

# Bereich Forschung Hochenergiephysik

## Inhalt

|   |     |
|---|-----|
| Übersicht                                       | 35  |
| H1 Experiment                                   | 39  |
| ZEUS Experiment                                 | 55  |
| HERMES Experiment                               | 67  |
| HERA-B Experiment                               | 79  |
| Theoretische Physik                             | 85  |
| Forschung für den International Linear Collider | 99  |
| Forschung Linearbeschleuniger-Technologien      | 117 |

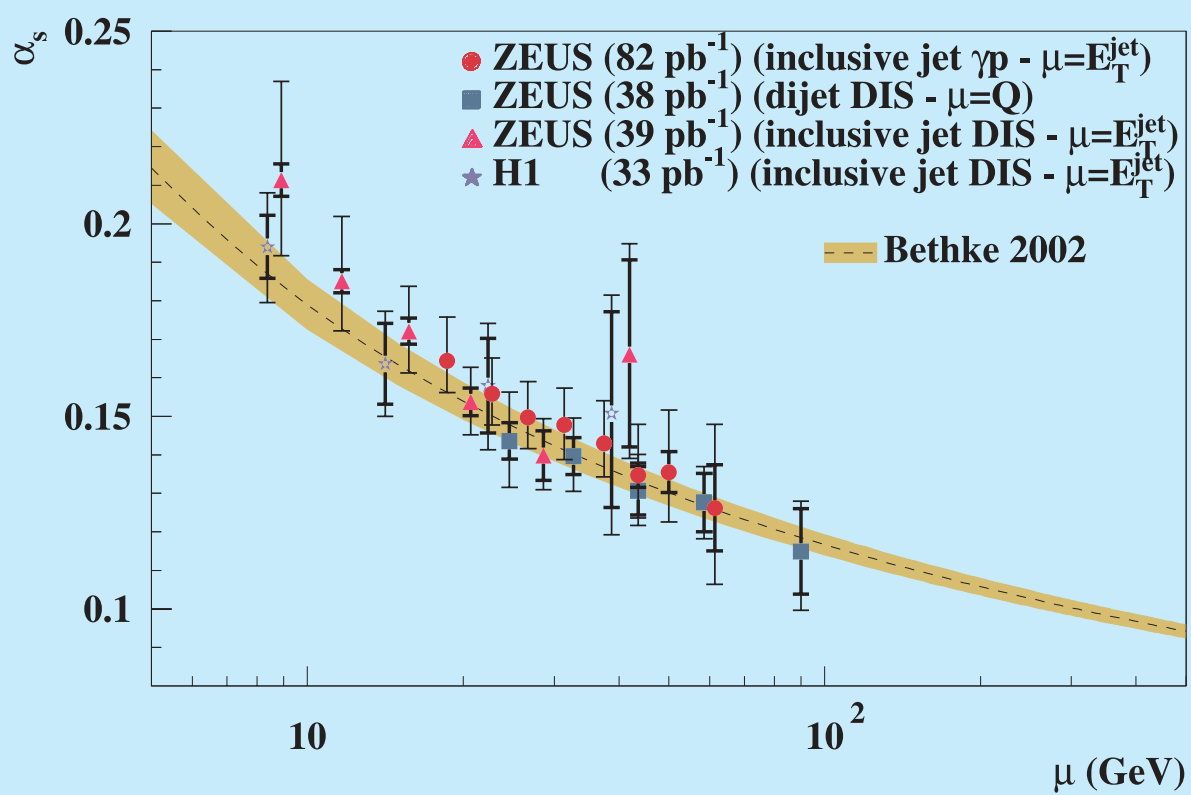


Abbildung 2: Abnahme der starken Kopplungskonstanten  $\alpha_s$  mit zunehmender Energie gemessen von H1 und ZEUS in verschiedenen Analysen.

# Übersicht Forschung Hochenergiephysik

Im Berichtsjahr fanden eine Anzahl von Ereignissen statt, die für die mittel- und längerfristige Entwicklung der Teilchenphysik weltweit, in Deutschland und am DESY von maßgeblicher Bedeutung sind.

Mit der Vergabe des Nobelpreises der Physik an D. Gross, D. Politzer und F. Wilczek für die Entdeckung der asymptotischen Freiheit wurde auch die Bedeutung des Studiums der starken Wechselwirkung gewürdigt. DESY hat mit der Entdeckung der Gluonen bei PETRA, den Präzisionsmessungen der starken Kopplungskonstanten bei PETRA und HERA, sowie den detaillierten Ergebnissen zur Protonstruktur und zur QCD-Strahlung bei HERA ganz wesentlich zu diesem bei weitem noch nicht abgeschlossenen Forschungsgebiet experimentell und theoretisch wesentliche Beiträge geliefert. So konnte zum Beispiel die Energieabhängigkeit der starken Kopplungskonstanten  $\alpha_s$  in einem großen Energiebereich von H1 und ZEUS bestimmt und mit der theoretischen Vorhersage verglichen werden (siehe Abb. 2).

Dank besonderer Anstrengungen der HERA Maschinengruppe und der Mitarbeiter der HERA Experimente gelang es im Berichtsjahr die HERA II Designwerte zu erreichen und den Untergrund so zu reduzieren, dass alle drei HERA Experimente mit hoher Effizienz Daten nehmen konnten. Dadurch wurde mit  $92 \text{ pb}^{-1}$  die bisher höchste integrierte Luminosität pro Jahr erreicht. Neu bei HERA II ist die Polarisation der Positronen für die Kolliderexperimente H1 und ZEUS, die 2004 im Mittel 40% betrug. Bereits zu den Sommerkonferenzen konnten die ersten Ergebnisse, wie z. B. die Paritätsverletzung der schwachen Wechselwirkung bei höchsten Impulsüberträgen, vorgestellt werden. Im Herbst 2004 wurde HERA erfolgreich auf den Betrieb mit Elektronen umgestellt. Dies geschah erfreulich schnell und problemlos, mit einer Luminosität ähnlich wie beim Betrieb mit Positronen. Damit wird es möglich sein im Sommer 2005 über die de-

taillierte Planung des Betriebs bis zum Abschalten von HERA Mitte 2007 zu entscheiden. Inzwischen haben die HERA Experimenten die Analyse der in den Jahren 1992–2000 genommenen Daten weitgehend abgeschlossen und veröffentlicht. Auch weiterhin zählen die Ergebnisse der HERA Experimente zu den meist zitierten Publikationen der experimentellen Hochenergiephysik.

Im März begann der Workshop „HERA and the LHC“ mit einem Auftakt Meeting bei CERN (Genf), der im Frühjahr 2005 zu Ende gehen soll. Ziel dieses Workshops ist es, die Verbindung der Physik bei HERA und dem LHC zu untersuchen und zu vertiefen. In einer Reihe von Arbeitstreffen wurde immer wieder die große Bedeutung der Physik und der Messungen der HERA Experimente betont, insbesondere im Hinblick auf das Physik Program bei LHC. Gerade das Verständnis und die Messung der Partonverteilungen im Proton ist von ganz besonderer Bedeutung.

Die Verbindung der Physik bei HERA und LHC zeigt die Stärke und den Erfolg des gesamten HERA Programs. Es ist offensichtlich, dass HERA das einzige Instrument weltweit ist, wo viele der grundsätzlichen Fragen überhaupt untersucht und beantwortet werden können.

In enger Zusammenarbeit mit den DESY IT-Gruppen gelang den HERA Experimenten ein großer Fortschritt bei dem Einsatz von „Grid“-Werkzeugen bei der Datenanalyse: so hat z. B. das ZEUS Experiment einen Großteil der simulierten Daten weltweit verteilt erzeugt.

Im Betriebsjahr gab es wichtige Meilensteine für das IceCube Experiment, das das Eis der Antarktis als  $1 \text{ km}^3$  großen Detektor zur Suche nach hochenergetischen Neutrinos aus dem Kosmos verwenden wird: die internationale Finanzierung ist nun sichergestellt, und die Vorbereitungen für das Versenken der Photodetektoren im Eis konnte abgeschlossen werden, so dass Anfang



Abbildung 3: Das ITRP hat in 2004 die von der TESLA Kollaboration entwickelte supraleitende Technologie für den ILC empfohlen.

2005 der erste Tross von Photoröhren erfolgreich versenkt, und die ersten Neutrinoereignisse nachgewiesen wurden. Wesentliche Komponenten wurden dazu von DESY, Standort Zeuthen, geliefert.

Dieses Berichtsjahr war auch ein sehr wichtiges Jahr für den International Linear Collider (ILC). Im Januar haben die Wissenschaftsminister der OECD Mitgliedsstaaten das wissenschaftliche Potenzial und die Roadmap des ILC zustimmend zur Kenntnis genommen. Die internationale Gemeinschaft der Teilchenphysiker hatte Ende 2003 das ITRP (International Technology Recommendation Panel, siehe Abb. 3) unter der Leitung von B. Barish (CALTECH) beauftragt, bis Ende 2004 eine Empfehlung zur Beschleunigertechnologie für den ILC zu geben. Im April 2004 besuchte das ITRP Hamburg, um die supraleitende Technologie, die seit 1992 von der TESLA Kollaboration entwickelt wurde, zu begutachten. Bereits im August 2004 hat das ITRP

bei der Internationalen Konferenz für Hochenergiephysik (ICHEP 2004) in Peking die Empfehlung für die TESLA Technologie ausgesprochen. Die Empfehlung wurde dann einstimmig von ICFA (International Committee for Future Accelerators), in dem auch die Direktoren der großen Beschleunigerlabors vertreten sind, angenommen. Diese Entscheidung ist ein großer Erfolg für die Gemeinschaft der Teilchenphysiker, aber auch für DESY und die TESLA Kollaboration. Mit dieser Entscheidung ergibt sich eine große Synergie mit dem Europäischen Röntgenlaser XFEL am DESY, dessen Beschleuniger ebenfalls die supraleitende Technologie verwendet.

Im November 2004 wurde bei DESY die Projektgruppe ILC (International Linear Collider) gegründet, die alle ILC Aktivitäten bei DESY koordiniert, von den Beschleunigerarbeiten über Detektorentwicklung bis hin zu Physikstudien.

Unter der Federführung DESY's wurde im März 2004 von einem Konsortium von mehr als zwanzig europäischen Labors der EUROTeV Vorschlag bei der Europäischen Union eingereicht. Ziel ist es, die für einen Linear Collider notwendigen Technologien, mit Ausnahme der Beschleunigungstechnologie, die bereits im Rahmen des EU Projekts CARE gefördert wird, in europäischer Zusammenarbeit weiter zu entwickeln. Unter mehr als hundert Vorschlägen wurde EUROTeV, gemeinsam mit dem ebenfalls unter Federführung DESY's vorgelegten Vorschlag EUROFEL von den Gutachtern auf die ersten beiden Plätze gesetzt.

Anfang 2004 fand die Evaluation des Programms des HGF Forschungsbereichs „Struktur der Materie“ für die Zeit 2005 bis 2009 statt. Der DESY Bereich „Forschung Hochenergiephysik“ ist in den beiden Forschungsprogrammen „Elementarteilchenphysik“ und „Astroteilchenphysik“ maßgeblich beteiligt. Das von DESY vorgelegte Programm wurde weitgehend exzellent und mit den höchsten Noten beurteilt. Das Basisprogramm wurde wie vorgeschlagen genehmigt. Trotz der ausgezeichneten Beurteilung konnten wegen der begrenzten Ressourcen zusätzliche Mittel im Rahmen so genannter Überzeichnungen nur für zwei Themen, „HERA“ und „Vorbereitungen für Linearbeschleuniger“ eingeworben werden.

Öffentlichkeitsarbeit und spezielle Angebote für Schüler ([physik.begreifen@desy.de](mailto:physik.begreifen@desy.de) und

[faszination.physik@desy.de](mailto:faszination.physik@desy.de)) sowie Studenten (Sommerstudentenprogramm) besitzen einen hohen Stellenwert bei DESY und im Bereich Forschung Hochenergiephysik. Dies soll am Beispiel der Schülerlabors [physik.begreifen](mailto:physik.begreifen) in Hamburg und Zeuthen verdeutlicht werden. Beide haben sich zu einem wichtigen und äußerst gefragten Instrument entwickelt, um Schüler an die Naturwissenschaften, insbesondere die Physik heranzuführen und zu begeistern. Die Statistik im Berichtsjahr spricht für sich: in Hamburg wurden 200 Gruppen mit insgesamt 4180 Schülern in den Bereichen Vakuum und Radioaktivität betreut, in Zeuthen seit der Eröffnung im Mai 61 Gruppen mit 1300 Schülern im Bereich Vakuum.

Im Berichtsjahr wurden im Bereich Forschung Hochenergiephysik die Berufungsverhandlungen mit zwei Leitenden Wissenschaftlern erfolgreich abgeschlossen: Am 1.1.2005 tritt Herr J. Mnich die Nachfolge von G. Wolf (Experimentelle Teilchenphysik) und im Mai 2005 Herr V. Schomerus die Nachfolge von M. Lüscher (Theoretische Teilchenphysik) an. 2004 gingen die Leitenden Wissenschaftler D. Haidt und F. Jägerlehner in den Ruhestand und A. Stahl wurde auf eine C4-Professur an die RWTH-Aachen berufen. Die Amtszeit von R. Klanner als Mitglied des DESY Direktoriums und Leiter des Bereichs Forschung Hochenergiephysik ging Ende November 2004 zu Ende. Seine Nachfolge trat am 1.12.2004 R.-D. Heuer von der Universität Hamburg an.