

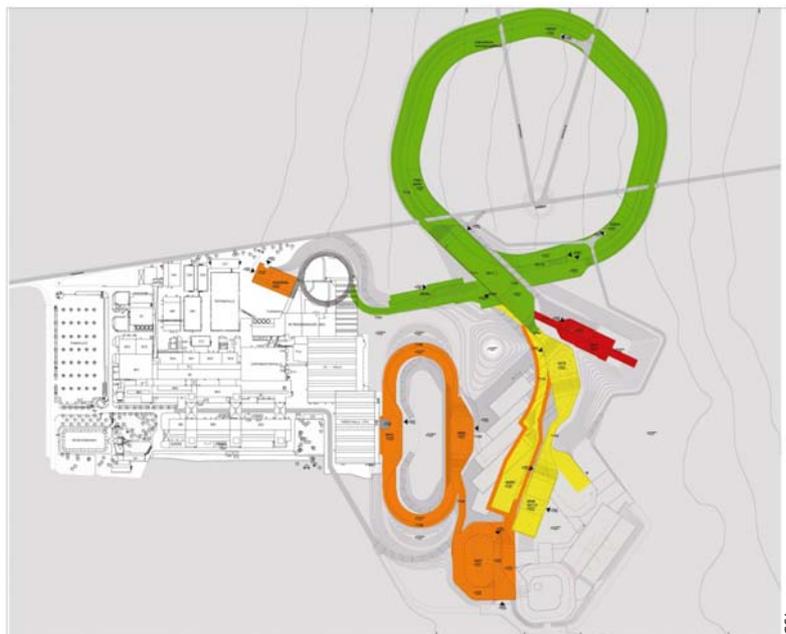
Start in Etappen

Die Großforschungsanlage FAIR in Darmstadt wird in einer „abgespeckten“ Version starten.

*) Im November 2007 unterzeichneten die Partnerländer ein Communiqué, vgl. Physik Journal, Dezember 2007, S. 6.

Die Vorbereitungen laufen seit Jahren, der offizielle Startschuss fiel bereits 2007^{*)}, aber bis zum Erreichen der Ziellinie ist noch ein langer Atem nötig. Immerhin zeichnet sich inzwischen der weitere Streckenverlauf klar ab, und unerwartete Hürden sind überwunden. Die Rede ist von einem der ehrgeizigsten internationalen Großforschungsgeräte, der „Facility for Antiproton and Ion Research“ FAIR, die in den nächsten Jahren beim gerade 40 Jahre alt gewordenen GSI Helmholtz-Zentrum für Schwerionenforschung in Darmstadt entstehen soll. Angesichts einer Finanzierungslücke von rund 100 Millionen bei einer Investitionssumme von einer Milliarde Euro haben die Projektverantwortlichen kürzlich beschlossen, FAIR schrittweise in einzelnen Modulen zu bauen.

FAIR soll als „Vielzweckmaschine“ ein reichhaltiges wissenschaftliches Programm ermöglichen, angefangen von Atom-, Plasma- und Angewandter Physik über die Physik von Hadronen und Kernen bis hin zur Kernastrophysik. Wie entstehen die Massen der Hadronen? Welche Eigenschaften hat Materie unter den extremen Bedingungen in astrophysikalischen Objekten? Wie haben sich das frühe Universum und die Materie darin entwickelt? Was ist der Ursprung der Elemente im Universum? Diese und weitere spannende Fragen möchten die beteiligten rund 2500 Wissen-



Die Startversion von FAIR bei GSI in Darmstadt (weiß) besteht aus dem großen Beschleuniger SIS 100 (grün) mit

Experimentiereinrichtungen (rot), dem Super-Fragmentseparator (gelb) sowie einer Antiprotonenanlage (orange).

schaftler mithilfe von mehreren Beschleunigern und Speicherringen sowie 14 Experimenten an FAIR beantworten. „Ich vergleiche FAIR gerne mit einem bunten Blumenstrauß“, sagt der wissenschaftliche Direktor Boris Sharkov, „denn im Gegensatz zu anderen Großgeräten mit eng definiertem wissenschaftlichem Programm wird FAIR in einer einzigartigen Breite fundamentale Fragen zur Struktur der Materie beantworten.“

Bereits Anfang 2006 hatte die Bundesregierung beschlossen, das FAIR-Projekt zu unterstützen und drei Viertel der Kosten zu übernehmen. Im Zuge der immer genaueren Planung sind die Kosten von anfangs 675 Millionen deutlich gestiegen und liegen nach einer detaillierten Vorplanung nun bei 1150 Millionen. Dem stehen feste Finanzierungszusagen von Deutschland und den 15 Partnerländern von 1038 Millionen gegenüber. Der Bund und das Land Hessen übernehmen dabei 705 Millionen, der zweitgrößte Beitrag kommt mit 178 Millionen aus Russland. „Leider gibt es eine Diskrepanz zwischen den Gesamtkosten und den finanziellen Zusagen“, erläutert Hans-

Dieter Krämer, technischer Direktor von FAIR. Nach vergeblichen Verhandlungen um höhere Zusagen und um eine weitere Verzögerung zu vermeiden, hätten sich die Verantwortlichen daher entschlossen, mit einer reduzierten Version von FAIR zu starten. Diese beinhaltet neben dem Herzstück von FAIR, dem supraleitenden Beschleuniger für Ionen (SIS 100), drei weitere Module (1 bis 3 in der Tabelle) mit Experimentiereinrichtungen sowie Anlagen zum Erzeugen von reinen Strahlen aus radioaktiven Isotopen bzw. energiereichen Antiprotonen. Ein internationales Gutachtergremium hat bestätigt, dass auch diese Startversion ohne die beiden Module 4 und 5 allen wissenschaftlichen Communities exzellente Forschungsmöglichkeiten gewährleistet. Sobald die Finanzierungslücke geschlossen ist, sollen die beiden letzten Module folgen. „Wir sind optimistisch, dass wir die nötigen Mittel von neuen Partnerländern, durch höhere Beiträge der bestehenden Partner sowie durch weitere Optimierung während der Bauphase erhalten“, sagt Sharkov.

Nicht enthalten in den genannten Zahlen sind Kosten in Höhe

Die FAIR-Module		
Modul		Kosten in Mio. Euro
0	Supraleitender Beschleuniger für Ionen SIS 100	482
1	Experimentierhallen am SIS 100 für Hadronen- sowie Atom-, Plasma- und Angewandte Physik	23
2	Super-Fragmentseparator für Kern-/Astrophysik	181
3	Antiprotonenanlage	217
4	Speicherring zur Erzeugung langsamer radioaktiver Isotope und Antiprotonen	104
5	Speicherring zum parallelen Betrieb verschiedener Programme	19

Nicht enthalten in dieser Tabelle sind 78 Millionen Euro für die Experimente sowie 47 Millionen Personal- und laufende Kosten, die in der Startversion enthalten sind.

von 110 Millionen Euro, die durch den Standort bedingt sind. Testbohrungen haben gezeigt, dass das Gelände neben dem bestehenden GSI-Gelände keinen felsigen Untergrund hat und daher bis zu 2000 jeweils 50 Meter lange Pfähle den Boden stabilisieren müssen. Da die Partnerländer nicht bereit waren, zusätzliche Millionen „in Beton“ zu investieren, haben sich der Bund und Hessen in „einer einmaligen, kurzfristigen und sehr konse-

quenten Aktion bereit erklärt, diese Kosten zu übernehmen“, freut sich Krämer: „Das war fantastisch“.

Nachdem diese Hürde genommen ist, steht nun die Unterzeichnung der multinationalen Verträge an. Die Abstimmung zwischen den Staaten hat sich – wie auch schon beim Europäischen Röntgenlaser XFEL in Hamburg – als sehr langwierig entpuppt, da jeweils mehrere Ministerien in den Ländern beteiligt sind. Die Verantwortlichen

sind aber zuversichtlich, dass sie im Frühjahr die FAIR GmbH als internationalen Projektträger gründen können, unter deren Dach die Anlage gebaut und betrieben wird. Im Herbst stünde dann die Waldrodung an, und nach dem Baubeginn im nächsten Jahr könnte 2015/16 der eigentliche Startschuss für die Wissenschaftler fallen.

Stefan Jorda

■ Jetzt läuft es rund am CERN

Nach über einem Jahr Unterbrechung nahm der Large Hadron Collider am CERN Ende November erneut seinen Betrieb auf und konnte sogleich einen Weltrekord vermelden.

Die guten Nachrichten kamen Schlag auf Schlag: Am 20. November durchkreisten die ersten Protonen nach 14-monatiger Pause den 27 km langen Beschleuniger des Large Hadron Collider (LHC) am Genfer CERN. Nur drei Tage später wurden die ersten Teilchenkollisionen vermeldet, und schon am 29. November stellte der LHC einen acht Jahre alten Rekord ein: Am Sonntagabend um halb zehn erreichte der erste Protonenstrahl eine Energie von 1,05 TeV – das sind 0,07 TeV mehr als die maximale Teilchenenergie des Tevatron am Fermilab. Mitte Dezember wurde schließlich die erste Publikation über Protonen-Kollisionen am LHC vermeldet.^{§)} So rekonstruierten und analysierten die Wissenschaftler der ALICE-Kollaboration 284 Kollisionen. Die Ergebnisse stimmen mit früheren Messungen von Proton-Antiproton-Wechselwirkungen überein und bieten nun eine Referenz für künftige Messungen bei höheren Energien.

„Es war eine Herkulesanstrengung, um dorthin zu kommen, wo wir heute stehen“, beschreibt Steve Myers, CERN-Direktor für Beschleuniger, die Mühen der letzten Wochen und Monate.^{¶)} Doch nun scheint alles wie am Schnürchen zu laufen. Deutlich schneller als erwartet haben die Wissenschaftler am CERN die ersten Kollisionen eingeleitet. Zunächst kreuzten sich



CERN

Der Jubel war groß, als der LHC am Abend des 29. November den acht Jahre alten Rekord des Tevatron übertraf. Zu diesem Zeitpunkt hatte der erste Protonenstrahl eine Energie von 1,05 TeV erreicht.

die Protonenstrahlen nachmittags am 23. November bei den beiden Detektoren ATLAS und CMS, später konnten auch ALICE und LHCb die ersten echten Teilchenkollisionen registrieren. Das gibt den Kollaborationen der vier Detektoren erstmals die Gelegenheit, ihre Geräte mit echten Messergebnissen zu kalibrieren und nicht nur anhand kosmischer Strahlung. „Es ist ein riesiger Erfolg, in so kurzer Zeit so weit gekommen zu sein“, freut sich CERN-Generaldirektor Rolf-Dieter Heuer und relativiert: „Wir müssen das Augenmaß bewahren – denn es gibt noch viel zu tun, bevor wir das Physikprogramm am LHC starten können.“ Damit meint er Kollisionen von Protonenstrahlen, die jeweils eine Energie von 3,5 TeV haben. Ab dieser Schwelle von 7 TeV Kollisionsenergie – übrighens

nur 50 Prozent von dem Wert, der später am LHC für Protonenkollisionen geplant ist – könnten die Wissenschaftler neue physikalische Erkenntnisse zutage fördern. Dieser wichtige Schritt ist für das erste Quartal 2010 geplant.

Bis zum 16. Dezember lief der Beschleuniger und schraubte langsam die Strahlintensität bei 900 GeV Kollisionsenergie hoch. Mit über einer Million Kollisionen verabschiedeten sich die CERN-Wissenschaftler in die wohlverdiente Weihnachtspause, die noch bis Februar andauern wird. „Schritt für Schritt soll es danach weitergehen“, kündigt Rolf-Dieter Heuer an, der sich gut für die ersten physikalischen Messungen am LHC vorbereitet hat: „Bis dahin halte ich meinen Champagner kalt!“

Maike Pfalz

§) Alice Collaboration, *Europ. Phys. J. C*, DOI 10.1140/epjc/s10052-009-1227-4 (2009)

¶) vgl. *Physik Journal*, November 2008, S. 7; Januar 2009, S. 9; März 2009, S. 8 und August/September 2009, S. 6