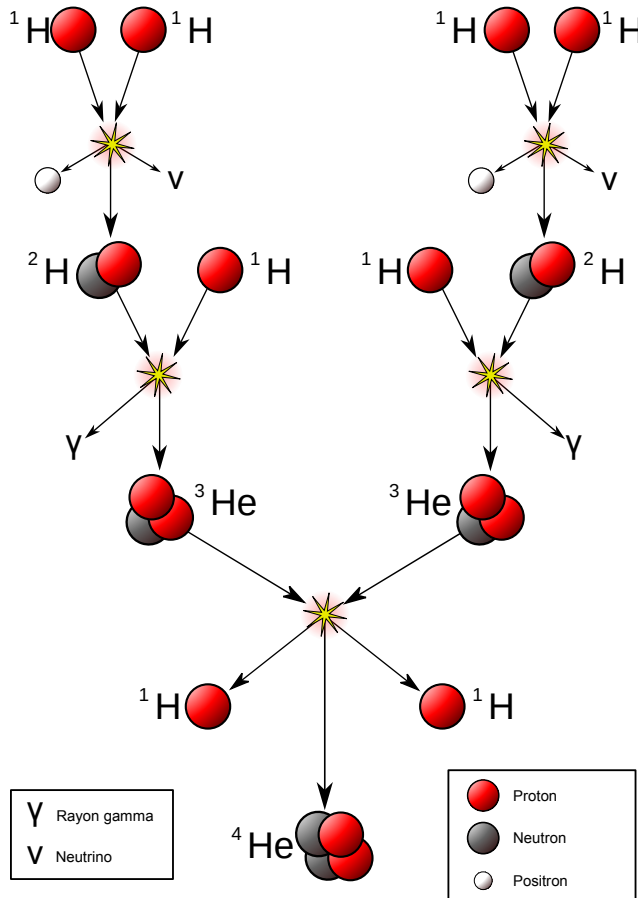


Zwei Atomkerne sehr leichter Elemente sind zusammengerechnet schwerer als der Atomkern eines etwas schwereren Elements, der genau aus diesen beiden Kernen zusammengesetzt ist. Beim schwereren Element fehlt die Masse, die beim Verschmelzen (Fusion) der leichten Atomkerne als Energie frei wird (siehe [Massendefekt und Bindungsenergie](#)).

Im Inneren von Sternen läuft **Kernfusion** seit Jahrmillionen von Jahren ab. Leichte Atomkerne verschmelzen zu schwereren Kernen. Unsere Sonne bezieht ihre Energie aus der Wasserstofffusion: Aus vier Wasserstoffkernen (4 Protonen) wird über mehrere Zwischenschritte ein Heliumkern. Zunächst verschmelzen je zwei Protonen. Bei der Verschmelzung entsteht sofort durch den Beta-Plus-Zerfall ein Deuteriumkern (H-2), einem Isotop des Wasserstoffs. Im Mittel dauert es mehr als 14 Milliarden Jahre, bis ein bestimmtes Proton mit einem anderen reagiert. Die Anzahl der Protonen in der Sonne ist jedoch groß genug, um diese Proton-Proton-Reaktion dauernd ablaufen zu lassen. Würden diese Prozesse häufiger ablaufen, wäre die Sonne heißer und der Wasserstoff längst verbraucht. Danach verbindet sich ein weiteres Proton mit dem Deuteriumkern. Bei der Fusion wird Energie in Form von Gamma-Strahlung frei (es kommt zu einem Masseverlust). Es entsteht ein Helium-3-Kern (He-3). Treffen nun zwei solcher Helium-3-Kerne aufeinander entsteht ein Helium-4-Kern (He-4). Auch hierbei wird Energie in Form von Gamma-Strahlung frei (Masseverlust) und zwei freie Protonen.

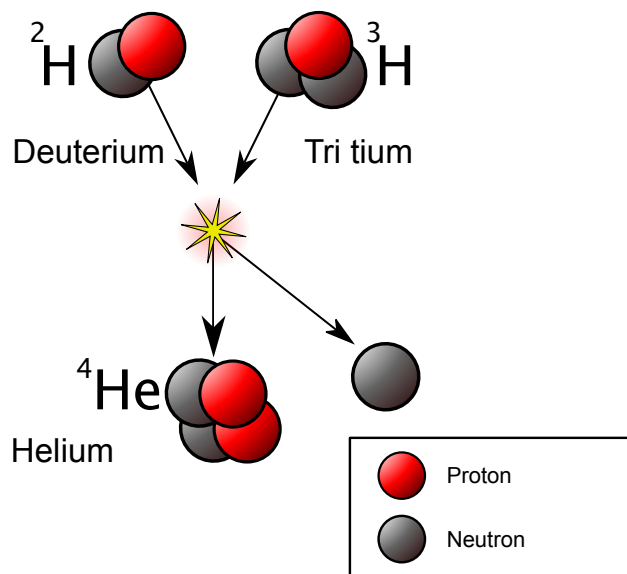


Cmglee, Fusion dans le Soleil, ©@@3.0

„Unsere“ Sonne wird jede Sekunde durch Kernfusion um ca. 4 Millionen Tonnen leichter.

Fusionsreaktoren

Auf der Erde soll die Kernfusion von zwei Wasserstoffisotopen (Deuterium und Tritium) zu Helium helfen, den Energiebedarf der Menschheit zu decken. Wenn sich ein Deuterium- und ein Tritiumkern nähern, werden zwischen ihnen abstoßende elektrische Kräfte ausgeübt. Diese sind umso größer, je kleiner der Abstand ist. Dadurch werden beide Kerne wieder auseinandergetrieben. Erst bei Geschwindigkeit von jeweils mehr als 1000 km/s setzt ein anderer Vorgang ein: Die beiden Kerne kommen sich trotz der Abstoßung so nahe, dass zwischen ihnen anziehende Kernkräfte wirksam werden. Diese sind viel größer als die abstoßenden elektrischen Kräfte und führen dazu, dass die beiden Kerne zu einem Heliumkern verschmelzen. Dabei werden ein energiereiches Neutron und Gamma-Strahlung freigesetzt.



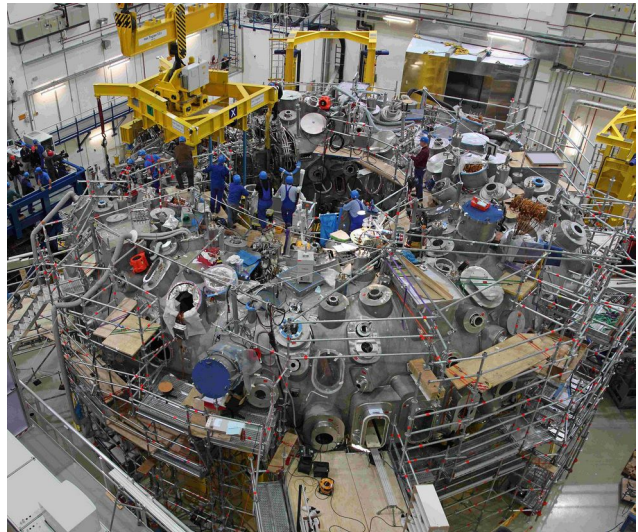
A.Spielhoff, Kernfusion, ©©

Könnte die bei dieser Reaktion frei werdende Energie vollständig in elektrische Energie umgewandelt werden, würde bei der Bildung von 1 kg Helium so viel elektrische Energie erzeugt, um den gesamten deutschen Strombedarf im Jahre 2010 für etwa 1,5 Stunden zu decken.

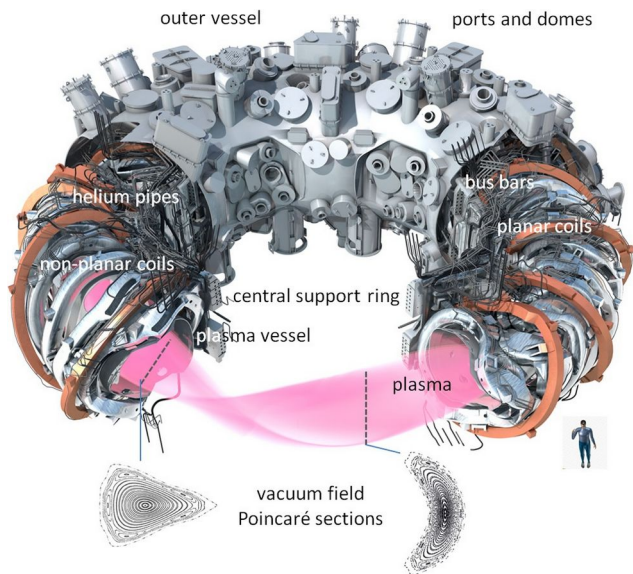
Um diese Energiequelle nutzen zu können, versucht man Fusionsreaktoren zu bauen. Dort muss Wasserstoff auf ca. 100 Millionen Grad erhitzt werden. Bei diesen Temperaturen haben die Atome all ihre Elektronen verloren. Positive Kerne und negative Elektronen bilden einen neuen Zustand der Materie – **das Plasma**. Mit einem raffiniert geformten Magnetfeld kann das Plasma auf einer Kreisbahn „in der Schwebe“ gehalten werden. Kein Gefäß würde die hohen Temperaturen des Plasmas aushalten. Das energiereiche Neutron und die Gamma-Strahlung, die bei der Fusion entstehen, könnten den Fusionsreaktor verlassen, da sie keine Ladung besitzen und durch ihre Energie z.B. umliegendes Wasser erhitzen und damit einen Generator betreiben (so wie bei [einem Kernkraftwerk](#)).

Leider ist es bis heute noch nicht einmal gelungen, einen Forschungsreaktor für einige Stunden laufen zu lassen. Die industrielle Nutzung wird dann noch weitere Probleme offenbaren. Kein Fachmann wagt heute eine verlässliche Prognose, wann die Fusionsreaktoren die benötigte Energie liefern werden.

Text von [Philipp Wichtrup](#), [RADIOAKTIVITÄT UND KERNENERGIE - GRUNDLAGEN](#), Angepasst von A.Spielhoff, [©11130](#)



Max-Planck-Institut für Plasmaphysik, Tino Schulz, [Wendelstein7-X_Torushall-2011](#), [©11130](#)



T Klinger et al., and The Wendelstein 7-X Team, [Schematic diagram of Wendelstein 7-X](#), [CC BY 3.0](#)