



Lehrplananbindung: Ph 9.2 Atome – Strahlung radioaktiver Nuklide

Kompetenzen: Neben den Fachkenntnissen liegt der Schwerpunkt bei

<b>Erkenntnisgewinnung</b>	<i>Fachmethoden beschreiben</i>	<b>Fachmethoden nutzen</b>	<i>Fachmethoden problembezogen auswählen u. anwenden</i>
<b>Kommunikation</b>	<i>mit vorgegebenen Darstellungsformen arbeiten</i>	<b>Geeignete Darstellungsformen nutzen</b>	<i>Darstellungsformen selbstständig auswählen u. nutzen</i>
<b>Bewertung</b>	<i>Vorgegebene Bewertungen nachvollziehen</i>	<i>Vorgegebene Bewertungen beurteilen und kommentieren</i>	<i>Eigene Bewertungen vornehmen</i>

### Aufgabenbeispiel: Radioaktive Belastung durch den Reaktorunfall in Tschernobyl

(aus: Martin Volkmer: Die radioaktive Belastung der Bundesrepublik durch den Reaktorunfall in Tschernobyl; in: Unterricht Physik Nr. 91;(C) 2006 Friedrich Verlag GmbH, Seelze.)

#### AUFGABE 1: Jod-131-Belastung Ende April 1986

Durch den Unfall gelangte u. a. radioaktives I-131 in die Bundesrepublik. Daraus ergab sich in den alten Bundesländern (die damalige DDR veröffentlichte keine Messwerte) eine mittlere Flächenaktivität  $A_F = 10000 \text{ Bq/m}^2$ .

- Wie viel Gramm I-131 wurden auf der Fläche der alten Bundesländer ( $S = 3,55 \cdot 10^5 \text{ km}^2$ ) abgelagert, wenn 1 g reines I-131 eine Aktivität von  $A = 4,6 \cdot 10^{15} \text{ Bq}$  besitzt (spez. Aktivität)?
- Wie viel Gramm I-131 waren Mitte Juni 1986 (nach 40 Tagen) noch vorhanden, wenn bei I-131 von einer Halbwertszeit  $T_{1/2} \approx 8 \text{ d}$  ausgegangen wird?

#### AUFGABE 2: Cäsium-137-Belastung Ende April 1986

Die in den ersten beiden Wochen nach dem Unfall durchgeführten Messungen und Schätzungen ergaben für Cs-137 eine mittlere Flächenaktivität  $A_F = 6000 \text{ Bq/m}^2$ .

- Wie viel Gramm Cs-137 wurden auf der Fläche der alten Bundesländer ( $S = 3,55 \cdot 10^5 \text{ km}^2$ ) abgelagert, wenn 1 g reines Cs-137 eine Aktivität von  $A = 3,2 \cdot 10^{12} \text{ Bq}$  besitzt?
- Welche Masse Cs-137 existiert noch nach 20 Jahren (April 2006), wenn für Cs-137 eine Halbwertszeit  $T_{1/2} = 30,17 \text{ a} \approx 30 \text{ a}$  angenommen wird?

#### AUFGABE 3: Cs-137 in Molkepulver, das im Sommer 1986 in einigen bayerischen Molkereien anfiel

Das nach dem Unfall mit den Luftströmungen bis in die Bundesrepublik transportierte Cs-137 gelangte durch Grasfütterung auch in die Milch der Kühe und anschließend bei der Käseherstellung größtenteils in die Molke (Käsewasser).

Aus der Molke wurde das nährstoffreiche Molkepulver gewonnen. Da die spezifische Aktivität des Molkepulvers  $A_S = 5000 \text{ Bq/kg}$  betrug, durfte es nicht zur Viehfütterung eingesetzt wer-

den. In einem aufwändigen Verfahren musste man das Cs-137 aus den 5000 t Molkepulver entfernen.

- Wie groß war die Cs-137-Aktivität in den 5000 t Molkepulver?
- Wie viel Gramm Cs-137 enthielten die 5000 t Molkepulver, wenn 1 g reines Cs-137 eine Aktivität von  $A = 3,2 \cdot 10^{12}$  Bq besitzt?
- Welches Volumen hatte das in den 5000 t Molkepulver enthaltene Cs-137 und welche Kantenlänge hätte ein Würfel dieses Volumens (Dichte von Cs:  $\rho = 2 \text{ g/cm}^3$ )?

#### AUFGABE 4: Cs-137 in Wildschweinen, 20 Jahre nach dem Reaktorunfall

In einem relativ hoch belasteten Gebiet des Bayerischen Waldes wurde in den Jahren 2000 bis 2004 bei Wildschweinen eine spezifische Cs-137-Aktivität von  $A_s = 8000 \text{ Bq/kg}$  festgestellt.

- Welche Aktivität nimmt ein Mensch auf, wenn er 200 g von diesem Fleisch isst?
- Wie viel Gramm Cs-137 enthalten 200 g dieses Fleisches, wenn die spezifische Aktivität von reinem Cs-137  $A_s = 3,2 \cdot 10^{12} \text{ Bq/g}$  beträgt?
- Welcher zusätzlichen effektiven Strahlendosis  $E$  ist ein Erwachsener ausgesetzt, wenn er 200 g Wildschweinfleisch mit Cs-137 isst und der Dosisfaktor  $g = 1,3 \cdot 10^{-5} \text{ mSv/Bq}$  beträgt? Wie viel Prozent der mittleren natürlichen effektiven Strahlendosis von  $E = 2,4 \text{ mSv/a}$  würde das entsprechen?

#### Lösungen

*Die Definitionen einiger der verwendeten Größen sind nicht aus dem Unterricht bekannt, sie müssen aus dem Text und den angegebenen Einheiten erschlossen werden.*

1)  $A = 3,55 \cdot 10^{15} \text{ Bq}$ ;  $m = 0,77 \text{ g}$ .

*Nach 40 Tagen (= 5 Halbwertszeiten):  $m = 0,024 \text{ g}$ .*

2)  $A = 2,13 \cdot 10^{15} \text{ Bq}$ ;  $m = 0,67 \text{ kg}$ .

*Nach 20 Jahren:  $m \approx 0,42 \text{ kg}$ .*

3)  $A = 2,5 \cdot 10^{10} \text{ Bq}$ ;  $m = 0,0078 \text{ g}$ ;

$V = 0,0039 \text{ cm}^3$ ;  $a = 0,16 \text{ cm}$ .

4)  $A = 1,60 \text{ kBq}$ ;  $m = 5,0 \cdot 10^{-10} \text{ g}$ ;  $E = 0,021 \text{ mSv}$ . *(Die effektive Dosis  $E$  ist die Summe der Organdosen, jeweils multipliziert mit den zugehörigen Gewebegewichtsfaktoren.) Trotz der sehr geringen aufzunehmenden Massen entspricht dies 0,9 % der mittleren natürlichen Jahresdosis.*