

# ***Radioaktive Zerfallsprozesse – Ein Überblick***

von Daniel Metzsch

Radiochemisches Praktikum  
WS 2006/2007  
Prof. Dr. U Abram

# Gliederung

---

1. Emission von Nukleonen
2. Emission von Elektronen/Positronen
3. Elektroneneinfang
4. Emission von Photonen
5. Innere Konversion
6. Spontane Spaltung

# 1. Emission von Nukleonen

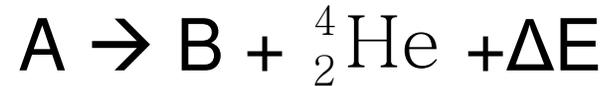
---

- $\alpha$ -Zerfall
- Tritt bei schweren Kernen auf
- Massenzahl nimmt um 4 Einheiten ab
- Ordnungszahl nimmt um 2 Einheiten ab

# 1. Emission von Nukleonen

---

- Umwandlung gemäß der Gleichung



- Nicht bei kleinen positiven Werten für  $\Delta E$
- Zerfall unter Aussendung von Protonen nahezu nicht beobachtbar

## 2. Emission von Elektronen/ Positronen

---

- $\beta^-$ -Strahlung  ${}_0^1\text{n} \rightarrow {}_1^1\text{p} + {}_{-1}^0\text{e} + \nu$
- $\beta^+$ -Strahlung  ${}_1^1\text{p} \rightarrow {}_0^1\text{n} + {}_1^0\text{e} + \nu$
- $\beta^-$ -Strahlung: unterhalb der Stabilitätslinie
- $\beta^+$ -Strahlung: oberhalb der Stabilitätslinie

# 2. Emission von Elektronen/ Positronen

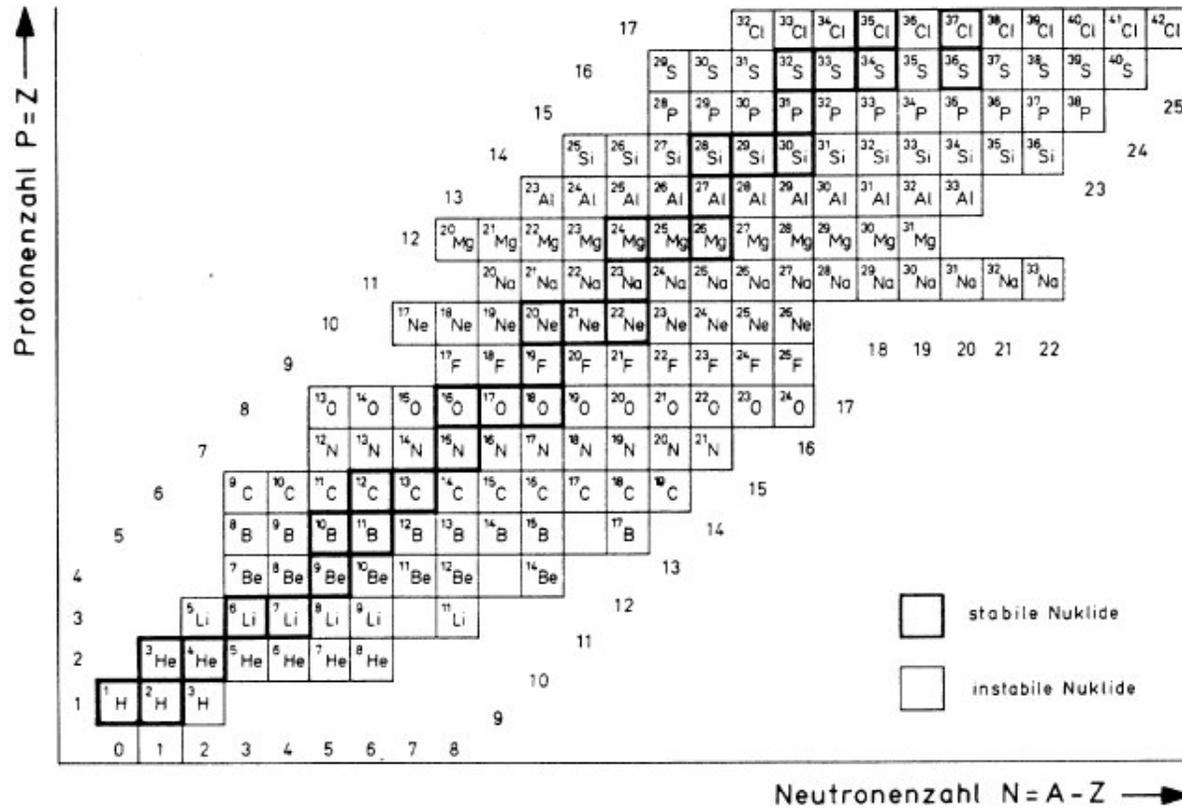


Abb. 1

## 2. Emission von Elektronen/ Positronen

---

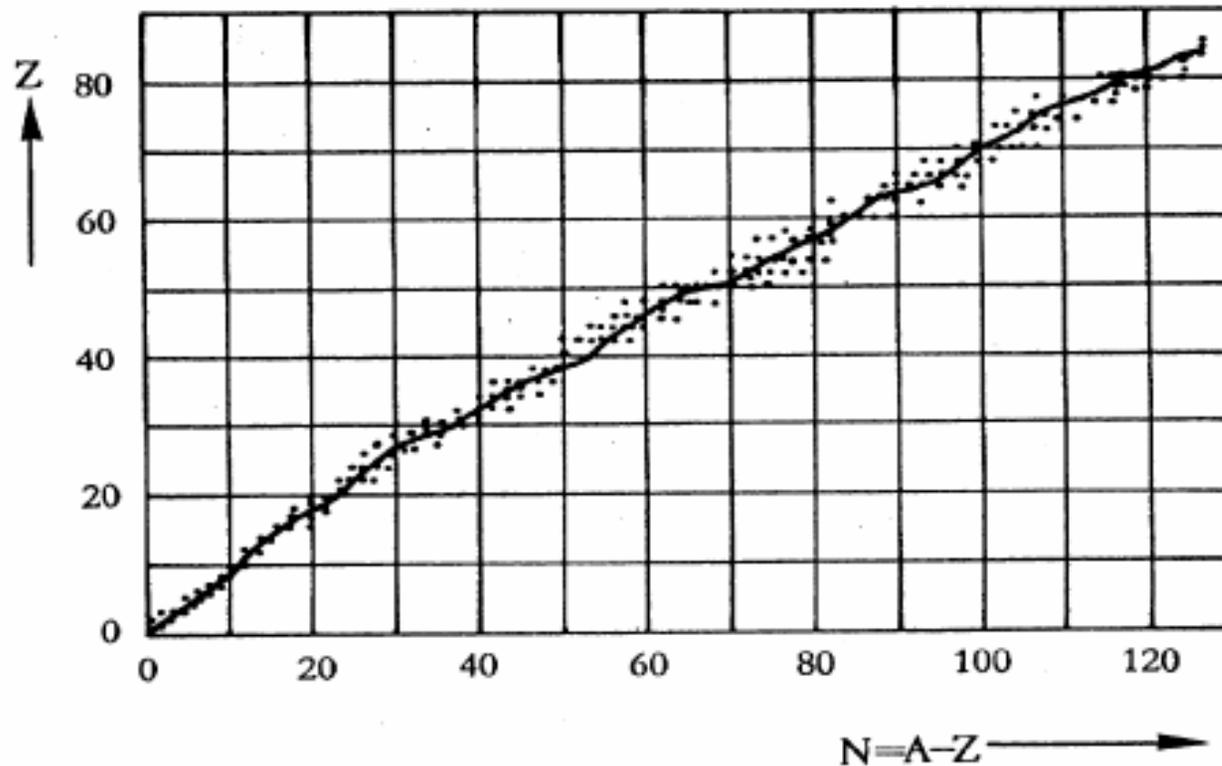


Abb. 2

## 3. Elektroneneinfang

---

- Protonenüberschuss im instabilen Kern
- Reaktion:  ${}_1^1\text{p} + {}_{-1}^0\text{e}(\text{H\ddot{u}lle}) \rightarrow {}_0^1\text{n} + \nu$
- Analog zum  $\beta^+$ - Zerfall
- Lücke in der K-Schale wird mit einem Elektron höheren Energieniveaus besetzt  
→ Aussendung einer char. Röntgenstrahlung

# 3. Elektroneneinfang

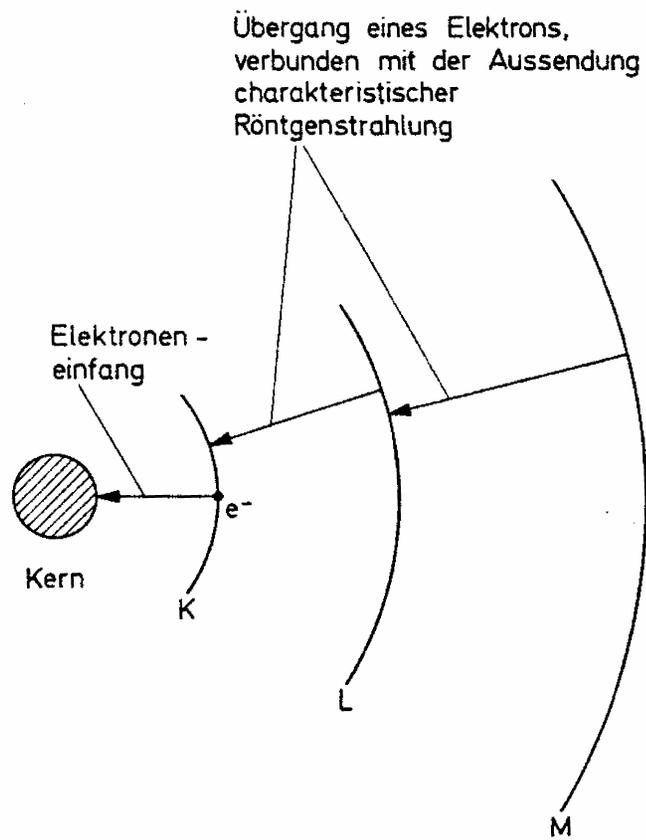


Abb. 3

## 3. Elektroneneinfang

---

- Wiederholung: Bremsstrahlung
  - **Keine direkte Kernstrahlung**
  - Sekundärstrahlung, die entsteht, wenn  $\beta$ -Teilchen die Elektronenhüllen von Atomen durchqueren
  - $\beta$ -Teilchen verlieren einen Teil ihrer Energie
  - Diese Energie wird vom Atom als sekundäre Röntgenstrahlung (Bremsstrahlung) abgegeben
  - Bremsstrahlung nimmt mit der Kernladung des Absorbers zu

### 3. Elektroneneinfang

---

- Gleichung:  $A + e^- \rightarrow B + \nu + \Delta E$

- Es gilt:  $\Delta E = (m_A + m_B - m_e)c^2$

m...Kernmasse, c...Lichtgeschwindigkeit

und für die Nuklidmassen:  $M = m + Zm_e$

M...Nuklidmasse, Z...Ordnungszahl

- Mit ein wenig Mathematik folgt:  
Elektroneneinfang findet immer dann statt, wenn

$$M_A \geq M_B$$

## 4. Emission von Photonen

---

- Emission von Energie infolge des angeregten Zustandes
- ein oder mehrere  $\gamma$ -Quanten
- Lebensdauer sehr kurz

# 4. Emission von Photonen

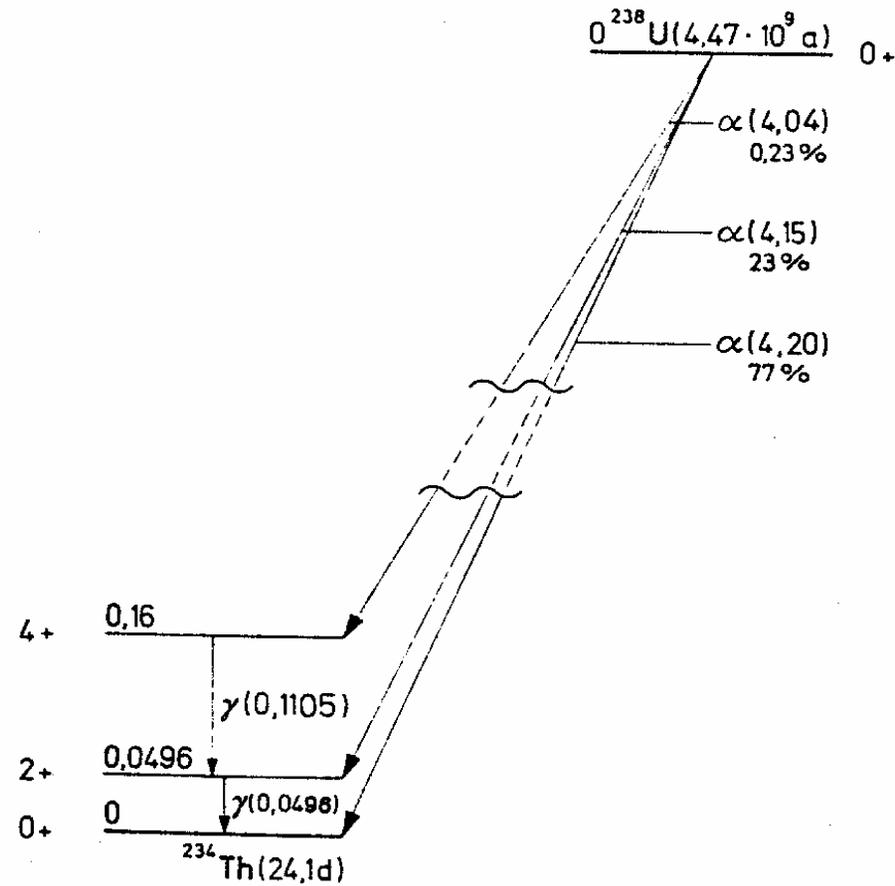


Abb. 4

## 5. Innere Konversion

---

- Anstelle von  $\gamma$ -Quanten treten manchmal auch Elektronen auf
- Anregungsenergie wird durch direkte WW auf Elektron der K-Schale übertragen

# 5. Innere Konversion

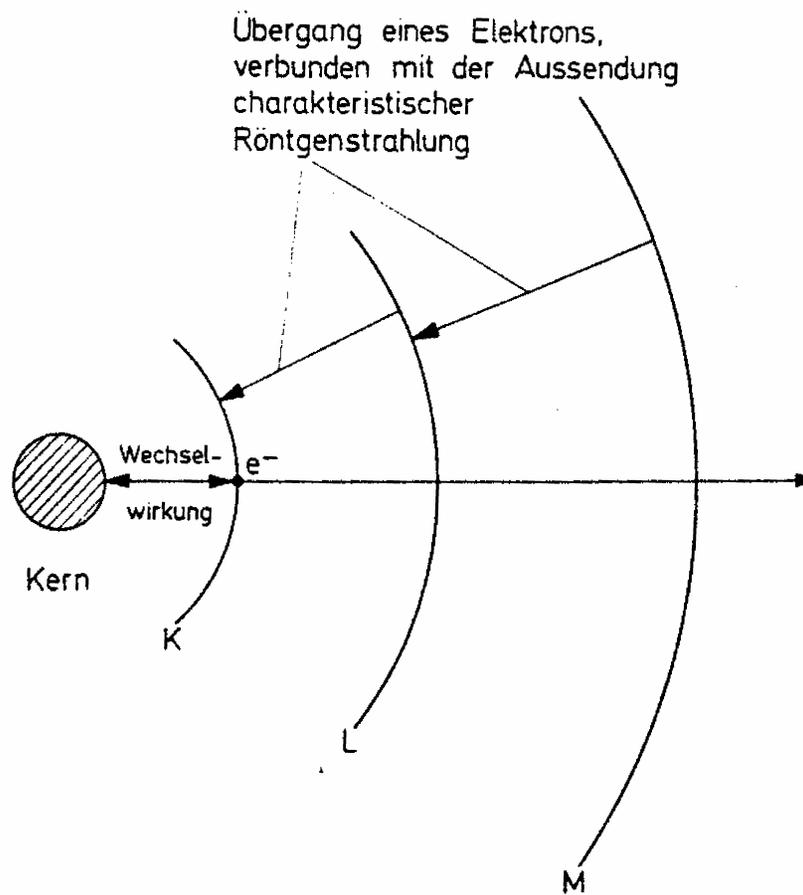
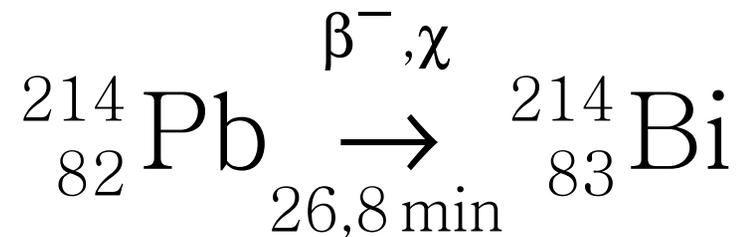


Abb. 5

## 5. Innere Konversion

---

- Zeitliche Reihenfolge
- Beispiel:



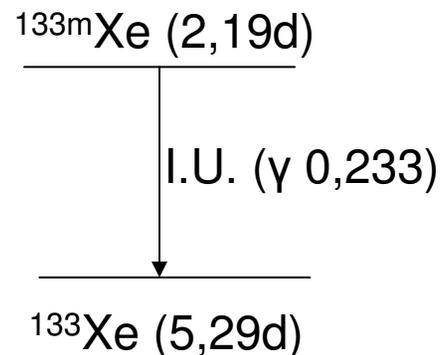
- Erst bei relativ großen Ordnungszahlen häufig

## 5. Innere Konversion

---

- Isomerer (metastabiler Zustand)
- Isomere Umwandlung
- Manchmal sehr große Halbwertszeiten
- $\gamma$ -Strahlung ohne Begleitung von  $\alpha$ - oder  $\beta$ -Strahlung

Beispiel:



## 6. Spontanspaltung

---

- Ein Kern zerfällt spontan in zwei annähernd große Teilstücke
- Ohne äußere Beeinflussung

Abb. 6



Otto Hahn

Abb. 7



Fritz  
Strassmann

# Quellen

---

- <http://www.ohg.sh.schule.de/ohg/schule/otto-hahn.jpg> (Abb. 6)
- <http://www.nst.or.th/article/article493/article49302/strassmann.jpg> (Abb. 7)
- Lieser: Kernchemie (3. Auflage, S.195-206)  
(Abb.3: S.198, Abb. 4: S. 201, Abb. 5: 202)
- [www.analytik.ethz.ch/praktika/analytisch/radiochemie/unterlagen/P01.pdf](http://www.analytik.ethz.ch/praktika/analytisch/radiochemie/unterlagen/P01.pdf) (Abb.1, 2)
- U. Abram: Skript Radiochemievorlesung