

Isotope

Basics

- Für jedes gegebene Atom - definiert durch die Ordnungszahl z , die die Zahl der **Protonen** im Atomkern angibt - gibt es **Isotope**, d.h. Varianten die sich durch die **Zahl die Neutronen** im Atomkern unterscheiden. Die Links führen zum Modul "Elementarteilchen".
- Während zu jedem Atom **viele** Isotope denkbar sind (man kann selbst zu dem einem Proton des Wasserstoffatoms **1, 2, 3, 4, 5,...** viele Neutronen **gedanklich** addieren), lassen sich alle real existierenden Isotope in einer der drei folgenden Gruppen finden
- Stabile Isotope.** Das sind alle Isotope zu einem gegeben z , die **nicht** früher oder später zerfallen, d.h. unendlich lange (oder zumindest sehr lange) stabil sind.
 - Da bei der Erzeugung der meisten Elemente im Inneren der ersten Sonnen auch alle Isotope entstanden sind, müssen alle Elemente, die wir heute, d.h. rund und roh **10** Milliarden Jahre nach ihrer Entstehung, auf der Erde finden, Gemische stabiler (oder extrem langlebiger) Isotope sein.
 - Cl**, zum Beispiel, mit $z = 17$, besteht etwa zur Hälfte aus den Isotopen ^{35}Cl und ^{37}Cl , d.h. aus Atomen mit $(35 - 17) = 18$ und $(37 - 17) = 20$ Neutronen. Damit ist auch gleich die Schreibweise für Isotope eingeführt. Der Rekordhalter ist **Sn** mit **10** stabilen Isotopen; insgesamt haben wir ca. **500** stabile Isotope.
 - Relativ** stabile, aber doch **radioaktiv** natürliche Isotope, die mit irgendeiner (nicht extrem kleiner) Halbwertszeit (**HWZ**) zerfallen. Dabei entsteht ein neuer Atomkern kleinerer Masse **und** "radioaktive Strahlung" - i.d.R. α - oder β -Strahlung (**He**-Kerne oder Elektronen); oft begleitet von γ -Strahlung oder (Anti)neutrinos. Aber auch Positronen oder Neutronen können emittiert werden.
 - In einigen wenigen Fällen ist die **HWZ** so groß, daß auch heute noch einige nicht zerfallene Kerne existieren, obwohl ihre Entstehung recht lange zurück liegt, z.B beim Uran. Durch den Zerfall des ^{238}U mit einer **HWZ** von **$4,5 \cdot 10^9$** Jahren entstehen ständig neue radioaktive Isotope, die wiederum zerfallen, bis schließlich als Endprodukt stabiles ^{206}Pb vorliegt.
 - Über diese Zerfallskette (und die des ^{232}Th und ^{237}Ac) entstehen laufend die radioaktiven Isotope, die wir heute noch finden. Ansonsten haben nur noch **K, Rb, Sm** und **Lu** Isotope, die langlebig genug sind, um ihre Entstehung vor Milliarden von Jahren überlebt zu haben.
 - Einige radioaktive Isotope entstehen aber auch heute noch auf anderem Weg - das bekannteste ist das ^{14}C , das in der Stratosphäre durch Beschuß von "normalem" Stickstoff entsteht, "herunterrieselt", in organische Körper eingebaut wird, und nach dem Tod des Organismus mit einer **HWZ** von **5730** Jahren zerfällt. Damit haben organische Materialien eine Uhr eingebaut, die nach ihrem Tod anfängt zu ticken, und erst nach ca. **50 000** Jahren soweit verstummt ist, daß man sie nicht mehr ablesen kann - die berühmte "**Radiocarbon Uhr**".
 - Heute werden radioaktive Isotope in großer Zahl (ca. **1000** verschiedene) **künstlich** hergestellt - entweder gezielt, weil man das Isotop für irgendeine Anwendung braucht - oder als Abfallprodukt von Kernreaktoren (und "Atom"bomben). **Anwendungen** gibt es viele, vor allem in der Medizin, aber auch in der Materialwissenschaft - wir kommen noch darauf.
- Der Vollständigkeit halber seien noch aufgeführt: Die **instabile Isotope**, die, falls man sie mit Gewalt herstellen würde, **sofort** wieder zerfallen. Die Grenze zu den radioaktiven Isotopen ist natürlich fließend.
- Ihr einziger "Nutzen" besteht im Testen von Theorien. Denn natürlich gibt es detaillierte Modelle, mit denen man berechnen kann, welche Kernkonfigurationen wie stabil sind, und was für Halbwertszeiten man für instabile Isotope finden sollte. Eine, auch für die Materialwissenschaft (in Grenzen) spannende Vorhersage ist, daß man bei $z \approx 114$ wieder auf stabile "überschwere" Elemente stoßen sollte.
 - Falls das, erstens, stimmt, und, zweitens, es irgendwann mal gelingt diese Elemente in relevanten Mengen herzustellen, hätten wir zum erstenmal komplett neue elementare Materialien zur Verfügung!