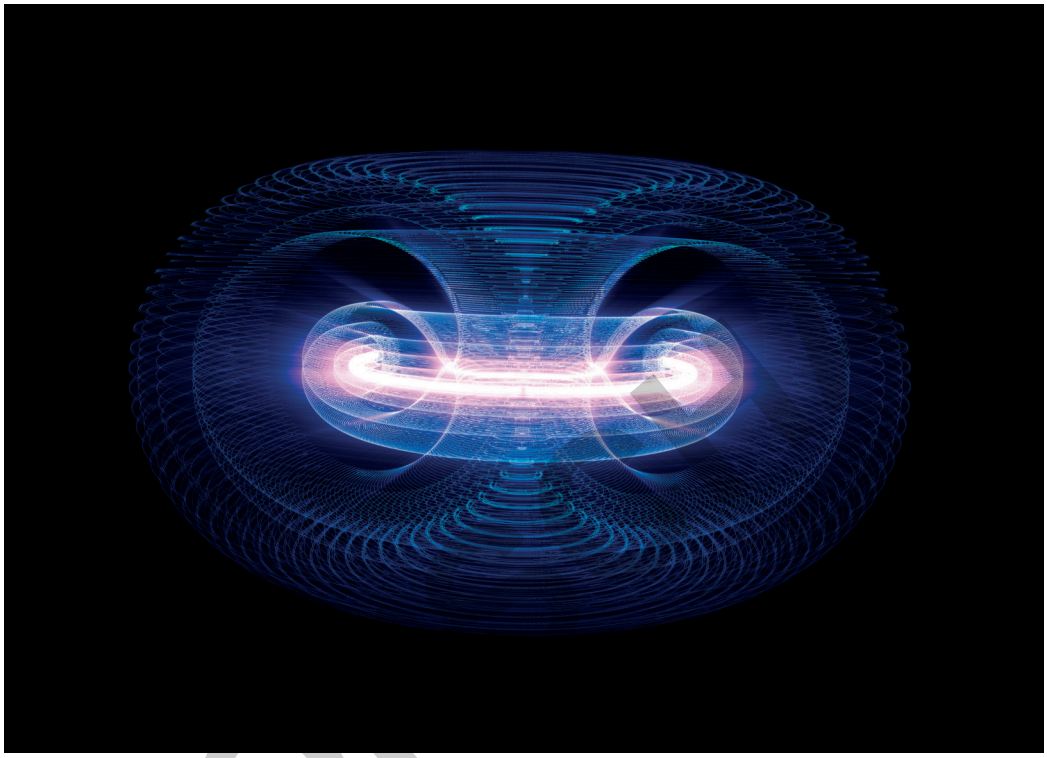
I.F.7

Atom- und Kernphysik

Energie aus dem Atom – Kernspaltung und Kernfusion im Vergleich

Ein Beitrag von Christin Bossert



© dani3315/iStock/Getty Images Plus

Wie funktioniert die Energiegewinnung bei einer Kernspaltung? Und können wir bei der Energieerzeugung durch Kernfusion, bei der nach dem Vorbild der Sonne Atome miteinander verschmolzen werden, den Herausforderungen des Klimawandels begegnen? Ihre Schülerinnen und Schüler wiederholen auf spielerische Weise wichtige Grundbegriffe zur Atom- und Kernphysik und setzen sich mit den Themen Kernspaltung und Kernfusion auseinander.

KOMPETENZPROFIL

LearningApps - interaktive Lernbausteine

Klassenstufe:	10
Dauer:	11 Unterrichtsstunden (Minimalplan 6 Stunden)
Kompetenzen:	1. Die Struktur der Materie im Überblick beschreiben und den Aufbau erläutern, 2. Kernspaltung und Kernfusion beschreiben
Thematische Bereiche:	Struktur der Materie, Kernspaltung, Kernfusion, Atombau
Medien:	Texte, grafische Darstellungen, LearningApp, Taschenrechner

netzwerk lernen

zur Vollversion

M 1 Welche Begriffe kennst du noch?

Einführung

Auf jedem Aufgabenblatt findest du direkt unter der Überschrift folgenden Kasten:

> Folgende Begriffe werden hier erklärt:
> ...

Dieser gibt an, welche Fachbegriffe du auf den Aufgabenblättern findest und erklärt werden. Mit deinen eigenen Worten schreibst du dir die Erklärung in dein Heft, sodass du am Schluss der Unterrichtseinheit alle wichtigen Fachbegriffe zusammen auf einem Blatt stehen hast:

Proton	Ist ein positiv geladenes Teilchen
Elektron	Ist ein negativ geladenes Teilchen
Atom	...

Wo finde ich die Fachbegriffe?

In der unten stehenden LearningApp findest du alle wichtigen Fachbegriffe, um die es in dieser Unterrichtseinheit geht. Einige werden dir schon bekannt vorkommen.

Themenfrage

Du wirst auf jedem Aufgabenblatt aufgefordert, eine eigene Frage zu dem aktuellen Inhalt des Blattes zu erstellen. Auch diese Fragen werden auf einem **einzigen Blatt** zusammengefasst.
Wichtig: Die Frage/Aufgabe darf nicht nur mit **einem Wort** beantwortet werden:

> 1. Wie lerne ich richtig?
> 2. Beschreibe die Think-Pair-Share-Methode.
> ...

Aufgaben

In den folgenden Aufgaben findet ihr LearningApps, die euch in das neue Thema einführen.

1. a) **Bearbeite** folgendes Suchsel:

Link zu LearningApps https://learningapps.org/14037283	

b) **Erstelle** wie oben angegeben eine Tabelle mit allen gefundenen Begriffen. Die zweite Spalte wird noch **nicht** ausgefüllt.

2. **Bearbeite** folgendes Kreuzworträtsel:

Link zu LearningApps https://learningapps.org/14052282	

VORSCHAU

© RAABE 2021

zur Vollversion

Grundlagen des Atoms und Ions

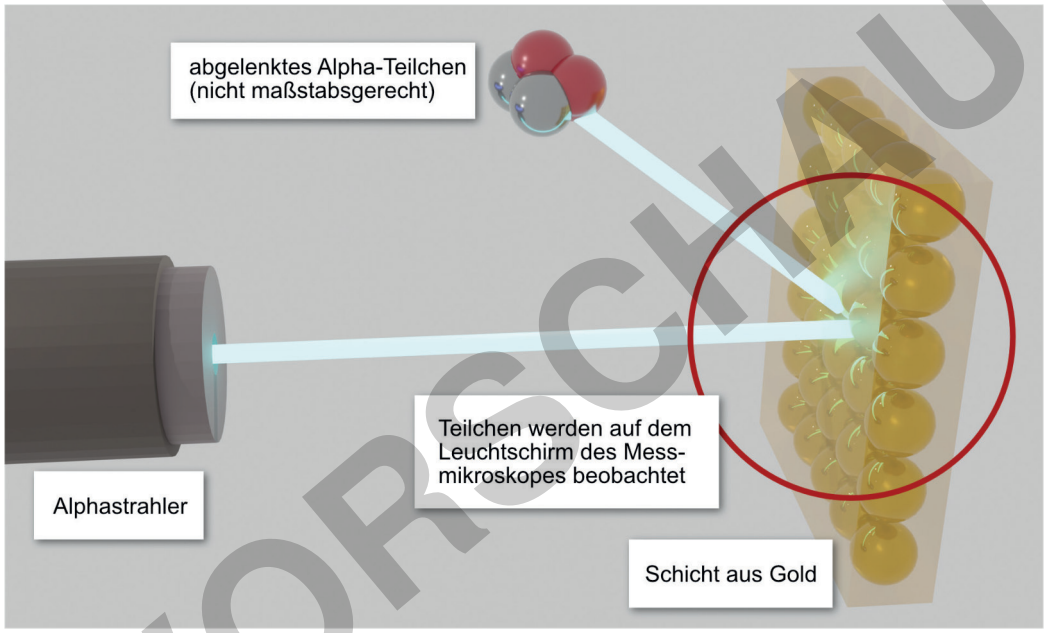
M 2

Folgende Begriffe werden hier erklärt:
Atomkern

Geschichte

1895 entdeckte John Thomson mithilfe der Kathodenstrahlröhren, dass sich Strahlen durch elektrisch geladene Platten ablenken lassen. Thomson zeigte auch, dass die verwendeten Strahlen negativ geladen sind.

Der Neuseeländer Ernest Rutherford stellte mit einem sogenannten Streuversuch fest, dass ein Atom einen positiv geladenen Atomkern und eine Atomhülle aus negativ geladenen Teilchen besitzt. Die positiv geladenen Teilchen werden als **Protonen** und die negativ geladenen Teilchen als **Elektronen** bezeichnet.



Grafik: Oliver Wetterauer

Streuversuch von Ernest Rutherford

Gegen 1920 vermutete Ernest Rutherford, dass es noch ein weiteres Teilchen im Kern geben muss, welches ungefähr so schwer wie ein Proton ist, aber keine Ladung besitzt. Erst mit der Hilfe des Ehepaares Joliot-Curie konnten diese neutralen Teilchen nachgewiesen werden, indem Beryllium mit Alpha-Teilchen beschossen wurde. Man nannte sie **Neutronen**.

© RAABE 2021

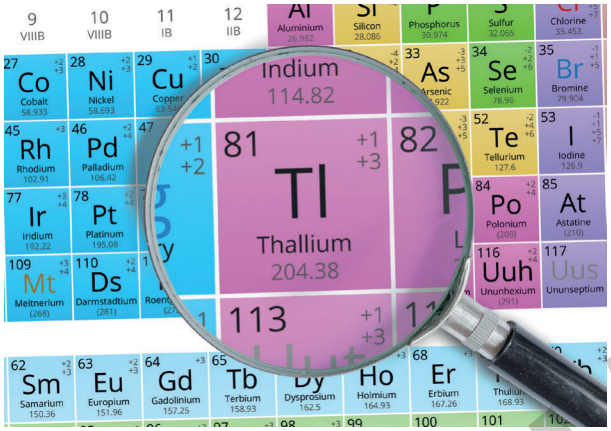
VORSCHAU

zur Vollversion

M 4 Nukleonenzahl und Isotope

Folgende Begriffe werden hier erklärt:
Isotop, Nukleonenzahl

Im Periodensystem werden die verschiedenen Elemente in Reihen und Spalten angeordnet.



© vchal/iStock/Getty Images Plus

Periodensystem der Elemente

Dabei fällt auf, dass sich die Zahlen vor den Elementsymbolen verändern. Alle Atome eines Elements besitzen die gleiche Anzahl an Protonen im Atomkern. Diese Anzahl wird als **Ordnungs-** bzw. **Kernladungszahl Z** bezeichnet. Im Periodensystem der Elemente steht die Ordnungszahl oben links bei dem Elementsymbol. Neben den Protonen befinden sich Neutronen im Kern, angegeben mit der **Neutronenzahl N**.

Merksatz: Nukleonenzahl

Sowohl Protonen als auch Neutronen werden als **Nukleonen** bezeichnet. Demzufolge spricht man bei der **Anzahl von Protonen und Neutronen** von der **Nukleonenzahl** oder auch **Massenzahl A:**

$$A = Z + N$$

Nicht jedes Element besitzt immer genau die Werte aus dem Periodensystem. Die Massenzahl kann sich ändern, indem mehr bzw. weniger Neutronen vorhanden sind.

Merksatz: Nuklid bzw. Isotop

Wenn sich die **Neutronenzahl** in einem Element **ändert**, was durch die unterschiedliche Massenzahl zu erkennen ist, wird bei den Atomen von **Isotopen** bzw. **Nukliden** gesprochen. Im Periodensystem (PSE) steht links oben vor dem Elementsymbol die Massenzahl des häufigsten Isotops des Elements. Zu unterscheiden sind zwei verschiedene Schreibweisen der Isotope. X steht für ein Elementsymbol:

$${}^{A}_{Z}X \qquad\qquad X-A$$

Aufgaben

1. **Stelle** dir selbst eine Frage/Aufgabe zu dem Blatt und **notiere** diese.
2. a) **Beschreibe** den Unterschied der Schreibweisen.
   b) Woran erkennt man anhand der Schreibweise, ob es sich um ein häufiges oder selteneres Isotop handelt?
3. Handelt es sich bei den Elementen um häufige oder seltenere Isotope? **Nutze** das PSE.
   a) Pa – 231 b) ${}^{232}_{90}Th$ c) Bi – 210 d) ${}^{208}_{80}Hg$
4. **Recherchiere** für welchen Bereich eine Nuklidkarte verwendet wird.

VORSCHAU

© RAABE 2021

zur Vollversion

M 6 Wie funktioniert eine Kernspaltung?

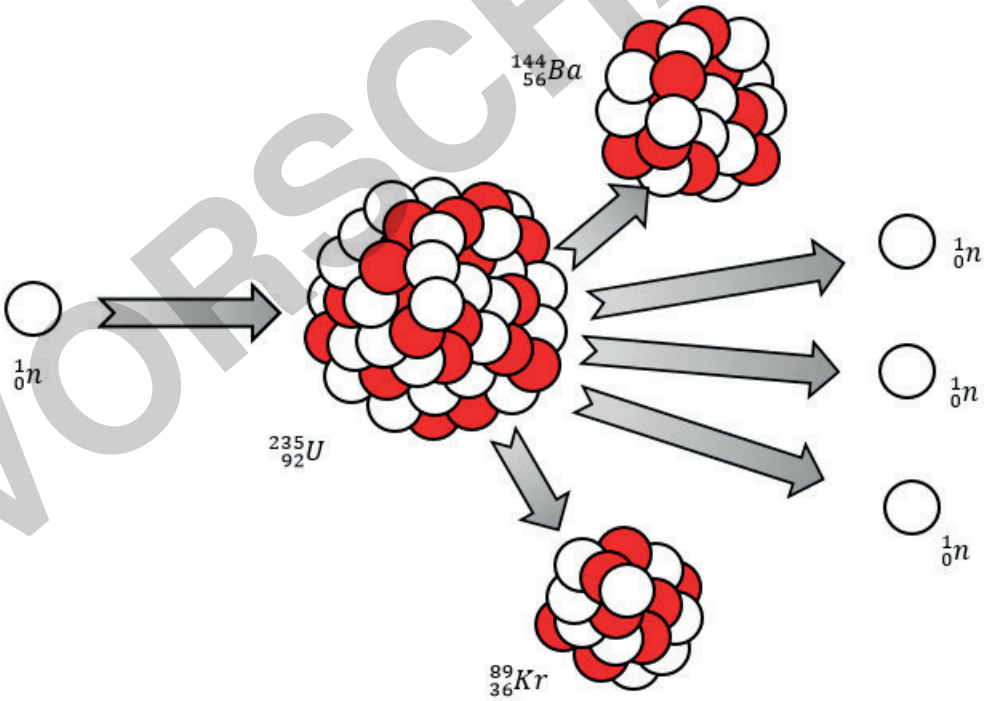
Folgende Begriffe werden hier erklärt:
Kernspaltung

Wann kommt es zu einer Kernspaltung?
Solange das Verhältnis zwischen der Coulombkraft und der starken Wechselwirkung im Gleichgewicht ist, sind die Atomkerne stabil.
Ist dieses Verhältnis jedoch gestört, wird der Atomkern instabil. Er ist radioaktiv.
Jedes Atom strebt jedoch einen stabilen Zustand an, sodass die „Last abgeworfen" werden muss. Das erfolgt durch Strahlungsaussendung von Teilchen oder elektromagnetischen Wellen.

Merksatz: Kernspaltung

Von einer **Kernspaltung** ist die Rede, wenn schwere, instabile Atomkerne in leichtere, stabile Atomkerne zerfallen und dabei Energie freisetzen.

Wie funktioniert die Kernspaltung?



Kernspaltung von U-235 (Skizze: Christin Bossert)

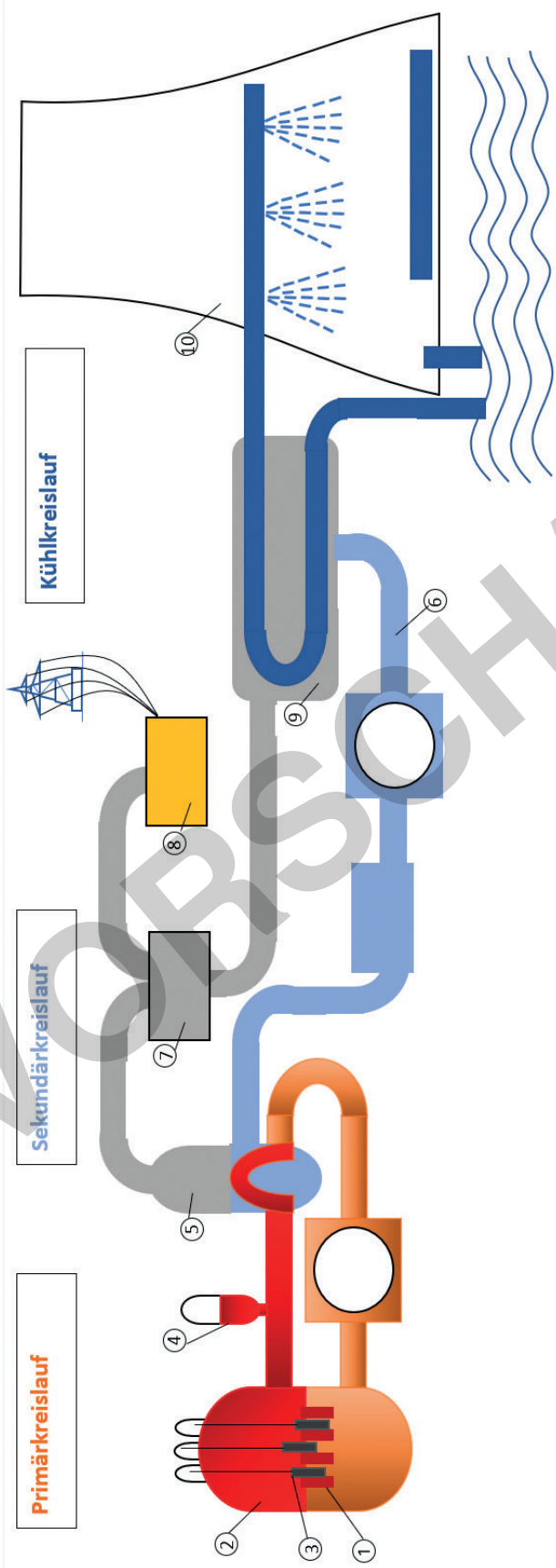
U-235 kommt ca. 0,7 % in der Natur vor im Vergleich zu U-238 (99 %).
Wird ein Neutron auf einen U-235-Kern geschossen, kann es in den Kern eindringen. Das nun entstandene Isotop U-236 ist hochgradig angeregt und gibt diese Bindungsenergie nach etwa 10^{-14} Sekunden durch Spaltung an die zwei etwa gleich großen Kerne wie Barium-144 und Krypton-89 wieder ab. Durch die Coulombkraft werden beide gegenseitig voneinander abgestoßen und nehmen eine hohe Geschwindigkeit auf. Neben den Spaltprodukten werden drei weitere Neutronen freigesetzt:

VORSCHAU

© RAABE 2021

zur Vollversion

M 8a Aufbau eines Kernkraftwerks



Aufbau eines Kernkraftwerks (Skizze: Christin Bossert)

VORSCHAU

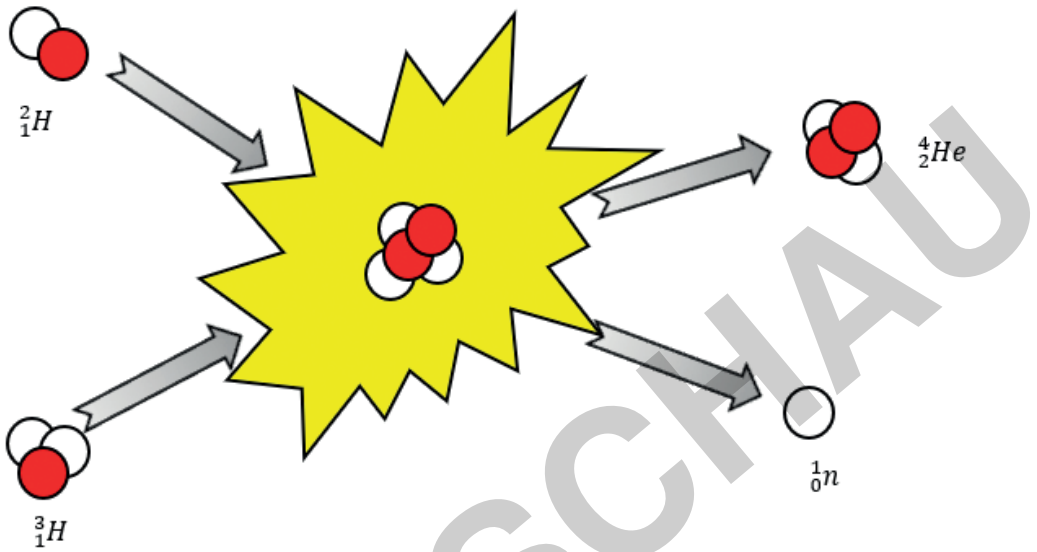
© RAABE 2021

zur Vollversion

Wie funktioniert eine Kernfusion? M 9

Folgende Begriffe werden hier erklärt:
Kernfusion

Was ist eine Kernfusion?
Die Kernfusion ist praktisch die Umkehrung der Kernspaltung. Während bei einer Kernspaltung instabile Atomkerne gespalten werden, verschmelzen in der Kernfusion kleine Atomkerne zusammen und bilden einen großen Atomkern.



Kernfusion (Skizze: Christin Bossert)

Welche Voraussetzungen müssen bei einer Kernfusion erfüllt werden?
Die Atome sind positiv geladen und stoßen sich aufgrund ihrer Coulombkraft voneinander ab. Wenn zwei Atomkerne jedoch eine hohe Geschwindigkeit aufweisen, kann man sie so nah aneinanderbringen, dass die starke Wechselwirkung als anziehende Kraft auf beide Kerne wirkt.
Unter Energiefreisetzung verschmelzen die Atomkerne miteinander.

Wo genau ist dieses Verfahren zu finden?
Kernfusion ist die Grundlage zur Energieerzeugung in Sternen. Die Sonne beispielsweise besteht vollständig aus Plasma. Die Verschmelzung eines Deuteriums und Tritiums (Isotope des Wasserstoffatoms) führt zu einem Helium sowie einem freien Neutron.
Der Heliumkern und das Neutron erhalten eine sehr hohe Bewegungsenergie, die in der Umgebung als Wärme frei wird.
Bei einer Kernfusion aus 1 g Wasserstoff wird die gleiche Energie freigesetzt wie bei einer Verbrennung von 8 t Erdöl.

© RAABE 2021

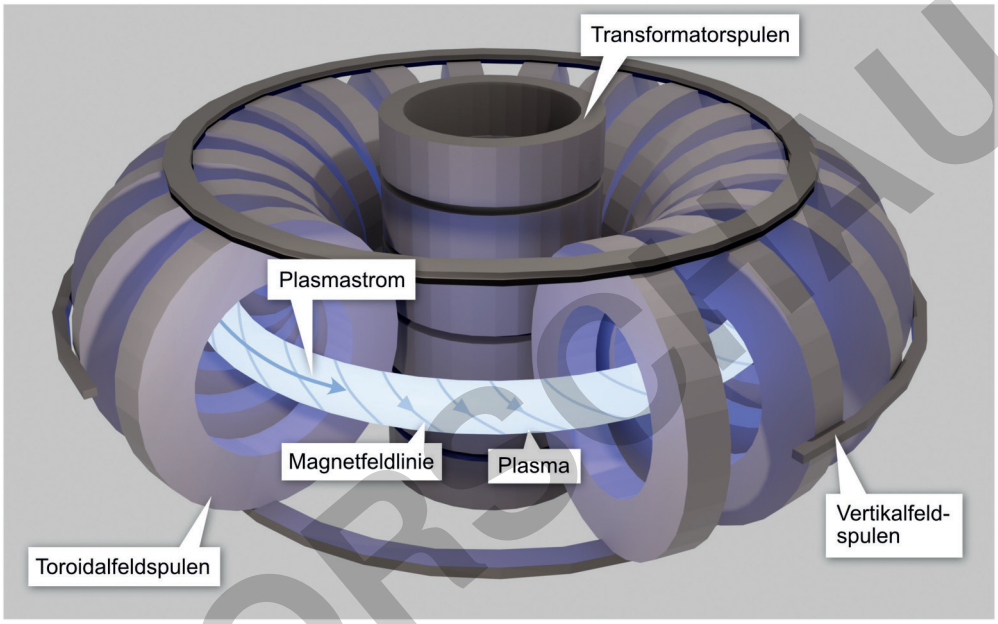
VORSCHAU

zur Vollversion

Im Dezember 2025 soll der Reaktor schon einsatzbereit sein, sodass die Zeit recht knapp wird.
Im Mittelteil des ITER soll für mehrere Minuten das Fusionsfeuer aufrechterhalten und eine Leistung von mindestens 50 MW erzeugt werden.
Wenn der Fusionsreaktor fertiggestellt ist, besitzt er einen Durchmesser von 40 m und eine Höhe von 30 m. Der Reaktor ITER gleicht einem überdimensionalen Reifen. Im Inneren werden Deuterium- und Tritiumatome auf 100 Millionen Grad erhitzt, sodass sich das Plasma bilden kann. Dieses wird von starken Magnetfeldern eingeschlossen und so von den Wänden des Vakuumgefäßes ferngehalten. Würde ein Kontakt entstehen, dann würde sich das Plasma zu stark abkühlen und das Fusionsfeuer wieder ausgehen.
Das Kraftwerk soll laut Angaben des ITER etwa ab 2050 kommerziell erfolgreich laufen.

Artikel erstellt von Christin Bossert

Fusionsreaktor



Grafik: Oliver Wetterauer

Schematische Darstellung eines Fusionsreaktors vom Typ Tokamak

Aufgaben

1. **Stelle** dir selbst eine Frage/Aufgabe zu dem Blatt und **notiere** diese.

2. **Erkläre**, warum bis jetzt mit Kernspaltungen Energie erzeugt wurde und nicht mit Kernfusion?

3. **Diskutiert** innerhalb der Klasse die Vor- und Nachteile von Kernspaltung bzw. Kernfusion zur Energieerzeugung.

© RAABE 2021
VORSCHAU
netzwerk lernen
zur Vollversion