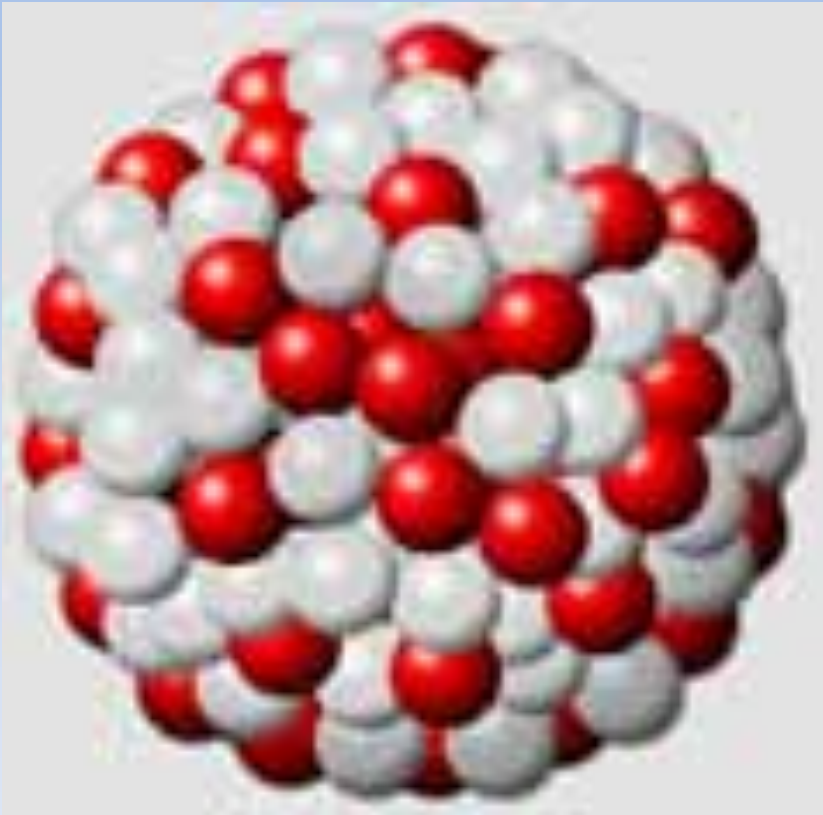
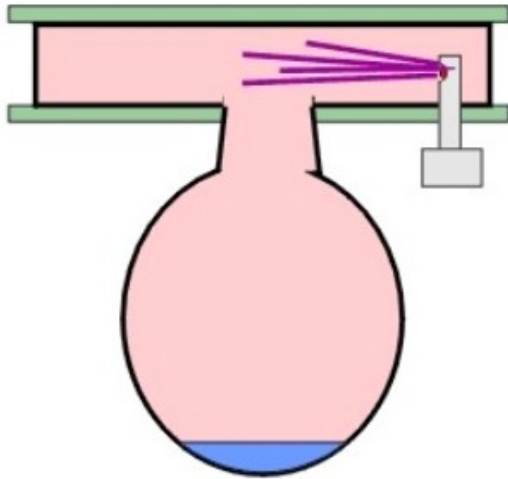


# Der Atomkern

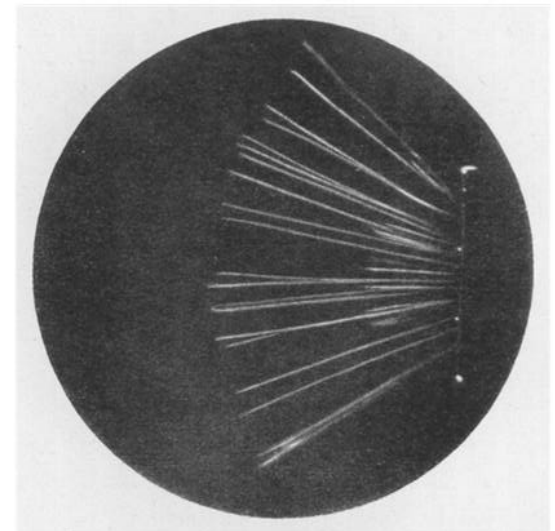
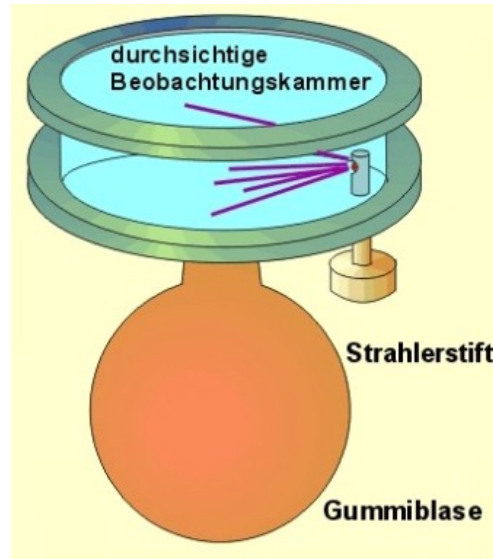


1. Alphazerfall
2. Die Massen der Atome und ihrer Kerne
3. Die Entdeckung des Neutrons
4. Kernradien
5. Modelle des Atomkerns
  - a. Tröpfchenmodell
  - b. Schalenmodell
6. Die Entdeckung des Schalenmodells
7. Kernspaltung
8. Biographie: Hahn und Meitner
9. Kernverschmelzung

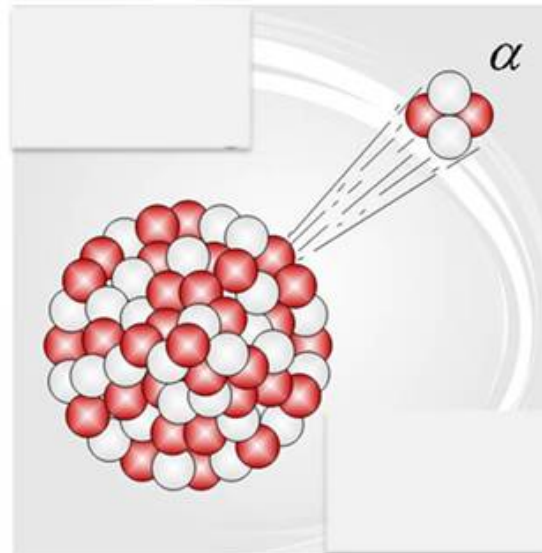
# Nebelkammer



- = gesättigter Dampf
- = Wasser - Propanol - Gemisch
- = Nebelspuren



# Alphaerfall eines schweren Kerns



# Energien und ihre Einheiten

## Energie- und Brennwerte:

1 kg Schweinekotelett	$1,4 \cdot 10^7 \text{ J}$
1 kg Weißbier	$1,8 \cdot 10^6 \text{ J}$
1 kg Steinkohle	$3,1 \cdot 10^7 \text{ J}$

Energiebedarf eines Menschen pro Tag: ca.  $10^7 \text{ J}$

## Im Alltag werden Energien in Joule (J) angegeben

---

1 kg Steinkohle enthält ca.  $5 \cdot 10^{25}$  Teilchen

→ Energie pro Teilchen:  $6 \cdot 10^{-19} \text{ J}$

Energieportionen des sichtbaren Lichts:  $2,4 \cdot 10^{-19} \text{ J} - 4,8 \cdot 10^{-19} \text{ J}$

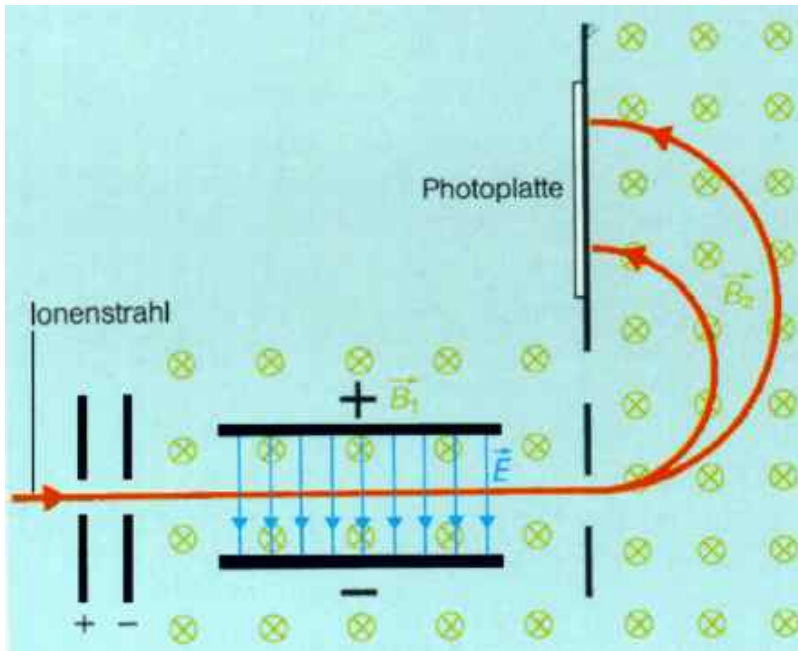
Mögliche **neue Energieeinheit für die Mikrophysik**:  $1 \cdot 10^{-19} \text{ J}$

Man wählte jedoch: **1 Elektronvolt (1 eV) =  $1,6 \cdot 10^{-19} \text{ J}$**

Das ist diejenige Energie, die ein Elektron erhält, wenn es die Spannung von 1 Volt durchläuft.

**Bei Prozessen, die in der Elektronenhülle stattfinden, liegen die Energieumsetzungen in etwa zwischen 1 eV und 10 eV.**

# Bestimmung von Atommassen



Einfaches Massenspektrometer

## Beispiele:

Wasserstoff (H):  $1,67 \cdot 10^{-27}$  kg

Helium (He):  $6,65 \cdot 10^{-27}$  kg

Kohlenstoff (C):  $19,93 \cdot 10^{-27}$  kg

## Neue Masseneinheit in der Mikrophysik:

1 atomare Masseneinheit (1 u)

$$1u = 1,66 \cdot 10^{-27} \text{ kg} \approx m_H$$

$$m_H \approx 1 u$$

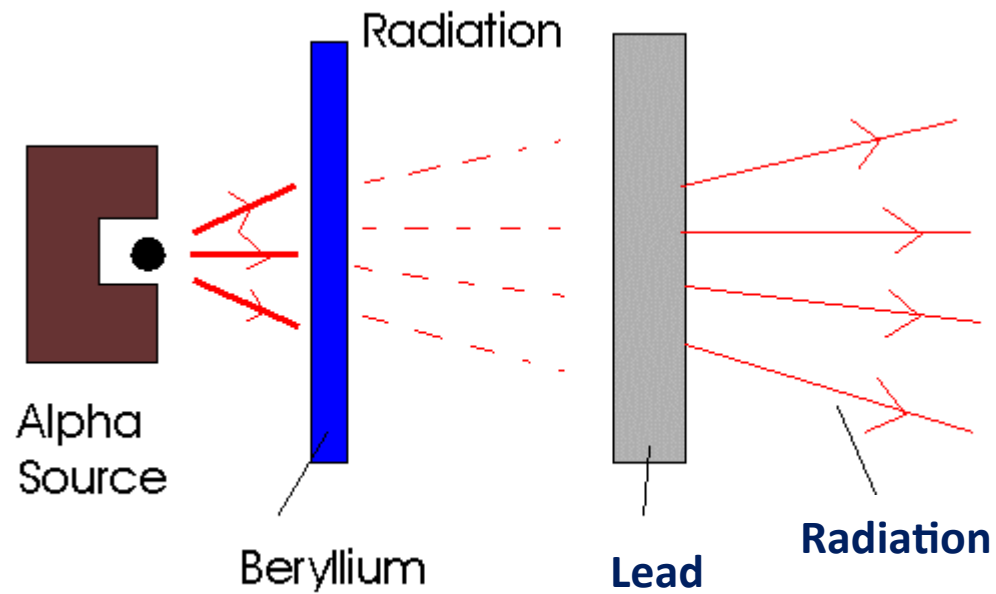
$$m_{He} \approx 4 u$$

$$m_C = 12 u$$

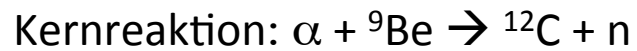
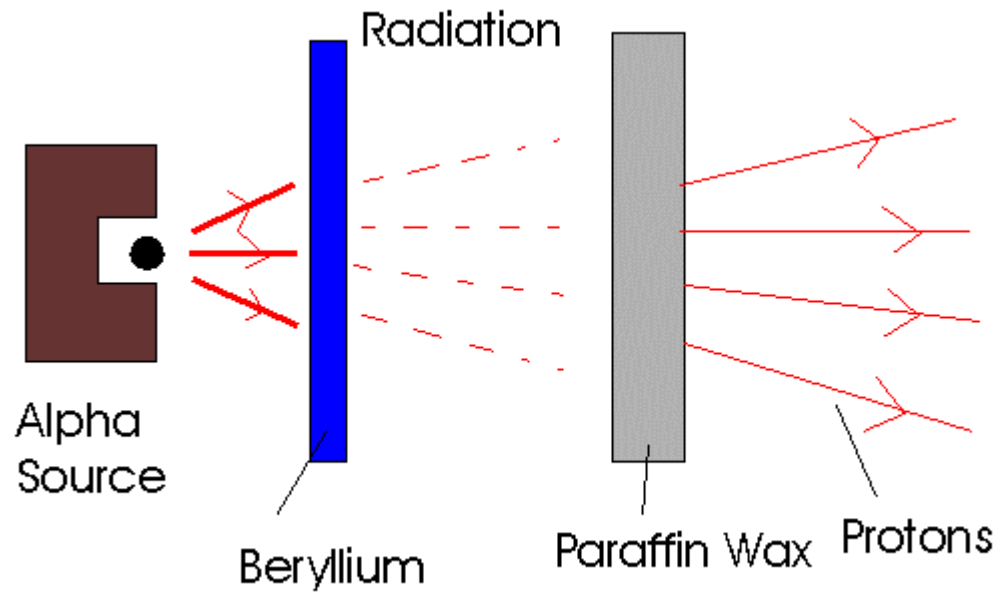
Die Massen der betrachteten Atome sind nahezu ganzzahlige Vielfache der Masse des Wasserstoffatoms

Sind auch die Kernmassen nahezu ganzzahlige Vielfache der Masse des Wasserstoffkerns, des Protons?

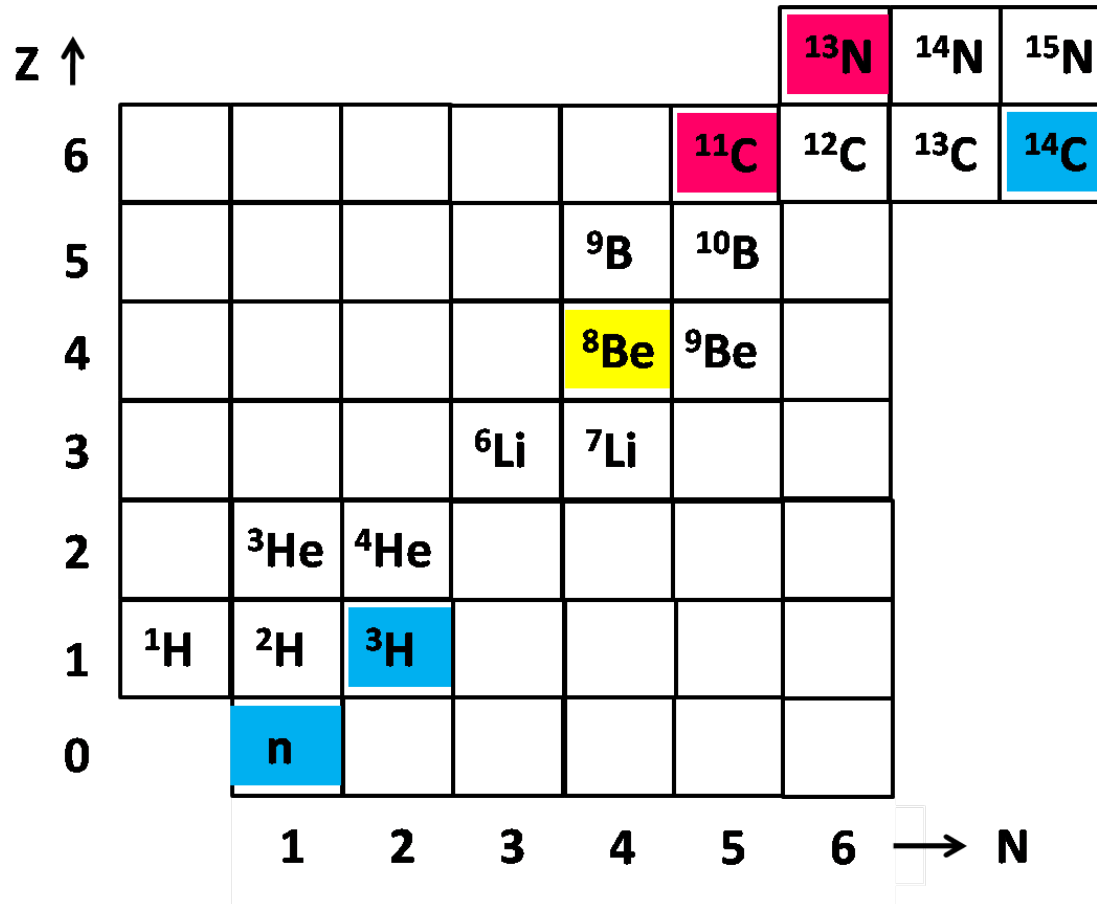
# Entdeckung des Neutrons



# Entdeckung des Neutrons



# Nuklidkarte

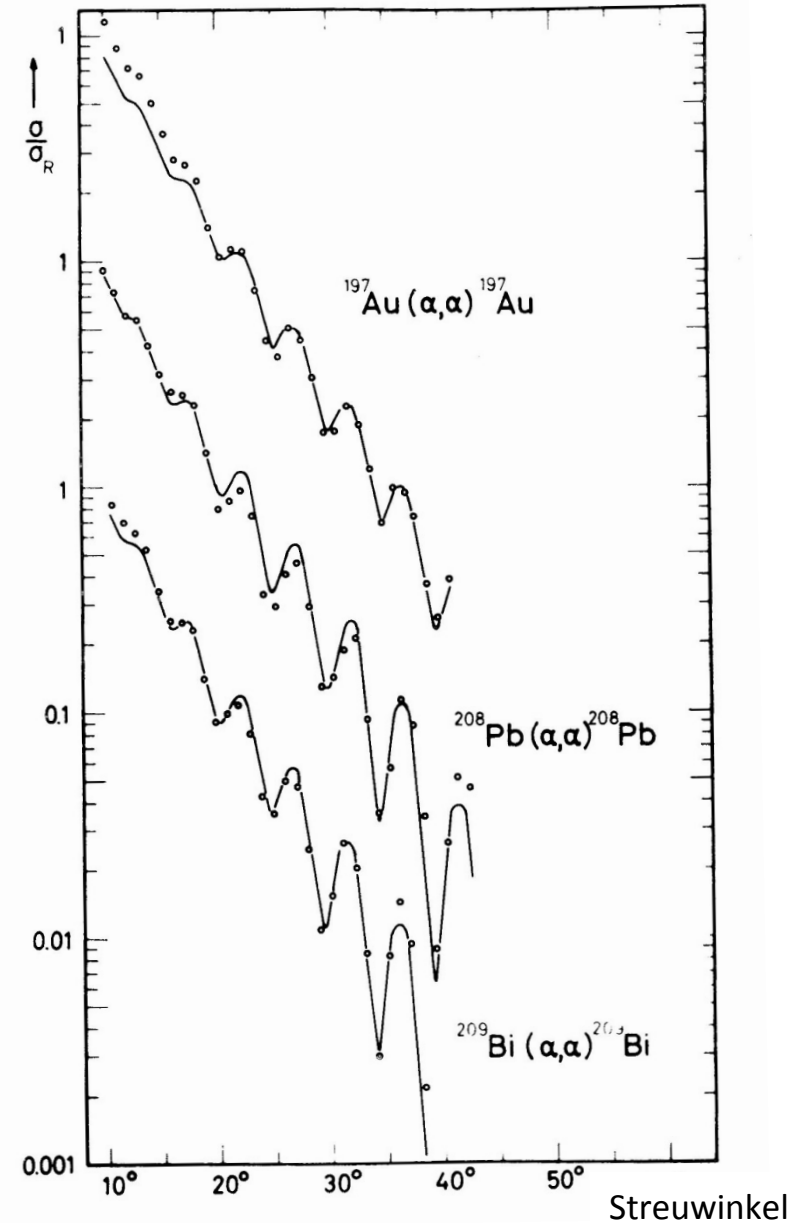
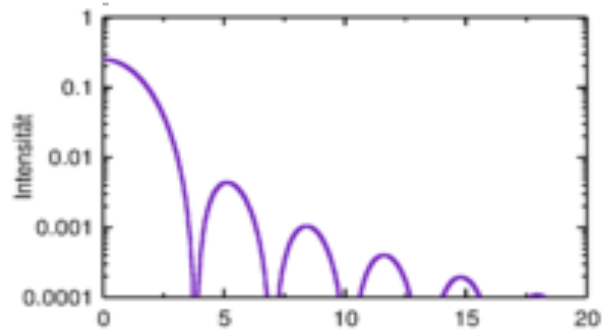
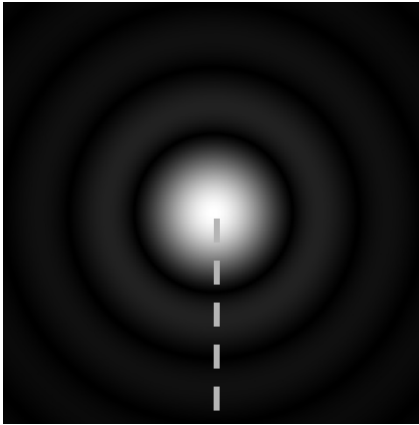




# Winkelverteilungen

Unten: bei der Beugung und Interferenz von Licht an einer kreisrunden Öffnung,

Rechts: bei der Streuung von 104 MeV-  
Alphateilchen an verschiedenen schweren Kernen



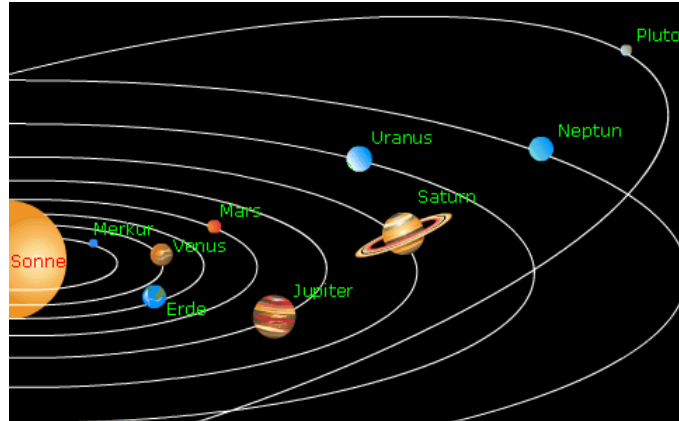
## Kernradien aus der Streuung von 104 MeV Alphateilchen

Targetkern	R [f]
$^{12}\text{C}$	$5.15 \pm 0.30$
$^{27}\text{Al}$	$6.11 \pm 0.13$
$^{64}\text{Ni}$	$7.50 \pm 0.13$
$^{124}\text{Sn}$	$8.65 \pm 0.12$
$^{140}\text{Ce}$	$8.96 \pm 0.12$
$^{197}\text{Au}$	$9.83 \pm 0.12$
$^{208}\text{Pb}$	$9.93 \pm 0.12$
$^{209}\text{Bi}$	$10.03 \pm 0.12$

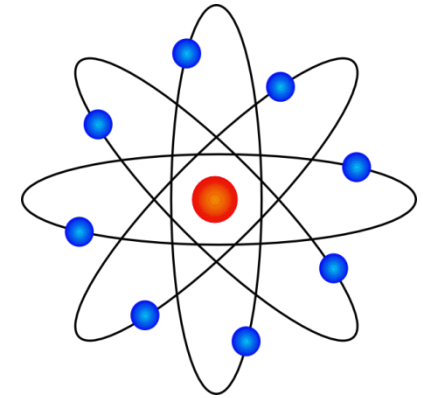
Die Radien sind in Femtometer ( $\text{f}$ ) =  $10^{-15}$  m angegeben.

# Strukturen zusammengesetzter Systeme

Systeme mit  
langreichweitigen Kräften



Planetensystem (Schwerkraft)

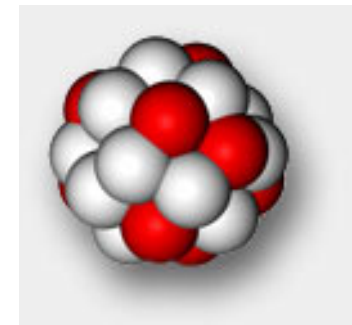


Atom  
(Elektrische Kraft zwischen  
Elektronen und Kern)

Systeme mit  
kurzreichweitigen Kräften

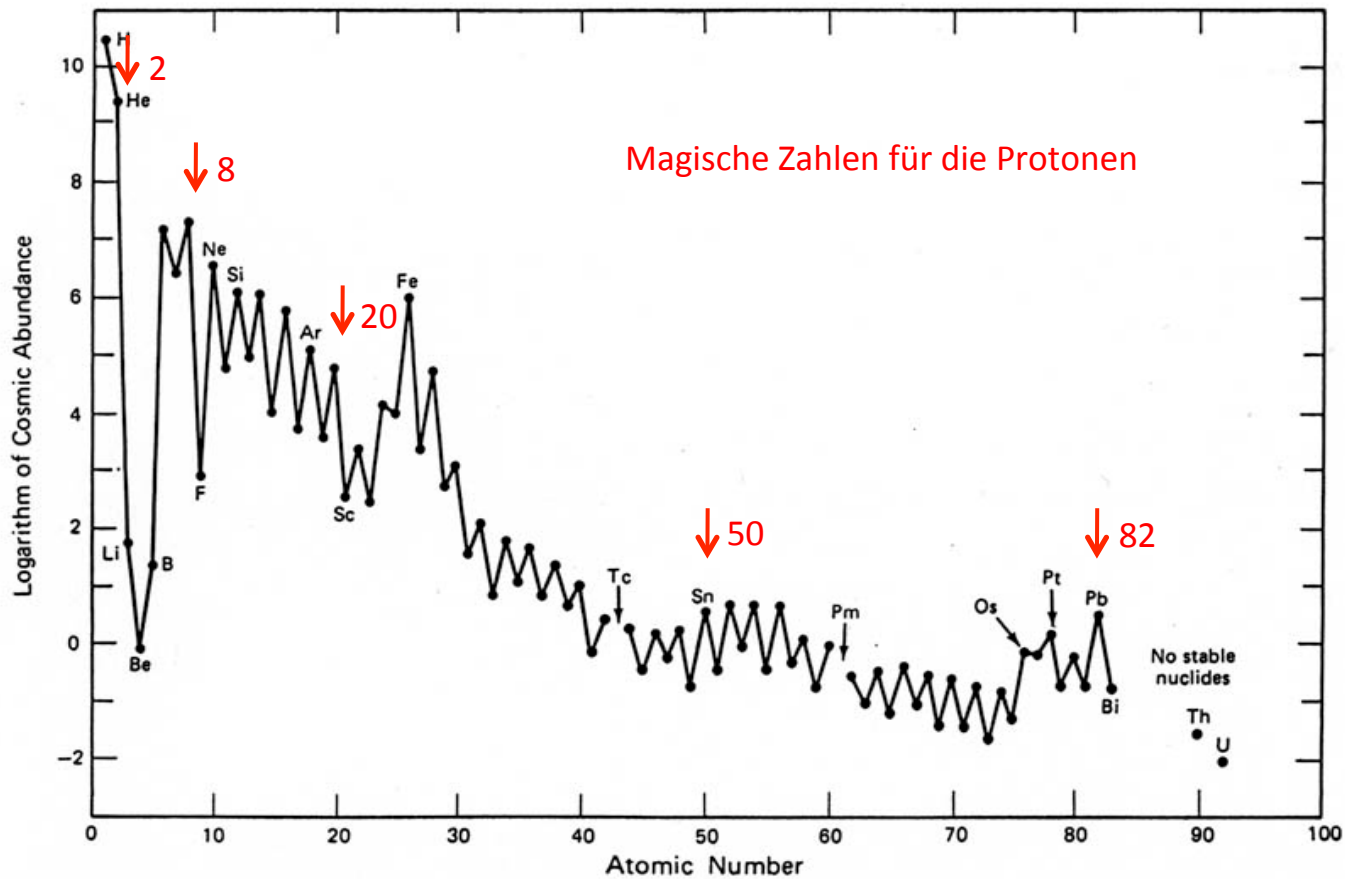


Wassertropfen  
(Elektrische Kräfte zwischen Molekülen)



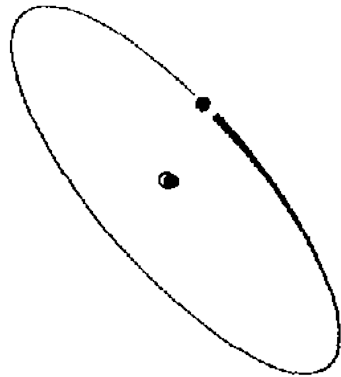
Atomkern  
(Starke Kräfte zwischen Nukleonen)

# Häufigkeit der Elemente im Sonnensystem

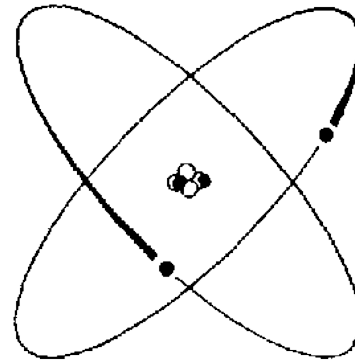


**Figure 2.4** Plot of the abundances of the elements in the solar system versus their atomic number. The abundances are expressed as the logarithm of the number of atoms of each element relative to  $10^6$  atoms of silicon. (Data are listed in Table 2.2 after Anders and Ebihara, 1982.)

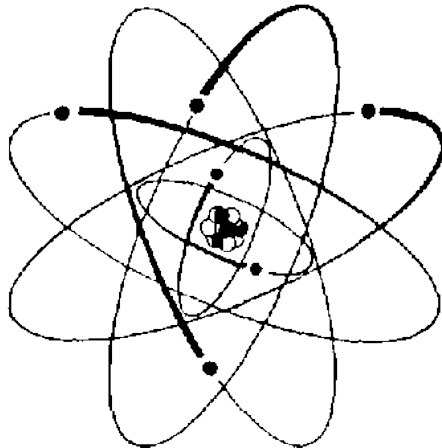
Vereinfachtes Modell  
eines Wasserstoffatoms



Vereinfachtes Modell  
eines Heliumatoms



Vereinfachtes Modell  
eines Kohlenstoffatoms



Das Atom besteht aus dem  
positiven Kern und der  
negativen Hülle

Bestandteile  
des Atomkerns:

- Proton<sup>(+)</sup>
- Neutron<sup>(n)</sup> Ausnahme: H-1

Bestandteil der Atomhülle:

- Elektron<sup>(-)</sup>

# Magische Zahlen

	Anzahl der Elektronen	Anzahl der Protonen	Anzahl der Neutronen
Wasserstoff	1	1	0
Helium	2	2	2
Lithium	3	3	3
Sauerstoff	8	8	8
Neon	10	10	10
Argon	18	18	22
Calcium	20	20	20
Blei	82	82	126

Orange: die magischen Zahlen der Elektronenhülle (Edelgase)

Blau: die magischen Zahlen der Protonen im Kern

Otto Haxel (1909 - 1998)

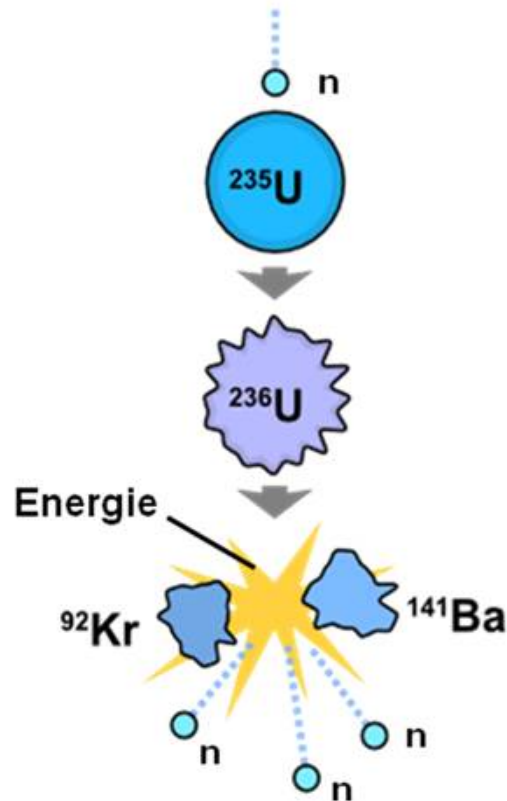


J. Hans D. Jensen (1907 - 1973)



Maria Goeppert-Mayer (1906 - 1972)

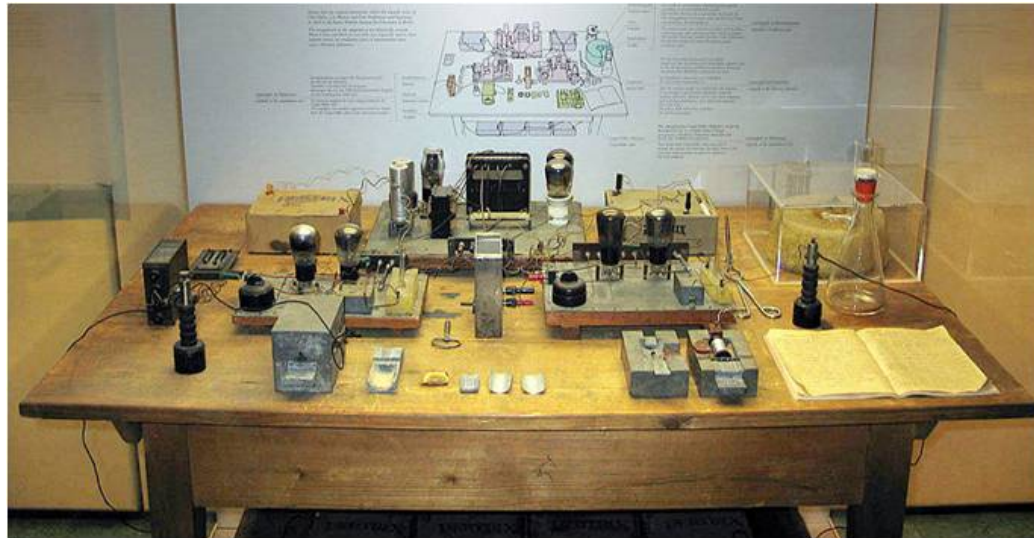
# Spaltung eines Urankerns durch ein Neutron



Radioaktiver Abfall für Kettenreaktion notwendig sehr erwünscht



**Arbeitstisch, an dem die Kernspaltung entdeckt wurde.**



# Die Atombombe und ihre Wirkung



Hiroshima am 6. August 1945.

Links die Bombe „Little Boy“ auf dem Transport zum Abwurf.

Sie war nur etwa 3 m lang und hatte einen Durchmesser von 70 cm; der nukleare Sprengstoff bestand aus 64 kg Uran.

Rechts die zerstörte Stadt.

# Friedliche Nutzung der Kernenergie

## **Weltweit:**

30 Länder

440 Reaktoren

347 Gigawatt

## **Europa:**

145 Reaktoren

2500 t abgebrannter Kernbrennstoff jährlich

900 Mt vermiedener CO<sub>2</sub> Ausstoß jährlich

## **Deutschland:**

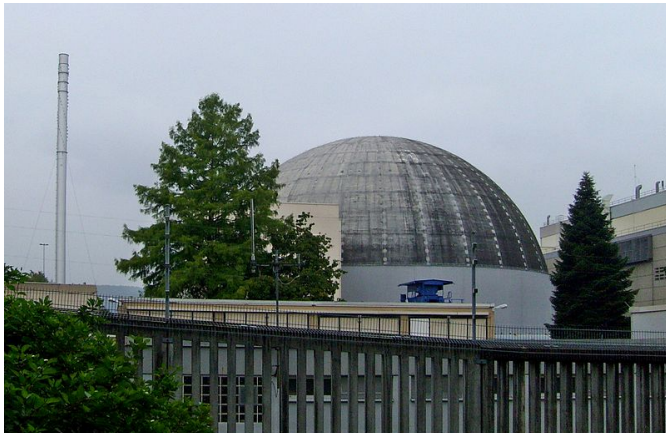
17 Reaktoren

26 % Anteil an der Erzeugung elektrischer Energie

2 Reaktoren abgeschaltet:

- Obrigheim (1968 – 2005)

- Stade (1972 – 2003)



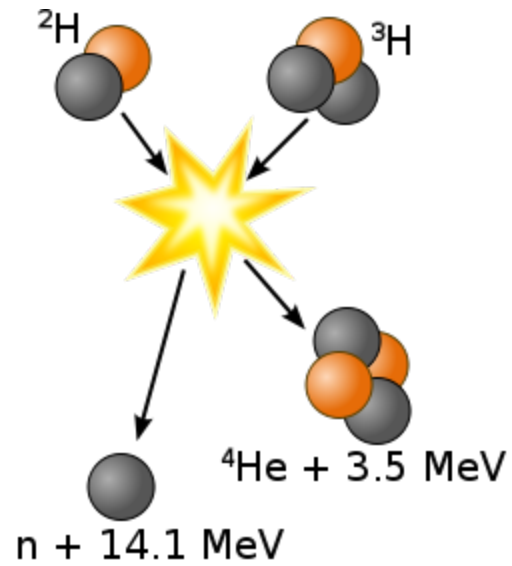
**Otto Hahn (1879 - 1968)    Lise Meitner (1878 - 1968)**



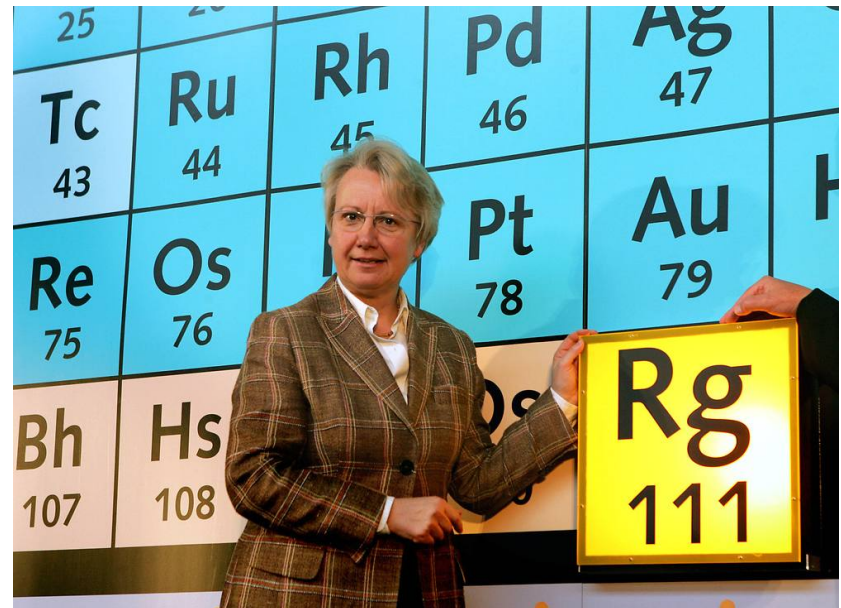
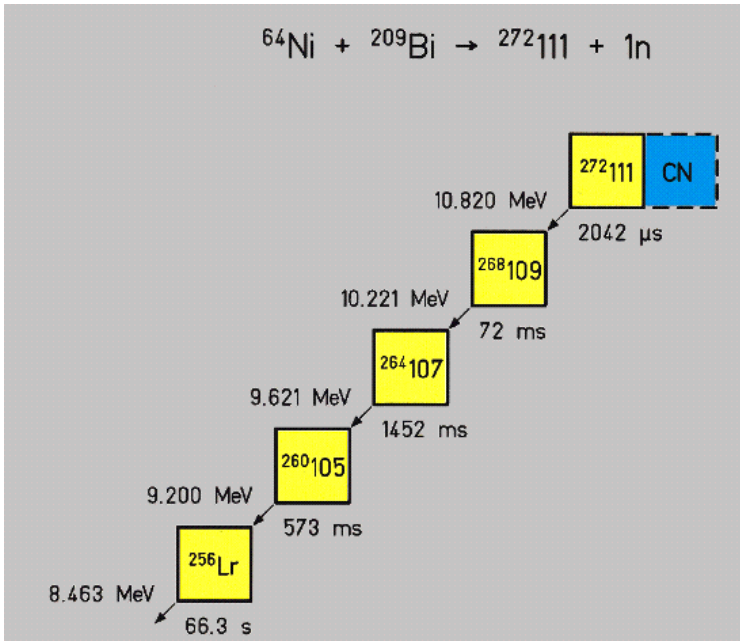
*Hähnchen, lass mich das machen, von  
Physik verstehst du nichts.*

Lise Meitner zu Otto Hahn

# Die Fusion von Wasserstoff- zu Heliumkernen



# Die Erzeugung von Roentgenium



<http://www.weltderphysik.de/de/7396.php>