



Spatenstich für FAIR

Der Bau der internationalen Beschleunigeranlage FAIR hat begonnen. Der Start der Hoch- und Tiefbauarbeiten markiert einen entscheidenden Moment für eines der größten Bauvorhaben für die Forschung weltweit. Im Juli 2017 erfolgte auf dem Baufeld nordöstlich von GSI der Spatenstich für den großen Ringbeschleuniger SIS100. ■ **Lesen Sie mehr auf Seite 2**



Liebe Leserinnen und Leser,

in den letzten Monaten waren wir überwältigt von positiven Ereignissen. Nicht nur unser Tag der offenen Tür war mit 11 000 Besuchern ein großer Erfolg. Wir konnten auch den ersten Spatenstich für die FAIR-Anlage, konkret für die Tiefbauarbeiten zur Errichtung des großen Ringbeschleunigers SIS100, feiern. Dies markiert den Start eines der größten wissenschaftlichen Bauprojekte weltweit, und wir können aktuell täglich den Fortschritt und die vielen Veränderungen auf der Baustelle beobachten.

Gleichzeitig bereiten wir neue Experimente an der bestehenden Anlage in den Jahren 2018/19 vor. Damit startet die sogenannte „FAIR-Phase 0“, der Beginn des FAIR-Experimentierprogramms. Neben den für FAIR bereits verbesserten GSI-Beschleunigern und neu entwickelten FAIR-Detektor-komponenten können auch schon fertige Teilaufbauten von FAIR genutzt werden, beispielsweise der Speicherring CRYRING. Die große internationale Nachfrage und die Qualität der eingereichten Experimentvorschläge bezeugen die weltweite Attraktivität und Exzellenz des kommenden wissenschaftlichen Programms.

Neben der Forschung ist es uns wichtig, mögliche Anwendungen, die sich aus ihr ergeben, in die Gesellschaft und die Wirtschaft zu überführen. Wie das gelingen kann, stellt Ihnen in dieser Ausgabe die Stabsstelle Technologietransfer vor, die wir in der Rubrik „GSI stellt sich vor“ portraituren.

Viel Spaß beim Lesen wünscht

Ihre FAIR- und GSI-Geschäftsführung
Paolo Giubellino
Ursula Weyrich
Jörg Blaurock

Erster Spatenstich für FAIR-Beschleunigeranlage

Der Bau der internationalen Beschleunigeranlage FAIR (Facility for Antiproton and Ion Research) hat begonnen. Der Start der Hoch- und Tiefbauarbeiten markiert einen entscheidenden Moment für eines der größten Bauvorhaben für die Forschung weltweit. Am 4. Juli 2017 erfolgte auf dem Baufeld nordöstlich von GSI der Spatenstich für den großen Ringbeschleuniger SIS100, Herzstück der künftigen Beschleunigeranlage FAIR.

Die weltweit einzigartige Teilchenbeschleunigeranlage mit einem Investitionsvolumen von über einer Milliarde Euro wird von neun Partnerländern getragen und soll 2025 in Vollbetrieb gehen. Rund 3 000 Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler aus aller Welt werden künftig an FAIR arbeiten und bahnbrechend neue Erkenntnisse über den Aufbau der Materie und die Entwicklung des Universums gewinnen. Zentraler Teil der FAIR-Anlage ist ein unterirdischer Ringbeschleuniger mit einem Umfang von 1 100 Metern. Daran schließt sich ein komplexes System von Speicherringen und Experimentierstationen an.

Zahlreiche Vorarbeiten für das Mega-Bauprojekt sind in den vergangenen Wochen und Monaten erfolgt, beispielsweise laufen bereits Arbeiten zum Anschluss der bestehenden Beschleunigereinrichtungen des GSI Helmholtzzentrums an die neue FAIR-Anlage, Stützwände werden errichtet, die Aufträge für Aushub und Verbau des Ringtunnels sind nach erfolgreicher Ausschreibung vergeben worden. Dies sind wichtige Schritte in Richtung der großen Infrastrukturarbeiten für FAIR, die nun mit dem ersten Spatenstich für den Ringbeschleuniger SIS100 begonnen haben. Nach der Errichtung der neuen Gebäude erfolgt der Einbau der hochmodernen Beschleuniger- und Experimentieranlagen.

Bei der Festveranstaltung überbrachten nationale und internationale Vertreterinnen und Vertreter aus Politik und Wissenschaft Grußworte und grif-



Georg Schütte, Vorsitzender des FAIR Council und Staatssekretär im Bundesministerium für Bildung und Forschung, sprach ein Grußwort.

fen symbolisch zum Spaten. Repräsentanten aller neun Partnerländer waren bei diesem entscheidenden Etappenziel dabei.

Georg Schütte, Vorsitzender der Gesellschafterversammlung der FAIR GmbH und Staatssekretär im Bundesministerium für Bildung und Forschung, sagte: „Mit dem Baubeginn startet FAIR in eine neue Phase. FAIR ist ein hochkomplexes Großforschungsprojekt an der Grenze des wissenschaftlich und technisch Machbaren. Dieses Projekt mit seinen vielfältigen Herausforderungen können wir nur im engen Schulterschluss mit unseren internationalen Partnern meistern. Wir erwarten, dass FAIR sich zum Innovationstreiber auf vielen Gebieten entwickelt: von der Grundlagenforschung über anwendungsorientierte Entwicklungen bis hin zu technisch neuen Gebäudelösungen.“

Das große Potenzial, das FAIR für die Forschung bietet, hob der Wissenschaftliche Geschäftsführer von FAIR und GSI, Professor Paolo Giubellino, hervor: „FAIR eröffnet einmalige Möglichkeiten für erstklassige Forschung mit großem Entdeckungspotenzial. Mit der FAIR-Anlage können Forscherinnen und Forscher aus aller Welt die

Vielfalt des Universums gleichsam ins Labor holen, um so fundamentale Fragen wie die Entstehung der chemischen Elemente im Kosmos oder die Struktur von Neutronensternen zu untersuchen, aber auch Anwendungen z.B. in der Materialforschung und Medizin voranzutreiben. FAIR ist zugleich ein Motor für technische Innovationen und ein idealer Ausbildungsort für die nächste Generation von Wissenschaftlern und Ingenieuren.“

Der Technische Geschäftsführer von FAIR und GSI, Jörg Blaurock, sagte: „FAIR ist ein wissenschaftlich und technisch außergewöhnliches Bauvorhaben. Es erfordert maßgeschneiderte Lösungen sowie das Ineinandergreifen zahlreicher Einzelgewerke. In unserer integrierten Gesamtplanung sind Hoch- und Tiefbau, Beschleunigerentwicklung und -bau sowie die wissenschaftlichen Experimente deshalb eng aufeinander abgestimmt. Die bauliche Komplexität wird in leistbare Lose verpackt. Der erfolgreiche Spatenstich heute ist der Lohn präziser Vorarbeiten und zeigt, dass dies die richtige Strategie für FAIR ist.“

Die Administrative Geschäftsführerin Ursula Weyrich unterstrich: „Wir haben intensiv an der Ausrichtung und den Rahmenbedingungen des FAIR-Projekts gearbeitet und eine neue Gesamtstruktur geschaffen, mit der die GSI Helm-

holtzentrum für Schwerionenforschung GmbH und die FAIR GmbH organisatorisch zusammengeführt werden. Diese Neuaufstellung der Gesamtorganisationsstruktur ist eine wichtige Voraussetzung, um das FAIR-Projekt weiter voranzutreiben. Somit ist der Tag heute auch ein Erfolg der gesamten Belegschaft und das Ergebnis einer hervorragenden und fruchtbaren Zusammenarbeit.“

Eric Seng, stellvertretender Staatssekretär im Hessischen Ministerium für Wissenschaft und Kunst, sagte: „Das FAIR-Projekt ist die Weiterentwicklung einer hessischen Idee, die fast 50 Jahre alt ist: GSI wurde 1969 auf Initiative von hessischen Universitäten hin gegründet. GSI und FAIR haben weltweite Anziehungskraft. Als Gastgeber-Bundesland werden wir alles tun, damit sich die internationale Forschergemeinde bei uns nicht nur wohl fühlt, sondern wissenschaftliche Höchstleistungen erbringen kann.“

Passend zum jetzt erfolgten Spatenstich hat auch das FAIR-Experimentierprogramm, die sogenannte „FAIR-Phase 0“ begonnen, um Forschungsbetrieb und Bauablauf zu harmonisieren. Schon jetzt werden Strahlzeiten für die Forschung an den bestehenden GSI-Anlagen und an Komponenten für FAIR eingeplant. Dazu nutzen die Forscher die GSI-Beschleunigeranlagen, die für ihren späteren Einsatz als Vorbeschleuniger für FAIR be-



Die FAIR-Geschäftsführung bestehend aus Jörg Blaurock, Technischer Geschäftsführer (l.), Professor Paolo Giubellino, Wissenschaftlicher Geschäftsführer (m.), und Ursula Weyrich, Administrative Geschäftsführerin.

reits wesentlich verbessert wurden und noch weiter technisch aufgerüstet werden. Außerdem können auch schon Teile von FAIR genutzt werden, beispielsweise der Speicherring CRYRING.

„Die Wissenschaftscommunity freut sich, dass heute mit dem Spatenstich das Megaprojekt FAIR in die entscheidende Phase eintritt“, sagte der indische Professor Sibaji Raha, der Vorsitzende des Wissenschaftlichen Rats von FAIR und GSI. „Schon jetzt arbeiten Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler auf der ganzen Welt an dem Forschungsprogramm und der technischen Umsetzung der weltweit einzigartigen Anlage. FAIR wird für Jahrzehnte die internationale Vorzeige-Einrichtung für Hadronen- und Kernphysik werden und herausragende Forschungsmöglichkeiten bieten.“ ■



Spatenstich-Zeremonie – v. l.: Paula Eerola (Finnland), Catarina Sahlberg (Schweden), Albin Kralj (Slowenien), Fanny Farget (Frankreich), Pascal Debu (Frankreich), Beatrix Vierkorn-Rudolph (Deutschland), Viacheslav Pershukov (Russland), Dr. Georg Schütte (Deutschland), Rakesh Bhandari (Indien), Zbigniew Majka (Polen), Ionel Andrei (Rumänien), Eric Seng (stellvertretender Staatssekretär im Hessischen Ministerium für Wissenschaft und Kunst), Sibaji Raha (Vorsitzender des FAIR Joint Scientific Council), Sebastian Schmidt (Vorstandsmitglied Forschungszentrum Jülich), Ursula Weyrich, Paolo Giubellino, Jörg Blaurock.

Transformatoren für FAIR geliefert

Drei leistungsstarke Transformatoren für die zukünftige Teilchenbeschleunigeranlage FAIR wurden im September 2017 auf dem FAIR-Baufeld in Darmstadt angeliefert. Die rund acht Meter langen Geräte werden FAIR zusammen mit einem vierten, bereits vorhandenen Transformator an das regionale Stromnetz anbinden.

Die in der Türkei gefertigten Transformatoren wurden per Schiff von Izmir nach Rotterdam und von dort mit 30 Meter langen Tiefladern nach Darmstadt transportiert. „Trotz der großen Entfernung und eines langwierigen Genehmigungsverfahrens für den Sondertransport auf der Straße hat dank vorausschauender Planung alles gut funktioniert“, sagte Udo Zerb, Transformatorenspezialist der e-netz Südhessen.

Im nächsten Schritt werden die Transformatoren, die im Betrieb je 114 Tonnen wiegen, in die Umspannanlagen Süd und Nord eingebaut, die gerade im

Bau sind. „Die 110 kV-Hochspannung, die über erdverlegte Hochspannungskabel bei GSI und FAIR ankommt, wird von den Transformatoren auf 20 kV umgewandelt, sodass der Strom bedarfsgerecht bei den Verbrauchern auf unserem Campus ankommt“, sagte Karl-Heinz Trumm, Leiter der Abteilung „Electric Power Systems“ bei FAIR und GSI. FAIR benötigt unter anderem für die Versorgung der leistungsstarken Elektromagnete, der Infrastruktur und für Kühlzwecke eine Leistung von bis zu 90 Megawatt. Die normale Stromversorgung des FAIR-Geländes wird über die Umspannanlage Süd sichergestellt. Für die Energieversorgung der Ringbeschleuniger SIS18 und SIS100 wird die Umspannanlage Nord gebaut, da aufgrund der besonderen Betriebsweise der normalleitenden und supraleitenden Magnete extreme Anforderungen an die Qualität der Stromversorgung bestehen. Die Inbetriebnahme der Umspannanlage Nord ist für Dezember 2017 geplant, die

Umspannanlage Süd soll im Frühjahr 2018 an das Netz gehen. ■



Über Schienen werden die Trafos an ihre Position gebracht. Gezogen werden die Trafos nur mit Seilzügen und Muskelkraft.

Beschleuniger- und Detektorspezialisten tagen bei FAIR und GSI

Zur dritten Jahrestagung „Matter and Technologies (MT)“ trafen sich im Februar 2017 rund 180 Wissenschaftler aus ganz Deutschland bei GSI und FAIR. Das Programm „Matter and Technologies“ wurde durch die Helmholtz-Gemeinschaft etabliert, um die zentrale Rolle der Technologieentwicklung für Beschleuniger und Detektoren zu betonen, zu stärken und deren Entwicklung in einem Programm zusammenzuführen. Große

Forschungsinfrastrukturen wie Beschleuniger, Strahlungsquellen und Detektoren ermöglichen es Wissenschaftlern des Forschungsbereichs „Materie“, grundlegenden Fragen der Naturwissenschaft zum Ursprung und zur Beschaffenheit von Materie nachzugehen.

Die Vernetzung zwischen den Helmholtzzentren untereinander sowie zwischen Zentren und Universitäten ist dabei ein

zentrales Anliegen des Programms und stand auch im Mittelpunkt der Tagung in Darmstadt, die neben dem Workshop unter anderem Gelegenheit zu Themenmeetings und eine Postersession bot. Inhaltlich ist das „Matter-and-

Technologies“-Programm in Forschung an Beschleunigertechnologien (Accelerator Research and Development, ARD) und Forschung an Detektortechnologien (Detector Technologies and Systems, DTS) gegliedert. Ein wichtiger Effekt ist, dass diese Entwicklungen häufig auch zu Spinoffs in anderen Bereichen führen. Bei den Detektortechnologien ist dies beispielsweise in der Medizin oder der satellitengestützten Astrophysik der Fall.

Durch den wissenschaftlichen Nachwuchs, der mit dem Programm verbunden ist, wurde im Rahmen der Jahrestagung in Darmstadt zusätzlich das dritte „MT student retreat“ organisiert. Dieses Treffen der Doktoranden gibt jungen Forschern Gelegenheit, sich kennenzulernen und sich über ihre Ideen und Lösungsansätze auszutauschen. Mehr als 40 Teilnehmer waren dabei, um einen Eindruck von der Vielfalt der Arbeitsfelder im Programm „Matter and Technologies“ zu erhalten. ■



Teilnehmende der Jahrestagung.



Von links: Jörg Blaurock, Technischer Geschäftsführer von FAIR und GSI; Dr. Georg Schütte, Staatssekretär im Bundesministerium für Bildung und Forschung und Vorsitzender von GSI-Aufsichtsrat und FAIR-Council; Ursula Weyrich, Administrative Geschäftsführerin von FAIR und GSI; Professor Dr. Paolo Giubellino, Wissenschaftlicher Geschäftsführer von FAIR und GSI; Professor Dr. Otmar D. Wiestler, Präsident der Helmholtz-Gemeinschaft.

FÜHRUNGSSPITZE KOMPLETT

■ Professor Paolo Giubellino ist neuer Wissenschaftlicher Geschäftsführer von GSI und FAIR

Mit einer Festveranstaltung wurde Professor Paolo Giubellino, der erste gemeinsame Wissenschaftliche Geschäftsführer von GSI und FAIR im März 2017 in das Amt eingeführt. An der Veranstaltung im Wissenschafts- und Kongresszentrum „Darmstadtium“ nahmen zahlreiche Vertreter aus der Politik, den Universitäten und Partner aus den internationalen wissenschaftlichen Kollaborationen teil.

Grußworte sprachen Dr. Georg Schütte, Staatssekretär im Bundesministerium für Bildung und Forschung und Vorsitzender von GSI-Aufsichtsrat und FAIR-Council, sowie Professor Otmar D. Wiestler, Präsident der Helmholtz-Gemeinschaft. Grüße überbrachten auch Dr. Rolf Bernhardt, Ministerialdirektor im Hessischen Ministerium für Wissenschaft und Kunst, außerdem der Darmstädter Oberbürgermeister Jochen Partsch und Professorin Angela Bracco, die Vorsitzende des „Nuclear Physics European Collaboration Committee (NuPECC)“, eines Expertenkomitees der Europäischen Wissenschaftsstiftung ESF (European Science Foundation).

Der 57 Jahre alte italienische Physiker Paolo Giubellino tritt als Wissenschaftlicher Geschäftsführer die

Nachfolge von Professor Boris Sharkov bei FAIR und von Professor Karlheinz Langanke bei GSI an. Damit ist die gemeinsame Führungsspitze von GSI und FAIR komplett. Auch der neue Wissenschaftliche Geschäftsführer übernimmt seine Aufgaben in Personalunion für GSI und FAIR wie zuvor bereits die Administrative Geschäftsführerin Ursula Weyrich seit Ende 2014 und der Technische Geschäftsführer Jörg Blaurock seit Anfang 2016. Der GSI-Aufsichtsrat und die FAIR-Gesellschafterversammlung hatten die Personalentscheidung für Paolo Giubellino im September 2016 bekannt gegeben, im Januar 2017 hat er sein Amt angetreten.

Dr. Georg Schütte, Staatssekretär im Bundesministerium für Bildung und Forschung und Vorsitzender des GSI-Aufsichtsrats und des FAIR-Council, sagte: „Mit der Übernahme der Wissenschaftlichen Geschäftsführung durch Paolo Giubellino ist die gemeinsame Führungsspitze von GSI und FAIR komplett. Mit Paolo Giubellino ist gewährleistet, dass zukünftig exzellente Forschung an FAIR betrieben werden kann. Die Basis dafür wird bei GSI mit den derzeitigen Forschungsarbeiten gelegt. Ich wünsche den drei

Geschäftsführern Paolo Giubellino, Ursula Weyrich und Jörg Blaurock viel Erfolg bei der herausfordernden Aufgabe, FAIR in dem mit den internationalen Partnern vereinbarten Rahmen zu verwirklichen.“

In seinem Festvortrag gab Paolo Giubellino einen Ausblick in die Zukunft. Und er ist begeistert von seiner neuen Arbeitsstätte: „Das Forschungspotenzial ist einmalig. An FAIR wird eine nie dagewesene Vielfalt an Experimenten möglich sein, durch die Physiker aus aller Welt neue Einblicke in den Aufbau der Materie und die Entwicklung des Universums, vom Urknall bis heute, erwarten können. Das FAIR-Projekt garantiert eine zukunftssträchtige Weiterentwicklung nicht nur am Standort Darmstadt, sondern auch für die Grundlagenforschung in ganz Europa und darüber hinaus.“ Auch den wissenschaftlichen Nachwuchs hat der neue Wissenschaftliche Geschäftsführer im Blick: „Wir benötigen schon jetzt viele kluge Köpfe, hochqualifizierte Nachwuchskräfte, die ihr Talent und ihr Knowhow für den Aufbau von FAIR einsetzen.“ Paolo Giubellino versprach: „Ich werde mit ganzem Engagement dazu beitragen, dass wir gemeinsam das große Forschungspotenzial von GSI und FAIR voll ausschöpfen können.“ ■



TAG DER OFFENEN TÜR

■ Nahezu 11 000 Besucherinnen und Besucher bei GSI und FAIR

Forschen und Entdecken für einen Tag. Diese Gelegenheit gab es im Mai beim Tag der offenen Tür von GSI und FAIR. Zum Abschluss der Veranstaltung zogen GSI und FAIR eine sehr positive Bilanz: Nahezu 11 000 Besucherinnen und Besucher kamen auf den Campus in Darmstadt, um Forschungsstätten, Labors und Experimentiereinrichtungen zu besichtigen. Acht Stunden hatten GSI und FAIR die Pforten für die Gäste geöffnet, tausende Neugierige, darunter viele Familien, nutzten dieses sehr gut organisierte Ereignis, um einen Blick hinter die Kulissen einer der führenden Beschleunigereinrichtungen für die physikalische Grundlagenforschung zu werfen.

Die Besucherinnen und Besucher erwartete ein äußerst abwechslungsreiches Programm: An mehr als 30 Stationen und auf fünf Rundgängen konnten sie einen erlebnisreichen Einblick in die Arbeit rund um die Forschung mit Ionenstrahlen erhalten. Die Begeisterung der großen und kleinen Besucherinnen und Besucher für internationale Spitzenforschung und spannende Wissenschaftsexperimente war groß, an zahlreichen Stationen herrschte starker Andrang, sei es am Therapieplatz für die in Darmstadt entwickelte Krebstherapie mit Ionen oder dem 120 Meter langen Linearbeschleuniger, vor dem FAIR-Forum mit Infos rund um das neue Beschleunigerzentrum oder dem beeindruckend in Szene gesetzten Großdetektor HADES.

Für den Tag der offenen Tür unter dem Motto „Das Universum im Labor“ hatten die Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter von GSI und FAIR den Forschungsbetrieb ganz speziell vorbereitet, um so viele Themen wie möglich für die Besucher greifbar zu machen. Über 400 freiwillige Helferinnen und Helfer waren im Einsatz. Sie standen bereit, um den Gästen einen interessanten und informativen Tag zu ermöglichen, beantworteten unermüdlich Fragen und unterstützten beim Erkunden des Geländes. Auch für das leibliche Wohl war auf dem Campus bestens gesorgt.

Die GSI- und FAIR-Geschäftsführung zeigte sich außerordentlich zufrieden mit der Veranstaltung. Die Administrative Geschäftsführerin Ursula Weyrich betonte: „Wir freuen uns sehr über das große Interesse der Gäste an unserer Arbeit. Der Tag hat deutlich gemacht, dass Forschung nicht nur aus faszinierender Technik besteht, sondern auch von engagierten und begeisterten Mitarbeiterinnen und Mitarbeitern lebt.“ Der Wissenschaftliche Geschäftsführer Professor Paolo Giubellino unterstrich zudem: „Es ist uns gelungen, Begeisterung und Neugier für die Wissenschaft



Großer Andrang auf dem Campus von GSI und FAIR.

zu wecken. Sehr erfreulich ist auch, dass viele junge Menschen gekommen sind. Wissenschaft benötigt interessierten Nachwuchs und viele kluge Köpfe, die ihr Talent für die Forschung einsetzen.“ Der Technische Geschäftsführer Jörg Blaurock wertete die Veranstaltung ebenfalls als großen Erfolg: „Unser Tag der offenen Tür hat sehr viele Besucherinnen und Besucher angezogen und damit verdeutlicht, welche Faszination das Thema Forschung auf die Menschen in der Region ausübt. Wir konnten außerdem im direkten Dialog zeigen, was unser weltweit einmaliges FAIR-Projekt ausmacht, das eine zukunftssträchtige Weiterentwicklung am Standort Darmstadt garantiert.“

Auch der Oberbürgermeister der Wissenschaftsstadt Darmstadt, Jochen Partsch, war beim Tag der offenen Tür zu Besuch und eröffnete gemeinsam mit der GSI- und FAIR-Geschäftsführung die Veranstaltung. Oberbürgermeister Partsch sagte: „Ich freue mich außerordentlich, dass die GSI im Jubiläumsjahr „20 Jahre Wissenschaftsstadt“ wieder ihre Türen für Darmstädter Bürgerinnen und Bürger geöffnet hat. Es war eine einmalige Gelegenheit, Spitzenforschung direkt vor der Haustür kennenzulernen. Dass so viele Menschen diese Möglichkeit genutzt haben, zeigt, wie tief verbunden die Darmstädterinnen und



Spannende Einblicke und ein breites Informationsangebot gab es für die Besucherinnen und Besucher auf dem gesamten Campus, beispielsweise im Detektor HADES.

Darmstädter mit der Wissenschaftsstadt sind und wie spannend es ist, die GSI selbst zu ‚erforschen‘. Wir leben in einer Stadt, nach der ein chemisches Element benannt ist, das bei der GSI entdeckt wurde. Hier wurden bahnbrechende Erfolge in der Krebstherapie erzielt und derzeit wird mit dem FAIR-Projekt ein weiterer Teilchenbeschleuniger gebaut,

der weltweit einen neuen Standard setzen wird. Exzellente Forschung findet also nicht irgendwo im Elfenbeinturm statt, sie wird durch einen Tag der offenen Tür für Jedermann erlebbar. Vergessen sollte man dabei nicht, dass sie neben neuen Erkenntnissen auch wichtige Arbeitsplätze schafft und das Leben in unserer Stadt prägt.“ ■



Besuch aus dem Weltall – der Kostümclub „501 German Garrison“ trat am Veranstaltungstag in Kostümen aus der Star-Wars-Saga auf.



Zahlreiche Experimentiermöglichkeiten luden Groß und Klein zum Mitmachen und Ausprobieren ein.

Rund 300 Kernphysiker tagen in Darmstadt: GSI und FAIR spielen herausragende Rolle

Rund 300 Kernphysiker aus der ganzen Welt trafen sich in Darmstadt zu einer internationalen Tagung des „Nuclear Physics European Collaboration Committee (NuPECC)“, einem Expertenkomitee der Europäischen Wissenschaftsstiftung ESF (European Science Foundation). Die dreitägige Veranstaltung, das sogenannte „Town Meeting“, wurde von GSI organisiert. Bei der Zusammenkunft wurden langfristige Weichen für die künftige europäische Kernphysik gestellt und der „Long Range Plan“ verabschiedet, ein entscheidender Meilenstein für das nächste Jahrzehnt.

Im „Long Range Plan“ werden regelmäßig die Perspektiven und Ausblicke der europäischen Kernphysik-Community für die nächsten zehn Jahre und darüber hinaus festgeschrieben. Sie werden den europäischen und nationalen Einrichtungen zur Förderung der Wissenschaft als Planungsvorschlag vorgelegt. „Der ‚Long Range Plan‘ gibt der Community die Möglichkeit zu formulieren, wie sich Europa aufstellen sollte, um global führend und auch weiterhin wettbewerbsfähig im internationalen Kontext zu sein“, erläuterte die NuPECC-Vorsitzende Professorin Angela Bracco. „GSI und das künftige Beschleunigerzentrum FAIR spielen dabei eine herausragende Rolle.“ Die neuen Forschungsmöglich-



Teilnehmer der NuPECC-Tagung in Darmstadt.

keiten am Standort Darmstadt seien einmalig und ließen bahnbrechende neue Erkenntnisse für die Kernforschung erwarten.

Auch Professor Paolo Giubellino, Wissenschaftlicher Geschäftsführer von GSI und FAIR, berichtete beim „Town Meeting“ über das FAIR-Projekt und unterstrich die herausragende Rolle, die der Standort Darmstadt und FAIR/GSI im Wissenschaftsfeld spielen. „Das FAIR-Projekt baut auf der Exzellenz der GSI auf und garantiert eine zukunftssträchtige Weiterentwicklung mit herausragen-

den Experimentiermöglichkeiten in der europäischen Forschungslandschaft.“

Der NuPECC gehören Mitglieder aus mehr als 20 europäischen Ländern an. Sie vertreten die europäische Kernphysik-Community sowie wichtige Forschungszentren und Förderagenturen. Aufgabe des renommierten Expertenkomitees ist es unter anderem, Ratschläge und Empfehlungen für die Europäische Wissenschaftsstiftung und weitere Gremien zu geben und die Aktivitäten der Kern- und Hadronenphysik in Europa zu koordinieren. ■

FAIR und NICA: Testanlage für supraleitende Beschleunigermagnete geht in Russland in Betrieb

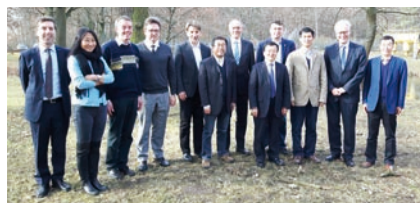


Einweihungszeremonie in Dubna.

Eine Anlage zum Testen supraleitender Magnete für die beiden künftigen Beschleunigerzentren FAIR und NICA (Nucleon-based Ion Collider Facility) ist mit einer feierlichen Einweihung in Dubna, Russland, in Betrieb genommen worden.

NICA entsteht derzeit in Dubna am Joint Institute for Nuclear Research (JINR). Eine Delegation des FAIR-Projektes schaltete die Anlage gemeinsam mit der Leitung des NICA-Projektes ein. Die Kosten für den Aufbau der Testanlage wurden zwischen JINR und GSI geteilt. Jeweils drei Anschlüsse dieser Anlage sind vorgesehen, um auf der einen Seite die Serie der Booster- und Collider-Magnete für NICA und auf der anderen Seite die Serie der Quadrupoleinheiten für den FAIR-Beschleunigerring SIS100 bei tiefsten Temperaturen zu testen. Zum Bau der Anlage haben auch deutsche Firmen mit wesentlichen Komponenten beigetragen. ■

Chinesische Delegation bei FAIR und GSI



Zukunftsperspektiven standen im Mittelpunkt des Besuchs einer Delegation der Chinesischen Akademie der Wissenschaften (CAS) bei FAIR und GSI. Der wissenschaftliche Austausch begann vor 40 Jahren, mittlerweile hat sich die Kooperation auf vielen Forschungsfeldern von der Hadronen-, Kern- und Atomphysik bis zur Beschleunigerphysik sehr erfolgreich entwickelt und weiter intensiviert. ■

Thailändische Prinzessin besucht GSI und FAIR



Vertreter von GSI/FAIR und von thailändischen Forschungseinrichtungen unterzeichneten ein Memorandum of Understanding im Beisein Ihrer Königlichen Hoheit Maha Chakri Sirindhorn (5. v. l.).

Hoher Besuch aus Thailand: Ihre Königliche Hoheit Prinzessin Maha Chakri Sirindhorn von Thailand war vor kurzem zu Gast bei GSI und FAIR in Darmstadt. Die Prinzessin informierte sich über aktuelle Forschungen, Infrastrukturen und das künftige Beschleunigerzentrum FAIR. Zur Förderung der wissenschaftlichen und technologischen Kooperationen zwischen den Forschungseinrichtungen in beiden Ländern wurde außerdem anlässlich des Besuchs aus Thailand als Grundsatzerklärung ein „Memorandum of Understanding (MoU)“ unterzeichnet.

Die Prinzessin und die thailändische Delegation, der Vertreter aus Wissenschaft und Diplomatie angehörten, wurden vom GSI- und FAIR-Management empfangen. Nach einer Präsentation über GSI und FAIR stand eine Besichtigung auf dem GSI-Campus und der FAIR-Baustelle auf dem Programm. Stationen waren der Green IT Cube, eines der modernsten und effizientesten Höchstleistungs-Rechenzentren der Welt, der Großdetektor HADES und der Therapieplatz für die bei GSI entwickelte Krebstherapie mit Ionen. Danach informierten sich Prinzessin Maha Chakri Sirindhorn und die

thailändische Delegation über das internationale FAIR-Projekt, eines der größten Bauvorhaben für die Forschung weltweit, und besichtigten die laufenden Arbeiten auf dem 20 Hektar großen Bauareal.

Zum Abschluss des Besuchs wurde ein „Memorandum of Understanding“ unterzeichnet, das eine Kooperation zwischen fünf thailändischen Universitäten und wissenschaftlichen Einrichtungen sowie GSI und FAIR vorsieht. Festgehalten wurden unter anderem Möglichkeiten zur Zusammenarbeit und zum Wissensaustausch, etwa gemeinsame Seminare, Symposien und Wissenschaftstreffen, aber auch die Förderung der Kooperation durch gemeinsame Forschungsprojekte und Austauschaktivitäten von Professoren und Wissenschaftlern, vor allem Nachwuchsforschern, Postdocs und Studenten.

Prinzessin Maha Chakri Sirindhorn engagiert sich im Königreich Thailand und weltweit für humanitäre Zwecke und die Verbesserung der Bildung. Sie gilt nicht nur in ihrer Heimat als sehr wissenschafts- und technologieinteressiert. Auch international hat sie für ihr Engagement und ihre Beiträge zu den Beziehungen zwischen den Nationen bereits zahlreiche Auszeichnungen erhalten. ■

40 Jahre Zusammenarbeit mit dem Institute of Modern Physics in China

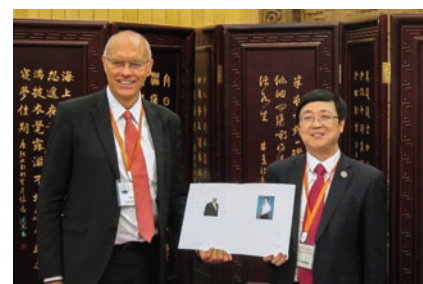
Die Kollaboration zwischen GSI und dem Institute of Modern Physics (IMP) in Lanzhou, China, feiert dieses Jahr ihr 40-jähriges Bestehen. Zu diesem Anlass fand im September 2017 eine Festveranstaltung in Beijing, China, statt, auf die ein Workshop über Speicherringphysik und Beschleunigertechnologie folgte. Redner bei dem Festakt waren sowohl der Leiter des IMP, Professor Guoqing Xiao, als auch der Wissenschaftliche Geschäftsführer von GSI und FAIR, Professor Paolo Giubellino.

Die Zusammenarbeit zwischen GSI und chinesischen Forschungseinrichtungen kann auf eine lange Tradition zurückblicken. Sie begann mit persön-

lichen Kontakten zwischen GSI- und IMP-Forschern in den 70er Jahren. Ein regelmäßiges Austauschprogramm wurde ins Leben gerufen, das Aufenthalte von chinesischen Forschern bei GSI und von GSI-Forschern in Lanzhou ermöglichte und bis heute existiert. Der wissenschaftliche Austausch und die Zusammenarbeit mit China sind seitdem in vielen weiteren Gebieten gewachsen, von Hadronen-, Kern- und Atomphysik über Plasmaphysik, Strahlenbiologie und Strahlenschutz bis hin zu Beschleunigerphysik und Vakuumtechnik.

Die Weichen für die Fortsetzung der fruchtbaren Kollaborationen sind bereits gestellt. Im Frühjahr 2017 wurde die Zu-

sammenarbeitsvereinbarung zwischen IMP und GSI um weitere fünf Jahre verlängert und um die FAIR GmbH als weiteren Partner erweitert. ■



Der Leiter des IMP, Professor Guoqing Xiao (l.), und der Wissenschaftliche Geschäftsführer von GSI und FAIR, Professor Paolo Giubellino, feierten in Beijing die langjährige Zusammenarbeit.

■ Fördermittel für Forschung zur Quantendynamik



Der Speicherring ESR bei GSI.

Die FAIR-Anlage, die derzeit bei GSI entsteht, wird herausragende Experimentiermöglichkeiten erschließen, die bereits jetzt auf breites Interesse in der Forschungslandschaft stoßen. Das Erkenntnispotenzial der geplanten FAIR-Beschleunigeranlage ist enorm. Das sieht auch die Deutsche Forschungsgesellschaft (DFG) so, die nun Fördermittel von rund 168 000 Euro für die deutsche Seite zur Unterstützung eines Forschungsprojektes bewilligt hat, das die Aktivitäten zweier weltweit renommierter Forschergruppen aus Deutschland und Russland kombiniert und die künftige Forschung an FAIR und GSI im Fokus hat. Eine äquivalente Förderung des russischen Partners erfolgt auf russischer Seite.

Mit dem Geld soll unter anderem eine Postdoktoranden-Stelle über zwei Jahre

finanziert werden, die sich um Forschung im Bereich Theorie/Experimente bei FAIR und GSI dreht, vor allem am Lasersystem PHELIX und am Speicherring CRYRING, dem ersten Ionenspeicherring für FAIR, sowie am Experimentier-Speicherring ESR. Konkret geht es um das Thema „Voraussetzungen für Untersuchungen der relativistischen Quantendynamik in Experimenten an den FAIR- und GSI-Forschungsanlagen“. Der Vorschlag für die DFG-Förderung geht auf einen gemeinsamen deutsch-russischen Antrag zurück, den Professor Dr. Thomas Stöhlker, Abteilungsleiter der GSI-Atomphysik, Leiter des Helmholtz-Instituts Jena und Lehrstuhlinhaber an der Friedrich-Schiller-Universität Jena, Institut für Optik und Quantenelektronik, sowie Professor Dr. Vladimir Shabaev, Leiter der Abteilung Quantenmechanik der Staatlichen

Universität St. Petersburg, gestellt haben. Zudem sind in das Projekt Mitarbeiter der GSI-Atomphysik, Dr. Angela Bräuning-Demian und Dr. Alexandre Gumberidze, maßgeblich eingebunden.

Schwerionenkollisionen spielen eine wichtige Rolle bei der Untersuchung relativistischer Quantendynamik von Elektronen in sehr starken elektromagnetischen Feldern. Die Realisierung des FAIR-Projekts eröffnet neue Möglichkeiten bei der Untersuchung von Kollisionen von schwersten Ionen und Atomen bei niedrigen Energien. Experimentelle Untersuchungen dazu sind bei FAIR und GSI geplant, und dazu korrespondierende theoretische Untersuchungen sind zwingend erforderlich. „Hier setzt unser Forschungsprojekt an und kommt deshalb genau zur rechten Zeit“, unterstreichen Stöhlker und Shabaev und betonen die Bedeutung der Arbeit für das Verständnis weiterer experimenteller Ergebnisse bei FAIR/GSI.

Die Kollaboration zwischen den Gruppen ist ebenfalls ein wichtiger Punkt: Die anfallenden Kosten der russischen Gruppe werden von Russland abgedeckt, die der deutschen Gruppe von Deutschland. „Das ist ein sehr effektiver Weg, um die internationale Zusammenarbeit zwischen den Gruppen zu fördern“, sagen Stöhlker und Shabaev. ■

■ Internationale Masterclass 2017 bei FAIR und GSI – Den Teilchen auf der Spur

Im März 2017 fand zum siebten Mal die International Masterclass bei FAIR und GSI statt. 14 Oberstufenschülerinnen

und -schüler waren eingeladen, für einen Tag in die Rolle des Wissenschaftlers zu schlüpfen und Daten des ALICE-Experiments



Die Teilnehmer der International Masterclass 2017 vor einem Modell des ALICE-Detektors.

periments am Beschleuniger LHC am CERN in Genf zu analysieren. GSI hat von Anfang an eine führende Rolle beim Bau und beim wissenschaftlichen Programm von ALICE gespielt. Die Jugendlichen waren aufgerufen,

Daten des ALICE-Experiments auszuwerten und zu interpretieren. Unter fachgerechter Anleitung von Wissenschaftlern analysierten sie eigenhändig aktuelle Daten, die in Proton-Proton-Kollisionen und in Kollisionen von Blei-Atomkernen aufgenommen wurden. Bei den Blei-Kollisionen entsteht für sehr kurze Zeit ein sogenanntes Quark-Gluon-Plasma – ein Materiezustand, der im Universum kurz nach dem Urknall vorhanden war. Dieses Plasma wandelt sich in Bruchteilen von Sekunden wieder in normale Materie um. Die dabei produzierten Teilchen geben Aufschluss über die Eigenschaften des Quark-Gluon-Plasmas. ■

Zusammenarbeit von CNAO und GSI



Behandlungsplatz am CNAO.

Das nationale Schwerionentherapiezentrum Italien „Centro Nazionale di Adroterapia Oncologica“ (CNAO) und GSI haben einen Vertrag unterzeichnet, um die Technologie der Krebstherapie mit Schwerionen weiterzuentwickeln. Die Kooperation sieht vor, dass GSI das am CNAO etablierte Kontrollsystem für Ionenstrahltherapie übernimmt und in Darmstadt weiterentwickelt.

Die Krebstherapie mit Schwerionen ermöglicht eine effektive Tumorbestrahlung und schont gleichzeitig gesundes Gewebe. Am CNAO in Italien steht diese Therapieform zur Verfügung; dabei kommt die bei GSI entwickelte Raster-scan-Methode zum Einsatz. Um diese Methode weiterzuentwickeln, wird bei GSI nun das Bestrahlungskontrollsystem von CNAO aufgebaut. „Das Kontrollsystem, das am CNAO entwickelt wurde, hat für uns den Vorteil, dass es sehr flexibel und einfach zu warten ist, da es vor allem aus modernen Industriekomponenten besteht“, erklärt Michael Scholz, Leiter der GSI-Biophysik. „Damit können die bei GSI geplanten Weiterentwicklungen schnell umgesetzt werden.“

Dabei geht es vor allem um eine Verkürzung der Bestrahlungszeit und die Integration von Techniken zur Bewegungskompensation. Diese ermöglichen die präzisere Behandlung von Tumoren, die sich durch die Atmung bewegen. Der Transfer dieser Entwicklungen in eine klinische Umgebung wird durch die langjährige, enge Kollaboration mit CNAO auch auf anderen Arbeitsgebieten wie Beschleunigerbau und Strahldiagnose sehr erleichtert. ■

Schülerinnen erkunden FAIR und GSI beim Girls'Day



Die Teilnehmerinnen beim Aufziehen von Kohlenstofftargets im Targetlabor.

32 Schülerinnen aus den Klassenstufen 5 bis 10 hatten beim Girls'Day Gelegenheit, die Arbeit bei FAIR und GSI kennenzulernen. Sie nutzten den Zukunftstag für Mädchen, um einen Einblick in die vielfältigen Tätigkeiten in einer internationalen Forschungseinrichtung zu erhalten, vor allem in Berufe, in denen Frauen bisher eher selten vertreten sind.

Der Girls'Day begann für die Teilnehmerinnen mit einer Begrüßung durch die Administrative Geschäftsführerin von FAIR und GSI, Ursula Weyrich. Danach folgte ein Rundgang durch die Beschleuniger- und Experimentieranlagen auf dem Forschungscampus, der neugierig machte und viele Fragen weckte: Wie groß sind Atome? Kann man sie eigentlich sehen? Wie ist ein Detektor aufgebaut?

Anschließend konnten die Schülerinnen in Werkstätten, Technologielaboren und Forschungsabteilungen ganz praktische Erfahrungen in unterschiedlichen technischen und wissenschaftlichen Arbeitsgebieten sammeln. Zahlreiche Abteilungen hatten sich mit einem speziellen Programm auf den Besuch der Mädchen vorbereitet und kümmerten sich intensiv um die

jungen Besucherinnen. So durften die Schülerinnen beispielsweise selbst fräsen, löten und programmieren. Auch ein Rundgang auf dem Baufeld, wo die weltweit einzigartige Teilchenbeschleuniger-Anlage FAIR entstehen wird, gehörte dazu.

Am Ende blickten die Mädchen auf einen spannenden Tag zurück und konnten sich zudem über viele praktische Ergebnisse freuen. So hatten sie beispielsweise Stifthalter und Buttons zum Anstecken selbst gefräst, Targets hergestellt, die hauchdünnen Folien, die als Zielscheiben für Experimente dienen, eine Platine mit Leuchtdioden versehen und angeschlossen und eine eigene Internetseite erstellt. Ein Höhepunkt des Tages war auch das mit flüssigem Stickstoff selbst gemachte Speiseeis.

Der Girls'Day ist ein bundesweiter Aktionstag. Unternehmen, Betriebe und Hochschulen in ganz Deutschland öffnen an diesem Tag ihre Türen für Schülerinnen ab der 5. Klasse. Die Mädchen lernen dort Ausbildungsberufe und Studiengänge in IT, Handwerk, Naturwissenschaften und Technik kennen, in denen Frauen bisher eher selten tätig sind. ■

GET_INVolved-Programm:

Start der bilateralen Kooperation zwischen dem indischen IIT Ropar-Institut und FAIR/GSI

Eine Delegation des indischen Instituts für Technologie (IIT) Ropar war vor Kurzem bei FAIR und GSI zu Gast. Die Delegation von IIT Ropar umfasste Wissenschaftler und Wissenschaftlerinnen, Dozenten und Dozentinnen sowie Mitglieder internationaler Angelegenheiten. Die Delegation wurde von der NUSTAR-Kollaboration zunächst herzlich bei FAIR und GSI begrüßt. Es folgte ein Gespräch am Runden Tisch mit dem Wissenschaftlichen Geschäftsführer Professor Paolo Giubellino und dem Forschungsdirektor Professor Karlheinz Langanke sowie Leiterinnen und Leitern verschiedener Abteilungen bei FAIR und GSI.

Professor Giubellino informierte die Delegation über das aktuelle und zukünftige Forschungsprogramm von FAIR und GSI und die Möglichkeiten, mit denen beide Parteien ihre Zusammenarbeit mit der NUSTAR-Kollaboration verstärken und durch die Teilnahme am GET_INVolved-Programm erweitern können. Professor Munjal betont im Auftrag der IIT Ropar-Delegation das Interesse an der aktiven Ausbildung junger Studien-



Die Delegation des IIT Ropar besucht den FAIR/GSI-Campus.

ten und Forscher des IIT Ropar sowie an einem Austausch der wissenschaftlichen Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter beider Institute zur Stärkung der Beziehungen. Des Weiteren hatte die Delegation auch eine aktive Sitzung mit der Leitung verschiedener Forschungssäulen. Die Delegation äußerte ihr großes Interesse an der Ausarbeitung eines "Memorandum of Understanding" für gemeinsame Kooperationsbereiche und einer speziellen Vereinbarung über die Ausbildung und das Austauschprogramm von Forschungspersonal.

IIT Ropar ist ein hochentwickeltes technisches Institut im Nordwesten Indiens im Bundesstaat Punjab (rund 300 Kilometer nördlich von Neu-Delhi). IIT Ropar ist bereits Mitglied der NUSTAR-Kollaboration mit mehreren Forschenden und Studierenden, die aktiv an der Optimierung und Entwicklung von Gamma-Kameras arbeiten (eine patentierte Technologie, die bei GSI hergestellt und entwickelt wurde). Das Institut ist auch an der Prüfung der Komponenten für den DEGAS-Detektor (NUSTAR) bei IIT Ropar beteiligt. ■

Delegation aus San Antonio zu Besuch bei GSI und FAIR

Die aktuelle Forschung und die zukünftigen Entwicklungen bei GSI und bei FAIR standen im Mittelpunkt des Besuchs einer Delegation aus Darmstadts neuer Partnerstadt San Antonio in Te-

xas. Zum Programm der hochrangigen Delegation aus der US-amerikanischen Metropole, die anlässlich der offiziellen Verschwisterung der beiden Städte in Darmstadt zu Gast war, gehörte nach

der Begrüßung durch Professor Karlheinz Langanke, Forschungsdirektor von GSI und FAIR, eine Besichtigung der Forschungsanlagen auf dem Campus. Außerdem hatten die Gäste Gelegenheit, sich über den aktuellen Stand des weltweit einmaligen Beschleunigerzentrums FAIR, das derzeit bei GSI entsteht, zu informieren.

Zu den Mitgliedern der Delegation, die GSI und FAIR besuchte, gehörten unter anderem Repräsentanten der politischen Gremien der Stadt San Antonio, der dortigen Wissenschaftseinrichtungen und der Handelskammer sowie Vertreter der Stadt Darmstadt. Hightech, Forschung und Entwicklung waren Leitthemen des Programms für die amerikanischen Gäste während ihres mehrtägigen Aufenthalts in Darmstadt. ■



Die Besucher aus San Antonio informierten sich auf einem Rundgang über FAIR und GSI.



INTERVIEW

Alexander Bayer (18) kommt aus Aalen und besucht die 11. Klasse. Über seine Teilnahme bei „Jugend forscht“ hat er ein zweiwöchiges Praktikum bei FAIR und GSI in der Abteilung „Ring HF“ erhalten.

Herr Bayer, mit welchem Projekt waren Sie bei „Jugend forscht“ dabei?

Gemeinsam mit meinem Freund Niklas Gutmiedl habe ich einen Roboter gebaut, der einen Blindenhund ersetzen kann. Er kann um Hindernisse navigieren, sich im Straßenverkehr bewegen und erkennt beispielsweise Ampeln und Zebrasteifen. Der Blinde kann den Roboter wie einen Hund an einem Griff führen. Der Roboter kann durch akustische Signale oder Vibration im Griff vor Hindernissen warnen und den Benutzer dirigieren. An meiner Schule gab es zwei Personen mit Sehbehinderungen. So haben wir Kontakt mit der Problematik bekommen. Blindenhunde sind teuer und oft schwer zu bekommen. Wir dachten uns, es müsste eine elektronische Alternative geben.

Wie genau funktioniert der Roboter?

Wir haben ihn auf einen Basketball montiert. Daran sind dann Motoren für die Bewegung angebracht. Er sieht so ähnlich aus wie BB-8, der kleine Kugelroboter aus dem Star-Wars-Film. Der einzelne Ball erlaubt es, auch kleinere Hindernisse wie Türschwellen zu überwinden. Das wäre mit Rädern schwierig geworden. Oben drauf ist eine 3D-Kamera. Dafür haben wir einfach ein Kinect-System von der Xbox genommen. Und ein Raspberry-Pi-Computer macht die Datenverarbeitung. Für die Software, beispielsweise bei der Bildverarbeitung, haben wir zum Teil fertige Pakete genutzt, aber auch viel selbst programmiert. Durch die Verwendung von solchen Standardkomponenten ist das System relativ kostengünstig.

Wie haben die Menschen mit Sehbehinderungen auf den Roboter reagiert?

Wir haben das System von mehreren Personen mit Sehbehinderungen testen lassen. Sie haben uns gute Tipps gegeben, wie man den Roboter noch verbessern kann. Beispielsweise könnte man ihn durch ein Bluetooth-Headset ergänzen, mit dem der Blinde besser mit dem Gerät kommunizieren kann. Insgesamt waren die Tester aber sehr zufrieden. Deshalb haben wir eine Patentanmeldung laufen und suchen nach Investoren. Auch

mit den Krankenkassen wollen wir demnächst in Kontakt treten, ob sie die Kosten übernehmen würden.

Was machen Sie gerade in Ihrem Praktikum bei GSI und FAIR?

Ich arbeite in der Abteilung „Ring HF“ mit. Sie kümmert sich um die Bereitstellung der Hochfrequenz an den Ringbeschleunigeranlagen. Bisher konnte ich mir einige Teile der Anlage anschauen, beispielsweise den Speicherring CRYRING. Es war beeindruckend, einen Beschleuniger aus der Nähe in Augenschein nehmen zu können. Zu dem Praktikum gehört auch, dass ich ein Theremin baue. Das ist ein elektronisches Musikinstrument. Dafür habe ich schon ein Gehäuse fertiggestellt, Spulen gewickelt und löte gerade noch einige Platinen.

Sie arbeiten während des Praktikums acht Stunden am Tag. Ist das anstrengender als Schule?

Es ist nicht anstrengender, sondern anders. Die Arbeit hier ist viel praktischer. Das ist abwechslungsreich und macht Spaß. Ich habe schon einiges Neues gelernt, etwa wie sorgfältig man beim Spulenwickeln arbeiten muss. Der Schulalltag besteht hauptsächlich aus Sitzen und Zuhören. Aber unsere Schule hat auch einiges zu bieten. Es gibt neue Räume für die naturwissenschaftlichen Fächer und sogar einen 3D-Drucker. Damit haben wir auch schon Teile für den Roboter produziert.

Was machen Sie gerne in der Freizeit?

Hier in Darmstadt war ich schon ein paar Mal Schwimmen oder Laufen. Aber meine Hobbys sind hauptsächlich Physik, Elektrotechnik und Elektronik, damit beschäftige ich mich auch zuhause viel. Der Roboter muss noch weiterentwickelt werden, daran arbeite ich natürlich. Ich möchte auch beruflich auf jeden Fall mal in diese Richtung gehen. Momentan denke ich, dass ein Elektrotechnik-Studium für mich das richtige wäre.



Mit Elektronik, hier am FAIR-Speicherring CRYRING, kennt sich Alexander Bayer bestens aus.

Visualisierung einer Neutronensternverschmelzung.

VORHERSAGEN BESTÄTIGT

■ Schwere Elemente bei Neutronensternverschmelzungen nachgewiesen

Zentrale Vorhersagen von GSI-Wissenschaftlern zur Entstehung schwerer Elemente wie Gold und Platin im Universum sind nun astrophysikalisch beobachtet worden. Erstmals konnten Gravitationswellen von verschmelzenden Neutronensternen nachgewiesen werden. Damit rückt auch das künftige Beschleunigerzentrum FAIR noch stärker in den wissenschaftlichen Fokus, da dort Bedingungen für weitere Forschungen rund um Neutronensterne simuliert werden können.

Am 16. Oktober hat ein internationales Team von Wissenschaftlern, darunter Mitglieder der Kollaborationen am Gravitationswellen-Observatorium LIGO in den USA und am Gravitationswellen-Detektor Virgo in Italien sowie mehrerer astronomischer Gruppen, die erstmalige Beobachtung von Gravitations- und elektromagnetischen Wellen einer Neutronensternverschmelzung bekanntgegeben. Es ist spekuliert worden, dass Neutronensternverschmelzungen die bislang unbekannte astrophysikalische Quelle für die schweren Elemente wie Gold, Platin und Uran im Universum sind. Im Jahr 2010 hat eine internationale Kollaboration, geleitet von Gabriel Martínez-Pinedo (GSI Helmholtzzentrum für Schwerionenforschung und Technische Universität Darmstadt) und Brian Metzger (Columbia University) darauf hingewiesen, dass die Synthese von schweren Elementen in einer Neutronensternverschmel-

zung zu Emission eines eindeutigen elektromagnetischen Signals führt.

Das nun beobachtete elektromagnetische Signal zeigt in der Tat das vorhergesagte charakteristische Muster und bestätigt somit, dass die astrophysikalische Quelle der schweren Elemente nun endlich gefunden ist, und eine der elf wichtigsten ungelösten Fragen der Physik, wie sie die US National Academies 2003 formuliert haben, beantwortet wurde. Dieser wissenschaftliche Durchbruch stellt das künftige Beschleunigerzentrum FAIR, das zur Zeit in Darmstadt entsteht, noch stärker in den wissenschaftlichen Fokus, da dort erstmals die kurzlebigen neutronenreichen Kerne, die das elektromagnetische Signal erzeugen, hergestellt und studiert werden können.

Vor 60 Jahren wurden die wesentlichen Prozesse, die zur Entstehung der Elemente im Universum führen, erstmals beschrieben. Seitdem ist es gelungen, die astrophysikalischen Quellen fast aller Prozesse zu identifizieren. Die Ausnahme bildet der sogenannte r-Prozess, der etwa die Hälfte der Elemente schwerer als Eisen produziert. Dieser Prozess verlangt eine extrem hohe Dichte an Neutronen. Unter diesen astrophysikalischen Bedingungen verlaufen Neutroneneinfänge an Kernen schneller als die konkurrierenden Beta-Zerfälle. „Die Identifikationen des astrophysikalischen Orts, an dem die Elemente schwerer als Eisen im Univer-

sum produziert werden, wird als eines der Jahrhundertprobleme der Physik angesehen“, sagt Friedrich-Karl Thielemann, Professor an der Universität Basel und auch Mitglied der GSI-Theorieabteilung, der 1999 die ersten Nukleosyntheserechnungen durchführte, die zeigten, dass ein r-Prozess in dem Material, das bei der Verschmelzung von Neutronensternen emittiert wird, ablaufen kann.

Fast gleichzeitig wurde vorgeschlagen, dass der radioaktive Zerfall des frisch synthetisierten Materials ein elektromagnetisches Signal erzeugen würde. Die erste realistische Vorhersage dieses Signals wurde 2010 von einem internationalen Team unter Leitung von Gabriel Martínez-Pinedo und Brian Metzger gegeben. Dem Team gehörten auch Almudena Arcones (GSI und Technische Universität Darmstadt) und Aleksandra Kelic (GSI) an, wobei letztere zusammen mit dem GSI-Wissenschaftler Karl-Heinz Schmidt wichtige experimentelle Anleitungen gab. Diese Kollaboration sagte vorher, dass die Leuchtstärke der Neutronensternverschmelzung tausend Mal stärker als bei einer Nova sein würde und ihr Maximum nach etwa einem Tag erreichen würde. Das Ereignis wurde deshalb ‚Kilonova‘ getauft. Diese Vorhersage wurde nun durch die Beobachtung des Gegenparts von GW170817 im optischen und infraroten Bereich bestätigt. „Dies ist ein einmaliger Vorgang in der Astrophysik“, sagt Gabriel Martínez-

Pinedo. „Normalerweise beobachten Astronomen ein neues Phänomen, das dann Jahre später von Theoretikern erklärt wird. Hier haben wir ein neuartiges astrophysikalisches Signal ohne vorherige astronomische Hinweise antizipiert, das dann durch die Beobachtung bestätigt wurde.“

Mehrere Beobachtungen deuten darauf hin, dass das beobachtete elektromagnetische Signal durch radioaktive Zerfälle von r-Prozesskernen erzeugt wird. Die Zeitabhängigkeit des Signals entspricht derjenigen, das erwartet wird, wenn die Energie aus dem Zerfall eines großen Ensembles zerfallender Kerne stammt. Ferner zeigt die Farbentwicklung des Signals, dass eine große Zahl von r-Prozesskernen aus leichteren (um die La-

dungszahl $Z=50$) in schwerere Kerne umgewandelt wurden. Es wird geschätzt, dass das Ereignis GW170817 ungefähr 0.06 Solarmassen von r-Prozessmaterial, darunter das Zehnfache der Erdmasse an Gold und Uran, produziert hat.

Die LIGO- und Virgo-Kollaborationen gehen davon aus, dass ab 2019, wenn die Detektoren ihre volle Kapazität erreicht haben, Neutronensternverschmelzungen etwa einmal pro Woche beobachtet werden. Dies wird eine vollständig neue Epoche im Verständnis der Nukleosynthese schwerer Elemente einläuten, die auch zum Verständnis der Beobachtungen hochpräzise kernphysikalische Daten, vor allem von neutronenreichen Kernen, aber auch von den Eigenschaften von Kernmaterie verlangen.

Deshalb ist es sehr vorteilhaft, dass mit FAIR der Beschleunigerkomplex, der benötigt wird, um diese Daten zu beschaffen, bereits in Darmstadt gebaut wird. Erste Resultate werden schon von der im Jahr 2018 durchgeführten FAIR-Phase 0 Experimenten erwartet. Nach seiner Fertigstellung im Jahr 2025 wird FAIR dann sein vollständiges wissenschaftliches Potential entwickeln und weltweit einzigartige Möglichkeiten zur Erzeugung und Studium der schweren r-Prozesskerne bieten. Bis dahin werden die GSI-Theoretiker ihre Forschungen fortführen und ausloten, welches die Schlüsselinformationen zur vollständigen Charakterisierung des elektromagnetischen Signals von Neutronensternverschmelzungen sind und welche Rückschlüsse sie auf die r-Prozess-Nukleosynthese zulassen. ■

Erster Hauptmagnet für den neuen FAIR-Ringbeschleuniger ist angekommen: Beginn der Serienlieferung von 110 Magneten

Der Bau von Komponenten für die neue Teilchenbeschleunigeranlage FAIR macht große Fortschritte. Das Herzstück der künftigen Anlage, der 1,1 Kilometer große Ringbeschleuniger SIS100, ist dabei in technologischer Hinsicht sehr anspruchsvoll. Nun ist ein wichtiger Schritt erfolgt: Der erste Hauptmagnet der Serienproduktion für den neuen Schwerionen-Kreisbeschleuniger ist angeliefert worden. Die Fertigung der tonnenschweren Magnete erfordert hochpräzise mechanische Bearbeitungs- und Analyseverfahren.

Zur Erzeugung des Magnetfelds, das die Strahlen auf eine Kreisbahn zwingt, werden spezielle Elektromagnete verwendet, außerdem wird eine besondere Vakuumkammer eingesetzt. Beide Komponenten werden bei deutschen Herstellern gefertigt: die Dipolmagnete in Würzburg bei der Firma Babcock Noell (BNG), die Vakuumkammer bei der unweit gelegenen Firma PINK in Wertheim. Die Dipolmagnete werden im Betrieb auf minus 270 Grad abgekühlt, um in der zum Einsatz kommenden Magnetspule Supraleitung herzustellen. Supraleitung bedeutet, dass der Strom ohne jeglichen elektrischen Widerstand fließt. Auf diese Weise lassen sich sehr kompakte Magnete bauen, und die elektrische Pulsleistung der Beschleu-

nigeranlage lässt sich begrenzen.

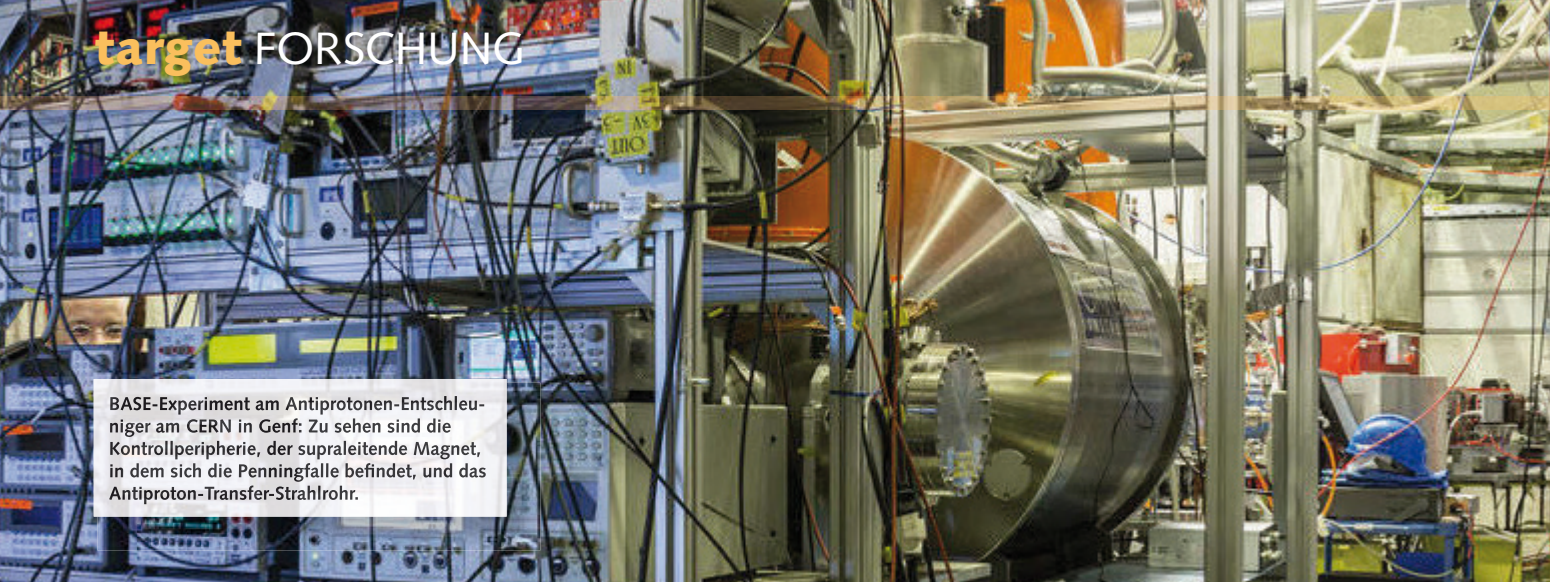
Darüber hinaus ermöglichen die abgekühlten Magnete die Integration einer ebenso kalten Vakuumkammer, in der der Ionenstrahl umläuft. Zur Beschleunigung von intensiven Strahlen schwerer Ionen wird ein Vakuumzustand im Strahlrohr benötigt, der den Bedingungen im Weltraum sehr nahe kommt. Die Vakuumkammer wirkt dabei als Superpumpe, an deren Wand die restlichen Gasteilchen, die durch konventionelle Vakuumpumpen nicht beseitigt werden, ausfrieren.

Die Magnete sind nicht nur hinsichtlich ihrer Supraleitung technologisch anspruchsvoll, sondern auch in Bezug auf die im Inneren zu erreichende mechanische Präzision. Für optimale Ergebnisse ist es nötig, dass die beiden Magnetpole mit einer Genauigkeit von jeweils ± 50 Mikrometer parallel zueinander stehen.



Der erste Dipolmagnet nach Serienfreigabe ist in Darmstadt angekommen.

Die Firma BNG, die den Auftrag zur Herstellung der 110 benötigten Dipolmagnete für das SIS100 bekommen hat, hatte an einem ersten Magnet, dem sogenannten „first of series (FOS)“, demonstrieren können, dass sie über die notwendige Fertigungstechnologie verfügt. Der gelieferte FOS-Dipolmagnet hatte im Testprogramm bei GSI alle spezifizierten Eigenschaften erreicht. Nach dem erfolgreichen Abschluss der Abnahmetests hatte GSI die Freigabe zur Serienproduktion der Magnete erteilt. Die Firma BNG hat hierfür eigens eine neue Montagehalle bezogen. ■



BASE-Experiment am Antiprotonen-Entschleuniger am CERN in Genf: Zu sehen sind die Kontrollperipherie, der supraleitende Magnet, in dem sich die Penningfalle befindet, und das Antiproton-Transfer-Strahlrohr.

MATERIE-RÄTSEL

■ Fundamentale Eigenschaft von Proton und Antiproton identisch

Die Suche geht weiter. Noch immer wurde kein Unterschied zwischen Protonen und Antiprotonen gefunden, der die Existenz von Materie in unserem Universum erklären könnte. Dabei ist es Physikern der BASE-Kollaboration am europäischen Forschungszentrum CERN gelungen, die magnetische Kraft von Antiprotonen mit einer fast unglaublichen Genauigkeit zu messen. Doch auch diese Daten geben keinen Aufschluss darüber, weshalb sich im frühen Universum Materie gebildet hat, denn eigentlich hätten sich Teilchen und Antiteilchen komplett vernichten müssen. Die neuesten BASE-Messungen zeigen stattdessen eine große Übereinstimmung zwischen Protonen und Antiprotonen und bestätigen das Standardmodell der Teilchenphysik. Weltweit sind Wissenschaftler mit unterschiedlichen Methoden auf der Suche nach einem Unterschied. Das Materie-Antimaterie-Ungleichgewicht im Universum gilt als eines der größten Rätsel in der Physik.

Die BASE-Forscher vergleichen die fundamentalen Eigenschaften von Protonen und Antiprotonen mit höchster Präzision, in der vorliegenden Studie das magnetische Moment. Gemessen wird der sogenannte g -Faktor, der die magnetische Feldstärke angibt. „Die Frage ist praktisch, ob das Antiproton genauso magnetisch ist wie das Proton“, erklärt Stefan Ulmer, Sprecher der BASE-Gruppe. „Das ist das Rätsel, dem wir auf der Spur sind.“

Die BASE-Gruppe hatte dazu bereits Anfang des Jahres für das Antiproton eine hochgenaue Messung des g -Faktors veröffentlicht, die nun noch übertroffen wird. Mit der jetzigen Hochpräzisionsmessung wurde der g -Faktor auf neun signifikante Stellen genau bestimmt. Der Wert von 2,7928473441(42) ist 350-mal genauer als das im Januar publizierte Ergebnis.

Antiprotonen werden am CERN künstlich erzeugt und von den Forschern für Versuche in einer Reservoirfalle gespeichert. Die Antiprotonen für das jetzige Experiment stammten aus dem Jahr 2015 und wurden zwischen August und Dezember 2016 vermessen – auch dies eine kleine Sensation, da eine so lange Antimaterie-Speicherzeit bislang noch nicht dokumentiert ist. Normalerweise würden Antiprotonen in kürzester Zeit in Kontakt mit Materie annihilieren, beispielsweise in der Raumluft. Die Speicherung erfolgte für 405 Tage in einem Vakuum, das zehnmal weniger Teilchen enthielt als der interstellare Raum.

Das verwendete neue Messprinzip beruht auf dem Zusammenspiel von zwei Penningfallen. Sie halten die Antiprotonen durch elektrische und magnetische Felder fest. Die bisherigen Messungen waren durch eine starke magnetische Inhomogenität in der Analysefalle limitiert. Um diese Schranke zu durchbrechen, fügten die Wissenschaftler eine zweite Falle mit einem Magnetfeld hoher Homogenität

hinzu. Gemessen werden die Larmorfrequenz und die Zyklotronfrequenz, aus denen sich der g -Faktor ergibt.

Der so ermittelte g -Faktor für das Antiproton wird mit dem des Protons verglichen, den die BASE-Forscher 2014 mit der höchsten Genauigkeit ermittelt haben – ohne dass ein Unterschied zwischen den beiden zu finden ist. Diese Übereinstimmung stellt eine Bestätigung der CPT-Symmetrie dar, wonach im Universum eine fundamentale Symmetrie zwischen Teilchen und Antiteilchen besteht. „In all unseren Beobachtungen verhalten sich Materie und Antimaterie komplett symmetrisch, weshalb es das Universum so gar nicht geben dürfte“, so Christian Smorra, Erstautor der Studie. „Ganz offensichtlich besteht aber eine Asymmetrie, wir verstehen nur den Unterschied nicht. Woher kommt diese Symmetriebrechung?“

Die Motivation der BASE-Wissenschaftler ist es nun, durch noch genauere Messungen der Eigenschaften sowohl des Protons als auch des Antiprotons eine Antwort auf diese Frage zu finden. Die BASE-Kollaboration will dazu in den nächsten Jahren weitere innovative Methoden entwickeln. An BASE beteiligt sind das japanische Forschungszentrum RIKEN, das Max-Planck-Institut für Kernphysik in Heidelberg, die Johannes Gutenberg-Universität Mainz (JGU), die Universität Tokio, GSI, die Universität Hannover und die PTB Braunschweig. ■

Ionen gegen Herzrhythmusstörungen

■ Schnelle Teilchen als nicht-invasive Alternative zu Katheter-Eingriff

Biophysiker von GSI und Mediziner der Universität Heidelberg sowie der Mayo Clinic in den USA haben bei GSI ein Verfahren entwickelt und getestet, mit dem in Zukunft Herzrhythmusstörungen behandelt werden können. Die bei der Tumorbehandlung erfolgreich eingesetzten Kohlenstoffionen könnten eine nicht-invasive Alternative zu der bisherigen Behandlung mit Herzkathetern oder Medikamenten darstellen.

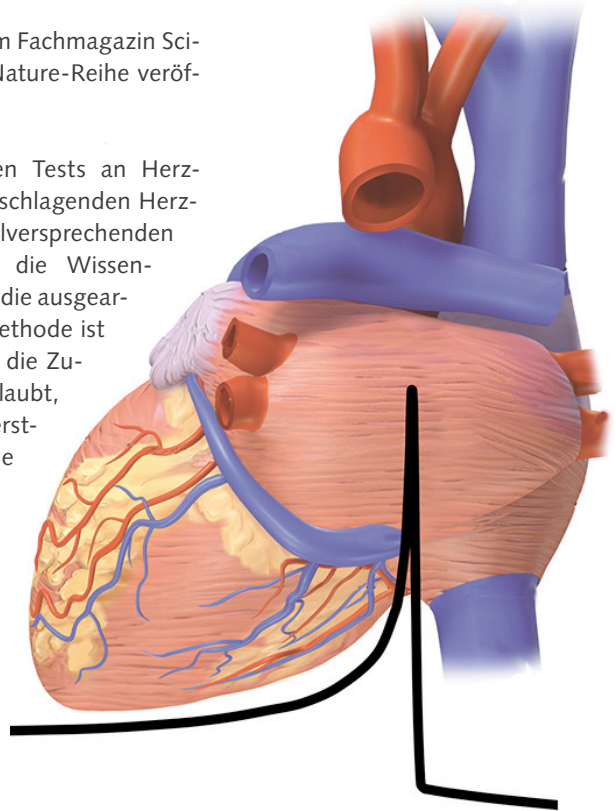
In Deutschland leiden etwa 350 000 Patienten unter verschiedenen Herzrhythmusstörungen. Diese können zur dauerhaften Schädigung, etwa durch einen Schlaganfall, oder zum plötzlichen Herztod führen. Bei Herzrhythmusstörungen wie dem Vorhofflimmern oder der Herzkammertachykardie gerät das Herz aus seinem regulären Takt, der durch einen Impulsgeber, den Sinusknoten, vorgegeben wird. Dies wird häufig mit Medikamenten oder mit einer sogenannten Katheterablation behandelt, bei der der Katheter durch Blutgefäße zum Herzen geführt und dort entsprechendes Gewebe verödet wird. Basierend auf diesem Prinzip könnte mit Ionen aus dem Teilchenbeschleuniger in Zukunft eine Behandlung ohne Katheter durchgeführt werden. Die Wissenschaftler konnten zeigen, dass mit den hochenergetischen Kohlenstoffionen von außen gezielt Veränderungen am Herzgewebe erzeugt werden können, die die Weiterleitung des elektrischen Signals verhindern.

Diese Methode mit Kohlenstoffionen wurde nun erstmals von Wissenschaftlern bei GSI in Zusammenarbeit mit Medizinern und Wissenschaftlern der Mayo Clinic (Minnesota, USA), dem Helmholtzzentrum Dresden-Rossendorf, der Universität Heidelberg, der Friedrich-Alexander-Universität Erlangen-Nürnberg, dem Heidelberger Ionenstrahl-Therapiezentrum und der Universität Trento (Italien) in einer Machbarkeitsstudie überprüft und die

Ergebnisse wurden im Fachmagazin Scientific Reports der Nature-Reihe veröffentlicht.

Nach vorangehenden Tests an Herzzellkulturen und an schlagenden Herzpräparaten mit vielversprechenden Ergebnissen hatten die Wissenschaftler eine Tierstudie ausgearbeitet. „Die neue Methode ist ein großer Schritt in die Zukunft, da sie uns erlaubt, diese Behandlung erstmals komplett ohne Katheter und dennoch zielgerichtet durchzuführen,“ sagt Dr. H. Immo Lehmann, Mediziner und Wissenschaftler der Mayo Clinic und einer der Autoren der Studie. „Die Studie hat gezeigt, dass die Methode erfolgreich dazu genutzt werden kann, Herzgewebe so zu verändern, dass die Ausbreitung störender Impulse dauerhaft unterbrochen wird. Weitere detaillierte Studien sind jedoch nötig, bis die Methode erstmals Patienten zugutekommen wird“, sagt Dr. Christian Graeff, Leiter der Arbeitsgruppe Medizinische Physik bei GSI.

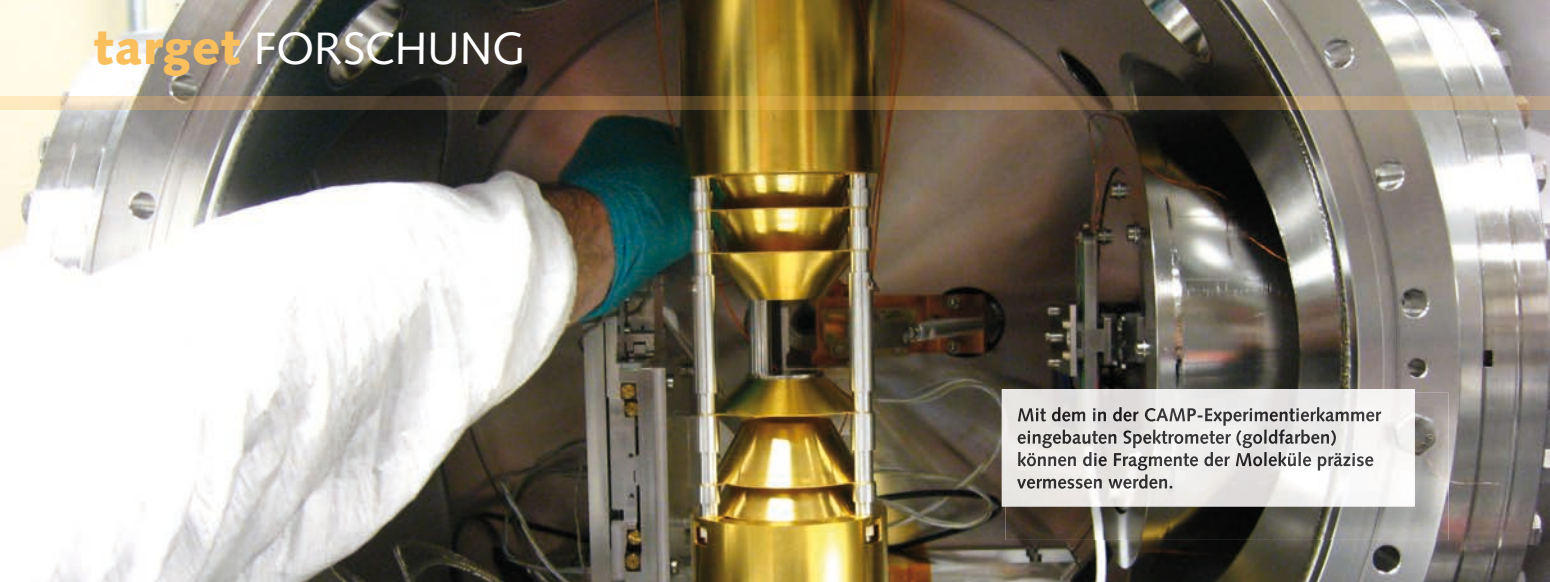
Die Bestrahlung des Gewebes mit Kohlenstoffionen verspricht schonender und potenziell auch wirksamer zu sein als die Behandlung mit Katheter. Sobald die Methode technisch ausgereift ist, wird ein Eingriff nur wenige Minuten dauern, im Vergleich zu den teilweise stundenlangen Kathetereingriffen. Ein wesentlicher Vorteil ist die nicht limitierte Eindringtiefe der Ionen. Da insbesondere die linke Kammerwand des Herzens besonders dick ist,



Die Behandlung von Herzrhythmusstörungen mit Ionen wird bei GSI erforscht. Dazu werden bestimmte Stellen des Herzgewebes bestrahlt. Im Bereich des Bragg-Peaks (schwarz) entladen die Ionen ihre Energie und veröden auf diese Weise das Gewebe.

ist eine effektive Verödung mit Katheter dort oft nicht möglich, obwohl gerade an dieser Stelle besonders schwer betroffene Patienten mit sogenannter Ventrikulärer Tachykardie behandelt werden müssten.

Die Wissenschaftler konnten bei der Studie auf viele Technologien zurückgreifen, die ursprünglich für die Krebstherapie mit Ionen entwickelt wurden, die bei GSI erstmals 1997 durchgeführt wurde. Mit der mittlerweile etablierten Therapie wurden in der Krebstherapie weltweit schon viele tausend Patienten behandelt. Weitere Experimente sind in Planung, um eine Umsetzung der Methode beispielsweise am Heidelberger Ionenstrahl-Therapiezentrum erreichen zu können. ■



Mit dem in der CAMP-Experimentierkammer eingebauten Spektrometer (goldfarben) können die Fragmente der Moleküle präzise vermessen werden.

REAKTIONEN BEOBACHTEN

Helmholtz-Kooperation legt Grundstein für detaillierte Beobachtung chemischer Prozesse mit Table-top-Laser und Spezialdetektor

Ein Forscherteam vom Helmholtz-Institut Jena, einer Außenstelle von GSI, und dem DESY hat den Weg geebnet, mit neuartigen Lasersystemen den dynamischen Prozess beim Aufbrechen von chemischen Bindungen verfolgen zu können. Für ihre Experimente kombinierten die Forscher hochperformante Lichterzeugungs- und Detektorkomponenten aus den beiden Helmholtz-Institutionen. Diese Anordnung bildet die Grundlage für Beobachtungen rasanter Prozesse mit einer Zeitauflösung von 30 milliardstel millionstel Sekunden (30 Femtosekunden). Der Aufbau ist zudem so kompakt und robust, dass er ein Prototyp für Messapparaturen sein kann, die auch an kleineren Institutionen und Universitäten aufgebaut und betrieben werden können.

Was passiert beim Lösen einer chemischen Bindung? Wie koppeln einzelne Atome zu einem Molekül aneinander und voneinander ab? Das Verständnis der Dynamik chemischer Prozesse wird oft als „Heiliger Gral“ der physikalischen Chemie bezeichnet; versteht man die Vorgänge, hat man die Grundlage dafür, solche Bindungen zu beeinflussen und vielleicht völlig neue Stoffe zu designen.

Zur präzisen Beobachtung solcher chemischen Prozesse braucht man Hochgeschwindigkeitskameras mit höchster Zeit- und Ortsauflösung wie den Röntgenlaser European XFEL, der gerade in der Region

Hamburg eingeweiht wurde und einzelne Moleküle und Atome sichtbar machen wird. Zur wissenschaftlichen Beobachtung des Brechens chemischer Bindungen kleiner Moleküle reicht aber auch ein Laser für kurzwelliges Ultraviolett-Licht aus, in Kombination mit einem für Synchrotron- und Röntgenlaserexperimente entwickelten Koinzidenz-Detektor.

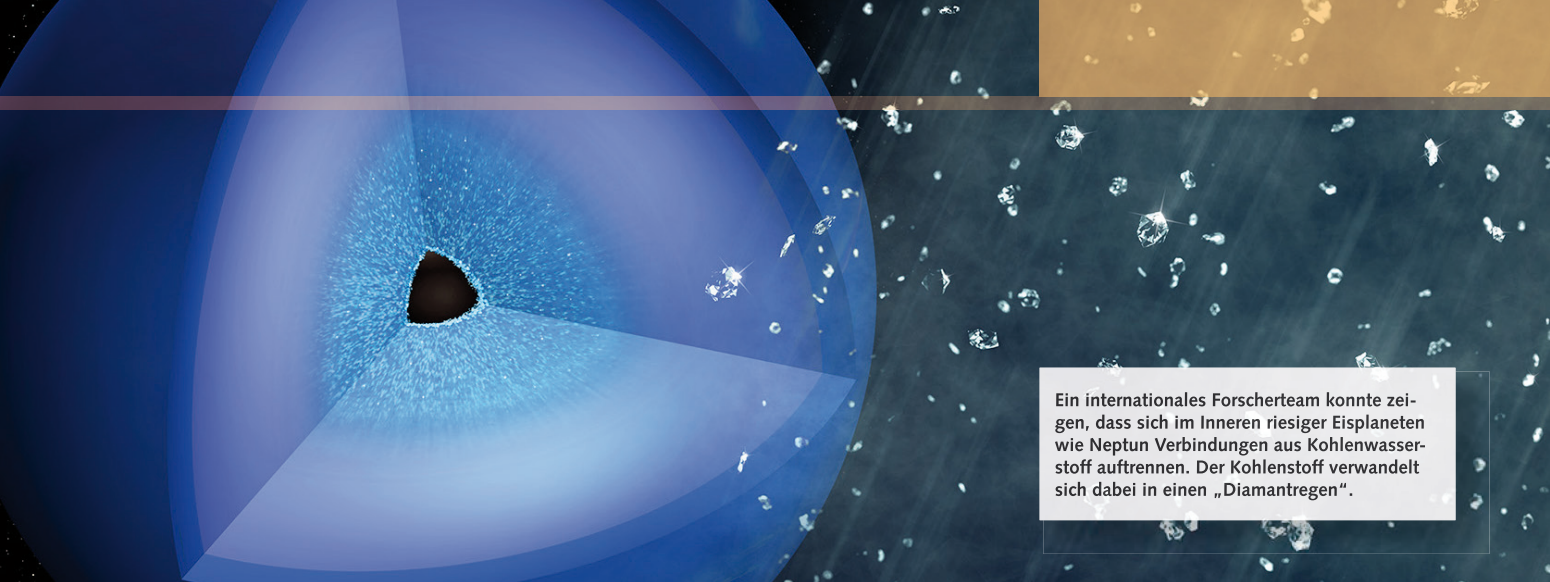
In ihren Untersuchungen beschossen die Helmholtz-Wissenschaftler Iodmethan-Moleküle (CH_3I), die aus einem Iod-Atom und einer Methylgruppe (CH_3) bestehen, mit kurzen hochintensiven XUV-Pulsen. Durch das Licht wurde die Bindung zwischen Iod und Methylgruppe zerbrochen; die Fragmente der Moleküle wurden in einem Spektrometer aufgefangen und vermessen. Hieraus lassen sich die Umordnungen der Elektronen im angeregten Molekül und die folgenden induzierten chemischen Prozesse ableiten.

Basis der Experimente war ein Table-top-Lasersystem für Licht im sogenannten extrem-ultravioletten Bereich (XUV). Der am Helmholtz-Institut Jena entwickelte Laser produziert sehr kurze und hochintensive XUV-Pulse, indem zunächst ein Infrarot-Laserlichtpuls in einer Lichtleiterfaser stark verstärkt wird und anschließend ungeradzahlige Vielfache der ursprünglichen Laserfrequenz erzeugt werden. Für diese Experimente wurde die Wellenlänge von etwa 18 Nanometern dieser sogenannten

höheren harmonischen Frequenzen mittels spezieller Optiken ausgekoppelt und im Experiment genutzt.

„Das XUV-Lasersystem produziert Lichtblitze mit einer Million Photonen, die nur 30 Femtosekunden lang sind, mit einer Pulsrate von bis zu 100 Kilohertz“, erklärt Professor Jens Limpert. Dr. Jan Rothhardt, der den Laser mitentwickelt hat, sagt: „Die Kombination aus hohem Photonenfluss und sehr hoher Wiederholrate bei sehr guter Stabilität qualifiziert das System im Prinzip, um Nutzerexperimente für chemische Dynamiken durchzuführen.“

„Mit dem Zusammenfließen der experimentellen und wissenschaftlichen Möglichkeiten aus Jena und Hamburg eröffnen wir neue Möglichkeiten in der Beobachtung chemischer Dynamiken“, sagt der Initiator der Experimente, DESY-Wissenschaftler Professor Jochen Küpper, der auch dem Center for Free-Electron Laser Science und dem Hamburger Centre for Ultrafast Imaging der Universität Hamburg angehört. DESY-Forscher Tim Laarmann fährt fort: „Im nächsten Schritt werden wir mit dem Aufbau Pump-Probe-Experimente durchführen. Im Prinzip sollten mit diesem Aufbau sogar noch wesentlich höhere Zeitauflösungen von unter einer Femtosekunde möglich sein und wir so schnellste Elektronenbewegungen in komplexen Molekülen sichtbar machen können.“ ■



Ein internationales Forscherteam konnte zeigen, dass sich im Inneren riesiger Eisplaneten wie Neptun Verbindungen aus Kohlenwasserstoff auftrennen. Der Kohlenstoff verwandelt sich dabei in einen „Diamantregen“.

DIAMANTREGEN AUF NEPTUN

■ Forscherteam mit GSI-Beteiligung enthüllt Innenleben kosmischer Eisgiganten

Wissenschaftler des Helmholtz-Zentrums Dresden-Rossendorf (HZDR) konnten mit Kollegen aus Deutschland und den USA zeigen, dass sich in den Eisriesen unseres Sonnensystems „Diamantregen“ bildet. Mit dem Röntgenlaser und weiteren Anlagen des Stanford Linear Accelerator Centers (SLAC) in Kalifornien simulierten sie Bedingungen wie im Inneren der kosmischen Giganten. Dadurch konnten die Forscher erstmals in Echtzeit die Aufspaltung von Kohlenwasserstoff und die Umwandlung des Kohlenstoffes in Diamant beobachten. An den Experimenten war auch ein GSI-Wissenschaftler beteiligt. Die Ergebnisse wurden in der Fachzeitschrift „Nature Astronomy“ veröffentlicht.

Ein fester Kern, den dichte Schichten „Eis“ umhüllen – so sieht das Innenleben von Planeten wie Neptun oder Uranus aus. Dieses kosmische „Eis“ setzt sich vor allem aus Kohlenwasserstoffen, Wasser und Ammoniak zusammen. Seit langem spekulieren Astrophysiker, dass die extrem hohen Drücke, die etwa 10 000 Kilometer unter der Oberfläche solcher Planeten vorherrschen, den Kohlenwasserstoff auftrennen. Dabei bilden sich Diamanten, die weiter ins Innere sinken. „Bislang konnte dieser glitzernde Niederschlag aber nicht direkt experimentell beobachtet werden“, erzählt Dr. Dominik Kraus vom HZDR. Genau das konnte der Leiter einer Helmholtz-Nachwuchsgruppe mit ei-

nem internationalen Team nun jedoch ändern. „In unseren Untersuchungen haben wir eine spezielle Form von Plastik – Polystyrol, das auch aus einem Mix von Kohlen- und Wasserstoff aufgebaut ist – Bedingungen ausgesetzt, die dem Innenleben von Neptun und Uranus ähneln.“

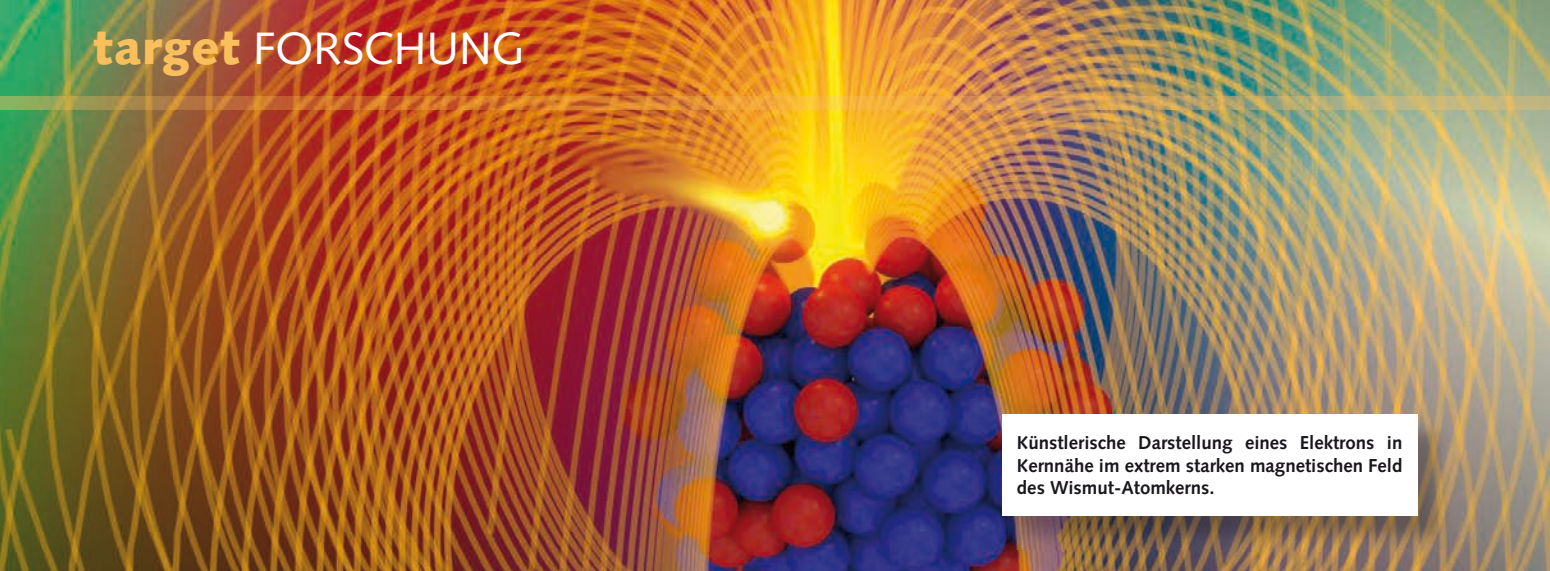
Wenn die Schockwellen durch die Probe rasen

Um das zu erreichen, schickten sie durch die Proben zwei Schockwellen, die sie mit einem extrem starken optischen Laser in Kombination mit der SLAC-Röntgenlaserquelle angeregt hatten. Dadurch pressten sie das Plastik mit einem Druck von rund 150 Gigapascal bei einer Temperatur von rund 5 000 Grad Celsius zusammen. „Die erste, kleinere und langsamere Welle wird dabei von der stärkeren, zweiten überholt“, erläutert Dominik Kraus. „In dem Moment, in dem sich beide Wellen überschneiden, bilden sich die meisten Diamanten.“ Da dies nur Bruchteile von Sekunden dauert, nutzten die Forscher die ultraschnelle Röntgenbeugung, die ihnen Momentaufnahmen von der Entstehung der Diamanten und der chemischen Prozesse lieferte. „Die Experimente zeigen, dass sich fast alle Kohlenstoff-Atome in nanometergroße Diamantstrukturen zusammenschließen“, fasst der Dresdner Forscher zusammen.

Ausgehend von den Ergebnissen vermuten die Autoren der Studie, dass die Diamanten auf Neptun und Uranus viel größere Strukturen annehmen und wahrscheinlich über tausende Jahre langsam in den Planetenkern hinabsinken. „Aus unseren Erkenntnissen können wir außerdem Informationen gewinnen, um den Aufbau von Exoplaneten besser zu verstehen“, gibt Kraus einen Ausblick.

Neben den astrophysikalischen Erkenntnissen könnten die Versuche aber auch einen praktischen Nutzen haben. So werden Nano-Diamanten, wie sie in den Experimenten entstehen, zum Beispiel für elektronische Instrumente und medizinische Verfahren, aber auch als Schneidstoffe in der industriellen Fertigung verwendet. Derzeit läuft die Herstellung hauptsächlich über Sprengungen. Die Produktion mit Lasern könnte ein Verfahren ermöglichen, das sauberer und leichter zu kontrollieren ist.

Neben den HZDR-, SLAC- und GSI-Forschern waren an den Untersuchungen auch Wissenschaftler der University of California in Berkeley, des Lawrence Livermore National Laboratory, des Lawrence Berkeley National Laboratory, der Osaka Universität, der TU Darmstadt, des Europäischen Röntgenlasers XFEL, der University of Michigan sowie der University of Warwick beteiligt. ■



Künstlerische Darstellung eines Elektrons in Kernnähe im extrem starken magnetischen Feld des Wismut-Atomkerns.

ENERGIENIVEAUS

■ Kräfte zwischen Atomkern und Elektron unter der Lupe

Erstmals ist es einem Team unter Federführung der TU Darmstadt unter Beteiligung von GSI-Wissenschaftlern gelungen, bei lithiumartigen Ionen des Elements Wismut den Übergang zwischen Energieniveaus mit Lasern so präzise zu vermessen, dass zugrunde liegende Theorien überprüft werden können – mit einem überraschendem Ergebnis, das die Forscher jetzt in „Nature Communications“ veröffentlichten: Das bisherige Verständnis des Wechselspiels von Elektron und Atomkern könnte fehlerhaft sein.

An der Oberfläche von Atomkernen des Elementes Wismut existieren Magnetfelder in einer Stärke wie sonst nur an der Oberfläche gewaltiger Neutronensterne. Das Verhalten von Elektronen in diesen Feldern untersucht eine Forschungsgruppe unter Federführung der Technischen Universität Darmstadt. Erst vor kurzem gelang ihr ein Durchbruch mit der erstmaligen Beobachtung eines speziellen Übergangs in lithiumartigen Ionen dieses Elements.

Jetzt konnte sie diesen Übergang bei GSI so präzise vermessen, dass erstmals ein aussagekräftiger Test der zugrunde liegenden Theorie möglich wurde. Im Fachjournal „Nature Communications“ berichten die Wissenschaftler über das überraschende Ergebnis: Die Diskrepanz zwischen Theorie und Experiment ist eklatant. Sie weist auf einen Fehler im Verständnis des Wechselspiels des Elektrons

mit der komplizierten inneren Struktur des Kerns hin.

Einfache Atome, die nur aus einem Kern und einem oder wenigen Elektronen bestehen, sind ideale Systeme, um unser Verständnis der grundlegenden physikalischen Kräfte zu testen. Die Theorie der Atomhülle, basierend auf der Quantenelektrodynamik (QED), ist dabei wesentlich besser verstanden als der Aufbau des Atomkerns. Die QED erlaubt es, die Eigenschaften der Elektronen und die Zustände, in denen das Atom existieren kann, mit hoher Genauigkeit zu berechnen. Diese Berechnungen werden dann in Präzisionsmessungen überprüft. Bislang hat die QED alle diese Tests mit Bravour gemeistert.

Bei der Verwendung schwerer Kerne sind die Forscher vor allen Dingen an dem Einfluss der gigantischen elektrischen und magnetischen Feldstärken auf die darin gebundenen Elektronen interessiert. Unter diesen extremen Bedingungen gibt es bislang nur sehr wenige experimentelle Überprüfungen der Theorie, und sie weisen bei weitem nicht die hohen Genauigkeiten auf, die mit leichten Kernen erreicht wurden. Die starken Felder machen die theoretischen Berechnungen viel komplizierter. Hinzu kommt, dass die komplexe innere Struktur der Kerne nicht hinreichend genau bekannt ist, aber großen Einfluss auf die Atomhülle hat.

Um diese Schwierigkeit zu umgehen, berechnen die Theoretiker bestimmte Differenzen für Systeme mit unterschiedlicher Elektronenzahl, aber identischem Atomkern. Diese sogenannten „spezifischen Differenzen“ sind so beschaffen, dass sich die Beiträge der Kernstruktur nahezu exakt eliminieren sollten, und dienten den Wissenschaftlern als Ausgangspunkt für eine genauere Überprüfung der QED-Berechnungen. Stattdessen scheinen die jetzt publizierten Ergebnisse aber eher das Konzept der spezifischen Differenz in Frage zu stellen.

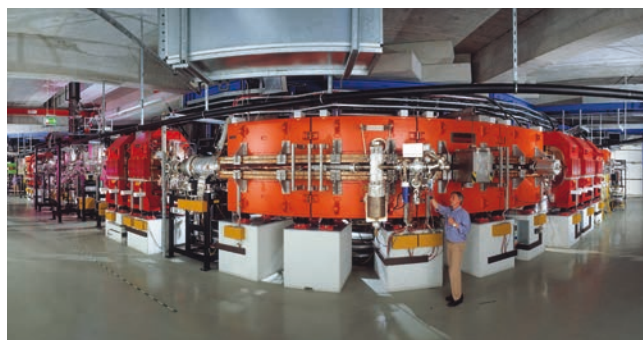
In seinem Experiment hat das Team zunächst wasserstoff- und lithiumartige Wismutionen erzeugt. Diese Ionen werden in den Experimentierspeicherring (ESR) an der GSI-Beschleunigeranlage eingeschossen, der einen Umfang von 108 Metern besitzt und zwei gerade Strecken hat, in denen Experimente durchgeführt werden können. In der einen wird dem Ionenstrahl ein Elektronenstrahl definierter Energie überlagert. Nach einigen Sekunden gleicht sich die Geschwindigkeit der Ionen an die Geschwindigkeit der Elektronen an. In diesem Abschnitt wird dem Ionenstrahl zusätzlich ein gepulster Laserstrahl überlagert. Die Wellenlänge des Lasers wird dann in winzigen Schritten geändert. Wenn der Laser exakt die Wellenlänge des zu untersuchenden Übergangs des Ions erreicht, absorbieren die Ionen

nen Lichtteilchen (Photonen) und damit Energie aus dem Laserstrahl. Auf diese Art angeregte Ionen geben diese Energie nach kurzer Zeit wieder ab und senden dabei wiederum eine sehr kleine Zahl Photonen aus.

Der effiziente Nachweis dieser kleinen Zahl von Photonen gelang mit einem speziellen, an der Universität Münster entwickelten Spiegel- und Einzelphotonennachweissystem. Aufgrund der hohen Geschwindigkeit ist die Wellenlänge des Lasers für die Ionen um etwa einen Faktor 2,4 gestaucht oder gestreckt, je nachdem aus welcher Richtung der Laser eingestrahlt wird. Dieser Faktor hängt von der Beschleunigungsspannung der Elektronen ab. Zur präzisen Messung dieser Hochspannung von etwa 214 000 Volt mit einer Genauigkeit von etwa einem Volt wurde ein an der PTB Braunschweig entwickelter Hochspannungsteiler eingesetzt. Wissenschaftler der TU Darmstadt waren unter anderem für die Datenaufnahme, die Datenanalyse und die zeitliche Synchronisation der nur wenige Milliardenstel Sekunden (Nanose-

kunden) während der Laserpulse mit dem Umlauf der Ionen im Speicherring zuständig.

Die gemessene spezifische Differenz der Übergangswellenlängen in wasserstoff- und lithiumartigem Wismut kann auch nach Berücksichtigung aller bekannten systematischen Fehlerquellen nicht mit der theoretischen Vorhersage in Einklang gebracht werden. Die Ursache für diese Abweichung ist derzeit noch unbekannt und soll in weiteren Messungen an anderen Isotopen des Wismuts überprüft werden. Diese Isotope sind allerdings radioaktiv und müssen daher vor dem Einschuss in den Speicherring produziert werden. Diese Möglichkeiten sind bei GSI verfügbar. Am neuen Beschleunigerzentrum FAIR, dessen Aufbau in Darmstadt begonnen hat, werden



Experimentierspeicherring ESR bei GSI.

sich vielfältige neue Möglichkeiten zur weiteren Untersuchung dieser Beobachtung ergeben.

Die in „Nature Communications“ erschienenen Ergebnisse basieren auf einer Zusammenarbeit der Westfälischen Wilhelms-Universität Münster, der PTB Braunschweig, der Johannes Gutenberg-Universität Mainz, des GSI und des Helmholtz-Instituts Jena sowie weiteren Institutionen unter Federführung des Instituts für Kernphysik an der Technischen Universität Darmstadt. ■

■ GSI-Forscher an Top-Ten-Entdeckung beteiligt

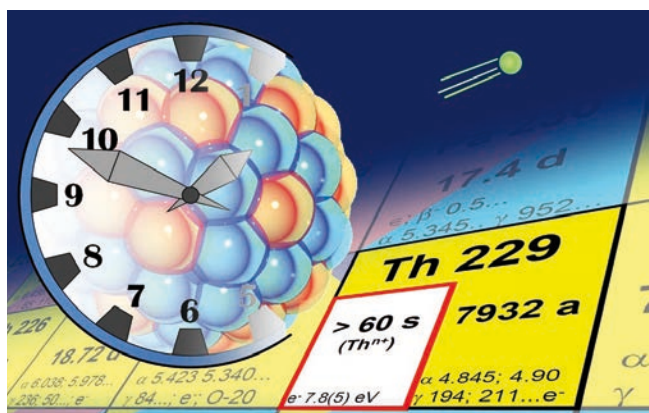
GSI-Wissenschaftler sind an einer der zehn wichtigsten Entdeckungen des Jahres 2016 beteiligt. Eine Veröffentlichung eines Forscherteams unter Leitung der Ludwig-Maximilians-Universität (LMU) München, in dem auch Wissenschaftler und Ingenieure von GSI, des Helmholtz-Instituts Mainz (HIM) und der Johannes Gutenberg-Universität Mainz (JGU) ar-

beiten, zählt zu den wichtigsten Durchbrüchen in der physikalischen Welt im Jahr 2016: Die Leistung des Teams gehört zu den „2016 Top Ten Breakthroughs of the Year“, die von „Physics World“, dem Magazin des britischen „Institute of Physics“, benannt worden sind. Es geht um Experimente, die eine Grundlage zur möglichen Entwicklung

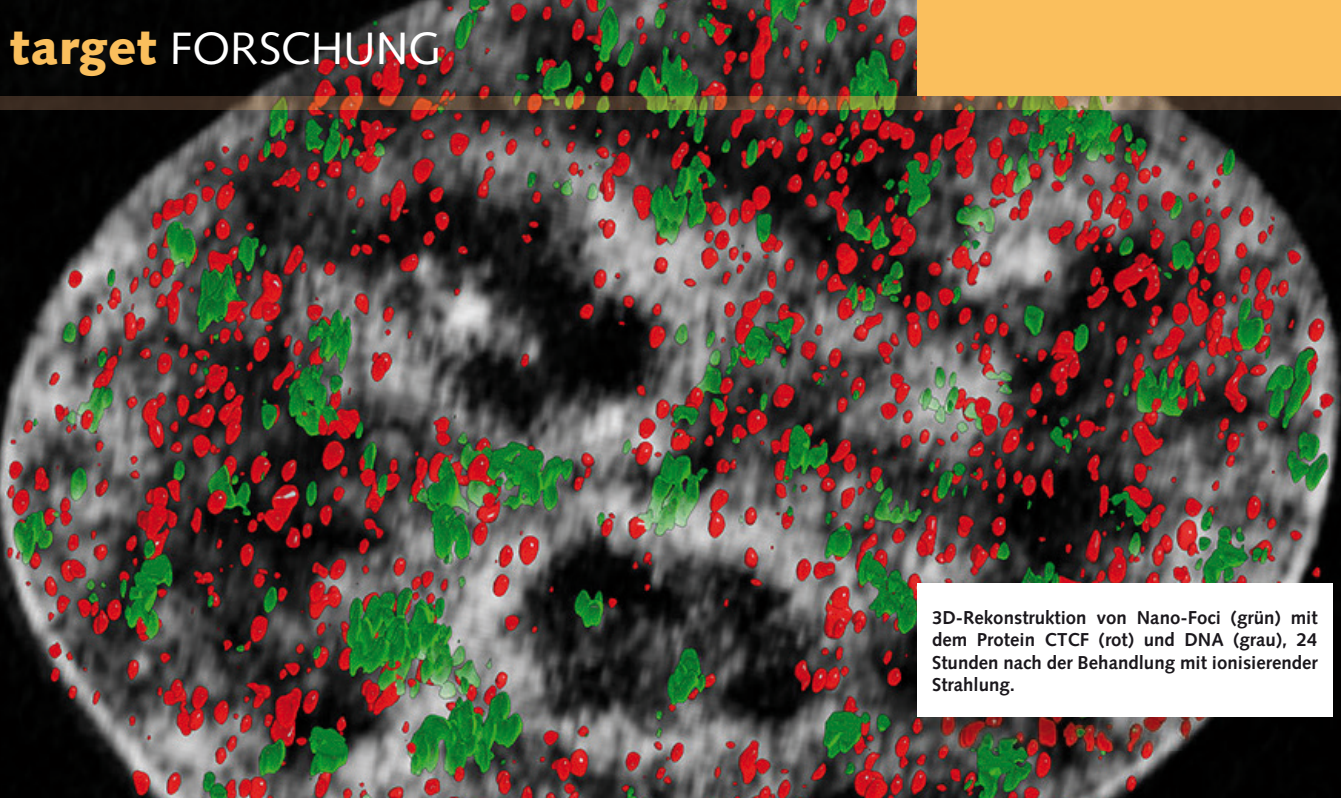
einer Kernuhr mit bisher unerreichter Präzision legen.

In der Veröffentlichung aus dem Jahr 2016 berichten die Forscher über den erstmaligen direkten Nachweis des exotischen Thorium-Isomers Th-229m. Ein entscheidender

Schritt, der die Entwicklung einer hochpräzisen Kernuhr auf Basis dieses Isomers näher rücken lässt. Momentan sind Atomuhren die genauesten Uhren der Welt: Den Rekord hält derzeit eine Uhr, die in 20 Milliarden Jahren nur eine Sekunde abweicht. Das jetzt gewürdigte Team unter Leitung von PD Dr. Peter Thirolf und Lars von der Wense von der LMU München hat nun erstmals einen seit 40 Jahren weltweit gesuchten Anregungszustand des Isotops Thorium-229 experimentell nachgewiesen, mit dessen Hilfe diese Genauigkeit sogar noch etwa zehnfach verbessert werden könnte. Über ihre Ergebnisse haben die Forscher im Fachmagazin „Nature“ berichtet. Mögliche Anwendungen der Kernuhr sind vielfältig und beinhalten die Suche nach Dunkler Materie oder nach Gravitationswellen. Ebenso würde sie größtmögliche Sensitivität zum Nachweis einer zeitlichen Veränderung fundamentaler Naturkonstanten aufweisen. ■



Grafische Darstellung der Kernuhr.



3D-Rekonstruktion von Nano-Foci (grün) mit dem Protein CTCF (rot) und DNA (grau), 24 Stunden nach der Behandlung mit ionisierender Strahlung.

DNA-REPARATUR

■ Elementare Strukturen identifiziert

Auf Schäden am Erbgut reagieren Zellen mit ausgeklügelten Reparaturmechanismen. Forscher der Technischen Universität Darmstadt und von GSI haben zusammen mit Kollegen aus München und Berlin jetzt eine elementare Struktureinheit der Reparaturmaschinerie identifiziert. Darüber berichten sie in der renommierten Fachzeitschrift „Nature Communications“.

Während der Replikation unserer Erbsubstanz sowie durch Röntgenstrahlen und andere Einflüsse können Schäden am Erbgut auftreten. Die zelleigene DNA-Reparaturmaschine reagiert darauf meist schnell und effektiv. „Die räumliche Organisation der Erbinformation im Zellkern spielt eine entscheidende Rolle für die Schadensbehebung“, erklärt M. Cristina Cardoso, Professorin für Zellbiologie und Epigenetik am Fachbereich Biologie der TU Darmstadt. Die fadenförmigen DNA-Doppelstränge knäulen sich im Zellkern zusammen mit Proteinen auf engem Raum. Bereiche mit aktiven Genen liegen in einer eher lockeren Struktur vor, während inaktives Erbgut dicht gepackt ist.

Für die Studien, die das Team um Cardoso jetzt in „Nature Communications“ vorstellt, wurden menschliche Zellen mit Röntgenstrahlen behandelt, um DNA-Doppelstrangbrüche zu induzieren. Diese Schäden zählen zu den dramatischsten DNA-Defekten. Sie können Krebs und andere schwere Leiden auslösen.

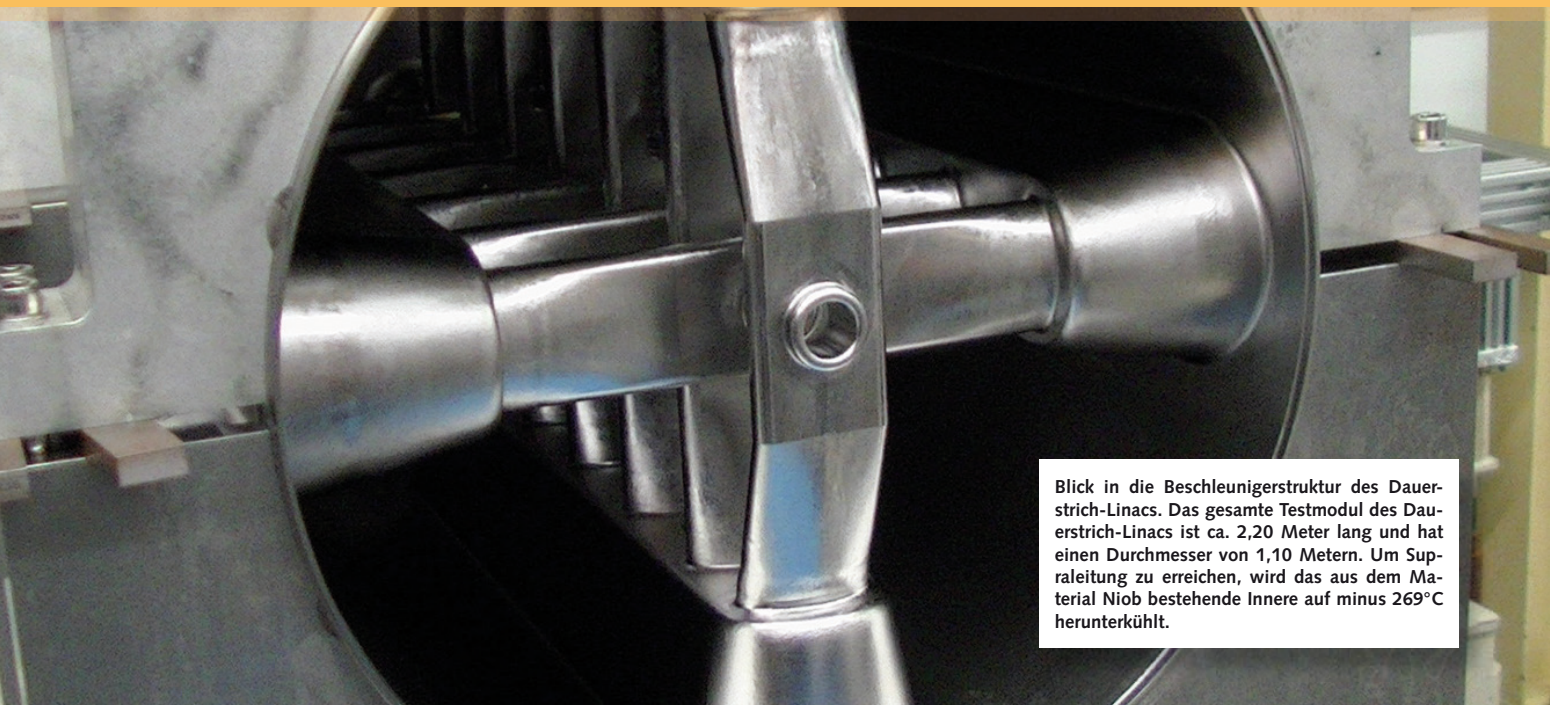
Zu den ersten Schritten des zellulären Reparaturprozesses zählt die Phosphorylierung eines Proteins, das an der Verpackung der DNA im Zellkern beteiligt ist. Mit der supraauflösenden Lichtmikroskopie entdeckten die Forscher Cluster aus phosphoryliertem Protein und Untereinheiten der DNA-Knäuel. Mit Abmessungen von wenigen Hundert Nanometern bilden diese Cluster winzige Einheiten für die Reparatur von jeweils einem DNA-Doppelstrangbruch. Die Wissenschaftler analysierten zudem die zeitliche Verteilung der Cluster im Zellkern und sahen, dass locker gepackte DNA schneller repariert wird als dicht gepackte. Eine Auflockerung der DNA-Knäuel kann die Reparatur erleichtern.

Die Forscher identifizierten ferner das Protein CTCF, das die räumliche Anord-

nung der DNA im Zellkern steuert, als Schlüsselfaktor der Reparaturmaschinerie: Zellen mit geringem CTCF-Gehalt wiesen eine schlechtere Reparaturleistung auf. Vermutlich stabilisiert CTCF das Erbmaterial in einer Form, in der es gut repariert werden kann.

Die DNA im Zellkern mag wie ein chaotisches Knäuel wirken, doch dahinter stecken ausgefeilte Ver- und Entpackungsmechanismen. „Es ist erstaunlich“, sagt Cardoso, „dass man zwar die molekulare Struktur der DNA bestens kennt, aber nur wenig über ihre räumliche Organisation im Zellkern weiß.“ Die aktuelle Arbeit betrachtet daher nicht nur die DNA-Reparatur, sondern widmet sich auch den fundamentalen Fragen nach der Anordnung des Erbguts im Zellkern. Damit beleuchtet sie einen bislang unterschätzten Aspekt, der weitreichende Folgen für unsere Gesundheit hat.

An der Forschungsarbeit waren neben der TU Darmstadt auch die Ludwig-Maximilians-Universität München, das Max Delbrück Center for Molecular Medicine Berlin und GSI beteiligt. ■



Blick in die Beschleunigerstruktur des Dauerstrich-Linacs. Das gesamte Testmodul des Dauerstrich-Linacs ist ca. 2,20 Meter lang und hat einen Durchmesser von 1,10 Metern. Um Supraleitung zu erreichen, wird das aus dem Material Niob bestehende Innere auf minus 269°C heruntergekühlt.

ERFOLGREICHE DEMONSTRATION

■ Neue supraleitenden RF-Kavität

Physiker und Ingenieure des Helmholtz-Instituts Mainz und der Goethe-Universität Frankfurt haben in Zusammenarbeit mit GSI ein neues Design für eine supraleitende CH-Kavität (Crossbar H-Mode) mit Strahl getestet. Das ist ein Meilenstein für den vorgeschlagenen supraleitenden Dauerstrich- oder cw-Linac (engl. continuous wave), der der Forschung bei GSI und FAIR mit seinem kontinuierlichen Teilchenstrahl neue Möglichkeiten eröffnen kann. Er ist unter anderem besonders gut für die Erzeugung neuer chemischer Elemente geeignet.

Der Demonstrator des Dauerstrich-Linacs, der aus einer CH-Kavität besteht, wurde im Juni und Juli 2017 erstmals mit Strahl an einer Testanlage bei GSI untersucht. Dabei wurden Argon-Ionen in die neuartige Beschleunigungsstruktur eingespeist und beschleunigt. „Wir haben mit dem Demonstrator des Dauerstrich-Linacs volle Teilchentransmission bis hin zur angestrebten Strahlenergie erreicht“, sagt Dr. Winfried Barth, Leiter des Entwicklungsteams des Dauerstrich-Linacs. „Mit einer Beschleunigungsspannung von 1,6 Megavolt beschleunigte der Demonstrator

des Dauerstrich-Linacs auf einer Strecke von nur 70 Zentimetern ein Schwerionenstrahl mit einer Intensität von 1,5 Partikel-Mikroampere auf die Zielenergie“, beschreibt Barth den Erfolg des Tests. Damit sind die Funktion und die Leistungsfähigkeit des neuen Designs der CH-Kavität bestätigt, dessen Entwicklung vom Helmholtz-Institut Mainz über das Beschleuniger-R&D-Programm „Matter and Technologies“ der Helmholtz-Gemeinschaft wesentlich finanziert wird.

Dass der vorgeschlagene Dauerstrich-Linac einen kontinuierlichen Teilchenstrahl liefern würde, ist vor allem für die Erzeugung und Untersuchung von superschweren Elementen interessant – ein traditionelles Arbeitsfeld bei GSI, dem Helmholtz-Institut Mainz und der Universität Mainz. Bei GSI wurden sechs neue Elemente entdeckt und ihre chemischen und physikalischen Eigenschaften untersucht. Neben dem Schwere-Elemente-Programm werden auch die Experimente der Materialforschung von dem kontinuierlichen Strahl des vorgeschlagenen neuen Linacs profitieren.

„Gegenüber dem vorgeschlagenen supraleitenden Dauerstrich-Linac wäre ein normalleitender Beschleuniger deutlich länger gewesen. Außerdem könnten die hohen elektromagnetischen Felder nur unter sehr hohem Energieaufwand erzeugt werden, und der Beschleuniger hätte zudem sehr gut gekühlt werden müssen“, erklärt Dr. Florian Dziuba. Er hat die CH-Kavität – die Hoch-Frequenz-Beschleunigerstruktur, die das Herzstück des Dauerstrich-Linacs ist – im Rahmen seiner Promotion an der Goethe-Universität Frankfurt entwickelt, konstruiert und in Betrieb genommen.

Die kompakte Bauweise des supraleitenden Dauerstrich-Linacs kann somit in Zukunft Platz und erhebliche Ressourcen sparen. Auf 13 Metern Länge soll er die Ionen auf maximal zehn Prozent der Lichtgeschwindigkeit beschleunigen. „Die dazu erstmals verwendete Multizellenstruktur ist die komplexeste supraleitende Hochfrequenz-Struktur, die je gebaut und mit Ionenstrahl betrieben wurde“, erklärt Dziuba, der mittlerweile am Helmholtz-Institut Mainz angestellt ist. ■

Wissenschaft und Industrie im Austausch – HEPTech-Veranstaltung über Nanotechnologie

Im Herbst 2016 hat das Technologietransfer-Netzwerk der Hochenergiephysik HEPTech des CERN gemeinsam mit GSI eine Veranstaltung zum Austausch zwischen Forschern und Industrieunternehmen zum Thema Nanotechnologie auf dem FAIR/GSI-Campus ausgerichtet. Die 70 Teilnehmer aus elf Ländern hatten in Vorträgen und Gesprächen erstmals Gelegenheit, sich über mögliche Kooperationen bei der Anwendung von Nanotechnologie in der Hochenergiephysik auszutauschen.

Forschung an Nanomaterialien und Nanotechnologie entwickelt sich weltweit in rasantem Tempo und liefert neue Entdeckungen für Anwendungen in Nanoelektronik, Sensortechnik, Robotik und in Energietechnik und Gesundheitswe-

sen. Der GSI-Beitrag zur Veranstaltung verdeutlichte die einzigartigen Möglichkeiten schwerer Ionen zur Modifikation von Materialeigenschaften und zur Produktion von Mikro- und Nanostrukturen. Beispiele sind etwa mikrofluide Systeme und Polymermembranen mit einzelnen Poren für Biosensoren oder Modellsysteme für Ionenkanäle in Biomembranen. Zahlreiche weitere Partner aus Wissenschaft und Industrie berichteten auf der Veranstaltung über ihre Forschungsergebnisse und Angebote.

Die Veranstaltung wurde von HEPTech gemeinsam mit GSI und in Kooperation mit dem Enterprise Europe Network Hessen organisiert. Sie wurde außerdem vom transnationalen Netzwerk NANO-RA unterstützt. ■



Teilnehmer des HEPTech-Events im Gespräch vor den Veranstaltungspostern.

Förderung für Erforschung der Entwicklung des Universums



Objekte wie der Krebsnebel, ein Supernova-Überrest, können den Forschern Informationen über die Entwicklung des Universums liefern.

Das europäische Rahmenprogramm COST (European Cooperation in Science and Technology) zur Unterstützung transnationaler Zusammenarbeit in Wissenschaft und Technologie hat ein Projekt zur Erforschung der Entwicklung des Universums durch die Produktion der chemischen Elemente in Sternen und Sternexplosionen zur Förderung ausgewählt. Die sogenannten ChETEC-Action (Chemical Elements as Tracers of the Evolution of the Cosmos) wird aktuell von 29 europäischen Ländern unterstützt. Neben dem Initiator Professor Raphael Hirschi von der Keele-Universität, Großbritannien, ist darunter auch Gabriel Martínez-Pinedo, Forscher

bei FAIR und GSI und Professor an der Technischen Universität Darmstadt. Die Action wird Finanzmittel bereitstellen, um europäische Forschung, Wissenschaft und Wirtschaft zwecks der Erweiterung unseres Verständnisses nuklearer Prozesse im frühen Universum zusammenzubringen.

Die Action zielt auf eine Maximierung des Wissenschafts- und Innovationspotentials großer Investitionen, die bereits in experimentelle Anlagen in Europa gemacht wurden, unter ihnen GANIL in Frankreich, das Labor für nukleare Astrophysik LUNA in Italien und das Beschleunigerzentrum FAIR, das bei GSI in Deutschland gebaut wird. Die von COST bewilligte Action wurde als eine von 25 aus insgesamt 478 Vorschlägen ausgewählt. Die Action wird vier Jahre lang Finanzierung für Netzwerk-Aktivitäten wie Workshops, Ausbildungsprogramme und kurzzeitige Wissenschaftsmissionen bereitstellen. Sie wird eine neue Generation europäischer Wissenschaftler ausbilden und ihnen interdisziplinäre Expertise und die Fähigkeit zum Wissenstransfer mitgeben. COST wird unterstützt vom EU-Rahmenprogramm Horizon 2020. ■

Neues Teilchen

Das LHCb-Experiment am Teilchenbeschleuniger LHC des europäischen Forschungszentrums CERN gab im Juli 2017 die Beobachtung eines neuen Teilchens bekannt. Das Ξ_{cc}^{++} (Ξ_{cc}^{++}) besteht aus zwei Charm-Quarks und einem Up-Quark. Seine Existenz war von aktuellen Theorien bereits erwartet worden, jedoch hatten Physiker nach solchen Baryonen mit zwei schweren Quarks bereits viele Jahre gesucht. Die Masse des neuen Teilchens wurde mit 3621 Megaelektronenvolt gemessen, was viermal schwerer ist als die Masse seines nächsten Verwandten, des Protons – eine Eigenschaft, die von den zwei Charm-Quarks in seinem Inneren herrührt. Ein solches Teilchen wurde damit zum ersten Mal zweifelsfrei gemessen.

Weitere Messungen von Produktions- und Zerfallsmechanismen sowie Lebensdauer an Ξ_{cc}^{++} werden dabei helfen, ein Verständnis für Systeme aus zwei schweren und einem leichten Quark zu entwickeln. Die Beobachtung lässt auf die zukünftige Entdeckung von anderen doppelt-schweren Vertretern der Baryonen-Familie hoffen, nach denen nun am LHC gesucht wird. ■

HIM-Forschungsbau eingeweiht



Neuer Forschungsbau für das Helmholtz-Institut Mainz.

Im Beisein von knapp 200 Gästen wurde im Januar 2017 in Mainz der neue Forschungsbau Struktur, Symmetrie und Stabilität von Materie und Antimaterie eingeweiht, der die Arbeitsgruppen des Helmholtz-Instituts Mainz (HIM) beheimatet. Das Gebäude bietet ein modernes, gut ausgestattetes Umfeld für längerfristige, herausragende Forschungsprojekte in der Physik und Chemie. Das HIM war 2009 als erstes Helmholtz-Institut in Deutschland gegründet worden, um die langjährige Kooperation zwischen GSI und der Johannes Gutenberg-Universität Mainz (JGU) auszubauen. Der Forschungsbau geht auf eine Empfehlung des Wissenschaftsrats aus dem Jahr 2011 zurück.

des Gebäudes bezogen werden konnte. Der Stahlbeton-Massivbau besteht aus einem viergeschossigen Bürotrakt, einem zweigeschossigen Labortrakt und einer eingeschossigen Experimentierhalle mit einer lichten Deckenhöhe von bis zu 10 Metern. Auf einer Hauptnutzfläche von 3 600 Quadratmetern befinden sich Forschungsräume, Büros und Werkstattdarbeitsplätze für insgesamt bis zu 170 Mitarbeiter. Ihnen steht eine wissenschaftlich-technische Ausrüstung inklusive Großgeräten, wie etwa ein Hochleistungsrechner, zur Verfügung. Die Gesamtkosten in Höhe von 35 Millionen Euro wurden vom Bund und vom Land Rheinland-Pfalz übernommen. ■

Das neue Gebäude wurde auf dem Campus der JGU in unmittelbarer Nähe der Institute für Physik, Kernphysik und Kernchemie errichtet. Die Fertigstellung erfolgte im Sommer 2016, sodass mittlerweile bereits ein großer Teil

Röntgenlaser European XFEL eröffnet

European XFEL, der größte und leistungsfähigste Röntgenlaser der Welt, wurde im August 2017 offiziell seiner Bestimmung übergeben. Forschungsminister und weitere hochrangige Gäste aus ganz Europa starteten den Forschungsbetrieb mit den ersten Experimenten.

Professorin Johanna Wanka, Bundesministerin für Bildung und Forschung, hob die Bedeutung der neuen internationalen Forschungseinrichtung hervor: „Mit dem European XFEL ist eine weltweit einzigartige Anlage der Spitzenforschung entstanden, die bahnbrechende Erkenntnisse über die Nanowelt verspricht. Die Basis für die Innovationen von morgen wird durch die Grundlagenforschung von heute gelegt.“

Der Röntgenlaser produziert extrem helle und ultrakurze Lichtblitze – künftig bis zu 27 000 Mal pro Sekunde, und damit 200 Mal mehr als andere Röntgenlaser. Diese Röntgenblitze ermöglichen völlig neue Einblicke in atomare Details und schnelle Prozesse im Nanokosmos. Mit ihnen können Forscher beispielsweise die dreidimensionale Struktur von Biomolekülen schneller und besser als bisher entschlüsseln. Darüber hinaus lässt sich der zeitliche Ablauf von biochemischen und chemischen Vorgängen studieren – eine Grundlage für die Entwicklung von Medikamenten und Therapien oder umweltfreundlicheren Produktionsverfahren. Weitere Anwendungen liegen in der Materialwissenschaft, in der Optimierung von Speichermedien für Computer oder in der Untersuchung extremer Materiezustände, wie sie im Inneren von Exoplaneten vorkommen. ■



Einweihungszeremonie am European XFEL.

Karriereseite der Helmholtz-Gemeinschaft

Die Helmholtz-Gemeinschaft hat eine neue Online-Karriereseite für Stellen in der Wissenschaft und in wissenschaftsnahen Berufen, unter der sich die offenen Stellen der bundesweit 18 Helmholtz-Zentren finden. Sei es Forschung zum Klimawandel, zur Immunologie, zur Energiewende oder zum Supercomputing – auf der neuen Careers Landing Page finden sich Jobangebote aus allen Forschungsbereichen der Helmholtz-Gemeinschaft. Derzeit sind knapp 400 offene Stellen für talentierte Köpfe aus der Wissenschaft ausgeschrieben, darunter auch zahlreiche Angebote im Wissensmanagement. ■

Mehr Informationen:
www.helmholtz.de/clp

Helmholtz mit neuem Corporate Design

Seit September 2017 hat die Helmholtz-Gemeinschaft ein neues Design. Ziel des Helmholtz-Rebrandings ist eine moderne Weiterentwicklung des Markenauftritts von Helmholtz sowie eine Stärkung der Marke auf Basis der neuen Handlungsfelder der Zukunft. Deshalb wurde ein dynamisches Erscheinungsbild mit einem gestärkten Wiedererkennungswert entwickelt. Damit wird eine deutliche Differenzierung zu anderen Wissenschaftsorganisationen und ein konsequenter Auftritt über alle Medienformate hinweg erreicht. ■

HELMHOLTZ
SPITZENFORSCHUNG FÜR
GROSSE HERAUSFORDERUNGEN



Volker Kleipa (2. v. r.) bespricht seine Idee zu einer neuen Generator-Bauweise, die auf Piezo-Kristallen basiert, mit dem Team des Technologietransfers (v. l. Dr. Tobias Engert, Dr. Martina Bauer, Elisabeth Dobesch, Tim Walz und Dr. Alicja Surowiec (r.).

Technologietransfer – Von der Forschung in die Industrie

Eine wichtige Besprechung steht bei Dr. Tobias Engert, dem Leiter der GSI-Stabsstelle Technologietransfer, und seinem Team an. Gemeinsam mit Volker Kleipa von „Control Systems“ ist er auf der Suche nach einem Investor für dessen Erfindung. Kleipa hat sich einen neuartigen Generator mit Piezo-Kristallen ausgedacht. Einen funktionierenden Demonstrator kann er bereits vorweisen, nun geht es darum, das Konzept anwendungsreif zu machen und zu vermarkten. Dabei will Engert den Erfinder unterstützen.

Kleipa erläutert sein Konzept: „Ein Magnetring dreht sich in einem fest montierten Ring, der ebenfalls Magnete enthält. Die Magnete des inneren Rings stoßen während des Drehens die äußeren Magnete ab, diese üben Druck auf Piezo-Kristalle aus, die dann eine Spannung erzeugen. So kann eine Drehbewegung in elektrische Energie gewandelt werden.“ Vorteile der Technik sind geringer Verschleiß, da die Kristalle nicht altern und keine Reibung auftritt, sowie die Einsatzmöglichkeit auch in unwirtlichen Umgebungen. Engert ist zuversichtlich, dass es dafür Interessenten gibt.

„Neben den Forschungsergebnissen entstehen bei uns auch neue Technologien.

Diese in die Wirtschaft zu bringen, ist uns ein großes Anliegen, denn es schafft und erhält Arbeitsplätze, über die Steuereinnahmen entstehen, die auch wieder in Forschung und Entwicklung fließen“, erklärt Engert den Kreislauf des Technologietransfers. „Unsere Aufgabe ist es, diese Technologien zu finden, zu bewerten, Partner in der Wirtschaft für die Vermarktung zu finden und so die Technologie zu überführen. Davon profitieren der Industriepartner, der Erfinder und GSI und FAIR, und natürlich die Gesellschaft als Ganzes.“

Ideen gibt es auf dem FAIR/GSI-Campus reichlich, wie die rund 630 aktuell angemeldeten Patente zeigen. Nicht alle sind sofort vermarktbare, häufig gibt es noch Zwischenschritte zu absolvieren. „Manchmal gibt es nur die Idee oder einen funktionierenden Demonstrator wie bei Volker Kleipa“, beschreibt Engert den Ablauf. „Die Weiterentwicklung zu einem fertigen Produkt muss erst noch erfolgen. Dafür werben wir Drittmittel ein und gewinnen Unternehmen, häufig aus dem Mittelstand, die den Prozess unterstützen, um hinterher das Ergebnis vermarkten zu können. Manchmal streben die Wissenschaftler selbst die Vermarktung ihres Produktes an. So eine Ausgründung

stellt die Königsdisziplin des Technologietransfers dar, denn hier wird zu der Produktentwicklung auch die Firmengründung unterstützt.“

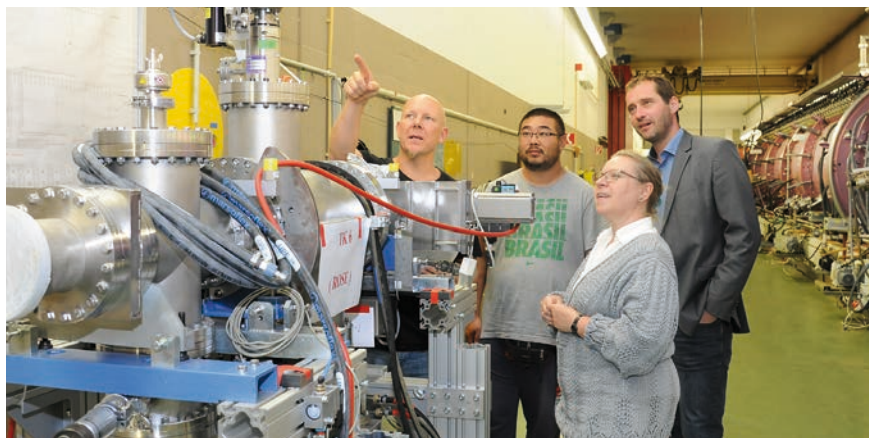
Ganz wichtig in der Arbeit des Technologietransfers ist das Netzwerken: Neue Ideen müssen in der Fachöffentlichkeit bekannt gemacht und passende Firmen für die Vermarktung gefunden werden. Ein enger Kontakt mit vielen potenziellen Lizenznehmern und ein reger Austausch zwischen Forschenden und der Industrie sind dabei ausschlaggebend, damit sich die richtigen Partner begegnen können. Zu diesem Zweck veranstaltet der Technologietransfer zum einen Austauschveranstaltungen unter dem Motto „Industry meets Academia“, zum anderen sogenannte Roadshows, zu denen Firmen auf den Campus und ins Gespräch mit den Wissenschaftlern kommen können.

Ein weiteres Erfolgsbeispiel ist ein neuartiges System zur Vermessung der Emittanz – das ist das Volumen, das ein Ionenstrahl im Phasenraum einnimmt. Kenntnis und Manipulation der Emittanz der Ionen im Beschleuniger sind relevant für die Strahlqualität. Bisher wurde die Emittanz mit zwei fest montierten Messgeräten in zwei Raumrichtungen bestimmt. Dieser

Messung fehlen aber Informationen. Die GSI-Forscher Dr. Michael Maier und Dr. Chen Xiao haben sich deshalb die drehbare Emittanzmessanlage ROSE (ROtating System for Emittance measurement) ausgedacht. Sie kann die Emittanz noch unter zusätzlichen Winkeln messen, was die Informationen vervollständigt. Auch kann durch die Drehbarkeit eine Messebene eingespart werden, weil alle Raumrichtungen von einem Gerät angefahren werden können. Da der Drehantrieb deutlich weniger kostet als das Messgerät, reduziert das die Produktionskosten für eine Komplettanlage. Das Patent ist erteilt, ein Vermarktungspartner in der Industrie ist mithilfe des Technologietransfers bereits gefunden. Beide Erfinder, so wie auch GSI als Keimzelle der Innovation, werden über die Patentlizenzierung am Gewinn beteiligt.

Engert kann – neben einer Ausbildung zum Kfz-Mechaniker – ein Maschinenbau- und ein Physikstudium, eine Promotion in Kernphysik sowie den Titel Patentingenieur vorweisen. Damit ist er

prädestiniert für seine Aufgabe, die Innovationen aus der FAIR- und GSI-Forschung in die Industrie zu überführen. Sein vierköpfiges Team besteht aus einer Physikerin, einer Biologin, einer Team-Assistentin und einem Studenten. Er leitet die Abteilung seit dem Jahr 2013. Die Zusammenarbeit mit Industriepartnern konnte seitdem stetig verbessert werden, aktuell gibt es 75 Kooperationen mit dem Ziel der Vermarktung. Die energiesparende Wasserkühltechnik des Höchstleistungsrechenzentrums Green IT Cube oder die schonende Tumorthherapie mit Kohlenstoffionen sind, neben ROSE und dem Piezo-Generator, nur einige Beispiele für die erarbeiteten Innovationen. „Die Zahl wird noch steigen“, prognostiziert Engert. „Große Projekte wie FAIR haben erkennbar einen Einfluss auf die Region. Als bekanntestes Beispiel kann man sich Kalifornien anschauen. Dort hat die Stanford-Universität in den 50er Jahren einen Technologiepark initiiert. Und heute ist das Silicon Valley! FAIR bietet dahingehend enormes Potenzial, das wir unbedingt ausschöpfen wollen.“ ■



Dr. Tobias Engert (r.) und Dr. Alicja Surowiec vom Technologietransfer nehmen am GSI-Linearbeschleuniger UNILAC den ROSE-Prototypen in Augenschein, eine Entwicklung von Dr. Michael Maier (l.) und Dr. Chen Xiao (2. v. l.), mit der sich die Emittanzmessung des Ionenstrahls verbessern lässt.

Targets bei GSI

In den GSI-Beschleunigerexperimenten ist eine Vielzahl von Targets im Einsatz. In jeder Ausgabe des Magazins stellen wir Ihnen ein Target genauer vor.

Vakuum erhalten

Treffen Ionen auf Oberflächen im Beschleuniger, treten dort Gase aus. Die Gase verschlechtern das Beschleunigervakuum und können zum Strahlverlust führen. Für FAIR und andere Beschleunigeranlagen weltweit ist es daher wichtig, diesen Gasaustritt klein zu halten. Durch spezielle Oberflächen oder deren Behandlung lässt er sich minimieren. Auf der Suche nach dem besten Material dafür testen die Forscher viele Proben, die in verschiedenen Fertigungsverfahren mit unterschiedlichen Rahmenbedingungen präpariert wurden. Sie beschießen sie mit Ionen und messen den Gasaustritt. Wichtig ist, dass das Material eine hohe elektrische und thermische Leitfähigkeit hat, um die vom Ion getragene Wärme schnell abzuführen. Bisher hat sich goldbeschichtetes Kupfer als bester Kandidat herausgestellt.

Targets aus goldbeschichtetem Kupfer, Wolfram, Edelstahl und Kupferoxid zur Bestimmung des geeignetsten Materials.



Impressum

Herausgeber und Copyright: GSI Helmholtzzentrum für Schwerionenforschung GmbH, Facility for Antiproton and Ion Research in Europe GmbH
Planckstraße 1, 64291 Darmstadt
E-Mail: target@gsi.de
Erschienen: Januar 2018
Redaktion: Markus Bernards, Jutta Leroudier, Ingo Peter (verantwortlich), Berit Paflik, Carola Pomplun, Lena Weitze
Weiterhin wirkten mit: W. Barth, M. Bender, F. Dziuba, T. Engert, C. Graeff, V. Kleipa, K. Langanke, B. Lommel, M. Maier, G. Martinez-Pinodo, P. Spiller
Fotos: T. Middelhaue - S. 1; G. Otto - S. 2, 3, 4, 5, 6, 7 u.l.,

u.r., 8 o., u.r., 9 o., 10 u., 11 r., 12 u., 13, 15, 24 o., 25 o., 26, 27 l., 28 l., o. m., u. m.; C. Grau - S. 7 o., JINR - S. 8 u.l.; GSI - S. 9 u.; J. Hosan/HA Hessen Agentur - S. 10 o.; CNAO - S. 11 l.; M. Bernards - S. 12 o.; Dana Berry, SkyWorks Digital, Inc - S. 14; S. Sellner, RIKEN - S. 16; Blausen.com staff. CC BY 3.0, remix by GSI - S. 17; B. Rudek - S. 18; G. Stewart/SLAC - S. 19; W. Geithner - S. 20; J. Mai - S. 21 o.; C. Düllman - S. 21 u.; A. Rapp - S. 22; F. Dziuba/HIM - S. 23; X-ray: NASA/CXC/ASU/J. Hester et al.; Optical: NASA/ESA/ASU/J. Hester & A. Loll; Infrared: NASA/JPL-Caltech/Univ. Minn./R. Gehrz - S. 24 u.; XFEL - S. 25 u.; M. Bender - S. 27 r., P. Koczon - S. 28 o.r.; BINP - S. 28 u.r.

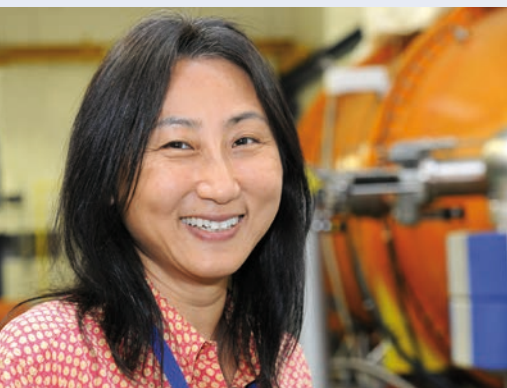
Druck: EK Promotion, In den Wingerten 25, 64291 Darmstadt

Sie möchten immer die aktuelle Ausgabe von target erhalten? Zum kostenlosen Abonnement: www.gsi.de/target

GSI betreibt eine der weltweit führenden Beschleunigeranlagen, die Forscher aus aller Welt für Experimente über den Aufbau der Materie und die Entwicklung des Universums nutzen. Derzeit entsteht in internationaler Zusammenarbeit die Beschleunigeranlage FAIR.

PERSONALIA

Mei Bai ist neue Bereichsleiterin Beschleunigerbetrieb



Seit dem 1. Mai 2017 ist Professorin Mei Bai die neue Leiterin des Bereichs Beschleunigerbetrieb. Davor wurde der Bereich von Dr. Udo Weinrich ad interim geleitet, der die Organisation in außerordentlicher Weise durch die Übergangszeit geführt hat.

Bai ist eine namhafte Expertin im Bereich der Beschleunigerphysik und -technologie. Sie studierte Ingenieurwissenschaften und Physik in Chengdu und Hefei, China. Ihre Promotion erwarb sie an der Universität von Indiana in Bloomington, USA. Im Anschluss war sie am Brookhaven National Laboratory in Upton, USA, sowie als außerordentliche Professorin an der Universität von Stony Brook, USA, tätig. Seit dem Jahr 2014 ist sie Professorin für Experimentalphysik an der Universität Bonn. Gleichzeitig und bis zu ihrem Wechsel zu FAIR/GSI hatte sie des Weiteren die Leitung des Instituts für Kernphysikalische Großgeräte am Forschungszentrum Jülich inne.

FAIR und GSI in Social Media



Scannen Sie den QR-Code mit Ihrem Mobiltelefon, um den Link zu unserer Social-Media-Webseite zu öffnen.



Drei Wissenschaftler mit Christoph-Schmelzer-Preis 2017 ausgezeichnet



Der Christoph-Schmelzer-Preis geht in diesem Jahr an drei junge Wissenschaftler. **Lenart Volz** (2. v. l.) vom

Deutschen Krebsforschungszentrum DKFZ in Heidelberg, **Dr. Johannes Petzoldt** (l.) von der IBA-Group in Louvain-la-Neuve (Belgien) sowie **Dr. Kristjan Anderle** (r.) von GSI haben die Auszeichnung im November erhalten. Mit der Preisverleihung prämiiert der Verein zur Förderung der Tumorthherapie mit schweren Ionen e.V. jährlich herausragende Master- und Promotionsarbeiten auf dem Gebiet der Tumorthherapie mit Ionenstrahlen. Benannt ist die Auszeichnung, die in diesem Jahr zum 19. Mal verliehen wird, nach Professor Christoph Schmelzer, dem ersten wissenschaftlichen Geschäftsführer von GSI.

Yoshiki Tanaka erhält FAIR-GENCO-Preis für Nachwuchswissenschaftler



Der FAIR-GENCO-Preis für Nachwuchswissenschaftler geht in diesem Jahr an **Dr. Yoshiki Tanaka (m.)** von der Universität Tokio.

Der „Young Scientist Award“ wird von der GSI Exotic Nuclei Community (GENCO) vergeben und ist mit 1000 Euro dotiert. Die Verleihung durch den GENCO-Präsidenten Professor Dr. Christoph Scheidenberger (l.) und den Vizepräsidenten Professor Dr. Nasser Kalantar-Nayestanaki fand im März 2017 auf dem GENCO-Jahrestreffen im Rahmen eines Festkolloquiums bei FAIR und GSI statt. Dr. Tanaka hat in einem neuartigen Experiment am GSI-Fragmentseparator nach der Verbindung von Kohlenstoff-Atomkernen mit sogenannten Eta'-Mesonen gesucht. Die Existenz solcher gebundener Zustände ist theoretisch vorhergesagt, seit vielen Jahren werden sie in verschiedenen Experimenten weltweit gesucht. Obwohl gebundene Zustände in Dr. Tanakas Experiment noch nicht beobachtet werden konnten, gelang es ihm durch die Ermittlung einer Obergrenze für den Wirkungsquerschnitt erstmalig, Aussagen über die Stärke der Wechselwirkung beider Teilchen und der dabei wirkenden Bindungskräfte zu treffen. Dieser Fortschritt gibt zielgerichtete Anhaltspunkte für die Auslegung von Detektoren und Experimenten zur weiterführenden Suche und wird somit in der Fachwelt als wichtiger Meilenstein auf dem Weg zur Entdeckung angesehen.

Doktorandenpreis der CBM-Kollaboration für Dr. Maksym Zyzak



Zum zweiten Mal wurde im März 2017 der Doktorandenpreis der CBM-Kollaboration (CBM PhD Award) verliehen. **Dr. Maksym**

Zyzak (l.) von GSI erhielt die Auszeichnung dieses Jahr für seine Promotionsarbeit an der Universität Frankfurt. Der Preis wurde im Rahmen des CBM-Kollaborationstreffens bei GSI durch den Sprecher des Preiskomitees Dr. Andrej Kugler übergeben. Die Auszeichnung ist mit einem Preisgeld von 500 Euro dotiert. In seiner Promotionsarbeit „Online selection of short-lived particles on many-core computer architectures in the CBM experiment at FAIR“ entwickelte Zyzak Software zur schnellen Identifizierung von in Schwerionenkollisionen erzeugten, kurzlebigen Teilchen durch ihre Zerfallsprodukte. Diese ist für das Experiment CBM von großer Wichtigkeit zur Selektion seltener Ereignisse in Echtzeit. Das von dem Preisträger entwickelte Softwarepaket „KFPARTICLEFINDER“ untersucht gleichzeitig über einhundert verschiedene Zerfallskanäle unter Ausnutzung von parallelem Computing. Über seinen zukünftigen Einsatz in CBM hinaus wird es mittlerweile auch von zur Zeit laufenden Experimenten (STAR, ALICE) verwendet.

PANDA-PhD-Preis für Erik Etzelmüller



Der PANDA-PhD-Preis geht in diesem Jahr an **Dr. Erik Etzelmüller** für seine Promotionsarbeit bei GSI und FAIR sowie an der Justus-Liebig-Universität Gießen. Die

Auszeichnung wurde beim jüngsten PANDA-Kollaborationstreffen am Budker-Institut für Kernphysik in Nowosibirsk durch den Sprecher der Kollaboration, Professor Klaus Peters von GSI, übergeben. Der 30 Jahre alte Physiker Erik Etzelmüller wird mit dem Preis, der mit 200 Euro Preisgeld sowie einem Zertifikat dotiert ist, für seine Dissertation zum Thema „Developments towards the technical design and prototype of the PANDA Endcap Disc DIRC“ ausgezeichnet. Betreut wurde die Promotion durch Professor Dr. Michael Düren von der Justus-Liebig-Universität Gießen. Seit 2013 wird der PhD-Preis einmal jährlich von der PANDA-Kollaboration für die beste Dissertation verliehen, die im Rahmen des PANDA-Experiments erstellt wurde.