

Im Vergleich zur Strahlenbelastung durch radioaktives Jod-131 war die Verseuchung durch das ebenfalls radioaktive Isotop Cäsium-137 geringer. Es wurden Aktivitäten um 1600 Bq gemessen. Im Gegensatz zu der kurzen Halbwertszeit von Jod-131 ($T_{1/2} = 8,04$ Tage) besitzt Cäsium-137 eine wesentlich längere Halbwertszeit von $T_{1/2} = 30$ Jahre.

Aufgaben:

- Ermittle den Wachstumsfaktor q für ein Jahr.
Berechne die prozentuale jährliche Abnahme der Strahlenbelastung.
Erstelle eine Wertetabelle.
- Übertrage die Wertepaare in ein Koordinatensystem.
Benutze das DIN A4 Format quer.
(Einheiten x-Achse 2 Jahre \equiv 1 cm, 100 Bq \equiv 1 cm)
- Welche Strahlenbelastung kannst Du in 90 Jahren voraussagen?
- Vergleiche die kurz- und langfristige Strahlenbelastung durch Jod-131 und Cäsium-137

Lösung:

Die radioaktive Strahlenbelastung ist proportional zum Zerfall des Stoffes!

a)

Wachstumsfaktor Cäsium-137:

$$m \cdot q^{30} = \frac{1}{2} m \quad (m = \text{Masse}) \Rightarrow q = \left(\frac{1}{2}\right)^{\frac{1}{30}} \approx 0,97716 (\approx 97,716\%)$$

prozentuale jährliche Abnahme der Strahlenbelastung bei Cäsium-137:

$$100\% - 97,716\% = 2,284\%$$

Wachstumsfaktor Jod-131:

$$m \cdot q^{8,04} = \frac{1}{2} m \quad \text{bei täglicher Betrachtung}$$

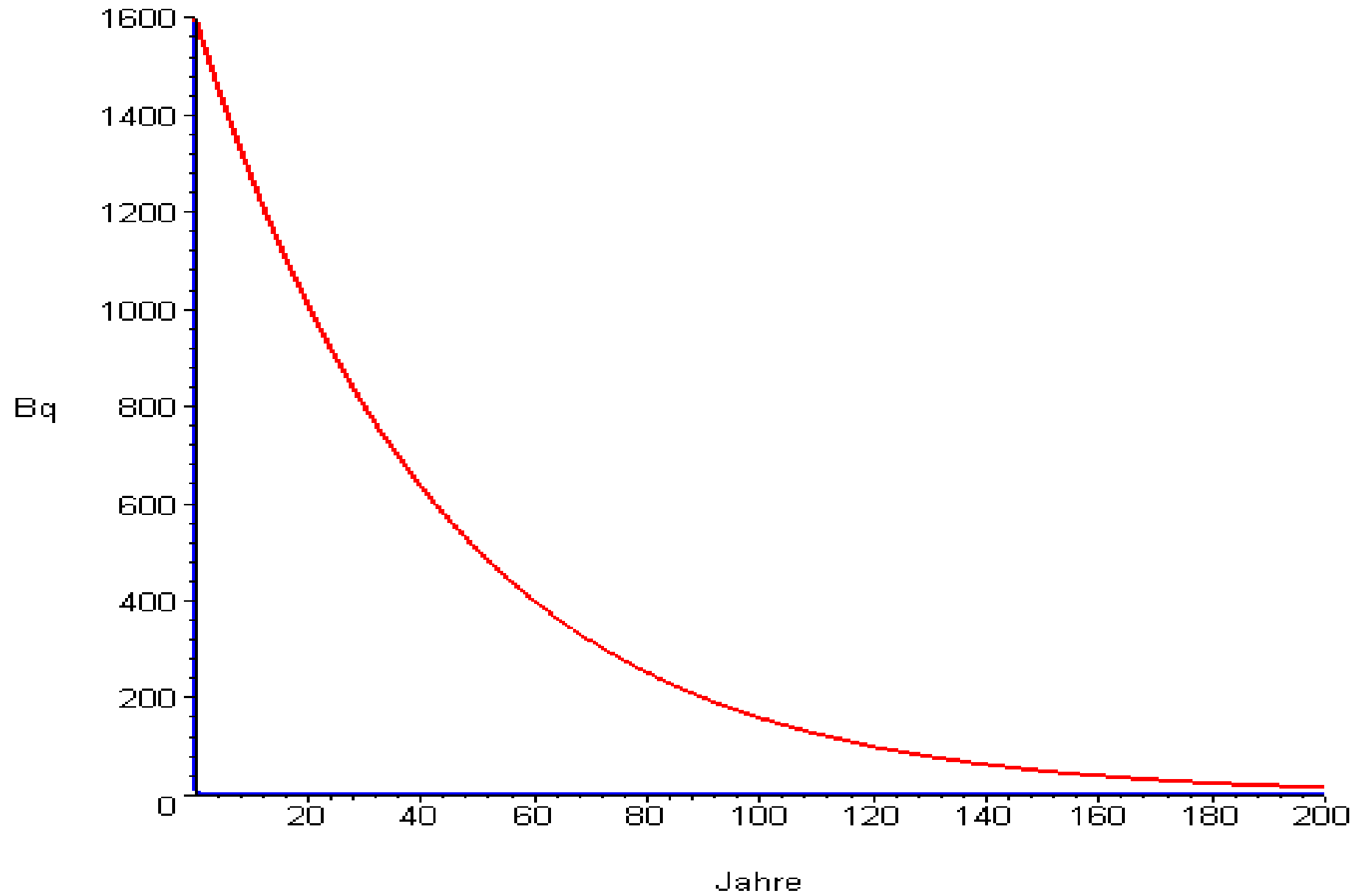
$$m \cdot q^{365} = \frac{1}{2} m \Rightarrow q = \left(\frac{1}{2}\right)^{\frac{365}{8,04}} \approx 2,1569 \cdot 10^{-14} (\approx 0\%)$$

prozentuale jährliche Abnahme der Strahlenbelastung bei Jod-131:

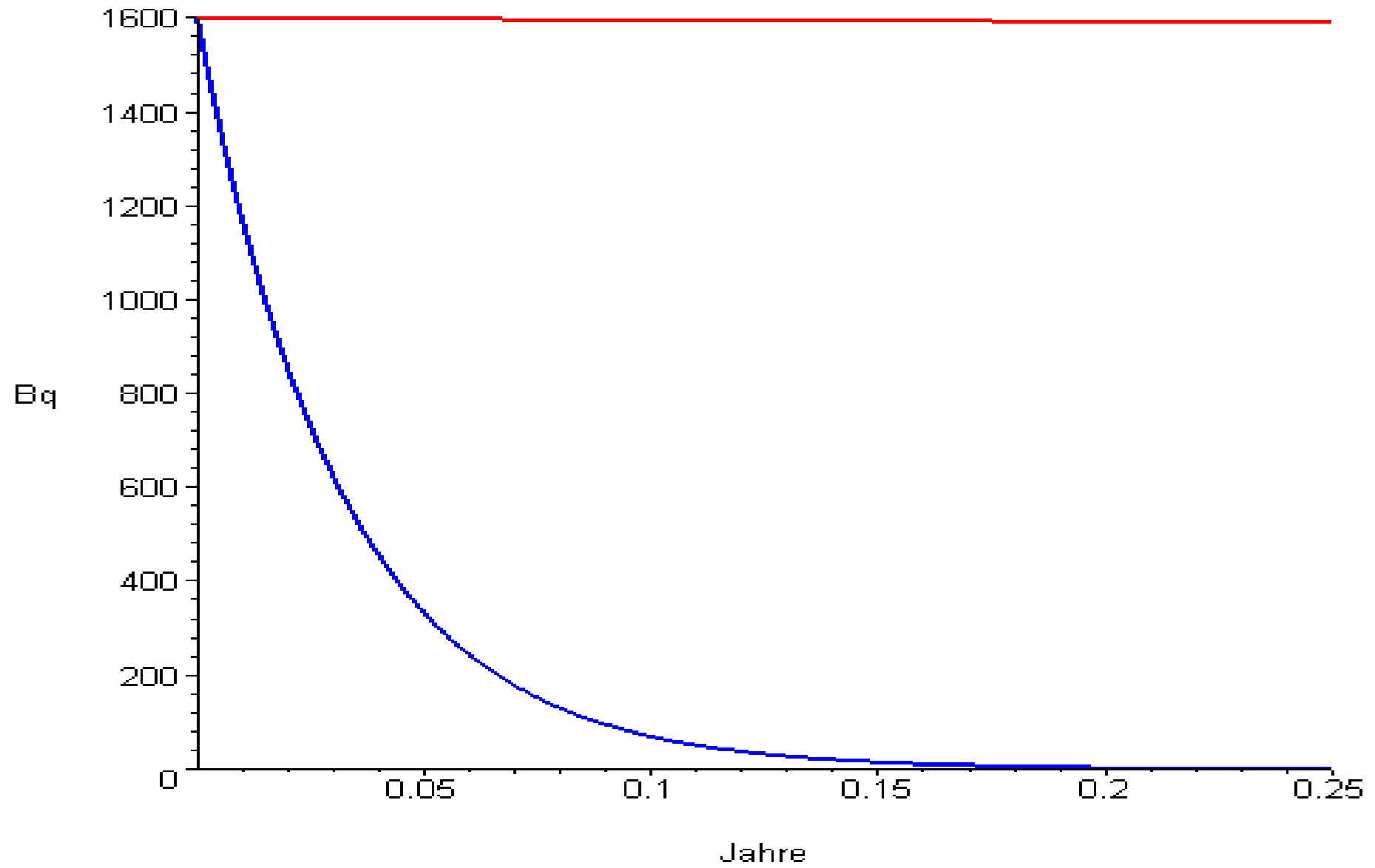
$$100\% - 0\% = 100\% \quad (\text{genauer: } 99,999999999997843\%)$$

Wertetabelle:

Jahre	Cäsium-137 [Bq]	Jod-131 [Bq]
0	1600	1600
$\frac{1}{12}$ (1 Monat)	1596,92	116,22
$\frac{2}{12} = \frac{1}{6}$ (2 Monate)	1593,85	8,44
$\frac{3}{12} = \frac{1}{4}$ (3 Monate)	1590,78	0,6132
$\frac{6}{12} = \frac{1}{2}$ (6 Monate)	1581,62	0,000235
1	1563,46	$3,45 \cdot 10^{-11}$
2	1527,75	$7,44 \cdot 10^{-25}$
3	1492,85	$1,61 \cdot 10^{-38}$
4	1458,76	$3,46 \cdot 10^{-52}$
5	1425,44	$7,47 \cdot 10^{-66}$
6	1392,88	$1,61 \cdot 10^{-79}$
7	1361,07	$3,48 \cdot 10^{-92}$
8	1329,98	$7,5 \cdot 10^{-107}$
9	1299,6	$1,62 \cdot 10^{-120}$
10	1296,92	$3,49 \cdot 10^{-134}$
15	1131,37	$1,63 \cdot 10^{-202}$
20	1007,94	$7,6 \cdot 10^{-271}$
25	897,97	$3,55 \cdot 10^{-339}$
30	800	$1,66 \cdot 10^{-407}$
40	634,96	$3,61 \cdot 10^{-544}$
50	503,97	$7,87 \cdot 10^{-681}$
60	400	$1,72 \cdot 10^{-817}$
90	200	$1,78 \cdot 10^{-1227}$



Ausschnittvergrößerung:



c)

Die Strahlenbelastung für beide Fälle kann man der Wertetabelle entnehmen:

Cäsium-137: 200 Bq

Jod-131: 0 Bq

d) Die Strahlenbelastung von Jod-131 nimmt durch die geringe Halbwertszeit von 8,04 Tagen sehr schnell ab. Bereits nach ca. 85 Tagen ist es nur noch 1 Bq.

Im Gegensatz zu Jod-131 hält die Strahlenbelastung von Cäsium-137 viel länger an, da die Halbwertszeit ungefähr 30 Jahre beträgt. Um auch auf 1 Bq zu kommen muss man ca. 320 Jahre warten. Ein erwachsener Mensch (70 kg) besitzt eine Aktivität von ca. 9.000 Bq. Es ist allerdings zu bedenken, dass dieser Wert in Abhängigkeit vom Gewicht, dem Alter und dem Wohnort variieren kann. (Quelle: http://www.m-ww.de/enzyklopaedie/strahlenmedizin/natur_strahlenexposition.html)