



Starker Partner für Kooperationen Impulse für die Metropolregion
Ausbildung für Spitzenforscher

Spitzenforscher

Großgeräte für die Wissenschaft Innovationen für die Gesellschaft

Forschung für die Zukunft

DESY.

Deutsches Elektronen-Synchrotron
Ein Forschungszentrum der Helmholtz-Gemeinschaft





Starker Partner für Kooperationen

Ausbildung für Spitzenforscher

Großgeräte für die Wissenschaft Innovationen für die Gesellschaft

Forschung für die Zukunft

Impulse für die Metropolregion

FORSCHUNG FÜR DIE ZUKUNFT	2
GROSSGERÄTE FÜR DIE WISSENSCHAFT	10
INNOVATIONEN FÜR DIE GESELLSCHAFT	16
STARKER PARTNER FÜR KOOPERATIONEN	22
AUSBILDUNG FÜR SPITZENFORSCHER	26
IMPULSE FÜR DIE METROPOLREGION	30



Wir machen Erkenntnis möglich

DESY zählt zu den weltweit führenden Beschleunigerzentren. Mit den DESY-Großgeräten erkunden Forscher den Mikrokosmos in seiner ganzen Vielfalt – vom Wechselspiel kleinster Elementarteilchen über das Verhalten neuartiger Nanowerkstoffe bis hin zu jenen lebenswichtigen Prozessen, die zwischen Biomolekülen ablaufen. Die Beschleuniger wie auch die Nachweisinstrumente, die DESY entwickelt und baut, sind einzigartige Werkzeuge für die Forschung: Sie erzeugen das stärkste Röntgenlicht der Welt, bringen Teilchen auf Rekordenergien und öffnen völlig neue Fenster ins Universum.

Damit ist DESY nicht nur ein Magnet für jährlich mehr als 3000 Gastforscher aus über 40 Nationen, sondern auch gefragter Partner in nationalen und internationalen Kooperationen. Engagierte Nachwuchsforscher finden bei DESY ein spannendes, interdisziplinäres Umfeld. Für eine Vielzahl von Berufen bietet das Forschungszentrum eine ansprechende Ausbildung. Um neue, gesellschaftsrelevante Technologien voranzutreiben und Innovationen zu fördern, kooperiert DESY mit Industrie und Wirtschaft. Dadurch gewinnen auch die Metropolregionen der beiden Standorte Hamburg und Zeuthen bei Berlin.

FORSCHUNG

METROPOLREGION

GROSSGERÄTE

DESY

AUSBILDUNG

INNOVATION

KOOPERATION

FORSCHUNG FÜR DIE ZUKUNFT

Forschung bei DESY ist extrem vielseitig. Hier suchen die Wissenschaftler nach den kleinsten Materiebausteinen der Welt, entwickeln innovative Hightech-Werkstoffe und fahnden nach neuen Wirkmechanismen für künftige Medikamente. Als eines der größten deutschen Forschungszentren trägt DESY mit seiner Grundlagenforschung dazu bei, neues Wissen und neue Denkansätze zu schaffen. Das ist die Basis, um die Herausforderungen der Zukunft zu meistern: Themen wie Energieversorgung, Klimaschutz und Gesundheit erfordern langfristiges Denken, nachhaltige Lösungen und neue Technologien.

Die Forschung bei DESY hat drei Schwerpunkte:

> **Beschleuniger**

DESY entwickelt, betreibt und nutzt modernste Beschleunigeranlagen. Wissenschaftler aus aller Welt untersuchen daran die Struktur und Funktion von Materie.

> **Forschung mit Photonen**

Bei DESY stehen gleich mehrere der besten Lichtquellen der Welt. Ihr spezielles Röntgenlicht macht atomare Strukturen und Reaktionen im Nanokosmos sichtbar.

> **Teilchen- und Astroteilchenphysik**

In weltumspannenden Kooperationen und großen Teams erforschen DESY-Wissenschaftler die fundamentalen Bausteine und Kräfte im Universum.



Hightech für höchste Energien

In Teamarbeit entwickeln DESY-Physiker eine innovative Beschleunigertechnologie

Gemeinsam mit 50 Instituten aus zwölf Ländern entwickelt DESY seit den 1990er Jahren ein besonders effizientes Beschleunigerkonzept – die TESLA-Technologie. Anders als konventionelle Anlagen sind die TESLA-Beschleunigerelemente supraleitend und arbeiten deshalb nahezu verlustfrei: Die Energie der eingespeisten elektromagnetischen Felder wird fast vollständig auf den Teilchenstrahl übertragen. Allerdings funktionieren diese supraleitenden Elemente nur bei extremer Kälte und sind deshalb in wärmeisolierte Röhren eingebaut. In ihnen erzeugt Helium eine Temperatur von rund minus 271 Grad Celsius – ein Kühlschrank der Superlative.

Heute basiert der wegweisende Freie-Elektronen-Laser FLASH auf der TESLA-Technologie. Ab 2015 werden im Röntgenlaser European XFEL mehr als 800 supraleitende Beschleunigerelemente zum Einsatz kommen, auch ein künftiger Linearbeschleuniger für die Teilchenphysik fußt auf diesem innovativen Konzept. Derzeit sind die internationalen Partner dabei, die TESLA-Technologie noch leistungsfähiger und zugleich kostengünstiger zu machen.

„In einem internationalen Team haben wir eine Beschleunigertechnologie entwickelt, die weltweit Maßstäbe setzt.“

Dr. Hans Weise, Beschleunigerexperte bei DESY

Vom Niob-Blech zum Präzisionsbauteil

Wie ein TESLA-Beschleunigermodul entsteht



Das Metall Niob wird mehrfach geschmolzen, bevor es weiterverarbeitet wird.



Bei DESY kommen alle Niob-Bleche zusammen und werden auf ihre Qualität untersucht.



Ein Scanner tastet die Oberfläche nach Unreinheiten und Unebenheiten ab.



Aus den Blechen werden die Beschleuniger-elemente geformt.



Spezielle 3-D-Software macht einen Gang durch den Beschleuniger virtuell möglich, bevor dieser überhaupt existiert.



Im Reinraum werden die Beschleuniger-elemente montiert.



Langsam wird aus den einzelnen Elementen eine Kette – insgesamt acht Stück kommen in ein Beschleunigermodul.



Heliumleitungen und andere Bauteile werden in das Modul eingesetzt.



Die fertigen Module werden im Beschleuniger-tunnel aufgebaut.



Werkstoffe und Biomoleküle

Der Nanokosmos im Röntgenlicht

Die Lichtquellen bei DESY basieren auf Teilchenbeschleunigern und liefern extrem intensives Röntgenlicht. Diese „Supermikroskope“ zeigen die atomaren Details und das Verhalten von Materialien und Biomolekülen – und bilden die Grundlage, um neue Technologien zu entwickeln.

„Mit PETRA III und FLASH besitzen wir zwei der weltweit besten Röntgenquellen, um den Aufbau und die Funktion von Materie detailliert zu untersuchen.“

Prof. Edgar Weckert, DESY-Direktor für den Bereich Forschung mit Photonen

Ein Beispiel bilden die Nanomaterialien, also Werkstoffe mit Strukturen im Millionstel-Millimeterbereich. Sie dringen immer weiter in den Alltag vor – von der Computertechnik über extrem kratzfeste Oberflächen bis hin zu optimierten Therapieverfahren in der Medizin. Auch neue energieeffiziente Materialien für Brennstoff- oder Solarzellen lassen sich entwickeln. Und nicht zuletzt profitiert die Medizin von dem interdisziplinären Anwendungspotenzial der DESY-Lichtquellen: Molekulare Mechanismen werden entschlüsselt, auf deren Grundlage Pharmafirmen neue Medikamente entwickeln können.

Mit dem Bau und Ausbau von exzellenten Lichtquellen und interdisziplinären Forschungsk Kooperationen ist DESY international führend in der weltweiten Forschung mit Photonen.



Goldene Zeiten für die Sonnenenergie

DESY-Forschung verbessert Solarzellen

Solarzellen, biegsam und billig wie eine Plastikfolie. Ihre Anwendungen klingen verlockend: Fenster beklebt mit Solarfolie können Strom spenden, beschichtete Rucksäcke vermögen Handys oder MP3-Player aufzuladen. Doch derzeit sind die sogenannten organischen Solarzellen weder besonders energieeffizient noch lange haltbar. DESY-Forscher helfen, ihre Eigenschaften zu verbessern.

Organische Solarzellen bestehen aus elektrisch leitfähigen Kunststoffen, die mit metallischen Kontakten versehen werden. Dabei gilt: Je besser die Kontakte mit dem Kunststoff verbunden sind, umso mehr Energie lässt sich ernten. Ein Team um den DESY-Wissenschaftler Stephan Roth untersucht mit dem Röntgenstrahl von PETRA III, wie sich Goldatome und Plastik verbinden. „Mit dem intensiven und sehr feinen Röntgenstrahl von PETRA III können wir den gesamten Produktionsprozess detailliert überwachen“, erläutert Roth. „Das geht mit keiner anderen Methode.“

Quasi live beobachten die Experten, wie sich Nanoinseln aus Gold bilden – die Keimzellen für die Kontakte. Daraus gewinnen sie wichtige Hinweise, wie sich der Produktionsprozess optimieren lässt.





Teilchen und Kosmos

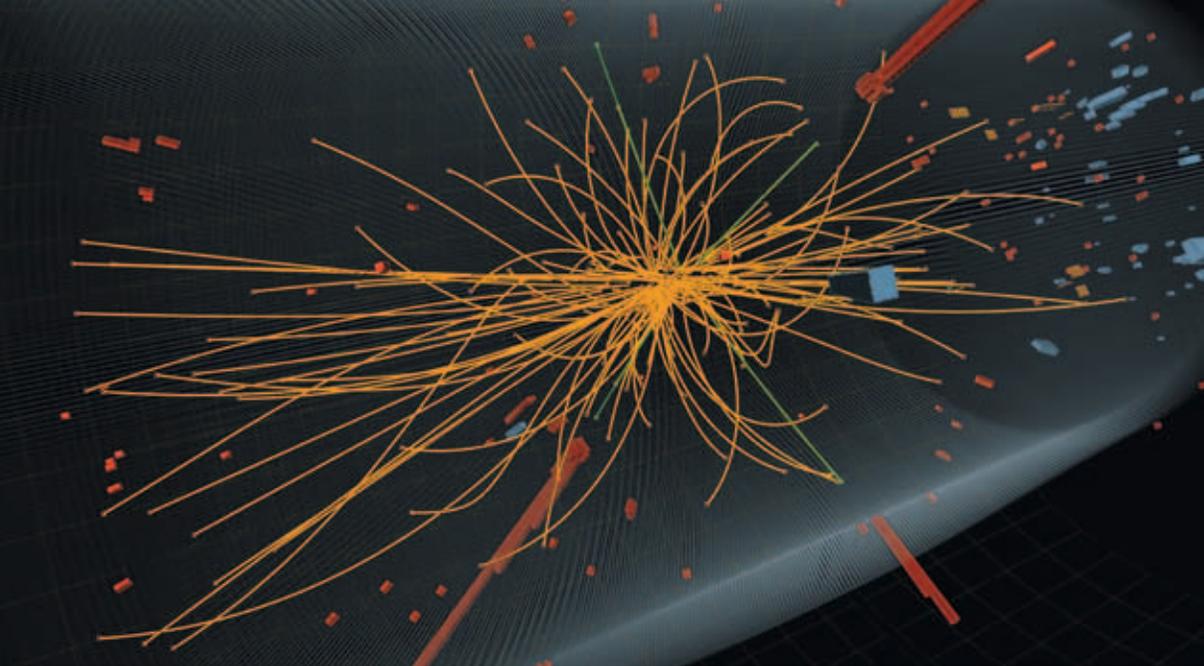
Wie funktioniert das Universum?

Teilchenphysiker sind den grundlegenden Rätseln des Universums auf der Spur: Was hält das Weltall zusammen, und wie kommen Teilchen überhaupt zu ihrer Masse? Als DESY 1959 gegründet wurde, war die Erforschung der kleinsten Teilchen die Hauptaufgabe des Zentrums. Im Laufe der Jahrzehnte steuerte es zentrale Mosaiksteine zur Teilchenphysik bei: Mit dem Speicherring PETRA entdeckten Forscher das Gluon – jenes „Klebeteilchen“, das die Quarks zusammenschweißt und ohne das es keine Atome gäbe. Später durchleuchteten sie mit dem HERA-Beschleuniger das Proton mit extrem hoher Präzision. Das überraschende Ergebnis: Das Innenleben dieses für unsere Welt so wichtigen Teilchens entpuppte sich als viel komplexer als erwartet.

„DESYs Teilchenphysiker sind an vorderster Front an den großen Experimenten weltweit beteiligt und suchen dort nach den Grundbausteinen des Universums.“

Prof. Joachim Mnich, DESY-Direktor für den Bereich Hochenergiephysik und Astroteilchenphysik

Heute beteiligen sich DESY-Forscher an den großen Experimenten am LHC in Genf, dem leistungsstärksten Beschleuniger der Welt. Andere werfen einen tiefen Blick in den Kosmos: Mit spektakulären Detektoren und Teleskopen analysieren die Experten exotische Teilchen, die aus fernen Winkeln des Weltalls kommen und über faszinierende Phänomene Auskunft geben können: schwarze Löcher, explodierende Sterne und Strahlungsausbrüche von unvorstellbarer Intensität.



Auf den Spuren von Higgs & Co.

Am Forschungszentrum CERN läuft der LHC, der stärkste Beschleuniger der Welt

Er ist das ehrgeizigste Projekt der Teilchenphysik: der Large Hadron Collider LHC beim Forschungszentrum CERN in Genf. Der gigantische Beschleuniger bringt Protonen auf bislang unerreichte Energien, um sie frontal aufeinanderprallen zu lassen. Bei diesen Kollisionen können exotische, kurzlebige Teilchen entstehen, die verraten, aus welchen Urbausteinen die Welt besteht. Komplexe Detektoren, groß wie Bürohäuser, beobachten das Geschehen. DESY-Physiker arbeiten – zum Teil federführend – an diesen Experimenten mit.

Mit seiner Rekordenergie soll der LHC einige der spannendsten Fragen der Physik beantworten, zum Beispiel: Wie kommen Elementarteilchen überhaupt zu ihrer Masse? Dem Physiker Peter Higgs zufolge durchzieht ein spezielles Feld den Kosmos, das den Teilchen Widerstand bietet und sie dadurch „schwer“ macht. Stimmt die Theorie, muss es sogenannte Higgs-Teilchen geben. Und tatsächlich: Im Sommer 2012 hat der LHC mit großer Wahrscheinlichkeit ein solches aufgespürt.

Aber die größte Wissenschaftsmaschine der Welt könnte auch ganz andere, bislang spekulative Phänomene finden. Faszinierend wäre etwa die Entdeckung sogenannter SUSY-Teilchen, die auch eine Erklärung für die dunkle Materie liefern könnten.

„DESY ist einer unserer wichtigsten Partner und hat mit seinem Know-how den Erfolg des LHC mitgeprägt.“

Prof. Rolf-Dieter Heuer, Generaldirektor des Forschungszentrums CERN



METROPOLREGION

FORSCHUNG

GROSSGERÄTE

DESY

AUSBILDUNG

INNOVATION

KOOPERATION

GROSSGERÄTE FÜR DIE WISSENSCHAFT

Großgeräte ermöglichen Spitzenforschung und Innovationen. DESYs Beschleunigeranlagen sind international gefragte Supermikroskope für ein breites Anwendungsspektrum. Beschleuniger bringen kleine geladene Teilchen auf hohe Energien und bis fast auf Lichtgeschwindigkeit. Teilchenphysiker lassen diese frontal aufeinanderprallen und enträtseln dadurch, aus welchen Urbausteinen Materie besteht. Materialforscher, Biologen oder Chemiker hingegen profitieren von dem extrem starken und gebündelten Röntgenlicht, das die schnellen Teilchen aussenden können. Auf beiden Gebieten genießen die DESY-Beschleuniger Weltruf.

Heute prägen drei Großbeschleuniger den DESY-Campus: PETRA III ist der weltbeste Speicherring für die Erzeugung von Röntgenstrahlung. FLASH liefert ultrakurze Blitze aus „weichem“ Röntgenlicht und ermöglicht einzigartige Experimente. Und ab 2015 wird der European XFEL für einen neuen Weltrekord sorgen und die intensivsten Röntgenblitze aller Zeiten erzeugen. Ein Trio, das DESY zum international führenden Zentrum für Röntgenexperimente macht.



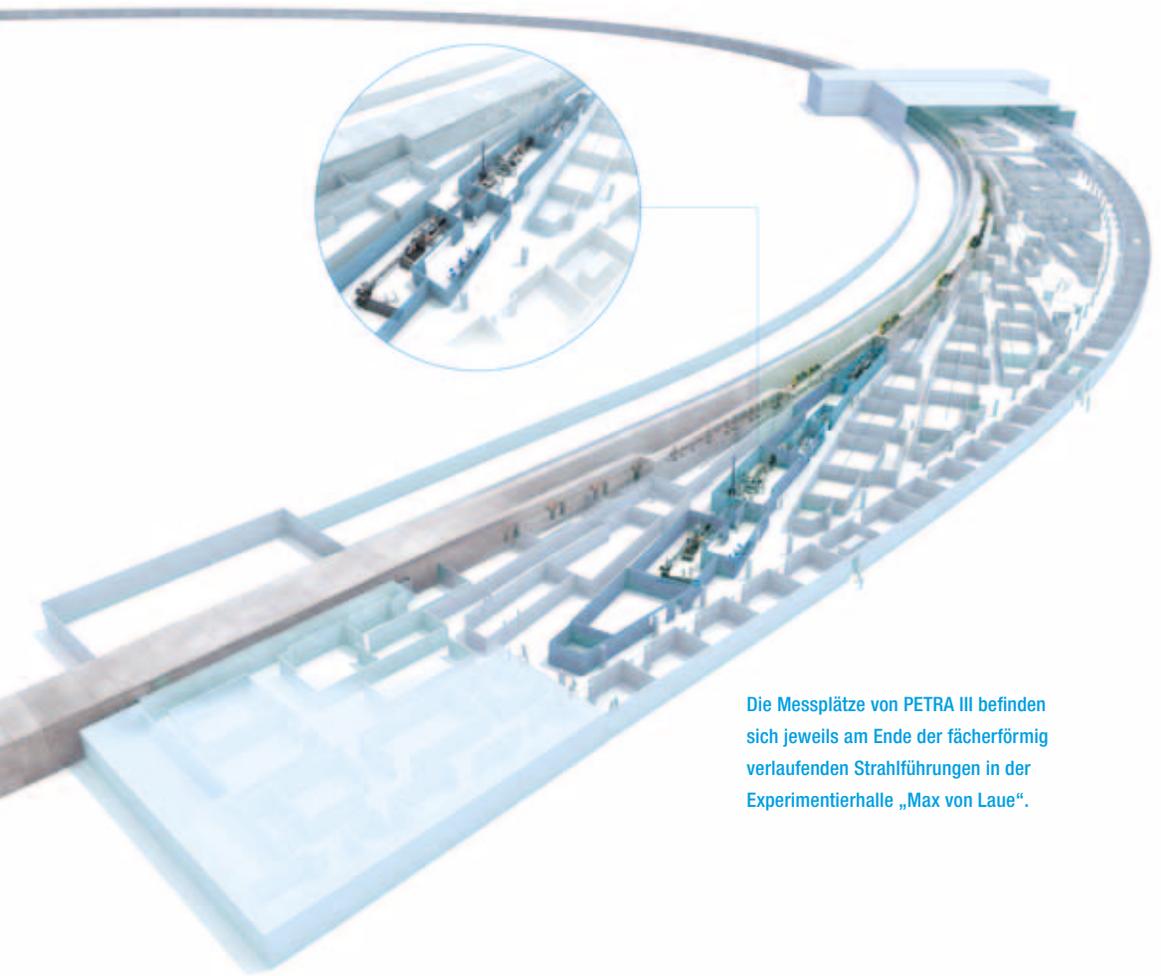
Brillantring PETRA III

Der hellste Speicherring der Welt eröffnet neue Perspektiven für die Nanoforschung

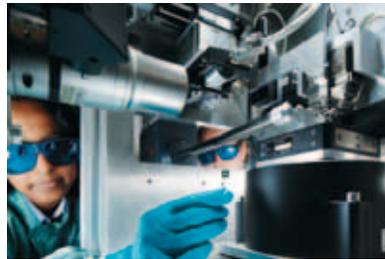
Als er 1978 eingeweiht wurde, war PETRA der größte Beschleuniger der Welt. Zunächst fungierte er als „Kollisionsmaschine“ für die Teilchenphysik, später als Vorbeschleuniger für den noch größeren HERA-Ring. Danach wurde er zur brillantesten Lichtquelle seiner Art umgebaut: Seit 2010 liefert PETRA III Röntgenstrahlung, die stärker und besser gebündelt ist als bei allen anderen Speicherringen auf der Welt.

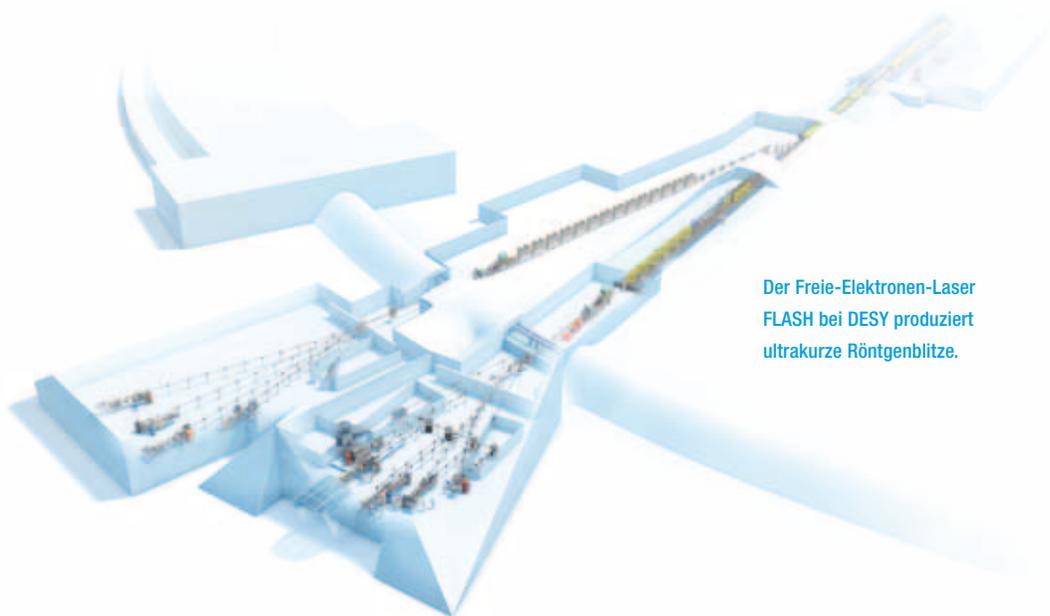
Das Besondere an PETRA III: Die Röntgenstrahlen sind bis zu 5000-mal feiner als ein menschliches Haar. Damit lassen sich extrem kleine Proben untersuchen – winzige Kristalle aus Eiweißen ebenso wie Nanomaterialien für die Festplatten der Zukunft. Außerdem kann PETRA III sehr „harte“, also kurzwellige Röntgenstrahlung erzeugen. Diese hat den Vorteil, tiefer in Materie einzudringen als anderes Röntgenlicht – wichtig etwa für die Analyse von neuen Metalllegierungen, wie sie für die Autos und Flugzeuge der Zukunft interessant sind.

Das Interesse von Forschern aus aller Welt ist immens. Nicht zuletzt deshalb wird der Ring weiter ausgebaut: 2014 sollen zwei neue Experimentierhallen mit weiteren Messständen dazukommen.



Die Messplätze von PETRA III befinden sich jeweils am Ende der fächerförmig verlaufenden Strahlführungen in der Experimentierhalle „Max von Laue“.





Der Freie-Elektronen-Laser
FLASH bei DESY produziert
ultrakurze Röntgenblitze.

Rekordblitzen mit FLASH

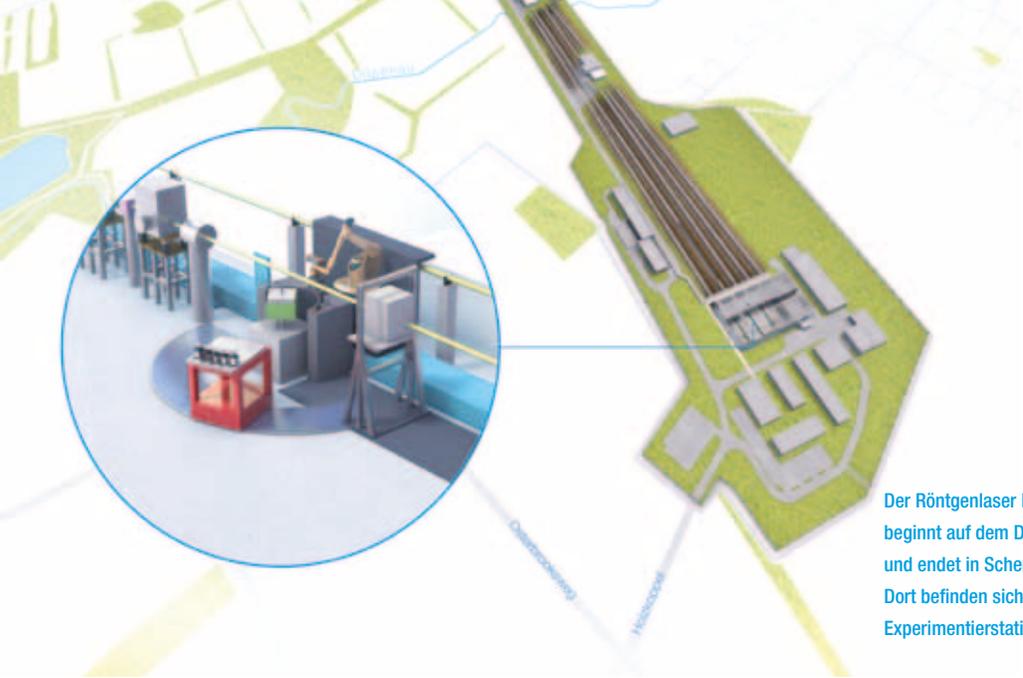
Der Vorreiter einer neuen Lasergeneration steht in Hamburg

Ein Laser, der hochintensive, ultrakurze Röntgenblitze produziert – davon konnten die Wissenschaftler jahrzehntelang nur träumen. Bei DESY ist die Vision Realität geworden: Seit 2005 liefert FLASH hochintensive Laserpulse aus „weichem“, also relativ langwelligem Röntgenlicht für die Forschung. Die Blitze von FLASH haben besondere Eigenschaften: Sie sind tausendmal stärker als die Pulse vergleichbarer konventioneller Laser. Außerdem sind sie deutlich kürzer als die Röntgenpulse aus einem Speicherring. Das erlaubt den Forschern, extrem schnelle Prozesse detailliert zu verfolgen: Wie genau läuft eine chemische Reaktion ab? Was passiert im Einzelnen, wenn ein Metall schmilzt?

Das Interesse der internationalen Forschergemeinde an FLASH ist enorm, daher wird die Anlage nun ausgebaut: Vom Beschleunigertunnel wird ein zweiter Tunnel zur Lichterzeugung abgezweigt. Die Röntgenlichtblitze landen in einer neuen Experimentierhalle mit mehreren Messständen, die viel Raum für zusätzliche Experimente bieten.



Der FLASH-Beschleunigertunnel (links) und die Experimentierhalle (rechts).



Der Röntgenlaser European XFEL beginnt auf dem DESY-Gelände und endet in Schenefeld. Dort befinden sich auch die Experimentierstationen (Bild).

Röntgenlaser der Superlative

Mit dem European XFEL startet 2015 eine einzigartige Forschungsmaschine

Sie sind milliardenfach heller als das Licht aus einem Speicherring und deutlich kürzer als eine billionstel Sekunde – jene Röntgenblitze, die eine spektakuläre Laseranlage ab 2015 erzeugen wird: Der European XFEL ist ein 3,4 Kilometer langer Gigant, eingebaut in unterirdische Tunnelröhren. Er beginnt auf dem DESY-Gelände in Hamburg-Bahrenfeld, verläuft in Richtung Nordwest und endet hinter der Landesgrenze zu Schleswig-Holstein in einer riesigen Experimentierhalle.

Zwölf europäische Länder sind an dem Gemeinschaftsprojekt beteiligt. DESY ist Hauptgesellschafter und arbeitet mit der European XFEL GmbH bei Bau und Betrieb der Anlage eng zusammen. DESY baut zusammen mit internationalen Partnern unter anderem das Herz der Röntgenlaseranlage – den 1,7 Kilometer langen supraleitenden Beschleuniger mit der Elektronenquelle – und wird diesen später auch betreiben. Von den Forschungsmöglichkeiten werden die unterschiedlichsten Wissenschaftler profitieren – Halbleiterphysiker ebenso wie Molekularbiologen, Mediziner, Chemiker, Astrophysiker oder Geologen.



METROPOLREGION

FORSCHUNG

GROSSGERÄTE

DESY

AUSBILDUNG

INNOVATION

KOOPERATION

INNOVATIONEN FÜR DIE GESELLSCHAFT

Unsere Wirtschaft ist auf Innovationen angewiesen. Ohne Erfindungen und zündende Ideen sind neue, kommerziell erfolgreiche Produkte in unserem technologieorientierten Land nicht denkbar. DESY trägt zu diesem Innovationsprozess gleich in mehrfacher Hinsicht bei: Zum einen bilden die Erkenntnisse der Grundlagenforschung eine breite, fruchtbare Basis für künftige Innovationen. Zum anderen haben manche Experimente einen direkten Anwendungsbezug – etwa wenn Industrieunternehmen Messzeit an den DESY-Röntgenquellen buchen, um ihre Produkte weiterzuentwickeln. Hinzu kommen die Spin-offs, die aus einigen Forschungsprojekten erwachsen. So taugen die Beschleuniger- und Detektortechnologien, die bei DESY entwickelt werden, auch für neuartige medizinische Geräte. Sie versprechen detailliertere Diagnosen und schonendere Therapien zum Beispiel für die Krebsbehandlung.

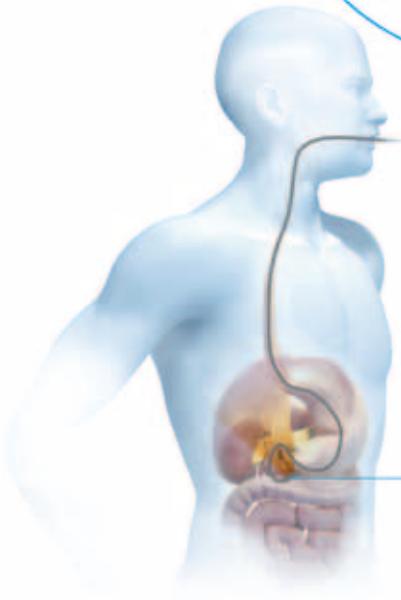
Von zentraler Bedeutung ist die Kooperation mit den Firmen, mit denen DESY seine Beschleuniger und Detektoren entwickelt. Beispielsweise bei der Fertigung der supraleitenden TESLA-Beschleunigermodule: DESY schafft Know-how bei den beteiligten Hightech-Unternehmen. Die Firmen profitieren von der Kooperation, etwa indem sie neue Produktionsverfahren erschließen. Denn die Komponenten und Verfahren, die sie für DESY entwickeln, erfordern absolute Spitzentechnologie – und oftmals neue technische Lösungen. Diese sind später für die Herstellung anderer Produkte nützlich, etwa in der Medizinbranche, der Radar- und Satellitentechnik und im chemischen Anlagenbau. Dadurch erlangen die DESY-Industriepartner nicht selten einen Technologievorsprung gegenüber der Konkurrenz.

Mini-Detektor für die Medizin

DESY-Technologie für die Arztpraxis

Eigentlich entwickelt die Physikerin Erika Garutti hochempfindliche Spezi­alsensoren für künftige Teilchendetektoren, die in der Grundlagenforschung eingesetzt werden. Doch die Technik lässt sich auch für ein medizinisches Diagnoseverfahren nutzen, den „PET-Scanner“. Aus der Idee wurde ein erfolgreiches europäisches Forschungsprojekt, an dem neben DESY und CERN auch drei Kliniken beteiligt sind. PET-Scanner dienen unter anderem zur Früherkennung von Tumoren.

„Mit unseren neuen Sensoren könnte man künftig deutlich schärfere PET-Bilder aufnehmen“, erläutert Garutti. „Und man könnte die Strahlenbelastung für die Patienten spürbar verringern.“ Dass die Sensoren grundsätzlich funktionieren, haben die Wissenschaftler bereits mit einem Prototypen bewiesen. Jetzt arbeiten sie an einem Miniatur-Detektor, der an die Spitze einer Magensonde eingesetzt werden soll, um gefährliche Tumoren der Bauchspeicheldrüse möglichst früh zu erkennen. Erste klinische Tests sind für 2014 geplant.



Der PET-Scanner wird mit Hilfe einer Magensonde zu den inneren Organen geführt, um Tumore zu erkennen.

Starke Partner in der Materialforschung

Das Helmholtz-Zentrum Geesthacht durchleuchtet Werkstoffe bei DESY

Der hochfeste Aluminiumrumpf eines Passagierjets, korrosionsbeständige Stähle für Schiffspropeller, hitzebeständige Turbinenschaufeln – all diesen Hightech-Werkstoffen ist eines gemeinsam: Um sie für ihren Einsatz maßschneidern zu können, müssen Materialforscher möglichst viel über ihr „Innenleben“ wissen: Wie sind die Atome in den Materialien angeordnet, enthalten die Werkstoffe schädliche Risse, Poren oder Fremdkörper? Antworten liefert PETRA III, eine der hellsten Röntgenquellen der Welt. Dafür betreibt das Helmholtz-Zentrum Geesthacht mit seiner Forschungsplattform GEMS (German Engineering Materials Science Center) eine Außenstelle bei DESY.

„Die exzellenten Eigenschaften der Röntgenquelle PETRA III ermöglichen uns, neue Wege bei der Entwicklung innovativer Werkstoffe zu gehen.“

Prof. Wolfgang Kayser, wissenschaftlich-technischer Geschäftsführer des Helmholtz-Zentrums Geesthacht

Die Außenstelle ist auf die ingenieurwissenschaftliche Materialforschung ausgerichtet und besteht aus mehreren Messplätzen in der PETRA-Experimentierhalle. Hier werden Werkstoffe entwickelt und optimiert, die über kurz oder lang in Industrie, Verkehr und Alltag zum Einsatz kommen werden: neue Materialien für leichtere Autos, effektivere Fertigungsverfahren für den Flugzeugbau und bessere Wasserstofftanks für klimafreundliche Antriebe.



Materialforschung an PETRA III: An der sogenannten Imaging Beamline (IBL) können Werkstoffexperten besonders hochaufgelöste, detailreiche Bilder anfertigen.



Brennstoffzellen im Röntgenblick

Experten optimieren klimafreundliche Zukunftstechnik

Brennstoffzellen wandeln Wasserstoff oder Methanol effizient und klimafreundlich in Strom um und könnten eines Tages zum Beispiel Elektroautos zu größeren Reichweiten verhelfen. Materialforscher der TU Darmstadt untersuchen Brennstoffzellen mit den intensiven Röntgenstrahlen aus dem Beschleuniger. Ihre Ergebnisse liefern den Herstellern Hinweise, um bessere und effektivere Zellen zu entwickeln.

„Wir untersuchen Brennstoffzellen unter realistischen Bedingungen, damit die Industrie von unseren Ergebnissen profitieren kann.“

Dr. Christina Roth, Materialwissenschaftlerin

Die Wissenschaftler bringen komplette, funktionierende Brennstoffzellen zu DESY, um sie detailliert mit Röntgenstrahlung unter die Lupe zu nehmen. Untersucht wird unter anderem der Alterungsprozess des Platinkatalysators, der dafür sorgt, dass Wasserstoff- und Sauerstoffmoleküle in Atome gespalten werden. Diese Atome reagieren anschließend zu Wasser, wobei Energie in Form von Strom frei wird. Mit den gebündelten Röntgenstrahlen können die Forscher beobachten, was auf der Oberfläche der Platinteilchen passiert.

Außerdem können die Experten feststellen, an welchen Stellen eine Brennstoffzelle besonders schnell altert – wichtiges Grundlagenwissen für die Industrie, um haltbarere Systeme entwickeln zu können.



Schlaues Speichern

DESY-Wissenschaftler entwickeln ausgefeilte Datenmanagement-Software

Der LHC produziert enorme Datenmengen. Allein mit den Messdaten eines Jahres ließen sich mehr als eine Million DVDs füllen. Um diese Datenflut zu bewältigen, nutzen Informatiker ein neues Computerkonzept – das Grid, eine Spielart des „verteilten Rechnens“. Dabei agieren Dutzende Rechenzentren rund um den Globus gemeinsam.

DESY-Wissenschaftler helfen, das Grid stetig weiterzuentwickeln. Ihre Spezialität ist die Organisation der Datenspeicherung. Eine große Herausforderung, denn die Grid-Speicher müssen ungeheure Datenmengen nicht nur sicher aufnehmen, sondern auch von jedem Ort der Welt aus zugänglich machen. „dCache“, so heißt die hauptsächlich von DESY entwickelte Software, ist eine ausgefeilte Technologie zum Managen großer Datenmengen. Mittlerweile ist etwa die Hälfte aller LHC-Daten auf einem der 60 dCache-Systeme rund um den Globus gespeichert.

DESY entwickelt die Software gemeinsam mit internationalen Partnern, insbesondere dem US-Forschungszentrum Fermilab und der Nordic Data Grid Facility NDGF. dCache wird inzwischen auch außerhalb der Teilchenphysik genutzt, etwa vom europäischen Radioteleskop LOFAR. Auch Wirtschaftsunternehmen zeigen bereits lebhaftes Interesse.



METROPOLREGION

FORSCHUNG

GROSSGERÄTE

DESY

AUSBILDUNG

INNOVATION

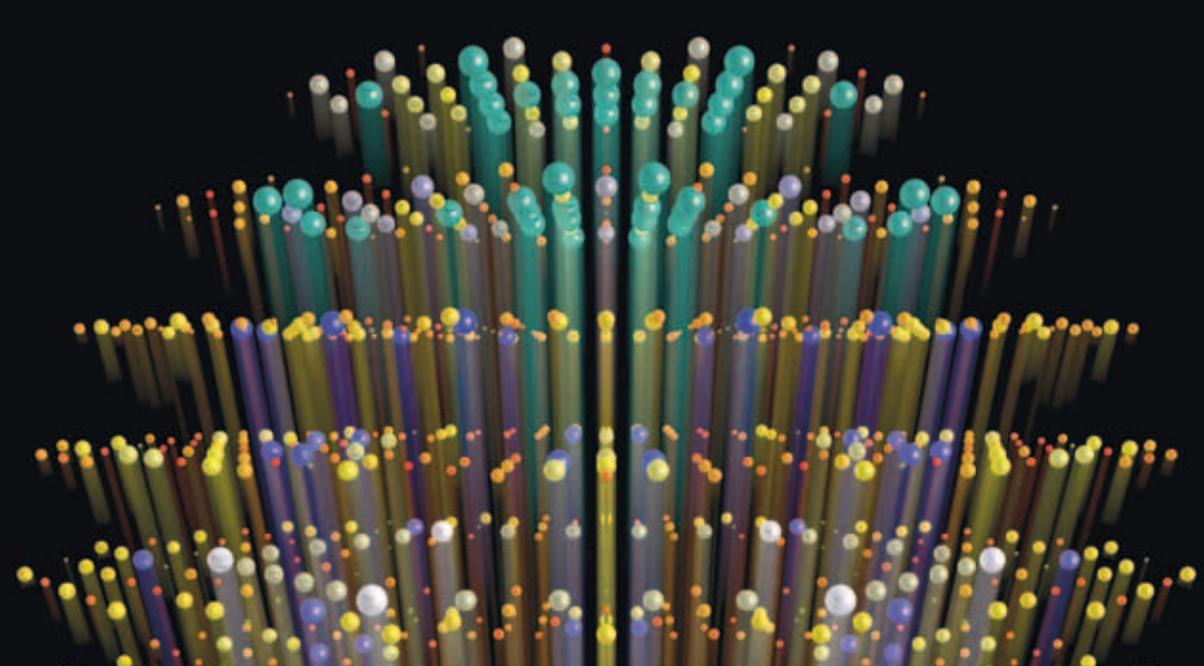
KOOPERATION

STARKER PARTNER FÜR KOOPERATIONEN

Ohne Vernetzung und Zusammenarbeit verschiedener Institute, Länder und Fachdisziplinen ist Spitzenforschung heutzutage kaum noch möglich. Auch DESY agiert in dicht geknüpften Netzwerken. Die weltweit einzigartigen Anlagen des Forschungszentrums locken jedes Jahr mehr als 3000 Gastwissenschaftler aus über 40 Nationen nach Hamburg. Immer mehr Institutionen siedeln sich auf dem Campus an, um möglichst eng mit DESY zu kooperieren.

Die DESY-Teilchenphysik ist seit jeher fest in der internationalen Forschungslandschaft verankert. An den Experimenten am Speicherring HERA waren Experten aus aller Welt beteiligt. Heute bringen sich die DESY-Physiker federführend in die derzeit wichtigsten Projekte der Teilchenforschung ein.

Auch die Entwicklung innovativer Beschleunigertechnologie spielt sich in Gemeinschaftsarbeit ab – sei es in der Helmholtz-Beschleunigerinitiative ARD oder in dem internationalen Konsortium, das die TESLA-Technologie für die Beschleuniger der Zukunft entwickelt. Ebenso eng sind die Kooperationen bei den Röntgenquellen: DESY ist zu gut 50 Prozent am Röntgenlaser European XFEL beteiligt. Länder wie Indien, Schweden und Russland engagieren sich bei PETRA III. Und auf dem Campus in Hamburg entstehen mehrere Einrichtungen, die eng mit DESY verzahnt sind: Das CFEL widmet sich der Erforschung ultraschneller physikalischer Prozesse. Das CSSB wird sich mit der Infektionsforschung befassen, und die Max-Planck-Gesellschaft, die bereits am CFEL beteiligt ist, plant den Bau eines neuen Instituts.



Kompetenzzentrum CFEL

Das Center for Free-Electron Laser Science ist ultraschnellen Prozessen auf der Spur

Lässt sich beobachten, wie ein Elektron während einer chemischen Reaktion unfassbar schnell von einem Reaktionspartner zum anderen springt? Kann man bestimmte Biomoleküle mit starken Röntgenblitzen so beleuchten, dass die Atome zu erkennen sind, aus denen sie aufgebaut sind? In Hamburg konzentriert sich ein ganzes Forschungszentrum auf solche hochaktuellen Fragestellungen: 2007 wurde das CFEL (Center for Free-Electron Laser Science) als Gemeinschaftseinrichtung von DESY, der Max-Planck-Gesellschaft und der Universität Hamburg gegründet.

“DESY is the ideal home for CFEL. There is nowhere else in the world that brings together cutting-edge X-ray sources, interdisciplinary science, and an environment for exciting collaborative research.”

Prof. Henry Chapman, Center for Free-Electron Laser Science CFEL

Die CFEL-Experten untersuchen die rasanten Prozesse im Nanokosmos aus unterschiedlichen Blickwinkeln, also mit verschiedenen Forschungswerkzeugen: Manche Gruppen nutzen die kurzen Röntgenblitze von FLASH, dem US-Röntgenlaser LCLS oder künftig dem European XFEL. Andere Teams arbeiten mit optischen Lasern oder forschen mit Elektronenstrahlen oder Rastertunnelmikroskopen. Künftig möchte insbesondere die Max-Planck-Gesellschaft ihre Aktivitäten ausweiten und ein neues Institut in Hamburg gründen, das eng mit dem CFEL verflochten ist.

Infektionsforschung im CSSB

Im Zentrum für strukturelle Systembiologie arbeiten Forscher fachübergreifend zusammen

Wollen Biologen grundlegende Prozesse in Zellen oder Proteinen erkunden, greifen sie oft zu physikalischen Methoden. Eines der wichtigsten Verfahren ist die Röntgenstrukturanalyse: Die Forscher bestrahlen Proteine mit intensivem Röntgenlicht und entschlüsseln deren Aufbau und Funktionsweise. Dadurch lassen sich zum Beispiel jene molekularen Mechanismen erkennen, die hinter der Entstehung von Tuberkulose stecken, einer der gefährlichsten Infektionserkrankungen. An PETRA III erforscht das Europäische Laboratorium für Molekularbiologie (EMBL) unter anderem das Tuberkulosebakterium, um mögliche Angriffspunkte für neue Medikamente zu finden.

Künftig werden die Experten ihre Bemühungen im Zentrum für strukturelle Systembiologie (CSSB) intensivieren – einer interdisziplinären Forschungseinrichtung auf dem DESY-Campus. Koordiniert wird sie vom Helmholtz-Zentrum für Infektionsforschung; DESY und EMBL sind maßgeblich daran beteiligt, außerdem Partner verschiedener Universitäten und Forschungseinrichtungen aus Hamburg, Niedersachsen und Schleswig-Holstein. Ihr gemeinsames Ziel: den Angriffen von Krankheitserregern atomgenau auf die Spur zu kommen.



Tuberkulosebakterien (rot), die den menschlichen Körper infizieren, werden von sogenannten Fresszellen (grün) aufgenommen. Doch der Tuberkuloseerreger besitzt die außergewöhnliche Fähigkeit, sich innerhalb dieser Zellen zu verstecken, ohne vernichtet zu werden.





AUSBILDUNG FÜR SPITZENFORSCHER

DESY schafft nicht nur naturwissenschaftliche Erkenntnisse und Ideen für Innovationen. Ebenso wichtig ist die Rolle des Forschungszentrums als Talentschmiede: DESY bildet junge Menschen zu hochqualifizierten Spitzenkräften aus. Hier lernen die Studenten und Doktoranden, wissenschaftliche Kreativität zu entwickeln, mit komplexen Daten zu jonglieren und in Teams zu arbeiten, die international und interdisziplinär geprägt sind. Die Absolventen sind nicht nur in Forschungseinrichtungen gefragt, sondern auch in der Wirtschaft. Basis ist DESYs enge Vernetzung mit den Universitäten. Besonders intensiv sind die Verbindungen zur Universität Hamburg. Seit 2011 existiert mit PIER eine strategische Partnerschaft, die hoffnungsvollen Talenten eine Graduiertenausbildung auf höchstem Niveau bietet.

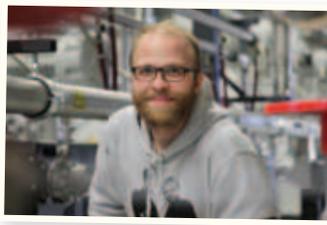
Auch für den Einstieg in gewerblich-technische und in kaufmännische Berufe bietet DESY vielfältige Möglichkeiten. In Hamburg und Zeuthen lassen sich junge Menschen in zukunfts-trächtigen Berufen ausbilden, etwa als Industriemechaniker, IT-Fachinformatiker oder Technischer Produktdesigner. An Schüler unterschiedlicher Altersstufen richtet sich das DESY-Schülerlabor „physik.begreifen“. Kids ab der 4. Klasse können Luftballons und Schokoküsse unter der Vakuumglocke zum Platzen bringen. Neunt- und Zehntklässler finden heraus, ob manche Salze radioaktiv sind und wie sich Strahlung abschirmen lässt. Im „Cosmic Lab“ können Oberstufenschüler mehr über kosmische Teilchen erfahren. Der Andrang gibt diesem Konzept des Physik-Begreifens recht: Jahr für Jahr sind die Schülerlabors in Hamburg und Zeuthen überbucht.

Aussichtsreicher Karrierestart

Hunderte von Nachwuchsforschern unternehmen bei DESY ihre ersten wissenschaftlichen Gehversuche – und erleben ein höchst internationales und interdisziplinäres Umfeld



Stefan Pabst, Doktorand am CFEL, arbeitet auf dem Gebiet der theoretischen Physik. Er berechnet, wie sich Atome verhalten, wenn man sie mit intensiven, ultrakurzen Laserblitzen bestrahlt. „Hier bei DESY sind die Forschungsgeräte, mit denen sich meine Theorien überprüfen lassen, quasi direkt neben meiner Bürotür“, sagt er. Dementsprechend direkt ist der Draht zu den Experimentalphysikern, die ihre Proben mit den Röntgenblitzen von PETRA III, FLASH oder künftig dem European XFEL analysieren.



DESY-Doktorand **Marc Wenskat** entwickelt eine Spezialsoftware. Das Programm wertet automatisch die Fotos einer Kamera aus, die das Innere von Resonatoren inspiziert. Die Technik dient der Qualitätskontrolle: Bereits kleinste Verunreinigungen oder Unebenheiten können bewirken, dass das supraleitende Bauteil nicht seine volle Leistung bringt. „Das Besondere bei DESY ist diese unglaubliche Interdisziplinarität“, meint Wenskat. „Hier gibt es Fachleute aus unterschiedlichsten Bereichen – Biologen, Mediziner, Physiker, Informatiker.“



Seit 2010 leitet **Isabell Melzer-Pellmann** bei DESY eine Helmholtz-Nachwuchsgruppe und sucht am LHC in Genf nach Teilchen, die hinter der ominösen dunklen Materie stecken könnten. „Die Nachwuchsgruppe erlaubt es mir, ein eigenes Forschungsprojekt mit eigenem Team aufzuziehen“, beschreibt die Teilchenphysikerin. „Welche Themen wir bearbeiten, kann ich selbstständig bestimmen.“ Das Programm läuft über fünf Jahre. Für diese Zeit erhält die Wissenschaftlerin 1,5 Millionen Euro an Forschungsgeldern, je zur Hälfte von DESY und von der Helmholtz-Gemeinschaft finanziert.

Was aus ihnen wurde ...

Nach ihrer Doktorarbeit haben DESY-Nachwuchsforscher beste Chancen auf dem Arbeitsmarkt



Edith Maurer arbeitet beim Deutschen Zentrum für Luft- und Raumfahrt (DLR) in Oberpfaffenhofen. Dort betreut sie den Betrieb von zwei Radarsatelliten für die Erdbeobachtung. Während ihrer Doktorarbeit an der TU München war Maurer regelmäßig bei DESY zu Gast, um Polymere (Kunststoffmoleküle) mit Röntgenstrahlung unter die Lupe zu nehmen. „Bei DESY habe ich unter anderem gelernt, wie man an wissenschaftliche Projekte herangeht. Die Messzeiten bei einem Röntgenexperiment ähneln der Arbeit im Raumfahrt-Kontrollraum kurz nach einem Satellitenstart: Hier wie dort muss man das Projekt rund um die Uhr betreuen, gut organisiert sein und als Team perfekt zusammenarbeiten.“



Linus Lindfeld ist Patentanwalt bei Airbus in Hamburg. Während seiner Doktorarbeit bei DESY suchte er in den Messdaten des H1-Detektors am HERA-Beschleuniger nach „Leptoquarks“ – hypothetischen Elementarteilchen. Danach machte er eine dreijährige Zusatzausbildung zum Patentanwalt. Nun kümmert sich Lindfeld bei Airbus unter anderem darum, neue Erfindungen aus dem Unternehmen als Patente anzumelden. „Ich habe enorm von der Denkweise in der Teilchenphysik profitiert – die analytische Fähigkeit, an Probleme heranzugehen. Besonders wertvoll für meinen heutigen Job ist die Fähigkeit, aus extrem vielen Daten in kürzester Zeit das wirklich Wichtige herauszulesen. Das habe ich bei DESY sehr intensiv gelernt.“



Während ihrer Doktorarbeit bei DESY entwickelte **Nanda Schmidt-Petersen** einen Prototypen für einen neuartigen Teilchendetektor für zukünftige Linearbeschleuniger. Jetzt macht sie in einer Klinik in Stade eine Zusatzausbildung zur Medizinphysik-Expertin. „Nicht nur Teilchenphysiker, sondern auch Mediziner nutzen Beschleuniger – wenn auch deutlich kleinere. Mit diesen Geräten lassen sich Tumore effektiv bestrahlen. Während meiner Promotion bei DESY habe ich das wesentliche Handwerkszeug für meinen Job gelernt. Zwar ist das Anwendungsfeld ein anderes, aber die Grundlagen sind dieselben. Und nun kann ich sie konkret anwenden.“



IMPULSE FÜR DIE METROPOLREGION

Auf der internationalen Wissenschaftsbühne zählt DESY zu den wichtigsten und renommiertesten Akteuren. Aber auch für die Metropolregionen Hamburg und Berlin/Brandenburg ist das Forschungszentrum von wachsender Bedeutung. Besonders der DESY-Campus in Hamburg besitzt eine beträchtliche Strahlkraft für die Region: Seine Großgeräte und Beschleunigeranlagen sind wichtige Wirtschaftsfaktoren und ziehen Forschergruppen und Doktoranden aus ganz Norddeutschland an. Auch die Bürger zeigen sich von der Wissenschaft bei DESY fasziniert: Regelmäßig informieren sich Besuchergruppen, vor allem Schülerinnen und Schüler, über die Forschung. Und der Tag der offenen Tür lockt weit über 10 000 Neugierige auf den Campus in Hamburg-Bahrenfeld. DESY sorgt auch für Arbeitsplätze in den Regionen – das ist durch Studien eindrucksvoll belegt. Rund 2000 Menschen sind direkt am Forschungszentrum angestellt. Zusätzlich werden durch indirekte Effekte mehr als 2000 Arbeitsplätze gesichert, die meisten davon in Norddeutschland.

Hamburg und Berlin/Brandenburg profitieren nicht nur materiell. So arbeitet DESY mit den Universitäten und Instituten aus der Region eng zusammen und bietet einzigartige Forschungs- und Ausbildungsmöglichkeiten, insbesondere für den wissenschaftlichen Nachwuchs. Da DESY jedes Jahr Tausende von Experten aus aller Welt anlockt, gewinnen die Metropolregionen an Renommee und internationalem Flair.

Ein Hoch im Norden

Der DESY-Campus in Hamburg setzt neue Maßstäbe



Für die Metropolregion Hamburg ist der DESY-Forschungscampus von wachsender Bedeutung. So kooperieren DESY und die Universität Hamburg seit 2011 eng in der „Partnership for Innovation, Education and Research“, kurz PIER. Beide Institutionen vernetzen nicht nur die Forschung und Ausbildung stärker als bisher, sondern fördern auch den Wissens- und Technologietransfer in der Metropolregion Hamburg. Außerdem engagiert sich DESY in verschiedenen Initiativen und Kooperationen, die den Technologiestandort Hamburg stärken sollen, beispielsweise dem Centrum für Angewandte Nanotechnologie CAN mit wirtschaftlich relevanten Projekten aus der Nanowissenschaft oder der Gründung eines Technologieparks in DESY-Nähe. Auch bei den Exzellenzinitiativen von Bund und Ländern ist DESY ein äußerst erfolgreicher Partner.

„DESY ist ein renommiertes Forschungszentrum, an dem Wissenschaftler aus aller Welt brillante Ergebnisse erzielen. DESY entwickelt sich zu einem einzigartigen interdisziplinären Campus, auf dem in enger Kooperation unter anderem mit der Universität Hamburg Spitzenforschung betrieben wird. Und zwar Spitzenforschung, die in reger Kommunikation mit der Stadt, ihren Bürgern und den hier ansässigen Unternehmen stattfindet.“

Olaf Scholz, Erster Bürgermeister der Freien und Hansestadt Hamburg

Ganz direkt stärkt der Bau neuer Forschungsanlagen, insbesondere des europäischen Großprojekts European XFEL, das Wachstum in der Region. Auch das Forschungszentrum DESY selbst ist ein bedeutender Arbeitgeber mit etwa 2000 Mitarbeitern und über 100 Auszubildenden in gewerblich-technischen und kaufmännischen Berufen. Hinzu kommen jährlich mehr als 3000 Gastforscher aus über 40 Nationen sowie etwa 700 Diplomanden, Doktoranden und Postdocs.

DESY in Brandenburg

Der Campus in Zeuthen ist Impulsgeber für die ganze Region



Der DESY-Standort in Zeuthen zählt zu den größten Wissenschaftseinrichtungen in Brandenburg. Mit dem Photoinjektor-Teststand PITZ betreibt Zeuthen einen eigenen hochkarätigen Beschleuniger und fungiert zudem als nationales Zentrum für Astroteilchenphysik. Mit der Metropolregion Berlin/Brandenburg ist DESY bestens vernetzt: Der Standort in Zeuthen hat gemeinsame Berufungen mit der Universität Potsdam, der Humboldt-Universität zu Berlin und kooperiert darüber hinaus mit weiteren Hochschulen und Forschungseinrichtungen.

DESY in Zeuthen beteiligt sich an unterschiedlichen regionalen Netzwerken, darunter das Berlin-Brandenburg-Cluster und das „Potsdam Research Network pearls“, und ist ein wichtiger Partner für Wissenschaft und Wirtschaft. Außerdem engagiert sich auch Zeuthen intensiv in der Nachwuchsförderung: Angebote für Studierende, Ausbildungsplätze, Schülerlabore zu den Themen Vakuum und Kosmos sowie Praktikumsplätze sind sehr begehrt und schnell ausgebucht. Zusätzlich pflegt DESY Partnerschaften mit Schulen und beteiligt sich regelmäßig an Veranstaltungen wie dem Zukunftstag für Jungen und Mädchen oder der Langen Nacht der Wissenschaften in Berlin und Potsdam.

„Am Standort Zeuthen wurde etwas geschaffen, das in die Zukunft reicht: Durch die Verstärkung der Astroteilchenphysik und neue Projekte der Beschleunigerphysik hat DESY in Zeuthen eine Profilschärfung vollzogen, die sich sehen lassen kann.“

Prof. Sabine Kunst, Wissenschaftsministerin von Brandenburg



Starker Partner für Kooperationen Impulse für die Metropolregion Ausbildung für Innovationen für die Gesellschaft



Deutsches Elektronen-Synchrotron
Ein Forschungszentrum der Helmholtz-Gemeinschaft

In der Helmholtz-Gemeinschaft haben sich 18 naturwissenschaftlich-technische und medizinisch-biologische Forschungszentren zusammengeschlossen. Die Gemeinschaft identifiziert und bearbeitet große und drängende Fragen von Gesellschaft, Wissenschaft und Wirtschaft durch strategisch-programmatisch ausgerichtete Spitzenforschung in sechs Forschungsbereichen.

www.helmholtz.de



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