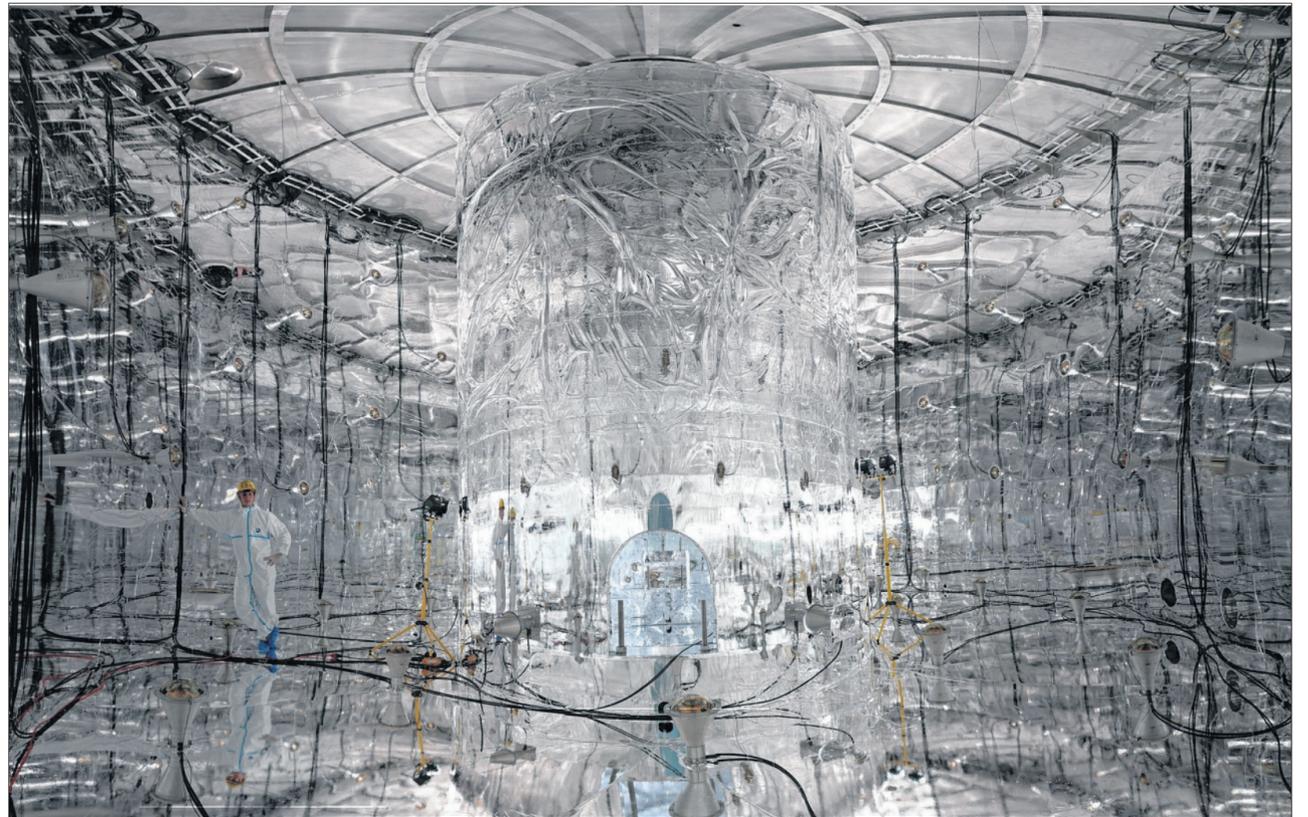


Woraus besteht das Weltall? Was hält das Universum zusammen? Es muss dort draußen Teilchen geben, von denen die moderne Physik noch nichts weiß. Um mehr darüber herauszufinden, bauen Teilchenphysiker gigantische Maschinen, wie den Teilchenbeschleuniger des CERN in Genf, oder konzipieren aufwändige Experimente – wie die Tübinger Teilchenphysiker im Gran-Sasso-Massiv in Italien.



Diese Spiegelkammer ist Teil des Experiments „Gerda“, mit dem ein internationales Team die Eigenschaften von Elementarteilchen erforschen will.

Bild: Freund

Spuren in der Spiegelkammer

Um die Gesetze des Weltalls zu verstehen, forschen Physiker tief im Bergmassiv / Von Angelika Bachmann

Experimentelle Teilchenphysik ist echte Knochenarbeit. Man muss handwerklich geschickt sein und Lösungen für außergewöhnliche Probleme finden. Dabei hilft es, wenn man das Sortiment eines Baumarktes in etwa überblickt. Und keinesfalls sollte man sich zu schade dafür sein, tagelang bei stickiger Luft und schweißtreibenden Temperaturen einen Stahltank mit Folie auszukleiden.

Experimentalphysiker sind kreative Erfinder. Sie sind die Bastler, die Tüftler unter den Physikern. Mit ihren Experimenten zerschlagen sie mitunter elegante Gedankenwelten der Theoretischen Physik. Mit ihren Beobachtungen versuchen sie der physischen Welt Wahrheiten abzurufen, die über das hinausgehen, was man bisher weiß. Und das ist verdammt viel. Mit dem Standardmodell der Physik (siehe „Neutrinos und andere Elementarteilchen“) lässt sich nur ein Bruchteil der Masse im Kosmos erklären. „Etwa 96 Prozent des Kosmos verstehen wir nicht“, sagt der Tübinger Teilchenforscher Prof. Josef Jochum. Alle Beobachtungen weisen darauf hin, dass es im Weltall Teilchen gibt, von denen die Physik bislang fast gar nichts weiß. Nur, dass es sie geben muss. „Dunkle Materie“ wird sie genannt.

Weltweit arbeiten Teilchenphysiker daran, der Natur dieser Materie auf die Spur zu kommen. Zu ihnen gehören auch die Tübinger Teilchenphysiker Josef Jochum und Peter Grabmayr. Sie haben sich mit ihrem Team in einem außergewöhnlichen Forschungslabor in Italien eingemietet, dem Laboratori Nazionali del Gran Sasso (LNGS). Es

befindet sich im Herzen des Gran-Sasso-Massivs in den Abruzzen. Dort startet dieser Tage ein außergewöhnliches Experiment.

Etwa zehn Kilometer lang ist der Autobahntunnel, der das Gran-Sasso-Massiv durchkreuzt. Auf halber Höhe, mitten im Berg, zweigt eine Abfahrt ab. Über sie gelangt man zur Pforte des Labors, einem Stahltor, dem Sesam-Öffne-dich der Teilchenforschung.

Denn hier, geschützt durch tausend Meter massiven Fels, herrschen für Teilchenphysiker traumhafte Bedingungen: Das Bergmassiv schirmt kosmische Strahlung weitgehend ab. Ein weiterer großer Vorteil: „In dieses Labor kann man mit dem Tieflader reinfahren und zur Mittagspause rausfahren“, sagt Kai Freund, der als wissenschaftlicher Mitarbeiter im Tübinger Team mehrere Wochen im Jahr dort verbringt. Vergleichbare Forschungszentren gibt es auch in alten Minen in den USA und Kanada. Die sind aber nur über Bergwerkschächte und Schleusen zu erreichen. Schweres Gerät und Ausstattung dorthin zu bekommen, ist ungleich komplizierter.

Schön ist's in den Abruzzen außerdem, wenn man die Tunnelröhre verlässt. Auf der Ostseite befindet sich ein Institut mit Bibliothek und Tagungsräumen. Man hat einen traumhaften Blick auf das Bergmassiv und ist außerdem nur 150 Kilometer von Rom entfernt. Auch wenn für touristische Ausflüge nicht sehr viel Zeit bleibt.

An die 200 Wissenschaftler arbeiten in dem Röhrenkomplex an unterschiedlichsten Projekten. Und das macht auch die besondere Atmosphäre

aus: Hier trifft man in den Pausen und nach Feierabend Wissenschaftler aus aller Welt und lernt dabei kennen, woran die anderen so arbeiten.

„Experimentalphysiker arbeiten immer im Team“, erzählt Jochum. Zudem wirken in einer internationalen Gruppe ganz eigene soziologische Prozesse. Man spricht sich mit Vornamen an. Und weil die Umgangssprache Englisch ist, braucht man sich auch keine Gedanken über das „Sie“ und „Du“ zu machen. Da kniet man mit Stahlwolle im Forschungslabor, schrubbt Geräte mit Aceton auf Reinraumniveau. Und man weiß nicht, ob „Thomas“, der da neben einem kniet, Doktorand, Professor oder Student auf Ferienjob ist.

Etwa hundert Meter lang und 20 Meter hoch sind die Forschungsrohre im Bergmassiv. Jochum und sein Team haben sich ein Areal in Halle A gemietet. Dort bauen die Tübinger zusammen mit Wissenschaftlern zweier Max-Planck-Institute sowie Forschern aus Italien, Russland und der Schweiz seit 2005 das Experiment „Gerda“ auf, in dessen Zentrum die Erforschung von Neutrinos steht. „Theorien jenseits des Standardmodells gibt es wie Sand am Meer“, sagt Jochum. Als echter Experimentalphysiker sagt er allerdings auch: Rechnen kann man viel. „Aber die Natur zeigt uns, wie es wirklich ist.“ Eine These ist zum Beispiel: Ein Neutrino ist gleich dem Anti-Neutrino. Ist das wirklich so? Diese Frage soll das Experiment beantworten.

Das internationale Team hat in dem unterirdischen Labor ein Bauwerk erschaffen, das der Kulisse eines Science-Fiction-Films ähnelt: eine bizarr anmutende Spiegelkammer. In deren Zentrum befindet sich eine weitere, auf minus 200 Grad gekühlte Kammer, gefüllt mit flüssigem Argon. Darin wiederum

Strahlung blockt das Bergmassiv. Das flüssige Argon und die mit 590 Tonnen aufbereitetem Wasser gefüllte Spiegelkammer wirken als weitere StrahlungsfILTER. Bei der Spiegelkammer handelt es sich eigentlich um einen Stahltank mit einem Durchmesser von zehn Metern. Sein Inneres haben die Forscher Bahn um Bahn mit einer hochreflektierenden Folie ausgekleidet und mit selbst gebauten Fotodetektoren bestückt. Diese zeichnen jede noch so flau Lichtspur in

machen – weil man bei einer Höhe von acht Metern mit Haushaltsleitern nicht bei kommt.

Das Experiment ist (zeit-) aufwändig. Aufbau und Installation kosteten allein 12 Millionen Euro, ohne Personalkosten. Die Kosten teilen sich aber alle beteiligten Institute, wobei der Tübinger Anteil in etwa 600.000 Euro beträgt. Um bei dem Projekt dabei sein zu können, haben Jochum und Grabmayr beim Bundesforschungsministerium im Wettbe-



Inmitten des Gran-Sasso-Massivs befinden sich die Laboratori Nazionali del Gran Sasso (LNGS). Die drei Tunnelröhren bieten ideale Bedingungen für Teilchenforscher: Rund tausend Meter Gestein schirmen kosmische Strahlung weitgehend ab. Zu erreichen sind die Labore über einen Autobahntunnel.

dem wassergefüllten Tank auf. Denn eine Lichtspur zeugt davon, dass in diesem Moment ein kosmisches Teilchen die Abschirmung durchdrungen hat. Was immer dann in den Germanium-Kristallen gemessen wird, ist null und nichtig. So strikt sind die Regeln für das Experiment.

Sich in dieser Spiegelkammer zu bewegen gehört zum Eigentümlichsten, was dieses Projekt mit sich brachte. „Man verliert sich sofort darin“ – so vielfach sind die Spiegelungen und Brechungen, erzählt Freund. Wie man die acht Meter langen Klebebahnen am geschicktesten tapeziert, haben die Physiker übrigens an einer Hochhauswand auf der Morgenstelle geübt. Auch musste einer aus dem Team einen Hebebühnen-Führerschein

werb mit anderen Projekten diese Mittel und die Finanzierung des Teams eingeworben.

Dieser Tage wird im Gran-Sasso-Massiv der Stahltank befüllt. Die Kristalle werden vorbereitet und in das Argon versenkt. Und dann? Lässt das Experiment erst einmal in einer Art Black Box. Was in den Germanium-Kristallen passiert, wird aufgezeichnet, aber erst nach Jahresfrist ausgewertet. So will man verhindern, dass das Experiment subtil beeinflusst wird, während es läuft.

Und wenn man drei Jahre lang überhaupt nichts beobachtet? Das kann natürlich passieren, sagt Jochum, ganz gelassen. Aber auch das wäre schließlich ein Ergebnis, aus dem man Schlüsse ziehen kann – für das nächste Experiment.

Info: Weitere Bilder unter www.pit.physik.uni-tuebingen.de/jochum/dbd/gallery/index.html

■ Etwa 96 Prozent des Kosmos verstehen wir nicht.

Teilchenphysiker Prof. Josef Jochum

■ In dieses Labor kann man mit dem Tieflader reinfahren und zur Mittagspause rausfahren.

Teilchenphysiker Kai Freund

sofort darin“ – so vielfach sind die Spiegelungen und Brechungen, erzählt Freund. Wie man die acht Meter langen Klebebahnen am geschicktesten tapeziert, haben die Physiker übrigens an einer Hochhauswand auf der Morgenstelle geübt. Auch musste einer aus dem Team einen Hebebühnen-Führerschein

Den größten Teil der kosmischen

Neutrinos und andere Elementarteilchen

Das Standardmodell der Physik kennt vier verschiedene Elementarteilchen: Zwei Arten von Quarks, Elektronen und Neutrinos. Dazu gibt es die jeweiligen Anti-Teilchen. Das Neutrino unterscheidet sich in etlichen Dingen von den anderen Elementarteilchen. Es ist

zum Beispiel millionenfach leichter als Quarks und Elektronen. Und es trägt keine Ladung in sich. Das Neutrino ist andererseits so reaktionsarm, dass es Materie gemeinhin ungestreift durchwandert. Man bräuchte eine Bleiwand mit der Stärke von etwa 50 Lichtjahren (von

der Erde bis zu den Sternen des Großen Wagens), um eine Neutrino sicher stoppen zu können. Kein Wunder also, dass der Mensch nicht wahrnimmt, dass allein die Fläche eines Daumennagels jede Sekunde von etwa 60 Milliarden Neutrinos durchquert wird.



Dieser Tank wird mit flüssigem Argon gefüllt, in dem dann ein Germanium Kristall versenkt wird. Nach der Installation des Tanks begannen die Physiker, um diesen herum die Stahlkammer aufzubauen, die in einem dritten Schritt zur Spiegelkammer (siehe oben) ausgekleidet wurde. Bild: MPI Heidelberg