

## Radioaktivität und Strahlenschutz

### FOS: Kernumwandlungen und Radioaktivität

#### Alpha-, Beta- und Gammastrahlen

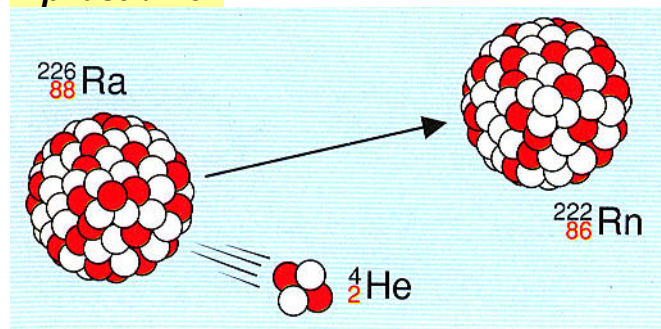
Bestimmte Nuklide haben die Eigenschaft, sich von selbst umzuwandeln.

Diese Eigenschaft bezeichnet man als **Radioaktivität**.

Die Kerne radioaktiver Atome heißen **Radionuklide**.

Bei den in der Natur vorkommenden Radionukliden spricht man von **natürlicher Radioaktivität**, bei den durch künstliche Kernumwandlung erzeugten Radionukliden von **künstlicher Radioaktivität**.

#### Alphastrahlen



Quelle: Informationskreis Kernenergie  
Alphazerfall in Modelldarstellung

Die beim radioaktiven Zerfall ausgesandten Heliumkerne werden Alphastrahlen genannt.

Geschwindigkeit:  
15 000 km/s bis 20 000 km/s

Kernreaktionsgleichung:



Die Massenzahl wird um 4, die Kernladungszahl um 2 geringer.

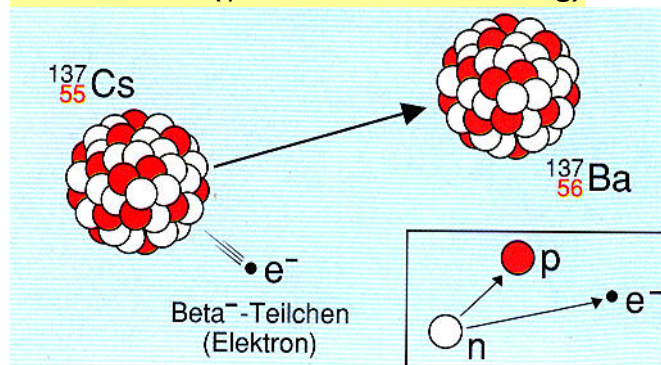
Der Kern ist nicht stabil, da die Kernkräfte die abstoßenden Kräfte der Protonen untereinander nicht vollständig aufheben können.

Der Kern hat deshalb das Bestreben, in einen **stabileren Zustand** überzugehen.

Der **Tochterkern** von Radium ist Radon, also ein anderes Element.

Das entstandene Radon gibt zwei Hüllelektronen an die Umgebung ab.

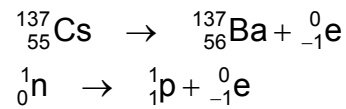
Die ausgesandten Alphateilchen nehmen aus der Umgebung zwei Elektronen auf, wodurch **Heliumatome** entstehen.

**Betastrahlen ( $\beta^-$  Elektronenstrahlung)**

Beim Betazerfall wird aus dem Kern ein **Elektron** geschleudert.

Geschwindigkeit:  $0 < v < c$

Kernreaktionsgleichung:



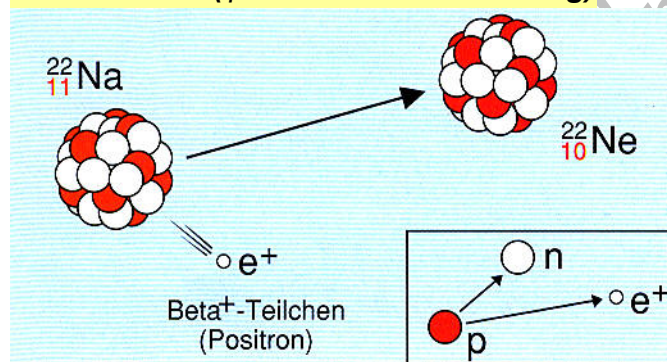
Die Kernladungszahl erhöht sich um 1

Das Elektron entsteht durch **Umwandlung eines Neutrons in ein Proton**.

Da jedes Elektron eine negative Elementarladung trägt, werden die Strahlen auch als **Beta<sup>-</sup>**-Strahlen bezeichnet.

$\beta^-$ -Strahlen bilden einen Elektronenstrom.

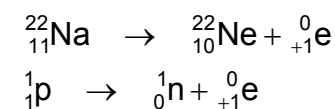
Da der Tochterkern eine Kernladung mehr hat, fängt er sich aus der Umgebung ein Hüllelektron ein.

**Betastrahlen ( $\beta^+$  Positronenstrahlung)**

Beim Betazerfall wird aus dem Kern ein **Positron** geschleudert.

Geschwindigkeit:  $0 < v < c$

Kernreaktionsgleichung:



Die Kernladungszahl verringert sich um 1

Das **Positron** entsteht durch **Umwandlung eines Protons in ein Neutron**.

Da jedes Positron eine positive Elementarladung trägt, werden die Strahlen auch als **Beta<sup>+</sup>**-Strahlen bezeichnet.

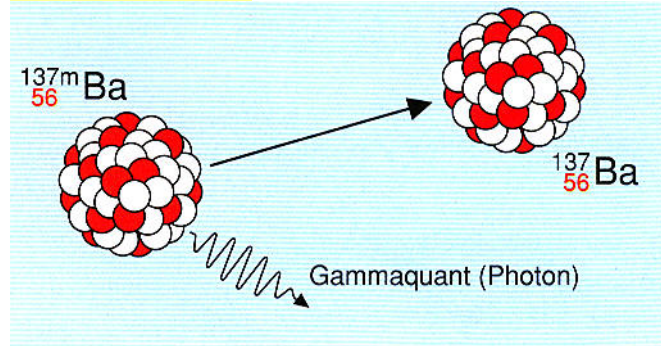
$\beta^+$ -Strahlen bilden einen Positronenstrom.

Da der Tochterkern eine Kernladung weniger hat, gibt er ein Hüllelektron an die Umgebung ab.

Ein Positron ist **Antimaterie**. Trifft es mit einem Elektron zusammen, so zerstrahlen beide in Energie.

Beim Betazerfall entstehen zusätzlich **Neutrinos** (keine Ladung, keine Ruhemasse).

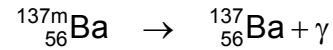
### Gammastrahlen



Quelle: Informationskreis Kernenergie  
Abgabe eines Gammaquants aus einem Atomkern  
(Modelldarstellung)

Durch den Gammazerfall ändert sich der Energieinhalt des Kerns. Kernladungs – und Massenzahl bleiben erhalten

Kernreaktionsgleichung:

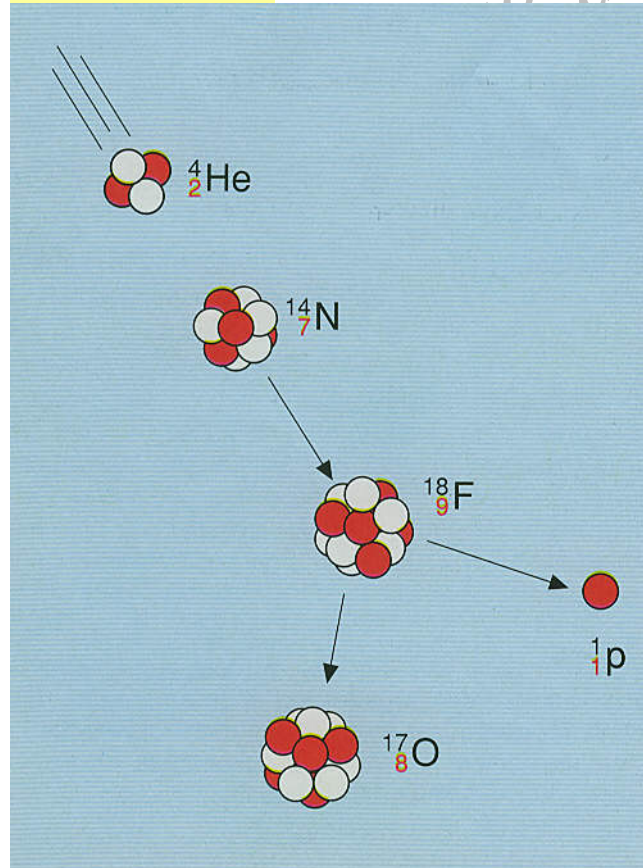


Gammastrahl ähnelt einem Röntgenstrahl.

Geschwindigkeit: c

Gammastrahlung ist energiereiche Strahlung kurzer Wellenlänge. Gammastrahlung ist wie Licht gequantelt, daher spricht man von Gammaquanten. Gammaquanten treten häufig begleitend bei einem Alpha – oder Betazerfall auf. Der Atomkern gibt überschüssige Energie in Form von Gammaquanten ab. Die als Teilchen aufgefassten Gammaquanten besitzen keine Ruhemasse. Gammaquanten treten außer bei Kernumwandlungen auch bei Reaktionen zwischen Elementarteilchen auf.

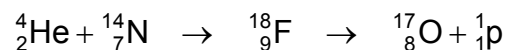
### Protonenstrahlen



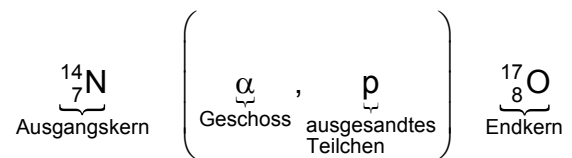
Quelle: Informationskreis Kernenergie  
Nachweis freier Protonen durch Rutherford  
(Modelldarstellung)

Ein Alphateilchen dringt in den Kern eines Stickstoffatoms ein und verschmilzt mit ihm für kurze Zeit zu einem hochangeregten Zwischenkern des Elementes Fluor. Der Fluorkern zerfällt in einen Sauerstoffkern und ein Proton.

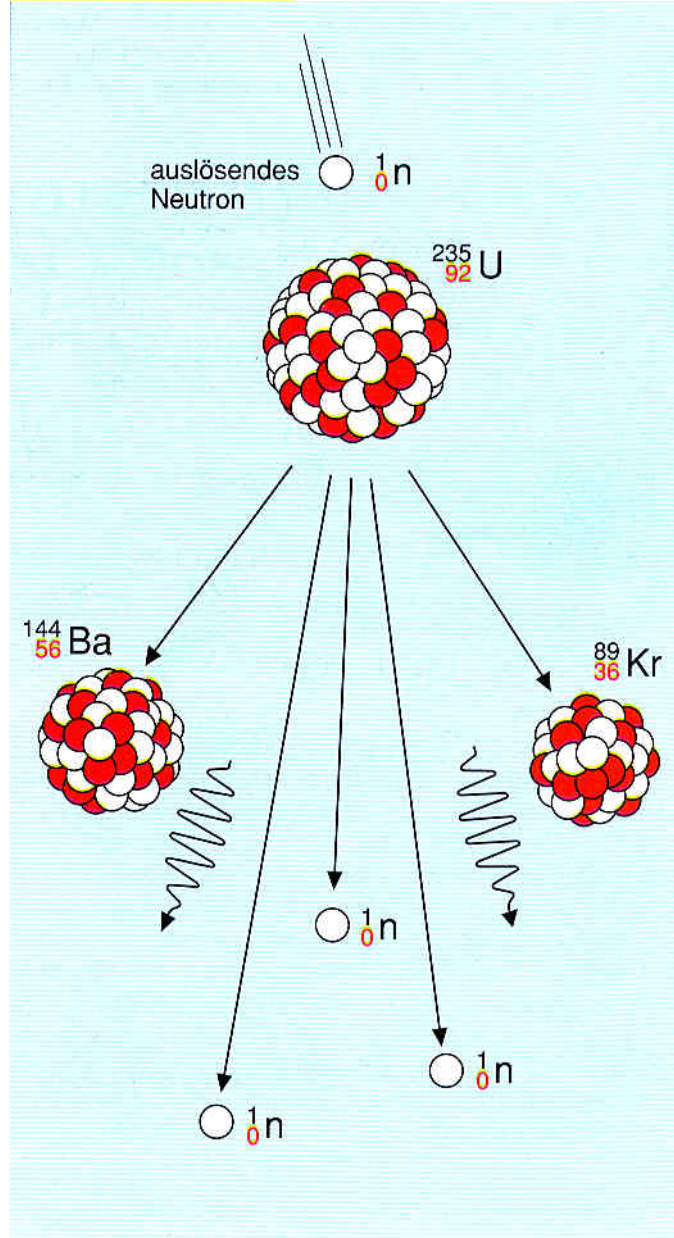
Kernreaktionsgleichung:



Abgekürzte Schreibweise



## Neutronenstrahlen



Quelle: Informationskreis Kernenergie  
Modell zur Spaltung eines Kerns von U-235

Werden Neutronen aus einem Atomkern herausgeschlagen oder herausgeschleudert, entsteht dadurch eine Neutronenstrahlung.

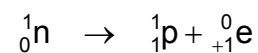
Zusammenprall kosmischer Primärteilchen mit Luftmolekülen in den oberen Atmosphärenschichten

Bei Kernspaltungen entsteht eine Neutronenstrahlung.

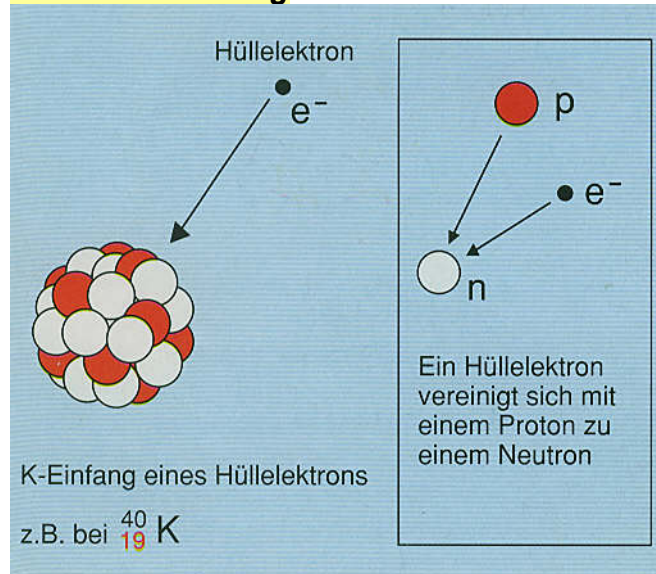
Der U – 235 Kern nimmt ein Neutron auf wobei er in starke Schwingungen gerät und sich spaltet. Dabei fliegen zwei mittelschwere Trümmerkerne (Spaltprodukte) und zwei bis drei Neutronen auseinander. Außerdem werden einige Gammaquanten abgegeben.

Ein freies Neutron ist radioaktiv. Es zerfällt in ein Proton und ein Elektron.

Kernreaktionsgleichung:



### Elektroneneinfang

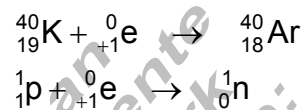


Quelle: Informationskreis Kernenergie  
K – Einfang im Modell

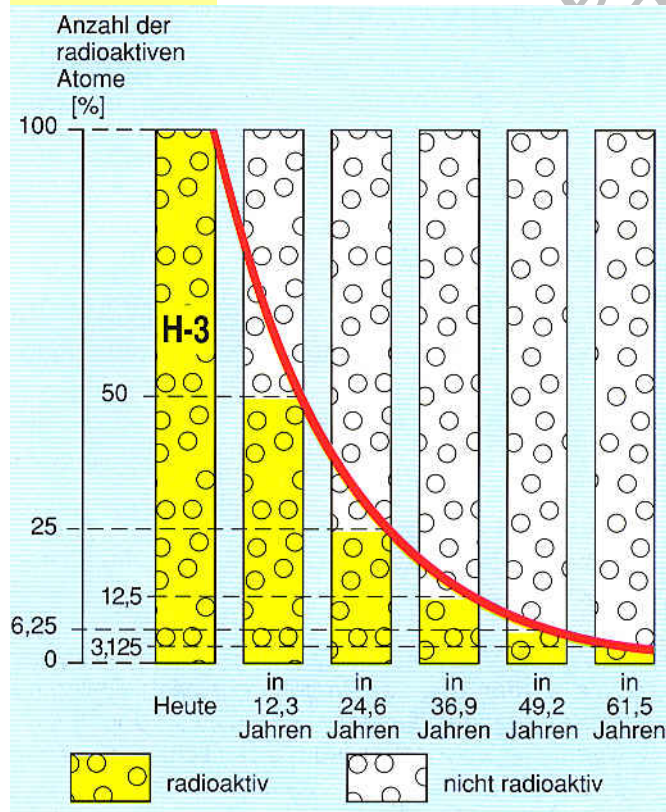
Der Kern eines neutronenarmen Atoms fängt aus der K – Schale ein Elektron ein (K – Einfang), wodurch sich ein Proton in ein Neutron verwandelt.

Der in der Atomhülle frei gewordene Platz wird von einem äußeren Elektron wieder aufgefüllt. Dabei entsteht eine charakteristische Röntgenstrahlung.

Kernreaktionsgleichung:



### Halbwertszeit



Quelle: Informationskreis Kernenergie  
Zerfall des Wasserstoff – 3 (Tritium)

Bei einem einzelnen radioaktiven Atomkern kann man nicht vorher-sagen, zu welchem Zeitpunkt er zerfallen wird.

Er kann in der nächsten Sekunde oder erst in tausend Jahren zerfallen.

Bei einer großen Anzahl von Atomen lässt sich aber eine Wahrscheinlichkeitsaussage über den Ablauf des Zerfalls machen.

Es zerfällt z. B. von einer Menge Tritium (H – 3) in ca. 12,3 Jahren die Hälfte der Atome, nach weiteren 12,3 Jahren ist von dem Rest wiederum die Hälfte zerfallen usw.

Die Zeit, nach der die Hälfte einer bestimmten Anzahl von Atomkernen zerfallen ist, wird **Halbwertszeit** ( $T_{1/2}$ ) genannt.

Sie ist für jedes Radionuklid eine charakteristische Größe.

**Halbwertszeiten einiger Radionuklide**

<b>Element</b>	<b>Halbwertszeit</b>	<b>Zerfallsart</b>
Uran – 235 (spaltbar)	$7,038 \cdot 10^8$ a	Alpha
Uran – 238	$4,468 \cdot 10^9$ a	Alpha
Kalium – 40	$1,28 \cdot 10^9$ a	Beta-Minus, K-Einfang
Plutonium – 239	$2,411 \cdot 10^4$ a	Alpha
Cäsium – 137	30,17 a	Beta-Minus
Jod – 131	8,02 d	Beta-Minus
Thorium – 231	25,5 h	Beta-Minus
Radon – 220	55,6 s	Alpha
Polonium – 214	$1,64 \cdot 10^{-4}$ s	Alpha

(C) Rudolf Brinkmann  
Original Word-Dokumente  
ohne Copyright-Vermerk  
erhalten Sie im Onlineshop:  
<http://www.mathebrinkmann-shop.de>