

# Das Universum enträtseln

Ziele und Aktivitäten des Exzellenzclusters „Origin and Structure of the Universe“ in München

Stefan Jorda

Welches sind die kleinsten Bestandteile der Materie? Lassen sich alle bekannten Kräfte in einer vereinheitlichten Theorie beschreiben? Wie haben sich das Universum und seine Bestandteile entwickelt? Mit nichts geringerem als diesen fundamentalen Fragen der modernen Physik befassen sich Astro-, Kern- und Teilchenphysiker im Rahmen des Exzellenzclusters „Origin and Structure of the Universe“, der im Oktober 2006 in der ersten Runde der Exzellenzinitiative genehmigt wurde.<sup>+)</sup> Gemeinsam wollen mehrere hundert Wissenschaftler in 45 Arbeitsgruppen der beiden Münchner Universitäten sowie von vier Max-Planck-Instituten und weiteren Institutionen (**Kasten**) ein weltweit einmaliges und international sichtbares Zentrum aufbauen. Die Besetzung zahlreicher Stellen, die Vernetzung der Wissenschaftler sowie Investitionen in Experimente sollen strategisch sicherstellen, dass der Standort München auch über die zunächst bewilligte Laufzeit von fünf Jahren hinaus eine weltweit führende Rolle bei der Erforschung dieser grundlegenden Fragen spielen wird.

Rund eineinhalb Jahre nach dem Start hat der Cluster inzwischen in zahlreiche Einrichtungen und Experimente investiert, die unmittelbar mit dem vielfältigen wissenschaftlichen Spektrum zusammenhängen. Dabei geht es um überschaubare Investitionen in kleinere Experimente, nicht um große Forschungsgeräte wie das Very Large Telescope (VLT) oder den demnächst in Betrieb gehenden Large Hadron Collider (LHC) am CERN in Genf. Aufgrund von Kooperationen nutzen Wissenschaftler des Clusters diese Geräte zwar, aber „diese Riesendinger laufen auch ohne uns“, erläutert Stephan Paul, Physikprofessor an der TU und Koordinator des Clusters. Stattdessen hat der Cluster z. B. die Anfangsfinanzierung für ein Experiment am Paul-Scherrer-Institut in der Schweiz getragen, das dazu dient, das elektrische Dipolmoment des Neutrons zu messen. Ein endliches Dipolmoment hätte wichtige Konsequenzen für die im Universum beobachtete Asymmetrie zwischen Materie und Antimaterie, die zu einer der sieben zentralen Fragestellungen gehört, mit denen sich

der Cluster beschäftigt (**Kasten**). Für noch genauere Messungen mit diesem Experiment wird mit Clustergeldern auch eine neue Quelle für ultra-langsame Neutronen in München aufgebaut. Darüber hinaus fließt Geld in ein Untergrundlabor in Garching, in dem vorbereitende Messungen für Experimente im italienischen Gran-Sasso-Tunnel durchgeführt werden sollen, in denen nach Dunkler Materie sowie dem neutrinolosen doppelten Betazerfall gesucht wird. Für das Observatorium auf dem bayerischen Wendelstein wurde eine neue Kamera bestellt, und auch der in München vorhandene Tandembeschleuniger erhält Geld, damit künftig mit höherer Präzision – zum Beispiel in Meteoriten – nach seltenen Kernen wie Eisen-60 gesucht werden kann, die nur in Supernovae entstehen. „Solche Geräte sind einzigartig, und dank des Clusters konnten wir schnell in sie investieren“, sagt Stephan Paul. Von diesen Experimenten erhofft sich Paul auch rascher die eine oder andere Überraschung, während der LHC oder der Planck-Satellit zur Untersuchung des Mikrowellen-Hintergrunds erst peu à peu Daten liefern werden.

Ein Großteil der jährlich zur Verfügung stehenden 6,5 Millionen Euro ist jedoch nicht für Experimente vorgesehen, sondern für „Köpfe“, insbesondere für Nachwuchswissenschaftler. Fünf Gruppenleiter der vorgesehenen zehn Nachwuchsgruppen sind bereits in München, drei weitere haben einen Ruf erhalten. „Wir haben sehr gute junge Leute aus dem Ausland gekriegt“, freut sich Paul. Allerdings habe sich die Kandidatenlage erst deutlich verbessert, nachdem die Stellen mit einem W2-Gehalt statt wie ursprünglich vorgesehen mit W1 ausgeschrieben wurden. Vom

+) [www.universe-cluster.de](http://www.universe-cluster.de)

## DER EXZELLENZCLUSTER „ORIGIN AND STRUCTURE OF THE UNIVERSE“

### Beteiligte Institutionen:

TU und LMU München; Max-Planck-Institute für Astrophysik, für Extraterrestrische Physik, für Physik sowie für Plasmaphysik; European Southern Observatory ESO; Universitätssternwarte München; Maier-Leibnitz-Laboratorium; Halbleiterlabor der MPG

**Koordinator:** Prof. Dr. Stephan Paul, TU München

**Stellv. Koordinator:** Prof. Dr. Andreas Burkert, LMU München

### Forschungsgebiete:

- Wie verhält sich Materie bei extrem hohen Energien und geringen Distanzen? (Stichworte: Theorien der Großen Vereinheitlichung, Stringtheorie)
- Gibt es eine Symmetrie zwischen Materie und Kräften? (Supersymmetrie)



- Woher kommen die Teilchenmassen und ihre Hierarchie? (Higgs-Mechanismus und -Boson, elektroschwache Symmetriebrechung)

- Was sind kosmische Phasenübergänge, und wie kommt die Materie ins Universum? (Asymmetrie zwischen Materie und Antimaterie, Quark-Gluon-Plasma)

schen Materie und Antimaterie, Quark-Gluon-Plasma)

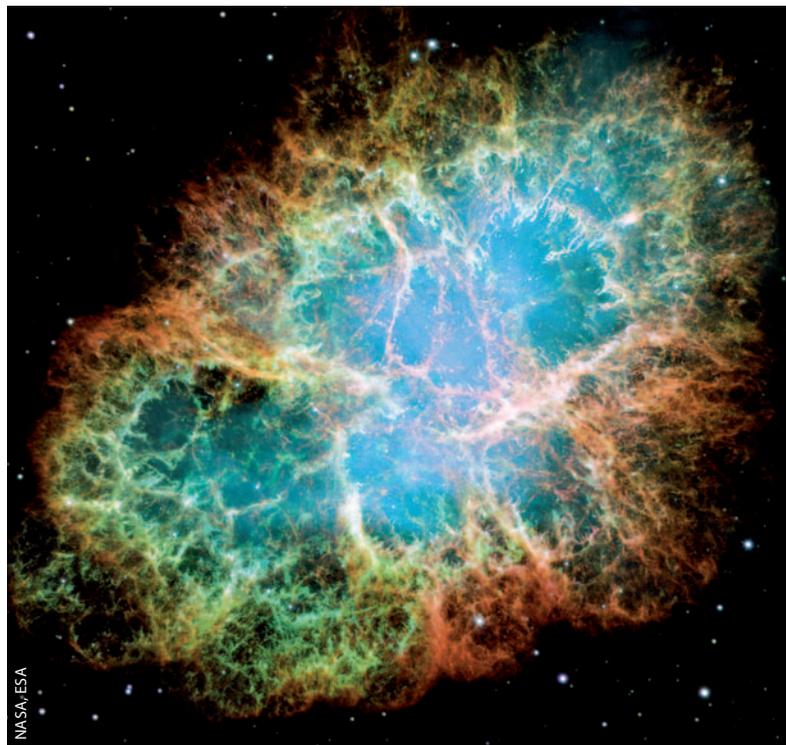
- Was sind die dunklen Komponenten des Universums? (Suche nach Dunkler Materie, Mikrowellen-Hintergrundstrahlung, Dunkle Energie)

- Wie sind Schwarze Löcher entstanden, und wie entwickeln sie sich? (Supernovae, Gamma Ray Bursts, Neutrinophysik)

- Wie wurde das Universum mit schweren Elementen angereichert? (Sternentwicklung, Supernova-Explosionen, Nukleosynthese)

MIT ist Frank Simon nach München gekommen, der sich mit der Entwicklung von Detektoren für künftige Experimente der Teilchenphysik befasst. Das MIT hatte ihm eine unbefristete Stelle als „staff scientist“ angeboten, aber „natürlich bedeutet unbefristet in den USA nicht das Gleiche wie hier“, betont Simon. Seine jetzige Stelle am MPI für Physik ist mit tenure track verbunden, d. h. wenn eine Evaluation in drei Jahren positiv ausfällt, erhält er eine Dauerstelle. Neben der attraktiven Ausstattung der Nachwuchsgruppe mit zwei vollen Stellen, einer Erstausrüstung von 50 000 Euro sowie Sach- und Reisemitteln von 25 000 bzw. 10 000 Euro für die ersten fünf Jahre war für Simon die mit der Stelle verbundene Flexibilität entscheidend: „Ich kann frei entscheiden, was ich machen möchte, und über mein Budget verfügen, ohne mir eine Erlaubnis einholen zu müssen“, sagt er. Überrascht war er auch über die schnelle Entscheidung: „Anfang Januar kam die Ausschreibung, und im Mai hatte ich bereits die Zusage“, erinnert er sich. Damit ist er allerdings eine Ausnahme, weil er an einem Max-Planck-Institut angestellt ist. Bei der Berufung auf eine Hochschulstelle seien hingegen generell „viel zu viele Gremien viel zu oft beansprucht“, sodass eine Berufung in einer geringeren Zeit als einem Jahr kaum zu schaffen sei, bedauert Paul. Das gelte insbesondere auch für die drei W3-Professuren, die im Rahmen des Clusters besetzt werden und auf die sich hervorragende Wissenschaftler, auch aus dem Ausland, beworben haben. „Dieses System muss sich ändern, um schnelle Berufungen zu ermöglichen“, ist Paul überzeugt.

Gemeinsam mit den anderen Nachwuchsgruppen sowie der Administration befindet sich der Arbeitsplatz von Frank Simon in einem eigens angemieteten Gebäude in Garching, das auch Fellows und Gastwissenschaftler beherbergen soll. Während die Gastwissenschaftler nur für wenige Wochen nach München kommen, bleiben die Fellows zwei Jahre und können sich ihr Arbeitsgebiet frei



Der Krebs-Nebel sowie der Neutronenstern in seinem Zentrum sind das Ergebnis einer Supernova, die im Jahr 1054 auf der Erde zu beobachten war. Das zu seiner Beschreibung notwendige komplexe Zusammenspiel von Astro-, Kern- und Teilchenphysik steht exemplarisch für die Forschungsthemen des Exzellenzclusters Universe.

aus dem Themenspektrum des Clusters wählen. Inzwischen läuft bereits die dritte Auswahlrunde für die Fellows, wobei jeweils zwei bis drei Kandidaten unter den sehr guten internationalen Bewerbern ausgewählt werden.

Zu den Zielen des Clusters zählt auch, die Wissenschaftler stärker als in der Vergangenheit miteinander zu vernetzen. So sei die Kommunikation inzwischen wesentlich besser geworden, freut sich Paul. Dies gelte insbesondere für die nukleare Astrophysik, in deren Rahmen Kernphysiker Nuklide untersuchen, die für die Entwicklung von Supernovae wichtig sind, und Astrophysiker solche Supernovae simulieren. Vielfältige Berührungspunkte gebe es auch zwischen Teilchenphysikern und klassischen Röntgenastronomen, die häufig die gleichen Quellen im hochenergetischen Gamma- bzw. dem Röntgenspektrum untersuchen.

Der Exzellenzcluster ist für eine Laufzeit über fünf Jahre bewilligt, einer sehr kurzen Zeit, ist Paul überzeugt. „Wir ziehen praktisch in zwei Jahren ein Institut mit über 70 Leuten hoch“, sagt er, „dann beträgt die Restlaufzeit aber nur noch drei Jahre“. Wenn der Cluster dann eine international bekannte „Marke“ sei, sollte er auch fortgeführt werden,

wünscht er sich. Eine ähnliche Initiative in Japan zur Gründung von fünf Forschungszentren, eines davon ebenfalls zur Kosmologie und Astrophysik, sei denn auch auf zehn Jahre plus einer Option auf weitere fünf angelegt, ganz zu schweigen von geringeren bürokratischen Hürden. Aber unabhängig von einer Verlängerung der deutschen Exzellenzinitiative über 2011 hinaus haben die Münchner Universitäten der Astro-, Kern- und Teilchenphysik aufgrund des tenure track für die Nachwuchsgruppenleiter sowie der weiteren Professuren eine klare Priorität gegeben. Genug zu tun bleibt ohnehin, denn natürlich rechnet niemand damit, dass die eingangs gestellten Fragen bis 2011 beantwortet sind.

#### DIE EXZELLENZCLUSTER

In einer losen Serie stellt das Physik Journal die Exzellenzcluster mit Schwerpunkt in der Physik vor:

- Center for Functional Nanostructures (CFN), Karlsruhe
- Munich-Center for Advanced Photonics (MAP), München
- Nanosystems Initiative Munich (NIM), München
- Origin and Structure of the Universe, München
- Centre for Quantum Engineering and Space-Time Research (QUEST), Hannover