

TECHNISCHE UNIVERSITÄT
DORTMUND

ANFÄNGERPRAKTIKUM PHYSIK
SOMMERSEMESTER
2014

V702
Aktivierung mit Neutronen

27.05.2014

1.ABGABE: 03.06.2014

Christopher Hasenberg
Joshua Luckey

christopher.hasenberg@udo.edu
joshua.luckey@udo.edu

1 Einleitung

2 Theorie

3 Durchführung

4 Auswertung

Im folgenden Abschnitt sind die während des Versuchs aufgenommenen Messwerte, sowie die daraus berechneten Ergebnisse tabellarisch und graphisch dargestellt. Die erhaltenen Fehler der Ergebnisse wurden mit Hilfe der in Abschnitt 4.2 aufgestellten Fehlergleichungen berechnet.

4.1 Bestimmung der Halbwertszeiten der zwei möglichen Zerfälle von Rhodium

Die bei der Messung des Zerfalls von Rhodium aufgenommenen Messwerte für die Zeit t und die Anzahl der gemessenen Zerfälle N in Tabelle 1 eingetragen. Auch die um den, vor dem Versuch bestimmte Nulleffekt

$$N_0 = \frac{306}{900} \text{ s}^{-1} \cdot \Delta t \quad (1)$$

$$= 0,34 \text{ s}^{-1} \cdot \Delta t \quad (2)$$

verringerte Anzahl an Zerfällen ist zusammen mit dem natürlichen Logarithmus aus diesen Werten in Tabelle 1 zu finden.

In ?? ist die logarithmierten Anzahl der Zerfälle $\ln(N - N_0)$ aus Tabelle 1 gegen die Zeit t aufgetragen.

Der Zeitpunkt ab dem nur noch der Zerfall mit der höheren Halbwertszeit messbar ist wurde für die folgenden Berechnungen $t^* = 400 \text{ s}$ gewählt. Die Messwerte für $t > t^*$ sind noch einmal in Tabelle 2 gelistet und in Abbildung 2 graphisch dargestellt. Diese Darstellung ist um die Regressiongerade dieser Messwerte ergänzt die mittels *SciPy* [1] berechnet wurde. Die lineare Regression für den Ansatz

$$\ln(N) = \lambda_l \cdot t + c_l, \quad (3)$$

ergibt die Parameter

$$\lambda_l = (0,003 \pm 0,002) \text{ s}^{-1} \quad \text{und} \quad (3a)$$

$$c_l = 4,4 \pm 0,9. \quad (3b)$$

| Zeit t [s] | Zerfälle N | Zerfälle $N - N_0$ | ln der Zerfälle $\ln(N - N_0)$ | Zeit t [s] | Zerfälle N | Zerfälle $N - N_0$ | ln der Zerfälle $\ln(N - N_0)$ |
|-----------------|----------------------------|----------------------------|-----------------------------------|-----------------|-----------------|-----------------------|-----------------------------------|
| 20 | $(1,9 \pm 0,1) \cdot 10^2$ | $(1,9 \pm 0,1) \cdot 10^2$ | $5,24 \pm 0,07$ | 380 | 36 ± 6 | 29 ± 5 | $3,4 \pm 0,2$ |
| 40 | $(1,6 \pm 0,1) \cdot 10^2$ | $(1,5 \pm 0,1) \cdot 10^2$ | $5,03 \pm 0,08$ | 400 | 48 ± 7 | 41 ± 6 | $3,7 \pm 0,2$ |
| 60 | $(1,5 \pm 0,1) \cdot 10^2$ | $(1,4 \pm 0,1) \cdot 10^2$ | $4,97 \pm 0,08$ | 420 | 36 ± 6 | 29 ± 5 | $3,4 \pm 0,2$ |
| 80 | $(9 \pm 1) \cdot 10^1$ | 86 ± 9 | $4,5 \pm 0,1$ | 440 | 43 ± 7 | 36 ± 6 | $3,6 \pm 0,2$ |
| 100 | $(1,1 \pm 0,1) \cdot 10^2$ | $(1,1 \pm 0,1) \cdot 10^2$ | $4,7 \pm 0,1$ | 460 | 30 ± 5 | 23 ± 5 | $3,1 \pm 0,2$ |
| 120 | 84 ± 9 | 77 ± 9 | $4,3 \pm 0,1$ | 480 | 38 ± 6 | 31 ± 6 | $3,4 \pm 0,2$ |
| 140 | $(1,0 \pm 0,1) \cdot 10^2$ | 89 ± 9 | $4,5 \pm 0,1$ | 500 | 29 ± 5 | 22 ± 5 | $3,1 \pm 0,2$ |
| 160 | 75 ± 9 | 68 ± 8 | $4,2 \pm 0,1$ | 520 | 27 ± 5 | 20 ± 4 | $3,0 \pm 0,2$ |
| 180 | 61 ± 8 | 54 ± 7 | $4,0 \pm 0,1$ | 540 | 32 ± 6 | 25 ± 5 | $3,2 \pm 0,2$ |
| 200 | 76 ± 9 | 69 ± 8 | $4,2 \pm 0,1$ | 560 | 22 ± 5 | 15 ± 4 | $2,7 \pm 0,3$ |
| 220 | 48 ± 7 | 41 ± 6 | $3,7 \pm 0,2$ | 580 | 20 ± 4 | 13 ± 4 | $2,6 \pm 0,3$ |
| 240 | 62 ± 8 | 55 ± 7 | $4,0 \pm 0,1$ | 600 | 35 ± 6 | 28 ± 5 | $3,3 \pm 0,2$ |
| 260 | 46 ± 7 | 39 ± 6 | $3,7 \pm 0,2$ | 620 | 33 ± 6 | 26 ± 5 | $3,3 \pm 0,2$ |
| 280 | 49 ± 7 | 42 ± 6 | $3,7 \pm 0,2$ | 640 | 21 ± 5 | 14 ± 4 | $2,7 \pm 0,3$ |
| 300 | 52 ± 7 | 45 ± 7 | $3,8 \pm 0,1$ | 660 | 14 ± 4 | 7 ± 3 | $2,0 \pm 0,4$ |
| 320 | 55 ± 7 | 48 ± 7 | $3,9 \pm 0,1$ | 680 | 19 ± 4 | 12 ± 3 | $2,5 \pm 0,3$ |
| 340 | 51 ± 7 | 44 ± 7 | $3,8 \pm 0,2$ | 700 | 24 ± 5 | 17 ± 4 | $2,8 \pm 0,2$ |
| 360 | 45 ± 7 | 38 ± 6 | $3,6 \pm 0,2$ | 720 | 22 ± 5 | 15 ± 4 | $2,7 \pm 0,3$ |

Tabelle 1: Gemessene Anzahl der Zerfälle, Anzahl der Zerfälle nach Subtraktion des Nulleffekts und Werte des natürlichen Logarithmusses von diesen

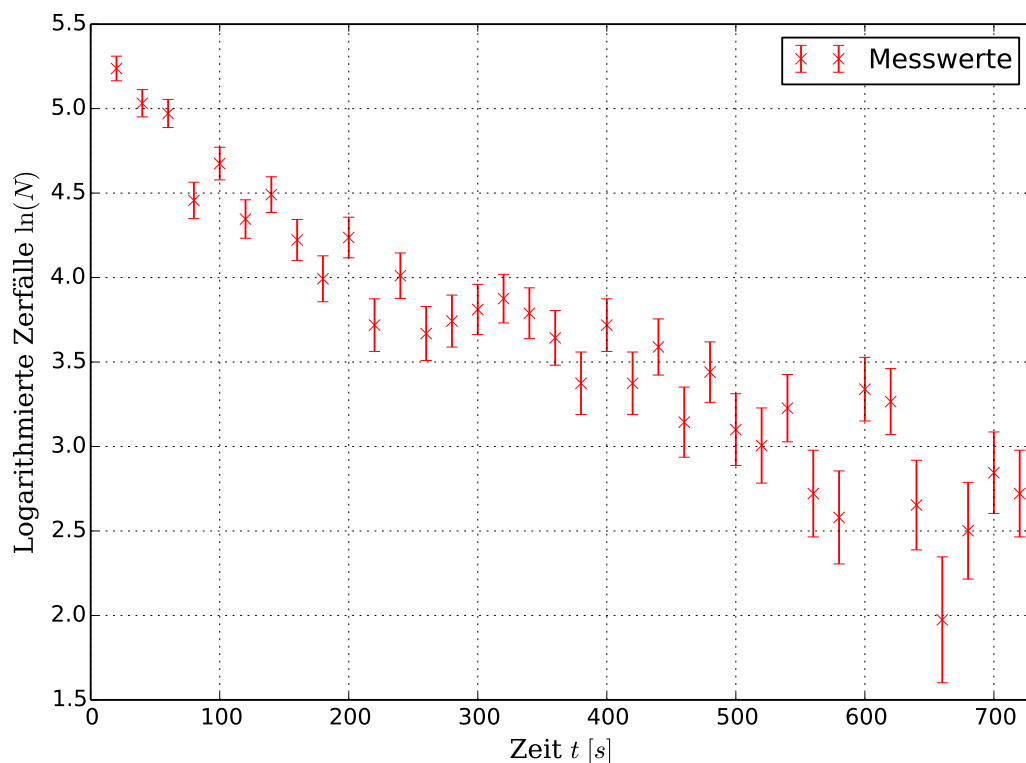


Abbildung 1: Graphische Darstellung der logarithmierten Zerfälle ohne den Nulleffekt

Dabei gilt $c_l = \ln(N_a(1 - e^{-\lambda_l \Delta t}))$ und somit erhält man hieraus die gesuchte Konstante

$$e^{c_l} = N_a(1 - e^{-\lambda_l \Delta t}) = 70 \pm 70. \quad (4)$$

| Zeit t [s] | Zerfälle N_l | ln der Zerfälle $\ln(N_l)$ |
|-----------------|-------------------|-------------------------------|
| 500 | 22 ± 5 | $3,1 \pm 0,2$ |
| 520 | 20 ± 4 | $3,0 \pm 0,2$ |
| 540 | 25 ± 5 | $3,2 \pm 0,2$ |
| 560 | 15 ± 4 | $2,7 \pm 0,3$ |
| 580 | 13 ± 4 | $2,6 \pm 0,3$ |
| 600 | 28 ± 5 | $3,3 \pm 0,2$ |
| 620 | 26 ± 5 | $3,3 \pm 0,2$ |
| 640 | 14 ± 4 | $2,7 \pm 0,3$ |
| 660 | 7 ± 3 | $2,0 \pm 0,4$ |
| 680 | 12 ± 3 | $2,5 \pm 0,3$ |
| 700 | 17 ± 4 | $2,8 \pm 0,2$ |
| 720 | 15 ± 4 | $2,7 \pm 0,3$ |

Tabelle 2: Messwerte zur Bestimmung der Halbwertszeit des langlebigen Zerfalls für $t > t^*$

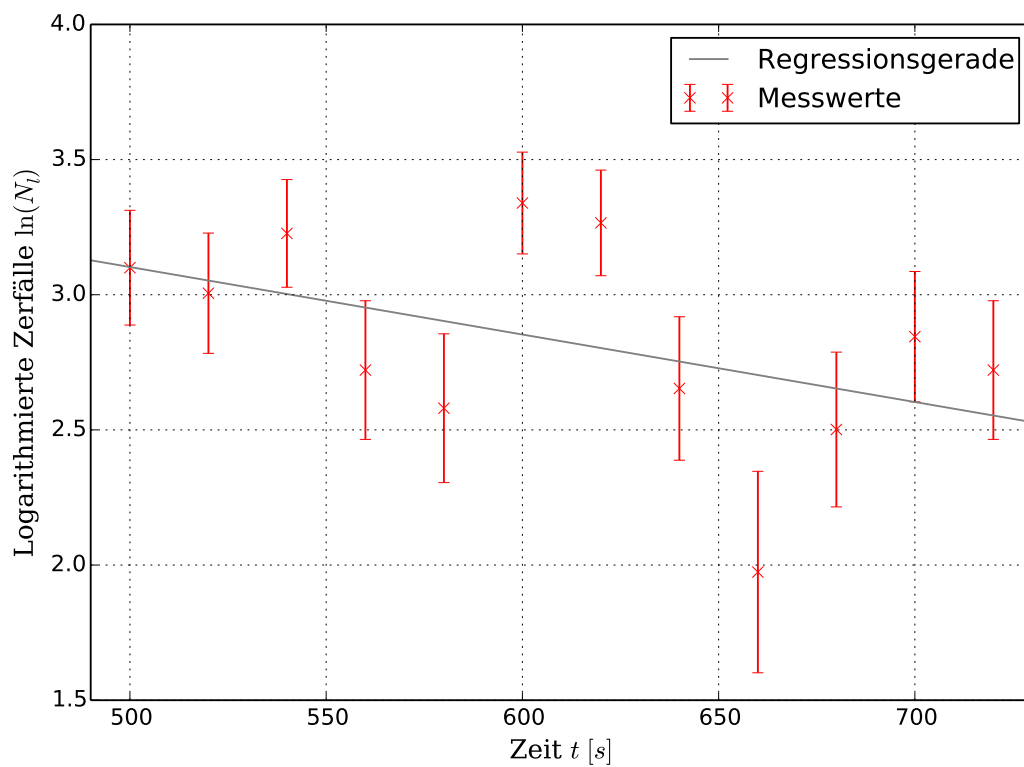


Abbildung 2: Graphische Darstellung der logarithmierten Zerfälle für $t > t^*$

Aus der erhaltenen Steigung λ_l der Regressionsgerade, welche der Zerfallskonstante des langlebigeren Zerfalls entspricht, lässt sich mit Hilfe von ?? dessen Halbwertszeit zu

$$t_{1/2,l} = (277 \pm 168) \text{ s} \quad (5)$$

bestimmen.

Durch die zuvor bestimmten Parameter ist es nun möglich, das Zerfallsgesetz für die langlebigeren Kerne aufzustellen und somit die Zerfallskurve vor dem Zeitpunkt t^* zu bestimmen. Durch Subtraktion dieser Zerfälle von den Messwerten für $t \ll t^*$ erhält man die Zerfälle der kurzlebigen Kerne. Die Ergebnisse dieses Vorgehens sind in Tabelle 3 zu finden und in Abbildung 3 graphisch dargestellt.

| Zeit t [s] | Zerfälle N | Zerfälle N_l | Zerfälle $N - N_l$ | ln der Zerfälle $\ln(N - N_l)$ |
|-----------------|----------------------------|-------------------|----------------------------|-----------------------------------|
| 20 | $(1,9 \pm 0,1) \cdot 10^2$ | 74 ± 9 | $(1,1 \pm 0,2) \cdot 10^2$ | $4,7 \pm 0,1$ |
| 40 | $(1,5 \pm 0,1) \cdot 10^2$ | 70 ± 8 | $(8 \pm 1) \cdot 10^1$ | $4,4 \pm 0,2$ |
| 60 | $(1,4 \pm 0,1) \cdot 10^2$ | 67 ± 8 | $(8 \pm 1) \cdot 10^1$ | $4,3 \pm 0,2$ |
| 80 | 86 ± 9 | 64 ± 8 | $(2 \pm 1) \cdot 10^1$ | $3,1 \pm 0,5$ |
| 100 | $(1,1 \pm 0,1) \cdot 10^2$ | 60 ± 8 | $(5 \pm 1) \cdot 10^1$ | $3,8 \pm 0,3$ |
| 120 | 77 ± 9 | 57 ± 8 | $(2 \pm 1) \cdot 10^1$ | $3,0 \pm 0,6$ |
| 140 | 89 ± 9 | 55 ± 7 | $(3 \pm 1) \cdot 10^1$ | $3,5 \pm 0,3$ |
| 160 | 68 ± 8 | 52 ± 7 | $(2 \pm 1) \cdot 10^1$ | $2,8 \pm 0,7$ |
| 180 | 54 ± 7 | 49 ± 7 | $(0 \pm 1) \cdot 10^1$ | 2 ± 2 |
| 200 | 69 ± 8 | 47 ± 7 | $(2 \pm 1) \cdot 10^1$ | $3,1 \pm 0,5$ |

Tabelle 3: Messwerte zur Bestimmung der Halbwertszeit des langlebigen Zerfalls für $t \ll t^*$

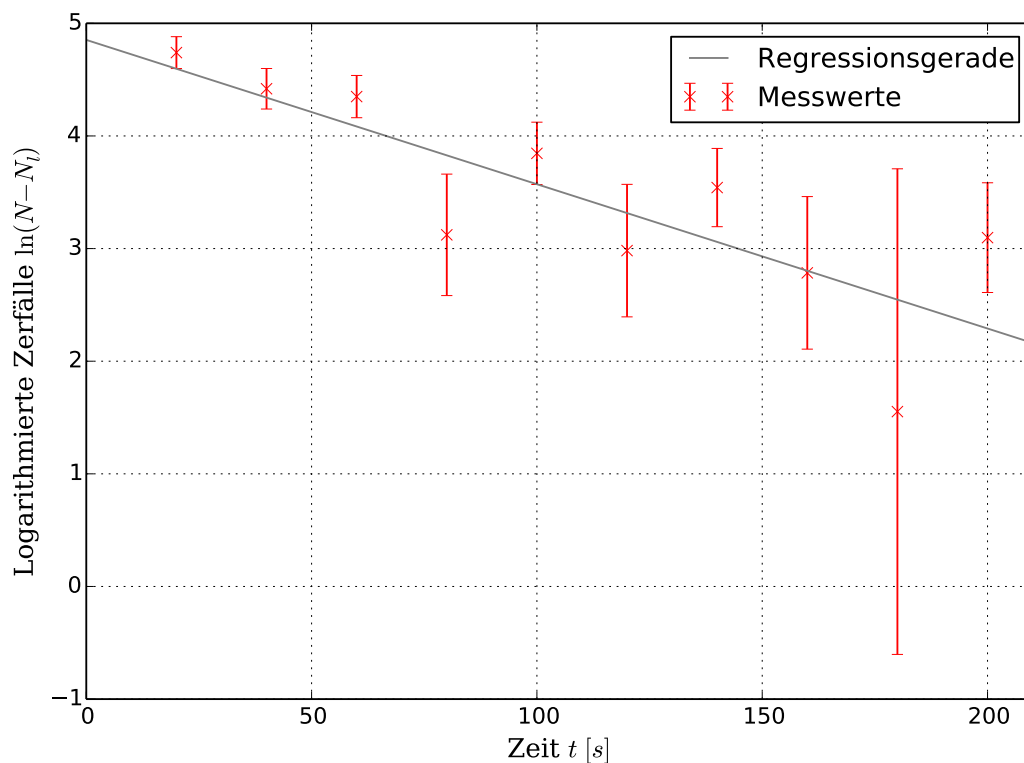


Abbildung 3: Graphische Darstellung der logarithmierten Zerfälle für $t \ll t^*$

Aus der, mit *SciPy* durchgeführten, linearen Regression mit dem Ansatz

$$\ln(N) = \lambda_k \cdot t + c_k, \quad (6)$$

ergeben sich die Parameter zu

$$\lambda_k = (0,013 \pm 0,003) \text{ s}^{-1} \quad \text{und} \quad (6a)$$

$$c_k = 4,9 \pm 0,4. \quad (6b)$$

Die daraus erhaltene Gerade ist ebenfalls in Abbildung 3 eingezeichnet.

Analog zu dem Zerfall der langlebigeren Kerne, erhält man aus den bestimmten Regressionsparametern die gesuchte Konstante e^{c_k} und die Halbwertszeit $t_{1/2,k}$ dieses Zerfalls zu

$$e^{c_k} = N_a(1 - e^{-\lambda_k \Delta t}) = 128 \pm 50 \quad \text{und} \quad (7)$$

$$t_{1/2,k} = (54 \pm 13) \text{ s}. \quad (8)$$

Die auf diese Weise bestimmten Zerfallsgesetze sind in ?? zusammen mit der Summe beider Zerfall und den ursprünglichen Messwerten ohne den Nulleffekt aufgetragen.

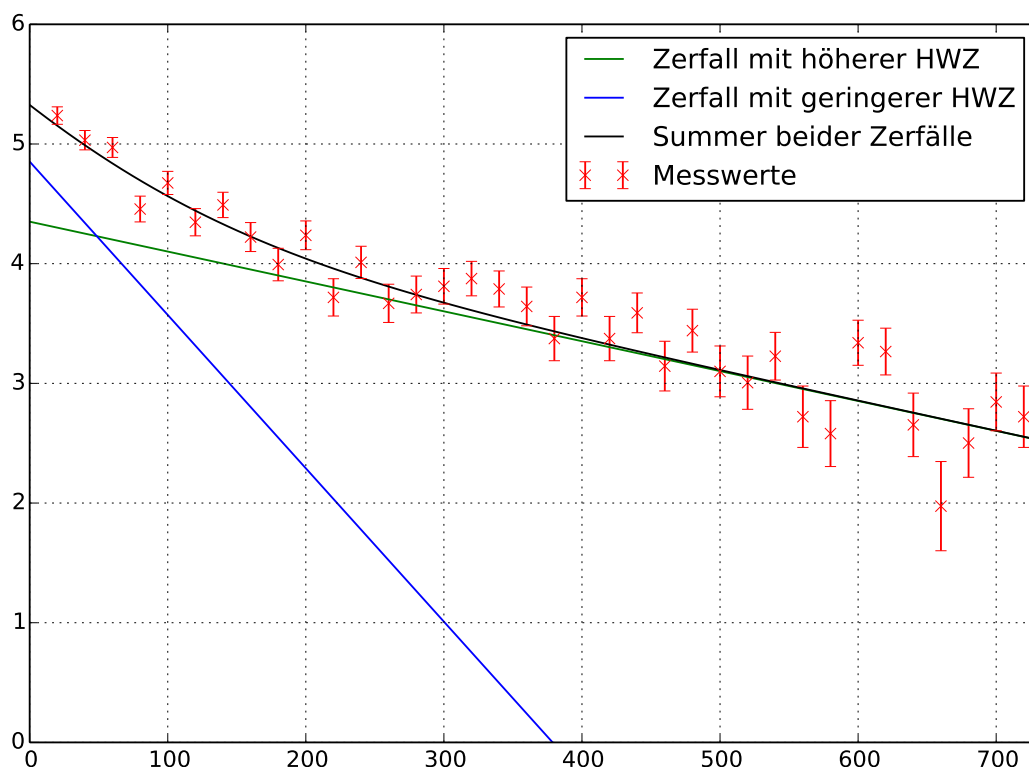


Abbildung 4: Graphische Darstellung der in der Auswertung bestimmten Zerfallsgesetze und deren summierter Zerfall im Vergleich zu den Messwerten

4.2 Fehlerrechnung

5 Diskussion

Literatur

- [1] *SciPy*. URL: <http://docs.scipy.org/doc/> (besucht am 21.04.2014).