



Autor: Dr. Markus Zehringer

Wurzelgemüse & Rhabarber / Radiocäsium und Radiostrontium

Anzahl untersuchte Proben: 31

Anzahl beanstandete Proben: keine

Ausgangslage

Die heute noch messbaren Kontaminationen von Freilandgemüse mit künstlichen Radionukliden, insbesondere ^{90}Sr und ^{137}Cs sind auf zwei Quellen zurückzuführen. Zwischen 1945 und 1980 wurden Kernwaffenversuche durchgeführt. Bis 1962 wurden 543 atmosphärische Atombombentests durchgeführt. Dabei wurde eine geschätzte Aktivität von $6 \times 10^{17} \text{ Bq } ^{90}\text{Sr}$ und $9 \times 10^{17} \text{ Bq } ^{137}\text{Cs}$ freigesetzt und vor allem in der Nordhemisphäre verteilt. Zudem wurde 1986 beim Reaktorbrand von Chernobyl weitere $10^{17} \text{ Bq } ^{137}\text{Cs}$ und $10^{16} \text{ Bq } ^{90}\text{Sr}$ emittiert. Dieser Fallout wurde teilweise trocken deponiert oder durch Regen ausgewaschen. Im Südtessin, in der Ostschweiz und in Teilen des Jura gelangte wetterbedingt mehr Radioaktivität auf die Böden als in der übrigen Schweiz.



Die Kulturpflanzen nehmen die Radionuklide über ihr Wurzelwerk aus den Böden auf. Dabei sind die Aktivitäten in der Wurzel höher als in den oberirdischen Pflanzenteilen. Deshalb wurden vor allem Wurzelgemüse untersucht. Zur Ergänzung wurde ein Stengelgemüse, Rhabarber, in die Untersuchung miteinbezogen.

Untersuchungsziele

Wie stark sind in- und ausländische Gemüse und Früchte noch mit Radiostrontium und –cäsium belastet?

Gibt es Toleranzwertüberschreitungen?

Gesetzliche Grundlagen

Radioaktive Rückstände sind in Anhang 6 der Fremd- und Inhaltsstoffverordnung geregelt (FIV). Es gelten die nachfolgenden Toleranz- und Grenzwerte. Sie sind auf den gewaschenen, verzehrbaren Anteil des Gemüses bezogen.

Parameter	Beurteilung
Cäsiumnuklide ($^{134}\text{Cs} + ^{137}\text{Cs}$)	10 Bq/kg (Toleranzwert)
Radiumnuklide ($^{226}\text{Ra} + ^{228}\text{Ra}$)	5 Bq/kg (Grenzwert)
Strontiumisotope (insbesondere ^{90}Sr)	1 Bq/kg (Toleranzwert) 750 Bq/kg (Grenzwert)

Probenbeschreibung

Die nachfolgende Auflistung gibt Auskunft über Herkunft und Art der untersuchten Gemüse.

So stammte die Hälfte aus Schweizer Produktion. Die ausländischen Produkte stammten aus europäischen Ländern und Israel.

Herkunft	Anzahl Proben	Gemüseart	Anzahl Proben
Deutschland	2	Fenchel	3
Frankreich	1	Karotten	5
Niederlanden	4	Kartoffeln	3
Israel	3	Radieschen	2
Italien	3	Rettich	3
Schweiz	16	Rhabarber	11
Spanien	2	Sellerie	3
		Topinambur	1
Total	31	Total	31

Prüfverfahren

Da sich die Toleranz- und Grenzwerte explizit auf den verzehrbaren Anteil beziehen, wurde das Wurzelgemüse vorgängig gewaschen; Karotten und Rhabarberstengel wurden geschält.

Gammastrahlungsspektrometrie

Die Proben wurden im Mixer zerkleinert und in kalibrierten Probengefässen von genau definierter Geometrie und Dichte mit hochauflösenden Germaniumdetektoren während mindestens 24 Stunden ausgezählt.

Nebst dem Radiocäsium wurde auf natürliche Radionuklide der Uran- und Thoriumreihe untersucht. Die Nuklide ^{224}Ra bzw. ^{226}Ra konnten nach erfolgter Gleichgewichtseinstellung über die entsprechenden Folgenuklide $^{212}\text{Pb}/^{212}\text{Bi}$ bzw. $^{214}\text{Pb}/^{214}\text{Bi}$ indirekt bestimmt werden. ^{228}Ra steht im Gleichgewicht mit seinem Tochternuklid ^{228}Ac und kann deshalb dessen Aktivität gleichgesetzt werden.

Radiostrontium

Zur Bestimmung des Radiostrontium musste vorgängig das Strontium durch Fällungen von der Matrix isoliert und aufkonzentriert werden. Dann wurde das im Gleichgewicht vorliegende Tochternuklid ^{90}Y durch Fällung abgetrennt und mit dem Gasproportionalzähler (β -Counter) während vier Tagen ausgezählt. Die ursprüngliche Aktivität des kurzlebigen ^{90}Y (64h Halbwertszeit) wurde durch Regressionsrechnung aus zehn konsekutiven Messungen ermittelt.

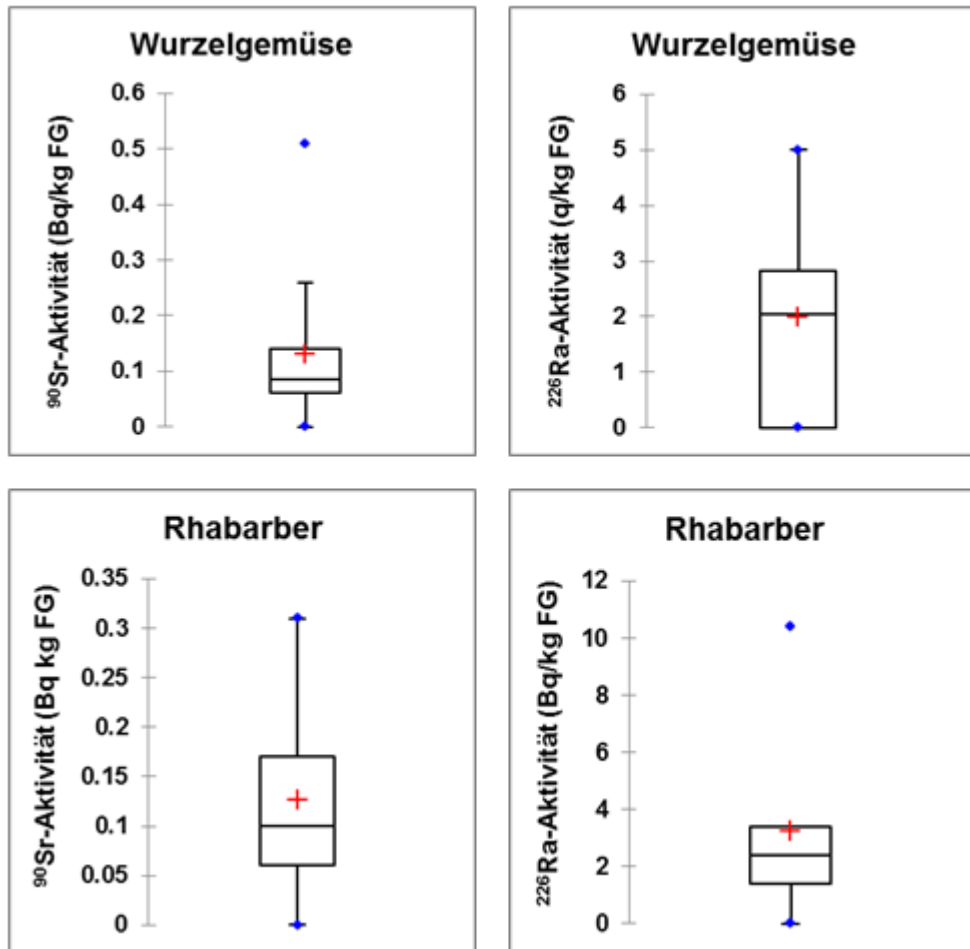
Ergebnisse

- Der Aktivitätsbereich des Radiostrontiums aller Proben reichte von <0.04 Bq/kg bis 0.5 Bq/kg Frischgewicht. Der Toleranzwert von einem Bq/kg war bei allen Proben eingehalten, bei einem Sellerie wurde er aber doch zu 51% ausgeschöpft.
- Radiocäsium (^{134}Cs und ^{137}Cs) konnte in keiner Proben nachgewiesen werden (<0.1 Bq/kg).
- Als einziges natürliches Radionuklid war ^{226}Ra aus der Uran-Zerfallsreihe quantifizierbar. Obwohl der Grenzwert von fünf Bq/kg vollumfänglich eingehalten war, wurde er doch bis über 90% ausgeschöpft.

Gemüse (Anzahl Proben)	Mittlere ^{137}Cs -Aktivität	Mittlere ^{90}Sr -Aktivität	^{90}Sr - Aktivitätsbereich	Mittlere ^{226}Ra -Aktivität
Fenchel (3)	< 0.1	0.06 ± 0.01	$0.04 - 0.09$	3.0 ± 0.4
Karotten (5)	< 0.1	0.13 ± 0.02	$0.08 - 0.26$	3.7 ± 0.9
Kartoffeln, Topinambur (4)	< 0.1	0.06 ± 0.01	$0.05 - 0.11$	2.4 ± 0.4
Radieschen (2)	< 0.1	0.07 ± 0.02	$0.05 - 0.09$	4.6 ± 1.0
Rettich (3)	< 0.1	0.12 ± 0.02	$0.08 - 0.20$	2.5 ± 0.3
Rhabarber (10)	< 0.1	0.13 ± 0.03	$<0.05 - 0.30$	4.0 ± 0.6
Sellerie (3)	< 0.1	0.36 ± 0.07	$0.24 - 0.51$	1.4 ± 0.3

Tabelle: Aktivitätsbereich einzelner Lebensmittelkategorien. Alle Werte in Bq/kg Frischgewicht.

Erläuterungen zum nachstehenden Box plot: 75% aller Werte befinden sich in der Box. + ist der Mittelwert. Der Median (50% der Werte sind kleiner als dieser Wert) wird durch einen Horizontalstrich in der Box dargestellt. Die Vertikale reicht vom Minimal- bis zum Maximalwert. Werte ausserhalb der Box sind als Ausreisser zu betrachten.



Graphik: Häufigkeitsverteilung der ^{90}Sr -Daten im Vergleich zu den ^{226}Ra -Daten. Die höheren ^{226}Ra -Aktivitäten könnten mit den höheren Aktivitäten in den Kulturböden erklärt werden. Von einer Anreicherung der Radionuklide in den Pflanzen kann dennoch nicht gesprochen werden.

Massnahmen

Aufgrund der vorliegenden Ergebnisse sind keine Massnahmen erforderlich.

Schlussfolgerungen

- Die Belastung von Wurzelgemüsen und Rhabarber mit Radiocäsium ist unterhalb der Detektionsgrenze.
- Radiostrontium kann in allen Gemüsen nachgewiesen werden; Die Werte liegen jedoch unter dem Toleranzwert von 1 Bq/kg.
- Beim Radium handelt es sich um ein natürlich vorkommendes Nuklid der Uranzerfallsreihe. Es wird aus dem Boden aufgenommen und in der Wurzel bzw. im Pflanzenstengel angereichert. Die Werte sind deshalb erhöht, der Grenzwert ist jedoch eingehalten.