

LINAC2

Linearbeschleuniger

Aus der Protonenquelle, kommen die Teilchen direkt in den ersten Teilchenbeschleuniger, den Linearbeschleuniger LINAC2, diese 30 Meter lange orangefarbene Röhre. Dieses Gerät heißt deshalb Linearbeschleuniger, weil die Protonen in gerader Linie, also linear, beschleunigt werden. Doch wie beschleunigt man geladene Teilchen?

In der Fadenstrahlröhre haben wir schon gesehen, wie die negativ geladenen Elektronen von der Anode, an der eine positive Spannung anliegt, angezogen und beschleunigt werden. [live] Beim Durchlaufen einer Spannung von 200 V erhalten die Elektronen die kinetische Energie $E=200$ Elektronenvolt. Natürlich reicht das noch lange nicht aus! Legt man eine höhere Spannung an, so werden die Elektronen natürlich stärker beschleunigt. Bei 90.000 Volt zwischen Anode und Kathode hätten die Elektronen schon eine Energie von 90 Kilo-Elektronenvolt. Sehr viel höhere Spannungen können aber nicht mehr erreicht werden, denn dann treten Funkenüberschläge zwischen Anode und Kathode auf, da die Luft leitend wird. Wir müssen uns also etwas anderes einfallen lassen, um das Teilchen weiter zu beschleunigen.

Die Idee ist, einfach mehrere Beschleunigungsstrecken hintereinander zu bauen. Probieren wir das einmal in der Simulation aus. [Video] Ein Proton wird von der negativen Elektrode an der ersten Batterie angezogen und wie gewünscht beschleunigt. Doch siehe da: der positive Pol der nächsten Batterie bremst das Teilchen wieder ab. Um dies zu vermeiden, muss man das elektrische Feld im richtigen Moment umpolen, dann gelingt die Beschleunigung des Teilchens.

[live] In Teilchenbeschleunigern wird das Feld natürlich nicht von Hand oder per Mausklick umgepolt. Man verwendet eine Wechselspannung hoher Frequenz, die abwechselnd gepolt an sogenannte „Driftröhren“ angelegt wird. [Video3] Innerhalb dieser Metallröhren ist das Feld aufgrund der Abschirmung durch das Metall sehr schwach, so dass das Feld ohne große Bremswirkung auf das Teilchen umgepolt werden kann. In den Zwischenräumen zwischen den Röhren ist das elektrische Feld dagegen sehr stark, das Teilchen wird beschleunigt. [Video4] Durch die Wechselspannung ist sichergestellt, dass das Feld immer richtig gepolt ist. Einen Teilchenbeschleuniger, der so funktioniert, nennt man Linearbeschleuniger.

[live] Genau solche Driftröhren befinden sich innerhalb des Linearbeschleunigers LINAC2, vor dem wir hier stehen. An den Driftröhren dieses Beschleunigers liegt eine Wechselspannung mit einer Frequenz von 200 Megahertz an. Hier werden die Protonen auf 50 Megaelektronenvolt, das sind 31 Prozent der Lichtgeschwindigkeit, beschleunigt.