

19-187 vom 20.11.2019

Bericht in aktueller Ausgabe des Fachmagazins Nature

## Forscherinnen und Forscher der TU Dortmund weisen Ausbruch kosmischer Sternexplosion nach

Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler der MAGIC-Kollaboration haben erstmals mit bodengebundenen Teleskopen höchstenergetische Strahlung von einem Gammastrahlenausbruch nachgewiesen. Damit gelang der Beweis physikalischer Theorien. An der Entdeckung waren auch Forscherinnen und Forscher der TU Dortmund maßgeblich beteiligt. Über ihre Erkenntnisse berichten sie in der aktuellen Ausgabe der angesehenen Fachzeitschrift Nature.

Gammastrahlenausbrüche (GRBs) sind rätselhafte kurze, aber helle Ereignisse, die etwa einmal pro Tag plötzlich am Himmel erscheinen. Man nimmt an, dass einige davon das Ergebnis der Explosion massereicher Sterne am Ende ihres Lebens sind – und damit sozusagen die Geburtsschreie von Schwarzen Löchern oder Neutronensternen. Sie zeichnen sich durch einen anfänglich sehr hellen Blitz aus, der als prompte Emission bezeichnet wird und dessen Dauer zwischen einem Bruchteil einer Sekunde und Hunderten von Sekunden liegt. Darauf folgt das sogenannte Nachleuchten, eine schwächere, aber etwas länger anhaltende Lichtemission über einen weiten Wellenlängenbereich, die mit der Zeit verblasst. Die MAGIC-Teleskope haben nun die höchstenergetischen jemals von der Explosion massereicher Sterne empfangenen Photonen – also das, woraus elektromagnetische Strahlung besteht. – nachgewiesen.

Dieser Durchbruch liefert entscheidende neue Erkenntnisse für das Verständnis der immer noch rätselhaften physikalischen Prozesse, die für die GRBs verantwortlich sind. Am 14. Januar 2019 wurde ein GRB von zwei Satellitenobservatorien entdeckt: dem Neil-Gehrels-Swift-Observatorium und dem Fermi Weltraumteleskop der NASA. Das Ereignis erhielt nach dem Entdeckungsdatum den Namen GRB 190114C. Innerhalb von 22 Sekunden wurden die Koordinaten des Gammastrahlenausbruchs am Himmel als elektronischer Alarm an Astronomen weltweit verteilt, darunter an die MAGIC-Kollaboration, die zwei Gammastrahlen-Teleskope mit einem Durchmesser von 17 Metern auf La Palma, Spanien, betreibt. Da GRBs an unvorhersehbaren Stellen am Himmel erscheinen und dann schnell verblassen, erfordert ihre Beobachtung durch so große Teleskope wie MAGIC eine ausgefeilte Strategie.

„Ein automatisches System verarbeitet in Echtzeit die GRB-Warnungen von Satelliteninstrumenten und lässt die MAGIC-Teleskope schnell auf die Himmelsposition des GRB umschwenken“, sagt Prof. Wolfgang Rhode von der TU Dortmund. Die Teleskope wurden extra für die Jagd nach GRBs so konzipiert, dass sie sehr leicht und daher schnell drehbar sind: Trotz des Gewichts von je 64 Tonnen können sie sich in nur etwa 25 Sekunden um 180 Grad drehen. Daher konnte MAGIC im Fall von GRB 190114C die Beobachtung nur 50 Sekunden nach Beginn des GRB starten.

Die Analyse der Daten für die ersten zehn Sekunden zeigt, dass die Emission von Photonen des Nachleuchtens bis zu Energien reicht, die Billionen Mal größer sind als die des sichtbaren Lichts. Während dieser Zeit war GRB 190114C in diesem Energiebereich das mit Abstand hellste Objekt am gesamten Himmel. Wie bei GRB-Nachleuchten erwartet, verblasste die Emission. Die letzten Photonen von dem Objekt wurden eine halbe Stunde später von MAGIC gesehen.

Die Dortmunder Arbeitsgruppe ist insbesondere auf schnelle und effiziente Analysen und auf das Erstellen der für die Auswertung der Daten notwendigen Simulationen spezialisiert. Dies zahlte sich aus, denn nach sorgfältiger Überprüfung der Daten konnten die MAGIC-Resultate bereits wenige Stunden nach dem Ereignis der weltweiten Forschungsgemeinschaft mitgeteilt werden. Dies ermöglichte eine umfangreiche Kampagne von Nachbeobachtungen des GRB 190114C durch mehr als zwei Dutzend Observatorien oder Instrumente. Diese lieferten ein vollständiges Bild dieses GRB vom Radiobereich bis zur Gammastrahlung. Insbesondere optische Beobachtungen erlaubten eine Messung der Entfernung zum GRB 190114C. Sie beträgt rund fünf Milliarden Lichtjahre.

### **Photonen mit der höchsten Energie aus einem neu entdeckten Emissionsprozess**

Obwohl die Hochenergie-Emission im Nachleuchten des GRBs in einigen theoretischen Studien vorhergesagt worden war, gestaltete sich die Jagd danach sehr schwierig und erforderte einen jahrelangen Prozess der stetigen Verbesserung der Strategien und der Effizienz der MAGIC-Teleskope. Der wissenschaftliche Lohn dieser geduldigen Arbeit ist jedoch beträchtlich: „Unsere Messungen legen nahe, dass die Hochenergie-Gammastrahlung des Nachleuchtens möglicherweise von einem anderen Prozess stammt als die Emission bei niedrigeren Energien“, erklärt Dr. Dominik Elsässer, der ebenfalls an der TU Dortmund an MAGIC beteiligt ist. „Wir vermuten, dass energiereiche Elektronen ihre Energie durch die sogenannte inverse Compton-Streuung auf Photonen übertragen und so die von MAGIC gemessene Leuchtkraft entsteht. Um diesen Verdacht zu erhärten oder aber zu entkräften, benötigen wir Beobachtungen, die über den elektromagnetischen Spektralbereich hinausgehen.“

So bleiben also auch nach mehr als 50 Jahren seit ihrer Entdeckung viele Rätsel der GRBs weiterhin ungelöst. Dies gilt insbesondere für die Frage, ob einige von ihnen auch energiereiche Neutrinos erzeugen. Das sind jene geisterhaften Elementarteilchen, nach denen die Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler um Wolfgang Rhode mit dem IceCube-Detektor am Südpol der Erde fahnden. „Die MAGIC-Resultate ermutigen uns, die Methoden weiter zu verfeinern und die Experimente auszubauen. Durch die Fortsetzung der für solche internationalen Forschungsprojekte sehr wichtigen Unterstützung des Landes NRW und des Bundes hoffen wir, den Weg für ein viel tieferes Verständnis dieser faszinierenden kosmischen Explosionen ebnen zu

können", schließt Rhode.

**Bildinformation:**

Auf der Kanareninsel La Palma forschen die Dortmunder Physikerinnen und Physiker an den MAGIC-Teleskopen. Bild: Dominik Elsässer/TU Dortmund

**Ansprechpersonen bei Rückfragen:**

Prof. Wolfgang Rhode

Fakultät Physik

Telefon: 0231 – 755 3550

E-Mail: [wolfgang.rhode@tu-dortmund.de](mailto:wolfgang.rhode@tu-dortmund.de)

Dr. Dominik Martin Elsässer

Fakultät Physik

Telefon: 0231 – 755 8501

E-Mail: [dominik.elsaesser@tu-dortmund.de](mailto:dominik.elsaesser@tu-dortmund.de)

Die Technische Universität Dortmund hat seit ihrer Gründung vor 51 Jahren ein besonderes Profil gewonnen, mit 16 Fakultäten in Natur- und Ingenieurwissenschaften, Gesellschafts- und Kulturwissenschaften. Die Universität zählt rund 34.500 Studierende und 6.300 Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter, darunter etwa 300 Professorinnen und Professoren. Das Lehrangebot umfasst rund 80 Studiengänge. In der Forschung ist die TU Dortmund in vier Profildbereichen besonders stark aufgestellt: (1) Material, Produktionstechnologie und Logistik, (2) Chemische Biologie, Wirkstoffe und Verfahrenstechnik, (3) Datenanalyse, Modellbildung und Simulation sowie (4) Bildung, Schule und Inklusion. Bis zu ihrem 50. Geburtstag belegte die TU Dortmund beim QS-Ranking „Top 50 under 50“ Rang drei der bundesdeutschen Neugründungen.