



GGD

Rotterdam-Rijnmond

Notitie

Team Gezondheid en Milieu
Publieke Gezondheid
Maatschappelijke Ontwikkeling

Bezoekadres: het Timmerhuis
Halvemaanpassage 90, Rotterdam
Postadres: Postbus 70032
3000 LP Rotterdam

Van: [REDACTED]
Telefoon: [REDACTED]
E-mail: [REDACTED]

Toetsingskader actuele gezondheidsrisico's bij bodemverontreiniging

Werkdocument voor GGD, DCMR en SO

20 februari 2020 (vervangt de versie van 2 oktober 2017)

Inleiding

Dit toetsingskader heeft als doel bodemadviseurs te ondersteunen bij de beoordeling van situaties met een ernstige bodemverontreiniging. Het toetsingskader geeft per stof een 'gezondheidskundige risicowaarde'. Deze term vervangt de term 'vrijstellingsgehalte' die in het oude toetsingskader van augustus 2010¹ werd gebruikt. De gezondheidskundige risicowaarde is een hulpmiddel om te bepalen wanneer het zinvol kan zijn om advies van de GGD te vragen.

Dit toetsingskader is opgesteld als een werkdocument, zodat wijzigingen en aanvullingen laagdrempelig kunnen worden toegevoegd. De meest relevante wijzigingen ten opzichte van de vorige versie van 2 oktober 2017 staan in [blauw](#) weergegeven.

Reikwijdte

De gezondheidskundige risicowaarden zijn van toepassing in het werkgebied van de GGD Rotterdam-Rijnmond bij bodemverontreinigingen in *bestaande* situaties (dus niet bij herinrichting), waarbij sprake is van het gebruik '*wonen met tuin*'. Voor enkele stoffen zijn inmiddels ook gezondheidskundige risicowaarden bij ander gebruik, zoals grote moestuinen, afgeleid. Deze staan vermeld in de tekst en in bijlage 2B en C.

Als de situatie afwijkt van het standaardscenario in Sanscrit, bijvoorbeeld als bekend is dat een verontreiniging met vluchtige stoffen minder diep zit t.o.v. de kruipruimte (dan de standaard diepte van 0,75 meter) moet apart worden nagegaan of bij de aangetroffen waarden gezondheidsrisico's kunnen optreden. Dat kan de bodemadviseur doen met behulp van Sanscrit in www.RisicotoolboxBodem.nl, indien nodig of gewenst met ondersteuning vanuit de GGD.

Het toetsingskader is gebaseerd op de huidige inzichten rondom bodemverontreiniging en gezondheid. Deze inzichten kunnen wijzigen. Dit toetsingskader wordt niet automatisch geactualiseerd. We vragen hier alert op te zijn en zo nodig te overleggen met de GGD.

¹ Toetsingskader actuele risico's voor mensen bij bodemverontreiniging, GGD Rotterdam-Rijnmond, augustus 2010

Werkwijze

Bodemadviseurs kunnen het toetsingskader gebruiken om te signaleren of de aangetroffen verontreiniging tot een gezondheidsrisico zou kunnen leiden. Bij overschrijding van een gezondheidskundige risicowaarde kan het gezondheidsrisico van de lokale verontreinigingssituatie nader worden beoordeeld met behulp van Sanscrit.

- In bijlage 1 staan de gezondheidskundige risicowaarden bij het standaardscenario wonen met tuin met een organisch stofgehalte van 10%.
- In bijlage 2A staat voor een beperkter aantal stoffen de gezondheidskundige risicowaarde bij scenario wonen met tuin met een organisch stofgehalte van 2%.
- In bijlage 2B en 2C staan de gezondheidskundige risicowaarden bij het scenario grote moestuin, met een organisch stofgehalte van 10% of 2%.

De GGD kan onder meer worden geraadpleegd als

- de aangetroffen gehalten hoger zijn dan de gezondheidskundige risicowaarden (zie bijlagen);
- uit de beoordeling met Sanscrit blijkt dat er mogelijk een gezondheidsrisico is (risico-index groter of gelijk aan 1);
- sprake is van een laag OS-gehalte en niet voldoende duidelijk is hoe dat moet worden beoordeeld;
- sprake is van vluchtige stoffen onder een woning of gebouw (vooral als duidelijk is dat de verontreiniging minder diep zit dan de standaarddiepte van 0,75 m ten opzichte van de kruipruimte).

Daarnaast kan ongerustheid bij bewoners of media-aandacht een aanleiding zijn om de GGD te benaderen, ongeacht het gehalte van stoffen in de bodem. Ook wanneer er twijfel is of een gezondheidskundig advies nodig is, kan uiteraard worden overlegd met de GGD.

Organisch stofgehalte grond

De gezondheidskundige risicowaarden zijn, net zoals de interventiewaarden, gebaseerd op een standaardbodem (10% organische stof, 25% lutum). Bij veel verontreinigende stoffen is het organisch stofgehalte (OS-gehalte) van de grond van invloed op de mate waarin mensen in contact komen met die stof. Deze verontreinigende stoffen worden beter gebonden aan grond met een hoog organisch stofgehalte. Bij een lager OS-gehalte in de grond vindt daarom voor deze stoffen een hogere blootstelling plaats, bijvoorbeeld omdat meer uitdamping plaatsvindt. De standaard gezondheidskundige risicowaarden voor *grond*, die zijn gebaseerd op OS-gehalte van 10%, zijn in dat geval niet van toepassing. *N.B. Bij metalen is het OS-gehalte niet van invloed op de blootstelling.*

Hierbij gelden de volgende uitgangspunten:

- Bij een locatie met een OS-gehalte van 10% of hoger: voor een eerste indruk of mogelijk sprake is van een gezondheidsrisico kan de gezondheidskundige risicowaarde voor grond worden gebruikt.
- Bij een locatie met een OS-gehalte lager dan 10%: de blootstelling en het gezondheidsrisico moeten worden beoordeeld met een Sanscritberekening (waarbij het actuele organisch stofgehalte moet worden ingevoerd).

Opmerking: In bijlage 2A en 2C staan voor een aantal stoffen de gezondheidskundige risicowaarden bij een laag organisch stofgehalte van 2% (bijlage 2A scenario wonen met tuin, bijlage 2C scenario grote moestuin). Deze bijlage kan als hulpmiddel dienen bij het beoordelen van het gezondheidsrisico bij locaties met een organisch stofgehalte lager dan 10%.

In tabel 1 staan enkele voorbeelden van de invloed van het organisch stofgehalte op de gezondheidskundige risicowaarde. In de tabel is te zien dat het organisch stofgehalte niet bij alle stoffen van invloed is.

Tabel 1: Invloed organisch stofgehalte op de gezondheidkundige risicowaarde (voorbeelden)		
	Gezondheidskundige risicowaarde grond voor wonen met tuin (mg/kg)	
	OS = 2%	OS = 10%
Aldrin	0,063	0,32
Lood	< 90 (voldoende kwaliteit)	< 90 (voldoende kwaliteit)
Benzeen	0,28	1,1
Tetrachlooretheen	1,8	8,8
PAK (Benzo(a)pyreen)	320	320
PCB's (PCB180)	0,03	0,17
Dioxine (2,3,7,8-TCDD)	0,000034	0,00015

Berekeningen met Sanscrit laten zien dat bij verontreiniging in grondwater het OS-gehalte weinig invloed heeft op de mate van blootstelling. De gezondheidkundige risicowaarden voor grondwater zijn daarom te gebruiken bij elk OS-gehalte.

Vluchtige stoffen en uitdamping naar de binnenlucht

De gezondheidkundige risicowaarden zijn gebaseerd op het standaardscenario 'Wonen met tuin', met (onder meer) een standaard diepte van de verontreiniging van 0,75 meter ten opzichte van de kruipruimte. De diepte van de verontreiniging heeft veel invloed op de mate van uitdamping van vluchtige stoffen: hoe minder diep de verontreiniging ten opzichte van de kruipruimte, des te meer uitdamping er plaatsvindt in het bovenliggende pand. Ook bijvoorbeeld de aan- of afwezigheid van een kruipruimte is van invloed. De risicobeoordeling van een bodemverontreiniging met vluchtige stoffen onder een gebouw is daarom maatwerk.

Bijzondere gevallen

Voor een aantal stoffen is de gezondheidkundige risicowaarde lager dan de interventiewaarde, bijvoorbeeld voor lood, drins en PCB's. Daarnaast geldt voor sommige stoffen dat ze niet goed met Sanscrit kunnen worden gemodelleerd. Een aantal van deze stoffen wordt hieronder beschreven.

Arseen

Er zijn onzekerheden over opname van arseen in gewassen en over de beoordeling van het gezondheidsrisico van arseen. De opname van arseen in gewassen is onvoorspelbaar en er is geen geldende grens voor de toelaatbare inname voor arseen vastgesteld. Het RIVM heeft in 2018 een informatieblad uitgebracht over het gezondheidsrisico van arseen in de bodem²:

- Uit nieuwe studies naar anorganisch arseen blijkt dat de geldende MTR van 1 µg/kg/dag niet langer als een veilige grens kan worden beschouwd.
- Wel is een andere risicomaat voor arseen beschikbaar, namelijk de Benchmark Dose Lower Confidence Limit (BMDL). De BMDL_{0,5} voor arseen is 3 µg/kg/dag. Bij levenslange blootstelling aan deze dosis is er een extra kans op het krijgen van longkanker van 1 op 200 (0,5%).
- Over een minimale MOE (veiligheidsmarge), die aanwezig zou moeten zijn tussen de BMDL_{0,5} en de blootstelling, bestaat geen internationale consensus.
- Wanneer er wordt uitgegaan van een minimale Margin of Exposure in de range van 10 tot 50 kan er bij deze BMDL_{0,5} een toelaatbare blootstelling worden berekend. De bijbehorende toelaatbare blootstelling (MTR_{humanaan}) zou dan liggen tussen 0,06 en 0,3 µg/kg/dag.
- De achtergrondblootstelling aan arseen is 0,27 µg/kg/dag.

² <https://www.rivm.nl/bibliotheek/rapporten/2017-0177.pdf>

- Het RIVM geeft aan dat bij arseenconcentraties in de bodem van 220 mg/kg (wonen met tuin) en 50 mg/kg (grote moestuin) de blootstelling vergelijkbaar is met de achtergrondblootstelling.

Conclusies arseen:

- Sanscrit is niet geschikt voor de gezondheidkundige risicobeoordeling van arseen.
- Er is geen MTR voor arseen beschikbaar op basis waarvan een gezondheidkundige risicowaarde kan worden vastgesteld.
- De blootstelling aan arseen vanuit de bodem zou in ieder geval niet hoger moeten zijn dan de achtergrondblootstelling aan arseen.
- De interventiewaarde voor arseen is 76 mg/kg. Deze waarde kan voorlopig worden gebruikt als gezondheidkundige risicowaarde voor wonen met tuin.
- Voor grote moestuinen kan een voorlopige gezondheidkundige risicowaarde van 50 mg/kg worden gebruikt.

Asbest

Uit een analyse van de Gezondheidsraad³ bleek in 2010 dat het gezondheidsrisico van asbest groter is dan gedacht, ongeveer 30 tot 40 keer groter. Dit heeft geen grote wijzigingen in het bodembeleid tot gevolg gehad. Het gaat bij het gezondheidsrisico van asbest in de bodem om de asbestvezels die in de lucht kunnen komen en vervolgens kunnen worden ingeademd. In de Circulaire bodemsanering is als bijlage het protocol asbest (milieuhygiënisch saneringscriterium bodem) opgenomen.⁴ Er is sprake van een geval van ernstige verontreiniging met asbest in de bodem indien de gemiddelde concentratie binnen een ruimtelijke eenheid hoger is dan de interventiewaarde van 100 mg/kg d.s. (gewogen: de concentratie serpentijn asbest + 10 x de concentratie amfibool asbest).

Bij een bodemverontreiniging met minder dan 100 mg/kg niet-hechtgebonden asbest, is er geen verhoging te verwachten van het aantal asbestvezels in de lucht, zelfs niet bij activiteiten bij droog weer.⁵ Uit praktijkmetingen is bekend dat er bij een bodemverontreiniging met alleen hechtgebonden asbest en gehalten lager dan 1000 mg/kg d.s. (gewogen) geen asbest in de lucht wordt aangetroffen boven de bepalingsondergrens.⁴

We stellen voor om als gezondheidkundige risicowaarden vooralsnog de volgende waarden te blijven hanteren:

- 10 mg/kg (gewogen) voor respirabele asbestvezels.
- 100 mg/kg (gewogen) niet-hechtgebonden asbest
- 1000 mg/kg (gewogen) hechtgebonden asbest

Opmerking: het is wenselijk dat zichtbare stukjes asbest in tuinen, openbaar groen, speelterreinen e.d. worden verwijderd, ook al is het gehalte onder de risicowaarde. Dit om te voorkomen dat kinderen met stukjes asbest gaan spelen en/of stukjes asbest naar binnen worden gelopen.

Chroom

Bij bodemonderzoek wordt chroom meestal gemeten als chroom totaal. De verwachting is dat dit chroom totaal vooral bestaat uit chroom(III). Chroom(VI) is toxischer dan chroom(III), maar wordt meestal snel omgezet naar Chroom(III). Dit komt door de aanwezigheid van organische stoffen en een korte halfwaardetijd (enkele uren – enkele dagen).

³ Asbest: risico's van milieu- en beroepsmatige blootstelling, Gezondheidsraad, 3 juni 2010

⁴ Circulaire bodemsanering 2013 (Staatscourant 2013 nr. 16675, 27 juni 2013)

⁵ GGD-richtlijn Medische Milieukunde: Asbest in de bodem en gezondheid. RIVM-rapport 609330003/2007

Cyanide

De interventiewaarde voor cyanide (vrij) is 20 mg/kg. Bij deze waarde berekent Sanscrit een risico-index (RI) van ongeveer 1,9. Hierbij vindt verreweg het grootste deel van de blootstelling (99%) via gewasconsumptie plaats.

In het model CSOIL (en dus ook in Sanscrit) is de risicobeoordeling van bodemverontreiniging met cyaniden gebaseerd op de aanname dat blootstelling aan cyaniden (cyaniden vrij, cyaniden complex en thiocyanaten) vrijwel geheel via gewasconsumptie plaatsvindt. Het blijkt echter dat cyaniden nauwelijks worden opgenomen in planten. En als ze worden opgenomen, dan worden ze naar verwachting omgezet in niet-toxische verbindingen. Blootstelling kan wel plaatsvinden via inhalatie van vrij cyanide in de buitenlucht of door ingestie van ferrohexacyanide of thiocynaat in grondwater. Een betrouwbare relatie tussen CN-verbindingen in de grond en HCN (blauwzuurgas) in de lucht is echter niet bekend. Mede daarom heeft het RIVM geen risicogrenswaarde voor cyaniden afgeleid.⁶ Om de risico's van cyaniden te beoordelen kunnen de volgende drie mogelijkheden in overweging worden genomen:

1. Direct meten van concentratie HCN in buitenlucht en/of bodemlucht en deze toetsen aan de TCL (25 µg/m³).
2. Een beoordeling op basis van de acute toxiciteit: voor kinderen die 5 gram grond per dag binnenkrijgen zouden de volgende maximale gehalten in grond gelden:
 - i. vrij cyanide = 150 mg/kg
 - ii. complex cyanide = 4800 mg/kg
 - iii. thiocynaat = 15 mg/kg
3. Het meten van de concentratie in poriewater en deze toetsen aan de risicogrenswaarde voor grondwater die gebaseerd is op de consumptie van ongezuiverd grondwater (75 µg/l CN-totaal).⁶

Drins

De gezondheidskundige risicowaarden voor de verschillende drins staan in tabel 2. De interventiewaarde voor de som van drins is 4 mg/kg, de interventiewaarde voor aldrin is 0,32 mg/kg. Aldrin is de meest kritische drin, met een gezondheidskundige risicowaarde van 0,32 mg/kg (gelijk aan de interventiewaarde). Bij de gezondheidskundige beoordeling van blootstelling aan drins moet er rekening worden gehouden met de combinatietoxiciteit. Ook als de gehalten van alle individuele drins lager zijn dan de gezondheidskundige risicowaarden, kan er in sommige gevallen toch sprake zijn van een gezondheidsrisico door combinatietoxiciteit. Bij overschrijding van de interventiewaarde van de som van drins (4 mg/kg) is het advies om altijd de combinatietoxiciteit te beoordelen met Sanscrit, ook als de gezondheidskundige risicowaarden van de individuele drins niet worden overschreden.

aldrin	0,32
dieldrin	9,12
endrin	16,22

SRC = Serious Risk Concentration (het gehalte in de bodem waarbij overschrijding van het Maximaal Toelaatbare Risiconiveau voor de mens (MTR humaan) kan plaatsvinden)

Kobalt

Op basis van de modelberekeningen van Sanscrit is de gezondheidskundige toetsingswaarde voor kobalt 23 mg/kg bij 'wonen met tuin', 1,4 mg/kg voor grote moestuinen en 1090 mg/kg voor 'plaatsen

⁶ GGD-richtlijn Medische Milieukunde: Gezondheidsrisico bodemverontreiniging. RIVM-rapport 609330010/2009

waar kinderen spelen'. Dit laat zien dat het eten van groenten uit eigen tuin een belangrijke blootstellingsroute is volgens de berekening in Sanscrit. Probleem daarbij is echter dat het niet mogelijk is voor kobalt een betrouwbare blootstelling via consumptie van groenten te berekenen omdat een degelijke Bio Concentratie Factor (BCF) ontbreekt. Sanscrit rekent met een conservatieve (= voorzichtige) BCF, zodat de berekende humaan-toxicologische risicogrens onzeker en conservatief is (RIVM rapport 711701053/2007). De huidige interventiewaarde is vastgesteld op 190 mg/kg (standaardbodem bij 'wonen met tuin'), waarbij de ecologische risico's bepalend zijn en humane risico's vanwege de onzekerheid niet zijn meegewogen.

De achtergrondwaarde van kobalt is ca. 15-25 mg/kg en de streefwaarde is 9 mg/kg.⁷ Het hanteren van 1,4 mg/kg als risicowaarde voor kobalt bij grote moestuinen lijkt daarom niet reëel. Vooralsnog wordt door de GGD de ondergrens van de achtergrondwaarde (15 mg/kg) van kobalt gebruikt als gezondheidskundige risicowaarde voor grote moestuinen. Voor 'wonen met tuin' blijft vooralsnog de gezondheidskundige risicowaarde van 23 mg/kg gelden. Bij overschrijding van deze waarde zal een advies op maat moeten worden gegeven, bijvoorbeeld het advies om uit voorzorg groenten te kweken in bakken met schone grond. Als geen groenten uit de tuin worden gegeten, is de gezondheidskundige advieswaarde 1090 mg/kg (scenario 'plaatsen waar kinderen spelen').

Lood

Tot 2014 hanteerde Rotterdam een apart toetsingskader voor lood. Inmiddels is duidelijk geworden dat de relatieve biobeschikbaarheid van lood in stedelijke ophooglagen hoger is dan eerder werd aangenomen. Daarom gaat de GGD uit van een standaard relatieve biobeschikbaarheid van 0,74 in plaats van 0,2 of 0,4 zoals gebruikelijk was. Daarnaast zijn de inzichten rondom het gezondheidsrisico van lood gewijzigd. Lood heeft al bij lagere blootstelling nadelige effecten op de gezondheid van jonge kinderen dan eerder werd verondersteld.

De huidige interventiewaarde voor lood van 530 mg/kg (wonen met tuin) biedt onvoldoende bescherming voor de gezondheid van jonge kinderen. Op basis van rapporten van de European Food Safety Agency (EFSA) en het RIVM hebben de GGD'en in 2016 de waarde voor een onvoldoende bodemloodkwaliteit vastgesteld op 370 mg/kg voor 'wonen met tuin', zie tabel 3. Voor meer informatie over lood verwijzen we naar de 'Toelichting Lood in bodem en gezondheid' ⁸.

Gezondheidskundig voldoende bodemloodkwaliteit	Gezondheidskundig matige bodemloodkwaliteit	Gezondheidskundig onvoldoende bodemloodkwaliteit
< 90	90 - 370	> 370

Sanscrit niet geschikt voor risicobeoordeling lood

In Sanscrit wordt bij de risicobeoordeling van lood de beleidsmatige MTR van 2,8 microgram/kg/dag gebruikt. Dit is de 'wettelijke' MTR (opgenomen in de Circulaire bodemsanering), maar deze heeft geen gezondheidskundige basis. Deze wettelijke MTR is niet aangepast aan de nieuwe inzichten t.a.v. de gezondheidseffecten van lood. Dit betekent dat Sanscrit niet geschikt is om het gezondheidsrisico van lood in bodem te beoordelen.

⁷ Achtergrondwaarde volgens de Regeling Bodemkwaliteit is 15 mg/kg. De lokale achtergrond/maximale waarde in Rotterdam is 25 mg/kg.

⁸ Toelichting Lood in bodem en gezondheid - 18 april 2016. Landelijke GGD-projectgroep bodem.

<https://www.ggdghorkennisnet.nl/thema/gezondheid-en-milieu/publicaties/publicatie/15243-toelichting-lood-in-bodem-en-gezondheid>

Module diffuus lood

Wel kan de module 'diffuus lood' in de Risicotoolbox Bodem worden gebruikt om inzicht te krijgen in het gezondheidsrisico. Deze loodmodule geeft aan wat de te verwachten blootstelling en het effect in IQ-puntenverlies is. De aannames in de loodmodule verschillen iets van de uitgangspunten die de GGD'en in 2016 hebben gebruikt om de gezondheidskundige risicowaarden af te leiden. Er kan daarom een (klein) verschil zitten in de uitkomsten van de loodmodule vergeleken met de GGD-risicowaarden.

Minerale Olie

Sinds eind 2014 kunnen in Sanscrit de risico's van minerale olie voor de mens worden beoordeeld op basis van de gehalten van de alifatische en aromatische oliefracties. Analyse op deze aparte fracties wordt echter vrijwel nooit gedaan bij bodemonderzoek. Daardoor is een gezondheidskundige risicobeoordeling van minerale olie in de praktijk eigenlijk niet goed mogelijk.

De interventiewaarde voor minerale olie is beleidsmatig vastgesteld op 5000 mg/kg in grond en 600 µg/l in grondwater. Dit geldt voor de som van de C10-C40 petroleum koolwaterstoffen en is niet gebaseerd op een gezondheidsrisico. Voor 'vluchtige olie' (C6 tot C10) is geen interventiewaarde vastgesteld.

Fractiebenadering

Minerale olie kan meer dan 1000 verschillende bestanddelen bevatten. Toxicologische gegevens zijn er maar voor een klein gedeelte van de bestanddelen. In 2001 zijn voor de verschillende fracties alifatische en aromatische koolwaterstoffen risicowaarden afgeleid (SRC humaan). Daaruit blijkt dat met name de alifatische fracties tot C12 en de aromatische fracties tot C16 relevant zijn voor de gezondheidsrisico's (via uitdamping). Voor een goede risicobeoordeling zou men moeten beschikken over analyseresultaten van de verschillende alifatische en aromatische fracties. Vervolgens kan de combinatietoxiciteit worden beoordeeld door de risico-indexen op te tellen. In Sanscrit is hiervoor een module minerale olie opgenomen (deze moet apart worden aangevinkt). De bepaling van de verschillende alifatische en aromatische fracties valt echter niet binnen het standaard bodemonderzoek. In de praktijk zijn dus meestal geen analyses van de fracties beschikbaar en is deze fractiebenadering voor risicobeoordeling niet mogelijk.⁶

BTEX en PAK's in minerale olie

Om toch iets te kunnen zeggen over het gezondheidsrisico van een verontreiniging met minerale olie, is het van belang te beschikken over analyses van gehalten BTEX (benzeen, toluen, ethylbenzeen, xyleen) en PAK's. Mede op basis van deze stoffen kan het gezondheidsrisico worden beoordeeld.

Minerale olie in grond (fracties C10-C20 en C20-C40)

De referentiewaarde voor minerale olie in grond is 190 mg/kg (streefwaarde is 50 mg/kg).⁹ De SRC humaan voor de meeste kritische fractie is voor grond 151 mg/kg (alifatisch C10-C12). Het lijkt echter weinig realistisch om deze waarde te gebruiken als risicowaarde, mede gezien de interventiewaarde van 5000 mg/kg.

Indicatief kan voor de fractie C10-C20 300 mg/kg als gezondheidskundige risicowaarde worden gehanteerd, uitgaande van de referentiewaarde en de SRC humaan van de verschillende fracties (zie tabel 4). Aangezien minerale olie altijd een mengsel is en nooit volledig uit één fractie zal bestaan, is de inschatting dat bij gehalten onder deze waarde geen gezondheidsrisico's te verwachten zijn. Voor de fractie C20-C40 kan 19.000 mg/kg als gezondheidskundige risicowaarde worden gebruikt.

⁹ Landelijke referentiewaarden ter onderbouwing van maximale waarden in het bodembeleid, RIVM rapport 711701053

N.B. Een volledige gezondheidkundige risicobeoordeling voor minerale olie is alleen mogelijk als de gehalten van zowel de alifatische als de aromatische fracties bekend zijn.

In tabel 4 staan gezondheidkundige risicowaarden voor de verschillende fracties minerale olie. Een kanttekening hierbij is dat bij de gezondheidkundige beoordeling van blootstelling aan minerale olie rekening moet worden gehouden met de combinatietoxiciteit. Ook als de gehalten van alle fracties lager zijn dan de gezondheidkundige risicowaarden, kan er in sommige gevallen een gezondheidsrisico zijn door combinatietoxiciteit.

aliphatic > C5-C6	34
aliphatic > C6-C8	109
aliphatic > C8-C10	28
aliphatic > C10-C12	151
aliphatic > C12-C16	55000
aliphatic > C16-C21	> 100000
aromatic > C5-C7	28
aromatic > C7-C8	62
aromatic > C8-C10	59
aromatic > C10-C12	305
aromatic > C12-C16	1537
aromatic > C16-C21	15750
aromatic > C21-C35	19000

Opmerking: Als de verontreiniging met minerale olie niet onder een pand zit, kan ervoor worden gekozen de blootstellingsroute via uitdamping naar binnenlucht uit te zetten in Sanscrit. In dat geval gaat de signaalwaarde voor de fractie C10-C20 minerale olie in de grond omhoog naar 1800 mg/kg (bij 10% organische stof), gebaseerd op de meest kritische fractie C10-C12.

Minerale olie in grondwater

Er zijn door het RIVM in 2001 ook SRC humaan¹⁰ voor minerale olie in *grondwater* afgeleid. De SRC humaan is voor de hogere fracties minerale olie zeer laag omdat deze stoffen weinig oplosbaar zijn, zie tabel 5. Bij het nemen van grondwatermonsters kan soms bodemmateriaal mee (worden) bemonsterd, waar de slecht oplosbare stoffen aan vastzitten. Deze worden vervolgens meegenomen in de analyse, waardoor de uitslag te hoog uitvalt. De SRC humaan kan voor deze stoffen daardoor niet goed gebruikt worden als een toets om het risico voor de gezondheid te beoordelen.⁶

Om een indicatieve risicowaarde te kunnen benoemen hebben we de SRC humaan C6-C8 (alifatisch) van 444 microgram/l als uitgangspunt genomen, afgerond op 400 microgram/l. Aangezien minerale olie altijd een mengsel is en nooit volledig uit één fractie zal bestaan, is de inschatting dat bij gehalten minerale olie onder deze waarde geen gezondheidsrisico's te verwachten zijn.

N.B. Een volledige gezondheidkundige risicobeoordeling voor minerale olie is alleen mogelijk als de gehalten van zowel de alifatische als de aromatische fracties bekend zijn.

¹⁰ SRC humaan = gezondheidkundige risicowaarde bodem, zie RIVM rapport RIVM Rapport 711701023 (2001)

Tabel 5: SRC *humaan grondwater* voor de verschillende fracties minerale olie (RIVM-rapport 711701023 (2001), p.95)

Compound	Current IV for ground-water [$\mu\text{g.l}^{-1}$]	Integr. value for ground-water [$\mu\text{g.l}^{-1}$]	SRC _{eco} ground-water [$\mu\text{g.l}^{-1}$]	RS ^{*1}	SRC _{human} ground-water [$\mu\text{g.l}^{-1}$]	RS ^{*1}	EqP with SRC _{human} [$\mu\text{g.l}^{-1}$]	max. in drinking water [$\mu\text{g.l}^{-1}$]
VII Mineral Oil	600	*10						
alifatics EC 5-6		613	-		<u>613</u>	med		66600
alifatics EC >6-8		444	-		<u>444</u>	med		66600
alifatics EC >8-10		15	-		<u>15</u> ^{*6}	med		3330
alifatics EC >10-12		10	-		<u>10</u> ^{*6}	med		3330
alifatics EC >12-16		0.59	-		<u>0.59</u> ^{*6}	med		3330
alifatics EC >16-21		0.001	-		<u>0.001</u> ^{*6}	med		66600
aromatics EC >8-10		640	-		<u>640</u>	med		1330
aromatics EC >10-12		1330	-		<u>2170</u>	med		<u>1330</u>
aromatics EC >12-16		1330	-		<u>5810</u>	med		<u>1330</u>
aromatics EC >16-21		543	-		<u>543</u>	med		999
aromatics EC >21-35		6.6	-		<u>6.6</u> ^{*6}	med		999

*6. Value is below or near (< factor 2 higher than) the (highest) Target Value (VROM, 2000)

PCB's

Voor de risicobeoordeling van een bodemverontreiniging met PCB's heeft een fractiebenadering de voorkeur. Via Sanscrit kan een risicobeoordeling worden uitgevoerd voor 13 soorten PCB's: 28, 52, 77, 101, 105, 118, 126, 138, 153, 156, 157, 169 en 180. De meest kritische SRC *humaan* hiervan is PCB126: 0,0015 mg/kg.

In de *standaardanalyse* voor toetsing aan de interventiewaarde worden 7 soorten PCB's meegenomen: 28, 52, 101, 118, 138, 153 en 180. De meest kritische hiervan is PCB180, met een SRC *humaan* van 0,17 mg/kg. In tabel 6-1 staan de SRC *humaan*/risicowaarden voor de verschillende PCB's.

PCB 77	3,15
PCB 105	1,05
PCB 126	0,0015
PCB 156	0,53
PCB 157	0,53
PCB 169	0,0043
PCB 28	0,69
PCB 52	0,28
PCB101	0,61
PCB118	1,90
PCB138	0,32
PCB153	0,46
PCB180	0,17

*) voor gezondheidskundige advieswaarden bij OS=2% en bij scenario grote moestuin: zie bijlagen A t/m C

Combinatietoxiciteit

Bij de gezondheidkundige beoordeling van PCB's moet rekening worden gehouden met de combinatietoxiciteit. Ook als de gehalten van alle individuele PCB's lager zijn dan de gezondheidkundige risicowaarden, kan er in sommige gevallen wel sprake zijn van een gezondheidsrisico door combinatietoxiciteit.

Voor PCB's wordt daarom van elke individueel geanalyseerde stof bepaald of dit risico's oplevert. Daarnaast wordt bepaald of er mogelijk sprake kan zijn van combinatie-toxicologie. Daarom is voor vier situaties een indicatieve signaalwaarde voor combinatie-toxiciteit afgesproken door SO, DCMR en GGD¹¹. Deze zijn:

Tabel 7: indicatieve signaalwaarden voor combi-toxiciteit (mg/kg) PCB-som				
Scenario	Wonen met tuin	Wonen met tuin	Moestuin*	Moestuin*
Bodemgesteldheid	H = 10%	H = 2%	H = 10%	H = 2%
Indicatieve signaalwaarde combi-toxiciteit	1	0,2	0,18	0,04

* grote moestuinen, waarbij de gebruikers vrijwel alle groenten die ze eten uit deze moestuin halen

In uitzonderlijke gevallen kan ook onder deze waarden een risico door combinatietoxiciteit optreden, ook als de risicowaarden voor de individuele PCB's niet worden overschreden. Dit wordt door SO, DCMR en GGD als een acceptabel risico beschouwd.¹² De inspanning die het kost om altijd (standaard) te toetsen op combitoxicologie staat niet in verhouding tot de kans dat hiermee incidenteel een geringe verhoging van de risico-index wordt gevonden.

PFAS

PFAS (poly- en perfluoralkylstoffen) is een groep van circa 5000 stoffen, die vanwege de gunstige eigenschappen in veel verschillende producten (o.a. in blusschuim, antiaanbaklaag in pannen, maar ook voedselverpakkingen, elektronica, verf en sprays) zijn toegepast. Door de brede toepassing in allerlei producten, maar ook door fabrieksemisies en incidenten, zijn PFAS in het milieu terechtgekomen. Daardoor zijn PFAS, veelal in lage concentraties, terug te vinden in de bodem, in bagger en in het grondwater.

De stoffen uit de stofgroep PFAS zijn zeer goed oplosbaar in water en nauwelijks afbreekbaar. Van verschillende stoffen is aangetoond dat ze negatieve effecten kunnen hebben op het milieu. Het zijn stoffen die ook gezondheidsrisico's met zich mee kunnen brengen, afhankelijk van de aangetroffen concentraties en blootstelling. Het RIVM (Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu) heeft humane risicowaarden berekend voor PFOS (perfluorooctaansulfonaat), PFOA (perfluorooctaanzuur) en GenX (HFPO-DA) in de bodem, zie onderstaande tabel. De huidige concentratieniveaus van PFAS-verbindingen in de bodem leiden doorgaans niet tot humane gezondheidsrisico's. De problematiek ligt voornamelijk in de indirecte risico's van verspreiding en doorvergiftiging van PFAS naar het grondwater.¹³

¹¹ Stadsontwikkeling. Notitie Nadere uitwerking van het toetsingskader actuele gezondheidsrisico's bij bodemverontreiniging. 24 november 2017

¹² Besproken in overleg SO, DCMR en GGD d.d. 31 oktober 2019

¹³ Memo RIVM: Overzicht van risicogrenzen voor PFOS, PFOA en GenX ten behoeve van een tijdelijk handelingskader voor het toepassen van grond en baggerspecie op of in de landbodem, 4 maart 2019

De EFSA werkt aan een opinie over PFOS en PFOA. Naar verwachting verschijnt deze in de loop van 2020. Onderstaande gezondheidkundige advieswaarden zijn de op dit moment geldende advieswaarden van het RIVM, maar kunnen op basis van nieuwe wetenschappelijke inzichten worden aangepast of uitgebreid.

Tabel 8: Gezondheidskundige risicowaarde PFOA, PFOA en GenX in grond (OS = 10%)		
	(Wonen met) grote moestuin	Wonen met tuin
PFOS	92 µg/kg	1200 µg/kg
PFOA	86 µg/kg	1100 µg/kg
GenX	8 µg/kg	97 µg/kg

Vinylchloride

De SRC humaan voor vinylchloride is 0,4 microgram/l voor grondwater en circa 0,0086 mg/kg voor grond (berekend met Sanscrit). Dat betekent dat volgens de modelberekeningen boven deze gehalten een overschrijding van de TCL (Toelaatbare Concentratie Lucht) is te verwachten door uitdamping in de woning. In de praktijk blijkt dat echter niet te gebeuren. Op basis van de resultaten van praktijkonderzoek heeft het RIVM in 2013 daarom geadviseerd om bij gehalten vinylchloride in grondwater onder de interventiewaarde geen binnenluchtonderzoek uit te voeren (RIVM-rapport 607711013). De interventiewaarde voor vinylchloride in grondwater is 5 microgram/l en voor vinylchloride in grond 0,1 mg/kg.

Binnenluchtmetingen bij bodemverontreinigingen met (o.a.) hoge vinylchloridegehalten in grondwater die vele malen hoger zijn dan de interventiewaarde (1000x of meer), laten zien dat de Toelaatbare Concentratie in de Lucht (TCL) zelden wordt overschreden. Op basis van de resultaten van eerder uitgevoerde binnenluchtmetingen, hanteert de GGD het uitgangspunt dat bij aanwezigheid van een goede kwaliteit vloer (lees: een betonnen of dampdichte vloer) tot een gehalte van 100 microgram/l vinylchloride in grondwater geen relevante uitdamping naar de woning is te verwachten. In die situaties kan 100 µg/l als gezondheidkundige risicowaarde gehanteerd worden. Bij afwezigheid van een betonnen of dampdichte vloer, is 5 µg/l de risicowaarde. Voor grond kan de interventiewaarde van 0,1 mg/kg worden aangehouden als gezondheidkundige risicowaarde.

Bijlage 1: overzicht van gezondheidkundige risicowaarden Wonen met tuin – organisch stofgehalte 10%

Risicowaarden voor 'wonen met tuin' - organisch stofgehalte 10%. Bij OS-gehalte < 10% is beoordeling in Sanscrit nodig, behalve voor metalen (groep 1).
N.B. De gezondheidkundige risicowaarden moeten worden gezien als een indicatie van het gehalte waarboven mogelijk gezondheidsrisico's kunnen optreden. Deze risicowaarden houden geen rekening met combinatietoxiciteit. Ook als de gehalten van alle individuele stoffen lager zijn dan de gezondheidkundige risicowaarden, kan er in sommige gevallen wel een gezondheidsrisico zijn door combinatietoxiciteit.

Stof (alfabetisch)	Groep ^{a)}	Grond			Grondwater		
		Interventiewaarde/indicatief niveau (mg/kg d.s.) ^{b)}	Gezondheidkundige risicowaarde (mg/kg d.s.) ^{c)}	opmerkingen	Interventiewaarde/indicatief niveau (µg/l) ^{b)}	Gezondheidkundige risicowaarde (µg/l) ^{c)}	opmerkingen
1,1,1-trichloorethaan	5a	15	7		300	1300	
1,1,2-trichloorethaan	5a	10	5		130	1053	
1,1-dichloorethaan	5a	15	8		900	3800	
1,1-dichlooretheen	5a	0,3	0,1		10	30	
1,2-dichloorethaan	5a	6,4	6,4		400	3100	
1,2-dichlooretheen (som)	5a	1	0,3		20	75	
Acrylonitril	7	0,1	0,4		5	513	
Antimoon	1	22	21				
Arseen	1	76	76	Zie toelichting			
Asbest	7	100	100	Zie toelichting			
Atrazine	6e	0,71	18				
Azinfosmethyl	7	2	294				
Barium	1	-	8533				
Benzeen	3	1,1	1,1		30	245	Aangepast o.b.v. Sanscrit 2017
Beryllium	1	30	300				
Butanol	7	30	353		5600	606000	
Butylacetaat (1,2-butylacetaat)	7	200	882		6300	359000	
Cadmium	1	13	44				
Carbaryl	6e	0,45	106				
Carbofuran	6e	0,017	5				
Catechol	3	20	457				

Risicowaarden voor 'wonen met tuin' - organisch stofgehalte 10%. Bij OS-gehalte < 10% is beoordeling in Sanscrit nodig, behalve voor metalen (groep 1).
N.B. De gezondheidskundige risicowaarden moeten worden gezien als een indicatie van het gehalte waarboven mogelijk gezondheidsrisico's kunnen optreden. Deze risicowaarden houden geen rekening met combinatietoxiciteit. Ook als de gehalten van alle individuele stoffen lager zijn dan de gezondheidskundige risicowaarden, kan er in sommige gevallen wel een gezondheidsrisico zijn door combinatietoxiciteit.

Stof (alfabetisch)	Groep ^{a)}	Grond			Grondwater		
		Interventiewaarde/indicatief niveau (mg/kg d.s.) ^{b)}	Gezondheidskundige risicowaarde (mg/kg d.s.) ^{c)}	opmerkingen	Interventiewaarde/indicatief niveau (µg/l) ^{b)}	Gezondheidskundige risicowaarde (µg/l) ^{c)}	opmerkingen
Chloordaan (som)	6a	4	24				
Chloormethylfenolen	5	15	183	op basis van meest kritische stof in groep: 4-chloro-2-methylfenol			
Chloornaftaleen (som)	5e	23	18	op basis van meest kritische stof in groep: 1-chloornaftaleen			
Chloroform (trichloormethaan)	5a	5,6	5,6		400	1800	Aangepast o.b.v. Sanscrit 2017
Chroom (III)	1	180	2756				
Chroom (VI)	1	78	78				
Cresolen (som)	3	13	324		200	127000	
Cyaniden (vrij of complex)	2	Cyanide vrij: 20 Cyanide complex: 50	-	Zie toelichting	1500	(75)	Zie toelichting.
Cyclohexanon	7	150	200		15000	250000	Aangepast o.b.v. Sanscrit 2017
DDD (som)	6a	34	41				
DDE (som)	6a	2,3	17				
DDT (som)	6a	1,7	30				
Dichloorbenzenen (som)	5b	19	476	op basis van meest kritische stof in groep: 1,2-dichlorobenzeen			
Dichloorfenol (som)	5c	22	26	op basis van meest kritische stof in groep: 3,5-dichloorfenol			
Dichloormethaan (methyleenchloride)	5a	3,9	68		1000	55827	
Dichloorpropanen (som)	5a	2	0,7		80	300	Aangepast o.b.v. Sanscrit 2017

Risicowaarden voor 'wonen met tuin' - organisch stofgehalte 10%. Bij OS-gehalte < 10% is beoordeling in Sanscrit nodig, behalve voor metalen (groep 1).
N.B. De gezondheidskundige risicowaarden moeten worden gezien als een indicatie van het gehalte waarboven mogelijk gezondheidsrisico's kunnen optreden. Deze risicowaarden houden geen rekening met combinatietoxiciteit. Ook als de gehalten van alle individuele stoffen lager zijn dan de gezondheidskundige risicowaarden, kan er in sommige gevallen wel een gezondheidsrisico zijn door combinatietoxiciteit.

Stof (alfabetisch)	Groep ^{a)}	Grond			Grondwater		
		Interventiewaarde/indicatief niveau (mg/kg d.s.) ^{b)}	Gezondheidskundige risicowaarde (mg/kg d.s.) ^{c)}	opmerkingen	Interventiewaarde/indicatief niveau (µg/l) ^{b)}	Gezondheidskundige risicowaarde (µg/l) ^{c)}	opmerkingen
Diethyleenglycol	7	270	314				
Dioxine (som I-TEQ)	5e	0,00018	0,00015	op basis van meest kritische stof in groep: 2,3,7,8-TCDD			
Dodecylbenzeen	3	1000	2215				
Drins (som)	6a	4	0,32	op basis van meest kritische stof in groep: aldrin Zie toelichting			
Aldrin		0,32					
Endosulfan (α; alfa)	6a	4	3622				
Ethylacetaat	7	75	938		15000	1.668.000	
Ethylbenzeen	3	110	111		150	5500	
Ethyleenglycol	7	100	412				
Fenol	3	14	390		2000	165.000	Aangepast o.b.v. Sanscrit 2017
Formaldehyde	7	0,1	0,1		50	400	Aangepast o.b.v. Sanscrit 2017
Ftalaten (som)	7	-	60	op basis van meest kritische stof in groep: dihexylftalaat			
HCH (γ; gamma)	6a	1,2	1,3				
Heptachloor	6a	4	10	N.B. diepte verontreiniging t.o.v. kruipruimte heeft grote invloed op risicowaarde			
Heptachloorepoxide	6a	4	2	N.B. diepte verontreiniging t.o.v. kruipruimte heeft grote invloed op risicowaarde			
Hexachloorbenzeen	5b	2	2				

Risicowaarden voor 'wonen met tuin' - organisch stofgehalte 10%. Bij OS-gehalte < 10% is beoordeling in Sanscrit nodig, behalve voor metalen (groep 1).
N.B. De gezondheidskundige risicowaarden moeten worden gezien als een indicatie van het gehalte waarboven mogelijk gezondheidsrisico's kunnen optreden. Deze risicowaarden houden geen rekening met combinatietoxiciteit. Ook als de gehalten van alle individuele stoffen lager zijn dan de gezondheidskundige risicowaarden, kan er in sommige gevallen wel een gezondheidsrisico zijn door combinatietoxiciteit.

Stof (alfabetisch)	Groep ^{a)}	Grond			Grondwater		
		Interventiewaarde/indicatief niveau (mg/kg d.s.) ^{b)}	Gezondheidskundige risicowaarde (mg/kg d.s.) ^{c)}	opmerkingen	Interventiewaarde/indicatief niveau (µg/l) ^{b)}	Gezondheidskundige risicowaarde (µg/l) ^{c)}	opmerkingen
Hydrochinon	3	-	96				
Isopropanol	7	220	2305		31000	5.210.000	
Kobalt	1	190	23	Zie toelichting			
Koper	1	190	8295				
Kwik (anorganisch)	1	36	133				
Lood	1	530	Zie toelichting	Zie toelichting			
Maneb	6	22	30443				
MCPA	6d	4	2				
MEK (methylethylketon)	7	35	123		6000	400.000	
Methanol	7	30	627		24.000	2.500.000	
Minerale olie C10-C40	7	5000	300 (C10-C20) 19000 (C20-C40)	Zie toelichting	600	400	Zie toelichting
Minerale olie (vluchtig)	-	-	1,1	Op basis van benzeen. Zie toelichting	-	245	Op basis van benzeen. Zie toelichting
Molybdeen	1	190	1241				
Monochlooranilinen (som)	5e	50	45				
Monochloorbenzeen	5b	15	113				
Monochloorfenol (som)	5c	5,4	40	op basis van meest kritische stof in groep: 2-chloorfenol			
MTBE	7	100	45	Aangepast op basis van Sanscrit 2017	9400	43.000	Aangepast op basis van Sanscrit 2017
Naftaleen			378 - 870	N.B. diepte verontreiniging t.o.v. kruipruimte			

Risicowaarden voor 'wonen met tuin' - organisch stofgehalte 10%. Bij OS-gehalte < 10% is beoordeling in Sanscrit nodig, behalve voor metalen (groep 1).
N.B. De gezondheidskundige risicowaarden moeten worden gezien als een indicatie van het gehalte waarboven mogelijk gezondheidsrisico's kunnen optreden. Deze risicowaarden houden geen rekening met combinatietoxiciteit. Ook als de gehalten van alle individuele stoffen lager zijn dan de gezondheidskundige risicowaarden, kan er in sommige gevallen wel een gezondheidsrisico zijn door combinatietoxiciteit.

Stof (alfabetisch)	Groep ^{a)}	Grond			Grondwater		
		Interventiewaarde/indicatief niveau (mg/kg d.s.) ^{b)}	Gezondheidskundige risicowaarde (mg/kg d.s.) ^{c)}	opmerkingen	Interventiewaarde/indicatief niveau (µg/l) ^{b)}	Gezondheidskundige risicowaarde (µg/l) ^{c)}	opmerkingen
				heeft grote invloed op risicowaarde			
Nikkel	1	100	1466				
Organotinverbindingen (som)	6c	2,5	77	op basis van meest kritische stof in groep: tributyltinoxide			
PAK (som)	4	40	320	op basis van meest kritische stof in groep: BaP ¹⁴			
antraceen			27200				
fluorantheen			34700				
fenantreen			26300				
benzo(a)antraceen			3440				
chryseen			37000				
benzo(a)pyreen B(a)P			320				
benzo(k)fluorantheen			3660				
indeno(1,2,3-c,d)pyreen			3640				
benzo(g,h,i)peryleen			22250				
PCB's (som)	5d	1	1 (signaalwaarde combinatietoxiciteit)	Zie toelichting			
Pentachloorbenzeen	5b	6,7	6,7				
Pentachloorfenol	5c	12	19				
PFAS, PFOA, GenX			Zie toelichting	Zie toelichting			
Pyridine	7	11	11		30	2130	
Resorcinol	3	-	19				

¹⁴ bij overschrijding: individuele PAK's toetsen, inclusief combinatietoxicologie

Risicowaarden voor 'wonen met tuin' - organisch stofgehalte 10%. Bij OS-gehalte < 10% is beoordeling in Sanscrit nodig, behalve voor metalen (groep 1).
 N.B. De gezondheidskundige risicowaarden moeten worden gezien als een indicatie van het gehalte waarboven mogelijk gezondheidsrisico's kunnen optreden. Deze risicowaarden houden geen rekening met combinatietoxiciteit. Ook als de gehalten van alle individuele stoffen lager zijn dan de gezondheidskundige risicowaarden, kan er in sommige gevallen wel een gezondheidsrisico zijn door combinatietoxiciteit.

Stof (alfabetisch)	Groep ^{a)}	Grond			Grondwater		
		Interventiewaarde/indicatief niveau (mg/kg d.s.) ^{b)}	Gezondheidskundige risicowaarde (mg/kg d.s.) ^{c)}	opmerkingen	Interventiewaarde/indicatief niveau (µg/l) ^{b)}	Gezondheidskundige risicowaarde (µg/l) ^{c)}	opmerkingen
Seleen	1	100	322				
Styreen (vinylbenzeen)	3				300	21150	
Tellurium	1	600	778				
Tetrachloorbenzenen (som)	5b	2,2	2,1	op basis van meest kritische stof in groep: 1,2,4,5-tetrachlorobenzeen			
Tetrachlooretheen (per)	5a	8,8	8,8		40	500	Aangepast o.b.v. Sanscrit 2017
Tetrachloorfenol (som)	5c	21	79	op basis van 2,3,4,6-tetrachloorfenol			
Tetrachloormethaan (tetra)	5a	0,7	0,7		10	180	Aangepast o.b.v. Sanscrit 2017
Tetrahydrofuran	7	7	6,76				
Tetrahydrothiofeen	7	8,8	8,8	N.B. overschrijding geurdrempel	5000	5000	N.B. overschrijding geurdrempel
Thallium	1	15	149				
Thiocyanaten	2	20	-		1500	30900	op basis van thiocynaat
Tin	1	900	437000				
Tolueen	3	32	32		1000	4000	Aangepast o.b.v. Sanscrit 2017
Tribroommethaan (bromoform)	5a	75	91		630	10350	
Trichloormethaan (chloroform)	5a	5,6	5,6		400	1800	Aangepast o.b.v. Sanscrit 2017
Trichloorbenzenen (som)	5b	11	12	op basis van meest kritische stof in groep: 1,3,5-trichlorobenzeen			
Trichlooretheen (Tri)	5a	2,5	10		500	1400	Aangepast o.b.v. Sanscrit 2017

Risicowaarden voor 'wonen met tuin' - organisch stofgehalte 10%. Bij OS-gehalte < 10% is beoordeling in Sanscrit nodig, behalve voor metalen (groep 1).
 N.B. De gezondheidskundige risicowaarden moeten worden gezien als een indicatie van het gehalte waarboven mogelijk gezondheidsrisico's kunnen optreden. Deze risicowaarden houden geen rekening met combinatietoxiciteit. Ook als de gehalten van alle individuele stoffen lager zijn dan de gezondheidskundige risicowaarden, kan er in sommige gevallen wel een gezondheidsrisico zijn door combinatietoxiciteit.

Stof (alfabetisch)	Groep ^{a)}	Grond			Grondwater		
		Interventiewaarde/indicatief niveau (mg/kg d.s.) ^{b)}	Gezondheidskundige risicowaarde (mg/kg d.s.) ^{c)}	opmerkingen	Interventiewaarde/indicatief niveau (µg/l) ^{b)}	Gezondheidskundige risicowaarde (µg/l) ^{c)}	opmerkingen
Trichloorfenol (som)	5c	22	186	op basis van meest kritische stof in groep: 2,3,4-trichloorfenol			
Vanadium	1	250	1244				
Vinylchloride (monochlooretheen)	5a	0,1	0,1	Zie toelichting	5	5 - 100	zie toelichting
Xylenen (som)	3	17	108		70	9200	
Zilver	1	15	388				
Zink	1	720	51033				

a) Indeling volgens Circulaire bodemsanering 2013:

1 = Metalen

2 = Overige anorganische stoffen

3 = Aromatische verbindingen

4 = Polycyclische Aromatische Koolwaterstoffen

5 = Gechloreerde koolwaterstoffen

5a = Gechloreerde koolwaterstoffen (vluchtig)

5b = Gechloreerde koolwaterstoffen (chloorbenzenen)

5c = Gechloreerde koolwaterstoffen (chloorfenolen)

5d = Gechloreerde koolwaterstoffen (polychloorbifenylen; PCB's)

5e = Gechloreerde koolwaterstoffen (overig)

6 = Bestrijdingsmiddelen

6a = Bestrijdingsmiddelen (organochloor)

6b = Bestrijdingsmiddelen (organofosforpesticiden)

6c = Bestrijdingsmiddelen (organotin)

6d = Bestrijdingsmiddelen (chloorfenoxy-azijnzuur herbiciden)

6e = Bestrijdingsmiddelen (overig)

7 = Overige stoffen

b) bron: Circulaire bodemsanering 2013 (Staatscourant nr. 67, 27 juni 2013)

c) bron: SRC humaan, op basis van CSOIL2000 (tenzij anders vermeld) en controle in Sanscrit 2017

**GGD****Rotterdam-Rijnmond**

Bijlage 2

A. Risicowaarden Wonen met tuin – organisch stofgehalte 2% ¹⁵

Risicowaarden Wonen met tuin – organisch stofgehalte 2%			
Stof (alfabetisch)	Groep^a	Grond	
		Interventiewaarde/indicatief niveau (mg/kg d.s.)^b	Gezondheidskundige risicowaarde wonen+tuin bij 2% organische stof (mg/kg)
Arseen [As]	1	76	76
Barium [Ba]	1	-	8533
Cadmium [Cd]	1	13	44
Chroom [Cr]	1	180	2756
DDD (som)	6a	34	9,3
DDE (som)	6a	2,3	3,56
DDT (som)	6a	1,7	6,6
Drins (Aldrin+Dieldrin+Endrin)	6a	4	1 (geen risicowaarde maar signaalwaarde om te toetsen op combinatie-toxicologie)
Aldrin	6a	0,32	0,063
Dieldrin	6a		2,06
Endrin	6a		3,6
Kobalt [Co]	1	190	23
Koper [Cu]	1	190	8295
Kwik [Hg]	1	36	133
Lood [Pb]	1	530	370 (onvoldoende kwaliteit)
Molybdeen [Mo]	1	190	1241
Nikkel [Ni]	1	100	1466
PAK 10 VROM	4	40	320
PCB (som 7)	5d	1	0,2 (signaalwaarde om te toetsen op combinatie-toxicologie)
Zink [Zn]	1	720	51033
naftaleen	4		77,8
antraceen	4		29300
fluorantheen	4		35100
fenantreen	4		26500
benzo(a)antraceen	4		3470
chryseen	4		36816
benzo(a)pyreen	4		320
benzo(k)fluorantheen	4		3660

¹⁵ Risicowaarden afgeleid door I-bureau Stadsontwikkeling Rotterdam op basis van Sanscrit, ten behoeve van project lood in bodem, mei 2017

Risicowaarden Wonen met tuin – organisch stofgehalte 2%			
Stof (alfabetisch)	Groep^a	Grond	
		Interventiewaarde/indicatief niveau (mg/kg d.s.)^{b)}	Gezondheidskundige risicowaarde wonen+tuin bij 2% organische stof (mg/kg)
indeno(1,2,3-c,d)pyreen	4		3640
benzo(g,h,i)peryleen	4		22250
tributyltinoxide	6a		23
trifenylnin	6a		364000
PCB-28	5d		0,149
PCB-52	5d		0,0575
PCB-101	5d		0,13
PCB-118	5d		0,505
PCB-138	5d		0,0668
PCB-153	5d		0,098
PCB-180	5d		0,0345
Chlooraan	6a		5,2
Hexachloorbenzeen	6a		0,53
Heptachloorepoxide	6a		0,37
gamma HCH	6a		0,28
Heptachloor	6a		1,64
alfa-Endosulfan	6a		4120
Minerale olie C 10 - C 20	7a		60* (400 indien geen uitdamping naar binnenlucht)
Minerale olie C 20 - C 40	7a		19000

* *Indicatieve gezondheidskundige risicowaarde, zie ook toelichting in de tekst over minerale olie.*

B. Risicowaarden Moestuï – organisch stofgehalte 10% ^{16,17}

Risicowaarden Moestuï – organisch stofgehalte 10%			
Stof (alfabetisch)	Groep^{a)}	Grond	
		Interventiewaarde/indicatief niveau (mg/kg d.s.)^{b)}	Gezondheidskundige risicowaarde moestuï bij 10% organische stof (mg/kg)
Arseen [As]	1	76	50*
Barium [Ba]	1	-	1085
Cadmium [Cd]	1	13	3,4
Chroom [Cr]	1	180	700
DDD (som)	6a	34	8,5
DDE (som)	6a	2,3	3,23
DDT (som)	6a	1,7	6
Drins (Aldrin+Dieldrin+Endrin)	6a	4	1 (geen risicowaarde maar signaalwaarde om te toetsen op combinatie-toxicologie)
Aldrin	6a	0,32	0,06
Dieldrin	6a		1,44
Endrin	6a		2,38
Kobalt [Co]	1	190	15
Koper [Cu]	1	190	1000
Kwik [Hg]	1	36	10
Lood [Pb]	1	530	260
Molybdeen [Mo]	1	190	89
Nikkel [Ni]	1	100	910
PAK 10 VROM	4	40	100
PCB (som 7)	5d	1	0,18 (signaalwaarde om te toetsen op combinatie-toxicologie)
Zink [Zn]	1	720	3685
naftaleen	4		430
antraceen	4		28640
fluorantheen	4		20000
fenantreen	4		5600
benzo(a)antraceen	4		2400
chryseen	4		36750
benzo(a)pyreen	4		100
benzo(k)fluorantheen	4		3560
indeno(1,2,3-c,d)pyreen	4		3388
benzo(g,h,i)peryleen	4		22130

¹⁶ Scenario moestuïnen/volkstuïnen in Sanscrit: het gaat om grote moestuïnen, waarbij de gebruikers vrijwel alle groenten die ze eten uit deze moestuïnen halen.

¹⁷ Risicowaarden afgeleid door I-bureau Stadsontwikkeling Rotterdam op basis van Sanscrit, ten behoeve van project lood in bodem, mei 2017

Risicowaarden Moestuin – organisch stofgehalte 10%			
Stof (alfabetisch)	Groep^{a)}	Grond	
		Interventiewaarde/indicatief niveau (mg/kg d.s.)^{b)}	Gezondheidskundige risicowaarde moestuin bij 10% organische stof (mg/kg)
tributyltinoxide	6a		12,74
trifenyltin	6a		191689
PCB-28	5d		0,138
PCB-52	5d		0,05
PCB-101	5d		0,12
PCB-118	5d		0,46
PCB-138	5d		0,06
PCB-153	5d		0,089
PCB-180	5d		0,03
Chloordaan	6a		4,88
Hexachloorbenzeen	6a		0,51
Heptachloorepoxide	6a		2,64
gamma HCH	6a		0,168
Heptachloor	6a		3,69
alfa-Endosulfan	6a		3070
Minerale olie C10 - C20	7a		200** (700 indien geen uitdamping naar binnenlucht)
Minerale olie C20 - C40	7a		19000

* Zie toelichting in de tekst over arseen

** Indicatieve gezondheidskundige risicowaarde, zie ook toelichting in de tekst over minerale olie.

C. Risicowaarden Moestuï – organisch stofgehalte 2% ^{18,19}

Risicowaarden Moestuï – organisch stofgehalte 2%			
Stof (alfabetisch)	Groep^{a)}	Grond	
		Interventiewaarde/indicatief niveau (mg/kg d.s.)^{b)}	Gezondheidskundige risicowaarde moestuin bij 2% organische stof (mg/kg)
Arseen [As]	1	76	50*
Barium [Ba]	1	-	1085
Cadmium [Cd]	1	13	3,4
Chroom [Cr]	1	180	700
DDD (som)	6a	34	1,73
DDE (som)	6a	2,3	0,66
DDT (som)	6a	1,7	1,22
Drins (Aldrin+Dieldrin+Endrin)	6a	4	0,15 (geen risicowaarde maar signaalwaarde om te toetsen op combi-toxicologie)
Aldrin	6a	0,32	0,012
Dieldrin	6a		0,29
Endrin	6a		0,48
Kobalt [Co]	1	190	15
Koper [Cu]	1	190	1000
Kwik [Hg]	1	36	10
Lood [Pb]	1	530	260
Molybdeen [Mo]	1	190	89
Nikkel [Ni]	1	100	910
PAK 10 VROM	4	40	88
PCB (som 7)	5d	1	0,04 (signaalwaarde om te toetsen op combinatie-toxicologie)
Zink [Zn]	1	720	3685
naftaleen	4		88
antraceen	4		28600
fluorantheen	4		26200
fenantreen	4		15700
benzo(a)antraceen	4		2400
chryseen	4		36900
benzo(a)pyreen	4		100
benzo(k)fluorantheen	4		3570
indeno(1,2,3-c,d)pyreen	4		3400
benzo(g,h,i)peryleen	4		22000

¹⁸ Scenario moestuinen/volkstuinen in Sanscrit: het gaat om grote moestuinen, waarbij de gebruikers vrijwel alle groenten die ze eten uit deze moestuin halen.

¹⁹ Risicowaarden afgeleid door I-bureau Stadsontwikkeling Rotterdam op basis van Sanscrit, ten behoeve van project lood in bodem, mei 2017

Risicowaarden Moestuin – organisch stofgehalte 2%			
Stof (alfabetisch)	Groep^{a)}	Grond	
		Interventiewaarde/indicatief niveau (mg/kg d.s.)^{b)}	Gezondheidskundige risicowaarde moestuin bij 2% organische stof (mg/kg)
tributyltinoxide	6a		2,65
trifenyltin	6a		300500
PCB-28	5d		0,028
PCB-52	5d		0,01065
PCB-101	5d		0,0245
PCB-118	5d		0,097
PCB-138	5d		0,01215
PCB-153	5d		0,018
PCB-180	5d		0,0063
Chloordaan	6a		0,99
Hexachloorbenzeen	6a		0,099
Heptachloorepoxide	6a		0,54
gamma HCH	6a		0,034
Heptachloor	6a		0,75
alfa-Endosulfan	6a		2961
Minerale olie C10 - C20	7a		40** (150 indien geen uitdamping naar binnenlucht)
Minerale olie C20 - C40	7a		19000

* Zie toelichting in de tekst over arseen

** Indicatieve gezondheidskundige risicowaarde, zie ook toelichting in de tekst over minerale olie.