

Übersicht F-Bereich

HERA-Experimente

Der Berichtszeitraum stand ganz im Zeichen des Einlaufens von HERA und der HERA-Detektoren nach dem Umbau zur Luminositätserhöhung. Ein unerwartet hoher Untergrund in den beiden Experimenten H1 und ZEUS machte einen Routinebetrieb von HERA unmöglich. In enger Zusammenarbeit der HERA-Mannschaft mit den Physikern der HERA-Experimente konnten inzwischen die Ursachen im Detail verstanden werden. Die dominante Untergrundquelle ist: Für die Luminositätserhöhung mussten spezielle supraleitende Magnete nahe am Wechselwirkungspunkt in die Detektoren H1 und ZEUS eingebaut werden. In diesen Magneten erzeugen die Elektronen intensive Synchrotronstrahlung. Diese und das Heizen des Strahlrohrs und der Kollimatoren durch die Spiegelladungen der Strahlpakete verschlechtern das Vakuum im Betrieb. Die Wechselwirkungen der Strahlprotonen mit den Restgasatomen führen schließlich zum starken Untergrundsignal. Anders als bei Speicherringen wie LEP oder Tevatron hat HERA sowohl mit der starken Synchrotronstrahlung als auch mit dem hohen Wechselwirkungsquerschnitt von Protonen mit dem Restgas zu kämpfen.

Durch Änderungen an den Kollimatoren und des Vakuumsystems sollen die Probleme in der Zeit März bis Juli 2003 behoben werden. Im September 2003 soll der reguläre HERA-Betrieb wieder aufgenommen werden.

Alle vier HERA-Experimente konnten im Jahr 2002 Daten nehmen: H1 und ZEUS vor allem Testdaten, die zeigen, dass die 2001/02 durchgeführten Detektorverbesserungen erfolgreich waren, HERMES etwa 900 000 tiefunelastische Ereignisse an einem transversal polarisierten Protonentarget und HERA-B 250 000 J/ψ -Ereignisse von Proton-Kohlenstoff und Proton-Wolfram Wechselwirkungen.

Basierend auf den bis 2000 genommenen Daten konnten die vier HERA-Experimente eine größere Anzahl

neuer wissenschaftlicher Ergebnisse vorstellen. Beispiele sind:

- die endgültige Analyse der Daten zur Präzisionsmessung der Protonstrukturfunktion bei hohen Impulsüberträgen und ihrer erfolgreichen Beschreibung im Rahmen der perturbativen Quantenchromodynamik (QCD) höherer Ordnung,
- eine modellabhängige Bestimmung der Pionstrukturfunktion, welche die Universalität der Struktur von Hadronen bei kleinen Partonimpulsen zeigt,
- die erstmalige Bestimmung der Tensorstrukturfunktion des Deuterons,
- die Bestimmung der Wirkungsquerschnitte von B-Teilchen und Charmonium-Zuständen in Proton-Kernwechselwirkungen mit dem HERA-B Experiment,
- die empfindliche Suche nach Effekten jenseits des Standardmodells der Teilchenphysik mit Grenzen, die vielfach strenger sind als die von anderen Beschleunigern wie LEP und Tevatron.

Neutrino-Astrophysik

Der AMANDA Detektor, der das 3000 Meter dicke Eis des Südpols zum Nachweis hochenergetischer Neutrinos verwendet, konnte auch in diesem Jahr erfolgreich betrieben werden. Mit den in den Jahren 1997–2000 genommenen Daten konnte eine empfindliche Suche nach hochenergetischen Neutrinos, die mit GRBs (Gamma Ray Bursts) korreliert sind, durchgeführt und obere Grenzen bestimmt werden.

Eine ausreichende Empfindlichkeit für hochenergetische Neutrinos der kosmischen Strahlung benötigt allerdings einen Detektor mit einem Volumen von 1 km^3 . Ein entsprechender Vorschlag, IceCube, wurde vorbereitet,

und nach der Genehmigung durch die US-NSF (National Science Foundation) wurde der Vorschlag auch vom DESY-PRC (Physics Research Committee) genehmigt. Die Verantwortung von DESY liegt vor allem bei der Detektoroptimierung, dem Bau von einem Viertel der optischen Module, einem Teil der Ausleseelektronik, der Software-Entwicklung und der physikalischen Analyse.

Entwicklung massiv paralleler Rechner für die Gittereichtheorie

Zur Lösung von Problemen der theoretischen Teilchenphysik mit der Methode der Gittereichtheorie stellt DESY im Rahmen des NIC (John von Neumann Institut für Computing) der Gittereichtheorie-Community 650 GFlops an Rechenleistung zur Verfügung. Die Rechner sind durchgängig überbucht. Eine aktuelle Studie des LATFOR (Forum der deutschen Gittereichtheoretiker) belegt, dass in den nächsten Jahren eine Rechenleistung von etwa 25 TFlops benötigt wird.

Seit 2000 arbeitet DESY mit INFN und Orsay an der Entwicklung des Nachfolgerechners apeNEXT. Ziel ist es, mehr als 10 TFlops Rechenleistung bei Kosten von 1 MFlop/0.5 € zur Verfügung zu stellen. Bei dem Entwurf des Prozessors gab es Verzögerungen. Inzwischen sind der Entwurf und die detaillierte Simulation durchgeführt. Die Entwicklung der Infrastruktur, zum Beispiel der komplexen Platinen und der Überrahmen, ist abgeschlossen.

Vorarbeiten für TESLA

Innerhalb der Gemeinschaft der Hochenergiephysiker besteht inzwischen weltweit Übereinstimmung, dass als nächstes Beschleunigerprojekt der Teilchenphysik ein Elektron-Positron-Linearbeschleuniger (LC) mit einer maximalen Energie von 500–800 GeV benötigt wird. Zu dieser Konsensfindung haben die Arbeiten der FLC-Gruppe ganz wesentlich beigetragen. Die ausgezeichnete Vorbereitung des Projektes wurde vom Wissenschaftsrat, der 2001/02 TESLA begutachtet hat, besonders hervorgehoben.

Die Gruppen FLC in Hamburg und Zeuthen haben in enger Zusammenarbeit mit den DESY Theoriegruppen auch im Jahr 2002 eine führende Rolle bei den Physikstudien innerhalb der ECFA/DESY-Studie gespielt. Schwerpunkte bildeten Untersuchungen auf den Gebieten Higgs-Bosonen, Supersymmetrie, elektroschwache Präzisionsphysik und Physik des Top-Quarks.

Auf dem Gebiet R&D für einen LC-Detektor sind die Untersuchungen zur Kalorimetrie und zur Time Projection Chamber (TPC) in Hamburg sowie zur Kalorimetrie bei kleinen Winkeln und zur Realisierung eines Photon-Photon Colliders in Zeuthen besonders hervorzuheben.

Das DESY PRC ist inzwischen das Gremium, das Europa-weit die Entwicklungsvorschläge für die LC-Experimente begutachtet.

Theorie der Elementarteilchen

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

HASYLAB

Im Hamburger Synchrotronstrahlungslabor HASYLAB wird die von Positronen bzw. Elektronen in den Speicherringen DORIS III und PETRA II emittierte Synchrotronstrahlung in vielfältiger Weise in Grundlagen- und anwendungsbezogener Forschung auf den Gebieten der Physik, Biologie, Chemie und Kristallographie, in den Material- und Geowissenschaften sowie in der medizinischen Forschung eingesetzt.

2000 Wissenschaftler, ein Viertel davon in der Strukturbiologie, haben im Jahr 2002 das weite Spektrum der elektromagnetischen Strahlung vom sichtbaren Licht

bis zum harten Röntgengebiet genutzt und den Energiebereich von 1 eV bis 300 keV ausgeschöpft. Ihre Ergebnisse sind in 700 Beiträgen zum HASYLAB Jahresbericht 2002 zusammengefasst.

Zusätzlich zum Betrieb der Nutzereinrichtung beteiligt sich HASYLAB an der Ausbildung von Studenten. Auch findet eine enge Zusammenarbeit mit dem Institut für Experimentalphysik der Universität Hamburg, der Außenstelle des EMBL, den Max-Planck-Arbeitsgruppen, der Thetis GmbH sowie mit dem GKSS Forschungszentrum im Bereich der Materialwissenschaften statt.

Im Jahr 2002 ist die Phase 1 der SASE FEL Aktivitäten an der TESLA Test Facility erfolgreich abgeschlossen worden. Auch im Wellenlängenbereich von 80–120 nm konnte Sättigung erreicht werden bei Pulsbrillanzen wie erwartet. Es wurden 10^{13} Photonen in Blitzen von 50 fs Dauer in einem Fokus von 20 μm Durchmesser gemessen. Durch Veränderung der Kompression des Elektronenbunches im TTF1 Linearbeschleuniger konnte die Pulsdauer in einem Bereich zwischen 40 und 100 fs variiert werden, wobei 1 GW Spitzenleistungen bei 100 nm erzielt wurden. Alle experimentellen Beobachtungen sind in voller Übereinstimmung mit der SASE FEL Theorie.

In Phase 1 wurden auch erfolgreiche Ablationsexperimente und Studien von nichtlinearen Effekten in freien Clustern und Atomen am TTF FEL durchgeführt. Die publizierten Ergebnisse haben weltweit großes Interesse erregt, auch bei den Nutzern von optischen Lasern.

Für den TTF2 VUV FEL (Phase 2) wurden insgesamt 30 Projektanträge vorgestellt, und die Anträge wurden von dem erweiterten HASYLAB Project Review Panel für den XUV Spektralbereich begutachtet. An den Anträgen sind fast 200 Wissenschaftler aus 9 Ländern beteiligt. Es wurden Experimente zur Plasmaphysik, zur Forschung an biologischen Proben und zur Untersuchung von Proben in der Gasphase vorgeschlagen. Mehrere Projekte umfassen technische Entwicklungen für die VUV FEL Facility, aber auch Studien an Festkörperproben. Die wissenschaftliche Qualität aller Anträge wurde als exzellent beurteilt. Am DESY wird der TTF2 VUV FEL Strahlung mit Wellenlängen bis zu 6 nm liefern und im Jahr 2004 für Nutzer verfügbar sein.

Die Arbeiten an der Designstudie für den Ausbau des PETRA-Speicherrings in eine erstklassige Synchrotronstrahlungsquelle der dritten Generation wurden aufgenommen mit dem Ziel, den Technischen Design Report (TDR) für PETRA III bis zum Ende des Jahres 2003 zu erstellen. Um die Erfordernisse der potenziellen Nutzer zu ermitteln, wurden fünf Workshops organisiert, die von ungefähr 400 Teilnehmern besucht wurden. Die Resonanz der potenziellen Nutzerschaft war sehr erfreulich. Ein erster Vorschlag zum Layout wird im Sommer 2003 vorgestellt und diskutiert werden.

Große Hoffnungen werden auf die Realisierung des TESLA XFEL Labors im Großraum Hamburg bis zum Jahr 2011 gesetzt. Um ihre Bemühungen zu koordinieren, unterzeichneten SLAC und DESY ein „Memorandum of Understanding“ über gemeinschaftliche wissenschaftliche Arbeiten mit dem Ziel, den TESLA-XFEL und das wissenschaftliche Programm der Linear Coherent Light Source (LCLS) zu einem frühen Erfolg zu führen und Forschung zu betreiben, die die einzigartigen Möglichkeiten der neuen Quellen ausschöpft.

Zuvor wurde auf Wunsch des Wissenschaftlichen Rates (WR) eine weitere technische Designstudie (TDR Supplement) erstellt, die die Voraussetzungen für den separaten Bau von XFEL und Linear-Collider im Rahmen des TESLA-Projektes untersucht hat.

Elektronik-Entwicklung

Die Gruppen „Elektronik Entwicklung“ (FE) mit besonderer Expertise auf den Gebieten digitale Datenverarbeitung (FEA), analoge Signalverarbeitung (FEB), Opto- und Mikroelektronik (FEC), spezielle Softwareentwicklungen (FEE) sowie die Service-Gruppe (FEPOS) unterstützen die experimentellen Gruppen der Teilchenphysik, der Forschung mit Synchrotronstrahlung sowie die Maschinengruppen.

Beispiele für die Arbeiten sind der HERMES Silicon Recoil-Detektor, ein Silizium-Driftdetektorsystem, das Gasedektorsystem SAXS, ein aufwändiges Datenerfassungsmodul (RET02) für HASYLAB, Strahlverlustmonitore und der Beam Interlock Concentrator (BIC) für die TESLA Test Facility (TTF2) sowie die Quenchüberwachung der supraleitenden Magnete von HERA.

Bibliothek und Dokumentation

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

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

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

Presse und Öffentlichkeitsarbeit

Der Dialog mit der Öffentlichkeit ist eine Herausforderung, die von DESY gern und mit großem Einsatz angenommen wird. Die Abteilung „Presse- und Öffentlichkeitsarbeit“ (PR) erfüllt hier die Funktion einer „Schnittstelle“ und sorgt für den erforderlichen Informationsfluss. In zunehmendem Maße gewinnt hierbei die Kommunikation des TESLA-Projekts an Bedeutung und fordert verstärkten Einsatz. Eine wichtige Rolle spielte die Information der Anlieger an der TESLA-Trasse im Kreis Pinneberg, wobei ein breites Spektrum abgedeckt werden musste – von den Anfragen einzelner Bürger bis hin zu Informationsveranstaltungen auf Gemeinde- oder Kreisebene.

Internationale Beachtung fanden die Begutachtung des TESLA-Projekts durch den von der Bundesregierung

beauftragten Wissenschaftsrat und die daraus resultierenden Empfehlungen, zu denen Presse- und Informationsmaterial erstellt wurde.

Neben solchen Schwerpunkt-Projekten pflegt die PR-Gruppe ein aktuelles und vielfältiges Spektrum an Informationsangeboten und Kommunikationsmaßnahmen. Informationsbroschüren und Faltblätter wurden ergänzt durch die HERA-Broschüre, die im Berichtsjahr anlässlich „10 Jahre HERA“ fertig gestellt wurde. Einen sehr regen Zuspruch findet auch „DESYs KworkQuark – Teilchenphysik für alle!“, eine hochwertige Lernsoftware, die im Internet für alle frei verfügbar ist.

Ein besonderer Höhepunkt im Berichtsjahr war die Ausstellung „TESLA – Licht der Zukunft“, bei der im Automobil Forum Unter den Linden in Berlin das Zukunftsprojekt TESLA über 22 000 Besuchern, unter ihnen über 70 Schulklassen und 6000 Teilnehmer an der Langen Nacht der Museen, vorgestellt wurde.

Des Weiteren ist die regelmäßige Durchführung von Besichtigungen ein wesentlicher Bestandteil der Öffentlichkeitsarbeit. Im Jahr 2002 kamen etwa 9000 Besucherinnen und Besucher in 393 Einzelgruppen zu DESY, davon 221 Schülergruppen und 50 Studentengruppen.

Das Schülerlabor „physik.begreifen@desy.de“ feierte im November 2002 sein fünfjähriges Bestehen. Die Bilanz kann sich sehen lassen: 440 Gruppen mit insgesamt 8700 Schülerinnen und Schülern nutzten in den vergangenen fünf Jahren das Angebot. Vom Präsidentenfonds der Helmholtz-Gemeinschaft im Berichtsjahr bewilligte Fördermittel ermöglichen es, das Angebot in Hamburg weiter auszubauen und ein entsprechendes Programm auch in Zeuthen zu beginnen. An besonders interessierte Schülerinnen und Schüler wendet sich die 1998 gegründete Seminarreihe „Faszination Physik“ – ein Treffpunkt und Diskussionsforum für junge Leute zu Themen der modernen Physik.