

RUBIN

WISSENSCHAFTSMAGAZIN

Schwerpunkt Metropolen

WIE HACKER GANZE STÄDTE LAHMLEGEN

METROPOLE RUHR: WAS SCHILDER
ÜBER DIE MENSCHEN VERRATEN

MYTHOS NEW YORK: WIE TRAUM
UND WIRKLICHKEIT ENTSTEHEN



Astrophysik

BOTSCHAFTER VON DEN EXTREMEN ORTEN DES UNIVERSUMS

Die kosmische Strahlung entsteht unter den heftigsten Bedingungen, die das All zu bieten hat. Noch wissen Forscher sehr wenig über sie. Eine neue Teleskopanlage soll das ändern.

Unaufhörlich prasseln hochenergetische Teilchen aus dem All auf die Erde ein. Diese kosmische Strahlung entsteht bei gewaltigen Energieausbrüchen im Universum, wo Teilchen beschleunigt und durch das Weltall geschleudert werden. Sie transportieren Botschaften von den extremen Orten des Universums. Und obwohl sie allgegenwärtig sind, wissen Forscher bislang wenig über sie.

Wo entsteht die hochenergetische kosmische Strahlung? Was können wir von ihr über ihre Quellen lernen? Diesen und anderen Fragen widmet sich ein Forschungskonsortium mit über 1.000 Mitgliedern. Sie begleiten den Bau einer neuen Teleskopanlage, die auf La Palma und in Chile entstehen soll: das Cherenkov Telescope Array, kurz CTA. Zu dem Konsortium gehören auch die Teams um Prof. Dr. Julia Tjus von der Ruhr-Universität Bochum und Prof. Dr. Wolfgang Rhode von der Technischen Universität Dortmund. Die beiden Gruppen kooperieren im Ruhr Astroparticle and Plasma Physics Center und tragen zu den Vorarbeiten zum Bau der CTA-Teleskope bei. Die Anlage soll hochenergetische Gammastrahlung aus dem All auffangen.

Gammateilchen sind nichts anderes als Photonen, also Lichtteilchen. Ihre Energie ist aber zehn Billionen Mal größer als die von sichtbarem Licht. Wenn die Gammateilchen in der Erdatmosphäre wechselwirken, entsteht dabei ein sehr schwacher Lichtblitz, der gerade einmal eine Milliardstel Sekunde anhält und mit bloßem Auge nicht zu sehen ist. Dafür braucht es spezielle Detektoren – so wie das CTA sie haben wird. Das Array soll über 100 Teleskope auf der Nord- und Südhalbkugel umfassen, die die besonders hochenergetischen Gammateilchen wesentlich genauer als alle bisherigen Teleskope erfassen sollen. Von diesen erhoffen sich die Forscherinnen und Forscher unter anderem Einblicke in die Quellen der kosmischen Strahlung.

Hochenergetische Teilchen analysieren

Da Gammateilchen, anders als andere Bestandteile der kosmischen Strahlung, nicht geladen sind, werden sie auf ihrer Reise durch das All nicht von Magnetfeldern abgelenkt. Sie fliegen also mehr oder weniger auf einer geraden Bahn durchs Universum. Forscherinnen und Forscher können die Richtung bestimmen, aus der sie gekommen sind, und somit auch Einblicke in ihre Quellen gewinnen. Verschiedene Phänomene kommen als Absender der kosmischen Strahlung infrage, zum Beispiel Schwarze Löcher oder die Überreste von Sternener Explosionen. Das CTA-Team will aber nicht nur herausfinden, wo die besonders hochenergetischen Teilchen herkommen, sondern auch mehr über die physikalischen Vorgänge in den Quellen lernen.

Damit die CTA-Teleskope ihre Arbeit möglichst effizient werden verrichten können, leistet das Konsortium seit mehr als zehn Jahren Vorarbeiten für den Bau der Anlage. Wenn alles

nach Plan läuft, können ab Sommer 2018 die ersten Teleskope errichtet werden. Im Betrieb werden sie riesige Datenmengen aufzeichnen, die teilweise noch vor Ort ausgewertet werden. An den Algorithmen für diese Realtime-Analyse arbeiten die Bochumer und Dortmunder Teams.

Die Analyse wird CTA ermöglichen, mit anderen Observatorien effizient zusammenzuarbeiten. Teleskope an verschiedenen Standorten weltweit sind auf Teilchen mit unterschiedlichen Energien spezialisiert und können so über dieselbe Quelle unterschiedliche Informationen zusammentragen. Dazu tauschen sich die Observatorien untereinander aus, wann und wo etwas Interessantes zu beobachten ist. „Gammaquellen können ihr Verhalten plötzlich und unerwartet ändern“, weiß Dr. Lenka Tomankova, wissenschaftliche Mitarbeiterin am Bochumer Lehrstuhl Plasma-Astroteilchenphysik. Das kann innerhalb von Sekunden oder Minuten passieren. Um solche Veränderungen nicht zu verpassen, will das CTA-Team die aufgezeichneten Daten kontinuierlich in Echtzeit auswerten. „Natürlich nicht super präzise, sondern erst einmal möglichst schnell“, erklärt Lenka Tomankova. „Wenn wir feststellen, dass etwas Interessantes passiert, alarmieren wir andere Observatorien.“

Da CTA über eine etwa zehnmal höhere Sensitivität als die bisherigen Observatorien verfügen wird, wird es nicht nur einzigartig detaillierte Beobachtungen von bereits bekannten Quellen liefern, sondern auch neue Quellen orten können. „Es könnte sein, dass wir unsere Teleskope auf eine bekannte Gammaquelle gerichtet haben, durch die Realtime-Analyse ►

ASTROPHYSIK IM RUHRGEBIET



Im Ruhr Astroparticle and Plasma Physics Center arbeiten rund 100 Forscherinnen und Forscher der Universitätsallianz Ruhr an der Schnittstelle zwischen Astro-, Plasma- und Teilchenphysik. Das Center wurde im September 2016 eröffnet. Julia Tjus und Wolfgang Rhode gehören zu den Gründungsmitgliedern. Innerhalb des Centers gibt es vielfältige Kooperationen zwischen den verschiedenen Standorten. So arbeitet Wolfgang Rhode etwa mit dem Bochumer Forscher Prof. Dr. Ralf Jürgen Dettmar in der Radioastronomie zusammen, mit dem Ziel, Daten schneller und kompakter verarbeiten und speichern zu können. Die Untersuchung der Planetenentstehung, bei der die kosmische Strahlung eine wichtige Rolle spielt, ist ein Anknüpfungspunkt zum Duisburg-Essener Lehrstuhl von Prof. Dr. Gerhard Wurm.



Lenka Tomankova beteiligt sich an der Entwicklung der Real-time-Analyse für das Cherenkov Telescope Array. (Foto: dg)

aber auffällt, dass in unserem Blickfeld noch etwas anderes Spannendes passiert“, erzählt Tomankova. „Zum Beispiel, dass wir eine neue Quelle entdeckt haben oder ein Objekt im Flare-Zustand, also einen kurzfristigen massiven Energieausbruch, beobachten.“

Energiesparende Datenauswertung

In die Algorithmen, die Lenka Tomankova dafür entwickelt, fließt die jahrelange Erfahrung der Bochumer Astroteilchenphysiker bei der Modellierung von Gammaquellen ein – ein Spezialgebiet von Julia Tjus, das sie zusammen mit dem Bochumer Physiker Prof. Dr. Reinhard Schlickeiser bearbeitet hat. Für die Modelle entwickelten sie analytische und numerische Lösungen mathematischer Gleichungen, die die Bewegung der beschleunigten Teilchen von ihrem Entstehungsort durch die kosmischen Magnetfelder beschreiben. Indem man solche Modelle in die Realtime-Analyse einbezieht, kann man aus den gemessenen Signalen erste Rückschlüsse über die möglicherweise dahinter steckende Quelle ziehen und Änderungen in ihrem Verhalten gezielt identifizieren.

Die Arbeit der Dortmunder Projektpartner setzt noch einen Schritt vor der Bochumer Analyse an, nämlich auf dem Hardwarelevel und im Datenstrom selbst. Im Team von Wolfgang Rhode entwickelt Dr. Dominik Elsässer effiziente Algorithmen für die ressourcenschonende Datenauswertung. „Die Teleskope auf La Palma stehen 2.500 Meter über dem Meer“, erklärt er. „Dahin kann man keine dicken Stromkabel verlegen, und wir haben nur begrenzte Kühlmöglichkeiten.“ Deshalb darf der CTA-Betrieb nicht zu viel Energie verschlingen. Schon früh im Messprozess wollen die Forscher daher entscheiden, welche Daten relevant sind und welche sie aussortieren können. In Kooperation mit den Dortmunder Informatikern entwickeln die Astroteilchenphysiker intelligente Algorithmen, welche die Datenflut in Schach halten sollen. Das Team um Lehrstuhlleiter Wolfgang Rhode beschäftigt sich schon lange mit der Astronomie der Gammaquellen, hat zum Beispiel bei der Entwicklung neuartiger Detektoren mit-



Dominik Elsässer (links), Alina Esfahani (Mitte) und Alicia Fattorini (rechts) mit einem Technikmodell eines Gammastrahlen-Teleskops (Foto: Kai Brügge)

gewirkt und ist am Vorläuferteleskop MAGIC auf La Palma beteiligt. Außerdem machen die Dortmunder und Bochumer Gruppen beim „Ice Cube“-Projekt in der Antarktis mit, wo ein riesiger ins Eis eingelassener Detektor ebenfalls nach den Quellen der kosmischen Strahlung sucht.

„Wir konnten die potenziellen Quellen in den vergangenen Jahren schon eingrenzen“, sagt Dominik Elsässer. „Wenn ich werten müsste, was der Ursprung der extrem hochenergetischen Strahlung ist, würde ich sagen, es sind die aktiven Galaxienkerne.“ Dabei handelt es sich um supermassereiche Schwarze Löcher im Zentrum von Galaxien, die Materie verschlingen und dabei große Mengen Strahlung aussenden. Auch Supernovaüberreste, also die Überbleibsel von Sternexplosionen, scheinen Quellen der kosmischen Strahlung zu sein, aber sie können laut theoretischer Überlegungen nicht annähernd so hohe Energien erreichen wie die aktiven Galaxienkerne.

Das Cherenkov Telescope Array soll Gewissheit in das Rätsel zum Ursprung der kosmischen Strahlung bringen – und neue Einblicke in das hochenergetische Universum ermöglichen.

jwe

VERANSTALTUNGSREIHE



In der Veranstaltungsreihe „Neue Fenster zum Universum“ im Blue Square in der Bochumer Innenstadt berichtet das Team vom Ruhr Astroparticle and Plasma Physics Center über Dunkle Materie, kosmische Strahlung und Planetenentstehung in allgemein verständlichen Vorträgen. Sie finden bis Juli 2018 monatlich statt.

➔ news.rub.de/fenster-universum



Im Gespräch

„SELBST DIE TASCHENLAMPE WAR ZU HELL“

Die Teleskope für die Gammaastronomie sind extrem empfindlich. Astrophysikerin Julia Tjus weiß aus eigener Erfahrung darüber zu berichten.

Prof. Tjus, eigentlich sind Sie Theoretikerin. Aber Sie haben auch schon Praxiserfahrungen in der Gammaastronomie gesammelt.

2010 durfte ich zwei Wochen lang in Namibia am HESS-Teleskop bei der Schicht dabei sein. Es war toll, in der Steppe zu sein und diese Erfahrungen in der Praxis zu sammeln.

Was waren denn dort Ihre Aufgaben?

Ich hatte natürlich nicht die Verantwortung, sondern habe als normales Schichtmitglied teilgenommen. Wie bei anderen astronomischen Instrumenten hat man einen Kontrollraum mit Bildschirmen, auf denen man schauen kann, ob die Datenaufzeichnung reibungslos läuft. Wenn ein Alarm von einem anderen Observatorium reinkam, haben wir diskutiert, ob wir auch unser Teleskop auf diese Stelle ausrichten. Eine weitere Aufgabe war, die Teleskope zeitgerecht herunterzufahren und alles lichtdicht zu verschließen, damit bloß kein Licht in die Kamera fällt.

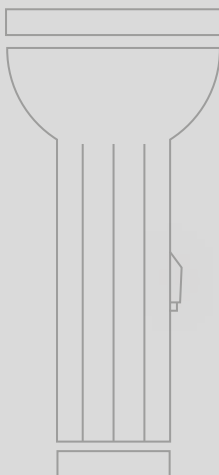
Warum ist das so wichtig?

Die Gammastrahlung wird in Form von schwachen bläulichen Lichtblitzen sichtbar, die gerade einmal ein paar Nanosekunden anhalten. Mit dem bloßen Auge kann man sie nicht sehen. Deshalb mussten die Detektoren extrem empfindlich sein; zu viel Licht hätte sie übersättigt und zerstört. Ich erinnere mich noch, dass ich nur eine Taschenlampe mit rotem Licht benutzen durfte, wenn ich während der Beobachtungszeit zu den Schlafräumen gegangen bin. Selbst eine normale Taschenlampe war zu hell.

Das klingt nach komplizierten Beobachtungsbedingungen.

Früher war es tatsächlich so, dass man diese Teleskope nicht betreiben konnte, wenn der Mond am Himmel stand, weil selbst der zu viel Licht ausgestrahlt hat. Inzwischen gibt es andere Detektoren, die es sogar erlauben, bei Vollmond zu messen. Unser Dortmunder Kollege Wolfgang Rhode war an der Entwicklung beteiligt. Dadurch sind die Nächte in der Gammaastronomie deutlich länger geworden. Früher war das sehr entspannt, weil man teilweise nur eine Stunde in der Nacht Daten aufzeichnen konnte.

Text: jwe, Foto: dg



REDAKTIONSSCHLUSS

Die Rubin-Redaktion kümmert sich nicht nur um das Wissenschaftsmagazin, sondern hat in den vergangenen Monaten gemeinsam mit verschiedenen Forschern der RUB auch einen Kalender für das Jahr 2018 auf die Beine gestellt – mit Fotos von Exkursionen in entlegene Ecken der Welt. Metropolen stehen dabei zwar nicht im Vordergrund. Aber diese Nachtaufnahme von André Baumeister aus Kapstadt hat es in die Auswahl geschafft. Der Kalender ist erhältlich im Unishop der RUB, im Blue Square Store in der Bochumer Innenstadt sowie in verschiedenen Bochumer Buchhandlungen.

➔ www.news.rub.de/mitgereist



IMPRESSUM

HERAUSGEBER: Rektorat der Ruhr-Universität Bochum in Verbindung mit dem Dezernat Hochschulkommunikation (Abteilung Wissenschaftskommunikation) der Ruhr-Universität Bochum

WISSENSCHAFTLICHER BEIRAT: Prof. Dr. Gabriele Bellenberg (Philosophie und Erziehungswissenschaften), Prof. Dr. Astrid Deuber-Mankowsky (Philologie), Prof. Dr. Reinhold Gleis (Philologie), Prof. Dr. Achim von Keudell (Physik und Astronomie), Prof. Dr. Michael Hübner (Elektrotechnik/Informationstechnik), Prof. Dr. Wolfgang Linke (Medizin), Prof. Dr. Denise Manahan-Vaughan (Medizin), Prof. Dr. Martin Muhler (Chemie), Prof. Dr. Franz Narberhaus (Biologie), Prof. Dr. Andreas Ostendorf (Prorektor für Forschung, Transfer und wissenschaftlichen Nachwuchs), Prof. Dr. Michael Roos (Wirtschaftswissenschaft), Prof. Dr. Tom Schanz (Bau- und Umweltingenieurwissenschaften), Prof. Dr. Michael Wala (Geschichtswissenschaft)

REDAKTIONSANSCHRIFT: Dezernat Hochschulkommunikation, Abteilung Wissenschaftskommunikation, Ruhr-Universität Bochum, 44780 Bochum, Tel.: 0234/32-25228, Fax: 0234/32-14136, rubin@rub.de, news.rub.de/rubin

REDAKTION: Dr. Julia Weiler (jwe, Redaktionsleitung); Meike Drießen (md); Raffaella Römer (rr)

FOTOGRAFIE: Damian Gorczany (dg), Hofsteder Str. 66, 44809 Bochum, Tel.: 0176/29706008, damiangorczany@yahoo.de, www.damiangorczany.de; Roberto Schirdewahn (rs), Offerkämpfe 5, 48163 Münster, Tel.: 0172/4206216, post@people-fotograf.de, www.wasaufdieaugen.de

COVERFOTO: Roberto Schirdewahn

BILDNACHWEISE INHALTSVERZEICHNIS: Teaserfotos für die Seiten 16, 54, 58: Damian Gorczany; Teaserfoto für die Seite 20: NASA JPL-Caltech; Teaserfotos für die Seiten 38 und 44: Roberto Schirdewahn

GRAFIK, ILLUSTRATION, LAYOUT UND SATZ: Agentur der RUB, www.rub.de/agentur

DRUCK: VMK Druckerei GmbH, Faberstraße 17, 67590 Monsheim, Tel.: 06243/909-110, www.vmk-druckerei.de

AUFLAGE: 7.000

ANZEIGENVERWALTUNG UND -HERSTELLUNG: VMK GmbH & Co. KG, Faberstraße 17, 67590 Monsheim, Tel.: 06243/909-0, www.vmk-verlag.de

BEZUG: RUBIN erscheint zweimal jährlich und ist erhältlich im Dezernat Hochschulkommunikation (Abteilung Wissenschaftskommunikation) der Ruhr-Universität Bochum. Das Heft kann kostenlos abonniert werden unter rubin.rub.de/abonnement.

ISSN: 0942-6639

Nachdruck bei Quellenangabe und Zusenden von Belegexemplaren