

1.5 Radionuklide (Cs, I; M. Spolders, A. Berk)

1.5.1 Vorkommen und Bedeutung

Cäsium (Cs) an sich gehört zu den seltenen Elementen; sein Anteil an der obersten (16 km dicken) Erdkruste beträgt nur ungefähr 7×10^{-4} Prozent. Da es sehr unedel ist, findet es sich nur in Form von chemischen Verbindungen und nie als Element (Römpp, 2004).

Das bei Kernspaltungsprozessen entstehende ^{137}Cs (HWZ 30,1 a, schwacher β - u. γ -Strahler) ist eines der gefährlichsten Radionuklide. Nachdem es bei dem Kernreaktorunfall von Tschernobyl zusammen mit anderen Spaltprodukten in die Atmosphäre gelangt ist, wurde in vielen Studien das Verhalten von ^{137}Cs in der Umwelt untersucht (Howard et al., 1991). Es wird vom Menschen mit Fleisch, Milch u. Milchprodukten, Obst, Gemüse u. Getreide aufgenommen und im Magen-Darm-Trakt vollständig resorbiert (Heine et al., 1977). Landwirtschaftliche Nutztiere nehmen das ^{137}Cs mit den entsprechenden Futtermitteln auf. Auch in diesem Fall ist von einer vollständigen Resorption auszugehen. Besonders hohe ^{137}Cs -Konzentrationen weisen bestimmte Speisepilze auf.

Iod ist ein nichtmetallisches, anisotopes Element, Ordnungszahl 53, Atomgewicht 126,9045 mit mehr als 30 Isotopen $^{110}\text{I} - ^{140}\text{I}$ u. HWZ von 0,65 s bis $1,57 \times 10^7$ a (Römpp, 2004).

Für die Wirbeltierorganismen hat I die Funktion eines Spurenelements; es ist Bestandteil der Schilddrüsenhormone Thyroxin u. 3,3',5-Triiod-L-thyronin u. a. Iodaminosäuren. Der Körpervorrat des Menschen an I beträgt 10–20 mg. Iod wird praktisch ausschließlich über die Nahrung als Iodid, Iodat und organisch gebunden aufgenommen. Anorganisches Iodid wird rasch und nahezu vollständig resorbiert; Iodat wird zunächst zu Iodid reduziert. Proteingebundenes Iod besitzt mit 40–70% eine geringere Bioverfügbarkeit. Die Resorption richtet sich nach der Plasmakonzentration (4–8 $\mu\text{g}/100$ mL). Davon sind 3/4 an Plasmaproteine gebunden, der Rest liegt als Iodid vor. 70–80% des Iod-Bestandes sind in der Schilddrüse konzentriert, die Iodid aktiv über einen Symporter aufnimmt. Dort wird es durch Thyroperoxidase zu Iod oxidiert und in Tyrosyl-Reste des Thyroglobulins eingebaut. Dabei entstehen die zunächst proteingebundenen Schilddrüsenhormone Thyroxin und Triiodthyronin. Ihre Abgabe aus der Schilddrüse erfolgt nach Spaltung vom Eiweißrest mittels spezifischer Proteasen. Im Plasma werden Schilddrüsenhormone mit Hilfe von Thyroxin-bindenden Globulinen, Transthyretin und Albuminen zu den Zielzellen transportiert. Schilddrüsenhormone haben Bedeutung für zahlreiche wichtige Stoffwechselprozesse, den Grundumsatz, die Thermogenese, das Wachstum, die Entwicklung vieler Organe und die Proteinsynthese (Anonym, 1983).

Von den bei der Kernspaltung entstehenden I-Isotopen wird ^{131}I (HWZ: 8,04 a) als eines der gefährlichsten Radionuklide angesehen, das von Kernkraftwerken emittiert werden kann. Jedoch hat sich beim Störfall von Three Mile Island gezeigt, daß die ^{131}I - Freisetzung erheblich geringer gewesen ist als zuvor berechnet. Um die Aufnahme von Radio-I in die Schilddrüse des Menschen zu blockieren, wird die Einnahme von I-Tabletten empfohlen, die inaktives I in Form von Kaliumiodid enthalten. Das ebenfalls bei Kernreaktionen entstehende und auch natürlich vorkommende ^{129}I (HWZ: $15,7 \cdot 10^6$ a) bedingt wegen seiner geringen Aktivität keine Umweltgefährdung bzw. kein Risiko für Menschen und Tiere (Anonym, 1986).

1.5.2 Vermeidung und Reinigung

Da es sich beim Vorkommen der Radionuklide um Ergebnisse von unvorhersehbaren Ereignissen handelt, ist eine Vermeidung im herkömmlichen Sinne nicht realisierbar. Bei größeren Ausmaßen einer Kontamination wird es in jedem Fall eine Reaktion der entsprechenden Behörden geben.

1.5.3 Dekontamination

Eine Dekontamination bei entsprechend geringen Ausmaßen des Vorkommens der Radionuklide ist die entsprechend FMV, Anlage 3, Nr. 15 vorgesehene Zugabe von Radionuklid-Bindemitteln zum Futter landwirtschaftlicher Nutztiere.

1.5.4 Schlussfolgerungen und Forschungsbedarf

Die Radionuklide Cäsium (Cs) und Iod (I) sind in der Umwelt vorhanden und haben seit dem Reaktorunfall von Tschernobyl an Bedeutung gewonnen. Gefahren gehen dabei vor allem für den Menschen aus (Anreicherung im Körper über die Nahrungskette). Diese sollte so weit als möglich vermieden werden. Bei belastetem Grundfutter für landwirtschaftliche Nutztiere besteht die Möglichkeit des Einsatzes von Radionuklid - Bindemitteln (Anlage 3, FMV). Forschungsergebnisse, die effektivere Bindemittel als die zugelassenen, ohne Einschränkungen des Einsatzes als Futtermittelzusatzstoffe aufzeigen, sollten entsprechend berücksichtigt werden.

1.5.5 Literatur

Futtermittelverordnung (FMV): Stand, Dezember 2005

Heine K, Wiechen A, Finger A (1977): Cesium and radium metabolism in cows. Naturwissenschaften 64: 531 pp

Howard BJ, Beresford NA, Howe K. (1991): Transfer of radiocesium to ruminants in natural and semi-natural ecosystems and appropriate countermeasures. Health Phys. 61 (6): 715–725

Römpp (2004) <http://www.roempp.com/prod/>

Anonym (1983) Chem. Ztg. 107, 145–157, 197–205

Anonym (1986) Chem. Ztg. 110, 115 pp