

**Tschernobyl-Unfall 1986**

Da ihr da noch nicht auf der Welt gewesen seid, kurze Info: Der Reaktorunfall passierte 1986 in der Ukraine (damals Sowjetunion) und hatte weltweite Auswirkungen. In dieser Aufgabe untersuchen wir, wieviel vom damaligen „Dreck“ heute noch da ist. Damals wurden unter anderem radioaktives Iod-131 und Caesium-137 freigesetzt.

- a) Die Masse des radioaktiven Iod-131 nimmt pro Tag um 8% ab. Wie viel Milligramm sind nach 10 Tagen noch vorhanden, wenn es ursprünglich 100 mg waren?

Wenn du mit 100mg startest, hast du nach einem Tag 92mg. Dies erhält man mit $100 - (8\% \text{ von } 100)$. Das kann man auch so sehen: es bleiben 92% und damit ist die nach einem Tag vorhandene Menge $0,92 \cdot 100\text{mg} = 92\text{mg}$. Nach dem zweiten Tag sind es $0,92 \cdot 0,92 = 0,85\text{mg}$. Nach 10 Tagen sind es dann 100mg mal $0,92^{10}$ bzw. gerundet 43mg.

- b) Caesium-137 hat eine Halbwertszeit von 30 Jahren. Welcher Anteil (in Prozent) der anfangs vorhandenen Menge Caesium-137 ist heute noch vorhanden?

Das kann man mit dem Diagramm vom Arbeitsblatt zeichnerisch lösen oder rechnen. Wir überschlagen aber nur: Heute ist 2011 und das bedeutet, dass seit 1986 genau 25 Jahre vergangen sind (=trauriges Jubiläum). Von 100% sind also noch mehr als 50% vorhanden! Das Cäsium ist zwar zum Teil bereits von einer Erdschicht bedeckt, aber wenn Wildschweine den Boden aufwühlen, gelangt es wieder in die Umwelt. Das ist auch der Grund, wieso Wildschweine aus Bayern immer noch kontrolliert werden, bevor sie in den Handel gelangen. Gleiches gilt für Pilze, da ihre Wurzeln sehr weit in den Boden reichen.

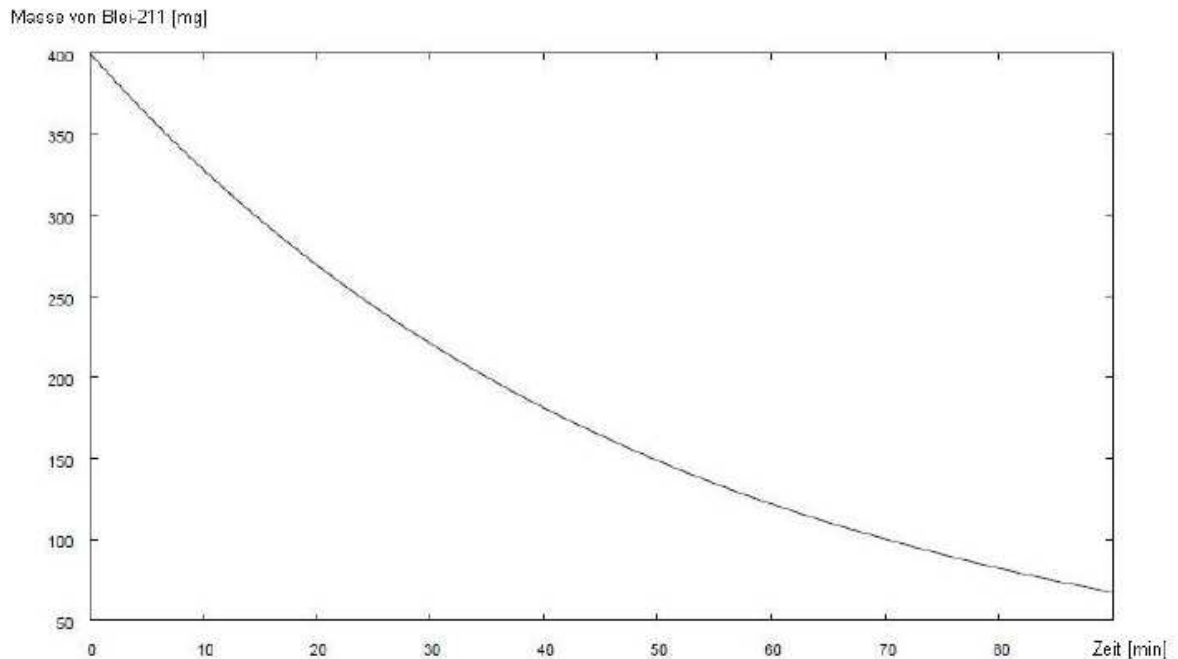
Exakt sind es noch soviel %: $B(t) = 100\% \cdot (1/2)^t$ mit t in Halbwertszeiten von 30 Jahren, also $t = 25/30 = 0,83$ ergibt $B(t) = 56\%$.

- c) Skizziere ein Zerfallsdiagramm für das Caesium-137 für die letzten 25 Jahre!

Mache ich jetzt nicht. Du hast ja das Diagramm. Da entspricht auf der x-Achse unten die 1 der Halbwertszeit von 30 Jahren.

Experiment mit Blei-211

Der radioaktive Zerfall von Blei-211 wurde experimentell sehr genau untersucht. Dabei ergab sich dieses Schaubild:



a) Entnimm dem Bild die Halbwertszeit von Blei-211.

Die HWZ beträgt ca. 35min, denn nach 35min ist die Menge Blei von 400mg auf 200mg gesunken. Und bei 70min (=2 HWZ) sind es mit 100mg noch ein Viertel.

b) Gib die Zerfallsgleichung an!

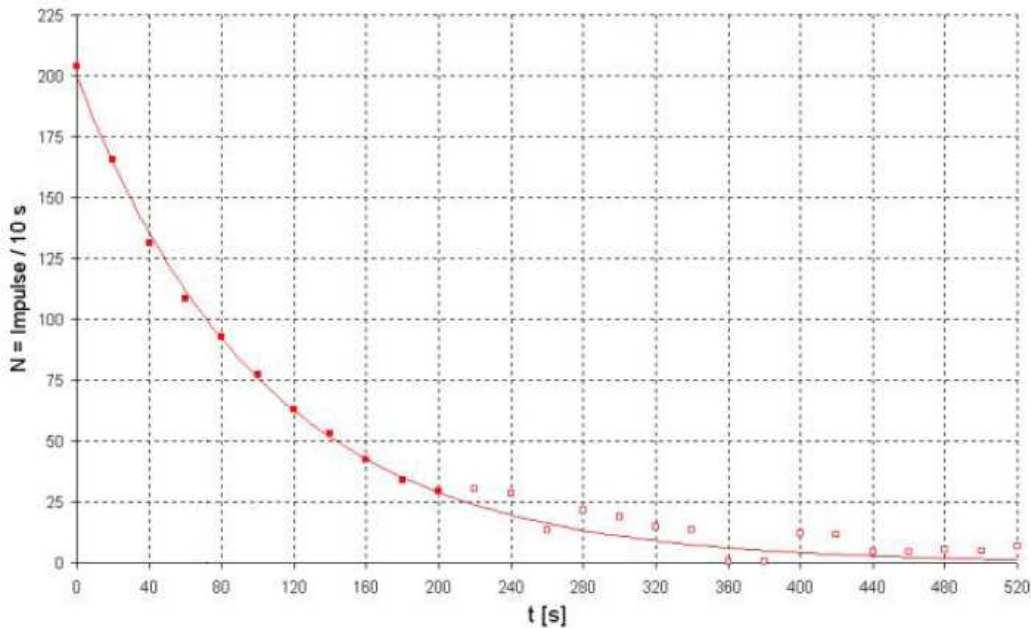
$B(t) = 400\text{mg} \cdot (1/2)^t$ mit t in Halbwertszeiten von 35min.

c) Wieviel Blei ist 10h vorhanden?

10 Stunden sind 600min. Damit sind $600/35$ HWZ vergangen, also ca. 17. Damit ist $B(17) = 400\text{mg} \cdot (1/2)^{17} = 0,003\text{mg}$, also nicht mehr viel!

Experiment mit Protactinium-234

Der Zerfall von Protactinium wurde experimentell untersucht. Dabei ergab sich dieses Schaubild:



a) Entnimm dem Bild die Halbwertszeit.

Die HWZ müsste bei ca. 70s liegen, da nach 70s die anfängliche Zählrate von 200 Impulsen (=Klicks bei unserem Messgerät) auf 100 runter ist. Nach 140s sind es knapp über 50 Klicks, was ebenfalls hinkommt.

b) Gib die Zerfallsgleichung an!

$B(t) = 200 \cdot (1/2)^{t/70}$ mit t in Halbwertszeiten von 70s.

c) Wieviel Protactinium ist nach 10h vorhanden?

10h sind 600min oder 36000s. Damit ist $t = 36000/70 = 514$. Wir suchen also $B(514) = 200 \cdot (1/2)^{514}$, was praktisch 0 ist (0,... mit über 150 Nullern)!

Verständnisfragen

Diese Fragen sind dafür da, sich noch einmal gedanklich mit dem Thema auseinanderzusetzen. Man muss nichts rechnen!

a) Wieso gibt es auf der Erde fast kein natürliches Polonium?

Dazu muss man wissen, wie groß die HWZ von Polonium ist. Google hilft und man findet einen Haufen verschiedener Isotope mit unterschiedlichen Halbwertszeiten. Die längste ist die von Po-209 mit etwas über 100 Jahren. Die Erde ist (siehe b)) Mrd. von Jahren alt!

b) Die Erde ist etwa $4,6 \cdot 10^9$ Jahre alt. Wie alt ist das in Normaldeutsch? Kennst du ein Element, das eine ähnliche Halbwertszeit besitzt?

Das sind 4,6 Mrd. Jahre. Uran!

- c) Warum denkst Du, benutzt man auch eine „biologische Halbwertszeit“, wenn ein radioaktiver Stoff in einen Menschen (bspw. einen Arbeiter in Fukushima) gelangt ist? Vermutest Du, dass diese „biologische Halbwertszeit“ etwa der „normalen“ Halbwertszeit entspricht, oder könnte sie deutlich darunter liegen?

Der Mensch muss auch mal aufs Klo! Und die Nieren scheiden Stoffe aus, damit auch radioaktiv. Die biologische HWZ ist damit deutlich niedriger als lange HWZ von Strahlern!