

Kernspaltung als Energielieferant

Lehrerinformation



1/6

Arbeitsauftrag	Die SuS lesen den Informationstext. Als Verständnishilfe verwenden sie gleichzeitig das Arbeitsblatt „Leitfragen zum Text“. Um sich einen Begriff von der möglichen exponentiellen Entwicklung einer Kernspaltung zu machen, berechnen sie, wie viele freie Neutronen nach fünf, zehn und 15 Spaltungen vorhanden sind.
Ziel	Die SuS erfassen Kernspaltung als den zentralen Prozess der Energiegewinnung in einem Kernkraftwerk. Sie wissen, womit eine Kernspaltung ausgelöst wird, worin das Resultat besteht und warum sich eine Kernspaltung verselbstständigen kann.
Material	Text Arbeitsblatt mit Leitfragen Lösungsblatt
Sozialform	Einzelarbeit, Besprechung der Berechnungen im Plenum
Zeit	30 Minuten

Zusätzliche
Informationen:

- Unter <https://www.kernenergie.ch/de/animation-und-filme-content---1--1030.html> finden Sie anschauliche Filme und Animationen.

Kernspaltung als Energielieferant

Arbeitsblatt



2/6

Aufgabe:

Lies den nachfolgenden Text genau durch.

Beantworte während des Lesens die Fragen 1 bis 6.

Wenn du damit fertig bist, rechnest du aus, wie viele Neutronen in der fünften, zehnten und 15. Neutronengeneration vorhanden sein werden (siehe Abbildung am Ende des Infotextes).

	Frage
1	Auf welche Frage konzentrierten sich die Wissenschaftler bei der Erforschung der Radioaktivität?
2	Was gelang deutschen Forschern vor Ausbruch des Zweiten Weltkriegs?
3	Was ist der Unterschied zwischen natürlichem radioaktivem Zerfall und Kernspaltung?
4	Welche sehr erstaunlichen Effekte treten während einer Kernspaltung beim radioaktiven Atom und seinen Spaltprodukten auf? Oder anders gefragt: Woher kommt die Energie, die bei der Kernspaltung frei wird?
5	Welche Teile können eine Kernspaltung bewirken?
6	Warum kann sich eine Kernspaltung ohne ein weiteres Zutun von aussen fortsetzen und sogar verstärken?

Kernspaltung als Energielieferant

Informationstext



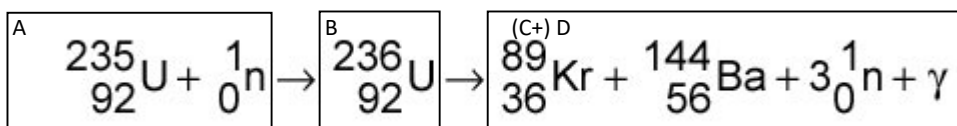
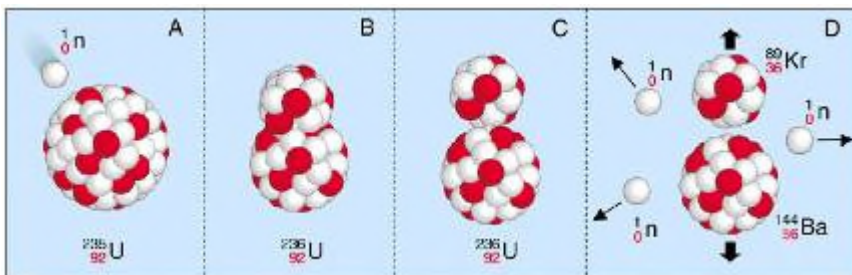
3/6

Kernspaltung

Natürliche Radioaktivität ist mit keiner **deutlich spürbaren Freisetzung von Energie** verbunden. Seit ihrer Entdeckung richteten deshalb Forscher ihre Aufmerksamkeit auf die Frage, ob sich Radioaktivität durch **menschlichen Einfluss** intensivieren und sich die freigesetzte Energie nutzen lässt. Zur Zeit des Beginns des zweiten Weltkrieges gelang es deutschen Forschern, durch Beschuss von Uran-Atomen mit Neutronen eine **Kernspaltung**, das heisst nicht nur einen radioaktiven Zerfall, sondern eine effektive **Zweiteilung eines Atomkerns zu provozieren**. Interessant wurde die Angelegenheit durch die sich anschliessende Entdeckung, dass eine von aussen ausgelöste Kernspaltung in der Lage ist, sich selber aufrechtzuerhalten und unter bestimmten Umständen sogar in eine explosionsartige **Kettenreaktion** hineinzumünden.

Künstliche Spaltung von ^{235}U in Krypton und Barium

Durch Beschuss mit einem Neutron verwandelt sich das ^{235}U zuerst in ^{236}U . Dieses ist sehr **instabil** und **zerfällt sofort** unter Abgabe von drei freien Neutronen und Gammastrahlung in ein Barium- und ein Kryptonatom.



Brennstoff	Spaltung auslösendes Neutron	instabiles Uran-Zwischenprodukt	Spaltprodukt Nr.1	Spaltprodukt Nr.2	drei freie Neutronen	Gamma-Strahlung
------------	------------------------------	---------------------------------	-------------------	-------------------	----------------------	-----------------

Uran ist kein „Brennstoff“ im eigentlichen Sinne des Wortes. Bei der Kernspaltung wird nichts verbrannt. Die Energiegewinnung mittels Kernspaltung ist deshalb auch nicht mit Abgasen und Luftschadstoffen verbunden.

Kernspaltung als Energielieferant

Informationstext



4/6

Hoher Energiegewinn

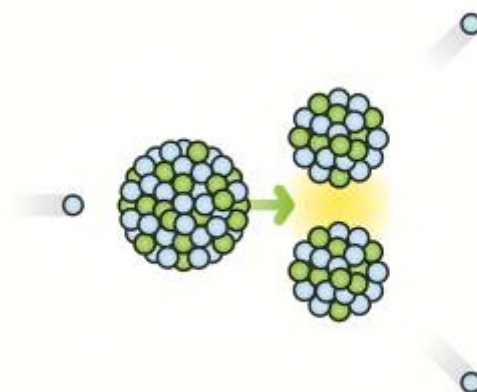
Der wesentliche Unterschied zwischen der **künstlichen Spaltung** und der **natürlichen Radioaktivität** besteht darin, dass bei der Kernspaltung chemische Elemente entstehen, die von der Ordnungszahl des ursprünglichen Atoms weit entfernt sind. Die in Form von Wärme freigesetzten Energien sind **ausserordentlich gross**, das heisst, es wird mehr Energie frei als bei einem **Verbrennungsprozess**.

So ist der Energiegewinn durch den Zerfall eines einzelnen Uran-Atoms 50 Millionen Mal grösser als der Energiegewinn bei der Verbrennung eines einzelnen Kohlenstoffatoms.

Der **Wärmegeinn** erfolgt nicht in einer uns bekannten Form der Energieumwandlung, sondern auf eine Art, wie sie erst **Albert Einstein** in seiner **Relativitätstheorie** als möglich beschrieben hat. Er hatte die **revolutionäre Idee**, dass zwischen Energie und Materie kein grundlegender Unterschied bestehe bzw. dass Materie eine weitere Form von Energie darstelle. Die **Umwandlung von Materie(-Energie) in nutzbare Energie**, die so durch Einsteins Überlegungen in den Bereich des Möglichen gelangte, findet beim radioaktiven **Zerfall** tatsächlich statt. Zwar ändert sich die Anzahl der an einem Zerfall beteiligten Neutronen und Protonen nicht. Aber es konnte nachgewiesen werden, dass die Kernbestandteile der Spaltprodukte im Vergleich zum noch nicht gespaltenen Atom eine reduzierte Masse aufweisen, also leichter sind. Die fehlende Masse (Massendefekt) verwandelt sich beim Zerfall in Energie (Bewegungsenergie der Spaltprodukte und Strahlungsenergie).

Multiplikation der Kernspaltung

Grundlage für die Verselbstständigung und eventuell sogar Vervielfältigung der Kernspaltung beim $^{235}\text{Uran}$ sind die zwei bis drei Neutronen, die pro Spaltung frei werden. Diese können auf andere Uranatome treffen, weitere Kernspaltungen auslösen und somit zusätzliche Neutronen freisetzen. Da pro Spaltung mehr als ein neues Neutron entsteht, kann sich die Spaltgeschwindigkeit exponentiell vervielfachen.



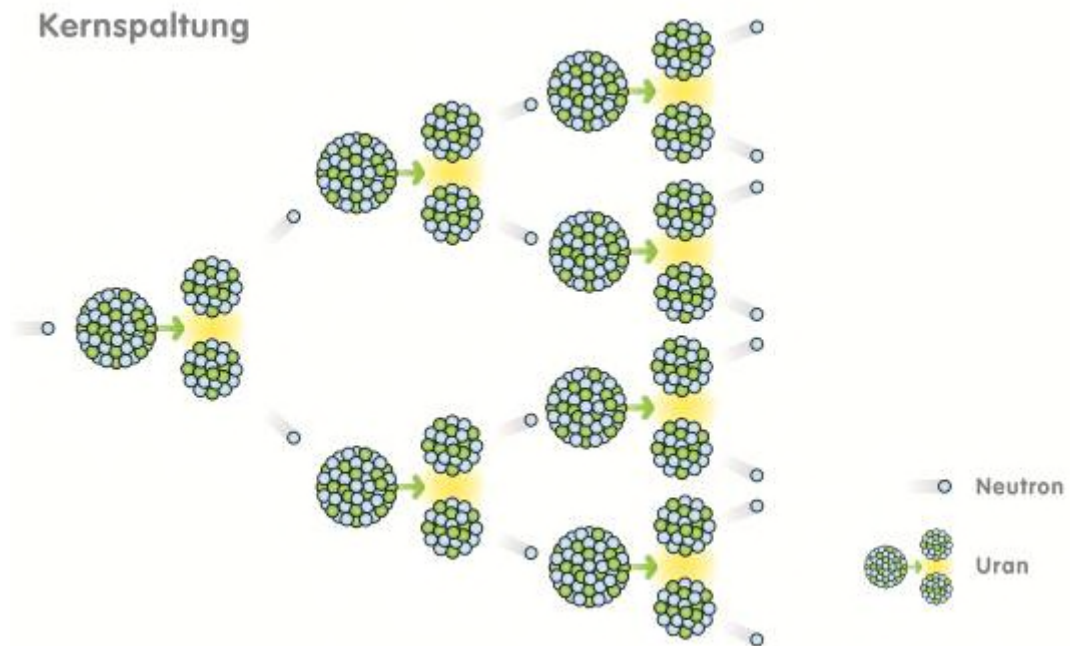
Kernspaltung als Energielieferant

Informationstext



5/6

Verselbstständigung und Vervielfältigung einer Uranspaltung durch neu gebildete Neutronen:



Kernspaltung als Energielieferant

Lösungsblatt



6/6

Lösungen:

	Frage
1	<p>Auf welche Frage konzentrierten sich die Wissenschaftler bei der Erforschung der Radioaktivität?</p> <p>Lässt sich die natürliche Radioaktivität so intensivieren, dass sich die freigesetzte Energie nutzen lässt?</p>
2	<p>Was gelang deutschen Forschern vor Ausbruch des Zweiten Weltkriegs?</p> <p>Es gelang ihnen, einen Uranatomkern durch Beschuss mit einem Neutron zu spalten.</p>
3	<p>Was ist der Unterschied zwischen natürlichem radioaktivem Zerfall und Kernspaltung?</p> <p>Beim natürlichen radioaktiven Zerfall ist die Ordnungszahl der neu entstandenen chemischen Elemente nicht weit von der Ordnungszahl des ursprünglichen Atoms entfernt.</p> <p>Bei der Kernspaltung entstehen Elemente, deren Ordnungszahl weit entfernt ist von der Ordnungszahl des ursprünglichen Atoms.</p>
4	<p>Welche sehr erstaunlichen Effekte treten während einer Kernspaltung beim radioaktiven Atom und seinen Spaltprodukten auf? Oder anders gefragt: Woher kommt die Energie, die bei der Kernspaltung frei wird?</p> <p>Die Endprodukte einer Kernspaltung haben zusammen eine kleinere Masse als das ursprüngliche Atom. Die fehlende Masse hat sich in Energie verwandelt.</p>
5	<p>Welche Teile können eine Kernspaltung bewirken?</p> <p>Neutronen</p>
6	<p>Warum kann sich eine Kernspaltung ohne ein weiteres Zutun von aussen fortsetzen und sogar verstärken?</p> <p>Weil bei jeder Kernspaltung mehr als ein neues Neutron entsteht, was Neutronen von aussen überflüssig macht und die Spaltungsgeschwindigkeit erhöht.</p>

Anzahl Neutronen in der x-ten Generation = 3^x

Anzahl Neutronen in der fünften/zehnten/15. Generation = 243 (3^5) / 59049 (3^{10}) / 14'348'900 (3^{15})