

Statistik, Fehlerrechnung, Auswertung von Messungen

Vorbereitungskurs F-Praktikum Physik, Teil B
RWTH Aachen

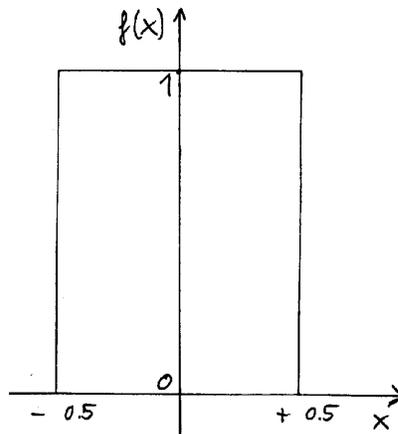
Thomas Hebbeker

Übungsaufgaben (Teil I):

1. Mittelwert und Standardabweichung

a) Berechnen Sie Mittelwert μ und Standardabweichung σ für die Gleichverteilung

$$f(x) = \begin{cases} 0 & |x| \geq 0.5 \\ 1 & |x| < 0.5 \end{cases}$$



b) Berechnen Sie die Estimatoren \bar{x} und \tilde{s} aus den folgenden 7 Messwerten:

5.7 5.9 11.1 9.1 9.9 8.0 7.3

c) Wie groß ist der Fehler des Mittelwertes ?

2. Radioaktive Zerfälle

In einer Sekunde werden $n = 94$ α -Kernzerfälle in einer radioaktiven Uran-Probe registriert. Die Lebensdauer des Uranisotops beträgt $\tau = 2.01 \cdot 10^{17}$ s (Fehler vernachlässigbar); die Aktivität (mittlere Zahl der Zerfälle pro Zeit) von N Kernen beträgt $A = N/\tau$. Wieviele Kerne sind in der Probe ? Messfehler ?

3. Experiment und Theorie

Ein Experimentalphysiker hat durch Mittelwertbildung von sehr vielen Einzelmessungen folgendes Messresultat erzielt: $R = 24.3 \pm 1.1$.

Ein Theoretiker berechnet in seinem Modell die gleiche Größe zu $R = 28.8$ (ohne Unsicherheit). Diskutieren Sie, ob Experiment und Theorie hier übereinstimmen.

4. Demographie

a) χ^2 -Fit

In einer Stadt wird jedes Jahr die Zahl n der Geburten gezählt. Die Statistik der letzten Jahre des 20. Jahrhunderts sieht so aus:

Kalenderjahr	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000
t / Jahre	0.5	1.5	2.5	3.5	4.5	5.5	6.5	7.5	8.5	9.5
n	1040	1016	1071	1002	1001	959	981	918	909	901

An diese Daten soll eine lineare Funktion

$$b(t) = \alpha \cdot (1 + a \cdot t)$$

angepasst werden. Um die Zahl der Fitparameter auf eins zu beschränken, verlangen wir, dass die Normierung α so gewählt ist, dass das Integral über $b(t)$ gleich der Summe der Messwerte n ist, für den betrachteten Zeitraum von 10 Jahren. Damit gilt also $\alpha = \alpha(a)$ und a ist zu fitten.

Führen Sie einen χ -Fit durch und bestimmen Sie den Parameter a und den Fehler Δa . Ist der Fit gut? Ist a mit 0 unverträglich (also ein zeitlicher Trend zu erkennen)?

b) Maximum-Likelihood-Fit

Eine entsprechende Statistik wird auch für ein Dorf erstellt:

Kalenderjahr	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000
t / Jahre	0.5	1.5	2.5	3.5	4.5	5.5	6.5	7.5	8.5	9.5
n	11	12	14	9	12	8	12	11	9	9

Bestimmen Sie jetzt a und den Fehler Δa mit einem Maximum-Likelihood-Fit. Welche Schlüsse kann man jetzt über die Geburtenentwicklung ziehen? Vergleichen Sie die Fehler Δa der Aufgabenteile a) und b). Entspricht das Verhältnis Ihren Erwartungen?