



Polonium-210:

Hintergrundinformationen des GSF - Forschungszentrums für Umwelt und Gesundheit

Allgemeines

Polonium (Po) ist das chemische Element mit der Ordnungszahl 84. Es ist ein silbriges, radioaktives Metall, das sich chemisch ähnlich wie Tellur und Wismut verhält. Es entsteht ständig in der Natur in der langen natürlichen radioaktiven Zerfallskette von Uran-238 als letztes radioaktives Kettenglied. Es wurde 1897 von Marie und ihrem Ehemann Pierre Curie entdeckt und nach ihrem Heimatland Polen benannt, das damals unter Fremdherrschaft war und politisch nicht als unabhängiges Land betrachtet wurde.

Vorkommen

Po kommt in der Natur in Form von 3 Isotopen (mit den Atomgewichten 208, 209, 210) vor (sehr selten: ca. 100 Mikrogramm pro Tonne Uranerz). Jährlich werden künstlich schätzungsweise etwa 100 Gramm hergestellt. Es wird technisch z.B. gemischt mit Beryllium als Neutronenquelle verwendet (so z.B. auch als Triggermaterial für Atombomben), zum Eliminieren statischer Aufladungen in der Photo- und Textilindustrie und als leichtgewichtige Wärmequelle für thermoelektrische Zellen (z.B. in der Raumfahrt). So kann ein Gramm Po-210 140 Watt Leistung erzeugen.

Raucher nehmen mit dem Zigarettenrauch größere Mengen davon auf, da sich Radonfolgeprodukte in der normalen Umwelt auch auf Tabakblättern absetzen. Als zusätzlicher Pfad kommt auch die Aufnahme über die Wurzeln und Resuspension in Frage.

Eigenschaften

Po-210 hat eine physikalische Halbwertszeit von 138 Tagen und emittiert beim Zerfall ein Alphateilchen mit 5,3 MeV Energie, das eine Reichweite in Gewebe von 42 µm, d.h. weniger als 0,1 mm, hat. In den menschlichen Körper gebracht (z.B. über Inhalation, z.B. beim Rauchen, durch eine Wunde oder durch Ingestion mit der Nahrung) ist es ein starkes Gift aufgrund der radiotoxischen Eigenschaft (mit um Größenordnungen geringerer chemischer Toxizität).

Wegen der nur äußerst geringen Gammastrahlemission (Wahrscheinlichkeit 0,0012%) beim radioaktiven Zerfall ist eine Po-210-Inkorporation eines Menschen von außen nicht in einem Ganzkörperzähler, sondern nur über alphaspektrometrische Analytik von Körperausscheidungen festzustellen.

(Umrechnungen: 1 Bq Po-210 entspricht $5,988 \times 10^{-15}$ g; 1 g Po-210 entspricht $1,67 \times 10^{14}$ Bq)

Folgen von Inkorporation großer Mengen

Die Mindestmengen, die nach Ingestion zu einer akut letalen Dosis (angenommen 10 Gy) führen, betragen zwischen 10 und 200 MBq Po-210 (entsprechend 0,06 bis 1,2 µg), abhängig vom Zeitraum, in dem die letale Dosis erreicht wird (bei 0,06 µg werden 10 Sv (nominell 10 Gy) nach ca. 100 Tagen erreicht; bei 1,2 µg werden 10 Sv bereits nach ca. 3 Tagen erreicht).

Folgen von Inkorporation kleiner Mengen

Die mittlere natürliche Strahlenexposition der Bevölkerung in Deutschland beträgt ca. 2,4 mSv pro Jahr (effektive Dosis). Die mittlere zusätzliche Strahlenexposition durch Röntgen- und nuklearmedizinische Diagnostik in Deutschland liegt bei ca. 2,2 mSv pro Jahr. Der von der Internationalen Strahlenschutzkommission empfohlene Grenzwert für die zusätzliche Strahlenexposition der Bevölkerung beträgt 1 mSv pro Jahr (effektive Dosis).

Das bedeutet, um im Bereich der effektiven Dosis von 1 mSv zu liegen, könnten ca. 833 Bq oder 5 pg ($1 \text{ pg} = 10^{-12} \text{ g}$) an Po-210 durch Ingestion aufgenommen worden sein. (Die von einem Raucher pro Jahr inhalierte Menge an Po-210 entspricht durchschnittlich 5 mSv Lungenäquivalentdosis.)

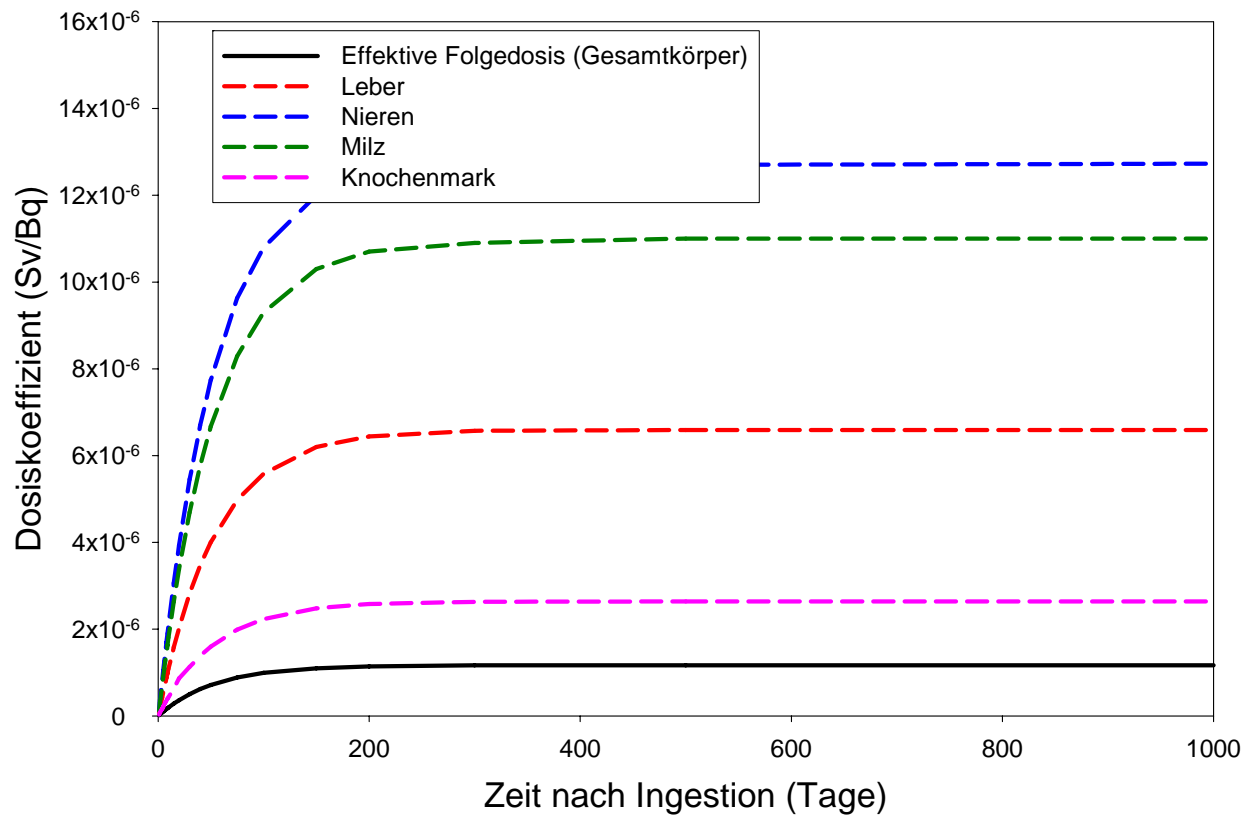
Informationen zur Biokinetik

Nach dem Biokinetikmodell der Internationalen Strahlenschutzkommission (ICRP Publikation 67) wird das durch Ingestion aufgenommene Polonium zu einem großen Bruchteil (50-90%, je nach Voraussetzungen) bereits direkt wieder über Fäzes ausgeschieden. Die verbleibenden 10-50% des verschluckten Poloniums werden vom Magen-Darm-Trakt absorbiert, verteilen sich mit dem Blut im gesamten Körper (30% Leber, 10% Knochenmark, 10% Niere, 5% Milz, 45% Rest) und werden mit einer biologischen Halbwertszeit von 50 Tagen über Gallenflüssigkeit/Fäzes und Urin wieder ausgeschieden (siehe Abbildungen für Ingestion). Anhand dieser Ausscheidungsdaten für Po-210 ist die Polonium-Belastung des Körpers somit abschätzbar.

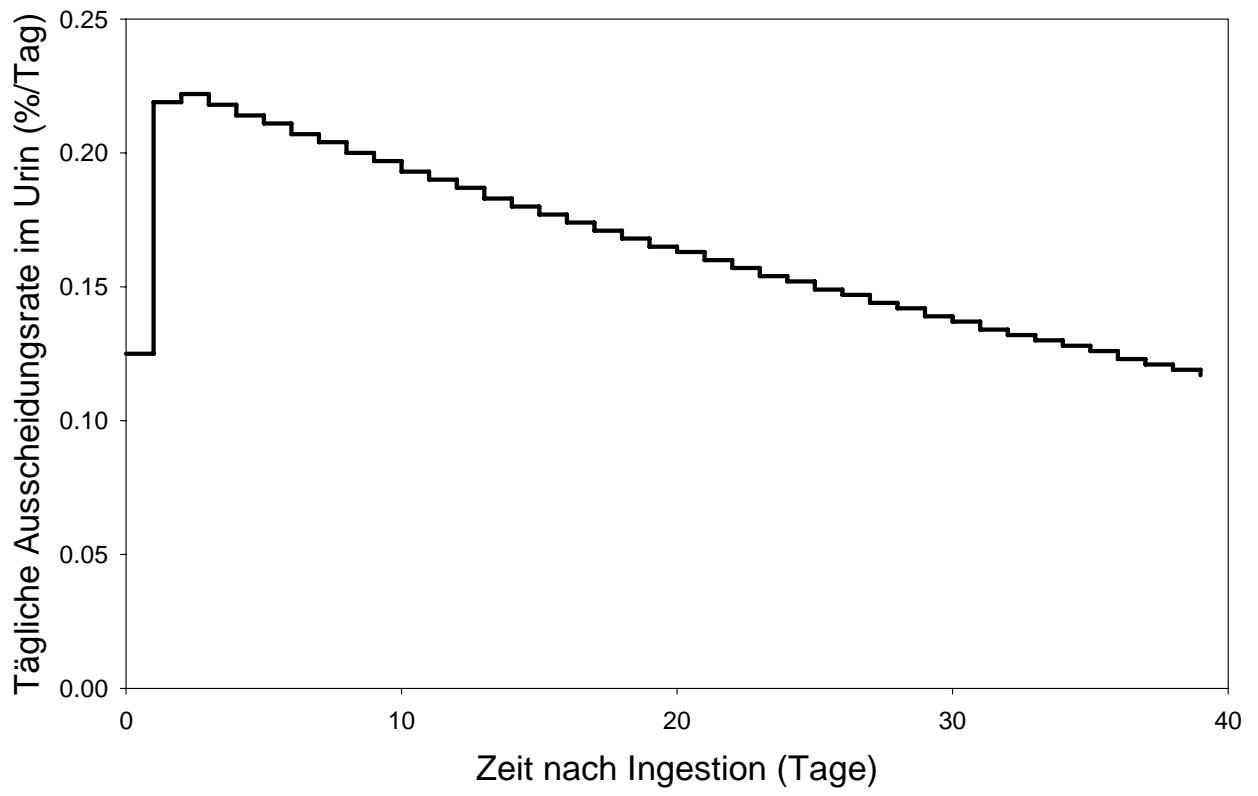
Zusätzlich zu den Abbildungen für Ingestion sind auch die gleichen Abschätzungen für die Inhalation von Po-210 graphisch dargestellt.

Abschätzungen für die Ingestion von Po-210 (nach ICRP Publikation 67)

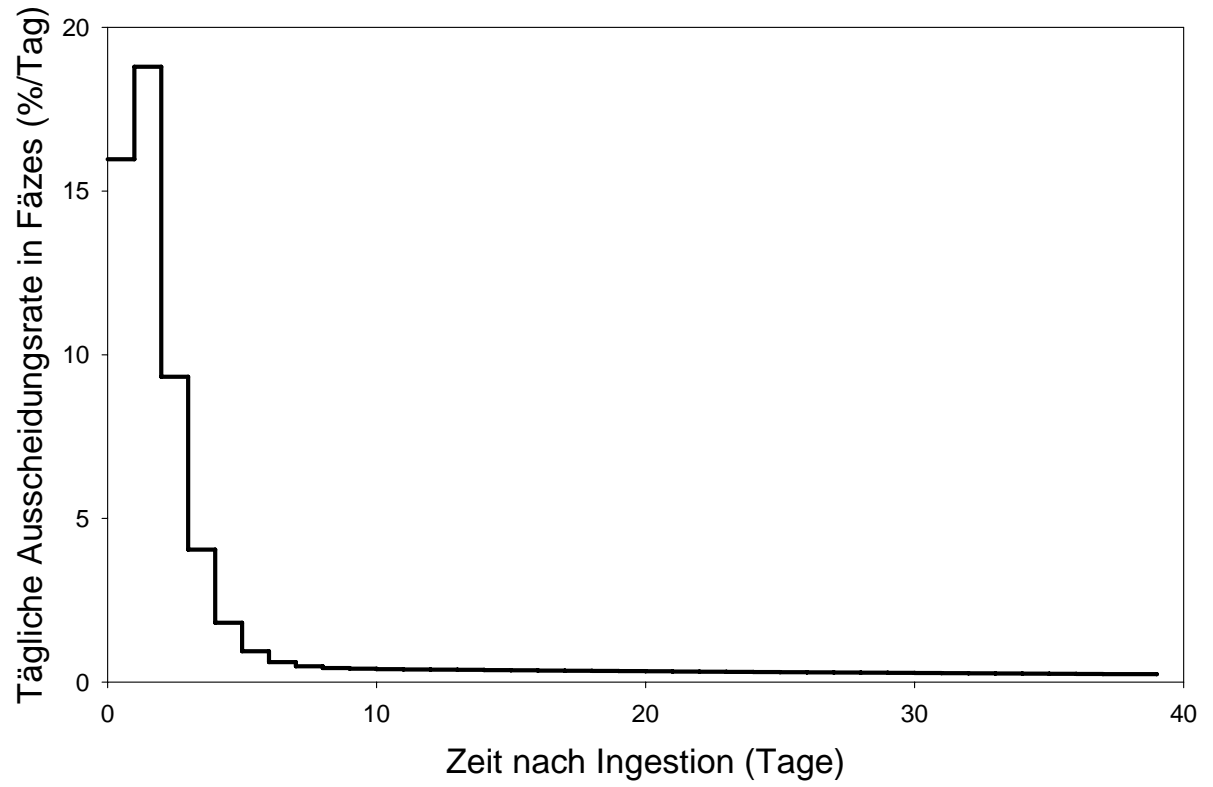
Zeitverlauf der Organdosen und Effektiven Folgedosis nach Ingestion von Po-210



Tägliche Po-210 Ausscheidungsrate im Urin (nach Ingestion)

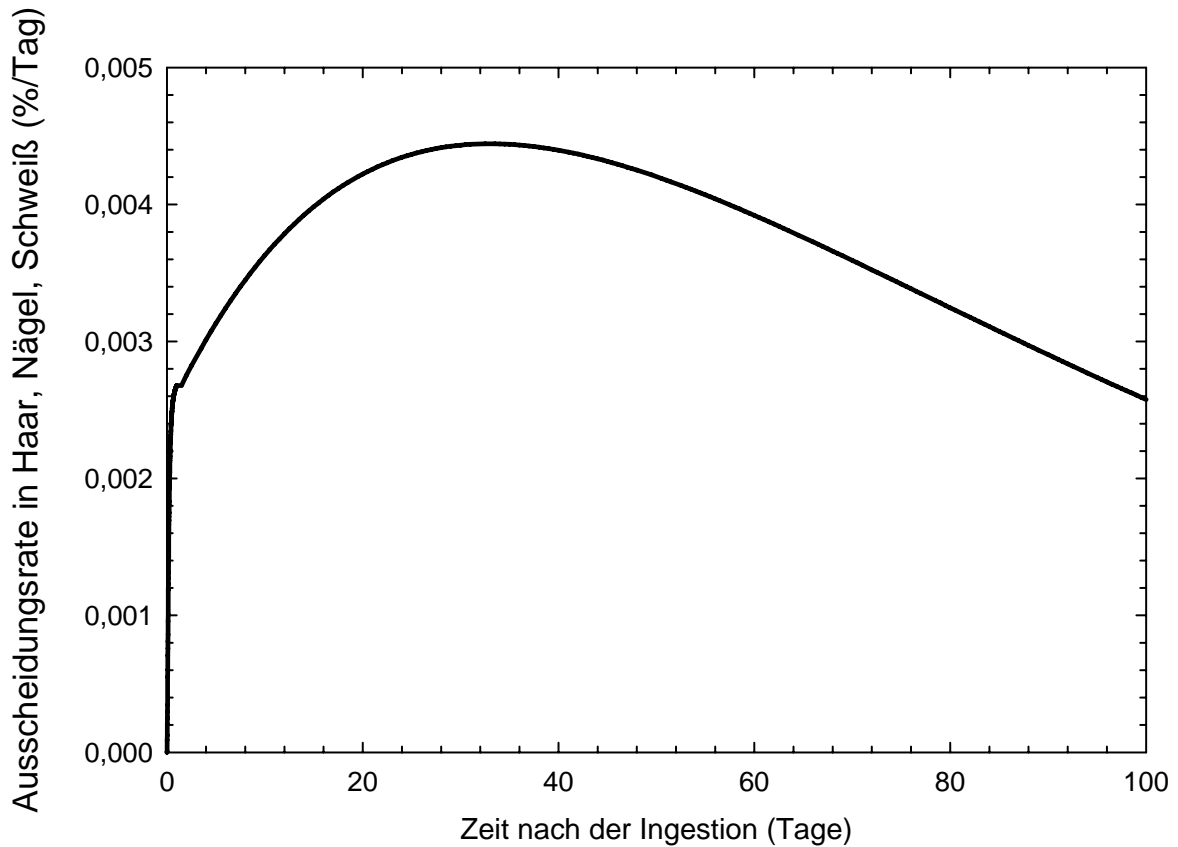


Tägliche Po-210 Ausscheidungsrate in Fäzes (nach Ingestion)



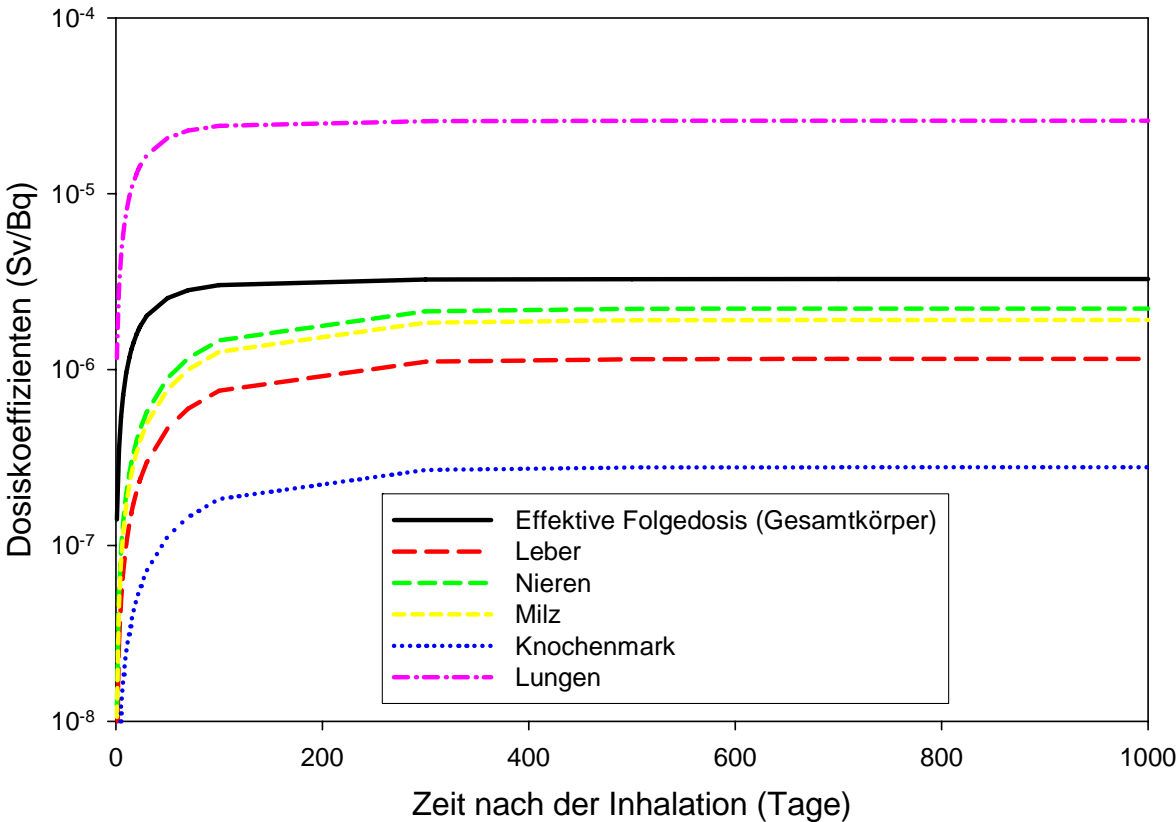
Das aktuelle Biokinetikmodell der Internationalen Strahlenschutzkommission (ICRP Publikation 67) sieht keine Ausscheidung von Po-210 in Schweiß, Haaren, oder Nägel vor. Dies wurde im erst kürzlich veröffentlichten Biokinetikmodell von Leggett und Eckerman (The Science of the Total Environment 275, 109-125, 2001) ergänzt. Nach diesem Modell würden die Ausscheidungsrate in Haar, Nägel und Schweiß von Po-210 nach Ingestion wie folgt ausschauen:

Tägliche Po-210 Ausscheidungsrate in Haar, Nägel und Schweiß (nach Ingestion)

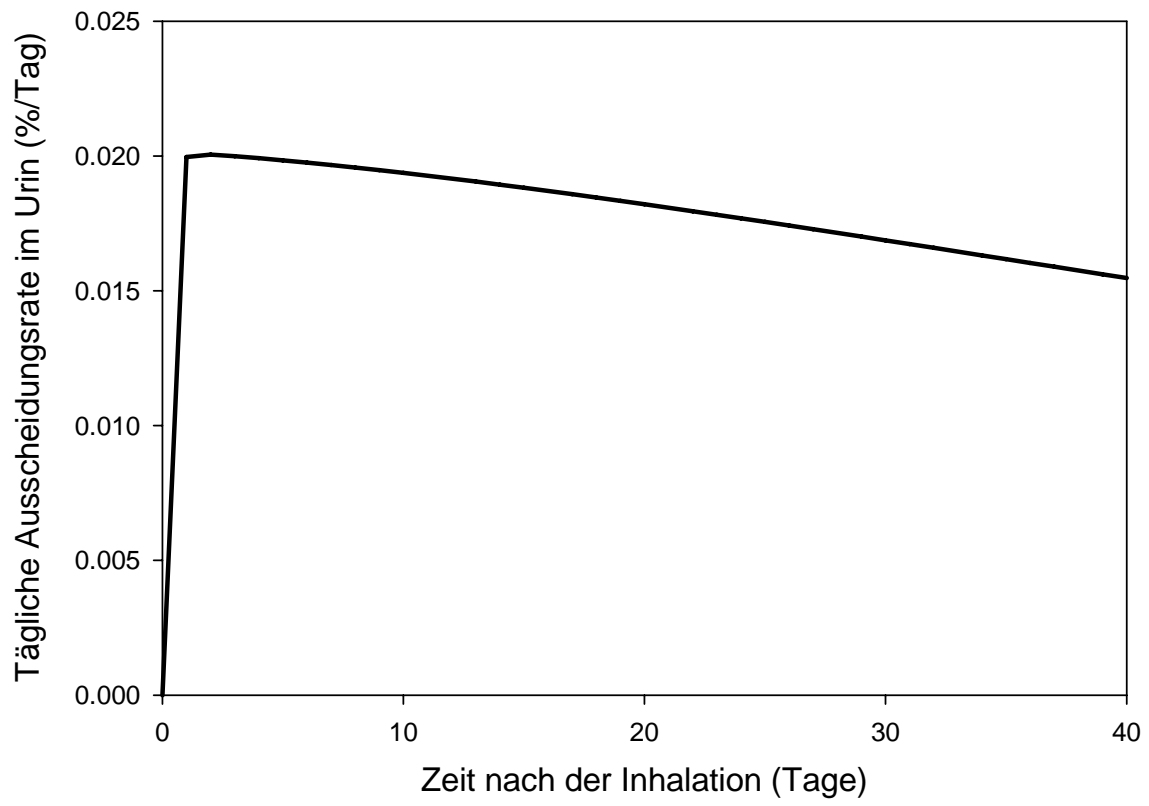


Abschätzungen für die Inhalation von Po-210 (nach ICRP Publikation 67)

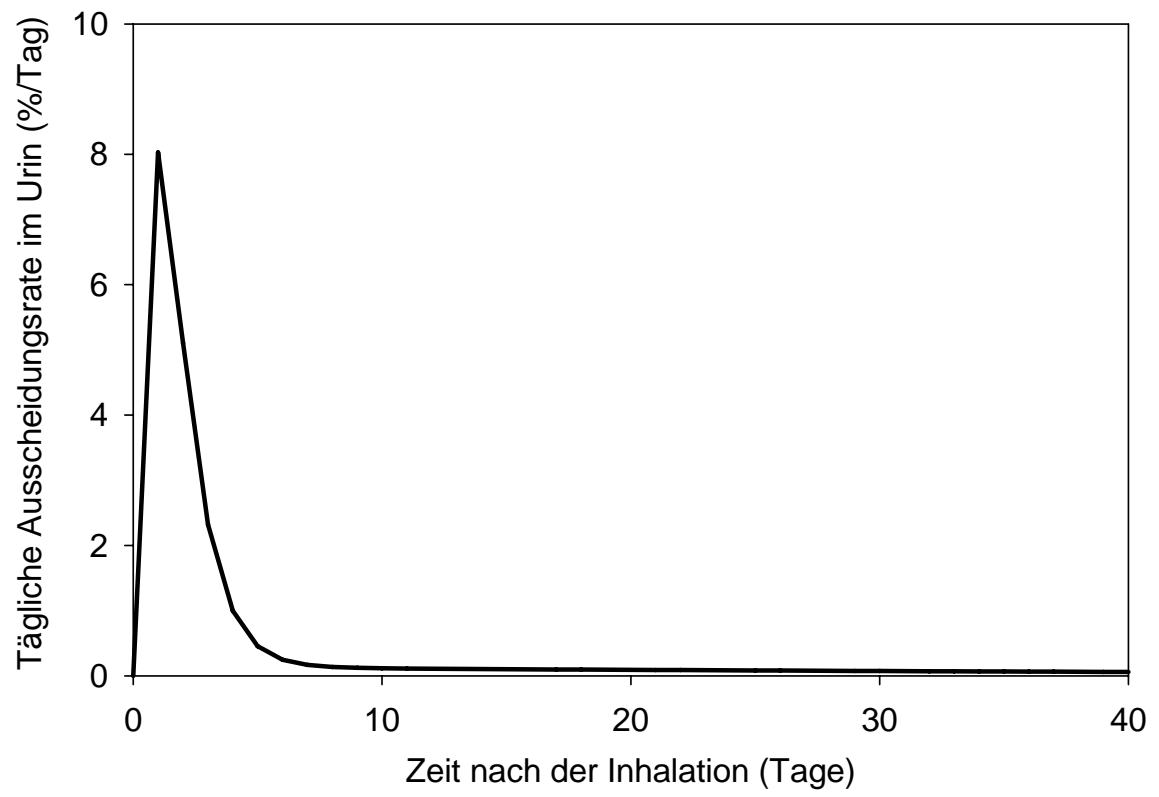
Zeitverlauf der Organdosen und Effektiven Folgedosis nach Inhalation von Po-210



Tägliche Po-210 Ausscheidungsrate im Urin (nach Inhalation)

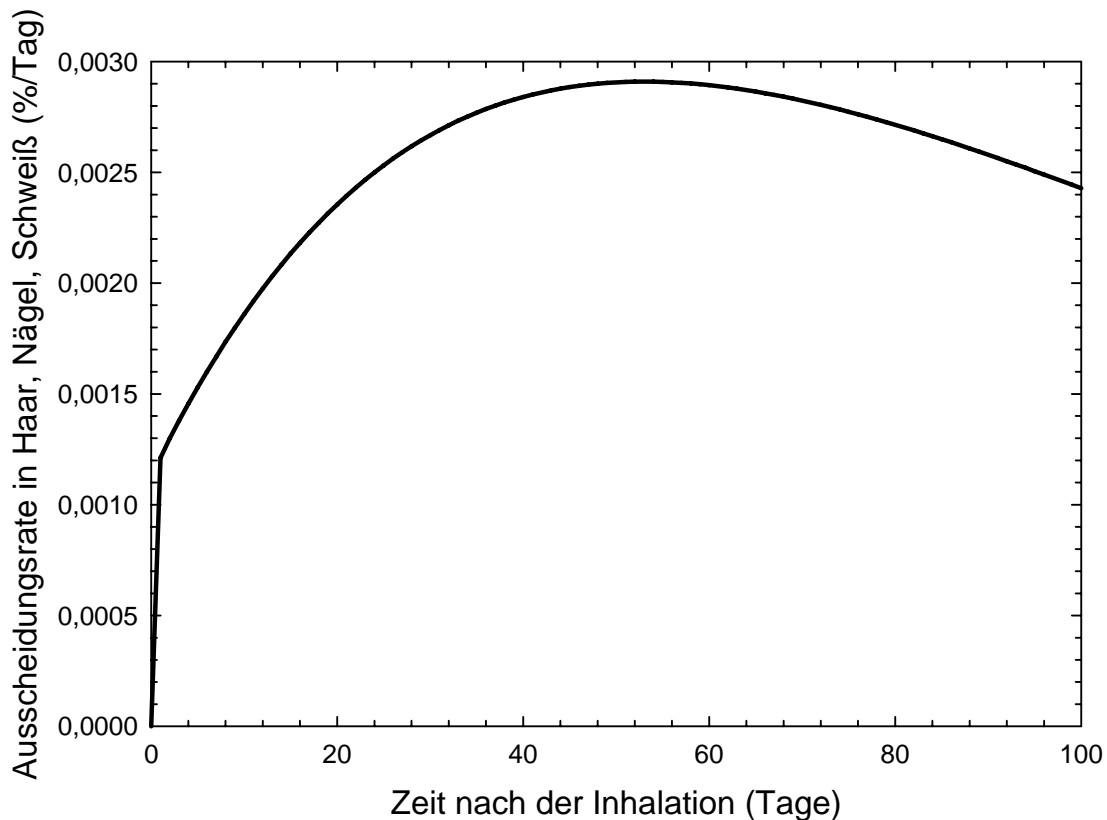


Tägliche Po-210 Ausscheidungsrate in Fäzes (nach Inhalation)



Auch für die Inhalation von Po-210 wurden die Ausscheidungsraten in Schweiß, Haaren, oder Nägel mit dem Biokinetikmodell von Leggett und Eckerman (The Science of the Total Environment 275, 109-125, 2001) ermittelt:

Tägliche Po-210 Ausscheidungsrate in Haar, Nägel und Schweiß (nach Inhalation)



Für weitere Informationen kontaktieren Sie bitte die GSF- Pressestelle oder:

Dr. Uwe Oeh
GSF - Forschungszentrum für Umwelt und Gesundheit
Institut für Strahlenschutz - Interne Dosimetrie
Ingolstädter Landstraße 1
85764 Neuherberg

Tel.: 089-3187-4247
Fax: 089-3187-194247
E-Mail: uwe.oeh@gsf.de
www.gsf.de/iss/medphys