
SPF BCH. 3. Kanti Lernblatt zur Prüfung am 23.12.2011Autor:
Linus MetzlerVersion:
1.0bVeröffentlichung:
20.12.2011

KERNENERGIE UND RADIOAKTIVITÄT

INHALTSVERZEICHNIS

Schülerschaft kennt die drei Arten radioaktiver Strahlung und deren Eigenschaften	3
Sie können die Kernumwandlungen bei den verschiedenen Zerfallsreihen erläutern und durch Reaktionsgleichungen beschreiben.....	3
Sie kennen eine Methode zum Nachweis von radioaktiver Strahlung	3
Sie haben erkannt, dass unsichtbare Phänomene aufgrund der Wirkung dieser Phänomene erkannt werden können.....	3
Sie kennen den Aufbau der Atomkerne und wissen, welche Kräfte Atomkerne zusammenhalten	4
Sie wissen, warum Atomkerne unter Umständen zerfallen	4
Sie kennen die Definition der Halbwertszeit und der Aktivität und können diese anwenden	4
Sie können für eine gegebene Kernspaltung die Reaktionsgleichung formulieren	4
Sie wissen wie und welche radioaktiven Abfälle in Kernkraftwerken entstehen.....	4
Sie kennen die Bedeutung von Moderatoren und Steuerstäben in Kernkraftwerken	5
Sie wissen, wie man die Kettenreaktion bei einem KKW steuert und Sie kennen die Voraussetzungen, damit die Kettenreaktionen überhaupt steuerbar sind	5
Sie kennen das Grundprinzip der Anwendung der Kernenergie in Kernkraftwerken und Atombomben.....	5
Sie können den Aufbau und die Funktionsweise eines Siedewasser- und eines Druckwasserreaktors erklären	5
Sie verstehen die Probleme, die sich bei der Nutzung der Kernenergie ergeben	7
Sie können die Altersbestimmung mit der C14—Methode anwenden und kennen deren Hintergründe	7
Sie kennen die Hauptursachen und die Folgen der Strahlenbelastung des Menschen	7
Sie können den Unterschied zwischen innerer und äusserer Bestrahlung erklären	8

Sie wissen, warum verschiedene Strahlungsquellen unterschiedlich stark auf den menschlichen Körper einwirken..... 8

INFO

Dies ist ein Lernblatt von Linus Metzler zum Thema Kernenergie und Radioaktivität, die in der 2. Kanti bei Herrn Uetz behandelt wurde. Es besteht kein Anspruch auf Vollständigkeit. Jede Haftung wird abgelehnt.



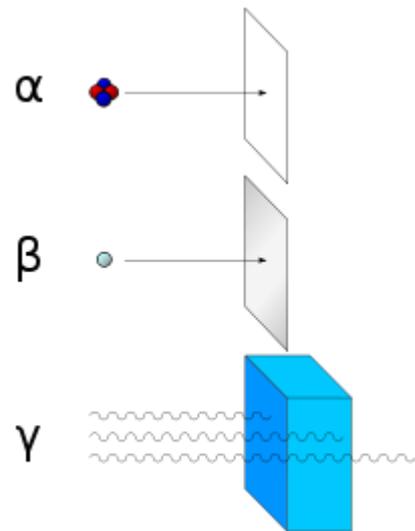
ksrlernblatt von [Linus Metzler](#) steht unter einer [Creative Commons Namensnennung-Keine kommerzielle Nutzung 3.0 Lizenz](#).

LERNTEIL
Basics

- $\begin{matrix} \text{Nukleonenzahl} \\ \text{Protonenzahl} \end{matrix} \text{Elementsymbol}$
 $\text{Nukleonenzahl} = \text{Protonenzahl} + \text{Neutronenzahl}$
 $\text{Protonenzahl} = \text{Ordnungszahl}$
 z. B. ${}_{18}^{40}\text{Ar}$

SCHÜLERSCHAFT KENNT DIE DREI ARTEN RADIOAKTIVER STRAHLUNG UND DEREN EIGENSCHAFTEN
SIE KÖNNEN DIE KERNUMWANDLUNGEN BEI DEN VERSCHIEDENEN ZERFALLSREIHEN ERLÄUTERN UND DURCH REAKTIONSGLEICHUNGEN BESCHREIBEN

- α -Strahlung
 - > Helium Kerne ${}^4_2\text{He}$
 - > Geringe Reichweite, aufhaltbar mittels Papier
 - > Werden im elektrischen Feld zum negativen Pol hin abgelenkt
 - > ${}^n_p\text{A} \rightarrow {}^{n-4}_{p-2}\text{B} + {}^4_2\text{He}$
 - > Tritt auf wenn $\text{Neutronenzahl} < \text{Protonenzahl}$
- β -Strahlung
 - > schnelle Elektronen e^-
 - > Mittlere Reichweite, aufhaltbar mittels Metallblech
 - > Werden im elektrischen Feld zum positiven Pol hin abgelenkt
 - > ${}^n_p\text{A} \rightarrow {}^n_{p+1}\text{B} + {}^0_{-1}e$
 - > Tritt auf wenn $\text{Neutronenzahl} > \text{Protonenzahl}$
- γ -Strahlung
 - > kurzwellige elektromagnetische Wellen
 - > Grosse Reichweite (bis mehrere Kilometer), aufhaltbar mittels Bleimantel
 - > Teten bei jedem Kernzerfall auf



SIE KENNEN EINE METHODE ZUM NACHWEIS VON RADIOAKTIVER STRAHLUNG

Mittels eines Geiger-Müller-Zähler kann radioaktive Strahlung nachgewiesen werden.

Einfache Zählrohre bestehen aus einem an beiden Seiten abgedichteten Hohlzylinder aus Metall, der gleichzeitig die Kathode darstellt und an einem Ende mit Glimmerfenster. Die Anode befindet sich in der Mitte des Zylinders und wird an einem Ende aus dem Zählrohr herausgeführt. Im Inneren befindet sich ein Edelgas, welches keine negativen Ionen bildet (z. B. Argon oder Krypton). Zwischen Anode und Kathode wird eine Gleichspannung von mehreren hundert Volt angelegt, die bewirkt, dass die elektrisch geladenen Teilchen des Gases, die Ionen, zu den Elektroden wandern und damit eine Ton erzeugen, sowie den Zähler erhöhen.

SIE HABEN ERKANNT, DASS UNSICHTBARE PHÄNOMENE AUFGRUND DER WIRKUNG DIESER PHÄNOMENE ERKANNT WERDEN KÖNNEN
BIS JETZT HABE ICH KEINE IDEE, WAS HIER GEFRAGT IST...

SIE KENNEN DEN AUFBAU DER ATOMKERNE UND WISSEN, WELCHE KRÄFTE ATOMKERNE ZUSAMMENHALTEN

SIE WISSEN, WARUM ATOMKERNE UNTER UMSTÄNDEN ZERFALLEN

Ein Atomkern besteht aus positiv geladenen Protonen 1_1p und ungeladenen Neutronen 1_0n . Zusammengehalten wird eine Atomkern durch die Kernkraft, die jedoch vom Verhältnis zwischen Protonen und Neutronen abhängig ist; je grösser dieser Quotient $1 \leq \frac{\text{Neutronen}}{\text{Protonen}} \leq 1.5$, desto schwächer wirkt die Kernkraft. Wenn diese Kraft zu schwach ist, zerfallen die Kerne. Oftmals geschieht hierbei ein β -Zerfall, da nur so Neutronen abgebaut werden.

SIE KENNEN DIE DEFINITION DER HALBWERTSZEIT UND DER AKTIVITÄT UND KÖNNEN DIESE ANWENDEN

Die Halbwertszeit ist die Zeit, in der sich ein exponentiell mit der Zeit abnehmender Wert halbiert hat. Beim radioaktiven Zerfall ist die Halbwertszeit diejenige Zeitspanne, in der die Menge und damit auch die Aktivität eines gegebenen Radionuklids durch den Zerfall auf die Hälfte gesunken ist.

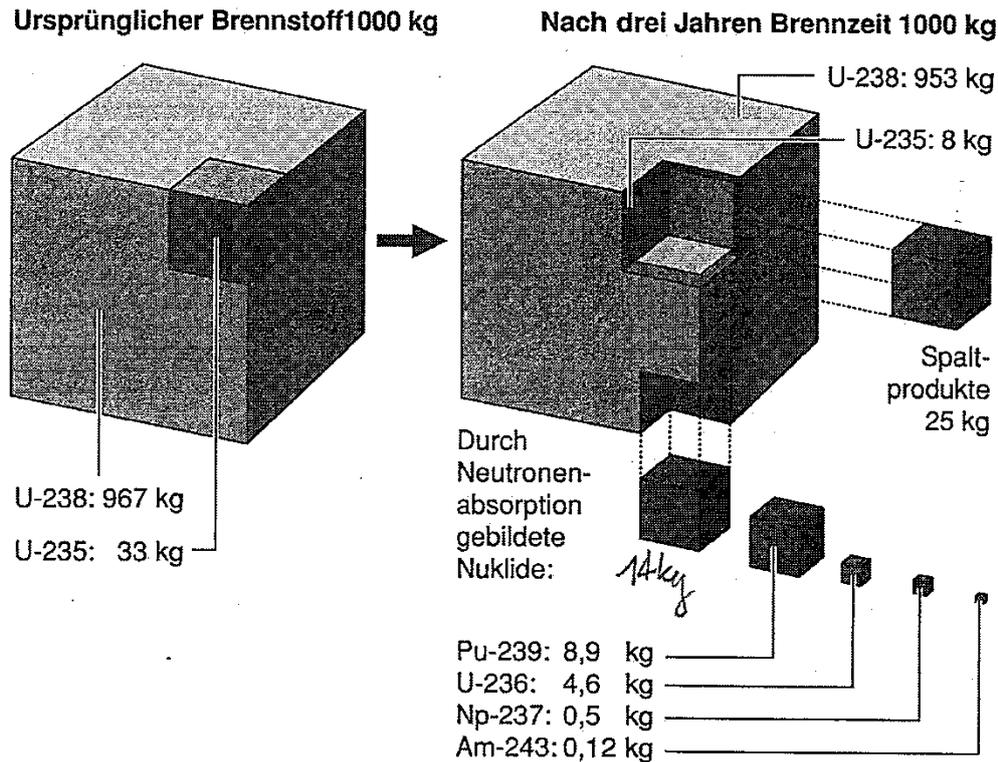
Für die Berechnung gibt es mehrere Varianten:

- $\left(\frac{1}{2}\right)^{\frac{t}{h}} = p \rightarrow \left(\frac{1}{2}\right)^{\frac{\text{vergangene Zeit}}{\text{Halbwertszeit}}} = \text{Material das immer noch radioaktiv ist in \%}$
- $t = \frac{\ln\left(\frac{N_0}{N(t)}\right)}{\ln(2)} * \tau$

SIE KÖNNEN FÜR EINE GEGEBENE KERNSPALTUNG DIE REAKTIONSGLEICHUNG FORMULIEREN

INFO: Urankerne spalten sich hinsichtlich der Protonenzahl bevorzugt in einem Verhältnis 1: 2.

SIE WISSEN WIE UND WELCHE RADIOAKTIVEN ABFÄLLE IN KERNKRAFTWERKEN ENTSTEHEN



SIE KENNEN DIE BEDEUTUNG VON MODERATOREN UND STEUERSTÄBEN IN KERNKRAFTWERKEN

SIE WISSEN, WIE MAN DIE KETTENREAKTION BEI EINEM KKW STEUERT UND SIE KENNEN DIE VORAUSSETZUNGEN, DAMIT DIE KETTENREAKTIONEN ÜBERHAUPT STEUERBAR SIND

Eine Kernspaltung von U-235 kann nur durch ein **langsames** Neutron ausgelöst werden, daher müssen die entstandenen schnellen Neutronen mit einem **MODERATOR** (oft Wasser) abgebremst werden. Da aber somit zu viele langsame Neutronen vorhanden sind, muss die Kettenreaktion eingedämmt werden – dies geschieht mit **STEUERSTÄBEN** (z.B. aus Kadmium), die die Neutronen absorbieren.

SIE KENNEN DAS GRUNDPRINZIP DER ANWENDUNG DER KERNENERGIE IN KERNKRAFTWERKEN UND ATOMBOMBEN

Bei einer Kernspaltung wird enorm viel Energie in Form von Wärme und Strahlung frei. Die Wärme wird in einem AKW zur Erzeugung von Strom via Turbinen genutzt, während bei einer Atombombe die Wärme zur Brandentzündung und die Strahlung für die „nachhaltige“ Vernichtung des Gebietes genutzt wird.

SIE KÖNNEN DEN AUFBAU UND DIE FUNKTIONSWEISE EINES SIEDEWASSER- UND EINES DRUCKWASSERREAKTORS ERKLÄREN

DRUCKWASSERREAKTOR

Der Druckwasserreaktor ist eine Bauform eines Kernreaktors, bei der Wasser als Moderator und Kühlmittel dient. Der Betriebsdruck des Wassers wird hier, anders als beim Siedewasserreaktor, so hoch gewählt, dass es bei der vorgesehenen Betriebstemperatur nicht siedet.

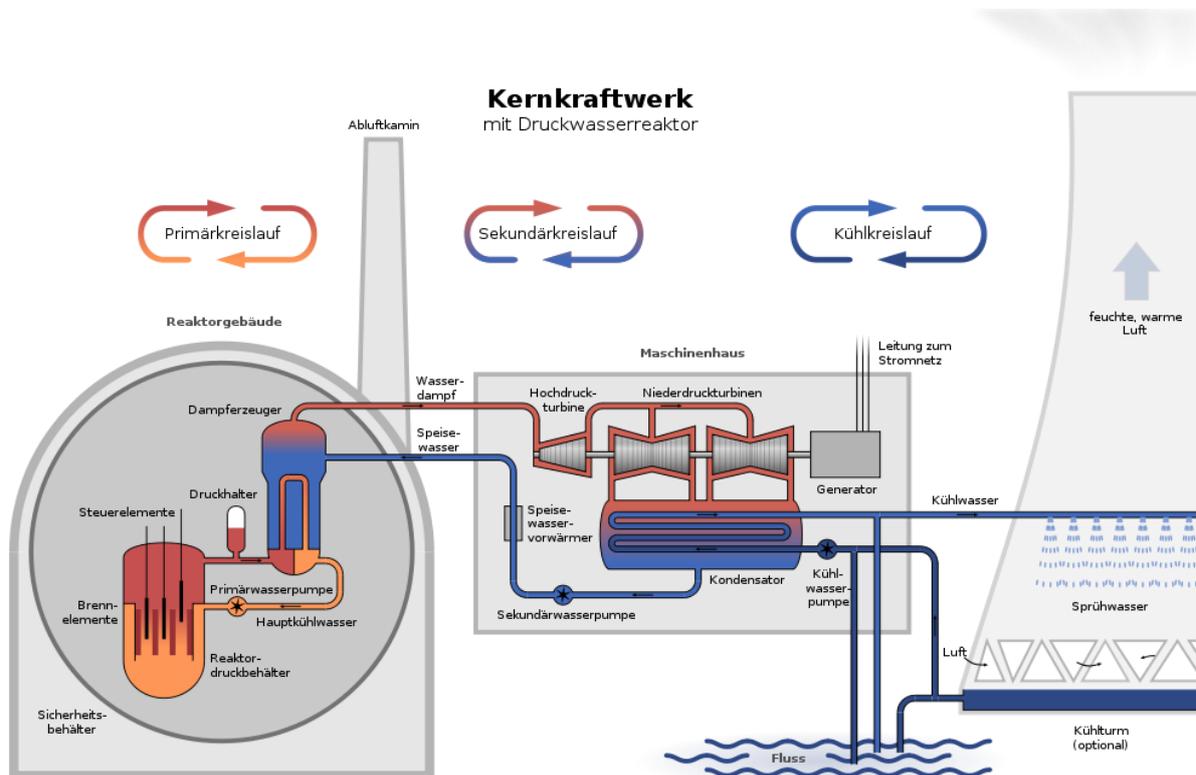
Das im Reaktorkern erhitzte Wasser (Primärkreislauf) gibt in einem Dampferzeuger seine Wärme an einen getrennten Wasser-Dampf-Kreislauf ab, den Sekundärkreislauf. Der Sekundärkreislauf ist frei von radioaktiven Partikeln aus Abrieb und ohne Kontamination des Wassers, was z. B. die Wartung der Dampfturbine erleichtert.

Primärkreislauf

Dem Kühlmittel Wasser wird eine veränderliche Menge an Borsäure zugesetzt. Bor ist ein wirksamer Absorber für Neutronen, somit kann durch die Borsäurekonzentration die Leistung des Reaktors geregelt werden.

Sekundärkreislauf

Das Wasser im Sekundärkreislauf steht unter einem Druck von etwa 70 bar, weshalb es an den Heizrohren der Dampferzeuger erst bei 280 °C verdampft. Der Wasserdampf wird über Rohrleitungen in eine Dampfturbine geleitet, die über den angekoppelten Generator elektrischen Strom erzeugt. Danach wird der Dampf in einem Kondensator niedergeschlagen und als Wasser mit der Speisepumpe wieder den Dampferzeugern zugeführt. Der Kondensator wiederum wird mit Kühlwasser, meist aus einem Fluss, gekühlt. Je nach Anfangstemperatur und Wasserführung des Flusses muss dieses Kühlwasser, bevor es in den Fluss zurückgeleitet wird, seinerseits wieder abgekühlt werden. Zu diesem Zweck wird ein Teil des Kühlwassers in einem Kühlturm zum Verdunsten gebracht. Dadurch entstehen bei manchen Wetterlagen weiße Wolken über den Kühltürmen.



SIEDEWASSERREAKTOR

Der Siedewasserreaktor (SWR) ist ein Leichtwasser-Kernreaktor zur Wärmeerzeugung in Kraftwerken. Im Gegensatz zum DWR mit Primär- und Sekundärkreislauf, verfügt der SWR nur über einen Dampf-Wasser-Kreislauf. Der Kreislauf des radioaktiv belasteten Kühlmittels ist somit nicht auf den Sicherheitsbehälter (Containment) beschränkt.

Das vorgewärmte Speisewasser wird in den Reaktordruckbehälter gepumpt, der durch den Sicherheitsbehälter vom restlichen Aufbau isoliert ist. Der Reaktordruckbehälter ist zu ungefähr zwei Dritteln mit Wasser gefüllt. Durch die bei der Kernspaltung entstehende Wärme verdampfen Teile des Wassers (Siedekühlung) bei z. B. 71 bar und 286 °C im Reaktordruckbehälter; dieser Heißdampf treibt die Turbinen an. Ein Generator wandelt die von den Turbinen gelieferte Energie in elektrischen Strom um. Der entspannte Wasserdampf wird durch Kühlwasser im Kondensator verflüssigt und wieder dem Kreislauf zugeführt. Die Dampfturbine wird im Siedewasserreaktor – im Gegensatz zum Druckwasserreaktor – direkt von dem im Reaktordruckbehälter erzeugten Wasserdampf betrieben, so dass die mit dem Dampf transportierten radioaktiven Stoffe in das Turbinengebäude gelangen.

Durch die radioaktiven Stoffe im Dampf und deren Zerfallsprodukte werden Rohrleitungen und Teile der Turbinen an der Oberfläche kontaminiert. Wenn solche Teile ausgetauscht werden, müssen die Altmaterialien vor der Verschrottung durch Abtragen der Oberfläche, zum Beispiel durch Sandstrahlen, dekontaminiert werden.

Siedewasserreaktoren sind weniger verbreitet als Druckwasserreaktoren, obwohl beide Reaktortypen einen ähnlichen Wirkungsgrad besitzen. Ihr Vorteil gegenüber Druckwasserreaktoren ist der geringere bautechnische Aufwand (so gibt es zum Beispiel nur einen Wasserkreislauf). Ein wesentlicher Nachteil ist die wegen der dort herrschenden Strahlung eingeschränkte Begehbarkeit von Teilbereichen des Maschinenhauses während des Leistungsbetriebs.

SIE VERSTEHEN DIE PROBLEME, DIE SICH BEI DER NUTZUNG DER KERNENERGIE ERGEBEN

- Die radioaktiven Abfälle strahlen viel stärker als das natürliche Uran.
- Es entsteht Plutonium, welches der gesamten Menschheit gefährlich werden könnte, wenn es freigesetzt wird oder in die Hände von Verbrechern gelangt.
- Die Entsorgung der Abfälle kostet sehr viel und braucht sehr grosse Sicherheitsmassnahmen. Dies könnte zu einem Polizeistaat führen und somit die Demokratie noch mehr gefährden.
- Die Kosten und das Leid, welche durch einen Unfall entstehen würden muss von der ganzen Gesellschaft getragen werden. Die Betreiber von Kraftwerken, die Stromverschwender und auch diejenigen, welche fast keinen Strom verbrauchen. Die Kernkraftwerk-Betreiber können/wollen sich nicht versichern gegen einen GAU.
- D.h. wir/der Staat subventioniert den Atomstrom, indem wir das Risiko eines GAUs praktisch gratis tragen.

SIE KÖNNEN DIE ALTERSBESTIMMUNG MIT DER C14—METHODE ANWENDEN UND KENNEN DEREN HINTERGRÜNDE

In jedem lebenden Organismen befindet sich Kohlenstoff, der normalerweise C-12 ist, jedoch ein enorm kleiner Teil 1: 10¹² ist C-14, das radioaktiv ist, aber erst nach dem Tod des Organismus' zerfällt. Mittels der Halbwertszeit des C-14 von 5370 Jahren und des noch vorhandenen C-14 (unter Bezug des Verhältnisses von C-12 zu C-

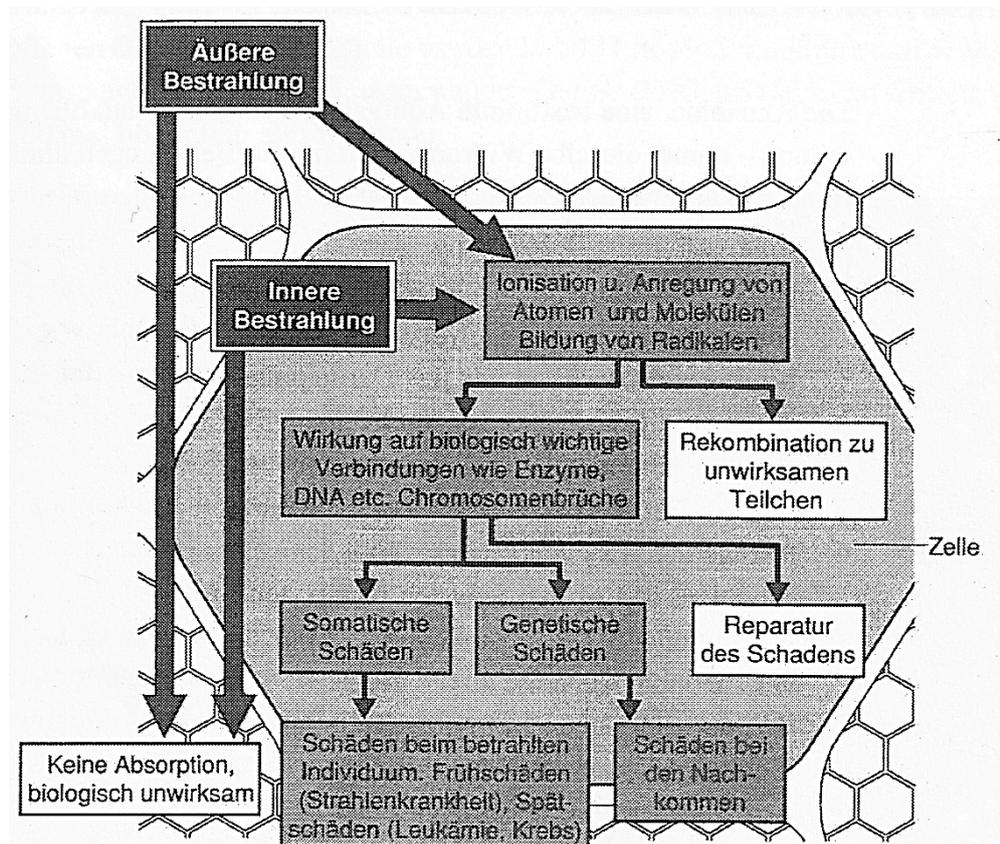
14), kann das Alter ausgerechnet werden. $\left(\frac{1}{2}\right)^{\frac{t}{5370}} = p$, p ist das noch vorhandene C – 14 in %, t das Alter

SIE KENNEN DIE HAUPTURSACHEN UND DIE FOLGEN DER STRAHLENBELASTUNG DES MENSCHEN

Ursachen	Folgen
<ul style="list-style-type: none"> - Natürlich > Kosmisch 	<ul style="list-style-type: none"> - Schädigung der Zellen → DNA - Führt zu Spätschäden → Krebs (nicht immer)

- > Körperinnere Bestrahlung
 - > Terrestrisch
 - Künstlich
 - > Medizin
- nachweisbar auf Radioaktivität zurückzuführen, da Krebs viele Ursachen haben kann)

SIE KÖNNEN DEN UNTERSCHIED ZWISCHEN INNERER UND ÄUSSERER BESTRAHLUNG ERKLÄREN



SIE WISSEN, WARUM VERSCHIEDENE STRAHLUNGSQUELLEN UNTERSCHIEDLICH STARK AUF DEN MENSCHLICHEN KÖRPER EINWIRKEN

Bei der inneren Bestrahlung kommt ein radioaktives Nuklid in den Körper und wirkt damit direkt auf die Zellen in den Organen. Wenn diese Nuklide sehr langsam ausgeschieden werden, können Sie einen enormen Schaden anrichten, indem die Strahlung direkt auf die Erbsubstanz der Zellen wirkt und damit vor allem Krebs auslöst. 50 Jahre nach dem Atombombenabwurf von Hiroshima sind dort noch Menschen an den Folgen der Verstrahlung gestorben. Die äussere Bestrahlung wirkt nur im Fall von Gamma Strahlung auf die inneren Organe und normalerweise dauert eine Bestrahlung nur sehr kurz, weil man sich wieder aus dem Strahlenfeld begibt, sobald dies möglich ist!

QUELLEN

- Wikipedia