



Besichtigung der GSI-Großforschungseinrichtung

durch den NWV-Darmstadt am 12. Mai 2012

Die größte Forschungseinrichtung in Darmstadt ist auch ein reizvolles Ziel für einen Naturwissenschaftlichen Verein, insbesondere wenn dort mit dem geplanten neuen Beschleuniger und all den zugeordneten Forschungs- und Experimentalbauten ein gewaltiger Ausbau unmittelbar bevorsteht. **GSI** – ursprünglich 1969 als „Gesellschaft für Schwerionenforschung“ gegründet – heißt seit 2008 „GSI Helmholtz-Zentrum für Schwerionenforschung“ und ist damit eins der 17 deutschen Großforschungszentren im Helmholtz-Wissenschaftsverbund. GSI betreibt zurzeit zwei Beschleuniger (nebst Speicherring und diversen Experimentieranlagen, vgl. Abb. 1):

- den Linearbeschleuniger **UNILAC** mit einer Länge von 120 Metern, der eine Beschleunigung auf ca. 19 % Lichtgeschwindigkeit ermöglicht.
- der Ringbeschleuniger **SIS 18** (Schwer-Ionen-Synchrotron 18) mit einem Umfang von 216 Metern, der eine Beschleunigung bis auf 90 % Lichtgeschwindigkeit ermöglicht.

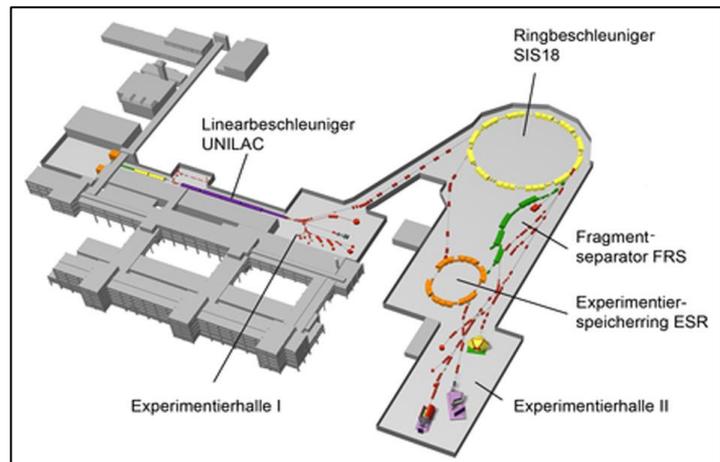


Abb. 1: Plan der GSI mit wesentlichen technischen Anlagen (noch ohne FAIR, Quelle: GSI)

An den UNILAC-Beschleuniger ist die Experimentiereinrichtung **SHIP** (Separator for Heavy Ion reaction Products) angeschlossen, in der die neuen Elemente erzeugt, bestimmt und auf ihre Eigenschaften hin analysiert wurden. Die fusionierten Kerne haben so viel Energie, dass sie aus dem Target, in dem die Fusion stattfindet, herausfliegen. SHIP separiert nun den Strahl von dem Fusionsteilchen und unterdrückt in seinem Detektorsystem Nebenprodukte, so dass das Fusionsteilchen gezielt gemessen werden kann.

Mit dem **FAIR**-Projekt (Facility for Antiproton and Ion Research) ist der Bau eines sehr viel größeren Doppelring-Beschleunigers von 1.100 Meter Umfang verbunden, der Beschleunigungen bis 99,9 % Lichtgeschwindigkeit ermöglichen soll.

Alte berufliche Kontakte aus Vereinsreihen und TU-Kernphysik machten es möglich, dass der Leiter der SHIP-Gruppe **Sigurd Hofmann** (Abb. 2) für einen Vortrag gewonnen werden konnte. Er fand am 12. Mai 2012 im Vor-



Abb. 2: links Prof. Dr. Dr. h.c. Sigurd Hofmann (mit ‚magischem Finger‘) vor dem Linearbeschleuniger UNILAC bei laufendem Strahlbetrieb (rote Warnleuchte Mitte oberer Bildrand) mit Besucher

tragssaal der GSI statt. Das Interesse aus dem Verein war enorm, und so musste die sich dem Vortrag anschließende Führung der über 80 TeilnehmerInnen auf vier Gruppen aufgeteilt werden.

Hofmann verstand es, das nun wirklich nicht anschauliche kernphysikalische Thema der Synthese neuer Elemente wissenschaftsdidaktisch so gekonnt aufzubereiten, dass jeder mit Schulphysik ausgestattete interessierte Besucher der Darstellung fasziniert folgen konnte. Aus der denkbar elementarsten Einstiegsperspektive dreier Elementarteilchen – der Nukleonen Neutron und Proton sowie des Elektrons – entwickelte er die ganze Komplexität der Elemente, ihrer vielen instabilen Nuklide, deren Eigenschaften und Zerfallsketten bis hin zur Erzeugung neuer superschwerer Elemente, wie dem nach dem Standort benannten „Darmstadtium“.

Das „**Darmstadtium**“ mit dem Elementsymbol **Ds**, der Ordnungszahl 110 und dem Atomgewicht 269 – dies kurz auch als $^{269}_{110}$ oder ^{269}Ds zu schreiben – wurde 1994 in der SHIP-Gruppe aus den Elementen ^{62}Ni (im Strahl) und ^{208}Pb (im Target) erzeugt und als neues Element im Jahr 2003 anerkannt. Anschaulich demonstrierte Hofmann, dass es auf Grund der winzigen Kerne im weiten Raum ihrer Atome und der damit einhergehenden winzigen Wahrscheinlichkeit eines Kern-Kern-Treffers ggf. sehr lange Strahlzeiten braucht, bis endlich einmal ein hochbeschleunigtes Ion im Strahl auf den Kern eines Atoms im Target trifft, um die angestrebte Fusion zu erreichen. Wegen der erforderlichen wochen- oder gar monatelangen Strahlzeiten mussten alle Rahmenbedingungen des Experiments zuvor gut geklärt werden, was nicht ohne internationale Zusammenarbeit möglich war (z.B. mit einem russischen Partnerinstitut in Dubna, das die für Vorexperimente erforderlichen sündhaft teuren 4 g ^{58}Fe beschaffen konnte).

Bei allem geht es nicht „nur“ um die Erzeugung von neuen superschweren Elementen, die auf Grund relativ kurzer Zerfallszeiten natürlich nicht (mehr) vorkommen, sondern um eine weit darüber hinausreichende Forschungsstrategie, die oberhalb von Darmstadtium & Co. eine „Insel“ stabiler (in diesen Höhen faktisch aber nur noch relativ stabilerer) Elemente bzw. Isotope erwartet. Zurzeit gilt die Suche Elementen mit der Ordnungszahl 119/120 durch Beschuss von Beryllium mit Titan.

Bei der dem Vortrag folgenden **Besichtigung** konnten alle beschriebenen Einheiten in aller Ruhe unter fachkundiger Begleitung weiterer GSI-Wissenschaftler betrachtet, befragt und erörtert werden.

Faszinierend sind dabei die Gegensätze von Großobjekten und kleinsten technischen Komponenten, von großer Einfachheit und enormer Komplexität.

Abb. 3 zeigt ein Beispiel, das solche Gegensätze in sich vereint: auf Basis uralter IBM-Festplatten, die ob ihrer Größe noch präzise ausgewuchtet wurden, werden Targeträder aufgebaut, in deren acht äußeren Segmenten in Stärken von allenfalls 0,5 μm das Targetmaterial auf Kohlenstofffolien aufgetragen ist (beim Darmstadtium, wie bereits erwähnt, war das Blei). Dieses Targetrad wird vertikal in das Targetgehäuse (Abb. 4) eingebaut und dreht sich auf Höhe der Segmente am Rand durch den gepulsten Strahl.



Abb. 3: scheinbar so einfach wie ein Plattenspieler: Targetrad in seinem Schutzbehälter

Abb. 4 will die Spannweiten der Eindrücke veranschaulichen: Die Strahlbereiche sind in den großen Hallen mit hoch aufgetürmten Betonteilen abgeschirmt (Abb. 4 o.l.), wo Zugänge geschlossen werden müssen, sind mächtige „Schiebetüren“ eingebaut (Abb. 4 o.r.). Demgegenüber zeigt sich in den Experimentalbereichen immer wieder eine verwirrende Verkabelung (Beispiel u.l.). Technische Anlagen füllen dicht gedrängt die Hallen, als Beispiel unten rechts das Kernstück aller Versuche am UNILAC, das Target, in dem sich das Targetrad (Abb. 3) dreht.



Abb. 4: vier Beispiele zu den Gegensätzen von Einfachheit und Komplexität, Größe und technischer Feinesse in der Großforschung.

Oben links: bis zur Decke aufgetürmte Betonblöcke zur Abschirmung bei Strahlbetrieb, darunter komplexe Experimentverkabelung im Technikraum.

Oben rechts: mächtige Schiebetür zur Abschirmung einer Wandöffnung, darunter der Targetkörper mit runden Einblicksfenstern, in dem sich ein Targetrad wie in Abb. 3 dreht. Der Strahl kommt von rechts.

Nach Linearbeschleuniger und SHIP-Detektorsystem, mit denen in der GSI die neuen superschweren Elemente erzeugt wurden, konnten die Teilnehmer Einblick in zwei weitere Bereiche nehmen:

Zum einen gibt es auch die praktische Anwendung von Ionenstrahlen in der **Medizin** bei der gezielten Bestrahlung von Tumoren, deren Umsetzung nach ersten Versuchen nun an einer eigenen Anlage im Heidelberger Ionenstrahl-Therapiezentrum HIT stattfindet.

Der Rundgang schloss in der großen Experimentierhalle II (vgl. Abb. 1) in der das komplette Zerfallsbild bei Kernzusammenstößen detektiert werden kann. Dabei entstehen viele Fragmente von leichteren Kernen, Protonen, Neutronen, Pionen, Kaonen u.a., die in alle Richtungen emittiert werden. Ein Detektorsystem, das ein Target vollständig umschließt, wird 4π -Detektor genannt, was dem GSI System „FOPI“ seinen Namen gegeben hat. Hier stehen jene raumhohen Detektoren, die nur noch von den sakralraumhohen Detektoren beim Cern übertroffen werden (*die Detektoren, mit denen die neuen schweren Elemente bestimmt und vermessen werden, sind hingegen recht klein, weil die fusionierten Kerne im SHIP präzise auf den Detektor gelenkt werden*). Dem Laien zeigen sich technische Kunstwerke, geprägt von sauberer handwerklicher Produktion, technischer Komplexität und Bergen von Kabeln (Abb. 5).

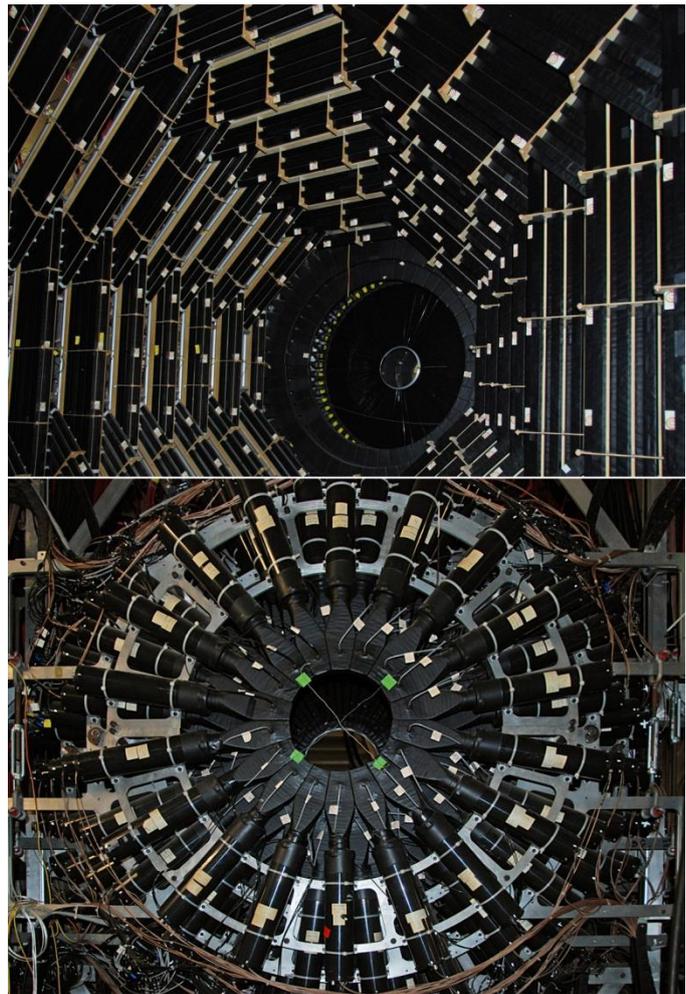
Die theoretische Einführung in die Forschung nach superschweren Elementen und die anschließende Besichtigung der dafür installierten Anlagen hat uns ab 14 Uhr bis nahe 18 Uhr in der GSI gefesselt.

Die Neubauaktivitäten des FAIR-Projekts, das die Größenordnung der bestehenden GSI-Anlagen weit übertreffen wird, dürfte Anlass für weitere Befassung geben. Dies wäre auch unter ganz anderer, näm-

lich naturschutzfachlicher Perspektive ein Thema: wie (wenn überhaupt möglich) soll der Eingriff in den Darmstädter Wald (Abb. 6) ausgeglichen werden, der mit dem Beschleunigerbau einhergeht?

Abb. 5 oben: Ausschnitt aus der Vorderseite der Szintillatorenwand im FOPI-Detektorsystem. Die Szintillatoren wandeln energiereiche Teilchen in Lichtblitze um, die dann weiter ausgewertet werden. Darunter die Rückseite des Systems.

Michael Siebert, Juli 2012



Literaturhinweis:

Die GSI-Forschung an neuen Elementen wurde von Sigurd Hofmann in einem Aufsatz der Zeitschrift „Physik in unserer Zeit“ (01/2012, S. 43) für ein interessiertes Publikum beschrieben. Titel: „Synthese und Physik superschwerer Elemente – Baukasten für Superschwergewichte“. Der zehnhseitige Beitrag wurde vom Verlag freigegeben und kann unter der Adresse <http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/piuz.201101284/pdf> heruntergeladen werden.

GSI im Web: <http://www.gsi.de/> .



Abb. 6: Rodungen beidseits des Dreischläger Wegs im Wald östlich der GSI, Januar 2012, Blickrichtung Nord. Diese Rodungsfläche dient nur den Forschungsbauten. Für den sich nördlich anschließenden Beschleuniger-ring soll in einer nächsten Runde auch der Wald im Bildhintergrund fallen.