

# Altersbestimmung

Aufgabennummer: A\_007

Technologieeinsatz:

möglich ☒

erforderlich ☐

Zur Altersbestimmung von organischen archäologischen Fundstücken eignet sich die so genannte Radiokarbon-Methode. Das Kohlenstoffisotop  $^{14}\text{C}$  ist radioaktiv und in jedem lebenden Organismus in Spuren vorhanden. Nach dem Tod eines Organismus verringert sich der Anteil an  $^{14}\text{C}$  entsprechend dem Gesetz für den radioaktiven Zerfall.

Dieses Gesetz lautet:

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

$N_0$  ... Menge an  $^{14}\text{C}$  zum Zeitpunkt des Absterbens

$N(t)$  ... noch vorhandene Menge an  $^{14}\text{C}$  zum Zeitpunkt  $t$

$t$  ... Alter des Fundstücks

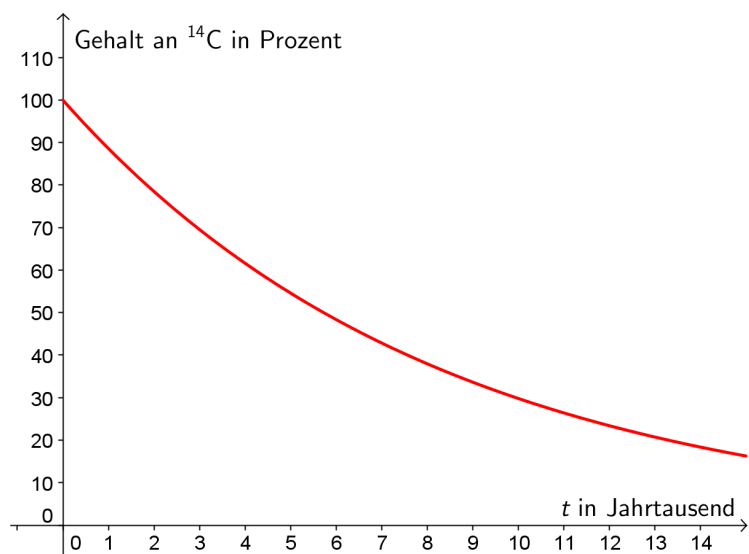
$\lambda$  ... Zerfallskonstante

- Formen Sie die angegebene Funktionsgleichung nach dem Alter  $t$  des Fundstücks um.  
 – Begründen Sie, warum die Umformung das Logarithmieren erfordert.  
 – Geben Sie den entsprechenden Rechenschritt an.
- Erklären Sie, was man unter der Halbwertszeit versteht.  
 – Stellen Sie den Ansatz für die Berechnung der Halbwertszeit auf.

- Ermitteln Sie aus der gegebenen grafischen Darstellung der Zerfallsfunktion von  $^{14}\text{C}$ , um wie viel Prozent der  $^{14}\text{C}$ -Gehalt im ersten Jahrtausend ungefähr abnimmt.

Die berühmte Gletschermumie Ötzi hat heute noch ca. 53 % der ursprünglichen Menge an  $^{14}\text{C}$ .

- Bestimmen Sie aus der Grafik das Alter der Mumie.



*Hinweis zur Aufgabe:*

*Lösungen müssen der Problemstellung entsprechen und klar erkennbar sein. Ergebnisse sind mit passenden Maßeinheiten anzugeben. Diagramme sind zu beschriften und zu skalieren.*

## Möglicher Lösungsweg

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

Man berechnet die Variable  $t$ , die sich in der Hochzahl der  $e$ -Potenz befindet, mithilfe des Logarithmierens, weil diese Rechenoperation eine Umkehroperation des Potenzierens ist, die bei Anwendung auf die Potenz deren Hochzahl liefert.

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

$$t \cdot (-\lambda) = \ln\left(\frac{N(t)}{N_0}\right)$$

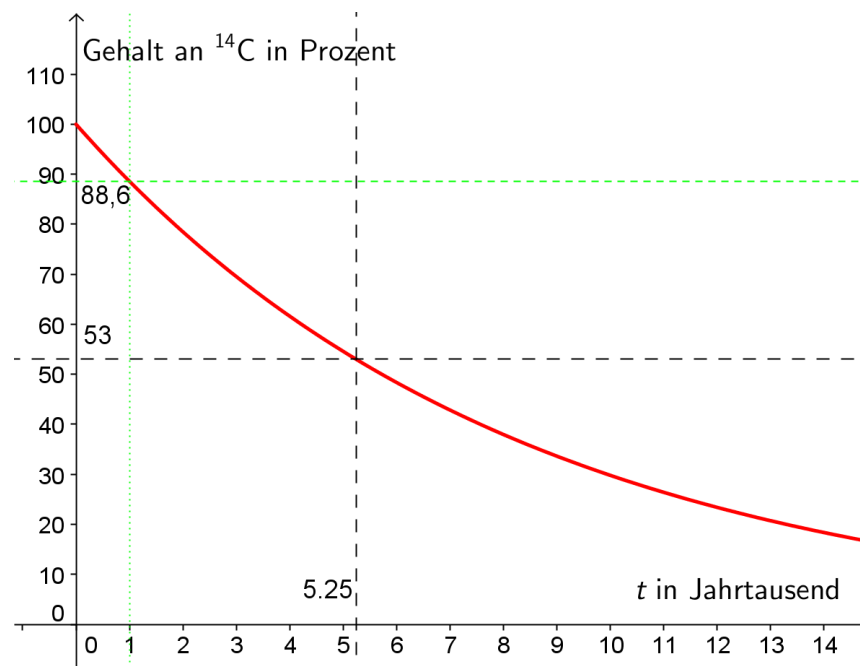
Eine Umformung mittels Technologieeinsatz ist auch zulässig.

$$t = -\frac{1}{\lambda} \cdot \ln\left(\frac{N(t)}{N_0}\right)$$

- b) Unter der Halbwertszeit  $T_{1/2}$  versteht man diejenige Zeit, in der die Hälfte des Ausgangsprodukts (in diesem Falle des  $^{14}\text{C}$ ) zerfallen ist.

$$0,5N_0 = N_0 \cdot e^{-\lambda \cdot T_{1/2}} \quad \text{bzw.} \quad 0,5 = e^{-\lambda \cdot T_{1/2}}$$

c)



Der abgelesene Wert 5,25 bedeutet: Das ungefähre Alter der Mumie beträgt ca. 5 250 Jahre. Im ersten Jahrtausend nimmt  $^{14}\text{C}$  um ungefähr 11,4 % ab ( $100 \% - 88,6 \% = 11,4 \%$ ).

Entsprechende Ablesungs-ungenauigkeiten sind zu vernachlässigen. Die oben angegebenen genauen Werte sind als exemplarisch zu verstehen.

## Klassifikation

☒ Teil A

☐ Teil B

Wesentlicher Bereich der Inhaltsdimension:

- a) 2 Algebra und Geometrie
- b) 3 Funktionale Zusammenhänge
- c) 3 Funktionale Zusammenhänge

Nebeninhaltsdimension:

- a) —
- b) —
- c) —

Wesentlicher Bereich der Handlungsdimension:

- a) B Operieren und Technologieeinsatz
- b) D Argumentieren und Kommunizieren
- c) C Interpretieren und Dokumentieren

Nebenhandlungsdimension:

- a) D Argumentieren und Kommunizieren
- b) A Modellieren und Transferieren
- c) —

Schwierigkeitsgrad:

- a) mittel
- b) mittel
- c) leicht

Punkteanzahl:

- a) 3
- b) 2
- c) 2

Themen: Biologie, Physik, Chemie

Quellen: —