

## HERA

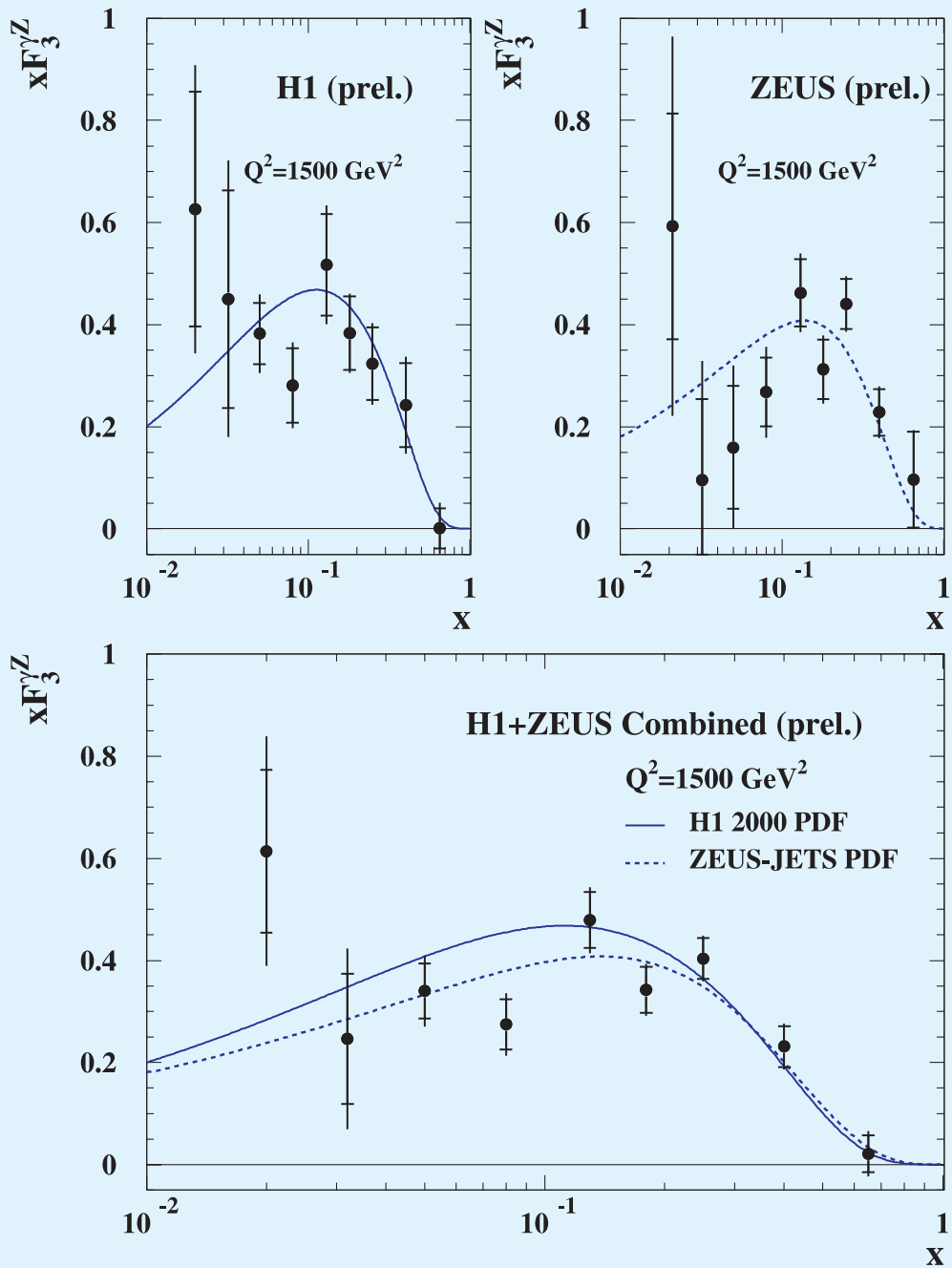


Abbildung 2: Bestimmung der Strukturfunktion  $xF_3^{\gamma/Z}$  durch die H1 und ZEUS Kollaborationen. Die untere Abbildung zeigt die kombinierte Verteilung.

# 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 supraleitenden 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 Analysezentums 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.