

# Kernchemie

## Grundlagen



6: Ordnungszahl

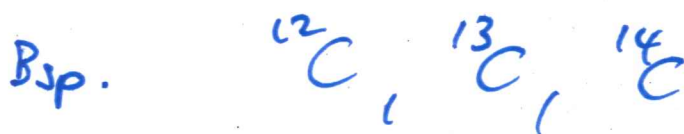
(→ Anzahl Protonen)

13: Nukleonenzahl

13 = Anzahl p +  
Anzahl n

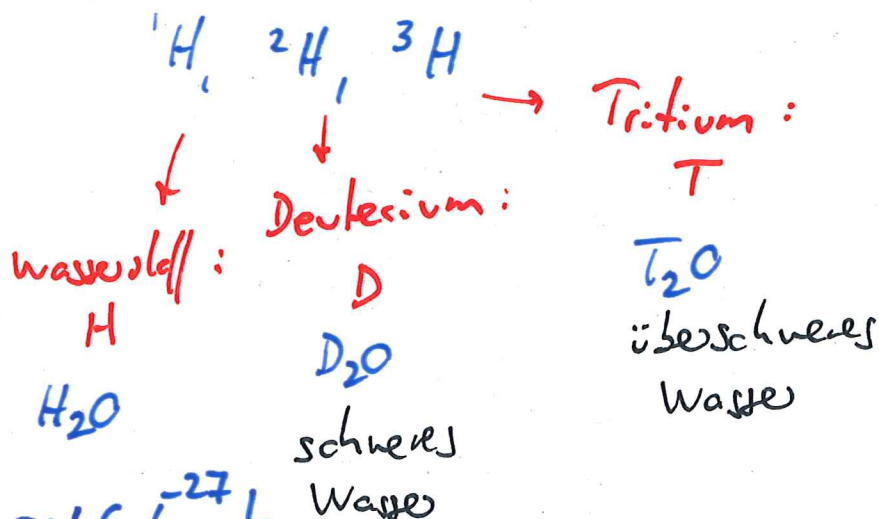
(Atommasenzahl)

## • Isotop



→ gleiche Anzahl p, aber  
unterschiedliche Anzahl n

Bsp.



- $m(p) \sim m(n) \sim 1.6 \cdot 10^{-27} \text{ kg}$   
( $\sim 1u$ )

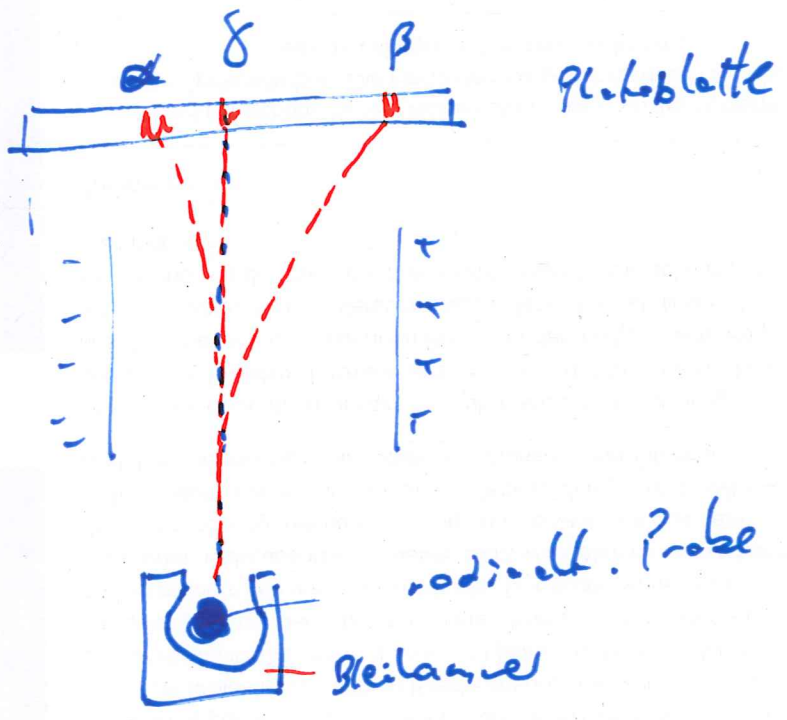
$m(e) \sim \frac{1}{2000}$  eines Protons



# Radioaktivität

Duden: Eigenschaft des Atomkerns gewisser  
Isotope, sich ohne äußere Einflüsse  
umzuwandeln und dabei bestimmte  
Strahlen auszusenden

Skizze



$\alpha, \beta, \gamma$ : Strahlungen

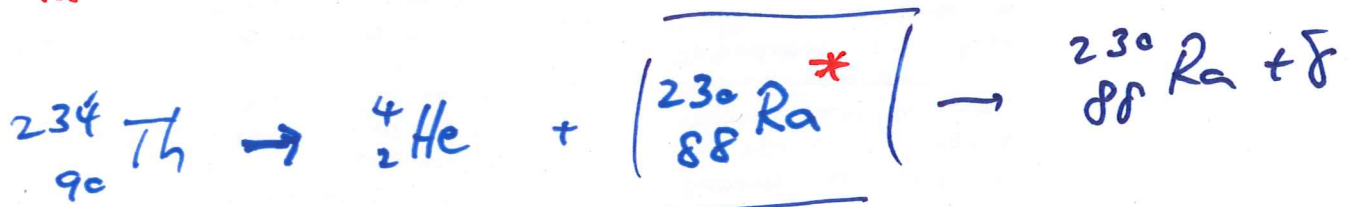
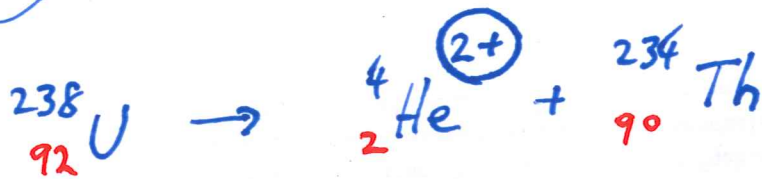
$\alpha$ : positiv geladen

$\beta$ : negativ ..

$\gamma$ : neutral

$m(\alpha) > m(\beta)$

# $\alpha$ -Strahlung / Zerfall

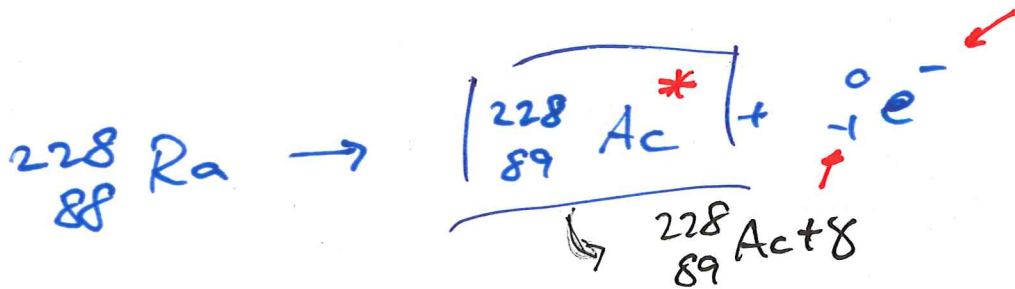


!! "232 bei Thorium"  $\rightarrow$  1 mol  $\hat{=}$  232 Gramm

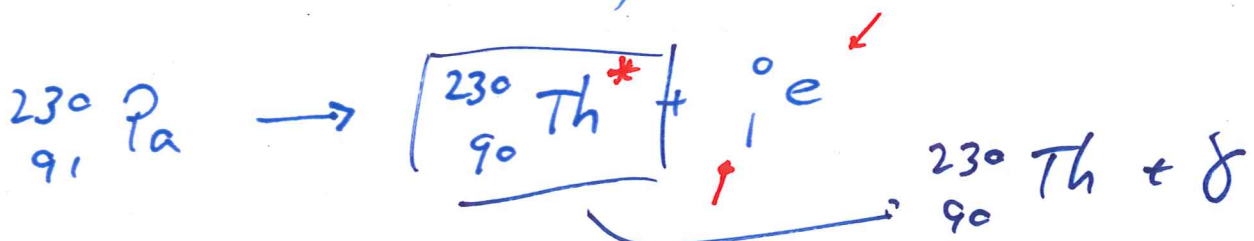
# $\beta$ -Zerfall

## $\beta^+ / \beta^-$

Beta-Minus: ein Neutron zerfällt in ein Proton,  
ein Elektron (+ ein Antineutrino)

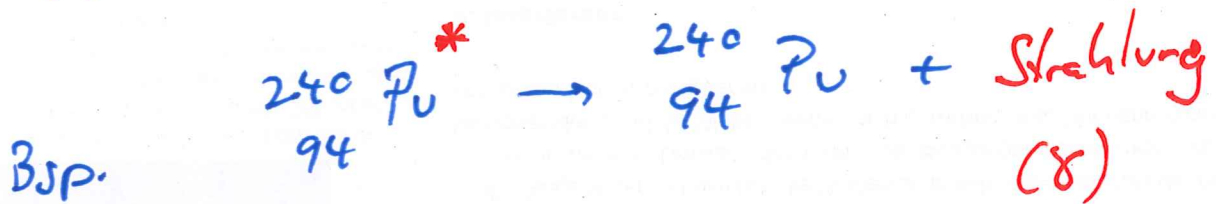


Beta-Plus: Ein Proton zerfällt in ein Neutron,  
ein Positron (pos. geladenes Elektron)  
(+ ein Neutrino)

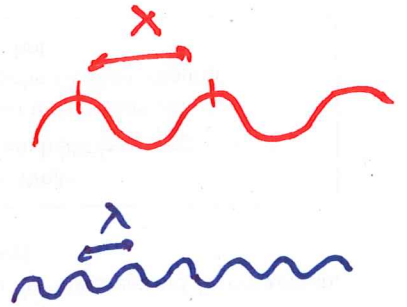


## $\gamma$ -Zerfall / Strahlung

kein Zerfall im wirklichen Sinne. Es wird hochenergetische elektromagnetische Strahlung ~~freigesetzt~~ freigesetzt



$$E \sim \frac{1}{\lambda}$$

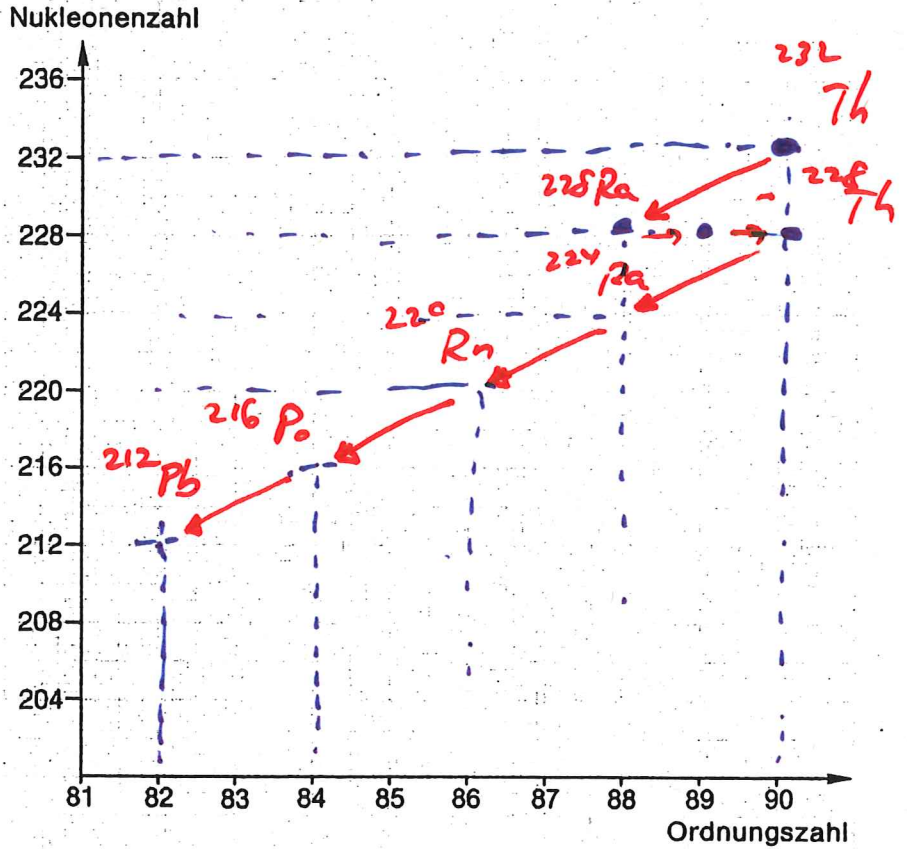
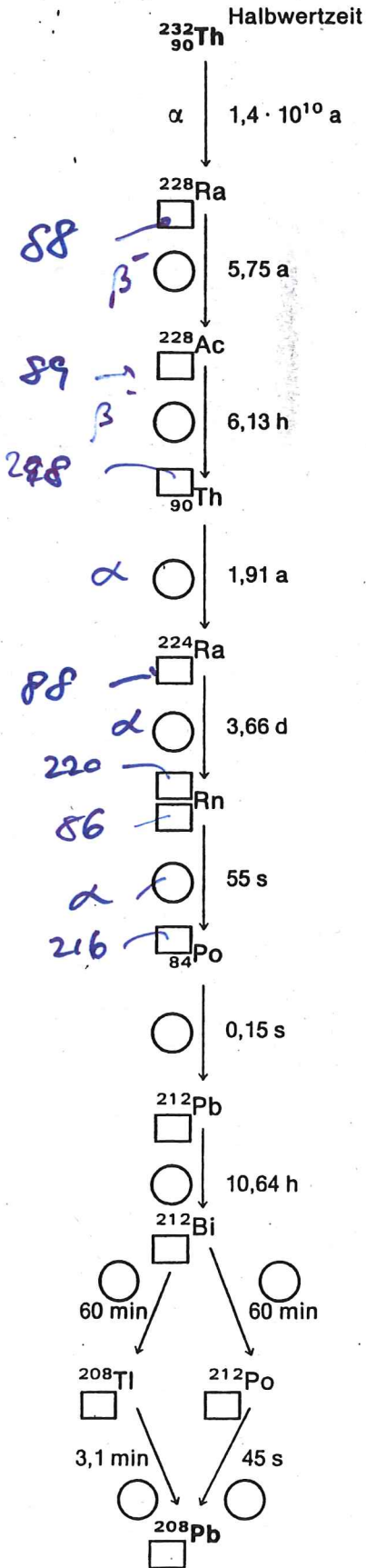


2mb

**Arbeitsblatt: Die Thorium-Zerfallsreihe**

$\alpha / \beta^-$

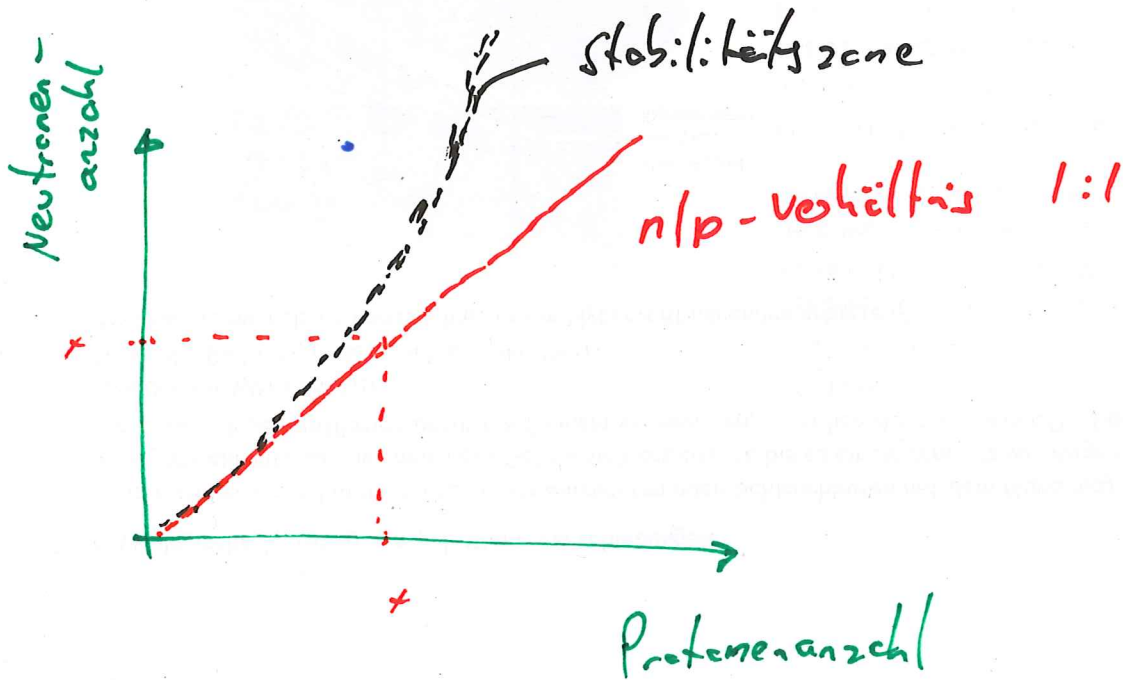
Die Thorium-Zerfallsreihe ist eine von vier natürlichen Zerfallsreihen.



1. Ergänzen Sie in der Zerfallsreihe Nucleonenzahl, Ordnungszahl und Art der Strahlung ( $\alpha$  oder  $\beta$ ).
2. Zeichnen Sie die Zerfallsreihe in das Diagramm ein.
3. Welche Isotope aus der Zerfallsreihe würden Sie in einem Thorium-Mineral in höherer Konzentration erwarten?



# Stabilität von Atomkernen



Def radioaktiver Zerfall: Beim radioaktiven Zerfall wandeln sich Kerne, die außerhalb der Stabilitätszone (stabile Nuklide) liegen, freiwillig bzw. spontan durch einen (radioaktiven) Zerfall in einen stabileren Kern um.

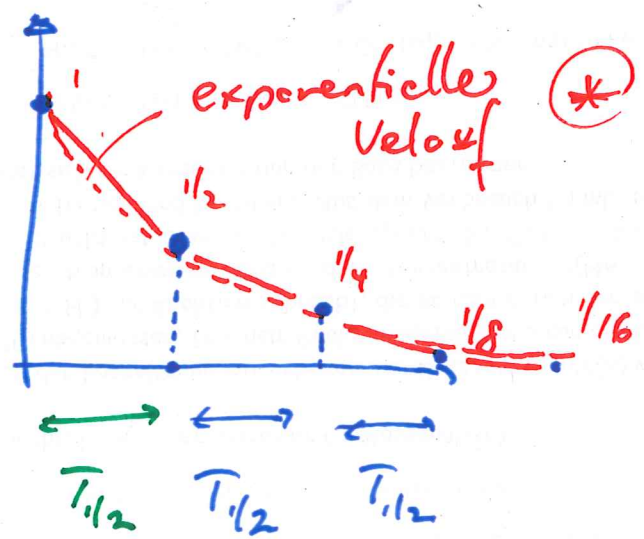
Eigenschaften

1 Bq = 1 Zerfall pro Sekunde

HWZ (Halb-werts-Zeit)

Versuch  $23 \rightarrow 17 \rightarrow 16 \rightarrow 2 \rightarrow 2 \rightarrow 1$   
 Th.  $24 \rightarrow 12 \rightarrow 6 \rightarrow 3 \dots$

z.B.  
Fluss



$T_{1/2}$  : Halb-werts-zeit

**(\*) Vereinfachung** : linearer Zerfall zwischen zwei Halbwertszeiten

- nach 1. HWZ : 50% zerfallen 50% noch vorhanden
- " 2. HWZ : 75% " 25% "
- " 3. HWZ : 87.5% .. 12.5% "

frisches Gewebe 0.27 Bq

HA!

altes Gewebe 0.10 Bq

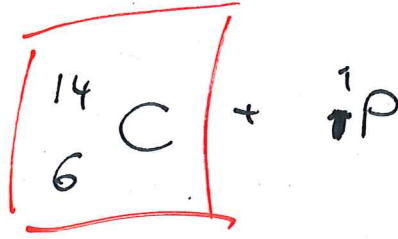
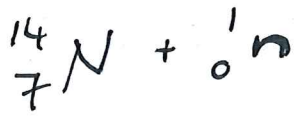
Altes?

0.27 Bq  $\xrightarrow[6000 \text{ J}]{1. \text{ HWZ}}$  0.135 Bq  
↓ 6000 Jahre

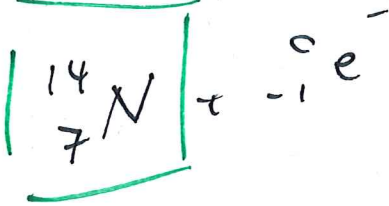
0.0675 Bq



# Altersbestimmung



HWZ:  $T_{1/2} \approx 6000$  Jahre



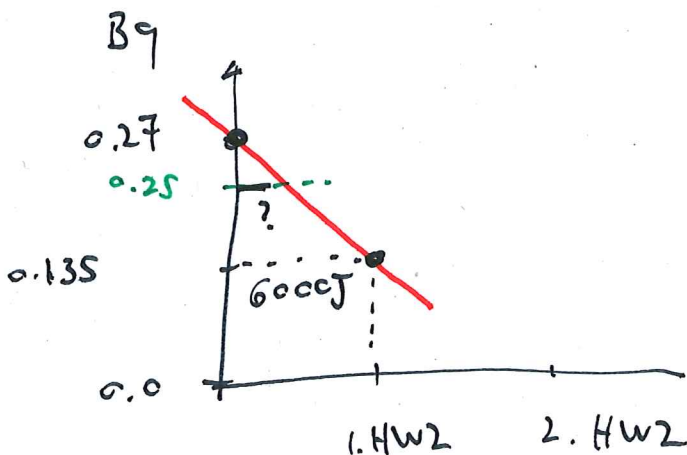
ebenfalls in Atmosphäre vorhanden:  ${}^{12}_6\text{C}$

Verhältnis  $\frac{{}^{14}\text{C}}{{}^{12}\text{C}} \rightarrow$  Altersbestimmung

Bsp. Tuch, frisches Gewebe : 0.27 Bq.

Tuch, altes Gewebe : 0.25 Bq.

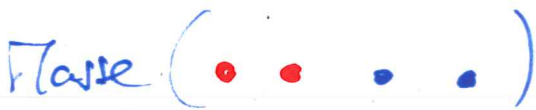
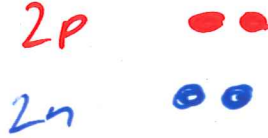
Altes? Annahme: lineares Zerfall zwischen zwei Halbwertszeiten



? = 889 Jahre

# Kernspaltung

Massendefekt



Bestandteile

Heliumatom

Bindungsenergie  
zwischen den Nucleonen

$$\Delta E = \Delta m c^2$$

$c$ : Lichtgeschw.  
300'000 km/s

pro Sekunde strahlt  
die Sonne  $3.82 \cdot 10^{26}$  J ab

Massenverlust (pro Sekunde)

$$E = m c^2$$

$$\rightarrow m = \frac{E}{c^2}$$

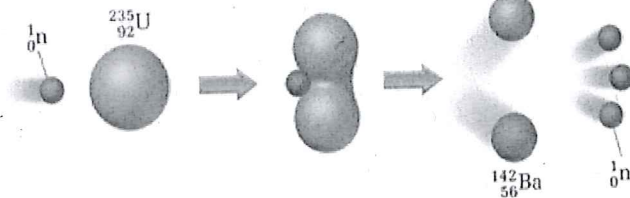
Sonnenmasse:  $\sim 1.9 \cdot 10^{30}$  kg

$$= \frac{3.82 \cdot 10^{26} \text{ kg} \frac{\text{m}^2}{\text{s}^2}}{(300'000'000 \frac{\text{m}}{\text{s}})^2}$$
$$= \underline{\underline{4.24 \cdot 10^9 \text{ kg}}}$$

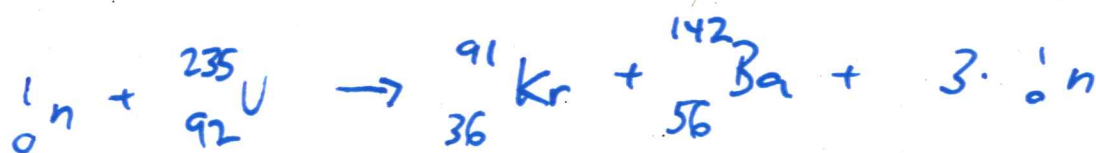
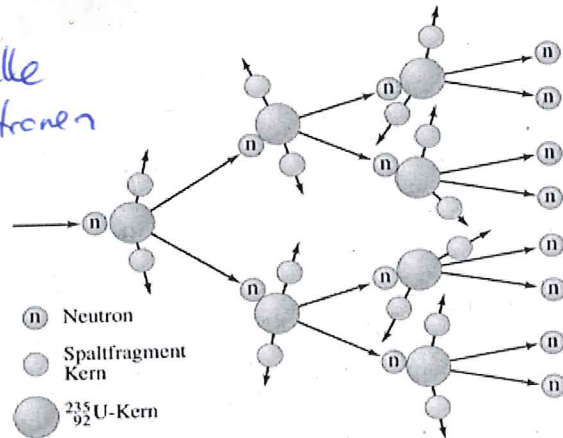
# Kernspaltung

## Kettenreaktion

langsam  
↓



↓ schnelle Neutronen

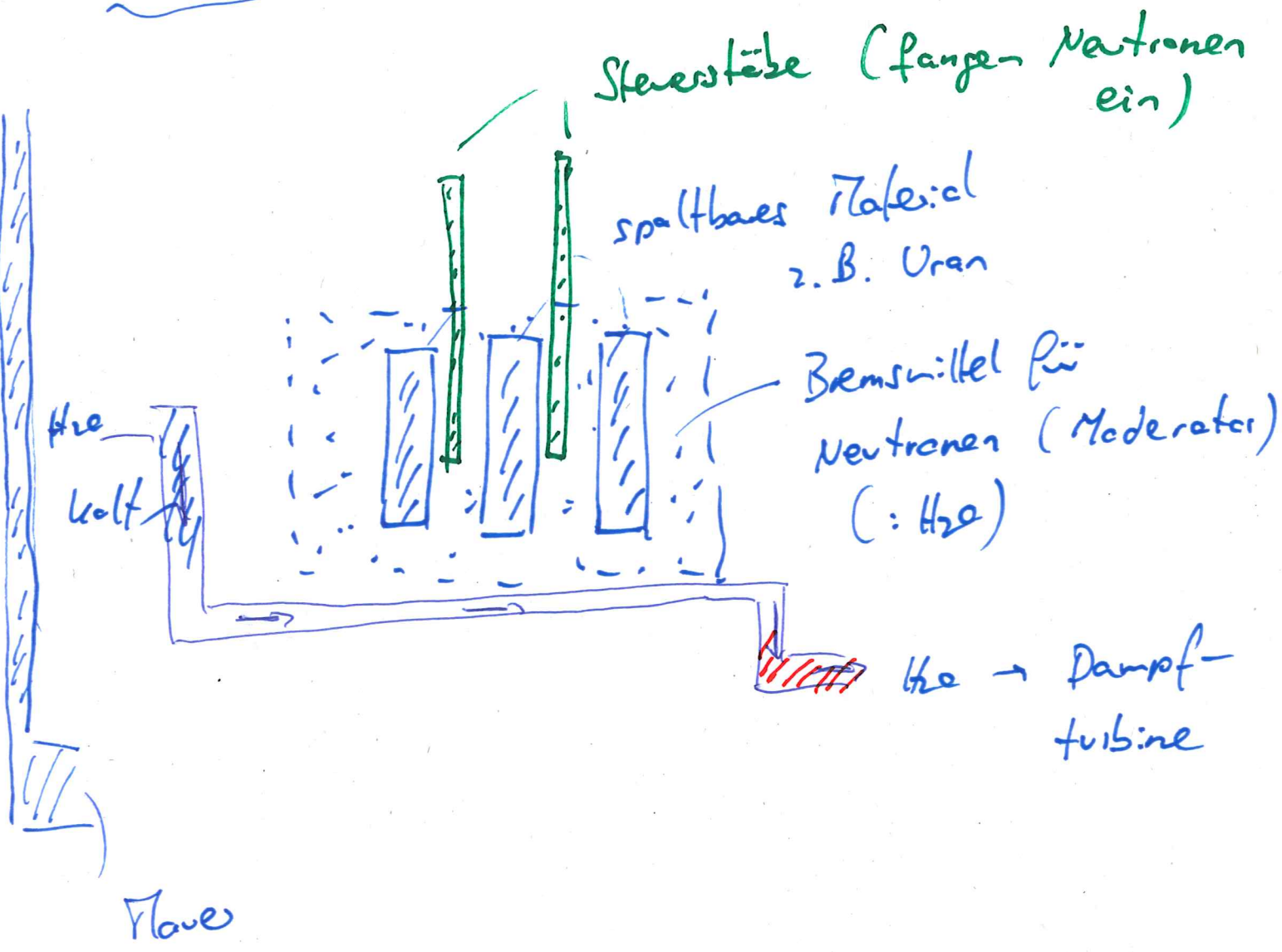


Atom bombe ...

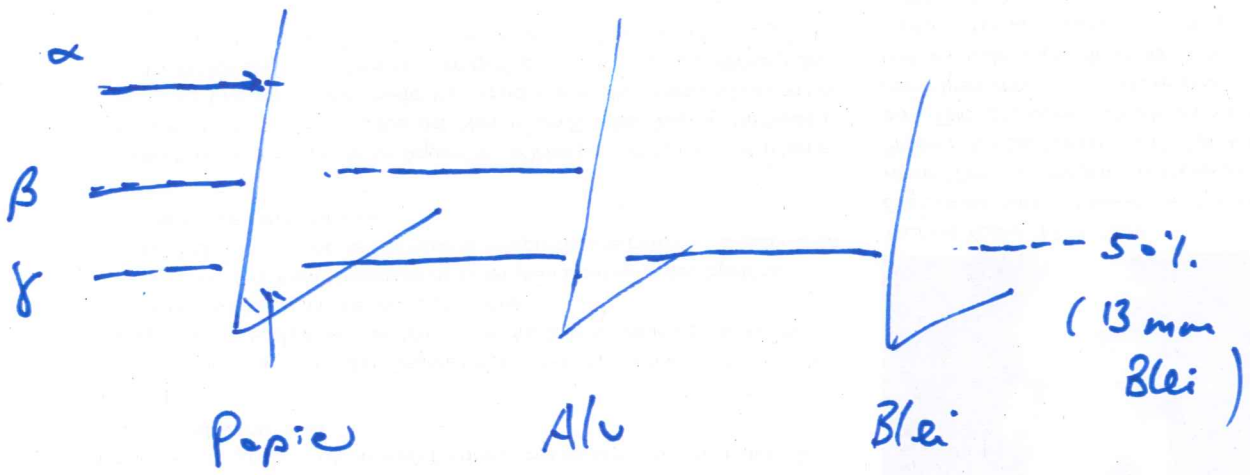
AKW

↓  
Bremsenden Neutronen  
abbremsen mit  
Wasser / Kohlenstoff

# AKW ... kontrollierte Kernspaltung



# Biologischer Eigenschaften



130 mm

$$\rightarrow \left(\frac{1}{2}\right)^{130} \approx \frac{1}{1024}$$

## Wirkungen

\* direkte Wirkung  $\rightarrow$  DNA

⊕ indirekte Wirkung  $\rightarrow$  H<sub>2</sub>O

