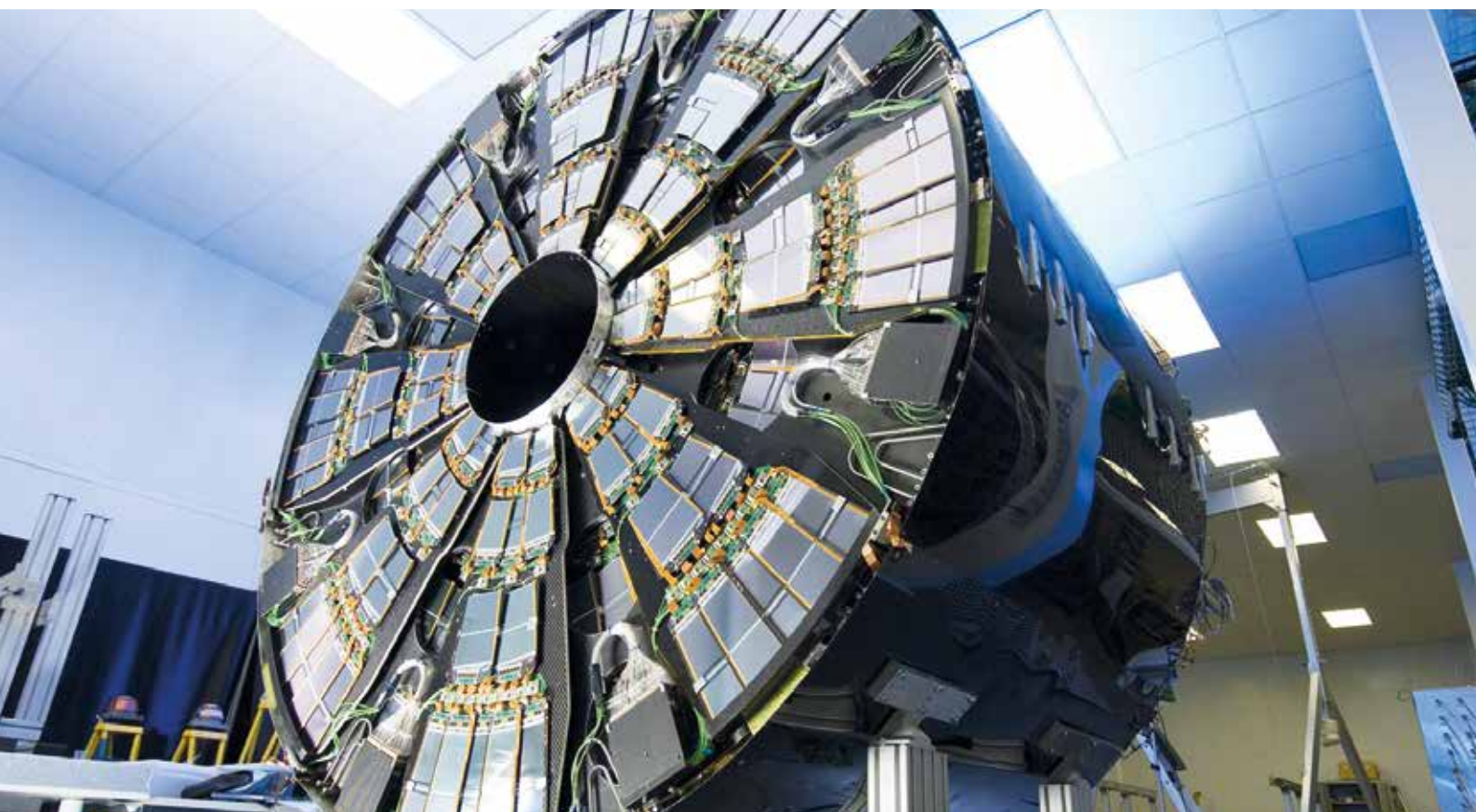


## DESY baut um für den LHC-Umbau

Zentrale Detektorkomponenten für CMS und ATLAS kommen aus DESYs neuer Detector Assembly Facility



Ohne langfristige Planung würde in der Teilchenphysik nichts funktionieren. Sämtliche Bauteile sind Einzel- und Spezialanfertigungen, nichts kommt von der Stange, weil die Wissenschaftler an alle Komponenten sehr hohe Ansprüche stellen. Deswegen entsteht bei DESY bereits jetzt eine neue Detektorbauanlage (auf englisch: Detector Assembly Facility oder DAF), deren Endprodukte erst 2026 in Betrieb gehen sollen: Zwei zentrale neue Teile der riesigen Detektoren ATLAS und CMS am Large Hadron Collider LHC am CERN in Genf sollen bis dahin bei DESY gebaut werden. Die Aufgaben gliedern sich in drei Bereiche: den Aufbau der kompletten Infrastruktur, die Produktion einer Endkappe des ATLAS-Trackers und die Produktion einer Endkappe des CMS-Trackers.

Für die Detector Assembly Facility werden zwei existierende Gebäude großflächig umgebaut. Ab Mai sind die Bauarbeiter in Gebäude 25c, dem ehemaligen Gebäude des Helmholtz-Zentrums Geesthacht, um es zu sanieren und einen Reinraum der Klasse ISO6, Labore und neue Infrastruktur einzubauen. Hier werden die Module für die jeweiligen Endkappen der Spurdetektoren produziert. Ab 2017 wird auch Gebäude 26, die historische „Halle 1“, Teil der DAF. Hier werden später die kompletten Endkappen – immerhin Detektorteile von 2,5 mal 2,5 Metern Größe – ebenfalls im Reinraum zusammengebaut. Gerade hat der Stiftungsrat die benötigten Mittel von etwa zehn Millionen Euro genehmigt.

Warum sind überhaupt neue Detektorteile nötig, wo doch ATLAS und CMS bereits

Bei DESY wird unter anderem eine solche neue Endkappe des CMS-Spurdetektors gebaut.

Bild: CERN

fertig am CERN stehen und mit dem lang gesuchten Higgs-Teilchen schon die erste große Entdeckung gemacht haben? Im

<b>Die perfekte Quelle</b>	<b>3</b>
PETRA IV soll bestmögliche Brillanz erreichen	
<b>Vom Blech zum Beschleuniger</b>	<b>8</b>
Teil 3: Ab in die gelben Röhren	
<b>Leichtgewichten auf der Spur</b>	<b>10</b>
ALPS II sucht unbekannte Elementarteilchen	



Liebe Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter, DESY ist das nationale Labor für die Teilchenphysik und ein starker Partner in zahlreichen internationalen Kollaborationen. Gerade in diesen Tagen wird diese Rolle sehr deutlich und auch weiter ausgebaut. Die Teilchenphysik weltweit blickt derzeit gespannt auf den LHC, der seinen Betrieb wieder aufnimmt. Viele DESYaner haben während der LHC-Winterpause an der Wartung der Detektoren und der Analyse der Daten aus dem letzten Jahr mitgewirkt. In den nächsten Jahren wird die Zahl der Proton-Proton-Kollisionen noch deutlich gesteigert werden, was zu einer deutlichen Ausweitung des für Suchen nach neuer Physik zugänglichen Bereichs führen wird. Auch an den Verbesserungen und dem Ausbau der LHC-Detektoren sind wir an vorderster Stelle beteiligt. So ist DESY eines der maßgeblichen Institute beim Bau des neuen CMS-Pixeldetektors. Dieses technisch sehr anspruchsvolle Projekt hat im letzten Jahr sehr gute Fortschritte gemacht, und wir sind zuversichtlich, die Modulproduktion im Sommer zeitgerecht abzuschließen.

Längerfristig steht im nächsten Jahrzehnt die Hochluminositätsphase des LHC an, für die größere Detektorkomponenten ausgetauscht werden müssen. DESY wird zusammen mit deutschen und internationalen Partnern jeweils eine große Endkappe für die neuen Spurdetektoren von ATLAS und CMS bauen. Die Vorbereitungen haben bereits begonnen. Ab Mai beziehungsweise von 2017 an wird in Gebäude 25c und in Halle 1 dafür die Detector Assembly Facility (DAF) aufgebaut.

Auch der DESY-Teststrahl spielt eine immer wichtigere Rolle für die Entwicklung und den Bau neuer Detektoren. Gerade beginnt hier die entscheidende Messkampagne für den Spurdetektor des im Aufbau befindlichen Experiments Belle II am SuperKEKB in Japan. Der Prototyp wird bei DESY auf Herz und Nieren getestet. Etwa 50 Kollegen aus dem Belle-II-Experiment messen und analysieren dabei zusammen mit unserer Belle-Gruppe. Dies alles zeigt die große Bedeutung, die Anlagen und Aktivitäten bei DESY für die weltweiten Projekte der Teilchenphysik haben.

Ihr Joachim Mnich

Jahr 2024 werden beide Detektoren dringend eine Kur benötigen, weil sie dann rund 15 Jahre lang in Betrieb gewesen sein werden. Außerdem wird der LHC ab dem Jahr 2024 für zwei oder drei Jahre massiv umgebaut, um anschließend eine zehnfach höhere Rate von Teilchenkollisionen zu produzieren als vorher. „Das ist eine große Herausforderung an die empfindliche Elektronik und Materialien in den Detektoren, die dann ja auch zehnmals mehr Strahlung aushalten müssen“, erklärt Günther Eckerlin, Leiter der DAF.

Nach jedem der zahlreichen Arbeitsschritte werden die Komponenten erneut getestet, um Fehler zu vermeiden oder zu beheben. „Wir brauchen etwa sechs Jahre für den kompletten Prozess, und wenn wir die Endkappen für die Systemtests 2024 am CERN haben wollen, müssen wir jetzt loslegen, damit die Infrastruktur bei DESY rechtzeitig zur Verfügung steht“, sagt Eckerlin. Besonders ist dabei, dass die Teile der beiden in freundlicher Konkurrenz zueinander stehenden Detektoren CMS und ATLAS mehr oder weniger neben-



Günther Eckerlin, Leiter der Detector Assembly Facility, muss jetzt loslegen, damit im Jahr 2024 alles fertig ist. Bild: DESY

Die Spurdetektoren, die auf Silizium-Sensoren basieren, sitzen sehr dicht am Kollisionspunkt und registrieren die Spuren der durch sie hindurch fliegenden Teilchen. Sie bestehen aus einem tonnenförmigen zentralen Teil und zwei Endkappen, die an jeder Seite den Spurdetektor komplettieren. Je eine dieser Endkappen wird bei DESY gebaut. Für CMS werden dafür 3500, für ATLAS 4000 einzelne kleine Module benötigt, von denen DESY etwa die Hälfte baut. Der Rest wird in anderen an den Experimenten beteiligten Instituten unter starker Beteiligung deutscher Universitäten gefertigt. Bei DESY in Gebäude 25c werden dann alle Komponenten getestet und zu Silizium-Detektormodulen zusammengebaut. Im Fall von ATLAS werden die Komponenten in größere Trägerstrukturen integriert, sogenannte Petals.

einander zusammengebaut werden. In Halle 1, die für die DAF ab Mitte 2018 bezugsfertig sein soll, wird die Montage der CMS-Module und ATLAS-Petals auf die größeren Trägerstrukturen bis hin zur kompletten Endkappe stattfinden. Dann wird alles „integriert“, also verschraubt, verklebt, verkabelt, ans Kühlsystem angeschlossen – und wieder getestet. Geplant ist, dass auch die beteiligten deutschen Universitäten bei Integration und Systemtest in der DAF mitarbeiten. „Am Ende wollen wir den CMS-Detektor schon hier bei DESY bei seiner Betriebstemperatur von minus 20 Grad testen“, sagt Eckerlin. „Laufen alle Kanäle? Hält er die Spannung? Kann der Detektor ans CERN geliefert werden? Es werden spannende Zeiten hier bei DESY.“ (baw)





Teilnehmer des DLSR-Workshops. Bild: Matthias Kreuzeder, DESY

# Die perfekte Quelle

## PETRA IV soll ab 2026 die bestmögliche Brillanz erreichen

Über 150 Experten von elf Synchrotron-Forschungszentren haben sich im März zu einem dreitägigen internationalen Workshop bei DESY getroffen, um sich über die geplante nächste Generation von Synchrotronstrahlungsquellen auszutauschen. Diese Quellen der sogenannten 4. Generation sollen bis zu 100 Mal heller als heutige sein und damit an die Grenze des physikalisch Möglichen stoßen, das mit Speicherringen zu erzielen ist. DLSR (engl. für Diffraction Limited Storage Ring, beugungsbegrenzter Speicherring) heißt das Zauberwort. Der Lichtkegel aller in einem Paket gespeicherten Elektronen würde in so einem Ring nicht größer sein als der eines einzelnen Teilchens – nur eben viel, viel heller.

Nicht erst seit die erste Anlage dieser Art – MAX IV soll in diesem Sommer im schwedischen Lund in Betrieb gehen – gebaut wird, denken Wissenschaftler weltweit über DLSR nach. Auch bei DESY wird die perfekte Speicherringquelle geplant: Forscher aus der Photon Science und dem Beschleunigerbereich untersuchen derzeit, wie sich PETRA III zu einer Quelle der 4. Generation umbauen lässt. „Wir wollen mit PETRA IV bis zu hundertmal mehr Brillanz an den Strahlführungen haben als heute. Damit erreichen wir eine fundamentale Grenze,

bei der sich der gesamte Röntgenstrahl nanofokussieren lässt. Damit können alle Röntgentechniken, für die wir heute den gesamten Lichtstrahl brauchen und die deshalb zurzeit nur quasi großflächig einsetzbar sind, auch auf mikroskopischen Skalen genutzt werden“, sagt Christian Schroer, wissenschaftlicher Leiter von PETRA III.

PETRA III punktet vor allem durch die Länge des Speicherrings. Diese erlaubt es beispielsweise, zusätzliche Magnetstrukturen einzubauen, die die Bewegung der Elektronen innerhalb der umlaufenden Teilchenpakete dämpfen. Somit lässt sich die Größe des Elektronenpakets minimieren und damit die Bündelung des erzeugten Lichtstrahls verbessern. Das macht PETRA III heute zur besten Quelle ihrer Art. Um die Bündelung der Elektronenpakete noch weiter zu optimieren, müssen die Teilchen möglichst sanft und gleichmäßig um den Ring geführt werden. Mit den vorhandenen Ablenk- und Fokussiermagneten bei PETRA III kann dies nicht erreicht werden, in ihnen werden die Teilchenpakete noch zu sehr „durchgeschüttelt“.

Eine wesentlich größere Zahl von kompakteren Ablenk- und Fokussiereinheiten ist notwendig, die optimal aufeinander abgestimmt sind. Der Gewinn:

deutlich mehr Lichtintensität auf einem kleineren Leuchtfleck als bei heutigen Synchrotronstrahlungsquellen. Das würde hoch ortsaufgelöste Untersuchungen erlauben, die heutigen Techniken verwehrt bleiben. „Auf diese Weise erhält man das ultimative 3D-Mikroskop, mit dem man physikalischen und chemischen Prozessen quasi live zusehen kann“, sagt Schroer. „Damit können wir zum Beispiel die Vorgänge beim Laden und Entladen einer Batterie oder die Alterungsprozesse in einem Mikrochip während des Betriebs und auf Längenskalen bis in den atomaren Bereich verfolgen.“

Im Januar hat DESY beim Bundesforschungsministerium (BMBF) den Antrag gestellt, PETRA IV in die deutsche Forschungs-Roadmap aufzunehmen. Demnach soll bis Ende dieses Jahrzehnts das Design der neuen Anlage detailliert ausgearbeitet werden. Vorausgesetzt die Finanzierung ist gesichert, soll ab 2020 die Prototypenentwicklung und die Vorproduktion der Komponenten beginnen. Ein Einbau in den PETRA-Ring ist dann für Mitte des kommenden Jahrzehnts geplant. Ab 2026 könnte PETRA IV den Betrieb aufnehmen und dann für lange Zeit zu einer Anlage mit weltweit einzigartigen Messbedingungen für die Röntgennanoanalytik werden. (tz)

**CNV-Stipendium für DESY-Doktorandin Violetta Wacker**  
 DESY-Doktorandin Violetta Wacker aus dem FLASHForward-Projekt hat ein Stipendium der Christiane-Nüsslein-Volhard-Stiftung erhalten. Die im Jahr 2004 gegründete Stiftung der deutschen Nobelpreisträgerin von 1995 unterstützt junge Wissenschaftlerinnen mit Kindern, um ihnen die Doppelbelastung von Familie und Beruf zu erleichtern. Stipendiatinnen aller Nationalitäten werden von der CNV-Stiftung mit einer monatlichen finanziellen Unterstützung für Hilfe im Haushalt oder für zusätzliche Kinderbetreuung entlastet. Die Förderung soll den jungen Frauen die für eine wissenschaftliche Karriere erforderliche Freiheit und Mobilität verschaffen. Die Stiftung möchte damit helfen zu verhindern, dass hervorragende Talente der wissenschaftlichen Forschung verloren gehen.



#### Dissertationspreis für Ihar Marfin

Ihar Marfin, bis vor kurzem Doktorand in der CMS-Gruppe bei DESY in Zeuthen, hat für seine Doktorarbeit den Preis für die beste Dissertation 2015



der Brandenburgischen Technischen Universität (BTU) bekommen. Seine Arbeit „Search for Additional Higgs Bosons with Multi b-quark Final States at the LHC“ hat in der weltweiten CMS-Forschergemeinschaft für Aufsehen gesorgt, weil sie mit neuen Verfahren in der statistischen Datenanalyse neue Grenzen für theoretisch mögliche weitere Higgs-Teilchen setzt. Die feierliche Preisverleihung fand am 27. Januar im Audimax der BTU in Cottbus statt.

#### KTH-Professur für Stephan Roth



DESY-Forscher Stephan Roth ist von der Königlich-Technischen Hochschule (KTH) Stockholm zum außerplanmäßigen Professor am Department of Fibre and Polymer Technology ernannt worden. Die Professur betrifft die Synchrotron-basierte Charakterisierung von Werkstoffen in der Faser- und Polymertechnologie und beinhaltet auch Lehrveranstaltungen und die Betreuung von Abschlussarbeiten. Damit baut DESY die Zusammenarbeit mit der schwedischen Hochschule aus. Roth leitet bei DESY die Messstation P03 am Synchrotron-speicherring PETRA III.

# Patente, Lizenzen, Start-ups

## PIER Innovation Day gibt Überblick zu Fördermöglichkeiten



Lebhafte Diskussion im Plenum. Bild: Marta Mayer, DESY

#### Von Christian Salzmann

Patente, Lizenzen, Start-ups aus der Wissenschaft – bei diesen Themen muss sich Hamburg vor anderen Wissenschaftsstandorten in Deutschland nicht verstecken. Allerdings ist es schwer, einen Überblick über die Akteure und ihre Aktivitäten in Hamburg zu erhalten. Neben zahlreichen erfolgreichen Ausgründungen existieren viele Institutionen, die Ausgründer beraten oder eine Finanzierung anbieten können. Darüber hinaus gibt es thematisch fokussierte Innovationscluster und städtische Einrichtungen, die die Hamburger Innovationskultur beleben sollen. Nicht zuletzt besitzt jede wissenschaftliche Einrichtung eigene Unterstützungs- und Beratungsorganisationen. Der PIER Innovation Day im März hatte zum Ziel, hier einen groben Überblick zu geben. Er war in zwei Teile unterteilt. Der erste Teil bot in Zusammenarbeit mit den CUI Graduate Days zwei Workshops zum Thema Ausgründungen. Hier haben vor allem Doktoranden und Post-Doktoranden in intensiver Atmosphäre lernen können, in welche andere Welt man sich mit einer Ausgründung begibt und welche Hürden wie zu meistern sind. Am zweiten Tag gab es unterschiedliche Vorträge im Plenum, die die Hamburger Innovationslandschaft skizzieren sollten.

Neben aktuellen erfolgreichen Ausgründungen aus der Universität Hamburg und DESY stellten sich die Unterstützungsorganisationen der Wissenschaft vor, wie

der Technologietransfer der Universität Hamburg und von DESY, der Verein HITeC vom Fachbereich Informatik der Universität Hamburg oder auch die TuTech der Technischen Universität Hamburg. Mit dem IFB Innovationsstarter und dem High-Tech Gründerfonds präsentierten zwei für Hamburg wichtige Funding-Einrichtungen ihr Programm. Und nicht zuletzt stellte Peter Grambow von der Nanoinitiative Bayern die Relevanz von Netzwerken für die Förderung der Nanotechnologie in Industrie und Forschung dar und konnte aus seinen umfangreichen Erfahrungen hilfreiche und lebhaft „do’s and don’ts“ präsentieren.

Der Workshop machte deutlich, dass in den vergangenen Jahren sehr viel Bewegung in das Thema Innovation in Hamburg gekommen ist. Acht Jahre nach dem Startschuss für die Hamburger Innovationsallianz lebt es nicht zuletzt durch die Planung von Inkubatoren an drei Standorten in Hamburg stark auf. Gleichzeitig zeigte der PIER Innovation Day, dass noch sehr viel mehr Potenzial nicht zuletzt auf dem Hamburger DESY-Campus existiert. Zum Ausschöpfen dieser Potenziale ist eine enge Kooperation der unterschiedlichen Akteure von großem Nutzen. So können gemeinsame Formate mit großer Schlagkraft weiter und neu entwickelt werden, die bei der Transformation einer innovativen Idee aus der Forschung zu einem Produkt für die Wirtschaft helfen.



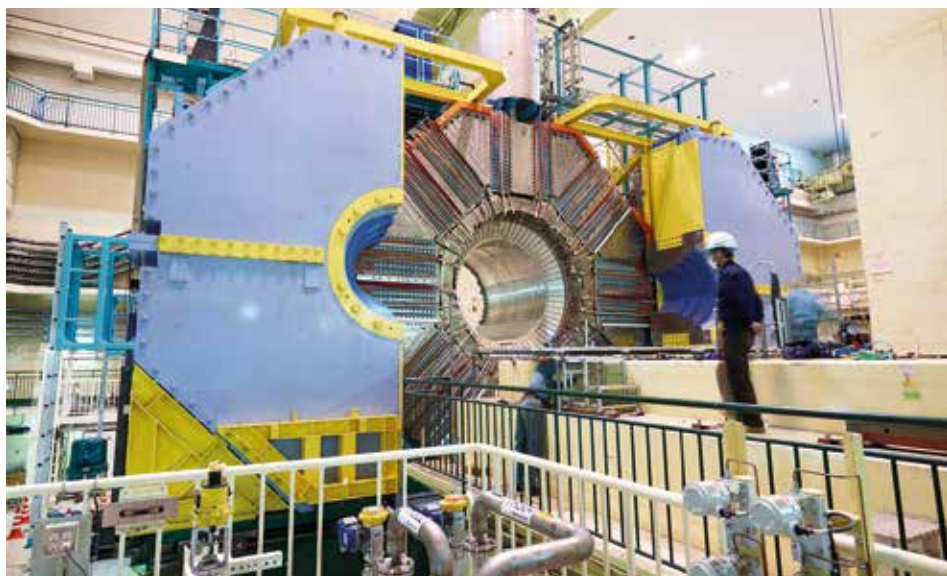
# Antimaterie im Blick

## Erste Teilchen kreisen im aufgerüsteten SuperKEKB-Beschleuniger

Zum ersten Mal seit seiner fünfjährigen Umbauphase sind im Februar wieder Teilchen im komplett umgerüsteten Teilchenbeschleuniger SuperKEKB am Forschungszentrum KEK in Japan gekreist. Das ist ein wichtiger Schritt in Richtung Teilchenkollisionen im ebenfalls fast komplett umgebauten Detektor Belle II, an dem auch DESY maßgeblich beteiligt ist. Mit den Kollisionen wollen Physiker eine Antwort auf die Frage finden, warum das Universum aus Materie besteht, obwohl beim Urknall Materie und Antimaterie in genau gleichen Mengen entstanden sein müssten.

Der offizielle Beginn des Forschungsprogramms ist in zwei Jahren. Mit dem aufgerüsteten SuperKEKB soll nun die

installiert wird, um den Untergrund genau untersuchen zu können. Er heißt BEAST II (Beam Exorcism for A Stable Belle II) und soll ab Herbst 2017 Daten nehmen. DESY ist eines von 11 deutschen und insgesamt 98 Instituten aus 23 Ländern, die den Belle-II-Detektor gemeinsam entwickeln, bauen und später die Daten auswerten. Die rund 20 Forscherinnen und Forscher bei DESY sorgen unter anderem dafür, dass BEAST II und Prototypen des endgültigen Vertexdetektors am DESY-Teststrahl realitätsnah getestet werden und später sicher in den Belle-II-Detektor integriert werden können. Darüberhinaus sind sie für das komplexe Kühlsystem mitverantwortlich und müssen sicherstellen, dass alle Detektorkompo-



Der Belle-II-Detektor am SuperKEKB-Beschleuniger. Bild: KEK

50-fache Menge an Kollisionsdaten im Vergleich zum Vorgänger erzeugt werden. Mehr Kollisionen bedeuten aber auch höhere Anforderungen an den Detektor. Dafür bauen die Belle-II-Forscher an neuartigen Detektorkomponenten, die direkt um den Kollisionspunkt liegen und die Spuren, Zerfallspunkte und andere Eigenschaften der Teilchen genau aufzeichnen können. Einer davon ist der hochempfindliche Vertexdetektor, der zum Teil von deutschen Gruppen gebaut wird.

Doch bevor der Vertexdetektor den Teilchenkollisionen ausgesetzt werden kann, bauen Wissenschaftler eine Art High-Tech-Detektor-Dummy, der zunächst

nenten genau zueinander ausgerichtet und optimal kalibriert sind und das Magnetfeld genau vermessen wird.

Außerdem wird Belle II enorme Datenmengen erzeugen, die gespeichert, rekonstruiert und analysiert werden müssen. Für die Speicher- und Rechenkapazitäten sorgt DESY zu einem signifikanten Teil.

Aufgrund der engen Zusammenarbeit im Belle-II-Projekt und anderen Projekten in der Teilchenphysik, in der Beschleunigerentwicklung und im Bereich Forschung mit Photonen haben DESY und KEK gerade ihren Kooperationsvertrag um fünf Jahre verlängert. (baw)

**Polnischer Forschungspreis für zwei DESYaner**  
Die Teilchenphysiker Hannes Jung und Tord Riemann sind von der polnischen Wissenschaftsstiftung FNP mit der Alexander von Humboldt Polish Honorary Research Scholarship ausgezeichnet worden. Der Forschungspreis beinhaltet unter anderem einen sechsmonatigen Aufenthalt an einer Forschungseinrichtung in Polen.

Der Hamburger CMS-Forscher Hannes Jung, der große Beiträge zu Monte-Carlo-Simulationen von Teilchenkollisionen bei höchsten Energien geleistet hat, wird in Krakau zusammen mit dortigen Wissenschaftlern an der Weiterentwicklung dieser Simulationen arbeiten, um die Präzision der Auswertung von LHC-Kollisionen zu verbessern.

Der Zeuthener Theoretiker Tord Riemann erforscht Quantenfeldtheorien und die Phänomenologie des Standardmodells. Mit dem Forschungspreis intensiviert Riemann seine langjährige enge Zusammenarbeit mit der Silesian Universität in Katowice, um hochpräzise Simulationen für Physik am geplanten ILC und sogenannten Mesonfabriken zu entwickeln.

### Rekord-Datenvolumen am Fermilab dank dCache

Der Large Hadron Collider (LHC) ist nicht nur der zurzeit weltgrößte Teilchenbeschleuniger; er produziert auch jede Sekunde ein Datenvolumen von rund 300 Megabyte. Das entspricht etwa einem wöchentlichen CD-Stapel in der Höhe des Eiffelturms. Die am LHC erfassten Daten werden in mehr als 250 Rechenzentren rund um die Welt gespeichert und verarbeitet, um neue Physik zu erforschen. Eines dieser Rechenzentren ist das am Fermi National Accelerator Laboratory (Fermilab) in der Nähe von Chicago.

Im Januar hat das Fermilab mit Hilfe der bei DESY mitentwickelten Datenspeichertechnologie dCache erstmals die 100-Petabyte-Marke an gespeichertem Datenvolumen durchbrochen. 100 Petabyte sind 100 Millionen Gigabyte. Das ist die bislang größte von dCache gespeicherte Datenmenge weltweit. Zum Vergleich: Ein modernes Handy hat durchschnittlich eine Speicherkapazität von 32 Gigabyte.

dCache ist ein System zum Speichern und Abrufen von extrem großen Datenmengen, die auf einer Vielzahl sogenannter Serverknoten verteilt sind. Diese Serverknoten können in verschiedenen Ländern stehen und unterstützen sowohl Plattenlaufwerke als auch Bandsysteme – es wird ein einheitlicher und zusammenhängender Dateibaum gebildet.

DESY ist der Hauptsitz von dCache.org und stellt acht der zwölf Teammitglieder, einschließlich des Projektleiters. Zusätzlich versorgt DESY-IT dCache.org mit der nötigen Computerinfrastruktur zur professionellen Entwicklung, Verifikation, Verteilung und Unterstützung der Software. Das Fermilab ist ebenfalls Mitentwickler von dCache und gleichzeitig einer der größten Anwender der Technologie.





## Licht der Zukunft

Erste Undulatorstrecke im European XFEL installiert

Die 35 Segmente der ersten von drei Röntgenlicht erzeugenden Undulatorstrecken im European XFEL sind installiert. Die Undulatorstrecken des europäischen Röntgenlasers, dessen Hauptgesellschafter DESY ist, sind bis zu 210 Meter lang. Mit ihren Röntgenlichtblitzen können Forscher bahnbrechende neue Einblicke in den Nanokosmos gewinnen, die für viele wissenschaftliche Disziplinen von Bedeutung sind, darunter Biochemie, Astrophysik und Materialwissenschaften.

Die Installation der Undulatorsegmente ist ein wichtiger Schritt zur Fertigstellung der 3,4 Kilometer langen Anlage. „Die Röntgenblitze sind die Basis für die künftige Forschung am European XFEL“, betont European-XFEL-Geschäftsführer Massimo Altarelli. „Wir blicken sehr gespannt auf das Jahr 2017, wenn sie erstmals von Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftlern aus aller Welt für die Erforschung kleinster Details in der Struktur und Funktion von Materie eingesetzt werden.“

Jedes der 35 Undulatorsegmente ist fünf Meter lang und 7,5 Tonnen schwer. Die Undulatoren des European XFEL werden im Rahmen einer internationalen Kooperation gebaut. Unter Federführung der Undulatorgruppe von European XFEL waren DESY und viele weitere Einrichtungen an der anspruchsvollen Produktion beteiligt, darunter Firmen und Forschungseinrichtungen aus Russland, Deutschland, der Schweiz, Italien, Slowenien und Schweden. „Es war eine für alle Beteiligten sehr erfolgreiche Zusammenarbeit“, sagt Joachim Pflüger, Leiter der Undulatorgruppe bei European XFEL. „Die Ressourcen und Erfahrung von DESY waren entscheidend für die Entwicklung der Undulatorsysteme, von der nun beide Seiten profitieren.“

Die erste fertiggestellte Undulatorstrecke wird kurzwellige Röntgenstrahlung liefern, die für Experimente zur Untersuchung von Biomolekülen und anderen biologischen Proben sowie zur Beobachtung sehr schneller chemischer Reaktionen eingesetzt wird. Alle drei für die erste Betriebsphase vorgesehenen Undulatorstrecken sollen noch in diesem Jahr fertig montiert und einsatzbereit sein.

Bild: European XFEL



# Vom Blech zum Teilchenbeschleuniger – Teil 3

Ab in die gelben Röhren



European-XFEL-Beschleunigermodule im gelben Tank mit vollständig montierter maßgeschneiderter Hohlleiterversorgung.

**Von Ricarda Laasch**

*Für den Einsatz im European XFEL werden die 800 Resonatoren, deren Werdegang in den beiden vorigen Ausgaben von DESY inForm beschrieben wurde, in 100 Beschleunigermodule eingebaut. Dafür reisen Woche für Woche Resonatoren nach Frankreich und kehren von dort in betriebsbereiten Modulen zurück. Bei DESY werden diese getestet und erhalten eine maßgeschneiderte „Energieversorgung“, ehe es in den Tunnel gehen kann.*

Der Zusammenbau der Module findet im Forschungszentrum CEA (Commissariat à l'énergie atomique) in Saclay bei Paris statt. Dort werden die Resonatoren mit dem LKW direkt vor die Tore des sogenannten XFEL Village gefahren, wo sie von den Mitarbeitern des industriellen Vertragspartners ALSYOM entgegengenommen und „eingescheckt“ werden. „Wir von CEA sehen uns als Verbindungsglied zwischen Forschung und Industrie, darum stand es für uns fest, auch hier die Industrie mit ALSYOM ins Boot zu holen“, erklärt Olivier Napoly, Projekt-

leiter für das XFEL-Projekt in Saclay. „Somit hatten wir eine zweigestaffelte Lernphase: Zunächst lernte CEA von DESY, XFEL-Module zusammenzubauen, und dann gaben wir unser neues Wissen an ALSYOM weiter.“ Die gesamte Infrastruktur und nahezu alle Werkzeuge innerhalb des XFEL-Dorfes wurden von CEA gestellt. Der Hauptbeitrag von ALSYOM ist das technische Personal.

In seiner siebenwöchigen Produktion bringt jedes Modul jeweils eine Woche an einer der sieben Montagestationen. „Wir stellen jede Woche ein Modul fertig“, erläutert Napoly. „Diese Rate war anfangs eine echte Herausforderung, doch durch gute Zusammenarbeit und Optimierung von Organisation und Personal haben wir es geschafft. 2015 wurde teilweise sogar alle vier Werkzeuge eines fertig.“

Die ersten zwei Stationen befinden sich in staubfreien Reinräumen, in denen die Resonatoren den „kalten Teil“ ihrer neuen Koppler bekommen und in der „String

Assembly Area“ zu einer Reihe von acht Resonatoren zusammengefügt werden. Dieser sogenannte String ist das Herzstück des Beschleunigermoduls. Die nächsten Stationen befinden sich außerhalb des Reinraums in normalen Montagehallen. An ihnen erhält der String etliche Sensoren, die Heliumzufuhr, Kabel und weitere Teile, die für den späteren Betrieb benötigt werden. Hier sind große Genauigkeit und Sorgfalt bei jedem einzelnen Arbeitsschritt gefragt. Ob geschraubt, geschweißt oder gesteckt, alles muss perfekt sitzen und sauber bleiben. Abschließend wird das Modul in einem großen gelben Vakuumtank verpackt. „Natürlich haben wir für jeden Schritt eine gründliche Qualitätskontrolle, so dass jedes Modul Saclay vollständig funktionsfähig verlässt“, sagt Napoly.

Sobald das fertige Modul den letzten Test erfolgreich bestanden hat, tritt es seine eintägige Reise zu DESY an. Hier wird es erneut von Jacek Swierblewskis Team in der AMTF-Halle entgegengenommen. Das polnische Team aus Krakau

(s. DESY inForm 1/2016) betreibt auch die drei Modulteststände. 21 Tage lang dauert ein Test, in dem das Modul erstmals auf seine Betriebstemperatur von zwei Kelvin (minus 271 Grad Celsius) abgekühlt wird. Der Test umfasst viele Schritte und Messungen, um die Funktion des Moduls sicherzustellen. Zudem werden nochmals die Beschleunigungseigenschaften der einzelnen Resonatoren vermessen und die Daten an die Hohlleiterexperten weitergeleitet. Hohlleiter sichern die Energieversorgung des Moduls – sie transportieren die Mikrowellen, die zur Beschleunigung der Teilchen benutzt werden, zum Resonator.



Zwei Mitarbeiterinnen des WATF-Teams bei der Messung und Abstimmung von Hohlleiterkomponenten.

„Mit Hilfe der Messdaten der Modultests schneiden wir die Energieversorgung für jeden Resonator nach Maß“, erklärt Stefan Choroba, Leiter des Arbeitspakets Hochfrequenzsystem. „Zuerst berechnen wir die benötigte Leistungsverteilung, und dann passen wir die notwendigen Teile an.“ Diese Maßanfertigung findet in der sogenannten Waveguide Assembly and Test Facility (WATF) gleich neben den Modultestständen statt. Ein 27-köpfiges Team aus bulgarischen, russischen und DESY-Mitarbeitern baut an fünf Stationen die gesamte Hohlleiterversorgung für jedes einzelne Modul. „Für die Hohlleiter haben wir eine Sammlung an Standardbauteilen, welche

passend zusammengestellt und abgestimmt werden“, erklärt Valery Katalev, Leiter des WATF-Teams. Das Tuning, also die Abstimmung, auf den Bedarf jedes Resonators wird mit größter Sorgfalt durchgeführt. Durch diese maßgeschneiderte Energieversorgung ist es möglich, jeden Resonator in jedem Modul individuell mit seiner maximalen Leistungsfähigkeit zu betreiben. Damit ist das Modul nicht durch seinen schwächsten Resonator beschränkt.

Zeitgleich werden zwei bis drei solcher Hohlleiterversorgungen zusammengesetzt

und getestet, so dass eine Rate von anderthalb fertig installierten Verteilungen pro Woche entsteht. „Diese Rate ist eine enorme Leistung des Teams“, erklärt Choroba. „Nicht nur die Maßfertigung in dieser Zeit, sondern auch die Anbringung an das Modul muss auf den Millimeter genau sitzen.“ Mehr als 80 000 Schrauben müssen für alle 100 Verteilungen angezogen werden, ohne die Koppler mechanisch zu verziehen. „Diese Genauigkeit und Geschwindigkeit haben wir vor allem durch eine Optimierung der Arbeitsabläufe geschafft“, erklärt Katalev. „Alle Komponenten werden vor der Montage und auch während der Installation aller Teile und Verbindungen doppelt von zwei Kollegen überprüft.“

Nachdem alle Komponenten zusammengefügt sind, wird ein Belastungstest mit der vollen Leistung von bis zu 2,5 Megawatt pro Verteilung durchgeführt. Damit stellen die Kollegen sicher, dass später im Beschleuniger alles so funktioniert, wie es soll. Hat die Verteilung diesen Test bestanden, wird sie vom WATF-Team am Modul montiert. Anschließend ist das Modul mit der Verteilung bereit für den letzten Schritt seiner Reise: die Installation im Beschleunigertunnel.

*Mit diesem Schritt beschäftigt sich der abschließende Artikel dieser Reihe in der nächsten Ausgabe von DESY InForm.*



Übersicht über die Waveguide Assembly and Test Facility (WATF) mit den verschiedenen Montage-, Mess- und Testplätzen. Bilder: Valery Katalev, DESY



# Leichtgewichten auf der Spur

ALPS II geht mit Hilfe von HERA-Magneten auf die Suche nach unentdeckten Elementarteilchen

Von Nina Laskowski

Mit Hilfe großer Beschleunigeranlagen fahnden Physiker nach immer schwereren Elementarteilchen. Dabei dringen sie weit in unerforschte Bereiche hoher Energie vor – eine aufwendige Strategie, die aber belohnt wird: zuletzt mit der Entdeckung des Higgs-Bosons am weltgrößten Teilchenbeschleuniger LHC in Genf. Doch nicht nur bei hohen Energien können sich bislang unbekannte Teilchen verbergen, auch am anderen Ende der Energieskala lohnt die Suche. Mit dem Experiment ALPS II, einer Kooperation von DESY mit dem Albert-Einstein-Institut in Hannover, den Universitäten Hamburg und Mainz sowie der University of Florida in Gainesville, spähen Physiker bei DESY künftig nach unbekanntem ultraleichten Teilchen. Diese sogenannten WISPs (Weakly Interacting Sub-eV Particles) sind vielversprechende Kandidaten für die rätselhafte Dunkle Materie, die im Kosmos über fünfmal häufiger ist als die gewöhnliche Materie. Jetzt ist durch eine Förderung der US-amerikanischen Heising-Simons-Stiftung und der National Science Foundation, beides über die University of Florida, die Finanzierung des Experiments weitgehend gesichert. WISP bezeichnet schwach wechselwirkende Teilchen mit einer Masse unter einem Elektronenvolt (eV) – das bekannteste unter ihnen ist das hypothetische Axion. Bereits von 2007 bis 2010 haben die DESY-Wissenschaftler rund um Axel Lindner und Andreas Ringwald mit ALPS (Any Light Particle Search) nach Axion-artigen Teilchen gesucht. Die Suche förderte zwar keine unbekanntem Teilchen zutage, das Experiment lieferte jedoch die bislang besten Grenzen für die Eigenschaften solcher WISPs. Mit einer vergrößerten Version von ALPS wollen die Physiker die Eigenschaften der hypothetischen Teilchen nun weiter eingrenzen. „Mit ALPS II haben wir realistische Chancen, das erste Axion-artige Teilchen zu entdecken“, sagt ALPS-Sprecher Lindner.

Die Methode, mit der ALPS die Leichtgewichte aufspüren will, klingt ebenso einfach wie verblüffend: Die Wissenschaftler versuchen, mit einem intensiven Laserstrahl durch eine massive Wand zu



Aaron Spector, Postdoc der Universität Hamburg, bei Arbeiten an der ALPS-Optik. Bild: Marian Dürbeck, ALPS

leuchten. Dabei wird der Laserstrahl durch das starke Magnetfeld der ursprünglich für DESYs Teilchenbeschleuniger HERA hergestellten Dipolmagnete gesendet. Der Theorie zufolge können sich Lichtteilchen (Photonen) in dem starken Magnetfeld in Axion-artige Teilchen umwandeln. Diese Teilchen können aufgrund ihrer geringen Wechselwirkung ungehindert die Wand durchdringen. Ein ebenso starkes Magnetfeld hinter der Wand soll einen kleinen Teil der WISPs wieder zurück in Photonen verwandeln. Das Ergebnis: Licht strahlt scheinbar durch die Wand. Empfängt der Detektor auf der Rückseite der Wand Licht, gilt dies als Nachweis Axion-artiger Teilchen.

Seit 2010 arbeitet das Forscherteam auf den Startschuss für ALPS II hin, das rund um die Halle Nord im HERA-Tunnel installiert werden soll. Für die mehr als 200 Meter lange Installation werden 20 ur-

sprünglich für HERA hergestellte Magnete gerade gebogen, um dann zusammen mit einem hochempfindlichen supraleitenden Detektor, einem starken Laser und optischen Resonatoren eingebaut zu werden. „Wir können die komplexe Optik von ALPS II nur mit Hilfe der Erfahrungen unserer Partner aus Hannover und Florida mit dem LIGO-Experiment realisieren“, schildert Lindner. „Es wäre fantastisch, wenn mit dieser Optik nach den Gravitationswellen auch neue Elementarteilchen entdeckt würden.“

Sollte ALPS II fündig werden, käme damit die Beantwortung vieler offener Fragen der Teilchenphysik in Reichweite. So könnten WISPs nicht nur die unsichtbare Dunkle Materie erklären, sondern auch andere astrophysikalische Rätsel lösen und sogar den Weg weisen zur von vielen Physikern ersehnten Zusammenführung von Teilchenphysik und Gravitation.





Bild: AIP

## Fenster ins Universum

Das menschliche Auge sieht nur einen winzigen Ausschnitt des Kosmos. Das Gesicht des Universums ändert sich drastisch, je nachdem durch welches „Fenster“ es betrachtet wird – von Radiowellen über sichtbares Licht bis zur Gammastrahlung. Diese „Fenster ins Universum“ macht die gleichnamige Ausstellung sichtbar, die Brandenburgs Wissenschaftsministerin Sabine Kunst am 2. März gemeinsam mit dem Leiter des DESY-Standorts Zeuthen, Christian Stegmann (re), und dem Leiter des Leibniz-Instituts für Astrophysik Potsdam (AIP), Matthias Steinmetz (li) in ihrem Ministerium eröffnet hat.

Konzipiert wurde die Schau gemeinsam vom AIP, dem Max-Planck-Institut für Gravitationsphysik im Wissenschaftspark Potsdam-Golm, der Universität Potsdam und DESY. Die Ausstellung ist noch bis zum 29. April, montags bis freitags von 7.00 bis 18.00 Uhr, im 2. Stock des Ministeriums für Wissenschaft, Forschung und Kultur in Potsdam zu sehen. Der Eintritt ist frei. (ub)

## „Frauen auf der Flucht“

Vortrag bei DESY zum Weltfrauentag

Von Sylvie Faverot-Spengler

Viele waren der Einladung gefolgt, um anlässlich des Weltfrauentags am 8. März bei DESY in Hamburg den Vortrag „Frauen auf der Flucht“ zu hören. Claudia Meyerhöfer, stellvertretende Leiterin der zentralen Erstaufnahmestelle für Flüchtlinge in der Hamburger Oktaviostraße, berichtete anschaulich von ihren alltäglichen Aufgaben und Erlebnissen.

Das Erstaufnahmelager, das Meyerhöfer gemeinsam mit Rahel Temesgen leitet, die kurzfristig wegen einer Erkrankung absagen musste, ist eines von zwölf in Hamburg und wurde im August 2015 für 700 Personen auf dem Gelände eines Sportplatzes eröffnet. Die Flüchtlinge, die hier betreut werden, stammen überwiegend aus Syrien und Afghanistan, ebenso aus dem Irak und in kleinerer Zahl aus dem Iran und Eritrea. Die meisten sind Männer. Die Zelte wurden inzwischen durch Container ersetzt, in denen je vier Personen wohnen.

Neben dem Unterkunftsmanagement gehören die Hauptaufgaben der Betreuer in den sozialen Bereich, einschließlich der medizinischen Versorgung sowie der



Bild: Marta Mayer, DESY

Beschaffung von nötigen Dingen wie Kleidung oder auch einer Arbeitserlaubnis. Von großer Bedeutung sind jedoch auch Gespräche, etwa im Fall von Konflikten oder auch, um das auf der Flucht Erlebte zu verarbeiten.

In der Oktaviostraße sind 120 Frauen untergebracht, davon 24 alleinstehend. Meyerhöfer berichtete über Formen der Gewalt, die diese Frauen ertragen mussten, und auch über die Sicherheitsmaßnahmen in der Erstaufnahme, die ein friedliches Miteinander ermöglichen. Be-

reitgestellt werden Mütter- und Schwangerschaftsberatung, Traumasprechstunden, Kinderbetreuung, damit die Frauen auch soziale Kontakte haben können, sowie Sport, auch speziell für Frauen.

Im Anschluss an den Vortrag beantwortete Meyerhöfer zahlreiche Fragen, und die angeregte Diskussion wurde bei Kaffee und Kuchen auch im Hörsaalfoyer noch lange weitergeführt. Die Veranstaltung hat gezeigt, wie sehr die Flüchtlingsthematik alle angeht, und welche Schwierigkeiten besonders geflüchtete Frauen haben.



#### Gurkenanbau im Hochhaus

Große Ackerflächen und lange Transportwege von Lebensmitteln könnten bald der Vergangenheit angehören: Ingenieure des Deutschen Zentrums für Luft- und Raumfahrt (DLR) arbeiten gemeinsam mit internationalen Partnern an dem Projekt „Vertical Farm 2.0“ – eine Art Gewächshochhaus, das Pflanzenanbau in Großstädten ermöglichen soll. Auf mehreren Etagen würden das ganze Jahr über Salat, Tomaten, Gurken und Kräuter angebaut und geerntet werden. Dabei könnten pro Stockwerk innerhalb eines Jahres rund 630 Tonnen Salat oder 95 Tonnen Tomaten gezüchtet werden.

Die Grundfläche des Gewächshauses nähme 74 mal 35 Quadratmeter in Anspruch. Verwaltung, Lagerräume und Logistik befänden sich ebenfalls im Gebäude. Da das Hochhaus modular aufgebaut wäre, ließe es sich gut an die Verbrauchervünsche des jeweiligen Standorts anpassen. Versorgt würden die Pflanzen mit exakt dosierter Nährstofflösung und LED-Licht. „Die Produkte unterscheiden sich im Geschmack nicht von den Lebensmitteln, die heute in Supermärkten erhältlich sind“, sagt Conrad Zeidler vom DLR-Institut für Raumfahrtssysteme. Derzeit testen die Forscher, wie das optimale Licht, das bestmögliche Bewässerungssystem und die ideale Pflanzenanordnung auszusehen hätten. Die größte Herausforderung stellt noch der hohe Energieaufwand der LED-Leuchten dar.

<http://www.helmholtz.de/perspektiven>



Der elfjährige Felix Eberle überzeugte die Jury mit Untersuchungen an einem selbstgebauten Parabolspiegel und gewann den 1. Platz im Fachgebiet Physik bei „Schüler experimentieren“. Bild: Marta Mayer, DESY

## Neues kommt durch Neugier

### 4. Jugend-forscht-Regionalwettbewerb Hamburg-Bahrenfeld

Von *Kim-Susan Petersen*

Bereits zum vierten Mal hat DESY als Patenunternehmen den Jugend-forscht-Regionalwettbewerb Hamburg-Bahrenfeld ausgerichtet, einen der mittlerweile vier Hamburger Regionalwettbewerbe. Die 74 Teilnehmerinnen und Teilnehmer präsentierten Ende Februar in den Räumen des DESY-Schülerlabors [physik.begreifen](http://physik.begreifen.de) ihre insgesamt 40 Projektarbeiten einer ehrenamtlichen Fachjury. Die Hälfte der Projekte war dabei dem Wettbewerb „Schüler experimentieren“ zugeordnet, zu dem sich bereits Schüler ab Klasse 4 anmelden können, die andere Hälfte dem Wettbewerb „Jugend forscht“ für Jugendliche zwischen 15 und 21 Jahren.

Jugend forscht fördert besondere Leistungen und Begabungen in den Bereichen Mathematik, Informatik, Naturwissenschaften und Technik, und verfolgt damit das Ziel, Jugendliche langfristig für diese Themen zu begeistern. Die 40 in diesem Jahr vorgestellten Projekte waren eine bunte Mischung aus den Gebieten Arbeitswelt, Biologie, Chemie, Mathematik/Informatik, Physik und Technik.

Die Befragung durch die Jury ist nicht nur für die Teilnehmerinnen und Teilnehmer eine spannende Sache, sondern natürlich

auch für die Juroren selbst und kann zu vielen schönen Eindrücken führen. So berichtete Jurorin Ann-Christin Baur, Lehrerin am Lise-Meitner-Gymnasium, von der zwölfjährigen Sara, die erst vor eineinhalb Jahren nach Deutschland gekommen ist, und in deren Projekt es um die Wirkung verschiedener Medikamente auf Pflanzen ging: „Das junge Mädchen hat uns einen tollen Vortrag präsentiert. Dieses Selbstbewusstsein, sich nach eineinhalb Jahren in Deutschland zu diesem fachlich anspruchsvollen Wettbewerb anzumelden, hat mich umgehauen.“

Eine Menge interessierter Besucher hat am zweiten Wettbewerbstag die Gelegenheit genutzt, sich die ausgestellten Projekte anzusehen und von den Jungforschern erklären zu lassen. Anschließend ging es zur Feierstunde in den DESY-Hörsaal. Dort überreichten Christian Haringa als Vertreter des DESY-Direktoriums, Michael Just von der Hamburger Schulbehörde und Sophie Debuch von der Stiftung Jugend forscht den Teilnehmerinnen und Teilnehmern ihre Urkunden. Insgesamt sechs Projekte wurden mit einem 1. Preis ausgezeichnet und qualifizierten sich damit für den Landeswettbewerb.

#### Impressum

**Herausgeber**  
DESY-PR  
Notkestraße 85  
22607 Hamburg

**Kontakt**  
E-Mail: [inform@desy.de](mailto:inform@desy.de)  
Telefon: 040/8998-3613  
[www.desy.de/inform](http://www.desy.de/inform)  
(Onlineversion + Newsletter-Abonnement)

**Redaktion**  
Ulrike Behrens  
Melissa Prass  
Till Mundzeck (Chefredaktion)  
Barbara Warmbein  
Heiner Westermann  
Ute Wilhelmsen  
Thomas Zoufal

**Produktion**  
Britta Liebaug (Layout)  
Veronika Werschner (Übersetzung)  
Kopierzentrale DESY (Druck)

