

# Protonenquelle

[live, Hintergrund-Video] Bevor wir Teilchen beschleunigen können, müssen sie erst einmal erzeugen. Die Protonen, die im Large Hadron Collider aufeinander geschossen werden, werden hier, im Metallkasten hinter mir, erzeugt. Doch wie produziert man freie Teilchen?

## Erzeugung freier Teilchen

Am Anfang benötigen wir zunächst einmal ein Gerät, das die Teilchen, die wir beschleunigen wollen, erzeugt: die Teilchenquelle. Doch wie funktioniert das? [Video1] Nehmen wir als Beispiel eine Fadenstrahlröhre, in der – genau wie bei einem Fernsehgerät auch – ein Strahl von Elektronen erzeugt wird.

[Grafik] Elektronen bekommt man ganz einfach: erhitzt man ein negativ geladenes Metall, also eine Kathode, so treten aus der Metalloberfläche Elektronen aus. [Video2] In der Fadenstrahlröhre kann man das orangefarbene Glühen der Kathode gut beobachten.

Damit die Elektronen nicht in alle Richtungen wegfliegen, sondern einen feinen Strahl bilden, müssen sie fokussiert werden. Dies geschieht mit einem Metallzylinder rund um die Kathode, der ebenfalls negativ geladen ist. Elektronen, bekanntermaßen auch negativ geladen, werden von den Wänden des Zylinders abgestoßen und sammeln sich daher in der Mitte. Beschleunigt man die so fokussierten Elektronen im elektrischen Feld zwischen Kathode und positiv geladener Anode, so entsteht ein dünner Strahl. Die Elektronen treten in der Fadenstrahlröhre anschließend durch das Loch in der Anode aus.

[live] Würde man im Large Hadron Collider Elektronen zur Kollision bringen, könnte man genau dieses Prinzip anwenden. Im LHC werden aber keine Elektronen, sondern Protonen beschleunigt. Im Glaskasten hier sieht man ein 1:1-Modell der Protonenquelle, das Original ist im Metallkäfig hinter mir. Die Protonenquelle funktioniert ganz ähnlich wie die Elektronenkanone einer Fadenstrahlröhre.

Zunächst werden nämlich an einer geheizten Kathode Elektronen durch Glühemission freigesetzt. Eine Zwischenelektrode, die dem Metallzylinder der Fadenstrahlröhre entspricht, fokussiert die Elektronen, bevor sie zur Anode hin beschleunigt werden.

Dieser Elektronenstrahl wird nun auf Wasserstoff-Gas geschossen. Die Elektronen stoßen mit den Atomen des Wasserstoff-Gases zusammen. Wasserstoff-Atome bestehen bekanntlich aus einem Proton und einem Elektron. Wird ein Wasserstoff-Atom nun mit schnellen Elektronen beschossen, so schlagen diese das Hüllenelektron aus dem Atom heraus. Übrig bleibt ein Proton - und das wird von einer negativ geladenen Elektrode, der Extraktionselektrode, angezogen und beschleunigt.

[live] Durch die Erzeugung von Elektronen, mit denen Wasserstoff-Gas ionisiert wird, werden hier in der Protonenquelle also die Protonen erzeugt. Der Verbrauch an Wasserstoff-Gas ist übrigens minimal, eine solche Gasflasche genügt vollkommen für ein Jahr Betrieb.

In diese Richtung verlassen die Protonen die Quelle und kommen zu den nächsten Beschleunigern, und letztendlich auch zum Large Hadron Collider.

Doch wieso haben die CERN-Techniker einen so großen Metallkasten gebaut, wenn die eigentliche Protonenquelle nur so groß wie das Modell hier ist? Der Kasten dient zur Abschirmung der Hochspannung von 90 Tausend Volt, mit der die Protonen aus dem Wasserstoffgas herausgezogen werden - deshalb darf da auch keiner Putzen.