



Abbildung 1: Eröffnung der Ausstellung „Licht der Zukunft – Light for the New Millennium“ am 23. Mai 2000 für die Gäste der Jubiläumsveranstaltung zum 40-jährigen Bestehen von DESY. Von links: Prof. Dr. Andrzej Wiszniewski, polnischer Wissenschaftsminister; Prof. Dr. Albrecht Wagner, Vorsitzender des DESY-Direktoriums; Edelgard Bulmahn, Bundesministerin für Bildung und Forschung; Prof. Dr. Jochen Schneider, Forschungsdirektor Synchrotronstrahlung bei DESY.

Vorwort

Das Deutsche Elektronen-Synchrotron DESY hat zwei Standorte, Hamburg und Zeuthen in Brandenburg, und ist eines der 16 Helmholtz Zentren. Seine Aufgabe ist die Förderung naturwissenschaftlicher Grundlagenforschung, vor allem durch die Entwicklung, den Bau und Betrieb von Teilchenbeschleunigern und deren wissenschaftliche Nutzung auf dem Gebiet der Teilchenphysik und der Forschung mit Synchrotronstrahlung. Die Anlagen werden von über 3300 Forschern aus 35 Ländern genutzt. Während sich in Hamburg die Beschleuniger befinden, haben sich in Zeuthen neben der Forschung an Beschleunigern eigene Schwerpunkte auf den Gebieten „Höchstleistungsrechner“ und Astrophysik gebildet.

Das Jahr 2000, das in diesem Wissenschaftlichen Bericht zusammengefasst ist, war ein Jahr der besonderen Ereignisse und Rekorde. Am 23. Mai feierten 2400 Teilnehmer, nämlich die Mitarbeiter von DESY und die Nutzer aus aller Welt, in Anwesenheit hochrangiger Politiker, wie der Bundesministerin für Bildung und Forschung, Edelgard Bulmahn, dem polnischen Wissenschaftsminister, Prof. Andrzej Wiszniewski, der Hamburger Senatorin für Wissenschaft, Krista Sager, und der Kultusministerin von Schleswig-Holstein, Ute Erdsieck-Rave, den vierzigsten Geburtstag von DESY (Abb. 1). Mit großem Beifall wurde Willibald Jentschke begrüßt, auf dessen Initiative die Gründung von DESY zurückgeht.

In diesem Jahr fand auch die EXPO2000 in Hannover statt, die durch externe „Weltweite Projekte“ ergänzt wurde. Eines dieser Projekte war die Ausstellung „Licht der Zukunft“ bei DESY, wo der im Bau befindliche Röntgenlaser im Mittelpunkt stand. Über 106 000 Besucher kamen in fünf Monaten, um sich über die Wissenschaft und über DESY zu informieren, darunter 450 Schulklassen. Die Resonanz

war außerordentlich positiv. Im Zentrum des Interesses standen die Pläne für das TESLA-Projekt und viele Experimente, bei denen die Besucher selbst Hand anlegen konnten. Die Ausstellung war außerdem einer der Beiträge DESYs zum „Jahr der Physik“.

Am 22. Februar 2000 gelang mit dem Freie-Elektronen Laser der TESLA Test Facility weltweit erstmalig die Erzeugung von Strahlung bei einer Wellenlänge von 109 nm. Der hiermit erbrachte Beweis, dass der Laser in diesem Wellenlängenbereich funktioniert, ist ein entscheidender Meilenstein für das TESLA-Projekt.

Am 15. Juni 2000 wurde zum ersten Mal der Bjørn H. Wiik Preis verliehen. Ausgezeichnet wurden die russischen Wissenschaftler E. Saldin, E. Schneidmiller und M. Yurkov für ihre herausragenden Arbeiten zum Freie-Elektronen Laser. Der DESY Promotionspreis wurde an S. Reiche verliehen.

Der Elektron/Positron-Proton Speicherring HERA, das Großgerät für die Teilchenphysik mit seinen vier Experimenten, lief äußerst erfolgreich und übertraf deutlich die bei der Planung angestrebten Ziele. Gleichzeitig wurde die Luminositätserrhöhung von HERA weiter vorbereitet. Der Umbau von HERA hat im September begonnen und soll im Sommer 2001 abgeschlossen werden.

Im Jahr 2000 erhielt DESY Hamburg von den Zuwendungsgebern, der Bundesrepublik Deutschland (90%) und der Freien und Hansestadt Hamburg (10%) Mittel in Höhe von 270 Millionen DM für Betrieb und Investitionen. Zum Etat von DESY Zeuthen trägt neben der Bundesrepublik das Land Brandenburg (10%) bei. Insgesamt standen dort Mittel in Höhe von 26 Millionen DM zur Verfügung.

Betrieb und Entwicklung von Beschleunigern

Der sehr erfolgreiche Betrieb von HERA ergab eine große Datenmenge für die Experimente bei sehr geringem Untergrund. In einer Reihe von Maschinenstudien wurden die wesentlichen Aspekte der Strahldynamik nach der Luminositätserhöhung erfolgreich getestet.

Die Synchrotronlichtquelle DORIS erreichte ausgezeichnete Strahllebensdauern, die, abhängig vom Strom, zwischen 13 und 20 Stunden lagen. Die Betriebseffizienz war mit 94,4% noch ein wenig höher als im letzten Jahr. Zur weiteren Stabilisierung der Strahlage wurden neue Vakuumkammern in die Quadrupole eingebaut. PETRA lief als Vorbeschleuniger für HERA sehr zuverlässig und stand für mehr als 30% der Zeit als Synchrotronstrahlungsquelle zur Verfügung.

Neben dem Betrieb der Beschleuniger sind Forschung und Entwicklung neuer Beschleunigertechnologien Hauptaufgaben von DESY. Hier steht seit acht Jahren TESLA, der supraleitende Elektron-Positron Beschleuniger mit integriertem Röntgenlaser Labor, im Mittelpunkt der Anstrengungen. Diese Arbeiten wurden von Anfang an im Rahmen einer breiten internationalen Kollaboration durchgeführt. Im Jahr 2000 stand die Fertigstellung des Projektvorschlages (Technical Design Report, TDR) im Vordergrund, in dem der vollständige Projektentwurf für die zukünftige Anlage zusammengestellt ist.

Bei der Entwicklung supraleitender Beschleunigerstrukturen ergaben sich durch ein neues Verfahren weitere Fortschritte, die einen möglichen Weg zu höheren Gradienten aufzeigen.

Bei der Entwicklung des Freie-Elektronen Lasers an der TESLA Test Facility (TTF) wurde, wie erwähnt, ein entscheidender Durchbruch erzielt und weltweit erstmalig Strahlung bei Wellenlängen zwischen 80 und 181 nm mit Hilfe der „Self Amplified Spontaneous Emission“ (SASE) erzeugt (Abb. 2). Damit wurde das Interesse an Röntgenlasern weltweit geweckt.

In Zeuthen wurden sehr große Anstrengungen unternommen, um in Ergänzung zu den Arbeiten an TTF einen Photoinjektor-Teststand aufzubauen. Da Photoinjektoren die Strahleigenschaften für den Freie-Elektronen Laser und den Collider entscheidend mit-

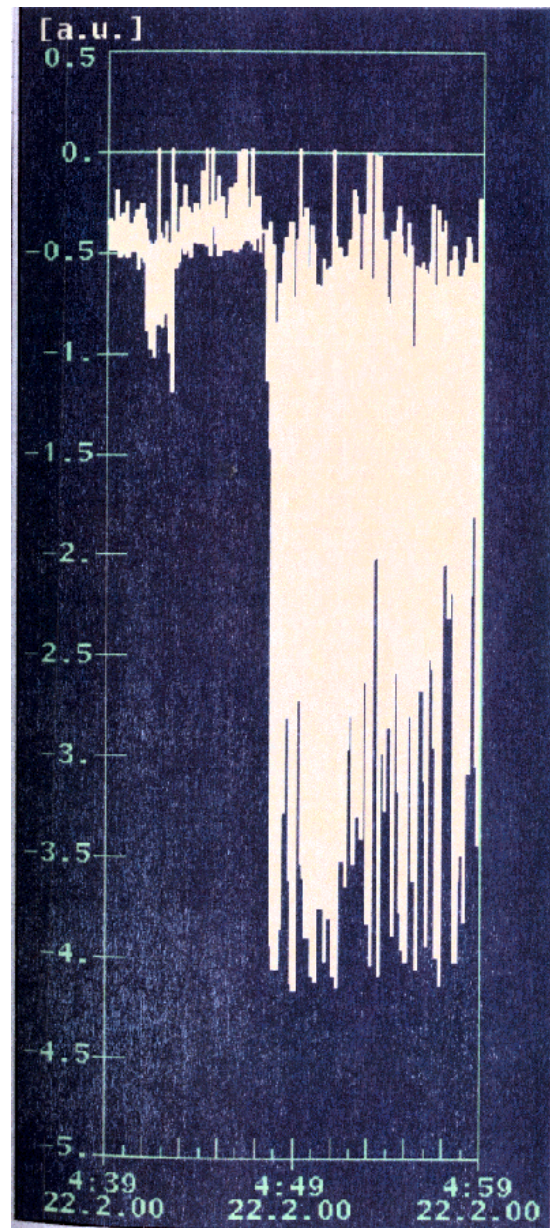


Abbildung 2: Erste Beobachtung des „Lasing“ am Freie-Elektronen Laser bei TTF, am 22. Februar 2000 gegen 4h47.

bestimmen, soll damit die Voraussetzung für den Test und die Weiterentwicklung lasergetriebener HF-Elektronenquellen geschaffen werden. Das Gebäude und ein Teil der Infrastruktur wurden fertiggestellt und erste Komponenten installiert. Die Arbeiten werden in enger Zusammenarbeit mit BESSY, dem Max-Born-Institut und der TU Darmstadt durchgeführt.

Elementarteilchenphysik und Kosmologie

HERA ist weltweit der einzige Elektron/Positron-Proton Collider. Zwei Experimente, H1 und ZEUS, nutzen die Lepton-Proton Stöße, um wichtige Fragen der Teilchenphysik zur inneren Struktur der Materie und zur Natur der Kräfte zu beantworten. Das Experiment HERMES nutzt die Tatsache, dass die Spins der Elektronen in HERA polarisiert sind, um Eigenschaft und Ursprung des Spins des Protons zu studieren. Das Experiment HERA-B nutzt den Protonenstrahl, um schwere Quarks zu erzeugen und zu untersuchen.

HERA wurde mit 920 GeV Protonen und 27.5 GeV Positronen betrieben und lief das ganze Jahr über sehr konstant und mit hoher Luminosität. Dadurch wurde diese Datennahmeperiode zur bisher erfolgreichsten für alle Experimente. Neben der Aufzeichnung neuer Daten konzentrierten sich die Experimente H1 und ZEUS auf die Analyse der in den früheren Jahren aufgezeichneten Daten. Die Prozesse des neutralen und des geladenen Stromes wurden mit bisher unerreichter Genauigkeit untersucht. Dies ermöglichte erstmals den sichtbaren Beweis, dass die elektromagnetische und die schwache Kraft bei kleinen Abständen gleich stark werden. Die Messungen führten auch zur Bestimmung der Quarkdichten im Proton, die viel größer als ursprünglich erwartet und für die Interpretation vieler Experimente der Teilchenphysik von großer Bedeutung sind.

Präzise Messungen ermöglichten auch eine Überprüfung der Theorie der starken Kraft, der Quantenchromodynamik (QCD), und eine genaue Messung der Stärke dieser Kraft. Die gute Übereinstimmung der Vorhersagen des Standard-Modells der Teilchenphysik mit den Messungen beider Experimente führte zu Grenzen für Massen exotischer Teilchen und die Stärke neuartiger Wechselwirkungen. Es wurden dabei allerdings keine Anzeichen für völlig neue Phänomene gefunden. H1 und ZEUS bereiteten außerdem durch Bau von neuen Detektorkomponenten die optimale Nutzung der Daten nach der Luminositätserhöhung vor.

Das Experiment HERMES nutzt die Tatsache, dass die Spins der Elektronen in HERA polarisiert sind, um Eigenschaft und Ursprung des Spins des Protons zu bestimmen. Das Jahr 2000 markiert für HERMES das

Ende der ersten sechsjährigen Betriebsphase mit longitudinal-polarisierten Targets, und es war gleichzeitig das bisher erfolgreichste Jahr der Datennahme. Die Schwerpunkte der Analyse lagen im Jahr 2000 beim weitgehenden Abschluss der Untersuchungen der Wasserstoffdaten sowie bei ersten Analysen der Deuteriumdaten. Die Messung der Spinverteilungen für die einzelnen Quarks konnte unter Einschluss der Deuteriumdaten erheblich verbessert werden.

Das Experiment HERA-B beabsichtigt, Aspekte der Physik von Bottom- und Charm-Quarks zu untersuchen. Die Anforderungen an den Detektor und das Datennahmesystem sind sehr hoch, was beim Bau zu einer Verzögerung von etwa zwei Jahren geführt hat. Im Jahr 2000 wurde das HERA-B Spektrometer fertig gestellt und in der Zeit bis September in Betrieb genommen. Die ersten Daten, deren Auswertung noch nicht abgeschlossen ist, dienen im Wesentlichen zur Kalibration des Detektors und zur Entwicklung von Auswerte-Algorithmen. Das Ziel, selektiv auf B-Mesonen zu triggern und diese in ausreichender Zahl zu beobachten, konnte noch nicht erreicht werden. Die Betriebspause von HERA wird dazu genutzt, das Spektrometer zu verbessern.

Die Theorie-Gruppen in Hamburg und Zeuthen arbeiten an Themen, die großteils einen direkten Bezug zum experimentellen Programm von DESY haben: Aspekte der Quantenchromodynamik mit Bezug zu Messungen an HERA sowie die Untersuchung der QCD auf dem Gitter, Flavour-Physik bei B-Mesonen und Studium des Zusammenhangs der Neutrino-Physik mit der Kosmologie. Aspekte der Supersymmetrie wurden darüber hinaus in der Kosmologie untersucht, die Supersymmetrie-Brechung wurde auf dem Gitter analysiert. Dabei bestehen enge Verbindungen mit dem II. Institut für Theoretische Physik der Universität Hamburg, der Humboldt-Universität zu Berlin und den HERA-Experimenten.

Ein wichtiges Element der Forschung in Zeuthen ist die theoretische Physik mit Höchstleistungsrechnern, die im Rahmen des John von Neumann Institute for Computing (NIC) durchgeführt wird. Der gemeinsam mit dem INFN entwickelte Parallelrechner APE1000, mit einer angestrebten Rechenleistung von etwa 500 Gflop, wurde in Betrieb genommen. Dieser Rechner ermöglicht bisher unzugängliche Untersuchungen auf dem Gebiet der Gittereichtheorien. Mit der Implementierung dieser physikalischen Anwendungen wurde begonnen.

Die Aktivitäten wurden durch den Umzug der Forschergruppe Teilchenphysik des NIC nach Zeuthen deutlich verstärkt. Technische Untersuchungen zum schnellen Datentransfer zielen auf eine Weiterentwicklung des APE-Projekts. Gemeinsam mit Gruppen des INFN wird an der Entwicklung der apeNEXT Maschine, einem massiv parallelen Rechner, der Rechenleistung von einigen Teraflops liefern soll, gearbeitet.

In enger Zusammenarbeit vieler Gruppen wurden die physikalischen Grundlagen für den Elektron-Positron Collider TESLA weiter ausgearbeitet, mit einem Schwerpunkt im Bereich des Higgs-Mechanismus und der Supersymmetrie, und im Technical Design Report zusammenfassend dargestellt. Parallel dazu wurde das Konzept für einen Detektor entwickelt. Die Arbeiten fanden im Rahmen der II. ECFA/DESY Studie statt, die seit 1998 im internationalen Rahmen läuft. In zwei Konferenzen, eine davon am DESY, wurden die Ergebnisse der Arbeitsgruppen vorgestellt und diskutiert.

Ein ganz eigener Schwerpunkt der Forschung in Zeuthen ist die Astrophysik mit kosmischen Neutrinos. Die Gruppe in Zeuthen ist zum einen an einem Experiment im Baikalsee beteiligt, das eine Art Vorreiterrolle auf diesem Gebiet gespielt hat. Der Schwerpunkt der Arbeit hat sich seit einigen Jahren zum Südpol verschoben, wo das Experiment AMANDA mit starker Beteiligung von DESY schrittweise installiert wurde. Auch im Jahr 2000 wurden erfolgreich 70 weitere optische Module im antarktischen Eis versenkt.

Forschung mit Synchrotronstrahlung

Im Hamburger Synchrotronstrahlungslabor HASYLAB wird die Synchrotronstrahlung von DORIS und PETRA in vielfältiger Weise in der Forschung eingesetzt. Die Anwendungsgebiete dieser Forschung reichen von Physik, Chemie und Kristallographie über Material- und Geowissenschaften bis hin zur Biologie und Medizin. Dabei wird das weite Spektrum der elektromagnetischen Strahlung vom sichtbaren Licht bis zum harten Röntgengebiet genutzt. Der Energiebereich reicht von etwa 1 eV bis hin zu 300 keV. Viele Arbeiten werden in enger Zusammenarbeit mit dem II. Institut für Experimentalphysik der Universität Hamburg

durchgeführt. Eine ausführliche Diskussion der umfangreichen wissenschaftlichen Ergebnisse findet sich im Jahresbericht von HASYLAB.

Die Synchrotronstrahlung spielt in zunehmendem Maß bei Strukturaufklärungen in der Biologie eine bedeutende Rolle. Die biologischen Arbeiten bei DESY werden vor allem im Rahmen der Außenstation des „European Molecular Biology Laboratory“ (EMBL) und von Arbeitsgruppen der Max-Planck-Gesellschaft durchgeführt. Im Jahr 2000 wurden von EMBL Hamburg wieder sechs Messstationen betreut, davon vier für den Bereich der Biokristallographie. Die Max-Planck-Arbeitsgruppen beschäftigen sich mit den Beziehungen zwischen der Struktur und der Funktion von biologischen Makromolekülen. Thematische Schwerpunkte sind die Enzyme und ihr katalytischer Mechanismus, das Zytoskelett und seine Rolle in Zellbewegung und Alzheimer-Krankheit, sowie das Ribosom. Bei der Erforschung der Struktur des Ribosoms, der Eiweißfabrik der Zellen, konnte die Gruppe nach vielen Jahren intensiver Arbeit wichtige Resultate vorlegen.

Aufgrund der zunehmenden Bedeutung der biologischen Strukturuntersuchungen und in Vorbereitung der Nutzung des Röntgenlasers von TESLA ist DESY dabei, eine biologische Arbeitsgruppe aufzubauen, in enger Zusammenarbeit mit den bestehenden auswärtigen Gruppen.

Bereichsübergreifende Dienstleistungen

Der erfolgreiche Betrieb der komplexen, hochtechnologischen Großgeräte erfordert eine exzellente technische Infrastruktur, die in Hamburg und Zeuthen folgende Serviceleistungen erbringt: Mechanische und elektronische Konstruktion, technische Auftragsabwicklung, Fertigung und gewerbliche Ausbildung; Aufbau der Beschleuniger und Experimente mit Projektierung, Vermessung, Tieftemperatur- und Gaseservice, Hallensicherheit; Informationstechnik; Informationsmanagement und CAD-Support; IT-Sicherheit und Datenschutz; Sicherheit und Umweltschutz; Technischer Notdienst und technische Sicherheit; Bauwesen mit Neubauten, Instandhaltung, Betriebsschlösserei und Transportgruppe.

Öffentlichkeitsarbeit und Ausbildung

Die Öffentlichkeitsarbeit war im Berichtsjahr vom „Jahr der Physik“ mit seinen Veranstaltungen geprägt sowie vor allem von der Ausstellung „Licht der Zukunft“. Diese fünfmonatige Ausstellung stellte an viele Mitarbeiter außergewöhnliche Anforderungen und wäre ohne deren Einsatz nicht zu so einem Erfolg geworden. Eine große Hilfe waren dabei die nahezu 100 Physikstudenten aus ganz Deutschland, die für jeweils zwei Wochen als Ansprechpartner die Ausstellung begleiteten. Das Zeuthener Institut beteiligte sich wesentlich an der Vorbereitung und Durchführung von zwei Ausstellungen in Berlin: In der URANIA bei der

Ausstellung „Die Reise zum Urknall“ und im Gropius Bau bei der Ausstellung „Sieben Hügel“.

Die Ausbildung des wissenschaftlichen, technischen und handwerklichen Nachwuchses spielt bei DESY eine große Rolle. Auch für diese Ausbildung sind die großen, technologisch herausragenden Anlagen DESYs von großer Bedeutung. Im Rahmen ihrer wissenschaftlichen Ausbildung kamen 143 Diplomstudenten (davon 24 aus dem Ausland), 504 (212) Doktoranden und 225 (95) Nachwuchswissenschaftler zu Forschungszwecken zu DESY, insgesamt also 872 (331) (die Zahlen beziehen sich auf das Jahr 1999). In Hamburg und Zeuthen wurden insgesamt 89 Personen in technischen Berufen sowie im Verwaltungs- und Bibliothekswesen ausgebildet.



Albrecht Wagner
Vorsitzender des DESY-Direktoriums