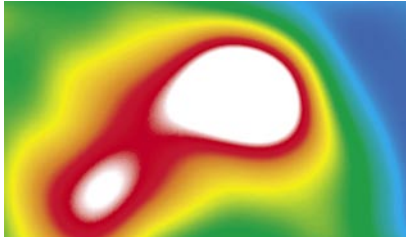




GRIFF NACH DEN STERNEN

Mit ihren Erkenntnissen zur Weltraumforschung haben es die Innsbrucker Astro- und Teilchenphysiker bereits an die Spitze der internationalen Forschung geschafft. Um weiter ganz vorne mitzumischen, wird der Standort Innsbruck nun zusätzlich gestärkt.

HEISSES GAS



Galaxienhaufen sind Anhäufungen von Hunderten bis Tausenden Galaxien und somit die größten gebundenen Strukturen im Universum. Der Raum zwischen den einzelnen Galaxien ist angefüllt mit einem heißen Gas, das im Röntgenbereich strahlt. Das Bild oben zeigt die Röntgenaufnahme eines Galaxienhaufens, der noch im Entstehen begriffen ist. Die zwei hellen Klumpen interagieren und werden in Zukunft miteinander verschmelzen.

SIMULATION



Sabine Schindler erforscht mit ihrem Team am Innsbrucker Institut für Astro- und Teilchenphysik die Wechselwirkung von Galaxien und Galaxienhaufen. Dafür werden unter anderem Simulationen auf Hochleistungsrechnern erstellt. Anhand dieser Simulationen konnten die Innsbrucker Forscher nachweisen, dass Galaxien auf ihrem Weg durch einen Galaxienhaufen jede Menge Gas verlieren.

Der Jubel unter Österreichs Astronomen kannte keine Grenzen. Von einer „Sternstunde der Astronomie“ ist die Rede, als am 23. April 2008 offiziell der Beitritt Österreichs zur Europäischen Südsternwarte (ESO) bekannt gegeben wird. Endlich ist nun auch heimischen Forschern ein geregelter Zugang zu den weltweit leistungsfähigsten Großteleskopen möglich – und damit ein völlig neuer Blick in die Weiten des Alls.

„Dieser Beitritt ist von enormer Bedeutung“, zeigt sich auch Prof. Sabine Schindler, Leiterin des Instituts für Astro- und Teilchenphysik an der Universität Innsbruck hochofrend. Die Infrastruktur von ESO ermöglicht nämlich die weitere Erforschung hochaktueller Themen wie zum Beispiel die Entstehung des Universums, der Entwicklung von Galaxien und Galaxienhaufen. Fragen, die die Menschheit schon seit jeher beschäftigen und die zu beantworten man auch in Innsbruck versucht.

NEUE ERKENNTNISSE

„Einer unserer Forschungsschwerpunkte ist die Wechselwirkung von Galaxien und Galaxienhaufen. Das heißt, wie sich solche Haufen bzw. Galaxien in den Haufen entwickeln.“ Dadurch erhoffen die Wissenschaftler wiederum mehr über die Entstehung des Universums zu erfahren. Galaxienhaufen eignen sich dafür sehr gut, weil sie sehr groß und in mancher Hinsicht sehr repräsentativ für das ganze Universum sind. Einige Hinweise darauf haben die Innsbrucker Wissenschaftler bereits gefunden und mischen damit ganz vorne im Bereich der internationalen Forschergemeinde mit. „Um die Wechselwirkung zwischen Galaxien und Galaxienhaufen zu untersuchen, führen

wir unter anderem Simulationen durch“, so Schindler. „Das sind sehr aufwändige Rechnungen auf Supercomputern und dafür haben wir ein eigenes Programm erstellt.“ Mit Hilfe dieses Programms fanden die Astrophysiker heraus, dass Galaxien auf ihrem Weg durch einen Galaxienhaufen eine ganze Menge Gas verlieren – „und dieses Gas kann man von dem Gas unterscheiden, das ursprünglich in den Galaxienhaufen war“, fügt die Expertin hinzu. Außerdem konnte gezeigt werden, durch welchen Prozess dieses Gas verloren geht. „Das ist völlig neu. Früher dachte man, dass dieses Gas aus den Galaxien einfach ‚hinausgepustet‘ wird. So ist es aber anscheinend nicht.“ Vielmehr werde das Gas durch den Außendruck des schon vorher vorhandenen Gases abgestreift. Die ganze Sache sei also viel komplexer, als man ursprünglich angenommen hat. Neben dieser Erkenntnis kamen die Innsbrucker Forscher aber noch einem äußerst interessanten Vorgang auf die Spur: „Wir sind von den großen Galaxienhaufen zu den einzelnen Galaxien übergegangen und haben uns diese einmal genauer angesehen“, meint dazu Schindler. „Bei unseren Berechnungen haben wir herausgefunden, dass sich Sterne auch außerhalb von Galaxien bilden können. Das war vorher ebenfalls völlig unbekannt.“

Diese neuen Forschungsergebnisse, die an der Innsbrucker Astrophysik gewonnen wurden, sind natürlich auch international von größtem Interesse. Für Schindler ist das aber kein Grund, sich zurückzulehnen. Vielmehr gehe es nun darum, solche Prozesse, die die Wissenschaftler anhand ihrer Simulationen entdeckten, durch Beobachtungen im Universum nachzuweisen. Und dafür brauche es große, optische Teleskope, wie sie in der Europäischen Südsternwarte zur Verfügung stehen. „Deswegen ist der Beitritt zur

Weitere Infos: www.uibk.ac.at/forschung/magazin/1/

ZAHLEN&FAKTEN

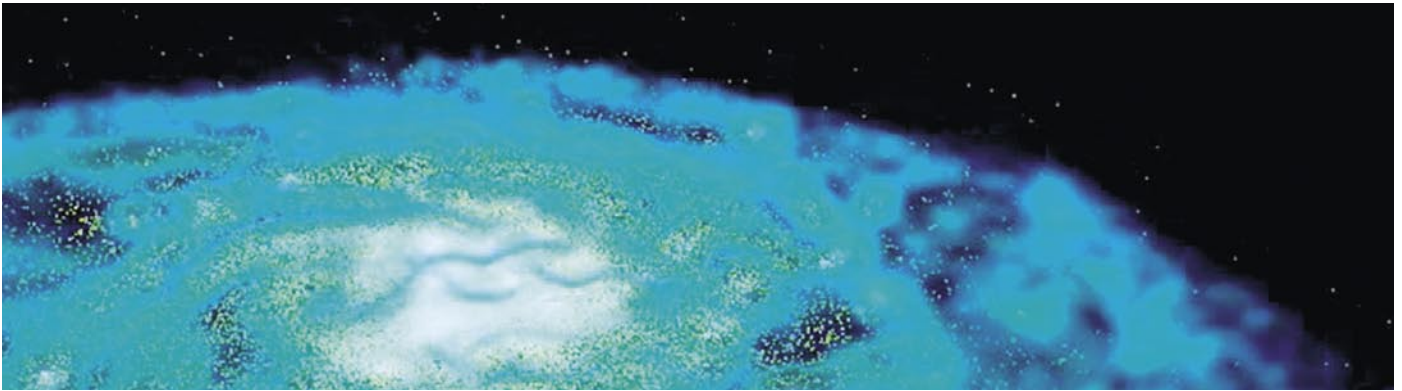


circa 150 v. Chr. Claudius Ptolemäus schreibt sein Werk „Syntaxis mathematica“, das 13 Bände umfasst, und beschreibt darin das astronomische Wissen seiner Zeit. Ptolemäus gilt als Begründer des geozentrischen Weltbildes, welches die Erde im Zentrum des Universums sieht.

1543 Nikolaus Kopernikus (1473-1543) kommt zu der Erkenntnis, dass die Erde und die Planeten um die Sonne kreisen (heliocentrisches Weltbild). Sein Werk über die Bewegung der Himmelskörper wurde 1543 in Nürnberg veröffentlicht. Die eigentliche Idee des heliocentrischen Weltbildes geht aber auf das dritte vorchristliche Jahrhundert zurück.



1609 Galileo Galilei (Bild) setzt erstmals ein Teleskop für astronomische Beobachtungen ein. Johannes Kepler legt mit seinem Werk „Astronomia Nova“ die Grundlagen zum Verständnis der physikalischen Gesetzmäßigkeiten, welchen die Himmelskörper gehorchen.



Computersimulationen wie diese ermöglichen einen virtuellen Flug durch eine Galaxie (in blau erkennbar ist das Gas der Galaxie, die Sterne sind als gelbe Punkte sichtbar gemacht) und lassen Rückschlüsse auf die Verteilung von Sternen innerhalb einer Galaxie zu.

ESO für uns auch so wichtig. Auch deshalb, weil wir durch die Beobachtungen wieder einen neuen Input für die Simulationen erhalten. Es ist also immer ein gegenseitiges Wechselspiel.“

MAN-POWER

Gerade für ihren eigenen Forschungsbereich erwartet sich Schindler durch die ESO-Mitgliedschaft einen deutlichen Ansporn. Um den Anschluss an die Weltspitze nicht zu verlieren, sei der Zugang zu Teleskopen alleine aber nicht ausreichend. „Gefragt ist natürlich auch Man-Power. Daher versuchen wir, unsere Studenten gut auszubilden. Gleichzeitig sind wir bemüht, qualifizierte Wissenschaftler aus dem Ausland zu uns zu holen. Zum Beispiel den Astroteilchenphysiker Olaf Reimer, der im kommenden Jahr von der amerikanischen Eliteuniversität Stanford als Professor nach Innsbruck wechseln wird.“

Reimer soll in Innsbruck quasi als Bindeglied zwischen der Astrophysik und der Teilchenphysik fungieren. Diese beiden Forschungsbereiche befinden sich weltweit in einer stürmischen Entwicklung und sind Ge-

genstand zahlreicher internationaler Großprojekte. Zudem rücken diese Arbeitsgebiete inhaltlich und methodisch immer näher zusammen, daher wurden sie in Innsbruck im Institut für Astro- und Teilchenphysik zusammenggeführt. „Die Idee dahinter war es, Synergieeffekte zu nutzen“, erklärt Schindler. „Durch die Neuberufung von Olaf Reimer wird das natürlich zusätzlich gestärkt.“

„Die Innsbrucker Astro- und Teilchenphysik soll ein leuchtender Stern werden in der internationalen Community.“

Sabine Schindler



Reimer hat sich in Stanford vor allem mit der Erforschung von energiereicher kosmischer Gammastrahlung beschäftigt und bringt sozusagen die Astroteilchenphysik nach Österreich. Hierzulande ist dieses interdisziplinäre Gebiet nämlich noch praktisch unberührt (siehe Interview S. 12). Mit seiner Professur wird der Standort Innsbruck also weiter an Bedeutung gewinnen. Und nicht zuletzt bringt Reimer neben seiner internationalen Reputation als Astroteilchenphysiker auch wichtige Kontakte ein. Auf Grund seiner Beteiligung in zwei renommierten Forschungskollaborationen erhält Innsbruck künftig Zugang zum HESS-Teleskop in Namibia und zum Fermi Weltraumteleskop, den beiden modernsten boden- und weltraumbasierten Teleskopen zur Messung von kosmischer Gammastrahlung. Und dies ist nicht nur für die Tiroler Alma Mater sondern für die gesamte österreichische Astro- und Teilchenphysik von unschätzbarem Wert.

ENGE VERKNÜPFUNG

Der Zugang zu überaus wichtigen Teleskopen ist damit jedenfalls gesichert. Die bestehenden Kooperationen wie mit dem

1666 Isaac Newton entdeckte die Farbausplattung des Sonnenlichts. 1671 konstruierte er ein Spiegelteleskop. Mit dem Grundgesetz der Massenanziehung (Gravitationsgesetz) erklärte und berechnete er die Keplerschen Bahnen von Planeten und Monden und veröffentlichte dies in seinem Werk „Philosophiae naturalis principia mathematica“.

1679 Edmund Halley erstellt den ersten Sternenkatalog des Südhimmels. Er nutzt Newtons Gravitationsgesetz und ist in der Lage, die Bahnen von Kometen zu berechnen – so auch die Bahn eines Kometen, der später nach ihm benannt wurde. Außerdem beschrieb er die Eigenbewegung von Fixsternen.

STANDORTSTÄRKUNG

Der Astroteilchenphysiker Olaf Reimer wechselt im kommenden Jahr von Stanford nach Innsbruck.



ZUKUNFT: Sie treten im April 2009 Ihre Professur am Innsbrucker Institut für Astro- und Teilchenphysik an. Welche Erfahrungen bringen Sie nach Innsbruck mit?

OLAF REIMER: Ich komme aus der Astroteilchenphysik, also jener Branche der Physik, in der man Astrophysik macht, die über die Wechselwirkungsprozesse der Teilchen den Zugang zu den Quellen findet. Ich bin sozusagen groß geworden mit Ballon-Experimenten, mit denen man kosmische Strahlung am Rande der Atmosphäre messen kann. In erster Linie habe ich mich dann der Erforschung kosmischer Quellen mittels Gammastrahlen elektromagnetische Strahlung, die wir derzeit mit Hilfe von Teilchendetektoren messen können. Außerdem bin ich Mitglied von zwei großen Kollaborationen, die derzeit die leistungsfähigsten Instrumente zur Messung von Gammastrahlung im Orbit und auf der Erde haben. Das sind das HESS-Experiment in Namibia und das Fermi Gamma-Ray Space Telescope im All.

ZUKUNFT: Seit 2005 haben Sie an der amerikanischen Eliteuniversität Stanford geforscht und gelehrt. Warum wechseln Sie nun nach Innsbruck?

REIMER: Innsbruck bzw. Österreich hat eigentlich in der Astroteilchenphysik ge-

genwärtig kein wahrnehmbares Profil. Obwohl es im Jahr 1912 mit Viktor Hess einen Nobelpreisträger für kosmische Höhenstrahlung gab, der auch in Innsbruck einen Lehrstuhl hatte, ist die Astroteilchenphysik in Österreich nicht konsequent weiterverfolgt worden. Zumindest in Europa gibt es nun große Bestrebungen, die Astroteilchenphysik auch in Österreich und speziell in Innsbruck zu etablieren. Ich sehe eine große Chance, dass Innsbruck sozusagen zu einem Zentrum der Astroteilchenphysik ausgebaut wird und durch mich Zugang zu diesen wirklich gut arbeitenden, etablierten Kollaborationen erhält, die natürlich auch die Zukunft weiter gestalten werden. Und von nun an ist Österreich mit dabei.

ZUKUNFT: Was ist Ihrer Meinung nach der Grund dafür, dass Astroteilchenphysik in Österreich quasi nicht existent ist?

REIMER: Österreich hat vermutlich den Moment verpasst, in die Entwicklung der neuen Methoden einzusteigen, mit der man kosmische Strahlung messen kann. Und ist somit nicht Teil der Kollaborationen gewesen, die diese Entwicklung vorangetrieben haben. Damit meine ich ganz speziell die Hochenergie-Astrophysik jenseits des Röntgen-Bereiches. Österreich hat zwar eine Beteiligung am CERN, ist also bei den Beschleuniger-Experimenten dabei. Darauf kann die Astroteilchenphysik aufbauen, wird sich aber den noch energiereicheren, extremen Prozessen in der Astrophysik widmen müssen.

ZUKUNFT: Welche Erwartungen bringen Sie nach Innsbruck mit bzw. was versprechen Sie sich von ihrer Tätigkeit in Innsbruck?

REIMER: Ich denke, es sind alle Chancen gegeben, dass Innsbruck ein wirklich vollwertiger Mitspieler in dieser und vor allem auch in der nächsten Runde der Experimente der Astroteilchenphysik werden kann. Das ist ein Gebiet, das zur Zeit wirklich weltweit ziemlichen Aufwind hat und atemberaubende Ergebnisse liefert.

Europäischen Zentrum für Teilchenphysik „CERN“ in Genf werden aber natürlich weiter geführt. Dort ist vor kurzem der weltweit leistungsfähigste Teilchenbeschleuniger, der so genannte Large Hadron Collider (LHC) in Betrieb gegangen, von dem sich die Wissenschaft noch nie dagewesene Erkenntnisse zur Elementarteilchenphysik erwartet. Erkenntnisse, die wiederum für die Astrophysik von Interesse sind, da das Universum hauptsächlich aus dunkler Materie besteht. Es gibt zwar Hinweise darauf, dass diese aus bisher unbekanntem, relativ

„Die Chance ist groß, Innsbruck zu einem Zentrum der Astroteilchenphysik auszubauen.“ Olaf Reimer

schweren, nur schwach wechselwirkenden Elementarteilchen besteht. Genaueres weiß man aber bisher nicht. „Wir hoffen nun, dass dieser Large Hadron Collider Kandidaten, also Elementarteilchen findet, die man bis jetzt nicht nachweisen konnte“, so Schindler. „Womöglich erhalten wir dadurch auch Hinweise zum Aufbau der Materie und die Entstehung des Universums.“ Die Teilchenphysik ist folglich eng mit der Astrophysik verknüpft.

STERNENFORSCHUNG

Verschiedene Theorien existieren, anhand derer man die Entstehung des Universums zu erklären versucht. Schlüssige Antworten darauf haben die Wissenschaftler zwar noch nicht gefunden. Wie das Beispiel vom Innsbrucker Institut für Astro- und Teilchenphysik zeigt, arbeitet man aber emsig daran. Dabei wenden sich die Forscher nicht nur den großen Strukturen im Weltraum, also



1859 Gustav Robert Kirchhoff (im Bild) und Robert Wilhelm Bunsen entwickelten die Spektralanalyse. Aus der Farbausplattung des Sternenlichtes

konnte man auf die chemische Zusammensetzung der Sterne schließen – eine wichtige Grundlage für die moderne Astronomie.

Foto: Risch (1), Smithsonian Libraries (1)

den Galaxien und Galaxienhaufen, zu. Auch wesentlich kleinere kosmische Objekte wie etwa Sterne oder planetarische Nebel, bei denen es sich um die Gashüllen sterbender Sterne handelt, werden schon seit langem in Innsbruck erforscht. Eine Reihe von völlig neuartigen Staubstrukturen im Raum zwischen den Sternen haben die Innsbrucker Astrophysiker schon untersucht und dabei beispielsweise fast zehn Prozent aller in der Milchstraße bekannten planetarischen Nebel entdeckt. Auch damit hat sich das ehemals kleine Institut international schon einen Namen gemacht. „Die Sternenentwicklung ist aber inzwischen ein sehr gut erforschtes Gebiet“, stellt Schindler klar. Die Kosmologie, welche sich mit dem Ursprung und der Entwicklung des Universums als Ganzem beschäftigt, ist hingegen eine noch relativ junge Wissenschaft. So war zum Beispiel vor zehn Jahren noch nicht klar, dass sich das Universum beschleunigt ausdehnen wird. Erst vor einigen Jahren haben die Forscher herausgefunden, dass die Expansion nicht wie vermutet zu einem Stillstand kommt, sondern sich sogar noch beschleunigen wird. „Weil noch sehr vieles in der Kosmologie unerforscht ist, hat sich unser Hauptaugenmerk auf diesen Bereich der Astrophysik gerichtet. Inzwischen können wir bereits erste nennenswerte Ergebnisse vorweisen“, erwähnt die Institutsleiterin mit sichtlichem Stolz. Zu Recht, denn dank dieser Erfolge hat es Schindler gemeinsam mit ihrem Team an die Spitze der internationalen Forschung geschafft.

HOCH HINAUS

Auch in Zukunft will man am Innsbrucker Institut für Astro- und Teilchenphysik nach den Sternen greifen, indem man die Position, die man sich erarbeitet hat, weiter stärkt. „Künftig werden wir hier eine große Kon-



PLANETEN-NEBEL

Nicht nur Sterne selbst sind für Astrophysiker interessant sondern auch der Raum zwischen den Sternen. Dieser Raum – die so genannte interstellare Materie – ist nämlich nicht leer, vielmehr besteht er aus riesigen Abgründen, in denen sich Staub und Gas befinden. Dazu gehören auch die planetarischen Nebel, bei denen es sich um die Gashüllen sterbender Sterne handelt (das Bild oben zeigt den so genannten Krebsnebel, einen Supernovaüberrest im Sternbild Stier).


zentration an Leuten haben, die auf ihrem Gebiet absolut spitze sind“, betont Schindler. „Diese sollen in einer Art Zentrum für Astro- und Teilchenphysik zusammenarbeiten.“ Auf diese Weise soll das Institut zu einem „leuchtenden Stern in der internationalen Community“ werden – wobei auch die Unterstützung der Universität im Rahmen von Berufungs- und Bleibeverhandlungen sehr hilfreich sei. „Die Neuberufung von Olaf Reimer ist für uns sehr wichtig. Zwei Professuren alleine reichen aber nicht aus.“ Vielmehr werde die Forschung immer mitgetragen von den jungen Leuten und daher gelte es weiterhin auf den wissenschaftlichen Nachwuchs zu setzen. Die Chancen, dass diese dem Innsbrucker Institut für Astro- und Teilchenphysik erhalten bleiben, stehen jedenfalls gut. Schließlich eilt den Innsbrucker Forschern international ein guter Ruf voraus und so mancher von ihnen will hoch hinaus. md 

Foto: homepage.univie.ac.at/walternowaty (1), phys.stro.sonoma.edu (1)

ZAHLEN&FAKTEN

1915 Albert Einstein veröffentlicht die „Allgemeine Relativitätstheorie“, in der er die Newtonschen Gesetze weiter ausbaut. Sie ist die Grundlage für die Beschreibung von Wechselwirkungen zwischen Materie und Raum und Zeit. Über die Wissenschaft hinaus bekannt wurde er durch seine Formel $E = mc^2$.



1923 Edwin Powell Hubble misst die Entfernung anderer Galaxien. Anhand der Rotverschiebung schließt er auf eine Ausdehnung des Universums.

Auf seinen Berechnungen basierend trägt eine fundamentale Größe der Kosmologie, die Hubble-Konstante, seinen Namen.

1965 liefern Arno Penzias und Robert Wilson rein zufällig den entscheidenden Nachweis für den Urknall, als sie den Himmel nach Radiosignalen absuchen. Sie hatten die kosmische Hintergrundstrahlung aufgespürt, das letzte hör- und sichtbare Überbleibsel des gewaltigen Knalls vor etwa 14 Milliarden Jahren.