

NAH AUFNAHME.

DESY – ein Forschungsstandort
in Brandenburg



DESY ist eines der weltweit führenden Beschleunigerzentren zur Erforschung der Struktur der Materie. Der Standort in Zeuthen ist integriert in das breit gefächerte, international ausgerichtete Forschungsspektrum. Seine moderne technische Infrastruktur und die wissenschaftliche Zusammenarbeit mit nationalen und internationalen Einrichtungen macht DESY in Zeuthen zu einem lebendigen und offenen Labor.

Beschleuniger | Forschung mit Photonen | Teilchenphysik

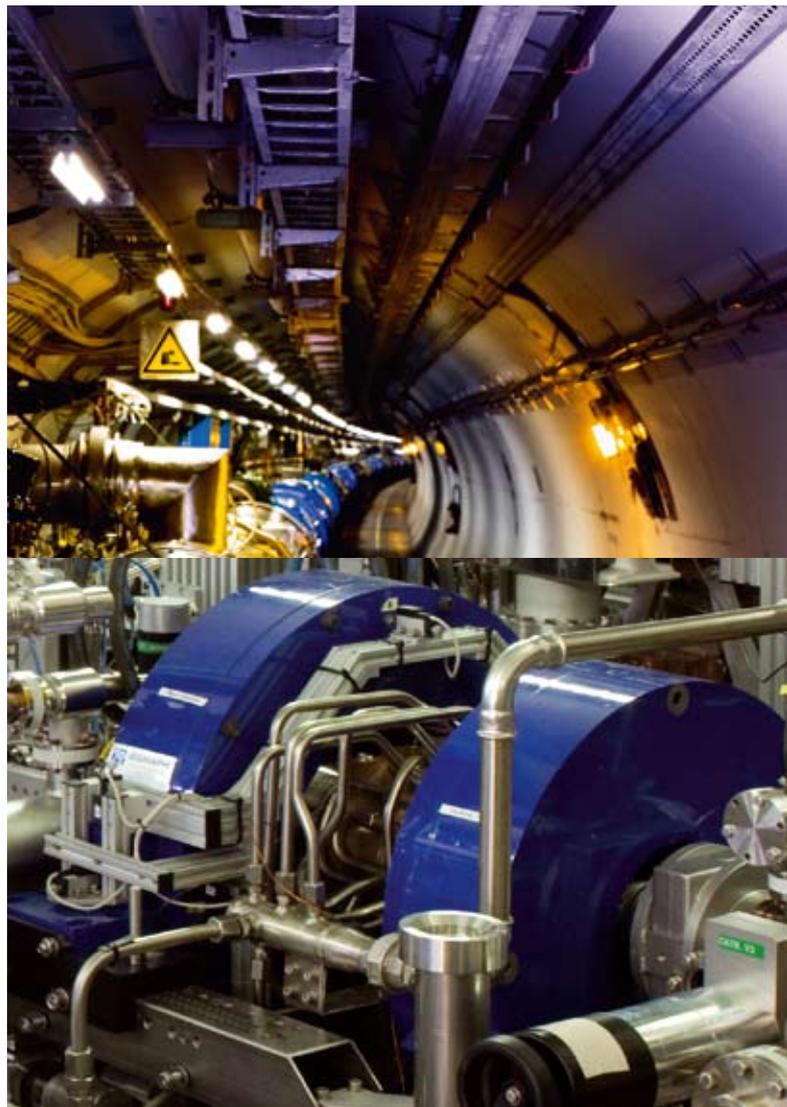
Deutsches Elektronen-Synchrotron

Ein Forschungszentrum der Helmholtz-Gemeinschaft



Deutsches Elektronen-Synchrotron DESY

- > Ein Forschungszentrum der Helmholtz-Gemeinschaft
 - > Mit öffentlichen Mitteln finanziertes nationales Forschungszentrum
 - > Gegründet am 18. Dezember 1959 in Hamburg
 - > 1992: das Institut für Hochenergiephysik in Zeuthen wird zweiter Standort von DESY
 - > Etat: 183 Millionen Euro (Hamburg: 166 Millionen Euro, Zeuthen: 17 Millionen Euro)
 - > Finanzierung: 90% vom Bund (Bundesministerium für Bildung und Forschung); 10% von der Stadt Hamburg bzw. dem Land Brandenburg
 - > Mitarbeiter: knapp 1900 (ca. 200 in Zeuthen), davon arbeiten etwa 600 (in Zeuthen ca. 65) Wissenschaftler in den Bereichen Beschleunigerbetrieb, Forschung und Entwicklung
 - > Gastforscher: jährlich über 3000 aus 45 Nationen
-



Das Deutsche Elektronen-Synchrotron ist eines der weltweit führenden Beschleunigerzentren. DESY entwickelt, baut und betreibt große Teilchenbeschleuniger und erforscht damit die Struktur der Materie. Die Kombination von Forschung mit Photonen und Teilchenphysik bei DESY ist einmalig in Europa.



DESY betreibt Grundlagenforschung in verschiedenen Naturwissenschaften und verfolgt dabei drei Schwerpunkte:

> Beschleuniger

DESY entwickelt, baut und betreibt große Beschleunigeranlagen, um Teilchen auf höchste Energien zu bringen.

> Forschung mit Photonen

Physiker, Chemiker, Geologen, Biologen, Mediziner und Materialforscher nutzen das besondere Licht aus den Beschleunigern, um Strukturen und Prozesse im Mikrokosmos sichtbar zu machen.

> Teilchen- und Astroteilchenphysik

Wissenschaftler aus aller Welt erforschen mit Beschleunigern und Teleskopen die fundamentalen Bestandteile und Kräfte im Universum.

Entsprechend vielseitig sind das Forschungsspektrum und die Zusammenarbeit mit nationalen und internationalen Partnern. Das Forschungsprogramm reicht dabei weit über die Anlagen in Hamburg und Zeuthen hinaus. DESY arbeitet intensiv an internationalen Großprojekten mit. Beispiele sind der europäische Röntgenlaser European XFEL in Hamburg, der Protonenbeschleuniger LHC des europäischen Zentrums für Kernforschung CERN in Genf, das internationale Neutrino-teleskop IceCube am Südpol oder das Projekt des internationalen Linearbeschleunigers ILC. ●

MIKRO KOSMOS.

DESY erforscht,
was die Welt im Innersten zusammenhält

Seit jeher versucht der Mensch, die Bausteine der Welt zu finden und den Ursprung des Universums zu ergründen. Im Laufe der Zeit hat er seine Methoden immer weiter verfeinert und spezialisiert. Teilchenphysiker erforschen zentrale Fragen unseres Weltbildes. DESY gehört zu den weltweit führenden Forschungszentren auf diesem Gebiet.



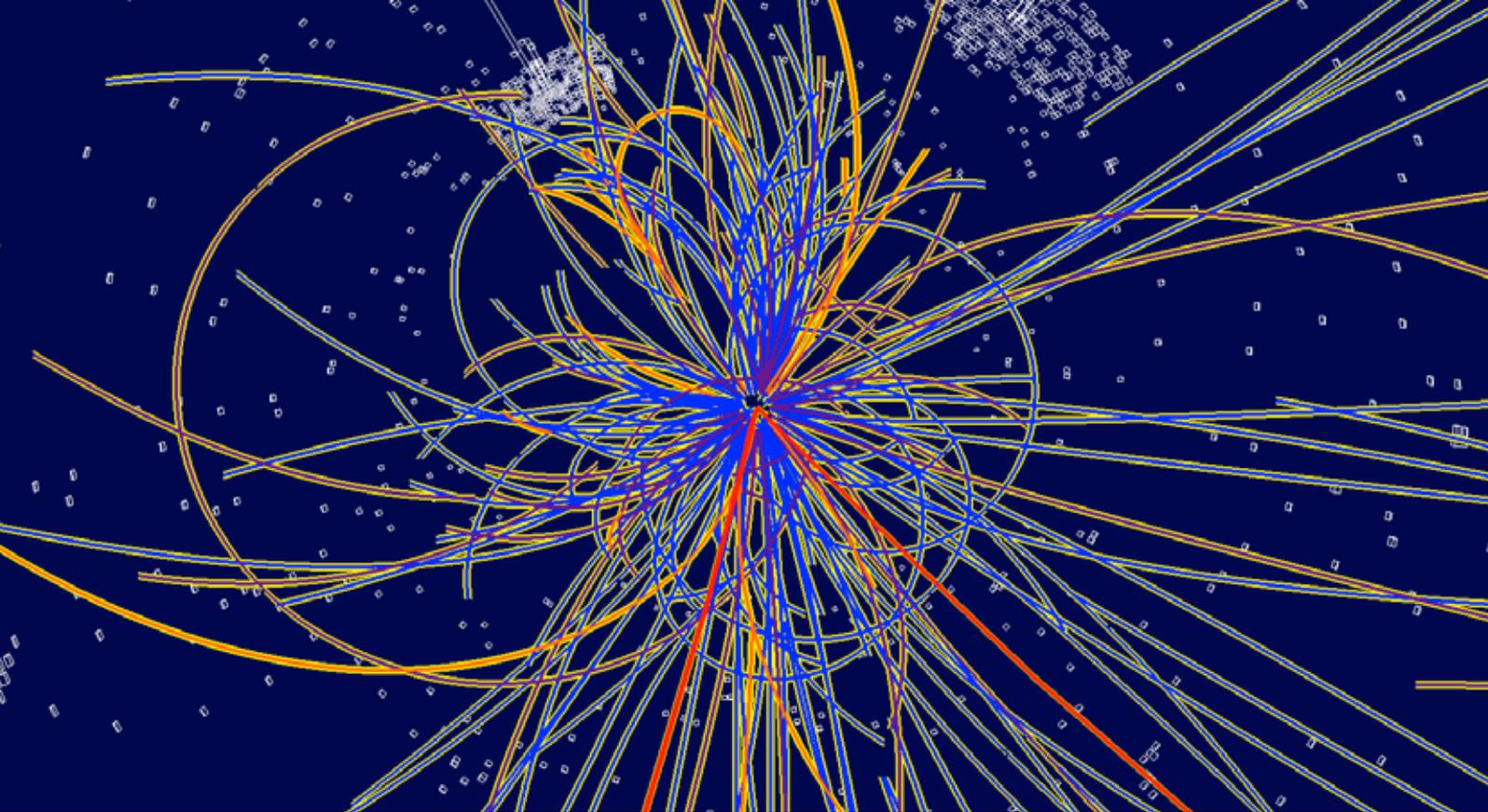
HERA – das Super-Elektronenmikroskop

HERA war der größte Teilchenbeschleuniger bei DESY und zugleich Deutschlands größtes Forschungsinstrument: ein Super-Elektronenmikroskop, das den Physikern den schärfsten Blick ins Proton eröffnete. Fünfzehn Jahre lang prallten in dem Teilchenbeschleuniger tief im Hamburger Untergrund Elektronen und Protonen aufeinander. Im Sommer 2007 endete die Datennahme. Die Auswertung der Messdaten wird ein umfassendes Gesamtbild des Protons und der darin wirkenden Kräfte offenbaren. Auch Zeuthener Wissenschaftler waren und sind an den HERA-Experimenten und deren Auswertung beteiligt.

Vom Institut X zu DESY

Der Standort Zeuthen kann auf eine langjährige Geschichte zurückblicken:

- > 1940–45: Amt für Physikalische Sonderfragen
 - > 1950–62: Einrichtung der Akademie der Wissenschaften der DDR (Institut X, Institut Miersdorf, Kernphysikalisches Institut)
 - > Ab 1962: Forschungsstelle für Physik hoher Energien, Institut für Hochenergiephysik der Akademie der Wissenschaften
 - > 1990–91: Evaluation durch den Deutschen Wissenschaftsrat
 - > Seit 1992: zweiter Standort von DESY
-



LHC – die Weltmaschine

Was geschah beim Urknall? Woraus besteht das Universum? Woher kommt die Masse? Wo ist die Antimaterie? Wissenschaftler aus der ganzen Welt, viele davon aus Deutschland, gehen diesen fundamentalen Fragen mit Hilfe des Large Hadron Collider LHC am europäischen Zentrum für Kernforschung CERN nach. Auch DESY-Forscher aus Zeuthen sind am derzeit leistungsfähigsten Beschleuniger der Welt mit dabei. Der LHC ist ein gigantischer, ringförmiger Teilchenbeschleuniger mit 26,7 Kilometern Umfang, mehr als 100 Meter tief unter dem Genfer Umland und dem französischen Jura. Hier stoßen Protonen oder schwere Ionen frontal aufeinander – bei den höchsten Energien, die je in einem Teilchenbeschleuniger erreicht wurden.

An vier Stellen prallen die Teilchenstrahlen aufeinander, so erzeugen Physiker Zustände wie unmittelbar nach dem Urknall. Bei den Zusammenstößen entstehen enorm viele neue Teilchen. Sie fliegen in alle Richtungen auseinander und werden mit Hilfe spezieller Nachweisgeräte, so genannter Detektoren, vermessen. Aus den Spuren, die die Teilchen in den Detektoren hinterlassen, schließen die Wissenschaftler, was bei diesen Zusammenstößen geschieht.

ILC – das Zukunftsprojekt

Während der LHC erste Einsichten in ein absolutes Neuland bietet, werden sich die großen Rätsel des Universums nur in Verbindung mit einer weiteren Präzisionsmaschine lösen lassen – einem Linearbeschleuniger, in dem Elektronen und ihre Antiteilchen, die Positronen, bei höchsten Energien zusammenstoßen. DESY, darunter auch Physiker aus Zeuthen, beteiligt sich maßgeblich an der Entwicklung eines solchen Linearbeschleunigers, dem International Linear Collider ILC, der die Entdeckungen des LHC vervollständigen wird.

Theorie – auf der Suche nach der Weltformel

Die theoretische Teilchenphysik ergründet das große Bild, das den experimentellen Ergebnissen zugrunde liegt. Um die Welt der kleinsten Teilchen und ihre physikalischen Gesetze zu erklären, nutzen die Theoretiker bei DESY zahlreiche mathematische Hilfsmittel und speziell entwickelte Höchstleistungsrechner. Nur gemeinsam sind Theoretiker und Experimentalphysiker in der Lage, der Natur ihre Geheimnisse abzuringen und – so die Hoffnung der Forscher – nach und nach eine umfassende Theorie aller Teilchen und Kräfte auszuarbeiten. ●

●
Linke Seite: Blick in den LHC-Tunnel
Oben: Elementarteilchenphysik –
Simulation eines Higgs-Ereignisses im
CMS-Detektor

WELTRAUM BOTEN.

Die Fenster zum Universum

DESY-Wissenschaftler am Standort Zeuthen forschen auch in der Astroteilchenphysik, einem Fachgebiet, das Methoden und Fragestellungen aus der Astrophysik, der Kosmologie und der Teilchenphysik vereint. Aus dem Weltall gelangen ständig unterschiedliche Arten von Teilchen auf die Erde, die Auskunft über die Geschehnisse in den fernen Weiten des Kosmos geben können. Die DESY-Forscher nutzen zwei dieser Himmelsboten, Neutrinos und hochenergetische Gammastrahlung, um den Geheimnissen von Sternexplosionen, kosmischen Teilchenbeschleunigern – wie zum Beispiel der Umgebung von schwarzen Löchern – oder der dunklen Materie auf die Spur zu kommen.

Geheimnisvolle kosmische Strahlung

Unablässig prasseln Teilchen aus den fernen Weiten des Universums auf die Erdatmosphäre – Protonen, Heliumkerne, aber auch schwerere Elemente wie etwa Eisenkerne. Hoch oben in zwanzig Kilometern Höhe treten sie ganze Lawinen sekundärer Teilchen los, die die gesamte Erdatmosphäre durchqueren und schließlich auch uns Menschen durchdringen. Wenn sie elektrisch geladen sind, ionisieren diese Teilchen die Materie, die sie durchfliegen.

Einige dieser Teilchen aus dem Kosmos erreichen unerklärlich hohe Energien. Doch wo liegen die Quellen dieser hochenergetischen Geschosse? Wie gelingt es der Natur, die Teilchen auf derartige Energien zu beschleunigen? Um diese Fragen zu beantworten, bauen die Zeuthener Wissenschaftler am Südpol gemeinsam mit Kollegen aus aller Welt den größten Teilchendetektor der Welt – IceCube, ein Neutrino-teleskop der Superlative. Außerdem werden sie zukünftig mit dem Gammateleskop CTA (Cherenkov Telescope Array) auf die Jagd nach hochenergetischer elektromagnetischer Strahlung aus dem Weltall gehen, der so genannten Gamma-

strahlung. Eine Nachwuchsgruppe in Zeuthen nimmt außer am Neutrino-teleskop IceCube auch an dem Gammastrahlungsprojekt MAGIC auf der Kanarischen Insel La Palma teil. An den DESY-Standorten Hamburg und Zeuthen werden darüber hinaus theoretische Arbeiten zur dieser Thematik durchgeführt.

Multi-Messenger-Astronomie

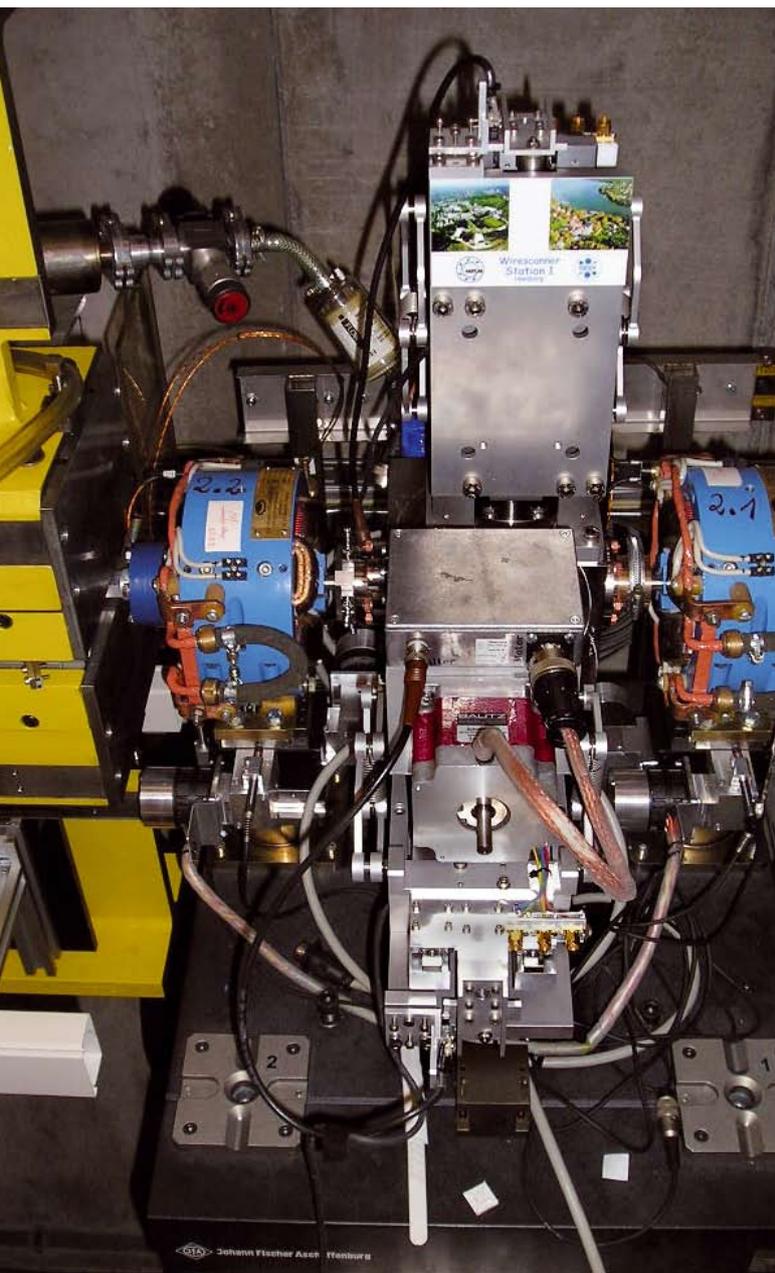
Die vollständige Landkarte des Hochenergie-Himmels wird sich erst erschließen, wenn wir alle Informationen, die der Kosmos liefert, konsequent ausnutzen. Die möglichen Botenteilchen (engl. Messenger) aus dem All sind dabei elektromagnetische Strahlung – die bei hohen Energien Gammastrahlung genannt wird – sowie geladene kosmische Teilchen, Neutrinos und in Zukunft vielleicht auch Gravitationswellen. Dem Prinzip der Multi-Messenger-Astronomie folgend setzen auch die DESY-Forscher auf mehrere dieser Himmelsboten. ●



BLITZ LICHT.

Zeuthener Beiträge zum Röntgenlaserprojekt European XFEL

Atome im Blitzlichtgewitter, Filmen in der Nanowelt, Hologramme von Molekülen, Sternenmaterie im Röntgenlicht – eine stetig wachsende Anzahl von Experimenten naturwissenschaftlicher oder industrieller Art verlangt nach Röntgenlicht extrem hoher Intensität und Qualität.



DESY zählt mit seinen bestehenden und geplanten Lichtquellen zu den internationalen Top-Adressen für die Forschung mit der intensiven Strahlung, die in Beschleunigern erzeugt wird. In Zukunft wird DESY noch attraktiver für Spitzenforscher aus aller Welt. Der Röntgenlaser European XFEL in Hamburg, ein Highlight im wahrsten Sinne des Wortes, wird hochintensive und extrem kurze Röntgenlichtblitze erzeugen. Im Jahr 2007 fiel der Startschuss für dieses Projekt. Damit werden völlig neue, vielversprechende Experimentiermöglichkeiten für fast alle Naturwissenschaften eröffnet: das „Filmen“ mit atomarer Auflösung erlaubt einen neuen Blick in die Nanowelten, wie z. B. bei Untersuchungen von Werkstoffen oder Biomolekülen. Zur Realisierung sind umfangreiche Entwicklungsarbeiten notwendig. Mitarbeiter in Zeuthen haben einen Teil dieser Aufgaben übernommen und damit den Wissenschaftsstandort in Brandenburg nachhaltig gestärkt.

Wiresscanner – Präzisionsarbeit für eine große Sache

Eine sehr genaue Vermessung der Elektronenstrahlen ist für die Optimierung der Prozesse bei der Lichterzeugung äußerst wichtig. Je kleiner und weniger aufgefächert der Elektronenstrahl ist, desto besser ist das entstehende Laserlicht. Die für die Strahlvermessung in Zeuthen entwickelten Wiresscanner sind bereits seit 2000 beim Freie-Elektronen-Laser in Hamburg FLASH im Einsatz.

● Wiresscanner-Station integriert in der
FLASH-Anlage zwischen zwei Undulatoren

PITZ – Elektronenpakete im Akkord

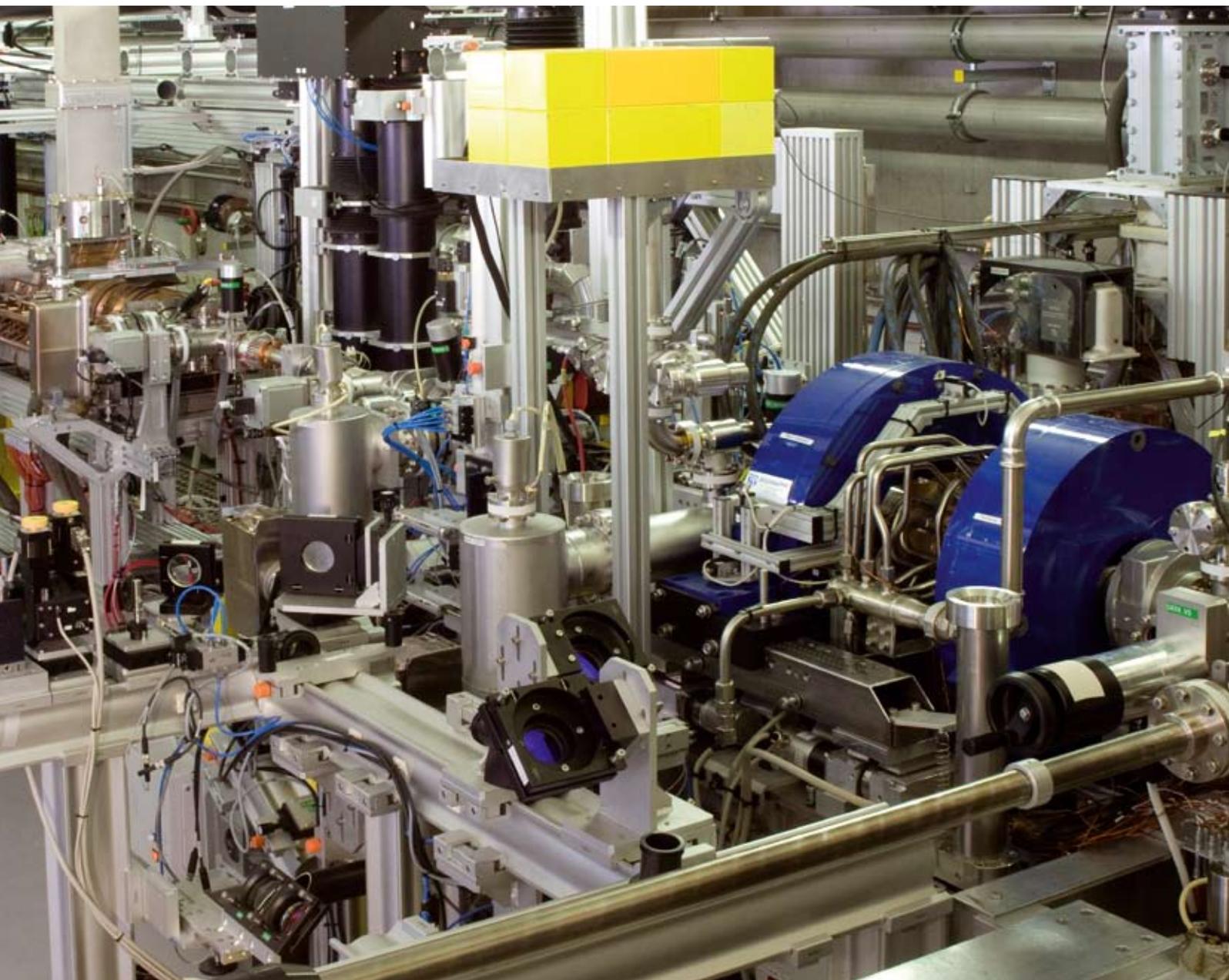
In einem Freie-Elektronen-Laser wie dem European XFEL wird das Licht mit Hilfe von Elektronenpaketen erzeugt, die nach der Beschleunigung auf nahezu Lichtgeschwindigkeit eine spezielle Magnetstruktur, den Undulator, durchlaufen. Im Undulator werden die Elektronen auf einen Zick-Zack-Kurs gebracht und beginnen Strahlung abzugeben. Je mehr Elektronen auf engstem Raum strahlen, desto höher ist die Intensität des Lichtes. Die Qualität des Elektronenstrahles wird maßgeblich von der Elektronenquelle bestimmt. Die Quelle muss innerhalb von wenigen Millionstel einer Millionstel Sekunde (Pikosekunde) mehrere Milliarden Elektronen produzieren, die sich dicht gepackt auf weitgehend parallel verlaufenden Flugbahnen bewegen sollen – quasi zusammengeschnürt wie in einem Paket. Um solche neuartigen Elektronenquellen zu entwickeln, zu optimieren und bereitzustellen, wurde 2002 der Photoinjektor-Teststand in Zeuthen PITZ in Betrieb genommen.

Schon heute wird FLASH mit einer bei PITZ optimierten Elektronenquelle betrieben. In Zeuthen gehen die Entwicklungsarbeiten Richtung European XFEL weiter.

Modulator-Teststand – Hightech auf dem Prüfstand

Ein wichtiger Bestandteil des Linearbeschleunigers des European XFEL sind die Hochfrequenz-Stationen. Wesentliche Komponenten – Modulator, Pulstransformator und Klystron – sollen von der Industrie entwickelt und gebaut werden. In Zeuthen wurde ein Teststand aufgebaut, der es ermöglicht, industriell gefertigte Modulator-Prototypen auf Herz und Nieren zu prüfen. Ein Gebäude und die technische Infrastruktur – Starkstrom, Kühlwasser – wurden eigens dafür ausgebaut, um die Tests unter XFEL-nahen Bedingungen durchzuführen. ●

PITZ: im Vordergrund ist die eigentliche Elektronenquelle zu sehen, ummantelt von den blauen Magnetspulen ●



WISSENS ZUWACHS.

Nachwuchsförderung – Investieren in die Zukunft

DESY engagiert sich für die Ausbildung und Qualifizierung junger Menschen:

> Akademische Ausbildung

DESY bietet Fellowship-Programme für Nachwuchswissenschaftler an. Des Weiteren gibt es ein Sommerstudenten-Programm sowie Themen für Diplom-, Doktor- und Bachelor-/Masterarbeiten.

Über 700 Diplomanden, Doktoranden und Postdocs werden an beiden DESY-Standorten ausgebildet.

> Praktika

Studenten und Schüler haben die Möglichkeit zu mehrwöchigen Praktika bei DESY.

> Gewerbliche Ausbildung

Etwa 100 junge Menschen nutzen die Möglichkeit einer Ausbildung in gewerblich-technischen Berufen bei DESY (in Zeuthen ca. 20 als Industriemechaniker und Elektroniker).

> Schülerlabore physik.begreifen.in in Zeuthen

Es werden Experimentiertage im Vakuumlabor für Schulklassen und Projektarbeiten im Cosmic Lab für interessierte Oberstufenschüler angeboten.

Mehr Erkenntnis: www.desy.de.



IMPRESSUM.

Herausgeber

Deutsches Elektronen-Synchrotron DESY
Ein Forschungszentrum der Helmholtz-Gemeinschaft

Standort Hamburg: Notkestraße 85, 22607 Hamburg
Tel.: +49 40 8998-0, Fax: +49 40 8998-3282
desyinfo@desy.de

Standort Zeuthen: Platanenallee 6, 15738 Zeuthen
Tel.: +49 33762 7-70, Fax: +49 33762 7-7413
desyinfo.zeuthen@desy.de

Redaktion

Ulrike Behrens

Design

Jung von Matt/brand identity GmbH, Hamburg

Layout

Christine lezzi

Fotos und Grafiken

CERN
DESY
Peter Ginter, Lohmar
Manfred Schulze-Alex, Hamburg

Druck

Druckhaus GALREV, Berlin

Nachdruck, auch auszugsweise, unter Nennung der Quelle gerne gestattet.

Redaktionsschluss

Juni 2009

Aus Gründen der Lesbarkeit haben wir auf eine durchgängige Nennung der weiblichen und männlichen Personen verzichtet. Selbstverständlich beziehen sich alle Formulierungen auf beide Geschlechter.



Deutsches Elektronen-Synchrotron Ein Forschungszentrum der Helmholtz-Gemeinschaft

Die Helmholtz-Gemeinschaft leistet Beiträge zur Lösung großer und drängender Fragen von Gesellschaft, Wissenschaft und Wirtschaft durch wissenschaftliche Spitzenleistungen in sechs Forschungsbereichen.

Sie ist mit 28 000 Mitarbeiterinnen und Mitarbeitern in 16 Forschungszentren und einem

Jahresbudget von rund 2,8 Milliarden Euro die größte Wissenschaftsorganisation Deutschlands. Ihre Arbeit steht in der Tradition des großen Naturforschers Hermann von Helmholtz (1821–1894).

www.helmholtz.de