

## Medieninformation der Universität Innsbruck

28. Oktober 2019

**SPERRFRIST: 28. Oktober 2019, 17:00 Uhr MEZ**

# Dem Krebsnebel ein energiereiches Geheimnis entlockt

**Der Krebsnebel ist der Überrest einer vor rund 1000 Jahren beobachteten Supernova in unserer Galaxie. Obwohl es sich um eines der am besten untersuchten Himmelsobjekte handelt, ist es einem internationalen Team von Wissenschaftlern erst jetzt mit Hilfe der H.E.S.S.-Teleskope gelungen, die Ausdehnung des Krebsnebels in hochenergetischer Gammastrahlung zu bestimmen.**

Bereits mit einem Fernglas kann der Krebsnebel als ausgedehntes Objekt wahrgenommen werden, und dementsprechend lassen sich zum Beispiel mit optischen oder Röntgenteleskopen viele seiner Bestandteile detailliert abbilden. „Es zeigt sich, dass die Ausdehnung des Krebsnebels stark vom betrachteten Energiebereich abhängt“, erklärt Markus Holler vom Institut für Astro- und Teilchenphysik der Universität Innsbruck, Mitglied der H.E.S.S.-Kollaboration. „Daraus können Rückschlüsse auf astrophysikalische Prozesse gezogen werden.“ Seit dem ersten Nachweis von hochenergetischer Gammastrahlung 1989 mit Teleskopen auf der Erde konnte der Krebsnebel bis heute nicht von einer Punktquelle unterschieden werden. Grund dafür war die vergleichsweise schlechte Auflösung. Im Fachjournal *Nature Astronomy* präsentieren die Wissenschaftler der in Namibia gelegenen H.E.S.S.-Teleskope nun erstmals eine Messung der Ausdehnung des Krebsnebels in hochenergetischer Gammastrahlung. Dieses Ergebnis ist das Resultat modernster Analyse- und Simulationstechniken, welche eine in der Gammastrahlungsastronomie bisher unerreichte Präzision ermöglichen.

### Neuartige Simulationsumgebung

Die Wissenschaftler messen mit den H.E.S.S.-Teleskopen das Cherenkov-Licht aus Teilchenschauern, um so die Energie und Einfallrichtung der zugehörigen Gammastrahlen zu rekonstruieren. „Die Genauigkeit der Richtungsrekonstruktion hängt erheblich von verschiedenen Faktoren wie zum Beispiel den Beobachtungsbedingungen ab“, erklärt Markus Holler. „Für die Messung der Ausdehnung einer Quelle sind deshalb verlässliche Simulationen notwendig.“ Für die vorliegende Messung verwendeten die Wissenschaftler erstmals eine neuartige Simulationsumgebung, welche die Bedingungen bei der Beobachtung des Krebsnebels auf einem bisher

### Rückfragehinweis:

Dr. Markus Holler  
Institut für Astro- und Teilchenphysik  
Universität Innsbruck  
Telefon: +43 512 507-52073  
E-Mail: [Markus.Holler@uibk.ac.at](mailto:Markus.Holler@uibk.ac.at)  
Web: <https://www.uibk.ac.at/astro>

Mag. Stefan Hohenwarter  
Büro für Öffentlichkeitsarbeit  
Universität Innsbruck  
Telefon: +43 512 507-32023  
E-Mail: [stefan.hohenwarter@uibk.ac.at](mailto:stefan.hohenwarter@uibk.ac.at)

unerreichten Detailgrad mitberücksichtigt. Die dabei gewonnene Genauigkeit in der Simulation der Daten spiegelt sich eindrücklich im ermittelten Resultat wider. Die gemessene Ausdehnung des Krebsnebels ist etwa zweieinhalb Mal kleiner als die mittlere Richtungsungenauigkeit pro Gammateilchen.

## **Übereinstimmung mit theoretischen Modellen**

Die elektromagnetische Strahlung des Krebsnebels wird überwiegend von hochenergetischen Elektronen sowie deren Antiteilchen, den Positronen, ausgesendet. Dafür sind zwei unabhängige Prozesse verantwortlich: Die Strahlung vom Radio- bis zum Röntgenbereich entsteht durch die Ablenkung der Teilchen im internen Magnetfeld des Krebsnebels. Die höherenergetische Gammastrahlung dagegen ist das Resultat der Streuung der Elektronen und Positronen an Lichtteilchen mit niedrigerer Energie. „Die Beobachtung des Krebsnebels in Gammastrahlung ist somit unabhängig von entsprechenden Messungen bei niedrigeren Energien, auch wenn die dafür verantwortlichen Teilchen die gleichen sind“, sagt Theoretiker und H.E.S.S.-Wissenschaftler Dmitry Khangulyan vom Department of Physics der Rikkyo University in Tokio.

Ein Vergleich der Ausdehnung des Krebsnebels bei verschiedenen Energien zeigt eine gute Übereinstimmung mit theoretischen Modellen. Dabei weist die Gammastrahlung des Nebels eine stärkere Ausdehnung auf als im Röntgenlicht, aber eine geringere als im ultravioletten Licht. Der Hauptgrund dafür sind die entsprechenden Energien der Elektronen und Positronen des Nebels. Mit steigender Energie sind die Teilchen stärker zum Zentrum hin konzentriert. Da die für die Gammastrahlung verantwortlichen Teilchenenergien zwischen denen der beiden anderen genannten Bereiche liegt, folgt Entsprechendes für die Ausdehnung des Krebsnebels in Gammastrahlung. „Die Bestätigung dieser Erwartung durch die Ergebnisse von H.E.S.S. liefern ein schönes Beispiel für die Bedeutung von Theorie und Experiment“, freut sich Astroteilchenphysiker Markus Holler.

## **Indirekte Messung von Gammastrahlung**

Die H.E.S.S.-Teleskope sind nach dem Entdecker der kosmischen Strahlung und Nobelpreisträger Victor Franz Hess benannt, der von 1931 bis 1937 als Professor an der Universität Innsbruck tätig war. Sie messen Gammastrahlen, die etwa 1.000 Milliarden Mal energiereicher sind als sichtbares Licht. Jedes dieser Gamma-Quanten erzeugt beim Auftreffen auf die Erdatmosphäre unter anderem eine Vielzahl an geladenen Teilchen, welche wiederum über den Cherenkov-Effekt (eine Art optisches Analogon zum Überschallknall) sichtbares Licht emittieren. Die H.E.S.S.-Teleskope werden seit 2002 von einer internationalen Kollaboration in Namibia betrieben. Seit 2009 ist auch Österreich Mitglied, Olaf Reimer vom Institut für Astro- und Teilchenphysik der Universität Innsbruck leitet die österreichische H.E.S.S.-Gruppe.

## **Der Krebsnebel**

Der Krebsnebel gehört seit der Erfindung des Teleskops zu den am besten untersuchten, astrophysikalischen Objekten und leuchtet hell durch das gesamte elektromagnetische Spektrum hinweg, von Radio-

über Röntgen- bis hin zu hochenergetischer Gammastrahlung. Er ist der Überrest einer Supernova, welche im Jahr 1054 im Sternbild Stier beobachtet wurde.

**Publikation:** Resolving the Crab pulsar wind nebula at teraelectronvolt energies. H.E.S.S. Collaboration (H. Abdalla et al.). Journal Nature Astronomy 2019 DOI: 10.1038/s41550-019-0910-0 (<https://www.nature.com/articles/s41550-019-0910-0>); Arxiv: 1909.09494

**Links:**

- The H.E.S.S. Collaboration