

Was eine Experimentalphysikerin fasziniert

Einen Blick auf unsichtbare Materie erhaschen

Tief unter dem italienischen Gran Sasso Bergmassiv versuchen Forscher herauszufinden, woraus dunkle Materie besteht. context sprach mit einer der auf diesem Gebiet weltweit führenden Forscherinnen, der Physikprofessorin Laura Baudis vom Physik-Institut der Universität Zürich.

→ Wie sind Sie zur Erforschung von dunkler Materie gekommen?

Ich hatte in meinem Physikstudium in Heidelberg Astrophysik zuerst nur als Nebenfach, dann aber gesehen, dass ich die Teilchenphysik nutzen kann, um der Astrophysik nachzugehen. Das war damals ungewöhnlich, da die Astroteilchenphysik vor 20 Jahren noch ein exotisches Gebiet war und von vielen als „keine echte Physik“ gesehen wurde.

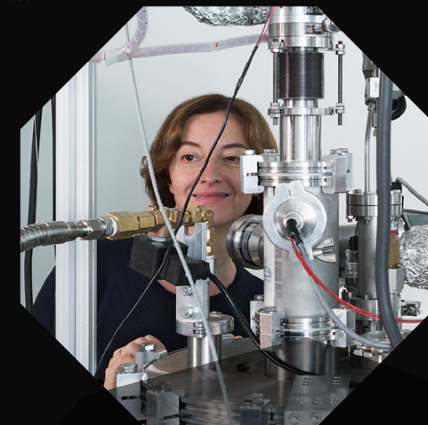
→ Was ist überhaupt dunkle Materie?

Sie müssen sich vorstellen: Alles, woraus wir gemacht sind, was uns umgibt, interagiert mit Licht und lässt sich mit irgendeiner Form von elektromagnetischer Strahlung messen. Dunkle Materie hingegen reagiert überhaupt nicht mit Licht, und wir können sie mit keinerlei elektromagnetischer Strahlung messen. Daher heißt sie „dunkel“, wobei „unsichtbar“ treffender wäre. Doch obwohl wir sie weder sehen noch messen können, wissen wir, dass es sie überall gibt, weil sie sich auf die sichtbare Materie auswirkt. So zum Beispiel auf die Rotationsgeschwindigkeit, mit der sich Sterne in Spiralgalaxien wie unserer Milchstraße bewegen. Was wir nicht wissen, ist, woraus diese Materie besteht – und genau das wollen wir erforschen.

Wir vermuten, dass sie aus Teilchen besteht, die ähnlich wie Neutrinos sind, also elektrisch neutrale Elementarteilchen mit sehr geringer Masse. Im Gegensatz zu ihnen sind sie jedoch viel schwerer, etwa zehn bis tausendmal so schwer wie Wasserstoffatome. Gleichzeitig reagieren sie sehr wenig mit anderer Materie. Die Forscher haben sie daher WIMPs genannt: weakly interacting massive particles.

→ Wie können Sie etwas messen, nachweisen, was nicht sichtbar zu machen ist?

Ja, das ist ein Problem: Da die Flüsse von dunkler Materie auf der Erde recht klein sind und ihre Teilchen schwer reagieren, brauchen wir einen Detektor, der sehr groß ist, um möglichst eines dieser Teilchen nachzuweisen. Gleichzeitig muss er sehr empfindlich sein. An der Technik, diese winzigen Energien zu messen, arbeiten wir bereits seit etwa 20 Jahren. Erst in den letzten drei Jahren stehen ausreichend große und empfindliche Detektoren zur Verfügung. Ich war von Anfang an bei der Entwicklung immer wieder neuer Detektoren dabei, zuerst in Heidelberg, später in den USA und nun in der Schweiz: Hier haben wir einen Detektor mit inzwischen drei Tonnen flüssigem Xenon, den Xenon1T, verwirklicht. Mit ihm versuchen



„Es ist wie einen Berg zu erklimmen: Am Gipfelkreuz zu stehen ist schön, aber der Weg dahin ist das eigentlich Spannende.“

Laura Baudis

Vita Laura Baudis

Laura Baudis wurde 1969 in Rumänien geboren. Ihre Eltern hatten in Literatur promoviert und an einem Gymnasium unterrichtet. Noch heute kann sich auch Laura Baudis für Sprachen begeistern – so wie ihre Eltern sich bis heute gerne mit Naturwissenschaft beschäftigen. Nach der Grenzöffnung 1989 siedelte die Familie nach Deutschland um und zog in die Nähe von Heidelberg. Laura Baudis holte hier innerhalb von einem Jahr das Abitur nach und begann 1991 mit dem Physikstudium in Heidelberg. 1999 erhielt sie ihren Dokortitel. Von 2000 bis 2006 war sie in den USA, erst an der Stanford University, dann an der University of Florida Gainesville. Von 2006 bis 2007 arbeitete sie als ordentliche Professorin für Astroteilchenphysik an der RWTH Aachen in Deutschland und seit 2007 ist sie ordentliche Professorin für Experimentalphysik an der Universität Zürich in der Schweiz.

Laura Baudis ist verheiratet und hat zwei Kinder.

→ www.mnf.uzh.ch/de/mnf-gleichstellung/women-in-science/laura-baudis.html

→ www.physik.uzh.ch/en/groups/baudis.html

wir, Teilchen der dunklen Materie durch deren vorhergesagte Kollisionen mit Xenon-Atomen aufzuspüren. Wenn ein WIMP im Xenon1T mit einem Xenon-Atom zusammenstößt, wird ein Lichtblitz erzeugt, den empfindliche Fotodetektoren registrieren. Während wir nun Daten mit dem Xenon1T gewinnen und auswerten, bauen wir bereits einen Detektor mit acht Tonnen Xenon, der noch empfindlicher sein wird.

→ Was fasziniert Sie daran, etwas zu erforschen, von dem man noch nicht weiß, was es überhaupt ist? Weil es eine wichtige, grundlegende Frage ist. Dunkle Materie gab es schon im frühen Universum. Galaxien hätten ohne sie gar nicht entstehen können. Man braucht oft Dekaden, bis man so eine Frage beantwortet hat. Und die Entwicklung von immer besseren Detektoren reizt mich natürlich auch. Ich habe die Hoffnung, dass unsere Detektoren irgendwann groß genug sind, dass wir etwas sehen. Es ist wie einen Berg zu erklimmen: Am Gipfelkreuz zu stehen ist schön, aber der Weg dahin ist das eigentlich Spannende.

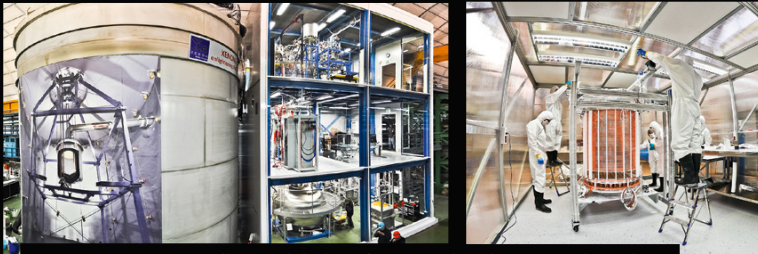
→ Aber Sie jagen nun schon seit etwa 20 Jahren diese Teilchen, bisher ohne Ergebnis – ist das nicht irgendwann frustrierend?

Wir sind ja nicht ohne Ergebnis. Unsere Ergebnisse sind negativ, das ist etwas anderes. Denn dadurch haben wir schon viele Theorien ausschließen können. Zum Beispiel wissen wir nun, dass es keine supersymmetrischen Teilchen mit bestimmten Massen und Wechselwirkungsstärken geben kann, weil wir dann schon früher etwas hätten finden müssen. Hätten wir nicht gesucht, hätten wir diese Fragen nicht beantworten können.

→ Und wenn Sie in den kommenden Jahren mit dem noch größeren Detektor wieder nichts finden, was dann?

Die Natur ist, wie sie ist. Wenn wir nichts finden, müssen wir uns neue Experimente überlegen. Aber den Detektor kann ich gut verwenden, da ich mit ihm auch Neutrinos messen kann, um zum Beispiel mehr über die Sonne zu erfahren oder um die Neutrinomasse zu messen – mein zweites Forschungsgebiet. Es gibt da noch viele Fragen, die wir mit diesem und dem über-





Beim XENON-Experiment ist alles riesig: links der große Wassertank, an dem ein Poster hängt, das sein Innenleben zeigt. Neben ihm ist auf drei Stockwerken verteilt die ganze Technik untergebracht. Rechts ist das Herz des XENON-Projekts zu sehen: der Teilchendetektor (die Zeitprojektionskammer).

Forschung von Prof. Laura Baudis über dunkle Materie

Laura Baudis versucht, so genannte WIMPs (für englisch: weakly interacting massive particles = schwach wechselwirkende massereiche Teilchen) zu messen. Dazu geht sie gemeinsam mit Forschern aus aller Welt in das weltweit größte Untergrundlabor, das sich der Erforschung von Neutrinos und Astroteilchen widmet, dem Gran Sasso National Laboratory (LNGS) in Italien. 1.400 Meter Gestein schirmen das Labor vor störenden Signalen aus der Umwelt ab, wie zum Beispiel der kosmischen Strahlung.

In dem riesigen Labor wollen die Forscher WIMPs auf Xenon-Atome treffen lassen. Dazu haben sie den XenonT1 entwickelt. Der Versuchsaufbau schirmt den eigentlichen Behälter, der drei Tonnen Xenon enthält, zusätzlich gegen Außeneinflüsse ab, indem er wie in einer gigantischen Thermoskanne in einer Wasserummantelung steckt. Das Xenon in dem Behälter ist flüssig (heruntergekühlt auf minus 100 Grad Celsius).

Träfe nen ein WIMP in diesem Behälter auf ein Xenon-Atom, entstünden zwei Lichtblitze: der erste, wenn ein WIMP mit einem Xenon-Atom kollidiert. Dabei werden angeregte Xenon-Moleküle gebildet, die sich mit der Aussendung von Licht im UV-Bereich abgeben. Zudem werden bei dem Zusammenstoß einige wenige Elektronen frei. Wandern diese nun unter dem Einfluss eines elektrischen Feldes zum Rand des flüssigen Xenons und treten dort in die Gasphase über, entsteht der zweite Lichtblitz. Mit 248 Lichtsensoren wollen die Forscher solche Lichtblitze einfangen. Die Sensoren sind so empfindlich, dass sie selbst einzelne Photonen nachweisen können. Noch hat sich kein WIMP gezeigt. Die Forscher arbeiten jedoch im Projekt DARWIN bereits an einem hundertmal empfindlicheren Detektor. Laura Baudis leitet dieses Projekt.

→ <http://darwin.physik.uzh.ch/darwin.html>



Das Video „Exploring the vast dark universe“ mit Laura Baudis finden Sie unter [context.heidelbergcement.de](#) oder direkt Link eingeben [context.link/contex62ea0](#)

nächsten Detektor hoffentlich beantworten können, die nicht direkt mit dunkler Materie zu tun haben.

→ Es heißt, dass nur fünf Prozent unseres Universums aus sichtbarer Materie bestehen, rund 28 Prozent sind dunkle Materie und 68 Prozent dunkle Energie. Für uns ist das schwer vorstellbar. Wie sehen Sie das?

Es ist schon befremdlich, dass wir nur fünf Prozent der uns umgebenden Materie sehen, direkt messen können. Aber das ist ja nur aus unserer Sicht so. Die

Frage ist: Warum sind wir darüber erstaunt? Warum sollten wir denn alles sehen? Wir müssen ständig unseren Horizont erweitern: Früher dachten wir, die Erde sei das Zentrum der Welt, dann die Sonne, dann die Milchstraße, und heute wissen wir von 200 Milliarden Galaxien. Warum soll es daher nur diese eine Art von Materie geben?

Das Gespräch führte Anke Bliestler.

→ www.xenonit.org
www.physik.uzh.ch/~lbaudis/



Architekt Axel Nieberg im Gespräch

Von der Schönheit des Raums

Architekt Axel Nieberg arbeitet seit dem Jahr 1999 mit einem kleinen Team im eigenen Atelier in Hannover. Seine Architektur zeichnet sich durch minimalistische Formensprache und außergewöhnliche Lichtführung im Zusammenspiel mit natürlichen Materialien aus. Zahlreiche Auszeichnungen und Publikationen dokumentieren die Qualität der Architektur, die immer wieder unter seiner Federführung entsteht.

→ Was fasziniert sie an Architektur?

Für mich geht es in der Architektur in erster Linie um Atmosphäre. Ich stelle mir zunächst vor, welche Wirkung ich für einen Raum schaffen möchte. Am Anfang eines Entwurfsprozesses stehen relativ lange Ortsstudien, um Blickrichtungen und Lichtsituationen im Tagesverlauf zu erfassen. Entscheidend ist für mich, wie meine Gebäude im Hellen, aber auch im Dunkeln wirken. Schon in einem sehr frühen Stadium werden die Außenanlagen, die Sicht auf das Haus und die spätere Beleuchtung angedacht. Atmosphärisches ist für mich bedeutsamer als Formales. So ist mir die Materialität einer Villa wichtiger als ihre Dachform. Ich schätze keine Überfrachtung, viel mehr sinnliche Einfachheit und Reduziertheit, die

keine Anklänge an Modisches hat. Stilistisch werde ich zu den Minimalisten gezählt. Die Wirkung, die leere Räume in Verbindung mit natürlicher Materialität und Licht haben, empfinde ich als Luxus.

→ Was inspiriert Sie?

Wie kann ich gute Architektur schaffen? Authentisches, Zeitloses, nichts Nachgemachtes? Im Entwurfsprozess entsteht bei mir ganz viel über Bilder, die in meinem Kopf gespeichert sind. Viele der Inspirationen entstammen der Natur, tauchen aus Kindheitserinnerungen auf. Schon in frühester Jugend wurde mein ästhetisches Empfinden durch Bauten meiner Umgebung geprägt. In puncto Qualität und Geschmacksbildung sehe ich heute ein Riesenprob-

