

Übersicht Forschung Hochenergiephysik

Strategie Teilchen- und Astroteilchenphysik

Nach der Entscheidung der Bundesregierung, den von DESY vorgeschlagene Röntgenlaser X-FEL im Rahmen eines europäischen Röntgenlaserlabors in Hamburg zu bauen, aber zum jetzigen Zeitpunkt keinen deutschen Standort für den Linearbeschleuniger TESLA vorzuschlagen, hat das Direktorium im Frühjahr 2003 eine Strategiegruppe „Teilchen- und Astroteilchenphysik“ einberufen. Der zweite Grund für Einberufung einer Strategiegruppe war die Erarbeitung des DESY Forschungsprogramms für die Zeit 2005–2009 in Vorbereitung der Evaluation im Rahmen der programmorientierten Förderung der Helmholtz-Gemeinschaft.

Mitglieder dieser Strategiegruppe waren, neben Mitgliedern des DESY-Direktoriums, die Vorsitzenden des Wissenschaftlichen Rates und des PRC (Physics Research Committee), Mitarbeiter des DESY sowie Nutzer des DESY von in- und ausländischen Forschergruppen. Die Hauptergebnisse der Strategiegruppe sind:

Für die experimentelle Teilchenphysik ist die höchste Priorität der Betrieb von HERA und der HERA-Experimente bis 2007. Ziel ist es, einer integrierten Luminosität von 1 pb^{-1} mit polarisierten Positronen und Elektronen möglichst nahe zu kommen. Ab 2007 ist die erste Priorität das Experimentierprogramm an einem Linear Collider. Außerdem soll DESY an einem Experiment an einem externen Beschleuniger in der Zeit zwischen HERA und einem Linear Collider teilnehmen.

Für die Astroteilchenphysik ist die höchste Priorität der erfolgreiche Betrieb und die wissenschaftliche Nutzung des Baikal- und des AMANDA-Experiments sowie – in enger Zusammenarbeit mit deutschen Universitätsgruppen – eine zentrale Rolle bei Bau, Betrieb und wissenschaftlicher Nutzung des IceCube-Detektors. Außer-

dem soll in Zeuthen das europäische Analysezentrum für AMANDA/IceCube weiter ausgebaut werden.

Die theoretische Teilchenphysik soll auf dem jetzigen Stand erhalten bleiben, wobei Verschiebungen von Schwerpunkten, wie zum Beispiel Teilchenkosmologie und Stringtheorie geplant sind. Auch in Zukunft sollen Gittereichtheorie und der Betrieb von Spezialrechnern für deutsche Teilchenphysiker ein Schwerpunkt des Programms in Zeuthen bleiben. Allerdings erfordern die Beschaffung und der Betrieb der geforderten 15Teraflops Rechenleistung zusätzliche Mittel, die eingeworben werden müssen.

Die Mitarbeit experimenteller Teilchenphysiker an F&E für Linearbeschleuniger für den Röntgenlaser und den Linear Collider sowie an der gemeinsamen Entwicklung von Detektoren und Nachweismethoden für Synchrotronstrahlung und Teilchenphysik soll verstärkt werden.

Das von der Strategiegruppe ausgearbeitete Programm wurde in einem vom KET (Komitee für Teilchenphysik) am DESY organisierten Treffen der Gemeinschaft deutscher Teilchenphysiker vorgestellt und ausführlich diskutiert. Außerdem wurde es von einer Untergruppe des Wissenschaftlichen Rates ausgezeichnet begutachtet.

Die Arbeit der Strategiegruppe ist die Grundlage der Programmvorschläge 2005–2009, die im Dezember 2003 an die HGF gesandt wurden und auf deren Basis die HGF-Evaluation Anfang 2004 stattfindet.

HERA

Seit dem Wiederanlaufen von HERA nach dem 2000/2001 Umbau war der Betrieb von HERA durch Untergrund in den beiden Collider-Experimenten H1 und ZEUS nur bei reduzierten Strahlströmen möglich.

Die geplante spezifische Luminosität, ein Maß für die Fokussierung der Teilchenstrahlen an den Wechselwirkungspunkten, wurde erreicht und Positronen mit etwa 50% Polarisation konnten allen drei Experimenten H1, ZEUS und HERMES zur Verfügung gestellt werden.

Durch die enge Zusammenarbeit zwischen HERA und den Experimenten, unterstützt durch eine externe Gutachtergruppe, gelang es die Untergrundprobleme weitgehend zu verstehen und Verbesserungsvorschläge auszuarbeiten. Diese wurden in einem Shutdown zwischen März und August 2003 ausgeführt. Gleichzeitig wurde eine Anzahl von Reparaturen an den Experimenten durchgeführt. Nach dem Einlaufen konnte im Oktober wieder mit dem HERA-Luminositätsbetrieb begonnen werden. Die Verbesserungen waren erfolgreich: die Strahlströme können kontinuierlich hochgefahren werden und Extrapolationen zeigen, dass der Untergrund auch bei Nominalströmen kein Problem sein sollte. Wie geplant können die Strahlströme allerdings nur langsam hochgefahren werden, so dass die nominale Luminosität voraussichtlich nicht vor Ende 2004 erreicht wird. Die Effizienz von HERA war durch eine Anzahl von technischen Ausfällen begrenzt, die auch mit dem Alter von HERA zusammenhängen. Die Ursachen wurden analysiert und ein Wartungsprogramm eingeleitet.

Das HERA-B Experiment konnte zwischen Sommer 2002 und März 2003 insgesamt 150 Millionen Ereignisse mit dem Zwei-Leptonen-Trigger aufzeichnen. Mit etwa 300 000 Ereignissen mit einem J/ψ im Endzustand konnte das Experiment die Statistik aus dem Jahre 2000 um einen Faktor 50 vergrößern. Zusätzlich wurde ein großer Datensatz unelastischer Wechselwirkungen aufgezeichnet. Die Qualität der Daten ist ausgezeichnet und es konnten bereits erste physikalische Ergebnisse vorgestellt werden. Im März 2003 hat die HERA-B Kollaboration entschieden keine weiteren Daten zu nehmen und sich ganz auf die Analyse der Daten zu konzentrieren. Untergruppen von HERA-B haben vorgeschlagen mit dem HERA-B Spektrometer weitere Daten zu Teilchen mit Charm (HERA-c) bzw. zur Suche nach exotischen Mesonen (HERA-g) zu nehmen. Nach einer Begutachtung durch das PRC (Physics Research Committee) hat das Direktorium die Experimente abgelehnt. Damit ist die Datennahme mit dem HERA-B Spektrometer abgeschlossen.

Das HERMES-Experiment konnte 2002–2003 erfolgreich Daten mit einem transversal polarisierten Proto-

target aufzeichnen und weltweit erste Ergebnisse zu „Transversity-Strukturfunktionen“ vorstellen. Besonderes Interesse verdienen auch die Messung der tief-virtuellen Compton-Streuung (DVCS) an Kernen, die einen ersten Schritt in Richtung der Bestimmung der Generalisierten Parton-Verteilungen (GPD) darstellt und die Beobachtung einer Resonanz bei einer pK_0 -Masse von 1528 MeV, die als weitere Evidenz für ein Pentaquark, das ein seltsames Quark enthält, angesehen werden kann.

Die Experimente H1 und ZEUS konnten eine Anzahl von Analysen des großen HERA-I Datensatzes abschließen. Erstmals konnten unter ausschließlicher Verwendung von Daten der HERA-Experimente die Partonverteilungen innerhalb des Protons bestimmt werden. Besondere Beachtung verdient auch die empfindliche Suche von Effekten jenseits des Standardmodells (zum Beispiel Kontaktwechselwirkungen bei Skalen bis 1 TeV oder die Erzeugung einzelner top-Quarks), die Struktur des Photons als Funktion seiner Virtualität sowie Untersuchungen zur diffraktiven Streuung (zum Beispiel Messung von DVCS (Deep-Virtual-Compton-Scattering), Erzeugung von Charm in Diffraktion und die Präzisionsmessung der J/ψ -Erzeugung in tief-unelastischer Streuung und Photoproduktion). Trotz weiterer Studien konnte der Ursprung der „HERA-Ereignisse“ Multi-Leptonereignisse und Ereignisse mit Leptonen und fehlendem Transversalimpuls) nicht geklärt werden – dies muss wohl auf den größeren Datensatz, der ab 2004 zu Verfügung stehen wird, warten.

Linear Collider

Im Jahre 2003 ist die internationale Gemeinschaft der Teilchenphysiker übereingekommen, dass ein Elektron-Positron Linearbeschleuniger mit einer Maximalenergie zwischen 0.5 und etwa 1 TeV das nächste Projekt der Teilchenphysik sein soll. Dies wurde in allen drei Weltregionen Amerika, Asien und Europa beschlossen. Dieser bisher einmalige wissenschaftliche Konsens ist inzwischen auch von höchsten politischen Gremien, wie der Runde der Wissenschaftsminister der OECD, anerkannt worden. An dieser Entwicklung haben DESY und seine europäischen Partner, die die Studien zur Physik eines Linear Colliders von Anfang an

international eingebunden und eng mit den anderen Regionen abgestimmt haben, einen maßgeblichen Anteil. 2003 endete wie geplant die ECFA/DESY-Studie mit einem Treffen in Amsterdam. Die Arbeiten werden im Rahmen der „ECFA Linear Collider Study“ fortgesetzt.

Die Physikstudien der Gruppe FLC widmen sich folgenden Themen: Verbindung der LC-Physik zu Fragen der Kosmologie und Astrophysik, Präzisionsanalysen supersymmetrischer Modelle, Einfluss der Beschleuniger- und Detektorparameter auf die Qualität der physikalischen Messungen und Verbesserung der Rekonstruktions- und Analyse-Software. Zusätzlich wurde in einer Arbeitsgruppe mitgearbeitet, die untersucht, wie sich die physikalischen Ergebnisse des LHC am CERN und des LC beeinflussen und ergänzen. Große experimentelle Fortschritte wurden auch bei der Entwicklung einer TPC für einen Linear Collider-Detektor und bei der Hadronenkalorimetrie erzielt. Sowohl die Teststrahlen des DESY als auch ein Testaufbau mit einem 5 Tesla Magnetfeld wurden von mehreren auswärtigen Gruppen benutzt.

Die Gruppe FDET arbeitet an Fragestellungen in Zusammenhang mit supraleitenden Beschleunigern. Zu den herausragenden Ergebnissen zählen die Beiträge zu supraleitenden Resonatoren, die dank des verbesserten Verständnisses der Oberflächeneigenschaften und der Verbesserung der Oberflächenpräparation Feldstärken von mehr als 35 MV/m erreicht haben, die experimentellen Untersuchungen von Störwellenfeldern in rauen Strahlrohren, die Arbeiten zur elektro-optischen Abtastung von Teilchenpaketen in Beschleunigern, wo Zeitauflösungen unterhalb von 1 ps erreicht werden konnten und die Messung der Kohärenz der FEL-Strahlung an der TTF (TESLA Test Facility). Im Jahre 2003 wurde die Gruppe durch technische Mitarbeiter des zu Ende gegangenen HERA-B Experiments verstärkt.

Theorie

Die Schwerpunkte des wissenschaftlichen Programms der Theoriegruppe, die eng mit dem II. Institut für Theoretische Physik der Universität Hamburg sowie den experimentellen Gruppen des DESY zusammenarbeitet, waren: HERA-Physik und die Theorie der

starken Wechselwirkung, Gittereichtheorie, die Physik schwerer Quarks, Physik an Hochenergie-Collidern, Neutrino-Physik und Kosmologie, vereinheitlichte Theorien, Stringtheorie und Quantengravitation.

Technische Gruppen und Fortbildung

Am 30. Juni 2003 wurde der Z-Bereich (Zentrale Technische Dienste) aufgelöst. Der Bereich FH (Forschung Hochenergiephysik) wurde in Hamburg durch die Gruppen IT (Informationstechnologie), IPP (Informationsmanagement, Prozesse Projekte) und ZE (Servicezentrum Elektronik) vergrößert. Die Eingliederung der Gruppen verlief, dank der bereits bestehenden guten Zusammenarbeit und regelmäßiger Informations- und Arbeitstreffen, weitgehend reibungslos. In Treffen mit den Leitern der Projekte PETRA III und Vorbereitung des europäischen X-FEL Labors wurde die Mitarbeit der zentralen Gruppen an Arbeitspaketen dieser Projekte vereinbart. Für Informationen über die in den Gruppen durchgeführten Arbeiten verweisen wir auf die Berichte der einzelnen Gruppen (siehe Abschnitt „Zentrale Dienste“, S. 261ff).

Die Ausbildung im IT-Bereich wurde 2003 weiter ausgebaut. Insgesamt wurden 14 IT-Auszubildende betreut. Neben der Benutzerunterstützung führen die Gruppen IT und IPP umfangreiche Schulungsprogramme durch.

Die Aufgabe der Stabsstelle FORT ist die Fortbildung der DESY Mitarbeiter. Beispiele für das reichhaltige Angebot sind die Fortbildungskolloquien sowie Kurse zur Mitarbeiterführung, zum Projektmanagement, zur Kommunikation, zur Gesprächsführung und, in Zusammenarbeit mit der Frauenvertretung, zur Chancengleichheit. Besonderes Interesse finden auch Sprachkurse für DESY Mitarbeiter, die die Kommunikation mit den ausländischen Gästen erleichtern, sowie Deutschkurse für ausländische Gäste und deren Familienangehörige.

Bibliothek

Die Gruppe „Bibliothek und Dokumentation“ sammelt die von den DESY-Mitarbeitern und Gästen benö-

tigte Fachliteratur und beschafft Lehrbücher und Monographien. In enger Zusammenarbeit mit der Bibliothek des SLAC (Stanford Linear Accelerator Center) ist sie für die Literaturdatenbank HEP (High Energy Physics), die praktisch von allen Teilchenphysikern verwendet wird, verantwortlich. Die Gruppe verwaltet auch das Berichts- und Veröffentlichungswesen von DESY und nimmt die Aufgaben des „Verlag Deutsches Elektronen-Synchrotron“ wahr. Die DESY-Zentralbibliothek bildet Fachangestellte für Medien- und Informationsdienste der Fachrichtung Bibliothek aus und stellt Praktikumsplätze für Studenten des Bibliothekswesens zur Verfügung. (Mehr zur Bibliothek siehe Seite 263ff)

Schülerpraktikum und Begabtenförderung

Das Schülerprojekt physik.begreifen@desy.de war auch 2003 wieder ausgebucht: 170 Schulklassen besuchten die beiden Praktika „Vakuum“ und „Radioaktivität“. Dank der Qualität der Versuche und der ausgezeichneten Betreuung (gefördert durch die Hamburger Schulbehörde und den HGF-Präsidentenfonds) erfreut sich das Programm ungebrochener Beliebtheit. So konnte am 4. April die Teilnahme des 10 000sten Schülers am Praktikumsangebot von „physik.begreifen“ gefeiert werden. Der Klasse wurde eine Urkunde überreicht und sie erhielt neben einem kleinen Präsent eine Sonderführung in den HERA-Tunnel.

Im Februar/März 2003 wurde das Schüler-Vakuumlabor für fünf Wochen nach DESY-Zeuthen verlegt. Dies galt als Testphase für ein Schülerlabor in Zeuthen, dessen Einweihung im Frühjahr 2004 sein wird.

In den Sommerferien bot „physik.begreifen“ wieder Praktikumstage im Rahmen des Hamburger Ferienpasses an. Die acht- bis zwölfjährigen Kinder bekamen die Gelegenheit im Vakuumlabor zu experimentieren, während die begleitenden Erwachsenen eine Führung über das DESY-Gelände genossen. Beim abschließenden „Jahrmarkt“ am Nachmittag stellten die kleinen Forscherinnen und Forscher ihren Eltern die Experimente vor – diese Mischung war ein voller Erfolg.

2003 fand außerdem ein erster Kurs für Erzieher statt. Gerade im Kindergartenalter ist der Forscherdrang riesengroß und bietet eine gute Basis, um die Kinder spielerisch mit physikalischen Zusammenhängen vertraut zu machen. 2004 wird diese Fortbildung auch für Grundschullehrkräfte angeboten.

Im Rahmen einer Diplomarbeit wurde eine Nebelkammer mit integriertem Magnetfeld aufgebaut. Damit wurde ein erster Baustein für die Erweiterung des Praktikumsangebots auf Klassen der Oberstufe fertig gestellt. Mit der Nebelkammer sollen die Schüler Versuche zum Teilchennachweis und zu den Eigenschaften von Elementarteilchen durchführen (Finanzierung durch den HGF-Präsidentenfonds).

Im Programm „Faszination Physik“ setzen sich Schüler mit Fragen der modernen Physik auseinander. Das Programm besteht nun seit 5 Jahren. Aus diesem Anlass haben Schüler von „Faszination Physik“ ihrem Lehrer Herrn Dr. W. Tausendfreund ein Buch überreicht, in dem sie eindrucksvoll ihr Wissen zur modernen Physik dokumentieren. Während der Schulzeit werden einmal pro Monat von Teilnehmern von „Faszination Physik“ Vorträge zu physikalischen Themen am Institut für Lehrerfortbildung gehalten.