

■ Überraschende Beschleunigung

Saul Perlmutter, Brian Schmidt und Adam Riess teilen sich den Physik-Nobelpreis 2011 für die Entdeckung der beschleunigten Ausdehnung des Universums durch entfernte Supernovae.

Selbst für die diesjährigen Nobelpreisträger kam ihre Entdeckung völlig überraschend: Denn eigentlich wollten sie genau das Gegenteil beweisen, nämlich dass sich das Universum immer langsamer ausdehnt. Doch dann zeigte die Auswertung ihrer Daten, dass sich die Ausdehnung sogar beschleunigt!

Die Geschichte zum diesjährigen Physik-Nobelpreis begann im Jahre 1988, als das Supernova Cosmology Project unter Leitung von Saul Perlmutter vom Lawrence Berkeley National Laboratory ins Leben gerufen wurde. 1994 kam ein zweites Team hinzu – das High-z Supernova Search Team unter Leitung von Brian Schmidt. Beide Teams hatten die Analyse von Supernovae mit hoher Rotverschiebung zum Ziel. Um eine Aussage über die Ausdehnung unseres Universums zu machen, haben sie Supernovae vom Typ Ia unter die Lupe genommen, da diese als „Standard-Kerzen“ für die Messung astronomischer Entfernungen gelten – eines der schwierigsten Probleme in der Astrophysik überhaupt. Da ist es ein sehr schöner Zufall, dass uns die Natur die Supernovae vom Typ Ia geliefert hat. Ein weißer Zwerg in einem Doppelsternsystem – also ein Stern mit etwa einer Sonnenmasse und der Größe unserer Erde – kann aufgrund seiner Gravitation Materie von seinem Nachbarn abziehen. Erreicht er 1,4 Sonnenmassen, wird er instabil, und eine rasante Fusion frisst sich von der Oberfläche durch den kompletten Weißen Zwerg. Dabei übersteigt die freigesetzte Energie die Bindungsenergie des Sterns so stark, dass es zur Supernova kommt. Durch den Schwellwert von 1,4 Sonnenmassen läuft diese Explosion immer nach dem gleichen Schema ab. Immer wird die gleiche Energie freigesetzt – und zwar genug, um sie auch noch bei großen Entfernungen zu messen. Der Abfall der Lichtkurve ist so charakteristisch und korreliert mit der Peak-Leuchtkraft, dass



Lawrence Berkeley National Laboratory



Australian National University



HomeWood Photography

Saul Perlmutter (geb. 1959, oben links) hat 1986 an der University of California, Berkeley, promoviert und ist Professor für Astrophysik am Lawrence Berkeley National Laboratory und an der University of California. Als Chef des Supernova Cosmology Projects erhält er die Hälfte des diesjährigen Nobelpreises. Die andere Hälfte teilen sich Brian P. Schmidt (geb. 1967, oben rechts) und Adam G. Riess (geb. 1969, links), die im High-z Supernova Search Team arbeiten. Schmidt hat in Harvard promoviert und ist Professor an der Australian National University in Weston Creek. Riess hat ebenfalls in Harvard promoviert und ist Professor an der Johns Hopkins University in Baltimore.

sich daraus die Entfernung der Supernova bestimmen lässt.

Doch so einfach ist es natürlich nicht, denn die Supernovae sind Milliarden Lichtjahre weit entfernt, sodass ihre Signale auf der Erde nur extrem schwach sind. Aus diesem Grund haben die Wissenschaftler beider Teams sich eines Tricks bedient: Mit modernen CCD-Kameras haben sie einen kleinen Bereich des Himmels, der einem Daumnagel bei ausgestrecktem Arm entspricht, kurz nach Neumond untersucht. Drei Wochen später haben sie genau den gleichen Himmelsabschnitt erneut unter die Lupe genommen und beide Aufnahmen miteinander verglichen. Erscheint in einem Bild ein kleiner

Lichtfleck, lohnt sich ein genauerer Blick. Da die Leuchtkurve von Supernovae allerdings innerhalb weniger Wochen stark abklingt, war es erforderlich, schnell zu reagieren und die weltbesten Teleskope auf den interessantesten Himmelsbereich auszurichten. Hierbei sind sich die beiden Teams mitunter sogar in die Quere gekommen, weil sie zeitgleich an den gleichen Teleskopen Beobachtungszeit benötigten. Etwa 50 weit entfernte Supernovae haben die Teams analysiert und dabei festgestellt, dass ihr Licht schwächer war als vermutet – folglich waren die Supernovae weiter entfernt als gedacht. Das Universum musste sich entsprechend beschleunigt ausbreiten!

Im Jahr 1998 haben beide Gruppen die ersten Arbeiten publiziert, in denen sie die beschleunigte Ausdehnung des Kosmos zeigten. Das Paper des High-z Supernova Search Teams basierte auf der Beobachtung von 16 Supernovae Ia – hauptsächlich ausgewertet vom damals erst 29-jährigen Adam Riess –, das Paper des Supernova Cosmology Projects auf der Analyse von 42 Supernovae.

Doch was ist der Grund für diese beschleunigte Ausdehnung des Universums? Der versteckt sich vermutlich in der Dunklen Energie, die nach heutigen Annahmen etwa 75 Prozent unseres Universums ausmacht.¹⁾ Was sich aber hinter der Dunklen Energie verbirgt, weiß bislang niemand. „Ich finde diese Auszeichnung absolut gerechtfertigt, weil die Arbeiten neue fundamentale Fragen der Physik aufwerfen“, meint Dieter Breitschwerdt, Direktor des Zentrums für Astronomie und Astrophysik in Berlin. „Wir haben noch nicht mal geklärt, was Dunkle Materie ist. Letztendlich verstehen wir nur fünf Prozent der Materie im Universum überhaupt.“

Damit ist die diesjährige Auszeichnung „ein wunderbares Beispiel dafür, wie die Physik arbeitet“, meint DPG-Präsident Wolfgang Sandner, als er den Medienvertretern beim „Public Viewing“ anlässlich der Verkündung des Physik-Nobelpreises im Berliner Magnus-Haus erklärt, worin die Bedeutung der preisgekrönten Arbeiten besteht. Beobachtungen stünden an oberster Stelle. „Daher wird dieser Nobelpreis weitere nach sich ziehen, wenn wir irgendwann herausgefunden haben, was die Ursache ist für dieses sich immer schneller ausdehnende Universum“, ist Sandner überzeugt. Doch nicht nur für die Physiker bleibt viel zu tun – auch Nobelpreisträger Brian Schmidt muss bis zur festlichen Preisverleihung am 10. Dezember noch eine wichtige Kleinigkeit erledigen, denn in seinem Twitter-Account hat er kürzlich zugegeben, dass er immer noch keine Fliege binden kann.

Maike Pfalz

■ Muster ohne Wiederkehr

Den Chemie-Nobelpreis 2011 erhält der israelische Physiker Daniel Shechtman für die Entdeckung der Quasikristalle.

„So etwas wie Quasikristalle gibt es nicht, bloß Quasi-Wissenschaftler“, wettete der zweifache Nobelpreisträger Linus Pauling öffentlich, weil er selbst – wie viele andere Wissenschaftler Anfang der 80er-Jahre – nicht an die Ergebnisse seines Kollegen Daniel Shechtman glaubte. Fast 30 Jahre nach seiner spektakulären Entdeckung wird Shechtman nun mit dem diesjährigen Chemie-Nobelpreis ausgezeichnet.

Dabei hatte er selbst drei Fragezeichen hinter seinen Laborbucheintrag gemacht, nachdem er am

Paper postwendend abgelehnt wurde und sein eigener Chef ihm nahe gelegt hat, die Arbeitsgruppe zu verlassen, um sie nicht weiter zu blamieren. Erst zweieinhalb Jahre später konnte Shechtman – nun unterstützt von drei Kollegen – seine Ergebnisse publizieren.

Seit ihrer Entdeckung wurden hunderte von Quasikristallen künstlich hergestellt, doch erst im Sommer 2009 haben Wissenschaftler im russischen Khatyrka-Fluss den ersten natürlich vorkommenden Quasikristall entdeckt. Das

1) *B. Leibundgut*, Dunkle Energie im frühen Universum, *Physik Journal*, Januar 2007, S. 16



Der Physiker Daniel Shechtman wurde 1941 in Tel Aviv geboren. Ab 1975 war er am Technion in Haifa, Israel, tätig. Während eines Sabbaticals von 1981 bis 1983 entdeckte er an der Johns Hopkins University die sog. ikosaedrische Phase. Shechtman ist heute Professor am Technion.

Morgen des 8. April 1982 eine Legierung aus Aluminium und Mangan untersucht hatte. Im Elektronenmikroskop konnte er deutlich das Beugungsmuster der Probe sehen – mit zehnfacher Symmetrie. Bei genaueren Untersuchungen zeigte sich, dass der Kristall selbst eine fünfzählige Symmetrie aufwies. In einem solchen Kristall sind die Atome zwar regelmäßig angeordnet, aber doch völlig aperiodisch. Wie konnte dann ein scharfes Beugungsmuster zustande kommen?

Weil Shechtman selbst seinem spektakulären und völlig unerwarteten Ergebnis kaum glaubte, prüfte er genau, ob er nicht etwa einen sog. Zwillingkristall gesehen hatte – zwei ineinander gewachsene Kristalle, deren Grenzen überlappen und die daher zu „merkwürdigen“ Beugungsmustern führen. Doch nichts deutete auf einen solchen Zwillingkristall. In der wissenschaftlichen Community war die Skepsis so groß, dass Shechtmans

dort gefundene Mineral bestand aus Aluminium, Kupfer und Eisen und offenbarte ein Beugungsmuster mit zehnfacher Symmetrie. Auch in sehr alterungsbeständigem Stahl wurden Forscher fündig: Sehr harte Quasikristalle sind dort eingebettet in eine Phase weicheren Stahls. Quasikristalle weisen außergewöhnliche Eigenschaften auf: Sie sind sehr hart, zerspringen aber auch leicht. Zudem leiten sie Wärme und Elektrizität sehr schlecht und verfügen über eine haftabweisende Oberfläche. Damit bieten sie sich für viele Anwendungen an, z. B. als thermoelektrisches Material oder für die Antihafbeschichtung in Pfannen.

Diese große Bedeutung für Forschung und Anwendung ist sicher auch ein Grund dafür, warum Daniel Shechtman nun endlich mit dem Nobelpreis für Chemie geehrt wird, obwohl er nach eigenen Aussagen fast schon die Hoffnung aufgegeben hatte.

Maike Pfalz