



Gesellschaft für
Reaktorsicherheit (GRS) mbH

Zusammenstellung von Transferfaktoren und ökologischen Parametern zur Berechnung des Radionuklid- transports durch Nahrungsketten

H. Biesold und P. Handge



Gesellschaft für
Reaktorsicherheit (GRS) mbH

Zusammenstellung von Transferfaktoren
und ökologischen Parametern
zur Berechnung des Radionuklid-
transports durch Nahrungsketten

Harald Biesold und Peter Handge

GRS-75 (Dezember 1989)
ISBN 3-923875-25-8

For ecological parameters such as yield, growth time, storage time, and the crops' water and carbon content, national statistics and handbooks of agricultural practise were used.

ZUSAMMENFASSUNG

Im Zusammenhang mit der Erstellung einer "Allgemeinen Verwaltungsvorschrift zu § 45 Strahlenschutzverordnung (StrlSchV)", die bei der Ermittlung von Strahlenexpositionen durch die Ableitung radioaktiver Stoffe aus kerntechnischen Anlagen und Einrichtungen im Rahmen des atomrechtlichen Genehmigungsverfahrens in der Bundesrepublik Deutschland anzuwenden ist, werden hier die Transferfaktoren Boden/Vegetation, Futter/Milch und Futter/Fleisch sowie einige ökologische Parameter des dem Entwurf der Verwaltungsvorschrift zugrundeliegenden Radioökologiemodells zusammengestellt.

Zur Bewertung der Transferfaktoren Boden/Vegetation, Futter/Milch und Futter/Fleisch wurden die Ergebnisse nationaler und internationaler wissenschaftlicher Untersuchungen sowie zusammenfassende Darstellungen zum Gehalt von Spurenelementen im Boden und Bewuchs herangezogen. Dabei wurden insbesondere die Ergebnisse neuerer Untersuchungen bis einschließlich 1988, teilweise bis 1989 ausgewertet.

Für die ökologischen Kenngrößen wie Ertrag, Kulturdauer, Lagerzeit, Wasser- und Kohlenstoffgehalt landwirtschaftlicher Nutzpflanzen wurden die Angaben aus nationalen Statistiken und landwirtschaftlichen Handbüchern zusammengestellt.

ABSTRACT

In connection with establishing the administrative guidelines "Allgemeinen Verwaltungsvorschrift zu § 45 Strahlenschutzverordnung (StrlSchV)" to be used, within the framework of the licensing procedure in the German Federal Republic for assessing exposure due to releases of radioactive materials from nuclear facilities and installations, transferfactors for soil/plant, feed/milk, and feed/meat will be summarized here as well as ecological parameters of the radioecological model appearing in the guidelines.

Individual results of national and international scientific studies as well as presentations in summary were taken into account. Thereby, in particular, results of recent investigations through 1988 inclusively, and partially till 1989 were evaluated.

For ecological parameters such as yield, growth time, storage time, and the crops' water and carbon content, national statistics and handbooks of agricultural practise were used.

INHALT

	Seite
1. VORBEMERKUNG	1
2. TRANSFERFAKTOREN BODEN/VEGETATION, FUTTER/MILCH UND FUTTER/FLEISCH	3
2.1 Transferfaktoren Boden/Weidevegetation und Boden/ pflanzliche Produkte	3
2.2 Transferfaktoren Futter/Milch und Futter/Fleisch	5
3. LANDWIRTSCHAFTLICHE UND ÖKOLOGISCHE KENNGRÖSSEN	6
3.1 Ertrag bzw. Bewuchsdichte	6
3.2 Wasseranteil der Pflanzenfeuchtmasse	7
3.3 Massenanteil des Kohlen- und Wasserstoffs an der gesamten Pflanzenmasse	8
3.4 Zeit, in der die Pflanzen während der Wachstumsperiode der Abluftfahne ausgesetzt sind	9
3.5 Zeit zwischen Produktion und Verbrauch von Nahrungs- und Futtermitteln	10
4. TABELLEN	11
5. LITERATUR	47

1. VORBEMERKUNG

Die Ingestion radioaktiv kontaminierter Lebensmittel ist ein wichtiger Expositionspfad, der nach § 45 StrlSchV bei der Berechnung der Strahlenexposition durch aus kerntechnischen Anlagen abgeleitete Radionuklide berücksichtigt werden muß. Der Transport der Radionuklide in terrestrischen und aquatischen Nahrungsketten wird dabei mit einem mathematischen Modell beschrieben (z.B. /SSK 89/), das die Umwelt stark vereinfacht in nur wenige Kompartments gliedert. Die Gründe dafür sind einerseits die Begrenztheit des Wissens über die realen Abläufe in einem Ökosystem und andererseits die Absicht, durch eine beschränkte Anzahl von Parametern die Fehlerbreite bei der Berechnung möglichst gering zu halten, da verfeinerte Modelle mit zusätzlichen Parametern die Fehlerbreite nach dem Fehlerfortpflanzungsgesetz erheblich vergrößern /FEL 89/.

Zur Berechnung der Radionuklidkonzentration in Weidevegetation und pflanzlichen Nahrungsmitteln, Milch und Fleisch fordert das Modell pflanzen- und elementspezifische Faktoren. In bezug auf den Transfer Boden/Bewuchs, Futter/Milch und Futter/Fleisch ist das Radioökologie-Modell dabei ein statisches Modell, da davon ausgegangen wird, daß die Übergangsfaktoren in der Nahrungskette für das hier betrachtete Modellökosystem einen konstanten Wert haben. In diesem Bericht werden folgende Faktoren und Parameter des Radioökologiemodells nach /SSK 89/ betrachtet:

$T_r^{Pf,Wd}$ Transferfaktor Boden/Weidegras bzw. -/pflanzliche Produkte. (Verhältnis der Konzentration eines Elements in der Vegetation /Feuchtmasse = FM/ zu der im Boden /Trockenmasse = TM/).

T_r^{Mi} Transferfaktor Futter/Milch. (Anteil der täglichen Elementaufnahme, der in 1 kg Milch ausgeschieden wird).

T_r^{Fi} Transferfaktor Futter/Fleisch (Rind). (Anteil der täglichen Elementaufnahme, der in 1 kg Fleisch wiedergefunden wird).

- Y^n Ertragsdichte (FM), Ertrag bzw. Pflanzenmasse pro Flächeinheit.
- f_W^n Wasseranteil an der Pflanzenfrischmasse.
- $f_{C,H}^n$ Massenanteil des Kohlen- und Wasserstoffs an der gesamten Pflanzenmasse (FM).
Anteil Wasserstoff und Kohlenstoff aus dem freien Zellwasser und dem organischen Material.
- t_e^n Zeit, in der die Pflanzen während der Wachstumsperiode der Abluftfahne ausgesetzt sind.
- t_v^n Zeit zwischen Produktion und Verbrauch von Nahrungs- bzw. Futtermitteln.

Die vorliegende Zusammenstellung gibt den Stand der Diskussionen zu den o.a. Parametern im Ausschuß "Radioökologie" der Strahlenschutzkommission (SSK) wieder, wobei neuere Erkenntnisse und nationale und internationale Ergebnisse von Experimenten und Untersuchungen bis einschließlich 1988, teilweise bis 1989 berücksichtigt wurden.

Für eine Reihe von Transferfaktoren liegen seit der Bekanntmachung in /BMI 79/ keine neuen Werte vor, die Änderungen notwendig machen. In diesem Fall werden die Werte (gerundet) nach /BMI 79/ übernommen.

Durch die Fülle der Daten bedingt, kann es einerseits kaum eine vollständige Darstellung geben. Andererseits ist für eine Reihe von Elementen die Datenbasis schmal, was vor allem für radiologisch nicht relevante Nuklide gilt.

Die angegebenen Werte der Transferfaktoren können auch dazu dienen, Radionuklide zu identifizieren, die für die Ermittlung der Strahlenexposition bei Emissionen aus kerntechnischen Anlagen von entscheidender Bedeutung sind, um dann ggf. standortspezifische Untersuchungen durchzuführen.

2. TRANSFERFAKTOREN BODEN/VEGETATION, FUTTER/MILCH
UND FUTTER/FLEISCH

2.1 Transferfaktoren Boden/Weidevegetation (T_r^{Wd}) und Boden/
pflanzliche Produkte (T_r^{Pf})

Die Aufnahme von Nukliden in die Pflanze wird von zahlreichen Prozessen und Faktoren beeinflusst. Wichtige Größen sind neben der Pflanzenspezies u.a.:

- physikochemische Form der Nuklide,
- pflanzeninterne Verteilung (Translokation) der Nuklide,
- Bodeneigenschaften,
- Konzentration stabiler Elemente im Boden,
- Dünger und Pflanzenschutzmittel,
- Chelate, sowie die
- Verteilung der Nuklide innerhalb des Bodens.

Durch die Vielzahl der Einflußgrößen bedingt umfassen die Transferfaktoren einen großen Wertebereich. Die Unterscheidung nach Pflanzen für die Ernährung von Mensch bzw. Tier ermöglicht es, das pflanzenspezifische Aneignungsvermögen für Radionuklide zu berücksichtigen, wodurch der Wertebereich der Transferfaktoren wesentlich eingegrenzt wird. Die Trennung der Transferfaktoren bietet darüber hinaus die Möglichkeit, ggf. neuere Erkenntnisse sachgerechter berücksichtigen zu können.

In Tabelle 1 sind die Transferfaktoren Boden/Vegetation getrennt für Weidevegetation und pflanzliche Produkte aufgeführt.

Bei den Werten für Weidevegetation werden die Ergebnisse für Weidegräser verwendet, da entsprechend den Annahmen im Radioökologie-Modell /SSK 89/ das Rind im Sommerhalbjahr auf der Weide frisches Gras, im Winterhalbjahr im Stall Lagerfutter aufnimmt, das im Sommerhalbjahr erzeugt wurde.

Der Transferfaktor Boden/pflanzliche Produkte ergibt sich durch Wichtung der Transferfaktoren für Blattgemüse, Getreide, Kartoffeln und Obst entsprechend den Anteilen der Verzehrsmengen am Gesamtverzehr pflanzlicher Produkte nach /SSK 89/. Ist der Unterschied zwischen dem Transferfaktor für Weidevegetation und dem gewichteten Transferfaktor für pflanzliche Produkte kleiner als der Faktor 3, wird nur der höhere Wert berücksichtigt.

Die Werte in Tabelle 1 stammen von Versuchen mit Radioisotopen in Töpfen oder Lysimetern im Gewächshaus oder Freiland, z.B. /FRI 88, PIM 88, STE 88/ und aus Felduntersuchungen mit natürlichen Radionukliden oder Fallout-Nukliden, z.B. /AUM 87, WIE 83a, KUE 88/.

Wenn Werte für Radionuklide fehlen, werden Ergebnisse zum Transfer stabiler Elemente vom Boden in die Pflanze ausgewertet, z.B. WIE 83a. Für eine Anzahl von Elementen liegen keine auswertbaren Versuche oder Untersuchungen zum Transfer in o.a. Pflanzen vor. In diesem Fall wurden die Elementkonzentrationen in den Pflanzen zu den entsprechenden Konzentrationen im Boden nach Angaben der nationalen und internationalen Literatur, z.B. /BOW 66, DLG 73, SOU 81, KAB 84, EDE 86, FIE 88/, zusammengestellt und das Konzentrationsverhältnis berechnet. Es handelt sich um Abschätzungen, da Pflanzen mit Böden korreliert werden, in denen sie tatsächlich nicht herangewachsen sind.

In diesem Fall, wie auch bei den Ergebnissen der Experimente und Untersuchungen wurden typische, mittlere Werte zusammengestellt, keine extremen Einzelwerte; das gilt in der Regel auch für die Transferfaktoren, die Auswertungen anderer Autoren entnommen wurden.

Soweit keine neuen Ergebnisse seit Bekanntmachung der Transferfaktoren in /BMI 79/ Änderungen notwendig machen, werden die bekannten Werte (gerundet) aus /BMI 79/ übernommen.

2.2 Transferfaktoren Futter/Milch (T_r^{Mi}) und Futter/Fleisch (T_r^{Fl})

Die Transferfaktoren Futter/Milch und Futter/Fleisch sind von einer Vielzahl von Parametern, u.a. von der Absorption der Nuklide über den Magendarmtrakt, der Verteilung der Nuklide innerhalb des tierischen Körpers und der biologischen Halbwertszeit abhängig. Bei Radionukliden kommt noch der Einfluß der physikalischen Halbwertszeit hinzu. Detaillierte Kenntnisse über die einzelnen Parameter liegen nur sehr begrenzt vor, so daß bei der Ermittlung von Strahlenexpositionen über Nahrungsketten im allgemeinen von experimentell ermittelten Transferfaktoren ausgegangen wird. Diese Transferfaktoren wurden unter Verwendung relativ langlebiger und stabiler Nuklide ermittelt, so daß eine Übertragung auf relative kurzlebige Radionuklide zu einer beträchtlichen Überschätzung der Strahlenexposition führen kann. Ganz allgemein läßt sich auf der Basis einfacher Überlegungen feststellen, daß Radionuklide mit Halbwertszeiten ≤ 8 h keine größeren Transferfaktoren Futter/Milch als $2.4 \cdot 10^{-2}$ d/l und Futter/Fleisch als $1.6 \cdot 10^{-3}$ d/kg haben können.

In Tabelle 2 sind die Transferfaktoren Futter/Milch, in Tabelle 3 die Transferfaktoren Futter/Fleisch (Rind) zusammengestellt.

Zur Festlegung der Transferfaktoren wurden maßgeblich nationale Untersuchungen z.B./ FLI 81, WIE 83, HAN 86, VET 86, AUM 87, BEC 87, WAG 87, VOI 88, 89, HAN 89, BON 89/ sowie zusammenfassende Darstellungen der internationalen Literatur wie /NG 82, SIM 82/ verwendet.

Soweit keine neuen Ergebnisse seit Bekanntmachung der Transferfaktoren in /BMI 79/ Änderungen notwendig machen, werden die bekannten Werte (gerundet) aus /BMI 79/ übernommen.

3. LANDWIRTSCHAFTLICHE UND ÖKOLOGISCHE KENNGRÖSSEN

3.1 Ertrag bzw. Bewuchsdichte (Y^n)

In der Tabelle 4 sind die mittleren Erträge von Feldfrüchten, Futterpflanzen, Freilandgemüsen sowie von Obst zusammengestellt. Die korrespondierenden Trockenmassegehalte sind für Feldfrüchte, Freilandgemüse und Obst nach den Angaben über den Wassergehalt im eßbaren Anteil in /SOU 81/ berechnet worden, für Futterpflanzen nach den Angaben in /DLG 73/. Für den Frischweidegrasertrag wurden für den 30-tägigen Weideumtrieb Erfahrungswerte verwendet.

- $n = \text{Bl}$ für Blattgemüse $Y^{\text{Bl}} = 1,6 \text{ kg/m}^2$

Als Referenzwerte für Blattgemüse wurden die mittleren Erträge von Kopfsalat und Spinat nach /STA 87/ berücksichtigt.

- $n = \text{Pf}$ für pflanzliche Produkte ohne Blattgemüse $Y^{\text{Pf}} = 2,4 \text{ kg/m}^2$

Der Ertrag von pflanzlichen Produkten ohne Blattgemüse ergibt sich als Schätzwert aus den Erträgen für Getreide, Kartoffeln, Sproß-, Wurzel und übrigen Gemüsearten sowie Obst. Als mittlere Werte für die Erträge der pflanzlichen Produktgruppen können folgende angesehen werden:

Getreide $0,5 \text{ kg/m}^2$

Kartoffeln
und übriges

Gemüse $3,2 \text{ kg/m}^2$

Obst $1,5 \text{ kg/m}^2$

- $n = \text{Wd}$ für Weidevegetation $Y^{\text{Wd}} = 0,85 \text{ kg/m}^2$

In Tabelle 4 sind die Erträge für Futterpflanzen (in Heuwert) angegeben. Diese Pflanzen sind praktisch ausschließlich als Lagerfutter anzusehen, die als Bei- bzw. Winterfutter dienen.

Der o.a. Wert für den Frischgrasertrag entspricht Erfahrungswerten der Weidewirtschaft, wenn - wie in dem Radioökologiemodell angenommen - die Umtriebszeit für die Weidekuh 30 Tage beträgt.

3.2 Wasseranteil der Pflanzenfeuchtmasse (f_W^n)

Der mittlere Gehalt des freien Wassers der Futterpflanzen, verschiedener Getreide, Blatt-, Sproß-, Knollengemüse sowie Obst sind nach den Angaben in /DLG 73/ und /SOU 81/ in Tabelle 4 aufgeführt. Die Werte für Gemüse, Getreide und Obst beziehen sich dabei auf den eßbaren Teil. Der mittlere Wassergehalt der Weidevegetation wurde nach den Angaben zu frischem Grünfutter in /DLG 73/ berechnet.

- n = Pf für pflanzliche Produkte

$$f_W^{Pf} = 0,60$$

Zur Festlegung eines mittleren Wassergehaltes wurden folgende Gehalte für die Pflanzengruppen berücksichtigt

Getreide 0,13

Obst 0,84

Kartoffeln
und übriges

Gemüse 0,90

Blattgemüse 0,93

- n = Wd für Weidevegetation $f_W^{Wd} = 0,80$

Der Wasseranteil im Grünfutter (frisch) beträgt nach den Angaben in /DLG 73/ je nach Bewirtschaftungstyp, Standort und Schnitt zwischen 0,75 und 0,85. Als mittlerer Wert ergibt sich der Wasseranteil zu 0,80.

3.3 Massenanteil des Kohlen- und Wasserstoffs an der gesamten Pflanzenmasse (f_C^n, f_H^n)

Der Massenanteil des Wasserstoffs an der Pflanzenmasse setzt sich zusammen aus dem Wasserstoff des freien Zellwassers sowie dem in der organischen Substanz gebundenen Wasserstoff. Der Massenanteil des Kohlenstoffs befindet sich praktisch ausschließlich in der organischen Substanz. Die nach Trocknung der Feuchtmasse (FM) verbleibende Pflanzentrockenmasse (TM) besteht im wesentlichen aus Zellulose oder Stärke mit der Summenformel $(C_6H_{10}O_5)_n$. Mit Hilfe dieser Formel sind die in Tabelle 4 angegebenen Massenanteile für Kohlenstoff und gebundenen Wasserstoff bezogen auf die Pflanzenfrischmasse berechnet worden. Der gesamte Massenanteil Wasserstoff an der Pflanzenmasse (FM) ergibt sich als Summe des Anteils H aus dem freien Zellwasser und dem der organischen Substanz.

- f_C^n Massenanteil Kohlenstoff an der Pflanzenmasse

- $n = Wd$ für Weidevegetation $f_C^{Wd} = 0,09$

Der Trockenmasseanteil im Grünfutter beträgt nach Angaben in /DLG 73/ je nach Bewirtschaftungstyp, Standort und Schnitt zwischen 0,15 und 0,25. Bei einem mittleren Anteil der Trockenmasse von 0,2 an Feuchtgewicht ergibt sich der o.a. Wert.

- $n = Pf$ für pflanzliche Produkte $f_C^{Pf} = 0,06$

Der mittlere Massenanteil für Kohlenstoff ergibt sich durch die im Lebensmittelpaket vertretenen pflanzlichen Nahrungsmittel. Es werden folgende Gruppen mit ihren C-Massenanteilen berücksichtigt:

Getreide 0,39

Obst 0,07

Kartoffeln
und übriges

Gemüse 0,05

Blattgemüse 0,03

- f_H^n Massenanteil Wasserstoff an der Pflanzenmassen

$n = Wd$ für Weidevegetation $f_H^{Wd} = 0,10$

Der Massenanteil von Wasserstoff wurde unter Verwendung eines mittleren Wertes von 0,8 für den Wasseranteil an der Pflanzenmasse (FM) berechnet, entsprechend einem Trockenmassenanteil von 0,2. Der Massenanteil von Wasserstoff für Weidegras (frisch) wird zu 90 % vom freien Zellwasser bestimmt.

- $n = Pf$ für pflanzliche Produkte

$f_H^{Pf} = 0,10$

Der mittlere Massenanteil von Wasserstoff für die Pflanzen des Ernährungspaketes ergibt sich durch folgende Anteile:

Getreide	0,068
Kartoffeln und übriges	
Gemüse	0,10
Obst	0,11
Blattgemüse	0,11

3.4 Zeit, in der die Pflanzen während der Wachstumsperiode der Abluftfahne ausgesetzt sind (t_e^n)

$n = Pf$ für pflanzliche Produkte $t_e^{Pf} = 60$ Tage

$n = Bl$ für Blattgemüse $t_e^{Bl} = 60$ Tage

In Tabelle 5 sind mittlere Werte und Wertebereiche für die Wachstumszeit auf dem Feld für einige wichtige Feldfrüchte und Freilandgemüse zusammengestellt. Danach ist für Blattgemüsearten und andere Feldfrüchte als mittlere Zeit, während der die Pflanzen der Abluftfahne ausgesetzt sind, ein Wert von 60 Tagen festgelegt worden.

$n = Wd$ für Weidegras $t_e^{Wd} = 30$ Tage

Für Weidegras wird entsprechend den Modellannahmen für die Umtriebszeit der Weide der Wert von 30 Tagen gewählt.

3.5 Zeit zwischen Produktion und Verbrauch von Nahrungs- und Futtermitteln (t_V^n)

$n = Wd$ Zeit zwischen Ernte und Verzehr von Weidegras 0 Tage

$n = Lf$ Zeit zwischen Ernte und Verzehr von Lagerfutter 90 Tage

$n = Bl$ Zeit zwischen Ernte und Verzehr von gartenfrischem Blattgemüse 0 Tage

$n = Pf$ Zeit zwischen Ernte und Verzehr von gelagertem Gemüse, pflanzlichen Produkten ohne Blattgemüse 60 Tage

Nach den Annahmen im Modell wird keine zeitliche Verzögerung zwischen Ernte und Verzehr von Weidegras beim Rind im Sommerhalbjahr sowie beim Verzehr von frischem Blattgemüse beim Menschen angenommen.

Bei Fütterung von Lagerfutter im Winterhalbjahr wird eine mittlere Lagerzeit des Futters von 3 Monaten unterstellt.

In Tabelle 6 sind die maximalen Lagerzeiten für Gemüse und Obst nach Angaben in /FAU 85/ zusammengestellt.

Unter Berücksichtigung der Zeit für die Verarbeitung von Getreide zu Mehl, der Lagerzeit für Kartoffeln und den in Tabelle 5 genannten Werten, ist für das Paket pflanzlicher Produkte eine mittlere Zeit von 60 Tagen zwischen Ernte und Verzehr festgelegt worden.

4. TABELLEN

Tab. 1 :

 Transferfaktoren zur Berechnung des Radionuklidtransports
 in pflanzliche Produkte (Pf) und Weidevegetation (Wd)
 Änderungen gegenüber /BMI79/ bzw. zusätzliche Überprüfungen

Element	Pf	Wd	Literatur
	T	T	
	r	r	
	in	in	
	Bq/kg FM	Bq/kg FM	
	-----	-----	
	Bq/kg TM	Bq/kg TM	
H	-	-	
Be	5 (-4) #		k.Ä. *
C	-	-	
F	2 (-3)	3 (-2)	CRO 81, BAE 84
Na	4 (-1)		KAB 84, EDE 86
Al	1 (-3)		EDE 86, KAB 84
Si	2 (-4)		k.Ä.
P	3 (0)	5 (-1)	IAEA 82
S	9 (-1)		SIM 82
Cl	5 (0)		k.Ä.
K	1 (0)		WIE 83a
Ca	6 (-2)	2 (-1)	KAB 84, SOU 81, DLG 73
Sc	2 (-1)		WIE 83 a
V	5 (-4)	3 (-3)	KAB 84, EDE 86
Cr	4 (-3)	1 (-2)	WIE 83a, KAB84
Mn	2 (-1)		KAB 84, EDE 86, STE 88
Fe	5 (-3)		WIE 83a
Co	2 (-2)		SIM 82, WIE 83a, STE 88
Ni	2 (-2)		k.Ä.
Cu	2 (-1)		k.Ä.
Zn	3 (-1)		WIE 83a
Ga	3 (-4)		k.Ä.
Ge	6 (-1)	2 (-1)	KAB 84, BOW 66
As	2 (-3)	6 (-3)	KAB 84, EDE 86, FIE 88
Se	5 (-1)		SIM 82, BAE 84
Br	3 (-1)	1 (-1)	BOW 66, COU 83, KAB 84
Rb	9 (-2)	9 (-1)	WIE 83a, KAB 84, EDE 86
Sr	4 (-1)		WIE 83a
Y	3 (-3)		k.Ä.
Zr	3 (-3)	1 (-3)	KAB 84, EDE 86

* k.Ä.: Keine Änderung gegenüber den Werten (gerundet) aus
 / BMI 79 / -4

Schreibweise: 5 (-4) = 5*10

Tab. 1 : (Fortsetzung 1)

Element	Pf	Wd	Literatur
	T	T	
	r	r	
	in	in	
	Bq/kg FM	Bq/kg FM	
	Bq/kg TM	Bq/kg TM	
Nb	1 (-2)		SIM 82
Mo	5 (-2)	2 (-1)	BOW 66, DLG 73, SOU 81
Tc	3 (0)		k.Ä.
Ru	1 (-2)		k.Ä.
Rh	2 (-2)		s. Ru
Pd	2 (-2)		s. Ru
Ag	2 (-1)		IAEA 82, SIM 82
Cd	4 (-1)		BOW 66, COU 83, KAB 86
In	3 (-1)		k.Ä.
Sn	2 (-1)		KAB 84, EDE 85
Sb	2 (-2)	1 (-1)	WIE 83a
Te	2 (0)		k.Ä.
I	2 (-2)	1 (-1)	SOU 81, AUM 87, FIE 88
Cs	5 (-2)		BOO 81, SIM 82
Ba	3 (-2)	2 (-1)	WIE 83a, STE 88
La	3 (-3)		WIE 83a, KAB 84, EDE 85
Ce	9 (-3)		k.Ä.
Pr	3 (-3)		NG 82a
Nd	3 (-3)		k.Ä.
Pm	3 (-3)		k.Ä.
Sm	3 (-3)		k.Ä.
Eu	5 (-3)		WIE 83a
Gd	3 (-3)		k.Ä.
Tb	3 (-3)		k.Ä.
Dy	3 (-3)		k.Ä.
Ho	3 (-3)		k.Ä.
Er	3 (-3)		k.Ä.
Tm	3 (-3)		k.Ä.
Yb	3 (-3)		k.Ä.
Lu	3 (-3)		k.Ä.

Tab. 1 : (Fortsetzung 2)

Element	Pf	Wd	Literatur
	T r	T r	
	in	in	
	Bq/kg FM	Bq/kg FM	
	Bq/kg TM	Bq/kg TM	
Hf	2 (-4)		k.Ä.
Ta	7 (-3)		k.Ä.
W	2 (-2)		k.Ä.
Re	3 (-1)		k.Ä.
Os	5 (-2)		k.Ä.
Ir	2 (-2)		BAE 84
Pt	5 (-1)		k.Ä.
Au	3 (-3)		k.Ä.
Hg	2 (-1)	7 (-2)	BOW 66, KAB 84
Tl	3 (-1)		k.Ä.
Pb	8 (-2)		k.Ä.
Bi	2 (-1)		IAEA 82
Po	9 (-3)		k.Ä.
At	3 (-1)		k.Ä.
Ra	9 (-2)	3 (-2)	SCH 79
Ac	3 (-3)		k.Ä.
Th	5 (-3)		k.Ä.
Pa	3 (-3)		k.Ä.
U	5 (-3)	5 (-2)	FRI 88, KUE 88
Np	2 (-2)		PIM 88
Pu	4 (-4)	8 (-5)	PIM 88
Am	3 (-4)		PIM 88
Cm	3 (-4)		PIM 88
Bk	3 (-3)		k.Ä.
Cf	3 (-3)		k.Ä.

Tab. 2 :

 Transferfaktoren zur Berechnung des Radionuklidtransports
 zur Milch
 Änderungen gegenüber /BMI79/ bzw. zusätzliche Überprüfungen

Element	$\frac{M_i}{T \cdot r}$ in d/kg	Literatur
H	2 (-2) #	NG 82a
Be	1 (-4)	NG 82a
C	2 (-2)	NG 82a
F	2 (-3)	k.Ä. *
Na	4 (-2)	NG 82a, VOI 88a
Al	2 (-4)	NG 82a
Si	1 (-4)	NG 82a
P	3 (-2)	NG 82a
S	2 (-2)	NG 82a
Cl	2 (-2)	NG 82a
K	6 (-3)	HAN 86
Ca	2 (-2)	WIE 83a
Sc	5 (-6)	k.Ä.
V	2 (-5)	k.Ä.
Cr	3 (-3)	NG 82a, SIM 82
Mn	3 (-4)	NG 82a, VOI 88a
Fe	3 (-4)	NG 82a, WIE 83a
Co	2 (-4)	VOI88a, WIE 83a
Ni	1 (-2)	IAEA 82
Cu	2 (-3)	NG 82a
Zn	1 (-2)	NG 82a, WIE 83a
Ga	5 (-5)	k.Ä.
Ge	5 (-4)	k.Ä.
As	7 (-5)	NG 82a
Se	5 (-2)	WIE 83a
Br	5 (-2)	NG 82a
Rb	6 (-3)	WIE 83a
Sr	2 (-3)	NG 82a, WIE 83a
Y	1 (-5)	k.Ä.
Zr	5 (-6)	k.Ä.

* k.Ä. : Keine Änderung gegenüber den Werten (gerundet) aus
 / BMI 79 / -2

Schreibweise: 2 (-2) = 2*10

Tab. 2 : (Fortsetzung 1)

Mi T r in		
Element	d/kg	Literatur
Nb	3 (-3)	SIM 82
Mo	2 (-3)	NG 82a
Tc	1 (-5)	WIE 83b
Ru	1 (-6)	NG 82a
Rh	1 (-2)	k.Ä.
Pd	1 (-2)	k.Ä.
Ag	5 (-2)	NG 82a, SIM 82
Cd	1 (-3)	k.Ä.
In	1 (-4)	k.Ä.
Sn	3 (-3)	k.Ä.
Sb	2 (-3)	NG 82a
Te	2 (-4)	NG 82a
I	3 (-3)	AUM 87, HAN 86, VOI89, BON 89, HAN 89
Cs	5 (-3)	HAN 86, VET 86, WIE 83a, BON 89, VOI 88a,b, VOI 89
Ba	4 (-4)	NG 82 a
La	2 (-5)	SIM 82
Ce	2 (-5)	k.Ä.
Pr	2 (-5)	k.Ä.
Nd	2 (-5)	k.Ä.
Pm	2 (-5)	k.Ä.
Sm	2 (-5)	k.Ä.
Eu	2 (-5)	k.Ä.
Gd	2 (-5)	k.Ä.
Tb	2 (-5)	k.Ä.
Dy	2 (-5)	k.Ä.
Ho	2 (-5)	k.Ä.
Er	2 (-5)	k.Ä.
Tm	2 (-5)	k.Ä.
Yb	2 (-5)	k.Ä.
Lu	2 (-5)	k.Ä.

Tab. 2 : (Fortsetzung 2)

Mi T r in		
Element	d/kg	Literatur
Hf	5 (-6)	k.Ä.
Ta	3 (-6)	NG 82a
W	5 (-4)	NG 82a
Re	2 (-3)	NG 82a
Os	5 (-3)	k.Ä.
Ir	5 (-3)	NG 82a
Pt	5 (-3)	k.Ä.
Au	6 (-6)	NG 82a
Hg	1 (-5)	k.Ä.
Tl	2 (-3)	NG 82a
Pb	3 (-4)	NG 82a
Bi	5 (-4)	k.Ä.
Po	3 (-4)	NG 82a
At	5 (-2)	k.Ä.
Ra	3 (-3)	k.Ä.
Ac	2 (-5)	k.Ä.
Th	5 (-6)	k.Ä.
Pa	5 (-6)	k.Ä.
U	5 (-4)	NG 82a, SIM 82
Np	5 (-6)	k.Ä.
Pu	1 (-7)	k.Ä.
Am	2 (-5)	NG 82a
Cm	2 (-5)	k.Ä.
Bk	2 (-5)	k.Ä.
Cf	2 (-5)	k.Ä.

Tab. 3 :

Transferfaktoren zur Berechnung des Radionuklidtransports
zum Fleisch
Änderungen gegenüber /BMI79/ bzw. zusätzliche Überprüfungen

Element	F1 T r in d/kg	Literatur
H	2 (-2) #	k.Ä. *
Be	1 (-3)	k.Ä.
C	4 (-2)	k.Ä.
F	2 (-1)	k.Ä.
Na	8 (-2)	NG 82a,b, VOI 88a
Al	2 (-3)	k.Ä.
Si	4 (-5)	k.Ä.
P	6 (-2)	NG 82a,b
S	1 (-1)	k.Ä.
Cl	8 (-2)	k.Ä.
K	2 (-2)	NG 82a,b, WAG 87
Ca	1 (-3)	NG 82a,b
Sc	2 (-2)	k.Ä.
V	3 (-3)	k.Ä.
Cr	1 (-2)	NG 82a,b
Mn	5 (-4)	NG 82a,b, VOI 88a
Fe	2 (-2)	NG 82a,b
Co	1 (-2)	NG 82a,b, VOI 88a,
Ni	2 (-3)	NG 82a,b
Cu	1 (-2)	NG 82a,b
Zn	1 (-1)	NG 82a,b
Ga	5 (-1)	k.Ä.
Ge	5 (-1)	k.Ä.
As	2 (-3)	k.Ä.
Se	2 (-2)	k.Ä.
Br	3 (-2)	k.Ä.
Rb	1 (-2)	NG 82a,b
Sr	6 (-4)	FLI 81, WAG 87
Y	1 (-3)	NG 82a,b
Zr	2 (-2)	NG 82a,b

* k.Ä. : Keine Änderung gegenüber den Werten (gerundet) aus
/ BMI 79 / -2

Schreibweise : 2 (-2) = 2*10⁻²

Tab. 3 : (Fortsetzung 1)

Element	T Fl,r in d/kg	Literatur
Nb	3 (-1)	NG 82a,b
Mo	7 (-3)	NG 82a,b
Tc	4 (-2)	NG 82a,b
Ru	2 (-3)	NG 82a,b
Rh	2 (-3)	NG 82a,b
Pd	4 (-3)	k.Ä.
Ag	2 (-3)	NG 82a,b
Cd	4 (-4)	NG 82a,b
In	8 (-3)	k.Ä.
Sn	8 (-2)	k.Ä.
Sb	1 (-3)	NG 82a,b
Te	8 (-2)	NG 82a,b
I	1 (-2)	NG 82a,b, IAEA 82, HAN 89
Cs	3 (-2)	NG 82a,b WAG 87, VOI 88a,b, BON 89
Ba	1 (-4)	NG 82 a,b
La	2 (-3)	IAEA 82
Ce	2 (-3)	NG 82a,b
Pr	5 (-3)	k.Ä.
Nd	4 (-3)	k.Ä.
Pm	5 (-3)	k.Ä.
Sm	5 (-3)	k.Ä.
Eu	5 (-3)	k.Ä.
Gd	4 (-3)	k.Ä.
Tb	5 (-3)	k.Ä.
Dy	6 (-3)	k.Ä.
Ho	5 (-3)	k.Ä.
Er	4 (-3)	k.Ä.
Tm	5 (-3)	k.Ä.
Yb	4 (-3)	k.Ä.
Lu	5 (-3)	k.Ä.

Tab. 3 : (Fortsetzung 2)

Fl T r in		
Element	d/kg Fleisch	Literatur
Hf	4 (-1)	k.Ä.
Ta	5 (-1)	k.Ä.
W	4 (-2)	NG 82a,b
Re	8 (-3)	k.Ä.
Os	4 (-1)	k.Ä.
Ir	2 (-3)	k.Ä.
Pt	4 (-3)	k.Ä.
Au	3 (-3)	k.Ä.
Hg	3 (-1)	k.Ä.
Tl	4 (-2)	k.Ä.
Pb	4 (-4)	NG 82a,b
Bi	2 (-2)	k.Ä.
Po	5 (-3)	NG 82a,b
At	5 (-1)	k.Ä.
Ra	9 (-4)	NG 82a,b, FLI81
Ac	6 (-2)	k.Ä.
Th	2 (-4)	k.Ä.
Pa	5 (-3)	k.Ä.
U	4 (-4)	k.Ä.
Np	2 (-4)	NG 82a,b
Pu	3 (-4)	SUM 84
Am	5 (-4)	SUM 84
Cm	2 (-4)	k.Ä.
Bk	2 (-4)	k.Ä.
Cf	2 (-4)	k.Ä.

Tab. 4:

Mittlere Erträge von Feldfrüchten und Futterpflanzen in Feuchtmasse (FM) von 1986 nach /STA 87//, berechnete Werte für Trockenmasse (TM) und Massenanteile von Kohlen- und Wasserstoff (s. Text).

Vegetation	Ertrag (kg/m ²) (FM)	Wasser- anteil (FM)	Ertrag (kg/m ²) (TM)	Massenanteil		Σ H
				Kohlenstoff (FM)	Wasserstoff (FM)	
				H-frei	H-gebunden	
<u>Futterpflanzen</u>						
Gras	0,85	0,80	0,17	9,4(-2)	9,0(-2)	1,0(-1)
Klee	*) 0,85	0,10 ¹⁾	0,77	4,2(-1)	1,1(-2)	6,7(-2)
Luzerne	*) 0,87	0,12 ¹⁾	0,77	4,2(-1)	1,3(-2)	6,8(-2)
Dauerwiesen u. Mähweiden	*) 0,80	0,13 ¹⁾	0,69	9,7(-2)	1,5(-2)	6,9(-2)
Grasanbau	*) 0,86	0,13 ¹⁾	0,75	9,8(-2)	1,5(-2)	6,9(-2)
Grünmais	***) 4,79	0,83 ¹⁾	0,83	8,1(-2)	9,3(-2)	1,0(-1)
Futterrüben	10,43	0,87 ¹⁾	1,40	6,3(-2)	9,8(-2)	1,1(-1)

1) /DLG 73/

*) in Heuwert

**) in Grünmasse

Tab. 4: (Fortsetzung 1)

Vegetation	Ertrag (kg/m ²) (FM)	Wasser- anteil 1) (FM)	Ertrag (kg/m ²) (TM)	Massenanteil Kohlenstoff (FM)	Massenanteil Wasserstoff (FM)	H-frei	H-gebunden	Σ H
<u>Feldfrüchte:</u>								
Weizen	0,63	0,13	0,55	4,1(-1)	1,4(-2)		5,4(-2)	6,8(-2)
Roggen	0,43	0,14	0,37	4,0(-1)	1,6(-2)		5,3(-2)	6,9(-2)
Gerste	0,48	0,12	0,42	4,1(-1)	1,4(-2)		5,4(-2)	6,8(-2)
Hafer	0,45	0,13	0,39	4,1(-1)	1,5(-2)		5,4(-2)	6,9(-2)
Mais	0,70	0,12	0,61	4,1(-1)	1,4(-2)		5,4(-2)	6,8(-2)
Speisehülsen- früchte	*) 0,34	0,11	0,05	6,9(-2)	1,2(-2)		9,1(-3)	2,1(-2)
Kartoffeln	3,52	0,78	0,78	1,0(-1)	8,7(-2)		1,4(-2)	1,0(-2)

1) /SOU 81/

*) Erbsen, weiße Bohnen

Tab. 4: (Fortsetzung 2)

Vegetation	Ertrag (kg/m ²) (FM)	Wasser- anteil 1) (FM)	Ertrag (kg/m ²) (TM)	Massenanteil		Σ H
				Kohlenstoff (FM)	Wasserstoff (FM)	
				H-frei	H-gebunden	
Weißkohl	6,42	0,92	0,51	3,7(-2)	1,0(-1)	4,9(-3) 1,0(-1)
Rotkohl	4,66	0,92	0,38	3,8(-2)	1,0(-1)	5,1(-3) 1,1(-1)
Wirsing	2,84	0,90	0,28	4,6(-2)	1,0(-1)	6,1(-3) 1,1(-1)
Grünkohl	1,92	0,86	0,26	6,4(-2)	9,6(-2)	8,4(-3) 1,0(-1)
Rosenkohl	1,34	0,85	0,20	7,0(-2)	9,5(-2)	9,3(-3) 1,0(-1)
Blumenkohl	2,37	0,92	0,20	4,0(-2)	1,0(-1)	5,2(-3) 1,1(-1)
Chinakohl	3,23	0,95	0,15	2,2(-2)	1,1(-1)	2,9(-3) 1,1(-1)
Kohlrabi	(2,24) ²⁾ 2,48	0,92	0,21	4,0(-2)	1,0(-1)	5,3(-3) 1,1(-1)
Kopfsalat	(1,82) ²⁾ 1,98	0,95	0,10	2,4(-2)	1,1(-1)	3,1(-3) 1,1(-1)
Spinat	(1,37) ²⁾ 1,46	0,92	0,12	3,9(-2)	1,0(-1)	5,1(-3) 1,1(-1)

1) /SOU 81/

2) Werte von 1986 in Klammern, da aufgrund der radioaktiven Immissionen (Tschernobyl) die Werte nur eingeschränkt zu verwenden sind. (s. auch STA 87). Es werden Werte von 1985 verwendet.

Tab. 4: (Fortsetzung 3)

Vegetation	Ertrag (kg/m ²) (FM)	Wasser- anteil 1) (FM)	Ertrag (kg/m ²) (TM)	Massenanteil Kohlenstoff (FM)	Massenanteil Wasserstoff (FM)	H-frei	H-gebunden	Σ H
Möhren	3,89	0,88	0,46	5,5(-2)	9,9(-2)	7,4(-3)	1,1(-1)	
Karotten	2,24							
Rote Rüben (rote Beete)	3,31	0,89	0,37	5,2(-2)	1,0(-1)	6,9(-3)	1,1(-1)	
Sellerie	2,91	0,89	0,33	5,3(-2)	1,0(-1)	7,1(-3)	1,1(-1)	
Porree	2,56	0,89	0,28	5,1(-2)	1,0(-1)	6,8(-3)	1,1(-1)	
Zwiebeln	3,74	0,88	0,46	1,2(-2)	9,9(-2)	7,6(-3)	1,1(-1)	
Spargel	0,36	0,94	0,02	2,6(-2)	1,1(-1)	3,5(-3)	1,1(-1)	
Erbsen	0,51	0,77	0,12	1,1(-1)	8,6(-2)	1,5(-2)	1,0(-1)	
Bohnen (Pflückbohnen)	1,15	0,90	0,11	4,5(-2)	1,0(-1)	5,9(-3)	1,1(-1)	
Dicke Bohnen	0,54	0,12	0,48	4,2(-2)	1,3(-2)	5,5(-2)	6,8(-2)	
Gurken	2,74	0,97	0,09	1,5(-2)	1,1(-1)	2,0(-3)	1,1(-1)	
Tomaten	3,89	0,94	0,23	2,8(-2)	1,1(-1)	3,7(-3)	1,1(-1)	

1) /SOU 81/

Tab.4: (Fortsetzung 4)

Vegetation 1)	Ertrag (kg/m ²) (FM)	Wasser- 3) anteil (FM)	Ertrag (kg/m ²) (TM)	Massenanteil Kohlenstoff (FM)	Massenteil		Σ H
					Wasserstoff (FM)	H-frei	
Erdbeeren	1,0	0,89	0,11	5,5(-2)	1,0(-1)	6,8(-3)	1,1(-1)
Weintrauben		0,81			9,1(-2)		9,1(-2)
Johannisbeeren ²⁾ rot + weiß	3,8	0,85	0,58	7,2(-2)	9,5(-2)	9,5(-3)	9,6(-1)
Johannisbeeren	2,5	0,81	0,47	8,8(-2)	9,1(-2)	1,2(-2)	1,0(-1)
Stachelbeeren ²⁾	3,7	0,87	0,47	6,0(-2)	9,8(-2)	7,9(-3)	1,1(-1)
Himbeeren	1,9	0,85	0,29	7,2(-2)	9,5(-2)	9,5(-3)	1,0(-1)

1) Marktkobst und übriger Anbau

2) Annahme: 1 Strauch/m²; Ertrag in [kg/Strauch]

3) /SOU 81/

Tab. 4: (Fortsetzung 5)

Vegetation 1)	Ertrag (kg/m ²) (FM)	Wasser- anteil (FM)	Ertrag (kg/m ²) (TM)	Massenanteil		Σ H
				Kohlenstoff (FM)	Wasserstoff (FM)	
				H-frei	H-gebunden	
Apfel ²⁾	1,6	0,85	0,24	7,0(-2)	9,6(-2)	9,7(-1)
Birnen ²⁾	1,9	0,84	0,30	7,4(-2)	9,4(-2)	9,5(-1)
Süßkirschen ²⁾	0,5	0,83	0,09	8,4(-2)	9,3(-2)	9,4(-1)
Sauerkirschen ²⁾	0,7	0,85	0,11	7,4(-2)	9,5(-2)	9,6(-1)
Pflaumen ²⁾	0,6	0,84	0,10	7,8(-2)	9,4(-2)	9,5(1)
Zwetschgen ⁴⁾						
Mirabellen ⁴⁾	20,5	0,82			9,2(-2)	ca. 9,2(-2)
Renekloden ²⁾						
Aprikosen ²⁾	0,2	0,85	0,03	7,0(-2)	9,6(-2)	
Pfirsiche ²⁾	0,5	0,87	0,06	5,6(-2)	9,8(-2)	9,9(-1)

1) Marktbst und übriger Anbau

2) Umrechnung Ertrag/Baum in Ertrag/m² nach Angaben in /FAU 85/

3) /SOU 81/

4) Ertrag in kg/Baum

Tab. 5:

Vegetationszeiten von Feldfrüchten und Freilandgemüse

Vegetation	Vegetationszeit		Tage auf dem Feld /d/	Literatur
	Saat bzw. Pflanzzeit bis Ernte			
Weizen	Oktober	- August	95 - 130	/BRO 72/
Roggen	Oktober	- August	ca. 100	/BRO 72/
Gerste	Oktober	- August	ca. 100	/BRO 72/
Hafer	Mai	- Juli	ca. 75	/BRO 72/
Mais	Mai	- Oktober	ca. 150	/GEI 80/
Kartoffeln	Mai	- Oktober	90 - 160	/BRO 76/
Kopfkohl				
a) Frühling	April	- November	45 - 75	/GEI 80/
b) Sommer			80 - 110	/GEI 80/
c) Herbst			100 - 140	/GEI 80/
d) Lager			120 - 160	/GEI 80/
Grünkohl	Juni	- Oktober	ca. 180	/GEI 80/
Blumenkohl	April	- Juni	ca. 60	/GEI 80/
Kopfsalat	März	- Oktober	ca. 45	/GEI 80/
Spinat				
früh	März/April	- Mai/Juni	ca. 60	/FAU 85/
Herbst	August	- Sept./Oktober	30 - 60	/FAU 85/
Winter	Sept./Okt.	- April/Mai	ca. 180	/FAU 85/
Mangold				
Blatt	April/Mai	- Juni/Oktober	60 - 90	/FAU 85/
Stiel	April/Mai	- Juni/Oktober	60 - 90	/FAU 85/
Möhren				
früh	Feb./März	- Juni/Juli	ca. 120	/FAU 85/
spät	April/Juni	- August/Oktober	ca. 120	/FAU 85/
Karotte	Feb./April	- Juni/Oktober	90 - 180	/FAU 85/
Petersilie	März/April	- Juli/September	120	/FAU 85/
Sellerie	Mai/Juni	- September/Nov.	120 - 150	/FAU 85/
Zwiebeln	Feb./März	- September	180 - 210	/FAU 85/
Obst			ca. 120	/FAU 85/

Tab. 6:

Lagerzeiten von Obst- und Gemüsearten im Kühlhaus nach /FAU 85/

<u>OBST</u>	
Kernobst	Lagerdauer *)
Apfel	1 - 6 M
Birne	1 - 6 M
 <u>Stein- und Beerenobst</u>	
Zwetschgen, Pflaumen	1 - 2 W
Süßkirschen	1 - 2 W
Sauerkirschen	5 - 10 T
Pfirsiche	2 - 6 W
Aprikosen	3 W
Johannisbeeren	5 T - 3 W
Stachelbeeren	5 T - 3 W
Kulturheidelbeeren	3 W
Himbeeren, Brombeeren	3 T
Erdbeeren	5 T
 <u>Gemüse (frisch)</u>	
Blumenkohl	3 W
Feldsalat	1 W
Grüne Bohnen	1 W
Salatgurke	2 W
Kohlrabi m. Laub	2 W
Kopfsalat	2 W
Spinat	1 W
Meerrettich	8 M
Möhre	6 M
Rosenkohl	2 M
Rote Rübe	6 M
Rotkohl	5 M
Weißkohl	6 M
Wirsing	4 M
Zwiebel	8 M

*) T = Tage, W = Wochen, M = Monate

5. LITERATUR

- /AUM 87/ Aumann, D.C.:
Radioökologie des Jods
Abschlußbericht
BMFT 02 U5464/9
Bonn 1987
- /BAE 84/ Baes, C.F., R.D. Sharp, A.L. Sjoreen and R.W. Shor:
A Review Analysis of Parameters for Assessing Transport
of Environmentally Released Radionuclides through Agri-
culture
Oak Ridge National Laboratory, DE-AC05-84OR21400, 1984
- /BEC 87/ Becker, A., H. Biesold und P. Handge
Analysen über den Transfer von Radiojod über den Luft-
Weide-Kuh-Milch-Pfad
GRS-A-1397, Dezember 1987
Köln, 1987, BMU-1988-181
- /BMI 79/ Der Bundesminister des Innern:
Allgemeine Berechnungsgrundlage für die Strahlenexpo-
sition bei radioaktiven Ableitungen mit der Abluft oder
in Oberflächengewässer. (Richtlinie zu § 45 StrlSchV)
Gemeinsames Ministerialblatt 21 (1979), S. 371-435, be-
richtet GMBI. 30 (1980), S. 576-577, GMBI. 33 (1982),
S. 735-737, zuletzt berichtet und geändert GMBI. 19
(1985), S. 380-383
- /BON 89/ Bonka, H.:
Measured Radioecological Parameters after the Chernobyl
Accident
in: The Radioecology of Natural and Artificial Radio-
nuclides
Proc. XVth. Regional Congress of IRPA,
Visby, Gotland, Sweden, 10 - 14 Sept., 1989

- ~~/BOO 81/~~ Boone, F.W., Y. Ng and J. Palens:
Terrestrial Pathways of Radionuclide Particulates
Health Physics, Vol. 41, No. 5, 1981
- /BOW 66/ Bowen, H.J.:
The Composition of the Soil
in: Trace Elements in Biogeochemistry
New York, 1966
- /BRO 72/ Brouwer, Walther:
Handbuch des speziellen Pflanzenbaus, Band 1
Berlin, 1972
- /BRO 76/ Brouwer, Walther:
Handbuch des speziellen Pflanzenbaus, Band 2
Berlin, 1976
- /COU 83/ Coughtrey, P.J., and M.C. Thorne:
Radionuclide Distribution and Transport in Terrestrial
and Aquatic Ecosystems
A Critical Review of Data
Rotterdam, 1983
- /CRO 81/ Crößmann, G.:
Zur Situation des Fluors im Einflußbereich der geplanten
Urananreicherungsanlage Gronau/Westf. aus landwirtschaft-
licher Sicht
Münster, 1981
- /DLG 73/ DLG-Futterwerttabellen
Mineralstoffgehalt in Futtermitteln
Frankfurt, 1973
- /EDE 86/ Edelmann, Th., and M. de Bruin:
Background Values of 32 Elements in Dutch Topsoils,
Determined With Non-destructive Neutron Activation
Analysis
in: Contaminated Soil, 11. - 15. November,
Utrecht (1985)

- /FAU 85/ Faustzahlen für Landwirtschaft und Gartenbau
Ruhrstickstoff AG (Hrsg.)
Münster-Hiltrup, 1985
- /FEL 89/ Feldt, W.:
Radioökologische Prinzipien und ihre Anwendung in den
Berechnungsgrundlagen
Sommerschule für Strahlenschutz, Berlin, 1989
- /FIE 88/ Fiedler, H.J., und H.J. Rösler:
Spurenelemente in der Umwelt
Stuttgart, 1988
- /FLI 81/ Fliegl, E., R. Schelenz und E. Fischer:
Kritische Literaturlauswertung zum Transfer Futter/Fleisch
von Strontium, Radium und Technetium bei Nutztieren
Bundesanstalt für Ernährung
BFE 1981, 4
Karlsruhe, 1981
- /FRI 88/ Frindik, O.:
Uran in Böden, Gemüse, Getreide und Obst
Landwirt. Forschung
41, 3-4, 1988
- /GEI 80/ Geisler, Gerhardt:
Pflanzenbau
Berlin, 1980
- /HAN 86/ Handl, J.:
Transfer of Some Chernobyl Fallout Nuclides in the
Animal Product Food Chain
Niedersächs. Institut für Radioökologie (NIR)
Hannover, 1986
- /HAN 89/ Handl, J. and A. Pfau:
Long-term Transfer of I-129 into the Food Chain
Sci.Tot. Environ. 85, 245 - 259 (1989)

- /IAEA 82/ International Atomic Energy Agency:
Generic Models and Parameters for Assessing the Environmental Transfer of Radionuclides from Routine Releases
Safety Series No. 57, Wien, 1982
- /KAB 84/ Kabata-Pendias A., and H. Pendias:
Trace Elements in Soils and Plants
CRC Press, Boca Raton, Florida
1984
- /KUE 87/ Kühn, W., und J. Knoppe:
Bestimmung von Transferfaktoren von Uran beim Übergang vom Boden zur Pflanze in ausgewählten Gebieten der Bundesrepublik Deutschland
NIR-Bericht 6, 87
Hannover, 1987
- /NG 82a/ Ng, Y.C.:
A Review of Transfer Factors for Assessing in Dose from Radionuclides in Agricultural Products
Nuclear Safety, Vol. 23, Nr. 1, p. 57 - 71, 1982
- /NG 82b/ Ng, Y.C., C.S. Colsher and S.E. Thompson:
Transfer Coefficients for Assessing the Dose from Radionuclides in Meat and Eggs
NUREG/CR-2976, UCID-19464
Lawrence Livermore National Laboratory, Livermore, Ca, 1982
- /PIM 88/ Pimpl, M.:
Untersuchungen zum Boden/Pflanze-Transfer von Np-237, Pu-238, Am-241 und Cm-244
Kernforschungszentrum Karlsruhe
KfK 4452
Karlsruhe, 1988

- /SCH 79/ Schüttelkopf, H. und Kiefer, K.:
Die Dosisbelastung der Umgebungsbevölkerung durch
natürliches und aus einer Uranuntersuchungsgrube
emittiertes RA-226
- Radioökologische Untersuchungen im Feldberggebiet -
Kernforschungszentrum Karlsruhe
KfK 2866
Karlsruhe, 1979
- /SIM 82/ Simmonds, J.R., and M.J. Crick:
Transfer Parameters for Use in Terrestrial Food Chain
Models
National Radiological Protection Board, M63, 1982
- /SOU 81/ Souci, S.W., et al.:
Die Zusammensetzung der Lebensmittel
Nährwerttabellen 1981/82
Stuttgart, 1981
- /SSK 89/ Strahlenschutzkommission
Modelle, Annahmen und Daten zur Berechnung der Strah-
lenexposition bei der Ableitung radioaktiver Stoffe
mit Luft oder Wasser zum Nachweis der Einhaltung der
Dosisgrenzwerte nach § 45 StrlSchV
Entwurf: September 1989
Bonn, 1989
- /STA 87/ Statistisches Bundesamt Wiesbaden
Bodennutzung und pflanzliche Erzeugung 1986
Wiesbaden 1987
- /STE 88/ Steffens, W., F. Führ, W. Mittelstaedt, J. Klaes und
H. Förstel:
Untersuchung des Transfers von Sr 90, Cs 137, Co 60
und Mn 54 vom Boden in die Pflanze und der wichtigsten,
den Transfer beeinflussenden Bodenparameter
Jül-2250
Jülich, 1988

- /SUM 84/ Sumerling, T.J., N. Green and N.J. Dodd:
Uptake of Radionuclides by Farm Animals Close to a
Major Nuclear Installation
in: Proc. 6th. International IRPA Congress
Berlin, May 7 - 12, 1984
- /VET 86/ Vetter, H., H.J. Grummer und R. Scheu:
Caesiumaktivität in Boden, Pflanzen und Nahrungsmitteln
Landwirtschaftsblatt Weser-Ems, Nr. 45, 1986
- /VOI 88a/ Voigt, G., K. Henrichs, G. Pröhl and H.G. Paretzke:
Measurements of Transfer Coefficients for Cs 137, Co 60,
Mn 54, Na 22, I 131 and Tc 95 m
Radiation and Environmental Biophysics, 27, 143-159, 1988
- /VOI 88b/ Voigt, G., G. Pröhl, H. Müller, T. Bauer, J.P. Lindner,
G. Probstmeier and G. Röhrmoser:
Determination of the Transfer of Cesium and Iodine from
Feed into Domestic Animals
Workshop on "Transfer of Radionuclides to Livestock",
Oxford, 5. - 8. September 1988
- /VOI 89/ Voigt, G., H. Müller, G. Pröhl, H.G. Paretzke:
Experimental Determination of Transfer Coefficients of
Cesium and Iodine from Fodder into Milk of Cows and Sheep
after the Chernobyl Accident
Health Physics, 1989 (angenommen)
- /WAG 87/ Wagner, Hubertus:
Übergang von radioaktiven Stoffen aus Futtermitteln in
das Fleisch von Schlachttieren
Fleischwirtschaft 67 (6), 717-723 (1987)

/WIE 83a/ Wiechen, A. :
Untersuchungen zum Transfer von Sr-, Cs- und relevanten
Schwermetallnukliden unter den radioökologischen Be-
dingungen der Umgebung von Gorleben
Abschlußbericht BMI, Forschungsvorhaben St.Sch. 702C
Kiel, 1983

/WIE 83b/ Wiechen, A., K. Heine, und H. Hagemeister:
Ein Beitrag zur Frage des Transfers von Technetium 99
in die Milch
Atomkernenergie Kerntechnik 42, 199-200 (1983)

Gesellschaft für Reaktorsicherheit (GRS) mbH

Schwertnergasse 1
5000 Köln 1

Forschungsgelände
8046 Garching

ISBN 3-923875-25-8