Nuklearmedizin und nuklearmedizinische Messtechnik I Messtechnischer Teil 2 (Hans Doerfel)

Gasgefüllte Detektoren

Ionisationskammern

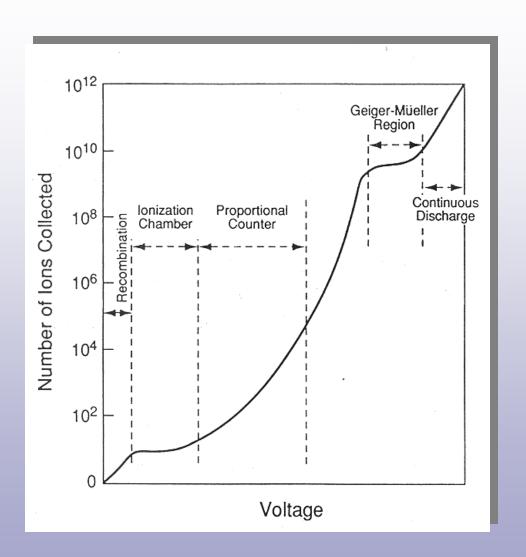
 $(U \le 100 \text{ V})$

Proportionalzähler

(100 V < U < 400 V)

Geiger-Müller-Zähler

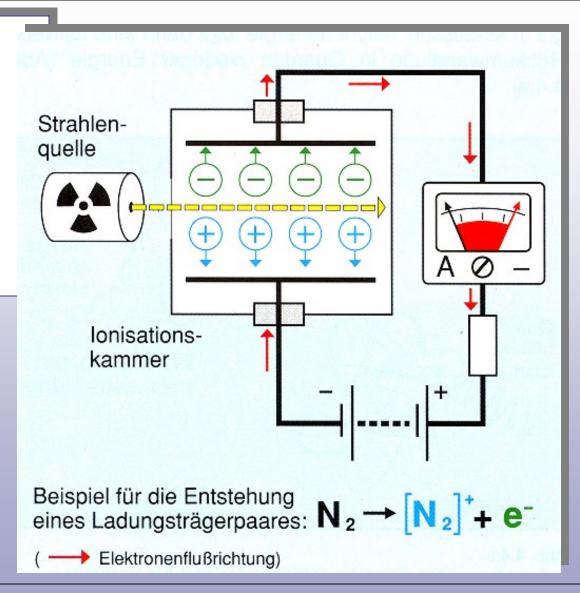
(U > 400 V)



Gasgefüllte Detektoren

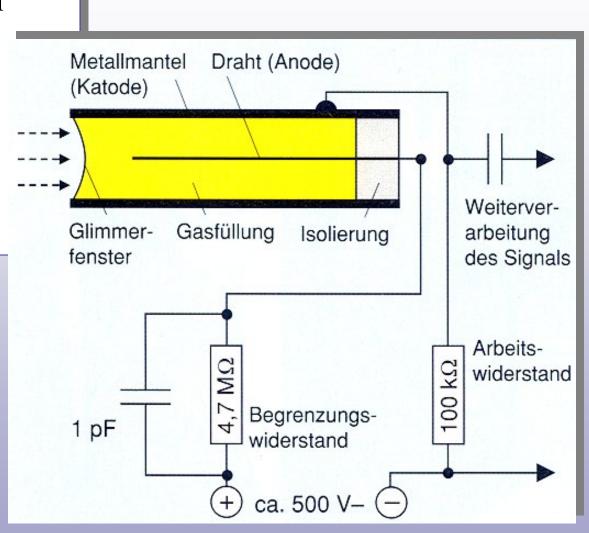
Ionisationskammern

 $(U \le 100 \text{ V})$



Gasgefüllte Detektoren

Geiger-Müller-Zähler (U > 400 V)



BiokinetikAllgemeines

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

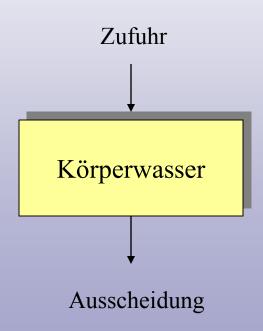
- ➤ Bestimmung der Stoffmenge in bestimmten Organen und Geweben durch Direktmessung
- ➤ Bestimmung der Stoffmenge in bestimmten Organen und Geweben über die Ausscheidung

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;

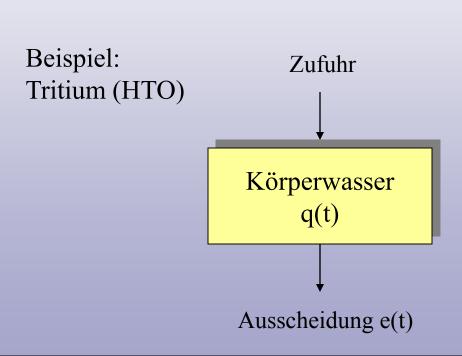
HTO setzt sich im Körper sofort ins Gleichgewicht mit dem Körperwasser, es verteilt sich homogen im Körper und wird über den Urin sowie über Stuhl und Schweiß wieder ausgeschieden;

Das Körperwasser bildet somit das Kompartiment der HTO-Deposition.

Zeitliches Verhalten der Stoffmenge q im Kompartiment

Lineare Differentialgleichung erster Ordnung
Zeitkonstante 3: Anteil der pro Zeiteinheit au

Zeitkonstante λ: Anteil der pro Zeiteinheit ausgeschiedenen Stoffmenge

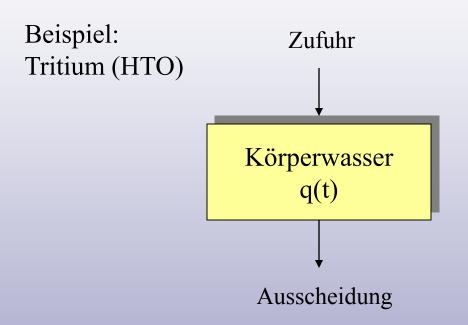


$$\frac{\overline{dq(t)}}{dt} = -\lambda \cdot q(t)$$

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

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

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

Biologische Halbwertszeit T_{1/2}

Zeitspanne für den biologisch bedingten Abbau einer gegebenen Stoffmenge auf die Hälfte des Anfangswerts

$$q(T_{1/2}) = q_0 \cdot e^{-\lambda \cdot T_{1/2}} = 0.5 \cdot q_0$$

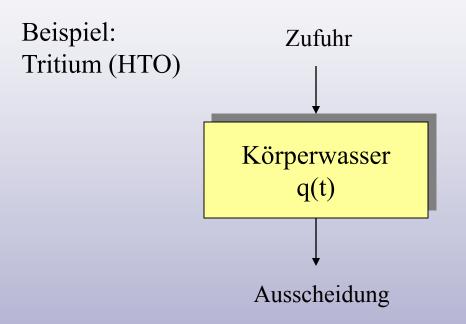
$$\lambda \cdot T_{1/2} = \ln 2$$

$$T_{1/2} = \frac{\ln 2}{\lambda}$$

Beispiel HTO:

$$T_{1/2} = \frac{\ln 2}{0.067d^{-1}} = 10.4d$$

Beispiel: HTO-Zufuhr bei einem Zwischenfall

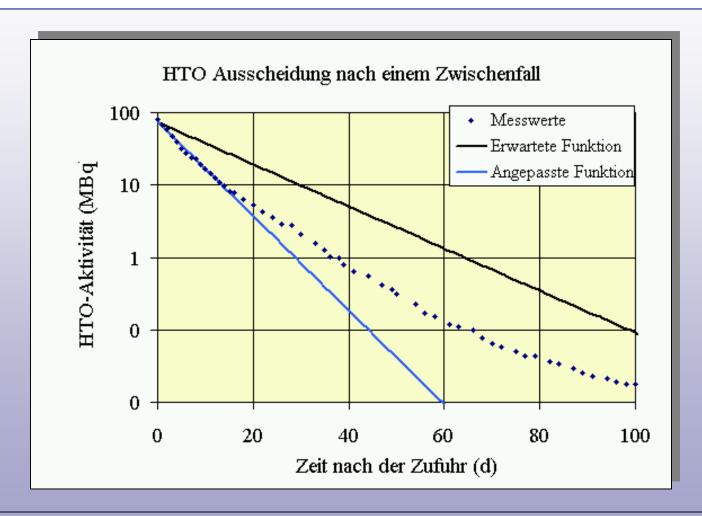


In einem Forschungszentrum wurde eine Person beim Reinigen einer Vakuumpumpe durch dampfförmiges HTO kontaminiert. Es wurde sofort eine Urinprobe genommen (ca. 80 MBq).

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

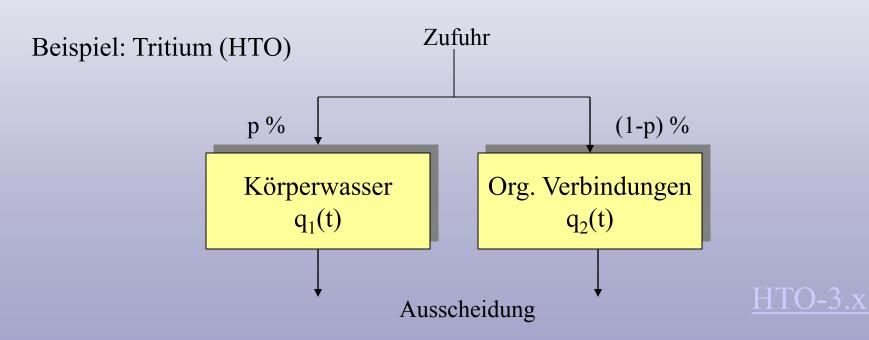
Beispiel: HTO-Zufuhr bei einem Zwischenfall



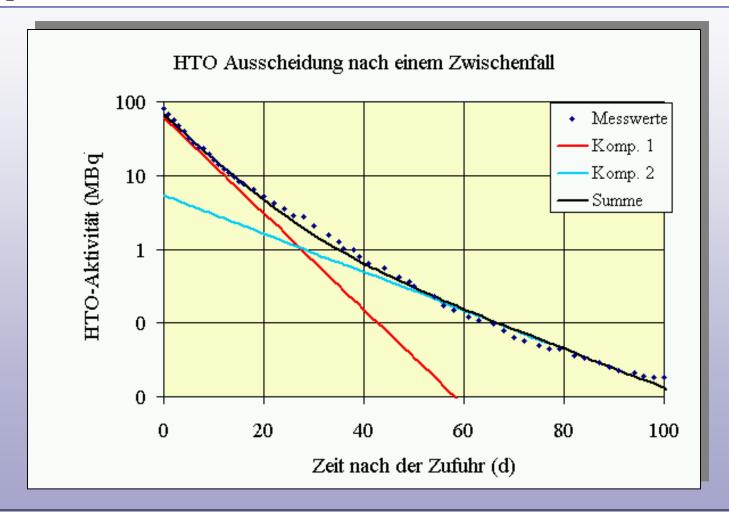
Mehrfachkompartimente (bei multi-exponentieller Retention)

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



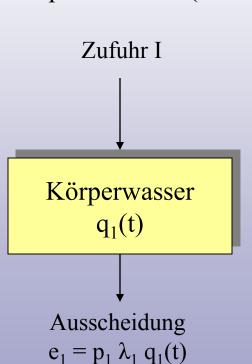
Beispiel: HTO-Zufuhr bei einem Zwischenfall



Konstante Dauerzufuhr I

Integration der linearen Differentialgleichung erster Ordnung

Beispiel: Tritium (HTO)



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

Ausscheidungsfunktion

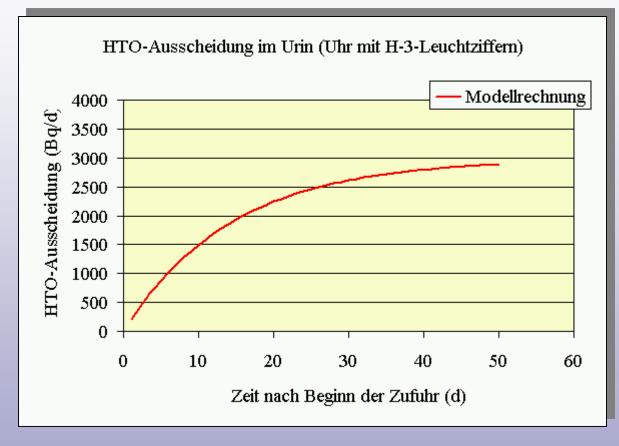
Beispiel:

Plastik-Armbanduhr mit Tritium-Leuchtziffern

Zufuhr
$$I = 6000 \text{ Bq/d}$$

Körperwasser q₁(t)

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



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

Beispiel: Plastik-Armbanduhr mit Tritium-Leuchtziffern

