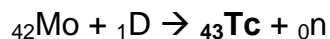


Schweitenkirchen, April 2016

Technetium-99(m)

1937 konnte Technetium als erstes Element überhaupt **künstlich** produziert werden, weshalb es, abgeleitet vom altgriechischen Wort *technētós* („künstlich“) seinen Namen erhielt. Möglich war die Herstellung durch die Bestrahlung einer Molybdänprobe mit Deuterium:



Nur in geringsten Spuren (im **Mikrogramm-Bereich**) ist das silbrig-graue Metall **natürlicherweise** auf der Erde vorhanden. So ist es das dritt seltenste natürlich vorkommende Element. Es kann in Uranerzen gefunden werden, wo es durch Spontanspaltung des Urans entsteht und auch selbst wieder radioaktiv zerfällt. Die ungefähre Menge an Technetium in einem Kilogramm reinen Uran beläuft sich dabei auf nur ein Nanogramm. Auch in Molybdänerzen wird aus der Kernumwandlung von Molybdän durch Neutronen aus der kosmischen Höhenstrahlung Technetium gebildet.

Der **anthropogene** Eintrag von insgesamt mehreren Tonnen Technetium in die **Biosphäre** erfolgte in der Vergangenheit durch oberirdische Kernwaffentests sowie noch gegenwärtig durch die Freisetzung aus Wiederaufarbeitungsanlagen und Kernreaktoren.

Bislang kennt man **34 Technetium-Isotope**, wobei deren verschiedene Massezahl von 85 bis zu 118 reicht. Ausnahmslos alle Isotope von Technetium sind **radioaktiv**, deren Atomkerne werden also nach einer gewissen Zeit unter Aussendung von Strahlung umgewandelt. Hierbei ist ${}^{98}\text{Tc}$ das **stabilste** Isotop mit einer Halbwertszeit von 4,2 Mio. Jahren. ${}^{110}\text{Tc}$ dagegen zerfällt am schnellsten mit einer Halbwertszeit von weniger als einer Sekunde.

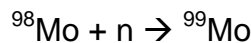
Das einzige Isotop von Technetium, welches in größerem Umfang (weltweit ca. fünf Tonnen pro Jahr) in Kernreaktoren durch Neutronenbeschuss von Uran hergestellt werden kann, ist ${}^{99}\text{Tc}$. Damit gilt es als **ökonomisch wichtigstes** Technetium-Isotop, das mit einer Halbwertszeit von 211.000 Jahren wirtschaftlich nutzbare Betastrahlen emittiert.

Weiterhin unterscheidet man Technetium-Isotope nicht nur an ungleicher Massezahl, sondern auch durch verschiedene Anregungszustände. Dementsprechend gibt es angeregte **metastabile** Zustände wie ${}^{95\text{m}}\text{Tc}$ oder ${}^{97\text{m}}\text{Tc}$, deren Halbwertszeiten in der Größenordnung von zwei bzw. drei Monaten liegen. Das metastabile Isotop ${}^{99\text{m}}\text{Tc}$ ist mit einer Halbwertszeit von

nur sechs Stunden das **radioaktivste** unter ihnen und für die Nuklearmedizin von hoher Bedeutung.

Nachdem sich ^{99m}Tc an viele aktive Biomoleküle anlagert und Gammastrahlung in einem zweckdienlichen Energiebereich emittiert, eignet es sich für **szintigrafische nuklearmedizinische Untersuchungen**. Für diesen radioaktiven Isotopentest wird ^{99m}Tc an bestimmte organische Liganden oder Proteine des Immunsystems gekoppelt und dem Patienten intravenös injiziert. So kommt es im menschlichen Organismus zu einer erhöhten Konzentration des radioaktiven Technetium-Isotops in den ausgewählten Organen und Geweben oder dem zu erforschenden Tumor. Die verstärkte Anlagerung kann durch die für ^{99m}Tc spezifische Gammastrahlung detektiert werden.

Zur **Gewinnung** dieses medizinisch wichtigen Technetium-Isotops wird zunächst Molybdän mit Neutronen bestrahlt:



Das schwerere Molybdän-Isotop zerfällt anschließend unter der Emission von Betastrahlung in die nutzbaren metastabilen ^{99m}Tc -Kerne:



Weitere Verwendung finden Technetium-Isotope in Form der Salze Ammonium- und Kaliumpertechnetat als Korrosionsinhibitoren für Stahl. Aufgrund der Radioaktivität von Technetium kann diese Eigenschaft allerdings nur in abgeschlossenen Systemen wie Siedewasserreaktoren genutzt werden. Außerdem eignet sich das Isotop ^{99}Tc , welches als radioaktiver Niederschlag nach der Nuklearkatastrophe von Tschernobyl in die Umwelt eingetragen wurde, als mariner Tracer auf großen Längenskalen.