



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

**Grenswaarden voor specifieke vrijgave
van natte sludges uit de Nederlandse
olie- en gassector en geothermie**

Onderzoek voor de implementatie van richtlijn
2013/59/Euratom

RIVM Briefrapport 2017-0107
M. van der Schaaf | E. Folkertsma



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

**Grenswaarden voor specifieke vrijgave
van natte sludges uit de Nederlandse
olie- en gassector en geothermie**

Onderzoek voor de implementatie van richtlijn
2013/59/Euratom

RIVM Briefrapport 2017- 0107
M. van der Schaaf | E. Folkertsma

Colofon

© RIVM 2017

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-2017-0107

M. van der Schaaf (auteur), RIVM
E. Folkertsma (auteur), RIVM

Contact:
M. van der schaaf
Centrum Veiligheid
martijn.van.der.schaaf@rivm.nl

Dit onderzoek werd verricht in opdracht van Autoriteit Nucleaire Veiligheid en Stralingsbescherming, in het kader van het programma stralingsbescherming 2017

Dit is een uitgave van:
**Rijksinstituut voor Volksgezondheid
en Milieu**
Postbus 1 | 3720 BA Bilthoven
Nederland
www.rivm.nl

Publiekssamenvatting

Grenswaarden voor specifieke vrijgave van natte sludges uit de Nederlandse olie- en gasector en geothermie

Onderzoek voor de implementatie van richtlijn 2013/59/Euratom

In de geothermie en de olie- en gasindustrie worden jaarlijks grote hoeveelheden afval geproduceerd. Hieronder valt ook de zogenoemde natte 'sludge'. De samenstelling hiervan varieert sterk en kan, afhankelijk van de herkomst, soms radioactiviteit van natuurlijke oorsprong bevatten. In 2018 moet Nederland voldoen aan de algemene Europese regelgeving voor radioactieve stoffen. Als dit zonder meer ('beleidsarm') wordt overgenomen, zal meer afval op een speciale manier als radioactief materiaal moeten worden behandeld.

De ANVS heeft het RIVM daarom gevraagd te onderzoeken of er een specifiekere norm voor de hoeveelheid radioactief materiaal in natte sludges kan worden gebruikt. Hierbij zou gewerkt kunnen worden met Europese aanbevelingen die al in 2001 zijn bepaald. Deze Europese grenswaarden blijken voor een belangrijk deel bruikbaar voor sludges afkomstig uit de Nederlandse olie- en gasindustrie en de geothermie. Indien deze grenswaarden in Nederland zouden worden ingevoerd, zal minder afval als radioactief materiaal moeten worden behandeld. Hierdoor zal wel de blootstelling van werknemers in de sludgeverwerkende industrie aan ioniserende straling licht toenemen.

Kernwoorden: vrijstelling, vrijgave, grenswaarden, radioactiviteit van natuurlijke oorsprong, NORM, olie- en gasindustrie, geothermie, sludges, 2013/59/Euratom

Synopsis

Clearance levels for specific clearance of wet sludges from the Dutch oil and gas sector and geothermal sector

Research to support the implementation of Directive 2013/59/Euratom

The geothermal and oil and gas industries produce large quantities of waste every year. This includes so-called 'wet sludge'. The composition of wet sludge varies considerably and, depending on its origin, can sometimes contain radioactivity of natural origin. In 2018 the Netherlands has to comply with new European regulations regarding radioactive substances. These regulations are being implemented into Dutch legislation, according to a "minimum additional national requirements approach" ('minimal implementation'). As a consequence of this minimal implementation, more waste will have to be managed specifically as radioactive material.

The Dutch Authority for Nuclear Safety and Radiation Protection (ANVS) has therefore asked RIVM to investigate whether more specific values can be used for radioactivity in wet sludges. This could involve using European "community guidance", which was drawn up in 2001. The European specific clearance levels derived in this guidance appear largely to be applicable to sludges from the Dutch oil and gas industry and geothermics. If these specific clearance levels were to be introduced in Dutch national legislation, less waste would have to be managed as radioactive material. On the other hand, this would lead to a slight increase in the exposure of workers in the sludge processing industry to ionising radiation.

Key words: exemption, clearance, clearance levels, radioactivity of natural origin, oil and gas industry, geothermics, sludges, 2013/59/Euratom.

Inhoudsopgave

Samenvatting — 9

1 Aanleiding voor dit briefrapport — 11

- 1.1 Doelstelling — 12
- 1.2 Afbakening — 12
- 1.3 Leeswijzer — 13
- 1.4 Bronvermelding — 13

2 Nederlands beleid inzake vrijstelling en vrijgave van radioactieve stoffen — 15

- 2.1 Nieuwe voorschriften in het ontwerpBbs. — 15
- 2.2 Aanvullende beleidsuitgangspunten: dosiscriteria — 16

3 Herkomst en beheer van sludges in de Nederlandse olie- en gasindustrie en geothermie — 17

- 3.1 Productie van sludge in de olie- en gasector — 17
- 3.2 Productie van sludge in de geothermiesector — 18
- 3.3 Beheerroutes voor sludges — 19
 - 3.3.1 Regelgeving — 19
 - 3.3.2 Praktijk — 20

4 Achtergrond Radiation Protection 122-part II — 23

- 4.1 Inleiding — 23
- 4.2 Reikwijdte van Radiation Protection 122-part II — 23
- 4.3 De in Radiation Protection 122-part II, afgeleide grenswaarden — 23

5 Belangrijkste inhoudelijke punten uit Radiation Protection 122-part II — 27

- 5.1 Gehanteerde dosiscriteria — 27
- 5.2 Scenario's, parameters en aannames — 27
- 5.3 De afrondingsprocedure — 28
- 5.4 Belangrijkste parameters en aannames voor natte sludges — 28
- 5.5 Toepassing van grenswaarden op materialen met diverse nucliden van natuurlijke oorsprong — 29

6 Appreciatie — 31

- 6.1 Toetsing aan (dosis)criteria — 31
- 6.2 Representativiteit van scenario's, parameters en aannames — 31
- 6.3 Afronding — 32
- 6.4 Voorwaarden met betrekking tot het gebruik van de grenswaarden — 32
- 6.5 Effecten van toepassing van grenswaarden op de Nederlandse situatie — 32
- 6.6 Slotopmerkingen — 33
 - 6.6.1 Sommatie — 33
 - 6.6.2 Metingen ten behoeve van toetsing aan grenswaarden — 34
 - 6.6.3 Lozingen — 34

7 Conclusies — 35

Referenties — 37

Samenvatting

Als gevolg van de ('beleidsarme'¹) implementatie van richtlijn 2013/59/Euratom in de Nederlandse regelgeving zal een groot aantal grenswaarden voor vrijstelling en vrijgave worden aangescherpt, ten opzichte van de vigerende regelgeving. Deze aanscherping betekent in de praktijk dat meer handelingen met radioactief materiaal van natuurlijke oorsprong onder het zogenoemde "controlestelsel" zullen gaan vallen. Dit houdt in dat ondernemers voor het uitvoeren van een dergelijke handeling een registratie of een vergunning zullen moeten aanvragen. Ook betekent het dat meer restmateriaal als radioactief afval zal moeten worden beheerd. Dit heeft tot gevolg dat de kosten hiervoor zullen toenemen.

De richtlijn biedt de Lidstaten de mogelijkheid tot het vaststellen van voor specifieke toepassingen goedgekeurde hogere waarden voor vrijstelling, of specifieke vrijgaveniveaus (en verwante voorschriften) voor specifieke materialen of voor materialen afkomstig van specifieke soorten handelingen. Dit wordt ook wel "specifieke vrijstelling" of "specifieke vrijgave" genoemd. In beide gevallen geldt als voorwaarde dat wordt voldaan aan de Algemene vrijstellingscriteria in de richtlijn. Deze benadering is één-op-één overgenomen in het ontwerpBbs.

In dit briefrapport is op verzoek van de ANVS onderzocht of de grenswaarden voor specifieke vrijgave van natte sludges afkomstig van de olie- en gasindustrie uit het document Radiation Protection 122-part II, kunnen worden toegepast op sludges afkomstig uit de Nederlandse olie- en gasindustrie en de geothermie. Daarnaast is getoetst of deze grenswaarden voldoen aan de Algemene vrijstellingscriteria en enkele aanvullende criteria.

Geconcludeerd wordt dat de hierboven genoemde grenswaarden in beginsel ongewijzigd kunnen worden overgenomen voor toepassing als specifieke vrijgavegrenswaarden voor natte sludges afkomstig van de Nederlandse olie- en gasindustrie en geothermie, onder de voorwaarde dat de na verwerking resterende droge reststoffen worden afgevoerd naar een deponie. Indien stort op een deponie niet de gewenste eindbestemming is, maar wel de intentie bestaat om het materiaal vrij te geven, dan zal de activiteitsconcentratie moeten worden getoetst aan de grenswaarden in Tabel A, deel 2, van Bijlage 3 bij het ontwerpBesluit basisveiligheidsnormen stralingsbescherming (hierna: ontwerpBbs). Daarbij is relevant dat in het geval van hergebruik van materiaal in bouwmaterialen op grond van de richtlijn en het ontwerpBbs een apart regime geldt. Een andere optie is om voor de betreffende beheerroute een specifieke grenswaarde aan te vragen op grond van artikel 3.21 van ontwerpBbs. Dit geldt ook voor beheerroutes en situaties waarbij de sludges zijn (uit)gedroogd.

¹ Hiermee wordt bedoeld dat de voorschriften in de richtlijn zoveel mogelijk ongewijzigd en zonder aanvullende nationale voorschriften, worden geïmplementeerd in nationale regelgeving.

Het overnemen van de in Radiation Protection 122-part II afgeleide grenswaarde voor "natuurlijk uranium" voor toepassing op natte sludges is niet zinvol, omdat dit niet of nauwelijks wordt aangetroffen in deze materialen. Bovendien kan het hanteren van de term "natuurlijk uranium" leiden tot verwarring, omdat niet altijd duidelijk is wat er mee wordt bedoeld. Geadviseerd wordt daarom deze grenswaarde niet over te nemen.

Ten slotte wordt aanbevolen een sommatievoorschrift te ontwikkelen voor toepassing van de grenswaarden, en wordt in overweging gegeven een toetsingsvoorschrift of -aanbeveling vast te stellen voor toetsing aan de in dit briefrapport beschouwde grenswaarden.

1 Aanleiding voor dit briefrapport

In december 2013 is door de Raad van Ministers richtlijn 2013/59/Euratom (hierna: de richtlijn) gepubliceerd, waarin geactualiseerde Europese basisnormen zijn vastgelegd voor de bescherming van de bevolking en werknemers tegen de gevaren verbonden aan de blootstelling aan ioniserende straling. Deze basisnormen vormen het kader voor nationale regelgeving van de Lidstaten en dienen uiterlijk op 6 februari 2018 te zijn geïmplementeerd. De richtlijn kent onder meer geactualiseerde voorschriften voor het systeem van wettelijke controle van gerechtvaardigde handelingen die leiden tot blootstelling aan ioniserende straling, en de wijze waarop radioactieve materialen kunnen worden vrijgegeven van wettelijke controle.

In eerder onderzoek (Schaaf, van der, M. (2015), SIRA (2016)) in opdracht van de Autoriteit Nucleaire Veiligheid en Stralingsbescherming (ANVS) is de impact onderzocht van een "beleidsarme"² implementatie van de nieuwe voorschriften in de Nederlandse regelgeving. Hierin is geconcludeerd dat een dergelijke implementatie onder meer betekent dat de hoeveelheid materiaal dat als radioactief afval moeten worden behandeld aanzienlijk zal toenemen³. Het is de vraag of de extra kosten die daarmee gepaard gaan in verhouding staan tot de reductie van het blootstellingsrisico.

Een toename van als radioactief afval te beheren reststoffen is aan de orde in de Nederlandse olie- en gasindustrie en de geothermie. Jaarlijks produceren deze bedrijven onder meer grote hoeveelheden sludges met daarin verhoogde concentraties radionucliden van natuurlijke oorsprong. Indien deze concentraties de grenswaarden voor vrijstelling en vrijgave overschrijden moeten deze sludges worden beheerd als radioactieve afvalstoffen. Een inschatting op hoofdlijnen is dat de hoeveelheid als radioactief materiaal te beheren sludges in deze sector, als gevolg van een beleidsarme implementatie, met ongeveer 10% toeneemt ten opzichte van de huidige situatie⁴. Deze inschatting is gebaseerd op door de olie- en gasindustrie aan de ANVS gerapporteerde gegevens over in 2015 afgevoerde sludges. Verder is van belang dat hierbij – naar aanleiding van mondelinge communicatie met de ANVS over door hen voorgenomen beleidslijnen – geen (gewogen) somregel is toegepast, zoals bij toetsing aan de vigerende grenswaarden wel noodzakelijk is. Benadrukt wordt dat het bovenstaande slechts een inschatting is, aangezien in deze rapportages niet alle momenteel vrijgestelde sludges worden vermeld. Voor de geothermie bleek het, bij gebrek aan gegevens, niet mogelijk een dergelijke inschatting te maken.

² Hiermee wordt bedoeld dat de voorschriften in de richtlijn zoveel mogelijk ongewijzigd en zonder aanvullende nationale voorschriften, worden geïmplementeerd in nationale regelgeving.

³ Voor de goede orde: De totale hoeveelheid afval blijft ongewijzigd, alleen het aandeel dat als radioactief afval moet worden behandeld neemt toe, als gevolg van het hanteren van strengere normen.

⁴ Uit de cijfers blijkt dat de hoeveelheid registratieplichtige sludges met ongeveer 35% toeneemt, en de hoeveelheid vergunningplichtige sludges met ca. 30% afneemt.

De constatering dat de hoeveelheid als radioactieve afval te beheren sludges toeneemt als gevolg van een beleidsarme implementatie, vormt voor de ANVS de aanleiding om opties voor flankerend beleid te verkennen. De richtlijn biedt de Lidstaten hiertoe de ruimte in de vorm van hogere grenswaarden voor specifieke toepassingen, die voldoen aan de Algemene vrijstellings- en vrijgavecriteria in de richtlijn. Het kan daarbij gaan om voor specifieke toepassingen goedgekeurde hogere waarden voor vrijstelling, of om specifieke vrijgaveniveaus (en verwante voorschriften) voor specifieke materialen of voor materialen afkomstig van specifieke soorten handelingen. Dit wordt ook wel "specifieke vrijstelling" of "specifieke vrijgave" genoemd. Als kader hiervoor gelden de Algemene vrijstellingscriteria, zoals geformuleerd in Bijlage VII bij de richtlijn. In de richtlijn wordt daarnaast aangegeven dat bij de uitwerking van het instrument specifieke vrijgave de zogenoemde "*Community guidance*" in acht moet worden genomen. Het gaat daarbij om publicaties van of namens de Europese Commissie in de serie "*Radiation Protection*".

In het ontwerpBbs is de bovenstaande benadering vrijwel één-op-één overgenomen (zie paragraaf 2.1). Daarbij is verder van belang dat de ANVS heeft besloten het dosis criterium van 0,3 mSv/a dat door de Europese Commissie is gehanteerd in de "*Community guidance*"⁵ over te nemen voor het afleiden van grenswaarden voor specifieke vrijgave. In dit briefrapport wordt ingegaan op de mogelijke toepassing van de bovengenoemde voorschriften op natte sludges uit de olie- en gasindustrie en de geothermie.

1.1 Doelstelling

De doelstelling van dit onderzoek is te bepalen of de grenswaarden voor specifieke vrijgave van natte sludges, zoals afgeleid in het document Radiation Protection 122-part II (hierna: RP122-part II), kunnen worden overgenomen zijn in de Nederlandse regelgeving. Daarvoor zal moeten worden beoordeeld in hoeverre de scenario's die in RP122-part II zijn toegepast bij de afleiding van deze grenswaarden representatief zijn voor de praktijk binnen de Nederlandse olie- en gas industrie en de geothermie. Daarnaast moet worden nagegaan of de grenswaarden passen binnen de Algemene vrijstellingscriteria in de richtlijn en het ontwerpBbs, en aanvullende criteria die door de ANVS zijn vastgesteld. Ten slotte moet worden vastgesteld of - om te kunnen voldoen aan bovenstaande criteria - voorwaarden moeten worden gesteld aan de toepassing van deze grenswaarden.

1.2 Afbakening

- Dit onderzoek is beperkt tot een studie van relevante literatuur, informatie en data. Een uitgebreide toets op de praktische toepasbaarheid van de in dit rapport vermelde grenswaarden valt buiten de scope van dit onderzoek.
- Dit onderzoek is beperkt tot het beheer en de vrijgave van sludges. Er wordt niet ingegaan op het beheer van zogenoemde "brine" en "mud", dat eveneens wordt toegepast in de olie- en

⁵ Dit dosis criterium is onder meer gehanteerd in de publicaties "Radiation Protection 112" en "Radiation Protection 122/II".

gas- respectievelijk de geothermiesector, radionucliden van natuurlijke oorsprong kunnen bevatten. Deze stoffen zijn, in tegenstelling tot sludges geen afvalstoffen, maar een product, en bijgevolg is hierop het instrument (specifieke) vrijgave niet van toepassing.

1.3 Leeswijzer

In hoofdstuk 2 wordt kort ingegaan op het voorgenomen nieuwe Nederlandse beleid inzake vrijstelling en vrijgave, zoals vastgelegd in de Ontwerp Algemene Maatregel van Bestuur "Besluit basisveiligheidsnormen stralingsbescherming". Hoofdstuk 3 beschrijft de huidige praktijk van het ontstaan en het beheer van sludges in Nederland. Hoofdstukken 4 en 5 gaan achtereenvolgens in op de achtergrond en belangrijkste inhoudelijke punten van het document RP122-part II. In hoofdstuk 6 wordt geanalyseerd in hoeverre deze zaken in overeenstemming zijn met de richtlijn, het Nederlandse beleid en de Nederlandse praktijk. In hoofdstuk 7 worden ten slotte de conclusies over de toepassing van de grenswaarden voor specifieke vrijgave van natte sludges uit de olie- en gasindustrie en de geothermie kort samengevat.

1.4 Bronvermelding

Een aantal passages in dit briefrapport is (na vertaling naar het Nederlands) letterlijk overgenomen uit RP122-part II. Daarnaast is gebruik gemaakt van waardevolle bijdragen van de Nuclear Research and Consultancy Group (NRG) en Stralingsupport B.V. Voor informatie over hoeveelheden radioactief afval zijn radiologische jaarverslagen geraadpleegd van de bedrijven die op grond van hun Kernenergiewetvergunning een rapportageverplichting hebben. Gegevens uit deze jaarverslagen worden in dit briefrapport alleen in geaggregeerde vorm vermeld.

2 Nederlands beleid inzake vrijstelling en vrijgave van radioactieve stoffen

De implementatie van de voorschriften uit de richtlijn in de Nederlandse regelgeving is momenteel onder leiding van de ANVS in voorbereiding. Daarbij is gekozen voor een "beleidsarme" implementatie, wat inhoudt dat de voorschriften uit de richtlijn zo veel mogelijk één-op-één worden overgenomen in de Nederlandse regelgeving. In dat kader is op 27 maart 2017 een Ontwerp van een Algemene Maatregel van Bestuur hierna: ontwerpBbs) gepubliceerd in de Staatscourant⁶. In dit ontwerp "Besluit basisveiligheidsnormen stralingsbescherming" (hierna: ontwerpBbs) is een groot deel van de voorschriften uit de richtlijn met betrekking tot vrijstelling van handelingen met en vrijgave van radioactieve materialen opgenomen. In een later stadium zullen deze voorschriften nog verder worden uitgewerkt bij ministeriële regeling en/of verordening.

2.1 Nieuwe voorschriften in het ontwerpBbs.

In artikel 3.17, eerste lid, van het ontwerpBbs is vastgelegd dat het systeem van wettelijke controle onder bepaalde voorwaarden niet van toepassing is op handelingen met radioactieve materialen. Een dergelijke vrijstelling van wettelijke controle is aan de orde indien de totale activiteit of de activiteitsconcentratie van de radionucliden in de betrokken radioactieve stof niet hoger is dan de in het ontwerpBbs opgenomen vrijstellingsgrenswaarde. Daarnaast is in artikel 3.20, eerste lid, van het ontwerpBbs vastgelegd dat het systeem van wettelijke controle niet (meer) van toepassing is op handelingen met radioactieve materialen bestemd voor verwijdering, recycling of hergebruik (vrijgave), onder de voorwaarde dat de activiteitsconcentratie van de radionucliden in de betrokken radioactieve stof niet hoger is dan de in het Bbs opgenomen vrijgavegrenswaarde.

De hierboven genoemde grenswaarden zijn rechtstreeks afkomstig uit de richtlijn en – zoals eerder aangegeven – relatief streng in vergelijking met het huidige beleid. Mede daarom is in artikel 3.19, eerste lid, van het ontwerpBbs voor de ANVS de bevoegdheid gecreëerd om bij beschikking of verordening (hogere) grenswaarden vast te stellen voor vrijstelling van specifieke bronnen of handelingen, en daarmee verbonden regels. Daarnaast is in artikel 3.21, eerste lid, van het ontwerpBbs voor de ANVS de bevoegdheid gecreëerd om bij beschikking of verordening grenswaarden vast te stellen voor vrijgave van specifieke radioactieve materialen afkomstig van specifieke soorten handelingen of voor materialen behorend tot een specifieke categorie. Voor beide gevallen geldt dat moet worden voldaan aan de Algemene vrijstellings-criteria zoals opgenomen in Bijlage 3, onderdeel A, onderdeel 3, van het ontwerpBbs.

⁶ Staatscourant 2017, nr. 16500, 27 maart 2017

2.2 Aanvullende beleidsuitgangspunten: dosiscriteria

In het verleden zijn voor het afleiden van de vigerende grenswaarden voor vrijstelling en vrijgave van (werkzaamheden⁷ met) radioactieve stoffen van natuurlijke oorsprong dosiscriteria gehanteerd. In de Nota van Toelichting bij het Besluit stralingsbescherming 2001⁽⁸⁾ wordt melding gemaakt van dergelijke criteria. Voor werknemers gaat het om de waarden 0,1 mSv⁽⁹⁾ effectieve dosis voor gemiddelde, normale werksituaties, en 1 mSv effectieve dosis voor ongunstige, maar toch realistische werksituaties. Voor leden van de bevolking zijn dat 1 mSv⁽²⁾ omgevingsdosisequivalent en 0,3 mSv⁽³⁾ effectieve dosis. Daarnaast wordt in dit document melding gemaakt van enkele rapporten waarin de onderbouwende berekeningen zijn beschreven. Vergelijking van de waarden die in deze rapporten zijn afgeleid op basis van de genoemde criteria met de vigerende grenswaarden levert echter op dat deze waarden niet overeen komen. Het is daarmee niet geheel duidelijk welke dosiscriteria destijds zijn gehanteerd.

In het traject van implementatie van richtlijn 2013/59/Euratom heeft de ANVS besloten om voor specifieke vrijgave van radioactieve materialen met nucliden van natuurlijke oorsprong een dosiscriterium van 0,3 mSv/a toegevoegde effectieve dosis te hanteren. Hiermee wordt aangesloten bij eerdere Europese aanbevelingen¹⁰. Omdat de blootstelling van niet-blootgestelde werknemers die werken met vrijgegeven materialen onvoldoende kan worden onderscheiden van die van leden van de bevolking, worden deze werknemers beschouwd als leden van de bevolking.

Voor blootstelling aan ioniserende straling afkomstig van vrijgegeven radioactieve materialen met nucliden van natuurlijke oorsprong is daarnaast de emanatie van radon (Rn-222) van belang. Om deze reden is een aanvullend criterium vastgesteld van 100 Bq/m³ voor de jaargemiddelde radonconcentratie in de lucht in woningen en op werkplekken. Deze waarde komt overeen met het in het ontwerpBbs vastgestelde referentieniveau voor radon binnenshuis.

⁷ Het onderscheid tussen "werkzaamheden" en "handelingen" is in richtlijn 2013/59/Euratom verlaten, met als gevolg dat bij de implementatie van de voorschriften in de Nederlandse regelgeving de term "werkzaamheden" komt te vervallen. In dit briefrapport wordt vooruitlopend hierop ook slechts gesproken van "handelingen".

⁸ Staatsblad 397 (2001), pagina 169

⁹ Bedoeld is vermoedelijk mSv/a.

¹⁰ Vastgelegd in de publicaties *Radiation protection 112* (1999) en *Radiation protection 122/II* (2001) van de Europese Commissie

3 Herkomst en beheer van sludges in de Nederlandse olie- en gasindustrie en geothermie

Sludge is een verzamelnaam voor mengsels van vloeibare en vaste stoffen die ontstaan en/of vrijkomen bij diverse processen in de olie- en gasproductie en de geothermie. In tegenstelling tot "slop" is sludge niet of nauwelijks pompbaar. Afhankelijk van de precieze herkomst bevatten sludges uit de olie- en gasindustrie en de geothermie in verschillende verhoudingen water, zand, zout, scaling, (vluchtige) koolwaterstoffen en kwik. Daarnaast bevatten sludges vaak in meer of mindere mate radionucliden van natuurlijke oorsprong. De dichtheid varieert tussen de 1 en maximaal 1,7 ton/m³ (gemiddeld 1,3 ton/m³), met een percentage droge stof van gemiddeld 30 (massa)%⁽¹¹⁾.

De radioactiviteit van sludges wordt vooral bepaald door de isotopen van radium en/of hun vervalproducten. De nucliden "voorafgaand aan" radium uit de natuurlijke reeksen blijven doorgaans achter in de formatie. Verreweg het grootste deel van de activiteit in de sludges is aanwezig in de vaste componenten van het mengsel (zand en scale).

Op basis van de (gewogen) activiteitsconcentratie kunnen sludges meldingsplichtig of vergunningplichtig zijn op grond van de Kernenergiewet, of zijn vrijgesteld van wettelijke controle. Deze classificatie is voor een belangrijk deel bepalend voor de wijze van beheer, transport en verwerking van de sludges. Daarnaast spelen de voorschriften op grond van de Wet milieubeheer en de Arbeidsomstandighedenwet een rol, deze zijn vooral afhankelijk van het gehalte aan kwik en vluchtige organische stoffen.

3.1 Productie van sludge in de olie- en gasector

In de olie- en gasector kunnen sludges ontstaan tijdens de boorfase (toepassing van boorvloeistoffen), de productie (afscheiding van vloeistoffen van het product) en tijdens het schoonmaken van de installaties voor onderhoud. De sludges worden periodiek uit de installatie verwijderd en opgeslagen in opslagtanks, waarin het kan bezinken, en waar - indien mogelijk - de meer vloeibare componenten worden afgescheiden van de vaste(re) componenten. Het bezinken heeft hiernaast als doel om een goed (worst case) sample te kunnen nemen. Volle opslagtanks worden vanaf off shore-installatie naar land vervoerd voor verwerking. Bij on shore-installaties worden de tanks geleegd met een vacuümtruck en vervolgens hiermee vervoerd.

Op basis van gegevens uit de aan het RIVM beschikbaar gestelde radiologische jaarverslagen over het jaar 2015 van de binnen het Nederlandse rechtsgebied opererende exploratie en productiebedrijven zijn de totaal in dit jaar afgevoerde hoeveelheden vrijgegeven, meldingsplichtige en vergunningplichtige sludges bepaald. Deze cijfers zijn weergegeven in Tabel 1, en geven een beeld van de jaarlijkse

¹¹ Bron: Mondelinge communicatie met Stralingsupport

productie van sludges in Nederland. De cijfers moeten als indicatief worden beschouwd, omdat de hoeveelheden per jaar kunnen variëren. Verder geldt in het bijzonder voor de momenteel vrijgegeven sludges dat, omdat deze in beginsel niet behoeven te worden gerapporteerd, de productie hiervan slechts deels in beeld is.

Uit de gerapporteerde activiteitsconcentraties blijkt dat in de sludges Ra-226 en Ra-228 wordt aangetroffen, en dat daarnaast doorgaans (ten opzichte van Ra-226) een lichte verhoging van Pb-210 wordt gemeten.

De onderverdeling tussen vrijgegeven, meldingplichtige en vergunningplichtige hoeveelheden is bepaald door toepassing van de grenswaarden in Tabel 1 in Bijlage 1.1 en de somregel in Bijlage 1.2 van de Uitvoeringsregeling stralingsbescherming EZ op de gerapporteerde activiteitsconcentraties¹².

Tabel 1: Door de Nederlandse olie- en gasindustrie gerapporteerde afvoer van sludges in 2015

Niveau wettelijke controle	Hoeveelheid afgevoerde sludges in 2015 (ton)
Vrijgegeven	$2,4 \times 10^2$ ⁽¹³⁾
Meldingplichtig	$3,4 \times 10^2$
Vergunningplichtig	$1,7 \times 10^2$
Totaal	$7,5 \times 10^2$

Uit bovenstaande cijfers blijkt dat de hoeveelheid meldingplichtige sludges in 2015 ongeveer twee keer zo groot was als de hoeveelheid vergunningplichtige sludges.

3.2 Productie van sludge in de geothermiesector

In de geothermiesector ontstaan sludges tijdens de boorfase, en tevens bij periodieke inspecties van de installatie. Tijdens de boorfase wordt - in vergelijking met de olie- en gasindustrie - relatief veel boorvloeistof toegepast, wat de kans op het meekomen van radioactiviteit van natuurlijke oorsprong vergroot. Het gaat hier om enkele miljoenen liters per doublet, met daarin vaste stoffen afkomstig uit de formatie. De op deze manier gevormde mengsels worden op locatie in een bassin gebracht, waar een scheiding optreedt tussen een sludgelaag met relatief vaste componenten en een waterlaag die doorgaans op het oppervlaktewater wordt geloosd. Bij inspectie van de installatie, die ongeveer eens in de vijf jaar plaatsvindt, worden delen van de installatie gelegeerd, waarbij gemiddeld 10-20 m³ sludge vrijkomt.

In tegenstelling tot sludges uit de olie- en gasindustrie bevatten de sludges uit de geothermie over het algemeen relatief weinig organische stoffen en kwik. Het belangrijkste nuclide in de geothermie-sludges is Pb-210, met als hoogst gemeten waarde ongeveer 4,5 Bq/g. In mindere mate bevat het ook K-40, Ra-226 en Ra-228 en minimale hoeveelheden

¹² Opgemerkt wordt dat deze somregel door een aantal bedrijven niet correct wordt toegepast. In deze gevallen zijn de hoeveelheden door het RIVM opnieuw berekend.

¹³ Om redenen die zijn aangegeven in de tekst is dit zeer waarschijnlijk een onderschatting.

Th-228. Verreweg het grootste deel van het materiaal kan momenteel worden vrijgegeven.

Omdat de geothermie een relatief jonge sector is, zijn er nog weinig cijfers beschikbaar over de jaarlijkse productie van sludges. Momenteel worden door 12 geothermiebedrijven op 15 locaties (doubletten) sludges geproduceerd. Op basis van de hierboven vermelde productie van 10-20 m³ per locatie per vijf jaar¹⁴ correspondeert dit met een gemiddelde productie van 30-60 m³ (ca. 40-80 ton) per jaar. Omdat de sector naar verwachting in de nabije toekomst een (mogelijk aanzienlijke) groei zal doormaken, zal deze hoeveelheid in de toekomst waarschijnlijk toenemen. Indien wordt aangenomen dat jaarlijks vijf nieuwe locaties worden gecreëerd, moet rekening gehouden worden met nog eens 18 ton/jaar extra productie. Samen komt dit neer op een gemiddelde productie in de orde van grootte van ca. 60-100 ton sludges per jaar.

Een onderverdeling in vrijgestelde, meldingplichtige en vergunningplichtige sludges kon op basis van de beschikbare informatie niet worden gemaakt.

3.3 Beheerroutes voor sludges

3.3.1 Regelgeving

Gegeven de chemische en radiologische samenstelling van sludges kunnen zowel voorschriften op grond van de Wet milieubeheer respectievelijk de Kernenergiewet van toepassing zijn. Op basis hiervan zijn ondernemers verplicht bepaalde afvalbeheerroutes te volgen, en maatregelen te nemen gericht op de bescherming van personen tegen straling.

Voor wat betreft de voorschriften op grond van de Wet milieubeheer is van belang dat bij het beheer van afvalstoffen altijd moet worden gestreefd naar een zo hoogwaardig mogelijke toepassing van de af te voeren afvalstof. Dat betekent dat stort van afvalstoffen op een deponie in beginsel de minst wenselijke optie is, en dat bij voorkeur beheerroutes worden gevolgd die zijn gericht op (materiaal)hergebruik of eventueel verbranding. Indien stort de enige optie is, worden aan de eigenschappen van het te storten materiaal strenge eisen gesteld met betrekking tot uitloging, steekvastheid, etc. Voor sludges betekent dit dat in de praktijk in veel gevallen een bewerkingsslag nodig is voordat stort kan plaatsvinden. Hierbij kan blootstelling plaatsvinden van werknemers.

De voorschriften op grond van de Kernenergiewet hebben onder meer betrekking op het toepasselijke niveau van wettelijke controle (vrijgesteld, meldingplichtig of vergunningplichtig regime). Indien de (gewogen) activiteitsconcentratie van het materiaal voldoet aan de grenswaarden voor (specifieke) vrijgave is de ondernemer niet (meer) gebonden aan de voorschriften op grond van de Kernenergiewet¹⁵. Worden de grenswaarden overschreden, dan is sprake van een melding of eventueel een vergunningplicht. In het geval van een meldingplicht

¹⁴ Bron: Stralingsupport

¹⁵ Besluit stralingsbescherming artikel 36, tweede lid en artikel 25, derde lid

gelden enkele standaardvoorschriften, en indien een vergunning is verleend zijn vergunningsvoorschriften van toepassing. In beide gevallen moeten maatregelen worden getroffen ter bescherming van personen tegen blootstelling aan straling, waarbij de maatregelen in het geval van een vergunningplicht strenger zijn dan in het geval van een meldingplicht.

Voor de volledigheid wordt nog opgemerkt dat uiteindelijk ook de voorschriften op grond van de Arbeidsomstandighedenwet mede bepalend zijn voor de blootstelling van werknemers. Een voorbeeld hiervan zijn sludges die vluchtige koolwaterstoffen (kunnen) bevatten. Werknemers die betrokken zijn bij het beheer van dergelijk materiaal dragen om deze reden adembescherming, wat de kans op inhalatie en ingestie van radioactiviteit (en daarmee blootstelling aan straling) reduceert.

3.3.2 *Praktijk*

Vrijgegeven en meldingsplichtige sludges met kwikconcentraties tot 75 mg/kg worden afgevoerd naar Reym of Afvalstoffen Terminal Moerdijk (ATM). Het materiaal wordt on site verzameld en afgevoerd door middel van vacuümtrucks. Bij ATM wordt het materiaal gelost, en in afgedekte open containers opgeslagen, in afwachting van ontwatering en menging met vrijgestelde sludges. In een tweede stap wordt het materiaal gedroogd middels een pyrolyseproces. De resterende (vrijgestelde) droge stof wordt uiteindelijk binnen de kaders van de Wet milieubeheer bijgemengd met niet-radioactieve stoffen afkomstig van andere sectoren en uiteindelijk nuttig hergebruikt in bouwmaterialen. In sommige gevallen wordt het pyrolyse-residu naar België vervoerd voor eindverwerking.

Voor vergunningplichtige sludges en sludges met kwikconcentraties hoger dan 75 mg/kg bestaan twee verwerkingsroutes. Het materiaal kan worden afgevoerd naar Reym, waar het volume middels filtering wordt gereduceerd, en daarna wordt afgevoerd naar Begemann Milieutechniek (BMT). Een andere mogelijkheid is dat het materiaal direct naar BMT wordt afgevoerd, waar het middels batchgewijze vacuümdestillatie wordt ontdaan van water, kwik en (vluchtige) koolwaterstoffen. Het droge (vergunningplichtige) residu wordt afgevoerd naar Van Gansewinkel Maasvlakte B.V. voor hergebruik als bodemstabilisator, of in sommige gevallen naar COVRA. De bovengenoemde handelingen vinden, vanwege het risico op blootstelling aan vluchtige organische stoffen, veelal plaats met onafhankelijke adembescherming.

Vervoer en verwerking van de sludges gebeurt momenteel grotendeels onder het regime van een (keten)melding. De verwerking bij BMT en het hergebruik van vergunningplichtig materiaal bij Van Gansewinkel vindt momenteel plaats onder het regime van een Kernenergiewet-vergunning. Verder geldt dat veel van de behandelingsinstallaties beschikken over een eigen waterzuiveringsinstallatie. Lozing van radioactiviteit naar de lucht is tot op heden niet aangetoond.

Op basis van de gegevens in de radiologische jaarrapportages over 2015 (zie paragraaf 3.1) zijn indicatieve cijfers af te leiden over de bestemming van de jaarlijks door de olie- en gasindustrie

geproduceerde sludges. Deze cijfers zijn weergegeven in Tabel 2. Omdat de informatie over vrijgestelde sludges in deze rapportages waarschijnlijk niet volledig is, moeten deze percentages voor BMT en Reym als indicatieve bovengrens worden beschouwd.

Tabel 2: Bestemming van sludges zoals gerapporteerd door de Nederlandse olie- en gasindustrie in 2015

Afvoerroute	Aandeel afgevoerde sludges in 2015 (%)
BMT	35
Reym	25
Onbekend	40
Totaal	100

4 Achtergrond Radiation Protection 122-part II

In dit hoofdstuk wordt kort ingegaan op de achtergrond, doelstelling en reikwijdte van RP122-part II.

4.1 Inleiding

Het document RP122-part II is in 2001 gepubliceerd door DG Environment van de Europese Commissie, met als titel "*Practical Use of the Concepts of Clearance and Exemption*". Het document gaat in op de toepassing van de concepten vrijstelling en vrijgave van materialen die (verhoogde concentraties) radionucliden van natuurlijke oorsprong bevatten, afkomstig van wat in het Besluit stralingsbescherming werd verstaan onder werkzaamheden¹⁶. Een zeer vergelijkbare publicatie is Radiation Protection 122-part I, die ingaat op de toepassing van de concepten vrijstelling en vrijgave op materialen met daarin radionucliden van kunstmatige oorsprong.

De doelstelling van de twee hierboven genoemde documenten was het bieden van voorbeeld-berekeningen voor de afleiding van nuclidespecifieke grenswaarden voor vrijstelling en vrijgave van radioactieve materialen voor de Lidstaten. De reden hiervoor was dat destijds in richtlijn 96/29/Euratom wel grenswaarden waren opgenomen voor vrijstelling van radioactieve materialen, maar niet voor vrijgave. Bovendien waren de grenswaarden in deze richtlijn niet bedoeld voor nucliden van natuurlijke oorsprong, tenzij toegepast vanwege de radioactieve, splijtings- of kweekeigenschappen.

De documenten RP122-part I en part II beschrijven onder meer de gehanteerde (dosis)criteria, de scenario's en de technische berekeningswijze, en bevatten de op deze wijze afgeleide grenswaarden. De gebruikte parameters zijn voor een groot deel gebaseerd op data van Europese landen en bedrijven.

Met het oog op de in hoofdstuk 1 geformuleerde doelstelling wordt in dit onderzoek alleen ingegaan op RP122-part II.

4.2 Reikwijdte van Radiation Protection 122-part II

De analyses en berekeningen in RP122-part II zijn beperkt tot K-40 en de nucliden uit de U-238-, U-235- en de Th-232-reeksen. Overige nucliden van natuurlijke oorsprong, zoals C-14, H-3 en de overige primordiale nucliden, zijn niet meegenomen.

4.3 De in Radiation Protection 122-part II, afgeleide grenswaarden

In de onderstaande tabel zijn de in RP122-part II, afgeleide grenswaarden samengevat.

¹⁶ Werkzaamheden zijn in het Besluit stralingsbescherming gedefinieerd als het bereiden, voorhanden hebben, toepassen van of zich ontdoen van een natuurlijke bron voor zover die niet wordt of is bewerkt wegens zijn radioactieve eigenschappen. Bij "handelingen met een (natuurlijke) bron" is in het Besluit stralingsbescherming wel sprake van gebruik met het oog op de radioactieve eigenschappen. In het ontwerpBbs is dit onderscheid verlaten, en wordt enkel nog de term "handeling" gebruikt.

Tabel 3: Grenswaarden voor generieke en specifieke vrijstelling en vrijgave, zoals afgeleid in RP122-part II

Nuclide (of deelreeks)	Generieke grenswaarden voor elk type materiaal afkomstig van handelingen met natuurlijke bronnen (Bq/g)	Specifieke grenswaarden voor natte sludges uit de olie- en gasindustrie (Bq/g)
K-40	5	100
Pb-210+	5	100
Po-210	5	100
Ra-226+	0,5	5
Ra-228+	1	10
Ac-227+ (*)	1	10
Th-228+	0,5	5
Th-230	10	100
Th-232sec	0,5	5
Th-232	5	100
Pa-231 (*)	5	50
U-235sec (*)	1	10
U-235+ (*)	5	50
U-238sec (incl. U-235sec)	0,5	5
U _{nat}	5	100

De grenswaarden voor nucliden uit de U-235-reeks (aangegeven met een *) zijn slechts gegeven ter informatie, aangezien - vanwege de vaste verhouding¹⁷ tussen U-238 en U-235 - deze waarden in de praktijk van handelingen met natuurlijke bronnen nooit bepalend zijn.

In de berekeningen van de effectieve dosis is in een aantal gevallen rekening gehouden met de bijdrage van vervalproducten, waarvan aangenomen is dat die in evenwicht zijn met het moedernuclide. Deze nucliden (vaak deelketens) zijn aangegeven met een "+" of, in het geval van de gehele keten in seculair evenwicht, met "sec". Dit betekent dat bij toetsing aan de grenswaarde(n) deze vervalproducten niet meer apart behoeven te worden getoetst¹⁸. Een overzicht van de beschouwde nucliden en deelketens is weergegeven in Tabel 4.

Met natuurlijk uranium ("U_{nat}") wordt in RP122-part II bedoeld op uranium of uraniumverbindingen in reststromen, waarin U-238 en U-235 niet (meer) in seculair evenwicht zijn met alle vervalproducten in de keten. Dit is bijvoorbeeld aan de orde bij de productie van zink uit zinkconcentraat, waarbij de uranium-isotopen uit het zinkconcentraat in verhoogde concentraties terecht komen in de zogenoemde kobaltkoek (Timmermans, C.W.M. (2017)). Bij de berekening van de grenswaarden voor U_{nat} is de aanname gedaan dat de langlevende vervalproducten van

¹⁷ De natuurlijke verhouding in materiaal tussen U-238 en U-235 is 1:0,00072 (abundantie), 1:0,00071 (massa) en 1:0,045 (activiteit), en kan enkel afwijken als gevolg van een verrijgings (of verarmings) proces.

¹⁸ Voor de volledigheid wordt opgemerkt dat dit niet geldt indien het betreffende nuclide is geproduceerd in een versneller of een reactor, en daarmee van kunstmatige oorsprong is.

de uraniumisotopen niet opnieuw zijn ingegroeid, en dat daardoor de bijdrage aan de effectieve dosis verwaarloosbaar is¹⁹. De grenswaarde voor U_{nat} is voor sludges afkomstig van de olie- en gasindustrie en de geothermie niet van belang, omdat uraniumisotopen achterblijven in de formatie en nauwelijks worden aangetroffen in deze sludges. Bovendien geldt dat het hierboven beschreven verstoorde evenwicht in sludges niet aan de orde is²⁰.

De grenswaarden in kolom 2 van Tabel 3 zijn "generiek" toepasbaar op elk type (rest)materiaal gehanteerd bij of afkomstig van handelingen met natuurlijke bronnen. De specifieke grenswaarden in kolom 3 zijn daarentegen enkel afgeleid voor toepassing voor vrijstelling en vrijgave van natte sludges uit de olie en gasindustrie²¹. In beide gevallen betreft het (enkel) grenswaarden voor de activiteitsconcentratie.

Aan de vrijstelling en vrijgave van materialen op basis van beide sets grenswaarden hoeven in beginsel geen voorwaarden te worden verbonden. Wel wordt in het document opgemerkt dat er in sommige gevallen tegen geringe (meer)kosten nog een reductie van de blootstelling kan worden gerealiseerd. In het document wordt verder opgemerkt dat deze grenswaarden voor beperkte hoeveelheden materiaal mogelijk te restrictief zijn.

Tabel 4: Nucliden en deelketens die zijn meegenomen in de berekeningen

Moedernuclide	Nucliden beschouwd in seculair evenwicht
U-238sec	U-238, Th-234, Pa-234m, Pa-234 (0,3%), U-234, Th-230, Ra-226, Rn-222, Po-218, Pb-214, Bi-214, Po-214, Pb-210, Bi-210, Po-210
U_{nat}	U-238, Th-234, Pa-234m, Pa-234 (0,3%), U-234, U-235 (4,6%), Th-231 (4,6%)
Th-230	Th-230
Ra-226+	Ra-226, Rn-222, Po-218, Pb-214, Bi-214, Po-214
Pb-210+	Pb-210, Bi-210
Po-210	Po-210
U-235sec	U-235, Th-231, Pa-231, Ac-227, Th-227 (98,6%), Fr-223 (1,4%), Ra-223, Rn-219, Po-215, Pb-211, Bi-211, Tl-207, Po-211 (0,3%)
U-235+	U-235, Th-231, Pa-231, Pa-231, Ac-227+ Ac-227, Th-227 (98,6%), Fr-223 (1,4%), Ra-223, Rn-219, Po-215, Pb-211, Bi-211, Tl-207, Po-211 (0,3%)
Pa-231	Pa-231
Ac-227+	Ac-227, Th-227 (98,6%), Fr-223 (1,4%), Ra-223, Rn-219, Po-215, Pb-211, Bi-211, Tl-207, Po-211 (0,3%)
Th-232sec	Th-232, Ra-228, Ac-228, Th-228, Ra-224, Rn-220, Po-216, Pb-212, Bi-212, Po-212 (64,1%), Tl-208 (35,9%)
Th-232	Th-232
Ra-228+	Ra-228, Ac-228
Th-228+	Th-228, Ra-224, Rn-220, Po-216, Pb-212, Bi-212, Po-212 (64,1%), Tl-208 (35,9%)
K-40	K-40

¹⁹ Enkele van deze nucliden leveren een belangrijke bijdrage aan de (externe) stralingsbelasting. Omdat deze voor U_{nat} worden verwaarloosd, is de grenswaarde voor U_{nat} een stuk hoger dan die voor U-238sec.

²⁰ Er is wel sprake van een verstoord evenwicht in de rest van de ketens, m.n. de Ra-228+/Th-228+ verhouding en de Ra-226+/Pb-210+ verhouding.

²¹ Indien sprake is van (uit)droging van sludges zijn de generieke waarden in kolom 2 van toepassing.

5 Belangrijkste inhoudelijke punten uit Radiation Protection 122-part II

In dit hoofdstuk wordt een aantal belangrijke inhoudelijke kernpunten uit RP122-part II behandeld.

5.1 Gehanteerde dosiscriteria

Bij de berekeningen is als uitgangspunt een dosiscriterium van 300 $\mu\text{Sv/a}$ toegevoegde effectieve dosis voor leden van de bevolking gehanteerd. Hierbij zijn werknemers beschouwd als leden van de bevolking. Het dosiscriterium moet worden gezien als aanvullend op de achtergrond. Bij hergebruik van vrijgegeven restmaterialen vindt vaak gedeeltelijke afscherming van de achtergrondstraling plaats, met als gevolg een reductie van de totale effectieve dosis. In de berekeningen is als correctie hiervoor een scenario-afhankelijk "extended" dosiscriterium gehanteerd.

De bijdrage van radon (voornamelijk Rn-222) aan de effectieve dosis is niet meegenomen bij de toetsing aan het dosiscriterium. In plaats daarvan is per scenario de berekende bijdrage aan de radonconcentratie getoetst aan 200 Bq/m^3 in woningen en 500 Bq/m^3 op de werkplek. Er zijn geen collectieve doses berekend of getoetst.

5.2 Scenario's, parameters en aannames

In RP122-part II is van diverse materialen de levenscyclus beschreven in de vorm van scenario's. Deze scenario's zijn opgebouwd uit deelstappen als opslag, vervoer, bewerking, recycling en stort. Hierbij is een realistisch conservatieve benadering toegepast, en is uitgegaan van grote hoeveelheden materiaal. Deze "omhullende" ("enveloping") scenario's worden representatief geacht voor de blootstelling van individuen ten gevolge van handelingen met natuurlijke bronnen.

Per scenario zijn de effectieve doses ten gevolge van de verschillende belastingspaden opgeteld, leidend tot de totale effectieve dosis ten gevolge van het betreffende scenario. De hierbij gehanteerde dosisconversiecoëfficiënten zijn afkomstig uit Bijlage III bij richtlijn 96/29/Euratom, of (in geval van deelketens) op basis hiervan afgeleid. Werknemers zijn daarbij beschouwd als "niet-blootgestelde werknemers". Voor inhalatie door werknemers zijn werknemers-specifieke dosisconversiecoëfficiënten gebruikt.

Voor het meest restrictieve scenario is vervolgens het dosiscriterium gedeeld door de berekende effectieve dosis per kBq/kg . Dit heeft - na afronding door de auteurs van RP122-part II (zie paragraaf 5.3) - geleid tot de grenswaarden in Tabel 3. Voor sludges is het verwerkingsscenario bepalend.

Voor het nuclide K-40 is enkel het externe blootstellingspad beschouwd, omdat de opname ervan via voedsel en drinken door een representatief persoon is beperkt door het in het menselijk lichaam heersende

fysiologisch evenwicht (homeostase). Verder wordt aangenomen dat de inhalatiedosis beperkt is, vanwege de lage waarde voor de dosisconversiecoëfficiënt voor inhalatie.

De concentratie van radon (Rn-222) in de lucht is voor alle typen materialen apart berekend op basis van de waarden voor de activiteitsconcentratie Ra-226+ en een aanname van de hier uit voortvloeiende emanatie. Dit is niet gedaan voor de thoron (Rn-220) concentratie.

5.3 De afrondingsprocedure

Met het oog op de aanzienlijke onzekerheden in de afleiding van grenswaarden voor vrijstelling en vrijgave is het in het algemeen niet zinvol de berekende waarden uit te drukken in meer dan één significant cijfer. In veel andere studies (bijvoorbeeld EC (1993), IAEA (2005)) is daarom een afronding op machten van tien gehanteerd. In RP122-part II is, vanwege de geringere variatie in activiteitsconcentraties bij handelingen met natuurlijke bronnen vergeleken met handelingen met kunstmatige bronnen, een andere afrondings-procedure toegepast: Getallen tussen de $7,07 \times 10^{n-1}$ en $2,24 \times 10^n$ zijn afgerond naar 10^n , en getallen tussen de $2,24 \times 10^n$ en $7,07 \times 10^n$ worden afgerond naar 5×10^n . De op deze manier afgeronde waarden zijn uiteindelijk vastgesteld als grenswaarden.

5.4 Belangrijkste parameters en aannames voor natte sludges

De parameters die zijn toegepast bij de afleiding van de grenswaarden voor specifieke vrijstelling en vrijgave van natte sludges zijn gebaseerd op data van Noorse (olie) en Duitse (gas) bedrijven. Daarnaast worden de volgende aannames gedaan:

- Aangenomen is dat het geen "grote hoeveelheden sludges" betreft. Dat is gebaseerd op een totale jaarlijkse productie binnen de EU van 10.000 m³/jaar.
- Voor de dichtheid van de sludge wordt een waarde van 1500 kg/m³ aangenomen.
- In de scenario's is uitgegaan van 75% droge stof in natte sludge voor bewerking en 100% droge stof na bewerking.
- Sludges worden opgeslagen en getransporteerd in gesloten vaten of containers.
- Omdat aangenomen wordt dat sludges worden vervoerd en opgeslagen in gesloten verpakkingen, is aangenomen dat tijdens opslag en transport enkel externe blootstelling plaatsvindt.
- Sludges worden bewerkt (bijvoorbeeld ontkwikking en ontwatering via vacuümdestillatie), leidend tot een droge stof. Voor de stofconcentraties tijdens de bewerking van de sludges is een waarde van 1 mg/m³ aangenomen. Het bewerkingsproces zelf is verder niet beschreven.
- De aanname is dat de sludges na bewerking worden afgevoerd naar een deponie ("landfill"). Op een afstand van 20 en 25 meter van deze deponie bevinden zich respectievelijk een tuin en een woning. Tijdens stort op de deponie wordt de sludges gemengd met ander materiaal. De aanname is dat hierbij een verdunning plaatsvindt met een factor 100.

- Hergebruik van (al dan niet bewerkte) sludges is niet meegenomen in de scenarioanalyse.

De grenswaarden voor generieke vrijstelling en vrijgave zijn zoals in het algemeen verwacht mag worden strenger (d.w.z. lager) dan de grenswaarden voor specifieke vrijstelling en vrijgave. Dat heeft in dit geval te maken met het feit dat voor de natte sludges de blootstellingspaden inhalatie en ingestie buiten beschouwing kunnen worden gelaten. Dit betekent ook dat, in het geval de sludges opdrogen, de generieke waarden moeten worden toegepast. Dit kan betekenen dat er, na specifieke vrijgave nog enige vorm van toezicht van de overheid nodig blijft.

Verder wordt in het document nog opgemerkt dat de grenswaarden voor specifieke vrijgave van sludges afkomstig van de olie- en gasindustrie niet zijn afgeleid voor toepassing op sludges die afkomstig zijn van andere industrieën. Toepassing van de grenswaarden op deze materialen zal apart moeten worden onderbouwd.

5.5 Toepassing van grenswaarden op materialen met diverse nucliden van natuurlijke oorsprong

Opgemerkt wordt nog dat bij toepassing van de grenswaarden op materialen waarin verschillende nucliden aanwezig zijn een (gewogen) somregel moet worden gehanteerd, om te voorkomen dat na vrijgave het dosis criterium wordt overschreden. De reden hiervoor is dat elke individuele grenswaarde in Tabel 3 feitelijk een vertaling is van het gehanteerde dosis criterium.

6 Appreciatie

In dit hoofdstuk worden de in hoofdstuk 5 beschreven inhoudelijke punten uit RP122-part II getoetst aan de Algemene vrijstellingscriteria, de Nederlandse criteria zoals beschreven in paragraaf 2.2, en waar mogelijk vergeleken met de beschikbare informatie over de Nederlandse praktijk.

6.1 Toetsing aan (dosis)criteria

Het in RP122-part II gehanteerde criterium voor de toegevoegde effectieve dosis ligt met 0,3 mSv/a ruim onder de waarde van 1 mSv/a, zoals vastgelegd in de Algemene vrijstellingscriteria in de richtlijn en het ontwerpBbs. Dat houdt in dat alle grenswaarden (ruim) voldoen aan deze criteria.

Op basis van de gegevens in de Annex bij RP122-part II is te concluderen dat de berekende (jaargemiddelde) radonconcentraties voor alle typen materialen in alle scenario's (ruim) beneden de 100 Bq/m³ liggen. Daarmee wordt eveneens voldaan aan het criterium voor radon (Rn-222).

6.2 Representativiteit van scenario's, parameters en aannames

De aannames in RP122-part II over het verwaarlozen van het ingestie- en inhalatiepad tijdens opslag en transport zijn in overeenstemming met de Nederlandse praktijk, waarin sprake is van gesloten of afgedekte containers, en (vanwege de vluchtige organische stoffen in de sludges) het hanteren van onafhankelijke adembescherming.

In RP122-part II is rekening gehouden met enige inhalatie van radioactiviteit uit de sludges tijdens verwerking van het materiaal. In de Nederlandse praktijk worden - net als bij opslag en transport - door de verwerkers hiervoor echter diverse maatregelen getroffen met het oog op de chemische eigenschappen van het materiaal. Dit betekent dat inhalatierisico's feitelijk beperkt zijn tot ongevalsscenario's. De aanname voor de dichtheid van de sludges in RP122-part II is representatief voor de Nederlandse situatie.

In RP122-part II is aangenomen dat sludges, ook na bewerking, niet worden hergebruikt, maar worden gestort op een deponie. Dit is voor wat betreft de meldingsplichtige en vrijgestelde sludges niet in alle gevallen in overeenstemming met de Nederlandse praktijk van (het streven naar) nuttig hergebruik in bouwmaterialen. Verder geldt dat de aannames over personen die werken op of woonachtig zijn in de buurt van de deponie vergeleken met de Nederlandse situatie bijzonder conservatief zijn. Daar staat tegenover dat de aangenomen verdunning niet overeenkomt met de Nederlandse situatie van vrijwel onverdunde stort. Het netto effect hiervan is niet exact te bepalen, maar aangezien het onderdeel stort in de scenario's bij lange na niet bepalend is, heeft dit geen consequenties voor de bruikbaarheid van de scenario's als geheel.

Ten slotte wordt opgemerkt dat de in RP122-part II aangenomen waarde voor de stofconcentratie op de werkplek tijdens de bewerking van de sludges erg conservatief is vergeleken met de in Nederland gangbare praktijk, waarbij voor een groot deel sprake is van gesloten systemen. Bovendien wordt in verband met arbo-risico's gerelateerd aan de chemische samenstelling van de sludges doorgaans gewerkt met onafhankelijke adembescherming.

6.3 Afronding

In paragraaf 5.3 is de gehanteerde afrondingsprocedure beschreven, alsmede de redenen die daaraan ten grondslag liggen. Eén van deze redenen is dat de variatie van activiteitsconcentraties van natuurlijke radionucliden in reststoffen afkomstig van handelingen met natuurlijke bronnen in het algemeen gering is. Betoogd zou kunnen worden dat in het bijzonder voor sludges in de praktijk wel een grotere variatie in activiteits-concentratie wordt gevonden, en dat grenswaarden voor de specifieke vrijgave van deze materialen daarom wel zouden kunnen worden afgerond naar machten van tien.

Een voordeel van een dergelijke afronding is dat beter wordt aangesloten bij de al bestaande grenswaarden voor vrijstelling en vrijgave. Het nadeel ervan is dat niet is uitgesloten dat het criterium van 0,3 mSv/a wordt overschreden. Overschrijding van het criterium uit de richtlijn van 1 mSv/a is echter onwaarschijnlijk.

6.4 Voorwaarden met betrekking tot het gebruik van de grenswaarden

Op basis van het voorgaande is het voor wat betreft het voldoen aan de dosiscriteria en het criterium voor radon niet nodig om randvoorwaarden te stellen aan de hoeveelheid vrij te geven materiaal. Wel geldt als voorwaarde voor toepassing van de specifieke grenswaarden voor specifieke vrijgave van natte sludges dat de droge stof die na verwerking resulteert wordt gestort op een (reguliere) deponie.

Indien stort op een deponie niet de gewenste eindbestemming is, maar wel de intentie is om het materiaal vrij te geven, dan zal de activiteitsconcentratie moeten worden getoetst aan de grenswaarden in Tabel A, deel 2, van Bijlage 3 bij het ontwerpBbs. Een andere optie is om voor de betreffende beheerroute een specifieke grenswaarde aan te vragen. Het voorgaande is bijvoorbeeld aan de orde bij het hergebruik van de na verwerking resulterende droge stof in bouwmaterialen. Daarnaast geldt dit ook voor de situatie waarin sprake is van nat materiaal dat is uitgedroogd.

6.5 Effecten van toepassing van grenswaarden op de Nederlandse situatie

Introductie van de grenswaarden uit RP122-part II in de Nederlandse regelgeving voor toepassing op sludges heeft een effect op de onderverdeling van de hoeveelheden in de categorieën vrijgegeven, meldingsplichtig (registratieplichtig) en vergunningplichtig. Om een idee te krijgen van dit effect zijn deze grenswaarden toegepast op de door de olie- en gasindustrie gerapporteerde cijfers over 2015 (zie paragraaf

3.1). Hierbij is aangenomen dat de regelgeving voor sommatie ongewijzigd blijft. Het resultaat is weergegeven in Tabel 5.

Tabel 5: Door de Nederlandse olie- en gasindustrie afgevoerde sludges in 2015, geclassificeerd volgens grenswaarden uit RP122-part II

Niveau wettelijke controle	Hoeveelheid afgevoerde sludges in 2015 (ton)
Vrijgegeven	$5,0 \times 10^2$ ⁽²²⁾
Meldingsplichtig (registratieplichtig)	$2,2 \times 10^2$
Vergunningplichtig	$0,2 \times 10^2$
Niet te bepalen	$0,1 \times 10^2$
Totaal	$7,5 \times 10^2$

Duidelijk blijkt dat het hanteren van de grenswaarden uit RP122-part II een verschuiving met zich meebrengt naar een lagere categorie, ten opzichte van de huidige verdeling (zie paragraaf 3.1). Dit is vooral het gevolg van de hogere grenswaarden voor Ra-226+ (en Ra-228+ en Th-228+), in vergelijking met de vigerende grenswaarden.

In radiologische zin is het voorgaande deels het gevolg van het feit dat voor natte sludges het inhalatie- en ingestiepad buiten beschouwing kan worden gehouden, en daarnaast zeer waarschijnlijk²³ deels het gevolg van het feit dat in RP122-part II voor werknemers een hoger dosiscriterium is gehanteerd dan bij de afleiding van de vigerende grenswaarden. Dit laatste betekent dat de blootstelling van werknemers bij het transport en de verwerking van vrijgestelde (en mogelijk ook meldingsplichtige) sludges zal toenemen als gevolg van de introductie van de grenswaarden uit RP122-part II.

Zoals aangegeven in hoofdstuk 3 ontbreekt voor de geothermiesector informatie op basis waarvan een nadere onderverdeling in vrijgestelde, meldingsplichtige en vergunningplichtige sludges kan worden gemaakt. Voor deze sector is het echter wel aannemelijk dat een vergelijkbare verschuiving als in de olie- en gasindustrie optreedt, met het oog op "overmaat" aan Pb-210 die in de sludges aanwezig is.

Belangrijk is verder nog op te merken dat – zoals beschreven in paragraaf 3.3 – de beheerroutes niet alleen worden bepaald door de radiologische eigenschappen van de sludges (en dus de categorie), maar ook door bijvoorbeeld het kwikgehalte.

6.6 Slotopmerkingen

6.6.1 Sommatie

Opgemerkt wordt nog dat er in het ontwerpBbs geen voorschriften zijn opgenomen voor wat betreft sommatie van activiteitsconcentraties van verschillende nucliden in een materiaal. Voor met name sludges uit de olie- en gasindustrie is het goed voorstelbaar dat daarin nucliden uit zowel de Th-232- als de U-238-reeks aanwezig zijn. Zoals aangegeven in paragraaf 5.5 is het bij het hanteren van de grenswaarden uit RP122-part II in deze gevallen noodzakelijk om een (gewogen) somregel te hanteren.

²² Waarschijnlijk een onderschatting, zie paragraaf 3.1.

²³ Zoals aangegeven in paragraaf 2.2 is het niet volledig helder welke grenswaarden destijds zijn toegepast.

6.6.2 *Metingen ten behoeve van toetsing aan grenswaarden*

Hoewel strikt genomen buiten de scope van dit onderzoek wordt hier nog kort ingegaan op het toetsen aan de in dit document beschouwde grenswaarden voor specifieke vrijgave van natte sludges.

In de huidige praktijk wordt een monster van de sludge genomen, dat om meettechnische redenen wordt gedroogd voordat de activiteit gammaspectrometrisch wordt bepaald in een laboratoriumomgeving. Toetsing aan de huidige grenswaarden voor (specifieke) vrijgave vindt plaats op basis van het aantal becquerel per gram droge stof²⁴.

Hoewel de grenswaarden voor natte sludges kunnen worden geïnterpreteerd als becquerel per gram natte stof, ligt het om praktische redenen niet voor de hand om bij de introductie van deze grenswaarden de huidige meetpraktijk van meting aan droge stof te verlaten. Een mogelijke optie is het omrekenen van meetresultaten (gebaseerd op droge stof) naar becquerel per gram natte stof. Met het oog op de rechtszekerheid, en in het belang van uitvoerbare regelgeving, wordt aanbevolen om bij de introductie van de in dit briefrapport beschouwde grenswaarden in de Nederlandse regelgeving een toetsingsvoorschrift of -aanbeveling op te nemen.

6.6.3 *Lozingen*

Ten slotte wordt voor de goede orde nog benadrukt dat de in dit rapport beschouwde grenswaarden niet van toepassing zijn op lozing van sludges naar riool of (oppervlakte)water. Hiervoor gelden de grenswaarden zoals opgenomen in Tabel C in Bijlage 3 van het ontwerpBbs.

²⁴ Met "droog" wordt bedoeld dat de waterfractie en mogelijk een deel van de lichte koolwaterstoffen zijn verwijderd uit het monster.

7 Conclusies

Op basis van het voorgaande kan samenvattend worden geconcludeerd dat de grenswaarden, zoals weergegeven in Tabel 3, kunnen worden toegepast voor specifieke vrijgave van natte sludges afkomstig van de Nederlandse olie- en gasindustrie en de geothermie, onder de voorwaarde dat de na verwerking resterende droge reststof wordt gestort op een (reguliere) deponie. Het is niet nodig voorwaarden te stellen met betrekking tot de hoeveelheid vrij te geven materiaal.

Indien deze grenswaarden in Nederland zouden worden ingevoerd, zal naar verwachting minder afval als radioactief materiaal moeten worden behandeld. Hierdoor zal wel de blootstelling van werknemers in de sludgeverwerkende industrie aan ioniserende straling licht toenemen.

Indien stort op een deponie niet de gewenste eindbestemming is, maar het wel de intentie is om het materiaal vrij te geven, dan zal de activiteits-concentratie moeten worden getoetst aan de grenswaarden in Tabel A, deel 2, van Bijlage 3 bij het ontwerpBbs. Een andere optie is om voor de betreffende beheerroute een specifieke grenswaarde aan te vragen.

Aanbevolen wordt een sommatievoorschrift te ontwikkelen voor toepassing van de grenswaarden. Daarnaast wordt in overweging gegeven een toetsingsvoorschrift of -aanbeveling vast te stellen voor toetsing aan de in dit briefrapport beschouwde grenswaarden.

Referenties

EC (1993). Radiation Protection 65. Principles and Methods for Establishing Concentrations and Quantities (exemption values) Below which Reporting is not Required in the European Directive. Commission of the European Communities. XI-028/93.

IAEA (2004). Application of the Concepts of Exclusion, Exemption and Clearance. Radiation Safety Guide 1.7. International Atomic Energy Agency. Vienna.

IAEA (2005). Derivation of Activity Concentration Values for Exclusion, Exemption and Clearance. Safety Report Series No. 44. International Atomic Energy Agency. Vienna.

RP122-part II. Radiation Protection 122. Practical use of the concepts of exemption and clearance. Part II Application of the concepts exemption and clearance to natural radiation sources. Commission of the European Communities. Luxembourg. ISBN 92-894-3315-9.

Schaaf, van der, M. (2015). Impactanalyse vrijgave en vrijstelling. Notitie voor ANVS. 7 oktober 2015. Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu. Bilthoven.

SIRA (2016). Effecten implementatie Richtlijn 2013/59/Euratom. Regeldrukgevolgen Besluit basisveiligheidsnormen stralingsbescherming. Versie 1.1 (definitief). 22 december 2016. SIRA Consulting. Bilthoven.

Timmermans, C.W.M. (2017). Industriële werkzaamheden met radioactieve stoffen van natuurlijke oorsprong in Nederland. Doorzetten, activiteiten en lozingen naar lucht en water. Nuclear Research and Consultancy Group (NRG). Petten. Referentienr 23926/17.141976

RIVM

De zorg voor morgen begint vandaag