

Pressemitteilung

Deutsches Elektronen-Synchrotron DESY

Petra Folkerts

23.08.2006

<http://idw-online.de/de/news172187>

Forschungsprojekte
Mathematik, Physik / Astronomie
überregional

Bundespräsident Horst Köhler zu Gast beim Forschungszentrum DESY

Anlässlich des Besuches von Bundespräsident Horst Köhler präsentiert DESY die beiden Freie-Elektronen-Laser-Projekte FLASH und den europäischen XFEL. - Sperrfrist: 23.8.2006, 13.00 Uhr !

Als erste Station seines Hamburg-Besuchs fuhr Bundespräsident Horst Köhler heute Vormittag zum Deutschen Elektronen-Synchrotron DESY und besichtigte hier die neue Röntgenlaseranlage FLASH. Er kam in Begleitung seiner Frau Eva Luise Köhler und des Ersten Bürgermeisters der Freien und Hansestadt Hamburg Ole von Beust. "Mit seinem Besuch würdigt Bundespräsident Köhler eine weltweit einzigartige Pionieranlage, die Forschern zahlreicher Naturwissenschaften seit einem Jahr in Hamburg zur Verfügung steht. FLASH hat nicht nur hinsichtlich der supraleitenden Beschleunigertechnologie Pioniercharakter, sondern legt auch in Bezug auf die Forschungsmöglichkeiten des geplanten europäischen Röntgenlasers XFEL den Grundstein für ganz neue Einsichten in Struktur und Dynamik der Nanowelt", so der Vorsitzende des DESY-Direktoriums Professor Albrecht Wagner, der den Bundespräsidenten gemeinsam mit dem Präsidenten der Helmholtz-Gemeinschaft Professor Jürgen Mlynek und Mitgliedern des DESY-Direktoriums direkt in der FLASH-Experimentierhalle empfing.

Für den Bundespräsidenten standen bei seinem DESY-Besuch die beiden einzigartigen Forschungs-Lichtquellen FLASH und XFEL im Mittelpunkt, deren ultrakurze laserartige Röntgenblitze für diverse Gebiete der naturwissenschaftlichen Forschung, aber auch für die Industrie, ganz neue Perspektiven eröffnen werden. Die 260 Meter lange FLASH-Anlage steht auf dem DESY-Gelände und ist seit über einem Jahr im Einsatz, konnte also schon "live" präsentiert werden. Bei einem Gang durch den FLASH-Tunnel schaute sich Bundespräsident Horst Köhler die hochmoderne supraleitende Technik zur Beschleunigung der Elektronen und die ausgeklügelten Magnetstrecken zur Erzeugung der brillanten Laserblitze an.

FLASH ist zurzeit weltweit die einzige Freie-Elektronen-Laser-Anlage für weiche Röntgenstrahlung. Sie spielt deshalb auch eine wichtige Pionierrolle für künftige größere FEL-Anlagen, die Laserblitze von noch kürzerer Wellenlänge erzeugen werden. Dazu gehört insbesondere der 3,4 Kilometer lange europäische Freie-Elektronen-Röntgenlaser XFEL, dessen Realisierung zurzeit bei DESY in internationaler Zusammenarbeit vorbereitet wird und der im Jahr 2013 seinen Betrieb aufnehmen wird. Hier konnte DESY dem Bundespräsidenten wichtige aktuelle Meilensteine vorstellen: den Planfeststellungsbeschluss für die Errichtung und den Betrieb der europäischen XFEL-Anlage und den so genannten "Technical Design Report", das "Schlüsseldokument" mit allen Basisinformationen zum technischen Aufbau und Forschungspotenzial des XFEL.

FLASH - Der Freie-Elektronen-Laser in Hamburg

Die Anlage FLASH startete im August 2005 unter dem Namen "VUV-FEL" und ist der weltweit erste und derzeit einzige Freie-Elektronen-Laser für den Bereich der weichen Röntgenstrahlung. Sie spielt gleich in mehrfacher Hinsicht eine Vorreiterrolle: Mit Wellenlängen von 50 bis hinunter zu 13,7 Nanometern (milliardstel Metern) liefert FLASH die kurzwelligste Strahlung, die je mit einer Forschungslichtquelle dieser Art erzeugt wurde. Außerdem erreicht ein bestimmter Anteil der Strahlung, die so genannte fünfte Harmonische, mit Wellenlängen von 2,8 Nanometern sogar den

Bereich der harten Röntgenstrahlung. Damit eröffnen sich Forschern fast aller Naturwissenschaften ganz neue Experimentierfelder, denn je kürzer die Wellenlänge der Strahlung, desto kleiner die Strukturen, die sich damit untersuchen oder erzeugen lassen - was den weltweiten Wettlauf der Strahlungsquellenentwickler hin zu immer kürzeren Wellenlängen erklärt.

"FLASH treibt nicht nur die supraleitende Beschleunigertechnologie voran, sondern spielt auf zahlreichen weiteren Ebenen eine Vorreiterrolle für den europäischen Röntgenlaser XFEL und andere Strahlungsquellen dieser Art: zum Beispiel bei der Entwicklung der speziellen Magnetanordnungen zur Erzeugung der laserartigen Röntgenblitze, bei der Entwicklung von optischen Komponenten und Messapparaten sowie bei der elektronischen Verarbeitung großer Datenmengen", erläutert DESY-Forschungsdirektor Professor Jochen R. Schneider. "Für die Industrie ist die Beteiligung bei FLASH langfristig auch deshalb besonders attraktiv, weil sie sich bei FLASH und später beim XFEL für den Bau des geplanten Internationalen Linearcolliders ILC qualifizieren kann, dem großen Zukunftsprojekt der Teilchenphysik."

Auch in seiner Spitzenleuchtstärke setzt FLASH neue Maßstäbe: Sie übertrifft die der modernsten, mit Teilchenbeschleunigern arbeitenden Strahlungsquellen um das Zehnmillionenfache und erlaubt damit bisher undurchführbare Untersuchungen beispielsweise von Prozessen der Astrophysik an extrem verdünnten Proben. Von besonderer Bedeutung ist auch die extrem kurze Dauer der Strahlungspulse von nur 10 bis 50 Femtosekunden (billiardstel Sekunden). Wie mit einem ultraschnellen Stroboskop können die Wissenschaftler damit Prozesse wie die Bildung von chemischen Bindungen "filmen" oder etwa die Vorgänge bei der magnetischen Datenspeicherung direkt beobachten.

Mit bislang vier Messplätzen steht FLASH seit einem Jahr für die Forschung zur Verfügung. Etwa 200 Wissenschaftler von 60 Instituten aus 11 Ländern nutzen das intensive Laserlicht zurzeit für ihre Experimente. Interessenten für viele weitere Projekte gibt es bereits, sie kommen aus verschiedenen Bereichen der Physik, Chemie oder Molekularbiologie.

Die supraleitende Beschleunigertechnologie

Auch in technologischer Hinsicht dringt der Freie-Elektronen-Laser bei DESY weit in Neuland vor: FLASH funktioniert nach dem neuartigen SASE-Prinzip ("Self-Amplified Spontaneous Emission"), bei dem Elektronen aus einem Teilchenbeschleuniger durch eine periodische Magnetanordnung, den so genannten Undulator, fliegen, der sie auf einem rasanten Slalomkurs zur Aussendung der kurzwelligen, intensiven Laserlichtblitze zwingt. Ein besonderes Merkmal ist dabei der Einsatz supraleitender Beschleunigungstechnik, um die Elektronen auf die erforderlichen hohen Energien zu bringen. Die hierfür eingesetzte Technologie wurde vom internationalen Team der "TESLA Collaboration" von 1992 bis 2004 bei DESY entwickelt und erprobt. In den auf minus 271 Grad Celsius gekühlten Beschleunigungselementen, den Resonatoren, fließt der Strom verlustfrei, so dass praktisch die gesamte elektrische Leistung auf die Teilchen übertragen werden kann - eine äußerst effiziente und energiesparende Methode der Beschleunigung. Außerdem liefern die supraleitenden Resonatoren einen sehr feinen und gleichmäßigen Elektronenstrahl von extrem hoher Qualität. Ein so spezieller Teilchenstrahl ist die Voraussetzung dafür, einen Röntgenlaser überhaupt betreiben zu können.

Die supraleitende TESLA-Beschleunigertechnologie bildet gleichzeitig die Grundlage für zwei weitere Großprojekte: den europäischen Röntgenlaser XFEL, dessen Bau in einigen Monaten beginnt und dessen Linearbeschleuniger rund 1,5 Kilometer lang ist, sowie für das Zukunftsprojekt der Teilchenphysik, den in weltweiter Zusammenarbeit geplanten und vorgeschlagenen Internationalen Linearcollider ILC (International Linear Collider), dessen bis zu 20 Kilometer lange Beschleunigungsstrecken ebenfalls mit supraleitenden Resonatoren bestückt werden sollen. Für beide Projekte liefert der Betrieb des 120 Meter langen Linearbeschleunigers von FLASH wichtige Erkenntnisse.

Die europäische XFEL-Anlage

Im Februar 2003 gab das Bundesministerium für Bildung und Forschung grünes Licht für den von DESY vorgeschlagenen Röntgenlaser XFEL, der als europäisches Projekt realisiert werden soll (X steht für Röntgen, FEL für Freie-Elektronen-Laser). Der Röntgenlaser ermöglicht Spitzenforschung in Europa und sichert dem Forschungs- und Industriestandort Deutschland eine führende Rolle.

Der XFEL wird hochintensive ultrakurze Röntgenblitze mit den Eigenschaften von Laserlicht erzeugen. Den Naturwissenschaften bietet diese Lichtquelle der Superlative ungeahnte Perspektiven. Auch für die Industrie könnten sich neue Möglichkeiten eröffnen. Die unvorstellbar kurzen und intensiven Röntgenpulse ermöglichen es den Forschern, chemische Reaktionen mit atomarer Auflösung regelrecht zu filmen, ebenso Bewegungen von Biomolekülen oder die Entstehung von Feststoffen. Davon profitieren die verschiedensten Naturwissenschaften - von der Physik über die Chemie, die Material- und Geoforschung bis hin zu den Biowissenschaften. Ebenso industrielle Anwender - beispielsweise wenn es darum geht, neue Werkstoffe und Materialien im Nanobereich zu entwickeln, also mit Abmessungen von milliardstel Metern.

Professor Massimo Altarelli, italienischer Physiker und Leiter des europäischen XFEL-Projektteams: "Die neue XFEL-Röntgenlaseranlage wird einzigartig in Europa sein und faszinierende Perspektiven für die Wissenschaft bieten. Zum ersten Mal wird es möglich, die verschiedenen Zustände von Materie auf der atomaren Längen- und Zeitskala zu analysieren. Die künftigen Nutzer des XFEL versprechen sich Forschungsergebnisse von fundamentaler Bedeutung in Gebieten wie der Materialforschung, Plasmaphysik, Strukturbiochemie, Geowissenschaft oder Chemie, mit denen auch neue Anwendungen ins Blickfeld rücken, zum Beispiel in der Biomedizin und Pharmazie, oder auch für die Optimierung von Verbrennungs- und Katalysatortechniken."

Die 3,4 km lange XFEL-Anlage wird in den Bundesländern Hamburg und Schleswig-Holstein liegen und benötigt drei große Betriebsgelände. Sie beginnt beim DESY-Gelände in Hamburg-Bahrenfeld, verläuft in nordwestlicher Richtung und endet in der an Hamburg grenzenden und in Schleswig-Holstein liegenden Stadt Schenefeld (Kreis Pinneberg). Hier entsteht bis 2013 der eigentliche Forschungscampus mit einer unterirdischen Experimentierhalle für zehn Messstationen. Ein zweiter Experimentierkomplex mit ebenfalls zehn Messstationen ist für später vorgesehen.

In jüngster Zeit wurden zwei wichtige Meilensteine bei der Vorbereitung des XFEL-Projekts erreicht: 1) Am 25. Juli 2006 veröffentlichten die XFEL-Projektgruppe von DESY und das europäische XFEL-Projektteam den Technischen Design-Report für die europäische XFEL-Anlage. Auf 580 Seiten beschreiben die insgesamt 270 Autoren von 69 Instituten aus 17 Ländern alle wissenschaftlichen und technischen Details dieser Forschungsanlage. 2) Am 9. August 2006 veröffentlichte die zuständige Behörde - das Landesamt für Bergbau, Energie und Geologie in Clausthal-Zellerfeld - den Planfeststellungsbeschluss mit den erforderlichen gesetzlich vorgeschriebenen Einzelgenehmigungen für den Bau und Betrieb der XFEL-Anlage, so dass jetzt im ersten Halbjahr 2007 mit dem Start der Bauarbeiten auf allen drei Betriebsgeländen gerechnet werden kann.

Die Baukosten der XFEL-Anlage belaufen sich auf 986 Millionen Euro. Deutschland trägt als Sitzland bis zu 60 Prozent dieser Kosten, mindestens 40 Prozent werden von den europäischen Partnern eingeworben. Zu den Interessenten gehören elf europäische Länder und die Volksrepublik China. Zurzeit finden auf der Ebene der Regierungen zwischen Deutschland und dem jeweiligen Land konkrete bilaterale Verhandlungen über Art und Umfang der jeweiligen Beteiligung statt. Ziel ist es, bis Mitte 2007 eine eigenständige europäische XFEL-Forschungsorganisation zu gründen.

Das Deutsche Elektronen-Synchrotron DESY in der Helmholtz-Gemeinschaft

Das Forschungszentrum DESY ist eines der weltweit führenden Beschleunigerzentren zur Erforschung der Struktur der Materie. Beschleunigerentwicklung, Forschung mit Photonen und Teilchenphysik bilden seine drei "Standbeine". Die Forschung mit Photonen wird im Hamburger Synchrotronstrahlungslabor HASYLAB betrieben. Physiker, Chemiker, Geologen, Biologen, Mediziner und Materialforscher nutzen die intensive Strahlung aus den Beschleunigern DORIS und PETRA, um unterschiedliche Proben im atomaren Detail zu untersuchen. Als weitere Lichtquelle steht seit 2005 der

Freie-Elektronen-Laser FLASH zur Verfügung. Ab Juli 2007 wird zudem der Beschleuniger PETRA mit einem Aufwand von 225 Millionen Euro zur weltbesten Speicherringquelle für energiereiche Röntgenstrahlung mit bis zu 30 Messstationen ausgebaut. "PETRA III" wird im Jahr 2009 den Betrieb aufnehmen. Zusammen mit dem europäischen Röntgenlaser XFEL sichern diese neuen Lichtquellen DESY auch in Zukunft einen Spitzenplatz in der Forschung mit Photonen.

Für die Teilchenphysik bei DESY wird die 6,3 Kilometer lange Hadron-Elektron-Ring-Anlage HERA genutzt - ein "Super-Elektronenmikroskop", mit dem die Physiker den inneren Aufbau des Protons und die fundamentalen Naturkräfte erforschen können. DESY beteiligt sich außerdem an der nächsten großen Herausforderung der Teilchenphysik, dem Internationalen Linearcollider ILC, einem Beschleuniger für Elektron-Positron-Kollisionen bei höchsten Energien. Mit dem ILC könnten die Physiker tiefer und genauer in die Struktur und Entstehung der Materie und des Universums blicken als je zuvor.

DESY ist Mitglied der Helmholtz-Gemeinschaft Deutscher Forschungszentren und ein mit öffentlichen Mitteln finanziertes nationales Forschungszentrum mit den beiden Standorten Hamburg und Zeuthen (Brandenburg). Die Forschungen an den Teilchenbeschleunigern erfolgen in internationaler Zusammenarbeit. Aus 33 Nationen kommen jährlich 2750 Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler zu DESY, 950 von ihnen arbeiten im Bereich der Teilchenphysik an dem Beschleuniger HERA, weitere 1800 nutzen das Hamburger Synchrotronstrahlungslabor HASYLAB. Bei DESY angestellt sind 1600 Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter, davon arbeiten 200 in Zeuthen. Der jährliche Etat von DESY beläuft sich auf 160 Millionen Euro, wovon 145 Millionen Euro auf den Standort Hamburg und 15 Millionen Euro auf den Standort Zeuthen entfallen.