

Universität Hamburg
Physikalisches Praktikum für Fortgeschrittene
Sommer-Semester 2014

**Versuch: SALOME (Simple
Accelerator for Learning Optics and
Manipulation of Electrons)**

Praktikanten: Alexander Okupnik
Vincent Koppen
Betreuer: Dr. Velizar Miltchev

durchgeführt vom 1.9. bis zum 5.9.2014

Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung	1
1.1	Aufbau	1
2	Energiemessung	2
3		4
3.1	4
4		5
4.1	5
5		6
5.1	6
6		7
6.1	7
7	Literaturverzeichnis	8

1 Einleitung

Ziel eines Teilchenbeschleuniger ist es einen Teilchenstrahl oder -bunch zu beschleunigen und möglichst fokussiert auf einer Sollbahn zu halten. Einerseits um keine Teilchen zu verlieren, andererseits um z.B. bei einem Collider die Teilchendichte hoch zu halten. In unserem Versuch werden wir mit einem einfachen Linearbeschleuniger arbeiten und die Energie sowie die Emittanz, eine die Qualität des Strahls charakterisierende Größe die wir im Theorieteil erklären werden, zu messen.

1.1 Aufbau

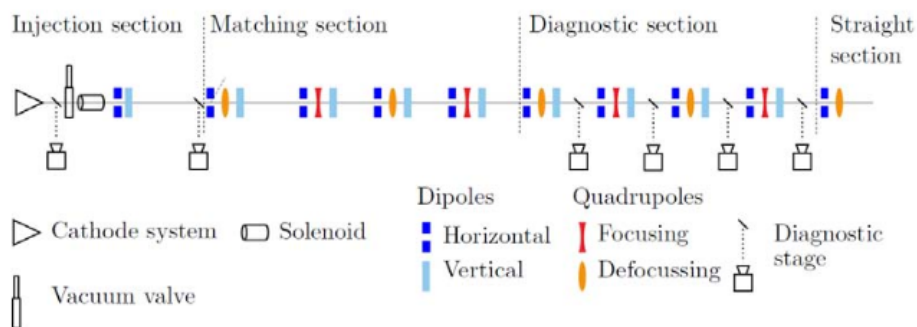


Abbildung 1.1:

2 Energiemessung

Zunächst wollen wir eine sogenannte Energiemessung des Elektronenstrahls mithilfe eines Dipolmagneten durchführen. Die Elektronen, aus dem der Strahl besteht, werden am Anfang des Beschleunigers thermisch durch die Kathode erzeugt und erhalten so ihre kinetische Energie und ihren Impulsbetrag, die sie von da an behalten, da sie im Beschleuniger nur mit den Feldern der Dipol- und Quadrupolmagnete über die Lorentzkraft wechselwirken.

Dies geschieht, indem der Zusammenhang zwischen Ablenkung durch einen der Dipole und Stärke des Dipols gemessen wird, da erstere theoretisch linear von der letzteren abhängt. Genauer gilt:

Sei L_{eff} die Länge des Einflussbereichs des Dipols, sei dahinter eine Driftstrecke mit Länge L_{drift} und am Ende ein Schirm. Sei x der Versatz des Strahls auf dem Schirm in die Richtung, in die er vom Dipol abgelenkt wird. Es gilt dann $x = x_0 + \frac{dx}{dI}I$, wobei x_0 der Versatz auf dem Schirm ohne Wirkung des Dipols ist. (Man bedenke, dass $\frac{dx}{dI}$ negativ sein kann, falls x_0 so ist, dass die Ablenkung durch den Dipol den Strahl näher in die Mitte des Strahlrohrs versetzt.) I ist der Strom des Dipols, der proportional zur Dipolstärke mit Faktor κ ist. Sei v die Geschwindigkeit der auf den Schirm treffenden Elektronen, $\beta := \frac{v}{c}$, c die Lichtgeschwindigkeit, $\gamma := \frac{1}{\sqrt{1-\beta^2}}$, m_e die Elektronenmasse und e die Elementarladung. Dann gilt:

$$\beta\gamma = \frac{eL_{eff}L_{drift}}{\kappa m_e c \left| \frac{dx}{dI} \right|} \quad (2.1)$$

Wir messen eine Reihe von Wertepaaren für I und x (siehe Tabelle 2.1), ermitteln mithilfe linearer Regression einen Wert für $\frac{dx}{dI}$, woraus wir mit (2.1) einen Wert für $\beta\gamma$ erhalten. Dieser ist $\beta\gamma = 0,1675$. Für $\gamma = \sqrt{1 + \beta^2\gamma^2}$ erhalten wir damit $\gamma = 1,014$.

Da $\gamma = \frac{E}{m_e c^2} = 1 + \frac{E_{kin}}{m_e c^2}$ gilt, wenn E die Gesamtenergie des einzelnen Elektrons ist, erhalten wir schliesslich für seine kinetische Energie $E_{kin} = 7,121$ keV

$I[A]$	$x[mm]$
-3,50	4,07
-3,45	3,41
-3,40	2,71
-3,35	2,05
-3,30	1,23
-3,25	0,37
-3,20	-0,10
-3,15	-0,58
-3,10	-1,44
-3,05	-2,19
-3,00	-2,85
-2,95	-3,55
-2,90	-4,16
-2,85	-5,05
-2,80	-6,21
-2,75	-6,82
-2,70	-7,85
-2,65	-8,56
-2,60	-9,21
-2,55	-9,78
-2,50	-10,17

Tabelle 2.1: Messung des horizontalen Versatzes x auf Schirm 3 bei Ablenkung durch den Dipol H15Match betrieben mit Strom I .

3

3.1

4

4.1

5

5.1

6

6.1

7 Literaturverzeichnis