



fachschaft physik  
tu dortmund

## **Gedächtnisprotokoll Fortgeschrittenenpraktikum**

**Prüfende: Herr Betz und Frau Siegmann**

GEPRÜFT IM MÄRZ 2020

NOTE: 1,0

# 1 Durchführung und Fragen

Folgende Versuche wurden durchgeführt:

- Lebensdauer komischer Myonen
- Tomographie mit Gamma-Strahlung
- Optisches Pumpen
- Zeeman-Effekt
- Faraday-Effekt

**Wie immer besteht kein Anspruch auf Vollständigkeit und fachliche Richtigkeit! Es wurde versucht, den Prüfungsverlauf so gut wie möglich zu rekonstruieren, aber es fehlen bestimmt einige Fragen.**

## 1.1 Lieblingsversuch

Liebblingsversuch: Lebensdauer kosmische Myonen

*Herr Betz beginnt erfahrungsgemäß direkt mit Fragen, sodass man selbst keine "Präsentation" des Lieblingsversuchs vorbereiten müsste. Ich fand das Ausformulieren einer kurzen Präsentation aber allein zur Vorbereitung auf alle Versuche trotzdem sehr hilfreich!*

**Was sind Myonen?**

Fermionen, da sie einen halbzahligen Spin haben, und Leptonen. Sie gehören zur 2. Generation der Leptonen.

**Was kennen Sie denn noch für Leptonen, wenn Sie schon von Generationen sprechen?**

Da gibt es noch die Tauonen und die Elektronen... *Nach kurzem Zögern und fragenden Blicken ...* achso und natürlich die entsprechenden Neutrinos und jeweils die passenden Antiteilchen!

**Genau! In welchen Größenordnungen bewegen sich denn die Lebensdauern und Massen der verschiedenen Leptonen?**

Das Lepton ist das schwerste und zerfällt am schnellsten, das Myon liegt mit  $m_\mu \approx 206 \cdot m_e = 105,6 \text{ MeV}$  und  $\tau_\mu = 2,2 \mu\text{s}$  in der Mitte und das Elektron ist das leichteste und ziemlich stabil.

**Und was denken Sie, wie schnell so ein Tauon konkret zerfällt?**

Ungefähr in der Größenordnung  $10^{-8} \text{ s}$ ?

**Joa, das kommt so ungefähr hin. Eigentlich aber eher so im Nanosekundenbereich.**

*Ich hatte nicht wirklich eine Ahnung, wie groß die Lebensdauer des Tauons ist, aber man hat Herrn Betz angesehen, dass er mit einer ungefähren Größenordnung, die kleiner als die des Myons ist, zufrieden war.*

**Wo entstehen denn die Myonen?**

Myonen entstehen in ca 10 km Höhe in der Atmosphäre aus dem Zerfall von Pionen.

**Wie sieht denn der Zerfallskanal von so einem Myon aus?**

*Zerfall des negativen Myons aufgemalt, bisschen was dazu erklärt, warum braucht man die Neutrinos...*

**Wie groß muss denn wohl die kinetische Energie von einem Myon sein?**

*Nach längerem Überlegen: Vielleicht im 100 MeV-Bereich?*

**Naja, so ungefähr. Es müssen schon mehrere 100 MeV sein, ansonsten würde das Myon bei dieser Masse nicht auf der Erde ankommen. Wie kann es denn überhaupt sein, dass die Myonen auf der Erde messbar sind?**

*Klassische Reichweite von ca. 650 m. Bewegung aber nahezu mit Lichtgeschwindigkeit, deshalb Längenkontraktion. Deshalb Reichweite von knapp 33 km, sodass sie auch auf der Erde nachweisbar sind.*

**Wie funktioniert denn die Detektion?**

*Wir haben einen Szintillatortank, der mit einem organischen Szintillator gefüllt ist. Damit lassen sich gut schnelle Prozesse auflösen. Die Szintillatormaterie wird dann angeregt, bei Abregung Aussendung von UV-Photonen, die gelangen zu den PMTs. Dort wird durch Photoeffekt ein Elektron ausgelöst, Signal wird über Dynoden verstärkt.*

**Wofür ist es denn wichtig, dass es UV-Photonen sind?**

*Lange rumüberlegt und laut gedacht, mit ein paar Hinweisen drauf gekommen, dass auch eine Flüssigkeit eine Bandlücke hat und dementsprechend nur in dem Bereich transparent ist.*

**Warum verwenden wir denn zwei PMTs in dem Aufbau?**

*Unterdrücken von Störquellen wie spontaner Elektronenemission durch Erwärmung der Dynoden.*

**Mit welcher Spannung werden die PMTs betrieben?**

*Laut Versuchsanleitung mit Hochspannung, also vielleicht sowas wie 1000 V?*

**Ja, ungefähr. Das sind sowas wie 2000 V.**

**Wie unterscheidet man auf elektronischer Seite, ob man ein echtes Signal hat?**

*Funktionsweise von Monoflop und der Suchzeit erklärt und Zusammenhang mit AND-Gattern und TAC erläutert.*

*Dann hat er noch eine Frage zu Zeitskalen gestellt, auf der die Prozesse stattfinden. Also u.a. dass der Szintillator eine Abklingdauer von ca. 10 ns hat, der Monoflop hat 20  $\mu$ s Suchzeit gehabt. Dazu hatte er dann noch eine tiefergehende Frage, die ich aber nicht mehr rekonstruieren konnte.*

## **1.2 Zweiter Versuch**

**Dann kommen wir noch zu einem anderen Versuch. Nehmen wir mal den Faraday-Effekt. Worum geht es denn dabei?**

*Wir wollen die effektive Masse von Leitungselektronen mithilfe des Rotationswinkels bestimmen.*

**Na gut, darum ging es in dem Versuch, aber was besagt denn der Faraday-Effekt?**

Achso, der Faraday-Effekt beschreibt die Drehung der Polarisationssebene in einem optisch inaktiven Medium im externen Magnetfeld. Das Medium wird dann zirkular doppelbrechend.

**Kennen Sie denn auch optisch aktive Materialien?**

Da gibt es z.B. Quarz und Zuckerlösung.

**Genau. Eins davon ist aber nicht zirkular doppelbrechend.**

Keine Ahnung, vielleicht die Zuckerlösung? Nee, Quarz. Wenn es nicht zirkular doppelbrechend ist, was gibt es denn noch für eine Form von Doppelbrechung? Vermutlich lineare Doppelbrechung. *An dieser Stelle waren wir ziemlich weit weg vom eigentlichen Versuch und haben dann auch noch kurz über Kalkspat diskutiert, aber auch das passiert bei Herrn Betz wohl schon mal schnell... :D*

**Wie ist denn überhaupt der Aufbau des Versuchs?**

Kurz den Aufbau beschrieben mit der Lampe, den Prismen (*Anm. von Herrn Betz: Die sind übrigens aus Kalkspat!*), den Verstärkern usw.

**Warum benutzt man eine Halogenlampe?**

Die Halogenlampe hat ein überwiegend infrarotes Emissionsspektrum und GaAs ist aufgrund der Bandlücke nur dort transparent.

**Was ist denn der Vorteil bei der Verwendung von zwei Photowiderständen?**

Wir haben eine redundante Messung und können jeweils auf ein Minimum des Differenzsignals eingegeln. Das schaltet Störquellen aus.

**Warum verwenden wir denn nur Filter bis ca.  $2\mu\text{m}$ ?**

Weil die Probe ab dort nicht mehr lichtdurchlässig ist?

**Ja, das geht in die richtige Richtung. Was könnte denn in einem Festkörper noch absorbieren?**

...Das sollten Sie aber eigentlich in der Festkörperphysik gelernt haben! Welche Quasiteilchen kennen Sie denn?

Achsoo, die Phononen!

**Bei welcher Frequenz lassen Sie denn das Zerhackerrad laufen?**

Bei 450 Hz.

**Genau. Und was gibt es für Störquellen, die dadurch unterdrückt werden können?**

Vielleicht Schwankungen der Lichtquelle oder des Magnetfeldes? Das sind ja die einzigen "aktiven" Bauteile.

**Das Magnetfeld ist eigentlich eher nebensächlich. Aber die Lichtquelle ist natürlich nicht perfekt. Gerade durch den Einfall von Umgebungslicht kann das schon für Störeinflüsse sorgen. Was gibt es denn im Labor noch für Frequenzbereiche, in denen es zu Störungen kommen kann?**

Alles um 50 Hz rum, wegen der Frequenz der Wechselspannung.

**Wie groß war denn letztendlich Ihre effektive Masse und wofür könnte sowas interessant sein?**

Die effektive Masse lag bei ungefähr  $0,06 \cdot m_e$ . Praktisch ist sowas für schnelle Prozesse, da man wegen Newton 2 eine hohe Beschleunigung erreichen kann.

## **2 Note und Fazit**

### **2.1 Note**

Die Note war eine 1,0.

### **2.2 Fazit**

Die Atmosphäre war recht entspannt, Herr Betz hat einem meist mit ein paar Hinweisen und Schlagworten auf den richtigen Gedanken gebracht. Gerade beim zweiten Versuch hat es aber erstaunlich lange gedauert, bis er überhaupt erstmal zu so etwas Elementarem wie dem Versuchsaufbau kam. Zuerst hat er "wild drum herum" gefragt, es ist also sehr wichtig, sich auch mit Phänomenen auszukennen, die nicht direkt mit dem Versuch zu tun haben. Falls ihr nicht weiterkommt, denkt lieber laut nach anstatt nichts zu sagen, dann wissen die Prüfer eher, wie sie euch helfen können.