E.A. SCHNEIDMILLER, M.V. YURKOV
Fourier Optics Treatment of Classical Relativistic Electrodynamics.
DESY 06-127
- Longitudinal Wake Field for an Electron Beam Accelerated through a Ultra-High Field Gradient.
DESY 06-222
- Statistical Optics Approach to the Design of Beamlines for Synchrotron Radiation.
DESY 06-037
- G. GELONI, E. SALDIN, E. SCHNEIDMILLER, M. YURKOV
Fourier Optics Treatment of Classical Relativistic Electrodynamics.
DESY 06-127
- Longitudinal Wake Field for an Electron Beam Accelerated through a Ultra-High Field Gradient.
DESY 06-222
- Statistical Optics Approach to the Design of Beamlines for Synchrotron Radiation.
DESY 06-037
- S. LINSER, S.S. FUNARI, R. WILLUMEIT
The acyl chain composition influences the interaction of the antibacterial peptide NKCS with phosphatidyl-ethanolamine model membranes.
HASYLAB Annual Report 2006
- M. MARAZZI, P. HUANG
A user interface for programming in IGOR Pro.
HasyLab annual report 480-1343

C. SCHERDEL, T. SCHERB, G. REICHENAUER
Small-Angle-X-Ray-Scattering: An Indispensable Tool for the
Characterisation of Carbon Composites with Closed Pores.
HASYLAB 2006_1

I.A. VARTANYANTS, I.K. ROBINSON, I. MCNULTY, C. DAVID,
TH. TSCHENTSCHER, P. WOCHNER
Coherent X-ray Scattering and Lenseless Imaging in Material
Science, Chapter 6.4.3, p. 265, in XFEL The European X-Ray
Free-Electron Laser, Technical Design Report.
DESY 2006-097

Veröffentlichte Vorträge

**Proc. of 13. Vortragstagung der GDCh-Fachgruppe
Festkörperchemie und Materialforschung, Aachen/DE**
Z. Anorg. Allg. Chem. 632 (2006)

S. EBBINGHAUS, R. AGUIAR, D. LOGVINOVICH,
A. WEIDENKAFF
Stickstoff-Substitutionen in Perowskiten.
Z. Anorg. Allg. Chem. 632 (2006) 2087

U. RUSCHEWITZ, W. KOCKELMANN, B. ZIBROWIUS
Fehlordnung von C₂-Hanteln in der Hochtemperaturmodifikation
von Na₂C₂ und K₂C₂.
Z. Anorg. Allg. Chem. 632 (2006) 2100

I. STEIN, U. RUSCHEWITZ
Negative thermische Ausdehnung in wasserfreien Salzen der
Acetylendicarbonsäure.
Z. Anorg. Allg. Chem. 632 (2006) 2098

D. WANDNER, U. RUSCHEWITZ, M. ABD-ELMEGUID,
M.A. AHMIDA, O. HEYER
Synthese, strukturelle und physikalische Charakterisierung von
EuC₂.
Z. Anorg. Allg. Chem. 632 (2006) 2099

Proc. of ECRS 7, Berlin/DE

Mater. Sci. Forum 524-525 (2006)

H.A. CROSTACK, U. SELVADURAI-LASSL, W. TILLMANN,
M. GATHEN, C. KRONHOLZ, T. WROBLEWSKI, A. ROTHKIRCH
Residual stresses in sintered diamond-cobalt composites.
Mater. Sci. Forum 524-525 (2006) 787

B. HASSE, M. KOCAK, W. REIMERS
Determination of residual stress fields with high local resolution.
Mater. Sci. Forum 524-525 (2006) 279

C. JURICIC, H. PINTO, T. WROBLEWSKI, A. PYZALLA
Dependence of Oxidation Behavior and Residual Stresses in Oxide
Layers on Armco Iron Substrate Surface Condition.
Mater. Sci. Forum 524-525 (2006) 968

T. MANNS, J. GIBMEIER, B. SCHOLTES
Determination of real space residual stress distributions $\sigma_{ij}(z)$ of
surface treated materials with diffraction methods Part I:
Angle-dispersive approach.
Trans Tech Publications (2006) 31

E. WILD, W. REIMERS
Residual stresses and microstructure in the rail/wheel contact zone
of a worn railway wheel.
Mater. Sci. Forum 45 (2006) 1155

T. WROBLEWSKI, A. BJEUMIKHOV, B. HASSE
Micro diffraction imaging of bulk polycrystalline materials.
Mater. Sci. Forum 524-525 (2006) 278

Proc. of EPAC'06, Edinburgh/UK

EPS-AG (2006)

A. AZIMA, S. DÜSTERER, H. SCHLARB, J. FELDHAUS,
A. CAVALIERI, D. FRITZ, K. SENGSTOCK
Jitter Measurement by Spatial Electro-Optical Sampling at the
Flash Free Electron Laser.
EPS-AG (2006) 71

H. SCHLARB ET AL.
Comparative Study of Bunch Length and Arrival Time
Measurements at FLASH.
JACoW (2006) 3

M. TISCHER, K. BALEWSKI, M. SEIDEL, L. YONGJUN,
P. VOBLY, V. KUZMINYKH, A. KRASNOV, K. ZOLOTARIOV,
E. LEVICHEV
Status of the PETRA III Damping Wigglers.
Joint Accelerator Conferences Website (JACoW) (2006) 3565

V. ZIEMANN, N. JAVAHIRALY, P. VAN DER MEULEN,
M. LARSSON, E. SALDIN, H. SCHLARB, E. SCHNEIDMILLER,
A. WINTER, M. YURKOV
Technical Aspects of the Integration of the Optical Replica
Synthesizer for the Diagnostics of Ultra-Short Bunches in FLASH
at DESY.
JACoW (2006) 3

Proc. of ISLNOM-4, Prague/CZ

Czech Technical University in Prague (2006)

V. KOLOBANOV, V. MIKHAILIN, N. PETROVNIN, D. SPASSKY,
V. RANDOSHKIN, N. VASILIEVA
Excitonic structure in GGG single crystalline films.
Czech Technical University in Prague (2006) 38

N. KRUTYAK, M. GRINBERG, A. KORNYLO, M. PASHKOVSKY,
V. SAVCHIN, D. SPASSKY
Luminescent properties of PbWO₄:F single crystals under different
excitations.
Czech Technical University in Prague (2006) 117

P. LYKOV, L. IVLEVA, I. VORONINA, L. BEREZOVSKAYA,
V. KOLOBANOV, D. SPASSKY
MgMoO₄: growth experiment, optical and luminescence
properties.
Czech Technical University in Prague (2006) 46

V. RANDOSHKIN, N. VASILIEVA, V. KOLOBANOV,
V. MIKHAYLIN, N. PETROVNIN, D. SPASSKY, N. SYSOEV,
M. TIMOSHECHKIN

Tb-containing single crystal garnets as materials for radiographic screens.

Czech Technical University, Prague (2006) 130

D. SPASSKY, I. KITAEVA, V. KOLOBANOV, V. MIKHAILIN, L. IVLEVA, I. VORONINA

Luminescence properties of the perspective laser host single crystals SrWO₄ and BaWO₄.

Czech Technical University in Prague (2006) 135

YU. ZORENKO ET AL.

Luminescence and scintillation properties of Pr-doped single crystalline films of garnets and perovskites.

Czech Technical University (2006) 124

Proc. of ISSRNS-8, Zakopane/PL

Acta Phys. Pol. A 109 (2006)

A. BANAS, K. BANAS, G. FALKENBERG, G. DYDUCH, W.M. KWIATEK

Elemental mapping of prostate tissue by micro-SRIXE.

Acta Phys. Pol. A 109 (2006) 329

E. DYNOWSKA, W. SZUSZKIEWICZ, A. SZCZEPANSKA, P. ROMANOWSKI, C. LATHE

High-Pressure Phase Transitions in (CdMn)Te and Cd(TeSe) Ternary Compounds.

Synchrotron Rad. in Nat. Sci. 5 (2006) 60

K. DZIEDZIC-KOCUREK, A. BANAS, W.M. KWIATEK, J. STANEK

XANES and Mössbauer spectroscopy in study of iron valance states in tissues.

Acta Phys. Pol. A 109 (2006) 347

W.M. KWIATEK, A. BANAS, K. BANAS, A. KISIEL, G. CINQUE, G. FALKENBERG

Preliminary study on chemical speciation of sulphur in cancerous tissues.

Acta Phys. Pol. A 109 (2006) 389

W.M. KWIATEK, A. BANAS, K. BANAS, M. PODGORCZYK, G. FALKENBERG, G. DYDUCH, M. GAJDA, T. CICHOCKI

Distinguishing prostate cancer from hyperplasia.

Acta Phys. Pol. A 109 (2006) 383

C. LATHE, H.J. MUELLER, F.R. SCHILLING, H.J. REICHMANN, J. LAUTERJUNG

HARWI-II: A New High Pressure Beamline Equipped with a Large-Volume Press, MAX200x.

Synchrotron Rad. in Nat. Sci. 5 (2006) 114

Proc. of LUMDETR 2006, Lviv/UA

LIGA_PRESS (2006)

I.V. BEREZOVSAYA, N.P. EFRYUSHINA,

A.S. VOLOSHINOVSKII, G.B. STRYGANYUK, P.V. PIR, V.P. DOTSENKO

Luminescence and Thermoluminescence of Alkaline Earth Metaborates.

LIGA_PRESS (2006) 257

YA.M. CHORNODOLSKYY, A.S. VOLOSHINOVSKII, S.V. MYAGKOTA, G.B. STRYGANYUK, I.P. PASHUK, I.V. STEFANSKY, M.V. TOKARIVSKYY

Modification of CsI luminescent characteristics by CsCl activation. LIGA-PRESS (2006) 253

V.P. DOTSENKO, I.V. BEREYOVSAYA, N.P. EFRYUSHINA, A.S. VOLOSHINOVSKII, G.B. STRYGANYUK

Luminescent properties of alkaline earth borates doped with lanthanides.

LIGA-PRESS (2006) 54

L. KOSTYK, G. STRYGANYUK, A. NOSENKO, O. TSVETKOVA

Luminescence properties of Ca₃Ga₂Ge₄O₁₄ crystals.

LIGA-PRESS (2006) 258

M. PIDZYRAILO, G. STRYGANYUK, V. VISTOVSKYY,

A. VOLOSHINOVSKII, R. GAMERNYK, S. KHARAMBURA

Luminescence of Cs₃LaI₆ nanocrystals dispersed in CsI matrix.

LIGA-PRESS (2006) 255

M. PIDZYRAILO, V. VISTOVSKYY, A. VOLOSHINOVSKII, G. STRYGANYUK, O. BOVGYRA

Interband luminescence in Cs₂CdI₄ single crystals.

LIGA-PRESS (2006) 252

P. SAVCHYN, A. VOLOSHINOVSKII, G. STRYGANYUK, P. RODNYI, O. ANTONYAK, S. MYAGKOTA, Z. KHAPKO

New prospects: Pure and Ce doped K₂LaCl₅ phase embedded into KCl host.

LIGA-PRESS (2006) 147

P. SAVCHYN, S. MYAGKOTA, T. DEMKIV, G. STRYGANYUK, JU. DATSUK, A. VOLOSHINOVSKII

Luminescent properties of Sn-based microcrystals embedded in CsBr matrix.

LIGA-PRESS (2006) 214

S.V. SYROTYUK, YA.M. CHORNODOLSKYY, G.B. STRYGANYUK, A.S. VOLOSHINOVSKII, P.A. RODNYI

The analysis of core-valence luminescence in CsCl on base of electronic energy bands, evaluated within mixed basis approach.

LIGA-PRESS (2006) 126

Proc. of MFMN 2006, Cranfield, Bedfordshire/UK

euspen (2006)

A. LANKINEN, T. LANG, S. SUIHKONEN, T.O. TUOMI, M. ODNOLYUDOV, V. BOUGROV, P.J. MCNALLY,

A.N. DANILEWSKY, P. BERGMAN, R. SIMON

Dislocations at the interface between sapphire and GaN. euspen (2006) 37

O. REENTILÄ, A. LANKINEN, A. SÄYNÄTJOKI, M. MATTILA, T.O. TUOMI, H. LIPANEN, L. O'REILLY, P.J. MCNALLY

In situ reflectance monitoring of thick GaAsN layers.

euspen (2006) 29

T.O. TUOMI, A. LANKINEN, A. SÄYNÄTJOKI, P.J. MCNALLY, Y. ZHILYAEV, L. FEDOROV

Dislocations of GaAs p-i-n diode structures grown by hydride vapour phase epitaxy.

euspen (2006) 130

Proc. of SCINT 2005, Alushta/UA

NTC „Institute for Single Crystals“ (2006)

O. CHUKOVA, S. NEDILKO, V. SCHERBATSKYI
Effects of RE doping on formation of emission centers in PbWO₄ crystals.

NTC „Institute for Single Crystals“ (2006) 354

YU.A. HIZHNYI, S.G. NEDILKO
Ab-initio investigation of luminescence centres in tungstate crystals.

NAS of Ukraine (2006) 358

S.N. IVANOV, V.N. KOLOBANOV, V.V. MIKHAILIN,
O.V. RZHEVSKAYA, D.A. SPASSKY, B.I. ZADNEPROVSKI,
L. JONSSON, G. SVENSSON
Luminescence of the set of tungstate crystals with wolframite structural type.

NTC „Institute for Single Crystals“ (2006) 375

M. KIRM, V. BABIN, A. GEKTIN, V. NAGIRNYI, N. SHIRAN,
V. VORONOVA, V. NESTERKINA, K. SHIMAMURA,
E.G. VILLORA

Spectroscopic investigations of fluoride based scintillating materials.

National Academy of Sciences of Ukraine (2006) 20

I. KITAEVA, V. KOLOBANOV, V. MIKHAILIN, D. SPASSKY,
O. BARINOVA, S. KIRSANOVA, L. IVLEVA, I. VORONINA
Investigation of Molybdate Single Crystals with Light Cations.

NTC „Institute for Single Crystals“ (2006) 44

V.N. MAKHOV, M. KIRM, G. ZIMMERER
Intrinsic luminescence of CsF.

ISMA (2006) 74

V. NAGIRNYI ET AL.
Conduction band structure in oxyanionic crystals.

Institute for Scintillation Materials (2006) 36

S. NEICHEVA, N. SHIRAN, M. KIRM, M. WEBER,
K. SHIMAMURA
Intrinsic scintillations in LiCaAlF₆ crystals.

National Academy of Sciences of Ukraine (2006) 67

T.N. NIKOLAENKO, YU.A. HIZHNYI, S.G. NEDILKO
Theoretical investigation of the optical and luminescence properties of ZnWO₄ and CdWO₄.

NAS of Ukraine (2006) 40

E. RADZHABOV, M. KIRM, A. EGRANOV,
A. NEPOMNYASHCHIKH, A. MYASNIKOVA
Mechanism of exciton suppression in alkali-earth fluorides doped with La, Y, Cd.

National Academy of Sciences of Ukraine (2006) 60

N. SHIRAN, A. GEKTIN, V. NESTERKINA, V. BAUMER,
M. KIRM, V. NAGIRNYI, K. SHIMAMURA, E. VILLORA
Energy Conversion of UV, VUV and X-ray Radiation into Red Emission in Ca_{1-x}Eu_xF_{2+x} Crystal.

National Academy of Sciences of Ukraine (2006) 419

Y. ZORENKO, V. GORBENKO, I. KONSTANKEVYCH,
V. SAVCHYN, T. ZORENKO, S. NEDILKO, M. BATENCHUK,
A. OSVET, A. WINNACKER, G. ZIMMERER
Growth and scintillation properties of single crystalline films of Tb₃Al₅O₁₂:Ce garnet.

Akta (2006) 219

YU. ZORENKO ET AL.
Scintillation and luminescence properties of the YAP and LuAP:Ce single crystalline films in comparison with their bulk crystal analogues.

Akta (2006) 211

Scintillation and luminescence properties of the YAP:Ce and LuAP:Ce single crystalline films in comparison with their bulk crystal analogues.

NTC „Institute for Single Crystals“ (2006) 211

Scintillators based on YAG:Ce and LuAG:Ce single crystalline films: non-trivial advantages over bulk crystal analogues.

NTC „Institute for Single Crystals“ (2006) 205

Proc. of SPIE2006, San Diego/USA

SPIE (2006)

F. BECKMANN, T. DONATH, J. FISCHER, T. DOSE,
T. LIPPMANN, L. LOTTERMOSER, R.V. MARTINS,
A. SCHREYER

New developments for synchrotron-radiation-based microtomography at DESY.

SPIE (2006) 631810

H.-A. CROSTACK, J. NELLESEN, G. FISCHER, S. SCHMAUDER,
U. WEBER, F. BECKMANN

Tomographic Analysis and FE-Simulations of MMC-Microstructures under Load.

SPIE – The international Society for Optical Engineering (2006) 63181A

M. DALSTRA, P.M. CATTANEO, F. BECKMANN, M.T. SAKIMA,
C. LEMOR, M.G. LAURSEN, B. MELSEN

Microtomography of the human tooth-alveolar bone complex.

SPIE (2006) 04

T. DONATH, F. BECKMANN, A. SCHREYER
Image metrics for the automated alignment of microtomography data.

SPIE (2006) 631818

B. MÜLLER ET AL.
Anatomy of the murine and human cochlea visualized at the cellular level by synchrotron-radiation-based microcomputed tomography.

SPIE (2006) 631807

B. MÜLLER, M. GERMANN, D. JEAMONOD, A. MOREL
Three-dimensional assessment of brain tissue morphology.

SPIE (2006) 631805

C.G. SCHROER ET AL.
Full-field and scanning microtomography based on parabolic refractive x-ray lenses.

SPIE (2006) 63181H

T. WALTHER, K. TERZIC, T. DONATH, H. MEINE,
F. BECKMANN, H. THOEMEN
Microstructural analysis of lignocellulosic fiber networks.
SPIE (2006) 631812

F. WITTE, J. FISCHER, J. NELLESEN, F. BECKMANN
Microtomography of Magnesium Implants in Bone and their
Degradation.
SPIE (2006) 631806

Proc. of SR-2006, Novosibirsk/RU
NFI (2006)

A.P. MENSCHENOV, R.V. CHERNIKOV, O.V. KASHURNIKOVA,
K.V. KLEMENTIEV, G.KH. PANOVA, A.A. SHIKOV
Local structure of Zr₇₀Pd₃₀: EXAFS data analysis.
NFI (2006) 76

A.P. MENSCHENOV, R.V. CHERNIKOV, V.V. SIDOROV,
K.V. KLEMENTIEV, P.A. ALEKSEEV, V.N. LAZUKOV,
K.S. NEMKOVSKI, E.V. NEFEDOVA
Correlation of the local electronic and crystalline structure in the
mixed-valent rare-earth compounds.
INP (2006) 69

V. PUSTOVAROV, V. IVANOV, M. KIRM, A. KIKAS, K. KOOSER,
T. KAAMBRE, A. KRUSHALOV, E. ZININ
Inner-shell excitation of intrinsic luminescence and resonantly
excited X-ray fluorescence at Be 1s edge in oriented BeO crystals.
Budker Institute of Nuclear Physics SB RAS (2006) 66

Proc. of XAFS13, Stanford/USA
AIP (2006)

R.V. CHERNIKOV, A.P. MENSCHENOV, V.V. SIDOROV,
K.V. KLEMENTIEV, P.A. ALEKSEEV, K.S. NEMKOVSKI,
E.V. NEFEDOVA
Local structure peculiarities of EuCu₂Si₂: XAFS data analysis.
AIP (2006) TU-PO.67, 123, DESY 03-547

K.V. KLEMENTIEV, A.P. MENSCHENOV, R.V. CHERNIKOV,
O.V. KASHURNIKOVA, G.KH. PANOVA, A.A. SHIKOV
XAFS-study of Zr-based quasicrystals.
AIP (2006) WE-PO.67, 222

A.P. MENSCHENOV, R.V. CHERNIKOV, V.V. SIDOROV,
P.A. ALEKSEEV, E.V. NEFEDOVA, K.S. NEMKOVSKI,
K.V. KLEMENTIEV
XAFS of homogeneous mixed valent state in Sm(Y)S.
AIP (2006) WE-PO.85, 233, DESY 05-685; DESY 03-545

Weitere Konferenzen

M. ALTARELLI
Resonant X-ray Scattering: a Theoretical Introduction.
Proc. of Magnetism: a Synchrotron Radiation Approach,
Mittelwahr/FR
Springer (2006) 201

N.H. ANDERSEN, J. JENSEN, T.B.S. JENSEN, R. PINHOLT,
M. v. ZIMMERMANN, K. NØRGAARD TOFT,
A.B. ABRAHAMSEN, P. HEDEGÅRD, P.C. CANFIELD
Magnetic and quadrupolar ordering in TmNi₂B₂C.
Proc. of ICNS2005, Sydney/AU
Physica B 385-386 (2006) 63

C. BARBATTI, F. SKET, D. EYIDI, J. GARCIA, A. PYZALLA
SEM and TEM Investigations of (W,Ti)C-(Co,Ni,Fe) Graded
Hardmetals.
Proc. of 12. Internationale Metallographie-Tagung, Leoben/AT
Werkstoff-Informationsgesellschaft mbH (2006) 239

R. BERNHARDT, D. SCHARNWEBER, B. MÜLLER,
F. BECKMANN, J. GOEBBELS, J. JANSEN, H. SCHLIEPHAKE,
H. WORCH
3D analysis of bone formation around titanium implants using
micro computed tomography (μ CT).
Proc. of SPIE2006, San Diego/USA
The SPIE-The International Society for Optical Engineering
(2006) 631807

M. DALSTRA, P.M. CATTANEO, F. BECKMANN
Three-dimensional structure of the dentoalveolar process studied
with synchrotron radiation-based microtomography.
Proc. of 8th International Conference on Biological Mechanisms
of Tooth Eruption, Resorption and Movement, Phuket/TH
The Harvard Society for the Advancement of Orthodontics (2006)
245

E. FELDBACH, A. KOTLOV, I. KUDRYAVTSEVA, P. LIBLIK,
A. LUSHCHIK, A. MAAROOS, I. MARTINSON, V. NAGIRNYI,
E. VASILCHENKO
Low-temperature irradiation effects in lithium orthosilicates.
Proc. of REI-2005, Santa Fe/USA
Nucl. Instrum. Methods B 250 (2006) 159

F. FIERZ, B. LEUKERS, Ö. DEGISTIRICI, S. IRSEN,
F. BECKMANN, B. MÜLLER
Design and Characterization of 3D-Printed Hydroxyapatite
Scaffolds using Synchrotron-Radiation-based Micro Computed
Tomography.
Proc. of Annual Meeting of the Swiss Society of Biomaterials
2006, Grenchen/CH
Eur. Cells Mat. 11 (2006) 22

G. FLEISSNER, B. STAHL, G. FLEISSNER, G. FALKENBERG
Magnetic nanoparticles alone are not able to explain
ironmineral-based magnetoreception in birds.
Proc. of 24th International Ornithological Congress, Hamburg/DE
Acta Crystallogr. C, Cryst. Struct. Commun. 147 (2006) 74

M. FROTSCHER, W. KLEIN, B. ALBERT, N. COMBES,
J. BAUER, C.M. FANG, J.-F. HALET
M₂B₄ vs. M₂W₄ structure type (M = Mo, W): a new DFT and
crystal structure study.
Proc. of Modellierungen in der Festkörper und Materialchemie, 13
th Conference of GDCh Division for Solid State Chemistry and
Material Research, Aachen/DE
Z. Anorg. Allg. Chem. 12-13 (2006) 2165

- G. GELONI, E. SALDIN, E. SCHNEIDMILLER, M. YURKOV
Fourier Optics Treatment of Classical Relativistic
Electrodynamics.
Proc. of FEL2006, Berlin/DE
JACoW (2006) 501
- G. GELONI, E. SALDIN, E. SCHNEIDMILLER, M. YURKOV
Fourier Optics Treatment of Classical Relativistic
Electrodynamics.
Proc. of FEL2006, Berlin/DE
BESSY, JACoW (2006) 501
- J.-C. GRIVEL ET AL.
Combined X-ray and electron microscopy study of MgB₂ powders,
wires and tapes.
Proc. of EUCAS'05, Vienna/AT
J. Phys., Conf. Ser. 43 (2006) 107
- J.-C. GRIVEL, N.H. ANDERSEN, R. PINHOLT, P. KOVA,
I. HUSEK, W. HÄSSLER, M. HERRMANN, O. PERNER,
C. RODIG, J. HOMEYER
In-situ studies of Fe₂ phase formation in MgB₂ wires and tapes by
means of high-energy x-ray diffraction.
Proc. of EUCAS'05, Vienna/AT
J. Phys., Conf. Ser. 43 (2006) 123
- U. HAAKE, D. LÜTZENKIRCHEN-HECHT, R. FRAHM
In-situ electrochemical lithium intercalation into amorphous oxide
thin films.
Proc. of ECASIA '05, Vienna/AT
Surf. Interface Anal. 38 (2006) 334
- A. HAGEN, J. OESTBY
Oxidation States of Mn, Cr, and Co in Mixed Spinel Studied by
XANES.
Proc. of Lucerne Fuel Cell Forum 2006, Lucerne/CH
European Fuel Cell Forum (2006)
- S.H. IRSEN, B. LEUKERS, C. TILLE, F. BECKMANN,
B. MÜLLER, H. SEITZ
Image-based analysis of 3D-printed scaffolds for bone
augmentation.
Proc. of Annual Meeting of the Swiss Society of Biomaterials
2006, Grenchen/CH
Eur. Cells Mat. 11 (2006) 11
- A. LENGVEL, M. KOTALOVA, D. UHRIKOVA, S.S. FUNARI,
P. BALGAVY
Interaction of DNA with lipid bilayers in presence metal cations.
Proc. of The 35th Conference of Synthesis and Analysis of Drugs,
Velke Karlovice/CZ
University of Veterinary and Pharmaceutical Sciences (2006) 106
- Interaction of DNA with liposomes in presence of bivalent cations.
Proc. of 29th Days of Medical Biophysics, Bratislava/SK
Bratislava Medical J 107 (2006) 160
- S. LINSER, S.S. FUNARI, R. WILLUMEIT
Development of New Antimicrobial Peptides and Their Interaction
with Model Membranes.
Proc. of 31th FEBS Congress. Molecules in Health and Disease.,
Istanbul/TR
FEBS J. 273 (2006) 70
- D.H. LUMB, M. BAVDAZ, D. MARTIN, A. OWENS,
A. PEACOCK, S. NENONEN, H. ANDERSSON
GaAs array fabrication.
Proc. of Proc. of the SPIE, San Diego/USA
SPIE (2006) 627614
- A. LUSHCHIK, CH. LUSHCHIK, M. KIRM, V. NAGIRNYI,
F. SAVIKHIN, E. VASILCHENKO
Defect creation caused by the decay of cation excitons and hot
electron-hole recombination in wide-gap dielectrics.
Proc. of REI-2005, Santa Fe/USA
Nucl. Instrum. Methods B 250 (2006) 330
- A. LUSHCHIK, S. DOLGOV, T. KÄRNER, CH. LUSHCHIK,
K. SCHWARTZ, E. VASILCHENKO
Peculiarities of long-lived defect creation under irradiation of
metal fluorides and oxides by photons, electrons and ions.
Proc. of RPC-13, Tomsk/RU
Russian Physics Journal 49 (2006) 9
- D. LÜTZENKIRCHEN-HECHT, H.-H. STREHLOW
The anodic oxidation of silver in NaOH: Electrochemistry, ex-situ
XPS and in-situ X-ray absorption spectroscopy.
Proc. of ECASIA '05, Vienna/AT
Surf. Interface Anal. 38 (2006) 690
- E. MAEHLMANN, T. MATTEI, B. PIEP, B. BRENNER, T. KRAFT
Structural properties of two MgADP.AIF₄ states: Is the AIF-II-state
structurally similar to cross-bridges during isometric contraction?
Proc. of Annual Meeting of the Biophysical Society USA, Salt
Lake City/USA
Biophys. J. 90/3 (2006) 495a
- B.A. ORLOWSKI, P. DZIAWA, B. KOWALSKI, I. KOWALIK,
M. PIETRZYK, V. OSINNIY, T. STORY, S. MICKIEWICZ,
R.L. JOHNSON
Resonant photoemission study of Eu_{1-x}Gd_xTe layers.
Proc. of ICTF13/ACSIN8, Stockholm/SE
Appl. Surf. Sci. 252 (2006) 5379
- J. PADEZNIK GOMILSEK, A. KODRE, I. ARCON
Absorpcija rentgenske svetlobe v atomarnem kaliju.
Proc. of 5. konferenca fizikov v osnovnih raziskavah, Gozd
Maruljek/SI
DMFA, Založništvo (2006) 20
- A. PIETNOCZKA, R. BACEWICZ, S. SCHORR
Local structure in (MnS)_{2x}(CuInS₂)_{1-x} alloys.
Proc. of ICTMC 15, Kyoto/JP
Phys. Status Solidi A 203 (2006) 2746

- H. PINTO, J. BRUCKNER, H. HACKL, A. PYZALLA
Microstructure Formation in CMT-, MIG- and Laser-Hybrid Aluminium Welds.
Proc. of 12. Internationale Metallographie-Tagung, Leoben/AT
Werkstoff-Informationsgesellschaft mbH (2006) 247
- D. ROLLES ET AL.
Probing the transition from non-localization to localization by K-shell photoemission from isotope-substituted N₂.
Proc. of X-05, Melbourne/AU
Radiat. Phys. Chem. 75 (2006) 1514
- G.J. SCHNEIDER, D. GÖRITZ
Structural Changes of Precipitated Silica in Stressed Elastomers.
Proc. of DKT 2006, Nürnberg/DE
Deutsche Kautschuk Gesellschaft (2006) 321
- G.J. SCHNEIDER, S.V. ROTH, D. GÖRITZ
Evaluating the Changes in Structural Parameters Due To a Restricted q-Range in Scattering Experiments.
Proc. of KHK 2006, Hannover/DE
Deutsches Institut für Kautschuktechnologie e.V. (2006) 247
- A. SCHROPP, I. VARTANYANTS, C.G. SCHROER, E. WECKERT, C. MOCUTA, T. METZGER, O. KUPAROVA
Coherent X-ray Diffraction Imaging Experiment on ID01 at ESRF.
Proc. of XRM-2005, Himeji/JP
The Institute of Pure and Applied Physics (2006) 383
- A. SENYSHYN, L. VASYLECHKO, H. BOYSEN, H. EHRENBERG, M. HOELZEL, T. HANSEN, H. FUESS
Thermal expansion and atomic vibrations in CaWO₄ studied by neutron and synchrotron powder diffraction.
Proc. of ECM23, Leuven/BE
Acta Crystallogr. A, Found. Crystallogr. 62 (2006) s117
- C. SIEMERS, J. ROESLER, P. JENCUS, J. ERWERT
Verbundwerkstoffe und Werkstoffverbunde.
Proc. of 9. Werkstofftechnisches Kolloquium, Chemnitz/DE
Eigenverlag, Chemnitz (2006) 108
- W. SKROTZKI, B. KLOEDEN, C.-G. OERTEL, N. SCHEERBAUM, H.-G. BROKMEIER, S. SUWAS, L.S. TOTH
Texture gradient in fcc metals deformed by equal channel angular pressing as a function of stacking fault energy.
Proc. of TMS Annual Meeting 2006, San Antonio/USA
TMS (The Minerals, Metals & Materials Society) (2006) 283,
HASYLAB Annual Report 2006
- G. TATON, M. KARWALA-SZYTULA, T. ROK, E. ROKITA, Z. TABOR, A. WROBEL, F. BECKMANN, T. DONATH, J. FISCHER
The Influence of Extremely Low Frequency Magnetic Field on the Mineralization Process.
Proc. of 33rd European Symposium on Calcified Tissues, Prague/CZ
Cal. Tiss. Int. 78 (2006) S70
- E. VASILCHENKO, I. KUDRYAVTSEVA, T. KÄRNER, A. LUSHCHIK, V. NAGIRNYI, S. NAKONECHNYI
Creation of stable defects by VUV radiation, electrons and swift ions in LiF crystals at 8 or 300 K.
Proc. of RPC-13, Tomsk/RU
Russian Physics Journal 49 (2006) 111
- A. VOLOSHINOVSKII, S. MYAGKOTA, G. STRYGANYUK
Luminescence of nanocrystals embedded in dielectric matrices.
Proc. of 6th European Conference on Luminescent Detectors and Transformers of Ionizing Radiation (LUMDETR 2006), Lviv/UA
LIGA-PRESS (2006) 8
- T. WALTHER, H. THOEMEN, K. TERZIC, H. MEINE
New opportunities for the microstructural analysis of wood fibre networks.
Proc. of EPPS 2006, Llandudno/UK
The BioComposites Centre (2006) 23
- F. WITTE, J. FISCHER, P. MAIER, C. BLAWERT, M. STOERMER, N. HORT
Magnesium-Hydroxyapatite Composites as an Approach to Degradable Biomaterials.
Proc. of 7th International Conference on Magnesium Alloys and their Applications, Dresden/DE
Wiley-VCH (2006) 958
- A.J. WOJTOWICZ, W. DROZDOWSKI, D. WISNIEWSKI, J.L. LEFAUCHEUR, Z. GALAZKA, Z.H. GOU, T. LUKASIEWICZ, J. KISIELEWSKI
Scintillation properties of selected oxide monocrystals activated with Ce and Pr.
Proc. of Polish-French-Israeli Symposium on Spectroscopy of Modern Materials in Physics, Bedlewo/PL
Opt. Mater. 28 (2006) 85
- J. WOLLSCHLÄGER, C. DEITER, M. BIERKANDT, A. GERDES, M. BÄUMER, C.R. WANG, B.H. MÜLLER, K.R. HOFMANN
Homogeneous Si Films on CaF₂/Si(111) due to Boron Enhanced Solid Phase Epitaxy.
Proc. of ECOSS 23, Berlin/DE
Surf. Sci. 600 (2006) 5

Weitere Vorträge wurden von HASYLAB-Mitarbeitern auf folgenden Konferenzen und Tagungen gehalten:

- HASYLAB Users Meeting, Hamburg/DE (01/2006)
HasyLab Users Meeting 2006, XAFS Satellite Meeting, Hamburg/DE (01/2006)
Gordon Research Conference on Photoions, Photoionization and Photodetachment, Santa Barbara/USA (01/2006)
ECDM IV, Brandenburg/DE (01/2006)
PHEDM 2006, Hirschegg/AT (01/2006)
HERCULES, Grenoble/FR (02/2006)
4th Meeting EDEMAT Network, Alicante/ES (02/2006)

- Workshop by AK14 of DGK, Aachen/DE (02/2006)
- Workshop on X-ray Absorption Spectroscopy and Micro-Spectroscopic Techniques, Villigen/CH (02/2006)
- 16th ESRF Users Meeting, Grenoble/FR (02/2006)
- Freiburger Makromolekulares Kolloquium, Freiburg/DE (02/2006)
- 21st General Conference of the Condensed Matter Division of European Physical Society, Dresden/DE (03/2006)
- SKZ-Fachtagung „Innovative Standardkunststoffe eröffnen neue Märkte“, Würzburg/DE (03/2006)
- DPG 2006, Dresden/DE (03/2006)
- Invited seminar – BESSY, Berlin/DE (03/2006)
- Research Course on New X-ray Sciences Scientific Applications of Coherent X-ray Radiation, Hamburg/DE (03/2006)
- HGF-Workshop “Condensed Matter“, Jülich/DE (03/2006)
- Research Courses on New X-ray Sciences, Scientific Applications of Coherent X-ray Radiation, Hamburg/DE (03/2006)
39. Jahrestreffen Deutscher Katalytiker, Weimar/DE (03/2006)
- NCCC ‘The Netherlands’ Catalysis and Chemistry Conference, Noordwijkerhout/NL (03/2006)
- DPG/EPS 2006, Dresden/DE (03/2006)
- Leopoldina-Meeting – Der Knochen als Archiv, Munich/DE (03/2006)
- British-German Frontiers of Science Symposium, Wyboston/UK (03/2006)
- International Workshop on Dynamics of Artificial and Biological Membranes, Gomadingen/DE (03/2006)
- ICTMC 15, Kyoto/JP (03/2006)
- DPG 2006, Frankfurt/DE (03/2006)
- Hemdsärmelkolloquium, Kiel/DE (03/2006)
- Chemiedozententagung, Hamburg/DE (03/2006)
- XIII. OFPIP, Mühlleithen, Vogtland/DE (03/2006)
- Detectors for XFEL, Abingdon/UK (03/2006)
- Joint German-Polish Meeting on Crystal Growth, Berlin/DE (03/2006)
- EGU General Assembly, Vienna/AT (04/2006)
- Second International Congress on Operando Spectroscopy, Toledo/ES (04/2006)
- Backbone of the Americas Patagonia to Alaska, Mendoza/AR (04/2006)
- 2006 MRS Spring Meeting, San Francisco/USA (04/2006)
- Nanocomposites 2006, Montpellier/FR (04/2006)
- ISA 2006, Givinazzo/IT (04/2006)
- DGK 2006, Freiburg/DE (04/2006)
- 2nd Workshop of the Oxygen Reduction Network, Ulm/DE (04/2006)
- HB2006, Tsukuba/JP (05/2006)
- ISTDM 2006, Princeton/USA (05/2006)
- HSC1, Grenoble/FR (05/2006)
- E-MRS Spring Meeting, Nice/FR (05/2006)
- E-MRS 2006, Nice/FR (05/2006)
- FA 13 – Eigenspannungen der AWT, Munich/DE (05/2006)
- ACHEMA, Frankfurt/Main/DE (05/2006)
- Third International Scientific Seminar „Modern Methods of Diffraction Data Analysis (X-ray Topography, Diffractometry, Electron Microscopy)“, Veliky Novgorod/RU (05/2006)
- International Symposium on Surface Imaging/Spectroscopy at the Solid/Liquid Interface, Cracow/PL (05/2006)
- 2nd Int. Symposium on „Nanostructured and Functional Polymer-based Materials and Composites“ (NANOFUN-POLY), Lyon/FR (05/2006)
- PETRA III Workshop: First Micro-SAXS/WAXS Beamline, Hamburg/DE (05/2006)
- SRI 2006, Daegu/KR (05/2006)
- 37th ICFA Advanced Beam Dynamics Workshop on Future Light Sources, Hamburg/DE (05/2006)
- 33rd European Symposium on Calcified Tissues, Prague/CZ (05/2006)
- CGU 2006, Banff/CA (05/2006)
- AGU Joint assembly, Baltimore/USA (05/2006)
- 12th International Seminar on Physics and Chemistry of Solids, Lviv/UA (05/2006)
105. Hauptversammlung der Deutschen Bunsen-Gesellschaft für Physikalische Chemie, Erlangen/DE (05/2006)
- BAM Keramiktage, Berlin/DE (05/2006)
- III Congress of Department of Movement Disorder Society of Polish Neurological Society, Jurata/PL (05/2006)
- Bunsentagung 2006, Erlangen/DE (05/2006)
- The 9th International Conference on Synchrotron Radiation Instrumentation, Daegu/KR (05/2006)
- First MicroSAXS/WAXS Beamline Workshop at DESY, Hamburg/DE (05/2006)

- ISSRNS-8, Zakopane/PL (06/2006)
- Kolloquium des Instituts für Eisenhüttenkunde, Aachen/DE (06/2006)
- DGM-Tagung 2006, Berlin/DE (06/2006)
- 48th Polish Crystallographic Meeting, Wroclaw/PL (06/2006)
- 20th Bratislava International Conference on Macromolecules Advanced Polymeric Materials, Bratislava/SK (06/2006)
- EPAC'06, Edinburgh/UK (06/2006)
- 4th International Workshop on Characterization of Porous Materials: From Angstroms to Millimeters, Princeton/USA (06/2006)
- Gordon Research Conferences, High Pressure, Research At, Biddeford/USA (06/2006)
- COMPRES 5th Annual Meeting, Snowbird/USA (06/2006)
- EXRS 2006, Paris/FR (06/2006)
- 6th ICCG, Dresden/DE (06/2006)
80. Glastechnische Tagung, Dresden/DE (06/2006)
- Science et d'Ingenierie Supramoleculaires, Strassbourg/FR (06/2006)
- 48th Crystallographic Meeting, Wroclaw/PL (06/2006)
- Many-particle Spectroscopy of Atoms, Molecules, Clusters and Surfaces, Rome/IT (06/2006)
- 35th International School on the Physics of Semiconducting Compounds Jaszowiec 2006, Jaszowiec -Ustron/PL (06/2006)
- LUMDETR 2006, Lviv/UA (06/2006)
- ISLNOM-4, Prague/CZ (06/2006)
- International Workshop on Advanced Spectroscopy and Optical Materials, Gdansk/PL (06/2006)
- ION2006, Kazimierz Dolny/PL (06/2006)
- SAS 2006, Kyoto/JP (07/2006)
- Lucerne Fuel Cell Forum 2006, Lucerne/CH (07/2006)
- Seminar Institut für Werkstofftechnik, Freiberg/DE (07/2006)
- DKT 2006, Nürnberg/DE (07/2006)
- CARBON2006, Aberdeen/UK (07/2006)
- IMA Kobe, Kobe/JP (07/2006)
- XAFS13, Stanford/USA (07/2006)
- Russia-DESY Workshop on New Generation Light Sources, Moscow/RU (07/2006)
- 9SXNS, Taipei/TW (07/2006)
- International Lodging Seminar, Nagoya/JP (07/2006)
- ISSPIC XIII, Göteborg/SE (07/2006)
- SRPS3, Hyogo/JP (07/2006)
- ACA 2006, Honolulu/USA (07/2006)
- Gordon Research Conference on Electrodeposition, New York/USA (07/2006)
- 18th WCSS 2006, Philadelphia/USA (07/2006)
- 8th International Otto Schott Colloquium, Jena/DE (07/2006)
- NATO Advanced Research Workshop on Brilliant Light Facilities and Research in Life and Material Sciences, Yerevan/AM (07/2006)
- EURODIM 2006, Milano/IT (07/2006)
- ASC, Seattle/USA (08/2006)
- Mercury as a Global Pollutant, Madison/USA (08/2006)
- 1st European Chemistry Congress, Budapest/HU (08/2006)
- Polycondensation 2006, Istanbul/TR (08/2006)
- ECM23, Leuven/BE (08/2006)
- 2nd High-Pressure Workshop, Matsuyama/JP (08/2006)
- 5th Annual Denver X-ray Conference, Denver/USA (08/2006)
- 6th International Conference of the Balkan Physical Union (BPU6), Istanbul/TR (08/2006)
- FEL2006, Berlin/DE (08/2006)
- 16th Annual V. M. Goldschmidt Conference, Melbourne/AU (08/2006)
- ICPOC-18, Warsaw/PL (08/2006)
- 4th International Conference on DV-X α Method, Jeju/KR (08/2006)
- ESF Exploratory Workshop on Carbon-Based Nanostructured Composite Films, Gdansk/PL (08/2006)
- 7th International Congress on Catalysis and Automotive Pollution Control, Brussels/BE (08/2006)
- SPIE2006, San Diego/USA (08/2006)
- Gordon Research Conference on „Membranes: Materials and Processes“, New London, NH/USA (08/2006)
- 5th PSI Summer School on Condensed Matter Research, Zuoz/CH (08/2006)
- Sagamore XV, Warwickshire/UK (08/2006)
- CC-2006, Kharkov/UA (09/2006)
- SLONANO06, Ljubljana/SI (09/2006)
- RPC-13, Tomsk/RU (09/2006)
- ECRS 7, Berlin/DE (09/2006)

- Jahrestagung der Deutschen Mineralogischen Gesellschaft, Hannover/DE (09/2006)
- 3rd Central European Conference, Chemistry towards Biology, Cracow/PL (09/2006)
12. Internationale Metallographie-Tagung, Leoben/AT (09/2006)
- International Conference on Experimental Mineralogy, Petrology and Geochemistry, Bristol/UK (09/2006)
9. Werkstofftechnisches Kolloquium, Chemnitz/DE (09/2006)
- ECOSS 24, Paris/FR (09/2006)
- Biomaterials 2006, Essen/DE (09/2006)
- 44-th EHPRG, Prague/CZ (09/2006)
- Workshop on Properties of Ultrathin Magnetic Films, Bialowieza/PL (09/2006)
- ECSCRM2006, Newcastle upon Tyne/UK (09/2006)
- RMC 3, Budapest/HU (09/2006)
- EPDIC10, Geneva/CH (09/2006)
- ICfe06, Wroclaw/PL (09/2006)
- 5th International Conference on Inorganic Materials, Ljubljana/SI (09/2006)
- IUVSTA ECM-100 Special Symposium and Highlight Seminar, Seoul/KR (09/2006)
- Workshop on Modeling and Data for Electron Spectroscopies: Standardization of Surface Analysis Techniques, Brussels/BE (09/2006)
- Actinide-XAS-2006, Karlsruhe/DE (09/2006)
- E-MRS Fall Meeting 2006, Symposium A, Warsaw/PL (09/2006)
- Workshop on Irradiation-Assisted Methods of Formation and Modification of Metal Nanoparticles in Glasses, Halle/DE (09/2006)
- REFSANS Users Meeting, FRM II, Garching/DE (09/2006)
- DMG 2006, Hannover/DE (09/2006)
- IMC16, Sapporo/JP (09/2006)
- FISV 2006, Riva del Garda/IT (09/2006)
- 2nd User Workshop for SESAME, Al-Baqua University, Amman/JO (09/2006)
- 10th PSE, Garmisch-Partenkirchen/DE (09/2006)
13. Vortragstagung der GDCh-Fachgruppe Festkörperchemie und Materialforschung, Aachen/DE (09/2006)
- SPM Workshop 2006, Dresden/DE (09/2006)
- APERIODIC 2006, Zao, Miyagi/JP (09/2006)
- E-MRS Fall Meeting 2006, Warsaw/PL (09/2006)
- NCM10, Prague/CZ (09/2006)
- International Workshop on Crystallography at High Pressures, Dubna/RU (09/2006)
- E-MRS 2006, Warsaw/PL (09/2006)
- 1st International Summer School of MAINZ – MATCOR – Photoemission, Mainz/DE (09/2006)
- 2nd International Workshop on Hard X-ray Photoelectron Spectroscopy, Hyogo/JP (09/2006)
- XTOP 2006, Baden-Baden/DE (09/2006)
- ICFE 6, Wroclaw/PL (09/2006)
- WOE13, Ischia/IT (10/2006)
- COST P12 Conference on Crystallisation and Structure Formation of Polymers, Mittelwihr/FR (10/2006)
- German Conference for Research with Synchrotron Radiation, Neutrons and Ion Beams at Large Facilities 2006, Hamburg/DE (10/2006)
- SCS, Zurich/CH (10/2006)
- MFMN 2006, Cranfield, Bedfordshire/UK (10/2006)
- 11th International Workshop on Plasma-Facing Materials and Components for Fusion Applications, Greifswald/DE (10/2006)
- PNCS, Rhodes/GR (10/2006)
34. Kongress der Deutschen Gesellschaft für Rheumatologie gemeinsam mit der 20. Jahrestagung der Assoziation für Orthopädische Rheumatologie, Wiesbaden/DE (10/2006)
- Deutscher Kongress für Orthopädie und Unfallchirurgie, Berlin/DE (10/2006)
- Applied Biophysics Seminar, Garching/DE (10/2006)
- Symposium der Bundesanstalt für Materialprüfung, Berlin/DE (10/2006)
- ROLDUC 06, Kerkrade/NL (10/2006)
- Tagung der Deutschen Pharmazeutischen Gesellschaft, Marburg/DE (10/2006)
- EPPS 2006, Llandudno/UK (10/2006)
- SNI 2006, Hamburg/DE (10/2006)
- International Workshop on Atomic Physics, Dresden/DE (11/2006)
- CBECIMAT, Foz do Iguassu/BR (11/2006)
- Titan Anwenderseminar, Duebendorf/CH (11/2006)
- Soft Matter User Meeting, ILL, Grenoble/FR (11/2006)
- MRS Fall Meeting, Boston/USA (11/2006)

AICHe 2006 Annual Meeting (The American Institute of Chemical Engineers), San Francisco/USA (11/2006)

KHK 2006, Hannover/DE (11/2006)

Invited seminar – TU Eindhoven, Eindhoven/NL (11/2006)

Application of X-ray Absorption Technique for Determination of the Local Atomic and Electronic Structures of the Materials, Warsaw/PL (11/2006)

ICSFS-13, San Carlos di Bariloche/AR (11/2006)

AVS 53rd International Symposium, San Francisco/USA (11/2006)

Industrieforum „Bildgebende Röntgenverfahren – neue Einblicke in kleinste Strukturen“, Karlsruhe/DE (11/2006)

Physics Colloquium, Heidelberg/DE (11/2006)

7th International Conference on Magnesium Alloys and their Applications, Dresden/DE (11/2006)

DPT 2006, Berlin/DE (11/2006)

Groupe de Contact Rayonnement Synchrotron, Mons/BE (11/2006)

AGU Fall 2006, San Francisco/USA (12/2006)

Symposium des Instituts für Polymerforschung, Dresden/DE (12/2006)

From Diffraction to Imaging: International Symposium on Scanning Microbeam Small- and Wide-Angle Scattering of Hierarchically Structured Materials, Berlin/DE (12/2006)

XX CAC, Wisla/PL (09/2006)

Habilitationen

S. EBBINGHAUS

On the Structural and Phenomenological Diversity of Perovskites Containing 4d and 5d Transition Metals.

University of Augsburg (2006)

DESY II-96-72; DESY I-99-085; DESY II-00-044; DESY II-02-093; DESY II-03-044

J.-D. GRUNWALDT

In situ spectroscopic investigation of heterogeneously catalysed reactions in supercritical fluids.

ETH Zürich (2006)

W. PASZKOWICZ

Influence of pressure, temperature and composition on structural properties of selected semiconductor materials.

Institute of Physics PAS (2006)

Dissertationen

J. BARTUSSEK

Experimentelle Untersuchung der Fokussierungseigenschaften neuartiger reflektiver Beugungsoptiken.

CAU Kiel (2006)

E. BAUER

Statik und Kinetik der Entnetzung ultradünner Polymerfilme.

TU München (2006)

A. BERNAUS

Application of X-ray Synchrotron Based Techniques to the Study of the Speciation, Sorption and Bioavailability of Hg in Environmental and Biological Systems.

Universitat Autònoma de Barcelona (2006)

R. BERNHARDT

Dreidimensionale Charakterisierung der Osseointegration von Titanimplantaten mittels Mikrocomputertomographie.

Technische Universität Dresden (2006)

R. BOYKO

Synthesis and characterization of the double phosphates with langbeinit structure.

Kyiv National Taras Shevchenko University (2006)

M. CARAVATI

Catalytic and in situ spectroscopic studies on selective oxidation of alcohols in supercritical carbon dioxide.

ETH Zurich (2006)

V.S. CHEREMNYKH

Time-resolved luminescent vacuum ultraviolet spectroscopy of crystals with complex anion PO₄.

Urals State Technical University (2006)

T. DONATH

Quantitative X-ray Microtomography with Synchrotron Radiation.

Hamburg (2006)

J.P. FERNANDEZ-BLAZQUEZ

Synthesis, phase transitions and orientational phenomena in liquid crystalline polymers.

Complutense of Madrid, Spain (2006)

D. FOFANOV

Synthesis, characterization and physical properties of metal borides.

University of Hamburg (2006)

S. GORFMAN

Synchrotron X-ray diffraction study of site selective response in α -GaPO₄ crystals to a permanent external electric field.

University of Siegen (2006)

I. GROTKOPP

Influence of water on the mechanical properties of wood investigated using X-ray and neutron scattering.

Universität Kiel (2006)

D. GRÜNER

Untersuchungen zur Natur der Laves-Phasen in Systemen der Übergangsmetalle.

TU Dresden (2006)

- Y. GUO
Synthesis, characterization and catalytic application of Ru/Sn- and Cu/Zn-based nanocomposites.
University of Duisburg-Essen (2006)
- T. GÖTZFRIED
Strukturelle, elektronische und magnetische Eigenschaften hexagonaler Perowskite der Platinmetalle.
University of Augsburg (2006)
- C. HAMANN
Spektroskopische Untersuchung des Adsorptions- und Photoisomerisierungsverhaltens von disperse Orange 3 auf HFS₂.
CAU Kiel (2006)
- K.V. IVANOVSKIKH
Excitation and relaxation of high-energy localized states of rare earth ions doped into strontium fluoride crystals.
Urals State Technical University (2006)
- D.E. KELLER
X-ray absorption Spectroscopy of supported Vanadium Oxide Catalysts.
Utrecht University (2006)
- V. KIISK
Optical Investigation of Metal-Oxide Thin Films.
Institute of Physics, University of Tartu (2006)
- S. KORICA
Photoionization and Photofragmentation of Fullerenes.
Technische Universität Berlin (2006)
- I.A. KOWALIK
The 3d states in the electronic structure of the surface of GaN modified with layers containing transition metals.
Institute of Physics, Polish Academy of Sciences (2006)
- V. KRISHNAN
Structural investigations on organometallic complexes and nanomaterials by X-ray absorption fine structure and Raman spectroscopy.
University of Stuttgart (2006)
- Y. KUZMINYKH
Crystalline, Rare-Earth-Doped Sesquioxides and YAG PLD-Films.
Universität Hamburg (2006)
- A. LENGYEL
Interaction of DNA with phospholipid liposomes in presence of bivalent cations.
Faculty of Pharmacy Comenius University, Bratislava (2006)
- O.C. LIND
Characterisation of radioactive particles in the environment using advanced techniques.
Norwegian University of Life Sciences, Aas, Norway (2006)
- S. LINSER
Development of new antimicrobial peptides based on the synthetic peptide NK-2.
University of Hamburg (2006)
- M. MARQUES-FERNANDES
Spektroskopische Untersuchungen (TRLFS und XAFS) zur Wechselwirkung von dreiwertigen Lanthaniden und Actiniden mit der Mineralphase Calcit.
Ruprecht-Karls-Universität Heidelberg (2006)
- E. MAURER
Strukturuntersuchungen an Haftklebstoffen beim mechanischen Tack-Test auf makroskopischer und mikroskopischer Längenskala.
TU München (2006)
- M. MAZUREK
Impedance spectroscopy at anode catalysts for membrane fuel cells.
TU Darmstadt (2006)
- F. MORALES CANO
Manganese Promotion in Titania-Supported Cobalt Fisher-Tropsch Catalysis.
Utrecht university (2006)
- A. MUÑOZ-BONILLA
ABA Triblock copolymers synthesized by controlled radical polymerization: Morphology, properties and applications in condensed phase and in solution.
Universidad Complutense de Madrid, Spain (2006)
- C.N. NENU
Controlled assembly of a Cr-based heterogeneous single site ethylene trimerisation catalyst.
Utrecht University, The Netherlands (2006)
- L. O'REILLY
Growth and Characterisation of Wide-bandgap γ -CuCl on near lattice-matched Si.
Dublin City University (2006)
- L. PAK
Homoleptische Propinylkomplexe der Münzmetalle.
University of Cologne (2006)
- M. PANDA
Synthesis and Characterisation of alkali metal borides and closo-hydroborates.
Universität Hamburg (2006)
- M. QUITZAU
Untersuchung von Phenylazobenzoesäure auf HFS₂ mittels Photoelektronenspektroskopie.
CAU Kiel (2006)
- D. RAHN
Theoretische und experimentelle Untersuchungen reflektiver Photonsiebe als Fokussierungsoptik für orts aufgelöste Photoelektronenspektroskopie.
CAU Kiel (2006)
- M. RAMIN
Heterogeneously Catalysed Synthesis of Propylene Carbonate Using Carbon Dioxide.
ETH Zurich (2006)

- E. ROEDEL
In-situ bulk structural investigation of mixed metal oxide catalysts for partial oxidation reactions.
TU Berlin (2006)
- G.J. SCHNEIDER
Analyse der Struktur von aktiven Füllstoffen mittels Streumethoden.
Universität Regensburg (2006)
- S. SEEGER
Herstellung und strukturelle, optische und elektrische Charakterisierung von Schichtgittersulfiden (MoS_2 , WS_2) für die Photovoltaik.
Technische Universität Berlin (2006)
- V. SOKOLOVA
Synthesis, characterization and application of calcium phosphate nanoparticles for the transfection of cells.
University of Duisburg-Essen (2006)
- J. TROJAN-PIEGZA
 Lu_2O_3 Based Phosphors – from Nanostructures to Sintered Ceramics.
University of Wroclaw (2006)
- Z. VARGA
Effect of halogenated phenols on the structure of model membranes.
TU Budapest (2006)
- T. WALTHER
Methoden zur qualitativen und quantitativen Analyse der Mikrostruktur von Naturfaserwerkstoffen.
Universität Hamburg (2006)
- S.B. YI
Investigation of the deformation behavior and the texture evolution in magnesium wrought alloy AZ31.
TU Clausthal (2006)
- D. ZAJAC
NMR and XAS study of magnetic and electronic properties of double perovskites.
AGH University of Science and Technology, Faculty of Physics and Applied Computer Science (2006)
- M. ZEHNDER
Simulationsrechnungen zu Strahlenschäden an Proteinkristallen.
Universität Hamburg (2006)
- G.A. ZICKLER
Structure and Mechanical Properties of Carbon- and Silica-based Nanomaterials.
Max Planck Institute of Colloids and Interfaces, Potsdam (2006)
- Diplomarbeiten**
- S. GERTZ
Präparation und in-situ Charakterisierung dünner, kalt kondensierter Metallschichten.
Bergische Universität Wuppertal (2006)
- C. HADAC
Generierung optimierter Oberflächennetze für die 3D-FE-Simulation auf Basis von CT-Daten.
Universität Dortmund (2006)
- B.A. JACOBSEN
Investigation of BSCCO/Ag tapes and development of magneto-optical technique.
University of Copenhagen (2006)
- T. KAINDL
Chemical Modification of GaAs Surfaces with Novel Functional Peptides.
TU München (2006)
- S.A. KLAPP
Untersuchungen zur Metamorphose von Gashydrat-Kristallen im Hinblick auf eine mögliche Altersbestimmung.
Universität Göttingen (2006)
- A. KLUGE
Zellbiologische Bewertung der Biokompatibilität und des Anwachsverhaltens einer neuen Prothese für die Mittelohrrekonstruktion.
TU Dresden (2006)
- M. KOTALOVA
The study of physical-chemical properties of the DNA-cationic liposomes aggregates.
Faculty of Mathematics, Physics and Informatics, Comenius University, Bratislava (2006)
- O. KRAVTSOV
Mechanisms of formation and transformations of metastable charge-transfer states in absorption and luminescence centres of oxide insulators (by the example of perovskite-like structures $\text{SrLa}_{4-x}\text{Pr}_x\text{Ti}_5\text{O}_{17}$).
Kyiv National Taras Shevchenko University (2006)
- D.M. MEIER
Selektive Oxidation von Zimtalkohol – ein kontinuierlicher, katalytischer Prozess zur Oxidation von festen Alkoholen in berkritischem CO_2 .
ETH Zurich (2006)
- P. PULLMANNOVA
Interaction of DNA with gemini surfactants.
Faculty of Pharmacy Comenius University, Bratislava (2006)
- T. SCHUBERT
Inbetriebnahme und Test einer Verstreckeinrichtung für Materialforschung mit Synchrotronstrahlung.
FH Lübeck (2006)
- O. SLEPTSOV
Effect of treatments on the spectral properties of $\text{ZnMn}(\text{Mg})\text{P}_2\text{O}_7$ phosphates.
Kyiv National Taras Shevchenko University (2006)
- P. SMOLYAR
Luminescence of the layered perovskite-like $\text{SrLaTi}_5\text{O}_{17}$ compounds.
Kyiv National Taras Shevchenko University (2006)

I. SOMMERWEISS

Bestimmung des Redoxzustandes von Eisen in Mineralen mit Hilfe der Röntgenabsorptionsspektroskopie (XANES).
Universität Potsdam (2006)

H. VON SENDEN GENANNT HAVERKAMP

Phasenanalyse an lanthanhaltigen Titanwerkstoffen mittels konventioneller Röntgenstrahlung und hochenergetischer Synchrotronstrahlung.
TU Braunschweig (2006)

S. ZAYATS

Luminescent properties of the $\text{NaTi}_2(\text{PO}_4)_3$ crystals and related glasses doped with Sm and Dy ions.
Kyiv National taras Shevchenko University (2006)

Buchbeiträge

A. AGHABABYAN ET AL.

XFEL – The European X-Ray Free-Electron Laser – Technical Design Report.
DESY (2006) ISBN 3-935702-17-5

U. BECKER

Coherence and Intramolecular Scattering in Molecular Photoionization.
Photonic, Electronic and Atomic Collisions
World Scientific (2006) ISBN 981-270-412-4

Z. DENCHEV

In-Situ Composite Materials Based on Oriented Polymer Blends: Preparation, Structure and Properties.
Recent Reserch Developments in Applied Polymer Science
Research Signpost (2006) ISBN 81-308-0129-9

G. FLEISSNER, G. FLEISSNER

Endogenous control of visual adaptation in invertebrates.
Invertebrate vision
Cambridge University Press (2006) ISBN 0-521-83088-5

D. RAMMLMAIR, M. WILKE, K. RICKERS, R.A. SCHWARZER, A. MÖLLER, A. WITTENBERG

Geology, Mining, Metallurgy.
Handbook of practical X-ray fluorescence analysis
Springer (2006) ISBN 10 3-540-28603-9

W. SKROTZKI, B. KLOEDEN, N. SCHEERBAUM, R. TAMM, C.-G. OERTEL, U. GARBE, E. RYBACKI, H.-G. BROKMEIER

Local texture measurements with high-energy synchrotron radiation.
Advanced X-ray techniques in research and industry
Capital Publishing Company (2006) ISBN 81-85589-41-0

B. STAHL, G. FLEISSNER, G. FALKENBERG, G. FLEISSNER

Magnetite nanoparticles alone are not able to explain iron minela-based magnetoreception in homing pigeons.
Proc. 4th HMI Fall Conference on Metalloproteins and Metalloidproteins
Herbert Utz Verlag (2006) ISBN 3-8316-0576-9

W. WIERZCHOWSKI, K. WIETESKA, A. TUROS, W. GRAEFF, J. RATAJCZAK

Structure and properties of AIII BV semiconductors modified by high dose ion implantation.
Institute of Atomic Energy (2006) ISBN 83-914809-8-4

E. ZYCH

Spectroscopy of Eu-activated Lu_2O_3 X-ray Phosphors.
Nova Science Publishers, Inc. (2006) ISBN 1-60021-210-7

EMBL

Veröffentlichungen

J. ANDRÁ, J. RADEMACHER, J. HOWE, M.H.J. KOCH, H. HEINE, U. ZÄHRINGER, K. BRANDENBURG
Endotoxin-like properties of a rhamnolipid exotoxin from Burkholderia (*Pseudomonas*) plantarii: immune cell stimulation and biophysical characterization.
Biol. Chem. 387 (2006) 310

F. BERTRAND, F. ESTEVE, P. COAN, A. PETERZOL, S. FIEDLER, C. PONCHUT, J.C. LABICHE, A. BRAVIN
Evaluation of image performance of taper optics CCD FFReLoNcamera designed for medical imaging.
J. Synchrotron Rad. 13 (2006) 270

K. BRANDENBURG, P. GARIDEL, J. HOWE, J. ANDRÁ, L. HAWKINS, M.H.J. KOCH, U. SEYDEL
What can calorimetry tell us about changes of three-dimensional aggregate structures of phospholipids and glycolipids?
Thermochim. Acta 445 (2006) 145

S.J. CRENNELL, D. COOK, A. MINNS, D.I. SVERGUN, R.L. ANDERSON, E. NORDBERG-KARLSSON
Dimerisation and an increase in active site aromatic groups as adaptations to high temperatures: X ray solution scattering and substrate-bound crystal structures of Rhodothermus marinus endoglucanase Cel12A.
J. Mol. Biol. 356 (2006) 71

N. CSOKOVA, R. SKRABANA, L. URBANIKOVA, B. KOVACECH, A. POPOV, J. SEVCIK, M. NOVAK
Preparation crystallization and preliminary X-ray analysis of the Fab fragment of monoclonal antibody MN423 revealing the structural aspects of Alzheimers paired helical filaments.
Protein Peptide Lett. 13 (2006) 944

E. GHERARDI ET AL.
Structural basis of hepatocyte growth factor /scatter factor and Met signalling.
Proc. Natl. Acad. Sci. USA 103 (2006) 4051

- P. GIASTAS, N. PINOTIS, G. EFTHYMIU, M. WILMANN, P. KYRITSIS, J. MOULIS, I.M. MAVRIDIS
The structure of the 2[4Fe-4S] ferredoxin from *Pseudomonas aeruginosa* at 1.32Å resolution. Comparison with other high resolution structures of ferredoxins and contributing structural features to reduction potential values.
J. Biol. Inorg. Chem. 11 (2006) 458
- J. HAKANPÄÄ, M. LINDER, A. POPOV, A. SCHMIDT, J. ROUVINEN
Hydrophobin HFBII in detail – ultrahigh resolution structure of 0.75 Å.
Acta Crystallogr. D 62 (2006) 367
- J. HOWE ET AL.
Biophysical Characterization of the Interaction of Endotoxins with Hemoglobins.
Med. Chem. 3 (2006) 31
- J. HOWE, J. BAUER, J. ANDRÄ, A.B. SCHROMM, M. ERNST, M. ROESSLE, U. ZÄHRINGER
Biophysical characterization of synthetic rhamnolipids.
FEBS J. 273 (2006) 5112
- A. KAUKO, A.T. PULLIAINEN, S. HAATAJA, W. MEYER KLAUCKE, J. FINNE, A.C. PAPAGEORGIOU
Iron incorporation in *Streptococcus suis* Dps like peroxide resistance protein Dpr requires mobility in the ferroxidase center and leads to the formation of a ferrihydrite like core.
J. Mol. Biol. 364 (2006) 109
- S. KERNSTOCK, F. KOCH-NOLTE, J. MUELLER-DIECKMANN, M.S. WEISS, C. MUELLER-DIECKMANN
Cloning, expression, purification, crystallization and preliminary X-ray diffraction analysis of human ARH3, the first eukaryotic protein-ADP-ribosylhydrolase.
Acta Crystallogr. F 62 (2006) 227
- P.V. KONAREV, M.V. PETOUKHOV, V.V. VOLKOV, D.I. SVERGUN
ATSAS 2.1, a program package for small-angle scattering data analysis.
J. Appl. Crystallogr. 39 (2006) 286
- S. KUTTER, G. WILLE, S. RELLE, M.S. WEISS, G. HÜBNER, S. KÖNIG
The crystal structure of pyruvate decarboxylase from *Kluyveromyces lactis*. Implications for the substrate mechanism of this enzyme.
FEBS J. 273 (2006) 4209
- J.A. KYNDT, S.N. SAVVIDES, S. MEMMI, M. KOCH, J.C. FITCH, T.E. MEYER, M.P. HEYN, J. VAN BEEUMEN, M.A. CUSANOVICH
Structural role of Y98 in PYP: effects on fluorescence, gateway and photocycle recovery.
Biochem. 45 (2006) 14560
- E.H. LEE, M. GAO, N. PINOTIS, M. WILMANN, K. SCHULTEN
The mechanical stability of the titin Z1Z2/teletonin complex revealed by steered molecular dynamics simulations.
Structure 14 (2006) 509
- A.V. LYAAHENKO ET AL.
Purification, crystallization and preliminary X-ray study of the fungal laccase from *Cerrena maxima*.
Acta Crystallogr. F 62 (2006) 957
- Q. MA, X. ZHAO, A. NASSER EDDINE, A. GEERLOF, X. LI, J.E. CRONAN, S.H.E. KAUFMANN, M. WILMANN
The *Mycobacterium tuberculosis* LipB enzyme functions as a cysteine / lysine dyad acyltransferase.
Proc. Natl. Acad. Sci. USA 103 (2006) 8667
- X. MA, S. PANJIKAR, J. KOEPKE, E. LORIS, J. STÖCKIGT
The structure of *Rauvolfia serpentina* strictosidine synthase is a novel six-bladed beta-propeller fold in plant proteins.
Plant Cell 18 (2006) 920
- A. MAGNUSON, P. LIEBISCH, M. HAUMANN, J. HÖGBLOM, M. ANDERLUND, R. LOMOTH, W. MEYER KLAUCKE, H. DAU
Bridging-type changes facilitate successive oxidation steps at about 1 V in two binuclear manganese complexes – implications for photosynthetic water-oxidation.
J. Inorg. Biochem. 100 (2006) 1243
- A. MARX, C. NUGOOR, J. MÜLLER, S. PANNEERSELVAM, T. TIMM, M. BILANG, E. MYLONAS, D.I. SVERGUN, E.-M. MANDELKOW, E. MANDELKOW
Structural variations in the catalytic and ubiquitin-associated domains of microtubule-associated protein/microtubule affinity regulating kinase (MARK) 1 and MARK2.
J. Biol. Chem. 281 (2006) 27586
- J. MUELLER-DIECKMANN
The Open Access High-Throughput Crystallisation Facility at EMBL Hamburg.
Acta Crystallogr. D 62 (2006) 1452
- M. NARDINI ET AL.
The C-terminal domain of the transcriptional co-repressor CtBP is intrinsically disordered.
ABB-Technik 15 (2006) 1050
- E. NOWAK, S. PANJIKAR, J.P. MORTH, R. JORDANOVA, D.I. SVERGUN, P.A. TUCKER
Structural and Functional Aspects of the Sensor Histidine Kinase PrrB from *Mycobacterium tuberculosis*.
Structure 14 (2006) 285
- S.B. POTHINENI, T. STRUTZ, V.S. LAMZIN
Automated detection and centering of cryo-cooled protein crystals.
Acta Crystallogr. D 62 (2006) 1368

M. RUPPERT, S. PANJIKAR, L. BARLEBEN, J. STOECKIGT
Heterologous expression, purification, crystallisation and preliminary X-ray analysis of raucaffricine glucosidase a plant enzyme specifically involved in Rauvolfia alkaloid biosynthesis. *Acta Crystallogr. F* 62 (2006) 260

A. SOKOLOVA, L. KREPLAK, T. WEDIG, N. MUCKE, D.I. SVERGUN, H. HERRMANN, U. AEBI, S. STRELKOV
Monitoring intermediate filament assembly by small-angle X-ray scattering reveals the molecular architecture of assembly intermediates. *Proc. Natl. Acad. Sci. USA* 103 (2006) 16211

F. STELLATO, G. MENESTRINA, M.D. SERRA, C. POTRICH, R. TOMAZZOLLI, W. MEYER KLAUCKE, S. MORANTE
Metal binding in amyloid beta-peptides shows intra- and inter-peptide coordination modes. *Eur. Biophys. J.* 11 (2006) 12

S. STOUT, L. DE SMET, S. PANJIKAR, M.S. WEISS, S.N. SAVVIDES, J. VAN BEEUMEN
Crystallization, preliminary crystallographic analysis and phasing of the thiosulfate-binding protein SoxY from *Chlorobium limicola* f. thiosulfatophilum. *Acta Crystallogr. F* 62 (2006) 1096

D. V URUSOVA, V.M. LEVDIKOV, S.V. ANTONYUK, A.I. GREBENKO, V.S. LAMZIN, V.R. MELIK ADAMYAN
X ray diffraction study of the complex of the enzyme SAICAR synthase with the reaction product. *Crystallogr. Rep.* 51 (2006) 827

A. VARGA, B. FLACHNER, P. KONAREV, E. GRÁCZER, J. SZABO, D.I. SVERGUN, P. ZÄVODSZKY, M. VAS
Substrate-Induced Double Sided H-bond Network as a Means of Domain Closure. *FEBS Letters* 580 (2006) 2706

Y. YU, Y.H. LIANG, E. BROSTROMER, J.M. QUAN, S. PANJIKAR, Y.H. DONG, X.D. SU
A Catalytic Mechanism Revealed by the Crystal Structures of the Imidazolonepropionase from *Bacillus subtilis*. *J. Biol. Chem.* 281 (2006) 36936

P. ZOU, N. PINOTIS, S. LANGE, Y.H. SONG, A. POPOV, I. MAVRIDIS, O.M. MAYANS, M. GAUTEL, M. WILMANN
Palindromic assembly of the giant muscle protein titin in the sarcomeric Z-disk. *Nature* 439 (2006) 233

Max-Planck-Gesellschaft

Veröffentlichungen

G.P. BOURENKOV, A.N. POPOV
A quantitative approach to data collection strategies. *Acta Crystallogr. D* 62 (2006) 58

M.D. HARTMANN, G.P. BOURENKOV, A. OBERSCHALL, N. STRIZHOV, H.D. BARTUNIK
Mechanism of phosphoryl transfer catalyzed by shikimate kinase from *Mycobacterium tuberculosis*. *J. Mol. Biol.* 364 (2006) 411

T.G. HUDAVERDYAN, G.S. KACHALOVA, H.D. BARTUNIK
Estimation of the effect of relative humidity on protein crystallization. *Crystallogr. Rep.* 51 (2006) 519

A. MARX, C. NUGOOR, J. MÜLLER, S. PANNEERSELVAM, T. TIMM, M. BILANG, E. MYLONAS, D.I. SVERGUN, E.-M. MANDELKOW, E. MANDELKOW
Structural variations in the catalytic and ubiquitin-associated domains of microtubule-associated protein/microtubule affinity regulating kinase (MARK) 1 and MARK2. *J. Biol. Chem.* 281 (2006) 27586

A. MARX, J. MÜLLER, E.-M. MANDELKOW, A. HOENGER, E. MANDELKOW
Interaction of kinesin motors, microtubules, and MAPs. *J. of Muscle Research and Cell Motility* 27 (2006) 125

D. MOKRANJAC, G. BOURENKOV, K. HELL, W. NEUPERT, M. GROLL
Structure and function of Tim14 and Tim16, the J and J-like components of the mitochondrial protein import motor. *EMBO J.* 25 (2006) 4675

S. PANNEERSELVAM, A. MARX, E.-M. MANDELKOW, E. MANDELKOW
Structure of the catalytic and ubiquitin-associated domains of the protein kinase MARK/Par-1. *Structure* 14 (2006) 173

Dissertationen

S. PANNEERSELVAM
Crystal structure of the catalytic and ubiquitin-associated domains of the protein kinase MARK2/PAR-1. University of Hamburg (2006)

Beschleuniger

Beschleuniger

Veröffentlichungen

V. AYVAZIAN ET AL.

First operation of a free-electron laser generating GW power radiation at 32 nm wavelength.

Eur. Phys. J. D 37 (2006) 297 and SLAC-PUB-12114

D.P. BARBER, M. VOGT

Spin Motion at and Near Orbital Resonance in Storage Rings with Siberian Snakes I: At Orbital Resonance.

New Journal of Physics 8 (2006) 296 and DESY 06-220

G. BASSI, T. AGOH, M. DOHLUS, L. GIANNESI, R. HAJIMA, A. KABEL, T. LIMBERG, M. QUATTROMINI

Overview of CSR Codes.

Nucl. Instrum. Methods A 557 (2006) 189

P. BAUER, N. SOLYAK, G.L. CIOVATI, G. EREMEEV,

A. GUREVICH, L. LILJE, B. VISENTIN

Evidence for Non-linear BCS Resistance in SRF Cavities.

Physica C 441 (2006) 51

J. BÜRGER, J.A. DAMMANN, L. HAGGE, J. IVERSEN,

A. MATHEISEN, W. SINGER

Toward Industrialization: Supporting the Manufacturing Processes of Superconducting Cavities at DESY.

Physica C 441 (2006) 268

Toward industrialization: Supporting the manufacturing processes of superconducting cavities at DESY.

Physica C 441 (2006) 268

P. CRAIEVICH, T. WEILAND, I. ZAGORODNOV

The Short-range Wakefields in the BTW Accelerating Structure of the ELETTRA LINAC.

Nucl. Instrum. Methods A 558 (2006) 58

A. DANGWAL, G. MÜLLER, D. RESCHKE

DC Field Emission Scanning Measurements on Electropolished Niobium Samples.

Physica C 441 (2006) 88

M. EL-GHAZALY, H. BACKE, W. LAUTH, G. KUBE, P. KUNZ,

A. SHARAFUTDINOV, T. WEBER

X-ray Phase Contrast Imaging at MAMI.

Eur. Phys. J. A 28 (2006) 208

K. FUJITA, H. KAWAGUCHI, I. ZAGORODNOV, T. WEILAND

Time Domain Wake Field Computation with Boundary Element Method.

IEEE Trans. Nucl. Sci. 53 (2006) 431

P.D. GALL, A. GOESSEL, V. GUBAREV, J. IVERSEN

A Database for Superconducting Cavities for the TESLA Test Facility.

Physica C 441 (2006) 272

A. KABEL, Y. CAI, M. DOHLUS, T. SEN, R. UPLENCHWAR
Applications of Parallel Computational Methods to
Charged-Particle Beam Dynamics.

Nucl. Instrum. Methods A 558 (2006) 163

F. LÖHL, S. SCHREIBER, M. CASTELLANO, G. DI PIRRO,

L. CATANI, A. CIANCHI, K. HONKAVAARA

Measurements of the Transverse Emittance at the FLASH Injector at DESY.

Phys. Rev. STAB 9 (2006) 092802

S. MOLLOY ET AL.

High Precision Superconducting Cavity Diagnostics with Higher Order Mode Measurements.

Phys. Rev. STAB 9 (2006) 112802

E.L. SALDIN, E.A. SCHNEIDMILLER, M.V. YURKOV

Properties of the Third Harmonic of the Radiation from Self-amplified Spontaneous Emission Free Electron Laser.

Phys. Rev. STAB 9 (2006) 030702

Self-amplified Spontaneous Emission FEL with Energy-chirped Electron Beam and its Application for Generation of Attosecond X-ray Pulses.

Phys. Rev. STAB 9 (2006) 050702

Statistical Properties of the Radiation from VUV FEL at DESY Operating at 30 nm Wavelength in the Femtosecond Regime.

Nucl. Instrum. Methods A 562 (2006) 472

J. SEKUTOWICZ

New Geometries: Elliptical Cavities.

ICFA Beam Dynamics Newsletter 39 (2006) 6

W. SINGER

Seamless/bonded Niobium Cavities.

Physica C 141 (2006) 89

G. TURCHETTI, G. BASSI, A. BAZZANI, B. GIORGINI, H. MAIS
Hamiltonian Dynamics with a Weak Noise and the Echo Effect for the Rotator Model.

J. Phys. A 39 (2006) 11440

I. ZAGORODNOV, T. WEILAND

TE/TM Alternating Direction Scheme for Wake Field Calculation in 3D.

Nucl. Instrum. Methods A 558 (2006) 95

I. ZAGORODNOV

Indirect Methods for Wake Potential Integration.

Phys. Rev. STAB 9 (2006) 102002 and DESY 06-081

Preprints und Interne Berichte

K. BALEWSKI, I. KRUPCHENKOV, K. WITTENBURG

Examination of the Bunch Current and Bunch Pattern Dependence of the LIBERA BPM Electronic.

MDI internal Report Nr. 2006 1

A.K. BANDYOPADHYAY, A. JÖSTINGMEIER, A.S. OMAR,

R. WANZENBERG

Computations of Wakefields for Beam Position Monitors of PETRA III.

DESY M 06-02

- K.L. BANE ET AL.
Configuration Studies and Recommendations for the ILC Damping Rings.
Cockcroft-0604, LBNL 59449
- P. CASTRO
A Tool to Analyse and Display the Current Stability of Magnet Power Supplies in FLASH.
Technical Note 2006-01
- Beam Trajectory Investigations with Degaussed Quadrupoles in the Undulator Section in FLASH.
TESLA-FEL 2006-10
- Measurements of Remanent Fields in TQG Quadrupoles by Means of Beam Position Measurements in FLASH.
TESLA-FEL 2006-11
- E. CHIADRONI
Bunch Length Characterization at the TTF VUV-FEL.
TESLA-FEL 2006-09
- T. CZARSKI, K. POZNIAK, R. ROMANIUK, S. SIMROCK
Control System Modelling for Superconducting Accelerator.
TESLA 2006-08
- TESLA Cavity Modeling and Digital Implementation in FPGA Technology for Control System Development.
TESLA-FEL 2001-01
- T. CZARSKI, W. KOPREK, K. POZNIAK, R. ROMANIUK, S. SIMROCK, A. BRANDT
Superconducting Cavity Driving with FPGA Controller.
TESLA-FEL 2006-07
- H. EHRLICHMANN
Bunch Timing Aspects for the ILC.
DESY M 06-01
- L. FRÖHLICH
Thermal Load on Wire scanners in the FLASH Linac.
Technical Note 2006-02
- G. GELONI, E.L. SALDIN, E.A. SCHNEIDMILLER, M.V. YURKOV
Fourier Optics Treatment of Classical Relativistic Electrodynamics.
DESY 06-127
- Longitudinal Wake Field for an Electron Beam Accelerated through a Ultra-High Field Gradient.
DESY 06-222
- Statistical Optics Approach to the Design of Beamlines for Synchrotron Radiation.
DESY 06-037
- R. GRACZYK, K. POZNIAK, R. ROMANIUK
FPGA Based Modular Configurable Controller with Fast Synchronous Optical Network.
TESLA 2006-09
- O. GRIMM, P. SCHMÜSER
Principles of Longitudinal Beam Diagnostics with Coherent Radiation.
TESLA FEL 2006-03
- B. GRISHANOV ET AL.
ATF2 Proposal, Vol. 2.
DESY 06-001
- K. HACKER, P. CASTRO, M. HUENING, D. NOELLE, H. SCHLARB, E. SCHNEIDMILLER, E. PLOENJES
TTF2 ACC5 Gradient Measurement.
Technical Note 05-03
- R.J. HERNANDEZ PINTO, M. OTTO, M. VALENTAN
Radiation Measurements in the FLASH Tunnel in Summer 2006.
Technical Note 2006-04
- M. HOFFMANN, S. SIMROCK
Ein optimales Modulationsverfahren für Multibunch-Feedbacksysteme.
Technical Note 2006-03
- M. HOFFMANN
HERA-p Longitudinal.
DESY HERA 06-03
- W. JALMUZNA
Design and Implementation of Universal Mathematical Library Supporting Algorithm Development for FPGA Based Systems in High Energy Physics Experiments.
TESLA 2006-01
- K. KORZUNOWICZ
Application of a Genetic Algorithm to Unfold Thermoluminescence Dosimeter (TLD) Glow Curves for Use During Radiation Measurements for X-FEL Experiment in DESY, Hamburg.
TESLA 2006-02
- B. LORBEER
Stability of the Master Oscillator for FLASH at DESY.
TESLA 2006-11
- F. MARHAUSER
Finite Element Analyses for RF Photoinjector Gun Cavities.
TESLA-FEL 2006-02
- M. MASLOV, V. SYTCHEV, M. SCHMITZ
Layout Considerations on the 25GeV / 300kW Beam Dump of the XFEL Project.
TESLA-FEL 2006-05
- K. MÜLLER, J. PETERS
Improving the Hminus Puls Quality with an Active HV Drop Compensation.
DESY HERA 06-02
- B. NAGORNY
Synchrotronstrahlung und Synchrotronstrahlungsabsorber im Spinrotator im HERA e-Ring.
DESY HERA 06-01
- K. PERKUSZEWSKI, K. POZNIAK, W. JALMUZNA, W. KOPREK, J. SZEWINSKI, R. ROMANIUK, S. SIMROCK
FPGA Based Multichannel Optical Concentrator SIMCON 4.0 for TESLA Cavities LLRF Control System.
TESLA 2006-07

- R. PIETRASIK
SIMCON 3.1 LLRF System Control Board Measurements (for TESLA Test Facility).
TESLA 2006-05
- M.T. PRICE ET AL.
Beam Profile Measurements with the 2-D Laser-Wire.
EUROTeV-Report-2006-046-1
- P. PUCYK
DOOCS Patterns, Reusable Software Components for FPGA Based RF Gun Field Controller.
TESLA 2006-10
- E.L. SALDIN, E.A. SCHNEIDMILLER, M.V. YURKOV
Coherence Properties of the Radiation from X-Ray Free Electron Laser.
DESY 06-137
- SASE FEL with Energy-Chirped Electron Beam and Its Application for Generation of Attosecond Pulses.
DESY 06-051
- J. SEKUTOWICZ
Parameter Set for CW and Near-CW Operation of Superconducting Linac Driving a FEL Facility.
TESLA-FEL 2006-08
- E. VOGEL, V. AYVAZYAN, J. BECKER, W. KRIENS, K. REHLICH, S. SIMROCK, P. TEGE
Timing Requirements and Proposal of a Timing Concept for the European XFEL.
TESLA 2006-12
- M. WERNER, K. WITTENBURG
Very Fast Beam Losses at HERA, and What Has Been Done about It.
DESY HERA 06-04
- J.S. ZIELINSKI
Synchronic, Optical Transmission Data Link Integrated with FPGA Circuits (for TESLA LLRF Control System).
TESLA 2006-04
- F. ZIMMERMANN, D. SCHULTE, R. CIMINO, C. VACCAREZZA, M. ZOBOV, R. WANZENBERG
Electron Cloud in Wigglers.
CLIC-NOTE-650; CERN-CLIC-NOTE-650;
EUROTEV-REPORT-2006-002
- Veröffentlichte Vorträge**
- Proc. of BIW06, Batavia/USA**
AIP (2006)
- O.V. AFANASYEV, A.B. BALUEV, K.I. GUBRIENKO, E.A. MERKER, K. WITTENBURG, I. KROUPCHENKOW
A Beam Shape Oscillation Monitor for HERA.
AIP (2006) 534
- N. BABOI, J. KRUSE, J. LUND-NIELSEN, D. NOELLE, T. TRABER, W. RIESCH, M. WENDT
Resolution Studies on Beam Position Monitors at the VUV-FEL at DESY.
AIP (2006) 227
- G. KUBE, G. PRIEBE, CH. WIEBERS, K. WITTENBURG
Proton Synchrotron Radiation Diagnostics at HERA.
AIP (2006) 374
- C. SIMON ET AL.
High Resolution BPM for the Linear Colliders.
AIP (2006) 488
- Proc. of EPAC'06, Edinburgh/UK**
JACOW (2006)
- A.K. BANDYOPADHYAY, A. JÖSTINGMEIER, A.S. OMAR, K. BALEWSKI, R. WANZENBERG
Computations for the Beam Positioning Monitors of PETRA III.
JACOW (2006) 3326
- K.L.F. BANE, I. ZAGORODNOV
Wakefields in the LCLS Undulator Transitions.
JACoW (2006) 2952, SLAC-PUB-11937
- V. BORISOV, E. MATYUSHEVSKY, N. MOROZOV, E. SYRESIN, O. GRIMM, M. YURKOV, J. ROSSBACH
Simulations of Electromagnetic Undulator for Far Infrared Coherent Source of TTF at DESY.
JACoW (2006) 3595
- A. BRINKMANN, J. IVERSEN, D. RESCHKE, J. ZIEGLER
Dry-Ice Cleaning on SRF-Cavities.
JACoW (2006) 418
- J.A. CLARKE ET AL.
Status of the HeLiCal Contribution to the Polarised Positron Source for the International Linear Collider.
JACoW (2006) 715
- H. DELSIM-HASHEMI, B. SCHMIDT, J. ROSSBACH, O. GRIMM, P. SCHMÜSER, H. SCHLARB, A.V. G VAN DER MEER
Bunch Compression Monitor.
JACOW (2006) 86
- M. DOHLUS
Modelling of Space Charge and CSR Effects in Bunch Compressor Systems.
JACoW (2006) 1897
- J.C. FRISCH ET AL.
High Precision SC Cavity Alignment Diagnostics with HOM Measurements.
JACoW (2006) 920
- O. GRIMM, K. KLOSE, S. SCHREIBER
Double-pulse Generation with the FLASH Injector Laser for Pump/Probe Experiments.
JACoW (2006) 3143
- O. GRIMM, P. SCHMÜSER
Principles of Longitudinal Beam Diagnostics with Coherent Radiation.
JACOW (2006) 1040

- Y. IVANYUSHENKOV ET AL.
Development of a Superconducting Helical Undulator for the ILC Positron Source.
JACoW (2006) 706
- H. KAPITZA, P. GÖTTLICHER, N. HEIDBROOK, H. SCHLARB
FEL Disturbance by Ambient Magnetic Field Changes.
JACoW (2006) 74
- J.-W. KIM, J. BURNHAM, J. CHEN, F.X. KÄRTNER,
F.Ö. ILDAY, F. LUDWIG, H. SCHLARB, A. WINTER,
M. FERIANIS, D. CHEEVER
An Integrated Femtosecond Timing Distribution System for XFELs.
JACoW (2006) 2744
- Y. LI, K. BALEWSKI, W. DECKING
Dynamic Aperture Studies for PETRA III.
JACoW (2006) 3320
- L. LILJE
High-Gradient Superconducting Radiofrequency Cavities for Particle Acceleration.
JACoW (2006) 2752
- Performance Limitations of Tesla Cavities in the FLASH Accelerator and their Relation to the Assembly Process.
JACoW (2006) 421
- F. LÖHL, K.E. HACKER, F. LUDWIG, H. SCHLARB,
B. SCHMIDT, A. WINTER
A Sub 100 fs Electron Bunch Arrival-time Monitor System for FLASH.
JACoW (2006) 2781
- G.A. MOORTGAT-PICK ET AL.
Spin Tracking at the ILC.
JACoW (2006) 2454
- A. PAECH, W. ACKERMANN, T. WEILAND, O. GRIMM
Numerical Simulation of Synchrotron Radiation for Bunch Diagnostics.
JACoW (2006) 1031
- M. PIVI, L. WANG, K. OHMI, R. WANZENBERG, A. WOLSKI,
F. ZIMMERMANN
Simulation of the Electron Cloud for Various Configurations of a Damping Ring for the ILC.
JACoW (2006) 2958
- E. PRAT, W. DECKING, T. LIMBERG
Measurement and correction of dispersion in the VUV-FEL.
JACoW (2006) 1951
- V. PTITSYN ET AL.
eRHIC - Future Machine for Experiments on Electron-Ion Collisions.
JACoW (2006) 676
- J. RANDHAHN, S. CHORоба, M. DOHLUS, M. EBERT,
F. EINTS, M. HOFFMANN, R. WAGNER
Design and Operation of a Ferrite Loaded Kicker Cavity for the Longitudinal Coupled Bunch Feedback for HERA-p.
JACoW (2006) 2991
- J. ROCHFORD ET AL.
Magnetic Modelling of a Short-Period Superconducting Helical Undulator for the ILC Positron Source.
JACoW (2006) 840
- M. RÖHRS, C. GERTH, M. HÜNING, H. SCHLARB
Energy-Time Correlation Measurements Using a Vertically Deflecting RF Structure.
JACoW (2006) 80
- Slice Emittance Measurements at FLASH.
JACoW (2006) 77
- G.K. SAHOO, K. BALEWSKI, W. DECKING
Spurious Vertical Dispersion Correction for PETRA III.
JACoW (2006) 1954
- H. SCHLARB ET AL.
Comparative Study of Bunch Length and Arrival Time Measurements at FLASH.
JACoW (2006) 1049
- H. SCHLARB, N. HEIDBROOK, H. KAPITZA, F. LUDWIG,
N. NGADA
Precision RF Gun Phase Monitor System for the VUV-FEL.
JACoW (2006) 1052
- A. WINTER, F. LÖHL, F. LUDWIG, H. SCHLARB, B. SCHMIDT,
P. SCHMÜSER
Layout of the Optical Synchronization System for FLASH.
JACoW (2006) 1061
- A. WINTER, J. CHEN, F.Ö. ILDAY, F.X. KÄRTNER, F. LUDWIG,
H. SCHLARB, P. SCHMÜSER
High-Precision Laser Master Oscillators for Optical Timing Distribution Systems in Future Light Sources.
JACoW (2006) 1064
- High-Precision Laser Master Oscillators for Optical Timing Distribution Systems in Future Light Sources.
JACoW (2006) 2747
- I. ZAGORODNOV, K.L.F. BANE
Wakefield Calculations for 3D Collimators.
JACoW (2006) 2859, SLAC-PUB-11938
- I. ZAGORODNOV, M. DOHLUS, T. LIMBERG
Impact of Undulator Wakefields and Tapering on the European FEL Performance.
JACoW (2006) 83
- I. ZAGORODNOV, N. SOLYAK
Wakefield Effects of New ILC Cavity Shapes.
JACoW (2006) 2862
- V. ZIEMANN, N. JAVAHIRALY, P. VAN DER MEULEN,
M. LARSSON, E. SALDIN, H. SCHLARB, E. SCHNEIDMILLER,
A. WINTER, M. YURKOV
Technical Aspects of the Integration of the Optical Replica Synthesizer for the Diagnostics of Ultra-Short Bunches in FLASH at DESY.
JACoW (2006) 1199

V. ZIEMANN, P. VAN DER MUELEN, M. LARSSON,
N. JAVAHIRALY, H. SCHLARB, A. WINTER, E. SALDIN,
E. SCHNEIDMILLER, M.V. YURKOV
Technical Aspects of the Integration of the Optical Replica
Synthesizer for the Diagnostics of Ultra-Short Bunches in FLASH
Facility.
JACoW (2006) 1199

Proc. of FEL2006, Berlin/DE

Jacow (2006)

B. BEUTNER, W. DECKING, M. DOHLUS, T. LIMBERG,
M. RÖHRS
Beam Dynamics Experiments and Analysis on CSR Effects at
FLASH.
Jacow (2006) 56

H. DELSIM-HASHEMI, B. SCHMIDT, J. ROSSBACH, O. GRIMM,
P. SCHMÜSER, H. SCHLARB, A.V. G VAN DER MEER
Single-Shot Longitudinal Diagnostics with THz Radiation at the
Free-Electron Laser Flash.
BESSY (2006) 594

G. GELONI, E. SALDIN, E. SCHNEIDMILLER, M. YURKOV
Fourier Optics Treatment of Classical Relativistic
Electrodynamics.
JACoW (2006) 501

K. HACKER, F. LOEHL, H. SCHLARB
Beam Pickup Designs Suited for an Optical Sampling Technique.
JACoW (2006) 451, TUPPH054

N. JAVAHIRALY, P. VAN DER MEULEN, M. LARSSON,
E. SALDIN, H. SCHLARB, E. SCHNEIDMILLER, A. WINTER,
M.V. YURKOV, V. ZIEMANN
Technical Aspects of the Integration of the Optical Replica
Synthesizer for the Diagnostics of Ultra-Short Bunches into
FLASH at DESY.
JACoW (2006) 296

M. RÖHRS, C. GERTH, H. SCHLARB
Investigations of the Longitudinal Electron Bunch Structure at the
FLASH Linac with a Transverse Deflecting RF-Structure.
JACoW (2006) 80

E.L. SALDIN, E.A. SCHNEIDMILLER, M.V. YURKOV
Attosecond Pulses from X-Ray FEL with an Energy-Chirped
Electron Beam and a Tapered Undulator.
JACoW (2006) 202

Transverse and Longitudinal Coherence Properties of the
Radiation from X-Ray SASE FELs.
JACoW (2006) 206

Proc. of ICAP 2006, Chamonix/FR

JACoW (2006)

M. DOHLUS
Computational Needs for XFELs.
JACoW (2006) 164

S. LANGE, M. CLEMENS, L.O. FICHTE, M. DOHLUS,
T. LIMBERG
Numerical Minimization of Longitudinal Emittance in Linac
Structures.
JACoW (2006) 124

A. MARKOVIK, G. PÖPLAU, U. VAN RIENEN, R. WANZENBERG
Tracking Code with 3-D Space-Charge Calculations Taking into
Account the Elliptical Shape of the Beam Pipe.
JACoW (2006) 220

Weitere Konferenzen

K. ABRAHAMYAN ET AL.
Experimental Characterization and Numerical Simulations of the
Electron Source at PITZ.
Proc. of ICAP 2004, St. Petersburg/RU
Nucl. Instrum. Methods A 558 (2006) 249

G. AMATUNI, V. TSAKANOV, W. DECKING, R. BRINKMANN
Single Bunch Emittance Preservation in XFEL Linac.
Proc. of 37th ICFA Advanced Beam Dynamics Workshop on
Future Light Sources, Hamburg/DE
JACOW (2006) 33

S. ANAKHOV, X. SINGER, W. SINGER, H. WEN
Gas and RRR Distribution in High Purity Niobium EB Welded in
Ultra-High Vacuum.
Proc. of ISOHIM 2005, Uppsala/SE
American Institute of Physics (AIP) (2006) 71

H. DELSIM-HASHEMI, O. GRIMM, B. SCHMIDT, P. SCHMÜSER
Single-Shot Longitudinal Diagnostics with THz Radiation.
Proc. of 37th ICFA Advanced Beam Dynamics Workshop on
Future Light Sources, Hamburg/DE
JACoW (2006) 1

B.J. HOLZER
Lattice Design in High Energy Particle Accelerators.
Proc. of CAS, Zeuthen/DE
CERN (2006) 31, CERN 2006-002

R. SCHUHMANN, I. ZAGORODNOV, T. WEILAND
A Simplified Conformal (SC) Method for Modeling Curved
Boundaries in FDTD Without Time Step Reduction.
Proc. of 2006 IEEE MTT-S, International Microwave Symposium,
San Francisco/USA
IEEE (2006) 177

W. SINGER
Metallurgical and Technological Request for High Purity Niobium
in SRF Application.
Proc. of ISOHIM 2005, Uppsala/SE
American Institute of Physics (AIP) (2006) 51

A. WINTER, F.Ö. ILDAY, O.D. MÜCKE, R. ELL, H. SCHLARB,
P. SCHMÜSER, F.X. KÄRTNER
Towards High-Performance Optical Master Oscillators for Energy
Recovery Linacs.
Proc. of ERL 2005, Newport News/USA
Nucl. Instrum. Methods A 557 (2006) 304

K. WITTENBURG
Remote Diagnostics and Maintenance of Beam Instrumentation Devices.
Proc. of CARE-N3-HHH-ABI, Hirschberg/DE
ABI (2006) 1, CARE-Conf-05-044-HHH

Vorträge

37th ICFA Advanced Beam Dynamics Workshop on Future Light Sources, Hamburg/DE (05/2006)

B. BEUTNER, M. DOHLUS, M. RÖHRS
Beam Dynamics Experiments and Analysis in FLASH on CSR and Space Charge Effects.

H. DELSIM-HASHEMI, B. SCHMIDT, O. GRIMM, P. SCHMUESER
Longitudinal Diagnostic Using THz Radiation.

G. GELONI, E. SALDIN, E. SCHNEIDMILLER, M.V. YURKOV
Statistical Optics and Partially Coherent X-Ray Beams in Third Generation Light Sources.

K.E. HACKER, N. BABOI, F. LÖHL, D. NÖLLE, H. SCHLARAB
Chicane BPM Design and Expectations – Perpendicularly mounted strip-line for dispersive areas.

F. LÖHL, K.E. HACKER, F. LUDWIG, H. SCHLARAB, B. SCHMIDT, A. WINTER
Compact Ultra-High Precision Beam Phase Monitor System.

M. RÖHRS, B. BEUTNER, A. BOLZMANN, C. GERTH, M. HÜNING, H. SCHLARAB
Time-Resolved Measurements using the Transversely Deflecting RF-Structure LOLA at FLASH (DESY).

E. SALDIN, E. SCHNEIDMILLER, M.V. YURKOV
Attosecond Pulses in XFELs.

Operational Experience and Recent Results from FLASH.

H. SCHLARAB, F.X. KÄRTNER, J. KIM, F. LÖHL, F. LUDWIG, S. SIMROCK, A. WINTER
Synchronization System for the XFEL.

A. WINTER, F.Ö. ILDAY, F.X. KÄRTNER, H. SCHLARAB
Recent Developments and Layout of the Master Laser System for the VUV-FEL.

V.G. ZIEMANN, M. LARSSON, P. VAN DER MEULEN, E. SALDIN, H. SCHLARAB, E. SCHNEIDMILLER, M.V. YURKOV
Status of the Optical Replica Synthesizer Project at DESY.

DPG2006, Dortmund/DE (03/2006)

H. DELSIM-HASHEMI, J. ROSSBACH, B. SCHMIDT, O. GRIMM, P. SCHMÜSER, A.V. G VAN DER MEER
Electron Bunch Length Diagnostics Using Broadband Single Shot Spectrometer.

F. LÖHL, K. HONKAVAARA
Messungen der Transversalen Emittanz am VUV-FEL.

H. WEISE
Neue Beschleunigertechnologien am Beispiel der Freie-Elektronen Laser VUV-FEL und XFEL.

A. WINTER, F.Ö. ILDAY, J. CHEN, F. LUDWIG, H. SCHLARAB, P. SCHMÜSER, F. KÄRTNER
Femtosecond Optical Synchronization Systems for XFELs.

EIFast, Hamburg/DE (05/2006)

S. CHORоба
Overview RF System.

H.-J. ECKOLDT
Power Supplies for XFEL.

V. KATALEV
Waveguide Distribution for XFEL.

D. KOSTIN
Power Coupler Testing.

J. RANDHAHN
Driver Amplifier for 10MW Klystrons.

K. REHLICH
The XFEL Control System: Hardware.

The XFEL Control System: Software.

M. SEIDEL, T. WOHLBERG
Warm Vacuum Systems.

K. ZAPPE
Cold Vacuum Issues.

EPAC'06, Edinburgh/UK (06/2006)

R. BACHER
The New Control System for the Future Low-Emittance Light Source PETRA 3 at DESY.

S. BRINKER, S.W. HERB, F.J. WILLEKE, T. LOHSE
A Tune Feedback System for the HERA Proton Storage Ring.

H. DELSIM-HASHEMI, O. GRIMM, A. VAN DER MEER, J. ROSSBACH, H. SCHLARAB, B. SCHMIDT, P. SCHMÜSER
Bunch Compression Monitor.

F.E. EINTS, S. CHORоба, M.G. HOFFMANN, U. HURDELBRINK, P.M. MOROZOV, J. RANDHAHN, S. RUZIN, S. SIMROCK
Control Path of Longitudinal Multibunch-feedback System at HERA-p.

F. FURUTA ET AL.
Experimental Comparison at KEK of High Gradient Performance Different Single Cell Superconducting Cavity Designs.

O. GRIMM, K. KLOSE, S. SCHREIBER
Double-pulse Generation with the FLASH Injector Laser for Pump/Probe Experiments.

O. GRIMM
Principles of Longitudinal Beam Diagnostics with Coherent Radiation.

K. HACKER, F. LÖHL, H. SCHLARB
Large Horizontal Aperture BPM for Use in Dispersive Sections of Magnetic Chicanes.

M. HOFFMANN, S. CHOROBA, F. EINTS, U. HURDELBRINK,
P. MOROZOV, J. RANDHAHN, S. RUZIN, S. SIMROCK,
E. VOGEL, R. WAGNER
The Longitudinal Coupled Bunch Feedback for HERA-p.

H. KAPITZA, P. GÖTTLICHER, N. HEIDBROOK, H. SCHLARB
FEL Disturbance by Ambient Magnetic Field Changes.

V.V. KATALEV, S. CHOROBA
Waveguide Distribution Systems for the European XFEL.

J. KEIL, O. KAUL, E. NEGODIN, R. NEUMANN
Design of a Local IP Orbit Feedback at HERA-e.

K. KNAACK, K. WITTENBURG, R. NEUBERT, S. NIETZSCHE,
W. VODEL, A. PETERS
A New SQUID-based Measurement Tool for Characterization of Superconducting RF Cavities.

G. KUBE, F. WILLEKE
Direct Observation of Beam-Beam Induced Dynamical Beta Beating at HERA.

L. MONACO, P. MICHELATO, C. PAGANI, P. PIERINI,
D. SERTORE, M. KRASILNIKOV, F. STEPHAN, J.H. HAN,
S. SCHREIBER
Dark Current Investigation of TTF and PITS RF Guns.

A. PAECH, W. ACKERMANN, T. WEILAND, O. GRIMM
Numerical Simulation of Synchrotron Radiation for Bunch Diagnostics.

M. PRICE ET AL.
Beam Profile Measurements with the 2-D Laser-Wire.

J. SEKUTOWICZ ET AL.
Nb-Pb Superconducting RF-Gun.

D. SERTORE, L. MONACO, P. MICHELATO, C. PAGANI,
J.H. HAN, S. SCHREIBER
High QE Photocathodes at FLASH.

P. STRZYZEWSKI, J. LANGNER, M. SADOWSKI, J. WITKOWSKI,
T. RAO, J. SMEDLEY, J. SEKUTOWICZ, R. RUSSO, S. TAZZARI
Deposition of Lead Thin Films Used as Photo-Cathodes by Means of Cathodic Arc under UHV Conditions.

R. WAGNER, A. BIENKOWSKI, S. CHOROBA, A. GAMP,
T. GREVSMUEHL, G. MOELLER
Experience with the 208 MHz and 52 MHz RF Systems for the HERA Proton Accelerator.

S. WALSTON ET AL.
Performance of a Nanometer Resolution BPM System.

FEL2006, Berlin/DE (08/2006)

H. DELSIM-HASHEMI, B. SCHMIDT, J. ROSSBACH, O. GRIMM,
P. SCHMÜSER, H. SCHLARB, A.V. G VAN DER MEER
Single-Shot Longitudinal Diagnostics with THz Radiation at the Free-Electron Laser FLASH.

K. HACKER, F. LOEHL, H. SCHLARB
Beam Pickup Designs Suited for an Optical Sampling Technique.
E.A. SCHNEIDMILLER, M.V. YURKOV FOR THE FLASH TEAM
Lasing at 13 nm of the SASE FEL at FLASH.

HB2006, Tsukuba/JP (05/2006)

K. HASEGAWA, S. HENDERSON, N.V. MOKHOV, R. SCHMIDT,
M. TOMIZAWA, K. WITTENBURG
Beam Diagnostics, Collimation, Injection/Extraction, Targetry, Accidents and Commissioning: Working Group C&G Summary Report.

M. WERNER, K. WITTENBURG
Very Fast Beam Losses at HERA, and What Has Been Done About It.

K. WITTENBURG
Overview of Recent Halo Diagnosis and Non-destructive Beam Profile Monitoring.

LINAC06, Knoxville/USA (08/2006)

H.-J. ECKOLDT
Pulse Cables for XFEL Modulators.

L. FRÖHLICH ET AL.
First Operation of the FLASH Machine Protection System with Long Bunch Trains.

P. KNEISEL, G. CIOVATI, J. SEKUTOWICZ
Coaxial HOM Coupler Designs Tested on a Single-Cell Niobium Cavity.

M. KOLLEWE, K. FLÖTTMANN
Applications of Time-of-Flight Measurements at FLASH.

S. MOLLOY ET AL.
Using Higher Order Modes in Superconducting Accelerating Cavities for Beam Monitoring.

D. RESCHKE, A. BRINKMANN, J. IVERSEN, W. SINGER,
X. SINGER, J. ZIEGLER
Status of the XFEL Testcavity Program.

J. SEKUTOWICZ
HOM Damping and Power Extraction from Superconducting Cavities.

W. SINGER, A. BRINKMANN, J. IVERSEN, G. KREPS,
A. MATHEISEN, D. RESCHKE, X. SINGER
Large-Grain Superconducting RF Cavities at DESY.

H. WEISE
The TTF/VUV-FEL (FLASH) as the Prototype for the European XFEL Project.

A. WINTER, J. BECKER, F. LÖHL, K. REHLICH, S. SIMROCK,
P. TEGE
An Integrated Optical Timing and RF Reference Distribution System for Large-Scale Linear Accelerators.

PCaPAC 2006, Newport News/USA (10/2006)

R. BACHER

The New Control System for the Future Low-Emittance Light Source PETRA 3 at DESY: From Conceptual Design Work to Realization.

P. BARTKIEWICZ, S. HERB

The Common Application Programming Interface for Fieldbus Related Projects at PETRA 3.

M. BIELER, A. BRINKMANN, U. ZOBJACK

User Requirements for the PETRA3 Control System at DESY.

P. DUVAL, H.G. WU

The ACOP Family of Beans.

Using the Common Device Interface in TINE.

S. HERB, P. DUVAL

Device Address Redirection as a Tool in the TINE Control System.

R. KAMMERING, V. KOCHARYAN, K. REHLICH, V. RYBNIKOV
DAQ based high level software applications using MATLAB.

A. LABUDDA

Building and Deploying Loosely Coupled Console Applications.

J. WILGEN

A Device Server Generator for Control Systems.

TTC, Tsukuba/JP (09/2006)

L. LILJE

ILC Short-Term R&D Issues: Cavity R&D Program.

D. RESCHKE

SRF Cavity Activities at DESY.

H. WEISE

Report from TTF/VUV-FEL (FLASH).

Status of the European XFEL Project.

Weitere Vorträge

N. BABOI, K. HACKER, F. LÖHL, H. SCHLARB

Large Horizontal Aperture BPM for Use in Dispersive Sections of Magnetic Chicanes.

4th CARE-N3-ABI workshop on Simulation of BPM front-end electronics and Special Mechanical Designs, Lüneburg/DE (11/2006)

N. BABOI

Using Higher Order Modes in the Superconducting TESLA Cavities for Diagnostics at FLASH at DESY.

Accelerator Physics Seminar, Darmstadt (GSI, Univ. Frankfurt)/DE (11/2006)

D.P. BARBER, M. VOGT

Spin Motion Near Snake Resonances.
SPIN2006, Kyoto/JP (10/2006)

D.P. BARBER

Spin Dynamics for the Electron Ring.

Workshop on Future Prospects in QCD at High Energy,
Brookhaven/USA (07/2006)

S. CHOROBA

High Power RF.

International School for Linear Colliders, Sodenkai, Hayama/JP (05/2006)

The RF System for the European XFEL.

IVEC 2006, Monterey/USA (04/2006)

XFEL RF System.

ILC GDE Meeting, Hamburg/DE (05/2006)

W. DECKING, J. ROSSBACH

New Results from FLASH.

NATO Advanced Research Workshop on Brilliant Light Facilities and Research in Life and Material Sciences, Yerevan/AM (07/2006)

W. DECKING

The European XFEL Project.

NATO Advanced Research Workshop on Brilliant Light Facilities and Research in Life and Material Sciences, Yerevan/AM (07/2006)

XFEL Beam Dynamics.

STI Review Meeting, Hamburg/DE (03/2006)

M. EBERT

Status of the RF-System for PETRA-3.

PETRA-III Review Meeting of the Machine Advisory Committee,
Hamburg/DE (11/2006)

H. HERZOG, R. KLOS, H. LIERL, S. MOLNAR, B. PETERSEN,

J. ROTHER, W. SCHROTH, M. STEPHAN

Upgrade of the Compressor System of the HERA Cryogenic Plant by the Use of Frequency Converter Power Supplies.

Cryoprague 2006, Prague/CZ (07/2006)

B.J. HOLZER

Introduction to Transverse Beam Dynamics.

CAS 2006, Zakopane/PL (10/2006)

Lecture Series: Transverse Beam Dynamics.

Post-Graduate Lecture Courses of the Cockcroft Institute,
Daresbury/UK (04/2006)

P. KNEISEL, G. CIOVATI, G. MYNENI, J. SEKUTOWICZ

Development of Large Grain/Single Crystal Niobium Cavity Technology at Jefferson Lab.

Single Crystal Niobium Technology Workshop, Araxa/BR (10/2006)

D. KOSTIN

Superconducting Linear Accelerators for the Sources of the Coherent Synchrotron Radiation.

Third International Scientific Seminar „Modern Methods of Diffraction Data Analysis (X-ray Topography, Diffractometry, Electron Microscopy)“, Veliky Novgorod/RU (05/2006)

A. LABANC

Simulation and Measurement of the TTF3 Input Coupler.
CST, Boppard/DE (03/2006)

J. LANGNER ET AL.
Progress in Use of Ultra-High Vacuum Cathodic Arcs For
Deposition of Thin Superconducting Layers.
22nd International Symposium on Discharges in Vacuum,
Matsue/JP (09/2006)

L. LILJE
ILC Main Linac Design Status.
LCWS06, Bangalore/IN (03/2006)

R&D Board Task Force on High Gradient SCRF Cavities.
VLCW06, Vancouver/CA (07/2006)

L.I. MALYSHEVA, D.P. BARBER, I.R. BAILEY, J.A. CLARKE,
D.J. SCOTT, J.B. DAINTON, G.A. MOORTGAT-PICK
Depolarizing Effects at the ILC.
SPIN2006, Kyoto/JP (10/2006)

E.L. SALDIN, E.A. SCHNEIDMILLER, H. WEISE,
M.V. YURKOV FOR FLASH TEAM
Free Electron Laser as a Potential Source for EUV Lithography.
EUV Source Workshop, Barcelona/ES (10/2006)

M. SEIDEL
The Lepton Proton Collider HERA.
Seminarvortrag PSI, Villingen/CH (02/2006)

C. SIMON, S. CHEL, M. LUONG, O. NAPOLY, J. NOVO,
D. ROUDIER, N. BABOI, D. NOELLE, N. MILDNER,
N. ROUVIERE
High Resolution Re-entrant BPM for Linear Colliders.
4th CARE-N3-ABI workshop on Simulation of BPM front-end
electronics and Special Mechanical Designs, Lüneburg/DE
(11/2006)

W. SINGER, X. SINGER
Application of High Purity Niobium for European X-Ray Laser
Project XFEL.
47th General Assembly of Tantalum-Niobium International Study
Center, Innsbruck/AT (10/2006)

W. SINGER
Advances in Large Grain/Single Crystal SC Resonators at DESY.
CARE06 Annual Meeting, INFN-LNF, Frascati/IT (11/2006)
Large Grain/Single Crystal R&D at DESY.
Single Crystal Niobium Technology Workshop, Araxa/BR
(10/2006)

H. WEISE, E.L. SALDIN, E.A. SCHNEIDMILLER,
M.V. YURKOV
The European X-Ray Free-Electron Laser Project.
EUV Source Workshop, Barcelona/ES (10/2006)

H. WEISE
The European XFEL Project.
79th Plenary ECFA Meeting, Hamburg/DE (07/2006)
XFEL TDR – Accelerator Complex – Linear Accelerator.
STI Review Meeting, Hamburg/DE (03/2006)

S. WILKE
News of the PETRA-3 RF.
ESLS-RF 2006, Dortmund/DE (09/2006)

K. ZAPFE
Large Systems Commissioning.

Leak Detection.
CAS, Platja d' Aro/ES (05/2007)

Diplomarbeiten

A. ECKHARDT
Low Level RF Control for a Superconducting 3rd Harmonic
Accelerating Cavity.
Universität Hamburg (2006)

N. NGADA
Simulation von Modulatoren mit Puls Kabeln unter besonderer
Beachtung des EMV-Verhaltens.
TU Hamburg-Harburg (2006)

H. SAHIN
Simulation der Kühlwasser Temperaturstabilität für die PETRA
Ringmagnete mit LabVIEW.
Hochschule für Angewandte Wissenschaften, Hamburg (2006)

Buchbeiträge

A. AGHABABYAN ET AL.
XFEL – The European X-Ray Free-Electron Laser – Technical
Design Report.
DESY (2006) ISBN 3-935702-17-5

E. KEIL, W. DECKING
Lattice Design and Simulation Codes.
Handbook of Accelerator Physics and Engineering
World Scientific (2006) ISBN 9810235005

Strahlenschutz

Preprints und Interne Berichte

P. BILSKI ET AL.
Complex Workplace Radiation Fields at European High-energy
Accelerators and Thermonuclear Fusion Facilities.
CERN-2006-007

N. TESCH
Ergebnisse von Strahlenschutzmessungen am DESY im Jahre
2005.
DESY D3-103

Vorträge

A. KLETT, A. LEUSCHNER
Pulsed Neutron Dose Monitoring – A New Approach.
2006 IEEE Nuclear Science Symposium (NSS), Medical Imaging
Conference (MIC) and 15th International Room Temperature
Semiconductor Detector Workshop, San Diego, California/USA
(10/2006)

S. VAN SMAALEN
Commensurate and incommensurate magnetic order in spin-Peierls
compounds TiOCl and TiOBr.
APERIODIC 2006, Zao, Miyagi/JP (09/2006)

Zentrale Dienste

Bibliothek und Dokumentation

Vorträge

M. KÖHLER
Open Access: What is it?
Interactions Collaboration Meeting, Hamburg/DE (10/2006)

Servicezentrum Mechanik

Vorträge

HGF-Arbeitskreis Bau von wissenschaftlichen Geräten, FZ Karlsruhe/DE (05/2006)

C. MARTENS, J. DICKE
Entwicklungskonstruktion einer Tuningvorrichtung für das PITZ
Guncavity III.

A. NIENHAUS, J. DICKE
Geräte und Produktsicherheit – sicherer Betrieb von Anlagen und
Einrichtungen.

K.B. REMMERS, J. DICKE
Rapid Prototyping – Übersicht über Verfahren und Anwendungen.

Weitere Vorträge

J. DICKE
Konstruktionswerkstoffe für Vakuumsysteme – Eigenschaften und
Beispiele.
Workshop Vakuumtechnik des HGF-Arbeitskreises Bau von
wissenschaftlichen Geräten, GSI Darmstadt/DE (11/2006)

J. GONSCHIOR, S. MÜLLER
PETRA III – Praktische Erfahrungen mit der Konfiguration und
dem Aufbau eines 2,3 km langen Speicherringes mit CAD- und
DMU-Werkzeugen.
Unigraphics Solutions – Product Lifecycle Management
Konferenz, Wiesloch/DE (05/2006)

Diplomarbeiten

K.B. REMMERS
Erstellung eines Konstruktionshandbuchs für die zentrale
Konstruktionsabteilung beim DESY Hamburg.
HAW Hamburg (2006)

Informationstechnik

Vorträge

CHEP06, Mumbai, Maharashtra/IN (02/2006)

F. GAEDE
A modular Reconstruction Software Framework for the ILC.
D. JAHNKE-ZUMBUSCH, F. GAEDE, P. VAN DER REEST,
T. TEMPEL, W. NIEPRASCHK
The DESY-Registry Account Management for Many Backend
Systems.

HEPIX, Rome/IT (04/2006)

D. JAHNKE-ZUMBUSCH, P. VAN DER REEST
DESY Site Report.

D. JAHNKE-ZUMBUSCH
Mailing lists at DESY with Sympa.

ILC Software and Physics Meeting, Cambridge/UK (04/2006)

F. GAEDE
Status of ILC core software.

A. GELLRICH
Grid Infrastructure for the ILC.

M. ERDMANN, V. GÜLZOW
Bandbreite – unverzichtbar für den wissenschaftlichen Erfolg am
Beispiel des CMS-Experiments.

X-Win Einweihung, Hamburg/DE (05/2006)

P. FUHRMANN, M. RADICKE
dCache A scalable storage element and its usage in HEP.
AstroGrid-D Workshop, Garching/DE (11/2006)

P. FUHRMANN, V. GÜLZOW
dCache a storage system for the future.
Europar 2006, Dresden/DE (08/2006)

P. FUHRMANN
The dCache Storage Element.
PARA '06 – Workshop on State-Of-The-Art in Scientific and
Parallel Computing, Umea/SE (06/2006)

dCache, Q&A.
HEPiX 2006, Rome/IT (04/2006)

dCache, the Petra-Scale storage element or: About Managed
Storage.
LCSC, Linköping/SE (10/2006)

dCache/Tier II workshop.
Tier II dCache workshop at CERN, Geneva/CH (06/2006)

F. GAEDE
ILC Core software.
International Linear Collider Workshop, Valencia/ES (11/2006)

NA2 Status Computing and Analysis.
 EUDET Annual Meeting 2006, Munich/DE (10/2006)

The VTX detector in the ILC software framework.
 ILC VTX Workshop at Ringberg Castle, Rottach-Egern/DE
 (05/2006)

A. GELLRICH
 Grid Computing – An Introduction.
 EUDET Kickoff Workshop, DESY, Hamburg/DE (02/2006)

V. GÜLZOW
 Die DCMS Tier 2 Föderation.
 DCMS-Kollaborationstreffen, Hamburg/DE (02/2006)

Die zentrale IT-Versorgung bei DESY.
 IT-Seminar at GKSS, Karlsruhe/DE (01/2006)

Grid Deployment @ DESY; Experiment Datamanagement and the
 Grid.
 ESRF-Workshop, Grenoble/FR (04/2006)

Grid-Computing in der Praxis – Status und Konzepte für die
 Physik am DESY.
 HGF, Berlin/DE (10/2006)

Kennzahlen für IT.
 KODA-Workshop at HMI, Berlin/DE (10/2006)

Tier 1 Status Report.
 LHCC Comprehensive Review, Genf/CH (09/2006)

Informationsmanagement, Prozesse und Projekte

Veröffentlichungen

J. BÜRGER, J.A. DAMMANN, L. HAGGE, J. IVERSEN,
 A. MATHEISEN, W. SINGER
 Toward industrialization: Supporting the manufacturing processes
 of superconducting cavities at DESY.
 Physica C 441 (2006) 268

Veröffentlichte Vorträge

J. BÜRGER, J.A. DAMMANN, L. HAGGE, J. KREUTZKAMP,
 K. LAPPE
 Managing the Quality Assurance Documentation of Accelerator
 Components.
 Proc. of EPAC'06, Edinburgh/UK
 European Physical Society – Accelerator Group, JACoW (2006) 3

L. HAGGE, K. LAPPE
 Using Requirements Engineering (RE) Patterns for Organizational
 Learning.
 Proc. of LSO+RE 2006, Hannover/DE
 J. Univ. Knowl. Manag. 1 (2006) 137

Using Requirements Engineering (RE) Patterns for Organizational
 Learning.
 Proc. of LSO+RE 2006, Hannover/DE
 University of Hannover (2006) 101

D. SZEPIELAK
 REST-Based Service Oriented Architecture for Dynamically
 Integrated Information Systems.
 Proc. of IBM PhD Student Symposium at ICSOC 2006,
 Chicago/USA
 IBM (2006) 7

Vorträge

J. BÜRGER, J.A. DAMMANN, L. HAGGE, J. KREUTZKAMP,
 K. LAPPE
 Managing the Quality Assurance Documentation of Accelerator
 Components.
 EPAC'06, Edinburgh/UK (06/2006)

L. HAGGE, K. LAPPE
 Using RE Patterns for Organizational Learning.
 LSO+RE 2006, Hannover/DE (03/2006)

D. SZEPIELAK
 REST-Based SOA for Dynamically Integrated Information
 Systems.
 IBM PhD Student Symposium at ICSOC 2006, Chicago/USA
 (12/2006)

N. WELLE
 I-DEAS bei großen Baugruppen optimaler einsetzen – Tipps und
 Tricks.
 SIG I-DEAS, Wiesloch/DE (05/2006)

Diplomarbeiten

S. BRAUN
 Entwicklung eines Referenzprozesses für die Dokumentation der
 Qualitätssicherung im Anlagenbau am DESY.
 Hochschule für Angewandte Wissenschaften Hamburg (2006)

H. DITLEVSEN
 Entwurf, Entwicklung und Erprobung eines Berichtssystems zur
 Unterstützung der Projektverfolgung am Deutschen
 Elektronen-Synchrotron (DESY).
 Hochschule für Angewandte Wissenschaften Hamburg (2006)

S. PUDLIK
 Design and Implementation of a Bulkloader Application for
 Environment Integration.
 Silesian University of Technology, Gliwice, Poland (2006)

Buchbeiträge

L. HAGGE, F. HOUDEK, K. LAPPE, B. PAECH
 Using Patterns for Sharing Requirements Engineering Process
 Rationales.
 Rationale Management in Software Engineering
 Springer (2006) ISBN 3540309977







Herausgeber:

Deutsches Elektronen-Synchrotron DESY
Notkestraße 85, D - 22607 Hamburg
Postfach: 22603 Hamburg
Telefon: (040) 8998-0, Telefax: (040) 8998-3282
E-mail: desyinfo@desy.de, Internet: www.desy.de

Zweiter Standort:

DESY Zeuthen
Platanenallee 6, D - 15738 Zeuthen
Telefon: (033762) 77-0, Telefax: (033762) 77-330

DESY ist Mitglied der Hermann von Helmholtz-Gemeinschaft
Deutscher Forschungszentren (HGF)

Drucklegung: Juni 2007

Verfügbar unter: www.desy.de/f/jb2006

Herstellung und Gestaltung:

DESY-Bereichsleitungen
Kirsten Sachs, Bibliothek und Dokumentation

Satz und Layout:

L^AT_EX
LE-TeX, Jelonek, Schmidt und Vöckler GbR, Leipzig

Druck und Verarbeitung:

K. Triltsch GmbH, Ochsenfurth-Hohestadt

Titelbild:

Blick in südliche Richtung auf das DESY-Gelände und die Elbe. In der Bildmitte befindet sich die TESLA-Test-Anlage. Der VUV-FEL-Tunnel verbindet die TESLA-Test-Anlage mit der zukünftigen Experimentierhalle (im Vordergrund), die für die DESY EXPO2000-Ausstellung *Licht der Zukunft* genutzt wurde.

I S B N 978-3-935702-22-5

I S S N 0179-9282