

# Vorwort

Das Deutsche Elektronen-Synchrotron DESY mit seinen Standorten Hamburg und Zeuthen ist eines der 16 Helmholtz-Zentren. Die Aufgaben DESYs sind in der Satzung klar vorgegeben: „Der Zweck der Stiftung DESY ist die Förderung der naturwissenschaftlichen Grundlagenforschung vor allem durch den Bau und Betrieb von Teilchenbeschleunigern und deren wissenschaftliche Nutzung, insbesondere die Forschung mit Teilchen und Synchrotronstrahlung, sowie Forschungs- und Entwicklungsarbeiten, die damit in Zusammenhang stehen.“

Im vorliegenden Wissenschaftlichen Jahresbericht für das Jahr 1999 wird die Forschung und Entwicklung bei DESY auf den Gebieten der Elementarteilchenphysik mit dem Elektron-Proton-Speicherring HERA, der Nutzung der Synchrotronstrahlung von DORIS und der Beschleunigerphysik (HERA und das TESLA-Projekt) dargestellt. Dabei wird deutlich, dass sich bei DESY durch die gemeinsame Nutzung der Beschleuniger ein breites Forschungsspektrum entwickelt hat, das von der Teilchenphysik über die Festkörper- und Oberflächenphysik, Geowissenschaften, Chemie und Materialforschung bis hin zur Molekularbiologie reicht. Die Breite des Programms ist einmalig in Europa. An ihm beteiligten sich 1999 3400 Wissenschaftler von rund 280 verschiedenen Institutionen aus 35 Ländern. Davon arbeiten 1200 auf dem Gebiet der Teilchenphysik.

Etwa 1300 Forscher von mehr als 85 deutschen Universitäten und Forschungseinrichtungen nutzen die DESY-Großgeräte HERA und DORIS. Die große Zahl der Nutzer aus dem In- und Ausland unterstreicht, dass DESY ausgezeichnete und international attraktive Forschungsmöglichkeiten bereitstellt.

Im Jahr 1999 erhielt DESY Hamburg von seinen Zuwendungsgebern, der Bundesrepublik Deutschland (90%) und der Freien und Hansestadt Hamburg (10%), Mittel in Höhe von 261 Millionen DM

für Betrieb und Investitionen. Zum Etat von DESY Zeuthen trägt neben der Bundesrepublik Deutschland das Land Brandenburg 10% bei. Insgesamt standen hier Mittel in Höhe von 26 Millionen DM zur Verfügung.

Das Jahr 1999 war überschattet vom plötzlichen Tod von Professor Bjørn H. Wiik, dem Vorsitzenden des DESY-Direktoriums. Er starb am 26. Februar an den Folgen eines häuslichen Unfalls. Über 800 Wissenschaftler, Freunde und Kollegen trafen sich am 7. Juli 1999 zu einem Gedenkkolloquium.

Bjørn H. Wiik hat die Forschung und Entwicklung von DESY entscheidend geprägt: Er war einer der Entdecker des Gluons, das 1979 bei DESY erstmals direkt nachgewiesen werden konnte. Er initiierte den Bau des Elektron-Proton-Speicherrings HERA, um die innere Struktur des Protons mit größtmöglicher Auflösung zu entschlüsseln und trug als Projektleiter für den Protonen-Speicherring wesentlich zum erfolgreichen Bau von HERA bei.

In den letzten Jahren widmete sich Bjørn H. Wiik zunehmend dem TESLA-Projekt, einem  $e^+e^-$ -Linear collider mit integriertem Röntgenlaser. Er war überzeugt, dass große Geräte der Wissenschaft von Anfang an in internationaler Zusammenarbeit realisiert werden müssen. Die ehrgeizigen technologischen Ziele der TESLA-Kollaboration konnten dadurch unter seiner Leitung erreicht werden. Er sah den wissenschaftlichen Nutzen der Symbiose zwischen Teilchenphysik, Beschleunigerentwicklung und Nutzung der Synchrotronstrahlung. Und er war, sicher nicht zuletzt, ein herausragender Wissenschaftspolitiker, dessen Visionen weltweit Aufmerksamkeit fanden. DESY hat mit ihm einen begnadeten Wissenschaftler und unvergesslichen Menschen verloren.

## Beschleunigerbetrieb und -entwicklung

Die Forschung bei DESY mit den zwei Schwerpunkten „Untersuchung der elementaren Bausteine der Materie und ihrer Wechselwirkung“ und „Untersuchungen mit Synchrotronstrahlung eines breiten Energiebereichs“ basiert auf den großen Beschleunigeranlagen, vor allem HERA und DORIS. Diese Anlagen werden stetig verbessert und ausgebaut, um auch in den kommenden Jahren im internationalen Vergleich erstklassige Forschungsmöglichkeiten zu bieten.

Der Elektron/Positron-Proton-Speicherring HERA lief länger und besser als in allen vorausgegangenen Betriebsjahren. In der ersten Jahreshälfte wurde HERA mit Elektronen betrieben. Die mit dem ZEUS-Detektor gemessene integrierte Luminosität, ein Maß für die Menge der aufgezeichneten Daten, betrug  $17.3 \text{ pb}^{-1}$ . Nach Umstellung von HERA auf den Betrieb mit Positronen wurde die integrierte Luminosität um weitere  $28.2 \text{ pb}^{-1}$  erhöht. Mit insgesamt  $45 \text{ pb}^{-1}$  wurde das Jahresziel von  $35 \text{ pb}^{-1}$  deutlich übertroffen. Durch neue Verfahren zur Optimierung der Polarisation konnte routinemäßig ein Polarisationsgrad der Elektronen von etwa 60% erreicht werden.

Um auch in den kommenden Jahren bei HERA erstklassige Forschung zu ermöglichen, wird in enger Zusammenarbeit der Beschleunigerabteilung und der Experimente ein Umbau von HERA zur Luminositätserhöhung vorbereitet, der im Herbst 2000 beginnen soll. Dazu wird der Protonenstrahl in den Experimenten H1 und ZEUS stärker fokussiert, wofür der Beschleuniger auf einer Länge von hundertfünfzig Metern auf jeder Seite der beiden Experimente umgebaut werden muß. Gleichzeitig werden bei den Experimenten H1 und ZEUS Spinrotatoren eingebaut, wie sie schon länger bei HERMES erfolgreich eingesetzt sind. Damit können die Experimente Untersuchungen mit polarisierten Elektronen/Positronen durchführen.

Auch bei DORIS III, der Synchrotron-Lichtquelle, wurden 1999 ausgezeichnete Betriebsbedingungen geschaffen. Kennzeichnend ist die gute Lebensdauer des Strahls, die von 15 Stunden bei 130 mA bis 23 Stunden bei 90 mA reichte. Die Verfügbarkeit lag bei einem Rekordwert von 93%. Eine neue Strahllagen-Regelung hat

zu einer deutlichen Verbesserung der Orbit-Stabilität geführt, weitere Verbesserungen sind in Vorbereitung.

Die Beschleunigerarbeiten im Rahmen des TESLA-Projekts werden weiter unten erwähnt.

## Untersuchung der elementaren Bausteine der Materie und ihrer Wechselwirkung

Die Experimente H1 und ZEUS haben 1999 zunächst Elektron-Proton Streuprozesse untersucht, was durch die 1998 erfolgte Verbesserung des Vakuumsystems mit hoher Luminosität möglich wurde. In der Mitte des Jahres wurde der Betrieb von HERA wieder auf Positronen umgestellt. Beide Experimente haben in zahlreichen Veröffentlichungen mit verbesserter Genauigkeit die Eigenschaften der elektroschwachen und starken Wechselwirkungen untersucht. Die gemessenen Wirkungsquerschnitte zeigten eindrucksvoll, wie die bei niedrigen Energien völlig unterschiedlich stark wirkenden elektromagnetischen und schwachen Kräfte bei hohen Energien gleich stark werden, ganz wie vom Standard-Modell vorhergesagt. Die Messung der Energieabhängigkeit der Wirkungsquerschnitte ermöglichte außerdem, die Gültigkeit der Theorie der starken Wechselwirkung, der Quantenchromodynamik (QCD), zu verifizieren.

Mehrere andere Arbeiten befassten sich mit der Untersuchung verschiedener Aspekte der QCD, wie die Messungen der hadronischen Endzustände, der Produktion schwerer Quarks und der diffraktiven Streuung. Parallel zur Datenanalyse und dem Betrieb des Experiments bereiteten beide Kollaborationen neue Detektorkomponenten vor, die im Jahr 2000 zum Einsatz kommen sollen.

Das HERMES-Experiment untersucht im Detail die Spin-Struktur des Nukleons. Die Kollaboration hat 1999 mit hoher Effektivität Daten mit dem longitudinal polarisierten Deuterium-Target genommen. Gleichzeitig wurden die in den Vorjahren aufgezeichneten Daten mit einem Wasserstoff-Target analysiert und veröffentlicht. Besondere Aufmerksamkeit erzeugte eine erste Messung des Gluon-Beitrags zum Spin des Nukleons.

Das HERA-B Experiment hat die Untersuchung von Bottom- und Charm-Quarks zum Ziel, vor allem die Messung der CP-Asymmetrie in den Zerfällen von B-Mesonen. Im Jahr 1999 konnten, unterstützt durch einen dreitägigen Zugang zum Experiment pro Monat, nahezu alle Detektorkomponenten eingebaut und in Betrieb genommen werden (Abb. 1). Die Kollaboration bereitet sich nun auf die Datennahme im Jahr 2000 vor.

Die theoretischen Untersuchungen zur Teilchenphysik lagen schwerpunktmäßig auf den Gebieten Quantenchromodynamik, Flavor-Physik der schweren Quarks und Neutrinos, dem Higgs-Mechanismus und der Supersymmetrie. Hinzu kamen Arbeiten zu Gittereichtheorien und zu Fragen der Gravitation und Stringtheorien. Viele Arbeiten entstanden in engem Zusammenhang mit den HERA-Experimenten und den Untersu-

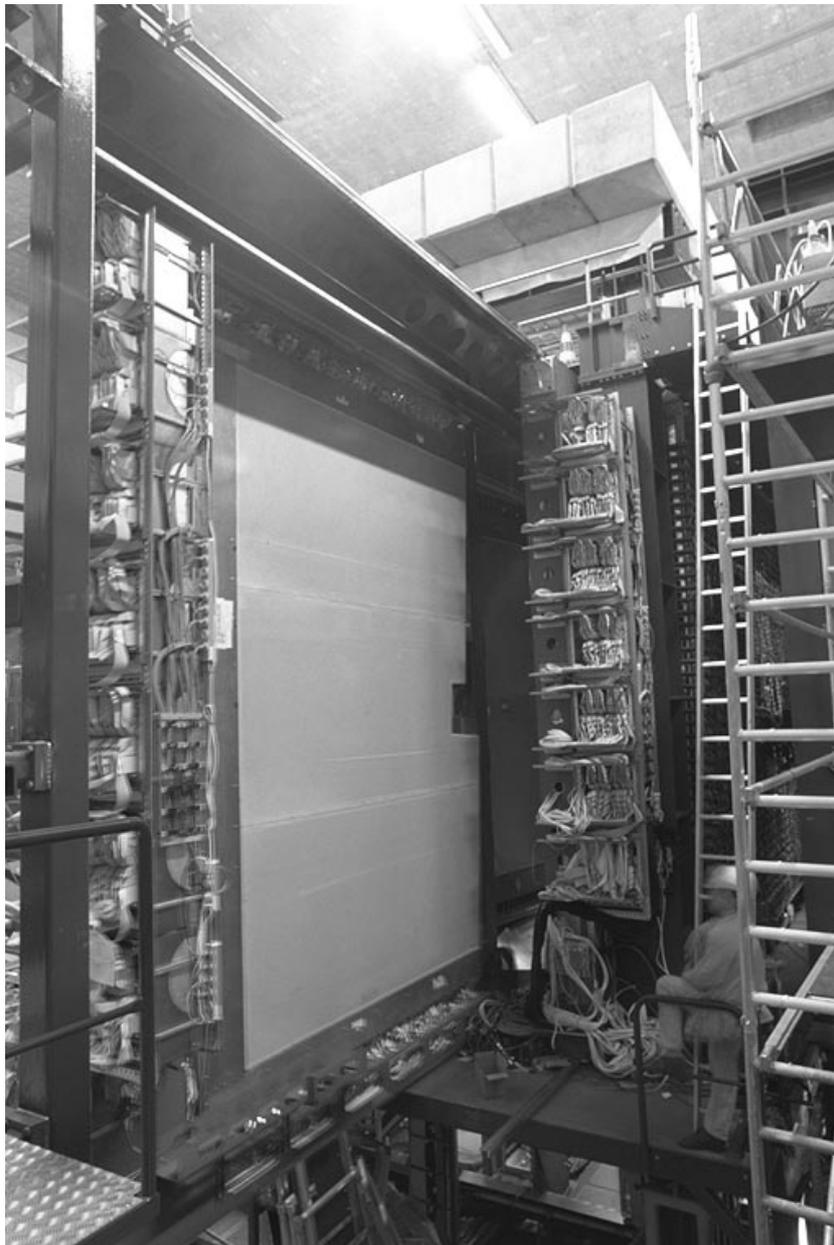


Abbildung 1: Einbau der äußeren Spurkammer TC1-x in das HERA-B Experiment.

chungen zum wissenschaftlichen Potential des Linear-colliders.

John B. Dainton, Universität Liverpool und Sprecher des H1-Experiments, wurde mit dem Max-Born-Preis der Deutschen Physikalischen Gesellschaft und des Britischen Institute of Physics ausgezeichnet.

## Untersuchungen mit Synchrotronstrahlung – HASYLAB

Im Hamburger Synchrotronstrahlungslabor HASYLAB wird vor allem die Strahlung von DORIS und, in geringerem Umfang, von PETRA in vielfältiger Weise für Grundlagen- und anwendungsbezogene Forschung genutzt. Die wissenschaftlichen Ergebnisse sind im HASYLAB-Jahresbericht 1999 zusammengefasst.

Eine Außenstelle des Europäischen Labors für Molekularbiologie (EMBL) sowie drei Arbeitsgruppen für strukturelle Molekularbiologie der Max-Planck-Gesellschaft führen Untersuchungen zur Bestimmung biologischer Strukturen durch.

In Anbetracht der stark gestiegenen biologischen Nutzung der Synchrotronstrahlung und in Vorbereitung des biologischen Forschungsprogramms mit einem Röntgenlaser hat DESY 1999 beschlossen, eine eigene biologische Arbeitsgruppe aufzubauen, in enger Zusammenarbeit mit den bereits existierenden Gruppen und der Universität Hamburg.

## DESY Zeuthen

Das Teilinstitut von DESY in Zeuthen (Brandenburg) bearbeitet mit seiner modernen und gut ausgebauten Infrastruktur und zahlreichen Nachwuchs- und Gastwissenschaftlern ein breites Forschungsspektrum. Neben einer aktiven Beteiligung an den HERA-Experimenten und am TESLA-Projekt in Hamburg hat sich in Zeuthen ein unabhängiges wissenschaftliches Profil entwickelt: Theoretische Untersuchungen zur Teilchenphysik, Teilnahme an Aufbau, Betrieb und Analyse des Neutrino-Detektors AMANDA am Südpol sowie Anwendung und Weiterentwicklung von Höchstleistungsrechnern

zur Bearbeitung theoretischer Fragen in Zusammenarbeit mit italienischen Kollegen des INFN. Diese Rechner werden im Rahmen des „John von Neumann-Institut für Computing (NIC)“ Wissenschaftlern nach Begutachtung durch ein Expertenkomitee zur Verfügung gestellt.

Des Weiteren wurde 1999 beschlossen, in Zeuthen einen Teststand zur Weiterentwicklung eines Photoinjektors für TESLA aufzubauen. Diese Arbeiten werden zusammen mit BESSY und dem Max-Born-Institut durchgeführt, die in Berlin-Adlershof angesiedelt sind.

## Das TESLA-Projekt

Das Konzept für TESLA, einen supraleitenden 500 GeV Elektron-Positron-Linearcollider, wurde 1997 zusammen mit einer umfangreichen Darstellung des wissenschaftlichen Potentials veröffentlicht. Auch 1999 wurden die Arbeiten auf allen Gebieten des Beschleunigers und der Forschung in internationaler Zusammenarbeit fortgesetzt.

Beim Beschleuniger stand dabei die detaillierte Untersuchung aller Sub-Systeme im Vordergrund, besonders im Hinblick auf die bei TESLA erreichbare maximale Luminosität.

Die Entwicklung der supraleitenden Resonatoren mit hohen Beschleunigungsgradienten machte weiter Fortschritte. Besonders interessant und vielversprechend erscheint eine neue Oberflächenbehandlung, die Elektropolitur, mit der in einzelligen Resonatoren Gradienten von 40 MV/m erzeugt werden konnten.

Die TESLA Test Facility (TTF) wurde über viele Monate mit zwei Kryomodulen betrieben. In jedem befinden sich acht neunzellige supraleitende Resonatoren. Dabei konnte in einem Modul ein mittlerer Gradient der Spannung von 23 MV/m erreicht werden. Im Jahr 1999 wurde bei TTF ein 14 m langer Undulator eingebaut, mit dem das Grundprinzip des SASE (selbstverstärkte spontane Emission) FEL (Freie-Elektronen-Laser) erstmals bei unter 100 nm Wellenlänge nachgewiesen werden soll. Die gesamte Anlage, einschließlich aller Diagnostik- und Nachweisgeräte, wurde im Herbst 1999 in Betrieb genommen. Erstes Lasen konnte am 22. Februar 2000 beobachtet werden!

Die Untersuchungen des wissenschaftlichen Potentials von TESLA auf den Gebieten Teilchenphysik und Nutzung des Röntgen-Lasers wurden in einer Reihe von internationalen Workshops wesentlich erweitert und vertieft.

Alle Arbeiten zum Beschleuniger, zum Laser und zur Forschung werden bis Frühjahr 2001 in einem „Technical Design Report“ (TDR) zusammengeführt, der gleichzeitig eine Kostenschätzung enthalten wird.

In der verabredeten Strategie der im Forschungsbereich „Struktur der Materie“ beteiligten Zentren der Helmholtz-Gemeinschaft ist eine Zusammenarbeit bei der Entwicklung und der Verwirklichung von TESLA vorgesehen, zeitlich vor einer entsprechenden Zusammenarbeit bei der Europäischen Spallationsquelle. Teile der Entwicklungsarbeiten für TESLA werden im Rahmen von Projekten des Strategie- und Vernetzungsfonds der HGF zusätzlich gefördert.