

Eine faire Diskussion

In Berlin diskutierten Experten über das wissenschaftliche Programm des Zukunftsprojekts FAIR der Gesellschaft für Schwerionenforschung.

Ist es „interessanter“, mit einem Großgerät eine Tür zur Grundlagenforschung in einem ganz neuen Gebiet aufzustoßen oder mit einem anderen viele unbekannte komplexe Eigenschaften eines in seinen Grundzügen etablierten Gebiets auszuarbeiten? Ist die Entdeckung des Higgs-Bosons von fundamen-



Moderiert von Siegfried Großmann und Ralph Eichler (hinten) diskutierten im Magnus-Haus Kritiker (links) und Befürworter (rechts) Teile des wissenschaftlichen Programms des FAIR-Projektes.

talere Interesse als ein detailliertes Verständnis des von der Quantenchromodynamik (QCD) vorhergesagten Phasenübergangs zwischen Quark-Gluon-Plasma und gewöhnlicher Materie? Fragen dieser Art haben zwar nicht auf der Tagesordnung einer Diskussionsveranstaltung über das bei der Gesellschaft für Schwerionenforschung (GSI) geplante FAIR-Projekt gestanden, die Mitte Oktober im Magnus-Haus der DPG in Berlin stattfand. Dennoch kamen die Diskutanten (s. Tabelle) immer wieder darauf zurück. Auf eine Antwort konnten sie sich aus guten Gründen nicht einigen.

Anlass für die Diskussionsveranstaltung waren einige Briefe, darunter von den Begründern der QCD, dem Münchner Physikprofessor Harald Fritzscht sowie Murray Gell-Mann aus Santa Fe, USA, an Forschungsministerin Edelgard Bulmahn. Die Absender äußerten darin Zweifel am wissenschaftlichen Programm der *Facility for Antiproton and Ion Research* (FAIR), die derzeit bei der GSI in Darmstadt vorbereitet wird.^{*)} Nach einer Empfehlung durch den Wissenschaftsrat Ende 2002 hatte die Bundesregierung Anfang 2003 grünes Licht für dieses Zukunftsprojekt der GSI gegeben, das in den Jahren 2007 bis 2015 in drei Ausbaustufen realisiert

werden soll. Die Gesamtkosten werden auf rund eine Milliarde Euro beziffert, wovon mindestens ein Viertel aus internationaler Beteiligung einzuwerben ist.

FAIR soll als „Vielzweckmaschine“ ein vielfältiges und reichhaltiges wissenschaftliches Programm ermöglichen. Dazu gehört zum einen die Untersuchung des bislang wenig verstandenen Bereichs der QCD, in dem störungstheoretische Methoden versagen. Zum anderen sollen an FAIR neutronenreiche Kerne weit weg von der Stabilität untersucht werden. Diese haben große Bedeutung für die nukleare Astrophysik, insbesondere für die Entstehung schwerer Elemente in Supernovae. Schließlich beinhaltet FAIR auch ein breit angelegtes Experimentierprogramm in den Bereichen Atom-, Plasma-, Bio- und Materialphysik, das u. a. Tests der Quantenelektrodynamik in starken Feldern, Untersuchungen fundamentaler Symmetrien und Wechselwirkungen sowie die Erforschung dichter, nichtidealer Plasmen vorsieht. Auch international sei FAIR auf begeisterte Resonanz gestoßen, was sich zum Beispiel darin ausdrücke, dass inzwischen über 2000 Physiker bei den Vorbereitungen mitwirken, betonte der wissenschaftliche Geschäftsführer der GSI, Walter Henning. So habe NuPECC, das europäische Gremium für Kernphysik, FAIR an die Spitze seiner Prioritätenliste gesetzt.

Gegenstand der sich anschließenden offenen und sehr sachlich geführten Diskussion war ausschließlich der Teil des wissenschaftlichen Programms von FAIR, der sich mit QCD und einigen Aspekten der Kernphysik beschäf-

tigt (s. dazu den nebenstehenden Kasten). Dabei sollte es keinesfalls darum gehen, die Verfahren des Wissenschaftsrats und des BMBF „nachträglich beleuchten“ zu wollen, betonte der Marburger Physikprofessor Siegfried Großmann, der im Auftrag des BMBF die Diskussion moderierte. Sachliche und nachvollziehbare Kritik von Sachkennern sei aber wissenschaftlich wertvoll und deshalb zu diskutieren, wann immer sie auftauche. Großmann gab aber ebenfalls zu bedenken, dass die sich bei FAIR engagierenden Wissenschaftler neben einer kritischen Begleitung natürlich auch hohe Anerkennung für ihr Engagement verdienen, durch die Entwicklung neuer Forschungsgeräte neue Erkenntnisfelder zu erschließen.

Wenn auch der Ko-Moderator Ralph Eichler eingangs appelliert hatte, keine Alternativen zu FAIR zu diskutieren, so blieb ein Vergleich mit anderen Großgeräten doch nicht aus. „Als Physiker findet man ein Projekt dann interessant, wenn es einen Durchbruch schafft“, sagte der Theoretiker Peter Zerwas. Dazu werde hoffentlich der Large Hadron Collider am CERN gehören, wenn man dort das Higgs-Boson findet. „Von dieser Qualität ist FAIR zweifellos nicht“, zeigte sich Zerwas überzeugt: FAIR werde kein „vollkommen neues Territorium“ aufstoßen. Sein Kollege Wilfried Buchmüller betonte, dass die relevanten Fragen der QCD seit 20 Jahren diskutiert würden und dass man „viele Dinge messen“ könnte, die aber „keine Bedeutung für das prinzipielle Verständnis der Theorie“ hätten. Ihnen widersprach der Theoretiker Wolfram Weise entschieden:

Teilnehmer der Diskussion

- ▶ Prof. Dr. Peter Braun-Munzinger, GSI Darmstadt
- ▶ Prof. Dr. Wilfried Buchmüller, DESY Hamburg
- ▶ Prof. Dr. Ralph Eichler, Paul-Scherer-Institut, Schweiz (Moderation)
- ▶ Prof. Dr. Harald Fritzscht, LMU München
- ▶ Prof. Dr. Siegfried Großmann, Uni Marburg (Moderation)
- ▶ Prof. Dr. Walter Henning, GSI Darmstadt
- ▶ Prof. Dr. Robert Klanner, Uni Hamburg und Vorsitzender des wissenschaftlichen Rats der GSI
- ▶ Prof. Dr. Hagen Kleinert, FU Berlin
- ▶ Prof. Dr. Ulf-G. Meißner, Uni Bonn und FZ Jülich
- ▶ Prof. Dr. Viatcheslav Mukhanov, LMU München

- ▶ Prof. Dr. Andreas Schäfer, Uni Regensburg
- ▶ Prof. Dr. Jochen Wambach, TU Darmstadt
- ▶ Prof. Dr. Wolfram Weise, TU München
- ▶ Prof. Dr. Peter Zerwas, DESY Hamburg

Gäste

- ▶ Dr. Beatrix Vierkorn-Rudolph, BMBF, Vorsitzende des GSI-Aufsichtsrats
- ▶ Prof. Dr. Ulrich Merkt, Uni Hamburg, Mitglied des Wissenschaftsrats
- ▶ Dr. Hermann Schunck, BMBF, Vorsitzender des FAIR Steering Committee
- ▶ Dr. Christian Uhlhorn, Abteilungsleiter BMBF
- ▶ Dr. Rainer Köpke, BMBF

^{*)} Die in den Briefen geäußerten Kritikpunkte hatte die GSI vorab in einer Stellungnahme, die dann im Verlauf der Diskussion auch im Wesentlichen akzeptiert wurde, im Detail beantwortet. Darüber hinaus hat die GSI auch einen aktuellen Statusbericht des Projekts veröffentlicht, der unter www.gsi.de/documents/DOC-2005-Jul-110-1.pdf zu finden ist.

Die QCD sei zwar von der Grundstruktur her verstanden, weise aber einen Reichtum an physikalischen Facetten auf, der keineswegs ausgelotet sei. Die Forschung bei FAIR sei unter dem Gesichtspunkt zu sehen, dass man empirisches Material sammeln müsse, um gewisse Eckpunkte in diesem Facettenreichtum festzumachen. Diese Art des Nachdenkens über die QCD sei zwar anders als in der Hochenergiephysik, aber genauso legitim.

Die Frage, was man selbst als wichtig ansieht und in welchem Arbeitsgebiet man sich engagiere, müsse jeder Forscher für sich selbst entscheiden, betonte Siegfried Großmann. Eine ganz andere Frage sei, welche Arbeitsgebiete aus übergeordneten Gesichtspunkten für viele Forscher interessant seien und was aus gesellschafts- oder forschungspolitischer Sicht bevorzugt werden

solle. Die Diskussionsrunde habe jedoch kein Mandat, diese Fragen zu beantworten, sondern solle vielmehr Argumente und Standpunkte klären. Insbesondere bei Großgeräten mit einem Kostenaufwand, der sich auch auf andere Gebiete der Physik auswirke, seien die Physiker in der Verantwortung, die wissenschaftliche Bedeutung sorgfältig zu analysieren, sie zu optimieren und dann auch nachhaltig gegenüber der Gesellschaft zu vertreten.

Nach dem Ende der wissenschaftlichen Diskussion betonte Christian Uhlhorn, Leiter der Abteilung „Forschung, Verkehr, Raumfahrt“ im BMBF, dass bei der forschungspolitischen Entscheidung für FAIR die Zukunft der beiden großen Communities der Teilchen- und Kernphysiker im Blick sein müsse, und erinnerte zugleich daran, dass diese in den letzten Jahr-

zehnten in Deutschland sehr gute Forschungsmöglichkeiten hatten. Angesichts leerer Kassen, dem großen deutschen Beitrag für den Large Hadron Collider am CERN und anderer Wünsche nach großen Forschungsinvestitionen sei es „schon mal ein Glücksfall“, wenn sich jetzt durch eine Anlage beide Communities in Deutschland „zumindest teilweise auf eine Zukunft freuen“ könnten. Forschungspolitisch sei es auch ein wichtiger Gesichtspunkt, wenn man das gemeinsame Interesse an der Antiprotonen-Physik durch sich im Rahmen haltende und international gewünschte Maßnahmen u. a. für das Gebiet der Kernastrophysik ausbauen könne. Vor diesem Hintergrund wären die Kern- und Teilchenphysiker wohl gut damit beraten, gemeinsam an einem Strang zu ziehen.

STEFAN JORDA

Die Eckpunkte der FAIR-Diskussion⁺⁾

Einigkeit besteht darin, dass die intensiven, gekühlten, hoch präzisen Antiprotonenstrahlen qualitativ wie quantitativ neue Resultate zur **Hadronspektroskopie** liefern werden. Deshalb sei ein Antiprotonenprogramm bei, so die Kritiker, niederen Energien höchst sinnvoll. Besonders interessant sei die Suche nach Teilchen, die von der QCD seit langem vorausgesagt wurden, bis heute aber wegen der hohen Komplexität von Zuständen im Niederenergiebereich nicht eindeutig identifiziert werden konnten. Dazu gehören u. a. bisher nicht identifizierte Gluonium-Zustände, die aus Gluonen aufgebaut sind und ab einer Masse von etwa 1400 MeV/c² erwartet werden, oder Hybridzustände, die aus einem Quark-Antiquark-Zustand (insbesondere im Charm-Sektor) und einem Gluonkonstituenten bestehen.

Übereinstimmung herrscht ferner über die wissenschaftliche Bedeutung der Untersuchung des **QCD-Phasendiagramms** bei hohen Baryonendichten und hohem baryochemischen Potenzial, insbesondere hinsichtlich der Lage und Natur von Phasentrennlinien und kritischem Endpunkt. Dissens und Zweifel bleiben bestehen, ob bei den Energien, die bei FAIR realisiert werden sollen, nach dem Phasenübergang in der QCD sinnvoll gesucht werden kann. Auffällige, Modell unabhängige, experimentelle Signaturen seien nicht aufgezeigt worden. Die Vertreter von FAIR räumen ein, dass dies in der Tat schwierige Fragen sind, die letztlich das Experiment entscheiden müsse. Allerdings biete FAIR in einem Bereich des Phasendiagramms, der Speicherringen wie RHIC und LHC nicht zugänglich ist, mit seiner hohen Intensität und Präzision mit Detektoren der nächsten

Generation eine vielversprechende Grundvoraussetzung zur Klärung dieser für die QCD wichtigen Frage.

An diesem Beispiel wurde die vehement eingeforderte Idee origineller, Neuland betretender Forschung mit den FAIR-Zielen der Untersuchung hochkomplexer Strukturen durch eine wesentlich (um Größenordnungen) gesteigerte Strahlintensität, größere Experimentierpräzision durch Strahlkühlung sowie Ionenstrahldiversität verglichen, die in mindestens fünf Arbeitsgebieten einen Qualitätssprung ermögliche.

Unterschiedlich ist die Beurteilung des Teilprogramms **transversale Spinstruktur des Protons**. Die transversale und die longitudinale Spinstruktur des Nukleons sind voneinander unabhängig und erlauben Rückschlüsse auf verschiedene Eigenschaften der Nukleonen. Von den Kritikern wurde bezweifelt, dass die Informationen, die in der transversalen Spinstruktur enthalten sind, neben den schon seit langem untersuchten longitudinalen Spinstrukturen physikalisch wichtig genug seien, dass sie den beabsichtigten Aufwand rechtfertigten.

Bezweifelt wird, ohne dass darüber detailliert diskutiert wurde, dass sich mit FAIR **Tests von fundamentalen Symmetrien** mit der notwendigen Sensitivität durchführen lassen.

Für außerordentlich bedeutsam halten die FAIR-Kollegen die **Untersuchung sehr neutronreicher Kerne**. Diese wird Einsicht in die Struktur des nuklearen Vielkörpersystems unter extremen Bedingungen erlauben. Das ist der bisher einzige Weg zum Verständnis der explosiven Nukleosynthese, des r-Prozesses, von Fragen astrophysikalischer Produktionsorte (Supernovae, Neutronensternkollisionen) usw. Ohne

den Zuwachs an Strahlintensität, wie ihn bisher einzig FAIR verspricht, seien diese Experimente unmöglich.

Nach Überzeugung der Kritiker soll FAIR nach derzeitigem Konzept zu viele unterschiedliche Fragen untersuchen. Die Konzentration auf die unter allen Beteiligten übereinstimmend als sehr wichtig eingestufte Forschung mit Antiprotonen sei besser mit einer Art Super-LEAR-Maschine zu erreichen, deren Energie auch kleiner als die derzeit geplante gewählt werden könnte. Durch die Konzentration auf ausschließlich die Antiprotonenphysik ließen sich nach Meinung der Kritiker die Kosten der Anlage wesentlich, etwa um die Hälfte reduzieren. Aus Sicht der GSI ist die Einsparung allerdings merklich geringer.

Demgegenüber betonen die FAIR-Vertreter, dass an der Anlage bis zu fünf Experimentierprogramme gleichzeitig und hocheffizient durchgeführt werden könnten, sodass die effektiven Kosten pro Programm beträchtlich reduziert würden. Diese Programme beruhten auf den weltweit einmalig hohen Intensitäten an Ionen- und Antiprotonenstrahlen sowie der besonderen Qualität der Strahlen hinsichtlich Energieschärfe und Emittanz, erreicht durch diverse Kühlungsverfahren. Zudem erwache eine besondere wissenschaftliche Synergie dadurch, dass FAIR viele Forscher aus ganz unterschiedlichen Communities zusammenbringe.

Die Argumentation hat sich auf den QCD-Sektor des FAIR-Programms konzentriert. Die weiteren Programmbereiche wurden nicht detailliert besprochen, sind aber natürlich wichtige Gesichtspunkte für die Gesamtbeurteilung.

RALPH EICHLER, SIEGFRIED GROSSMANN

⁺⁾ Diese Eckpunkte bestehen zum Teil aus Zusammenfassungen, die den Autoren von den beiden Teilnehmergruppen geschickt worden sind.