

Übersicht F-Bereich

Experimentierbetrieb bei HERA

Im Berichtsjahr 2000 wurde HERA von Januar bis August bei 27.5 GeV Elektronen- und 920 GeV Protonenenergie betrieben. Damit ist die erste HERA-Experimentierphase „HERA-I 1992–2000“ erfolgreich abgeschlossen.

Im September 2000 wurde mit dem Umbau von HERA begonnen. Das Ziel ist, den Experimenten H1 und ZEUS eine fünffach höhere Luminosität und polarisierte Elektronen und Positronen zur Verfügung zu stellen. Mit einer maximalen Luminosität von $2 \times 10^{31} \text{cm}^{-2} \text{s}^{-1}$ hat HERA-I die Sollluminosität um 30% übertroffen. Insgesamt wurde den beiden Collider-Experimenten H1 und ZEUS etwa 165pb^{-1} an e^+p und 25pb^{-1} an e^-p integrierter Luminosität zur Verfügung gestellt.

Das HERMES-Experiment hat insgesamt 3.5 Millionen Ereignisse mit polarisiertem Wasserstoff, 8.5 Millionen mit polarisiertem Deuterium, 2.3 Millionen mit polarisiertem ^3He und 13.5 Millionen Ereignisse mit verschiedenen unpolarisierten Targets (H_2 , D_2 , He und Ne) aufgezeichnet.

Das HERA-B Experiment ist seit Frühjahr 2000 fertig gestellt. Es konnten alle Detektorkomponenten in Betrieb genommen und erste Daten zur hadronischen Erzeugung schwerer Quarks genommen werden.

Dank des ausgezeichneten HERA-Kontrollsystems war der effiziente gleichzeitige Betrieb aller vier HERA-Experimente möglich.

Die Experimente H1 und ZEUS

Beide Collider-Experimente fanden ausgezeichnete Strahlbedingungen vor und nahmen zuverlässig und effizient Daten hoher Qualität.

Zu den herausragenden physikalischen Ergebnissen zählen eine erste Messung der paritätsverletzenden Protonstrukturfunktion xF_3 , verschiedene präzise Messungen des Wertes und der Skalenabhängigkeit der starken Kopplungskonstante α_s , die verbesserte Bestimmung der Gluonstrukturfunktion $G(x)$ und der longitudinalen Strukturfunktion F_L des Protons sowie die Messung des Erzeugungsquerschnitts für Charm- und Beauty-Teilchen und verschiedener Vektormesonen in Photoproduktion und tiefunelastischer Streuung. Die Suche nach Effekten jenseits des Standard-Modells der Teilchenphysik hat bisher nur obere Grenzen geliefert.

Seit September werden bei HERA und den Experimenten umfangreiche Umbau- und Verbesserungsarbeiten zur Vorbereitung der HERA-Luminositätserhöhung vorgenommen. Dazu gehören der Einbau supraleitender Strahlmagnete in die Detektoren, neue Kalorimeter und Elektronik für die Luminositätsbestimmung, ovale Strahlröhren aus dünnwandigem Al-Be, der Neubau bzw. die Erweiterung von Siliziumvertexdetektoren und Verbesserungen der Spurdetektoren in der Proton-Vorwärtsrichtung.

Das HERMES-Experiment

Durch Änderungen am polarisierten Gastarget konnte zu Beginn des Berichtsjahres die Targetdichte um etwa einen Faktor zwei erhöht werden. Seit dem Frühjahr 2000 wird außerdem für jeweils eine Stunde am Ende jeder Positronfüllung das Target mit verschiedenen unpolarisierten Gasen der hundertfachen Dichte im Vergleich zum polarisierten Deuterium gefüllt. So konnten zusätzlich 13.5 Millionen tiefunelastische Ereignisse praktisch ohne Luminositätsverluste für die anderen Experimente registriert werden.

Zu den wichtigsten physikalischen Ergebnissen der HERMES-Kollaboration im Berichtsjahr zählen die

Bestimmung der Spinstruktur g_1 von Proton, Deuteron und Neutron, die Messung der verschiedenen Quarkdichten im Nukleon, die Identifizierung von Ereignissen der „Tief-Virtuellen-Compton-Streuung“ (DVCS) und die Bestimmung der Polarisierung der ρ -Mesonen in Elektroproduktion. Durch den Vergleich der Teilchenproduktion an unpolarisiertem Stickstoff und Deuterium wurde außerdem die Formationszeit geladener Teilchen in hadronischen Wechselwirkungen untersucht.

Als Vorbereitung für die Zeit nach der HERA-Luminositätssteigerung wurden kleinere Umbauarbeiten und Verbesserungen am Detektor durchgeführt sowie ein Dipolmagnet für das transversal polarisierte Target, mit dem 2001–2002 gemessen werden soll, konstruiert und in Auftrag gegeben.

Das HERA-B Experiment

Ziel des HERA-B Experiments ist die Untersuchung seltener Zerfälle von Teilchen, die Charm- und Bottom-Quarks enthalten – speziell die Messung der CP-Asymmetrie bei B-Zerfällen.

Anfang 2000 waren das HERA-B Spektrometer und das sehr aufwendige Triggersystem zu 100% fertig gestellt. Im Berichtsjahr wurden alle Komponenten in Betrieb genommen und Daten mit verschiedenen Triggerbedingungen aufgezeichnet.

Das Einlaufen des Detektors erwies sich allerdings als schwieriger als zunächst angenommen: ein Teil der Komponenten, wie zum Beispiel das Drahttarget, der Siliziumvertexdetektor, der „RICH“-Cherenkovzähler zur Teilchenidentifikation und das Datennahmesystem arbeiteten ausgezeichnet, während die Gas-Spurdetektoren, die Vortrigger und die erste Triggerstufe die Entwurfsparameter nicht erreichen konnten. Auf der Basis der erzielten Ergebnisse werden nun in der HERA-Betriebspause Verbesserungen durchgeführt.

Da zu erwarten ist, dass es noch einige Zeit dauern wird, bis alle Komponenten von HERA-B wie geplant funktionieren, und inzwischen die Experimente am SLAC (USA) und bei KEK (Japan) an eigens zum Studium der CP-Verletzung gebauten Elektron-Positron-Speicherringen erfolgreich Daten nehmen, hat die Kollaboration für die Zeit 2001–2002 ein neues

Physikprogramm vorgeschlagen: die Messung der hadronischen Erzeugung schwerer Quark- und Quarkoniumzustände zur Untersuchung von Fragen der starken Wechselwirkung.

Auch wenn HERA-B bisher seine hochgesteckten Ziele nicht erreichen konnte, hat das Experiment im Jahr 2000 dennoch sehr große Fortschritte gemacht und spielt als Spektrometer mit bisher unerreichter Ereignisrate und Anforderungen an Strahlendosis eine Vorreiterrolle für die 2006 in Betrieb gehenden LHC-Experimente.

Forschung an Lepton Collidern und Vorarbeiten für TESLA

Das Jahr 2000 stand ganz im Zeichen der Ausarbeitung des „TESLA Technical Design Report“ (TDR), der im März 2001 der Öffentlichkeit vorgestellt wird.

Die im Rahmen der II. ECFA-DESY-Studie in breiter internationaler Zusammenarbeit durchgeführten Studien konzentrierten sich auf Präzisionsmessungen zum Standard-Modell der Teilchenphysik, zum Higgs-Mechanismus und auf Untersuchungen zu Supersymmetrie und alternativen Theorien jenseits des Standard-Modells. Es wurden vor allem e^+e^- -Kollisionen im TeV-Bereich, aber auch die Optionen $\gamma\gamma$ und $e\gamma$ untersucht.

Für den TDR wurde ein erster Detektorentwurf ausgearbeitet: er zeigt, dass die anspruchsvollen experimentellen Anforderungen tatsächlich erreicht werden können. Die Vorversuche zur Auslese einer „Time Projection Chamber“ mit „Gas Electron Multiplier“-Folien und zum Einsatz künstlicher Diamanten als strahlendichte Detektoren bei kleinen Winkeln wurden weitergeführt.

Außerdem wurde zur Ausarbeitung der folgenden Optionen der möglichen Nutzung der Elektronen von TESLA für die Teilchenphysik beigetragen:

THERA verwendet die polarisierten Elektronen von TESLA, um sie mit den 920 GeV Protonen von HERA zur Wechselwirkung zu bringen. Damit kann unter anderem die Struktur des Protons bei höheren Partondichten als bei HERA, einem neuen Bereich der starken Wechselwirkung, untersucht werden. Außerdem ermöglicht THERA, falls eine ausreichend hohe Luminosität erreicht werden kann, eine empfindliche Suche

nach exotischen Teilchenzuständen wie Leptoquarks, Leptogluonen und angeregten Fermionen.

TESLA-N untersucht die Wechselwirkungen der longitudinal polarisierten 250–400 GeV Elektronen von TESLA mit einem polarisierten Festtarget und ELFE verwendet HERA als Stretcherring, um 15–25 GeV Elektronen von TESLA als quasi-kontinuierlichen Strahl zum Experimentieren zur Verfügung zu stellen. Ziel beider Optionen ist die Präzisionsmessung bisher nicht untersuchter Strukturfunktionen des Nukleons, welche einzigartige Tests der Theorie der starken Wechselwirkung ermöglichen.

Theorie der Elementarteilchen

In enger Zusammenarbeit mit Mitarbeitern des II. Instituts für Theoretische Physik der Universität Hamburg und zahlreichen Gästen hat sich die DESY-Theoriegruppe auf folgende Themen konzentriert: Quantenchromodynamik (QCD), Flavour-Physik der schweren Quarks und Neutrinos, Higgs-Mechanismus, Gravitation, Zusammenhang von Teilchenphysik und Kosmologie, Stringtheorie, Gittereichtheorie und Mathematische Physik. Ebenso war die Gruppe zentral an der Ausarbeitung des TESLA-TDR im Rahmen der II. ECFA-DESY-Studie beteiligt.

Experimente mit Synchrotronstrahlung

Für die Forschung mit Synchrotronstrahlung bei DESY wurden im Jahr 2000 am Speicherring DORIS 5011 Betriebsstunden dediziert und bei PETRA etwa 2200 Stunden zur parasitären Nutzung bereitgestellt. 1900 Wissenschaftler und Ingenieure kamen für eine oder mehrere Messzeiten zu HASYLAB, davon führten 460 Wissenschaftler Arbeiten zu biologischen Fragestellungen an den Instrumenten der EMBL Außenstation und der Arbeitsgruppen für strukturelle Molekularbiologie der Max-Planck-Gesellschaft durch.

Die Ergebnisse sind in 700 Einzelberichten im HASYLAB Jahresbericht zusammengefasst, der über Internet zugänglich ist (http://www-hasyllab.desy.de/science/annual_reports/2000_report/main.htm).

Im Berichtsjahr wurden die Arbeiten zur nichtinvasiven Abbildung von Herzkranzgefäßen erfolgreich zum Abschluss gebracht. Insgesamt wurden 379 Patienten untersucht, davon 230 im Rahmen einer gezielten Studie zur Validierung des bei DESY in Zusammenarbeit mit Medizinern vom Universitäts-Krankenhaus Hamburg Eppendorf und dem Herzzentrum Bad Bevensen, sowie mit Physikern der Universität Siegen entwickelten NIKOS Verfahrens.

Die Ergebnisse wurden von einer international zusammengesetzten Gruppe von Kardiologen analysiert. Dabei zeigte sich, dass im Vergleich mit konkurrierenden Verfahren wie dem „Magnet Resonance Imaging“ (MRI) und dem „Electron Beam Computed Tomography“ (EBCT) das am DORIS Speicherring installierte NIKOS Verfahren die bei weitem besten Bilder liefert. Diese Aufnahmen der Herzkranzgefäße werden innerhalb weniger Sekunden auf dem Bildschirm verfügbar. Weitere technische Verbesserungen des Verfahrens sind möglich.

Im Ergebnis konnten die Kardiologen den routinemäßigen Einsatz des NIKOS Verfahrens im klinischen Betrieb noch nicht empfehlen, statt dessen schlugen sie vor, die Forschungs- und Entwicklungsarbeiten fortzusetzen. In dieser Zeit würde auch sichtbar, ob die hohen Erwartungen in das konkurrierende MRI Verfahren von der Industrie eingelöst werden können. DESY wird weitere F&E Arbeiten an NIKOS unterstützen, unter der Voraussetzung, dass eine Gruppe von Kardiologen die Federführung im Projekt übernimmt.

Als besonders wichtiges wissenschaftliches Ergebnis im Berichtszeitraum sei auf die Lösung der Struktur der kleinen Untereinheit des Ribosoms hingewiesen. Prof. Ada Yonath vom Weizmann Institute in Rehovot und der Max-Planck-Arbeitsgruppe Ribosomen-Struktur bei DESY erhielt für diese bahnbrechenden Arbeiten den Preis der Europäischen Kristallographischen Gesellschaft.

TESLA Test Facility

Am 22. Februar 2000 wurde erstmals am Freielektronen Laser der TESLA Test Facility das Lasen beobachtet. Zuerst bei 108 nm, später konnte die Durchstimmbarkeit des Lasers im Bereich zwischen

80 und 180 nm gezeigt werden. Damit ist ein weiterer Beweis für die Funktionsfähigkeit des SASE Prinzips erbracht worden. Die Ergebnisse lassen sich mit den Theorien quantitativ beschreiben, und als Konsequenz werden in mehreren Ländern neue Projekte zum Bau von Freie-Elektronen Lasern nach dem SASE Prinzip verfolgt. Im Rahmen des Technical Design Reports von TESLA hat DESY ein Röntgenlaserlabor für eine breite Nutzerschaft vorgestellt.

Die Auslegung der Seeding Option für den VUV FEL, mit der die erzeugte Laserstrahlung auch auf der Zeitachse kohärent wird, wurde abgeschlossen. Die Anlage wird jetzt zusammen mit dem Institute for Storage Ring Facilities (ISA) der Universität Aarhus, Dänemark, realisiert.

Technische Entwicklungsgruppen

Die Technischen Entwicklungsgruppen unterstützen die Experimente bei HASYLAB und an den Hochenergiebeschleunigern auf den Gebieten digitale und analoge Signalverarbeitung, Opto- und Mikroelektronik, spezielle Programmentwicklungen, Reparaturservice für Elektronik und Rechner, Wartung von Detektor-komponenten, Betrieb des Mentor-Graphik-Systems, Bestückung- und Bond-Dienstleistungen, und bei der Betreuung der Videokonferenz-Anlagen.

Außerdem werden eigenständige Entwicklungsarbeiten durchgeführt. Beispiele sind ein verteiltes Transienten-Rekorder-System für Beschleuniger, Detektorsysteme zur Strahlüberwachung des Photoinjektors in Zeuthen, ein Multizellen-Silizium-Driftkammerdetektor-System für die Holographie mit Röntgenstrahlen bei HASYLAB und verschiedene Auslesesysteme für die HERA Experimente.

Bibliothek und Dokumentation

Die Gruppe sammelt die von den DESY-Mitarbeitern benötigte Fachliteratur und verwaltet den Druck der am DESY erstellten wissenschaftlichen Veröffentlichungen (2000 waren es 194 DESY-Berichte, 6 Diplomarbeiten und 54 Dissertationen, 1 Konferenzabhandlung, 13 Interne Berichte und 136 Manuskripte in

Fachzeitschriften). Gemeinsam mit der Bibliothek des SLAC wird die gesamte Literatur der Hochenergiephysik dokumentarisch bearbeitet, in der Datenbank HEP aktualisiert und am WWW zugänglich gemacht.

Die Zentralbibliothek in Hamburg und die Bibliothek in Zeuthen informieren ihre Benutzer elektronisch über das WWW und darüber hinaus in gedruckten Bibliotheksmitteilungen über Neuanschaffungen sowie Titel und Abstracts von Publikationen in ausgewählten Zeitschriften. Außerdem wurde die Infothek der DESY-EXPO Ausstellung ausgestattet.

Presse und Öffentlichkeitsarbeit

Die Gruppe Presse und Öffentlichkeitsarbeit (PR) ist der zentrale Ansprechpartner für Informationen über die Arbeit bei DESY. Sie stellt der Öffentlichkeit ein aktuelles und vielfältiges Spektrum an Informationsangeboten zur Verfügung. Dazu gehören der direkte Kontakt zu den Medien, die Herausgabe von Informationsschriften, ein Besichtigungsprogramm und die Präsentation bei Messen und Ausstellungen.

Besonderen Wert legt DESY auch auf ein breitgefächertes Informationsangebot für Schüler und Lehrer. Beispiele sind das Projekt physik.begreifen@desy.de und die mit Begeisterung von Schülern aufgenommene Seminarreihe „Faszination Physik“. Nur dank der aktiven Teilnahme aller DESY-Bereiche kann die relativ kleine PR-Gruppe dieses weit gefächerte Programm erfolgreich durchführen.

Im Berichtsjahr war ein besonderer Arbeitsschwerpunkt der PR-Gruppe die fünfmonatige zweisprachige EXPO-Ausstellung „Licht der Zukunft – Light for the New Millennium“, mit der DESY in der Öffentlichkeit ein großes Interesse für die Naturwissenschaften geweckt und sein augenblickliches Forschungsprogramm und sein Zukunftsprojekt TESLA vorgestellt hat. Mit 106 000 gezählten Besuchern, einem breitgefächerten und außerordentlich gut besuchten Begleitprogramm und einem intensiven Dialog zwischen Besuchern und DESY-Mitarbeitern war die EXPO ein großer Erfolg.

Zur EXPO wurde auch eine Anzahl von Broschüren in deutscher und englischer Sprache als Begleitmaterial herausgegeben. Ebenso wurde der erste Teil des TESLA-Unterrichtsmaterials, das vom DESY bei ei-

nem Schulbuchverlag in Auftrag gegeben wurde, fertig gestellt und vor Beginn der EXPO bundesweit an 4200 Gymnasien, Gesamtschulen und Schulen mit gymnasialer Oberstufe gesandt. So kamen viele der 450 Schulklassen, die die EXPO besichtigten, bereits gut vorbereitet zur Ausstellung.

Das seit 1998 installierte Internet-Angebot „Kwork-Quark – Teilchenphysik für alle“ ist ausgesprochen erfolgreich: bis Ende 2000 wurden in 30 Monaten Laufzeit 32 000 echte Besucher gezählt, und Kwork-Quark wird zunehmend auch im Unterricht an Schulen eingesetzt.

Im Rahmen des „Jahr der Physik“ war DESY zentral an der Veranstaltung „Reise zum Urknall“, die vom

3. bis 9. April 2000 in der Urania in Berlin stattfand und 15 500 Besucher anlockte, beteiligt. Für die Berliner Millennium-Ausstellung „7 Hügel – Bilder und Zeichen des 21. Jahrhunderts“ lieferte DESY Zeuthen für den Bereich „Kerne“ einige zentrale Exponate, einschließlich einer Funkenkammer zur Visualisierung der kosmischen Strahlung, die besonderes Interesse weckte.

Außerdem beteiligte sich DESY an einer Anzahl Ausstellungen wie zum Beispiel am „Global Dialog in Science and Technology“ bei der EXPO in Hannover, an der Hamburger Verbrauchermesse „Du und Deine Welt“ und an der HGF-Sonderausstellung „Abenteuer Wissenschaft“ im Deutschen Museum in München.