



Eidgenössische Kommission für ABC-Schutz
Commission fédérale pour la protection ABC
Commissione federale per la protezione ABC
Federal commission for NBC-Protection

Umsetzung DMK

Höchstgehalte für Radionuklide in Futtermitteln

Arbeitsgruppe Auswertung und Massnahmen KomABC

Genehmigt durch den Bereich A der KomABC
am 5.2.2004

erarbeitet von:

- R. Amsler, BZS
- C. Bajo, Kantonslaboratorium AG
- M. Blättler, NAZ
- F. Cartier, HSK
- D. Guidon, RAP
- K. Hinterberger, BLW
- E. Stoll, HSK
- H.J. Zehnder, FAW

Inhaltsverzeichnis

1. Einleitung	3
2. Allgemeine Bemerkungen zu den bestehenden Höchstwerten der EU und von Deutschland ..	3
3. Herleitung der Höchstgehalte für Futtermittel	4
4. Höchstgehalte für Futtermittel	4
4.1. Höchstgehalte für Futtermittel zur Einhaltung der Grenzwerte in Nahrungsmitteln	5
4.2. Höchstgehalte für Futtermittel zur Einhaltung der Toleranzwerte in Nahrungsmitteln	6
Anhang 1: Ungefährer Zeitraum (in Tagen), nach dem 90 % der Gleichgewichtswerte aufgrund der angegebenen Transferfaktoren erreicht werden	8
Anhang 2: Berechnung der Höchstgehalte für Futtermittel aus den für die produzierten tierischen Nahrungsmitteln geltenden Grenzwerten	9
A 2.1 Berechnung der Höchstgehalte für die Cäsiumisotope	9
A 2.2 Berechnung der Höchstgehalte für die Jodisotope	10
A 2.3 Berechnung der Höchstgehalte für die Strontiumisotope	11
A 2.4 Berechnung der Höchstgehalte für die Plutoniumisotope und Transplutoniumelemente	12

1. Einleitung

In der Schweiz sind keine gesetzlichen Höchstgehalte für Radionuklide in Futtermitteln festgelegt. Für die Abschätzung der Kontamination in Milch und Fleischprodukten ist es allerdings im Ereignisfall wichtig zu wissen, bis zu welcher Nuklidkonzentration Futtermittel noch verfüttert werden können, ohne dass im Produkt die Grenzwerte resp. Toleranzwerte für die Lebensmittel überschritten werden.

Die Arbeitsgruppe Auswertung und Massnahmen der KomABC hat in diesem Papier die von der EU und die in Deutschland definierten Höchstwerte für Futtermittel zusammengestellt. Sie hat aus den Werten von Deutschland entsprechende Höchstgehalte für Futtermittel zur Einhaltung der schweizer Grenz- bzw. Toleranzwerte in Nahrungsmitteln gemäss Fremd- und Inhaltsstoffverordnung (FIV) abgeleitet. Diese abgeleiteten Höchstgehalte sollen der EOR im Ereignisfall als Beurteilungsgrundlage dienen, bis zu welcher Kontamination Futtermittel noch verfüttert werden können.

2. Allgemeine Bemerkungen zu den bestehenden Höchstwerten der EU und von Deutschland

Die EU hat Höchstwerte nur für Cäsium in Futtermitteln festgelegt¹. Daneben hat die deutsche Strahlenschutzkommission ebenfalls Höchstwerte in Futtermitteln für Cs, I, Sr, Am und Pu abgeschätzt.² Auch im deutschen Massnahmenkatalog sind Höchstwerte aufgeführt.³ Die SSK bezieht ihre Angaben über die Höchstwerte auf das Trockengewicht, im deutschen Massnahmenkatalog werden entsprechende Werte für frisches Weidegras aufgeführt.

Während bei der Publikation der SSK und im deutschen Massnahmenkatalog die Ableitungen der Werte nachvollzogen werden können, ist sie bei den EU-Werten unklar. Es ist davon auszugehen, dass die EU relativ einfach handhabbare Werte wollte.

Die EU-Werte sind im Vergleich zu den SSK-Werten und den Werten aus dem deutschen Massnahmenkatalog folgendermassen zu interpretieren:

- Die EU hat sich ausdrücklich auf Höchstwerte für Cäsium beschränkt, da bei einem Ereignis mit einem Nuklidgemisch das Cäsium längerfristig das kritischste Nuklid sein wird. Bei Vergleich mit den Werten aus dem deutschen Massnahmenkatalog zeigt sich jedoch, dass in der Anfangsphase das Jod in der Milch wahrscheinlich das kritischste Nuklid sein wird und man sich nicht nur auf die Cs-Werte verlassen kann. Es ist daher angebracht, neben den offiziellen EU-Werten für Cs vor allem in der Anfangsphase auch die Jodhöchstwerte der SSK zu berücksichtigen, damit keine Milch produziert wird, deren Aktivität über dem Grenzwert liegt.
- Die EU-Höchstwerte beziehen sich auf den verzehrbereiten Zustand, d.h. die EU macht keine Unterscheidung zwischen Frisch- und Trockenfutter. Unter dieser Annahme sind die EU-Höchstwerte bei Frischfutter höher als diejenigen des deutschen Massnahmenkatalogs. Dies dürfte darauf zurückzuführen sein, dass die EU davon ausgegangen ist, dass nicht sämtliches Futtermittel, das verfüttert wird, auf dem Niveau des Höchstwertes kontaminiert sein wird. Falls dies doch der Fall ist, ist man mit den tieferen Werten des deutschen Massnahmenkatalogs auf der sicheren Seite.

¹ Verordnung (Euratom) Nr. 770/90 der Kommission vom 29. März 1990 zur Festlegung von Höchstwerten an Radioaktivität in Futtermitteln im Falle eines nuklearen Unfalls oder einer anderen radiologischen Notstandssituation.

² Zur Festlegung von Höchstwerten an Radioaktivität in Futtermitteln im Falle eines nuklearen Unfalls oder einer anderen radiologischen Notstandssituation. Empfehlungen der SSK 1988/89, Band 15.

³ Übersicht über Massnahmen zur Verringerung der Strahlenexposition nach Ereignissen mit nicht unerheblichen radiologischen Auswirkungen (Massnahmenkatalog), Bundesamt für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit, Oktober 1999

3. Herleitung der Höchstgehalte für Futtermittel

Die Werte wurden von der SSK bzw. im deutschen Massnahmenkatalog folgendermassen hergeleitet:

$$HG_{FM} = GW_{NM} / (\text{Verzehrmenge} \cdot TF_{FM-NM})$$

HG_{FM} Höchstgehalt Futtermittel (Bq/kg)

GW_{NM} Grenzwert Nahrungsmittel (Bq/kg)

Verzehrmenge Tägliche Verzehrmenge (kg/Tag)

TF_{FM-NM} Transferfaktor Futter - Nahrungsmittel (d/kg) im Gleichgewichtszustand (siehe Anhang 1)

Die einzelnen berechneten Höchstwerte für Futtermittel sind im Anhang 2 mit den zu Grunde liegenden Transferfaktoren und Futtermengen für Cs-137, I-131, Sr-90 und die Alphastrahler Pu-239 und Am-241 aufgeführt. Die Tierprodukte wurden aufgrund der Fütterung (entweder hauptsächlich Frischgras oder hauptsächlich Krafffutter) in zwei Gruppen unterteilt. Die hergeleiteten Höchstgehalte beziehen sich demzufolge konkret entweder auf Frischgras bzw. Krafffutter.

Für die Schweiz wurden mit obiger Formel entsprechende Höchstgehalte für Futtermittel abgeleitet und neben den deutschen Werten im Anhang 2 aufgeführt. Die Unterschiede zu den deutschen Werten ergeben sich aus den unterschiedlichen Futtermengen.

4. Höchstgehalte für Futtermittel

Aus den berechneten Höchstgehalten für Futtermittel in der Schweiz zur Einhaltung der Grenzwerte in Nahrungsmitteln im Anhang 2 wurden durch Runden empfohlene Höchstgehalte für Frischgras/Heu und Krafffutter abgeleitet und in Kapitel 4.1 tabellarisch zusammengestellt. Analog wurden auch Höchstgehalte für Futtermittel zur Einhaltung der Toleranzwerte in Nahrungsmitteln abgeleitet und in Kapitel 4.2 aufgelistet.

Bei der Milchproduktion sowie bei der Produktion von Kuh-, Ziegen-, Schaf- und Lammfleisch wurde von hauptsächlichlicher Fütterung mit Gras/Heu ausgegangen. Bei der Produktion von Rind-, Kalb-, Schweine-, Hühnerfleisch und Hühnereiern wurde hauptsächlichliche Fütterung mit Krafffutter angenommen (siehe Anhang 2).

Alle in den Tabellen 1,2,4 und 5 aufgelisteten Höchstgehalte gelten, wie in der Fremd- und Inhaltsstoffverordnung (FIV), für die jeweilige Radionuklidgruppe. Innerhalb der Nuklidgruppe gelten sie für die Summe der gemessenen Aktivitäten.

4.1. Höchstgehalte für Futtermittel zur Einhaltung der Grenzwerte in Nahrungsmitteln

Die abgeleiteten Höchstgehalte für Futtermittel zur Einhaltung der Grenzwerte in Nahrungsmitteln sind für die Strontiumisotope sowie die Alphastrahler sehr hoch, da die Transferfaktoren sehr klein sind. Die Freigrenzen nach StSV werden bei diesen Nukliden massiv überschritten. Diese theoretischen Werte werden hier nur aufgeführt, um zu zeigen, dass Strontium und Alphastrahler wegen der tiefen Transferfaktoren eigentlich kein Problem für die Nahrungsmittel darstellen. Von der Handhabung der Futtermittel her, müssten die Futtermittel aber aufgrund der StSV schon längst als radioaktiver Abfall separat entsorgt werden.

Tabelle 1: Empfohlene Höchstgehalte für Frischgras (Bq/kg) zur Einhaltung der Grenzwerte in den entsprechenden tierischen Nahrungsmitteln bei hauptsächlicher Fütterung mit Frischgras

tierische Lebensmittel	Cs-Isotope	Jod-Isotope	Sr-Isotope	Pu-239 und Am-241 ²⁾
Kuhmilch	1500	1250	500	8000 ¹⁾
Schaf-, Ziegenmilch	1250	150	500	350'000 ¹⁾
Kuhfleisch	250	4000	10'000	150'000 ¹⁾
Schaf-, Ziegenfleisch	500	50'000	20'000	60'000 ¹⁾
Lammfleisch	200	20'000	25'000	--

1) Grösser als die Bewilligungsgrenze: Der berechnete Wert ist so hoch, dass 1 kg Futtermittel solcher Aktivität nur in einem Arbeitsbereich gemäss Art. 69 Abs. 3 StSV gehandhabt werden kann. Folglich sind solche Höchstgehalte in der Praxis nicht anwendbar.

2) Gruppe gilt für alle Plutoniumisotope und Transplutoniumelemente

Bei der Verwendung von Heu ist als Höchstgehalt der 5-fache Wert wie für Frischgras zu verwenden, da die Futtermenge dann nur etwa ein Fünftel der Frischgrasmenge beträgt.

Tabelle 2: Empfohlene Höchstgehalte für Kraftfutter (Bq/kg) zur Einhaltung der Grenzwerte in den entsprechenden tierischen Nahrungsmitteln bei hauptsächlicher Fütterung mit Kraftfutter

tierische Lebensmittel	Cs-Isotope	Jod-Isotope	Sr-Isotope	Pu-239 und Am-241 ²⁾
Rindfleisch	5000	60'000	150'000 ¹⁾	2'500'000 ¹⁾
Kalbfleisch	1500	300'000	150'000 ¹⁾	800'000 ¹⁾
Schweinefleisch	1000	250'000	150'000 ¹⁾	3'300'000 ¹⁾
Hühnerfleisch	2000	1'500'000 ¹⁾	150'000 ¹⁾	70'000 ¹⁾
Hühnereier	50'000	6000	20'000	--

1) Grösser als die Bewilligungsgrenze: Der berechnete Wert ist so hoch, dass 1 kg Futtermittel solcher Aktivität nur in einem Arbeitsbereich gemäss Art. 69 Abs. 3 StSV gehandhabt werden kann. Folglich sind solche Höchstgehalte in der Praxis nicht anwendbar.

2) Gruppe gilt für alle Plutoniumisotope und Transplutoniumelemente

Aus den Tabellen 1 und 2 lässt sich beim Vergleich mit den Grenzwerten in der FIV (siehe Tabelle 3) folgende Faustregel ableiten:

Wenn bei den Cäsium- und Jodisotopen für die Futtermittel der gleiche Wert wie der entsprechende Grenzwert nach FIV beim damit produzierten tierischen Produkt verwendet wird, ist man in der Regel auf der sicheren Seite. Diese Regel gilt allerdings nicht bei der Produktion von Fleisch durch Verfütterung von Frischgras/Heu.

Tabelle 3: Grenzwerte nach FIV in Bq/kg. Diese Werte können in einer ersten Näherung auch als Höchstgehalte für die Futtermittel zur Produktion des entsprechenden tierischen Lebensmittels verwendet werden.

Tierisches Produkt	Cs-Isotope	Jod-Isotope
Milch (Flüssige Lebensmittel)	1000	500
Fleisch (Lebensmittel allgemein)	1250	2000

4.2. Höchstgehalte für Futtermittel zur Einhaltung der Toleranzwerte in Nahrungsmitteln

Tabelle 4: Empfohlene Höchstgehalte für Frischgras (Bq/kg) zur Einhaltung der Toleranzwerte in den entsprechenden tierischen Nahrungsmitteln bei hauptsächlicher Fütterung mit Frischgras

tierische Lebensmittel	Cs-Isotope	Jod-Isotope	Sr-Isotope	Pu-239 und Am-241 ²⁾
Kuhmilch	15	30	4	40
Schaf-, Ziegenmilch	10	4	5	2000 ¹⁾
Kuhfleisch	3	20	15	200
Schaf-, Ziegenfleisch	5	250	25	80
Lammfleisch	2	100	35	--

1) Grösser als die Bewilligungsgrenze: Der berechnete Wert ist so hoch, dass 1 kg Futtermittel solcher Aktivität nur in einem Arbeitsbereich gemäss Art. 69 Abs. 3 StSV gehandhabt werden kann. Folglich sind solche Höchstgehalte in der Praxis nicht anwendbar.

2) Gruppe gilt für alle Plutoniumisotope und Transplutoniumelemente

Bei der Verwendung von Heu ist als Höchstgehalt der 5-fache Wert wie für Frischgras zu verwenden, da die Futtermenge dann nur etwa ein Fünftel der Frischgrasmenge beträgt.

Tabelle 5: Empfohlene Höchstgehalte für Kraftfutter (Bq/kg) zur Einhaltung der Toleranzwerte in den entsprechenden tierischen Nahrungsmitteln bei hauptsächlichlicher Fütterung mit Kraftfutter

tierische Lebensmittel	Cs-Isotope	Jod-Isotope	Sr-Isotope	Pu-239 und Am-241 ²⁾
Rindfleisch	40	300	200	3000 ¹⁾
Kalbfleisch	15	1500	250	1000 ¹⁾
Schweinefleisch	10	1250	200	4000 ¹⁾
Hühnerfleisch	20	8'000	250	100
Hühnereier	400	30	30	--

- 1) Grösser als die Bewilligungsgrenze: Der berechnete Wert ist so hoch, dass 1 kg Futtermittel solcher Aktivität nur in einem Arbeitsbereich gemäss Art. 69 Abs. 3 StSV gehandhabt werden kann. Folglich sind solche Höchstgehalte in der Praxis nicht anwendbar.
- 2) Gruppe gilt für alle Plutoniumisotope und Transplutoniumelemente

Anhang 1:

Ungefährer Zeitraum (in Tagen), nach dem 90 % der Gleichgewichtswerte (hier Grenzwerte Lebensmittel) aufgrund der in Anhang 2 angegebenen Transferfaktoren erreicht werden:

Nahrungsmittel	Cäsium (Tage)	Iod (Tage)	Strontium (Tage)
Kuhmilch	10	3	10
Schaf-, Ziegenmilch	10	3	10
Kuhfleisch	90	20	20
Rindfleisch	150	20	20
Kalbfleisch	90	20	20
Schweinefleisch	100	20	20
Schaf-, Ziegenfleisch	120	20	20
Lammfleisch	60	20	20
Hühnerfleisch	60	20	5
Hühnereier	30	20	20

Lit.: Zur Festlegung von Höchstwerten an Radioaktivität in Futtermitteln im Falle eines nuklearen Unfalls oder einer anderen radiologischen Notstandssituation. Empfehlungen der SSK 1988/89, Band 15.

Anhang 2: Berechnung der Höchstgehalte für Futtermittel aus den für die produzierten tierischen Nahrungsmitteln geltenden Grenzwerten

A 2.1 Berechnung der Höchstgehalte für die Cäsiumisotope

Tabelle 6: Berechnung der Cs-Höchstgehalte beim Frischgras in Abhängigkeit des produzierten Nahrungsmittels

Nahrungsmittel	Grenzwert Nahrungsmittel ¹⁾ (Bq/kg)	Transferfaktor Futter-Nahrungsmittel ²⁾ (d/l, d/kg)	Maximale Zufuhr pro Tag ²⁾ (Bq/d)	Futtermenge Frischgras (kg/d)		Berechnete Höchstwerte in Frischgras (Bq/kg)		Höchstwerte EU ⁴⁾ (Cs-134 und Cs-137) (Bq/kg)
				D ³⁾	CH ⁵⁾	D ³⁾	CH	
Kuhmilch	1000	0.005	$2.0 \cdot 10^5$	65	120	3100	1700	5000
Schaf-, Ziegenmilch	1000	0.06	$1.6 \cdot 10^4$	9	13	1900	1300	2500
Kuhfleisch	1250	0.03	$4.1 \cdot 10^4$	65	120	640	350	5000
Schaf-, Ziegenfleisch	1250	0.15	$8.3 \cdot 10^3$	9	13	930	640	2500
Lammfleisch	1250	0.6	$2.0 \cdot 10^3$		8.7		240	2500

Tabelle 7: Berechnung der Cs-Höchstgehalte beim Kraftfutter in Abhängigkeit des produzierten Nahrungsmittels

Nahrungsmittel	Grenzwert Nahrungsmittel ¹⁾ (Bq/kg)	Transferfaktor Futter-Nahrungsmittel ²⁾ (d/l, d/kg)	Maximale Zufuhr pro Tag ²⁾ (Bq/d)	Futtermenge Kraftfutter (kg/d) D/CH ²⁾	Berechnete Höchstwerte in Kraftfutter (Bq/kg) D/CH ²⁾	Höchstwerte EU ⁴⁾ (Cs-134 und Cs-137) (Bq/kg)
Kalbfleisch	1250	0.4	$3.1 \cdot 10^3$	2	1600	2500
Schweinefleisch	1250	0.4	$3.1 \cdot 10^3$	2.5	1200	1250
Hühnerfleisch	1250	4.5	$2.7 \cdot 10^2$	0.12	2200	2500
Hühnereier	1250	0.2	$6.2 \cdot 10^3$	0.12	51'000	2500

- 1) Grenzwerte nach Fremd- und Inhaltsstoffverordnung (Diese entsprechen den EU-Grenzwerten)
- 2) Zur Festlegung von Höchstwerten an Radioaktivität in Futtermitteln im Falle eines nuklearen Unfalls oder einer anderen radiologischen Notstandssituation. Empfehlungen der SSK 1988/89, Band 15.
- 3) Übersicht über Massnahmen zur Verringerung der Strahlenexposition nach Ereignissen mit nicht unerheblichen radiologischen Auswirkungen (Massnahmenkatalog), Bundesamt für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit, Oktober 1999, S.8-66
- 4) Verordnung (Euratom) Nr. 770/90 der Kommission vom 29. März 1990 zur Festlegung von Höchstwerten an Radioaktivität in Futtermitteln im Fall eines nuklearen Unfalls oder einer anderen radiologischen Notstandssituation.
- 5) Angaben RAP (Eidg. Forschungsanstalt für Nutztiere). Da in der Schweiz bei Frischgras von einem Trockensubstanzanteil von 15 % anstatt 20-25 % wie in Deutschland ausgegangen wird, wurden die Futtermengen an Frischgras in der Schweiz entsprechend angepasst. In der Schweiz besteht die Futtermittellieferung von Milchkuhen zum grössten Teil aus Gras oder Heu und anderen Raufuttermitteln, während in Deutschland etwa 50 % der Futtermenge durch Kraftfutter abgedeckt werden.

A 2.2 Berechnung der Höchstgehalte für die Jodisotope

Tabelle 8: Berechnung der Jod-Höchstgehalte beim Frischgras in Abhängigkeit des produzierten Nahrungsmittels

Nahrungsmittel	Grenzwert Nahrungsmittel ¹⁾ (Bq/kg)	Transferfaktor Futter-Nahrungsmittel ²⁾ (d/l, d/kg)	Maximale Zufuhr pro Tag ²⁾ (Bq/d)	Futtermenge Frischgras (kg/d)		Berechnete Höchstwerte ⁶⁾ in Frischgras (Bq/kg)	
				D ³⁾	CH ⁵⁾	D ³⁾	CH
Kuhmilch	500	0.003	$1.6 \cdot 10^5$	65	120	2600	1400
Schaf-, Ziegenmilch	500	0.2	$2.5 \cdot 10^3$	9	13	280	190
Kuhfleisch	2000	0.004	$5.0 \cdot 10^5$	65	120	7700 ⁴⁾	4200
Schaf-, Ziegenfleisch	2000	0.003	$6.6 \cdot 10^5$	9	13	75'000 ⁴⁾	51'000
Lammfleisch	2000	0.01	$2.0 \cdot 10^5$		8.7		23'000

Tabelle 9: Berechnung der Jod-Höchstgehalte beim Kraftfutter in Abhängigkeit des produzierten Nahrungsmittels

Nahrungsmittel	Grenzwert Nahrungsmittel ¹⁾ (Bq/kg)	Transferfaktor Futter-Nahrungsmittel ²⁾ (d/l, d/kg)	Maximale Zufuhr pro Tag ²⁾ (Bq/d)	Futtermenge Kraftfutter (kg/d)	Berechnete Höchstwerte ⁶⁾ in Kraftfutter (Bq/kg)
				D/CH ²⁾	D/CH ²⁾
Rindfleisch	2000	0.004	$5.0 \cdot 10^5$	8	62'500
Kalbfleisch	2000	0.003	$6.6 \cdot 10^5$	2	330'000
Schweinefleisch	2000	0.003	$6.6 \cdot 10^5$	2.5	260'000
Hühnerfleisch	2000	0.01	$2.0 \cdot 10^5$	0.12	1'700'000
Hühnereier	2000	2.8	$7.1 \cdot 10^2$	0.12	6'000

- 1) Grenzwerte nach Fremd- und Inhaltsstoffverordnung (Diese entsprechen den EU-Grenzwerten)
- 2) Zur Festlegung von Höchstwerten an Radioaktivität in Futtermitteln im Falle eines nuklearen Unfalls oder einer anderen radiologischen Notstandssituation. Empfehlungen der SSK 1988/89, Band 15.
- 3) Übersicht über Massnahmen zur Verringerung der Strahlenexposition nach Ereignissen mit nicht unerheblichen radiologischen Auswirkungen (Massnahmenkatalog), Bundesamt für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit, Oktober 1999, S. 8-66
- 4) Im deutschen Massnahmenkatalog (Oktober 1999) sind die Werte eigentlich um den Faktor 5 höher, da eine Lagerzeit von 20 Tagen zwischen Schlachtung und Verzehr berücksichtigt wurde.
- 5) Angaben RAP (Eidg. Forschungsanstalt für Nutztiere). Da in der Schweiz bei Frischgras von einem Trockensubstanzanteil von 15 % anstatt 20-25 % wie in Deutschland ausgegangen wird, wurden die Futtermengen an Frischgras in der Schweiz entsprechend angepasst. In der Schweiz besteht die Futtermittellieferung von Milchkuhen zum grössten Teil aus Gras oder Heu und anderen Raufuttermitteln, während in Deutschland etwa 50 % der Futtermenge durch Kraftfutter abgedeckt werden.
- 6) Hinweis: Die berechneten Höchstwerte berücksichtigen den Aktivitätsabfall zwischen Melken und Milchverzehr bzw. Schlachten und Fleischverzehr nicht. Bei den kurzlebigen Iodnukliden kann deshalb vor allem beim Fleisch der Wert für die maximale Futtermittelkontamination aufgrund vom tatsächlichen Zeitraum zwischen Schlachten und Verzehr und der Aktivitätsabnahme in diesem Zeitraum erhöht werden.

A 2.3 Berechnung der Höchstgehalte für die Strontiumisotope

Tabelle 10: Berechnung der Sr-Höchstgehalte beim Frischgras in Abhängigkeit des produzierten Nahrungsmittels

Nahrungsmittel	Grenzwert Nahrungsmittel ¹⁾ (Bq/kg)	Transferfaktor Futter-Nahrungsmittel ²⁾ (d/l, d/kg)	Maximale Zufuhr pro Tag ²⁾ (Bq/d)	Futtermenge Frischgras (kg/d)		Berechnete Höchstwerte in Frischgras (Bq/kg)	
				D ³⁾	CH ⁴⁾	D ³⁾	CH
Kuhmilch	125	0.002	$6.2 \cdot 10^4$	65	120	960	520
Schaf-, Ziegenmilch	125	0.014	$8.9 \cdot 10^3$	9	13	990	690
Kuhfleisch	750	0.0006	$1.2 \cdot 10^6$	65	120	19'000	10'000
Schaf-, Ziegenfleisch	750	0.003	$2.5 \cdot 10^5$	9	13	30'000	20'000
Lammfleisch	750	0.003	$2.5 \cdot 10^5$		8.7		29'000

Tabelle 11: Berechnung der Sr-Höchstgehalte beim Krafffutter in Abhängigkeit des produzierten Nahrungsmittels

Nahrungsmittel	Grenzwert Nahrungsmittel ¹⁾ (Bq/kg)	Transferfaktor Futter-Nahrungsmittel ²⁾ (d/l, d/kg)	Maximale Zufuhr pro Tag ²⁾ (Bq/d)	Futtermenge Krafffutter (kg/d) D/CH ²⁾	Berechnete Höchstwerte in Krafffutter (Bq/kg)
					D/CH ²⁾
Rindfleisch	750	0.0006	$1.2 \cdot 10^6$	8	150'000
Kalbfleisch	750	0.002	$3.7 \cdot 10^5$	2	190'000
Schweinefleisch	750	0.002	$3.7 \cdot 10^5$	2.5	150'000
Hühnerfleisch	750	0.035	$2.1 \cdot 10^4$	0.12	180'000
Hühnereier	750	0.3	$2.5 \cdot 10^3$	0.12	21'000

1) Grenzwerte nach Fremd- und Inhaltsstoffverordnung (Diese entsprechen den EU-Grenzwerten)

2) Zur Festlegung von Höchstwerten an Radioaktivität in Futtermitteln im Falle eines nuklearen Unfalls oder einer anderen radiologischen Notstandssituation. Empfehlungen der SSK 1988/89, Band 15.

3) Übersicht über Massnahmen zur Verringerung der Strahlenexposition nach Ereignissen mit nicht unerheblichen radiologischen Auswirkungen (Massnahmenkatalog), Bundesamt für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit, Oktober 1999, S.8-66

4) Angaben RAP (Eidg. Forschungsanstalt für Nutztiere). Da in der Schweiz bei Frischgras von einem Trockensubstanzanteil von 15 % anstatt 20-25 % wie in Deutschland ausgegangen wird, wurden die Futtermengen an Frischgras in der Schweiz entsprechend angepasst. In der Schweiz besteht die Futtermenge von Milchkühen zum grössten Teil aus Gras oder Heu und anderen Raufuttermitteln, während in Deutschland etwa 50 % der Futtermenge durch Krafffutter abgedeckt werden.

A 2.4 Berechnung der Höchstgehalte für die Plutoniumisotope und Transplutoniumelemente (Alphastrahler insbesondere Am-241 und Pu-239 ³⁾)

Tabelle 12: Berechnung der Höchstgehalte für die Plutoniumisotope und Transplutoniumelemente beim Frischgras in Abhängigkeit des produzierten Nahrungsmittels

Nahrungsmittel	Grenzwert Nahrungsmittel ¹⁾ (Bq/kg)	Transferfaktor Futter-Nahrungsmittel ²⁾ (d/l, d/kg)	Maximale Zufuhr pro Tag ²⁾ (Bq/d)	Futtermenge Frischgras (kg/d) CH ⁴⁾	Berechnete Höchstwerte in Frischgras (Bq/kg) CH
Kuhmilch	20	$2.0 \cdot 10^{-5}$	$1.0 \cdot 10^6$	120	8300
Ziegenmilch	20	$4.0 \cdot 10^{-6}$	$5.0 \cdot 10^6$	13	380'000
Kuhfleisch	80	$4.0 \cdot 10^{-6}$	$2.0 \cdot 10^7$	120	170'000
Schaf-, Ziegenfleisch	80	$1.0 \cdot 10^{-4}$	$8.0 \cdot 10^5$	13	62'000

Tabelle 13: Berechnung der Höchstgehalte für die Plutoniumisotope und Transplutoniumelemente beim Kraftfutter in Abhängigkeit des produzierten Nahrungsmittels

Nahrungsmittel	Grenzwert Nahrungsmittel ¹⁾ (Bq/kg)	Transferfaktor Futter-Nahrungsmittel ²⁾ (d/l, d/kg)	Maximale Zufuhr pro Tag ²⁾ (Bq/d)	Futtermenge Kraftfutter (kg/d) D/CH ²⁾	Berechnete Höchstwerte in Frischgras (Bq/kg) D/CH ²⁾
Rindfleisch	80	$4.0 \cdot 10^{-6}$	$2.0 \cdot 10^7$	8	2'500'000
Schweinefleisch	80	$4.0 \cdot 10^{-5}$	$2.0 \cdot 10^6$	2.5	800'000
Hühnerfleisch	80	$2.0 \cdot 10^{-4}$	$4.0 \cdot 10^5$	0.12	3'300'000
Hühnereier	80	$9.0 \cdot 10^{-3}$	$8.8 \cdot 10^3$	0.12	73'000

- 1) Grenzwerte nach Fremd- und Inhaltsstoffverordnung (Diese entsprechen den EU-Grenzwerten)
- 2) Zur Festlegung von Höchstwerten an Radioaktivität in Futtermitteln im Falle eines nuklearen Unfalls oder einer anderen radiologischen Notstandssituation. Empfehlungen der SSK 1988/89, Band 15.
- 3) Für Plutonium wurden in 2) der Einfachheit halber die gleichen maximalen Futtermittelkonzentrationen übernommen wie für Americium, obwohl die Transferfaktoren für Plutonium gemäss 2) geringfügig kleiner sind als bei Americium.
- 4) Angaben RAP (Eidg. Forschungsanstalt für Nutztiere). Da in der Schweiz bei Frischgras von einem Trockensubstanzanteil von 15 % anstatt 20-25 % wie in Deutschland ausgegangen wird, wurden die Futtermengen an Frischgras in der Schweiz entsprechend angepasst. In der Schweiz besteht die Futtermenge von Milchkühen zum grössten Teil aus Gras oder Heu und anderen Raufuttermitteln, während in Deutschland etwa 50 % der Futtermenge durch Kraftfutter abgedeckt werden.