

Versuch FP 13 - Measurement of Muon PropertiesVersuchsvorbereitung

Als erstes überprüfen wir das Ausgangssignal des Photomultiplier mit dem Oszilloskop. Hierfür messen wir die Pulshöhe und geben die Form des Pulses an. Dies wird für zwei verschiedene Abschlusswiderstände von  $50\ \Omega$  und  $1\ M\Omega$  durchgeführt.

$50\ \Omega$ :

Szintillator	Pulshöhe [V]	Pulseform [Abbildung]
0	0,416	
1	0,572	
2	0,184	Diagramm 1a)
3	0,248	
4	0,364	
5	0,360	1

Tabelle 1: Input Signal  $50\ \Omega$

$1\ M\Omega$ :

Szintillator	Pulshöhe [V]	Pulseform [Abbildung]
0	0,648	
1	0,224	
2	0,176	Diagramm 1b)
3	0,184	
4	0,178	
5	0,166	

Tabelle 2: Input Signal  $1\ M\Omega$

Dan wird die Messung mit eingestellten Schwellenwert wiederholt.

50.2:

Szintilator	Puls Höhe [V]	Pulseform [Abbildung]	Schwellwert [mV]
0	0,416		
1	0,424		
2	0,424	Diagramm 3 a)	siehe Bestimmung Effizienz
3	0,408		
4	0,416		
5	0,424		

Tabelle 3: Output Signal 50.2

114.2:

Szintilator	Puls Höhe [V]	Pulseform [Abbildung]	Schwellwert [mV]
0	0,832		
1	0,840		
2	0,848	Diagramm 3 b)	siehe Bestimmung Effizienz
3	0,808		
4	0,824		
5	0,846		

Tabelle 4: Output Signal 114.2

Nun nehmen wir Messungen vor und nach dem Abschlusswiderstand auf und bestimmen die Zeitzifferenz.

$$\text{Szintilator 0: } (60,14 \pm 7,39) \text{ ns}$$

$$\text{Szintilator 1: } (76,05 \pm 3,69) \text{ ns}$$

$$\text{Szintilator 2: } (57,23 \pm 3,66) \text{ ns}$$

$$\text{Szintilator 3: } (51,24 \pm 3,58) \text{ ns}$$

$$\text{Szintilator 4: } (59,06 \pm 3,47) \text{ ns}$$

$$\text{Szintilator 5: } (65,28 \pm 3,36) \text{ ns}$$

Der Fehler wird statistisch über das Oszilloskop berechnet (siehe Abbildung)

Der Mittelwert von  $\Delta t$  ist somit

$$\underline{\Delta t = (61,34 \pm 4,18) \text{ ns}}$$

(Fehler durch Fehlerfortpflanzung)

Wir nehmen fünf Messungen der Pulswide nach dem Abschlusswiderstand auf und ermitteln den Durchschnitt:

$$\text{Messung 1: } (101,9 \pm 0,9) \text{ ns}$$

$$\text{Messung 2: } (101,9 \pm 0,9) \text{ ns}$$

$$\text{Messung 3: } (102,0 \pm 0,9) \text{ ns}$$

$$\text{Messung 4: } (102,1 \pm 2,0) \text{ ns}$$

$$\text{Messung 5: } (102,0 \pm 2,0) \text{ ns}$$

Der Fehler wird über Skalenteilung abgeschätzt.

$$\underline{\Delta t = (101,98 \pm 2,00) \text{ ns}}$$

Als nächstes wird die Dimension des Detektors ermittelt.

$$\text{Länge: } (82,0 \pm 0,5) \text{ cm}$$

$$\text{Breite: } (32,0 \pm 0,5) \text{ cm}$$

$$\text{Höhe: } (1,5 \pm 0,5) \text{ cm}$$

$$\text{Abstand Szintilator 0 zu 1: } (16 \pm 1) \text{ cm}$$

## Bestimmung der Effizienz

Scindilator	Schwellwert [mV]	Effizienz [%]
0	-11	92,6
1	-11	94,6
2	-5	95,7
3	-9	92,1
4	-8	93,6
5	-13	97,3

Tabelle 5: Effizienz

Die durchschnittliche Effizienz beträgt 94,3 %.

## Versuchsteil 1

Es wird die Lebensdauermessung der Myonen gestartet.

## Versuchsteil 2

Das Magnetfeld wird dazugeschalten (8.1 V, 2.00 A) und die Lebensdauermessung der Myonen wird gestartet.

## Auswertung

Zuerst werden die Fragen aus Versuchsteil 1 bearbeitet.

### 1.1

1. How are photons detected in a photomultiplier?

Photonen treffen auf die Photokathode und lösen durch den äußerer photoelektrischen Effekt Elektronen aus der Oberfläche.

Die Elektronen treffen auf eine Anode und fließen zur Masse ab.

Es entsteht ein Spannungsabfall über einen Widerstand. Die Spannung ist das Ausgangssignal.

2. How are the photons generated in the scintillator?

Durch den Durchgang von geladenen Teilchen werden die Moleküle im Scintillator angeregt. Diese Anregungsenergie wird in Form von Licht / Photonen wieder abgegeben.

3. How much energy deposit relativistic particles such as muons from cosmic radiation in scintillator?

Mindertens so viel Energie die benötigt wird um ein Elektron des Scintillatormolekül <sup>das</sup> in ~~die~~ nächst höhere Energieniveau zu heben.

4. Which impact has the terminator on the waveform?

Die Reflexion des Signals wird durch den Abschlusswiderstand gedämpft. Somit erhält man ein saubereres verwertbares Signal.

5. How do pulses from photomultiplier tubes look like?

siehe Abbildung

6. What determines the height of these pulses?

Die Pulshöhe wird durch die Energiedissipation des Muons am Scintillator bestimmt.

12

1. What is the functionality of discriminators?

Der Diskriminator dient als Filter und Erzeugung eines Rechtecksignals zur besseren Beobachtung. Sie dienen zur Auswertung von analogen oder digitalen Signalen.

2. Which impact has changing the thresholds?

Der Schwellwert ist die minimale Spannung die benötigt wird, damit ein Signal zur Bearbeitung weitergeleitet wird.

13

1. What do you observe?

Eine Signaverzögerung der beiden Pulse wurde beobachtet.

2. How can it be explained?

Die Schalttechnik (für den Schwellwert) hat eine gewisse Bearbeitungsdauer

Bestimmung des Raumwinkels.

Um den Raumwinkel zu bestimmen betrachten wir den obersten Zintillator als Grundfläche einer Pyramide und den Abstand der zwei Zintillatoren als Höhe dieser.

Wir erhalten mit

$$\Omega = 4 \cdot \arcsin(\sin(\vartheta_x) \sin(\vartheta_y)) \quad \text{wobei } \vartheta_x = \tan^{-1}\left(\frac{y_1}{x_1}\right) \quad (I)$$

und  $\vartheta_y = \tan^{-1}\left(\frac{y_2}{x_2}\right)$

$\Omega = (2,68 \pm 0,07) \text{ sr}$

Hierbei muss beachtet werden, das durch diese Näherung der wirkliche Raumwinkel stark unterschätzt wird, da nur "ein" Punkt betrachtet wird und nicht die gesamte Fläche des zweiten Zintillators an dem ein Myon durch kommen kann.

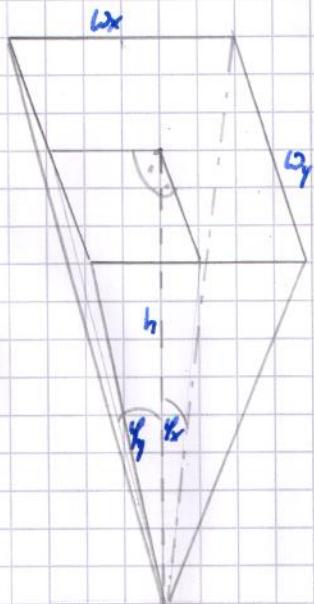


Abbildung 1: Pyramidenräumung Raumwinkel

Die Fläche ermittelt sich durch

$$A = (82 \pm 0,5) \text{ cm} \cdot (32 \pm 0,5) \text{ cm} = \underline{\underline{(2624 \pm 44) \text{ cm}^2}}$$

Mit  $70 \frac{\text{partikel}}{\text{m}^2 \cdot \text{s} \cdot \text{sr}}$  (Quelle: Skript FP 13) erhalten wir

$$70 \frac{\text{partikel}}{\text{m}^2 \cdot \text{s} \cdot \text{sr}} \cdot (0,2624 \pm 0,044) \text{ m}^2 \cdot (2,68 \pm 0,07) \text{ sr} = \underline{\underline{(49 \pm 2) \frac{\text{partikel}}{\text{s}}}}$$

welche theoretisch bei diesem Experiment erwartet werden.

Es sei nochmals vermerkt, dass der Wert durch den unterschätzten Raumwinkel selber unterschätzt wird und deshalb mehr Partikel pro Sekunde erwartet wird.

### Zufalls-koinzidenzen

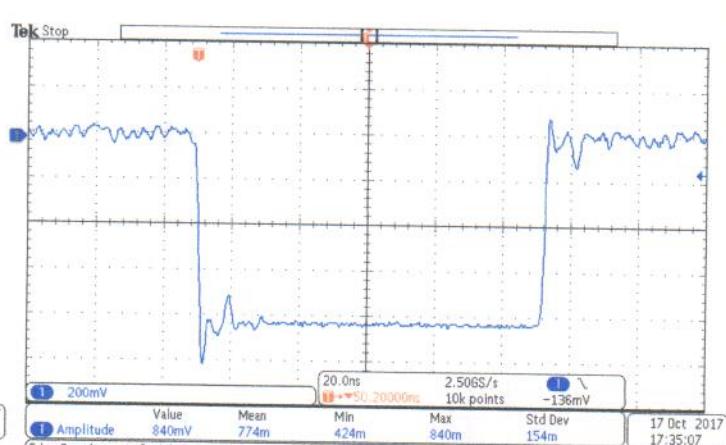
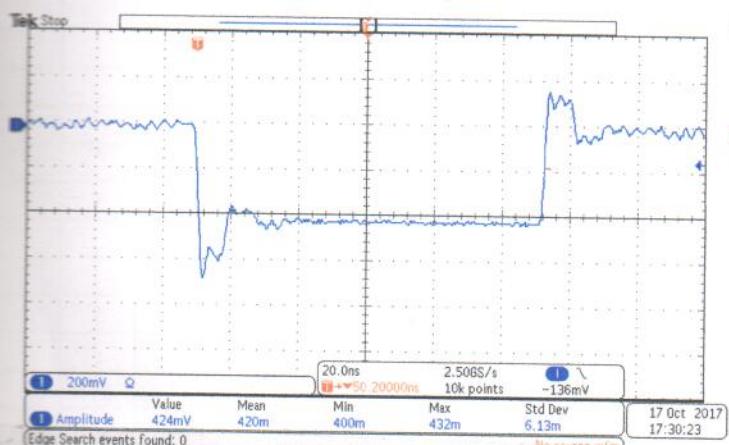
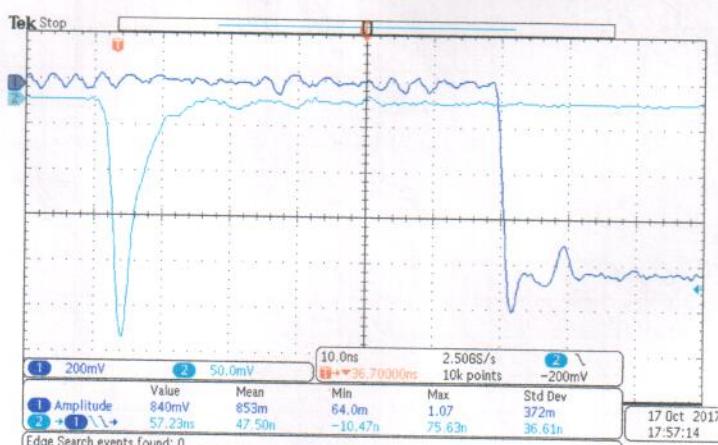
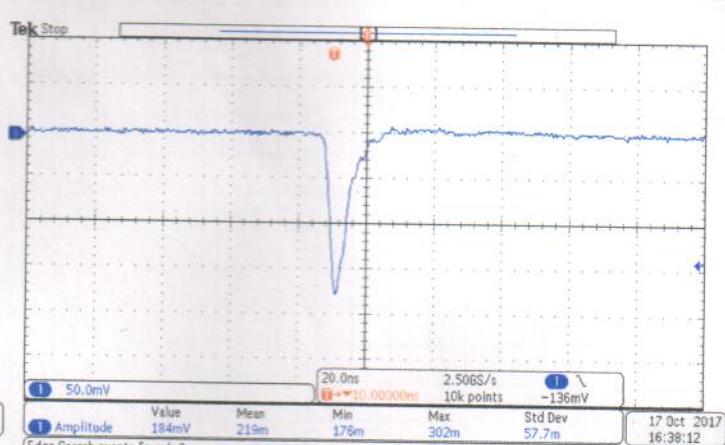
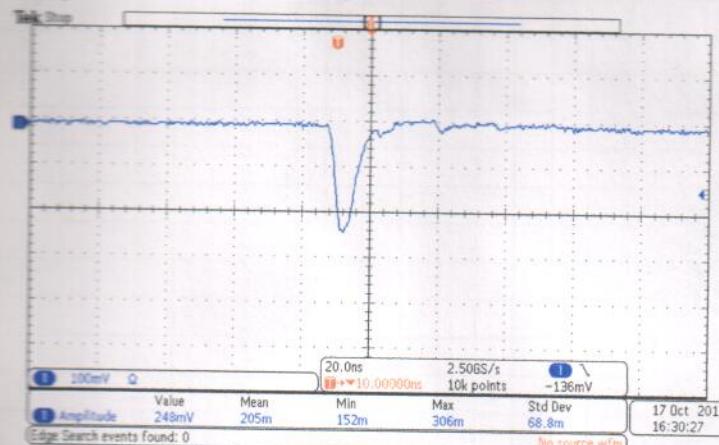
Die Zufallskoinzidenz kann mit Hilfe

$$R_{ZK} = R_1 \cdot R_2 \cdot \Delta t \text{ berechnet werden.} \quad (\text{II})$$

Hierbei ist  $\Delta t = (101,38 \pm 2,00) \text{ ns} = (1,0138 \pm 0,02) \cdot 10^{-9} \text{ s}$

Da die experimentellen Werte stark schwanken für die Gischraten und wir somit mit einer Messung keine sinnvolle Aussage treffen können, nehmen wir für  $R_1 = R_2 = 100 \text{ Hz}$  den angestrebten Theoriwert als Referenz für diese Berechnung und erhalten

$$R_{\text{in}} = 100 \text{ Hz} \cdot 100 \text{ Hz} \cdot 1,0198 \text{ s} = 10,198 \text{ Hz}$$



## Bestimmung der Lebensdauer

Um die Lebensdauer der Myonen zu bestimmen erstellen wir einen Plot aller über Nacht gemessenen Werte und mit Hilfe des Makros `Lebensdauer.C`. Hierbei wurde das Makro von uns um den Skalierungsfaktor korrigiert. Der genutzte Skalierungsfaktor wurde mit dem Histogramm 68 berechnet, aus dem wir Daten für den Startpuls für up- und downward Zerfälle als auch für Nachpulse erhielten. Um den Skalierungsfaktor zu berechnen werden die upward Pulse durch die Nachpulse dividiert.

Für die downward Zerfälle wird der Startpuls mit der Trefferrateität des Setups multipliziert und durch die Nachpulse dividiert.

Die Multiplikation mit der Ineffektivität ist nötig, da Myonen mit einem downward Zerfall durch alle Scintillatoren gehen bevor diese zerfallen und somit das Myon durch alle ineffektiv befindlichen Scintillatoren geht. Würde die Ineffektivität nicht berücksichtigt werden hätten wir verfälschte Daten.

Ein Blick auf die Histogramme, welche durch die Messauswertung zur Verfügung stand, zeigt, dass die Gesamtzahl der Hits in den Detektorlagen ein ganz anderes Verhalten aufweist als die der Nachpulse (siehe Diagramm 4)

Bei der Gesamtzahl der erkennt man, dass die Anzahl in den Scintillatoren 0, 1 und 2 ungefähr gleich sind und bei Layer 3, 4, 5 schnell abnehmen. Wohingegen bei den Nachpulen die Anzahl von Layer 0 auf 2 steigt und von 2 zu 5 wieder stark abnimmt. Der Grund hierfür ist in Layer 2 haben wir Nachpulse von Layer 0 und 1. Des Weiteren gibt es auch wenige Zerfälle in den unteren Scintillatoren, weshalb es dort auch weniger Nachpulse gibt.

Somit wissen wir, dass die Nachpulse unser Spektrum so ändern, dass wir mehr Myonen detektieren als wirklich zerfallen. Deshalb müssen wir die Nachimpulse in den Daten berücksichtigen, was mit den Skalierungsfaktoren gemacht wurde.

Nachdem wir das Makro modifiziert haben wurde es auf die Daten angewandt. Es wurde folgende vorprogrammierte Fitfunktion verwendet.

$$N(t) = N_0 e^{-\frac{t}{\tau}} + N_{BG} \quad (III)$$

Der Fitbereich wurde zwischen 1000 ns und 40000 ns gewählt.

Hierbei geben die (negativen) Myonen im Plateau keinen Beitrag zum Spektrum mehr. (siehe Diagramm 5 a))

Die Lebensdauer des Myons kann aus Diagramm 5 b) abgelesen werden:

$$\tau_{Myon} = (2,320 \pm 0,016) \text{ ns}$$

Der Literaturwert beträgt

$$\tau_{Myon} = (2,197) \text{ ns}$$

Unser ermittelter Wert weist eine signifikante Abweichung ( $\sim 7,6\%$ ) auf.

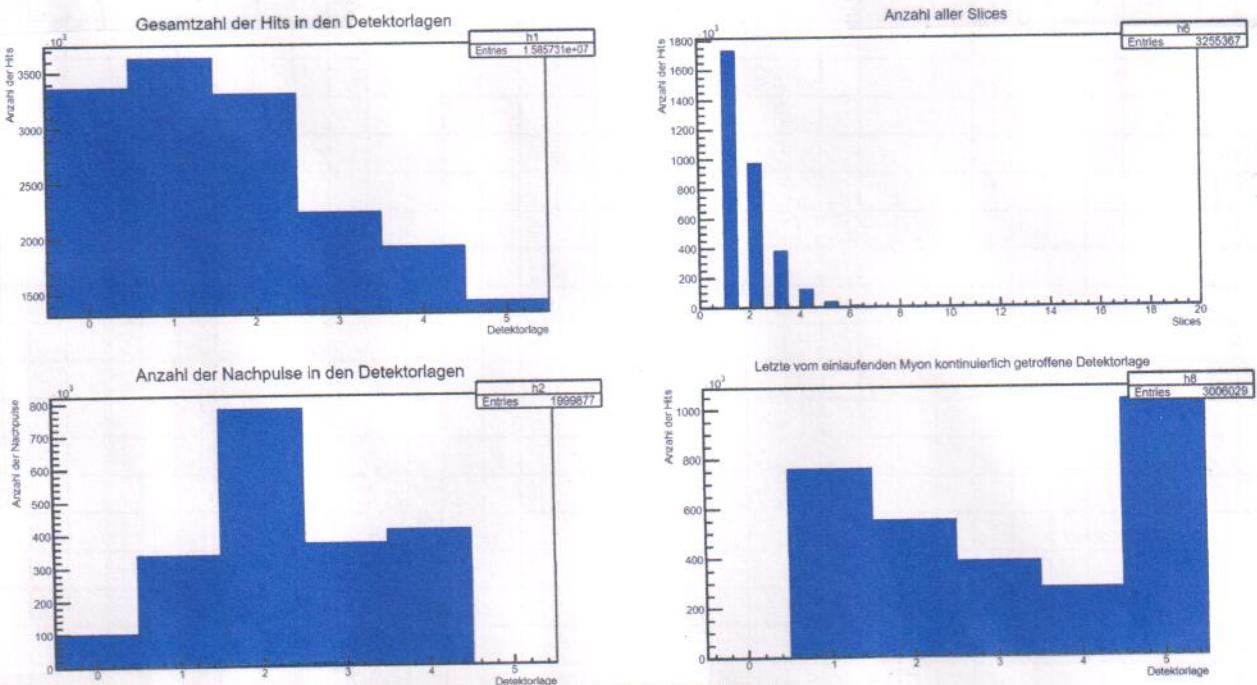


Diagramm 4: Histogramm verschiedene Pulse in den Detektorlagen

Somit wissen wir, dass die Nachpulse unser Spektrum so ändern, dass wir mehr Myonen detektieren als wirklich zerfallen.

Deshalb müssen wir die Nachimpulse in den Daten berücksichtigen, was mit den Skalierungsfaktoren gemacht wurde.

Nachdem wir das Makro modifiziert haben wurde es auf die Daten angewandt. Es wurde folgende vorprogrammierte Fitfunktion verwendet.

$$N(t) = N_{\text{bg}} e^{-\frac{t}{\tau_{\text{exp}}} + N_{\text{bg}}} \quad (\text{III})$$

Der Fitbereich wurde zwischen 1000 ns und 40000 ns gewählt.

Hierbei geben die (negativen) Myonen im Plateau keinen Beitrag zum Spektrum mehr. (siehe Diagramm 5 a))

Die Lebensdauer des Myons kann aus Diagramm 5 b) abgelesen werden:

$$\tau_{\text{exp}} = (2,320 \pm 0,016) \text{ ps}$$

Der Literaturwert beträgt

$$\tau_{\text{lita}} = (2,197) \text{ ps}$$

Unser ermittelter Wert weist eine signifikante Abweichung ( $\sim 7,6\%$ ) auf.

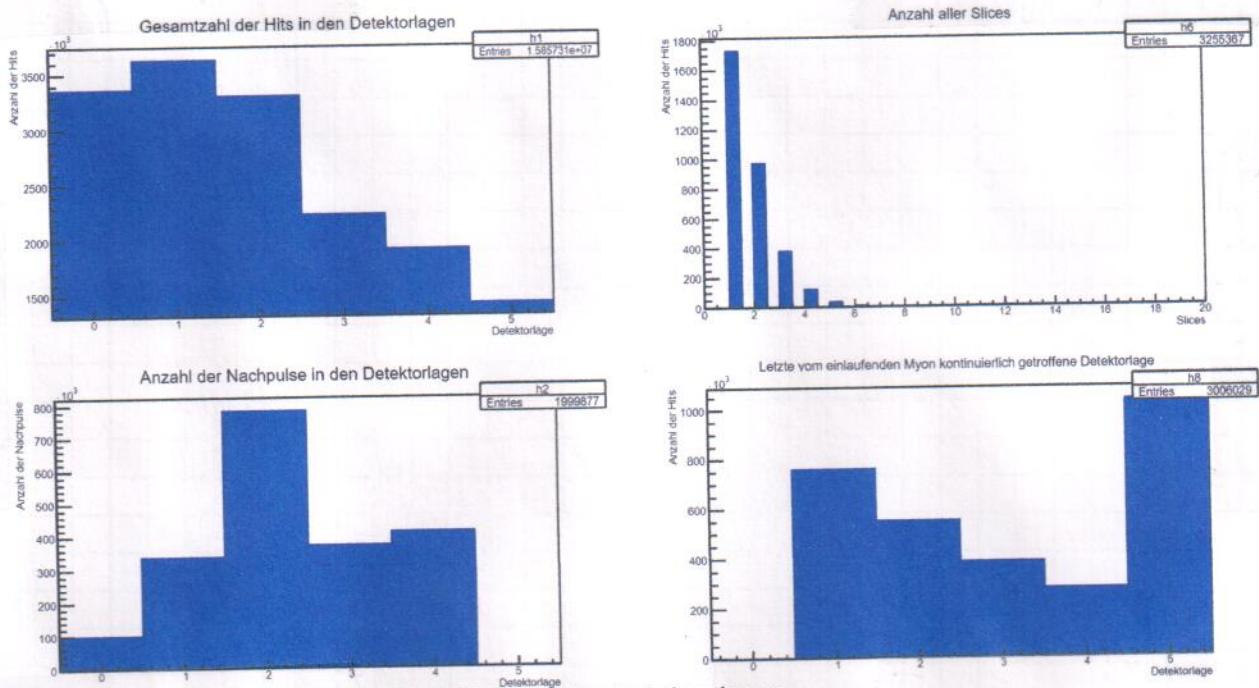


Diagramm 4: Histogramm verschiedene Pulse in den Detektorlagen

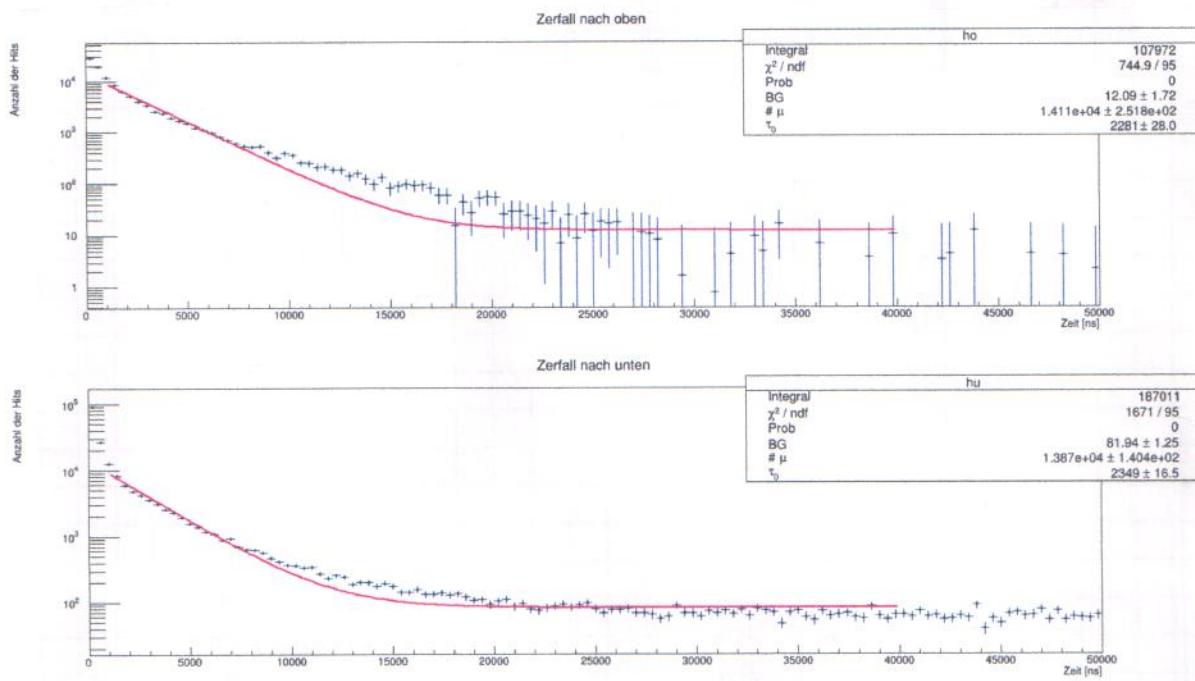


Diagramm 5 a): Lebensdauer up- und downward Zerfall

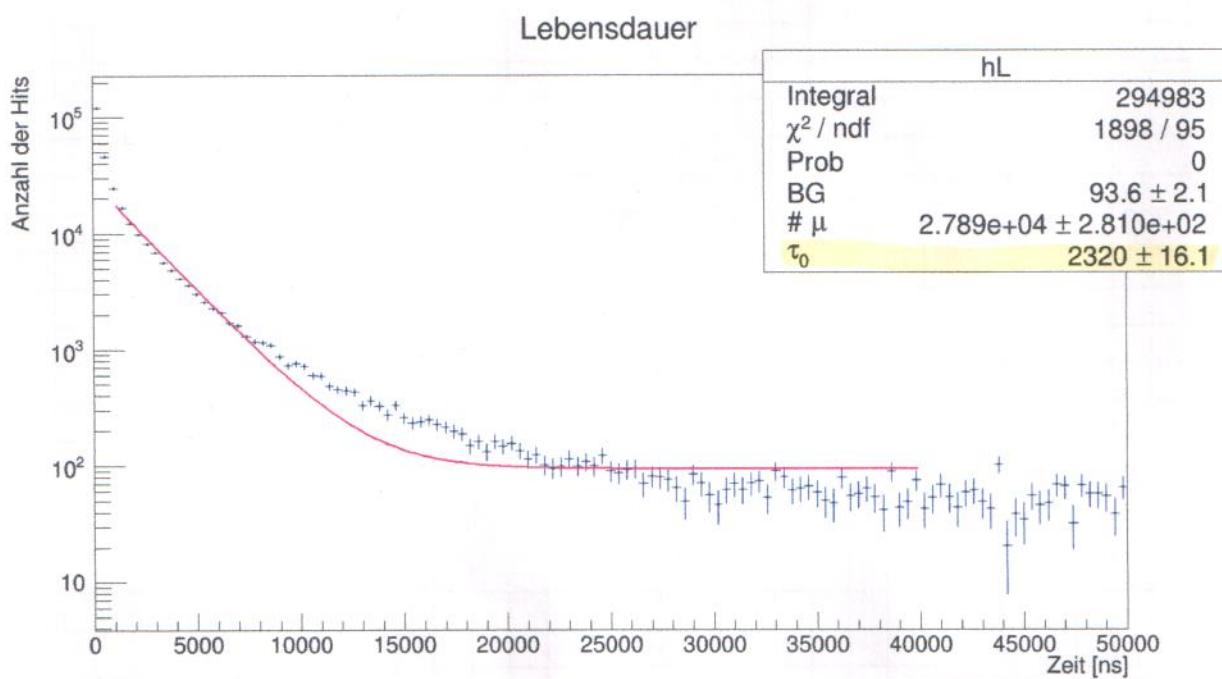


Diagramm 5 b) Lebensdauer Myon

## Verbesserte Methode zur Lebensdauermessung

Die vorige vorherige Methode hat ein paar systematische Probleme, welche hier berücksichtigt werden. Das vorherige gemessene Zerfallsspektrum hatte einen Beitrag von beidem Zerfällen von freien Myonen und vom Atomen eingefangene Myonen. Um dies zu berücksichtigen nutzen wir folgendem modifizierten Fit:

$$N(t) = N_{\mu} \cdot e^{-\frac{t}{\tau_1}} \left( \frac{1}{f} e^{-\frac{t}{\tau_2}} + 1 \right) + N_{BG} \quad (12)$$

$$\text{wobei } f = \frac{N_{\mu}}{N_{D}}$$

Des Weiteren wurden im auszuführenden Skript die Skalierungsfaktoren angepasst und das Skript wurde über die Daten laufen lassen.

In den Diagrammen 6 a) sind wieder die getrennten Zerfälle von up- und downward zu sehen. Die Parameter  $\gamma^*$ ,  $\tau_1$  und  $\tau_2$  sollten ungefähr gleich sein, was in unserem Fall zutrifft.

Das Verhältnis in dem Experiment wurde auf  $f = 1,275 \pm 0.05$  ermittelt.

Aus Diagramm 6 b) lässt sich die Lebensdauer des Myons ablesen:

$$\tau_{\text{exp}} = (2,641 \pm 0,020) \text{ ps}$$

Des Weiteren müssen wir zusätzlich zu dem statistischen Fehlern systematische Fehler berücksichtigen.

Eine Fehlerquelle ist die Ungenauigkeit der Korrektur der Nachpulse.

Hierbei wurde der Skalierungsfaktor um  $\pm 20$  variiert. Wir erhalten ein systematisches Fehler von  $\pm 0,31 \text{ ps}$ .

Die zweite Fehlerquelle ist der Einfluss des Verhältnisses  $f$ . Im letzten Schritt wurde  $f$  auf die Messung festgesetzt. Auch hier wurde eine Variation von  $\pm 20$  betrachtet, wir erhielten eine Änderung von  $0,03 \text{ ps}$ .

Somit ergibt sich für die Lebensdauer

$$\tau_{\text{exp}} = (2,641 \pm 0,020_{\text{stat}} \pm 0,34_{\text{syst}}) \text{ ps}$$

Wir erhalten keine signifikante Abweichung zum Literaturwert. (<2σ).

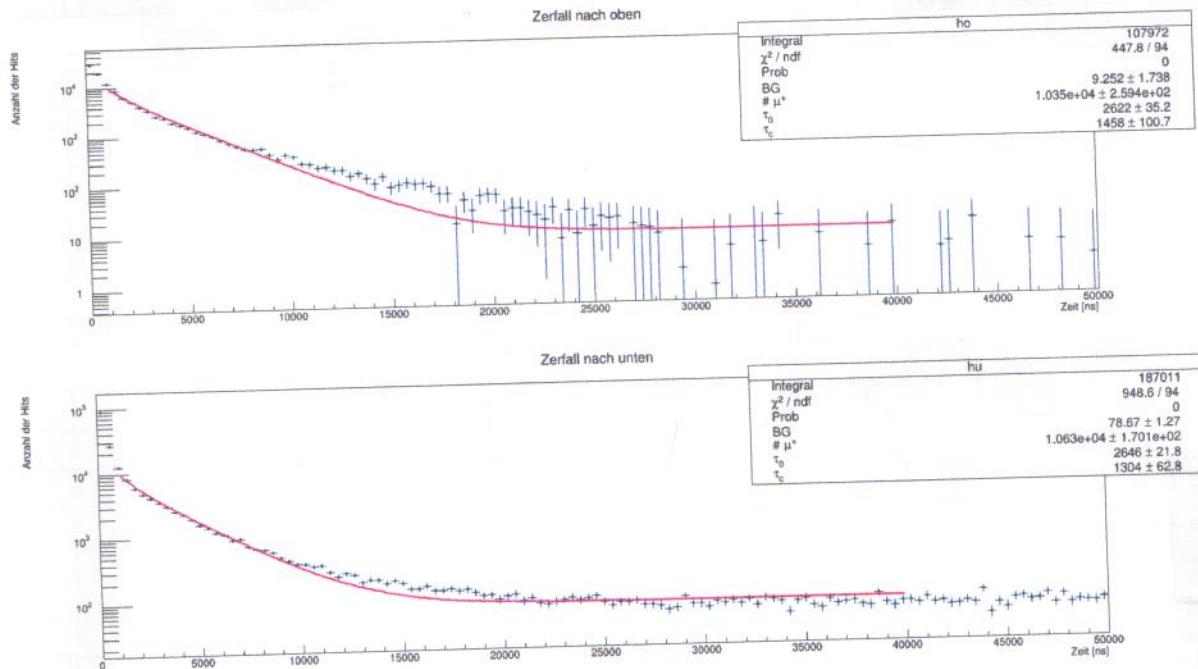


Diagramm 6 a): Einfangszeit up- und downward Zerfall

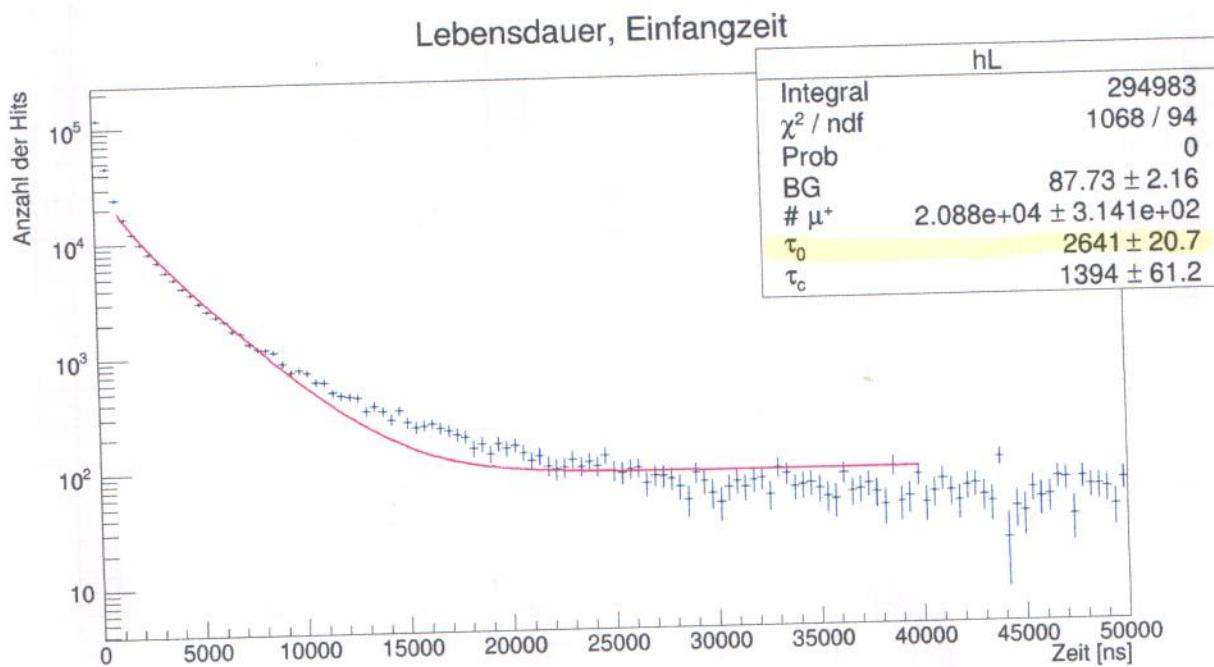


Diagramm 6 b) Einfangszeit Myon

## Messung der Myon Polarisation

Die Polarisation des Myons kann mit einem, am Setup angeschlossenen, Magnetfeld gemessen werden.

Der Strom wurde in diesem Experiment auf 2 A gestellt.

Wir erhalten ein Magnetfeld der Stärke

$$\underline{B = I \cdot 2,0 \cdot 10^{-4} \frac{I}{A} = 4 \cdot 10^{-4} T} \quad (\text{II})$$

Um die Polarisation zu bestimmen, vergleichen wir die Daten ohne und mit Magnetfeld.

Für einen festen Scintillator erhalten wir durch die Larmor-Frequenz  $\omega_L$  eine zeitabhängige Rate.

$$z^{\text{with}}(t) = Z_0 \cdot e^{-\frac{t}{\tau}} (1 + P \cdot A \cdot \cos(\omega_L \cdot t + \phi)) \quad (\text{III})$$

mit Magnetfeld

$$z^{\text{without}}(t) = Z_0 e^{-\frac{t}{\tau}} (1 + P \cdot A \cdot \cos(\phi)) \quad (\text{IV})$$

ohne Magnetfeld.

In einer guten Näherung erhalten wir eine Asymmetriefunktion:

$$\frac{z^{\text{with}}(t) - z^{\text{without}}(t)}{z^{\text{with}}(t) + z^{\text{without}}(t)} \sim \frac{P \cdot A}{2} \cdot \cos(\omega_L \cdot t + \phi) + c \quad (\text{V})$$

Wir erhalten eine oszillierende Funktion, somit ist der exponentielle Zerfall eliminiert.

Um nun die Polarisation zu bestimmen nutzen wir das Makro Asymmetrie. C. Hierfür müssen wir zuvor die Skalierungsfaktoren für die Messung ohne Magnetfeld und danach mit Magnetfeld bestimmen, wie zuvor bei der Bestimmung der Lebensdauer.

Des Weiteren muss beachtet werden, dass die Laufzeit der Messungen mit und ohne Magnetfeld unterschiedlich sind. Aus diesem Grund ist die Anzahl der Einträge im Histogramm für beide Messungen

unterschiedlich. Um dies zu korrigieren, muss man in der Subtraktion oder Addition die Anzahl der Einträge im Histogramm mit Magnetfeld, skalieren. Hierbei nutzen wir den Skalierungsfaktor  $s = z_{\text{without}} / z_{\text{with}}$ . Nun wird das Skript auf die Daten angewendet.

Die Faktoren werden aus dem Integral der jeweiligen Histogramme ermittelt. Auch ist zu beachten, dass die ~~Skalierungsfaktoren~~<sup>Asymmetrie</sup> für up- und downward Zerfall separat ermittelt werden und somit ~~müssen~~<sup>auch</sup> die Skalierungsfaktoren separat ermittelt werden.

Durch das ausführen des Skripts erhalten wir ein Histogramm

$$\frac{z_{\text{without}}(t) - z_{\text{with}}(t) \cdot s}{z_{\text{without}}(t) + z_{\text{with}}(t) \cdot s} \quad (\text{R})$$

und dem gemachten Fit :

$$\frac{z_{\text{without}}(t) - z_{\text{with}}(t) \cdot s}{z_{\text{without}}(t) + z_{\text{with}}(t) \cdot s} \approx \frac{P \cdot A}{2} \cdot \cos(\omega_2 t + \phi) + c \quad (\text{Z})$$

Betrachtet man Diagramme 7 a), b), c) so erkennt man gut den Unterschied zu den Plot ohne Magnetfeld. So weisen diese keinen exponentiellen Zerfall auf sondern einen periodischen Verlauf.

Die Zerfälle nach unten weisen zusätzlich einen besseren asymmetrischen Verlauf auf, als die Zerfälle nach oben. Hierbei haben die Zerfälle nach unten weniger systematische Probleme.

Wenn die Myonen in der Atmosphäre zerfallen erhalten sie die Polarisation des Pions  $P = 0,33$  oder des Kaons  $P = 0,54$ .

Wir erhalten eine Larmorfrequenz von

$$\underline{\omega_2 = (333,600 \pm 73,000) \text{ kHz}}$$

Wie aus Diagramm 7 d) zu sehen.

Mit

$$\omega_2 = \frac{g \cdot \gamma^{0\text{ahr}} \cdot B}{\hbar} \quad (\text{II})$$

wobei :  $g = 2$  ;  $\hbar = 6,62 \cdot 10^{-34} \text{ J}\cdot\text{eV}\cdot\text{s}$  ;  $\gamma_{\text{Lif}}^{0\text{ab}} = 2,725 \cdot 10^{-13} \frac{\text{MeV}}{\text{T}}$   
 $B = 4 \cdot 10^{-4} \text{T}$

$$y_L^{\text{theor}} = \frac{\omega_2 \cdot \hbar}{g \cdot B} \quad ; \quad \Delta y^{\text{theor}} = \left( \frac{\Delta \omega_2}{\omega_2} \right) \cdot \gamma^{\text{0ahr}} \quad (\text{Fehlerfortpflanzung}) \quad (\text{III})$$

wir erhalten

$$\underline{y_L^{\text{exp}} = (3,2 \pm 0,6) \cdot 10^{-7} \frac{\text{eV}}{\text{T}}}$$

Der Literaturwert beträgt

$$\underline{\gamma_{\text{Lif}}^{0\text{ab}} = 5,788 \cdot 10^{-5} \frac{\text{eV}}{\text{T}}}$$

Wir erhalten eine sehr große signifikante Abweichung.

Da wir eine enorm große Abweichung zum Literaturwert erhalten  
kann keine Aussage über die Paritätsverletzung gemacht werden.

Der Grund für die enorme Abweichung lässt sich durch den  
Fit erklären, da dieser nicht sinnvoll durchgeführt werden  
kann und unsere Lammfrequenz vermutlich nicht  
korrekt ist. Ein weiterer Grund ist das zu geringe Magnetfeld  
welches im Versuch auf  $2\text{A}$  anstatt  $20\text{A}$  eingestellt wurde.  
Allerdings kann man durch die leichte Asymmetrie in  
Diagramm 7 verhindern, dass die kosmische Myonen polarisiert  
sind, aber es kann keine signifikante pionen Polarisation  
ermittelt werden, da die Daten nicht eindeutig sind.

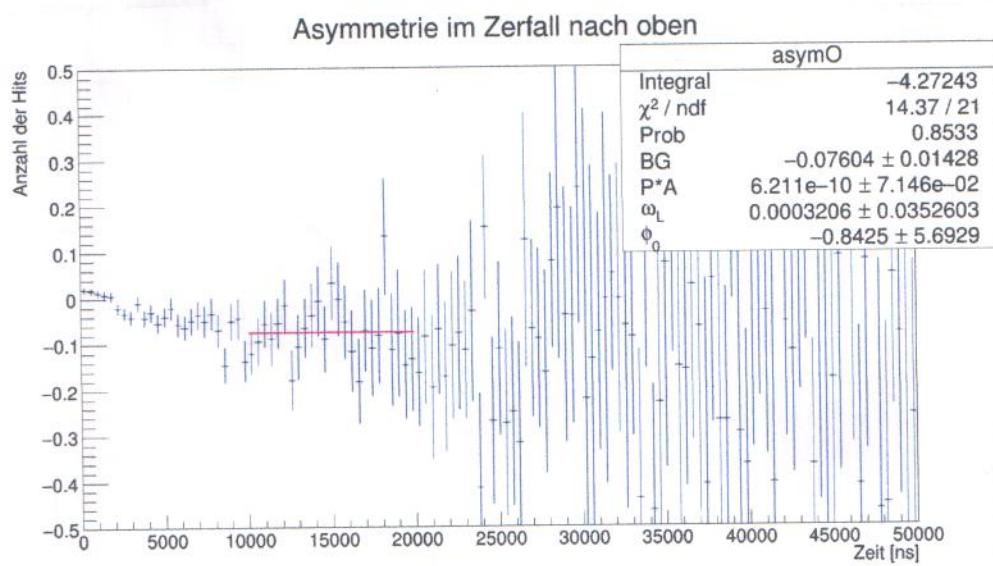


Diagramm 7 a): Asymmetrie upward Zerfall

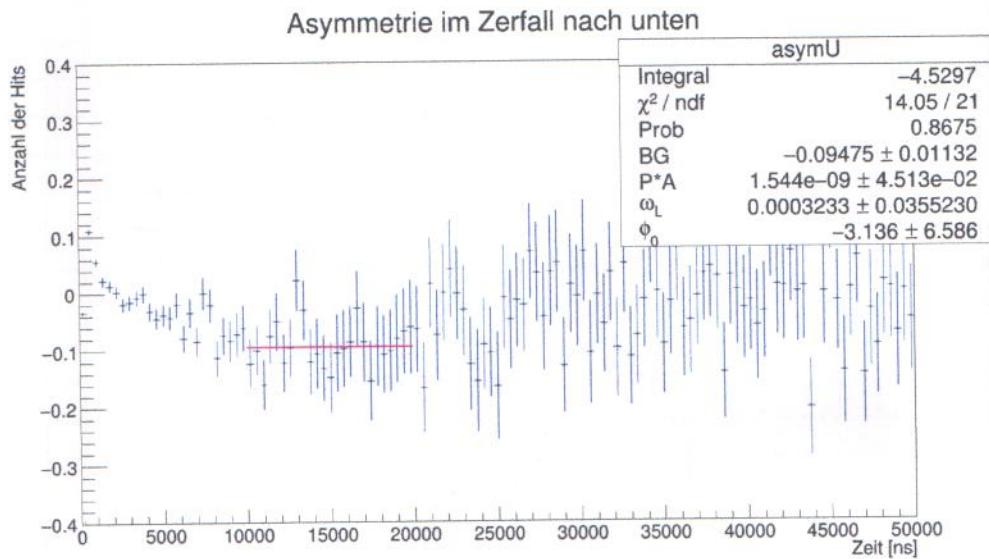


Diagramm 7 b): Asymmetrie downward Zerfall

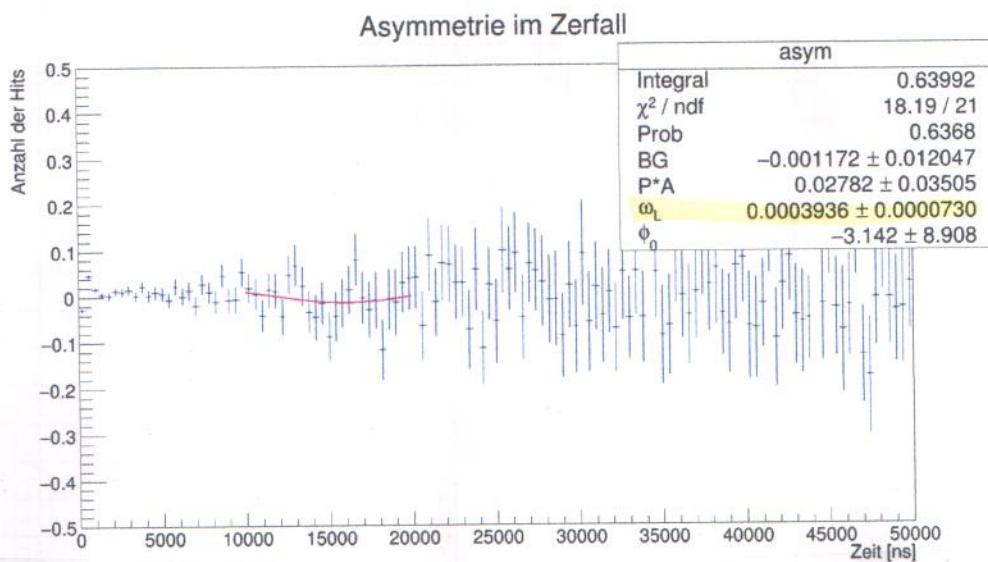


Diagramm 7 c): Asymmetrie

## Messung der Polarisierung mit erhöhtem Datenset

Die Messung der Polarisierung ist schwer. Aufgrund der geringen Zeit der Versuchsdurchführung haben wir eine limitierte Genauigkeit des statistischen Fehlers.

Deshalb nutzen wir ein erhöhtes Datenset und kombinieren diese mit unseren gemessenen Daten um die Polarisierung genauer bestimmen zu können.

Für das erweiterte Datenset nutzen wir das Makro *Accumulated Asymmetrie.C* für die Analyse.

Aus Diagramm 8 a), b), c) erhalten wir die Lassofrequenz

$$\underline{\omega_c = (3494 \pm 64) \text{ kHz}}$$

wir erhalten mit Gleichung (84)

$$\underline{\gamma_{\text{thr}} = (2,87 \pm 0,05) \cdot 10^{-6} \frac{\text{eV}}{\text{T}}}$$

Auch hier haben wir eine sehr große signifikante Abweichung zum Literaturwert. Der Grund hierfür ist vermutlich das Magnetfeld, welches nicht mit den zur Verfügung gestellten Daten übereinstimmt.

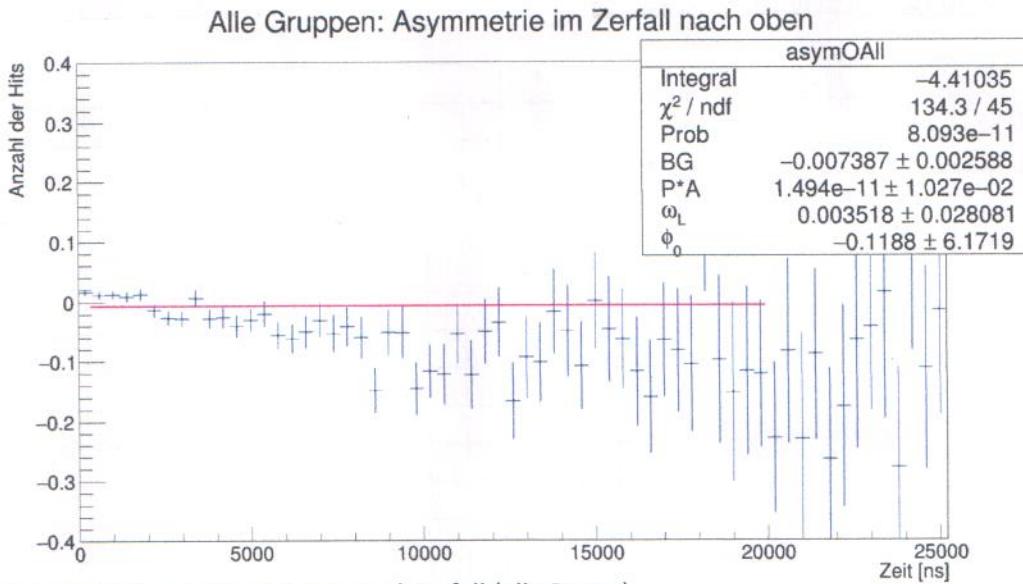


Diagramm 8 a): Asymmetrie upward Zerfall (alle Daten)

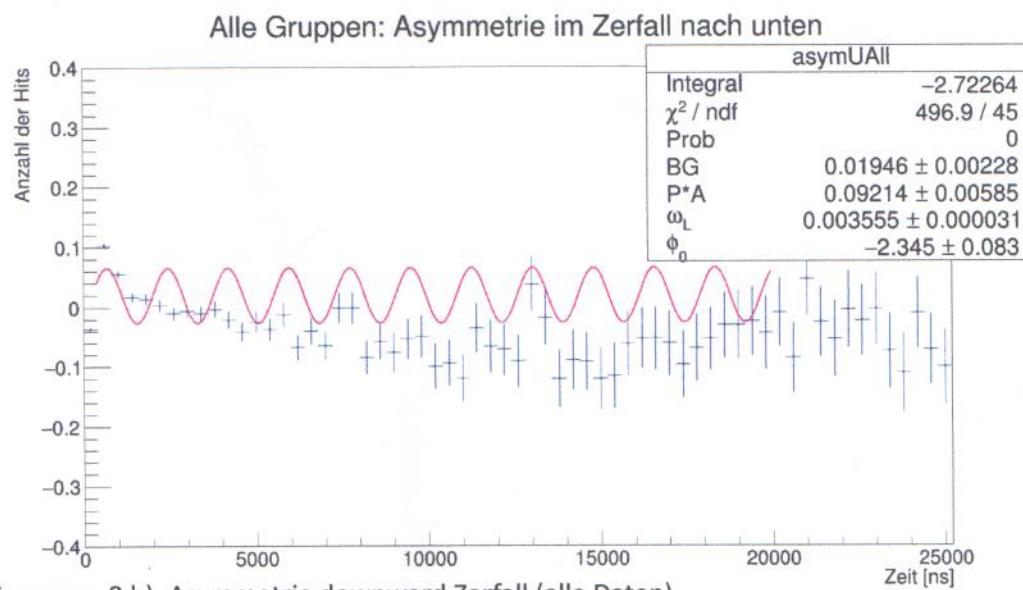


Diagramm 8 b): Asymmetrie downward Zerfall (alle Daten)

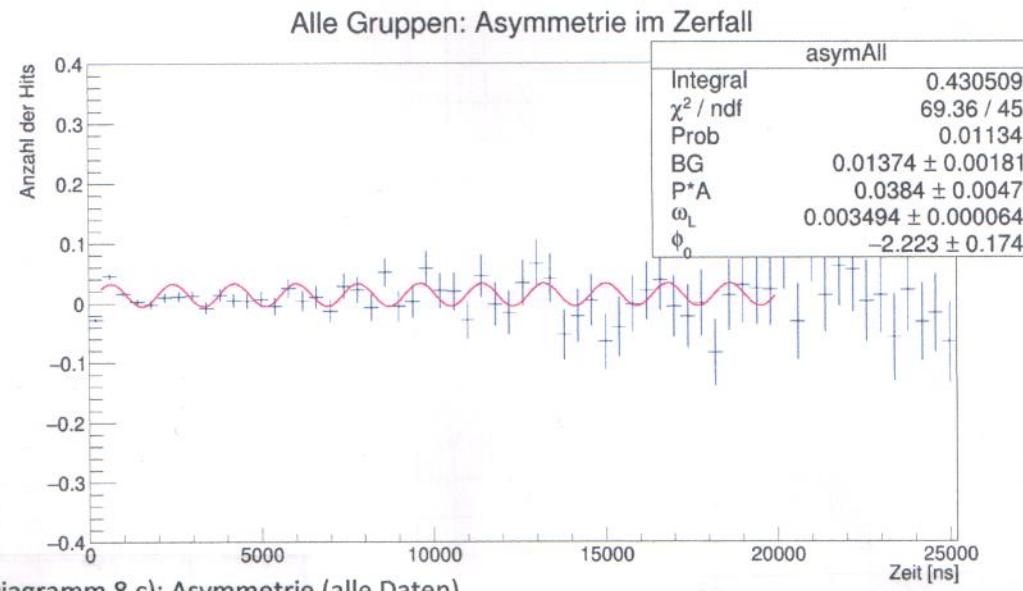


Diagramm 8 c): Asymmetrie (alle Daten)

## Auswertung Diskussion / Zusammenfassung

In diesem Versuch haben wir die Charakteristiken von kosmischen Myonen untersucht. Hierbei haben wir im ersten Versuchsteil die Lebensdauer bestimmt und im zweiten Versuchsteil die Polarisierung von Myonen.

Im ersten Versuchsteil haben wir die Lebensdauer der Myonen bestimmt. Hierbei wurde nach Ermittlung der Skalierungsfaktoren für die Nachpulse die Daten gefüllt. Wir erhielten für die Lebensdauer einen Wert, der eine sehr große Abweichung zum Literaturwert ( $\sim 7,6 \mu s$ ) aufweist.

$$T_{\text{exp}} = (2,320 \pm 0,016) \mu s$$

$$T_{\text{litter}} = (2,197) \mu s$$

Es gibt mehrere Gründe für die starke Abweichung zum Literaturwert.

Zu einem haben wir keine systematischen Fehler mit einbezogen, wie z.B. Todzeitmessung, Verarbeitungsdauer oder auch Fehler bei der Auswertung durch Nutzung von Root selber. Des Weiteren, wenn man Diagramm 5 a) und b) betrachtet, erkennt man, dass die Fitfunktion nicht ordentlich füllt, was zu einer verfälschten Lebensdauer führt. Allerdings konnten wir an dieser Stelle nicht viel unternehmen, da die Fitfunktion vorgegeben war und schon vollständig im Programm implementiert wurde und wir auch zu wenig Wissen im Umgang mit Root mitbrachten um den Fehler ausfindig machen zu können.

Zusätzlich wurde die Lebensdauer mit einem angepassten Programm ermittelt. Es wurde der Beitrag der Skalierungsfaktoren der Nachpulse

und weitere systematische Fehler in Betracht gezogen. Auch wurde die Fitfunktion bezüglich Zerfälle von positiven und negativen Myonen angepasst. Wir erhalten eine Lebensdauer von

$$\tau_{\text{exp}} = (2,641 \pm 0,020_{\text{stat}} \pm 0,34_{\text{syst}}) \text{ ps}$$

Durch die großen systematischen Fehler erhalten wir keine signifikante Abweichung zum Literaturwert. Allerdings sei angemerkt, dass auch hier die vorgegebene Fitfunktion wahrscheinlich nicht an die Daten richtig gefitett wird.

Im zweiten Versuchskil wurde die Polarisation von Myonen gemessen. Hierbei wurde über die Skalierungsfaktoren der Messwerte ohne und mit Magnetfeld die Asymmetrie der Zerfälle geplottet und somit die Larmorfrequence ermittelt. Wir erhalten ein Wert von

$$\omega_L = (393,6 \pm 23,0) \text{ kHz}$$

Über die Larmorfrequence können wir das Bohrsche Magneton ermitteln:

$$g_{\text{exp}}^{\text{Bohr}} = (3,2 \pm 0,6) \cdot 10^{-3} \frac{\text{eV}}{\text{T}}$$

$$g_{\text{lit}}^{\text{Bohr}} = 5,788 \cdot 10^{-5} \frac{\text{eV}}{\text{T}}$$

Unser gemessener Wert weist eine sehr große signifikante Abweichung zum Literaturwert auf. Zu einem müssen wir große Abstriche, machen wo die Länge der Fitfunktion und somit die Menge der zu fittenden Messwerte angeht, machen. (siehe Diagramm 2a), b), d)) Der Grund hierfür ist, dass bei unseren Messwerten ein größerer Bereich nicht genen Gewissens gefitett werden konnte, da die Fitpunkte nicht annähernd passte. Des Weiteren lässt sich nur schlecht die Asymmetrie ausmachen wo evtl. an dem zu schwach angelegten Magnetfeld liegt. (Bei uns eingeschlossener Wert von 24 im Skript werden 204 angegeben).

Als nächstes wurde der Vorgang mit einem erhöhten Datensatz durchgeführt. Wir erhielten

$$\underline{\omega_c = (3494 \pm 64) \text{ kHz}}$$

$$\underline{g_{\text{Bd}} = (2,87 \pm 0,05) \cdot 10^{-6} \frac{\text{eV}}{\text{T}}}$$

Auch hier weisen unsere ermittelten Werte signifikante Abweichungen zum Literaturwert auf. Der Hauptgrund wird sein, dass das vorgegebene Datenset mit unseren Daten erweitert werden musste aber die im Versuch verwendeten Magnetfelder vermutlich nicht übereinstimmen.