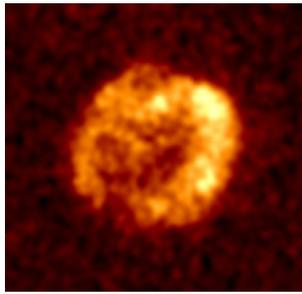


Außerhalb der Milchstraße erscheinen Galaxien mit aktiven Kernen, Starburst- und Radiogalaxien als schwache Objekte. In der benachbarten Großen Magellanschen Wolke konnte H.E.S.S. mehrere extrem leuchtstarke Quellen identifizieren. Zu den neuesten Ergebnissen von H.E.S.S. gehören die Beobachtung von Gammastrahlenausbrüchen und – erstmals aufgelöst – die Emission der Jets aktiver Galaxien im hochenergetischen Gammalicht.

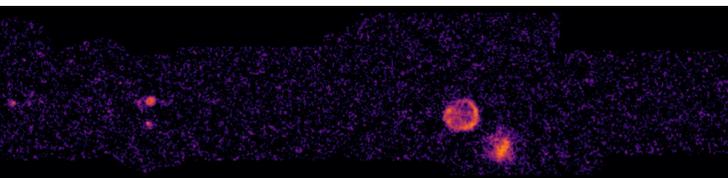


*Der Supernova-Überrest RXJ1713.7-3946 im hochenergetischen Gammalicht.*

## H.E.S.S. und das MPIK

Das H.E.S.S.-Projekt wurde vom MPIK initiiert. Das Institut spielte eine zentrale Rolle beim Entwurf und Bau von H.E.S.S.: MPIK-Wissenschaftler und -Techniker waren zusammen mit den Institutswerkstätten u. a. verantwortlich für die Stahlstruktur und die Antriebe der Teleskope, die Spiegelfacetten und das zentrale Triggersystem. Die 2019 in das große Teleskop eingebaute Hochleistungskamera wurde unter Führung des MPIK entwickelt. Daneben ist das MPIK eines von zwei Zentren für die Qualitätskontrolle und Kalibration der Daten und spielt eine wichtige Rolle in ihrer Analyse und Interpretation. Die Max-Planck-Gesellschaft war der mit Abstand größte Geldgeber beim Bau der H.E.S.S.-Teleskope.

Das H.E.S.S.-Observatorium wird von einer Kollaboration betrieben, der mehr als 200 Forschende aus 13 Ländern angehören. 2006 erhielt H.E.S.S. den Descartes-Preis der Europäischen Kommission – die höchste Auszeichnung für wissenschaftliche Zusammenarbeit – und 2010 den prestigeträchtigen Rossi-Preis der Amerikanischen Astronomischen Gesellschaft. Aufgrund seiner wissenschaftlichen Bedeutung hat 2009 eine Studie H.E.S.S. unter die 10 weltbesten astronomischen Observatorien eingereiht.



### Ansprechpartner:

Prof. Dr. Jim Hinton  
Tel: 06221 516140  
E-Mail: jim.hinton@mpi-hd.mpg.de

Prof. Dr. Werner Hofmann  
Tel: 06221 516330  
E-Mail: werner.hofmann@mpi-hd.mpg.de

Dr. Michael Panter  
Tel: 06221 516273  
E-Mail: michael.panter@mpi-hd.mpg.de



# H.E.S.S.

## Kosmische Beschleuniger im Gammalicht

## Astronomie bei höchsten Energien

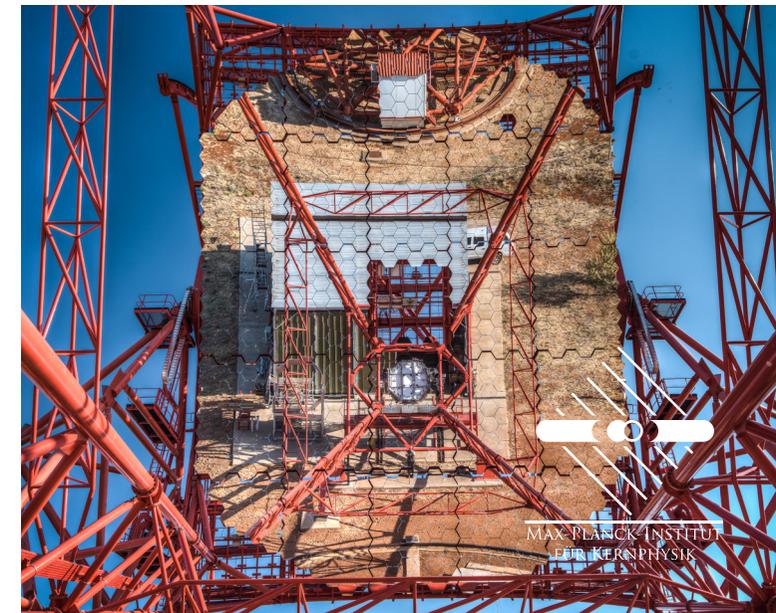


Saupfercheckweg 1  
69117 Heidelberg

[www.mpi-hd.mpg.de](http://www.mpi-hd.mpg.de)



Das Max-Planck-Institut für Kernphysik (MPIK) ist eines von 86 Instituten und Forschungseinrichtungen der Max-Planck-Gesellschaft. Das MPIK betreibt experimentelle und theoretische Grundlagenforschung auf den Gebieten der Astroteilchenphysik und der Quantendynamik.



MAX-PLANCK-INSTITUT  
FÜR KERNPHYSIK

## H.E.S.S.

### Kosmische Beschleuniger im Gammalicht – Astronomie bei höchsten Energien

Vier 12-Meter-Spiegelteleskope und ein riesiges Teleskop mit 28-Meter-Spiegel beobachten im Hochland von Namibia den Himmel. Ungestört vom Licht großer Städte eröffnet sich hier ein optimaler Blick auf den zentralen Bereich der Milchstraße. Das H.E.S.S.-Observatorium untersucht die Quellen hochenergetischer Gammastrahlung und findet dabei ein Universum vor, das völlig anders aussieht als das, was mit dem bloßen Auge zu sehen ist.

### Gammastrahlung aus dem Weltraum

Das Licht, welches H.E.S.S. aus unserer Milchstraße und fernen Galaxien nachweist, ist eine Billion mal energetischer als gewöhnliches Sternenlicht. Es kann nicht mehr in normalen Sternen erzeugt werden, sondern nur an den extremen Orten des Universums, wie in der Nähe von schwarzen Löchern und in Schockwellen von Supernovae – explodierenden Sternen. H.E.S.S. war das erste Instrument, das räumlich und zeitlich aufgelöste Bilder dieser Objekte einfangen konnte.

Eng verknüpft mit der Beobachtung von hochenergetischer Gammastrahlung ist die Frage nach der Herkunft der kosmischen Strahlung. Unter dem Einfluss kosmischer Magnetfelder mäandern elektrisch geladene, hochenergetische Teilchen durch den Weltraum und treffen in großer Zahl auf die Atmosphäre unserer Erde. Auch über 100 Jahre nach ihrer Entdeckung durch Victor Hess im Jahre 1912 ist nicht vollständig geklärt, wie diese Teilchen auf höchste Energien beschleunigt werden und in welchen Himmelsobjekten dies geschieht. Gammastrahlung entsteht, wenn diese hochenergetischen Elementarteilchen und Atomkerne nahe der kosmischen Teilchenbeschleuniger auf Gaswolken, Magnet- oder Strahlungsfelder treffen. Dieses Gammalicht zeichnet dabei ein Bild der kosmischen Beschleuniger nach.

### Gammaastronomie mit H.E.S.S.

Obwohl hochenergetische Gammastrahlung in der Atmosphäre der Erde absorbiert wird, können Instrumente wie H.E.S.S. sie am Erdboden nachweisen. Dabei dient die Atmosphäre als Detektormedium: Bei der Absorption erzeugt jedes Gammaquant eine Kaskade von Sekundärteilchen, Teilchenschauer genannt. Die Schauerteilchen strahlen ein schwaches blaues Licht aus – das Tscherenkow-Licht. Der Lichtblitz ist zu kurz – nur etwa den milliardensten Teil einer Sekunde – und zu schwach, um ihn mit bloßem Auge zu sehen. Mit großen Spiegeln und schnellen Photodetektoren gelingt es Tscherenkow-Teleskopen jedoch, diesen schwachen und extrem kurzen Lichtblitz zu erfassen. H.E.S.S. benutzt dazu fünf Teleskope, die jeden Teilchenschauer gleichzeitig aus verschiedenen Blickwinkeln aufnehmen. Ähnlich der Tiefenwahrnehmung mit unseren zwei Augen ermöglicht eine solche stereoskopische Beobachtung die genaue Richtungs- und auch Energierekonstruktion der einfallenden Gammastrahlung. Um Objekte über den Himmel zu verfolgen, können alle Teleskope präzise in jede Richtung gedreht werden.

Die vier baugleichen kleineren Teleskope (CT1-CT4) gingen 2002 bis 2004 in Betrieb. Jedes wiegt 60 Tonnen und ist 16 m hoch. Pro Teleskop bilden 380 Facetten von 60 cm Durchmesser einen 107 m<sup>2</sup> großen fokussierenden Spiegel. Durch Motoren kann jede einzelne Facette mit einer Genauigkeit von wenigen tausendstel Millimetern auf die Kamera ausgerichtet werden. Im Juli 2012 sah das große Teleskop (CT5) sein ‚erstes Licht‘. Es wiegt 580 Tonnen und erreicht aufgerichtet die Höhe eines 20-stöckigen Gebäudes. Der 614 m<sup>2</sup> große Spiegel besteht aus 875 sechseckigen Facetten und hat eine Brennweite von 36 m. Die Elevationsachse ist 24 m über dem Boden. Dieses Teleskop erhöht die Empfindlichkeit des Systems stark und dehnt den Messbereich zu niedrigeren Energien hin aus.

Die bildgebenden Kameras sind das Herzstück der Teleskope. Sie dienen dazu, die von Gammastrahlung in der Atmosphäre produzierten Teilchenschauer aufzuzeichnen. Pro Kamera wandeln 960 (CT1-CT4) oder 1758 (CT5) schnelle Photosensoren mit einer Belichtungszeit von wenigen milliardensten Sekunden das einfallende Licht in elektrische Signale. Das Gesichtsfeld der etwa 1000 kg (CT1-CT4) bzw. 2050 kg wiegenden



Das High-Energy Stereoscopic System H.E.S.S. Die vier kleineren Teleskope bilden die Ecken eines 120-Meter-Quadrats, in dessen Mitte das fünfte, riesige Teleskop steht.

(CT5) Kameras beträgt 5,0 (CT1-CT4) bzw. 3,4 (CT5) Grad am Himmel, entsprechend der mehrfachen Größe des Vollmondes. Die 2019 installierte neue Kamera von CT5 mit voll digitaler Ausleseelektronik und Datenerfassung ist besonders für die Beobachtung transienter Phänomene geeignet.

### Der Himmel im Gammalicht

Mehrere tausend Stunden hat H.E.S.S. den inneren Teil unserer Galaxis nach Quellen hochenergetischer Gammastrahlung abgesucht und erstmals eine detaillierte Karte der Milchstraße im Gammalicht erstellt (unten). Wie Perlen auf der Schnur zeigt die Karte eine Vielzahl von Gammaquellen – jede ein kosmischer Teilchenbeschleuniger – aufgereiht entlang des galaktischen Äquators. Viele dieser Gammaquellen stehen in Zusammenhang mit Überresten explodierter Sterne (Supernovae und Pulsarwindnebel). Gleich zu Beginn seiner Betriebszeit konnte H.E.S.S. erstmals die Schockwelle eines Supernova-Überrests im Gammalicht detailreich abbilden. Das supermassive Schwarze Loch im Zentrum der Milchstraße erwies sich als kosmisches „Pevatron“, das Teilchen extrem beschleunigt. Etliche mysteriöse „dunkle“ Gammaquellen können allerdings bisher keinem bekannten Himmelsobjekt zugeordnet werden. Die Zeitschrift *Astronomy & Astrophysics* gab 2018 einen H.E.S.S.-Sonderband über die Messungen in der Milchstraße heraus.