

Pressemitteilung**Max-Planck-Institut für Physik****Barbara Wankel**

12.07.2018

<http://idw-online.de/de/news699213>Forschungsergebnisse, Forschungsprojekte
Physik / Astronomie
überregional**MAGIC-Teleskope finden Entstehungsort von seltenem kosmischem Neutrino**

Astrophysikern ist es erstmals gelungen, die Quelle eines hochenergetischen kosmischen Neutrinos zu orten. Mit hoher Wahrscheinlichkeit entstammt das Neutrino einem Blazar, einem aktiven Schwarzen Loch im Zentrum einer entfernten Galaxie im Sternbild des Orion. Wie kam es zu diesem interessanten Ergebnis? Die Wissenschaftler kombinierten das Neutrino-Signal mit Messungen verschiedener Teleskope. Diese Multi-Messenger-Beobachtung könnte auch der Schlüssel für ein ungelöstes Rätsel liefern: die Herkunft der kosmischen Strahlung.

Neutrinos sind Elementarteilchen, die kaum mit ihrer Umgebung wechselwirken und daher nur schwer nachzuweisen sind. Der größte Neutrino-Detektor der Welt ist IceCube am Südpol; das Experiment zeichnet pro Tag etwa 200 Neutrino-Ereignisse auf. Die meisten dieser Neutrinos stammen aus der Sonne oder entstehen, wenn kosmische Strahlung auf die Erdatmosphäre trifft. Sie haben eine nur geringe Energie.

Neutrino triggert Teleskop-Beobachtungen

Am 22. September 2017 geriet ein besonderes Neutrino in die Fänge von IceCube: Seine sehr hohe Energie (ungefähr 290 Teraelektronenvolt) deutete darauf hin, dass es von einem fernen Himmelsobjekt stammte. Den Wissenschaftlern gelang es darüber hinaus, die genaue Flugrichtung des Neutrinos zu bestimmen.

„Unsere Theorien besagen, dass Neutrinos immer zusammen mit Lichtteilchen (Photonen), entstehen,“ erklärt Razmik Mirzoyan, Wissenschaftler am Max-Planck-Institut für Physik und Sprecher des MAGIC-Forschungsverbundes. „Photonen sind Licht, also elektromagnetische Strahlung, die wir mit Teleskopen beobachten können.“

Der Neutrino-Alarm ging daher umgehend an zahlreiche Instrumente weltweit – in der Hoffnung, mit den Himmelsbeobachtungen den Ursprungsort des Neutrinos zu finden.

Zunächst meldete das Weltall-Teleskop Fermi-LAT, dass die Flugroute des Neutrinos auf den bekannten Blazar TXS 0506+056 wies – ein Objekt, das energiereiche Gammastrahlen aussendet. Wie sich später mit dem Zwillingsteleskop MAGIC auf La Palma feststellen ließ, handelte es sich um Gammastrahlung in einem sehr hohen Energiebereich von mindestens 400 Gigaelektronenvolt.

Diese Ergebnisse liefern starke Indizien, dass das Neutrino tatsächlich dem Blazar entstammt. TXS 0506+056 ist ein etwa 4,5 Milliarden Lichtjahre entfernter aktiver galaktischer Kern. In seinem Zentrum befindet sich ein supermassives Schwarzes Loch, das den Blazar zu einem wahren Energiepaket macht: Mit nahezu Lichtgeschwindigkeit schleudert er Jets aus Teilchen und energiereicher Strahlung ins All. Die Jets sind dabei auf die Erde gerichtet. Eine heiße Spur zur kosmischen Strahlung

Neutrinos entstehen bei Reaktionen, an denen Protonen beteiligt sind. Daher helfen die aktuellen Beobachtungen auch dabei, ein Jahrhundert-Rätsel zu lösen: Wo entsteht die kosmische Strahlung? Die 1912 vom Physiker Victor Hess entdeckte Strahlung besteht größtenteils aus energiereichen Protonen. „Das kosmische, energiereiche Neutrino zeigt uns, dass der Blazar Protonen auf höchste Energie beschleunigt. Damit könnten wir tatsächlich eine Quelle für kosmische Strahlung gefunden haben“, erklärt Elisa Bernardini, Wissenschaftlerin am DESY in Zeuthen.

Es gibt einen wichtigen Grund, warum die Quellen für kosmische Strahlung bisher unentdeckt blieben. „Da die positiv geladenen Protonen von den Magnetfeldern im Kosmos abgelenkt werden, bewegen sie sich nicht geradlinig“, so Bernardini. „Wir können also nicht erkennen, aus welcher Richtung sie kommen.“

Im Gegensatz dazu sind Neutrinos und Photonen, also auch Gammastrahlen, ungeladen und erreichen uns ohne Umwege. Ihr Entstehungsort lässt daher eindeutig bestimmen – sie legen damit eine Spur zur kosmischen Strahlung

Wie kommen Protonen auf Touren?

Auch wenn sich der Nebel um die Herkunft der kosmischen Strahlung gelichtet hat – die Blazare selbst liefern noch einigen Stoff für offene Fragen. „Wir versuchen zu verstehen, wo und wie die Protonen auf höchste Energien gebracht werden, um energiereiche Neutrinos und Protonen zu erzeugen“, erläutert Mirzoyan. Eine Follow-up-Studie von MAGIC zeigt Antworten auf.

In den Wochen nach der ersten Neutrino-Meldung waren die MAGIC-Teleskope insgesamt 41 Stunden auf den aktiven Blazar gerichtet. Aus den Beobachtungsdaten lässt sich schließen, dass die Protonen-Wechselwirkungen im Jet des Blazars stattfinden.

„Außerdem bestätigen die Resultate, dass neben den Neutrinos ein Teil der Gammastrahlen von energiereichen Protonen produziert wird – und nicht von anderen Teilcheninteraktionen. „Damit können wir zum ersten Mal nachweisen, dass Neutrinos und Gammastrahlen von den gleichen Protoneneltern stammen,“ ergänzt Mirzoyan.

Im Spektrum der hochenergetischen Gammastrahlen von TXS 0506+56 erkannten die Wissenschaftler eine klare Signatur: „In einem bestimmten Energiebereich sehen wir einen Verlust von Photonen. Diese Teilchen müssen also absorbiert worden sein“, erläutert Bernardini. „Dieser ‚Fingerabdruck‘ deutet auch darauf hin, dass das IceCube-Neutrino bei Proton-Photon-Reaktionen in den Jets des Blazars entstanden sein könnte.“

„Dieses Ergebnis spricht für ein Zusammenspiel der beiden Teilchenbotschafter – Neutrinos und Gammastrahlen,“ so Mirzoyan. „Dabei liefern die Gammastrahlen Informationen, wie die ‚Kraftwerke‘ in supermassereichen Schwarzen Löchern arbeiten: Also, wie der extrem energiereiche Output zustande kommt und welche teilchenphysikalischen Prozesse dabei eine Rolle spielen.“

Pressekonferenz am 12. Juli 2018: [Link zu Livestream](#)

Am 12. Juli 2018, 17 Uhr MESZ findet in Washington DC, USA, eine Pressekonferenz der National Science Foundation statt. Diese kann auf <https://www.youtube.com/c/VideosatNSF/live> verfolgt werden.

Pressematerial von Science:

Elektronische Pressemappe unter <http://www.eurekaalert.org/jrnls/sci>. Diese Informationen sind nur mit einem User-Account und Passwort für Eurekaalert abrufbar.

Publikationen:

Multiwavelength observations of a flaring blazar coincident with an IceCube high-energy neutrino; IceCube, Fermi-LAT, MAGIC, AGILE, ASAS-SN, HAWC, H.E.S.S, INTEGRAL, Kapteyn, Kanata, Kiso, Liverpool, Subaru, Swift, Veritas, VLA; Science, <http://science.sciencemag.org/cgi/doi/10.1126/science.aat1378>

The Blazar TXS 0506+056 Associated with a High-energy Neutrino: Insights into Extragalactic Jets and Cosmic Ray Acceleration; Elisa Bernardini, Wrijupan Bhattacharrya, Susumu Inoue, Konstancja Satalecka, Fabrizio Tavecchio; akzeptiert für die Veröffentlichung in The Astrophysical Journal Letters, DOI: 10.3847/2041-8213/aado83

Kontakt:

Dr. Razmik Mirzoyan
Max-Planck-Institut für Physik
Sprecher der MAGIC Collaboration
razmik@mpp.mpg.de
Tel.: +49 89 32354-328

Pressekontakt:

Barbara Wankel
Max-Planck-Institut für Physik
barbara.wankel@mpp.mpg.de
Tel.: +49 89 32354-292

wissenschaftliche Ansprechpartner:

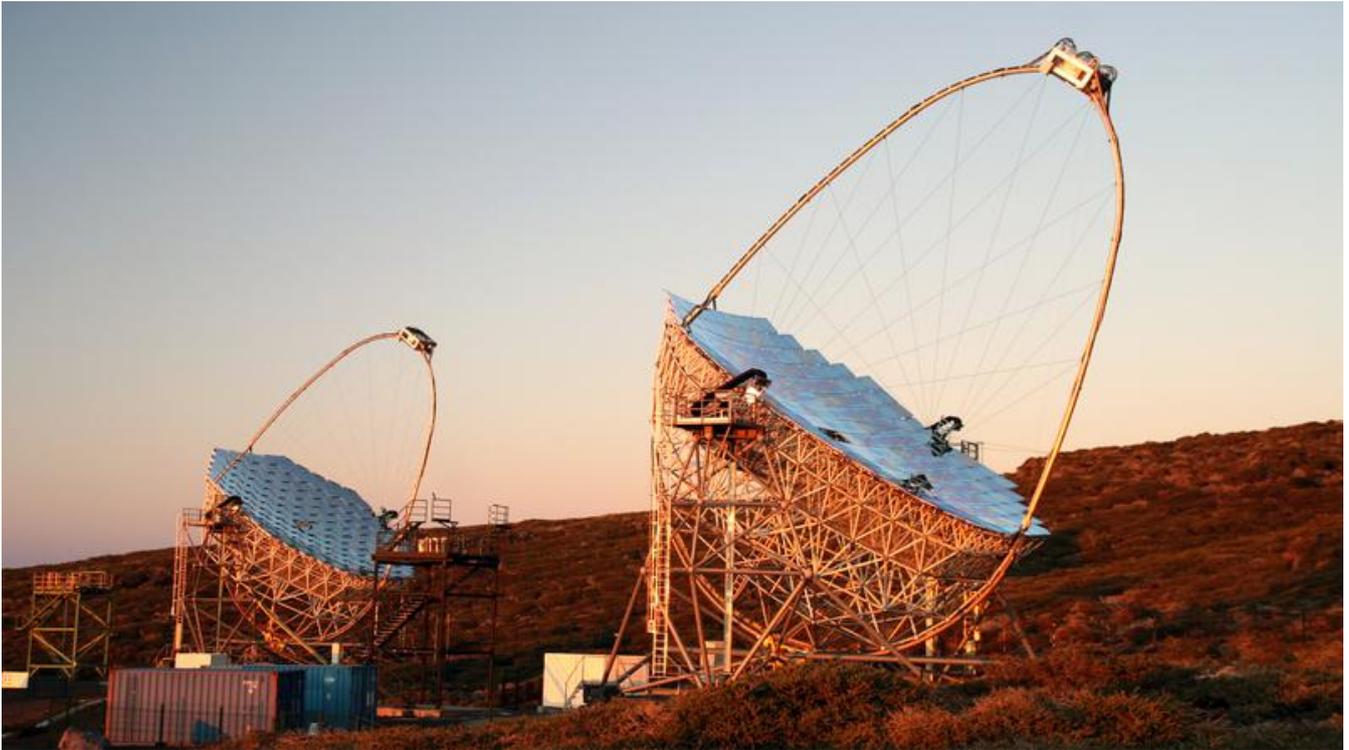
Dr. Razmik Mirzoyan
Max-Planck-Institut für Physik
Sprecher der MAGIC Collaboration
razmik@mpp.mpg.de
Tel.: +49 89 32354-328

Originalpublikation:

Multiwavelength observations of a flaring blazar coincident with an IceCube high-energy neutrino; Science, <http://science.sciencemag.org/cgi/doi/10.1126/science.aat1378>

The Blazar TXS 0506+056 Associated with a High-energy Neutrino: Insights into Extragalactic Jets and Cosmic Ray Acceleration; akzeptiert für die Veröffentlichung in The Astrophysical Journal Letters, DOI: 10.3847/2041-8213/aado83

Anhang Fragen und Antworten zum Thema "Multi-Messenger-Astronomie" <http://idw-online.de/de/attachment66096>



Die MAGIC-Teleskope im Observatorium "Roque de los Muchachos" auf der Kanareninsel La Palma
Robert Wagner/MAGIC Collaboration