



Rijksinstituut voor Volksgezondheid
en Milieu
*Ministerie van Volksgezondheid,
Welzijn en Sport*

Een verkenning van het begrip *verwaarloosbaarheid,* toegepast op straling





Rijksinstituut voor Volksgezondheid
en Milieu
*Ministerie van Volksgezondheid,
Welzijn en Sport*

Een verkenning van het begrip verwaarloosbaarheid, toegepast op straling

RIVM-rapport 2020-0026

Colofon

© RIVM 2020

Delen uit deze publicatie mogen worden overgenomen op voorwaarde van bronvermelding: Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu (RIVM), de titel van de publicatie en het jaar van uitgave.

DOI 10.21945/RIVM-2020-0026

M. van der Schaaf (auteur), RIVM
R.C.G.M. Smetsers (auteur), RIVM

Contact:

Martijn van der Schaaf
Milieu en Veiligheid/Centrum Veiligheid
Martijn.van.der.schaaf@rivm.nl

Dit onderzoek werd verricht in opdracht van de Autoriteit Nucleaire Veiligheid en Stralingsbescherming in het kader van het programma Ondersteuning beleid stralingsbescherming 2019.

Dit is een uitgave van:

**Rijksinstituut voor Volksgezondheid
en Milieu**

Postbus 1 | 3720 BA Bilthoven

Nederland

www.rivm.nl

Publiekssamenvatting

Een verkenning van het begrip verwaarloosbaarheid, toegepast op straling

Een risico kan zo klein zijn dat we het 'verwaarloosbaar' vinden. Dit geldt ook voor de risico's die het gevolg zijn van straling. In de communicatie over straling gebruikt de overheid soms het begrip verwaarloosbaar om aan te geven dat er geen risico van betekenis is als mensen blootstaan aan een kleine hoeveelheid straling. Het begrip komt ook voor in de Nederlandse regelgeving over straling. Of iets verwaarloosbaar is of niet is een oordeel en geen wetenschappelijk te bepalen gegeven. Maar de overheid heeft niet aangegeven welk risico of hoeveel straling zij verwaarloosbaar vindt.

Het RIVM heeft een historisch overzicht gemaakt van het gebruik en de betekenis van het woord verwaarloosbaar bij de blootstelling aan straling. Dit overzicht is gemaakt op verzoek van de Autoriteit Nucleaire Veiligheid en Stralingsbescherming (ANVS). Ook is onderzocht welke termen internationale organisaties gebruiken voor kleine risico's van straling.

Eind jaren tachtig heeft de Nederlandse overheid voorgesteld wat een verwaarloosbare hoeveelheid straling zou kunnen zijn. Ook is toen voorgesteld de blootstelling aan straling als gevolg van menselijk handelen in bijvoorbeeld laboratoria of in de industrie zoveel als mogelijk tot dat niveau terug te brengen. Dit streven bleek in de praktijk echter niet realistisch. Sindsdien is deze beleidsdoelstelling verlaten, en is het woord verwaarloosbaar bij straling minder gebruikt.

Parallel hieraan hebben internationale organisaties die zich bezighouden met straling benoemd wat zij als een 'triviaal' risico zien. Dit hebben zij vervolgens vertaald naar een triviale hoeveelheid straling. Het resultaat is opgenomen in Europese, en in Nederlandse regelgeving. In die regelgeving is ook opgenomen dat voor handelingen die een dergelijke hoeveelheid straling veroorzaken, geen vergunning, registratie of kennisgeving nodig is.

De waarden voor een verwaarloosbare en een triviale hoeveelheid straling zijn niet hetzelfde. Bovendien hebben de internationale organisaties een onderscheid gemaakt tussen straling van natuurlijke en kunstmatige bronnen. In het Nederlandse beleid was dit niet het geval.

Wanneer Nederland opnieuw een verwaarloosbaar stralingsniveau wil bepalen is het van belang om goed uit te leggen hoe dit oordeel is bepaald en welke verplichtingen hieraan zijn verbonden. Ook is het van belang om te kijken hoe de samenleving risico's beleeft. Ten slotte is het de vraag of een onderscheid nodig is tussen straling van kunstmatige bronnen en van natuurlijke bronnen.

Kernwoorden: verwaarloosbaar, triviaal, ioniserende straling, radioactiviteit, beleid, risico's, gezondheidseffecten.

Synopsis

An exploratory study of the use of the term 'negligibility' in relation to radiation

Risks can be so small that we deem them 'negligible'. This also applies to the risks resulting from radiation. When communicating with the public about radiation, the government sometimes uses the term negligible to indicate that there is no significant risk if people are exposed to a small quantity of radiation. This term is also used in radiation-related regulations in the Netherlands. Whether something is negligible or not is an opinion rather than a fact that can be determined scientifically. However, the government has not defined the risk or quantity of radiation it considers negligible.

RIVM has therefore summarised the historic use of, and meaning attributed to, the word negligible as applied to exposure to radiation. This summary was drawn up at the request of the Authority for Nuclear Safety and Radiation Protection (ANVS). RIVM also investigated the terms applied by international organisations to low radiation risks.

In the late eighties, the Dutch government put forward what could be considered a negligible quantity of radiation. Furthermore, it suggested that exposure to radiation resulting from human activities in for instance laboratories or industry, should be reduced to this level wherever possible, although, in practice, it became apparent that this target was unachievable. Since then, the use of the word negligible in relation to radiation has gradually decreased.

In parallel, international organisations that are involved with radiation referred to what they considered a 'trivial' risk which they subsequently translated into a trivial radiation dose. This term was then used in European and Dutch regulations. These regulations also state that practices causing a trivial radiation dose do not require authorisation.

The values for negligible and trivial quantities of radiation are not the same. Moreover, the international organisations in question distinguish between radiation from natural and artificial sources. This was not the case in Dutch policy.

If, at any point in the future, the Dutch government wishes to label a particular level of radiation as negligible, it is important that how this level is determined, and the related obligations, are properly explained. It is also crucial to look at how society perceives risks. Finally, the question of whether a distinction between radiation from natural and artificial sources is necessary should be explored.

Keywords: negligible, trivial, ionising radiation, radioactivity, policy, risk, health effects

Inhoudsopgave

Samenvatting — 9

1 Inleiding — 13

- 1.1 Aanleiding voor dit onderzoek — 13
- 1.1.1 Duiding van de ernst van blootstelling aan straling — 13
- 1.1.2 Afbakening van regelgeving — 13
- 1.1.3 Ondergrens voor optimalisatie van bescherming — 14
- 1.1.4 Onderzoek als eerste verkennende stap — 15
- 1.2 Benadering in dit onderzoek — 15
- 1.3 Afbakening — 16
- 1.4 Leeswijzer — 16
- 1.5 Dankwoord — 16

2 Het begrip risico — 17

- 2.1 Het concept risico — 17
- 2.2 Beoordeling van risico's — 17
- 2.3 Aandachtspunten bij het vaststellen van een verwaarloosbaar risico — 22
- 2.3.1 Een verwaarloosbaar risico is betekenisloos indien niet wordt aangegeven op welk gevolg dit risico betrekking heeft — 22
- 2.3.2 Een verwaarloosbaar risico kent geen wetenschappelijke basis, en is relatief laag — 22
- 2.3.3 Het achtergrondniveau speelt een rol bij het aanwijzen van een verwaarloosbaar risico — 22
- 2.3.4 Belevingsaspecten spelen een rol bij het aanmerken van een verwaarloosbaar risico — 22
- 2.3.5 Communicatie over verwaarloosbare risico's — 23

3 Risico's van blootstelling aan straling — 25

- 3.1 Effecten van blootstelling aan straling — 25
- 3.2 Vertaling van risiconiveau naar blootstellingsniveau — 26
- 3.2.1 Bij een vertaling van risiconiveau naar blootstellingsniveau wordt de kans op blootstelling niet betrokken — 26
- 3.2.2 Bij een vertaling van risiconiveau naar blootstellingsniveau moet rekening worden gehouden met de achtergrond — 27
- 3.2.3 Voor de vertaling van een (toegevoegd) risico naar een (toegevoegd) stralingsniveau zijn risicogetallen beschikbaar — 27
- 3.3 Beoordeling van de risico's ten gevolge van blootstelling aan straling — 27
- 3.4 Aandachtspunten bij het vaststellen van een verwaarloosbaar stralingsniveau — 31
- 3.4.1 Een verwaarloosbaar risico van straling is doorgaans laag ten opzichte van een achtergrondniveau — 31
- 3.4.2 Een verwaarloosbaar stralingsniveau is naar alle waarschijnlijkheid niet universeel toepasbaar — 31
- 3.4.3 Verminderd overlijden aan kanker betekent mogelijk herziening van de vertaling van sterfterisico naar stralingsniveau — 31
- 3.4.4 Een verwaarloosbaar stralingsniveau is niet zomaar geschikt voor gebruik in risicoanalyses — 32
- 3.4.5 Verhouding tussen 'verwaarloosbaar stralingsniveau' en 'triviale dosis' — 32

4 Toepassing van de risicobenadering bij blootstelling aan andere agentia dan straling – 33

4.1 Streefwaarde en maximaal toelaatbaar risiconiveau voor stoffen zonder drempelwaarde – 33

4.2 Vergelijking benadering voor stoffen en straling – 36

5 Discussie en conclusies – 39

5.1 Discussie – 39

5.2 Conclusies – 40

Referenties – 43

Bijlage 1 Verwaarloosbare en triviale risico's (van straling): een historisch overzicht – 47

Samenvatting

Iedereen in Nederland wordt dagelijks blootgesteld aan ioniserende straling (hierna: straling). Deze straling is deels van natuurlijke oorsprong, en deels het gevolg van menselijk handelen. In beide gevallen brengt blootstelling hieraan gezondheidsrisico's met zich mee.

Vanwege de gezondheidsrisico's wordt geregeld de vraag gesteld hoe 'erg' een bepaalde blootstelling aan straling is. Die vraag gaat eigenlijk om een duiding van, en wellicht ook om een oordeel over, de gezondheidsrisico's die het gevolg zijn van de blootstelling aan straling. Op basis van wetenschappelijk onderzoek kan kwantitatief en objectief in beeld worden gebracht wat het gezondheidsrisico is van een bepaalde blootstelling aan straling. Dit kan vervolgens worden vergeleken met andere risico's (de duiding), en beoordeeld. Een oordeel over een risico is per definitie subjectief. Voorbeelden van dergelijke oordelen zijn 'onwenselijk' en 'onacceptabel', maar ook 'verwaarloosbaar', 'onbeduidend' of 'triviaal'. Van persoon tot persoon kan verschillen wat hier precies onder wordt verstaan.

Het gebruiken van bovenstaande of vergelijkbare formuleringen door bijvoorbeeld overheden kan zinvol zijn in hun communicatie over straling richting het publiek. Hiervan bestaan diverse voorbeelden¹, waarbij bijvoorbeeld een bepaalde mate van (potentiële) blootstelling is betiteld als 'verwaarloosbaar', 'triviaal', of 'onbeduidend'. Feitelijk is hiermee (door de overheid) impliciet een oordeel gegeven over de ernst van de gezondheidsrisico's ten gevolge van de betreffende situatie of blootstelling. In een aantal gevallen zijn dit in zekere zin ad hoc-oordelen over individuele situaties. Deze oordelen zijn soms gerelateerd aan bestaande dosiscriteria voor vrijstelling van handelingen. Het stralingsbeschermingsbeleid kent echter geen duidelijke waarde die (door de overheid) in het algemeen als verwaarloosbaar wordt beoordeeld. Daarnaast is het überhaupt de vraag of één enkele waarde toepasbaar is voor alle typen blootstellingen en blootstellingssituaties.

Tegelijkertijd zijn bij de afbakening van regelgeving op het gebied van stralingsbescherming formuleringen gebruikt waarin de term 'verwaarloosbaar' is toegepast. Zo zijn de Kernenergiewet en veel daarop gebaseerde voorschriften van toepassing op stoffen waarvoor geldt dat deze 'voor zover het de bescherming tegen ioniserende straling betreft, niet mogen worden verwaarloosd'. Het is echter niet duidelijk in welke gevallen er sprake is van 'verwaarloosbaarheid', omdat een vertaling naar toetsbare getallen ontbreekt. Anders gezegd is het onvoldoende helder wat het oordeel van de overheid over verwaarloosbaarheid inhoudt als het gaat om blootstelling van personen aan straling.

De discussie over verwaarloosbare risico's van straling gaat ver terug in de tijd. Dit wordt geïllustreerd door het volgende citaat van de *International Commission on Radiological Protection (ICRP)* uit 1954 [1]:

¹ Zie bijvoorbeeld de brief van de Minister van Infrastructuur en Milieu d.d. 18 april 2017 over (onder andere) de besmetting van grondwater in Petten met tritium.

'Aangezien geen enkel stralingsniveau boven de natuurlijke achtergrond als absoluut "veilig" kan worden beschouwd, is het probleem een in de praktijk te hanteren waarde aan te geven die, gegeven de huidige kennis, een verwaarloosbaar risico met zich meebrengt.'

In dit onderzoek is gekeken naar het concept risico, en is in nationale en internationale literatuur en beleidsdocumenten gezocht naar uitspraken in het verleden over wat een 'verwaarloosbaar' (overlijdens)risico zou kunnen zijn. Dit is vervolgens toegespitst op stralingsrisico's. Ter vergelijking is ook een beschouwing opgenomen van het risicobeleid met betrekking tot genotoxische carcinogene stoffen, waarvan de gezondheidseffecten na blootstelling veel lijken op die van straling.

Van belang is dat het bij het vaststellen van een verwaarloosbaar risico van blootstelling aan straling gaat om de effecten van een eenmaal opgetreden of in de toekomst nog op te treden blootstelling. Dit betekent dat de kans dat deze blootstelling optreedt, hierbij niet wordt betrokken. Dit is belangrijk om vast te stellen, omdat het woord 'risico' vaak wordt gedefinieerd als het product van de kans dat een gebeurtenis kan optreden en het effect daarvan. In het geval van een gegeven blootstelling aan een kleine hoeveelheid straling zijn echter de gezondheidseffecten (bijvoorbeeld overlijden) kansgebonden. Dit houdt in dat deze worden uitgedrukt in een (al dan niet jaarlijkse) kans van optreden van het effect of de effecten. Een 'verwaarloosbaar (overlijdens)risico' kan worden vertaald naar een 'verwaarloosbare blootstelling aan straling' of vice versa. Hierbij wordt dus de kans dat de blootstelling optreedt niet meegewogen. Iets vergelijkbaars geldt ook voor blootstelling aan stoffen, waarbij een vertaling wordt gemaakt van een risico naar een concentratie in bijvoorbeeld de bodem.

Uit een selectie van literatuur is, voor zover mogelijk, de historie van de beoordeling van risico's gereconstrueerd, inclusief die van de beoordeling van risico's van straling en (genotoxische carcinogene) stoffen. Hieruit blijkt dat er twee sporen zijn te onderscheiden, die deels nog zijn terug te vinden in het huidige beleid voor straling en stoffen. Enerzijds is er een nationaal spoor, dat terug te voeren is op publicaties over risico's uit de jaren tachtig van de vorige eeuw. Hierin is een overlijdensrisico van 10^{-8} per jaar per bron als 'verwaarloosbaar' aangemerkt. Een verwaarloosbaar overlijdensrisico hield in dat verdere optimalisatie niet nodig was. Dit concept is vervolgens toegepast op blootstelling aan zowel straling als stoffen. Voor straling is dit destijds vertaald naar $0,4 \mu\text{Sv}$ per jaar per bron. Bij het stoffenbeleid heeft dit geleid tot de introductie van streefwaarden, dat wil zeggen concentraties in het milieu die geassocieerd zijn met een overlijdensrisico van 10^{-8} per jaar. De streefwaarde wordt ook wel 'verwaarloosbaar risiconiveau' (VR) genoemd. Voor beide disciplines geldt echter dat het begrip 'verwaarloosbaar risico' later weer is verlaten, of in ieder geval minder strikt is toegepast.

Min of meer parallel hieraan is op internationaal niveau beleid ontwikkeld dat ingaat op (de beoordeling van) risico's. Voor straling zijn vanaf 1988 door ICRP, IAEA en Euratom uitspraken gedaan over wat een 'triviaal risico van blootstelling aan straling' zou kunnen zijn. Een dergelijk niveau rechtvaardigt geen verdere optimalisatie van bescherming. De kwantitatieve formulering van dit begrip is in de loop van de jaren enkele

keren aangepast. Voor het laatst is dit gebeurd in 2013, in de meest recente Europese richtlijn *Basisnormen voor de bescherming tegen de gevaren verbonden aan blootstelling aan straling* [2]. In dit document zijn de waarden van 10 μSv en 1 mSv per jaar per bron vastgesteld voor 'triviale blootstelling' aan respectievelijk kunstmatige bronnen en natuurlijke bronnen van straling. Bronnen die een lagere blootstelling veroorzaken, kunnen worden vrijgesteld van wettelijke controle. Voor stoffen bestaat er geen Europese regelgeving waarin oordelen zijn vastgelegd over blootstellingsniveaus.

Voor straling geldt dat de bovenstaande Europese getallen voor 'triviale blootstelling' zijn overgenomen in het Nederlandse beleid². Een kwantitatieve formulering of definitie voor een 'verwaarloosbare blootstelling' of 'verwaarloosbaar risico van blootstelling' ontbreekt echter. Hoewel de concepten 'verwaarloosbare blootstelling aan straling' en 'triviale blootstelling aan straling' vergelijkbaar zijn, zijn deze dat qua herkomst en de kwantitatieve uitwerking niet. Verder kent het Nederlandse stralingsbeleid ook het concept 'secundair (stralings)niveau'. Dit niveau bedraagt 1 μSv of 10 μSv per jaar per bron, afhankelijk van de precieze omstandigheden. Onder dit niveau geldt dat optimalisatie van bescherming vanuit de overheid geen prioriteit (meer) heeft, wat vergelijkbaar is met de consequenties die in het verleden werden verbonden aan een 'verwaarloosbaar stralingsniveau'. De kwantitatieve uitwerking verschilt echter van zowel het verwaarloosbare als het triviale stralingsniveau. De herkomst van het 'secundair (stralings)niveau', en de relatie met een (overlijdens)risiconiveau, is echter niet gevonden.

Net als bij straling liep men bij het stoffenbeleid in de praktijk tegen situaties aan waarbij het realiseren van de streefwaarde niet realistisch was. Dit kwam door sterke verontreiniging, of door de aanwezigheid van een relatief hoge natuurlijke achtergrond. In het bodembeleid (wat sterk gericht is op bodemsanering) is de streefwaarde daarom rond 2008 vervangen door de zogenoemde Achtergrondwaarde. Dat is de 95-percentielwaarde van de concentratie van de betreffende stof in relatief onbelaste gebieden. Feitelijk is daarmee de koppeling met een overlijdensrisico verlaten.

Zowel voor genotoxische carcinogenen als voor straling werd de kans op het optreden van kanker eind vorige eeuw gelijkgesteld aan de kans op sterfte. In de decennia daarna is die koppeling gaandeweg losgelaten en is het accent in de risicobeschouwing verschoven naar het risico op het krijgen van kanker.

Ten slotte is de differentiatie in beleidsdoelstellingen bij stoffen tussen beroepsmatige en bevolkingsblootstelling zowel conceptueel als kwantitatief vergelijkbaar met die bij straling.

² Voor de volledigheid wordt opgemerkt dat hieraan in het Nederlandse beleid voor blootstelling aan natuurlijke bronnen het criterium van 0,3 mSv per jaar is toegevoegd (ANVS-Verordening basisveiligheidsnormen stralingsbescherming artikel 3.19, vierde lid).

1 Inleiding

1.1 Aanleiding voor dit onderzoek

De ANVS heeft het RIVM gevraagd verkennend onderzoek te doen naar het begrip 'verwaarloosbaar', toegepast op straling. De aanleiding daarvoor is tweeledig: ten eerste ontstaat bij de analyse en beoordeling van gezondheidsrisico's van toepassingen van straling door overheden en vergunninghouders vaak discussie over de duiding en de ernst van deze risico's. Specifiek bij lage stralingsniveaus kan het dan de vraag zijn of de risico's daarvan al dan niet 'verwaarloosbaar' zijn. Dit speelt ook bij de communicatie over straling richting het publiek. Tegelijkertijd is niet duidelijk gedefinieerd wat een 'verwaarloosbaar' risico van blootstelling aan straling is. Daarnaast zijn er ook meer (beleids)technische redenen om onderzoek te doen naar het begrip 'verwaarloosbaar'. Beide zaken worden hieronder nader toegelicht.

1.1.1 *Duiding van de ernst van blootstelling aan straling*

Er zijn verschillende situaties denkbaar waarbij het wenselijk is om de ernst van (kans op) blootstelling aan straling te duiden. Het gaat dan om de vraag hoe 'erg' de gezondheidsrisico's ten gevolge van de blootstelling (kunnen) zijn. Het kan bijvoorbeeld gaan om de situatie dat een persoon onbedoeld is blootgesteld aan straling, of om communicatie naar het publiek over een situatie waarin een kans bestaat dat een zekere blootstelling aan straling kan plaatsvinden.

Vaak kan redelijk eenvoudig een kwantitatieve inschatting worden gemaakt van de mate van blootstelling ten gevolge van een handeling met straling. Deze mate van blootstelling kan worden vertaald naar een inschatting van het gezondheidsrisico ten gevolge van deze blootstelling. Om een dergelijk getal vervolgens te duiden, kan een (kwantitatieve) vergelijking worden gemaakt met andere risico's. Uit sociologisch onderzoek is echter duidelijk geworden dat verschillende risico's niet op dezelfde manier worden beleefd, en dat daardoor een vergelijking op basis van enkel cijfers onvoldoende duiding biedt aan het publiek.

Vergelijking met een risico of met een stralingsniveau dat als 'verwaarloosbaar' wordt beschouwd, kan dan een zekere context bieden. Hierbij moet wel worden opgemerkt dat het aanmerken van een bepaald niveau of risico als 'verwaarloosbaar' neerkomt op het geven van een mening of een oordeel. Zo'n oordeel zal niet noodzakelijkerwijs door iedereen gedeeld worden. Op dit moment bestaat er geen eenduidige en breed gedragen waarde voor een 'verwaarloosbaar risico van blootstelling aan straling'.

1.1.2 *Afbakening van regelgeving*

Het begrip 'verwaarloosbaar' wordt ook gebruikt in de afbakening van regelgeving over stralingsbescherming. Zo worden bijvoorbeeld in artikel 1, onder d, van de Kernenergiewet 'radioactieve stoffen' gedefinieerd als 'stoffen ... die in zodanige mate radionucliden bevatten dat zij, voor zover het de bescherming tegen ioniserende straling betreft, niet mogen worden verwaarloosd' [3]. Daarmee wordt de

definitie van radioactieve stoffen feitelijk afgebakend door wat mag worden verstaan onder een 'verwaarloosbare blootstelling'. Een gevolg daarvan is dat de toepasselijkheid van veel voorschriften in lagere regelgeving hierdoor eveneens wordt afgebakend. Immers, alle voorschriften die zien op 'radioactieve stoffen' gelden niet voor stoffen die niet onder deze definitie vallen. Er bestaat echter geen nadere invulling van het begrip 'verwaarloosbaar'.

Een tweede voorbeeld waarbij 'verwaarloosbaar(heid)' is gebruikt bij de afbakening van regelgeving is de reikwijdtebepaling in artikel 1.1, tweede lid, van het huidige Besluit basisveiligheidsnormen stralingsbescherming (hierna: Bbs) en de daarop gebaseerde voorschriften [4]. Deze reikwijdte is beperkt tot '*blootstellingssituaties waarvan het risico op³ blootstelling **niet-verwaarloosbaar** is vanuit het oogpunt van stralingsbescherming, of vanuit het oogpunt van milieubescherming met het oog op de gezondheidsbescherming op lange termijn*'. Het Bbs bevat daarnaast nog diverse andere voorschriften, waarvan de reikwijdte wordt bepaald door het al dan niet verwaarloosbaar zijn van de betreffende blootstelling aan straling.

Het begrip '(niet-)verwaarloosbaar (risico)' is echter, zoals hierboven aangegeven, nergens in de regelgeving kwantitatief ingevuld. In de Nota van Toelichting bij het Bbs is aangegeven dat het koppelen van een dosiscriterium aan de term 'verwaarloosbaar' ertoe kan leiden dat bij het niet overschrijden hiervan er geen sprake meer is van radioactieve stoffen, zodat het besluit in zijn geheel niet meer van toepassing is. Dit is als een ongewenst neveneffect bestempeld. Mede om deze reden is in het Bbs aan de term '(niet-)verwaarloosbaar' geen nadere invulling gegeven. Bij de ANVS bestaat nu behoefte aan een verkenning van de mogelijke invulling van dit begrip.

1.1.3 *Ondergrens voor optimalisatie van bescherming*

Een van de fundamentele voorschriften die gelden voor het werken met straling is optimalisatie van bescherming (ook wel 'ALARA' genoemd). Dit houdt in dat maatregelen moeten worden getroffen totdat bescherming tegen blootstelling 'optimaal' is, gegeven de omstandigheden. Er is echter momenteel geen waarde vastgesteld voor een ondergrens voor optimalisatie. Het realiseren van een 'verwaarloosbaar risico van blootstelling aan straling' kan een reden zijn om te besluiten dat onder dat niveau geen (aanvullende) maatregelen nodig zijn ter bescherming van personen tegen blootstelling aan straling. Met andere woorden: een stralingsniveau dat correspondeert met een 'verwaarloosbaar' risico zou als ondergrens kunnen worden gezien voor optimalisatie van bescherming.

³ Deze formulering stelt feitelijk dat het niet gaat over of de omvang van het stralingsniveau wel of niet verwaarloosbaar is, maar dat dat geldt voor het risico (dat wil zeggen de kans) dat deze blootstelling plaatsvindt. De formulering van de afbakening van de reikwijdte van het Bbs is één-op-één overgenomen uit de onjuiste Nederlandse vertaling van richtlijn 2013/59/EURATOM, waarin wordt gesproken over het risico op blootstelling aan straling. In de Engelse versie van de richtlijn wordt echter gesproken over het risico van blootstelling aan straling. Met dit laatste wordt bedoeld op een verwaarloosbaar gezondheidsrisico, dat is te relateren aan een 'verwaarloosbaar stralingsniveau', wat overigens ook meer in lijn is met de aanbevelingen van de ICRP.

De regelgeving kent op dit moment, voor specifieke gevallen, de enigszins vergelijkbare concepten 'triviale dosis'⁴ en 'secundair niveau'⁵. Het eerste wordt toegepast in de voorschriften voor vrijstelling van handelingen en vrijgave van radioactieve materialen van wettelijke controle, het tweede betreft het niveau waaronder de invulling van het ALARA-beginsel vanuit de overheid minder prioriteit heeft, en de verantwoordelijkheid voor het toepassen hiervan bij de ondernemer wordt gelegd. Het voorgaande betekent dat de regelgeving van toepassing is op situaties die qua blootstelling 'niet-verwaarloosbaar' zijn, en dat vervolgens vrijstelling kan worden verleend van wettelijke controle op grond van een 'triviale blootstelling'.

1.1.4 *Onderzoek als eerste verkennende stap*

Vanwege het bovenstaande heeft de ANVS het RIVM gevraagd om het concept van een (niet-)verwaarloosbaar stralingsrisico te onderzoeken. Dit onderzoek bevat een korte verkenning van het concept, (historische) achtergrondinformatie over het omgaan met (stralings)risico's in Nederland, en informatie over de visies van internationale organisaties op dit onderwerp. Ook is kort in beeld gebracht hoe men hier binnen andere, vergelijkbare disciplines mee omgaat.

De resultaten van dit onderzoek kunnen helpen bij het verkrijgen van een verbeterd inzicht in het begrip 'verwaarloosbaar risico van blootstelling aan straling', en mogelijk als basis dienen voor het verder ontwikkelen van beleid, indien gewenst.

1.2 **Benadering in dit onderzoek**

Dit onderzoek is gericht op het begrip '(verwaarloosbaar) risico van blootstelling aan straling'. Het ligt daarom voor de hand om aan te sluiten bij de benadering van de *International Commission on Radiological Protection* (ICRP), die in haar publicaties met 'risico' doorgaans enkel doelt op de (toegevoegde) kans per jaar dat (stochastische) gezondheidseffecten optreden ten gevolge van een gegeven blootstelling aan straling.

Een eventueel 'verwaarloosbaar stralingsrisico' wordt daarom geïnterpreteerd als een (toegevoegde) 'verwaarloosbare kans' per jaar op het optreden van gezondheidseffecten ten gevolge van een bepaalde blootstelling aan straling', waarbinnen het sterfterisico dominant is. Om praktische redenen wordt dit in dit rapport geformuleerd als een 'verwaarloosbaar risico van blootstelling aan straling'. Het kan daarbij gaan om een blootstelling die al is opgetreden, maar ook om een voorzienbare (mogelijk onbedoelde) blootstelling. In beide gevallen wordt niet ook nog eens de kans dat de blootstelling optreedt meegenomen, maar gaat het om de risico's van de blootstelling indien deze optreedt. Dit is belangrijk om vast te stellen, omdat het woord 'risico' vaak wordt gedefinieerd als het product van de kans dat een gebeurtenis kan optreden en het effect daarvan.

⁴ Zie bijvoorbeeld de Toelichting op Bijlage 3 bij het Bbs

⁵ Zie bijvoorbeeld Bijlage 10 bij de ANVS-verordening

1.3 Afbakening

- Dit onderzoek richt zich met name op wat in ICRP-Publicatie 103 wordt verstaan onder geplande blootstellingsituaties. Dat betekent dat het gaat om blootstelling ten gevolge van handelingen met bronnen van kunstmatige of natuurlijke oorsprong.
- Dit onderzoek richt zich niet op de wijze waarop andere landen in hun nationale regelgeving invulling gegeven hebben aan criteria voor verwaarloosbaarheid van blootstellingsrisico's. Wel worden aanbevelingen van internationale organisaties als UNSCEAR (*United Nations Scientific Committee on the Effects of Atomic Radiation*), ICRP en IAEA (*International Atomic Energy Agency*) meegenomen in dit onderzoek.
- Het onderzoek gaat niet (uitgebreid) in op de (publieks)perceptie van de risico's van blootstelling aan straling.
- De kans per jaar dat meerdere personen overlijden als gevolg van een externe gebeurtenis met een inrichting of een gevaarlijke stof, wordt ook wel 'groepsrisico' genoemd. Het beleid en de normstelling voor het groepsrisico wijkt in belangrijke mate af van dat voor het individueel risico. De scope van dit onderzoek is beperkt tot het individueel risico.

1.4 Leeswijzer

In hoofdstuk 2 wordt ingegaan op de algemene aspecten van het begrip risico en de beoordeling van risico's. Daarnaast worden enkele aandachtspunten geschetst die van belang zijn bij het aanmerken van een bepaald risiconiveau als verwaarloosbaar. Hoofdstuk 3 gaat in op de specifieke risico's van blootstelling aan straling, en kent een opzet die vergelijkbaar is aan hoofdstuk 2. Hoofdstuk 4 bevat de bevindingen van een korte verkenning van de risicobenadering voor andere agentia dan straling. Hoofdstuk 5 geeft de conclusies van dit onderzoek.

Aan het schrijven van dit rapport is een brede literatuurstudie voorafgegaan. De conclusies daarvan zijn deels als onderbouwing verwerkt in hoofdstuk 2 t/m 5. In Bijlage 1 van dit rapport is daarnaast een historisch overzicht gegeven van de belangrijkste ontwikkelingen op het gebied van verwaarloosbare en triviale risico's (van straling).

1.5 Dankwoord

De auteurs van dit rapport danken Theo Vermeire en Jan Roels van het RIVM (centrum Veiligheid Stoffen en Producten) voor hun medewerking bij de totstandkoming van dit rapport.

2 Het begrip risico

Wanneer we het hebben over (verwaarloosbare) risico's, dan gaat het meestal over de kans dat een bepaalde ongewenste gebeurtenis kan optreden. In dit hoofdstuk gaan we achtereenvolgens kort in op het concept risico, op de beoordeling van risico's in het beleid, en op enkele aandachtspunten waarmee rekening moet worden gehouden bij het vaststellen van een verwaarloosbaar risico.

2.1 Het concept risico

Het gebruik van het woord 'risico' veroorzaakt geregeld verwarring. Dit wordt onder meer gesignaleerd in ICRP-60 [5] en ICRP-64 [6]. Dit heeft onder meer te maken met het feit dat er verschillende definities voor het woord 'risico' in omloop zijn, waardoor niet iedereen hetzelfde verstaat onder dit begrip. Dit wordt geïllustreerd door de volgende voorbeelden:

- Risico: '*gevaar van schade of verlies: risico lopen*' (Van Dale⁶).
- Risico: '*de kans dat een potentieel gevaar resulteert in een daadwerkelijk incident en de ernst van het letsel of de schade die dit tot gevolg heeft. ... Hierbij wordt risico bepaald door kans, blootstelling en gevolg*' (Wikipedia⁷).
- Risico: '*Kans x Blootstelling x Gevolg*' (Leidraad risicoanalyse stralingstoepassingen [7]).
- (Individueel) risico: '*de kans dat een persoon een bepaald nadelig effect ondervindt als gevolg van blootstelling aan een agens*' (Nota omgaan met risico's [8]).

Ondanks het feit dat in de meeste definities wordt gesproken over een combinatie van kans en gevolgen, blijft het de vraag welke gevolgen precies worden bedoeld wanneer gesproken wordt over een risico. Zo is bijvoorbeeld het risico op het krijgen van kanker niet hetzelfde als het risico op overlijden. Het is dus van belang om nauwkeurig te beschrijven waarop een risico of risiconiveau betrekking heeft.

Ook luistert het schrijven van teksten over risico's bijzonder nauw. Zo betekent het risico **op** blootstelling aan straling iets anders dan het risico **van** blootstelling aan straling. Ook kan het zo zijn dat de risico's **van** blootstelling aan straling **voor** een bepaalde groep anders zijn dan **voor** een andere groep.

2.2 Beoordeling van risico's

Veel menselijke handelingen brengen risico's met zich mee. Dit geldt voor het deelnemen aan het verkeer, het wonen in de buurt van een LPG-station, het eten van ongezond voedsel, enzovoort. Nauwkeuriger geformuleerd betekent het verrichten van allerlei handelingen dat daardoor de kans toeneemt dat bijvoorbeeld personen ten gevolge daarvan kunnen overlijden.

In het beleid inzake risico's wordt doorgaans geen rekening gehouden met vrijwillig genomen risico's, zoals het beoefenen van riskante sporten

⁶ <https://www.vandale.nl/gratis-woordenboek/nederlands/betekenis/risico#.XeZfS8hKiUk>, 1 november 2019

⁷ <https://nl.wikipedia.org/wiki/Risico>, 1 november 2019

en roken. Dit geldt ook voor van nature aanwezige risico's, zoals kosmische straling en vulkaanuitbarstingen. Bij de toetsing aan risicogrenzen wordt daarom alleen gekeken naar het risico ten gevolge van menselijk handelen, dat wordt toegevoegd aan de 'natuurlijke achtergrond'.

In veel gevallen is het goed mogelijk om op een kwantitatieve manier in te schatten wat de (toegevoegde) kans per jaar is dat een persoon als gevolg van een bepaalde verrichting overlijdt. Dergelijke berekeningen maken het eenvoudiger om een risico te vergelijken met andere risico's. Daarnaast biedt het kwantitatieve informatie voor het maken van een afweging tegen economische en maatschappelijke factoren. Ook helpt het kwantificeren van een risico bij het vellen van een oordeel over dat risico en het uiteindelijk vaststellen van een beleidsdoel of een norm door de overheid.

Deze gedachte is voor het eerst toegepast in 1985 in het *Indicatief Meerjarenplan Milieubeheer 1986-1990* [9]. Hierin is een uniforme waarde voorgesteld van 10^{-6} per jaar per activiteit voor het toegevoegde overlijdensrisico ten gevolge van de blootstelling aan stoffen, straling of een ongeval. Dit niveau is als 'maximaal toelaatbaar' risico beoordeeld, en overschrijding ervan als 'onaanvaardbaar'. Omdat personen aan risico's van verschillende activiteiten kunnen zijn blootgesteld, is toen ook een grens gesteld aan de cumulatie van risico's. Het maximaal toelaatbare niveau voor het toegevoegde individueel overlijdensrisico voor alle activiteiten samen is toen gesteld op 10^{-5} per jaar. Ook is er destijds een waarde voor het toegevoegd overlijdensrisico als 'verwaarloosbaar' beoordeeld. Deze waarde is gekozen op 1% van het maximaal toelaatbare risico, en kwam daarmee uit op 10^{-8} per jaar voor het risico per activiteit, en op 10^{-7} per jaar voor het risico ten gevolge van alle activiteiten. Het gebied tussen een maximaal toelaatbaar niveau en een verwaarloosbaar niveau werd het 'grijze gebied' genoemd. In dit grijze gebied – voor een individuele bron tussen 10^{-6} en 10^{-8} per jaar – vindt een afweging plaats tussen de voordelen van de betreffende activiteiten enerzijds en de risico's, nadelen en mogelijke maatregelen anderzijds. Na het treffen van maatregelen bereikt men een geoptimaliseerde situatie.

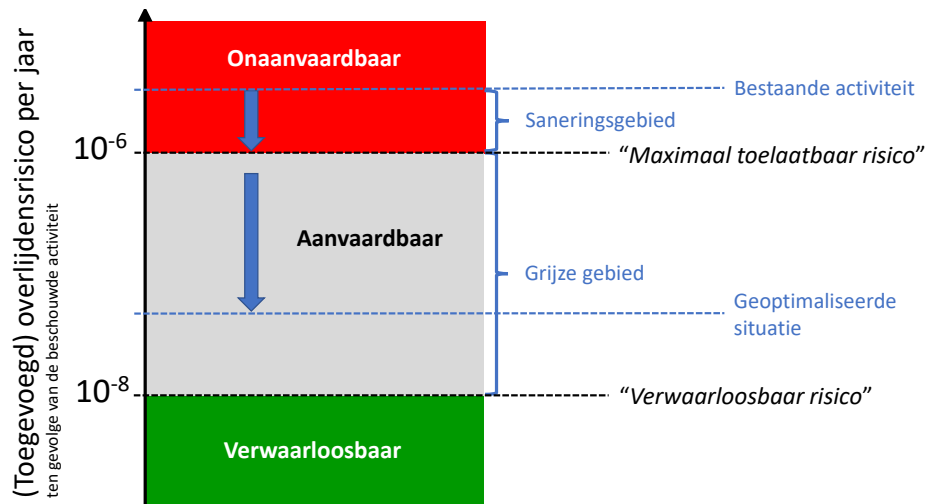
In 1989 zijn deze voorstellen in de *Nota Omgaan met risico's* [8] als beleidsdoelen vastgesteld. Daarnaast is als uitgangspunt genomen dat opvullen van normen moet worden vermeden door het zogenoemde *stand-still*-beginsel te hanteren, en voor stralingsbescherming het ALARA (*As Low As Reasonably Achievable*)-principe toe te passen. Nieuwe activiteiten moesten direct voldoen aan de grenzen. Voor bestaande activiteiten werd na een belangenafweging besloten waar op grond van de risico's direct maatregelen werden genomen, en waar maatregelen gefaseerd werden ingevoerd. De belangrijkste beleidsdoelen in de *Nota Omgaan met risico's* voor het toegevoegde risico ten gevolge van één activiteit zijn samengevat in Figuur 1.

Min of meer in dezelfde periode is door het IAEA in *Principles for the Exemption of Radiation Sources and Practices* [10] een individueel overlijdensrisico per bron tussen de 10^{-6} en 10^{-7} per jaar aangemerkt als 'of no concern'. Dit is gebaseerd op diverse publicaties over stralingsbescherming die in de jaren tachtig van de vorige eeuw zijn

verschenen over criteria voor vrijstelling van handelingen van wettelijke controle. Merk op dat dit dus tien tot honderd keer minder streng is dan in [8].

Naar aanleiding van de motie Esselink/Feenstra heeft de Minister van Volkshuisvesting, Ruimtelijke Ordening en Milieubeheer in 1993 in een brief aan de Tweede Kamer [11] aangegeven de uniforme invulling van het begrip 'verwaarloosbaar' te verlaten. In deze brief is verder aangekondigd dat vanaf dat moment de invulling hiervan per beleidsterrein (bijvoorbeeld straling of stoffen) zal worden vormgegeven.

Tien jaar later is in het rapport *Nuchter omgaan met risico's* [12] gesignaleerd dat een individueel risico van 10^{-6} per jaar of kleiner voor iedere Nederlander niet realistisch en/of doelmatig is gebleken. Bij de beschouwing van het begrip risico is in dit rapport niet alleen gekeken naar de kans op en aard en omvang van gevolgen, maar wordt ook erkend dat voor perceptie en acceptatie van risico's meer kwalitatieve aspecten soms de doorslag geven. Voorbeelden zijn de mate van vrijwilligheid, billijkheid of beheersbaarheid van blootstelling, en de vertrouwde met of het maatschappelijk nut van de activiteit. Verder zijn onzekerheden over en de complexiteit van risico's van invloed op de manier waarop risico's (kunnen) worden beheerst. Een van de voorbeeldrisico's die in dit document zijn uitgewerkt, is het onderwerp 'blootstelling aan radon in woningen'. Daarnaast wordt geconcludeerd dat de ambitie in de *Nota Omgaan met risico's* om risico's met elkaar te vergelijken op basis van een (enkel) kwantitatieve benadering, niet altijd haalbaar en/of zinvol is. Het rapport bevat voorstellen om het risicobeleid aan te passen, om tegemoet te komen aan de hierboven genoemde onvolkomenheden. Deze voorstellen zijn opgepakt in enkele hierop volgende beleidsdocumenten over risicobeleid, waarbij, vanuit vergelijkbare uitgangspunten, het stellen van beleidsdoelen afhankelijk is gesteld van een bredere maatschappelijke context. Met het oog op de afbakening van dit onderzoek (zie paragraaf 1.3) wordt hier niet verder op ingegaan. Wel van belang voor dit onderzoek is de opmerking in deze nota dat er geen wetenschappelijke basis bestaat voor het als 'verwaarloosbaar' aanmerken van risiconiveaus, behalve dat ze in vergelijking tot andere dagelijkse gevaren laag zijn.



Figuur 1. Beleidsdoelen voor het toegevoegd overlijdensrisico per bron in de Nota Omgaan met risico's

In de loop der tijd is er druk ontstaan om de ruimte in het 'grijze gebied' op te vullen tot aan de grens van het niveau van 'onaanvaardbaarheid' (of 'maximaal toelaatbaar'). Het eerdere onaanvaardbaarheidsniveau werd hiermee gelijkgeschakeld met een aanvaardbaar minimum beschermingsniveau. Dit onaanvaardbaarheidsniveau is in 2004 als norm voor het plaatsgebonden risico ten gevolge van inrichtingen van kracht geworden met de invoering van het *Besluit externe veiligheid inrichtingen* (Bevi) [13]. Het onderscheid in invulling van de norm tussen bestaande en nieuwe situaties is, met de invoering van het Bevi, in de periode van 2004 tot 2010 uitgefaseerd. Hiermee is de norm gelijkgetrokken voor bestaande en nieuwe situaties naar 10^{-6} per jaar. De hoogte van de norm is daarna niet meer gewijzigd, wel is het toepassingsgebied verbreed. Dat wil zeggen dat de norm van toepassing is verklaard op steeds meer activiteiten met gevaarlijke stoffen.

Het bovenstaande is samengevat in Tabel 1.

Tabel 1: Oordelen over toegevoegd overlijdensrisico ten gevolge van menselijke activiteit

Waarde	Heeft betrekking op	Oordeel	Consequentie	Bron
10 ⁻⁵ per jaar	Overlijdensrisico t.g.v. <u>alle</u> activiteiten met agens	<i>Maximaal toelaatbaar, hoger risico onaanvaardbaar</i>	Indien overschrijding: Sanering of afwijzing van de risico genererende activiteit	IMP-Milieubeheer '86-'90 (1985) Nota Omgaan met Risico's (1989)
Tussen de 10 ⁻⁵ en 10 ⁻⁶ per jaar per bron	Overlijdensrisico t.g.v. één activiteit	<i>Likely to be acceptable to any individual member of the public</i>	-	ICRP-26 (1977)
10 ⁻⁶ per jaar	Overlijdensrisico t.g.v. één activiteit	<i>Maximaal toelaatbaar, hoger risico onaanvaardbaar</i>	Indien overschrijding: Sanering of afwijzing van de risico genererende activiteit	IMP-Milieubeheer '86-'90 (1985) Nota Omgaan met Risico's (1989)
Tussen de 10 ⁻⁶ en 10 ⁻⁷ per jaar per bron	Overlijdensrisico t.g.v. één activiteit	<i>Of no concern</i>	Bescherming optimaal: verdere maatregel(en) niet nodig	IAEA-Safety Series 89 (1988)
10 ⁻⁸ per jaar per bron	Overlijdensrisico t.g.v. één activiteit	<i>Verwaarloosbaar</i>	Afkapgrens ALARA In 1993 verlaten	IMP-Milieubeheer '86-'90 (1985) Nota Omgaan met Risico's (1989) Brief Minister VROM aan Tweede Kamer (25 oktober 1993)

2.3 Aandachtspunten bij het vaststellen van een verwaarloosbaar risico

Indien het de intentie is om een verwaarloosbaar risico vast te stellen, dan is een aantal aandachtspunten te onderscheiden⁸.

2.3.1 *Een verwaarloosbaar risico is betekenisloos indien niet wordt aangegeven op welk gevolg dit risico betrekking heeft*

De kans (per jaar) op een gebeurtenis met grote gevolgen wordt minder snel als verwaarloosbaar ingeschat dan een gebeurtenis met geringe gevolgen. Bij wijze van voorbeeld wordt, bij een gelijke kans op de gebeurtenis, het risico op het oplopen van een verkoudheid naar alle waarschijnlijkheid eerder verwaarloosbaar bevonden dan het risico op overlijden.

Doorgaans wordt in het risicobeleid de (toegevoegde) kans per jaar op overlijden gehanteerd, en een verwaarloosbaar risico betekent dan dus een verwaarloosbaar risico op overlijden.

2.3.2 *Een verwaarloosbaar risico kent geen wetenschappelijke basis, en is relatief laag*

Het aanmerken van een zeker risiconiveau als verwaarloosbaar is feitelijk niets anders dan een oordeel over dit risiconiveau. Er bestaat geen wetenschappelijke basis voor het als 'verwaarloosbaar' aanmerken van risiconiveaus, behalve dat ze in een kwantitatieve vergelijking met andere (dagelijkse) gevaren laag zijn [8].

2.3.3 *Het achtergrondniveau speelt een rol bij het aanwijzen van een verwaarloosbaar risico*

De onderbouwing voor het aanmerken van een risiconiveau als verwaarloosbaar is – in elk geval in kwantitatieve zin – sterker indien deze kan worden vergeleken met de risico's die het gevolg zijn van een 'achtergrondniveau' (bijvoorbeeld het natuurlijke sterftcijfer). Een dergelijke onderbouwing is sterker indien dit risiconiveau (veel) kleiner is dan een achtergrondniveau. Voor het risico van blootstelling aan een specifiek agens geldt hetzelfde: een blootstelling die veel kleiner is dan het achtergrondniveau is eerder als verwaarloosbaar aan te merken dan een blootstelling in de orde van het achtergrondniveau.

2.3.4 *Belevingsaspecten spelen een rol bij het aanmerken van een verwaarloosbaar risico*

Gerelateerd aan het voorgaande geldt dat de onderlinge vergelijking van risico's door belanghebbenden vaak niet is beperkt tot de kwantitatieve kant, omdat subjectieve aspecten als beleving en perceptie van risico's bij deze vergelijking ook een rol spelen [12]. Het door het publiek ervaren risico van blootstelling aan een bepaald agens wordt niet alleen bepaald door de dosis-effectrelatie, maar ook door factoren als achtergrondniveau, vrijwilligheid, beheersbaarheid en billijkheid.

Het gevolg hiervan is dat risico's door het publiek anders worden gerangschikt dan puur op basis van de berekende gezondheidseffecten, het geval zou zijn. Hiermee moet rekening worden gehouden bij het

⁸ NB: Hetzelfde geldt voor het vaststellen van bijvoorbeeld een 'maximaal toelaatbaar risico'.

aanmerken van een verwaarloosbaar risico (van blootstelling aan straling).

2.3.5 *Communicatie over verwaarloosbare risico's*

Uit het voorgaande volgt dat het van persoon tot persoon kan verschillen wat onder een verwaarloosbaar risico mag worden verstaan. Het is daarom van het grootste belang hierover helder te communiceren, en inzicht te geven in de onderbouwing van een als verwaarloosbaar aangemerkt risiconiveau. In het bijzonder gaat het daarbij om de afwegingen die hier aan ten grondslag liggen, en de hiervoor genoemde punten.

3 Risico's van blootstelling aan straling

Wanneer we het hebben over risico's van straling, gaat het feitelijk over de kans op gezondheidseffecten, op enig moment in je verdere leven, ten gevolge van een zekere blootstelling aan straling. In dit hoofdstuk gaan we achtereenvolgens in op de gezondheidseffecten van blootstelling aan straling, op de vertaling van risiconiveaus naar blootstellingsniveaus en vice versa, en op de beoordeling van (de risico's ten gevolge van) bepaalde blootstellingsniveaus. Tot slot gaan we in op enkele aandachtspunten waarmee specifiek rekening moet worden gehouden bij het vaststellen van een verwaarloosbaar stralingsniveau.

3.1 Effecten van blootstelling aan straling

Blootstelling aan straling brengt gezondheidseffecten met zich mee. We maken daarbij onderscheid tussen stochastische en deterministische effecten⁹. Een stochastisch effect wil zeggen dat er een verhoogde kans bestaat dat een gezondheidseffect optreedt gedurende de levensloop van de blootgestelde persoon [14]. Het gaat daarbij over een blootstelling die als 'laag'¹⁰ wordt beschouwd. Deterministische gezondheidseffecten treden op boven een drempeldosis, dus bij relatief hoge blootstellingen. In dit rapport beperken we ons, gezien de doelstelling van dit onderzoek, tot stochastische effecten van straling.

Over de precieze relatie tussen blootstelling aan straling en stochastische effecten bestaat, met name wanneer het een zeer lage blootstelling betreft, wetenschappelijke discussie. De ICRP heeft, voor het laatst in 2007 [15], over de dosis-effectrelatie voor ioniserende straling aangegeven dat zij vooralsnog uit blijft gaan van de *Linear No Threshold Hypothesis* (hierna: LNT-hypothese). Deze houdt in dat het detrimet (zie paragraaf 3.2) evenredig is met de mate van blootstelling (dosis), en dat er voor deze effecten geen sprake is van een drempeldosis. Met andere woorden: men gaat ervan uit dat elke verhoging van de blootstelling, hoe klein dan ook, een verhoging oplevert van de kans op gezondheidsschade.

Tegelijkertijd erkent de ICRP dat er nog onzekerheden bestaan over de dosis-effectrelatie voor ioniserende straling, en signaleert zij dat er veel discussie bestaat over de geldigheid ervan bij lage doses (< 100 mSv) en lage dosistemp. Bij lage doses zijn de onzekerheden in risicoschattingen groot ten opzichte van het geschatte effect. Dit betekent dat ook andere dosis-effectrelaties dan LNT passen bij de onderzoeksdata. Op grond van de beschikbare gegevens is niet uit te sluiten dat heel lage doses positieve effecten hebben op de gezondheid (*hormese*). Ook is het mogelijk dat het risico bij lagere doses juist hoger is dan verwacht op grond van de LNT-hypothese, of dat er een drempel bestaat waaronder geen effecten optreden. De ICRP redeneert dat door het aanhouden van de LNT-hypothese de kans op overschatting van het risico van

⁹ De ICRP spreekt tegenwoordig vaak van 'tissue reactions'.

¹⁰ ICRP-60: Doses en dosistemp. waarop de DDREF van toepassing is, dat wil zeggen op geabsorbeerde doses < 0,2 Gy en op hogere geabsorbeerde doses indien het dosistempo < 0,1 Gy per uur voor blootstelling aan lage LET-straling.

blootstelling aan straling groter is dan de kans op onderschatting [15]. Vanuit een voorzorgsgedachte stelt de ICRP daarom dat handhaving van de LNT-hypothese de voorkeur geniet. Hierbij wordt meegewogen dat toepassing van de LNT-hypothese het praktische voordeel heeft dat in de praktijk verschillende blootstellingen eenvoudig bij elkaar kunnen worden opgeteld.

Een recente studie stelt op basis van een grootschalig onderzoek onder werknemers in de nucleaire industrie dat onderzoeksdata consistent zijn met het extrapoleren van de lineaire dosis-effectrelatie naar (zeer) lage doses, maar dat deze een drempelwaarde niet uitsluiten [16]. De ICRP geeft daarnaast ook aan dat de LNT-hypothese consistent is met wat bekend is over de inductie van DNA-schade door straling. Er zijn geen wetenschappelijke studies die overtuigend aantonen dat de LNT-hypothese niet kan worden toegepast in de stralingsbescherming.

UNSCEAR heeft aangegeven dat, totdat de onzekerheden rondom de lage-dosis-respons zijn opgelost, zij aanneemt dat een evenredige toename van het risico op tumorinductie met de stralingsdosis consistent is met de huidige ontwikkelingen in de wetenschap [17]. Hoewel een strikt lineaire respons niet in alle omstandigheden mag worden verwacht, ziet zij de LNT-hypothese als de wetenschappelijk best verdedigbare benadering.

Het voorgaande betekent dat als uitgangspunt kan worden gehandhaafd dat elke blootstelling, hoe klein ook, bijdraagt aan het gezondheidsrisico, en dat er niet zomaar blootstellingsniveaus zijn aan te wijzen zonder risico. De keuze voor wat bijvoorbeeld 'verwaarloosbaar' is, is dan ook een beleidsbeslissing. Verder geldt dat de bijbehorende – door de ICRP afgeleide – risicogetallen kunnen worden toegepast voor de vertaling van een (toegevoegde) 'verwaarloosbare' kans op een bepaald gezondheidseffect naar een (toegevoegd) 'verwaarloosbaar' blootstellingsniveau.

3.2 Vertaling van risiconiveau naar blootstellingsniveau

3.2.1 *Bij een vertaling van risiconiveau naar blootstellingsniveau wordt de kans op blootstelling niet betrokken*

Indien een risiconiveau moet worden vertaald naar een stralingsniveau (of andersom), dan wordt de kans dat de blootstelling optreedt niet mede in beschouwing genomen. Met andere woorden: er wordt aangenomen dat de blootstelling optreedt. In Risico-inventarisaties en -evaluaties (RI&E's) is het gebruikelijk om de voorzienbare onbedoelde blootstelling aan straling te ramen, en vervolgens de blootstelling te wegen met een inschatting van de kans dat de blootstelling optreedt. Deze kans wordt echter bepaald door de karakteristieken van de betreffende handeling, en staat los van de kans op gezondheidseffecten ten gevolge van een gegeven blootstelling aan straling. Het ligt daarom niet in de rede om de kans dat een voorzienbare (onbedoelde) blootstelling optreedt te betrekken bij de vertaling naar verwaarloosbare blootstelling aan straling.

3.2.2 *Bij een vertaling van risiconiveau naar blootstellingsniveau moet rekening worden gehouden met de achtergrond*

Iedereen staat continu bloot aan straling. Deze achtergrondstraling is voor een groot deel van natuurlijke oorsprong. Voor tenminste een belangrijk deel daarvan geldt dat de mate van blootstelling daaraan niet of nauwelijks te beïnvloeden is. Een handeling voegt daar een bepaalde hoeveelheid blootstelling aan straling aan toe. Het vertalen van een risiconiveau dat geldt voor een individuele handeling naar een blootstellingsniveau betekent daarom een vertaling naar een toegevoegd stralingsniveau.

3.2.3 *Voor de vertaling van een (toegevoegd) risico naar een (toegevoegd) stralingsniveau zijn risicogetallen beschikbaar*

Zoals aangegeven in paragraaf 3.1 betekent het toepassen van de LNT-hypothese dat de kans op stochastische gezondheidseffecten lineair schaalbaar is met de ontvangen effectieve dosis. Dat betekent dus dat een risiconiveau op basis van een risicogetal kan worden vertaald naar een stralingsniveau, en vice versa.

Er zijn verschillende stochastische gezondheidseffecten van blootstelling aan straling te onderscheiden. De belangrijkste daarvan zijn een verhoogde kans op het *krijgen van kanker*, op het *overlijden aan kanker*, op genetische effecten en op teratogene effecten¹¹. In het concept detriment¹², zoals gedefinieerd door de ICRP in [14], [5] en [15], worden deze gezondheidseffecten gecombineerd, en uitgedrukt in sievert. Het overlijdensrisico is binnen het detriment de dominante factor.

Aanbevelingen voor risicogetallen voor blootstelling aan straling zijn opgesteld door ICRP. De waarden van deze getallen en de precieze betekenis daarvan zijn in de loop der jaren enkele malen aangepast. Dit is nader beschreven in Bijlage 1. Hieruit blijkt dat de orde van grootte van de risicogetallen ongewijzigd is gebleven. In 2007 heeft de ICRP voor het laatst een risicogetal vastgesteld [15]. Het betreft een waarde van circa 5% per sievert voor de (toegevoegde) kans op het *ontwikkelen van kanker* ten gevolge van blootstelling aan straling. In dit getal zijn de kansen op het optreden van de belangrijkste vormen van kanker gewogen verdisconteerd. Zoals aangegeven in Bijlage 1 is dit een wijziging ten opzichte van eerdere publicaties, waarin een waarde werd gegeven voor de toegevoegde kans op *overlijden*.

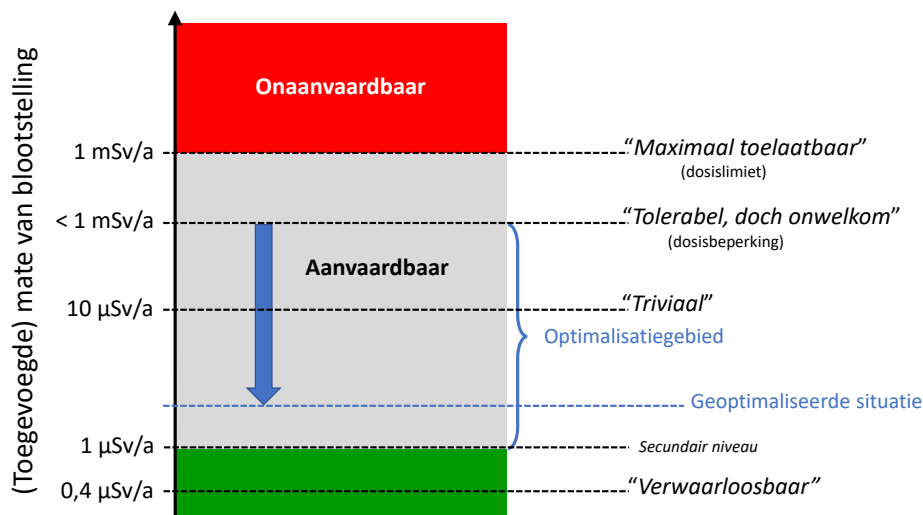
3.3 **Beoordeling van de risico's ten gevolge van blootstelling aan straling**

De ICRP heeft voor het eerst in 1977 een stelsel van aanbevelingen opgesteld voor stralingsbescherming [14], inclusief aanbevelingen voor normen en beleidsdoelstellingen voor blootstelling aan straling. Deze aanbevelingen zijn sindsdien een aantal keren geactualiseerd, en vervolgens telkens overgenomen in achtereenvolgens publicaties van het IAEA, in Euratom-richtlijnen, en in Nederlandse regelgeving. In een aantal gevallen zijn deze normen en beleidsdoelstellingen bovendien voorzien van een oordeel, variërend van *'onacceptabel'* tot *'triviaal'*.

¹¹ Effecten bij kinderen van tijdens de zwangerschap bestraalde moeders

¹² In Nederlandse regelgeving ook wel vertaald als 'schade'

De belangrijkste oordelen, normen en beleidsdoelstellingen voor geplande bevolkingsblootstelling¹³ zijn samengevat in *Tabel 2*. Hieruit valt op te maken dat het oordeel over blootstelling (of meer correct: het oordeel over het gezondheidsrisico ten gevolge van de blootstelling) in veel sterkere mate afhankelijk is van de context dan het geval is voor risico's in het algemeen (zie *Tabel 1*). Dit blijkt bijvoorbeeld uit het feit dat voor beroepsmatige blootstelling en voor bevolkingsblootstelling verschillende stralingsniveaus als (on)acceptabel worden beoordeeld. Over medische blootstelling is zelfs bewust geen oordeel gegeven. Dit laatste heeft te maken met het feit dat de voordelen van medische blootstelling zodanig kunnen zijn dat bepaalde risiconiveaus die voor bevolkingsblootstelling in het algemeen als onacceptabel worden beoordeeld, gezien de voordelen in een medische context wel als acceptabel beoordeeld worden. Iets vergelijkbaars geldt in zekere zin ook voor blootstelling aan straling van natuurlijke bronnen: het niveau dat door het IAEA en Euratom als 'triviaal' wordt aangemerkt, is voor straling van natuurlijke bronnen honderd keer zo hoog als voor straling van kunstmatige bronnen. Dit heeft te maken met het feit dat het bij kunstmatige stralingsbronnen over het algemeen eenvoudiger is om beschermingsmaatregelen te treffen dan bij stralingsbronnen van natuurlijke oorsprong. In *Tabel 2* valt verder op dat over relatief lage blootstellingen verschillende oordelen bestaan (vergelijk 'triviaal' en 'verwaarloosbaar'). Van belang is ten slotte dat het, zoals eerder aangegeven, enkel geplande blootstellingen betreft. Over bijvoorbeeld bestaande blootstellingssituaties zijn geen oordelen gevonden.



Figuur 2. Oordelen met betrekking tot geplande bevolkingsblootstelling aan straling afkomstig van kunstmatige bronnen, zoals aangetroffen in literatuur

Samenvattend kan worden geconcludeerd dat de redenering bij de beoordeling van blootstellingsrisico's van straling vergelijkbaar is met die van risico's in het algemeen, maar dat de resultaten voor straling sterker afhankelijk zijn van de context.

¹³ NB: Betreft geplande blootstelling aan bronnen van straling van zowel kunstmatige als natuurlijke oorsprong. In het verleden werden dit ook wel 'controleerbare bronnen' genoemd.

Ter illustratie zijn in *Figuur 2* voor geplande bevolkingsblootstelling aan straling afkomstig van kunstmatig bronnen de oordelen weergegeven. Van belang hierbij is op te merken dat een dosislimiet geldt voor de totale geplande blootstelling aan straling, en een dosisbeperking en de triviale en secundaire niveaus gelden voor de straling afkomstig van een enkele bron of eventueel locatie. Dit is ook toegelicht in *Tabel 2*.

Tabel 2: Enkele oordelen over geplande blootstelling aan straling afkomstig van controleerbare bronnen, zoals aangetroffen in literatuur

Waarde	Heeft betrekking op	Oordeel	Consequentie	Implementatie	Bron
20 mSv per jaar	Cumulatieve beroepsmatige blootstelling (A-werkers)	<i>Onacceptabel</i>	Hogere blootstelling niet toegestaan	Dosislimiet	ICRP-60 (1990)
1 mSv per jaar	Cumulatieve bevolkingsblootstelling	<i>Onacceptabel</i>	Hogere blootstelling niet toegestaan	Dosislimiet	ICRP-60 (1990)
In de orde van 1 mSv per jaar	Blootstelling aan individuele bron van straling van natuurlijke oorsprong	<i>Triviaal</i>	Bescherming optimaal: verdere maatregel(en) niet nodig	Dosiscriterium vrijstelling van handelingen met natuurlijke bronnen	<i>IAEA R-SG-1.7 (2004)</i>
(substantieel) kleiner dan 1 mSv per jaar	Blootstelling aan individuele bron van straling van kunstmatige oorsprong	<i>Tolerabel, doch niet welkom</i>	Bovengrens voor optimalisatie individuele bron	Dosisbeperking	ICRP-60 (1990)
20-100 μ Sv per jaar (en 1 mensSv per jaar)	Blootstelling aan individuele bron van straling van kunstmatige oorsprong	<i>Triviaal</i>	Bescherming optimaal: verdere maatregel(en) niet nodig	Dosiscriterium vrijstelling van handelingen, exclusief lozingen van kunstmatige radioactiviteit	IAEA-SS89 (1988)
In orde van 10 μ Sv per jaar					ICRP-64 (1993)
10 μ Sv per jaar					Richtlijn 2013/59, Bbs (2018)
10 μ Sv per jaar	Blootstelling aan externe straling van individuele bron	-	Ondergrens voor optimalisatie individuele bron: geen bezwaar tegen autorisatie	Secundair niveau	Bbs (2018)
1 μ Sv per jaar	Blootstelling door individuele lozing radioactiviteit				
0,4 μ Sv per jaar	Blootstelling aan individuele controleerbare stralingsbron	<i>Verwaarloosbaar</i>	Verdere maatregel(en) niet nodig	Voormalige beleidsdoelstelling.	Nota ORS (1990)
0,1 μ Sv per jaar	Blootstelling door individuele lozing kunstmatige radioactiviteit	<i>Triviaal</i>	Bescherming optimaal: verdere maatregel(en) niet nodig	Dosiscriterium vrijstelling lozingen kunstmatige radioactiviteit	Bbs, NvT (2018)

3.4 Aandachtspunten bij het vaststellen van een verwaarloosbaar stralingsniveau

3.4.1 Een verwaarloosbaar risico van straling is doorgaans laag ten opzichte van een achtergrondniveau

Iedereen staat continu bloot aan straling. Deze achtergrondstraling is voor een groot deel van natuurlijke oorsprong, en de mate van blootstelling daaraan is, in ieder geval ten dele, niet te beïnvloeden. Een handeling voegt daar een bepaalde hoeveelheid aan toe, waarbij vaak geldt dat de verhouding tussen achtergrondstraling en toegevoegde straling anders uitvalt voor straling afkomstig van kunstmatige bronnen dan voor straling van natuurlijke bronnen. Dit werpt de vraag op of er onderscheid moet worden gemaakt tussen achtergrondniveaus van kunstmatige en natuurlijke oorsprong (zie volgende paragraaf).

3.4.2 Een verwaarloosbaar stralingsniveau is naar alle waarschijnlijkheid niet universeel toepasbaar

Het in het verleden als 'verwaarloosbaar' beoordeelde stralingsniveau was beperkt tot 'controleerbare' bronnen van straling [18]. Dat hield in dat de blootstelling aan straling in de woning (gammastraling afkomstig van bouwmaterialen, radon en thoron) en de blootstelling aan straling afkomstig van bijvoorbeeld de kosmos of de bodem niet werden getoetst aan dit niveau. De reden hiervoor was dat de blootstelling in deze situaties niet op een kosteneffectieve manier kan worden teruggebracht tot een verwaarloosbaar niveau. In het huidige beleid wordt de blootstelling aan straling in de woning geschaard onder bestaande blootstellingssituaties. De normstelling (en feitelijk de beoordeling van de bijbehorende risico's) hiervoor wijkt duidelijk af van de normstelling voor geplande blootstellingssituaties. Hoewel nog niet in beleid uitgewerkt, geldt dit vermoedelijk ook voor de normstelling voor bestaande blootstelling na afloop van een incident.

Uit het voorgaande volgt dat een eventueel vast te stellen verwaarloosbaar stralingsniveau naar alle waarschijnlijkheid niet universeel toepasbaar is. In de praktijk zal moeten worden gedefinieerd welk niveau op welke situatie van toepassing is. Dit geldt mogelijk zelfs binnen de geplande blootstellingssituaties, waarbij immers een onderscheid kan worden gemaakt tussen blootstelling aan straling aan kunstmatige en natuurlijke bronnen, of tussen medische en niet-medische blootstelling. Er kan daarom behoefte zijn aan gedifferentieerde 'verwaarloosbare stralingsniveaus'.

3.4.3 Verminderd overlijden aan kanker betekent mogelijk herziening van de vertaling van sterfterisico naar stralingsniveau

Een technisch punt van aandacht is dat, ten gevolge van verbeterde behandelingsmethoden, het krijgen van kanker in steeds minder gevallen betekent dat men ten gevolge hiervan overlijdt. De niet-dodelijke kankerincidentie weegt daardoor zwaarder in de meeste recente risicofactoren van de ICRP dan voorheen. Indien men een sterfterisico wenst te vertalen naar een stralingsniveau op basis van de ICRP-risicofactoren, dan moet hier eigenlijk voor worden gecorrigeerd. Een andere optie is te normeren op detriment in plaats van (acute) sterfte. Dit vermindert de vergelijkbaarheid met andere risico's waarbij sterfte leidend is.

3.4.4 *Een verwaarloosbaar stralingsniveau is niet zomaar geschikt voor gebruik in risicoanalyses*

In RI&E's wordt de potentiële blootstelling ten gevolge van handelingen conform de aanbevelingen hiervoor in de *Leidraad risicoanalyse stralingstoepassingen* [7] vaak berekend met 'kans x gevolg'-berekeningen. Deze kans heeft betrekking op het optreden van de berekende blootstelling, die wordt bepaald door de karakteristieken van de handeling. De uitkomsten van dergelijke berekeningen kunnen echter niet zomaar worden getoetst aan een 'verwaarloosbaar stralingsniveau', omdat daarin de kans op blootstelling niet is meegewogen.

Om dezelfde reden is een 'verwaarloosbaar stralingsniveau' niet zomaar bruikbaar als ondergrens in een classificatiesysteem van handelingen in risicoklassen. Immers, het is in veel gevallen de handeling die de kans op het optreden van blootstelling bepaalt.

3.4.5 *Verhouding tussen 'verwaarloosbaar stralingsniveau' en 'triviale dosis'*

Voorzichtigheid is geboden bij het vergelijken van een 'verwaarloosbaar stralingsniveau' met wat wordt verstaan onder een 'triviale dosis'. Beide concepten hebben een verschillende herkomst, en zijn afgeleid van verschillende overlijdensrisico's: Een 'verwaarloosbaar stralingsniveau' is een puur Nederlands begrip, en feitelijk een vertaling van een 'verwaarloosbaar overlijdensrisico' van 10^{-8} per jaar per bron. Een 'triviale dosis' vindt zijn oorsprong in documenten van de ICRP en het IAEA, en is (mede) gebaseerd op een triviaal risico van 10^{-6} tot 10^{-7} per jaar per bron. In bijlage 1 wordt hier nader op ingegaan.

Het is daarom ook de vraag of aan de twee begrippen dezelfde beleidsmatige consequenties kunnen worden verbonden.

4 Toepassing van de risicobenadering bij blootstelling aan andere agentia dan straling

Begrippen als '(on)aanvaardbaar risico' en 'verwaarloosbaar risico' worden in Nederland ook toegepast in het beleid inzake risico's ten gevolge van blootstelling aan andere agentia dan straling. Denk daarbij aan chronische blootstelling aan chemische stoffen, of aan nano-materialen. De begrippen worden ook gehanteerd in beleidsvelden waar het niet gaat om chronische blootstelling, maar om bijvoorbeeld de kans om te overlijden als gevolg van een ongeval met gevaarlijke stoffen ('externe veiligheid', tegenwoordig 'omgevingsveiligheid' genoemd). In dit soort gevallen zit het kans-element niet in het wel of niet krijgen van kanker als gevolg van een zekere blootstelling, maar in de (geringe) kans dat een ongeval plaatsvindt waarvan de (letale) gezondheidseffecten vrijwel gegarandeerd zijn [19].

Een recent en uitgebreid overzicht van veiligheidsgerelateerde beleidsvelden waar het begrip 'verwaarloosbaar risico' in Nederland wel of niet wordt toegepast, is te vinden in het rapport *Bewust omgaan met veiligheid: doelen en effectmaten in het risico- en veiligheidsbeleid* [20]. In dit rapport komt een grote verscheidenheid aan agentia en veiligheidssituaties aan bod, en daarmee ook een verscheidenheid aan manieren waarop wordt omgegaan met de begrippen 'risico' en 'verwaarloosbaarheid'.

Van alle agentia die bij blootstelling een gezondheidsrisico opleveren, vertonen de zogenoemde genotoxische carcinogenen de meeste overeenkomsten met radioactieve stoffen. Dat komt omdat ook daar sprake is van een stochastisch risico op het ontstaan van kanker, en de aanname van een *Linear No Threshold* dosis-effectrelatie. In de volgende paragraaf bespreken we daarom de beleidsbenadering voor de risico's van blootstelling aan stoffen, in het bijzonder die voor de genotoxische carcinogenen. In de paragraaf 4.2 vergelijken we deze met de benadering voor straling.

Voor stoffen geldt, net als voor straling, dat de normering (en dus de beoordeling van de gezondheidsrisico's) voor werkers¹⁴ afwijkt van die voor de bevolking. In dit hoofdstuk kijken we vooral naar de normering voor de bevolking. Voor een uitgebreide vergelijking tussen dosislimieten voor straling respectievelijk voor stoffen voor beroepsmatige blootstelling verwijzen we naar [21].

4.1 Streefwaarde en maximaal toelaatbaar risiconiveau voor stoffen zonder drempelwaarde

De ontwikkelingen rond het risicobeleid stoffen worden uitgebreid beschreven in RIVM-rapport *Streefwaarde en verwaarloosbaar risiconiveau. Gebruik in het Nederlandse milieubeleid* [22], dat in 2011 is opgesteld in het kader van de zogenoemde *Road-map Normstelling* van

¹⁴ De beheersing van werknemersrisico's is de verantwoordelijkheid van de werkgever. NB: De in dat kader gehanteerde grenswaarden bieden geen bescherming voor gevoelige groepen; dit in tegenstelling tot het MTR.

het toenmalige Ministerie van Volkshuisvesting, Ruimtelijke Ordening en Milieubeheer (VROM). Met deze Road-map beoogde het ministerie een nieuwe visie op normstelling in gang te zetten. De vragen die toen speelden rond het stoffenbeleid lijken veel op de vragen die nu aanleiding geweest zijn tot deze rapportage over verwaarloosbare risico's bij straling.

De basis voor de risicobenadering voor stoffen, met termen als maximaal toelaatbaar risiconiveau (MTR) en streefwaarde, ligt net als bij straling in het *Indicatief Meerjarenprogramma Milieubeheer 1986-1990* [9]. De hierop volgende Nationale milieubeleidsplannen (NMP's) bouwden voort op deze denkbepelden. Dit alles werd verder uitgewerkt in het NMP-3 [23], waarin vier soorten milieukwaliteitsnormen worden genoemd: grenswaarde, richtwaarde, MTR en streefwaarde, ook wel **verwaarloosbaar risiconiveau** (VR) genoemd:

- *grenswaarde*: een (wettelijke) norm die in acht moet worden genomen;
- *richtwaarde*: een (wettelijke) norm waarmee rekening gehouden moet worden;
- *MTR*: een wetenschappelijk afgeleide waarde voor een stof, die aangeeft bij welke concentratie óf geen negatief effect te verwachten is óf een kans van 10^{-6} op sterfte voorspeld kan worden;
- *streefwaarde*: een waarde die aangeeft wanneer er sprake is van verwaarloosbare effecten op het milieu.

Van oudsher waren het MTR en het VR beleidsmatige normen, zonder wettelijke status. Tegenwoordig zijn voor bepaalde stoffen MTR's (voor lucht) opgenomen in Bijlage 13 van de 'Activiteitenregeling milieubeheer' [24]. Ook in het aanvullingsbesluit bodem Omgevingswet zijn voor een veelheid aan stoffen (humane) MTR's opgenomen.

In de nota *Omgaan met risico's* [8] waren de risiconiveaus MTR en VR voor stoffen al ingevuld (zie paragraaf 2.2). Vervolgens is een verschil gemaakt tussen stoffen met en zonder drempelwaarde. Genotoxische carcinogenen zijn stoffen waarbij men ervan uitgaat dat ze geen drempelwaarde hebben: net als bij straling geldt dat elke blootstelling, hoe gering ook, bijdraagt aan het risico op kanker, en is er geen blootstellingsniveau zonder risico aan te wijzen. De keuze voor wat aanvaardbaar of verwaarloosbaar is, is derhalve een beleidsbeslissing. Hieronder vatten we kort samen hoe in de afgelopen decennia beleidsmatig is omgegaan met de risico's van blootstelling aan genotoxische carcinogenen.

Sinds 1989 is het MTR voor genotoxische carcinogenen in het milieu gelijkgesteld aan die concentratie waarbij de toegevoegde kans op sterfte voor de mens ten hoogste 10^{-6} per jaar is. In redelijke benadering komt dat overeen met een overlidensrisico van 10^{-4} per mensenleven. De streefwaarde, ofwel het verwaarloosbaar risiconiveau (VR), ligt daar een factor 100 onder. Zoals eerder opgemerkt geldt voor beide waarden dat hier geen wetenschappelijke onderbouwing aan ten grondslag ligt: de waarden zijn gekozen op basis van een beleidsafweging. MTR en VR worden vastgesteld op basis van een *quantitative cancer risk assessment* (QCRA). De benodigde data voor de QCRA worden voor een belangrijk

deel verkregen uit proefdierexperimenten. Dit is anders dan bij straling, waar een 'best estimate' dosisschatting gemaakt wordt door de inname van radioactiviteit of de blootstelling aan externe straling te vermenigvuldigen met zogenoemde dosisconversiecoëfficiënten, die (eenmalig) bepaald zijn met behulp van complexe modellen. Het stralingsrisico volgt dan simpelweg door de berekende stralingsdosis te vermenigvuldigen met een bekende risicocoëfficiënt voor straling.¹⁵ Bij de risicoschatting voor blootstelling aan straling wordt geen extra veiligheidsmarge gehanteerd, wat bij stoffen wel het geval is.

De toepassing bij stoffen van een vaste factor van 100 tussen MTR en VR leidde in een aantal gevallen tot zulke lage streefwaarden, dat een groot deel van de Nederlandse bodem als verontreinigd beschouwd zou moeten worden. Om die reden is voor ecotoxicologie eind jaren negentig een voorstel tot differentiatie uitgewerkt. De Gezondheidsraad heeft echter geoordeeld dat de keuze van de veiligheidsfactor 100 beleidsmatig was; er bestaat om die reden geen wetenschappelijke basis om die factor te differentiëren naar stofgroep of milieusituatie. De Technische Commissie Bodembescherming heeft een vergelijkbaar advies afgegeven. De factor 100 tussen MTR en VR (streefwaarde) bleef daarom gehandhaafd [25].

In de praktijk liep men dus tegen situaties aan waarbij het realiseren van de streefwaarde niet realistisch was, hetzij door sterke verontreiniging, hetzij door de aanwezigheid van een relatief hoge natuurlijke achtergrond. In het bodembeleid – dat sterk gericht is op bodemsanering – is de streefwaarde daarom rond 2008 vervangen door de zogenoemde 'Achtergrondwaarde'. Dat is de 95-percentielwaarde van de concentratie van de betreffende stof in relatief onbelaste gebieden. Om rekening te houden met de natuurlijke achtergrond in de bodem (bijvoorbeeld bij metalen) is (met name voor ecologische risico's) een zogenoemde toegevoegde risicobenadering ontwikkeld. In zijn algemeenheid geldt dat het om een speciale benadering vraagt om normen af te leiden voor stoffen die van nature voorkomen of die (in het verleden) wijd verspreid zijn.

Net zoals dat bij straling het geval is, is het stoffenbeleid de laatste decennia steeds sterker beïnvloed door internationale (lees: Europese) regelgeving. Daarbij valt op dat er grote verschillen zijn tussen het risicobeleid voor stoffen in verschillende (westerse) landen. Het onderscheid dat Nederland maakt, of in ieder geval heeft gemaakt, tussen MTR en VR wordt internationaal nergens gehanteerd.

Binnen het Europese kader van REACH (*Registration, Evaluation, Authorisation and Restriction of Chemicals*), dat van kracht geworden is in 2007, worden voor de blootstelling aan stoffen zogenoemde *Derived No-Effect Levels* (DNELs) afgeleid voor stoffen met een drempelwaarde en *Derived Minimal effect levels* (DMEL's) voor stoffen zonder drempelwaarde. De DMEL is gedefinieerd als dat blootstellingsniveau waaronder de risico's op kanker toelaatbaar ('tolerable') zijn. Risico's ten

¹⁵ De hiervoor gebruikte modellen (longmodel, maag-darm-model, Monte-Carlo-berekeningen aan fantomen, enzovoort) zijn (deels) gevalideerd aan de hand van epidemiologische studies en proefdierexperimenten uit het verleden. Het verband tussen ontvangen stralingsdosis en risico is vastgelegd in een beperkt aantal risicocoëfficiënten die ieder voor zich van toepassing zijn voor specifieke omstandigheden (blootstelling van burgers respectievelijk werkers, blootstelling aan straling met een hoog respectievelijk laag dosistempo).

gevolge van blootstellingen onder de DMEL zijn beoordeeld als 'of very low concern' [26]. Binnen REACH mag voor genotoxische carcinogenen voor zowel een drempel- als een geen-drempel-benadering gekozen worden [27]. In een richtlijn van ECHA wordt voorgeschreven hoe DMEL's moeten worden uitgerekend [28].

Er bestaat geen Europese regelgeving waarin is vastgelegd welke blootstellingsniveaus 'toelaatbaar' zijn. In de praktijk is onder REACH het gebruikelijk om daar de volgende waarden voor te nemen: bij een DMEL voor werkers wordt uitgegaan van een risico van 10^{-5} per leven, voor leden van de algemene bevolking hanteert men voor de bepaling van de DMEL een risiconiveau van 10^{-6} per leven. Beide gelden voor blootstelling aan één stof.

In Part E van de ECHA 'Guidance on Information Requirements and Chemical Safety Assessment' wordt dit als volgt geformuleerd [28]:

... a DMEL ... expresses an exposure level corresponding to a low, possibly theoretical, risk. A DMEL is ... a risk-related reference value, which can be established via two approaches:

- *Using the 'Large Assessment Factor' (EFSA) approach, one DMEL value is obtained, that expresses an exposure level corresponding to a low, possibly theoretical, risk, which could be seen as a tolerable risk.*
- *Using the 'Linearised' approach, different DMEL values can be calculated, representing different lifetime cancer risks, e.g., a risk for cancer in 1 per 100.000 exposed (10^{-5}) or 1.000.000 exposed individuals (10^{-6}). Although there is no EU legislation setting the 'tolerable' risk level for carcinogens in the society, cancer risk levels have been set and used in different contexts (See Appendix R.8-14 for various values previously applied within and outside the EU). Based on these experiences, cancer risk levels of 10^{-5} and 10^{-6} could be seen as indicative tolerable risks levels when setting DMELs for workers and the general population, respectively.*

Bij dit alles moet worden opgemerkt dat ten tijde van de publicatie 'Omgaan met Risico's' voor de risicobeschouwing werd aangenomen dat alle geïnduceerde kankers een dodelijke afloop hebben¹⁶. De kans op sterfte in de MTR-definitie diende gelezen te worden als de kans op het optreden van kanker. In de decennia daarna is in het stoffenbeleid steeds meer de nadruk komen te liggen op risico's op het krijgen van kanker, zonder dat risico hard te koppelen aan een sterfterisico.

4.2 Vergelijking benadering voor stoffen en straling

Net als bij straling wordt bij genotoxische carcinogene stoffen uitgegaan van een lineaire dosis-effectrelatie, zonder drempelwaarde, en (daarom) is de aanwijzing van een verwaarloosbaar niveau een beleidsbeslissing. De oorsprong van het Nederlandse beleid voor de blootstelling aan gevaarlijke stoffen, in het bijzonder aan genotoxische carcinogenen, ligt net als bij straling in het *Indicatief Meerjarenprogramma Milieubeheer 1986-1990* [9]. De in dat document geïntroduceerde termen maximaal

¹⁶ NB: Deze toelichting ontbreekt in de definitie in de brochure (Inter)nationale Normen Stoffen.

toelaatbaar risiconiveau (MTR) en verwaarloosbaar risiconiveau (VR) zijn voor zowel stoffen als straling overgenomen, waarbij voor stoffen ook wel de term streefwaarde is gehanteerd in plaats van het VR. Bij zowel straling als stoffen was de verhouding tussen VR en MTR oorspronkelijk gedefinieerd als 1:100.

Bij het stoffenbeleid liep men in de jaren daarna tegen praktijksituaties aan waarbij de als zodanig gedefinieerde streefwaarden niet realiseerbaar bleken te zijn. Bijvoorbeeld in het bodembeleid is de streefwaarde daarom rond 2008 vervangen door de zogenoemde Achtergrondwaarde, gedefinieerd als de 95-percentielwaarde van de concentratie van de betreffende stof in relatief onbelaste gebieden. Bij straling is om vergelijkbare redenen het verwaarloosbare stralingsniveau nooit opgenomen in regelgeving.

En net als bij straling het geval is, is het nationale stoffenbeleid in de afgelopen decennia in toenemende mate beïnvloed door Europese regelgeving. Begrippen als MTR en VR worden elders in Europa niet toegepast. Ook bestaat er geen Europese regelgeving waarin is vastgelegd welke blootstellingsniveaus toelaatbaar zijn. In REACH-verband worden hiervoor wel, op vrijblijvende wijze, indicaties gegeven. Zowel voor genotoxische carcinogenen als voor straling werd de kans op het optreden van kanker eind vorige eeuw gelijkgesteld aan de kans op sterfte. In de decennia daarna is die koppeling gaandeweg losgelaten en is het accent in de risicobeschouwing verschoven naar het risico op het krijgen van kanker.

Ten slotte is de differentiatie in beleidsdoelstellingen bij stoffen tussen beroepsmatige en bevolkingsblootstelling zowel conceptueel als kwantitatief vergelijkbaar met die bij straling.

5 Discussie en conclusies

In dit onderzoek is gekeken naar het concept risico, en is in nationale en internationale literatuur en beleidsdocumenten gezocht naar uitspraken in het verleden over wat een 'verwaarloosbaar' (overlijdens)risico zou kunnen zijn. Hetzelfde is gedaan voor risico's ten gevolge van blootstelling aan straling en voor risico's ten gevolge van blootstelling aan genotoxische carcinogene stoffen.

5.1 Discussie

Bij het vaststellen van een verwaarloosbaar risico van blootstelling aan straling of stoffen gaat het om de effecten van een eenmaal opgetreden of toekomstige blootstelling. Dat betekent dat de kans dat deze blootstelling optreedt, hierbij niet zou moeten worden betrokken. Een 'verwaarloosbaar overlijdensrisico' kan vervolgens met behulp van risicogetallen worden vertaald naar een 'verwaarloosbare blootstelling aan straling' of vice versa. Iets vergelijkbaars geldt voor blootstelling aan stoffen, waarbij een vertaling wordt gemaakt naar een concentratie in bijvoorbeeld de bodem. Voor straling geldt dat de aanbevelingen over de benodigde risicogetallen inmiddels enkele malen zijn aangepast (zie Bijlage 1). De orde van grootte is echter vooralsnog onveranderd gebleven.

Voor wat betreft de oorsprong van het beleid geldt voor zowel straling als stoffen dat er twee sporen zijn te onderscheiden. Enerzijds is er een nationaal spoor, dat terug te voeren is op publicaties over risico's uit de jaren tachtig van de vorige eeuw. Hierin is een overlijdensrisico van 10^{-8} per jaar per bron als 'verwaarloosbaar' aangemerkt. Een verwaarloosbaar overlijdensrisico hield in dat verdere optimalisatie niet nodig is. Dit concept is vervolgens toegepast op blootstelling aan zowel straling als stoffen. Voor straling is dit vertaald naar $0,4 \mu\text{Sv}$ per jaar per bron. Bij het stoffenbeleid heeft dit geleid tot de introductie van streefwaarden, dat wil zeggen concentraties in het milieu die geassocieerd zijn met een risico gelijk aan 10^{-8} per jaar. De streefwaarde wordt ook wel 'verwaarloosbaar risico' (VR) genoemd. Voor beide disciplines geldt echter dat het begrip 'verwaarloosbaar risico' later weer is verlaten, of in ieder geval minder strikt is toegepast, als gevolg van een te zware beleidsopgave¹⁷.

Min of meer parallel hieraan is op internationaal niveau beleid ontwikkeld dat ingaat op (de beoordeling van) risico's. Voor straling zijn vanaf 1988 door ICRP, IAEA en Euratom uitspraken gedaan over wat een 'triviaal risico van blootstelling aan straling' zou kunnen zijn. Een dergelijk niveau rechtvaardigt geen verdere optimalisatie van bescherming. De kwantitatieve formulering van dit begrip is in de loop van de jaren enkele keren aangepast. Voor het laatst is dit gebeurd in 2013, in de meest recente Europese richtlijn basisnormen voor stralingsbescherming [2]. In dit document zijn de waarden van $10 \mu\text{Sv}$ en 1mSv per jaar per bron vastgesteld voor 'triviale blootstelling' aan respectievelijk kunstmatige

¹⁷ In tegenstelling tot straling spelen er bij stoffen twee zaken die de risicobenadering stoffen extra complex maken, namelijk het expliciet mee beschouwen van ecologische risico's en het begrip mengseltoxiciteit. Een nadere toelichting hierop ligt buiten de scope van deze rapportage.

bronnen en natuurlijke bronnen van straling. De eerste waarde is ten dele gebaseerd op een overlijdensrisico van circa 10^{-6} per jaar per bron (zie Bijlage 1). Bronnen die een lagere blootstelling veroorzaken dan de 'triviale blootstelling' kunnen worden vrijgesteld van wettelijke controle. Voor stoffen bestaat er geen Europese regelgeving waarin oordelen zijn vastgelegd over blootstellingsniveaus.

Voor straling geldt dat de bovenstaande Europese getallen voor triviale blootstelling zijn overgenomen in het Nederlandse beleid. Een kwantitatieve formulering of definitie voor een 'verwaarloosbare blootstelling' of 'verwaarloosbaar risico van blootstelling' ontbreekt echter. Uit het voorgaande blijkt dat de concepten 'verwaarloosbare blootstelling aan straling' en 'triviale blootstelling aan straling' vergelijkbaar zijn, maar dat deze dat qua herkomst en de kwantitatieve uitwerking niet zijn.

Het Nederlandse stralingsbeleid kent verder ook het concept 'secundair (stralings)niveau'. Dit niveau bedraagt $1 \mu\text{Sv}$ of $10 \mu\text{Sv}$ per jaar per bron, afhankelijk van de precieze omstandigheden. Onder dit niveau geldt dat optimalisatie van bescherming vanuit de prioriteit geen prioriteit (meer) heeft [29], wat vergelijkbaar is met de consequenties die in het verleden werden verbonden aan een 'verwaarloosbaar stralingsniveau'. De kwantitatieve uitwerking verschilt echter van zowel het verwaarloosbare als het triviale stralingsniveau. De herkomst van het 'secundair (stralings)niveau', en de relatie met een (overlijdens)risiconiveau, is echter niet gevonden.

In het Nederlandse stoffenbeleid was oorspronkelijk een 'verwaarloosbaar risico van blootstelling' gedefinieerd dat overeenkwam met een overlijdensrisico van 10^{-8} per jaar. Deze streefwaarde of VR is eertijds gedefinieerd als een beleidsmatige (niet-wettelijke) norm. Nadat veelvuldig gebleken was dat streefwaarden in de praktijk niet haalbaar waren, is de toepasbaarheid van deze beleidsnorm gaandeweg verloren geraakt. De toenemende invloed van Europese regelgeving heeft dit proces versneld. De status van het begrip 'verwaarloosbaar risico' in het stoffenbeleid is momenteel onduidelijk.

Eind vorige eeuw werd de kans op het optreden van kanker als gevolg van blootstelling aan stoffen of straling gelijkgesteld aan de kans op sterfte. In de decennia daarna is die harde koppeling losgelaten en is het accent in de risicobeschouwing bij zowel stoffen als straling gaandeweg verschoven naar het risico op het krijgen van kanker.

5.2 Conclusies

De oorsprong van de huidige normering voor straling en stoffen is redelijk vergelijkbaar. Beide zijn voor een groot deel bepaald door (recente) Europese regelgeving, maar kennen ook elementen die zijn terug te voeren op Nederlands beleid uit de jaren tachtig. Een van die elementen is het concept 'verwaarloosbaarheid'. Voor zowel stoffen als straling is oorspronkelijk een verwaarloosbare blootstellingswaarde afgeleid, die is gebaseerd op een overlijdensrisico van 10^{-8} per jaar per bron. Deze waarde vormde een ondergrens (of het einddoel) voor optimalisatie van bescherming. In de loop der tijd is dit echter weer verlaten, in verband met de grotere dan voorziene beleidsinspanningen.

In het stralingsbeleid resteert het begrip 'triviale blootstelling', dat afkomstig is uit Europese regelgeving. Indien de blootstelling ten gevolge van een handeling lager is dan dit niveau, wordt vrijstelling verleend van het controlestelsel. Daarnaast kent stralingsbeleid het 'secundaire' stralingsniveau, waaronder optimalisatie van de kant van de overheid geen prioriteit meer heeft. Beide begrippen zijn enigszins vergelijkbaar met het begrip 'verwaarloosbare blootstelling aan straling', ze verschillen echter qua herkomst en de kwantitatieve uitwerking. In het stoffenbeleid is de Achtergrondwaarde geïntroduceerd, dat echter niet meer is gerelateerd aan een (als verwaarloosbaar geacht) overlijdensrisico.

Referenties

1. ICRP, *Recommendations of the International Commission on Radiological Protection (Revised December 1, 1954)*. 1954, Pergamon Press: London.
2. EURATOM, *RICHTLIJN 2013/59/EURATOM van de Raad van 5 december 2013 tot vaststelling van de basisnormen voor de bescherming tegen de gevaren verbonden aan de blootstelling aan ioniserende straling*. 2014, Euratom.
3. Kew, *Wet van 21 februari 1963, houdende regelen met betrekking tot de vrijmaking van kernenergie en de aanwending van radioactieve stoffen en ioniserende stralen uitzendende toestellen ("Kernenergiewet")*. 1963, Staatscourant: 1963.
4. Bbs, *Besluit van 23 oktober 2017, houdende vaststelling van regels ter bescherming van personen tegen de gevaren van blootstelling aan ioniserende straling (Besluit basisveiligheidsnormen stralingsbescherming)*. 2017, Staatsblad van het Koninkrijk der Nederlanden: Den Haag. p. 1-416.
5. ICRP, *1990 Recommendations of the International Commission on Radiological Protection. ICRP Publication 60*. . 1991, Pergamon Press: Oxford.
6. ICRP, *Protection from Potential Exposure: A Conceptual Framework. ICRP Publication 64*. 1993, Pergamon Press: Oxford.
7. RIVM, *Leidraad risicoanalyse stralingstoepassingen*. 2010, Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu.
8. VROM, *Nationaal Milieubeleidsplan. Omgaan met Risico's*. 1989, Tweede Kamer.
9. VROM, *Indicatief Meerjarenprogramma Milieubeheer 1986-1990* 1985, Tweede Kamer.
10. IAEA, *Principles for the Exemption of Radiation Sources and Practices*. 1988, IAEA: Vienna.
11. VROM, *Brief aan Tweede Kamer over risicobenadering in het milieubeleid*. 1993, Tweede Kamer.
12. RIVM, *Nuchter omgaan met Risico's*. 2003, Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu.
13. BEVI, *Besluit van 27 mei 2004, houdende milieukwaliteitseisen voor externe veiligheid van inrichtingen milieubeheer (Besluit externe veiligheid inrichtingen)*. 2004, Staatsblad van het Koninkrijk der Nederlanden: Den Haag. p. 1-81.
14. ICRP, *Recommendations of the International Commission on Radiological Protection. ICRP Publication 26*. . 1977, Pergamon Press: Oxford.
15. ICRP, *The 2007 Recommendations of the International Commission on Radiological Protection. ICRP Publication 103*. 2007, Pergamon Press: Oxford.
16. Richardson, D.B.e.a., *Site-specific Solid Cancer Mortality After Exposure to Ionizing Radiation: A Cohort Study of Workers (INWORKS)*. *Epidemiology*, 2018. **29**(1): p. 10.
17. UN, *UNSCEAR 2010 Report - Summary of low-dose radiation effects on health*. 2011, United Nations: New York.
18. VROM, *Omgaan met risico's van straling. Normstelling ioniserende straling voor arbeid en milieu*. 1990, Tweede Kamer.

19. Roels, J.M., et al., *Gezondheid en veiligheid in de Omgevingswet - Doelen, normen en afwegingen bij de kwaliteit van de leefomgeving (Hoofdrapport)*. 2014, Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu: Bilthoven. p. 1-102.
20. Roels, J.M., et al., *Bewust Omgaan met Veiligheid: doelen en effectmaten in het risico- en veiligheidsbeleid*. 2018, Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu: Bilthoven. p. 1-158.
21. Rühm, W., et al., *Dose limits for occupational exposure to ionising radiation and genotoxic carcinogens: a German perspective*. Radiation and Environmental Biophysics, 2019.
22. Smit, C.E., *Streefwaarde en verwaarloosbaar risiconiveau. Gebruik in het Nederlandse milieubeleid*. 2011, Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu.
23. VROM, *Nationaal Milieubeleidsplan 3*, Editor. 1998, Tweede Kamer: Den Haag.
24. VROM, *Regeling van de Minister van Volkshuisvesting, Ruimtelijke Ordening en Milieubeheer van 9 november 2007, nr. DJZ2007104180, houdende algemene regels voor inrichtingen (Regeling algemene regels voor inrichtingen milieubeheer)*. 2007: Den Haag.
25. Stuurgroep Integrale Normstelling Stoffen, *Integrale Normstelling Stoffen - Milieukwaliteitsnormen bodem, water, lucht*. 1999, Ministerie van VROM: Den Haag.
26. ChemSafetyPro. *How to Calculate Derived Minimal Effect Level (DMEL)*. 2019; Available from: https://www.chemsafetypro.com/Topics/CRA/how_to_derive_dm_el_derived_minimal_effect_level.html.
27. EU, *VERORDENING (EG) Nr. 1907/2006 VAN HET EUROPEES PARLEMENT EN DE RAAD van 18 december 2006 inzake de registratie en beoordeling van en de autorisatie en beperkingen ten aanzien van chemische stoffen (REACH), tot oprichting van een Europees Agentschap voor chemische stoffen, houdende wijziging van Richtlijn 1999/45/EG en houdende intrekking van Verordening (EEG) nr. 793/93 van de Raad en Verordening (EG) nr. 1488/94 van de Commissie alsmede Richtlijn 76/769/EEG van de Raad en de Richtlijnen 91/155/EEG, 93/67/EEG, 93/105/EG en 2000/21/EG van de Commissie*. 2006: Brussel.
28. ECHA, *Guidance on information requirements and chemical safety assessment - Part E: Risk Characterisation*. 2016, European Chemicals Agency: Brussels.
29. ANVS, *Verordening van de Autoriteit Nucleaire Veiligheid en Stralingsbescherming van 9 januari 2018, nr. ANVS-2018/137, houdende nadere regels ter bescherming van personen tegen de gevaren van blootstelling aan ioniserende straling (ANVS-verordening basisveiligheidsnormen stralingsbescherming)*. 2018, Staatscourant. p. 1-125.
30. EURATOM, *RICHTLIJN VAN DE RAAD van 15 juli 1980 houdende wijziging van de richtlijnen tot vaststelling van de basisnormen voor de bescherming van de gezondheid der bevolking en der werkers tegen de aan ioniserende straling verbonden gevaren (80/836/Euratom)*. 1980, Euratom: Brussel.

31. EURATOM, *RICHTLIJN VAN DE RAAD van 3 september 1984 tot wijziging van Richtlijn 80/ 836/ Euratom met betrekking tot de basisnormen voor de bescherming van de gezondheid der bevolking en der werkers tegen de aan ioniserende straling verbonden gevaren (84/467/Euratom)*. 1984, Euratom: Brussel.
32. BSK, *Besluit van 10 september 1986 tot uitvoering van de artikelen 28 tot en met 32 en toepassing van artikel 34 van de Kernenergiewet (Besluit stralenbescherming Kernenergiewet)*. 1986, Staatsblad van het Koninkrijk der Nederlanden: Den Haag. p. 1-41.
33. IAEA, *International Basic Safety Standards for Protection Against Ionizing Radiation and for the Safety of Radiation Sources* 1996, IAEA: Vienna.
34. EURATOM, *RICHTLIJN 96/29/EURATOM VAN DE RAAD van 13 mei 1996 tot vaststelling van de basisnormen voor de bescherming van de gezondheid der bevolking en der werkers tegen de aan ioniserende straling verbonden gevaren*. 1996, Euratom: Brussel.
35. Bs, *Besluit van 16 juli 2001, houdende vaststelling van het Besluit stralingsbescherming*. 2001, Staatsblad van het Koninkrijk der Nederlanden: Den Haag. p. 1-254.
36. IAEA, *Application of the concepts of exclusion, exemption and clearance*. 2004, IAEA: Vienna.
37. ICRP, *Scope of Radiological Protection Control Measures. ICRP Publication 104*. 2007, Pergamon Press: Oxford.

Bijlage 1 Verwaarloosbare en triviale risico's (van straling): een historisch overzicht

Deze bijlage bevat een chronologische opsomming van de belangrijkste (beleids)documenten over (verwaarloosbare en/of triviale) risico's van blootstelling aan straling. Per document zijn de belangrijkste elementen samengevat die betrekking hebben op dit onderwerp.

ICRP Publicatie 26, 1977 [14]

In 1977 heeft de ICRP voor het eerst de doelen van het stralingsbeschermingsbeleid geformuleerd. Deze komen neer op het voorkomen van schadelijke non-stochastische (deterministische) effecten, en het limiteren van de kans op stochastische effecten op een acceptabel geacht niveau. Dosislimieten voor werknemers zijn gericht op het eerste doel, dosislimieten voor leden van de bevolking zijn gericht op het tweede doel.

Voor de dosis-effectrelatie voor blootstelling aan straling gaat de ICRP uit van de LNT-hypothese. Deze houdt in dat de kans op stochastische gezondheidseffecten lineair schaalbaar is met de effectieve dosis, en dat deze relatie ook bij (zeer) lage doses geldig is. De ICRP introduceert het concept (gezondheids)detriment¹⁸, ter kwantificering van het gewogen totaal van de schadelijke gevolgen van blootstelling aan straling toegebracht aan personen en hun nageslacht. De ICRP noemt een risicogetal voor overlijden van circa 10^{-2} per Sv, als gemiddelde waarde voor beide seksen en alle leeftijden.

De ICRP stelt dat een overlijdensrisico tussen 10^{-6} en 10^{-5} per jaar waarschijnlijk acceptabel ('*likely to be acceptable*') is voor een lid van de bevolking. Op basis van het hiervoor genoemde overlijdensrisicogetal van 10^{-2} per Sv is dit vertaald naar een gemiddelde (levenslange) blootstelling van 1 mSv/a. Onder de aanname dat slechts een deel van de populatie wordt blootgesteld aan straling ten gevolge van een gereguleerde handeling, en de mate van blootstelling per jaar kan variëren, leidt de ICRP een dosislimiet voor de cumulatieve stralingsbelasting voor leden van de bevolking af van 5 mSv per jaar. Een dergelijke gemiddelde blootstelling van 5 mSv per jaar wordt door de ICRP als 'acceptabel' of 'tolerabel' beschouwd.

De ICRP heeft in deze publicatie nog geen criteria vastgesteld voor vrijstelling van wettelijke controle.

Euratom Basisnormen 1980/1984 [30] en [31]

De aanbevelingen van de ICRP uit 1977 zijn overgenomen door en vertaald naar Europese regelgeving in de richtlijnen 80/836/Euratom en 84/467/Euratom. De richtlijnen zijn van toepassing op iedere werkzaamheid die een aan ioniserende straling verbonden gevaar meebrengt. De door de ICRP voorgestelde dosislimiet van 5 mSv/a

¹⁸ Afgeleid van *detrimental effect* (Engels voor 'nadelig' of 'schadelijk' effect).

wordt van toepassing verklaard op de controleerbare blootstelling van leden van de bevolking.

Vrijstelling van zogenoemde verklaringen en vergunningen kan worden verleend op basis van in de richtlijnen gespecificeerde criteria. Deze criteria zijn niet gebaseerd op dosiscriteria.

De richtlijn is van toepassing verklaard op (onder meer) iedere 'stof die één of meer radionucliden bevat waarvan de activiteit of de concentratie om redenen van stralingsbescherming **niet mag worden verwaarloosd**'. Deze formulering is zeer vergelijkbaar met de definitie van radioactieve stof in de Kernenergiewet. Er is echter geen invulling gegeven aan de term 'verwaarloosbaar'.

Het concept 'triviale blootstelling' is in dit document niet toegepast.

Besluit Stralingsbescherming Kernenergiewet (1986) [32]

Het Besluit Stralingsbescherming Kernenergiewet is de implementatie van de Euratom Basisnormen in de Nederlandse regelgeving. De hierboven genoemde dosislimiet van 5 mSv per jaar voor bevolkingsblootstelling is hierin geïmplementeerd als dosisbeperking, en aangemerkt als 'maximaal aanvaardbare dosis'. Overschrijding daarvan is 'ontoelaatbaar'.

De criteria voor vrijstelling van handelingen van wettelijke controle zijn afkomstig uit richtlijn 80/836/Euratom.

De term 'verwaarloosbaar' is niet toegepast in dit document. Dit geldt ook voor het concept 'triviale blootstelling'.

IAEA Principles for the Exemption of Radiation Sources and Practices from Regulatory Control (1988) [10]

Dit is de eerste internationale publicatie waarin wordt gerapporteerd over (consensus over) een als 'triviaal' te beschouwen stralingsniveau. Voor een 'triviaal' stralingsniveau geldt dat de bijdrage aan het individuele risico zodanig laag is dat de bescherming tegen blootstelling aan straling wordt beschouwd als geoptimaliseerd, en (dus) wordt regulering niet nodig geacht. Impliciet is daarnaast aangenomen dat de handeling die de blootstelling veroorzaakt is gerechtvaardigd. Om meetbare criteria voor vrijstelling van handelingen af te leiden, was een kwantitatieve vertaling nodig van het begrip 'triviaal' stralingsniveau. Hierbij zijn twee redeneringen gevolgd:

- In de eerste redenering is een individueel risico omgerekend naar dosis. Hierbij wordt gesteld dat een individueel overlijdensrisico tussen de 10^{-6} en 10^{-7} per jaar 'of no concern' is. Gebruikmakend van een (afgerond) risicogetal van 10^{-2} per Sv (ICRP-26) is dit vertaald naar een 'triviale' dosis van 10-100 μ Sv per jaar.
- In de tweede redenering is een vergelijking gemaakt met het stralingsniveau ten gevolge van de natuurlijke achtergrond. Gesteld wordt dat – exclusief de sterk variërende en nog enigszins beïnvloedbare bijdrage van radon – deze blootstelling in de orde van 1 mSv per jaar is. Een dosis die klein is (één tot een enkele procenten) in vergelijking met dit niveau, kan daarom als triviaal worden beschouwd.

Op basis hiervan is een 'triviaal' stralingsniveau van enkele tientallen μSv per jaar voorgesteld.

Voor wat betreft de collectieve dosis is op basis van kosten/baten-overwegingen gesteld dat het detriment behorende bij een jaarlijkse collectieve dosis van ongeveer 1 mensSv voldoende laag is om zonder verdere optimalisatie vrijstelling te verlenen, op voorwaarde dat voldaan wordt aan het individuele dosiscriterium.

De bovenstaande criteria zijn in de *International Basic Safety Standards for Protection Against Ionizing Radiation and for the Safety of Radiation Sources* uit 1996 [33] vertaald naar nuclide specifieke grenswaarden.

Nota omgaan met risico (1989) [8]

In deze nota is als beleidsdoelstelling vastgesteld dat niemand mag worden blootgesteld aan een maximaal toelaatbaar risico (MTR) op sterfte van meer dan één op de miljoen (10^{-6} per jaar) ten gevolge van een groot ongeval, de blootstelling aan stoffen of aan straling. Voor het totaal van deze risico's geldt een MTR van 10^{-5} per jaar. Voor grote ongevallen waarbij in één keer meer slachtoffers kunnen vallen, accepteert men een naar verhouding nog kleinere kans, rekening houdend met de ernstige maatschappelijke gevolgen bij grote ongevallen. Dat is uitgewerkt in het begrip *groepsrisico*.

Omgaan met risico's van straling (1990) [18]

Dit document is opgesteld naar aanleiding van de behandeling door de Tweede Kamer van het Besluit stralenbescherming Kernenergiewet. Het is gericht op de bescherming van het milieu, leden van de bevolking en werknemers tegen de nadelige effecten van ioniserende straling. Het is niet bedoeld voor de effecten van medische stralingstoepassingen op patiënten en evenmin voor de effecten van niet-ioniserende straling.

Het voorgestelde systeem van normering heeft in principe betrekking op alle menselijke activiteiten waarbij er als gevolg van ioniserende straling kans op schade is, inclusief die ten gevolge van de niet-nucleaire industrie¹⁹. Volledig onbeheersbaar geachte bronnen van natuurlijke straling, zoals kosmische straling, zijn niet te beïnvloeden, en daarom geen onderwerp van normering. Voor stralingsbelasting ten gevolge van bouwen en wonen wordt een *standstill*-benadering voorgesteld.

De normen in dit document zijn een voorlopig voorstel, vooruitlopend op een te verwachten herziening van normstelling in Europees verband, en het advies van de Gezondheidsraad over de aanstaande aanbevelingen van de ICRP (ICRP-60).

Op verzoek van de Tweede Kamer is bij de normstelling rekening gehouden met de grotere gevoeligheid voor straling van vrouwen, kinderen en het ongeboren kind, en in samenhang met andere terreinen van milieubescherming. Rekening is gehouden met effecten op toekomstige generaties als gevolg van de kans op genetische afwijkingen door blootstelling aan straling van de (voor)ouders en door ophoping van langlevende radionucliden in het milieu. Uiteindelijk is de

¹⁹ Dit komt grofweg overeen met de huidige geplande blootstellingssituaties.

vertaling van sterftekans naar blootstelling gedaan op basis van een overlijdensrisicogetal van $2,5 \times 10^{-2}$ (sterfte)kans per sievert. Dit is 2,5 keer zo hoog als het overlijdensrisicogetal dat destijds werd aanbevolen door de ICRP in [14]. Op basis hiervan is voorgesteld de dosislimiet voor de cumulatieve blootstelling van leden van de bevolking van 1 mSv per jaar aan te scherpen naar 0,4 mSv per jaar. Een verwaarloosbaar sterfterisico van 10^{-8} per jaar per bron is vervolgens vertaald naar 0,4 μ Sv per jaar.

ICRP Publicatie 60 (1991) [5]

In deze publicatie heeft de ICRP haar aanbevelingen voor het stralingsbeschermingsbeleid deels herzien. De LNT-hypothese is als uitgangspunt gehandhaafd; wel is in rekening gebracht dat men aan de ene vorm van kanker met grotere waarschijnlijkheid overlijdt dan aan de andere. Tevens kende de ICRP aan het overlijden door leukemie een groter gewicht toe dan aan het overlijden door andere vormen van kanker. Bijgevolg is het nominaal kankeroverlijdensrisicogetal aangepast naar 5×10^{-2} per Sv voor leden van de bevolking. Voor het totale detriment (dat wil zeggen inclusief niet-fatale kankers en erfelijke effecten) wordt een waarde $7,3 \times 10^{-2}$ per Sv gegeven.

Als dosislimiet voor de cumulatieve stralingsbelasting van leden van de bevolking wordt 1 mSv per jaar (effectieve dosis) voorgesteld. Deze limiet geldt uitsluitend voor blootstelling ten gevolge van handelingen. De waarde van 1 mSv per jaar is gekozen op basis van de overweging dat de bijdrage van de natuurlijke achtergrond, exclusief de van plaats tot plaats sterk variërende blootstelling aan radon, gemiddeld genomen in de orde van 1 mSv per jaar is. Overwogen is dat de natuurlijke achtergrond slechts een kleine bijdrage levert aan het gezondheidsdetriment van de maatschappij. De ICRP geeft aan dat zij in normale omstandigheden de (toegevoegde) risico's ten gevolge van blootstelling boven deze limiet als 'onacceptabel' beschouwt. Dat wil zeggen dat een blootstelling ter grootte van de dosislimiet nog net 'tolerabel' is. Dit heeft overigens niets te maken met een uitspraak over wat wel of niet 'veilig' is.

Dosis- of risicobeperkingen kunnen worden vastgesteld voor individuele bronnen. Deze zouden lager moet zijn dan 1 mSv per jaar. Een geoptimaliseerd stralingsniveau wordt 'tolerabel' geacht.

Voor vrijstelling van een bron van wettelijke voorschriften overweegt de ICRP dat (1) de blootstelling gerechtvaardigd moet zijn, (2) de individuele en collectieve dosis klein moeten zijn, en (3) dat er redelijkerwijs geen maatregelen zijn te treffen om de doses significant te reduceren. De ICRP geeft aan dat het lastig is om hiervoor een 'triviaal' niveau aan te wijzen, waaronder de blootstelling feitelijk acceptabel is zonder verder optimalisatie. Een dergelijk niveau is dan ook niet kwantitatief uitgewerkt door ICRP.

ICRP Publicatie 64 (1993) [6]

De ICRP signaleert in deze publicatie dat in veel regelgeving een mogelijkheid van (reguliere) vrijstelling is geregeld voor gerechtvaardigde handelingen waar vanwege de mate van blootstelling regulering niet nodig wordt geacht. De gronden voor een dergelijke vrijstelling zijn dat de bron slechts kleine individuele doses veroorzaakt (in de orde van 10 μ Sv

per jaar), en dat de bescherming is geoptimaliseerd (wat wil zeggen dat wettelijke voorschriften weinig tot geen verbetering of dosisreductie tot gevolg hebben). Hier wordt aan toegevoegd dat indien de collectieve dosis in de orde van 1 mensSv per jaar is, de bescherming wordt geacht geoptimaliseerd te zijn.

Nuchter omgaan met risico's (2003) [12]

Aanleiding voor dit rapport was de constatering dat voor veel risico's de benadering in de *Nota Omgaan met risico's* weliswaar goed heeft gewerkt, maar dat voor een aantal situaties de ambities in deze nota, om diverse redenen, niet altijd realiseerbaar bleken: Een individueel risico van 10^{-6} per jaar of kleiner voor iedere Nederlander bleek niet realistisch en/of doelmatig.

In dit document wordt bij de beschouwing van het begrip risico niet alleen gekeken naar de kans op en aard en omvang van gevolgen, maar wordt erkend dat meer kwalitatieve aspecten soms de doorslag geven. Voorbeelden zijn de mate van vrijwilligheid, billijkheid of beheersbaarheid van blootstelling, of de vertrouwde met of het maatschappelijk nut van de risicovolle activiteit. Onzekerheden en complexiteit van risico's zijn eveneens van invloed op de manier waarop risico's (kunnen) worden beheerst. Het gevolg hiervan is dat de ambitie in de *Nota Omgaan met risico's* om risico's met elkaar te vergelijken op basis van een (enkel) kwantitatieve benadering niet altijd haalbaar is.

Relevant voor dit onderzoek is verder de opmerking dat er geen wetenschappelijke basis bestaat voor het als 'verwaarloosbaar' aanmerken van risiconiveaus, behalve dat ze in vergelijking met andere dagelijkse gevaren laag zijn.

IAEA Basic Safety Standards for Protection against ionizing Radiation and for the Safety of radiation sources (1996) [33]

De aanbevelingen van de ICRP uit 1990 zijn in 1996 vertaald naar IAEA-basisnormen voor stralingsbescherming. In dit document zijn de criteria voor vrijstelling van handelingen uit [10] in grote lijnen herhaald, en vervolgens vertaald naar nuclide specifieke grenswaarden. Deze grenswaarden gelden voor vrijstelling van radioactieve materialen, en vormen daarnaast een aanbeveling voor de bovengrens voor eventueel door nationale bevoegde autoriteiten vast te stellen grenswaarden voor vrijgave van radioactieve materialen.

Euratom Basisnormen (1996) [34]

De aanbevelingen van de ICRP uit 1990 zijn ook vertaald naar Europese regelgeving in richtlijn 96/29/Euratom. De richtlijn is van toepassing verklaard op onder meer handelingen met stoffen 'die een of meer radionucliden bevatten, waarvan de activiteit of de concentratie, voor zover het de stralingsbescherming betreft, **niet mag worden verwaarloosd**', en op werkzaamheden 'waarbij natuurlijke stralingsbronnen aanwezig zijn en leiden tot een aanzienlijke toename van blootstelling van werkers of van leden van de bevolking in een mate die vanuit het oogpunt van stralingsbescherming **niet mag worden verwaarloosd**'. Er is echter geen invulling gegeven aan de term 'verwaarloosbaar'.

De dosislimiet voor de cumulatieve stralingsbelasting ten gevolge van handelingen is gehandhaafd op 1 mSv per jaar. De criteria voor vrijstelling van wettelijke controle in deze richtlijn zijn losjes gebaseerd op de 'triviale doses' die zijn afgeleid door het IAEA in [10], maar enigszins aangescherpt. Van vrijstelling van vergunningplicht kan sprake zijn indien de blootstelling kleiner of gelijk is aan 10 µSv per jaar en 1 mensSv per jaar. Voor handelingen met radioactieve stoffen van kunstmatige oorsprong zijn deze criteria vertaald naar nuclidespecifieke grenswaarden voor de activiteit en activiteitsconcentratie.

Besluit stralingsbescherming (2001) [35]

De voorschriften in de Euratom-basisnormen uit 1996 zijn vervolgens in Nederland geïmplementeerd in (onder andere) het Besluit Stralingsbescherming. Bijzonder is dat de dosislimiet voor de cumulatieve stralingsbelasting van 1 mSv per jaar daarbij is geïmplementeerd als weigeringsgrond voor een vergunningsaanvraag. Het concept dosisbeperking, dat geldt voor een individuele bron, is – met uitzondering van een generieke beperking per locatie – niet ingevuld.

De nuclidespecifieke grenswaarden voor de activiteit en activiteitsconcentratie uit de Euratom-basisnormen zijn vrijwel één-op-één overgenomen, en aangevuld met grenswaarden voor aanvullende nucliden. Ook zijn de grenswaarden van toepassing verklaard op handelingen met radioactieve stoffen van natuurlijke oorsprong (destijds 'werkzaamheden' genoemd). De 'triviale' dosiscriteria zelf zijn niet overgenomen.

In 2003 is in een onderliggende ministeriële regeling *analyse gevolgen ioniserende straling voor het milieu* (in 2014 met beperkte aanpassingen opgenomen in de *Uitvoeringsregeling EZ*, en sinds 2018 opgenomen in de *ANVS-verordening basisveiligheidsnormen stralingsbescherming*) het zogenoemde 'secundair niveau' geïntroduceerd. De waarde van dit niveau is – afhankelijk van de blootstelling – 1 µSv (lozing naar lucht of water) of 10 µSv per jaar (externe straling). In hoofdstuk 7 van deze regeling wordt aangegeven dat beneden het secundair niveau *'vanuit milieuoogpunt nooit bezwaar bestaat tegen vergunningverlening, mits de handeling gerechtvaardigd is'*. Verder is hierin toegelicht dat het secundair niveau een niveau is *'waaronder de invulling van het ALARA-beginsel vanuit de overheid geen prioriteit heeft en de verantwoordelijkheid voor het toepassen hiervan bij de vergunninghouder wordt gelegd'*. Feitelijk is het secundair niveau daarmee te beschouwen als ondergrens voor optimalisatie. Van belang voor dit onderzoek is dat het secundair niveau – voor zover na te gaan – niet is gebaseerd op een bepaald risiconiveau.

IAEA Application of the concepts of exclusion, exemption and clearance (2004) [36]

In dit document gaat het IAEA in op de (on)mogelijkheden van regulering van verschillende bronnen, en beschouwt de verschillende concepten uitzondering, vrijstelling en vrijgave. In het bijzonder voor (handelingen met) radioactieve stoffen van kunstmatige oorsprong worden de 'triviale' dosiscriteria uit *Principles for the Exemption of Radiation Sources and Practices from Regulatory Control* [10] herhaald. De vertaling hiervan naar nuclidespecifieke grenswaarden voor de activiteitsconcentratie van kunstmatige nucliden is om praktische

redenen gebaseerd op 10 μSv per jaar (en 1 mSv per jaar voor *low probability* scenario's). Het criterium van 1 mensSv is niet toegepast. De op deze wijze afgeleide grenswaarden zijn van toepassing verklaard op zowel vrijstelling als vrijgave.

Voor radioactieve stoffen van natuurlijke oorsprong zijn eveneens grenswaarden opgenomen voor de activiteitsconcentratie, die kunnen worden toegepast voor zowel vrijstelling als vrijgave. De redenering hierachter wijkt echter in belangrijke mate af, aangezien de waarden niet zijn afgeleid van (triviale) dosiscriteria, maar van wereldwijd waargenomen activiteitsconcentraties van deze nucliden.

ICRP Publicatie 103 (2007) [15]

Deze publicatie betreft een nieuwe herziening van de aanbevelingen van de ICRP voor het stralingsbeschermingsbeleid. De LNT-hypothese is als uitgangspunt gehandhaafd, en de risicogetallen zijn geactualiseerd. Voor leden van de bevolking is een nominaal kankerrisicogetal afgeleid, en niet een nominaal kankeroverlijdensrisicogetal, zoals eerder in ICRP-60 [5]. Het toegevoegd aantal gevallen van kanker per jaar per eenheid van effectieve dosis is voor leden van de bevolking bepaald op een waarde van $5,5 \times 10^{-2}$ per Sv. Omdat de genetische effecten in deze publicatie veel lager worden ingeschat dan in [5], is ook het totale detrimet, met een waarde $5,7 \times 10^{-2}$ per Sv, ook aanzienlijk (meer dan 20%) lager.

Voor gebruik in de stralingsbescherming stelt de ICRP dat de onzekerheden zodanig zijn, dat het verschil met de waarden in ICRP-60 [5] geen praktische betekenis hebben, en gebruik van de internationaal gehanteerde sterfterisicofactor van 5% per Sv gepast blijft. De ICRP gaat in deze publicatie niet of nauwelijks in op vrijstelling en triviale blootstelling, maar verwijst daarvoor naar ICRP-104 [37].

ICRP Publicatie 104 (2007) [37]

Dit document gaat onder meer in op het concept 'vrijstelling' van stralingsbeschermingsvoorschriften, en herhaalt in grote lijnen de benadering in de hiervoor besproken documenten, waaronder het begrip 'triviale dosis'. Vrijgave van radioactieve stoffen wordt hierbij als een bijzondere vorm van vrijstelling gezien. De ICRP benadrukt dat lozing van radioactiviteit en het ontslag van met radionucliden behandelde patiënten conceptueel iets anders is dan vrijstelling.

De ICRP geeft in dit document onder meer commentaar op eerdere publicaties over vrijstelling, en daarin voorgestelde dosiscriteria. De belangrijkste opmerkingen worden hier opgesomd.

- De ICRP signaleert dat de feitelijke basis van vrijstelling, zijnde optimalisatie van bescherming, op de achtergrond is geraakt ten faveure van (slechts) een dosiscriterium, en dat de oorspronkelijke formulering van het individuele triviale dosiscriterium van 'enkele tientallen μSv per jaar' uit [10] in de praktijk is vervangen door '10 μSv per jaar'. De ICRP acht dit criterium vrij conservatief, maar erkent ook de waarde van internationale consensus op dit vlak.
- De ICRP geeft aan dat het niet zomaar een uitgemaakte zaak is wat onder een 'triviale' dosis wordt verstaan, en dat bijvoorbeeld maatschappij en regelgever hier verschillende opvattingen over

kunnen hebben²⁰. Een van de factoren die hierbij meespeelt is dat triviale doses in een aantal gevallen relatief eenvoudig zijn te meten.

- De ICRP is van mening dat voor vrijstelling van handelingen met radioactieve bronnen van natuurlijke oorsprong een dosiscriterium op een andere manier zou moeten worden afgeleid. De toepassing van een dosiscriterium in de orde van 10 μSv per jaar hiervoor acht de ICRP niet zomaar praktisch, gezien de omvang van en variatie in de natuurlijke achtergrond straling.
- Daarnaast benadrukt de ICRP dat de kwantitatieve uitwerking van vrijstelling, waaronder het dosiscriterium van 10 μSv per jaar, van toepassing is op geplande blootstellingssituaties.
- De ICRP signaleert dat bij besluiten over vrijstelling het individuele dosiscriterium in verreweg de meeste gevallen beperkend is. Dit is de reden dat het criterium voor de collectieve dosis in de praktijk nauwelijks wordt toegepast. Dit is wat betreft de ICRP acceptabel.

Euratom Basisnormen (2014) [2]

De aanbevelingen van de ICRP in [15] zijn vertaald naar Europese regelgeving in richtlijn 2013/59/Euratom. Ten opzichte van de vorige richtlijn betekende dat een belangrijke wijziging in de structuur van het stralingsbeschermingsstelsel. Voor wat betreft de normstelling zijn de wijzigingen echter zeer beperkt. Voor de kwantificering van triviale blootstelling is voor een belangrijk deel aangesloten bij het IAEA-document *Application of the concepts of exclusion, exemption and clearance* [36]. Dat houdt in dat het triviale niveau voor blootstelling aan straling van kunstmatige oorsprong is vastgesteld op 10 μSv per jaar (en 1 mSv per jaar voor *low probability*-scenario's). Het criterium van 1 mensSv is niet meer toegepast.

De in [36] afgeleide nuclidespecifieke grenswaarden voor radioactieve stoffen van kunstmatige oorsprong zijn overgenomen en van toepassing verklaard op zowel vrijstelling als vrijgave. Dit geldt ook voor de grenswaarden voor radioactieve stoffen van natuurlijke oorsprong.

Opvallend is dat in deze richtlijn een soort triviaal blootstellingsniveau van 1 mSv per jaar is geïntroduceerd voor blootstelling aan straling ten gevolge van radioactieve stoffen van natuurlijke oorsprong. De redenering hierachter is mogelijk de stelling in [36] dat de blootstelling van leden van de bevolking aan straling ten gevolge van radionucliden van natuurlijke oorsprong in de bodem (exclusief de bijdrage van radon) naar alle waarschijnlijkheid de 1 mSv per jaar niet overschrijdt.

Besluit basisveiligheidsnormen stralingsbescherming (2017) [4]

De voorschriften in de Euratom Basisnormen uit 2014 zijn in Nederland geïmplementeerd in (onder andere) het Besluit basisveiligheidsnormen stralingsbescherming (Bbs). Net als in de basisnormen geldt dat de belangrijkste wijzigingen betrekking hebben op de structuur van het stelsel. Daarnaast zijn de grenswaarden voor vrijstelling en vrijgave voor een groot aantal nucliden ten opzichte van [35] strenger geworden.

²⁰ Het gaat daarbij niet uitsluitend om leden van de bevolking die hier anders tegenaan kijken dan de regelgever. In sommige gevallen is het ook de industrie (denk aan recycling van schroot) die een als 'triviaal' aangemerkte dosis niet accepteert als ondergrens.

De dosiscriteria en grenswaarden voor vrijstelling en vrijgave voor radionucliden van kunstmatige oorsprong in het Bbs zijn één-op-één overgenomen uit [2], en aangevuld met grenswaarden voor aanvullende nucliden op basis van de triviale dosiscriteria uit [2]. Dit geldt ook voor de grenswaarden voor radioactieve stoffen van natuurlijke oorsprong. Deze grenswaarden zijn echter niet afgeleid van een dosiscriterium.

Het secundair niveau is in de ANVS-verordening basisveiligheidsnormen stralingsbescherming [29] ongewijzigd gehandhaafd, al is de consequentie die hieraan verbonden is wel enigszins gewijzigd: bij 'onderschrijding' van dit niveau heeft de invulling van het ALARA-beginsel vanuit de overheid minder prioriteit en wordt de verantwoordelijkheid voor het toepassen hiervan bij de ondernemer gelegd.

.....
M. van der Schaaf | R.C.G.M. Smetsers
.....

RIVM-rapport 2020-0026

Dit is een uitgave van:

**Rijksinstituut voor Volksgezondheid
en Milieu**

Postbus 1 | 3720 BA Bilthoven
Nederland
www.rivm.nl

februari 2020

De zorg voor morgen begint vandaag