Die Kosmische Strahlung

Ursprung - Nachweis - Theorie

Was ist kosmische Strahlung?

Unter kosmischer Strahlung versteht man einen Teilchenstrom, der fortwährend im Weltall vorhanden ist. Auch die Erde ist ihm ausgesetzt. Die geladene Komponente besteht zu 98% aus ionisierten Kernen (87% Protonen, 12% α-Teilchen und 1% schwere Kerne bis Eisen) und zu 2% aus Elektronen. Die neutrale Komponente besteht aus γ- und Neutrinostrahlung. Diese Strahlung wird auch Primärstrahlung genannt. Bei Eintritt in die Erdatmosphäre kommt es zu verschiedensten Wechselwirkungen, wobei die sogenannte Sekundärstrahlung entsteht.

Viktor Hess bei der Landung

Die Entdeckung der kosmischen Strahlung

1912 entdeckte der österreichische Physiker Viktor Hess die kosmische Höhenstrahlung während eines Ballonfluges in einer Höhe von 5 km. Entgegen seiner Erwartung stieg die Strahlungsintensität mit zunehmender Höhe immer weiter an. 1936 erhielt er für diese Entdeckung den Physik-Nobelpreis.

Darstellung einer Supernova

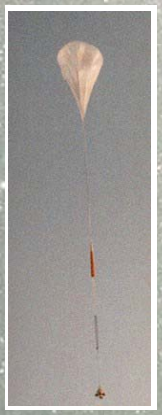
Der Ursprung der kosmischen Strahlung

Die kosmische Strahlung kann nach ihrem Ursprung in galaktische und solare Strahlung unterteilt werden. Die Solare entsteht bei Sonneneruptionen, die Galaktische bei Supernovae oder durch kosmische Jets in der Nähe von Pulsaren oder schwarzen Löchern.

Nachweismethoden der kosmischen Strahlung

Im Allgemeinen unterscheidet man zwischen **direkten** und **indirekten** Messmethoden. Die direkten Messungen erfolgen durch Ballon- und Satellitenexperimente im Kosmos. Die indirekten Messungen hingegen greifen auf Wechselwirkungen der energiereichen Teilchen in der Atmosphäre zurück und erforschen die dabei entstehenden Sekundärteilchen mit erdgebundenen Experimenten. Diese können jedoch Ladung und Masse der primären Teilchen nur ungenau bestimmen.

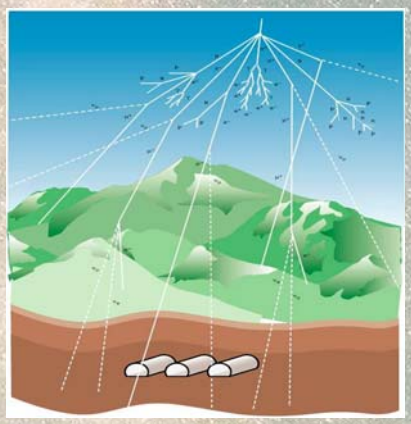
Direkter Nachweis



Ballonexperiment

In **Ballonexperimenten** werden Lasten von bis zu 3 t in 40 km Höhe befördert, wobei ein Ballon ein Volumen von bis zu 1 Mio. m^3 haben kann. Diese Ballonflughöhe kommt den Weltraumbedingungen sehr nahe.

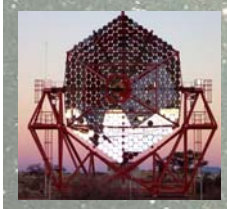
Satellitenexperimente nutzt man für die Messung der direkten Komponente oberhalb der Atmosphäre, um diese ohne vorherige Wechselwirkungen mit der Atmosphäre zu messen. Der Nachteil der Satellitenexperimente ist, das geringere Nutzlasten als bei Ballonexperimenten transportiert werden können.



Schematische Darstellung einer Teilchen-Kaskade in der Atmosphäre

Indirekter Nachweis

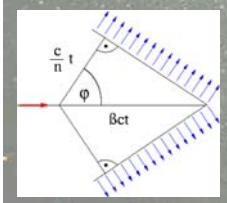
Das **KASKADE**-Experiment in Karlsruhe besteht aus 252 Detektorstationen, die auf einer Fläche von 0,4 km^2 in einem Abstand von 13 m von einander aufgestellt sind. Die Detektoren messen hierbei die hadronische Komponente und Myonen. Mit den Messungen können dann Rückschlüsse auf die geladene direkte Komponente der Primärstrahlung gezogen werden. Ähnlich in der Funktionsweise ist das **AUGER**-Experiment, welches bis 2008 auf einer Fläche von 3000 km^2 in Argentinien installiert wird.



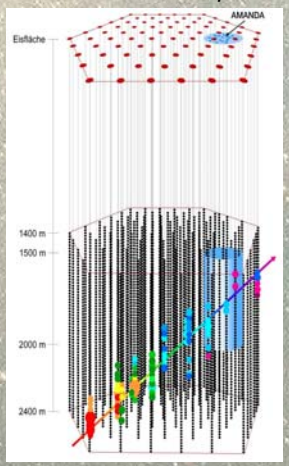
HESS-Detektor in Namibia

Indirekter Nachweis der γ-Strahlung

Ziel des **HESS**-Experimentes ist der Nachweis hochenergetischer γ-Strahlung. Bei der Wechselwirkung in der Atmosphäre entstehen Elektronen und Positronen, welche das sogenannte Tscherenkov-Licht aussenden. Dieses kann dann mit den HESS-Detektoren nachgewiesen werden.



Schematische Darstellung des Tscherenkov-Effekts



Funktionsprinzip des IceCube-Experiments

Indirekter Nachweis von energiereichen Neutrinos

Das sich im Moment im Aufbau befindende **IceCube**-Experiment weist Neutrinos nach. Da Wechselwirkungen zwischen den Neutrinos und Materie sehr selten sind, braucht man einen riesigen Versuchsaufbau, der nicht mehr künstlich herzustellen ist. Daher verwendet man die Gletschereismassen des Südpols als Wechselwirkungsmaterie, indem man 4800 Detektoren in einem Volumen von 1 km^3 installiert. Diese Detektoren weisen ähnlich wie beim **HESS**-Experiment Tscherenkov-Licht nach.

Erstellt von: *Clara Wolff, Wendy Müller, Marcel Wegener, Maxim Efremov & Florian Klimm vom Humboldt-Gymnasium Eichwalde*

Dank an: *Dr. Michael „Mike“ Walter, Sven „Megavolt“ Bielig & das gesamte DESY Zeuthen Team*