

Bindungsenergie

$$B / A = (Zm_p + Nm_n - m(A, Z)) / A$$

$m(A, Z)$ = Kernmasse

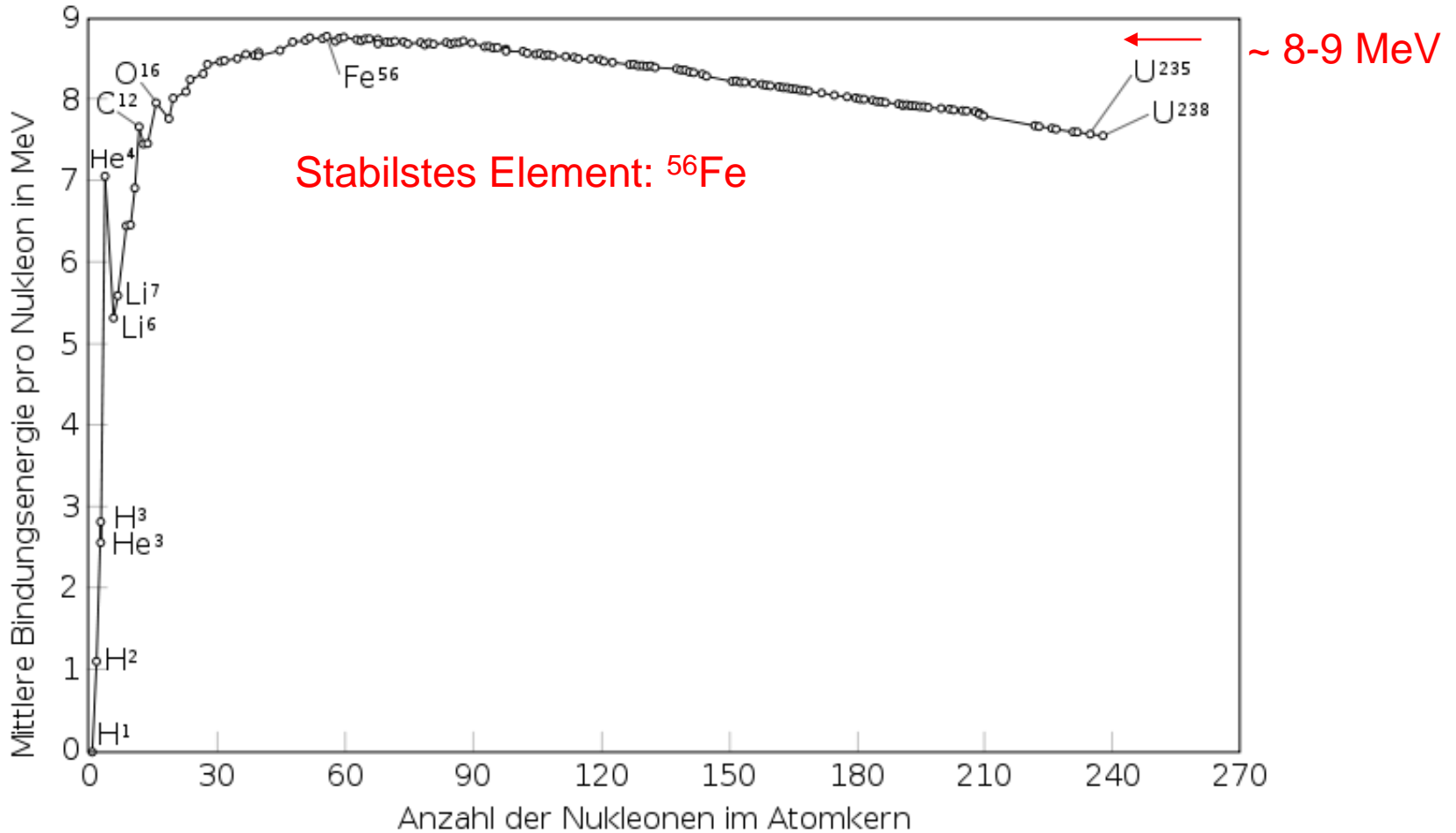


Fig-TP-7.1

Bethe-Weizsäcker Formel:

$$B = a_V A - a_O A^{2/3} - a_C \frac{Z^2}{A^{1/3}} - a_{Asym} \frac{(N - Z)^2}{A} + \frac{\delta}{A^{1/2}}$$

$$a_V \approx 15.7 \text{ MeV}$$

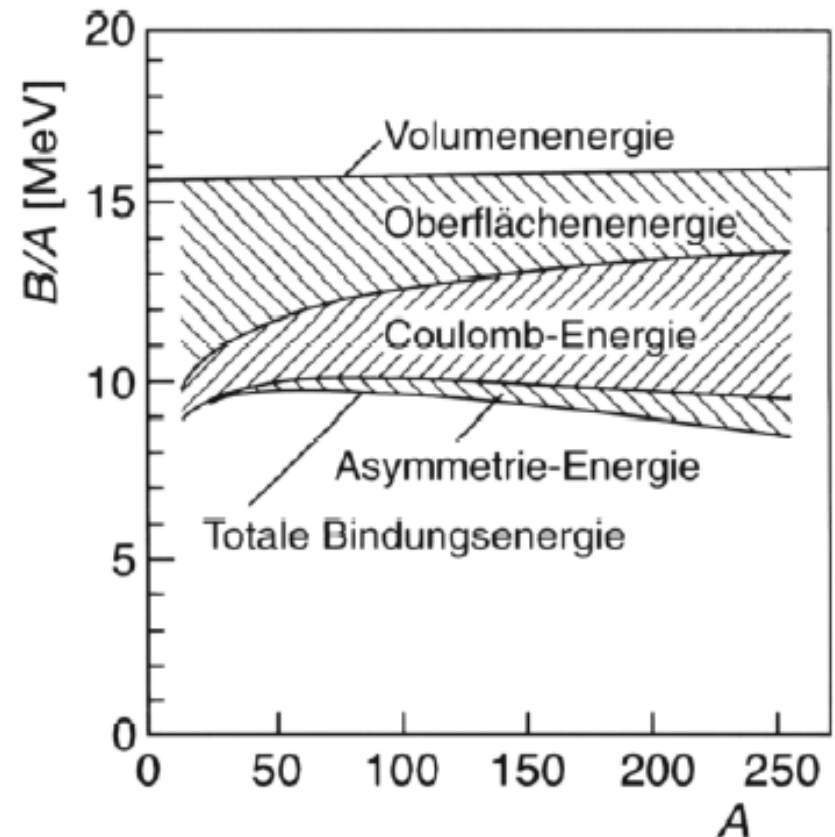
$$a_O \approx 17.2 \text{ MeV}$$

$$a_C \approx 0.7 \text{ MeV}$$

$$a_{Asym} \approx 22.5 \text{ MeV}$$

s.a.
Povh

$$\delta = \begin{cases} +11.2 \text{ MeV} & \text{gg - Kerne} \\ 0 \text{ MeV} & \text{ug - Kerne} \\ -11.2 \text{ MeV} & \text{uu - Kerne} \end{cases}$$

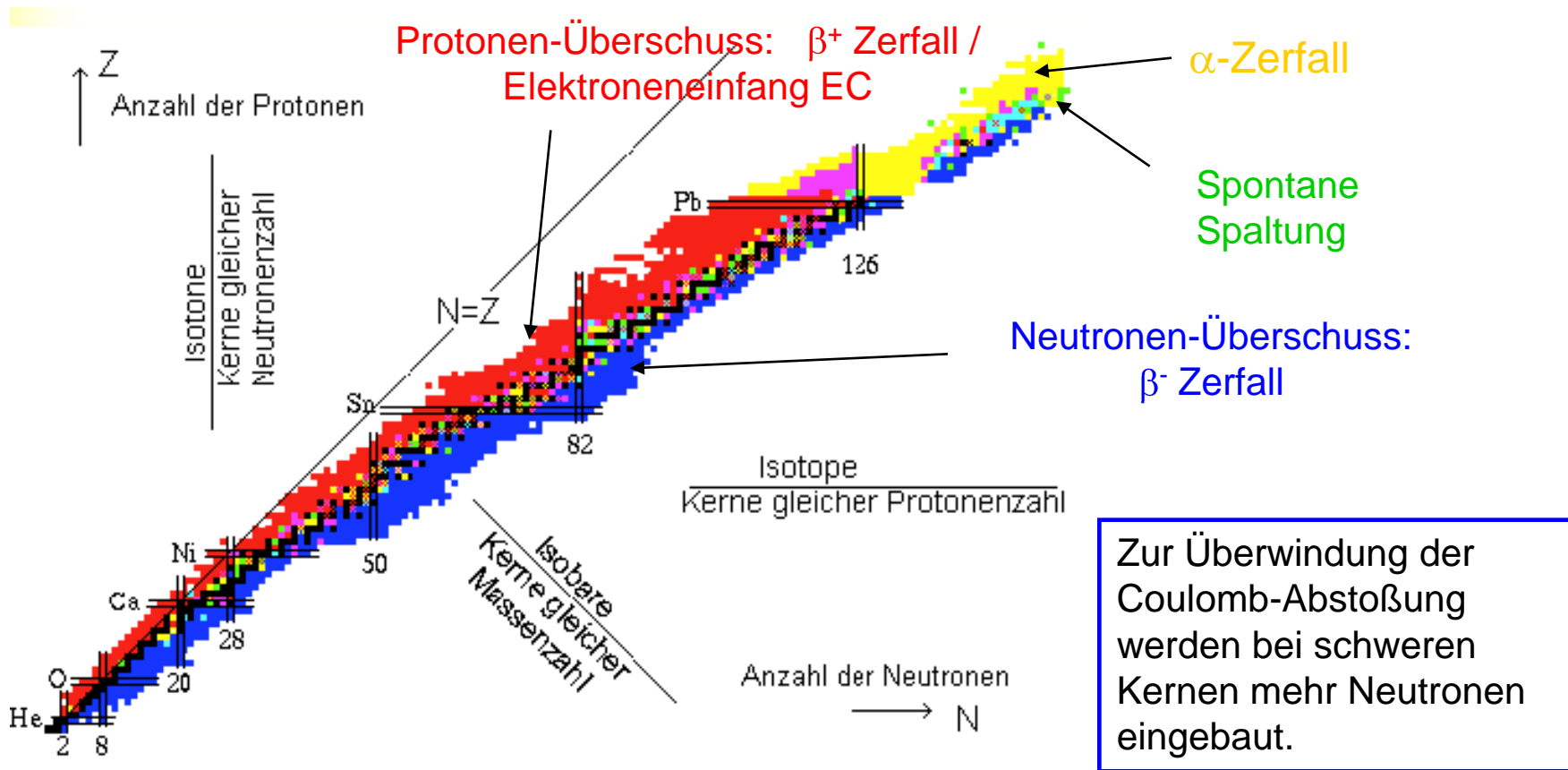


Erlaubt die Berechnung des Q-Wertes von radioaktiven Zerfällen / Spaltungs- und Fusions-Prozessen

Stabile und instabile Nuklide

Fig-TP-7.3

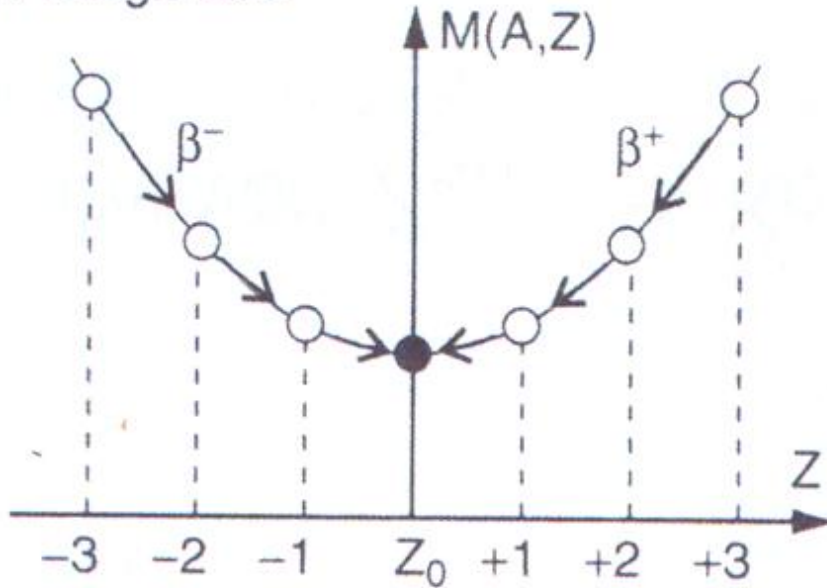
Stabile Kerne (schwarz) beschränken sich auf schmales Band in N-Z Ebene.



Kerne mit $Z, N = 2, 8, 20, 28, 50, 82, 126$ (**magische Zahlen**) sind sehr stabil und kommen besonders häufig vor.

Fig-TP-7.4

a) A ungerade

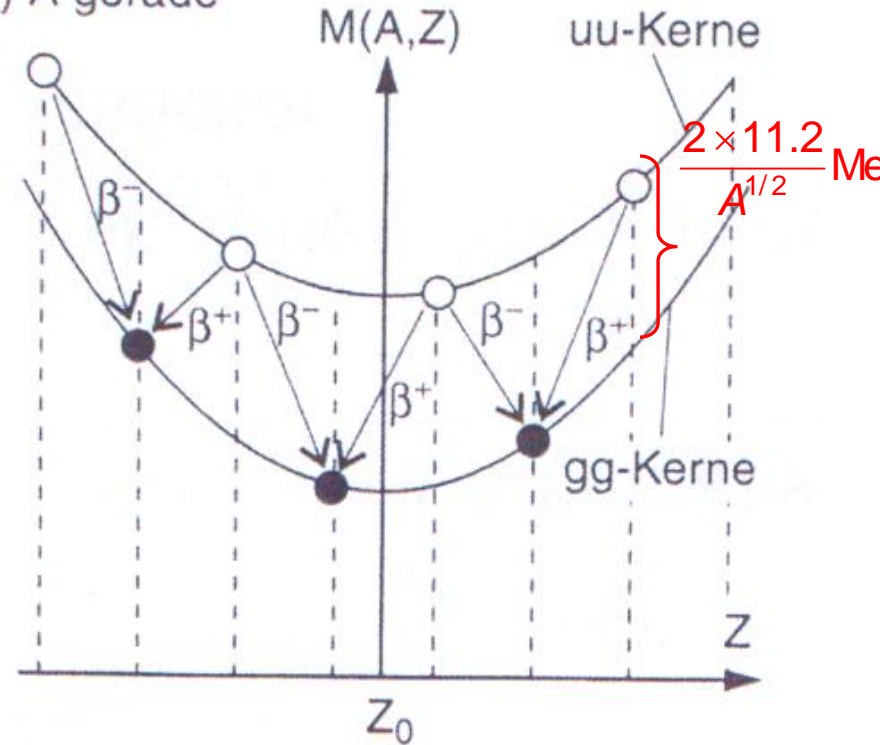


ug/gu Kerne:

In der Regel nur ein stabiles Isobar

Fig-TP-7.5

b) A gerade



Für $Z > 7$:

keine stabile **uu** Kerne,
mindestens 2 stabile **gg** Kerne

Doppelter Beta-Zerfall ($gg \rightarrow gg$)
prinzipiell möglich: stark unterdrückt

Geiger-Nuttall Regel

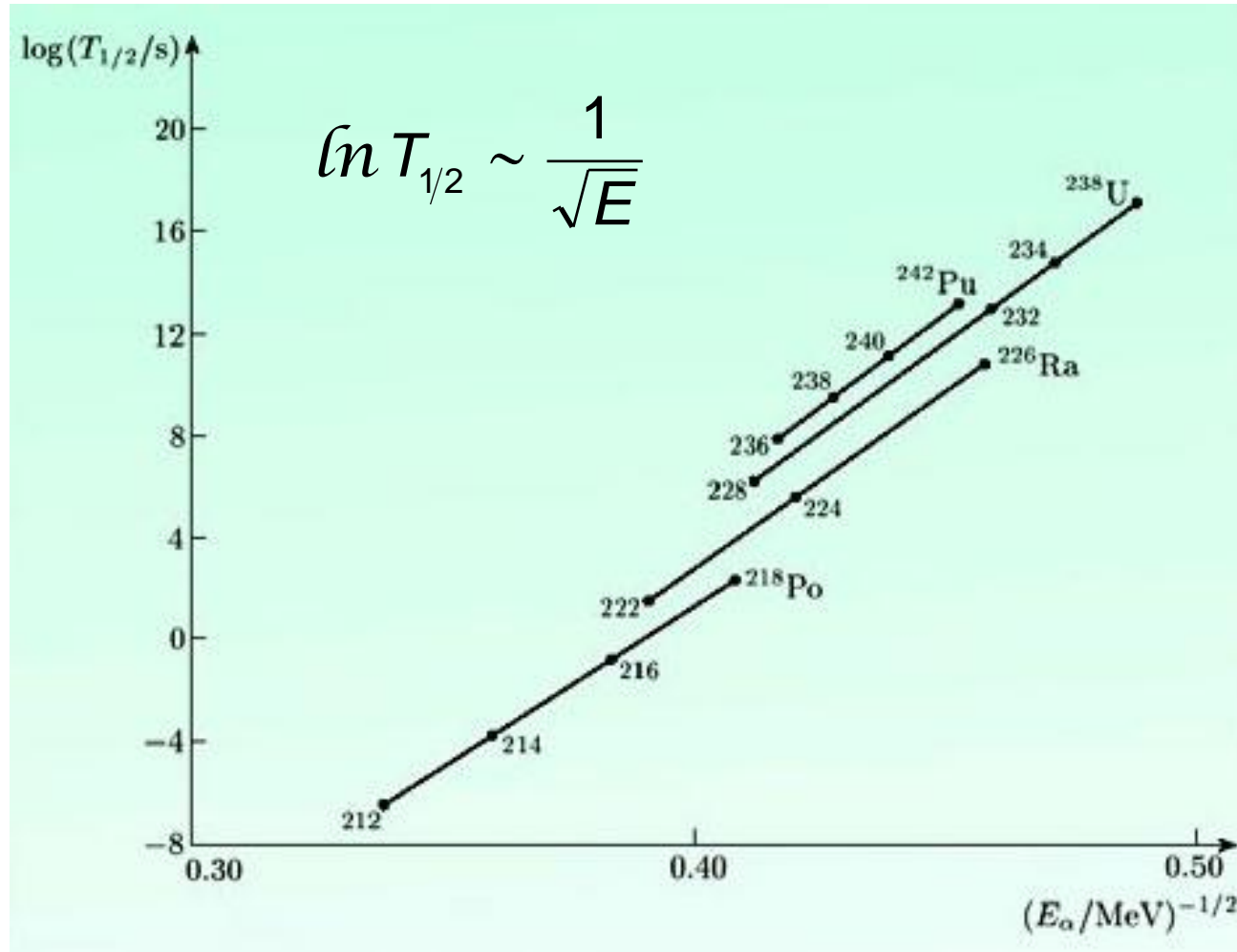
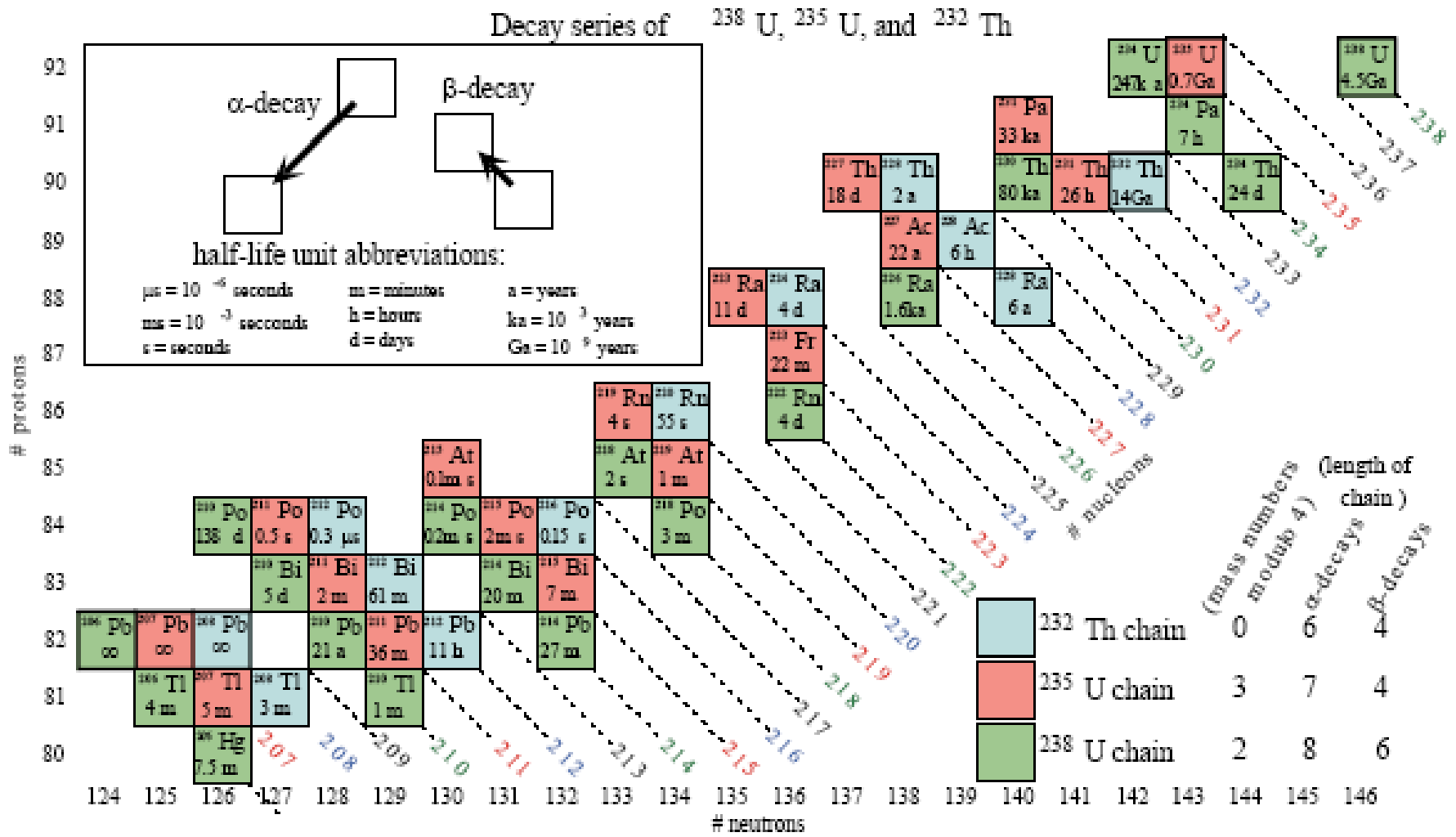


Fig-TP-7.6

Radioaktive Zerfallsreihen

Fig-TP-7.7

4n+2 4n+3 4n

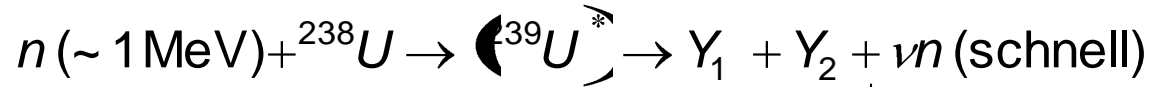


Die 4. Zerfallsreihe = Neptunium-237 (a. Plutonium 241) → Thallium-205
 kommt in der Natur nicht mehr vor (bereits vollständig zerfallen)

4n+1

Kernspaltung und Kernkraftwerke (KKW)

Fig-TP-7.8



Im Mittel 2.3 Neutronen (schnell)

Neben direkten Neutronen entstehen auch verzögerte (1ms ... 1min) Neutronen (~1%) die für Steuerung eines Reaktors wichtig sind.

Energiebilanz bei Spaltung

E_{kin} der Spaltfragmente	167	±	5 MeV
E_{kin} aller Spaltneutronen	5	±	0.2 MeV
prompte γ -Strahlung	8	±	1.5 MeV
verzögerte γ -Strahlung	6	±	1 MeV
E_{kin} der e^- aus dem β -Zerfall	6	±	1 MeV
E_{kin} der $\bar{\nu}_e$ aus dem β -Zerfall	12	±	2.5 MeV
Summe Q	204	±	6 MeV

Nutzbare Energie

$$Q - E_{kin}(\nu) = 192 \text{ MeV}$$



$$1\text{g U} \equiv 2.55 \text{ MWh}$$

Nachwärme: anfänglich bis zu 10% der Leistung. Aufgrund radioaktiver Zerf.