



Illustration zweier verschmelzender Neutronensterne.

Astroteilchenphysik

Spektakuläre Beobachtungen

Wissenschaftlicher Erfolg im Doppelpack: 50 Jahre altes Rätsel der kosmischen Strahlung gelöst und erstmalige direkte Beobachtung verschmelzender Neutronensterne

Astroteilchenphysiker der Bergischen Universität Wuppertal haben zur Lösung eines 50 Jahre alten Rätsels der kosmischen Strahlung beigetragen. Die im renommierten Science Magazin publizierten Ergebnisse der Pierre-Auger-Kollaboration belegen, dass kosmische Strahlung mit Energien, die millionenfach größer sind als die der im Large Hadron Collider des CERN beschleunigten Protonen, aus entfernten Regionen des Universums jenseits unserer eigenen Galaxie stammen. Zudem wurden erstmals Gravitationswellen-Signale aus verschmelzenden Neutronensternen mit Messungen des Pierre-Auger- und IceCube-Observatoriums kombiniert.

Seit den 1960er Jahren ist die Existenz kosmischer Teilchen mit Energien mehrerer Joule (1 Joule $\approx 6 \times 10^{18}$ eV) bekannt und es wurde immer wieder darüber spekuliert, ob diese Teilchen aus unserer eigenen Galaxis, der Milchstraße, stammen oder von entfernten extragalaktischen Objekten zu uns gelangen. Dieses Rätsel wurde nun durch die Beobachtung kosmischer Teilchen einer mittleren Energie von 2 Joule gelöst, die mit dem größten jemals gebauten Observatorium für kosmische Strahlung, dem Pierre-Auger-Observatorium in Argentinien, registriert wurden. Bei diesen Energien zeigt sich die Rate ankommender Teilchen aus der dem galaktischen Zentrum räumlich gegenüberliegenden Seite signifikant erhöht.

Prof. Dr. Karl-Heinz Kampert, Experimentalphysiker an der Bergischen Universität und Sprecher der Auger-Kollaboration von über 400 Wissenschaftlern aus 18 Ländern, kommentierte das Ergebnis beiges-

tert: „Wir sind dem Rätsel, wo und wie diese außergewöhnlichen kleinsten Materie-Teilchen entstehen, nun wesentlich nähergekommen – eine Frage, die für Astrophysiker von großem Interesse ist. Unsere Beobachtung zeigt eindrucksvoll, dass die Orte der Beschleunigung außerhalb der Milchstraße liegen.“

Mitte Oktober hat dann ein wissenschaftliches Konsortium, darunter auch die Arbeitsgruppen um Prof. Dr. Karl-Heinz Kampert und Prof. Dr. Klaus Helbing, gemeinsam mit der LIGO und Virgo Kollaboration über die erstmalige Beobachtung von Gravitationswellen aus verschmelzenden Neutronensternen berichtet. Das astrophysikalische Ereignis wurde am 17. August von den LIGO- und VIRGO-Gravitationswellen-Detektoren beobachtet und konnte 1,7 Sekunden später erstmals auch von Satelliten, Radio- und optischen Teleskopen in verschiedenen Wellenbereichen des Lichts nachgewiesen werden.

Erst kürzlich wurde der Nobelpreis für Physik für die im September 2015 gelungene Beobachtung von Gravitationswellen vergeben. Die nun erstmals gelungene Kombination von Gravitationswellen- und Lichtsignalen ermöglichte den beteiligten Wissenschaftlern, förmlich bei der Verschmelzung der Neutronensterne, der dabei erfolgten Synthese schwerer chemischer Elemente, und auch bei den astrophysikalischen Teilchenbeschleunigungsprozessen zuzusehen.

Der Nachweis von Neutrinos aus einem solchen Ereignis würde ein weiteres Beobachtungsfenster öffnen und wichtige Rückschlüsse auf die extremen physikalischen Bedingungen in der unmittelbaren Umgebung der verschmelzenden Neutronensterne

ermöglichen. Die Suche nach Neutrinos geschah in Zusammenarbeit mit dem IceCube und ANTARES Observatorium und wurde ebenfalls von Prof. Dr. Karl-Heinz Kampert koordiniert. Die Ergebnisse sind in einer weiteren Publikation im „The Astrophysical Journal“ erschienen.

astro.uni-wuppertal.de

auger.org

Ein **Neutronenstern** stellt das Endstadium eines massereichen Sterns dar. Es handelt sich um eine Kugel mit einem typischen Durchmesser von etwa 20 km, welche 1,2 bis 2,0 Sonnenmassen beherbergt. Die Dichte im Inneren eines Neutronensterns ist mit nahezu 10^{18} kg/m³ dichter als ein Atomkern. Ein Fingerhut eines Neutronensterns entspricht also etwa der Masse eines Eisenwürfels mit 700 m Kantenlänge. Neutronensternen gilt intensives Forschungsinteresse, da Details ihres dynamischen Verhaltens und ihrer Zusammensetzung noch unbekannt sind und an ihnen Materialeigenschaften unter den extremsten in der Natur beobachtbaren Bedingungen untersucht werden können. Dies geschieht zukünftig unter anderem mit dem CBM-Experiment an der FAIR-Beschleunigeranlage in Darmstadt, an dem die Wuppertaler Gruppe um Prof. Kampert und Dr. Christian Pauly mit zentralen Beiträgen beteiligt ist.