

Teilchenbeschleuniger

I) Historie

a) Kurze Frühgeschichte der Beschleunigerphysik (1)

1928:	Bericht von <i>R. Wideroe</i> über ersten Betrieb eines Linearbeschleunigers
1931:	Erste Konstruktion eines Hochspannungsgenerators durch <i>Van de Graaff</i>
1932:	Erste Präsentation eines Protonen-Strahls (1.2 MeV Zyklotron) -> <i>Lawrence und Livingston</i>
1939:	<i>Hansen und Varian</i> erfinden Klystron
1941:	<i>Kerst und Serber</i> stellen das erste funktionierende Betatron vor + Entwicklung des Ringbeschleunigerprinzips durch <i>Touschek und Wideroe</i>
1947:	<i>Alvarez</i> entwickelt ersten Proton-Linearbeschleuniger
1950:	<i>Christofilos</i> formuliert Konzept der Starken Fokussierung

(1) : http://homepages.physik.uni-muenchen.de/~Otm.Biebel/beschleuniger/beschleuniger_01.pdf

b) Erfinder (2)

Robert Jemison Van der Graaff war ein US-amerikanischer Physiker.

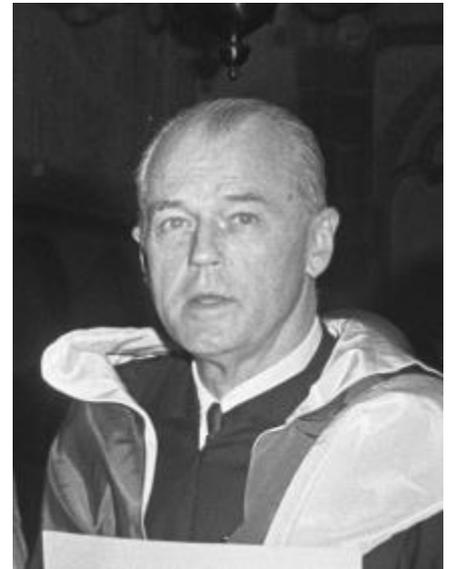
Er wurde am 20. Dezember 1901 in Tuscaloosa geboren und starb am 16. Januar 1967 in Boston.

Nach einem Maschinenbaustudium an der University of Alabama studierte Van de Graaff Physik in Paris bei Marie Curie und an der Universität Oxford.

Van de Graaff wurde hauptsächlich wegen der Entwicklung seines Van de Graaff Generators bekannt im Jahre 1929. Dieser Van der Graaff Generator ist die Grundlage für den Aufbau des Van de Graaff Beschleunigers.

1931 also ermöglichte Van de Graaff die erste Konstruktion eines Hochspannungsgenerators.

Kurze Zeit vor seinem Tod erhielt er den Tom-W.-Bonner-Preis für Kernphysik der American Physical Society.



(3) Van de Graaff Generator



(4) Van de Graaff Beschleuniger

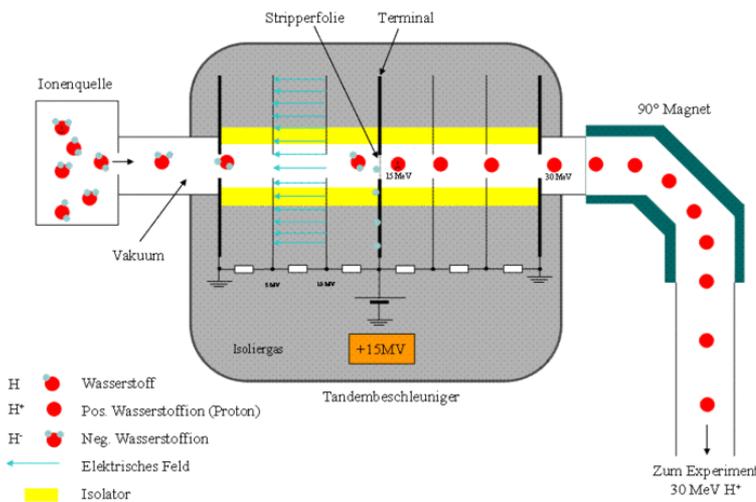
(2): https://de.wikipedia.org/wiki/Robert_Jemison_Van_de_Graaff

(3): https://de.wikipedia.org/wiki/Van-de-Graaff-Generator#/media/File:Van_de_graaff_generator_sm.jpg

(4): <https://de.wikipedia.org/wiki/Van-de-Graaff-Beschleuniger>

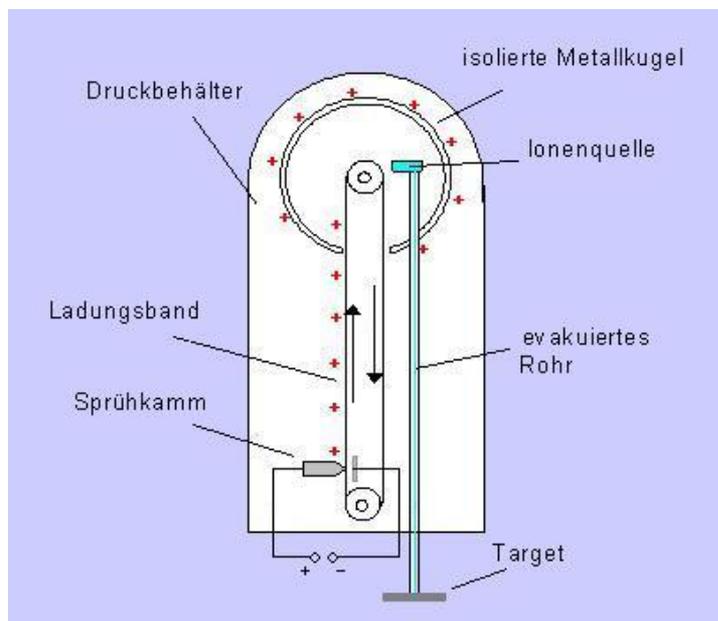
II) Aufbau

a) Beschleuniger



Der Beschleuniger besteht aus mehreren Teilen. Der Beschleuniger fängt mit der Ionenquelle an. Dort werden die zu beschleunigten Teilchen in den Gaszustand gebracht und negativ geladen. Das bedeutet sie werden zu Anionen. Das Ganze geschieht im Vakuum. Der Hauptkörper des Beschleunigers besteht aus einer großen Kammer welche 25m lang und 5,5m im Durchmesser hat. In dieser Kammer befinden sich alle anderen Bestandteile des Beschleunigers. Die Kammer ist mit einem Isolierungsgas gefüllt und steht unter Druck, um

einen dielektrischen Durchschlag zu vermeiden. In diesem Fall wurde das Isolierungsgas SF₆ welches unter 7bar Druck steht, benutzt. Die Teilchen befinden sich in einer Röhre und sind im Vakuum, diese Röhre transportiert die Teilchen bis zu ihrem Bestimmungsort. Um die Teilchen zu beschleunigen besitzt der Beschleuniger Metallplatten welche unter einer Spannung von 15 Millionen Volt stehen. Diese werden auf mehrere hundert Metallplatten aufgeteilt. Da die Metallplatten positiv geladen sind ist es wichtig, dass die Teilchen negativ geladen sind. Im Terminal, welcher sich in der Mitte befindet, steht die Stripperfolie welchen alle Elektronen von den Teilchen "raubt" und diese so positiv lädt. Die Stripperfolie kann vollautomatisch ersetzt werden wenn sie gerissen ist, es befindet sich eine Art Magazin im Terminal welches die Folie per Knopfdruck austauscht. Durch diese Technik kann man die positivgeladenen Metallplatten noch einmal nutzen und die positiven Teilchen abstoßen und so werden die Teilchen noch einmal beschleunigt. Durch die Nutzung dieser Technik



Bracke Bob

Diederich Tim

Petrosino Lucia

2eC4

LCD DIEKIRCH (2016)

bekommt der Beschleuniger seinen Namen, Tandembeschleuniger. Der Beschleuniger wird auch Van de Graaff Beschleuniger genannt da er das gleiche Betriebssystem wie ein Van de Graaff Generator hat um Spannung zu erzeugen. Mehrere Ladungsbänder laden die Metallplatten positiv, welche positiv geladen werden, damit sie die negative Ladung der Platten auf das Ladungsband nehmen. Die Bänder werden durch den Sprühraum positiv geladen.



Ein Paar Metallplatten



Ladungsband



"Stripperfolienmagazin"



Beschleunigerkammer



Stripperfolie

- http://www.idn.uni-bremen.de/cvpm/content/elementarteilchenphysik/level13a_5_right.html

- <http://www.bl.physik.tu-muenchen.de/tandem/besucherinfo/tandemprinzip/index.html>

- <https://de.wikipedia.org/wiki/Van-de-Graaff-Beschleuniger>

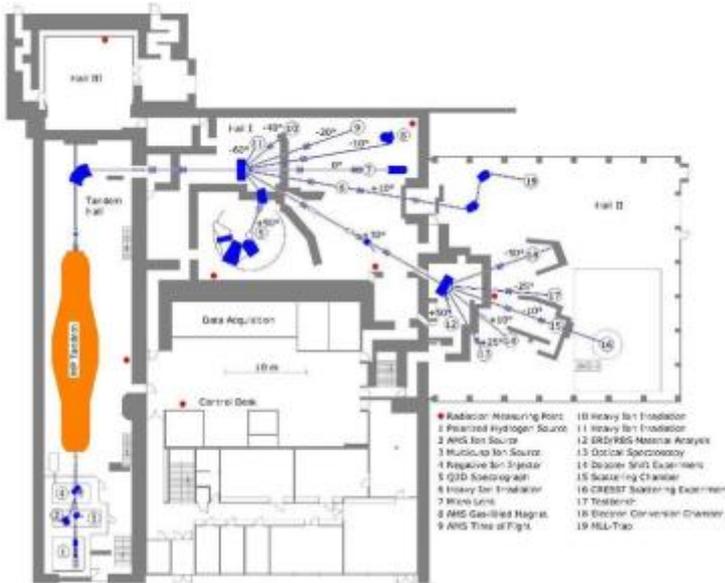
b) Teilchentransportsystem

Die beschleunigten Teilchen werden durch Röhren befördert welche sich unter Vakuum befinden. Direkt nach der Beschleunigung wird der Teilchenstrahl um 90° umgelenkt und zwar Mithilfe von einem sehr starken Elektromagneten, welcher 1,6 Tesla stark ist.

Danach wird der Strahl in die Experimentierhallen geleitet. An der Verteilerstation wird der Strahl wieder durch einen verstellbaren Elektromagneten umgelenkt und kann in verschiedene Hallen geleitet werden. Auch weitere Umleitungen erfolgen per Magnete.

Um den Strahl auf seinem Weg zu fokussieren werden Quadrupolmagnet eingesetzt. Diese bestehen aus vier magnetischen Polen, wo sich Nord- und Südpole gegenüberliegen. Durch diese

Magnete werden sie in einer Achse stark fokussiert und in der anderen Achse leicht defokussiert. Dadurch dass man zwei dieser Magnete direkt hintereinander versetzt anbringt wird der Teilchenstrahl in jeder Achse fokussiert. Am Ende der Röhren befinden sich die Experimentierstellen, wo die verschiedenen Experimente stattfinden.



Verteilermagnet



90°-Magnet



Quadrupolmagnet



Model der Fokussierung



Austritt aus dem Beschleuniger

III) Verwendung

Experimente

Der Tandembeschleuniger kann fast alle Elemente beschleunigen die es gibt. Die Ausnahme hierzu sind Edelgase, welche keine negativen Ionen besitzen. Der Beschleuniger kann nur negative Ionen beschleunigen und diese werden hierbei positiv geladen. Bei der Beschleunigung eines Atoms wird radioaktive Strahlung freigesetzt, somit muss der Beschleuniger in einem geschlossenen Raum sein der mit dicken Betonwänden die Strahlung von dem Forschungslabor abhält.

Der Teilchenbeschleuniger kann viele Experimente ausführen. Eines davon ist das Conversion electron spectroscopy. Hierbei werden orange Spektrometer in einer fixierten Position von dem Tandembeschleuniger entfernt angebracht. Dieser Aufbau erlaubt es eine Vielzahl von Messungen zu nehmen. Beispielsweise kann man ein kleiner oranger Spektrometer anbringen um "coincidence measurements" also Messungen über Zufälle auszuführen. Dabei ist dies auch ein sehr genaues Messwerkzeug für ganz schnelle Experimente, da es Elektronen und Elektronen-Gamma Timing ermöglicht.

<http://www.ikp.uni-koeln.de/research/orange/>

Dann gibt es auch noch das HORUS-Spektrometer, HORUS steht für High efficiency Observatory for γ -Ray Unique Spectroscopy und wurde als Name gewählt, da OSIRIS der Vorgänger des Spektrometers ist und Horus der Sohn von Osiris in der ägyptischen Mythologie ist. Das HORUS-Spektrometer hat einen äußerst variablen Aufbau. Hierbei handelt es sich um einen Würfel, wo die 6 Seiten und die 8 Ecken ermöglichen, dass verschiedene Detektortypen daran befestigt werden können.

Horus Würfelspektrometer



<http://www.ikp.uni-koeln.de/research/horus/>