



Abbildung 2: Abhängigkeit des totalen Wirkungsquerschnitts der charged current Elektron/Positron-Proton Streuung $e^-p \rightarrow \nu X$, $e^+p \rightarrow \bar{\nu} X$ von der Polarisation des Leptonstrahls. Die Messungen von H1 und ZEUS im Vergleich zur Vorhersage des Standardmodells.

Forschung Teilchenphysik

Das Jahr 2005 war für die Teilchen- und Astroteilchenphysik bei DESY in vieler Hinsicht wegweisend:

Für HERA und die HERA-Experimente war es das bisher erfolgreichste Jahr seit dem Beginn der Datennahme 1992; es brachte wichtige Entwicklungen beim International Linear Collider ILC und die Entscheidung über eine Beteiligung von DESY am experimentellen Programm des Large Hadron Collider (LHC) am CERN; das IceCube-Experiment am Südpol erreichte einen wichtigen Meilenstein auf dem Weg zu seiner Fertigstellung. Besondere Erwähnung sollen hier auch die Gastvorträge von D. Gross und F. Wilczek finden. Sie erhielten zusammen mit D. Politzer 2004 den Nobelpreis für Physik für die Entdeckung der asymptotischen Freiheit, deren Untersuchung eines der zentralen Themen bei HERA darstellt.

In einer bis Ende 2005 ununterbrochenen, langen Phase des HERA Betriebs konnten mehr als 200 pb^{-1} Luminosität an die Experimente H1 und ZEUS geliefert werden. Allein in 2005 wurden damit von den Experimenten mehr Daten aufgezeichnet als in der gesamten Betriebszeit von HERA zuvor. Neben der gesteigerten Luminosität bieten sich den Physikanalysen im HERA II Run fundamental neue Möglichkeiten, darunter vor allem die Nutzung der Polarisation der Elektron- und Positronstrahlen, z. B. für das Studium der elektroschwachen Wechselwirkung. Erstmals konnte die Abhängigkeit des Streuquerschnitts der geladenen Stromwechselwirkung vom Polarisationsgrad des Positron- und Elektronstrahls gemessen werden (siehe Abbildung 2), ein Resultat für zukünftige Lehrbücher. Zu den wichtigen physikalischen Resultaten gehört auch eine Präzisionsmessung

der Kopplungskonstante α_s der starken Kraft aus den HERA Daten alleine. Darüber hinaus erreichen viele Analysen der HERA I Daten nun ihren optimalen Reifegrad und demonstrieren die einzigartige Reichweite des HERA Programms. Diese Untersuchungen sind von großer Bedeutung, nicht nur für das Verständnis der Protonstruktur und der starken Wechselwirkung an sich, sondern auch für die Physik am LHC, der nächstes Jahr seinen Betrieb aufnehmen wird. Dies wurde insbesondere im Rahmen des HERA-LHC Physik Workshops deutlich, in dem von Mitgliedern der HERA- und LHC-Experimente zusammen mit theoretischen Physikern die Bedeutung der HERA-Resultate für das gesamte Physikpotenzial am LHC herausgearbeitet wurde. Hervorzuheben ist die entscheidende Bedeutung der genauen Bestimmung der Gluondichte im Proton z. B. für die Vorhersage der Top-Quark wie auch der Higgs-Boson-Produktion bei LHC. Die gemeinsamen Arbeiten werden weitergeführt und jährliche Treffen abwechselnd bei CERN und DESY veranstaltet.

Nach 10 Jahren erfolgreicher Laufzeit wurde im November 2005 das polarisierte HERMES-Target abgeschaltet und ausgebaut. Damit schließt die in der Spinphysik bisher erfolgreichste Periode der Aufzeichnung von tiefinelastischen Streueignissen an longitudinal polarisierten Wasserstoff- und Deuteriumtargets sowie an einem transversal polarisierten Wasserstofftarget ab. Im Jahr 2005 konnte der Datensatz tiefinelastischer Streueignisse an transversal polarisiertem Wasserstoff im Vergleich zum Zeitraum 2002–2004 mehr als verdoppelt werden. Die Analyse dieser Daten führte zu einer Reihe einzigartiger Ergebnisse, die das bisher umfassendste Bild einer Beschreibung der Spinstruktur des Nukleons ergeben. Alle vorbereitenden Arbeiten am HERMES Recoil-Detektor wurden abgeschlossen

und mit dem Einbau des Detektors in das HERMES Experiment direkt nach Ende des HERA Betriebs begonnen.

In der Neutrinoastrophysik wurde ein Meilenstein auf dem Weg zur Installation des IceCube-Teleskops erreicht. In der Saison 2005/06 konnten 8 Trossen mit je 60 optischen Auslesemodulen in das Eis gebracht und auch bereits ausgelesen werden. Der vollständige IceCube-Detektor wird aus 80 Trossen mit insgesamt 4800 optischen Auslesemodulen bestehen. Wesentliche Komponenten wurden und werden dazu von DESY in Zeuthen geliefert.

Die Forschungsfelder der DESY Theorie-Gruppen in Hamburg und Zeuthen decken die wesentlichen Thematika der modernen Teilchenphysik ab. 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 Erweiterung auf das Studium von Stringtheorien und zur mathematischen Physik durch die Einweihung des Zentrums für mathematische Physik hat im letzten Jahr neue Akzente im physikalischen Spektrum des Hamburger Theorie-Bereiches gesetzt.

Nach der für DESY äußerst erfreulichen Entscheidung des Jahres 2004, die supraleitende Technologie als Basis für den International Linear Collider ILC zu verwenden, war das Jahr 2005 von der Entwicklung einer internationalen Organisation des ILC geprägt, um die weltweiten Entwicklungsarbeiten zu koordinieren. Im Frühjahr wurde auf dem internationalen Linear Collider Workshop der Startschuss für den Global Design Effort (GDE) des ILC gegeben. Am Ende des Jahres konnte dann plangemäß das Baseline Configuration Document durch den GDE bereitgestellt werden, in dem die grundlegende Konfiguration des Beschleunigers festgelegt wurde, in vielen Aspekten basierend auf dem TESLA Vorschlag des Jahres 2001. Weltweit

ist DESY unter den großen Forschungslaboratorien in der vorteilhaften Lage, sowohl den VUV-FEL (seit 6. April 2006 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. FLASH und XFEL beruhen auf der gleichen Technologie wie der ILC. Praktische Erfahrung zur Fertigung und Optimierung der supraleitenden Hohlraumresonatoren kann also direkt bei DESY gewonnen werden.

Die ILC-Projektgruppe am DESY hat diese Entwicklungen in allen Aspekten begleitet. Die von der europäischen Union geförderte Designstudie EUROTeV nahm im Januar 2005 ihre Arbeit auf und trug zu relevanten Maschinenstudien bei. Große Fortschritte konnten im Laufe des Jahres bei den verschiedenen Detektorentwicklungsarbeiten erzielt werden. Auch hier konnte die internationale Kooperation verstärkt werden. DESY übernahm eine zentrale Aufgabe in der Koordination eines von vier Detektorkonzepten des ILC, dem Large Detektor Concept, der wesentlich vom TESLA Detektor abgeleitet worden ist. Als großer Erfolg, auch für DESY selbst, kann die Bewilligung der Infrastrukturmaßnahme EUDET durch die EU gesehen werden. Unter der Federführung von DESY wurde hier ein Antrag einer Großzahl europäischer Institute bewilligt, gemeinsam eine Infrastruktur zum Test hochempfindlicher Detektorkomponenten auszubauen und zu nutzen. Damit lassen sich am DESY-Teststrahl und anderweitig anspruchsvolle Entwicklungsprogramme durchführen, wie sie für die Detektoren am ILC erforderlich sind.

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. Dies wurde in der Vergangenheit durch die Synergie von LEP/SLC (Elektron-Positron-Collider) und Tevatron (Hadron-Collider) bei niedrigeren Schwerpunktsenergien eindrucksvoll belegt. Eine Beteiligung am experimentellen Programm des LHC

ist daher die natürliche Weiterführung und Ergänzung des bestehenden teilchenphysikalischen Programms am DESY. Dadurch wird die Forschung an vorderster Front der Teilchenphysik weitergeführt. Die Beteiligung an beiden Collider-Experimenten, ATLAS und CMS, in Zusammenhang mit dem Aufbau eines Tier-2 Zentrums, ermöglicht die Schaffung eines Analyse-zentrums in Deutschland unter Einbindung aller an diesen

Experimenten beteiligten deutschen Gruppen. Dies soll helfen, die Sichtbarkeit der deutschen Gruppen auch in der Physikanalyse zu erhöhen.

Die DESY Gruppen werden sich darüber hinaus auf den Gebieten Inbetriebnahme der Detektoren, Higher Level Trigger und Entwicklung von offline Software engagieren, in enger Absprache mit den deutschen Instituten.