

# Künstliches Fusionsfeuer

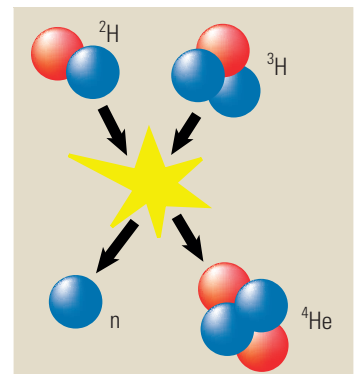
## AUFGABEN

- ❶ Beschreiben Sie die Vorgänge bei der Fusionsreaktion von Deuterium und Tritium und ihr Ergebnis (A1 bis A3 sowie im Internet unter <http://www.ipp.mpg.de/ippcms/de/pr/interactive/fusion21/flash.html>).
- ❷ Was versteht man unter „Erbrüten“ der Brennstoffkomponente Tritium (A3)? Informieren Sie sich über das Thema mithilfe des Internets und fassen Sie die entscheidenden Fakten in einem Kurzreferat zusammen.

### A1: ZWEI ARTEN VON SCHWEREM WASSERSTOFF

Im Jahr 1951 hatte ein amerikanischer Forscher die entscheidende Idee, wie man viele Millionen Grad heißes Plasma so einschließen kann, dass darin eine kontrollierte Kernfusion möglich wird. Denn der Kontakt mit einer materiellen Gefäßwand wäre fatal: Das Plasma würde schlagartig auskühlen und die empfindliche Fusionsreaktion sofort erfrieren. Der Wissenschaftler schlug vor, das Plasma in einem magnetischen Käfig schweben zu lassen. Da Plasma aus elektrisch geladenen Teilchen besteht, ist das möglich, denn Magnetfelder üben auf elektrische Ladungen Kraft aus.

In einem künstlichen Reaktor würde aber die solare Proton-Proton-Reaktion der Sonne viel zu langsam ablaufen. Doch zum Glück gibt es alternative Fusionsreaktionen, und eine davon eignet sich besonders gut für den technischen Einsatz. Damit gelang es Plasmaphysikern bereits in den 1990er-Jahren, die kontrollierte Kernfusion anlaufen zu lassen. Diese alternative Fusionsreaktion braucht zwei Arten von schwerem Wasserstoff als Brennstoffkomponenten: das ist das Wasserstoffisotop Deuterium, dessen Kern neben dem Proton ein Neutron enthält, und das noch schwerere Tritium mit einem Kern aus einem Proton und zwei Neutronen. Je ein Deuterium- und ein Tritiumkern verschmelzen zu einem Heliumkern. Allerdings funktioniert das erst oberhalb von 100 Millionen Kelvin. Erst dann sind die schweren Wasserstoffkerne genügend in Fahrt, um effizient zu verschmelzen.



### A2: HEISSER ALS DIE SONNE...

Zehn- bis zwanzigmal höhere Temperaturen als in der Sonne scheinen ein unerreichbares Ziel zu sein. Doch mittlerweile sind sie in heutigen Plasma-Experimenten längst Routine geworden. So erreichte beispielsweise die Forschungsanlage ASDEX Upgrade in Garching schon über 250 Millionen Kelvin. Bei der Fusion von Deuterium mit Tritium bekommt der entstehende Heliumkern rund zwanzig Prozent der freiwerdenden Energie mit. Damit heizt er das von Auskühlung bedrohte Plasma nach. Die restlichen achtzig Prozent der Fusionsenergie trägt das Neutron davon. Als elektrisch neutrales Teilchen entkommt es dem Magnetkäfig, der das heiße Plasma schützend umgibt, und trifft auf die Wand des Reaktorgefäßes. In einem zukünftigen Kraftwerk werden die Neutronen dort den überwiegenden Teil der Fusionswärme auf ein Kühlmittel übertragen, zum Beispiel Wasser oder Helium. Das befördert die Wärmeenergie dann zu einer Turbinenanlage mit elektrischen Generatoren, genau wie bei konventionellen Kraftwerken.

### A3: ENERGIE „SATT“

Die Energie des Neutrons entspricht 14,1 Millionen Elektronenvolt oder umgerechnet  $2,3 \cdot 10^{-12}$  Joule. Dieser scheinbar winzige Wert ist im Vergleich zur chemischen Verbrennung gigantisch: Ein Gramm Brennstoff kann in einem Fusionsreaktor rund 90 Megawattstunden Wärmeenergie produzieren. Dafür muss man acht Tonnen Erdöl oder elf Tonnen Kohle verfeuern. Das Neutron hat aber noch eine Aufgabe: Es soll in der Wand des Reaktorgefäßes die zweite Brennstoffkomponente Tritium erbrüten. Tritium ist radioaktiv mit einer Halbwertszeit von 12,3 Jahren. Deshalb soll es der zukünftige Fusionsreaktor in einem geschlossenen Kreislauf herstellen und gleich wieder verbrauchen. Der „Rohstoff“ für das Tritium ist Lithium. Dieses dritte Element im Periodensystem und leichteste aller Metalle wird in die Reaktorwand eingebracht. Trifft dort ein Neutron den Kern des Lithium-6-Isotops, dann zerfällt dieser zu einem Heliumkern und dem erwünschten Tritiumkern.