

**BIJLAGE bij
Examen
Coördinerend Deskundige Stralingsbescherming**

Nuclear Research and consultancy Group	NRG
Technische Universiteit Delft	TUD
Boerhaave Nascholing/LUMC	BN/LUMC
Rijksuniversiteit Groningen	RUG
Radboudumc	RUMC

examendatum: 10 december 2018
examenduur: 13.30 - 16.30 uur

Instructie:

- Wanneer u andere gegevens gebruikt dan in deze bijlage zijn genoemd, vermeld dan de herkomst!
- Deze bijlage omvat 14 doorlopend genummerde pagina's. Controleer dit!

INHOUDSOPGAVE

Pagina

- 3 Handboek Radionucliden, A.S. Keverling Buisman (3^e druk 2015), blz. 13, Inleiding
- 4-5 Handboek Radionucliden, A.S. Keverling Buisman (3^e druk 2015), blz. 164-165, gegevens ¹³¹I
- 6 Figuur 3.2: Brede bundeltransmissie van gammastraling van verschillende radionucliden door beton, dichtheid 2,350 g/cm³
- 7 Tabel 1: Expositie-opbouwfactor voor isotrope puntbron in water
- 8 Figuur 3.3: Massieke halveringsdikte (in g/cm²) van smalle bundel gammastraling in verschillende materialen
- 9-10 Handboek Radionucliden, A.S. Keverling Buisman (3^e druk 2015), blz. 204-205, gegevens ¹⁷⁷Lu
- 11-13 Vergunningsbijlage Bijlage radionuclidenlaboratorium, blz 10-12
- 14 Figuur 4.1: Telrendement van de besmettingsmonitor (Berthold LB 122A) als functie van de gemiddelde β -energie
- 14 Inleiding tot de stralingshygiëne, A.J.J. Bos et al., Tabel 9-6

Handboek Radionucliden, A.S. Keverling Buisman (3^e druk 2015), blz 13, Inleiding

Inleiding

geen huidbesmetting meer over is. Het zal nooit nodig zijn om een periode langer dan een week in acht te nemen.

Wondbesmetting en injectie

De effectieve volg dosis ten gevolge van een wondbesmetting of injectie is bepaald onder de veronderstelling dat de gehele activiteit in de wond direct en geheel in het bloed wordt opgenomen. De waarden voor de effectieve dosis zijn berekend met behulp van het programma LUDEP (LUD94) of, waar beschikbaar, met het meer recente programma IMBA Professional Plus (HPA04). Het gebruikte metabole model is hetzelfde als aangegeven in de ICRP-publicaties 30, 67, 69 en 71. De lokale dosis, de dosis ter plaatse van de wond, is niet in de beschouwing betrokken.

Transportgegevens

De getalwaarden voor A_1 en A_2 , die een belangrijke rol spelen bij vervoer van radioactieve stoffen, zijn ontleend aan ADR01. Deze waarden representeren de maximale activiteit die in een A-verpakking over de weg vervoerd mag worden. Zij zijn gebaseerd op twee ongevalsscenario's. Het eerste heeft betrekking op het wegvallen van de afscherming, zonder dat er radionucliden in de lucht verspreid worden. Dit kan alleen als er sprake is van een 'speciale toestand', dat wil zeggen dat het radionuclide is ingebed in een onverwoestbare matrix. In zo'n ongeval speelt alleen de externe (gamma)straling een rol. Voor dit geval is activiteit A_1 ingevoerd. De getalwaarde van A_1 kan bij benadering worden gevonden door te stellen dat de externe stralingsdosis niet groter mag zijn dan 4 mSv per 10 minuten op 3 meter van de (onafgeschermd) bron.

De limiterende waarde A_2 is bedoeld om het inhalatierisico in aanmerking te kunnen nemen: bij inhalatie van een miljoenste deel van de inhoud van een verpakking mag de volg dosis niet groter zijn dan 2 mSv.

Voor beide getalwaarden geldt bovendien een maximum van 40 TBq en er geldt steeds dat $A_2 \leq A_1$.

De keuze van A_1 en A_2 is zodanig dat onder alle omstandigheden na een ongeval levensreddende werkzaamheden uitgevoerd kunnen worden zonder onverantwoord groot stralingsrisico.

Handboek Radionucliden, A.S. Keeverling Buisman (3^e druk 2015), blz. 164-165, gegevens ¹³¹I

¹³¹I

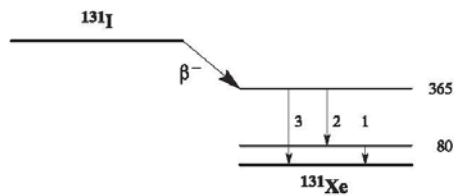
Z = 53

Halveringstijd en vervalconstante

$$T_{1/2} = 8,021 \text{ d} = 6,93 \times 10^5 \text{ s}$$

$$\lambda = 1,00 \times 10^{-6} \text{ s}^{-1}$$

Vervalschema (vereenvoudigd)



Belangrijkste uitgezonden straling

Straling	γ (Bq·s) ⁻¹	E (keV)
β^-	0,894	192 606
γ_1	0,026	80
ce K γ_1	0,036	46
γ_2	0,061	284
γ_3	0,812	365

Bronconstanten

Kermt tempo in lucht	$k = 0,052 \text{ } \mu\text{Gy/h per MBq/m}^2$
Omgevingsdosisequivalenttempo	$h = 0,066 \text{ } \mu\text{Sv/h per MBq/m}^2$

Diversen

Specifieke activiteit	$A_{sp} = 4,60 \times 10^{15} \text{ Bq/g}$
Vrijstellingsgrenzen	$C_v = 10^2 \text{ Bq/g}$ en $A_v = 10^6 \text{ Bq}$
Huidbesmetting	$H_{\text{huid}} = 4 \times 10^{-10} \text{ Sv/s per Bq/cm}^2$
Wondbesmetting; Injectie	$e(50) = 2,2 \times 10^{-8} \text{ Sv/Bq}$
Vervoer	$A_1 = 3 \text{ TBq}$
	$A_2 = 0,7 \text{ TBq}$

Productie en toepassingen

Het radionuclide ¹³¹I is een belangrijk splijttingsproduct. Het wordt veelvuldig toegepast in de diagnostische en therapeutische nucleaire geneeskunde.

N = 78

131I

Metabool model

Voor stralingshygiënische doeleinden wordt aangenomen dat jodium zich vanuit het bloed als volgt verdeelt: 70% directe uitscheiding en 30% naar de schildklier. Jodium in de schildklier verblijft aldaar met een biologische halveringstijd van 80 dagen, van waaruit het in de vorm van organisch jodium homogeen over het lichaam wordt verdeeld. Het verblijf in andere organen/weefsels dan de schildklier geschiedt met een halveringstijd van 12 dagen. Een tiende van het organisch jodium wordt onmiddellijk uitgescheiden via de faeces, terwijl de rest (90%) terugkeert in het transfercompartiment. Zodoende wordt de biologische halveringstijd in de schildklier effectief gelijk aan 90 dagen.
N.B. Dit model geldt niet voor patiënten, zie pagina 14.

Ingestie- en longzuiveringsklassen

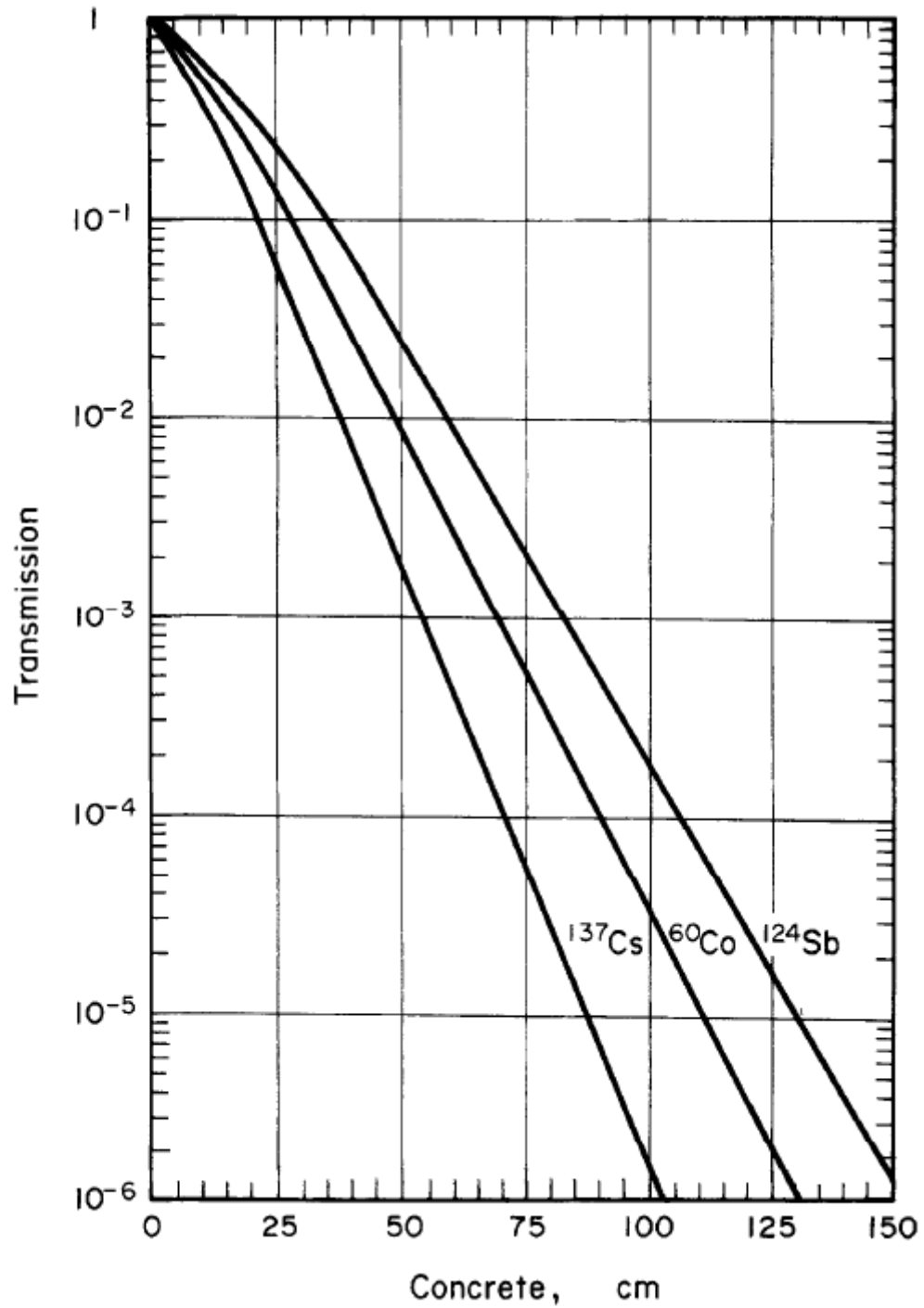
Ingestie			
Alle verbindingen	$f_1 = 1$		
Inhalatie			
Damp (I ₂)	$f_1 = 1$	Klasse SR-1	
Damp (CH ₃ I)	$f_1 = 1$	Klasse SR-1	70% depositie
Overige verbindingen	$f_1 = 1$	Klasse F	

Dosisconversiecoëfficiënt en radiotoxiciteitsequivalent voor werknemers (w) en voor leden van de bevolking (b)

	Ingestie $f_1 = 1$	Inhalatie F	Inhalatie I ₂	Inhalatie CH ₃ I	
$e(50)(w)$	$2,2 \times 10^{-8}$	$1,1 \times 10^{-8}$	$2,0 \times 10^{-8}$	$1,5 \times 10^{-8}$	Sv/Bq
$A_{Re}(w)$	$4,5 \times 10^7$	$9,1 \times 10^7$	$5,0 \times 10^7$	$6,7 \times 10^7$	Bq
$e(50)(b)$	$2,2 \times 10^{-8}$	$7,6 \times 10^{-9}$	$2,0 \times 10^{-8}$	$1,5 \times 10^{-8}$	Sv/Bq
$A_{Re}(b)$	$4,5 \times 10^7$	$1,3 \times 10^8$	$5,0 \times 10^7$	$6,7 \times 10^7$	Bq

Gegevens voor schildkliertelling (na eenmalige inname)

Tijd (d)	Activiteit in schildklier (Bq per Bq inname)			
	$f_1 = 1$	F	I ₂	CH ₃ I
0,25	$6,0 \times 10^{-2}$	$5,2 \times 10^{-2}$	$1,1 \times 10^{-1}$	$1,0 \times 10^{-1}$
1	$2,4 \times 10^{-1}$	$1,2 \times 10^{-1}$	$2,3 \times 10^{-1}$	$1,8 \times 10^{-1}$
2	$2,5 \times 10^{-1}$	$1,2 \times 10^{-1}$	$2,2 \times 10^{-1}$	$1,7 \times 10^{-1}$
3	$2,3 \times 10^{-1}$	$1,1 \times 10^{-1}$	$2,0 \times 10^{-1}$	$1,6 \times 10^{-1}$
5	$1,9 \times 10^{-1}$	$9,0 \times 10^{-2}$	$1,7 \times 10^{-1}$	$1,3 \times 10^{-1}$
7	$1,6 \times 10^{-1}$	$7,5 \times 10^{-2}$	$1,4 \times 10^{-1}$	$1,1 \times 10^{-1}$



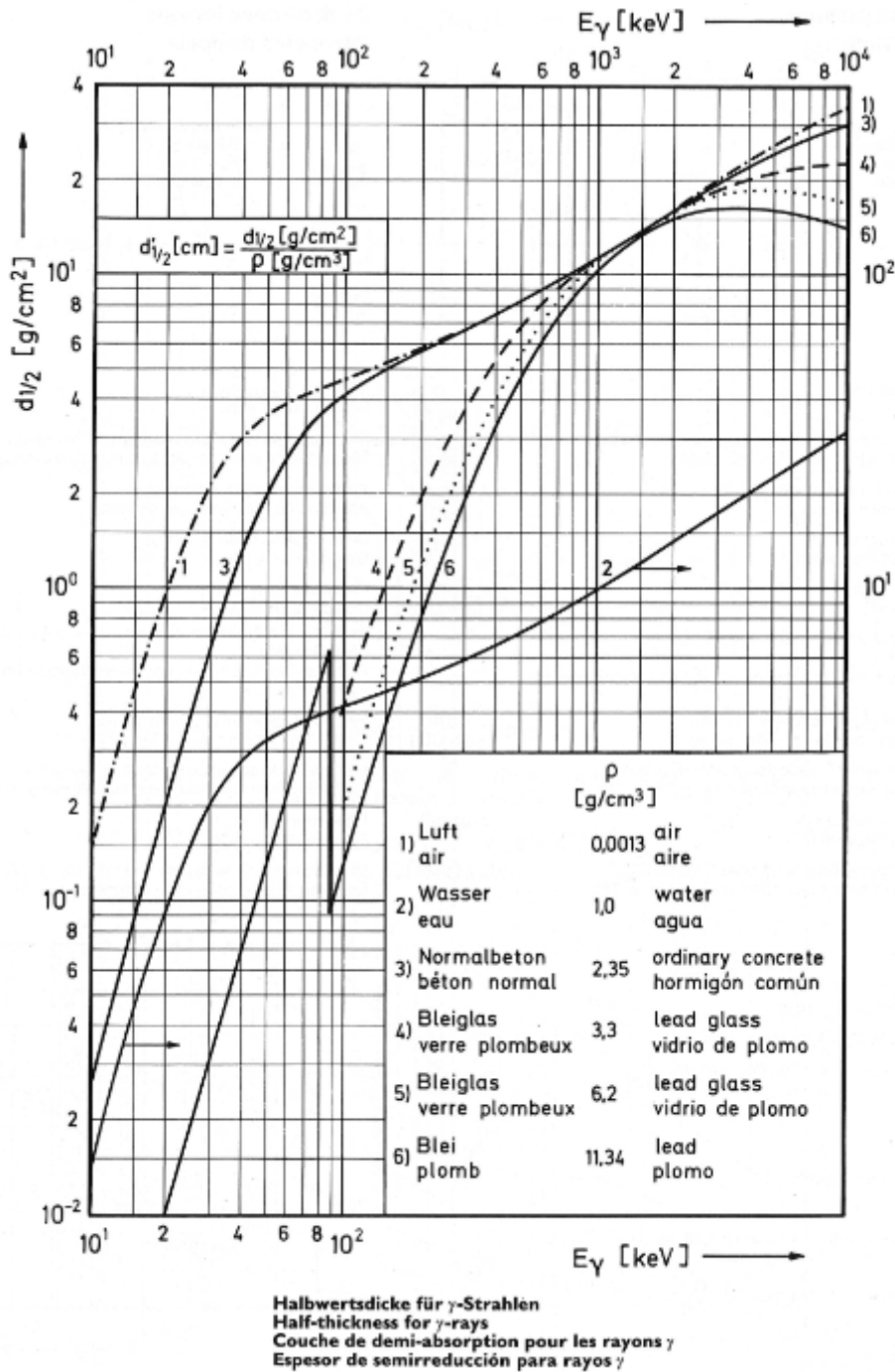
Figuur 3.2. Brede bundel transmissie van gammastraling van verschillende radionucliden door beton, dichtheid 2,350 g/cm³ (ICRP-33).

Opbouwfactor $B(\mu x)$ voor isotrope puntbron in water

E_f (MeV)	μ (m^{-1})	μx						
		1	2	4	7	10	15	20
0,25	12,8	3,09	7,14	23,0	72,9	166	456	982
0,5	9,7	2,52	5,14	14,3	38,8	77,6	178	334
1,0	7,1	2,13	3,71	7,68	16,2	27,1	50,4	82,2
2,0	4,9	1,83	2,77	4,88	8,46	12,4	19,5	27,7
3,0	4,0	1,69	2,42	3,91	6,23	8,63	12,8	17,0
4,0	3,4	1,58	2,17	3,34	5,13	6,94	9,97	12,9
6,0	2,8	1,46	1,91	2,76	3,99	5,18	7,09	8,85
8,0	2,3	1,38	1,74	2,40	3,34	4,25	5,66	6,95
10,0	2,2	1,33	1,63	2,19	2,97	3,72	4,90	5,98

Tabel 1. Expositie-opbouwfactor voor isotrope puntbron in water.

(Inleiding tot de Stralingshygiëne, Bos et al. (2e druk 2007))



Figuur 3.3. Massieke halveringsdikte (in g/cm²) van smalle bundel gammastraling in verschillende materialen. Let op: voor water geldt de verticale as aan de rechterzijde. (Č.Dimitrijevic, Praktische Berechnung der Abschirmung vond radioaktiver und Röntgenstrahlung, Verlag Chemie, Weinheim, 1972).

Handboek Radionucliden, A.S. Keeverling Buisman (3^e druk 2015), blz. 204-205, gegevens ¹⁷⁷Lu

¹⁷⁷Lu

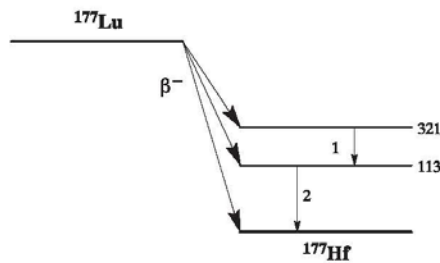
Z = 71

Halveringstijd en vervalconstante

$$T_{1/2} = 6,71 \text{ d} = 5,80 \times 10^5 \text{ s}$$

$$\lambda = 1,20 \times 10^{-6} \text{ s}^{-1}$$

Vervalschema (vereenvoudigd)



Belangrijkste uitgezonden straling

Straling	$y \text{ (Bq}\cdot\text{s)}^{-1}$	$E \text{ (keV)}$
β^-	0,122	47 176
β^-	0,091	111 384
β^-	0,786	149 497
γ_1	0,110	208
γ_2	0,064	113
K_α	0,047	55

Bronconstanten

Kermatempo in lucht	$k = 0,0043 \text{ } \mu\text{Gy/h per MBq/m}^2$
Omgevingsdosis-equivalenttempo	$h = 0,0063 \text{ } \mu\text{Sv/h per MBq/m}^2$

Diversen

Specifieke activiteit	$A_{sp} = 4,07 \times 10^{15} \text{ Bq/g}$
Vrijstellingsgrenzen	$C_v = 10^3 \text{ Bq/g}$ en $A_v = 10^7 \text{ Bq}$
Huidbesmetting	$H_{\text{huid}} = 4 \times 10^{-10} \text{ Sv/s per Bq/cm}^2$
Wondbesmetting; Injectie	$e(50) = 5,0 \times 10^{-10} \text{ Sv/Bq}$
Vervoer	$A_1 = 30 \text{ TBq}$
	$A_2 = 0,7 \text{ TBq}$

N = 106

¹⁷⁷Lu**Productie en toepassingen**

Het radionuclide ¹⁷⁷Lu is een activeringsproduct.

Metabool model

Voor stralingshygiënische doeleinden wordt aangenomen dat lutetium zich vanuit het bloed als volgt verdeelt: 60% naar bot, 2% naar lever, 0,5% naar nieren en de rest wordt rechtstreeks uitgescheiden.

De biologische halveringstijd voor alle organen/weefsels wordt gesteld op 3500 dagen, met uitzondering van de nieren (10 dagen).

Ingestie- en longzuiveringsklassen

Ingestie

Alle verbindingen $f_1 = 5 \times 10^{-4}$

Inhalatie

Hydroxide, oxide, fluoride $f_1 = 5 \times 10^{-4}$ Klasse S

Overige verbindingen $f_1 = 5 \times 10^{-4}$ Klasse M

**Dosisconversiecoëfficiënt en radiotoxiciteitsequivalent
zowel voor werknemers als voor leden van de bevolking**

	Ingestie	Inhalatie	Inhalatie	
	$f_1 = 5 \times 10^{-4}$	M	S	
$e(50)$	$5,3 \times 10^{-10}$	$1,0 \times 10^{-9}$	$1,1 \times 10^{-9}$	Sv/Bq
A_{Re}	$1,9 \times 10^9$	$1,0 \times 10^9$	$9,1 \times 10^8$	Bq

Gegevens voor totale-lichaamstelling

Na eenmalige inname

Tijd (d)	Lichaamsactiviteit (Bq per Bq inname)		
0,25	$9,6 \times 10^{-1}$	$7,2 \times 10^{-1}$	$7,2 \times 10^{-1}$
1	$6,5 \times 10^{-1}$	$4,4 \times 10^{-1}$	$4,4 \times 10^{-1}$
2	$2,7 \times 10^{-1}$	$2,1 \times 10^{-1}$	$2,0 \times 10^{-1}$
3	$9,7 \times 10^{-2}$	$1,1 \times 10^{-1}$	$9,9 \times 10^{-2}$
5	$1,1 \times 10^{-2}$	$4,9 \times 10^{-2}$	$4,3 \times 10^{-2}$
7	$1,3 \times 10^{-3}$	$3,6 \times 10^{-2}$	$3,0 \times 10^{-2}$

Vergunningsbijlage 'Bijlage radionuclidenlaboratorium', blz. 10 – 12

2.2 Criteria ten aanzien van inwendige besmetting

2.2.1 Methode van begrenzing van de individuele handelingen

Voor de indeling van de handelingen is het risico op inwendige besmetting van belang. Bij de indeling is er vanuit gegaan dat inwendige besmetting in een radiologische werkruimte kan ontstaan door radioactieve stoffen die bij de handelingen worden verspreid. Zoals reeds gesteld, zal in het algemeen de mogelijke stralingsdosis, die ontstaat ten gevolge van inhalatie van een radioactieve stof door de daar aanwezige werknemers, bepalend zijn voor het risico. Wanneer wordt verwacht dat het risico vooral wordt bepaald door ingestie, dan zal dit moeten worden aangetoond en zal een andere systematiek moeten worden gekozen.

De hoeveelheid die kan worden geïnhaleerd, hangt af van de verspreidingskans bij een handeling, van de bescherming die de laboratoriumruimte biedt en van de lokale ventilatievoorziening. Voor de stralingsdosis die door een bepaalde inwendige besmetting wordt veroorzaakt, is de radiotoxiciteit van de geïnhaleerde stof van belang. Met het oog op het risico van inwendige besmetting zijn voor B-, C- en D- werkruimtes de toegestane werkhoeveelheden gebaseerd op de inhalatiedosiscoëfficiënt, verder aangeduid met $e(g)_{inh}$, voor stochastische effecten. Voor de berekeningen wordt gebruik gemaakt van deze $e(g)_{inh}$. De waarden hiervoor zijn gegeven in tabel 5 van bijlage 4 van het Besluit stralingsbescherming (Stb. 397, 2001). De feitelijke begrenzing wordt uitgedrukt in radiotoxiciteitsequivalenten voor inhalatie [Re_{inh}].

Met formule (2.1) kan de waarde worden bepaald van de maximaal toegelaten hoeveelheid toe te passen activiteit uitgedrukt in radiotoxiciteitsequivalent voor inhalatie [Re_{inh}] onder bepaalde genomen maatregelen of omstandigheden. Het betreft met name de kans op verspreiding, de bescherming door de ruimte en de lokale ventilatie. In deze formule zijn parameters opgenomen betreffende genoemde aspecten:

$$X_{max, j} = 0,02 * 10^{p+q+r} [Re_{inh}] \quad (2.1)$$

waarin:

$X_{max, j}$	=	aantal radiotoxiciteitsequivalenten [Re_{inh}] dat maximaal per handeling j tegelijkertijd mag worden toegepast (X is onafhankelijk van het radionuclide)
0,02	=	dosislimiet voor blootgestelde werknemers [Sv]
p	=	parameter voor de kans op verspreiding
q	=	beschermingsparameter van de werkruimte
r	=	parameter voor lokale ventilatievoorziening.

De maximale hoeveelheid radioactiviteit die van een radionuclide i onder die omstandigheden mag worden toegepast is derhalve, in formule:

$$A_{max, j, i} = \frac{X_{max, j}}{e(g)_{inh, i}} [Bq] \quad (2.2)$$

waarin:

$A_{max, j, i}$	=	maximaal toe te passen activiteit [Bq] voor handeling j en radionuclide i
$X_{max, j}$	=	aantal radiotoxiciteitsequivalenten [Re_{inh}] dat maximaal per handeling j tegelijkertijd mag worden toegepast (X is onafhankelijk van het radionuclide)
$e(g)_{inh, i}$	=	inhalatiedosiscoëfficiënt [Sv/Bq] voor stochastische effecten van radionuclide i .

De $e(g)_{inh}$ en de parameters p , q en r worden hierna toegelicht.

Eerst worden de verschillende parameters uit de formule beschreven. Daarna wordt de berekening van de maximaal te gebruiken hoeveelheden behandeld.

2.2.2 Inhalatiedosiscoëfficiënt $e(g)_{inh}$

De waarde van de factor 10^{p+q+r} is de factor waarmee rekening moet worden gehouden bij de bepaling van de maximale hoeveelheid radioactiviteit waarmee mag worden gewerkt. Deze factor is een maat voor de hoeveelheid radioactiviteit die door besmetting een stralingsdosis kan veroorzaken.

Om de maximale hoeveelheid radioactiviteit te bepalen waarmee mag worden gewerkt moet de factor 10^{p+q+r} worden gedeeld door de inhalatiedosiscoëfficiënt $e(g)_{inh}$ en vermenigvuldigd met de dosislimiet voor blootgestelde werknemers voor stochastische effecten (0,02 Sv).

De inhalatiedosiscoëfficiënt $e(g)_{inh}$ wordt genomen uit tabel 5 van bijlage 4 van het Besluit stralingsbescherming.

2.2.3 Verspreidingsparameter p

De parameter p is ingevoerd om de kans op verspreiding van radioactieve stoffen in rekening te kunnen brengen. De kans op verspreiding hangt niet alleen samen met de vorm waarin de stof zich bevindt, maar eveneens met de aard van de handelingen. Hier wordt de parameter p bepaald door de kans op verspreiding van radioactieve stoffen bij bepaalde handelingen. Deze lijst is weergegeven in tabel 2.

Tabel 2: Waarde van de verspreidingsparameter p voor bepaalde handelingen binnen het laboratorium.

TOEPASSING	p
Eenvoudige bewerking met gassen Hanteren van poeders in 'open' systeem bijvoorbeeld mengen of malen Vloeistof met temperatuur tegen kookpunt Sterk spattende bewerkingen	- 4
Labeling met vluchtig nuclide (bijv. jodium) Koken van vloeistoffen in 'gesloten' systeem Centrifugeren en mengen op vortex Eenvoudige bewerking van poeders in 'gesloten' systeem Opslag van edelgas in toediensysteem	- 3
Labeling met niet-vluchtig nuclide Eenvoudige chemische bepaling met tracers (bijv. RIA)	- 2
Eenvoudige handelingen in 'gesloten' systemen zoals: Elutie Tc-generator Optrekken van spuiten Labeling in gesloten systemen Kalibratie I-131 capsule Metingen aan stoffen in moeilijk verspreidbare vorm (bijvoorbeeld in ampul) Opslag van radioactief afval in werkruimte	- 1

Een bijzondere toepassing is de elutie van een Mo/Tc generator. De handelingen kunnen worden beschouwd als handelingen met Tc-99m. Voor de opslag moet uiteraard worden uitgegaan van Mo-99.

In de praktijk zullen bewerkingen, die niet in de lijst voorkomen, een p -waarde moeten krijgen die aan handelingen met een vergelijkbare kans op verspreiding is toegekend.

2.2.4 Beschermingsparameter q

De hoeveelheid radioactiviteit die in een bepaalde werkruimte mag worden gehanteerd, is onder andere afhankelijk van de parameter q voor de bescherming die de ruimte biedt. Hierbij wordt het effect in rekening gebracht van de bescherming door de aanwezige voorzieningen zoals ventilatie, onderdruk en bijvoorbeeld een sluis. Tevens wordt rekening gehouden met de deskundigheid van de toezichthouder, de indeling als blootgestelde werknemer en een strenger toelatingsregime. Voor q kunnen de volgende waarden worden gehanteerd:

$q = 0$	Werkruimtes buiten het laboratorium-beheer
$q = 1$	D-laboratorium
$q = 2$	C-laboratorium
$q = 3$	B-laboratorium.

2.2.5 Ventilatieparameter r

De parameter r voor de lokale ventilatievoorziening wordt als volgt ingevuld:

$r = 0$	Voor het werken buiten de zuurkast zonder aanvullende ventilatievoorzieningen
$r = 1$	Deze waarde mag worden gebruikt in geval van plaatselijke afzuiging of een zuurkast die niet is getest volgens DIN-12924, maar waarbij wel vaststaat dat minder dan 10% van de hoeveelheid stof die vrijkomt in de zuurkast, in de werkruimte komt
$r = 2$	Dit geldt voor een goede zuurkast, waaronder wordt verstaan dat van de stof die vrijkomt in de zuurkast minder dan 1% in de werkruimte komt. Een zuurkast met een kwalificatie volgens DIN-12924 waarin geen opstelling is die de luchtstroom ernstig verstoort of een laminair air flow isolator (veiligheidskabinet klasse II) zullen in het algemeen aan deze norm voldoen
$r = 3$	Gesloten werkkast. Hierbij wordt gedacht aan een klasse-III kabinet voor biologische veiligheid met een kwalificatie volgens NEN-EN 12469 of een gesloten laminair air flow isolator die aan deze eisen voldoet.

De waarde die mag worden ingevuld voor de bepaling van de maximaal toe te passen hoeveelheid, moet in relatie worden gezien met de waarde van q . Om te waarborgen dat de hoeveelheden die mogen worden toegepast in de verschillende categorieën van laboratoria evenwichtig zijn, moet de waarde van r worden begrensd afhankelijk van die categorie. Daarom mag de waarde van r bij berekeningen nooit groter worden genomen dan die van q . Uiteraard mogen betere voorzieningen (dus met een hogere r) wel worden gebruikt.

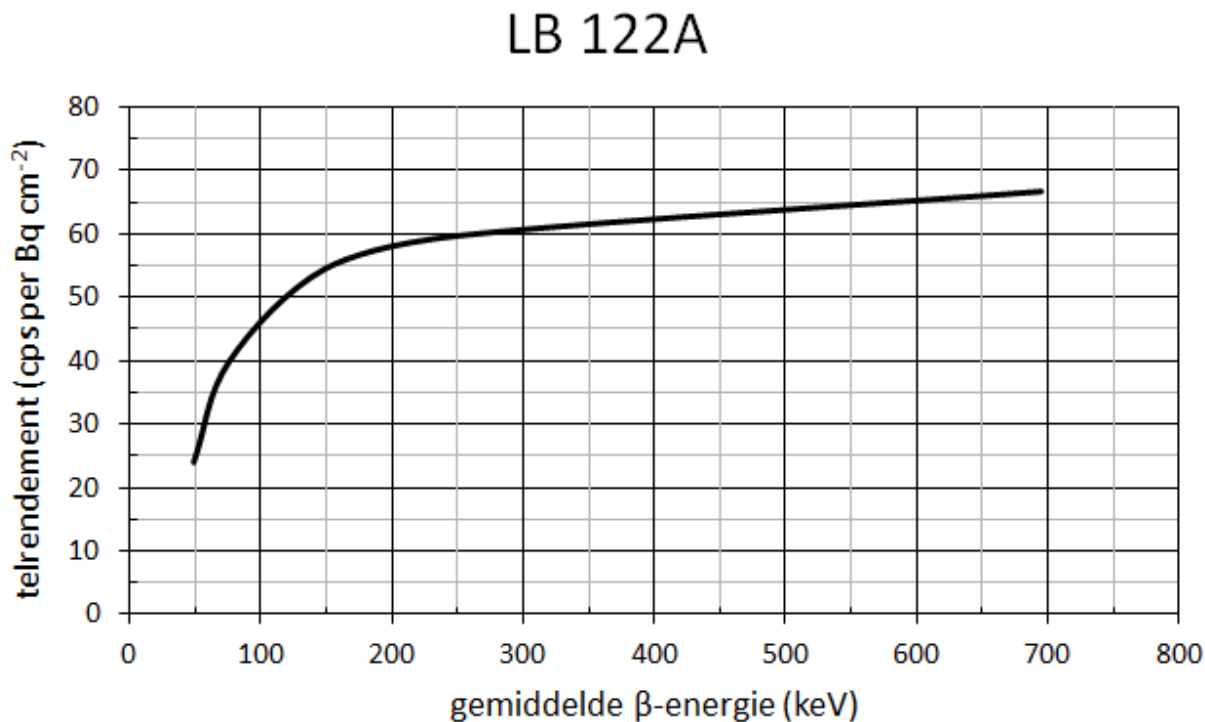
2.2.6 Maximaal toegestane hoeveelheid radioactiviteit voor bepaalde handelingen

Het aantal radiotoxiciteitsequivalenten $X_{j,i}$, overeenstemmende met een bij handeling j toe te passen hoeveelheid activiteit $A_{j,i}$ van radionuclide i komt overeen met:

$$\text{waarin:} \quad X_{j,i} = A_{j,i} * e(g)_{inh,i} \quad (2.3)$$

$X_{j,i}$	=	aantal radiotoxiciteitsequivalenten [Re_{inh}] dat wordt gehanteerd bij de handeling j met radionuclide i
$A_{j,i}$	=	activiteit [Bq] die per handeling j met radionuclide i tegelijkertijd wordt toegepast
$e(g)_{inh,i}$	=	inhalatiedosiscoëfficiënt [Sv/Bq] voor stochastische effecten van radionuclide i .

Figuur 4.1. Telrendement (in cps per Bq cm⁻²) van de besmettingsmonitor (Berthold LB 122A) als functie van de gemiddelde β -energie (in keV), uitgaande van een yield van 1.



Inleiding tot de stralingshygiëne, A.J.J. Bos et al., Tabel 9-6

Depositiefractionen (in %) van de geïnhaleerde activiteit voor twee AMAD-waarden.

Gebied	AMAD: 1 μm	AMAD: 5 μm
ET1	16,5	33,9
ET2	21,1	29,9
BB	1,2	1,8
bb	1,7	1,1
Al	10,7	5,3
totaal	51,2	82,0