Isotopenkomposition des natürlichen Kaliums:

K-39: 96,2581 % (stabil)

K-40: 0,0117 % (Beta-Strahler)

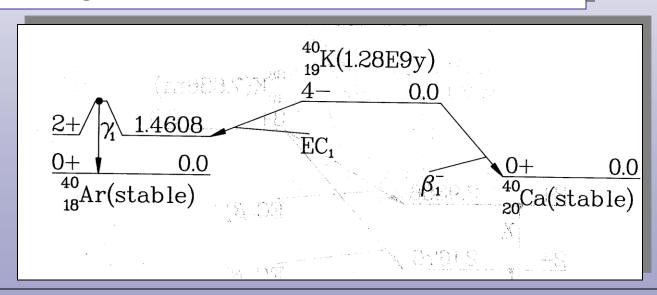
K-41: 6,7302 % (stabil)

Zerfallsparameter von K-40:

Physikalische Halbwertszeit: 1,28 E09 a

Beta-Strahlung: 1,3 MeV (89,3 %)

Gamma-Strahlung: 1,46 MeV (10,7 %)



Spezifische Aktivität A_S des K-40:

$$N_A$$
 Avogadro-Konstante ($N_A = 6.02 \ 10^{23} \ Atome(Mol)$

A Atomgewicht des Isotops (A = 40 g/Mol)

p Gewichtsanteil des Isotops ($p = 1,17 10^{-4}$)

 $T_{1/2}$ Physikalische Halbwertszeit des Isotops ($T_{1/2} = 1,28 \ 10^9 \ a$)

$$A_{S} = \frac{N_{A}}{A} \cdot p \cdot \frac{\ln(2)}{T_{1/2}}$$

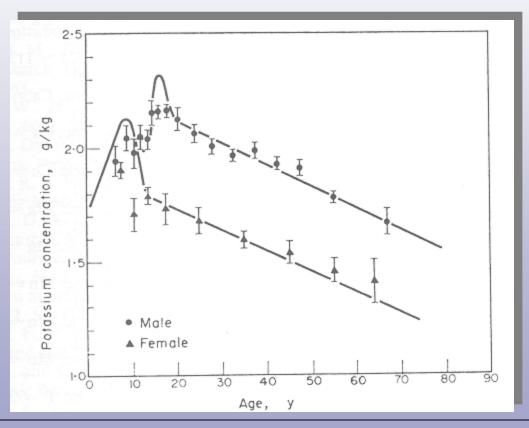
$$A_{S} = \frac{6,02 \cdot 10^{23} A tome / Mol}{40 g / Mol} \cdot 1,17 \cdot 10^{-4} \cdot \frac{0,693 Zer f\"{a}lle / A tom}{1,28 \cdot 10^{9} a \cdot 3,15 \cdot 10^{7} s / a}$$

$$A_{S} = 30,3 \frac{Zer f\"{a}lle}{g \cdot s} = 30,3 \frac{Bq}{g}$$

Spezifische K-40-Körperaktivität

Mann (25 Jahre): 2,1 g K pro kg d.h. 64 Bq K-40 pro kg

Frau (25 Jahre): 1,7 g K pro kg d.h. 52 Bq K-40 pro kg



Biokinetik Allgemeines

Biokinetik

Zeitliches und räumliches Verhalten von bestimmten Stoffen im Körper

Beispiele:

Pharmakokinetik

Biokinetik von Spurenelementen

Biokinetik von radioaktiven Stoffen

Biokinetik Allgemeines

Biokinetische Modelle

Mathematische Simulierung des Verhaltens von Stoffen im Körper (Stoffwechselverhalten)

- ➤ Berechnung der Retention der Stoffe in bestimmten Organen, Geweben oder sonstigen Substanzen des Körpers (Retentionsfunktion)
- ➤ Berechnung der Ausscheidung der Stoffe aus dem Körper (Ausscheidungsfunktion)

Vorhersage der Wirkung von bestimmten Stoffen im Körper

- ➤ Pharmakologische Wirkung von Pharmazeutika
- ➤ Radiologische Wirkung von radioaktiven Substanzen

Diagnostik von bestimmten Stoffen im Körper

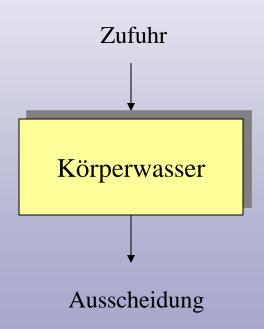
- ➤ Bestimmung der Stoffmenge in bestimmten Organen und Geweben durch Direktmessung
- ➤ Bestimmung der Stoffmenge in bestimmten Organen und Geweben über die Ausscheidung

Kompartiment

Verteilungsraum eines bestimmten Stoffes im Körper

- ➤ Einheitliches biokinetisches Verhalten des Stoffes im Kompartiment
- ➤ Biokinetik erster Ordnung, d.h. Transfer-Raten proportional zur aktuellen Stoffmenge

Beispiel: Tritium (HTO)



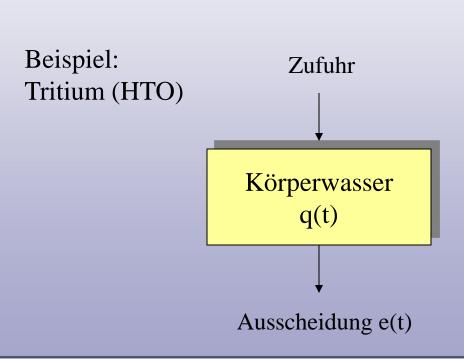
Tritium tritt im allgemeinen in Form von tritiertem Wasser (HTO) auf;

HTO setzt sich im Körper sofort ins Gleichgewicht mit dem Körperwasser, es verteilt sich homogen im Körper und wird über den Urin sowie über Stuhl und Schweiß wieder ausgeschieden;

Das Körperwasser bildet somit das Kompartiment der HTO-Deposition.

Zeitliches Verhalten der Stoffmenge q im Kompartiment

Lineare Differentialgleichung erster Ordnung Zeitkonstante λ: Anteil der pro Zeiteinheit ausgeschiedenen Stoffmenge

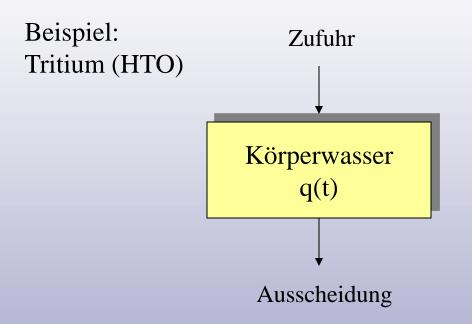


$$\frac{dq(t)}{dt} = -\lambda \cdot q(t)$$

$$q(t) = q(0) \cdot e^{-\lambda \cdot t}$$

$$e(t) = \lambda \cdot q(t)$$

Zeitkonstante λ



Körperwasser:

Volumen 42 1

Tägl. Ausscheidung

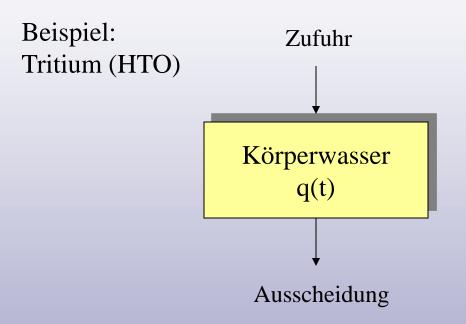
1,4 1 Urin

1,4 l Exhal., Transp., Stuhl

$$\lambda = \frac{2.8l/d}{42l} = 0.067d^{-1}$$

HTO-1.xls - Tabelle1!C3

Beispiel: HTO-Zufuhr bei einem Zwischenfall

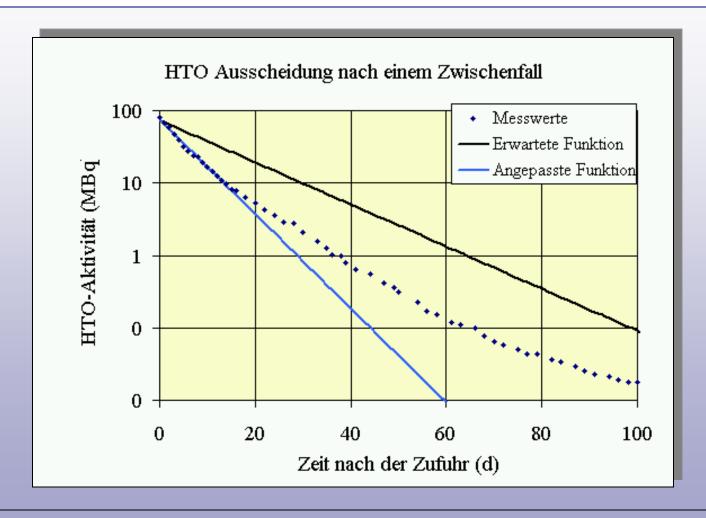


In einem Forschungszentrum wurde eine Person beim Reinigen einer Vakuumpumpe durch dampfförmiges HTO kontaminiert. Es wurde sofort eine Urinprobe genommen (ca. 80 MBq).

Aufgrund des hohen Messwertes musste die Person zur Ausschwemmung der H-3-Aktivität in der Folgezeit täglich etwa 8 l Wasser zu sich nehmen.

HTO-2.xls - Tabelle1!D2

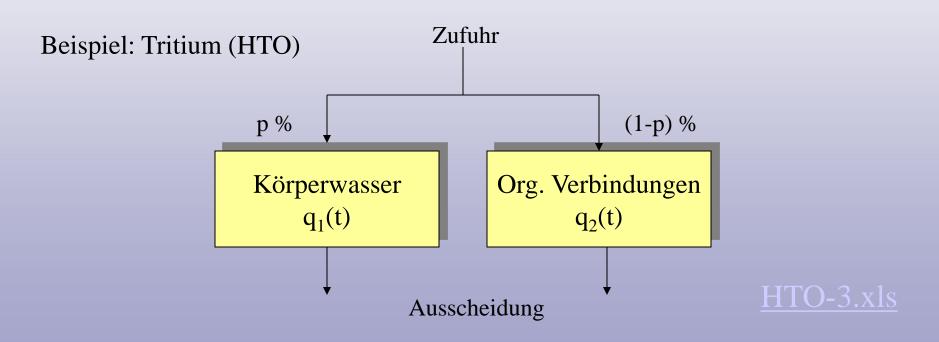
Beispiel: HTO-Zufuhr bei einem Zwischenfall



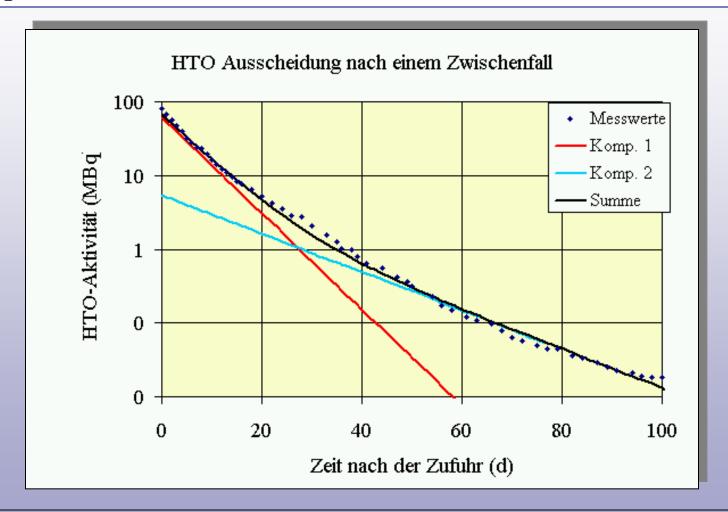
Mehrfachkompartimente (bei multi-exponentieller Retention)

Aufspaltung des Verteilungsraums in mehrere Subkompartimente

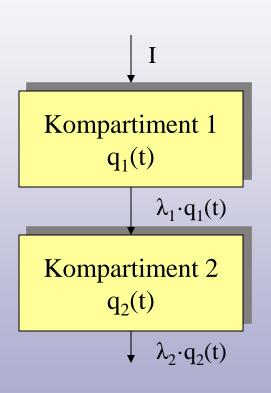
- Einheitliches biokinetisches Verhalten des Stoffes in jedem Subkompartiment
- ➤ Biokinetik erster Ordnung, d.h. Transfer-Raten proportional zur aktuellen Stoffmenge in jedem Subkompartiment



Beispiel: HTO-Zufuhr bei einem Zwischenfall



Lineare Kette von zwei Kompartimenten



Lineare Differentialgleichungen erster Ordnung

$$\begin{aligned} \frac{dq_1(t)}{dt} &= -\lambda_1 \cdot q_1(t) \\ \frac{dq_2(t)}{dt} &= \lambda_1 \cdot q_1(t) - \lambda_2 \cdot q_2(t) \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} q_1(t) &= I \cdot e^{-\lambda_1 \cdot t} \\ q_2(t) &= \frac{\lambda_1 \cdot I}{\lambda_1 - \lambda_2} \cdot \left\{ e^{-\lambda_2 \cdot t} - e^{-\lambda_1 \cdot t} \right\} \end{aligned}$$

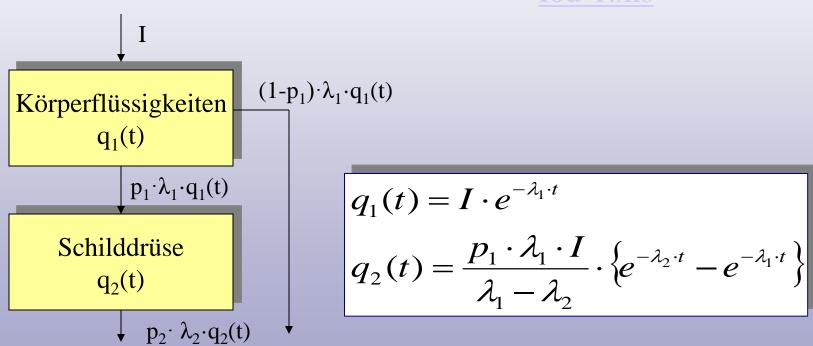
Lineare Kette von zwei Kompartimenten

Beispiel:

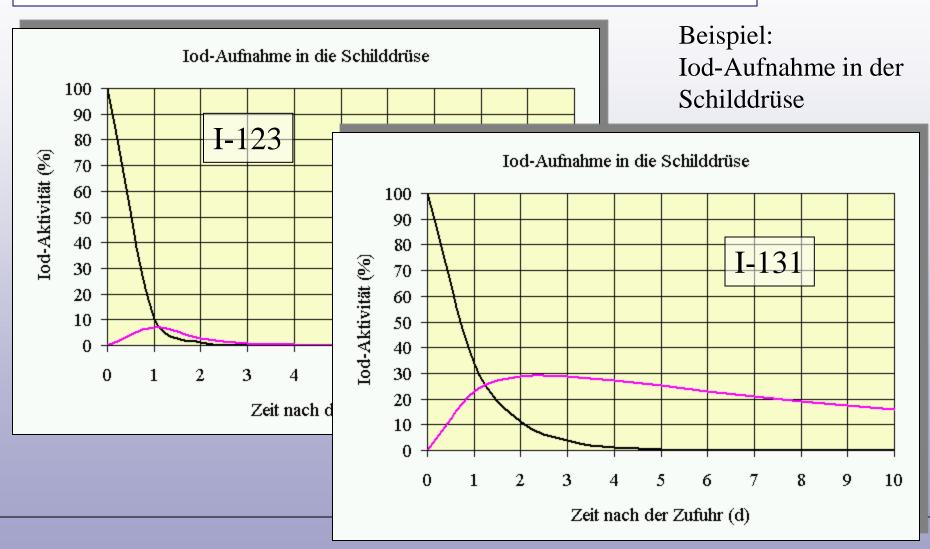
Iod-Aufnahme in der

Schilddrüse

Iod-1.xls



Lineare Kette von zwei Kompartimenten

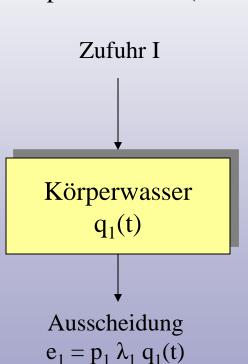


nuklearmedizinische Messtechnik I

Konstante Dauerzufuhr I

Integration der linearen Differentialgleichung erster Ordnung

Beispiel: Tritium (HTO)



$$\begin{split} \frac{dq_{1}(t)}{dt} &= I - \lambda_{1} \cdot q_{1}(t) \\ q_{1}(t) &= \frac{I}{\lambda_{1}} \cdot (1 - e^{-\lambda_{i} \cdot t}) + C \\ q_{1}(t = 0) &= C = 0 \\ q_{1}(t) &= \frac{I}{\lambda_{1}} \cdot (1 - e^{-\lambda_{1} \cdot t}) \\ e_{1}(t) &= p_{1} \cdot \lambda_{1} \cdot q_{1}(t) = p_{1} \cdot I \cdot (1 - e^{-\lambda_{1} \cdot t}) \end{split}$$

Ausscheidungsfunktion

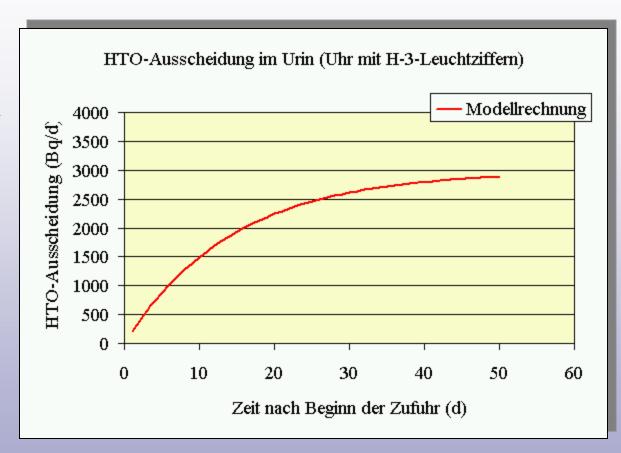
Beispiel:

Plastik-Armbanduhr mit Tritium-Leuchtziffern

Zufuhr I = 6000 Bq/d

Körperwasser $q_1(t)$

Ausscheidung $e_1 = p_1 \lambda_1 q_1(t)$



Ausscheidungsfunktion $e(t) = \lambda \cdot q(t)$

Beispiel: Plastik-Armbanduhr mit Tritium-Leuchtziffern

