



target

50 Jahre GSI

Zahlreiche Aktionen und Veranstaltungen begleiteten das Jubiläumsjahr.



Corona-Sonderbeilage

800 Milliarden °C

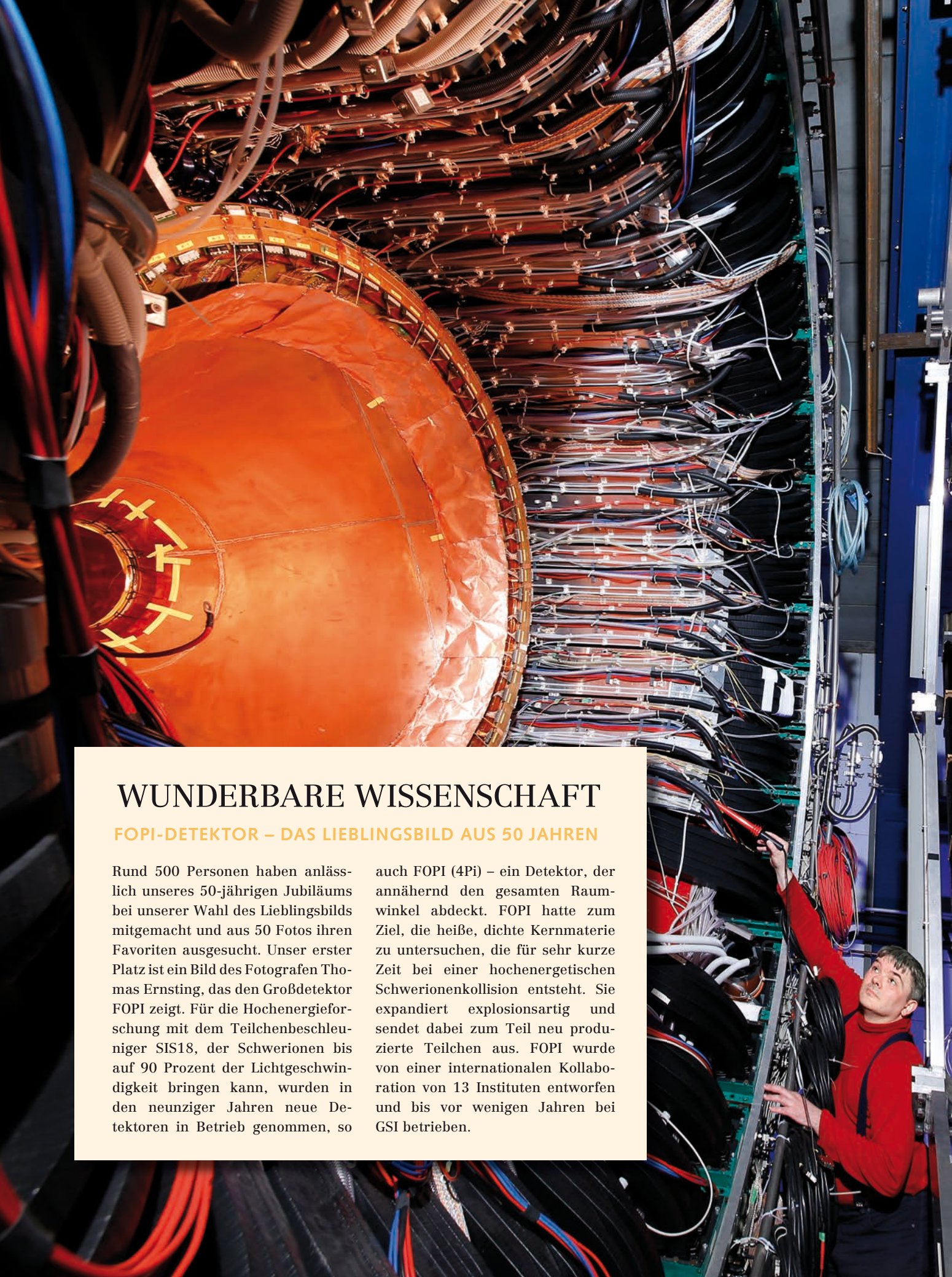
Bedingungen wie bei Neutronensternverschmelzungen können in Teilchenkollisionen erzeugt werden (Seite 36).

FAIR-Quadrupole

Erstes supraleitendes Magnetmodul in neuartiger, kompakter Bauweise angeliefert und im Kalttest (Seite 12).

Historisches Treffen

Vertreter der Institutionen zur Erforschung superschwerer Elemente kamen bei Konferenz zusammen (Seite 28).



WUNDERBARE WISSENSCHAFT

FOPI-DETEKTOR – DAS LIEBLINGSBILD AUS 50 JAHREN

Rund 500 Personen haben anlässlich unseres 50-jährigen Jubiläums bei unserer Wahl des Lieblingsbilds mitgemacht und aus 50 Fotos ihren Favoriten ausgesucht. Unser erster Platz ist ein Bild des Fotografen Thomas Ernsting, das den Großdetektor FOPI zeigt. Für die Hochenergieforschung mit dem Teilchenbeschleuniger SIS18, der Schwerionen bis auf 90 Prozent der Lichtgeschwindigkeit bringen kann, wurden in den neunziger Jahren neue Detektoren in Betrieb genommen, so

auch FOPI (4Pi) – ein Detektor, der annähernd den gesamten Raumwinkel abdeckt. FOPI hatte zum Ziel, die heiße, dichte Kernmaterie zu untersuchen, die für sehr kurze Zeit bei einer hochenergetischen Schwerionenkollision entsteht. Sie expandiert explosionsartig und sendet dabei zum Teil neu produzierte Teilchen aus. FOPI wurde von einer internationalen Kollaboration von 13 Instituten entworfen und bis vor wenigen Jahren bei GSI betrieben.



Liebe Leserinnen und Leser,

wir leben in sehr ungewöhnlichen Zeiten, in denen sich die Corona-Pandemie auf alle Bereiche unseres Lebens ausgewirkt hat. Das gilt natürlich auch für unseren Campus und unsere Aktivitäten. Deshalb hielten wir es für lohnenswert, dieser Ausgabe des Magazins „target“ eine Sonderbeilage beizufügen, die dem Betrieb und der Forschung bei GSI und FAIR in dieser Zeit sowie unseren Bemühungen zur Bekämpfung der Pandemie gewidmet ist. Wir bedauern, dass wir die abschließende Festveranstaltung zu unserem 50. Jubiläum vorerst absagen mussten, aber wir sind froh, dass wir im Laufe des letzten Jahres und online viele Aktionen und Veranstaltungen durchführen konnten. Mehr dazu finden Sie in dieser Ausgabe.

Wir blicken nicht nur auf unsere Geschichte zurück, sondern auch in die Zukunft: auf unsere Experimente der FAIR-Phase 0, auf neue FAIR-Komponenten und auf die Vergabe von ERC-Stipendien an unsere Forschenden. In dieser Ausgabe freuen wir uns besonders, Ihnen unseren neuen Administrativen Geschäftsführer, Dr. Ulrich Breuer, vorzustellen.

Wie Sie vielleicht bemerkt haben, haben wir diese Gelegenheit genutzt, um unserem Magazin ein neues Aussehen zu geben. In diesem neuen Look werden wir Sie weiterhin über die Fortschritte unserer Forschungsprogramme und den Bau von FAIR sowie über aktuelle Ereignisse auf unserem Campus auf dem Laufenden halten.

Viel Spaß beim Lesen wünscht

Paolo Giubellino
Wissenschaftlicher Geschäftsführer von FAIR und GSI
im Namen der Geschäftsführung

50 Jahre GSI – Fünf Jahrzehnte Spitzenforschung

Das GSI Helmholtzzentrum für Schwerionenforschung feierte fünfzigjähriges Bestehen – fünf Jahrzehnte Forschungsgeschichte mit herausragenden wissenschaftlichen Erfolgen und Entdeckungen. In dieser Zeit hat sich GSI von einem nationalen Forschungszentrum mit weltweiten Kooperationen zu einem internationalen Standort mit globaler Bedeutung entwickelt. Nun jährte sich der Gründungstag von GSI, der 17. Dezember 1969, zum 50. Mal.

Es war ein historischer Tag, jener Mittwoch vor 50 Jahren, als Bundeswissenschaftsminister Hans Leussink und der Hessische Ministerpräsident Albert Osswald in Bonn den entscheidenden Vertrag für die Gründung von GSI unterschrieben. Bund und Land Hessen legten damit fest, dass sie in Darmstadt gemeinsam einen Schwerionenbeschleuniger errichten und betreiben wollten: die Geburtsstunde der Gesellschaft für Schwerionenforschung.

Seit mittlerweile 50 Jahren realisiert GSI Spitzenforschung, derzeit wird mit dem FAIR-Projekt die Zukunft gestaltet. Mit dem künftigen Beschleunigerzentrum FAIR werden die internationalen Dimensionen der Forschung noch einmal deutlich erweitert. Menschen aus aller Welt werden auf dem Campus in Darmstadt auf Jahrzehnte hinaus erstklassige Forschung betreiben und das Universum im Labor erforschen können. Zusätzlich feierten auch die beiden

Helmholtz-Institute Mainz und Jena ihr zehnjähriges Jubiläum.

Viele Aktionen spannten deshalb im Jubiläumsjahr den Bogen von der Historie zur Zukunft. Zum Jubiläumstag gab es auf der GSI- und FAIR-Homepage Gelegenheit zu einer Zeitreise per Foto-Slider: eine interaktive Früher-Heute-Schau (siehe auch Seiten 42/43), in der sich die Bilder virtuell überlagern und damit illustrieren, wie



Bei der Wahl des Lieblingsbilds zum 50-jährigen Jubiläum kam dieses Bild von Christian Grau auf Platz 2. Es entstand anlässlich des Tags der offenen Tür im Jahr 2017, der mit rund 11 000 Besuchern die größte Veranstaltung in der Geschichte von GSI und FAIR war.



Der Hauptkontrollraum bildet das Herz der Beschleunigeranlage. Das Panorama zeigt die Konfiguration aus dem Jahr 1998.

es früher auf dem Campus aussah und wie es heute dort aussieht. Auf diese Weise sind spannende Einblicke entstanden beispielsweise in den Linearbeschleuniger, den Kontrollraum oder die Experimentierhallen.

durch 50 Jahre GSI klicken und auch einen Blick in die Zukunft von FAIR werfen. Die großen Forschungserfolge wie die Entdeckung von sechs neuen chemischen Elementen oder die Entwicklung einer neuartigen Krebsthe-

der ersten Rohbauten für den großen FAIR-Ringbeschleuniger.

Die Erfolge von GSI in diesen 50 Jahren basieren auf dem Wissen, der Passion und der Kreativität der Belegschaft. Viele von ihnen haben sich an den Events zum Jubiläumsjahr aktiv beteiligt, haben beispielsweise in der Aktion „50 Jahre, 50 Bilder“ ihr Lieblingsfoto gekürt, oder ihre ganz persönlichen Erinnerungen an ihre Zeit bei GSI als kurze Erzählungen verfasst. Die schönsten Anekdoten und die beliebtesten Fotomomente waren bei einer öffentlich zugänglichen Ausstellung auf dem Campus zu sehen. ■

Wissen, Passion und Kreativität

Einen noch ausführlicheren Streifzug durch ein halbes Jahrhundert bietet der digitale GSI-Zeitstrahl, in dem Höhepunkte der GSI-Geschichte präsentiert werden. Die Nutzer können sich

rapie mit Ionenstrahlen sind ebenso zu finden wie die wichtigsten Weichenstellungen für FAIR, vom völkerrechtlichen Abkommen für das weltweit einmalige Projekt bis zur Fertigstellung

AKTIONEN ANLÄSSLICH DES 50-JÄHRIGEN JUBILÄUMS

- Alle Aktionen: www.gsi.de/50jahre
- Zeitstrahl: www.gsi.de/zeitstrahl
- Fotosilder Früher-Heute: www.gsi.de/frueher-heute
- Lieblingsbilder: www.gsi.de/lieblingsbild
- Erinnerungen: www.gsi.de/erinnerungen

QR - C o d e
scannen, um
zur Über-
sichtsseite zu
gelangen.





Panoramafotografie des HADES-Detektoraufbaus. Auf der linken Seite ist der neue ECAL-Aufbau zu sehen.

25 Jahre HADES@GSI

Im Jahr 1994 wurde die heute aus mehr als 150 Forschenden aus neun Ländern bestehende internationale HADES-Kollaboration Teil von GSI.

Das 25-jährige Bestehen des Zusammenschlusses feierte die Kollaboration, die den gleichnamigen Großdetektor HADES betreibt, mit einem Sonderkolloquium auf dem FAIR/GSI-Campus und einer Kunstaussstellung in der Kantine. HADES wird in der Zukunft ein wichtiger Teil der CBM-Experimentsäule an FAIR werden.

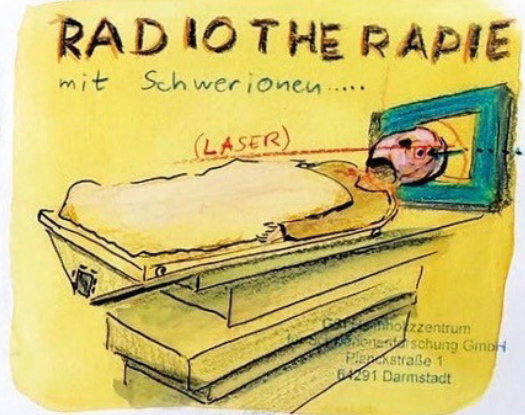
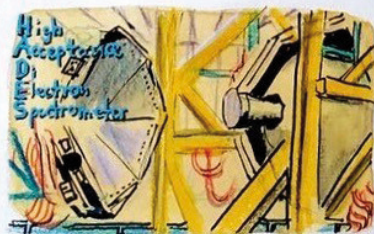
Sechs Jahre lang plante die HADES-Kollaboration den HADES-Großdetektor, der in 2001 mit Strahlen aus dem GSI-Ringbeschleuniger SIS18 erstmals in Betrieb genommen wurde. HADES steht für Elektron-Positron-Detektor mit einer großen Akzeptanz (High Acceptance Di-Electron Spectrometer) und besteht aus verschiedenen Detektorsystemen mit etwa 100 000 individuellen Messzellen sowie einem supraleitenden Magnet zur Ablenkung geladener Teilchen. Der besondere Aufbau von HADES ermöglicht es, Teilchen mit sehr hoher Präzision zu messen und außerdem sehr seltene Teilchen zu finden.

Während der letzten Messkampagne produzierte HADES eine Datenmenge von bis zu einem Gigabyte in der Sekunde. Um gezielt mehr über den Aufbau von Neutronen und Protonen zu erfahren und so die Frage nach dem Ursprung der Masse zu beantworten, untersuchen die Forschenden Elektron-Positron-Paare, deren Spuren in den riesigen Datenmengen identifiziert werden müssen. Auf diese Weise ermöglicht das haushohe HADES-Detektorsystem den Forschenden spannende Einblicke in die Geschehnisse bei der Kollision zweier schwerer Kerne bei relativistischen Energien. HADES erlaubt es ihnen auch, den mikroskopischen Eigenschaften extremer Materiezustände, wie sie etwa im Inneren von Neutronensternen vorliegen, im Labor auf die Spur zu kommen. Weitere Höhepunkte der HADES-Forschung mit Schwerionenstößen sind die Erzeugung von Strangeness und mikroskopische Eigenschaften von dichter Kernmaterie.

Erst vor Kurzem wurde der Messaufbau einem umfangreichen Upgrade

unterzogen. Das 4,5 Meter hohe und 4,5 Meter breite Elektromagnetische Kalorimeter (ECAL) wurde in den vergangenen Monaten hinter dem bisherigen Detektor aufgebaut. Es enthält 16 Tonnen Bleiglas, die es Wissenschaftlern ermöglichen in Zukunft auch Photonen direkt nachzuweisen, statt wie bisher über deren Konversionsprozess. Durch die Messung der Photonen können nun auch neutrale Mesonen nachgewiesen werden, oder auch elektromagnetische Zerfälle von Hyperonen untersucht werden.

HADES wird in Zukunft ein wichtiger Teil des Experimentierprogramms zur Untersuchung komprimierter Kernmaterie CBM (Compressed Baryonic Matter) an der internationalen Beschleunigeranlage FAIR werden, die aktuell bei GSI errichtet wird. Forschende werden unter anderem Vorgänge in Neutronensternen mit nie da gewesener Präzision und über einen sehr weiten Dichtebereich untersuchen können. ■



An vielen Stationen auf dem Campus konnten die Gäste zeichnen und malen. Dazu gehörten (im Uhrzeigersinn) der Experimentierspeicherring, die FAIR-Baustelle, der Behandlungsplatz für die Tumorthherapie mit Ionen, die Testeinrichtung für supraleitende Beschleunigermagneten und der Großdetektor HADES. Das Bild wurde von der Urban-Sketchers-Teilnehmerin Sandra Schwark erstellt.

In Szene gesetzt

Mit Zeichenstiften, Farbpaletten und weiteren Malutensilien waren die „Urban Sketchers Rhein-Main“ zu Gast bei GSI und FAIR.

Das Motto des internationalen Künstlernetzwerks, das auf der ganzen Welt mit regionalen Gruppen vertreten ist, lautet: „Wir zeigen die Welt – Zeichnung für Zeichnung.“ Dazu besuchen die Gruppenmitglieder interessante Orte, die sie malen oder zeichnen. Diesmal war es die Welt der schnellen Ionen und des Universums im Labor, die von den „Urban Sketchers“ in den Fokus genommen und auf Papier festgehalten wurde.

Bei ihrem Besuch auf dem Forschungscampus gab Dr. Ingo Peter, Leiter der Öffentlichkeitsarbeit von GSI und FAIR, den mehr als 30 Künstlerinnen

und Künstlern zunächst einen Einblick in die aktuelle Forschung und das derzeit bei GSI entstehende internationale Beschleunigerzentrum FAIR. Danach war Zeit für spannende Entdeckungen und Motivsuche rund um die bestehenden Beschleunigeranlagen, Experimentaufbauten, Hightech-Komponenten und die Plattform, die einen weiten Blick auf die Mega-Baustelle für FAIR und den großen Ringbeschleuniger, das Herzstück der künftigen Anlage, ermöglicht.

Den „Urban Sketchers“ boten sich zahlreiche außergewöhnliche Motive, vom großen Ganzen bis zum ästhetischen

Hightech-Detail. Am Ende des Besuchs hatte die Gruppe eine große Bandbreite an Kunstwerken vor sich liegen – außergewöhnlich, exakt beobachtet und mit ganz individueller Handschrift umgesetzt. Wie es das Manifest der „Sketchers“ festlegt, veröffentlichen die Zeichnenden, ob professionelle Künstler oder begeisterte Amateure, ihre Zeichnungen sowie Informationen über ihre Aktivitäten online über Blogs und Social-Media-Kanäle. ■

Bildergalerie:
www.gsi.de/usk
QR-Code zur
Webseite scannen.



GSI und FAIR laden zum virtuellen Besuch ein

Der breiten Öffentlichkeit spannende Einblicke in die Forschungseinrichtungen, Programme und Ergebnisse zu ermöglichen und die Fortschritte beim Bau von FAIR zeigen – das sind Ziele, die GSI und FAIR seit jeher mit hoher Priorität verfolgen. Doch die neue Situation, die durch die Ausbreitung des Coronavirus entstanden ist, erfordert auch hier neue Wege. Öffentliche Führungen auf dem Campus und zur Besucherplattform an der Baustelle können derzeit nicht angeboten werden. Deshalb haben GSI und FAIR ein digitales Angebot zusammengestellt, das allen Interessierten Gelegenheit gibt, uns virtuell und interaktiv auch weiterhin zu besuchen.

Die Besucher können per Drohnenflug über die FAIR-Großbaustelle fliegen, ihre außergewöhnlichen Dimensionen kennenlernen und erstmals sogar in den großen Ringtunnel, der das Herzstück des künftigen Beschleunigerzentrums bildet, eintauchen. Zudem wurde mit einer neuen Filmtechnik ein Zeitraffer-video erstellt, das die Entwicklung eines ganzen Jahres zeigt: Mehrere Videos wurden mit Hilfe von GPS so überlagert, dass die Baustelle wie aus einem Guss vor den Augen der Betrachter wächst und die Fortschritte greifbar werden.



Das Mega-Bauprojekt FAIR lässt sich per Drohnenflug besichtigen.

Hauptaufgabe von GSI und FAIR ist es, Spitzenforschung zu realisieren und mit den Beschleunigeranlagen neue Erkenntnisse über den Aufbau der Materie und die Entwicklung des Universums zu gewinnen. Ein Science-Film zeigt, wie Wissenschaftler aus aller Welt bei uns das Universum im Labor erforschen können.

Wer einmal virtuell durch die Forschungsanlage von GSI und FAIR laufen und direkt neben den Teilchenbeschleunigern und Detektoren stehen möchte, zückt am besten sein Handy, um unser 360°-Video optimal anzuschauen. Das spannende

Video wurde für die Planetariumsshow „Dimensions – Es war einmal die Wirklichkeit“ im Planetarium Bochum gedreht.

Auf all diesen digitalen und virtuellen Wegen sind unsere Gäste somit auch weiterhin herzlich eingeladen, unsere Forschungsanlagen zu besichtigen und einen Blick auf die FAIR-Baustelle zu werfen. Außerdem bieten GSI und FAIR natürlich die Möglichkeit, sich online auf unserer Homepage und auf unseren Social-Media-Kanälen weiterhin auf dem Laufenden zu halten und mit uns in Kontakt zu bleiben. ■

VIRTUELLER BESUCH BEI FAIR UND GSI

- Alle Aktionen in unserer Pressemitteilung: www.gsi.de/virtueller-besuch
- Flug über das FAIR-Baufeld: youtu.be/U6WuXJ5lj6E
- Die FAIR-Baustelle im Zeitraffer: youtu.be/nS9yLm6PsZY
- FAIR-Wissenschaftsfilm: youtu.be/0nttmMmLpLs
- 360°-Video: youtu.be/rKVeJM5Roq8
- GSI und FAIR in den sozialen Medien: www.gsi.de/social-media

QR - C o d e
scannen, um
zur Über-
sichtsseite zu
gelangen.



Internationales Jahr des Pe



Ein Höhepunkt des Internationalen Jahrs des Periodensystems war die große Abschlussveranstaltung in Tokio.

FEIERLICHE ABSCHLUSSVERANSTALTUNG MIT GSI-BETEILIGUNG IN JAPAN

Es war der krönende Schlusspunkt eines außergewöhnlichen Jubiläumsjahrs: die Abschlusszeremonie des von den Vereinten Nationen ausgerufenen Internationalen Jahres des Periodensystems in Tokio. 2019 jährte sich die Entdeckung des Periodensystems zum 150. Mal. Bei der Festveranstaltung in Japan war auch GSI vertreten, das mit seiner jahrzehntelangen erfolgreichen Forschung und der Erstentdeckung von sechs neuen chemischen Elementen maßgeblich an der Fortschreibung des Periodensystems beteiligt ist.

GSI als Institut der Elemententdecker hat viel zur Weiterentwicklung des Periodensystems beigetragen: In Experimenten an der GSI-Beschleunigeranlage

gelang es in Forschungsgruppen unter Leitung von Professor Peter Armbruster, Professor Gottfried Münzenberg und Professor Sigurd Hofmann, die sechs Elemente 107 bis 112 zu entdecken. Außerdem konnten unter der Gruppenleitung von Dr. Matthias Schädel erste chemische Klassifizierungen einiger dieser Elemente vorgenommen werden. Zudem gelang es bei GSI, die Elemente 113 bis 117 zu erzeugen und somit Erstentdeckungen aus Japan und Russland zu bestätigen.

Ein Höhepunkt bei der Abschlusszeremonie in Tokio stand unter dem Thema „Die Erzeugung von superschweren Elementen“. Wissenschaftler, die superschwere Elemente erzeugt und ent-

deckt haben, traten auf die Bühne, um den Abschluss der siebten Reihe des Periodensystems zu feiern. GSI wurde dabei durch Dr. Alexander Yakushev für Element 107 (Bohrium), Professor Christoph Düllmann für Element 108 (Hassium), Professor Michael Block für Element 109 (Meitnerium), Professor Karlheinz Langanke für Element 110 (Darmstadtium), Dr. Dieter Ackermann für Element 111 (Roentgenium) und Dr. Jadambaa Khuyagbaatar für Element 112 (Copernicium) vertreten. Zudem wurden Reden gehalten von prominenten Forschenden aus jenen Labors, die wesentlich zu den Entdeckungen beigetragen haben. Forschungsdirektor Professor Karlheinz Langanke präsentierte dabei GSI und FAIR. ■

Periodensystems 2019



Feierliche Einweihung (v.l.): Professor Paolo Giubellino, Wissenschaftlicher Geschäftsführer von FAIR und GSI, Jochen Partsch, Oberbürgermeister der Stadt Darmstadt, Professor Sigurd Hofmann, Leiter des Entdeckerteams des Elements Darmstadtium, Professor Gottfried Münzenberg, Mitglied des Entdeckerteams, sowie Jörg Blaurock, Technischer Geschäftsführer von FAIR und GSI.

PHOTOPOINT ZUM JUBILÄUM: VOR 25 JAHREN WURDE DAS CHEMISCHE ELEMENT DARMSTADTIUM ENTDECKT

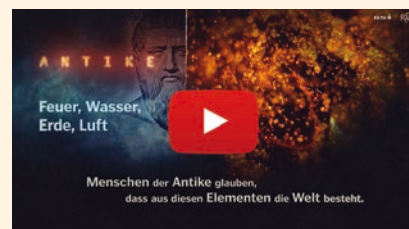
Es war einer der größten Erfolge in der Grundlagenforschung bei GSI und zugleich ein Moment, der zu einem besonderen Alleinstellungsmerkmal für die Stadt Darmstadt wurde: der 9. November 1994 um 16:39 Uhr, als erstmals das chemische Element 110 im GSI-Teilchenbeschleuniger erzeugt wurde. Inzwischen ist es nach seinem Entdeckungsort „Darmstadtium“ benannt und die Wissenschaftsstadt Darmstadt als einzige deutsche Stadt im Periodensystem der Elemente verewigt. Zudem ist das Element Namensgeber für das Wissenschafts- und Kongresszentrum „darmstadtium“. An die Entdeckung vor 25 Jahren erinnerten GSI und Kongresszentrum mit einem eigens dafür gestalteten Photopoint im Foyer des „darm-

stadtiums“, der zum Jubiläum feierlich eröffnet wurde. Er steht für Spitzenforschung, die weltweit führend und zugleich mit der Region verwurzelt ist, und schärft das Profil der Wissenschaftsstadt Darmstadt als weiterer Mosaikstein. Der Wissenschaftliche Geschäftsführer von GSI und FAIR Professor Paolo Giubellino und der Darmstädter Oberbürgermeister Jochen Partsch nahmen gemeinsam die Eröffnung vor. Der Leiter des Entdeckerteams des Elements Darmstadtium, Professor Sigurd Hofmann, gab einen Rückblick auf die Geschichte rund um die erstmalige Erzeugung von Element 110. Das Jubiläum der Darmstadtium-Erzeugung fiel in das von den Vereinten Nationen ausgerufenen Internationale Jahr des Periodensystems. ■

DIE ENTDECKUNGSGESCHICHTE DER ELEMENTE

Im Jahr 1869 veröffentlichte der russische Chemiker Dmitri Mendelejew eine Ordnung für die chemischen Elemente, die bis heute beibehalten wurde: das Periodensystem. Laut IUPAC (Internationale Union für reine und angewandte Chemie) ist das Periodensystem eine der herausragendsten Errungenschaften der Wissenschaft, die die Essenz der Chemie, der Physik und der Biologie enthält. Wie entstand es, und kennen wir schon alle Elemente, die es im Universum gibt?

Ein Animationsfilm von GSI und FAIR, der anlässlich des von den Vereinten Nationen ausgerufenen Internationalen Jahrs des Periodensystems entstand, fasst die Entdeckungsgeschichte der Elemente zusammen: von der Antike bis hin zur Erzeugung von neuen Elementen an Teilchenbeschleunigeranlagen wie GSI und FAIR. In Experimenten an der GSI-Beschleunigeranlage in Darmstadt gelang es Wissenschaftlern sechs neue Elemente zu entdecken, darunter die Elemente Darmstadtium und Hassium, zu Ehren der Stadt und des Bundeslandes des Forschungslabors. ■



Link: youtu.be/Kgw9CDtmHOU

QR-Code
zum YouTube-
Video scannen.





Im Inneren des Quadrupolmoduls für den FAIR-Ringbeschleuniger SIS100 steckt Supraleitungs-Hightech.

Quadrupolmodul im Kalttest

Die Technologie hinter dem FAIR-Projekt ist einzigartig und in vielen Bereichen maßgefertigt. Im großen Ringbeschleuniger SIS100, dem Herzstück des künftigen Beschleunigerzentrums FAIR, werden verschiedene ausgefeilte Magnete und ganze Magnetsysteme dafür

Integrationsgrad eine der großen Herausforderungen der SIS100-Quadrupolmodule. Denn die Integration von zwei Quadrupoleinheiten in einem gemeinsamen Kryostatbehälter ist eine Konstruktion, die von anderen Beschleunigeranlagen abweicht.

Neuartiges Design ermöglicht kompakte Bauweise

sorgen, dass der Ionenstrahl präzise gelenkt und fokussiert wird. Zu ihnen gehören auch die Quadrupolmodule. Das erste (FoS, First of Series) ist nun fertiggestellt und zu GSI geliefert worden. Vor der Auslieferung nach Darmstadt hat das Modul bereits erfolgreich ein umfangreiches Testprogramm (FAT, Factory Acceptance Test) unter Raumtemperatur-Bedingungen beim Hersteller Bilfinger Noell in Würzburg durchlaufen.

Das Quadrupol-Doublet-Modul besteht aus zwei supraleitenden Quadrupoleinheiten, die am Joint Institute for Nuclear Research (JINR) im russischen Dubna gefertigt wurden, und verschiedenen von GSI gelieferten kryogenen Komponenten (beispielsweise Strahlpositionsmonitore, Ionenfänger und dünnwandige Quadrupolkammern). Neben der Integration dieser Komponenten des Quadrupolmoduls ist Bilfinger Noell auch für die Fertigung des Kryostatbehälters, des gemeinsamen Tragwerkes, des Wärmeschildes und weiterer Teile verantwortlich.

Vor der Integration der Komponenten muss die kalte Masse – also der zu kühlende Teil der Magnete – auf zwei gemeinsame Träger montiert und installiert werden. Die dabei erforderliche hochpräzise Positionierung der kalten Masse wird, ähnlich wie bei den Dipolmagneten, mit einem speziellen Gestänge erreicht. Insgesamt ist der hohe

schleunigermagneten (STF, Series Test Facility) vorgenommen. Das Ergebnis: Der gemeinsame Träger zeigte eine lineare Schrumpfung, aber keine signifikante seitliche Bewegung der Position der Quadrupoleinheiten. Die experimentelle Verifikation dieses erwarteten Verhaltens des Trägers bei Temperaturwechseln war ein wichtiger Schritt für das gesamte SIS100-Projekt. In den kommenden Wochen und Monaten wird das Modul sorgfältig evaluiert. Dazu gehören unter anderem Hochspannungsisolationstests und geometrische Messungen, Untersuchungen zur thermomechanischen Belastung und Leistungstests mit den Haupt- und Korrekturmagneten.

Begleitet wird das Testprogramm von Fachleuten des italienischen nationalen Kernphysikinstituts (INFN, Istituto Nazionale di Fisica Nucleare). In der Einrichtung im italienischen Salerno werden später weitere Tests, die SATs (Site Acceptance Tests) der gesamten Quadrupol-Modulreihe, durchgeführt. Hierfür wurden in der zweiten Jahreshälfte 2019, mit dem INFN und der Universität Salerno verschiedene vertragliche Vereinbarungen getroffen. ■



Am Haken: Vorsichtig wird das Quadrupolmodul mit dem Kran an seinen Platz gehoben.

Renommiertere europäische Forschungsförderung vergeben

„ERC Advanced Grant“ geht an GSI-Physiker Marco Durante und Gabriel Martínez-Pinedo sowie an NUSTAR-Forscherin Beatriz Jurado.

Der vom Europäischen Forschungsrat (European Research Council, ERC) vergebene, angesehene Preis unterstreicht die herausragende Qualität der wissenschaftlichen Forschung bei GSI und FAIR. Die Grants sind Förderung und Anerkennung gleichermaßen: Sie werden ausschließlich auf Basis der wissenschaftlichen Exzellenz der beantragten Projekte vergeben und richten sich an Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler aller Fachbereiche, deren hochinnovative Projekte erheblich über den bisherigen Forschungsstand hinausgehen und neue Forschungsgebiete erschließen. Ausgestattet sind sie mit einer Förderung in Höhe von jeweils maximal 2,5 Millionen Euro über einen Zeitraum von fünf Jahren



Marco Durante ist Leiter der GSI-Forschungsabteilung Biophysik und Professor am Fachbereich Physik der TU Darmstadt, Institut für die Physik kondensierter Materie. Er ist weltweit anerkannter Experte auf dem Gebiet der Strahlenbiologie und der medizinischen Physik, vor allem für die Therapie mit Schwer-

ionen und den Strahlenschutz im Weltraum. Wichtige wissenschaftliche Fortschritte erreichte er auf dem Gebiet der Biodosimetrie von geladenen Teilchen, der Optimierung der Teilchentherapie und der Abschirmung von schweren Ionen im Weltraum. Marco Durante studierte Physik und promovierte an der Universität Federico II in Italien. Seine Postdoc-Stellen führten ihn ans NASA Johnson Space Center in Texas und zum National Institute of Radiological Sciences in Japan. Während seiner Studien spezialisierte er sich auf die Therapie mit geladenen Teilchen, auf kosmische Strahlung, Strahlungszytogenetik und Strahlenbiophysik.

In seinem neuen Projekt mit dem Titel „Biomedical Applications of Radioactive ion Beams (BARB)“ will Marco Durante die Tumorthherapie mit geladenen Teilchen weiterentwickeln. „Die Teilchentherapie ist stark im Wachstum begriffen und ist möglicherweise die wirksamste und präziseste Strahlentherapie-technik. Allerdings schränken Reichweitenunsicherheit und schlechte Bildführung ihre Anwendungen immer noch ein. Die Verbesserung der Genauigkeit ist der Schlüssel zur Erweiterung der Anwendbarkeit der Teilchentherapie“, erklärte Marco Durante. Dies könnte auch eine bessere Behandlung von kleineren Metastasen oder Tumoren in der Nähe kritischer Strukturen und von kleinen Zielen bei nicht-krebsartigen Krankheiten, wie etwa ventrikuläre Ablationen bei Herzrhythmusstörungen, erlauben.

Die neue Idee besteht darin, den selben Strahl für die Behandlung und für die Bildgebung während der Behandlung zu verwenden. Radioaktive Ionenstrahlen sind dafür das ideale Werkzeug, aber ihre Intensität ist bisher für therapeutische Anwendungen nicht ausreichend. Erst hochmoderne Anlagen wie FAIR und der bei GSI/FAIR bereits laufende Experimentierbetrieb „FAIR-Phase 0“ können solche intensiven Strahlen erzeugen. Marco Durante erläuterte: „Bei der FAIR-Phase 0 werden hochintensive Ionenstrahlen aus kurzlebigen Isotopen von Kohlenstoff- und Sauerstoffkernen verwendet, um eine gleichzeitige Behandlung und Visualisierung zu ermöglichen. Dies kann die

Gabriel Martínez-Pinedo ist Leiter der GSI-Forschungsabteilung Theorie, Professor am Theoriezentrum des Instituts für Kernphysik (Fachbereich Physik, TU Darmstadt) und ein Hauptforscher des SFB 1245 „Kerne: Von grundlegenden Wechselwirkungen zu Struktur und Sternen“.



Er ist als Experte auf dem Gebiet der Entstehung chemischer Elemente in Sternen weltweit anerkannt. Er war Co-Leiter der internationalen Kollaboration, die 2010 vorhersagte, dass die Synthese von schweren Elementen in einer Neutronensternverschmelzung zu einem charakteristischen elektromagnetischen Signal namens Kilonova führt. 2017 konnten Weltraum- und Bodenobservatorien das vorhergesagte elektromagnetische Signal nach der Verschmelzung zweier Neutronensterne nachweisen. Gabriel Martínez-Pinedo studierte Physik und promovierte an der Autonomen Universität Madrid. Er spezialisierte sich auf die Kernstruktur sowie auf die nukleare Astrophysik. Als Postdoc sammelte er Erfahrungen am California Institute of Technology in den USA, hinzu kamen mehrjährige Forschungsaufenthalte an der Aarhus Universität in Dänemark und der Universität Basel in der Schweiz.

Reichweitenunsicherheit deutlich verringern und die Anwendbarkeit der Teilchentherapie weiter vorantreiben.“ Der Strahl wird in der Zielposition mit einem innovativen Gamma-PET-Detektor visualisiert, der von Professorin Katia Parodi an der LMU München, Partner und weiteren Zuwendungsempfänger des BARB-Projekts, gebaut wird. „BARB ist ein Experiment, das das enorme Potenzial von FAIR zeigt. Es ist eine Zusammenarbeit zwischen der APPA- und der NUSTAR-Säule des FAIR-Projekts“, sagte Marco Durante.



Herausragende Forschungsqualität bei GSI und FAIR: Von links im Foto Professor Gabriel Martínez-Pinedo, der Wissenschaftliche Geschäftsführer von GSI und FAIR, Professor Paolo Giubellino, und Professor Marco Durante – fotografiert mit ausreichendem Abstand zur Corona-Prävention.

In seinem neuen Projekt mit dem Titel „Probing r-process nucleosynthesis through its electromagnetic signatures (KILONOVA)“ wird Gabriel Martínez-Pinedo seine Ansätze zur Entstehung schwerer Elemente in Sternen weiterentwickeln. Er erläuterte: „Das Projekt zielt darauf ab, eine der grundlegenden Fragen der Physik zu beantworten: Wie und wo werden die schweren Elemente von Eisen bis Uran im r-Prozess hergestellt?“

Die Bestätigung der theoretischen Vorhersagen zur Entstehung schwerer Elemente durch die Beobachtung von Gravitationswellen einer Neutronensternverschmelzung in Verbindung mit charakteristischen elektromagnetischen Signalen hatte 2017 den aufsehenerregenden ersten direkten Hinweis darauf geliefert, dass r-Prozess-Elemente bei Neutronensternverschmelzungen erzeugt werden. „Es ist zu erwarten, dass künftig weitere Ereignisse dieser Art entdeckt werden. Um diese Möglichkeiten voll auszuschöpfen, ist es von grundlegender Bedeutung, eine verbesserte Beschreibung der exotischen neutronenreichen Kerne, die am r-Prozess beteiligt sind, mit ausgefeilten astrophysikalischen Simulationen zu kombinieren, um eine genaue Vorhersage der Nukleosynthese-Erträge des r-Prozesses und ihrer elektromagnetischen Signale zu ermöglichen“, erklärte Gabriel Martínez-Pinedo. Diese Vorhersagen könnten dann mit Beobachtungen abgeglichen werden. „Hand in Hand mit den ein-

zigartigen experimentellen Fähigkeiten der GSI/FAIR-Anlage stellt dies eine einzigartige Gelegenheit dar, unser Verständnis der r-Prozess-Nukleosynthese entscheidend voranzutreiben.“

Der Wissenschaftliche Geschäftsführer von GSI und FAIR, Professor Paolo Giubellino, unterstrich: „Es ist eine fantastische Leistung. Ich freue mich außerordentlich über die Würdigung dieser herausragenden Wissenschaftler, die mit ihren innovativen Projekten und ihrem Engagement wichtige Herausforderungen in der Kernphysik und in der medizinischen Physik angehen. Die Grants belegen die herausragende Qualität der wissenschaftlichen Forschung bei GSI und FAIR. Sie gehen an zwei unserer Vorzeigebereiche: nukleare Astrophysik und biomedizinische Anwendungen der Kernphysik. Zudem unterstreichen sie die herausragenden Forschungsperspektiven, die durch unser FAIR-Phase-0-Programm eröffnet werden. Mit FAIR werden wir die Perspektiven solcher wegweisender Forschung weiter ausbauen können und wichtige Pionierleistungen ermöglichen.“

GSI und FAIR sind darüber hinaus hocherfreut über die Verleihung eines weiteren ERC Advanced Grants, der an Professorin Beatriz Jurado vom Centre Etudes Nucléaires de Bordeaux Gradignan (CENBG), Teil des französischen nationalen Zentrums für wissenschaftliche Forschung (French National Centre for Scientific Research CNRS), geht. Der experimentelle Teil des Projekts wird an

der Beschleunigeranlage auf dem GSI/FAIR-Campus im Rahmen von FAIR-Phase 0 umgesetzt, genutzt werden die Speicherringe ESR und CRYRING.

In ihrem EU-geförderten Projekt mit dem Titel „Nuclear rEaCTions At storage Rings (NECTAR)“ will sie die die Messmöglichkeiten in der kernphysikalischen Forschung weiter voranbringen. Ihr Ziel ist die Entwicklung einer neuen Methodik zur indirekten Bestimmung von neutroneninduzierten Querschnitten instabiler Kerne. Diese Querschnitte sind wesentlich für die nukleare Astrophysik, da die meisten schweren Elemente im Universum durch neutroneninduzierte Reaktionen in Sternen erzeugt werden, und auch für kernphysikalische Anwendungen. Ihre Arbeit ist eine experimentelle Spezifizierung zu dem Projekt von Gabriel Martínez-Pinedo. ■

Beatriz Jurado ist durch ihre kernphysikalische Forschung seit langem mit GSI und FAIR verbunden. Ihre Forschungsschwerpunkte sind Niederenergie-Kernphysik, Kernreaktionen und Kernspaltung. Bereits ihre Doktorarbeit, die sie an der Universität von Santiago de Compostela verteidigte, hat sie am Fragment-Separator FRS von GSI umgesetzt, zudem ist sie an der NUSTAR-Kollaboration, einer der vier großen Forschungssäulen von FAIR, als Mitglied in Resource Board beteiligt und war unter anderem als „Visiting Professor“ des ExtreMe Matter Instituts EMMI bei GSI zu Gast.





Transportfertig: Bei der indischen Herstellerfirma stehen die Stromrichter bereit, um zu GSI und FAIR nach Darmstadt gebracht zu werden.

Power für FAIR-Magnete: Indien liefert Stromrichter

Höchste Qualität für die Forschung, lautet die FAIR-Maxime. Dazu trägt die ausgefeilte Strahlführung bei, die von Magnetfeldern gelenkt wird.

Um die Magnete mit der nötigen Power zu versorgen, sind leistungsstarke, ultra-stabile Stromrichter notwendig. Die Hightech-Komponenten kommen aus Indien und sind ein wichtiger Beitrag zum FAIR-Projekt. Anlässlich der Fertigstellung der ersten Charge von Stromrichtern war Jörg Blaurock, der Technische Geschäftsführer von GSI und FAIR, mit einer Delegation in Indien zu Besuch.

Indien, Gründungsmitglied und einer der Gesellschafter der FAIR GmbH, beteiligt sich am FAIR-Projekt unter anderem mit zahlreichen Sachbeiträgen („In-Kinds“) für den Beschleuniger und für mehrere Experimente. Dazu gehören auch die hochmodernen, ultra-stabilen Hochleistungsstromrichter (Ultra Stable High Power Converters, USHPC) für die FAIR-Magnete. Gefertigt werden sie

von der Electronics Corporation of India Limited (ECIL), die sie in Zusammenarbeit mit dem Bose Institute of Kolkata herstellt. Unterstützung kommt außerdem vom Raja Ramanna Centre for Advanced Technology (RRCAT), dem Bhabha Atomic Research Centre (BARC) und dem Variable Energy Cyclotron Centre (VECC).

In einem festlichen Akt auf dem ECIL-Werksgelände in Hyderabad wurde die erste Charge mit 67 Stromrichtern im Beisein der GSI- und FAIR-Delegation auf den Weg zur Verschiffung nach Deutschland gebracht. Jörg Blaurock und ECIL-Geschäftsführer Sanjay Chaubey sprachen von einem bedeutenden Moment. „Dies ist ein besonderer Höhepunkt einer zehnjährigen Reise in enger Zusammenarbeit mit verschiedenen Institutionen. Wir haben

von Grund auf begonnen und das erreicht, was die Nation von uns erwartet hat“, sagte Sanjay Chaubey. Jörg Blaurock betonte: „Die Firma ECIL ist ein wichtiger und verlässlicher Partner für uns. Wir haben eine sehr erfolgreiche Kooperation. Indien leistet mit seinen In-Kind-Lieferungen wertvolle Beiträge für das FAIR-Projekt.“

In Indien und auf dem GSI- und FAIR-Campus waren im Vorfeld bereits Prototypen und erste Serien-Exemplare der Stromrichter erfolgreich ausführlichen Qualitäts- und Leistungstests unterzogen worden. Insgesamt soll die Firma ECIL rund 700 Stromrichter für die Magnete des großen FAIR-Ringbeschleunigers SIS100, der Hochenergiestrahlführung HEBT sowie des Supraleitenden Fragmentseparators Super-FRS produzieren. ■

Neuer Administrativer Geschäftsführer

Im März 2020 hat Wissenschaftsmanager und Physiker Dr. Ulrich Breuer das Amt des Administrativen Geschäftsführers von GSI und FAIR übernommen.

Dr. Ulrich Breuer war zuvor als Kaufmännischer Direktor am Helmholtz-Zentrum Dresden-Rossendorf (HZDR) tätig. Zusammen mit dem Wissenschaftlichen Geschäftsführer Professor Paolo Giubellino und dem Technischen Geschäftsführer Jörg Blaurock bildet er nun die gemeinsame Führungsspitze von GSI und FAIR. Er folgt auf Ursula Weyrich, die als Kaufmännischer Vorstand zum Deutschen Krebsforschungszentrum in Heidelberg gewechselt ist.

„GSI steht seit Jahrzehnten für weltweit renommierte Spitzenforschung, und mit dem künftigen Beschleunigerzentrum FAIR werden die internationalen Dimensionen der Forschung zukunftsweisend erweitert. Ich freue mich daher ganz besonders auf die verantwortungsvolle Aufgabe und die Möglichkeit, diese Entwicklung weiter zu fördern“, sagte Dr. Ulrich Breuer. „Für das mir entgegengebrachte Vertrauen bedanke ich mich sehr.“ Eine solide Finanz- und Personalplanung sowie die effektive Unterstützung der Wissenschaft mit maßgeschneiderten infrastrukturellen, administrativen und kaufmännischen Rahmenbedingungen nannte er als wichtigste Ziele.

Auch seine beiden Geschäftsführungskollegen Professor Paolo Giubellino und Jörg Blaurock freuen sich über die Zusammenarbeit im Management-Team und betonten: „Dr. Breuer kennt das Metier sehr gut und seit langem. Er bringt breite Kenntnisse im Wissenschaftsmanagement und in der kaufmännischen Leitung von Großforschungseinrichtungen mit.“ Ziel ist es, Spitzenforschung an der bestehenden Anlage zu betreiben und die künftige Beschleunigeranlage FAIR in internati-

onaler Zusammenarbeit zu realisieren. „Die Entscheidung für Dr. Breuer ist eine ausgezeichnete Wahl. Mit seinen langjährigen Erfahrungen werden wir gemeinsam erfolgreich die Zukunft von GSI und FAIR weiter gestalten.“

Dr. Ulrich Breuer studierte Physik und promovierte an der Rheinisch-Westfälischen Technischen Hochschule (RWTH) Aachen. Sein beruflicher Werdegang begann 1991 am Forschungszentrum Jülich. Dort war er zunächst als Assistent des Vorstandsvorsitzenden und danach viele Jahre in leitenden Funktionen tätig.

2005 wechselte er als Kaufmännischer Geschäftsführer zum Hahn-Meitner-In-

stitut Berlin, wo er die Fusion mit der Berliner Elektronenspeicherring-Gesellschaft für Synchrotronstrahlung (BESSY) und die Gründung des Helmholtz-Zentrums Berlin begleitete. Als dessen Kaufmännischer Geschäftsführer war er von 2009 bis 2011 tätig. Von 2012 bis 2017 wirkte er als Vizepräsident Wirtschaft und Finanzen des Karlsruher Instituts für Technologie (KIT). Danach hatte er die Position des Kaufmännischen Direktors am Helmholtz-Zentrum Dresden-Rossendorf (HZDR) inne.

Bis Ende Juni 2020 wird Dr. Ulrich Breuer neben der Funktion bei GSI und FAIR auch noch sein bisheriges Amt am HZDR weiter ausüben. ■



Dr. Ulrich Breuer wechselt vom HZDR zu GSI und FAIR.

Auftragsvergabe für Rohbauten auf dem FAIR-Baufeld Süd

Im Mega-Bauprojekt FAIR beginnt eine weitere wichtige Etappe. Während die Rohbauarbeiten im Baufeld Nord voranschreiten, ist nun ein erstes großes Leistungspaket für das Baufeld Süd vergeben worden – ein nächster entscheidender Realisierungsschritt.

Die Vergabe dieses großen Auftrags im dreistelligen Millionen-Euro-Bereich geht an die Arbeitsgemeinschaft der Firmen Züblin und Strabag in Deutschland. Die Bauleistungen umfassen die Rohbauten für sechs Gebäude und eine einzigartige Experimentiereinrichtung – den Supraleitenden Fragmentseparator (Super-FRS).

Nach den bereits im Nordbereich laufenden Bauarbeiten für das künftige Groß-Experiment CBM, eine der vier zentralen Säulen des FAIR-Forschungsprogramms, wird nun mit dem Bau eines weiteren entscheidenden Forschungsbereichs mit herausragendem Entdeckungspotenzial für die Wissenschaft begonnen. Im Super-FRS wird es um Forschungsfragen zu Kernstruktur und Wechselwirkungen extrem seltener,

exotischer Teilchen gehen. Mit höchsten Intensitäten werden diese neuen Isotope erzeugt, am Super-FRS separiert und für weltweit einmalige Experimente zur Verfügung gestellt, um kosmische Materie im Labor zu untersuchen.

Zur Realisierung dieser wegweisenden Infrastruktur für die Forschung beinhaltet das Vergabepaket außerdem die Rohbauten für weitere Experimentier- und Versorgungsgebäude sowie Transferstrecken für die Ionenstrahlen. Der Technische Geschäftsführer von GSI und FAIR, Jörg Blaurock, betonte: „Mit der aktuellen Auftragserteilung setzen wir einen weiteren Baustein unserer für das Mega-Projekt FAIR maßgeschneiderten Vergabestrategie entsprechend unserer Planung um. Nun rücken der zweite gro-

ße Baubereich im Süden des FAIR-Areals sowie weitere Teile der Hightech-Ausstattung in den Fokus auf unserem Weg zur Realisierung von FAIR. Wir werden auch hier mit unserer bereits etablierten integrierten Gesamtplanung in enger Zusammenarbeit mit unseren Partnern in Planung und Ausführung fortfahren.“

Parallel und eng abgestimmt mit dem Fortschritt auf dem Baufeld läuft die Entwicklung und Fertigung der entsprechenden Hightech-Komponenten, die insbesondere für den Super-FRS benötigt werden. Dazu gehören beispielsweise spezielle leistungsstarke Stromrichter sowie supraleitende Magneteinheiten, die später im Super-FRS der Strahlkorrektur dienen, um einen hochpräzisen Teilchenstrahl zu erreichen. ■



Die Entwicklung schreitet voran: Rechts im Foto ist der nördlicher Teil des Baufelds mit dem Tunnel für den großen Ringbeschleuniger SIS100 zu sehen, im Hintergrund links die bestehenden GSI-Gebäude, davor ein Teil des südlichen Baufelds, das nun immer stärker entwickelt wird.



Besuch aus dem Europaparlament

Eine Gruppe der „Renew Europe Group“, der drittgrößten Fraktion des EU-Parlaments, war vergangenes Jahr zu Gast bei GSI und FAIR.

Die Abgeordneten und ihre Mitarbeiter und Referenten informierten sich über aktuelle Forschungen, Infrastrukturen und das künftige Beschleunigerzentrum FAIR, das derzeit bei GSI entsteht. Empfangen wurden die internationalen Gäste von Professor Paolo Giubellino, dem Wissenschaftlichen Geschäftsführer von GSI und FAIR, und Jörg Blaurock, dem Technischen Geschäftsführer von GSI und FAIR.

Der Besuch war Teil einer Klausurtagung von „Renew Europe“ in Frankfurt, während der auch Informationstouren zu internationalen Spitzenstandorten unternommen wurden. Auf dem GSI- und FAIR-Campus erhielten die mehr als 100 europapolitischen Besucher Einblicke in die wissenschaftlichen Erfolge und den aktuellen Stand des FAIR-Projekts, eines der größten Bauvorhaben für die

Forschung weltweit und zugleich eine starke Säule der deutschen und europäischen Forschungslandschaft im globalen Wettbewerb. Die GSI- und FAIR-Geschäftsführung gab Hintergrundinformationen und bot einen kompakten Überblick über Wissenschaft, bauliche und technische Fortschritte, sowie die Entwicklung am Standort im Herzen des Rhein-Main-Gebiets.

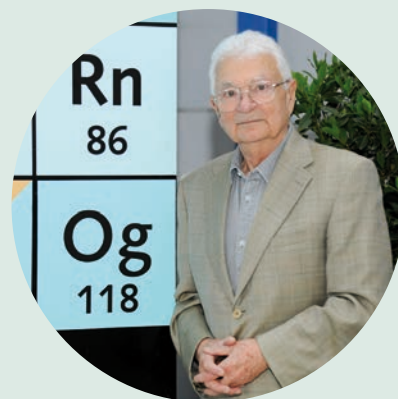
supraleitende Magnete für FAIR geprüft werden. Bei einer Rundfahrt über das FAIR-Baufeld konnten die Gäste die laufenden Arbeiten auf dem 20 Hektar großen Bauareal aus nächster Nähe besichtigen, von den fertiggestellten Abschnitten für den zentralen Ringbeschleuniger SIS100 bis zur Baugrube für den ersten der künftigen Groß-Experimentierplätze.

Informationen über Hightech-Komponenten

Zu dem Programm für die Gäste gehörte auch eine Besichtigung auf dem GSI-Campus und der FAIR-Baustelle. Sie besuchten dabei die Testeinrichtung für supraleitende Beschleunigermagneten (Series Test Facility, STF), in der vor allem Hightech-Komponenten wie su-

„Renew Europe“ ist eine Fraktion des Europäischen Parlaments. Sie vereint liberale und zentristische Parteien, aus dem deutschsprachigen Raum sind unter anderem die FDP mit fünf Abgeordneten und die Freien Wähler mit zwei Abgeordneten vertreten. ■

Professor Juri Oganjesjan (87), wissenschaftlicher Leiter des Flerov Laboratory of Nuclear Reactions in Dubna, Russland, ist die einzige lebende Person, nach der ein chemisches Element benannt ist: Element 118, Oganesson.



Herr Professor Oganjesjan, Sie haben eine lange Geschichte mit GSI. Wie hat alles angefangen?

Mein erster Besuch bei GSI war im Januar 1970 mit Professor Rudolph Bock, einem der Gründerväter von GSI. Zu diesem Zeitpunkt waren bisher nur die Aushubarbeiten für die Gebäude durchgeführt worden. Am Tag zuvor hatte ich in Heidelberg anlässlich eines wissenschaftlichen Kolloquiums gesprochen. Schon damals gab es Pläne, superschwere Elemente herzustellen und die geheimnisvolle Insel der Stabilität zu suchen. 1974 begannen wir unsere Experimente in Dubna. Während mein Chef, Georgi Flerow, im Sommerurlaub war, hatte ich Strahlzeit, um die Idee der Fusion von massiven Kernen zu überprüfen und Experimente durchzuführen. Bei der Herstellung von Fermium-Isotopen durch Fusion von Blei- und Argonkernen haben wir viel mehr Ereignisse beobachtet, als wir erwartet hatten. Es war der erste experimentelle Hinweis auf eine neue Methode zur Synthese schwerer Kerne, die später als „kalte Fusion“ bezeichnet wurde. Diese Daten waren auch für die deutschen Kollegen, die neue Elemente synthetisieren wollten, sehr wichtig. Zu diesem Zeitpunkt begann eine enge Zusammenarbeit zwischen JINR und GSI. Danach wurden Besuche in Dubna und Darmstadt häufig, manchmal einmal pro Woche. Ich möchte anmerken, dass die Fortschritte bei GSI mit dem neuen UNI-

LAC-Beschleuniger und dem SHIP-Separator wirklich groß waren.

Das war die Zeit des Kalten Krieges? Wie funktionierte die wissenschaftliche Zusammenarbeit zwischen dem Sowjetblock und der westlichen Welt?

Ich fand es immer seltsam, etwas Interessantes zu machen und es dann geheim zu halten. Eine professionelle Kommunikation zwischen den Wissenschaftlern ist wichtig, unabhängig von politischen Systemen. Andere helfen dabei, sich zu verbessern und nicht die gleichen Fehler zweimal zu machen. Politische Spannungen machen das Leben nicht einfach, aber wissenschaftliches Interesse ist etwas anderes als politisches Interesse. Tatsächlich haben wir sowohl mit Westdeutschland als auch mit Ostdeutschland zusammengearbeitet. Beide Seiten wollten kooperieren. Dubna war ein wirklich wunderbares Feld, nicht nur für die Kommunikation, sondern auch für die Zusammenarbeit. Zu dieser Zeit war die Nation geteilt, aber die Wissenschaft war eine Brücke. Wir saßen zusammen, aßen zusammen zu Abend, auf der Ebene des direkten menschlichen Kontakts. JINR war eine Ausnahme, in seiner Internationalität ein einzigartiges wissenschaftliches Zentrum in Russland. Flerow sagte einmal: „Das beste Experiment ist JINR selbst.“ Nach dem Ende des Kalten Krieges brachte uns

dies einen Erfahrungsvorsprung in der weltweiten Zusammenarbeit.

Warum haben Sie sich für Physik als Beruf entschieden? War es schon immer Ihre Leidenschaft? Und wie begann Ihr Interesse an den superschweren Elementen?

Als Schüler bevorzugte ich die Architektur. Mein Vater war Bauingenieur. Aber da ich ein guter Schüler war, wurde ich ausgewählt, um eine Prüfung für Physik und Mathematik abzulegen. Ich habe sie beim ersten Versuch ohne Probleme bestanden, also musste ich in dieses Feld gehen. Ich begann 1950, als ich 17 Jahre alt war, mit dem Studium. Danach wurde ich von Flerow angeworben. Gemeinsam mit Professor Konstantin Petrzhak hatte er die spontane Spaltung entdeckt. Flerow war ein bekannter Wissenschaftler aufgrund des sowjetischen Atombombenprojekts. Nach zwei Jahren Arbeit in Flerows Gruppe wurde ich im Alter von 24 Jahren von meinen Kollegen ausgewählt, um einen älteren Kollegen zu ersetzen und die Beschleunigergruppe zu leiten. Das war eine herausfordernde Aufgabe.

Haben Sie einen Ratschlag für junge Forschende?

Es scheint mir, dass sie keinen Rat brauchen. Sie müssen ihren Weg selbst wählen. Sie haben das Recht dazu. Viel-

leicht sollten sie Fehler machen, um den richtigen Weg zu finden. Keine Sorge, einfach weitermachen! Wenn Du einen falschen Weg nimmst, kannst du zurückgehen. Glaube daran, dass Du Schwierigkeiten überwinden kannst. Glaube an Dich selbst und tue, was Dir wertvoll erscheint.

Element 118, Oganesson, ist nach Ihnen benannt, und es gibt eine Briefmarke mit Ihrem Bild darauf. Wie kam es dazu?

Die Briefmarke stammt aus Armenien, wo ich ursprünglich herkomme. Ein guter Freund von mir aus Armenien war Diplomat. Sein Sohn ist Journalist. Er hatte die Idee mit der Briefmarke und machte es möglich. Bei der Elementbenennung gibt es keine allgemeine Regel, sondern vor allem Tradition. Sie können nach Pla-

neten, Ländern, Städten oder Personen benannt werden. Die Benennung zu Ehren von Forschern ist eine Anerkennung und eine Erinnerung an ihre großen Beiträge zur Wissenschaft, auch wenn sie sich nicht mit der Synthese von Elementen beschäftigt haben. Aber es gibt auch Personen, die Elemente herstellen. Diese Entdecker entscheiden über die Namensgebung ihres Elements. An der Synthese eines superschweren Elements sind viele Wissenschaftler mit bedeutenden Beiträgen beteiligt. Daher wird der Name des Elements im Namen aller Autoren der Entdeckung vorgeschlagen. In zwei Fällen wurde eine lebende Person geehrt. In meinem Fall wurde der Vorschlag von den Autoren zweier kooperierende Gruppen des Flerow-Labors in Dubna und des Livermore National Laboratory in den USA gemacht. Wie man

mir sagte, wurde es auch von unseren Kollaborationspartnern des Oak Ridge National Laboratory und der Vanderbilt University unterstützt – den Mitautoren unserer vorherigen Entdeckung von Element 117.

Sie sind über 80 Jahre alt und immer noch ein aktiver Forscher. Denken Sie jemals daran, in Ruhestand zu gehen?

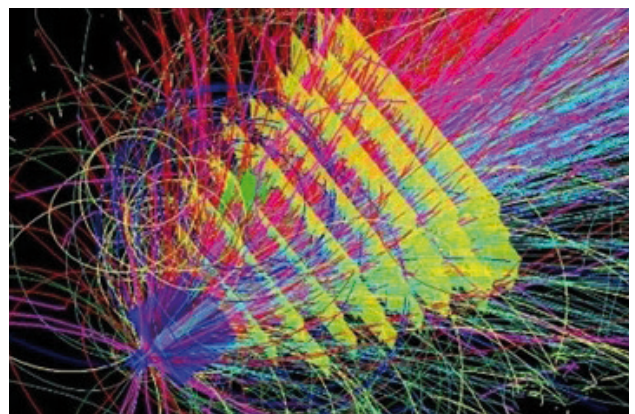
Es scheint, dass ich immer noch die Kraft habe, um in der Wissenschaft zu arbeiten. Leider ist meine Frau gestorben, also lebe ich allein. Meine Kinder sind in die USA gezogen. Natürlich besuche ich sie und meine Enkelkinder oft, aber nach einer Woche möchte ich zurückkehren. Wissenschaft ist immer noch mein großes Interesse. Es ist mein Beruf, solange wie sie mich haben wollen. ■

CREMLINplus: Drei Millionen Euro für FAIR

Die Europäische Kommission fördert die wissenschaftliche Zusammenarbeit von europäischen Forschungsinfrastrukturen – insbesondere der Projekte des Europäischen Strategieforums für Forschungsinfrastrukturen (ESFRI) mit den Megascience-Projekten in Russland – mit 25 Millionen Euro. Von dieser EU-Förderung profitiert auch die langjährige Zusammenarbeit zwischen GSI und dem Joint Institute for Nuclear Research (JINR) in Dubna bei den Großprojekten FAIR und NICA (Nuclotron-based Ion Collider fAcility).

Im Rahmen des neuen EU-Projekts CREMLINplus (Connecting Russian and European Measures for Large-scale Research Infrastructures - plus) erhält FAIR drei Millionen Euro Fördergeld für die Zusammenarbeit des FAIR-Experiments CBM (Compressed Baryonic Matter) mit den Experimenten am zukünftigen NICA-Collider am JINR. Mit CREMLINplus werden darüber hinaus über einen Zeitraum von vier Jahren weitere elf Institute der CBM-Kollaboration aus sieben Ländern mit 2,6 Millionen Euro gefördert.

Unterstützt wird die gemeinsame Entwicklung von Silizium-Spurdetektoren, die Konzeption ultraschneller, selbstgetriggelter Datenaufnahmesysteme, die Entwicklung von Software-Paketen zur Online-Ereignis-Selektion und zur Datenanalyse, sowie der Bau von Targetkammern, von ex-



Simulation von Teilchenspuren im CBM-Experiment.

trem dünnen Strahlrohren und von Kalorimetern zur Ereignis-Charakterisierung. In einem weiteren Arbeitspaket wird unter der Leitung des GSI-Detektorlabors an der Entwicklung der nächsten Generation ultradünner Silizium Pixelsensoren (MAPS – Monolithic Active Pixel Sensors) gearbeitet.

GSI und FAIR können dabei vor allem ihre Kompetenz und langjährige Erfahrung in den Bereichen Detektortechnologien, Frontend-Elektronik, Datenakquisition sowie bei Simulationen und Datenanalyse einbringen. ■



Der Speicherring CRYRING.

Förderung für CRYRING-Forschung

Bundesministerium für Bildung und Forschung unterstützt Projekt zur Untersuchung der Eigenschaften magnetischer Materialien.

Es geht um Eigenschaften magnetischer Materialien und um maßgeschneiderte Veränderungen in neuartigen Werkstoffen: Zwei Teams um Physikerinnen der Universität Duisburg-Essen (UDE) werden mit insgesamt 2,8 Millionen Euro für drei Jahre gefördert. Für die Experimente an Teilchenbeschleunigern entwickeln sie neue Instrumente. Ein Projekt wird am Ionen Speicherring CRYRING auf dem GSI- und FAIR-Campus in Darmstadt umgesetzt.

Am CRYRING, der auch Teil der künftigen Beschleunigeranlage FAIR wird, werden unter der Leitung von Professorin Marika Schleberger Festkörper mit Hilfe von Ionenstrahlen untersucht. Zu diesem Zweck wird ein Messplatz am 17 Meter durchmessenden Ring, in dem die Ionen von kleinen Geschwindigkeiten bis zu einem Viertel der Lichtgeschwin-

digkeit fliegen, mit neuartigen Instrumenten ausgestattet. Sie werden von den Projektpartnern der UDE und der Universität Gießen eigens entwickelt. Damit wollen die Forschenden die Teilchen analysieren, die beim Beschuss mit Ionen herausgelöst werden, um zentrale Fragen zu beantworten: Wie erreicht man maßgeschneiderte Veränderungen

Der CRYRING ist ein Beitrag Schwedens zu FAIR, der aus Stockholm zu GSI transportiert wurde. Er wurde in Kooperation mit GSI zunächst für Experimente und Maschinentests an der bestehenden GSI-Beschleunigeranlage aufgebaut. Es ist geplant, ihn langfristig für die atomphysikalische Forschung mit langsamen Antiprotonen an FAIR einzusetzen.

Maßgeschneiderte Materialveränderungen

in neuen Materialien durch gezielte Entfernung einzelner Atome? In welche Untereinheiten zerbrechen Biomoleküle unter Teilchenbeschuss, und kann man diesen Prozess steuern? Wie lässt sich die Nachweisempfindlichkeit noch weiter steigern?

Ein weiteres Projekt, unter Leitung von Dr. Katharina Ollefs, beschäftigt sich mit energieeffizienter Kühlung durch magnetische Materialien. Beide Verbundprojekte fördert das Bundesministerium für Bildung und Forschung mit jeweils 1,4 Millionen Euro für drei Jahre. ■

Spatenstich in Jena

Die bauliche Erweiterung des Helmholtz-Instituts Jena (HI-Jena) hat begonnen, der feierliche Spatenstich erfolgte im vergangenen Jahr.

Mit dem Neubau, der in unmittelbarer Nachbarschaft des bestehenden Institutsgebäudes entsteht, werden auf mehreren Geschossen zusätzliche Büro-, Seminar- und Laborflächen geschaffen. Der Spatenstich war damit zugleich ein wichtiger Startschuss, um das erfolgreiche Wachstum des Helmholtz-Instituts Jena, einer GSI-Außenstelle auf dem Campus der Friedrich-Schiller-Universität (FSU) Jena, weiter zu fördern.

Nach der Begrüßung durch den Direktor des Helmholtz-Instituts Jena, Professor Thomas Stöhlker, überbrachten der Minister für Wirtschaft, Wissenschaft und Digitale Gesellschaft des Freistaats Thüringen, Wolfgang Tiefensee, und

die Ministerin für Infrastruktur und Landwirtschaft, Birgit Keller, ihre Grüßworte. Für GSI sprach der Forschungsdirektor Professor Karlheinz Langanke, für die Friedrich-Schiller-Universität Jena der Vizepräsident für Forschung, Professor Georg Pohnert.

Zu diesem Forschungsneubau war vom Thüringer Infrastrukturministerium ein Architektenwettbewerb ausgeschrieben worden. Als Sieger ging ein regionales Büro hervor: Die Jury wählte einstimmig den Entwurf des Büros „Osterwold°-Schmidt EXP!ANDER Architekten“ aus Weimar, die die Planungen gemeinsam mit Impuls Landschaftsarchitektur Jena eingereicht hatten. Der viergeschossi-

ge, würfelförmige Bau mit einer Grundfläche von rund 240 Quadratmetern schließt im Untergeschoss an das Targetlabor an. Als Verbindung zum bestehenden Institutsgebäude ist eine dazwischen geschaltete Schleuse vorgesehen.

Die Bauzeit für den Neubau, der in Hanglage auf einem landeseigenen Grundstück innerhalb des Universitätsstandorts unterhalb des Landgrafen errichtet wird, soll zirka zwei Jahre betragen. Thüringen finanziert das Bauvorhaben und hat dafür acht Millionen Euro im Landeshaushalt eingeplant.

Mit dem zusätzlichen Institutsgebäude werden die infrastrukturellen Voraussetzungen für die Spitzenforschung, die seit der Institutsgründung vor zehn Jahren am HI-Jena betrieben wird, weiter verbessert. Das Forschungsprofil des HI-Jena ist geprägt von der Physik an der Schnittstelle zwischen konventioneller Beschleunigertechnik und dem sich schnell entwickelnden Feld der auf Lasern basierenden Teilchenbeschleunigung. Das HI-Jena bietet herausragende Forschung im Bereich der Kopplung intensiver Photonenfelder und unterstützende Entwicklung von adäquater Instrumentierung. Zudem wird durch das HI-Jena die enge Verbindung zwischen Universität und GSI mit dem derzeit entstehenden internationalen Beschleunigerzentrum FAIR noch ausgebaut und verstetigt.



Von links: Professor Georg Pohnert, Vizepräsident für Forschung der Friedrich-Schiller-Universität Jena, der Minister für Wirtschaft, Wissenschaft und Digitale Gesellschaft des Freistaats Thüringen, Wolfgang Tiefensee, die Ministerin für Infrastruktur und Landwirtschaft, Birgit Keller, der Forschungsdirektor von GSI und FAIR, Professor Karlheinz Langanke, und der Direktor des Helmholtz-Instituts Jena, Professor Thomas Stöhlker.

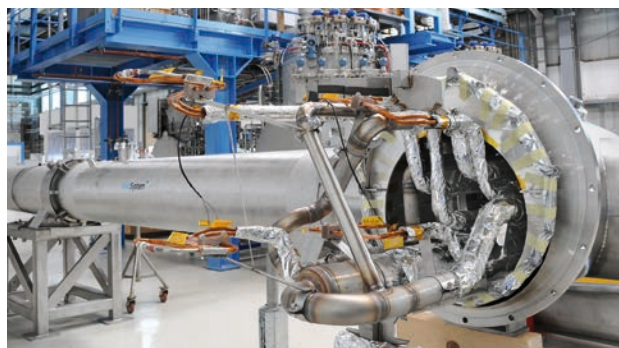
Rund 100 Mitarbeiter sowie assoziierte Forschende in zehn Arbeitsgruppen sind aktuell am HI-Jena tätig. Hinzu kommt eine eigene Graduiertenschule mit rund 60 Doktoranden. ■

KURZgefasst

SERIENPRODUKTION: KRYO-BYPASS-LEITUNGEN FÜR FAIR-RINGBESCHLEUNIGER

Extreme Kälte in einem Bereich, warme Raumtemperatur direkt daneben – die ausgefeilte Kältetechnik (Kryotechnik) für den großen FAIR-Beschleunigerring SIS100 ist eine große Herausforderung. Ein wichtiger Baustein, um die bestmöglichen technischen Lösungen für die Kühlung im SIS100 zu erzielen, geht jetzt in die Serienproduktion: die sogenannten Bypass-Leitungen, ein polnischer Beitrag für die FAIR-Anlage. Im vergangenen Jahr besuchte eine Delegation von GSI und FAIR die Wroclaw University for Science and Technology (WUST) in Polen. Die Delegation traf sich mit Vertretern des polnischen Gesellschafters von FAIR, der Universität Breslau, sowie der Führungsspitze der ausfertigen Breslauer Firma Kriosystem. Das

Treffen markierte den Start der wichtigen Phase der Serienproduktion der Bypass-Leitungen für den SIS100. Die Bypass-Leitungen stellen den Transport des Kältemittels (flüssiges Helium) vorbei an wärmeren Beschleunigerkomponenten sicher. So garantieren sie konstant die zum Betrieb der supraleitenden Magnete benötigte Kälte von $-268,6\text{ °C}$ im gesamten Ringsystem. Nach einem Entwurf der WUST hat Kriosystem bereits die erste einer Serie von Bypass-Lei-



Kryo-Bypass im Test auf dem FAIR- und GSI-Campus.

tungen geliefert, die bei GSI erfolgreich abgenommen werden konnte. Mit dem unterzeichneten Produktionsvertrag zwischen WUST und der Firma Kriosystem wird nun die Serienproduktion von 27 Bypass-Leitungen gestartet. ■

POSITIVE MESSE-BILANZ: FAIR-PROJEKT AUF DER EXPO REAL PRÄSENTIERT

Die aktuellen Bauplanungen und die nächsten Realisierungsschritte für FAIR standen im Mittelpunkt des Messeauftritts auf der Expo Real in München. Die Bilanz der Teilnahme an der renommierten internationalen Immobilienmesse fiel erneut sehr positiv aus. Das weltweit einzigartige Bauvorhaben für die Wissenschaft konnte der Fachbranche dabei mit vielen

spannenden Neuigkeiten präsentiert werden und stieß auf großes Interesse bei den Messebesuchern. Potenzielle Auftragnehmer und Bietergemeinschaften für die anstehenden Arbeiten auf der FAIR-Baustelle nutzten die Gelegenheiten, sich im direkten Gespräch umfassend über das Bauvorhaben und eine mögliche Beteiligung zu informieren.

den kann. Die Messetage boten durch die Präsenz vieler relevanter Akteure des Bausektors zudem eine hervorragende Gelegenheit, um das FAIR-Projekt in der Baubranche noch stärker zu profilieren. In den Fachgesprächen bestätigte sich erneut, dass ein solches maßgeschneidertes Megaprojekt wie FAIR durch seine Alleinstellungsmerkmale sehr reizvoll für das Portfolio von Baudienstleistern sein kann.



FAIR präsentiert sich auf dem Darmstadt-Messestand der Expo Real.

Intensive Dialoge am Messestand, eine ganze Reihe fokussierte Einzelgespräche und der hinzugewinn zahlreicher neuer Fachkontakte trugen dazu bei, dass die Messebeteiligung 2019 als Erfolg verbucht werden

Die bewährte Partnerschaft mit der Wissenschaftsstadt Darmstadt wurde fortgesetzt. Das FAIR-Projekt war mit seinem Messeauftritt eingebunden in den Darmstadt-Stand als Teil der Metropolregion Frankfurt-Rhein-Main. Mit rund 45 000 Besuchern und Ausstellern aus mehr als 40 Ländern zählt die Fachmesse Expo Real jedes Jahr zu den wichtigsten europäischen Branchentreffen für Immobilien, Bauen und Standortmarketing. ■

SUMMER STUDENT PROGRAM VON GSI UND FAIR



Teilnehmende des Summer Student Program 2019.

37 Studierende aus 19 Ländern nahmen in 2019 am Summer Student Program von GSI und FAIR teil. Sie verbrachten acht Wochen auf dem Campus, lernten Experimente und Forschungsbereiche kennen und erlebten den Arbeitsalltag an einem internationalen Beschleunigerlabor. Jeder Sommerstudierende arbeitete in einer Forschungsgruppe an einem kleinen wissenschaftlichen oder technischen Projekt aus dem laufenden Forschungsbetrieb. Jedes Jahr, abgesehen von 2020, wo das Summer Student Program leider aufgrund der Corona-Pandemie abgesagt werden musste, bietet es den Teilnehmenden einen Einblick in die Forschung am Teilchenbeschleuniger. Viele Studierende kommen nach dem Summer Student Program für eine Master- oder Doktorarbeit zurück zu GSI und FAIR. ■

SATURDAY MORNING PHYSICS: MEHR ALS 200 SCHÜLER



Über 200 Teilnehmende an Saturday Morning Physics.

Mehr als 200 Oberstufenschülerinnen und -schüler aus ganz Hessen, die an der Veranstaltungsreihe „Saturday Morning Physics“ teilnahmen, erhielten spannende Einblicke in die aktuelle physikalische Forschung bei FAIR und GSI. In Rundgängen durch die Forschungsanlagen erkundeten die Schüler die Teilchenbeschleuniger und Experimente auf dem GSI- und FAIR-Campus und informierten sich über den Bau der internationalen Beschleunigeranlage FAIR. Die Veranstaltungsreihe „Saturday Morning Physics“ ist ein Projekt der Physikalischen Fakultät der TU Darmstadt. Der Besuch bei FAIR und GSI findet als Exkursion innerhalb der Reihe statt. GSI zählt bereits seit dem Start der Veranstaltungsreihe zu den Sponsoren und Unterstützern dieses Projektes. ■

ZUSAMMENARBEIT MIT UNIVERSITÄT SALERNO SOLL INTENSIVIERT WERDEN



Von links: Professor Salvatore De Pasquale, Professor Paolo Giubellino, Professor Vincenzo Loia und Professor Luca Lista.

Perspektiven der künftigen Zusammenarbeit mit der Universität Salerno (UNISA) standen im Mittelpunkt des Besuchs des Wissenschaftlichen Geschäftsführers von FAIR und GSI, Professor Paolo Giubellino. Ziel ist, den wissenschaftlichen Austausch in der Forschung zu intensivieren. Zur Förderung der wissenschaftlichen und technologischen Kooperationen zwischen FAIR, der UNISA und dem dortigen Fachbereich Physik wurde ein „Memorandum of Understanding“ als Grundsatzerklärung unterzeichnet. Die Zusammenarbeit wird in Kürze mit Aktivitäten an der UNISA in Zusammenhang mit den Kalttests von supraleitenden Magnetmodulen für den FAIR-Ringbeschleuniger SIS100 beginnen. In diesem Rahmen ist ein gegenseitiger Austausch von Forschenden und Studierenden vorgesehen, um das Wissen im Bereich der kryogenen Anlagen für supraleitende Magnete für Teilchenbeschleuniger zu vertiefen. ■



Die künstlerische Darstellung zeigt zwei winzige, aber sehr dichte Neutronensterne an dem Punkt, an dem sie als Kilonova verschmelzen und explodieren.

Verschmelzende Neutronensterne

Zum ersten Mal haben Astronomen ein chemisches Element identifiziert, das durch das Verschmelzen zweier Neutronensterne gebildet wurde. Der verantwortliche Mechanismus, der als r-Prozess bezeichnet wird – auch bekannt als schneller Neutroneneinfang – gilt als der Ursprung großer Mengen von Elementen, die schwerer sind als Eisen. Diese Entdeckung wirft neues Licht auf das Rätsel über diejenigen Objekte, in denen dieser r-Prozess stattfindet. Das Team von Astronomen, an dem auch Forschende von FAIR und GSI beteiligt waren, konnte nun eindeutig zeigen, dass die Vereinigung zweier Neutronensterne die Voraussetzungen für diesen Prozess schafft und als Reaktor dient, in dem neue Elemente erbrütet werden.

Die Herkunft von schweren Elementen wie Gold, Blei und Uran ist bis heute nicht völlig geklärt. Die leichtesten Elemente – Wasserstoff und Helium – wurden in nennenswerten Mengen bereits mit dem Urknall erzeugt. Die Kernfusion in den Zentren der Sterne ist zudem als Quelle für Atome vom Helium bis hin zum Eisen gut etabliert.

Für die Erzeugung von schwereren Atomen vermuten Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler einen Prozess, der freie Neutronen an bereits bestehende Bausteine anlagert. Die schnelle Variante dieses Mechanismus ist der r-Prozess (r steht für rapid, das heißt schnell) oder schnelle Neutroneneinfang. Welche Objekte solche Reaktionen ermöglichen, wird derzeit erforscht. Als potentielle Kandidaten gelten bislang seltene Formen von Supernova-Explosionen und die Verschmelzung von dichten Endstadien von Sternen wie Neutronen-Doppelsterne.

Eine internationale Gruppe von Astronomen mit wesentlicher Beteiligung von Camilla Juul Hansen vom Max-Planck-Institut für Astronomie (MPIA) in Heidelberg hat nun durch die Auswertung von Spektren die Signatur des Elements Strontium entdeckt, das während einer explosionsartigen Verschmelzung von zwei Neutronensternen durch den r-Prozess gebildet wurde. An der Veröffentlichung im Fachmagazin Nature waren auch Professorin Almudena Arcones und Privatdozent Andreas Bauswein beteiligt, die neben ihren Tätigkeiten in der Forschungsabteilung für theoretische Physik bei FAIR und GSI auch an der Technischen Universität Darmstadt sowie an der Universität Heidelberg, beides Partneruniversitäten von FAIR und GSI, tätig sind. Sie lieferten wertvolle Abschätzungen für die Veröffentlichung. Der Ablauf und die Eigenschaften des r-Prozesses gehören zu den wichtigen Forschungsfragen, die an der zukünftigen FAIR-Beschleunigeranlage untersucht werden sollen, die aktuell in Darmstadt errichtet wird.

Die explosive Vereinigung der Neutronensterne erzeugte eine Blase, die sich mit rasenden 20% bis 30% der Lichtgeschwindigkeit ausdehnt. Der Anteil des neu gebildeten Strontiums an der expandierenden Hülle beträgt etwa fünf Erdmassen (eine Erdmasse entspricht $6 \cdot 10^{24}$ Kilogramm). Somit liefern die Forscher zum ersten Mal den eindeutigen Nachweis, dass solch eine Kollision die Bedingungen für den r-Prozess bietet, in denen schwere Elemente erzeugt werden können. Nebenbei ist dies die erste empirische Bestätigung, dass Neutronensterne aus Neutronen bestehen.

baren Licht aufgrund der radioaktiven Prozesse, das nach einem zunächst starken Helligkeitsanstieg innerhalb weniger Tage verblasste. Die erste Analyse der Spektren im Jahr 2017 durch eine andere Forschungsgruppe konnte zunächst kein klares Ergebnis über die Zusammensetzung der Reaktionsprodukte liefern.

Die aktuelle Auswertung von Dr. Hansen und ihren Kollegen basiert auf der Erstellung von synthetischen und der Modellierung der beobachteten Spektren, die über vier Tage hinweg in einem Abstand von je einem Tag aufgenommen wurden.

Fortschritt im Verständnis der Entstehung schwerer Elemente

Der r-Prozess ist wahrhaftig rasant. Pro Sekunde strömen mehr als 10^{22} Neutronen durch eine Fläche von einem Quadratcentimeter. Durch den Beta-Zerfall verwandeln sich einige der angehäuften Neutronen in Protonen, wobei jeweils ein Elektron und ein Antineutrino abgegeben werden. Das Besondere an dieser Reaktion ist, dass sich die Neutronen schneller zu großen Objekten zusammenfügen, als dass die neu entstandenen Konglomerate wieder zerfallen. So können selbst aus einzelnen Neutronen innerhalb weniger als einer Sekunde schwere Elemente entstehen.

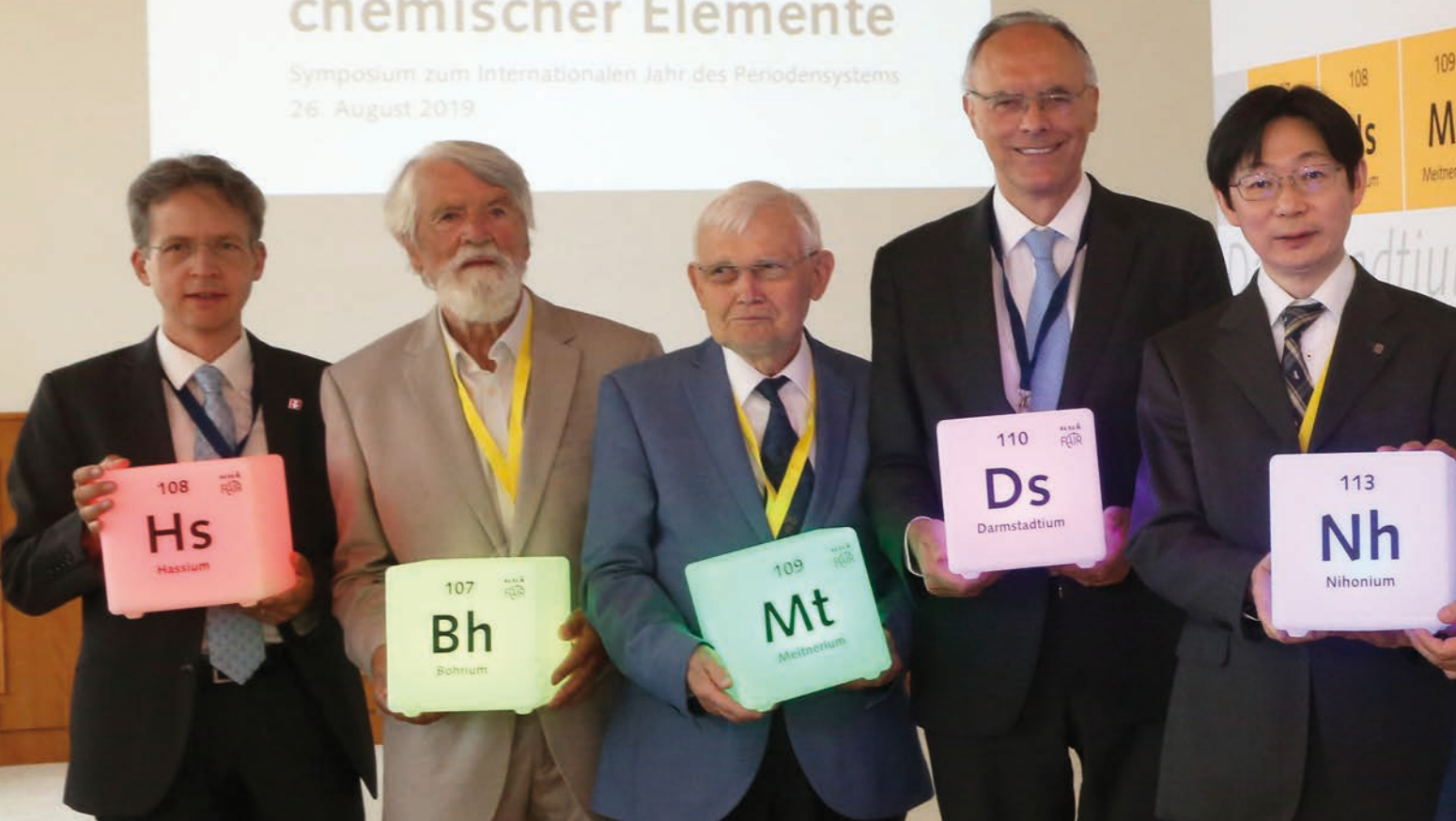
Die Daten wurden im Nachgang der spektakulären Entdeckung des Gravitationswellensignals GW170817 vom August 2017 mit dem Very Large Telescope (VLT) der Europäischen Südsternwarte (ESO) erstellt. Neben einem Gammastrahlungsausbruch wurde an selber Stelle die Kilonova AT2017gfo beobachtet, ein Nachleuchten im sicht-

Die Spektren deuten auf ein Objekt mit einer anfänglichen Temperatur von ca. 3700 Kelvin (ca. 3400 °C) hin, welches sich in den folgenden Tagen abschwächte und abkühlte. Auffällig sind die Helligkeitsdefizite bei Wellenlängen von 350 und 850 Nanometern. Diese sind gleichsam die Fingerabdrücke des Elements, das an diesen Stellen Licht absorbiert.

Unter Berücksichtigung der Blauverschiebung dieser Absorptionsbanden, die durch die Expansion der Hülle wegen des Doppler-Effekts hervorgerufen wird, hat die Forschungsgruppe synthetische Spektren von einer großen Anzahl von Atomen mittels dreier Methoden mit zunehmender Komplexität berechnet. Da all diese Methoden konsistente Ergebnisse liefern, gilt die Schlussfolgerung als robust. Es stellte sich heraus, dass einzig Strontium, erzeugt durch den r-Prozess, in der Lage ist, die Positionen und die Stärke der Absorptionen in den Spektren zu erklären. ■

Entdeckung chemischer Elemente

Symposium zum Internationalen Jahr des Periodensystems
26. August 2019



HISTORISCHE ZUSAMMENKUNFT INTERNATIONALES TREFFEN DER ENTDECKER CHEMISCHER ELEMENTE

Im Rahmen des Internationalen Jahrs des Periodensystems 2019 kam es auf der Konferenz zur Chemie und Physik der schweren Elemente (TAN), die im vergangenen Jahr in Wilhelmshaven stattfand, zu einer historisch einzigartigen Zusammenkunft der Entdecker von neuen chemischen Elementen. Forscher aus Deutschland, Russland und Japan, die in den vergangenen Jahren das Periodensystem der Elemente um

neue Einträge erweitert haben, trafen sich während des internationalen Kongresses. Die Ausrichter der diesjährigen TAN-Konferenz waren GSI sowie die Johannes Gutenberg-Universität und das Helmholtz-Institut Mainz.

Aktuell sind 118 Elemente im Periodensystem der Elemente verzeichnet. 92 davon kommen auf der Erde natürlich vor. Die Suche nach weiteren neuen Ele-

menten erfolgt mithilfe von Teilchenbeschleunigern. Dazu lassen die Forschenden einen Ionenstrahl mit Atomkernen einer Elementsorte auf eine Materialprobe eines anderen Elements prallen. Bei der Fusion der Atomkerne beider Elemente kann ein neues, schweres Element entstehen. Eine Anerkennung und Aufnahme eines neuen Elements in das Periodensystem erfolgt, sobald der Nachweis als gesichert eingestuft ist.



Von links: Professor Christoph E. Düllmann; Professor Peter Armbruster, Professor Gottfried Münzenberg, Professor Paolo Giubellino, Dr. Kouji Morimoto, Professor Hideto En'yo, Professor Sergey N. Dmitriev, Professor Juri Oganessian, Professor Michael Block

Die auf diese Art künstlich erzeugten Elemente sind instabil, das heißt, sie zerfallen innerhalb kurzer Zeit. Ungeklärte Forschungsfragen auf dem Gebiet sind beispielsweise, wie schwere Elemente gebildet werden, ob schwerere Elemente aufgrund spezieller Kernkonfigurationen wieder längere Lebensdauern haben können (sogenannte Insel der Stabilität) und welche chemischen und physikalischen Eigenschaften diese Elemente aufweisen.

Mit bei der Konferenz dabei waren die Professoren Peter Armbruster und Gottfried Münzenberg, die in ihren aktiven Forschungslaufbahnen leitende Positionen bei der Erzeugung der Elemente 107 bis 112 (Bohrium, Hassium, Meitnerium, Darmstadtium, Roentgenium und Copernicium) bei GSI inne hatten. Ebenfalls vor Ort war Professor Juri Oganessian, Elemententdecker aus Russland und aktuell der einzige lebende Mensch, nach dem ein chemisches Element be-

nannt ist: Element 118, das Oganesson. Er war Leiter des Entdeckerteams der Elemente 114 bis 118 (Flerovium, Moscovium, Livermorium, Tenness und Oganesson) am Flerow-Labor des Joint Institute for Nuclear Research (JINR) in Dubna, Russland. Aus Japan war Dr. Kouji Morimoto vom RIKEN Nishina Center for Accelerator-Based Science anwesend, der Mitglied des Entdeckerteams von Element 113 war. An der Konferenz nahmen außerdem die aktuellen Leiter der Forschungszentren GSI, Flerov-Labor und RIKEN Nishina Center, an denen die entsprechenden Elemente entdeckt wurden, teil.

„Die Erforschung der schweren Elemente ist ein ungeheuer spannendes Gebiet, es gibt sehr viele unbeantwortete Fragen“, erläuterte Professor Paolo Giubellino, Wissenschaftlicher Geschäftsführer von GSI und FAIR. „Woher kommen die Elemente? Wie werden sie in Sternexplosionen und anderen stellaren Ereignissen produziert? Antworten auf diese

Rätsel möchten wir dem Kosmos gerne mithilfe unserer Beschleunigeranlagen entlocken. Auch in Zukunft wird die Untersuchung der schweren Elemente eine wichtige Rolle für unser Forschungszentrum spielen. Die FAIR-Anlage, die aktuell bei GSI in Darmstadt in internationaler Zusammenarbeit gebaut wird, bietet herausragende Möglichkeiten, um das Universum ins Labor zu holen.“

Professor Sergey Dmitriev, Direktor des Flerow-Labors für Kernreaktionen (FLNR), sagte: „Experimente zur Synthese neuer superschwerer Elemente – Flerovium (114), Moscovium (115), Livermorium (116), Tenness (117), Oganesson (118) – wurden am Beschleuniger U400 des FLNR mit hoher Priorität durchgeführt. Für weitere Fortschritte war der Bau einer Superschwere-Elemente-Fabrik am FLNR, deren Herzstück das DC280-Zyklotron ist, erforderlich. An dieser Fabrik wird

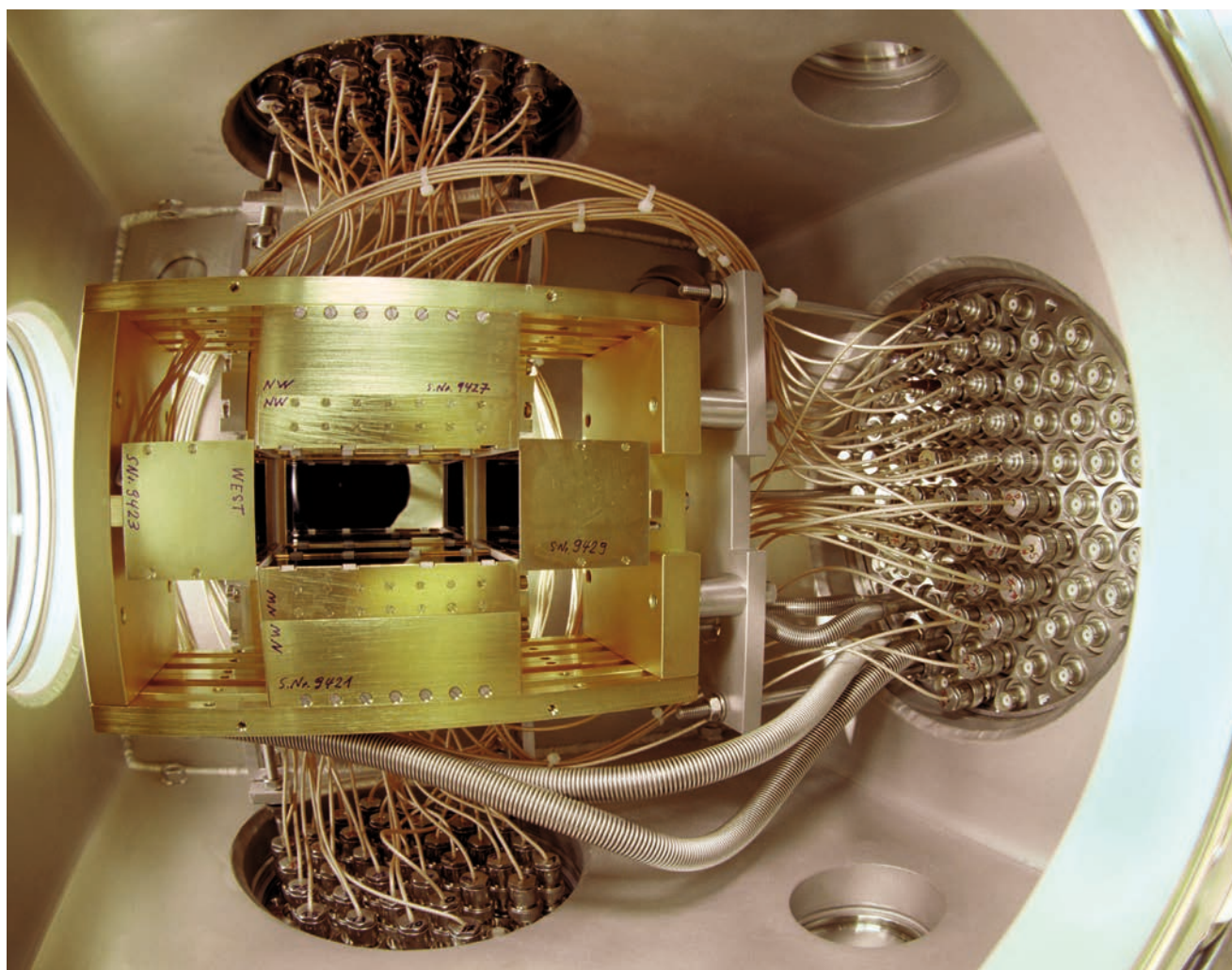
die Ionenstrahlintensität um eine Größenordnung größer sein als die derzeit erreichte. Die Inbetriebnahme der Fabrik wird Experimente zur Synthese der Elemente 119 und 120 ermöglichen und die Arbeiten an Erforschung der physikalischen und chemischen Eigenschaften von superschweren Elementen erheblich erweitern.“

Auch in Japan wird die Suche nach neuen Elementen fortgesetzt. „Seit Dezember 2018 führen wir das Experiment zur Suche nach Element 119 mit einem der fünf Zyklotrone in der RIKEN RI Beam Factory durch. Ende 2019 wird unser Linearbeschleuniger mit neu gebauten

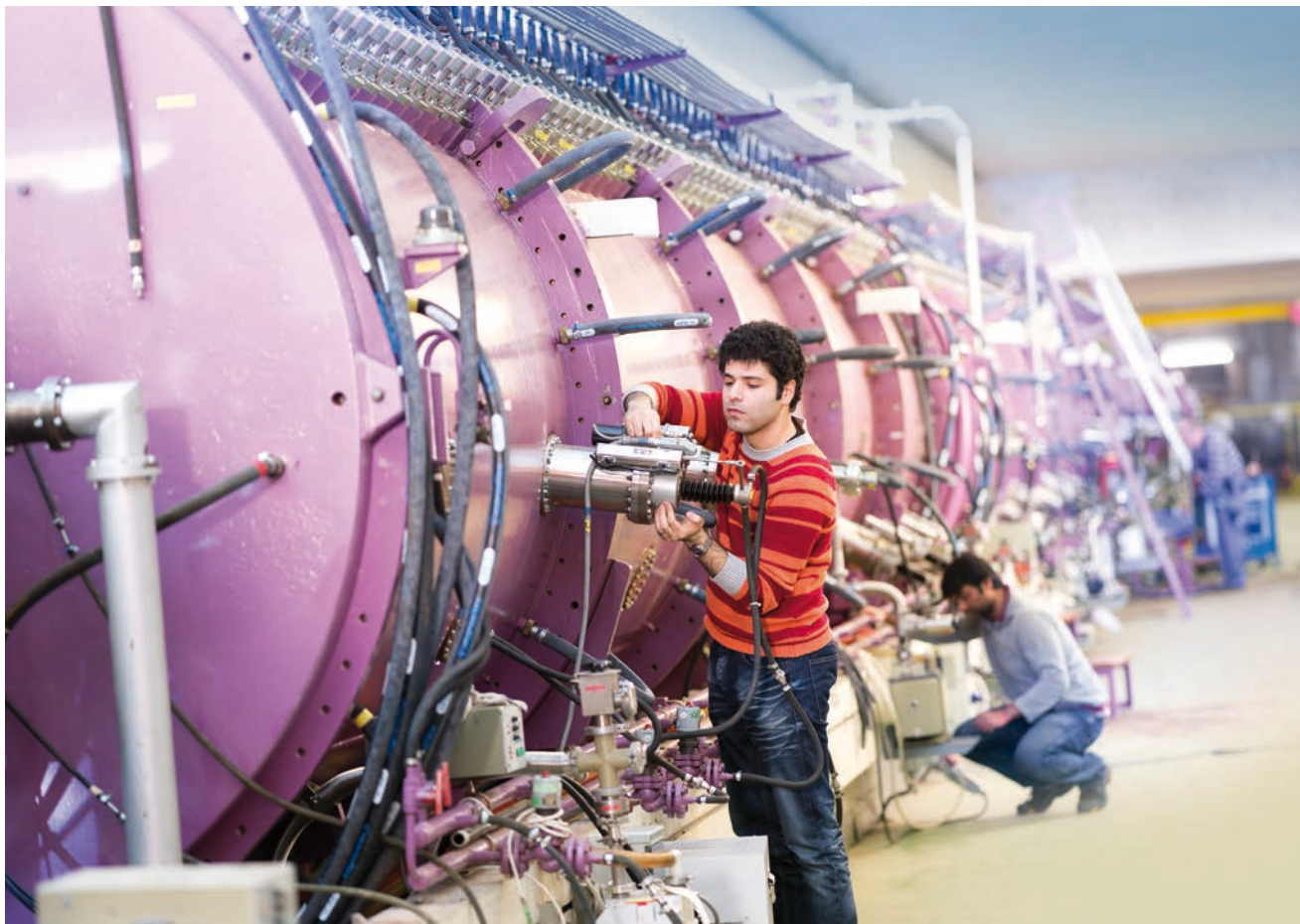
supraleitenden Beschleunigungselementen ausgestattet sein und bereit sein, mit höherer Strahlintensität neue Elemente zu synthetisieren. Solange wir die Möglichkeit haben, werden wir beide Experimente parallel durchführen und fortsetzen, bis das Element 119 gefunden wird – hoffentlich bei RIKEN“, beschrieb Hideto En’yo, Leiter des RIKEN Nishina Centers, die aktuellen Forschungsziele.

An der TAN-Konferenz nahmen rund 120 Forscherinnen und Forscher aus 19 Ländern und 4 Kontinenten teil. Sie diskutierten in der Konferenzwoche über die aktuellen Ergebnisse und

die Perspektiven der Forschung an den sogenannten Transactinoiden, den Namensgebern der TAN-Konferenzserie. Damit sind die Elemente ab der Ordnungszahl 104 gemeint, die auf die Reihe der Actinoide folgen. Sie alle sind künstlich hergestellt und werden im Rahmen der Forschung an schweren Elementen weiter erforscht. „Wir untersuchen beispielsweise auch ihre chemischen Eigenschaften“, erklärte Professor Christoph Düllmann, Mitorganisator der TAN, Professor an der Universität Mainz und Leiter der GSI- und HIM-Forschungsabteilungen zur Chemie der schweren Elemente. „Die Elemente werden nach ihrer Ord-



Detektor zum Nachweis der bei GSI entdeckten Elemente am Experiment SHIP.



Der GSI-Linearbeschleuniger UNILAC wurde bei der Erzeugung der Elemente 107 bis 112 genutzt.

nungszahl in die Gruppen des Periodensystems einsortiert. Elemente mit ähnlichen chemischen Eigenschaften stehen untereinander. Bei neuen künstlichen Elementen bedarf es natürlich der Klärung, welche Eigenschaften sie haben, und ob sie sich ebenso in diese Gruppen einordnen, oder ob die hohe Kernladung in diesen exotischen Atomen die Elektronenhülle durcheinanderwirbelt und dadurch zu unerwarteten chemischen Eigenschaften führt.“

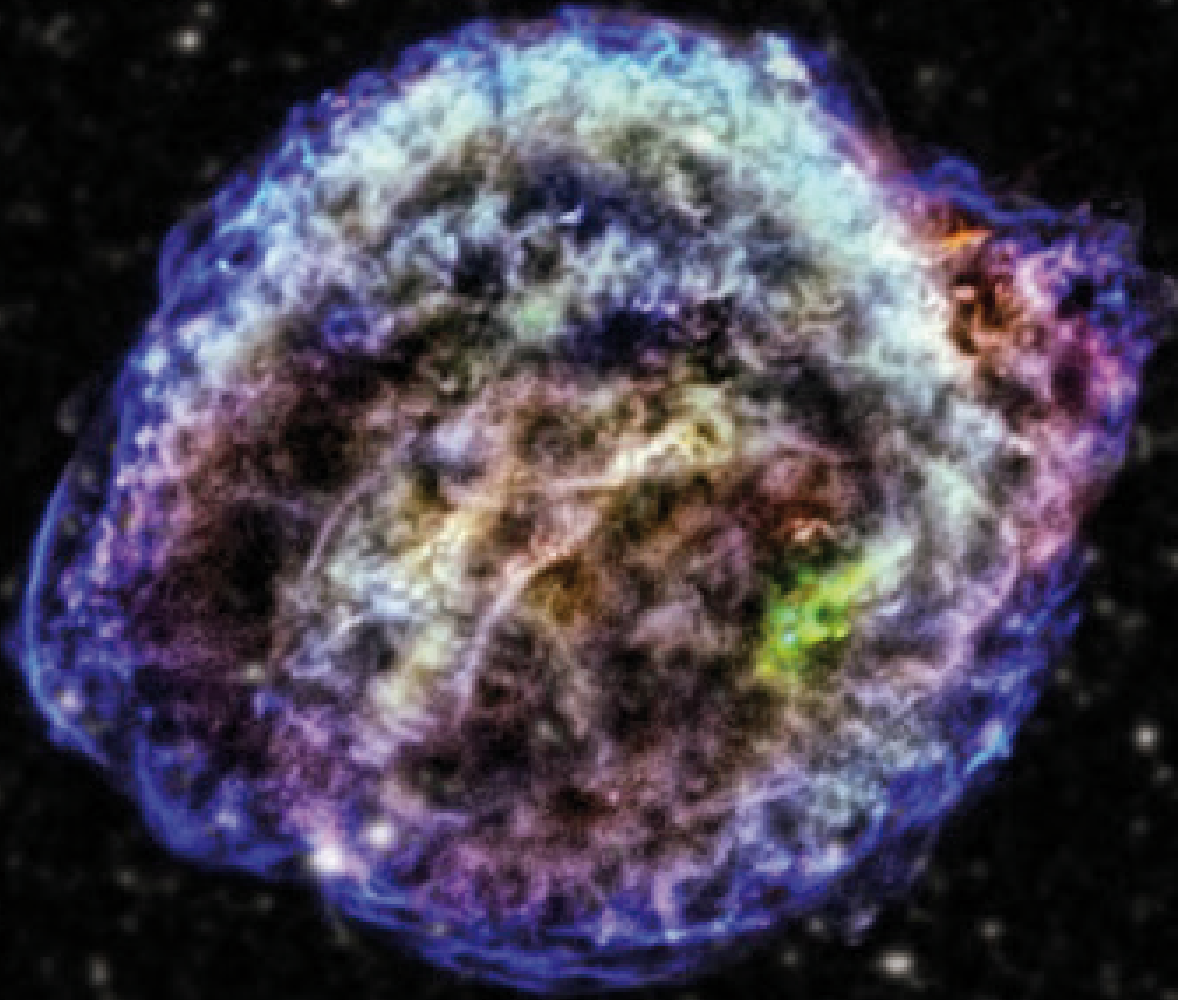
„In gleicher Weise untersuchen wir auch die physikalischen Eigenschaften der neuen Elemente“, kommentierte Professor Michael Block, ebenfalls TAN-Mitorganisator und Professor in Mainz, sowie Leiter der GSI- und HIM-Forschungsabteilungen zur Phy-

sik der schweren Elemente. „So lassen sich etwa die Anordnung und die Energieniveaus der Kernbausteine durch spektroskopische Untersuchungen bestimmen oder hochpräzise Massenmessungen der Kerne durchführen, um das Verhalten der Elemente im Detail zu verstehen und die aktuellen Kernmodelle weiter zu verbessern.“

Die TAN-Konferenz fand im von der UNESCO ausgerufenen Internationalen Jahr des Periodensystems 2019 (IYPT) statt, mit dem das 150-jährige Jubiläum des Periodensystems gefeiert wurde. Der russische Chemiker Dmitri Mendelejew hatte im Jahr 1869 eine Systematik in die bis dato ungeordneten Elemente gebracht und Vorhersagen über damals noch fehlende, unbekannte Ele-

mente gemacht. Er gilt damit als Vater des Periodensystems.

Neben dem wissenschaftlichen Diskurs fand im Rahmen der TAN auch ein Symposium anlässlich des IYPT mit Informationen über die Historie des Periodensystems und der Elemententdeckungen sowie einem Ausblick auf die Zukunft der Erforschung der schweren Elemente statt. Vertreter der für die Elementbenennung verantwortlichen internationalen Organisationen IUPAC und IUPAP sowie der Deutschen Physikalischen Gesellschaft und der Gesellschaft Deutscher Chemiker waren ebenfalls anwesend. Die TAN reiht sich in viele Beispiele der gelungenen internationalen Kooperation in der Forschungswelt ein. ■



Keplers Supernovaüberrest – Jüngste Daten haben relative Elementhäufigkeiten gezeigt, die für eine Supernova vom Typ Ia charakteristisch sind, und weiter darauf hingewiesen, dass der Vorfahre ein Weißer Zwergstern war. Explosionen wie die in der Veröffentlichung diskutierten würden einen Überrest produzieren, der vergleichbar mit Kepler ist, jedoch einen Weißen Sauerstoff-Neon-Eisen-Zwerg im Zentrum hat.

EXPLOSION ODER KOLLAPS

Ein Experiment über Beta-Zerfall wirft neues Licht auf das Schicksal von Sternen mittlerer Masse.

Einer Gruppe von Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftlern, unter ihnen mehrere von GSI und Technischer Universität Darmstadt, ist es gelungen, experimentell die Bedingungen von Kernprozessen in Materie, die zehn Millionen mal dichter und 25-mal heißer ist als im Mittelpunkt unserer Sonne, zu bestimmen. Ein Resultat der Messungen ist, dass Sterne mittlerer Masse mit hoher Wahrscheinlichkeit explodieren und nicht kollabieren, wie bisher angenommen. Die Ergebnisse sind im Fachmagazin *Physical Review Letters* veröffentlicht worden. Sie verdeutlichen die faszinierenden Möglichkeiten, die zukünftige Beschleunigeranlagen wie FAIR bieten, um die Prozesse besser zu verstehen, die der Entwicklung des Universums zugrunde liegen.

Abhängig von ihrer Masse entwickeln sich Sterne im Laufe ihres Daseins sehr unterschiedlich. Sterne geringer Masse, wie etwa unsere Sonne, werden am Ende zu Weißen Zwergen. Massereiche Sterne andererseits enden in einer spektakulären Explosion, die man als Supernova bezeichnet, und lassen entweder einen Neutronenstern oder ein schwarzes Loch zurück. Das Schicksal der massearmen und massereichen Sterne ist gut verstanden, aber die Situation bei Sternen mittlerer Masse, die zwischen sieben und elf Sonnenmassen aufweisen, war bisher unklar. Dies ist überraschend, da sie in unserer Galaxie weitverbreitet sind.

„Das Schicksal der Sterne mittlerer Masse hängt von einem winzigen Detail ab, nämlich wie leicht das Isotop Neon-20 im Inneren des Sterns sich Elektronen einfangen kann. Je nach Elektroneneinfangsrate wird der Stern entweder in einer thermonuklearen Explosion zerstört oder er kollabiert und bildet einen Neutronenstern“, erklärte Professor Gabriel Martínez-Pinedo aus der GSI-Forschungsabteilung Theorie und dem Institut für Kernphysik, TU

Darmstadt. Professor Karlheinz Langanke, Forschungsdirektor von GSI und FAIR, ergänzte: „Die Arbeiten begannen, als wir erkannten, dass ein stark unterdrückter, bisher ignoriertes und experimentell unbekannter Übergang zwischen den Grundzuständen von Neon-20 und Fluor-20 ein essentielles Puzzlestück zur Bestimmung der Elektroneneinfangsrate in Sternen mittlerer Masse ist.“

Durch eine Kombination präziser Messungen des Beta-Zerfalls von Fluor-20 mit theoretischen Berechnungen gelang einer internationalen Kollaboration unter Beteiligung von GSI und der TU Darmstadt nun die Bestimmung dieser wichtigen Rate. Das Experiment fand unter sehr viel friedvolleren Bedingungen statt als im Inneren von Sternen, nämlich am Beschleunigerlabor der Universität Jyväskylä. Gemessen wurde ein überraschend starker Übergang zwischen den Grundzuständen von Neon-20 und Fluor-20, was zu einem Elektroneneinfang in Neon-20 bei einer sehr viel geringeren Dichte führt als bisher angenommen. Für den Stern bedeutet dies, entgegen bisheriger Annahmen, dass er sehr viel wahrscheinlicher von einer thermonuklearen Explosion zerstört wird, als zu einem Neutronenstern zu kollabieren. „Es ist beeindruckend, dass ein einzelner Übergang so einen starken Einfluss auf die Entwicklung so eines großen Objekts wie eines Sterns haben kann“, sagt Dag Falin Strömberg, der als Doktorand an der TU Darmstadt für einen großen Teil der Simulationsrechnungen verantwortlich war.

Da thermonukleare Explosionen deutlich mehr Material ausstoßen als die von

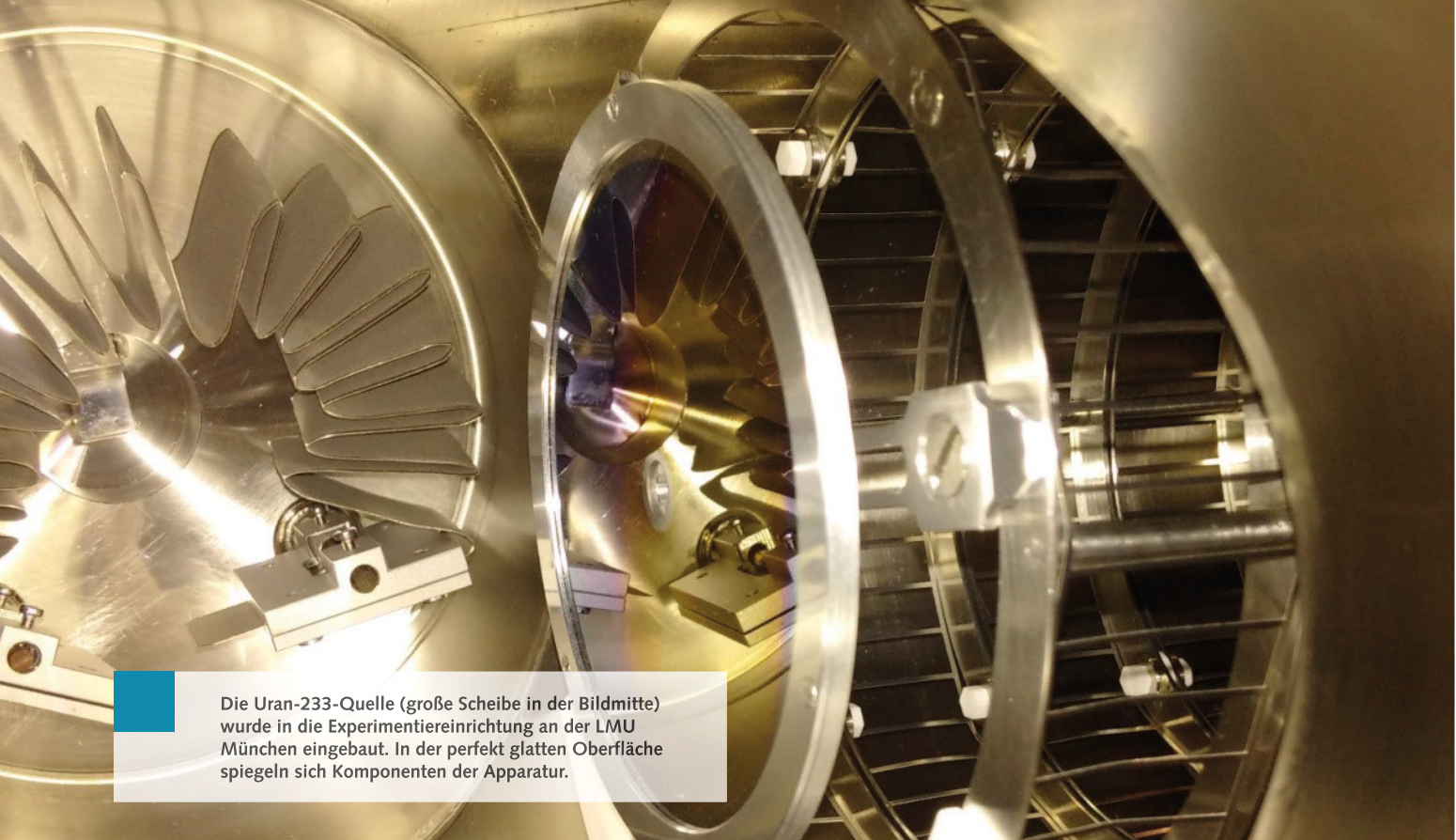
einem Gravitationskollaps ausgelöst, haben die Ergebnisse Auswirkungen auf die chemische Entwicklung der Galaxis. Das ausgestoßene Material ist reich an Titan-50, Chrom-54 und Eisen-60. Daher könnten ungewöhnliche Titan- und Chrom-Isotopenverhältnisse, die man in einigen Meteoriten gefunden hat, sowie die Entdeckung von Eisen-60 in Tiefseesedimenten von Sternen mittlerer Masse produziert worden sein und

NEON-ÜBERGANG IST ESSENTIELLES PUZZLESTÜCK

somit bezeugen, dass diese in unserer galaktischen Nachbarschaft in der fernen (Milliarden Jahre) und nicht so fernen (Millionen Jahre) Vergangenheit explodiert sind.

Im Licht dieser neuen Funde scheint das wahrscheinlichste Schicksal eines Sterns mittlerer Masse eine thermonukleare Explosion zu sein, die eine weniger leuchtstarke Supernova vom Typ Ia und eine spezielle Art des Weißen Zwergs, genannt Weißer Sauerstoff-Neon-Eisen-Zwerg, erzeugt. Die (Nicht-)Entdeckung eines solchen Weißen Zwergs in der Zukunft würde wichtige Einblicke in den Explosionsmechanismus ermöglichen. Eine weitere offene Frage ist die Rolle der Konvektion, also der Bewegung großer Materialmengen im Inneren des Sterns, in der Explosion.

An bestehenden und an zukünftigen Beschleunigerzentren wie der internationalen FAIR-Anlage, die aktuell bei GSI errichtet wird, können bisher unerforschte Isotope und ihre Eigenschaften untersucht werden. Auch weiterhin holen sich die Forschenden auf diesem Weg das Universum ins Labor, um den ungeklärten Fragen zu unserem Kosmos auf den Grund zu gehen. ■



Die Uran-233-Quelle (große Scheibe in der Bildmitte) wurde in die Experimentiereinrichtung an der LMU München eingebaut. In der perfekt glatten Oberfläche spiegeln sich Komponenten der Apparatur.

AUF DEM WEG ZUR KERNUHR

Erstmals konnte die Energie genau gemessen werden, die beim Zerfall des angeregten Atomkerns Thorium-229 frei wird. Damit ist die Entwicklung der Kernuhr, die noch weit genauer tickt als heutige Atomuhren, einen wichtigen Schritt weitergekommen.

Uhren gehören zu den genauesten Messinstrumenten überhaupt. Die derzeit besten Atomuhren gehen in 30 Milliarden Jahren nur um eine einzige Sekunde falsch. Die sogenannte Kernuhr, die auf Energieveränderungen im Kern des Isotops Thorium-229 basiert, könnte diese Präzision noch um eine ganze Größenordnung übertreffen. Ein Team unter Beteiligung von GSI und auch seiner Außenstelle, des Helmholtz-Instituts Mainz (HIM), ist einen bedeutenden Schritt auf dem Weg zur Kernuhr vorangekommen und hat es mit diesem Thema sogar auf die Titelseite des renommierten Fachmagazins Nature geschafft. Wie die Forschenden

berichten, ist es ihnen erstmals gelungen, die Energie, die beim Zerfall dieses Kerns frei wird, genau zu vermessen – eine wichtige Voraussetzung für die Entwicklung der Kernuhr.

Im Unterschied zu gewöhnlichen Atomuhren dienen bei Kernuhren nicht Schwingungen in der Elektronenhülle von Atomen als Taktgeber, sondern Schwingungen im Atomkern selbst. Hervorgerufen werden die Schwingungen durch Übergänge zwischen Energieniveaus, die bei Atomuhren mit Lasern erzeugt werden. Allerdings liegen die in Atomkernen vorherrschenden Energien um mehrere Größenordnungen über

denen der Atomhülle, deshalb können Kerne mit heutigen Lasern normalerweise nicht angeregt werden. Der einzige mögliche Kandidat für die Entwicklung einer Kernuhr ist Thorium-229, da dieses Isotop das bei Weitem niedrigste angeregte Energieniveau aller derzeit bekannten etwa 3800 Atomkerne besitzt. Für seine Anregung reicht ultraviolette Strahlung aus, die mit Lasern produziert werden kann.

Welche Art von Laser für die Anregung von Thorium-229 benutzt werden muss, war bisher allerdings unklar, da die Eigenschaften des Kerns nicht genau genug bekannt sind. „Die Energie bezie-

hungsweise Wellenlänge des Laserlichts muss haargenau auf die Energie des Kernübergangs abgestimmt sein. Diese Energie haben wir in unseren Experimenten an der LMU nun erstmals genau bestimmt“, sagt Benedict Seiferle, der Erstautor des Papers.

Da der angeregte Zustand aktuell nicht direkt erzeugt werden kann, verwendeten die Wissenschaftler angeregte Thorium-229 Kerne aus in Mainz hergestellten Quellen. „Für die Herstellung der Quellen wurde in Mainz Uran-233 chemisch gereinigt und elektrochemisch auf titanbeschichteten Siliziumwafern abgeschieden. Dadurch entstehen dünne und homogene Schichten. Uran-233 zerfällt durch einen Alphazerfall zu Thorium-229. Die beim Alphazerfall freiwerdende Energie katapultiert das Thorium-229 aus der Uransicht in eine von den LMU-Kollegen entwickelte Apparatur, in der Thorium-229-Kationen gewonnen werden“, beschreibt der Chemiker Christoph Düllmann von GSI und HIM das Verfahren. Wenn Thorium-229 als Ion vorliegt, besitzt es einen mit einer Lebensdauer von Stunden vergleichsweise langlebigen angeregten Kernzustand. „Durch die lange Lebensdauer finden allerdings nur äußerst selten Zerfälle statt, die man messen kann. Gibt man diesem

Ion seine Elektronen zurück, zerfällt der angeregte Kernzustand dagegen sehr schnell“, sagt Seiferle.

SCHELLER ZERFALL DURCH ELEKTROEN

Deshalb nutzten die Wissenschaftler einen Trick: Sie schossen die Ionen durch eine Folie aus Graphen. Dann holt sich das Ion seine fehlenden Elektronen vom Graphen und verlässt die Folie als neutrales Atom. Durch die kontrollierte Neutralisation zerfällt der angeregte Kernzustand innerhalb weniger Mikrosekunden und gibt seine Energie an ein Elektron ab, das dadurch aus der Atomhülle herausgeschossen wird und wieder ein Thorium-Ion zurücklässt. Die kinetische Energie dieses Elektrons hängt von der Energie des angeregten Kernniveaus ab und kann dann mit einem Elektronenspektrometer vermessen werden. Die Interpretation der gemessenen Spektren ist allerdings anspruchsvoll, da das Elektron nur einen Teil der Kernanregungsenergie trägt und ein anderer Teil beim Thorium-Ion zurückbleibt.

Aus diesen Informationen konnten die Wissenschaftler bestimmen, dass zur Anregung von Thorium-229 Laserstrah-

len mit einer Wellenlänge von rund 150 Nanometern benötigt werden. Auf Basis dieser Ergebnisse können nun erstmals

für die Anregung von Thorium-229 geeignete Laser konstruiert und damit die Entwicklung einer Kernuhr entscheidend vorangetrieben werden. Die Wissenschaftler sind überzeugt, dass die Kernuhr etwa in der Grundlagenforschung zahlreiche Anwendungen haben wird, da sich manche Fragestellungen nur mithilfe extrem präziser Zeitmessungen beantworten lassen.

Die Ergebnisse ebnen den Weg für neue Forschungsmöglichkeiten an der neuen Beschleunigeranlage FAIR, die gerade bei GSI entsteht. Thomas Stöhlker, stellvertretender Forschungsdirektor und Leiter des Bereichs Atomphysik von GSI, sagte: „Diese genauere Energiebestimmung eröffnet exzellente Perspektiven für zukünftige Forschung an den Speicherringen der Anlage FAIR und ermöglicht Präzisionsstudien an Thorium-229 und seinem Isomer in höchsten Ladungszuständen durch dielektronische Rekombination.“ ■



Der GSI-Experimentierspeicherring ESR ermöglicht Energiebestimmungen mit höchster Präzision.

800 Milliarden °C – Sternkollisionen im Labor

Sie gehören zu den heißesten Momenten im kosmischen Geschehen: die Kollisionen von Neutronensternen im Universum, bei denen chemische Elemente gebildet werden. Durch Teilchenkollisionen im Beschleuniger können Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler ähnliche Bedingungen bei GSI und am künftigen Beschleunigerzentrum FAIR herstellen. Vor Kurzem ist es einer internationalen Forschungsgruppe am HADES-Experiment erstmals gelungen, die dabei entstehende thermische, elektromagnetische Strahlung – die sogenannte Schwarzkörperstrahlung – zu messen. Dadurch konnten sie die Temperatur auf 800 Milliarden Grad Celsius bestimmen und weitere Details über Materiebausteine unter solchen Bedingungen erkunden. Die Ergebnisse sind in der Fachzeitschrift „Nature Physics“ veröffentlicht worden.

Das haushohe HADES-Detektorsystem auf dem GSI- und FAIR-Campus in Darmstadt ermöglicht den Forschenden spannende Einblicke in die Geschehnisse bei der Kollision zweier schwerer Kerne bei relativistischen Energien und erlaubt es ihnen auch – wie nun sehr erfolgreich geschehen –, den mikroskopischen Eigenschaften extremer Materiezustände im Labor auf die Spur zu kommen. Die jüngsten Ergebnisse der HADES-Kollaboration, bei denen mehr als 110 Wissenschaftler aus zahlreichen

Ländern beteiligt waren, markieren einen wichtigen Moment: „Die Rekonstruktion der Wärmestrahlung von komprimierter Materie ist ein Meilenstein im Verständnis kosmischer Materieformen. Sie ermöglicht nicht nur die Extraktion der Temperatur des bei der Kollision gebildeten Systems, sondern gibt auch einen tiefen Einblick in die mikroskopische Struktur von Materie unter solchen Bedingungen“, erläutert Professor Joachim Stroth, Sprecher der HADES-Kollaboration, der gemein-

sam mit Professorin Tetyana Galatyuk die aktuellen Analysen koordiniert hat. Zahlreiche weitere Forschende von GSI und FAIR waren an der Veröffentlichung beteiligt.

Der Wissenschaftliche Geschäftsführer von GSI und FAIR, Professor Paolo Giubellino, dessen Forschungsschwerpunkt die Physik hochenergetischer Schwerionenkollisionen ist, blickt bereits gespannt in die Zukunft und auf das weltweit einmalige Beschleunigerzentrum FAIR,



Blick ins Innere des HADES-Detektors.

das derzeit bei GSI entsteht: „HADES wird auch künftig viel zur Erforschung von Atomkernen und ihrer Bausteine beitragen und bei FAIR ein wichtiger Teil des Experiments für verdichtete Kernmaterie CBM (Compressed Baryonic Matter) sein. Dort werden Forscherinnen und Forscher unter anderem Vorgänge in Neutronensternen mit nie da gewesener Präzision und über einen sehr weiten Dichtebereich untersuchen können.“

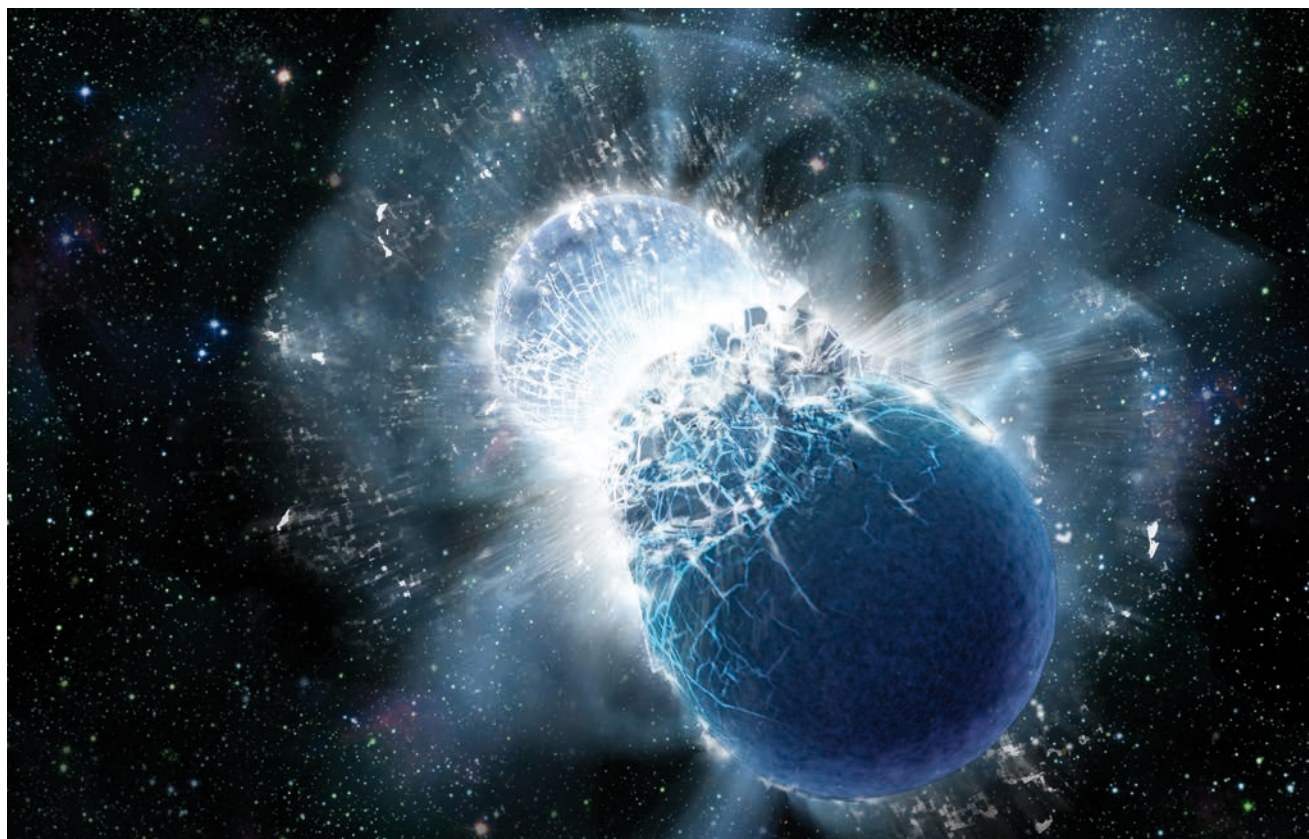
Die vom HADES-Detektor beobachtete elektromagnetische Strahlung wird durch virtuelle Photonen herbeigeführt. Diese existieren für einen Moment und zerfallen rasch in ein Leptonen-Paar (Dilepton), beispielsweise ein Elektron und ein Positron. Da Leptonen keine starken Wechselwirkungen aufweisen, ist das dichte hadronische Medium nahezu transparent für diese Strahlung.

Dennoch wird es während des gesamten Ablaufs der Reaktion produziert und fungiert als wichtige Sonde für die mikroskopischen Eigenschaften des dichten und heißen Mediums, das bei der Kollision entsteht. Aus der Spektralverteilung der Strahlung lässt sich ableiten, dass die Materie Temperaturen über 70 Megaelektronenvolt (800 Gigakelvin) und Dichten von einem Dreifachen der Kernsättigungsdichte erreicht haben muss.

Tatsächlich ähneln die Dichten und Temperaturen in der Kollisionszone solcher Schwerionenreaktionen den Bedingungen in Neutronenstern-Fusionsprozessen. Seit dem Nachweis von Gravitationswellen und elektromagnetischer Strahlung, die von diesen Giga-Novae-Ereignissen in einem weiten Bereich des elektromagnetischen Spektrums ausgestrahlt werden, wird angenommen, dass solche

Fusionsvorgänge die kosmischen Küchen für die Synthese schwerer Kerne sind. Ein wichtiger Beitrag zu entsprechenden theoretischen Untersuchungen ist die sogenannte Zustandsgleichung von Materie unter extremen Bedingungen. Mit Schwerionenreaktionsexperimenten bei relativistischen Energien sind einige der relevanten Eigenschaften nun im Labor zugänglich.

Das HADES-Experiment ist das erste, das erfolgreich elektromagnetische Wärmestrahlung bei Kollisionen von Schwerionen bei Energien um Gigaelektronenvolt pro Nukleon rekonstruieren konnte. Etwa drei Milliarden Gold-Gold-Kollisionen mussten aufgezeichnet und analysiert werden, um schließlich 20 000 virtuelle Photonen über ihren Zerfall in ein Elektronenpaar und mit Massen größer als 200 Megaelektronenvolt/c² zu rekonstruieren. ■



Bei der Verschmelzung von Neutronensternen entstehen extrem hohe Temperaturen und Dichten.



Die Teilnehmenden der ersten ESA-FAIR Summer School

Erste ESA-FAIR Summer School

Die Erforschung kosmischer Strahlung stand im Mittelpunkt des neuen hochkarätigen Angebots für den internationalen Forschungsnachwuchs.

Premiere für die ESA-FAIR Radiation Summer School: Erstmals kamen 15 junge Forschende aus acht Ländern zusammen, um sich intensiv mit dem Thema kosmische Strahlung auseinanderzusetzen. Die Summer School für Strahlenforschung wurde von der Europäischen Weltraumorganisation ESA und FAIR gemeinsam eingerichtet.

Die Erforschung kosmischer Strahlung und ihrer Auswirkungen auf Menschen, Elektronik und Material ist ein entscheidender Beitrag für eine zukunftssträchtige Raumfahrt, damit Astronauten und Satelliten im Weltall den besten Schutz bei der Exploration unseres Sonnensystems erhalten. Sie trägt aber auch zu detaillierten Erkenntnissen über Risiken von Strahlenbelastungen auf der Erde bei.

Die Summer School wurde sowohl auf dem Gelände des ESA-Satellitenkon-

trollzentrums ESOC als auch auf dem GSI- und FAIR-Campus abgehalten, um Studierende in der grundlegenden Schwerionen-Biophysik für Weltraumanwendungen, wie beispielsweise bei Erkennung, Überwachung und Schutz von Weltraumstrahlung auszubilden.

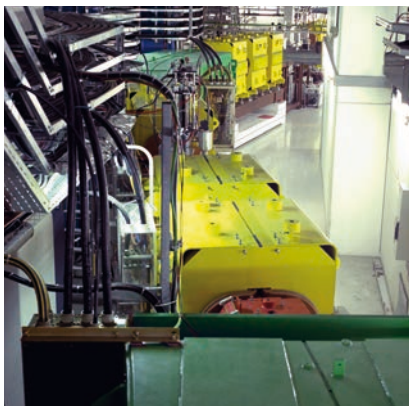
Das wissenschaftlich hochkarätige Programm der Summer School, eröffnet von Thomas Reiter, ESA-Koordinator internationale Agenturen, und Professor Paolo Giubellino, Wissenschaftlicher Geschäftsführer von GSI und FAIR, beinhaltete unter anderem Vorträge von Experten, Besichtigungen von Einrichtungen in Darmstadt und praktische Schulungen und Forschungsmöglichkeiten bei GSI und FAIR. Unter anderem gab es Gelegenheit, mit Marco Durante, dem Leiter der GSI-Abteilung Biophysik, über das Strahlungsrisiko während des Lebens und Arbeitens im Weltraum zu diskutieren.

An den GSI- und FAIR-Beschleunigeranlagen hatten die Teilnehmenden zudem die Möglichkeit, an Experimenten mitzuwirken und mehr über die Forschungsfelder Strahlenbiologie, elektronische Komponenten, Materialforschung, Abschirmmaterialien und Kalibrierung von Instrumenten zu erfahren.

Die Einrichtung der Summer School ist ein direktes Ergebnis der engen Kooperation zwischen ESA und FAIR zur Erforschung kosmischer Strahlung. Die bestehende Beschleunigeranlage von GSI ist die einzige in Europa, mit der alle in unserem Sonnensystem auftretenden Ionenstrahlen hergestellt werden können. Am künftigen Beschleunigerzentrum FAIR werden die Möglichkeiten noch erheblich erweitert: FAIR wird Experimente mit einem noch größeren Spektrum an Teilchenenergien und -intensitäten erlauben. ■

KURZgefasst

NEUER ATOMKERN GEFUNDEN – WEIT VON STABILITÄT ENTFERNT



Blick auf den GSI-Fragmentseparator.

Wo endet die Welt der Atomkerne? Ein Forschungsteam ist weiter in das Reich der instabilen Elemente eingedrungen als bisher. Am GSI-Fragmentseparator FRS hat eine Kollaboration erstmals Kalium-31 nachgewiesen, ein Isotop mit

acht Neutronen weniger als ein übliches stabiles Kalium-Atom.

Kalium-31 liegt weiter außerhalb der Protonen-Dripline als bisher jemals beobachtet: Es ist zwar mit einer Halbwertszeit unter einer Nanosekunde extrem kurzlebig, aber dass der Atomkern überhaupt existiert, ist ein neuer Rekord. Die Protonen-Dripline markiert in der Physik eine Grenze, hinter der die ungebundenen Atomkerne liegen. Wegen des unausgewogenen Verhältnisses von Neutronen und Protonen zerfallen sie sehr schnell. Kalium-31 liegt vier Neutronen weit außerhalb der Dripline. Ein Atomkern so weit von der Grenze entfernt wurde bisher noch nie beobachtet.

Daria Kostyleva hat für ihre Doktorarbeit die Daten des Experiments analy-

siert und Simulationen durchgeführt. „Wir sind noch nicht an der Grenze von ungebundenen Systemen zu chaotischer Kernmaterie angekommen“, sagt sie. „Es könnte Atomkerne geben, die bis zu sieben Neutronen weit von der Protonen-Dripline weg sind. Wir wollen testen, ob die Grundprinzipien der Kernphysik dort immer noch gelten.“

Solche Systeme könnten in Zukunft an der neuen FAIR-Anlage gefunden werden. Die genutzten Detektoren sind Teil des Experimentprogramms am Super-Fragmentseparator von FAIR, der Teil der großen Experimentkollaboration NUSTAR ist. Dank des wesentlich intensiveren Teilchenstrahls von FAIR und den höheren Energien, die erreicht werden können, erwarten die Wissenschaftler viele neue Isotope zu entdecken. ■

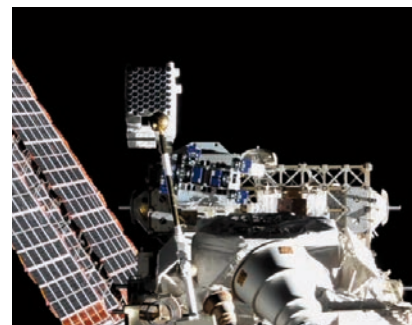
NASA-MISSION ERMÖGLICHT GENAUE MESSUNGEN VON NEUTRONENSTERNEN

Durch Beobachtungen der NASA-Mission „Neutron star Interior Composition Explorer“ (NICER) haben Wissenschaftler eine neue Stufe im Verständnis von Pulsaren, also ultradichten Überbleibseln explodierter Sterne, erreicht. NICER ist ein Röntgeninstrument an Bord der internationalen Raumstation und hat nun erstmals präzise und verlässliche Größen- und Massenmessungen von Pulsaren ermöglicht. An der Forschung ist auch das ExtreMe Matter Institute EMMI von GSI und der Technischen Universität Darmstadt (TUD) beteiligt.

Seit Jahrzehnten versuchen Wissenschaftler herauszufinden, wie Pulsare funktionieren. Im einfachsten Modell hat ein Pulsar ein starkes Magnetfeld, das ähnlich wie das Magnetfeld unserer Erde

aufgebaut ist. Das Feld ist aber so stark, dass es Teilchen von der Oberfläche des Pulsars reißt und sie beschleunigt. Einige Teilchen folgen dem Magnetfeld und treffen auf die gegenüberliegende Seite, erwärmen die Oberfläche und erzeugen sogenannte hot spots an den Magnetpolen. Der ganze Pulsar leuchtet schwach im Röntgenspektrum, während die hot spots heller erscheinen. Während sich das Objekt dreht, leuchten diese Bereiche von der Erde aus betrachtet wie die Strahlen eines Leuchtturms und erzeugen extrem regelmäßige Schwankungen der Röntgenhelligkeit des Objekts. NICER misst die Ankunft jedes Röntgenbilds von einem Pulsar auf besser als hundert Nanosekunden – eine Präzision, die etwa 20-mal höher ist als bisher.

Die Forscher von TUD und EMMI haben dazu beigetragen, die Bedeutung der NICER-Messungen für die Zustandsgleichung dichter Materie in unserem Universum zu verstehen. ■



NASAs Neutron star Interior Composition Explorer (NICER) ist ein Messinstrument für Röntgenstrahlung an Bord der Internationalen Raumstation ISS.

NEUER ANSATZ BEI DER SUCHE NACH DUNKLER MATERIE

Einen völlig neuen Ansatz bei der Suche nach Dunkler Materie haben Wissenschaftler der BASE-Kollaboration am europäischen Forschungszentrum CERN verfolgt: Erstmals haben sie den Einfluss von Dunkler Materie auf Antimaterie statt auf gewöhnliche Materie untersucht. Auch GSI-Forscher sind beteiligt.

„Bisher haben Wissenschaftler in Präzisionsexperimenten bei niedrigen Energien stets materiebasierte Proben benutzt, um an ihnen eine Kopplung von Dunkler Materie nachzuweisen“, erläuterte der Erstautor der aktuellen Studie Dr. Christian Smorra. „Wir suchen zum ersten Mal explizit nach einer Wechselwirkung zwischen Dunkler Materie und Antimaterie. Die meisten Studien gehen von einer symmetrischen Wechselwirkung der Dunklen Materie mit Teilchen und Antiteilchen aus. Wir überprüfen in unserer Studie, ob das wirklich der Fall ist.“

Das Untersuchungsobjekt ist ein einzelnes Antiproton, gefangen in einer sogenannten Penningfalle. Diese Teilchen erzeugten die Wissenschaftler am Antiproton Decelerator am CERN, der weltweit einzigen Forschungsanlage, in der Antiprotonen bei niedriger Energie zur Verfügung gestellt werden. Anschließend speicherten und untersuchten die Wissenschaftler die dort erzeugten Antiprotonen im Fallensystem der BASE-Kollaboration.

Mit dem experimentellen Aufbau suchten die Forscher einen bestimmten Frequenzbereich ab – und fanden bisher keine Hinweise auf Dunkle Materie. „Gleichwohl haben wir die Empfind-

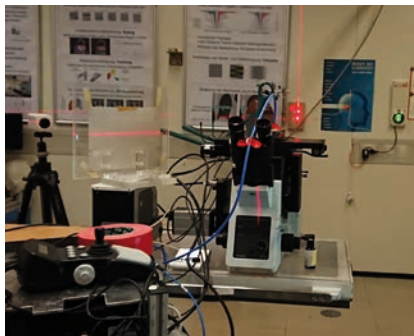


Stefan Ulmer bei der Arbeit am BASE-Experiment.

lichkeit im Vergleich zu astrophysikalischen Beobachtungen um bis zu fünf Größenordnungen übertroffen. Das bedeutet, wir haben basierend auf der jetzigen Empfindlichkeit unseres Experiments eine neue obere Grenze für die Stärke einer potentiellen Wechselwirkung zwischen Dunkler Materie und Antimaterie definiert“, sagte Stefan Ulmer, Sprecher der BASE-Kollaboration am CERN. ■

ANALYSE VON REPARATURVORGÄNGEN IN STRAHLENGESCHÄDIGTEN ZELLEN

Es sind zukunftsweisende Forschungsergebnisse, die modernste Physik und Biologie kombinieren und das große Potenzial des künftigen FAIR-Beschleunigerzentrums demonstrieren: GSI-Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler haben die Reparaturvorgänge in menschlichen Zellen nach Strahlenschäden so



Messplatz zur Untersuchung von mit Schwerionen bestrahlten Zellkulturen.

direkt und hochauflösend beobachten können wie nie zuvor. Für die Bestrahlungsexperimente in Darmstadt wurden hochenergetische Ionenstrahlen verwendet, die auch charakteristisch für die kosmische Strahlung im Weltraum sind, und mit modernen Mikroskopie-Techniken verbunden. Die Untersuchungen liefen im Rahmen der ersten Stufe des FAIR-Experimentierprogramms, der sogenannten „FAIR-Phase 0“.

Mit Schwerionenstrahlung lassen sich in ein und derselben Zelle gleichzeitig sowohl einzelne als auch gebündelte DNA-Schäden erzeugen und in Echtzeit mittels sogenanntem „Live Cell Imaging“ untersuchen. Die Forscher konnten somit gleichzeitig beobachten, wie die selbe Zelle auf komplexe und auf einzelne Schäden reagiert.

Die Ergebnisse zeigen Unterschiede bei der Schadensantwort: Die DNA-Reparaturproteine scheinen schneller an die gebündelten Schäden rekrutiert zu werden als an die einzelnen DNA-Schäden außerhalb der Ionenspur. Dafür scheint dort die verzögert begonnene Reparatur rascher zu erfolgen und weniger schwierig zu sein. Somit zeigen die Ergebnisse deutlich einen Einfluss der Qualität der DNA-Schäden auf die Dynamik der frühen Strahlenantwort und der Reparatur und lassen es sinnvoll erscheinen, einfache und gebündelte DNA-Schäden bei Betrachtungen zur Strahlenwirkung getrennt zu behandeln. Ein genaues Verständnis der DNA-Reparaturmechanismen ist von großer Bedeutung beispielsweise für Risikoabschätzungen bei Langzeitmissionen in der Raumfahrt. ■



Der superschnelle und energiesparende Computer L-CSC setzt eine effiziente Kühlung und handelsübliche Grafikkarten ein.

GRÜNER SUPERCOMPUTER

„MADE IN HESSEN“

2030 könnten 13 Prozent des weltweiten Stromverbrauchs durch Rechenzentren verursacht werden. Mit der Abwärme einzelner großer Rechenzentren könnten heute bereits bis zu 10 000 Haushalte beheizt werden. Eine Antwort auf diese globale Herausforderung kommt aus Hessen von der Goethe-Universität und von GSI.

Beide haben für das Gesamtkonzept einer energieeffizienten Kühlstruktur von Großrechenzentren kürzlich ein europäisches Patent erhalten. Das Patent öffnet jetzt die Tür für die Vermarktung der von Professor Volker Lindenstruth, Professor Horst Stöcker sowie Alexander Hauser von e3c entwickelten wegweisenden Technologie. Zusammen mit parallelen Patenten außerhalb Europas kann damit die Erfindung auf der ganzen Welt ökonomisch verwertet werden. Aus verschiedenen Ländern liegen bereits Anfragen nach der Errichtung solcher Großrechenzentren vor.

Das Rechenzentrum entwickelt sich damit zu einem wichtigen Exportprodukt „made in Hessen“. Dieser Erfolg ist auch ein Verdienst der Goethe-Uni-eigenen Transfergesellschaft Innovectis und ihres Geschäftsführers Dr. Martin Raditsch, der die Vermarktung vorangetrieben hat, sowie der GSI-Abteilungen Technologietransfer unter der Leitung von Dr. Tobias Engert und Patente unter der Leitung von Michael Geier. Die erfolgreiche Vermarktung der Patente zeigt die beispielhafte Zusammenarbeit von Universität und Großforschungseinrichtung in Hessen.

Das Münchener Unternehmen NDC Data Centers GmbH erhielt die Rechte, um die Green Technology im Rechenzentrumsbau auf der ganzen Welt zu verwerten und leistet damit im Rahmen der globalen Digitalisierung ebenfalls einen erheblichen Beitrag zum schonenden Umgang mit unseren Energiere Ressourcen.

Die Basis hierfür bildet das von Volker Lindenstruth, Professor für die Architektur von Hochleistungsrechnern an der Goethe-Universität und damaliger Leiter der wissenschaftlichen IT bei GSI, entwickelte, visionäre Gesamtkonzept einer stark optimierten Kühlstruktur für energieeffizienteste Großrechenzentren. Auf Grundlage seines Konzepts können Großrechenzentren und kommerzielle IT-Systeme heute im Vergleich zu herkömmlichen Rechenzentren mit einem bis zu 50 Prozent geringeren Primärenergieaufwand betrieben werden.

Die Technik befindet sich bereits seit Jahren im Einsatz und wird kontinuierlich weiter verbessert: Das erste Rechenzentrum dieser Art wurde für das Goethe-Uni-eigene Rechenzentrum am Industriepark Infraser realisiert. Ein weiteres sehr großes Rechenzentrum, der Green IT Cube, wurde von GSI in Darmstadt errichtet und aus Mitteln des Bundes und des Landes Hessen über Helmholtz-Ausbauinvestitionen finanziert. Das Konzept ermöglicht die Realisierung und den besonders effizienten Betrieb von Rechenzentren für Großforschungseinrichtungen, wie die bei GSI entstehende Forschungsanlage FAIR. Später wird der Green IT Cube das zentrale Rechenzentrum für FAIR, einem der größten Vorhaben für die Forschung weltweit. Mit der Server-Abwärme des Green IT Cubes wird darüber hinaus auf dem GSI-Campus bereits heute ein modernes Büro- und Kantinengebäude beheizt.

Neben den hohen Energieeinsparungen beim Betrieb dieser neuen Technologie sind solche Rechenzentren auch noch außerordentlich kosteneffizient zu bauen. Somit sind Anschaffungs- und Betriebskosten minimiert. Hier wird Ökologie mit Ökonomie sinnvoll gekoppelt.

Für ihr energieeffizientes Konzept wurden die Supercomputer von Lindenstruth in den vergangenen Jahren mehrfach ausgezeichnet. Ende 2014 erreichte ein von ihm konstruierter Rechner dank seiner stark optimierten Rechner-Architektur Platz 1 der Weltrangliste der energieeffizientesten Supercomputer.

Professor Karlheinz Langanke, Forschungsdirektor von GSI und FAIR, sagte: „Das Höchstleistungs-Rechenzentrum Green IT Cube am GSI Helmholtzzentrum ist ein herausragendes Beispiel, wie aus der Grundlagenforschung praktisch nutzbare Erkenntnisse und Entwicklungen entstehen. Der Green IT Cube wurde entwickelt für enorme Mengen an Messdaten aus der wissenschaftlichen Forschung: Er bietet die benötigten höchsten Rechenkapazitäten und ist dabei einzigartig energieeffizient und platzsparend.“ ■

KURZgefasst

FAIR IST ELFTER MITVERANSTALTER DES BIG SCIENCE BUSINESS FORUMS 2020



Das internationale Organisationskomitee des Big Science Business Forums 2020 (BSBF2020) hat FAIR als elfte mitorganisierende Großforschungseinrichtung akzeptiert. FAIR wird vom 6. bis 9. Oktober technische, wissenschaftliche und administrative Delegierte zum BSBF2020 in Granada entsenden.

Die Teilnehmer des BSBF2020 erhalten die Möglichkeit, sich eingehend mit den Beschaffungsplänen von FAIR vertraut

zu machen und mit den technischen Vertretern von FAIR in Kontakt zu treten. Das Big Science Business Forum 2020 wird die zweite Veranstaltung der zentralen Anlaufstelle für europäische Unternehmen und andere Interessenvertreter sein, die sich über die künftigen Investitionen und Beschaffungen der europäischen Großforschungsorganisationen informieren möchten, die ein Gesamtvolumen von mehr als 38 Millionen Euro ausmachen. ■

INTERNATIONALES FORSCHUNGNETZWERK FÜR NUKLEARE ASTROPHYSIK

Das ExtreMe Matter Institute (EMMI) mit seinen Forschungsgruppen an der Technischen Universität Darmstadt und bei GSI wird sich an einem neuen Forschungsnetzwerk von Netzwerken für die nukleare Astrophysik beteiligen. Die US National Science Foundation (NSF) fördert das Joint Institute for Nuclear Astrophysics – Center for the Evolution of the Elements (JINA-CEE) unter der Leitung der Michigan State University (MSU) mit Mitteln in Höhe von zwei Millionen US-Dollar für den Aufbau des neuen International Research Network for Nuclear Astrophysics (IReNA). IReNA besteht aus sieben Universitäten als Kerninstituten in den Vereinigten Staaten und umfasst 62 assoziierte Institutionen in 17 Ländern. ■



BLICK IN DIE ZUKUNFT DES BRANCHENÜBERGREIFENDEN QUANTENCOMPUTINGS

Die erste Applied Quantum Conference ist von einem Konsortium großer, wissenschaftsorientierter Organisationen mit Sitz in Darmstadt ausgerichtet worden: Neben GSI und FAIR waren es das Operationszentrum der Europäischen Weltraumorganisation (ESA/ESOC) sowie das Wissenschafts- und Technologieunternehmen Merck. Sie fand im Februar 2020 statt und brachte sehr unterschiedliche Branchen zusammen, die sich in ihren Problemen und Lösungsansätzen sehr ähnlich sind.

Im Mittelpunkt der Konferenz stand die Diskussion des bevorstehenden Paradigmenwechsels in der Quantentechnologie. Im Einzelnen zielte die Veranstaltung darauf ab, Quantenlösungen für aktuelle und zukünftige Bedürfnisse zu identifizieren, Gemeinschaften zu verbinden und Interaktionen zu erleichtern, um zukünftige produktive Kooperationen und Lösungen zu fördern. Die Konferenz zog ein Panel mit hochkarätigen Referenten an. Darüber hinaus präsentierten Spitzenuniversitäten die allerneuesten Fortschritte aus ihren Labors, und eine ausgewählte Gruppe von Start-ups und etablierten internationalen Firmen demonstrierten Produkte und Ergebnisse an der Spitze dieser Technologielandschaft.

Bei der Quantenmechanik in der Physik geht es im Wesentlichen darum, wie sich Moleküle, Atome oder subatomare Teilchen verhalten. Im Laufe der Jahre hat man beobachtet, dass sich solche Teilchen auf eine Weise verhalten, die höchst unerwartet und mit den etablierten Gesetzen der klassischen Physik nur schwer zu erklären ist. Unternehmen wie Merck interessieren sich für Quantenverhalten dort, wo es einen industriellen Kontext betrifft. Dazu gehört auch, wie es genutzt werden kann,

um Herausforderungen in den Bereichen Leistungsmaterialien, Biowissenschaften und Gesundheitswesen anzugehen.

„Die erste Applied Quantum Conference war sehr erfolgreich darin, Experten für die Anwendungen des Quantencomputings auf Herausforderungen in vielen Teilbereichen der realen Welt zusammenzubringen“, sagte Dr. Tobias Engert, Mitororganisator der Konferenz und Leiter des Technologietransfers von GSI und FAIR. „Der Austausch von Erfahrungen hat viele Gemeinsamkeiten aufgezeigt und das Potential für gemeinsame Herangehensweisen zur Verstärkung der Nutzung des Quantencomputings in verschiedenen Gebieten sichtbar werden lassen. Bei GSI und der zukünftigen internationalen FAIR-Anlage, die gerade errichtet wird, freuen wir uns darauf, die bestehende Zusammenarbeit mit ESA und Merck auf diesem und auch weiteren Gebieten zu intensivieren.“ ■



Überwindung der traditionellen Rechenmethoden: Quantencomputing.

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: August 2020

Redaktion: Ingo Peter (verantwortlich), Jutta Leroudier, Berit Paflik, Carola Pomplun, Lena Weitz

Weiterhin wirkten mit: M. Block, C. E. Dülmann, M. Durante, T. Engert, C. Ewerz, P. Ghosh, T. Hahn, P. Spiller, J. Stroth, S. Utermann

Fotos: CDC/ Alissa Eckert, MS; Dan Higgins, MAM - S. 1 u.; GSI - S. 1 m., 11 r., 18, 41 u.; T. Ernsting/HA Hessen Agentur - S. 2, 42; G. Otto - S. 3 r., 11 l., 12, 13, 14, 15 o., 17, 19, 20, 24 o., 25 o.r., o. l., 46 o. r., u. r., 47 o. r., m. r., u. r., 48 2. v. o. l., o. m., m., u. m., o. r.; C. Grau - S. 5; A. Zschau - S. 6, 30, 40 o., 46 o. l., u. l., 47 o.

l., m. l., u. l.; A. Rost - S. 7; Sandra Schwark - S. 8; L. Möller/GSI/FAIR - S. 9, 18; S. Raeder - S. 10; Privat - S. 15 u., 48 o. l., 2. v. u. l., u. l.; H. Welker - S. 16; CBM-Kollaboration - S. 21; J. Hosan - S. 22, 37; F. Ronneberger - S. 23; I. Peter - S. 24 u.; Universität Salerno - S. 25 u.; University of Warwick/M. Garlick/ESO - S. 26; B. Lübke/Wilhelmshavener Zeitung - S. 28/29; J. Hosan/HA Hessen Agentur - S. 31, 35; X-ray: NASA/CXC/NCSU/M. Burkey et al., Optical: DSS - S. 32; L. von der Wense/LMU München - S. 34; Dana Berry, Sky Works Digital Inc - S. 38; P. Shlyapov/ESA - S. 39; NASA - S. 40 u.; M. Brice/CERN - S. 41 o.; FAIR/CDTI - S. 44 o.; NSCL - S. 44 u.; G. Altmann/Pixabay - S. 45; U. Dellmar - S. 48 u. m.; Benjamin/HD - S. 44 m. r.; UTMB Galveston - S. 44 u. r. Layout: Bauer und Guse GmbH, C. Pomplun Druck: EK Print, 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.

FAIR UND GSI IN SOCIAL MEDIA



Früher – Heute

Viele Aktionen bei GSI und FAIR spannten in 2019 den Bogen von der Historie zur Zukunft. Hier ist zu sehen, wie es früher auf dem Campus aussah und was sich im 50. Jubiläumsjahr im Vergleich verändert hat.



Der Eingangsbereich des GSI- und FAIR-Campus: Während der Errichtung von GSI noch eine Baustelle, heute schon lange fertiggestellt und begrünt.



Der Hauptkontrollraum: Das Herz der Beschleunigeranlage wurde mehrfach modernisiert und umgebaut.



Blick auf das Campusgelände: Das Gästehaus (links hinten) wurde 1992 fertig. Das Büro- und Kantinengebäude (links) wurde 2016 gebaut.



Der Linearbeschleuniger UNILAC, der alle natürlich vorkommenden Elemente auf Geschwindigkeit bringen kann, wurde mehrfach umgebaut.



Nicht nur die Autos sind neuer, auch der Parkplatz sieht ganz anders aus. Die Optik wird sich weiter wandeln, aktuell entsteht ein neues Parkhaus.

Weitere Früher-Heute-Bilder finden Sie in unserer Webgalerie mit einem interaktiven Fotoslider, der es erlaubt, die Bilder zu überblenden (QR-Code scannen):
www.gsi.de/frueher-heute





Der PANDA-PhD-Preis ging in 2019 an **Dr. Silke Grieser** für ihre Promotionsarbeit über Cluster-Jet-Targets u.a. für das PANDA-Experiment an FAIR. Mit dem Preis wird jährlich eine Dissertation durch die PANDA-Kollaboration geehrt.



Dr. Kristian König wurde mit dem FAIR-GSI-Doktorandenpreis 2019 für seine Promotionsarbeit zu hochgenauer Spannungsmessung ausgezeichnet. Der Preis ist mit 1 000 Euro dotiert und wird von Pfeiffer Vacuum gestiftet.



Professor Heinz-Jürgen Kluge, früherer Leiter des Bereichs Atomphysik und Forschungsdirektor, ist von der Deutschen Physikalischen Gesellschaft mit dem Robert-Wichard-Pohl-Preis 2020 für Beiträge zur Physik von interdisziplinärer Bedeutung ausgezeichnet worden. Er erhielt den Preis für seine Experimente in der Atom- und Kernphysik sowie für seine Lehrtätigkeit und sein gesellschaftliches Engagement.



Die Strahlenbiologin **Professorin Claudia Fournier** aus der GSI-Biophysik ist als Sachverständige des Bundesministeriums für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit in eine wissenschaftliche Ausschusstagung der Vereinten Nationen berufen worden.



Renommierte europäische Forschungsförderung für GSI und FAIR: Je ein „ERC Advanced Grant“ des Europäischen Forschungsrat (European Research Council, ERC) geht an die beiden GSI-Physiker **Professor Marco Durante** (r.) und **Professor Gabriel Martínez-Pinedo** (l.) sowie an die NUSTAR-Forscherin **Professorin Beatriz Jurado** (ohne Bild). Lesen Sie mehr auf Seite 14.



In 2019 wurde der Christoph-Schmelzer-Preis für die Doktorarbeiten von **Dr. Sonja Schellhammer** (l.) vom Helmholtz-Zentrum Dresden-Rossendorf und

Dr. Sebastian Meyer (r.) von der Ludwig-Maximilians-Universität München vergeben. Mit dem Preis prämiiert der Verein zur Förderung der Tumorthherapie mit schweren Ionen e.V. jährlich herausragende Master- bzw. Promotionsarbeiten auf dem Gebiet der Tumorthherapie mit Ionenstrahlen.



Für exzellente Doktorarbeiten und vielversprechende Promotionsverläufe hat

die gemeinnützige Stiftung Giersch gemeinsam mit der Helmholtz-Graduiertenschule „HGS-HiRe for FAIR“ Preise vergeben. Mit einem „**Giersch Award for an Outstanding Doctoral Thesis**“ in Höhe von jeweils 6 000 Euro wurden in 2019 sechs junge Nachwuchswissenschaftler für ihre fertiggestellten Dissertationen ausgezeichnet. Weitere 24 junge Forschende, die sich derzeit in der Promotionsphase an den Universitäten in der Region befinden, durften ein „**Giersch Excellence Grant**“ in Höhe von jeweils 2.500 Euro in Empfang nehmen



Der diesjährige FAIR-GENCO-Nachwuchspreis geht an **Dr. Clémentine Santamaria** vom Lawrence

Berkeley National Laboratory in Berkeley, USA, für ihre Erfolge bei der Beantwortung lange bestehender Fragen zur Entwicklung der Schalenstruktur von Kernen weitab der Stabilität und ihre herausragende Erfahrung in der Kernspektroskopie und mit Kernreaktion. Der sogenannte „Young Scientist Award“ wird von der GSI Exotic Nuclei Community (GENCO) vergeben und ist mit 1 000 Euro dotiert.



Die Leiterin der ALICE-Forschungsabteilung bei GSI **Professorin Silvia Masciocchi** ist zur Vorsitzenden

des ALICE Collaboration Board gewählt worden, das die Aufsicht über die Arbeit der ALICE-Kollaboration hat. Es prüft alle Fragen, Richtlinien, Entscheidungen und Empfehlungen, die für den Bau, die Wartung, den Betrieb und die Modernisierung des ALICE-Experiments relevant sind, sowie alle Fragen im Zusammenhang mit der Analyse und Veröffentlichung von Informationen oder Daten, die während der Experimente am ALICE-Aufbau aufgenommen wurden.



Der Leiter der GSI-Forschungsabteilung Biophysik **Professor Marco Durante** hat den

Martin-Schneider-Memorial-Award erhalten. Mit der Verleihung zeichnet der Medizinbezirk der Universität von Texas (UTMB) in Galveston Personen aus, die herausragende Beiträge in der Radiologie oder der Strahlentherapie leisten.

