

# Interstellares Medium

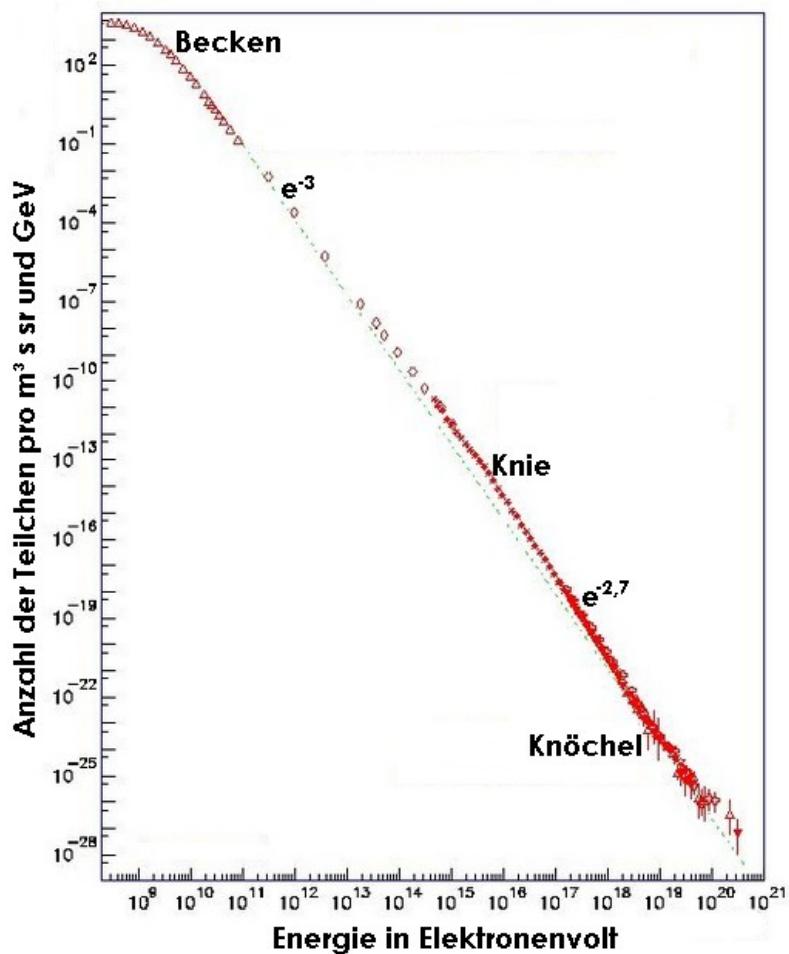
## Kosmische Strahlung

Grundlagen aus dem ersten Semester:

10-Interstellares Medium (Seite 6)

07-Eigenschaften der Sterne (Seite 7 - 8)

Als kosmische Strahlung bezeichnet man jene Teilchen des interstellaren Mediums, die besonders viel Energie besitzen. Die Dichte dieser Teilchen ist ungefähr genauso groß, wie die Dichte der niederenergetischen ISM-Teile. Auf einen  $\text{cm}^3$  interstellares Medium kommt dabei eine Strahlungsenergie von 1eV.



In dieser Grafik wird dargestellt, wie viele Teilchen mit welcher Energie existieren. Die Namen (Becken, Knie, Knöchel) bezeichnen einzelne Stellen des Graphen. Sie wurden so gewählt, weil das Aussehen des Graphen an einen Fuß erinnert, haben aber nichts mit einem echten Fuß zu tun.

Auf der x-Achse des Diagramms ist dabei die Energie in Elektronenvolt logarithmisch aufgetragen. Auf der y-Achse ist die Anzahl der Teilchen, die in einem Intervall von 1GeV um den Wert auf der x-Achse innerhalb einer Sekunde, eines Kubikmeters und eines Sterad gemessen werden ebenfalls logarithmisch aufgetragen.

Beispielsweise kann man ablesen, dass man innerhalb einer Sekunde, einem Kubikmeter und einem Sterad  $10^{-13}$  Teilchen misst, die weniger als ein halbes GeV von einer Energie von  $10^{15}$  eV abweicht, das entspricht ungefähr einem Teilchen pro Jahr.

Die roten Dreiecke entsprechen den tatsächlichen Messwerten. Auf den ersten Blick schaut die Grafik so aus, als könnte man alle Werte zwischen dem Becken und dem Knöchel mit einer Linie approximieren (In einem logarithmischen Diagramm entspräche das einem Exponentialabfall). In der Grafik wurde das mit einer türkisen Linie gemacht.

Nun erkennt man, dass diese Linie gerade in der Mitte sehr stark von den tatsächlichen Messwerten abweicht. Viel besser können die Messwerte durch zwei Linien approximiert werden, wobei am Knie, bei  $10^{15}$  eV ein Knick ist. Vor diesem Knick beträgt der exponentielle Abfall  $e^{-3}$  danach  $e^{-2,7}$ .

## 1 Quellen

Galaktische kosmische Strahlung mit einer Energie von weniger als  $10^{14}$  eV oder ungefähr  $10^{14}$  eV wird fast ausschließlich in Supernovaüberresten erzeugt. Sie entsteht dort sowohl durch inverse Comptonstreuung, als auch durch Bremsstrahlung. Von welchem Supernovaüberrest eine kosmische Strahlung konkret kommt, lässt sich nicht direkt feststellen, weil die Richtung der kosmischen Strahlung von Magnetfeldern abgelenkt wird.

Bei der kosmischen Strahlung, die deutlich mehr als  $10^{14}$  eV hat, lässt sich der Ursprung noch schwerer feststellen, weil so wenige Teilchen detektiert werden. Aufgrund der hohen Energie vermutet man, dass sie von supermassereichen schwarzen Löchern stammen.

## 2 Beobachtung

Der Großteil der kosmischen Strahlung kann die Erdatmosphäre nicht durchdringen. Nur die Gammastrahlung zwischen 100GeV und 10TeV können von der Erdoberfläche aus beobachtet werden.

Um auch die restliche kosmische Strahlung zu messen wurde ein Teleskop mit dem Namen Hess gebaut. Hess ist einerseits nach dem Entdecker der kosmischen Strahlung, Viktor Franz Hess, benannt, andererseits steht die Abkürzung für „High

Energetic Stereoscopic System“ (hochenergetisches stereoskopisches System). Stereoskopisch bedeutet dabei, dass es dreidimensionale Aufnahmen anfertigt, indem mehrere Teleskope zusammengeschaltet werden, die die kosmische Strahlung aus unterschiedlichen Blickwinkeln betrachten. (Ähnlich wie unsere zwei Augen aus zwei zweidimensionalen Bildern ein dreidimensionales Bild zusammensetzen).

### 3 Gyrationradius

In Magnetfeldern wird die kosmische Strahlung von den Magnetfeldlinien angezogen. Diese Teilchen kreisen um die Magnetfeldlinien. Der Abstand, mit dem sie das tun, wird Gyrationradius genannt. Die Länge des Gyrationradius nimmt mit der Energie der kosmischen Strahlung zu und mit dem magnetischen Fluss im Magnetfeld ab. Allgemein gilt

$$r_g = \frac{E}{B} \quad (3.1)$$

wobei E die Energie in Petaelektronenvolt ( $10^{15}$  eV) und B den magnetischen Fluss in Mikrogauß ( $10^{-6}$  Gauß) darstellt. Am Ende erhält man einen Radius in Parsec.

Die typischen Magnetfelder im Universum haben einen magnetischen Fluss zwischen 1 und  $100\mu\text{G}$ . Für eine kosmische Strahlung am Knie (1PeV) kann der Gyrationradius folglich bis zu einem Parsec betragen, das entspricht der Entfernung zwischen Sonne und  $\alpha$  Centauri.