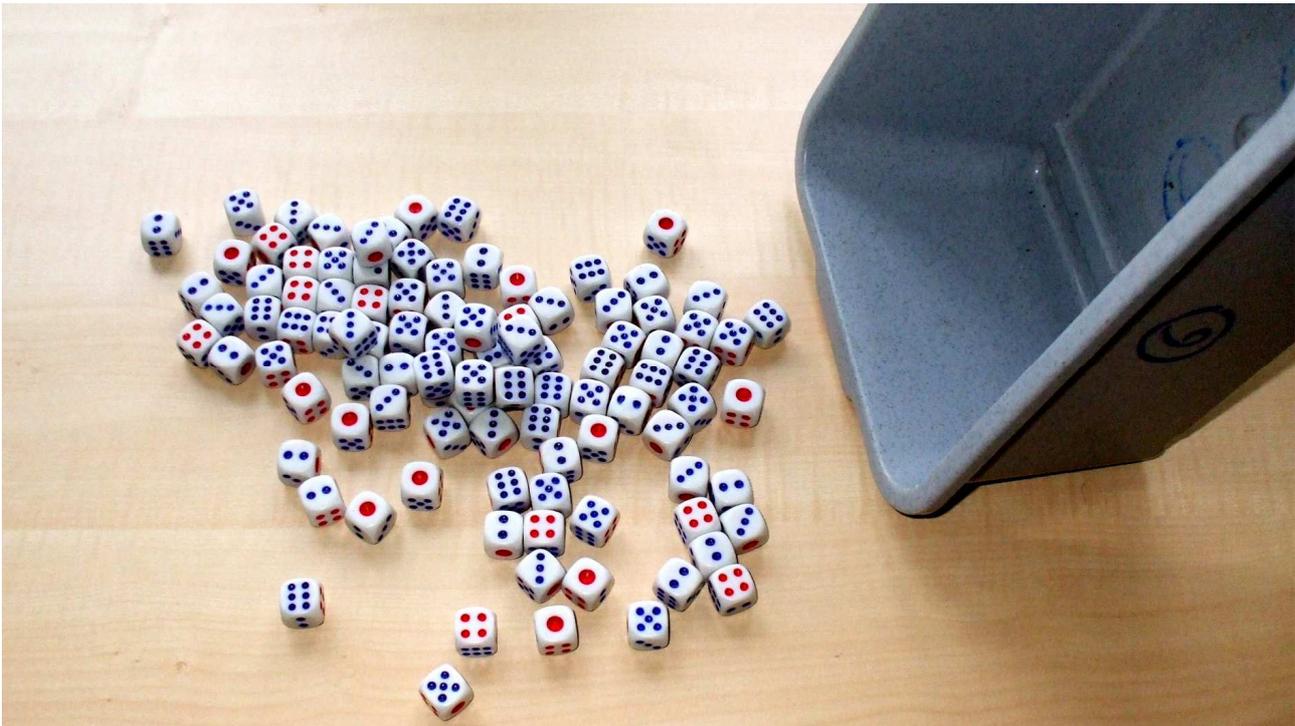


AK5.2 Materialübersicht



B1 Materialien zum Experiment

Material je Gruppe:

- 100 Würfel
- 1 großer Würfelbecher

AK5.3 Vertiefung

Beispiel für die Weiterentwicklung der Gruppenergebnisse im Anschluss an die Präsentationen:

Graphen in N - t -Diagrammen (realer) radioaktiver Substanzen lassen sich mit der Formel $N(t) = N_0 \cdot e^{-\lambda t}$ beschreiben (**Gesetz des radioaktiven Zerfalls**. Es besagt, dass in konstanten Zeitintervallen immer der gleiche Prozentsatz der jeweils vorhandenen Kerne zerfällt.). Die **Zerfallskonstante** λ in $1/s$ bestimmt, wie schnell der Zerfall abläuft. λ hat für jede radioaktive Substanz einen anderen Wert. Aus dem Zerfallsgesetz lässt sich die Formel für die Halbwertszeit T_H herleiten: $T_H = \ln 2 / \lambda$.

Die Geradensteigung im $-\Delta N / \Delta t$ - N -Diagramm gibt an, wie schnell der Zerfall abläuft. Man nennt sie Zerfallskonstante λ . Mit Hilfe des Steigungsdreiecks ergibt sich: $\lambda = (-\Delta N / \Delta t) / N$ oder $N \cdot \lambda = -\Delta N / \Delta t$ (Differentialgleichung für $N(t)$)

AK5.4 Ausblick

- Zerfallsreihen
- Radioaktive Strahlung / Strahlenschutz
- Zerfallsgesetz für Tochterkerne

Name:

Klasse:

Gruppe:

Datum:



B1 Radioaktive Abfälle



B2 Mumie

Plenum

Beim **radioaktiven Zerfall** zerfallen die Kerne bestimmter Atome ohne äußeres Zutun. Beim Kernzerfall entsteht „radioaktive Strahlung“, die zu schweren Erkrankungen oder zum Tod führen kann. Die Menge einer radioaktiven Substanz nimmt im Lauf der Zeit ab; aus so genannten Mutterkernen entstehen neue Elemente (Tochterkerne). Welcher Kern zerfällt, ist nicht vorhersagbar (statistischer Prozess).

Mit dem **Zerfallsgesetz** kann man bestimmen, welche Menge einer radioaktiven Substanz nach einer bestimmten Zeit noch vorhanden ist. Wozu ist dieses Wissen nützlich?

Zum Beispiel zur Abschätzung der Strahlungsdauer (B1) oder zur Altersbestimmung mit der ^{14}C -Methode (B2: Die Menge des im Organismus eingelagerten radioaktiven Kohlenstoffs aus der Atmosphäre sinkt ab dem Zeitpunkt des Todes).

Wie kann man den Verlauf des radioaktiven Zerfalls mit einer großen Anzahl von **Würfeln** simulieren?

Jeder Würfel entspricht einem radioaktiven Atomkern. Nach gleichzeitigem Würfeln mit vielen Würfeln werden z. B. alle Einsen aussortiert – sie gelten als zerfallen. Mit den verbliebenen Würfeln wird erneut gewürfelt. Jeder Wurf entspricht einem konstanten Zeitintervall.

Name: _____ Klasse: _____ Gruppe: _____ Datum: _____

Gruppenarbeit

Bitte arbeiten Sie in 6 gleich großen Gruppen.

1 Wie hängt die Anzahl N der Mutterkerne von der Zeit t ab?

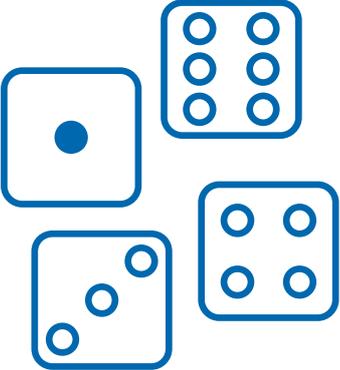
Hypothese: N nimmt mit zunehmendem t exponentiell ab.

2 **Überprüfen** Sie Ihre Hypothese durch ein geeignetes Experiment.

Für jede Gruppe liegt bereit:

100 Würfel, 1 großer Würfelbecher

2.1 Beschreiben Sie Ihr Experiment mit einer **Skizze**. Tragen Sie darin die maßgeblichen physikalischen Größen ein:



Beispiel:
 $N = 4$ (Kernanzahl zu Wurfbeginn)
 $-\Delta N / \Delta t = 1$ (zerfallene Kerne im Wurf)

2.2 Tragen Sie Ihre Messwerte in die folgende **Tabelle** ein:

t (Wurfnr.)	in –	0	1	2	3	4
N	in –	N_0	N_1	N_2	N_3	N_4
t (Wurfnr.)	in –	5	6	7	8	9
N	in –	N_5	N_6	N_7	N_8	N_9

Name:

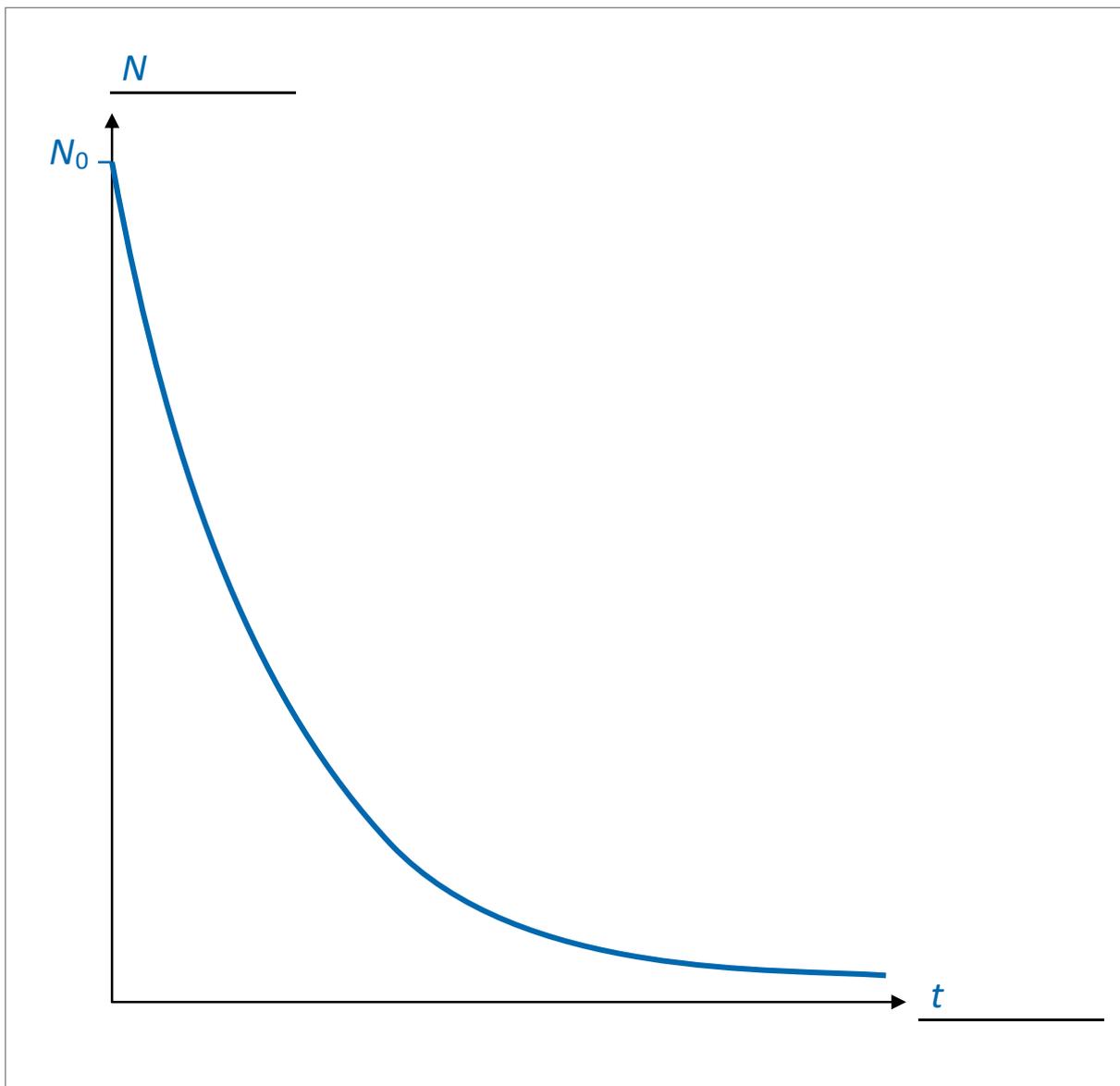
Klasse:

Gruppe:

Datum:

2.3 Stellen Sie Ihre Messwerte in einem **Diagramm** dar:

Horizontale Achse: Zeit t (Wurfnummer), vertikale Achse: Kernanzahl N



2.4 **Interpretieren** Sie Ihre Ergebnisse. Begründen Sie, ob sich Ihre Hypothese bestätigt hat:

Die Hypothese hat sich bestätigt (im Rahmen der Messgenauigkeit):

Der Graph zeigt, dass die Anzahl der radioaktiven Kerne mit zunehmender Zeit exponentiell abnimmt, dass also die Kernanzahl in gleichen Zeitintervallen immer um den gleichen Prozentsatz des jeweiligen Ausgangswertes abnimmt.

Name: _____ Klasse: _____ Gruppe: _____ Datum: _____

3 Weiterführende Aufgabe:

3.1 Versuchen Sie, aufgrund Ihres Diagramms (2.3) eine **Formel** für die Anzahl N der zur Zeit t vorhandenen Mutterkerne zu formulieren:

$$N(t) = N_0 \cdot e^{-\lambda t}$$

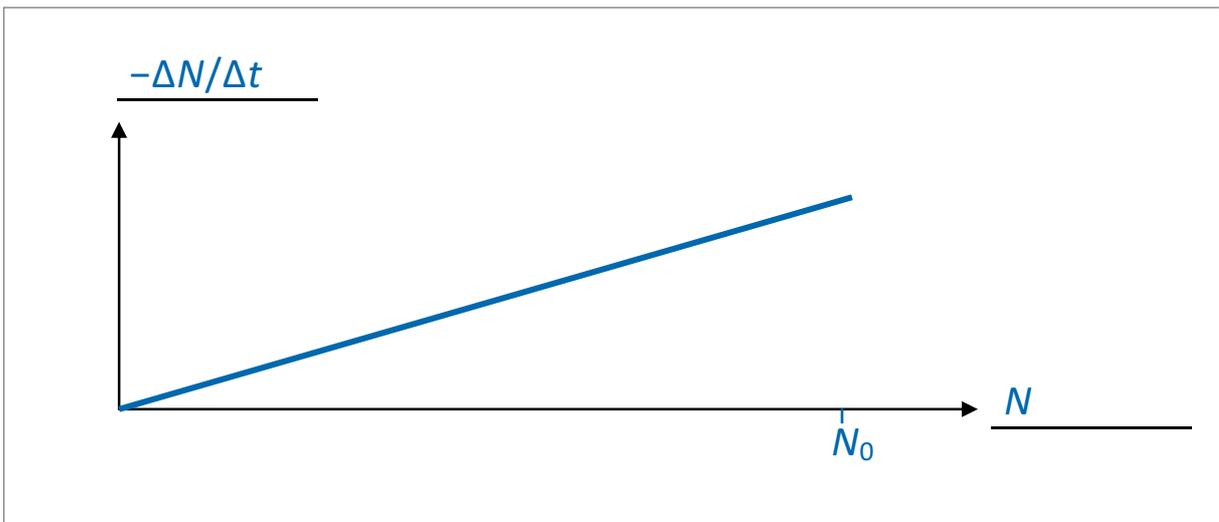
$$N_0: \text{Kernanzahl für } t = 0 \qquad \lambda: \text{Zerfallskonstante}$$

Hinweis: Ein *Tabellenkalkulationsprogramm* eignet sich gut zur Überprüfung Ihrer Formel.

3.2 Stellen Sie Ihre Messwerte aus 2.2 in folgendem **Diagramm** dar:

Horizontale Achse: Kernanzahl N , vertikale Achse: zerfallene Kerne pro Zeitintervall (Wurf) $-\Delta N/\Delta t$

Hinweis: Beginnen Sie der Einfachheit halber mit der Eintragung bei der Anfangskernzahl $N = N_0 = 100$.



3.3 Interpretieren Sie Ihre Ergebnisse aus 3.2. Was sagt die Steigung aus?

Je größer die Kernanzahl, desto größer ist die Anzahl der zerfallenen Kerne pro Zeitintervall. Der Graph ist eine Ursprungsgerade im Rahmen der Messgenauigkeit (Proportionalität). Die Steigung gibt die Geschwindigkeit des Zerfallsvorgangs an.

Plenum

Präsentieren Sie Ihre Ergebnisse vor der Klasse in geeigneter Form.