

## Die Atomenergie

Der Atomreaktor dient der Umwandlung von Atomenergie in Wärmeenergie. Atomkerne bestehen im wesentlichen aus den Elementarbausteinen Protonen und Neutronen. Die Protonen sind positiv geladen, während die Neutronen keine Ladung tragen. Zwischen diesen Nukleonen wirken sehr starke Anziehungskräfte, die sie im Kern zusammenhalten. Schwere Atomkerne sind jedoch nicht so stabil wie leichtere, weil bei ihnen die Abstoßungskräfte der Protonen das Kerngefüge auflockern. Es gelingt daher, schwere Kerne, z.B. das Uran 235, dadurch zu sprengen, dass man sie mit freien Neutronen beschießt. In der Abb.1 trifft ein Neutron auf einen Uran-235-Kern. Dieser gerät dadurch in Schwingungen, die so heftig werden können, dass der Kern in mehrere Teile, z.B. in einen Barium- und einen Kryptonkern, gespalten wird. Die Spaltprodukte fliegen mit großer Geschwindigkeit fort, stoßen irgendwo im Reaktor mit Materie zusammen und geben dabei ihre kinetische Energie als Wärme ab. Das ist die Umwandlung von Kernenergie in Wärme. Neben den Spaltprodukten und der Wärme entstehen aber bei der Uranspaltung noch zwei neue Neutronen, die wieder dazu dienen können, weitere Uranatome zu spalten. Das ist die Kettenreaktion, die, die Abb.2 veranschaulicht: Das von links kommende Neutron trifft auf den U-235-Kern, bildet kurzzeitig das Zwischenprodukt Uran 236, das aber spontan diesmal in Strontium und Xenon zerfällt. Drei Neutronen bleiben bei diesem Spaltungsprozess übrig. Um diese drei Neutronen, die den Mutterkern mit großer Geschwindigkeit verlassen, für neue Spaltungen nutzbar machen zu können, muss man sie abbremsen. Neutronen mit kleinen Geschwindigkeiten sind viel besser geeignet, Atome zu spalten, als solche mit großer Geschwindigkeit. Sie können länger mit dem Kern in Wechselwirkung treten, während die Verweilzeit der schnelleren Neutronen in Kernnähe zu kurz ist, als dass der Spaltungsprozess eingeleitet werden könnte. Die Abbremsung geschieht dadurch, dass die Neutronen beim Zusammenstoß mit leichten Atomen, von denen man zu diesem Zwecke eine große Anzahl im Reaktor einbauen muss, sehr viel Energie verlieren; Wasser, Graphit u.a. bestehen aus solchen leichten Atomen. Die so abgebremsten Neutronen spalten dann wieder weitere U-235-Kerne. So ist dadurch, dass bei jeder

Spaltung neue Neutronen entstehen, dafür gesorgt, dass die Kettenreaktion weiterlaufen kann und den Reaktor in Betrieb hält.

Der eigentliche Reaktor, ist als Core bekannt. Das Uran ist in der Form von metallischen Stäben in einem wassergefüllten Gefäß angebracht. Dort erfolgt die Spaltung. Die dabei freiwerdenden Neutronen diffundieren aus dem Uran in das umgebende Wasser, wo sie häufig mit den leichten Wasserstoff- und Sauerstoffatomen zusammenstoßen und dabei gebremst werden.

Als langsame Neutronen gelangen sie dann mit einer gewissen Wahrscheinlichkeit wieder einmal in einen Uranstab und bewirken dort neue Spaltungen. Die dabei entstehenden Spaltprodukte geben ihre Energie als Wärme im Uran ab, dieses gibt sie an das Wasser weiter, das umgepumpt wird und seine Wärme durch einen Wärmetauscher in einen normalen sekundären Wärmekreislauf abliefern. Damit der Reaktor sich lawinenartig aufheizt, muss der Neutronenhaushalt sehr genau geregelt werden. Dazu dienen die Regelstäbe, die aus neutronenabsorbierendem Material bestehen und mit einer einstellbaren Tiefe in das Reaktorcore eintauchen. Ihre Eintauchtiefe muss gerade so groß sein, dass pro Spaltung im Mittel nur ein Neutron für eine neue Spaltung übrig bleibt. Da die Spaltprodukte in der Regel stark radioaktiv sind, ist es notwendig, den Reaktor mit einem starken Betonmantel, dem Abschirmschild zu umgeben. Im Siedewasserreaktor wird die Verdampfung des Wassers im Reaktor selbst zugelassen, die Ausnutzung des Dampfes erfolgt im Primärkreislauf; ein Wärmetauscher kann prinzipiell wegfallen.

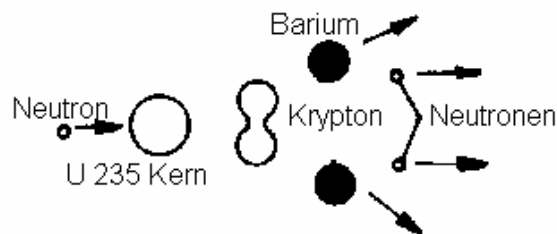


Abb.1 Spaltung einen U 235 Kerns durch ein Neutron.

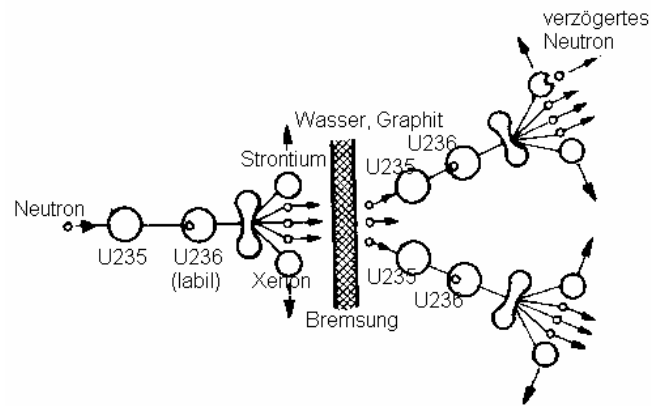


Abb.2 Kettenreaktion und Bremsung der Neutronen.

### Wortschatz

Umwandlung, -en, f	transformare
Elementerbaustein, -e, m	particulă elementară
Abstoßungskraft, -e, f	forță de respingere
Kerngefüge, -, n	structura nucleului
auflockern	a disloca
spalten	a despica, a scinda
Kettenreaktion, -en, f	reație în lanț
übrigbleiben	a rezulta în final
nutzbar	utilizabil
abbremsen	a înfrâna, a încetini
geeignet	apt, potrivit pentru
Betrieb, -e, m	funcțiune
Stab, -e, m	baghetă, tijă
Kreislauf, -e, m	circuit
eintauchen	a cufunda în

### Hausaufgaben

#### Übersetzen Sie ins Rumänische:

Um einen Uran-Atomkern kreisen 92 Elektronen, während die Hülle eines Sauerstoff-Atomkerns aus 8 Elektronen gebildet wird. Betrachtet man den Atomkern genau, stellt man zwei unterschiedliche Kernbausteine fest: Protonen und Neutronen. In einem Uran-235-Atomkern sind von den 235 Uran-Kernbausteinen 92 Protonen; der Rest, 143, das sind Neutronen. Ein Sauerstoff-Atomkern ist hingegen aus 8 Protonen und 8 Neutronen zusammengebaut.

Protonen und Neutronen sind etwa gleich schwer. Im Vergleich zu den Kernbausteinen ist jedoch die Masse der Elektronen recht klein: Ein Elektron wiegt etwa ein Zweitausendstel eines Protons oder Neutrons. Fast die gesamte Masse des Atoms ist also im Atomkern konzentriert.

### **Übersetzen Sie ins Deutsche:**

În reactorul nuclear au loc mai multe reacții dar în principal ne interesează reacția în lanț. Un neutron întâlnește un nucleu U-235, și alcătuieste pentru puțin timp produsul intermediar Uran 236, care fiind instabil se descompune spontan în Stronțiu și Xenon. Trei neutroni sunt generați în acest proces de fisiune. Pentru a putea fi folosiți în noi procese de fisiune, acești trei neutroni, pe care nucleul-mamă i-a lansat cu viteză mare, aceștia trebuie să fie frânați. Frânarea este realizată cu ajutorul unor substanțe care încetinesc viteza neutronilor, numite moderatori.

### **Lösen Sie**

1. Wie groß ist die Masse, die täglich in einem 1000 MW Kernkraftwerk in Energie umgewandelt wird?
2. Wie alt ist ein Stück Holz, bei dem gegenüber lebenden Pflanzen die Zahl der radioaktiven Zerfälle pro Minute auf 1/16 abgefallen ist? (für  $C^{14}$  ist  $T_{1/2} = 5570$  Jahre)
3. Der  $\beta$  Zerfall von  $Rb^{87}$  nach  $Sr^{87}$  ( $T_{1/2} = 4,7 \cdot 10^{10}$  a) dient zur Altersbestimmung von Gesteinen. Wie ist das Verhältnis  $Sr^{87}/Rb^{87}$  in einem  $2,35 \cdot 10^9$  Jahre altem Rubidiummineral?
4. Wie groß ist die Aktivität - Zahl der Zerfälle pro sec. von 1 g  $Ra^{226}$ , das mit einer Halbwertszeit  $T_{1/2} = 1590$  a unter Emission in  $Rn^{222}$  zerfällt? (226 g Ra enthalten  $6 \cdot 10^{23}$  Atome, 1 Jahr =  $3,14 \cdot 10^7$  sec)

### **Fragen zur Konversation**

Welche ist die Funktion des Atomreaktors?

Woraus besteht ein Atomkern?

Warum sind die leichteren Atomkerne stabiler als die schweren Atomkerne?

Warum ist die Geschwindigkeit der Neutronen wichtig in dem Spaltungsprozess?

Beschreiben Sie bitte das Schema eines Atomreaktors!