

# Beschleunigerinstrumentierung und Strahldiagnostik Übungsblatt 3

P. Forck, R. Singh

Sommersemester 2016  
Besprechung am 31.5.2016

## 1 Signalstärke eines Ionisationsprofil-Monitor

Die Signalstärke bei einem Ionisationsprofil-Monitor IPM der Länge  $l = 10$  cm soll abgeschätzt werden für einen Protonenstrahl in einem gepulsten LINAC mit einer Strahllieferung von  $t_{puls} = 1$  ms und einem Strahlstrom von  $I = 10$  mA. Der Vakuumdruck in der Kammer beträgt  $p = 10^{-7}$  mbar. Der Energieverlust nach Bethe-Bloch Formel beträgt für diesen Druck  $\frac{dE}{dx} = 4.1 \cdot 10^{-5}$  eV/cm.

- Berechnen Sie die Anzahl der insgesamt beschleunigten Strahlionen während der  $t_{puls} = 1$  ms Strahllieferung.
- Berechnen Sie den Energieverlust pro Strahlion in der Wechselwirkungszone mit  $l = 10$  cm Länge.
- Berechnen Sie die total deponierte Energie im Wechselwirkungsbereich durch alle Strahlionen.
- Welcher sekundäre Strom  $I_{sek}$  wird durch die abgesaugten Restgasionen erzeugt unter der Annahme dass eine Energie von  $W = 100$  eV zur Ionisation eines Restgasatoms aufgebracht werden muss?
- Das Strahlprofil verteile sich gleichmäßig auf 10 Streifen. Kann der Strom pro Streifen mit 'einfachen' technischen Mitteln gemessen werden? Welcher Type von Elektronik ist dafür vorzusehen? Diskutieren Sie die wichtigsten technischen Parameter dieser Elektronik (Hinweis: Eine solche Elektronik wurde im Kapitel 'Faraday-Cup' vorgestellt.)
- In einem supra-leitenden LINAC oder in einem Speicherring ist der Druck nur  $p = 10^{-11}$  mbar. Was ist zu tun, um dennoch Profile mit dem IPM messen zu können?

## 2 Transversale Profilmessung mit einem 'Flying Wire'

In einem Synchrotron läuft ein Protonenstrahl mit  $E_{kin} = 1$  GeV innerhalb von  $1 \mu\text{s}$  um. Es sind insgesamt  $N_{stored} = 10^{12}$  Protonen gespeichert. Die Strahlbreite sei  $d_{Strahl} = 10$  mm. Ein Graphit-Draht mit  $\varnothing = 50 \mu\text{m}$  wird zur Profilmessung durch den Strahl gesant, er hat die Geschwindigkeit  $v = 10$  m/s. Der Energieverlust eines Protons bei 1 GeV in Graphit ist  $dE/dx = 4.29$  MeV/cm.

*Benutzen Sie folgende (nicht besonders realistische) Annahme:* Der Protonenstrahl und die Draht habe rechteckigen Querschnitt.

- a) Berechnen Sie den Ergieverlust bei einem einmaligen Durchlauf eines Protons durch den Draht.
- b) Berechnen Sie die mittlere Anzahl der Durchläufe eines Protons durch den Draht. *Hinweis:* Berechnen Sie zuerst die Zeit in der sich der Draht um sein Dicke von  $50 \mu$  bewegt. Berechnen Sie weiterhin die Zeit zum Durchqueren des gesamten Strahls, dies wird für Teil d) benötigt.
- c) Was ist der mittlere Energieverlust eines Protons bei diesem Scan? Werden die Teilchen weiterhin im Synchrotron umlaufen? *Hinweis:* Vergleichen Sie dazu den relativen Energieverlust mit einer typischen longitudinalen Akzeptanz von  $\Delta E/E \simeq 10^{-3}$ .
- d) Berechnen Sie die gesamte Energieabsorption in dem Draht durch die  $N_{stored} = 10^{12}$  gespeicherten Protonen. Wird der Draht dadurch zerstört? *Hinweis:* Der Draht wird nicht zerstört, wenn die Leistung unter  $1 \text{ W/mm}$  bleibt.

### 3 Vergleich von Leuchttargets mit OTR (Optical Transition Radiation) screens

- a) Was sind die wichtigen Eigenschaften von Leuchttargets? Welche Eigenschaft definiert die Zeitauflösung eines Leuchttargets?
- b) Kann ein normaler Leuchtschirm (Chromolux Szintillator) dazu benutzt werden OTR zu sehen?
- c) Inwiefern unterscheidet sich OTR vom Licht von Leuchtschirmen?
- d) Sie haben ein Leuchttarget-Setup (P 43 Szintillator) für einen relativistischen Protonenstrahl mit  $\gamma = 10$ . Was würden Sie verändern, um das Setup an für OTR anzupassen?