Altersbestimmung

Aufgabennummer: A_007

Technologieeinsatz: möglich ☒ erforderlich ☐

Zur Altersbestimmung von organischen archäologischen Fundstücken eignet sich die so genannte Radiokarbon-Methode. Das Kohlenstoffisotop ^{14}C ist radioaktiv und in jedem lebenden Organismus in Spuren vorhanden. Nach dem Tod eines Organismus verringert sich der Anteil an ^{14}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}C zum Zeitpunkt des Absterbens
$N(t)$ ... noch vorhandene Menge an ^{14}C zum Zeitpunkt t
t ... Alter des Fundstücks
λ ... Zerfallskonstante

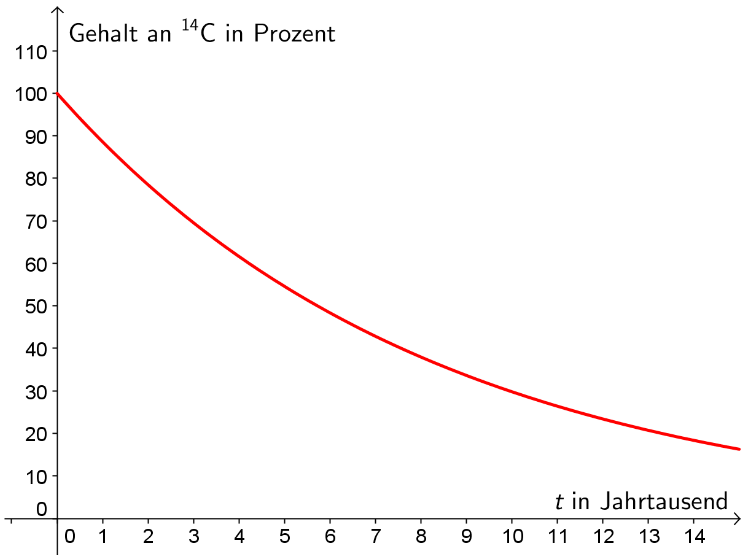
a) – Formen Sie die angegebene Funktionsgleichung nach dem Alter t des Fundstücks um.
– Begründen Sie, warum die Umformung das Logarithmieren erfordert.
– Geben Sie den entsprechenden Rechenschritt an.

b) – Erklären Sie, was man unter der Halbwertszeit versteht.
– Stellen Sie den Ansatz für die Berechnung der Halbwertszeit auf.

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

Die berühmte Gletschermumie Ötzi hat heute noch ca. 53 % der ursprünglichen Menge an ^{14}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) $N(t) = N_0 \cdot e^{-\lambda \cdot t}$

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

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

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

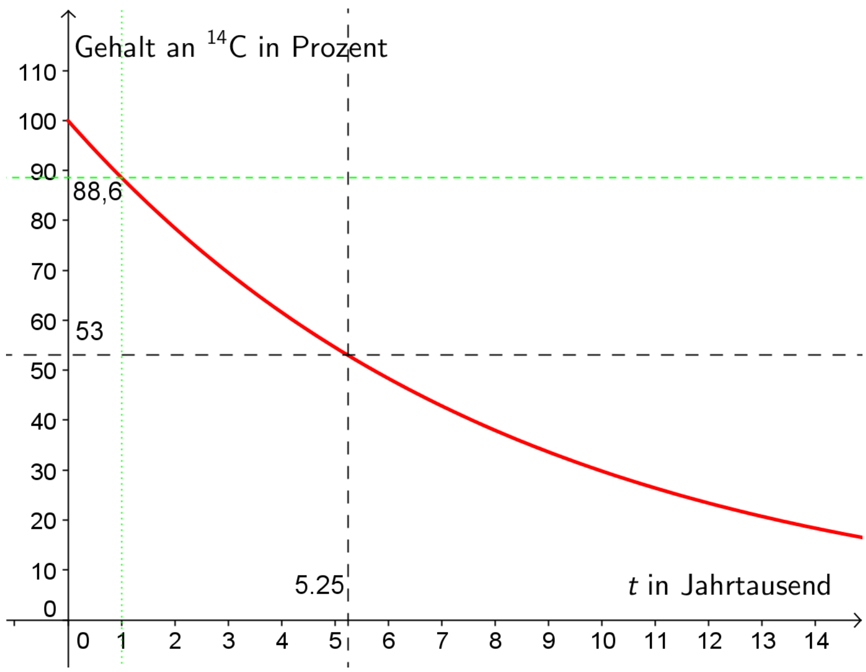
Man berechnet die Variable t, die sich in der Hochzahl der e-Potenz befindet, mithilfe des Logarithmierens, weil diese Rechenoperation eine Umkehroperation des Potenzierens ist, die bei Anwendung auf die Potenz deren Hochzahl liefert.

Eine Umformung mittels Technologieeinsatz ist auch zulässig.

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

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

c)



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

Entsprechende Ablese-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:	Punkteanzahl:
a) mittel	a) 3
b) mittel	b) 2
c) leicht	c) 2

Themen: Biologie, Physik, Chemie

Quellen: –