



Abbildung 1: *Der Bundespräsident Horst Köhler bei seiner Besichtigung von FLASH am 23. August 2006. Links neben ihm der erste Bürgermeister der Stadt Hamburg Ole von Beust, rechts Albrecht Wagner und der Präsident der Helmholtz-Gemeinschaft Jürgen Mlynek.*

Vorwort

Das Deutsche Elektronen-Synchrotron DESY in Hamburg blickt auf eine mittlerweile 47-jährige Erfolgsgeschichte in der Erforschung der Struktur der Materie zurück. Seit 1992 gibt es einen zweiten Standort in Zeuthen bei Berlin. Das ehemalige Institut für Hochenergiephysik der DDR in Brandenburg wurde nach der deutschen Wiedervereinigung DESY angegliedert. DESY und weitere 14 Einrichtungen bilden die Helmholtz-Gemeinschaft Deutscher Forschungszentren.

DESY wird durch die Bundesrepublik Deutschland (90%) und die Länder Hamburg und Brandenburg (10%) finanziert.

Basis der Forschung bei DESY ist die Kompetenz zu Entwicklung, Bau und Betrieb großer Beschleunigeranlagen. DESY zählt in dieser Hinsicht zu den weltweit führenden Zentren. Dies hat sich im vergangenen Jahr auch in zahlreichen Ehrungen und Preisen im Zusammenhang mit der Forschung bei DESY gezeigt. Die bei DESY in internationaler Zusammenarbeit entwickelte supraleitende Beschleunigertechnologie (die auch die Basis für die Zukunftsprojekte XFEL und ILC darstellt) spielt eine zunehmend wichtige Rolle.

Die Forschung bei DESY zur Struktur der Materie ist in die drei Programme *Elementarteilchenphysik* (Suche nach den elementaren Bausteinen und Kräften der Natur), *Astroteilchenphysik* (Verständnis hochenergetischer Phänomene im Universum) und *Forschung mit Photonen* (beschleunigerbasierte Lichtquellen für einzigartige Experimente zur Erforschung komplexer System in Physik, Chemie, Biologie und anderen Feldern) untergliedert.

Alle experimentellen Aktivitäten werden durch herausragende theoretische Arbeiten unterstützt.

Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler von DESY sind an der internationalen Spitzenforschung in den genannten Programmen maßgeblich beteiligt. Der Erfolg von DESY gründet sich aber gleichermaßen auf die zahlreichen exzellenten Forscherinnen und Forscher aus dem In- und Ausland, die die teilweise einmaligen Anlagen bei DESY meist in enger Kollaboration mit DESY nutzen. So haben im vergangenen Jahr wieder etwa 2000 externe Nutzer an DESYs Anlagen zur *Forschung mit Photonen* Experimente durchgeführt. Ungefähr 1000 Externe haben sich an der Forschung zur *Elementarteilchenphysik* bei DESY beteiligt und sich dazu oft mehrere Monate bei DESY aufgehalten.

Aufgrund seiner zum Teil einmaligen Forschungsmöglichkeiten gelang es DESY auch in 2006 wieder namhafte internationale Spitzenwissenschaftler zu gewinnen und damit einem „Brain Drain“ entgegen zu wirken.

Beschleuniger

Gegenwärtig sind bei DESY in Hamburg Beschleunigeranlagen mit einer Gesamtlänge von über 16 km in Betrieb.

HERA ist ein weltweit einmaliger Elektronen-Proton Collider für die *Elementarteilchenphysik*. Nach 15 erfolgreichen Jahren wird im Sommer 2007 der Betrieb von HERA beendet werden.

Die Ring-Synchrotronstrahlungsquelle DORIS III wurde für die *Forschung mit Photonen* auch in 2006 wieder mit sehr hoher Zuverlässigkeit betrieben.

FLASH (*Free Electron Laser in Hamburg*) ist seit dem vergangenen Jahr die neue Bezeichnung für den früheren VUV-FEL. Diese weltweit einmalige Anlage

erzeugt mit Hilfe eines Linearbeschleunigers in supraleitender TESLA Hochfrequenztechnologie extrem kurze und intensive kohärente Pulse im EUV-Bereich. Auch in 2006 wurden an dieser Anlage mehrere „Weltrekorde“ für Laserstrahlung bei kürzesten Wellenlängen (13.7 nm), kürzesten Pulsdauern (10 Femtosekunden) und höchsten Intensitäten (bis zu 10 GW Pulsen) erzielt. Gleichzeitig hat sich die Zuverlässigkeit und Flexibilität des Betriebes dieser völlig neuartigen Anlage stetig verbessert, so dass viele externe und interne Nutzer einzigartige Experimente erfolgreich durchführen konnten. Im Jahr 2007 wird der Beschleuniger von FLASH erweitert werden, um mit einer Strahlenergie von 1 GeV Laserstrahlung bei 6 nm erzeugen zu können.

DESY wird nach dem Ende der Datennahme bei HERA keine Beschleuniger für die *Elementarteilchenphysik* mehr betreiben. Für DESY, und hier vor allem für den Beschleunigerbereich, bedeutet dies eine signifikante Umorientierung. Künftig werden alle Großanlagen bei DESY der *Forschung mit Photonen* dienen. Zwei neue Projekte werden dabei helfen, die internationale Spitzenstellung von DESY in dieser Forschung zu sichern:

Ab Juli 2007 wird der zur Zeit von HERA genutzte Vorbeschleuniger PETRA II umgebaut werden. Mit PETRA III entsteht die weltbeste Ring-Synchrotronstrahlungsquelle. Die vorbereitenden Arbeiten laufen auf vollen Touren. Erste Experimente an PETRA III werden voraussichtlich Ende 2009 stattfinden. Im vergangenen Jahr konnten Prototypen für fast alle neuen Komponenten gebaut und getestet werden.

FLASH ist nicht nur eine neue international vielbeachtete Nutzeranlage, sondern gleichzeitig auch ein Prototyp für das europäische Röntgenlaserlabor XFEL, welches auf derselben Technologie wie FLASH beruhen wird. In 2006 konnten wesentliche Schritte in der Vorbereitung des XFEL abgeschlossen werden:

- Das europäische Project Team hat einen Technical Design Report für den Bau und Betrieb der Anlage fertig gestellt.
- Alle für die Gründung einer eigenständigen XFEL GmbH notwendigen rechtlichen Dokumente liegen vor.

- Im Juli 2006 hat DESY von der zuständigen Behörde die offizielle Genehmigung zum Bau und Betrieb des XFEL erhalten.

Damit sind alle Voraussetzungen für einen Baubeginn gegeben, allerdings sind die internationalen Verhandlungen zur Finanzierung der Anlage noch nicht abgeschlossen. Es wird erwartet, dass dies bis Juni 2007 grundsätzlich geschieht und zu diesem Zeitpunkt auch der Baubeginn entschieden wird.

Das nächste Großprojekt der Elementarteilchenphysik wird der International Linear Collider (ILC) sein. Diese Anlage wird auf der gleichen Beschleunigertechnologie wie FLASH und der XFEL beruhen, so dass DESY mit den Erfahrungen im Zusammenhang mit den beiden *Freie-Elektronen-Lasern* bei den Entwicklungsarbeiten zum ILC eine zentrale Rolle einnimmt. Im Februar 2007 ist im Rahmen des *Global Design Efforts* zum ILC ein *Reference Design Report* veröffentlicht worden.

Elementarteilchenphysik

HERA hat im Juni 2006 erfolgreich das Messprogramm mit Elektron-Proton Kollisionen beendet und auf Positron-Proton Betrieb umgeschaltet. Bis auf kleinere technische Probleme ist HERA sehr gut gelaufen und hat auch in 2006 wieder einen neuen Luminositätsrekord erzielt. Ab März 2007 wird HERA bis zum Ende des Betriebs am 30.06.07 bei reduzierter Protonenergie betrieben, um so nur bei HERA mögliche Messungen zu besonderen Aspekten der Protonstruktur durchzuführen.

DESY hat sehr erfolgreich seine Aktivitäten an den beiden LHC-Experimenten ATLAS und CMS am CERN aufgenommen. Trotz begrenzter personeller Ressourcen haben DESYaner aufgrund ihrer Erfahrungen beim Bau und Betrieb von Großexperimenten zentrale Verantwortungen für Detektorinstallationen, Computing und Vorbereitungen zu Datenanalysen übernommen. Bei DESY werden in Grid-Technologie zwei Tier-2 Rechenzentren für die Analyse der Daten von ATLAS und CMS aufgebaut. DESY wird damit auch nach dem Ende des HERA-Betriebs ein Knotenpunkt für die

Elementarteilchenphysik in Deutschland und Europa bleiben.

In 2006 hat die Strategieguppe des CERN-Council eine Roadmap zur zukünftigen Hochenergiephysik in Europa vorgestellt. DESYs zukünftige Aktivitäten – Analyse der HERA-Daten, Beteiligung am LHC, Vorbereitung des ILC – passen sehr gut mit dieser Strategie zusammen.

Astroteilchenphysik

Die Neutrinoobservatorien IceCube und AMANDA (Südpol) sowie BAIKAL (im gleichnamigen See) haben auch in 2006 erfolgreich Daten aufgezeichnet.

Mit 13 für IceCube in der Saison 2006/2007 in das Eis neu eingebrachten *Strings* wurden die ursprünglichen Ziele sogar überboten, ein wichtiger Schritt auf dem Weg zur planmäßigen Vervollständigung des IceCube-Neutrinoobservatoriums im Januar 2011. Insgesamt sind nunmehr 22 Strings mit zusammen über 1400 optischen Modulen, davon 380 bei DESY gebaut, kilometertief in das Eis eingebracht. Neben diesen optischen Modulen wurden erstmalig auch akustische Detektoren deponiert. Mit diesen bei DESY entwickelten Geräten wird geprüft werden, ob erfolgreich nach Wechselwirkungen sehr hochenergetischer Neutrinos „gelauscht“ werden kann und so möglicherweise in Zukunft über den km^3 Bereich hinaus gehende Installationen möglich wären.

Forschung mit Photonen

Für die Zukunft der Forschung mit Photonen ist das europäische Röntgenlaserlabor XFEL von entscheidender Bedeutung. Neben den internationalen Aktivitäten zur Realisierung des XFEL werden bei DESY auch besondere Anstrengungen unternommen, um diese Anlage und auch FLASH optimal nutzen zu können. Dazu wird bei DESY gemeinsam mit der Universität Hamburg und der Max-Planck Gesellschaft ein *Center for Free-Electron Laser Studies* (CFEL) eingerichtet.

Die Experimente bei FLASH waren im vergangenen Jahr überaus erfolgreich. Wegweisend für zukünftige

Experimente auch am XFEL war die Demonstration des *ultrafast coherent diffractive Imaging*: aufgrund der extrem kurzen Lichtblitze des Freie-Elektronen-Lasers kann die Struktur einer Probe aus dem Beugungsbild eines einzigen Lichtblitzes rekonstruiert werden, auch wenn dieser Lichtblitz selbst die Probe zerstört. Das große Interesse der internationalen Wissenschaftler an FLASH findet auch in der deutlichen Überbuchung der verfügbaren Messzeit Ausdruck.

Als Vorbereitung auf die Datennahme an PETRA III ist DESYs diesbezügliche Eigenforschung ausgebaut worden. Unter anderem bei der ESRF in Grenoble hat DESY Experimente durchgeführt, die auch für die Entwicklung entsprechender Messplätze an PETRA III hilfreich sind.

Obwohl DORIS III als Synchrotronstrahlungsquelle der zweiten Generation mittlerweile in einigen Aspekten von moderneren Quellen übertroffen wird, bietet DORIS III für viele Experimentierfragen optimale Eigenschaften und einfachen Zugang. Dies wird in der nach wie vor großen Überbuchung der verfügbaren Messzeit deutlich. Die beiden Helmholtz-Forschungszentren GKSS (Geesthacht) und GFZ (Potsdam) haben in 2006 eine eigene Hochdruck-Messstation an DORIS III in Betrieb genommen.

Verschiedenes

Ein besonderer Höhepunkt für DESY war in 2006 der Besuch des Bundespräsidenten Horst Köhler, der mit seiner Frau sowie dem ersten Bürgermeister der Stadt Hamburg Ole von Beust und dem Präsidenten der Helmholtz-Gemeinschaft Jürgen Mlynek, FLASH besichtigte (Abbildung 1).

Am 30.06.2007 geht die Amtszeit von Dieter Trines, Mitglied des DESY-Direktoriums und Leiters des Beschleunigerbereichs, zu Ende. Als sein Nachfolger wurde Reinhard Brinkmann berufen. Reinhard Brinkmann ist gegenwärtig Leiter der DESY XFEL-Projektgruppe und innerhalb des europäischen Project Teams für die Arbeiten zum Beschleuniger des XFEL verantwortlich.