

Tijd voor koffie met een toefje grond!

Inzichten voor herijking van het Amsterdamse bodemsaneringsbeleid



Ira Helsloot
Jaap Hanekamp
Jasper Haen

Mei 2019

Dit onderzoek is uitgevoerd in opdracht van de gemeente Amsterdam.

Auteurs

prof. dr. Ira Helsloot

dr. Jaap Hanekamp

Jasper Haen MSc

Mei 2019

Crisislab is de onderzoeksgroep die het onderzoek van de leeropdracht Besturen van Veiligheid van de Radboud Universiteit Nijmegen ondersteunt. De doelstelling van Crisislab is de ontwikkeling en verspreiding van kennis op het domein van crisisbeheersing en veiligheidszorg. Voor Crisislab is een kernactiviteit het verrichten van empirisch gefundeerd onderzoek op het veiligheidsdomein, omdat momenteel feiten vaak ontbreken bij beleidsvorming en discussies op het terrein van het besturen van veiligheid. Op basis van dit onderzoek adviseren we overheden en bedrijven om tot redelijk en proportioneel veiligheidsbeleid te komen. De oefeningen en trainingen die wij verzorgen zijn gericht op het realistisch leren omgaan met crisismechanismen en met de veerkrachtige samenleving.

Crisislab

Dashorsterweg 1

3927 CN Renswoude

www.crisislab.nl

Het Nederlandse bodemsaneringsbeleid is de resultante van ruim veertig jaar beleidsontwikkeling. Een belangrijke aanjagende kracht was op verschillende momenten de publieke verontwaardiging toen we ontdekten dat op veel locaties gevaarlijke stoffen zonder controle werden gestort. Het acuut saneren van locaties maar ook het direct vastleggen van strenge bodemnormen leek daarmee noodzakelijk. Wetenschappelijke kennis over het werkelijk effect van bodemverontreiniging ontbrak nog op die momenten. Regelmatig ontdekten we na enkele jaren dat de normen te streng en, vooral, onwerkbaar waren. Dit leidde dan weer tot aanpassingen op onderdelen van het beleid om toch betaalbaar met licht verontreinigde grond om te kunnen gaan. Als metafoor: het resulterende bodemveiligheidsbeleid is een vrijstaand huis met veel 'goedjaarseindjes' in de woonwijk van het Nederlandse veiligheidsbeleid.

Deze risico-regelreflex in het bodembeleid lijkt zich ook nu nog te blijven herhalen wanneer weer 'nieuwe' gevaarlijke stoffen in de bodem worden ontdekt zoals bijvoorbeeld GenX.

Dit rapport plaatst het Nederlandse bodembeleid gericht op de bescherming van mensen in het perspectief van recente kennis over het effect van verschillende gevaarlijke stoffen op de mens. Hierdoor wordt beoogd een discussie mogelijk te maken over een herijking van het Nederlandse bodemsaneringsbeleid in een proportionele richting.

Die herijking is noodzakelijk omdat de grote maatschappelijk opgave voor huisvesting en energietransitie vergt dat de bodem creatief, innovatief en integraal beheert en gebruikt wordt.

De resultaten van ons vergelijkend onderzoek laten zien dat de Nederlandse bodemnormen voor de functie 'wonen' voor veel stoffen simpelweg veel te streng zijn: de grenswaardes komen dan grosso modo overeen met blootstelling van minder dan een procent van de blootstelling via andere routes zoals voedsel of

soms zelfs van minder dan een procent van de *aanbevolen* dagelijkse hoeveelheid.

Voor een beperkt aantal stoffen, zoals lood, zijn de recente inzichten juist dat zij ook in de zeer kleine hoeveelheden nog steeds een negatief effect hebben. In deze gevallen moet realistisch gesproken geconstateerd worden dat sanering 'naar nul' onmogelijk is. Gelukkig is dat ook niet noodzakelijk wanneer de samenleving zelf meer betrokken wordt bij het bodembeleid: het eigen handelen kan inname van bodem verminderen en de kleinste restrisico's kunnen vrijwillig genomen worden in ruil voor het voordeel van het wonen in bijvoorbeeld de Amsterdamse binnenstad.

Wij concluderen dat voor het Nederlandse bodemsaneringsbeleid 'sloopnieuwbouw' wenselijk is.

Echter, zelfs met het huidige beleid is veel meer gemeentelijk redelijkheid mogelijk dan nu gebruikelijk is. Om die ruimte te gebruiken is het wenselijk, zelfs noodzakelijk, dat een toolbox voor bestuur en beleidsmakers beschikbaar komt conform de uitgangspunten van het recente Rijksrisicobeleid uit 2015. Die toolbox moet het palet aan andere verstandige maatregelen dan simpelweg saneren beschrijven.



1	Inleiding	5
2	Een kleine historische schets van het bodembeleid in Nederland	7
3	De huidige bodemnormen ontrafeld	11
4	PAK's – Verstoep in alledaagse producten	15
5	Zware metalen – Stoffen die (soms) fysiek noodzakelijk zijn	18
6	PFAS – 'Nieuwe' risico's die soms van nature voorkomen	21
7	Nuchter omgaan met bodemrisico's	23
8	Het geheel overziend	27
	Bijlage A. De berekeningen van hoofdstuk 4 toegelicht	29
	Bijlage B. De berekeningen van hoofdstuk 5 toegelicht	33
	Bijlage C. De berekeningen van hoofdstuk 6 toegelicht	36
	Bijlage D. De berekeningen van hoofdstuk 7 toegelicht	37
	Bijlage E. Bodemsaneringsnormen voor woonzones in verschillende landen	39
	Eindnoten: literatuurverwijzingen	40

1. Inleiding



De gemeente Amsterdam stelt zich de vraag wat verstandig bodemsaneringsbeleid is. De stad ligt bezaaid met locaties waar de grond verontreinigd lijkt. Met nadruk 'lijkt' want wat is bodemverontreiniging eigenlijk? In haar opdracht geeft dit rapport de visie van Crisislab op ontstaan, redelijkheid en mogelijke beleidskeuzes voor de toekomst.

Aanleiding voor dit rapport

Bodemverontreiniging is sinds de jaren zeventig en tachtig nadrukkelijk in beeld als een risico voor het milieu en de mens. Het beleidsmatige antwoord op dit risico, bodembeleid als onderdeel van het bredere milieubeleid, heeft er bijvoorbeeld voor gezorgd dat de sloten zonder leven uit die jaren zijn verdwenen.

De laatste jaren lijken er nieuwe bodemrisico's op te duiken door aandacht voor nieuwe stoffen als PFAS en GenX, en door aanscherping van de maximale hoeveelheden van sommige stoffen zoals lood waaraan mensen blootgesteld mogen worden. Bij de aanpak hiervan bekruipt Amsterdam soms het gevoel dat teruggekeerd wordt naar de beginjaren van bodemsanering, waarbij schoon het saneringsdoel was. En de bodemsanering van vandaag kan morgen achterhaald zijn.

Anderzijds wordt juist de vraag naar de redelijkheid van het huidige kostbare bodembeleid in de huidige omstandigheden gesteld doordat we meer weten over de relatieve onschadelijkheid van veel stoffen die nu nog streng genormeerd in het bodembeleid zijn.

Een herijking van het bodembeleid is dus mogelijk nuttig. De discussie daarover kan en moet niet alleen door bodemexperts gevoerd worden want het gaat om risico's die de samenleving betreffen en om

maatschappelijke middelen die verstandig moeten worden ingezet. Op dit moment is informatie over nut en noodzaak van het bodembeleid vooral technisch van aard.

Dit rapport wil de noodzakelijke maatschappelijke discussie over een herijking van het bodembeleid faciliteren door voor een breder publiek de oorsprong en evolutie van bodembeleid te belichten en de huidige bodemnormen uit te zetten tegen normen uit andere 'disciplines'.

De vraag wat proportioneel bodembeleid zou moeten zijn, dus bodembeleid waarbij de kosten en baten in evenwicht zijn, is leidend in dit rapport. En dat is ons inziens terecht omdat de financiële middelen van de overheid niet onbeperkt zijn. Ook een veiligheidseuro kan maar een keer worden uitgegeven. Het mag op voorhand duidelijk zijn dat deze insteek niet bij iedereen in goede aarde zal vallen: voor sommigen gaat 'veiligheid boven alles'. Een ander bezwaar van sommigen zal zijn dat in dit rapport de humaan-toxicologische risico's centraal staan en dus niet de gezondheid van bodemleven.

Een extra reden om juist nu de discussie te voeren is dat volgend jaar het Convenant bodem en ondergrond 2016-2020 afloopt waarin Rijk, provincies, gemeenten, waterschappen en het bedrijfsleven afspraken gemaakt hebben over de landelijke opgave

voor sanering van de bodem. Ook staat de overgang naar de Omgevingswet voor de deur die gemeentes meer ruimte moet geven voor een eigen afweging.

Leeswijzer

In hoofdstuk 2 is de oorsprong van het Nederlandse bodembeleid geschetst. We beschrijven de achtergrond van de normen.

In de hoofdstuk 3 besteden we aandacht aan de normstelling. We lichten de referentiewaarden toe en beschrijven het onderscheid tussen de bodemfuncties.

In hoofdstuk 4, 5 en 6 vergelijken we de bodemnormen met normen voor voedsel- en drinkwaren. Door alledaagse voorbeelden te gebruiken maken we het strikte karakter van bodemnormen inzichtelijk, terwijl we de technische toelichting aan de zijlijn behandelen.

In hoofdstuk 7 bespreken we onze visie op veiligheidsbeleid en waarom herijking van de bodemnormen in onze ogen noodzakelijk is. Middels een rekenvoorbeeld van een kosten-batenanalyse beargumenteren we deze stelling.

In hoofdstuk 8 vatten we de bevindingen van de hoofdstukken samen.

Voor de leesbaarheid hebben we verwijzingen naar de literatuur in eindnoten opgenomen. Daarnaast is een voetnoot opgenomen met een aparte nummering.

2. Een kleine historische schets van het bodembeleid in Nederland



Bodembescherming is bij wet vastgelegd. De eerste en huidige wet Bodembescherming dateert uit 1987. In 1994 is aan de wet de saneringsregeling toegevoegd. Sinds 2006 wordt in de wet onderscheid gemaakt tussen de verschillende gebruiksfuncties van de bodem.

In dit hoofdstuk schetsen we de ontwikkeling van het bodembeleid in Nederland. We zullen laten zien dat dit, in de toenmalige context begrijpelijkerwijs, gebaseerd is op het voorzorgprincipe, maar door kleine aanpassingen verschillende rationele elementen heeft gekregen.

Het ontstaan van bodembeleid

In de jaren na de Tweede Wereldoorlog, de tijden van de wederopbouw, stond alles in het teken van zo snel mogelijk herstel. Technologische ontwikkelingen en industrialisatie maakten dit ook mogelijk. Positief was de invloed op de welvaart en de publieke gezondheid (zo steeg de levensverwachting van 71,4 in 1950 naar 73,1 in 1970).¹ Negatief was de zichtbare impact op het milieu van al het afval dat nog eigenlijk ongereguleerd werd gestort en geloosd.

Het eerste bodembeleid in Nederland is ontstaan door publieke druk als gevolg van landelijke schandalen.

Vanaf de jaren zeventig zorgde publieke druk daarom voor een andere beleidsmatige koers. In 1972 kwam bijvoorbeeld, nadat actiegroepen 'Strohalm' en 'Bedank voor Stank' de aandacht van de nationale politiek en pers wisten te trekken, een einde aan het in de open lucht verbranden van chemisch afval aan de Diemerzeedijk.

De begrijpelijke publieke onrust die voortkwam uit verscheidene schandalen leidde tot politieke dadendrang. Ook de onbekendheid van wat de dreiging van de bodemverontreiniging nu echt was voor de mens droeg hieraan bij. Van geen maatregelen naar (achteraf te) veel niet onderbouwde maatregelen bleek een kleine stap. Het schandaal Lekkerkerk in 1980 is een klassiek voorbeeld: gebrek aan feitelijke argumentatie was geen bezwaar om de verontreinigde bodem vanuit voorzorg helemaal af te graven.

Eerste wetgeving

De basis voor de huidige wetgeving op het gebied van bodembescherming dateert uit 1971. Eind jaren zestig waren er al wetten op het gebied van lucht- en waterverontreiniging tot stand gekomen, en logischerwijs volgde wetgeving om bodemverontreiniging te regelen. De regering stuurde op 14 april 1971 het Voorontwerp van de Wet inzake bodemverontreiniging naar de Tweede Kamer.² Hierin kreeg de regering de bevoegdheid om algemene regels ter voorkoming en beperking van bodemverontreiniging te stellen. Bovendien werden er regels over de omgang met afvalstoffen opgesteld. Het betrof dus alleen een preventieve benadering om verdere bodemverontreiniging te voorkomen. Van

bodemsanering – ook wel curatieve bodemsanering genoemd – was op dat moment nog geen sprake.

De aanloop naar de Wet bodembescherming

Tot aan 1980 werd alleen de preventieve benadering in wetten vastgelegd: de Wet chemische afvalstoffen (1976)³ en de Afvalstoffenwet (1977).⁴

De ontwikkeling van ook de curatieve aanpak in de Wet bodembescherming (Wbb) komt in een stroomversnelling nadat in de lente van 1980 het Lekkerkerk-schandaal landelijke bekendheid krijgt. Uit de daaropvolgende Ginjaar-inventarisatie blijkt dat er tenminste 350 locaties zo verontreinigd waren dat op korte termijn saneringsmaatregelen getroffen moesten te worden.⁵

De Tweede Kamer roept de regering middels de motie-De Boois op om snel met maatregelen te komen.⁶ Eind 1980 wordt daarom een ontwerp-Wet bodembescherming ingediend met regels ter ‘voorkoming, beperking en ongedaanmaking van de nadelige beïnvloeding van de kwaliteit van de bodem als gevolg van menselijke activiteiten’. Leidend principe is dat elke verontreiniging boven zekere natuurlijke waardes (voor kanttekeningen bij de bepaling daarvan zie het volgende hoofdstuk) uit voorzorg voorkomen moet worden.

Een normaal wetgevingsproces gaat echter langer duren dus wordt, vanuit de gevoelde urgentie om gevaarlijke locaties snel te saneren, besloten om een noodwet in het leven te roepen.⁷ De Interimwet bodemsanering is een feit en treedt (grotendeels) in 1983 in werking.

Deze nieuwe golf van publieke aandacht leidt er bijvoorbeeld ook toe dat in 1982 definitief gestopt wordt met het dumpen van chemisch (en huishoudelijk) afval aan de Diemerzeedijk.

De vervuiler betaalt?

De kostbare saneringsoperaties die worden ingezet, roepen natuurlijk de vraag op wie er moet betalen. In eerste instantie werd gesteld dat er sprake was van een gezamenlijke verantwoordelijkheid van het bedrijfsleven en de overheid. Een voorstel om bij wet heffingen in te stellen voor bepaalde bedrijven wordt echter door de Tweede Kamer weggestemd.⁸ Het zou nadelig kunnen zijn voor de concurrentiepositie van het Nederlandse bedrijfsleven. Bovendien zou het niet

eenvoudig zijn om de veroorzakers aan te wijzen en aansprakelijk te houden voor indertijd legale handelingen.⁹ Resultaat: de overheid saneert en betaalt.



Preventieve bodembescherming

Het duurt tot 1987 totdat een deel van de Wet bodembescherming in werking treedt. Dit deel is zuiver gericht op het voorkómen van aantasting en verontreiniging van de bodem. Vanaf dit moment wordt ook het vóór (historische verontreiniging) en ná (nieuwe verontreiniging) 1987 onderscheid aangehouden. Het uitgangspunt was dat een historische verontreiniging in beginsel multifunctioneel gesaneerd moest worden.¹⁰ Bij multifunctioneel saneren wordt de bodemverontreiniging volledig verwijderd, waarna de bodem geschikt is voor iedere gebruiksfunctie. Deze idealistische ‘smetvrees’ is een typisch voorbeeld van het voorzorgprincipe. Nieuwe verontreiniging moet vanaf 1987 in beginsel geheel worden gesaneerd door de veroorzaker.

De eerste dadendrang werd gestuit door de constatering dat de bodemsaneringsopgave enorm was.

In de weerbarstige praktijk van de Wbb uit 1987 wordt de kanteling al zichtbaar ten aanzien van bodembeleid. Niet langer is het voorkomen of beperken van bodemverontreiniging alleen bepalend, ook het ongedaan maken van veranderingen van hoedanigheden van de bodem krijgt vanaf nu aandacht. Het gaat niet zozeer om de bodem als zodanig, maar om de functies die de bodem (in potentie) heeft. Hier wordt gekeken naar drie sporen: het humaan-toxicologisch risico, risico's voor het ecosysteem en risico's op verspreiding.

Het Tien jaren-scenario bodemsanering

Om tot een permanente saneringsregeling te komen, worden in het tweede deel van de jaren '80 veel inspanningen verricht. Eind 1988 is uiteindelijk een stuurgroep geformeerd die de minister moet adviseren over de toekomst van het bodemsaneringsbeleid. Een dergelijk adviesorgaan werd onder meer noodzakelijk geacht om de keuzes in de aanloop naar een permanente saneringsregeling te voorzien van een fundament van systematisch verzamelde gegevens over de bodemverontreinigingsproblematiek.¹¹

De geformeerde stuurgroep 'Tien jaren-scenario bodemsanering' presenteert in 1989 het gelijknamige advies aan de minister van VROM. In het advies wordt allereerst gesteld dat in het verleden een enorme hypotheek – de verontreiniging – op de bodem is genomen en daarop een dito rentelast – het voorkomen van verspreiding van die verontreiniging – rust. De Ginjaar-inventarisatie had alleen nog gekeken naar stortplaatsen, maar nu werd duidelijk gemaakt dat, bepaald ten opzichte van natuurlijke waardes, 6.000 locaties moesten worden gesaneerd en 100.000 bedrijfsterreinen potentieel in aanmerking kwamen voor sanering. Inzicht in de totale kosten van deze saneringsopgave bestond nog niet, maar dat het veel was, was wel duidelijk.¹²

Een verschuiving van de verantwoordelijkheid voor saneren was volgens de stuurgroep de enige oplossing om niet alleen de overheid voor de kosten op te laten draaien.¹³ De verantwoordelijkheid van de vervuiler moest voorop komen te staan. De stuurgroep erkende wel dat saneringsinspanningen door de overheid noodzakelijk bleven als niemand anders de sanering voor zijn rekening kon nemen en wanneer zich spoedeisende situaties zouden voordoen.¹⁴

Saneringsregeling

Het kwam in 1994 tot een saneringsregeling als onderdeel van de Wet bodembescherming.¹⁵ Daarmee kwam de Interimwet bodemsanering te vervallen.

Inmiddels was een beter beeld ontstaan van de in de praktijk beperkte verhaalsmogelijkheden op partijen buiten de overheid en was de druk achter de snelle aanpak van verontreinigde gebieden afgenomen vanwege het inzicht dat verspreiding van bodemverontreiniging niet snel ging.¹³

De Diemerzeedijk, inmiddels in de perceptie verworden tot een 'poel des verderfs', werd uiteindelijk tussen 1998 en 2001 gesaneerd op kosten van de (vooral de) Rijksoverheid.

De huidige situatie vanaf 2002

In 2002 is de Beleidsvernieuwing Bodemsanering gepubliceerd.¹⁶ Als gevolg hiervan is vanaf 2006 de Wet bodembescherming op een aantal punten gewijzigd.¹⁷ De aanpassingen zijn met name zichtbaar in de saneringsdoelstellingen. De nieuwe doelstellingen gaan uit van een functiegerichte en kosteneffectieve aanpak van bodemverontreiniging, in plaats van het eerdere behoud of herstel van alle functionele eigenschappen van de bodem. In feite kwam daarmee een einde aan het idealistische 'terug naar de oergrond'.

Het zogenaamde multifunctioneel saneren (het volledig schoon maken van de bodem voor elke functie) is uiteindelijk vervangen door het goedkopere functiegericht saneren.

De bodem hoeft vanaf dat moment niet langer in alle gevallen helemaal te worden schoongemaakt. Daarmee is het uitgangspunt min of meer verlaten dat een sanering leidt tot volledige verwijdering van de verontreiniging, de zogenoemde multifunctionele sanering. De referentiewaarden (verder toegelicht in hoofdstuk 3) in combinatie met de bodemfunctie bepalen de saneringsaanpak. Deze aanpak is 30-35% goedkoper dan de saneringsvorm waarbij ieder bodemtype tot dezelfde waarde werd gereinigd.¹⁸ Dit is een eerste stapje terug van het onbetaalbare voorzorgprincipe.

Met ingang van 2008 treedt het Besluit bodemkwaliteit in werking. Dit vervangt het Bouwstoffenbesluit bodem- en oppervlakte-waterenbescherming.¹⁹ Ook hier is de eerder ingezette kanteling zichtbaar. Via dit besluit wil de overheid namelijk het hergebruik van de industriële rest- en nevenproducten stimuleren en tegelijkertijd vervuiling erdoor van water, lucht en bodem tegengaan.

Een nieuwe stap in de doorontwikkeling van het bodembeleid was het *Convenant bodemontwikkelingsbeleid en aanpak van spoedlocaties* uit 2009.²⁰ In dit convenant wordt gesproken over een verschuiving van bodembeleid naar bodemontwikkelingsbeleid.

Het beleid richt zich niet enkel meer op het wegnemen van risico's. De nadruk komt te liggen op creatief, innovatief en integraal beheer en gebruik van de bodem ('verbreding en verdieping'). De weg naar een meer risicogebaseerd beleid, en dus loslaten van het voorzorgprincipe, lijkt daarmee ingezet.

Na afloop van de eerste convenantsperiode is als vervolg het nu geldende *Convenant bodem en ondergrond 2016-2020* ondertekend.

De Wbb zal uiteindelijk onderdeel worden van de Omgevingswet. De nieuwe wet biedt ruimte voor decentrale afweging binnen door het Rijk gestelde kaders op basis van risiconormen. Ook dit is een aanleiding om eens goed na te denken over de rol en inhoud van het huidige bodembeleid.

Vergelijkend perspectief

Tot slot van deze kleine historie, beantwoorden we de voor de hand liggende vraag: 'doen we het in Nederland anders dan in andere landen?' Het is al veelzeggend dat er weinig vergelijkende studies zijn over het bodembeleid van verschillende landen. Een uitzondering uit alweer 2006 is een rapport dat de Nederlandse bodemnormen voor de metalen lood, chroom, koper en zink, met andere landen vergelijkt.²¹

Bodemnormen verschillen wereldwijd omdat het beleid vooral door andere incidenten vorm heeft gekregen.

Zichtbaar wordt dat er veel verschil is tussen bodemsaneringsnormen voor woonzones in Westerse landen (een samenvattende tabel uit 2006 is terug te vinden in bijlage E). Dit internationale verschil illustreert dat ook internationaal het bodembeleid vooral door de reactie op incidenten is vormgegeven en niet op basis van wetenschappelijke inzichten in de schadelijkheid van bodemverontreiniging.

Concluderend

Het Nederlandse bodembeleid is onder publieke druk en met beperkte onderbouwing 'gehaast' tot stand gekomen. Het is echter helder dat de opbrengst enorm is geweest. De huidige kwaliteit van water, lucht en bodem is onvergelijkbaar veel beter dan in de jaren zeventig. De gevoelde urgentie in combinatie met wetenschappelijke onbekendheid over de precieze risico's heeft in eerste instantie geleid tot idealistisch bodembeleid: alle bodem moet schoon zijn (maar wat

is dat dan?). De confrontatie met de enorme kosten en meer inzicht in wat nu 'echt gevaarlijk' is, heeft gezorgd voor een incrementeel proces naar een meer proportioneel bodembeleid. Het huidige bodembeleid is daarmee in feite meer patchwork dan consequent opgebouwd op basis van wetenschappelijke kennis.

De normstelling die schuilgaat achter de Wet bodembescherming/ Besluit bodemkwaliteit en de bijbehorende referentiewaarden hebben we nog niet toegelicht. Dit gebeurt in het volgende hoofdstuk. Daarin zullen we schetsen dat de referentiewaarden ook enigszins idealistisch aan doen. Daarna zullen we aan de hand van voorbeelden laten zien dat een grondige herijking van bodembeleid noodzakelijk is.

3. De huidige bodemnormen ontrafeld



De beoordeling van de bodemkwaliteit gebeurt aan de hand van door de Nederlandse regering vastgestelde normen. De normen geven aan hoeveel aanwezig mag zijn van bepaalde stoffen die als schadelijk worden gezien.

Zoals kort aangestipt gelden er in het Nederlandse bodembeleid drie sporen: het humaan-toxicologische risico, risico's voor het ecosysteem en risico's voor verspreiding. Het humaan-toxicologische risico, het perspectief van dit rapport, gaat uit van het voorkomen dat we via de bodem worden blootgesteld aan gevaarlijke stoffen in gevaarlijke hoeveelheden. De centrale internationale schatting (omgeven met de nodige onzekerheid) is dat mensen gemiddeld dagelijks 10 mg grond consumeren.²²

We schetsen een beeld van de blootstelling van stoffen via grond *in verhouding tot* andere blootstellingsroutes, zoals via voeding. We voeren dan ook geen formele risicoanalyse uit, maar zijn op zoek naar de context van blootstelling aan stoffen via grond.

De vragen die gelijk opkomen, 'wat is een gevaarlijke stof' en 'hoe weten we wat een gevaarlijke hoeveelheid is?' worden in dit hoofdstuk aan de orde gesteld.

Wat zijn 'gevaarlijke' stoffen?

Een te simpel antwoord op de eerste vraag is dat chemische stoffen gevaarlijk zijn. 'Chemisch' wil alleen maar zeggen dat de stof kan reageren met andere stoffen. Elk organisme, inclusief de mens, wordt omgeven door een wereld vol van chemische stoffen. Sterker, we zijn opgebouwd uit chemische stoffen.

Blootstelling aan die chemische wereld is niet alleen niet te vermijden; zij is zelfs gewenst. Via de voeding, de grootste blootstellingsbron, worden we een levenslang blootgesteld aan verschillende chemicaliën. Sommige noemen we voedingsstoffen die we nodig hebben om te leven: macronutriënten (vetten, eiwitten, koolhydraten) en micronutriënten (vitaminen, mineralen en sporenelementen). Sommige hebben we niet nodig maar zijn wel prettig voor het goed houden en op smaak brengen van ons voedsel zoals conserveermiddelen, antioxidanten en kleur- en smaakstoffen. Sommige lijken echt overbodig in ons voedsel en in grotere hoeveelheden zelf schadelijk zoals natuurlijke toxines (zoals de zeer gevaarlijke schimmeligiften), gewasbeschermingsmiddelen en sommige al dan niet natuurlijk aanwezige milieucontaminanten zoals dioxine en lood, maar ook antibiotica.

Alle stoffen zijn chemisch en dus (on)gevaarlijk. Het is de dosis die uitmaakt of een stof niet schadelijk is.

'Schadelijk lijken' staat hiervoor omdat volgens de laatste inzichten in de interactie tussen 'gevaarlijke' stoffen en ons lichaam blijkt dat 'schadelijk', met mate, eigenlijk best gezond is: veel stoffen waarvan we lange tijd dachten dat ze lichaamsvreemd en dus 'per definitie' ongezond waren blijken toch in de natuur voor te komen en soms zelfs noodzakelijk te zijn voor onze fysiologie.

Als uitzondering worden (momenteel nog) beschouwd de zogenaamde kankerverwekkende stoffen die een werkingsmechanisme hebben via het genetisch materiaal. Voor die stoffen is de beleidsmatige afspraak dat geen enkele dosis veilig is voor organismen anders dan micro-organismen. Voor straling die ook op het genetisch materiaal aangrijpt, lijkt echter dat er waarschijnlijk wel een minimale gevaarlijke dosis is.^{23, 24, 25, 26} Deze discussie is echter nog maar net begonnen binnen de wetenschap.²⁷

Zelfs stoffen waar de mensheid zijn bestaan aan te danken heeft, zoals zuurstof, zijn in de kern giftig voor ons. Uiteindelijk verouderen we door zuurstof.

Het is met andere woorden vooral de hoeveelheid van een stof die bepaalt of deze niet schadelijk is. En dat is eigenlijk geen nieuw inzicht maar een bekende uitspraak van Philippus Aureolus Theophrastus Bombastus von Hohenheim (1493-1541), beter bekend als Paracelsus.

Wat is een gevaarlijke hoeveelheid van een stof?

De kern van onze bodemnormen is het zogenaamde Maximaal Toelaatbaar Risico dat in de nota 'Omgaan met risico's' in 1989 is geïntroduceerd.²⁸ Hierin is een eerste integrale poging gedaan om tot een kwantitatief risicobeleid te komen. In de nota zijn de begrippen maximum toelaatbaar (MTR) en verwaarloosbaar risico (VR) geïntroduceerd. Specifiek voor de mens zijn dit de MTR-humaan en de VR-humaan. Binnen het RIVM is afgesproken om deze laatste term niet meer te gebruiken, maar steeds het gehanteerde risiconiveau te noemen²⁹.

Gesteld is dat het MTR per onderscheiden risico-compartiment (grote ongevallen, blootstelling aan stoffen en blootstelling aan straling) 10^{-5} per jaar zou mogen bedragen. Voor delen van zo'n risico-compartimenten (zoals specifieke activiteiten en specifieke stoffen) zou dan het MTR 10^{-6} per jaar mogen bedragen.

In principe, zo stelt de nota, wordt er bronbeleid gevoerd, dus het voorkomen dat mens en milieu worden blootgesteld aan stoffen. Effectgericht beleid is aanvullend erop gericht om de effecten van het risico te beperken. Het beleid is succesvol als het

restrisico kleiner is dan het Verwaarloosbaar Risico (VR) dat is gesteld op 1% van het MTR.

De nota onderkent dat er een verschil is tussen bestaande en nieuwe risico's. Voor bestaande risico's moet een maatschappelijke afweging plaatsvinden over het terugdringen van het risico. Nieuwe risico's zouden meteen aan het MTR moeten voldoen.

In de nota wordt consequent over een overlijdensrisico per jaar gesproken. Voor stoffen is dit niet zonder meer goed gedefinieerd omdat blootstelling pas hoeft te leiden tot een groter overlijdensrisico na vele jaren. Ook kan dit betekenen dat slachtoffers 'slechts' enkele levensjaren verliezen in plaats van dat zij gemiddeld op middelbare leeftijd omkomen en daarmee zo'n 40 levensjaren verliezen. De Gezondheidsraad heeft daarom voor een definitie gekozen die goed bij blootstelling past: het risico wordt uitgedrukt in het optreden van het aantal extra ziektegevallen (incidentie) over het hele leven veroorzaakt door een jaar lang blootstelling aan de stof.³⁰

Het MTR voor milieu is dan gedefinieerd op 1 per 10.000 leden van de blootgestelde bevolking. Intuïtief past dit bij een risico van 10^{-6} per jaar uitgaande van 100 jaar leven en constante blootstelling aan de stof. Het MTR voor de mens wordt uitgedrukt in microgram per kilogram lichaamsgewicht per dag ($\mu\text{g/kg}$ lichaamsgewicht/dag).

Als we nu het MTR van een stof weten dan beoordelen we de toelaatbare bodemverontreinigingen voor de mens door de achtergrondwaarde van die stof van het MTR af te trekken. Dit geeft de zogenaamde Maximaal Toelaatbare Toevoeging (MTT).

Kanttekeningen bij de MTT/MTR-aanpak

Hoewel de beschreven concepten logisch klinken en risicobeleid kwantificeerbaar maken, moeten we een drietal kanttekeningen plaatsen.

De eerste kanttekening bij de MTT/MTR-aanpak betreft de zogenaamde beschikbaarheid van gevaarlijke stoffen in de bodem. Gevaarlijke stoffen verschillen naast in toxiciteit, ook in opneembaarheid omdat ze op verschillende wijzen aan bodemdeeltjes zijn verbonden. Het is daarom niet juist om alleen in algemene termen te spreken over de toxiciteit van

bijvoorbeeld metalen. De *beschikbaarheid* van de zware metalen is essentieel voor de beoordeling van risico's. Meestal is namelijk slechts een (klein) deel van het totaal-gehalte beschikbaar, dat wil zeggen opneembaar voor organismen.

Binnen het Nederlandse bodembeleid is op de MTR-humaan een veiligheidsfactor van 10 toegepast. De vastgestelde MTR-waarde is een factor 10 strenger dan de afgeleide waarde. Voor 'wonen met tuin' houdt het RIVM voor kinderen een consumptie van 100 mg grond per dag aan, (voor volwassenen 50 mg grond per dag) een binnen Europa gangbaar uitgangspunt.

In deze rapportage wordt gerekend met 10 mg ingestie van grond. De veiligheidsfactor van 10 op de MTR en de hogere ingestie waarmee het RIVM rekent, vallen tegen elkaar weg.

De tweede kanttekening gaat over de waarde die we kunnen toedichten aan de achtergrondwaarden die in de MTT/MTR-aanpak worden gehanteerd. Een punt van kritiek ten aanzien van het gebruik van het concept van het Maximaal Toelaatbare Risico is namelijk dat, om het toe te kunnen passen, er daadwerkelijk vaststelbare natuurlijke achtergrondconcentraties nodig zijn en niet de achtergrondwaarden die ontleend zijn aan 'relatief onbelaste gebieden', zoals bijvoorbeeld de Drentse zandgronden met lage lutumgehalten.

De derde kanttekening gaat in op de toegevoegde waarde van het concept zelf. Het MTR kennen we, maar op welk blootstellingsniveau in een populatie het MTR wordt overschreden vaak niet zo goed. De effecten van stoffen op de gezondheid (van zowel mens, plant als dier) kunnen slechts gemeten worden bij hoge concentraties. De modelmatige aanname is dan dat het effect bij lagere concentraties (vaak 1000 keer lager) zich lineair verhoudt tot het grote effect. Feitelijk weten we dat niet. We kennen wel veel voorbeelden van stoffen waarbij die modelmatige aanname zeker niet opgaat. Vele plantenstoffen die we dagelijks tegenkomen (bv. cafeïne, curcumine, coumarine, piperine) zijn in hoge dosis irriterend of zelfs toxisch, maar dragen in lage concentraties bij aan de gezondheid.³¹

Als andere illustratie: zuurstof is ook giftig. Het kan enzymatisch worden omgezet tot het superoxide

anion radicaal ($O_2^{\bullet-}$), waterstofperoxide of het hydroxyl radicaal ($HO^{\bullet}$). Deze zeer reactieve zuurstofverbindingen (de zogenoemde ROM's: Reactive Oxygen Metabolites) worden bijvoorbeeld gebruikt door menselijke fagocyterende cellen bij ontstekingsreacties om pathogene micro-organismen te doden. Deze ROM's kunnen echter bij een uit de hand gelopen ontstekingsreactie schade veroorzaken. Hierdoor ontstaan tal van longziekten: COPD (chronic obstructive pulmonary disease), silicose en asbestose zijn slechts drie voorbeelden daarvan. Deze laatste twee zijn voorbeelden waarbij constante prikkeling van de longen leidt tot chronische ontsteking zodat zuurstof zijn vernietigend werk kan doen.

De normstellingen worden over de jaren steeds aangepast. Zo is voor lood het recente inzicht dat het schadelijker is dan verwacht (zie hoofdstuk 5). Voor nikkel is het recente inzicht dat de norm kan worden versoepeld.³²

Angst voor chemie kan ziek maken³³

Ooit gehoord van de term chemofobie? Dit fenomeen wordt omschreven als de aversie tegen chemicaliën. Chemofobie is zowel toe te schrijven aan gegronde bezorgdheid over de mogelijke negatieve effecten van (synthetische) chemicaliën, als aan een irrationele angst voor deze stoffen, voortkomend uit misvattingen over potentiële schadelijkheid. Het is voor te stellen dat deze irrationele angst van mensen gehoor krijgt bij volksvertegenwoordigers en vertaald wordt in veelal disproportioneel beleid. Een bijzonder uitvloeisel van chemofobie kan het nocebo-effect zijn. De angst voor (de schadelijkheid van) chemicaliën, gevoed door onjuistheden, vertaalt zich dan in het daadwerkelijk ziek voelen (niet zijn).

Een bekend voorbeeld van nocebo komt uit België.³⁴ Door een fout in de productie en/of opslag hadden Coca-Cola blikjes op een school een vreemde geur. Kinderen die het dronken werden daarna ziek. Opmerkelijk genoeg werden ook kinderen die geen Cola dronken ziek. Bij metingen werden er dan ook geen hoeveelheden stoffen aangetroffen in de Cola die verantwoordelijk konden zijn voor de verschijnselen.

Ook rondom locaties met 'door chemicaliën verontreinigde grond' kan het nocebo-effect optreden.

Referentiewaarde voor bodemfuncties

Tot nu toe hebben we voor de helderheid alleen gesproken over het directe risico voor de mens. Onze bodemnormen zijn echter gedifferentieerder: de Regeling bodemkwaliteit (artikel 4.9.2) gaat uit van drie bodemfunctieklassen, te weten: achtergrondwaarde, klasse wonen, klasse industrie en Niet toepasbaar. Dit zijn normen voor hergebruik van grond, min of meer in relatie tot het 'duurzaam bodemgebruik'. De normen voor klasse wonen zijn strenger dan de normen voor klasse industrie.³⁵

Hier wordt dus beleidsmatig gesteld dat bij concentraties beneden de beschreven niveaus de bodem duurzaam geschikt is voor het beoogde gebruik.

Concluderend

Het bodembeleid in Nederland reguleert dat we niet of minder worden blootgesteld aan gevaarlijke stoffen in gevaarlijke hoeveelheden via de bodem. We hebben gezien dat het zogenaamd gevaarlijke karakter van een stof wordt bepaald door de dosis en dat het Maximaal Toelaatbare Risico als beleidsconcept fungeert. Bij het MTR zijn echter kanttekeningen te plaatsen. Zo speelt bijvoorbeeld de beschikbaarheid van stoffen een belangrijke rol, zijn locatiespecifieke achtergrondconcentraties nodig in plaats van achtergrondwaarden die ontleend zijn aan 'relatief onbelaste gebieden' en kunnen we vraagtekens zetten of we het MTR wel goed genoeg kennen.

Daarnaast hebben we de termen chemofobie en nocebo kort geïntroduceerd. Dit zijn concepten die de menselijke gedachtegang ten aanzien van chemische stoffen belichten.

Tot slot hebben we laten zien dat er onderscheid wordt gemaakt tussen verschillende bodemfunctieklassen. Deze klassen bepalen welke norm aangehouden dient te worden. Bij bodem met de functieklassse 'wonen' worden strengere normen gehanteerd dan bij bodem met de functieklassse 'industrie'.

Nu we de bodemnormen voor de blootstelling aan gevaarlijke stoffen hebben toegelicht, is het moment aangebroken om deze eens te vergelijken met de normen voor diezelfde stoffen in andere domeinen. Zijn de bodemnormen proportioneel of buitensporig

in verhouding met normen voor bijvoorbeeld voedsel- en drinkwaren?

4. PAK's – Verstopt in alledaagse producten



Een vergelijking van de normen voor blootstelling via de bodem en blootstelling via voedsel- en drinkwaren toont een bijzonder verschil. Als we blootstelling aan PAK's via voedsel- en drinkwaren als uitgangspunt nemen dan zijn de normen voor blootstelling aan de bodem zachtst gezegd buitensporig.

In dit hoofdstuk laten we zien dat 'dagelijkse' producten vaak ook iets van nature 'engs' kunnen hebben. Het is natuurlijk niet de intentie om de eerstvolgende maaltijd of koffiepauze hiermee te verpesten. Voor leesbaarheid beperken we ons tot de referentiewaarden die aan de bodemfunctieklasse 'Wonen' zijn toegekend. We gaan uit van deze bodemfunctieklasse omdat de stofwaarden die in deze klasse zijn vastgesteld aansluiten bij stedelijke ontwikkelingen die overal in Nederland aan de orde zijn.

De gemeente Amsterdam gaf aan in deze rapportage een voorkeur te hebben voor een vergelijking met de (hogere) Interventiewaarde. Dit om inzichtelijk te maken dat zelfs deze waarde binnen de stedelijke omgeving meestal niet leidt tot een reëel risico. Uiteindelijk is toch gekozen voor een vergelijking met de referentiewaarden 'wonen' want er zijn in Nederland gemeenten die omgevingsvergunningen voor de activiteit bouwen niet verstrekken zolang de bodem niet op alle punten voldoet aan de kwaliteit 'wonen'. Hierdoor worden zinloze uitgaven gedaan.

Polycyclische aromatische koolwaterstoffen

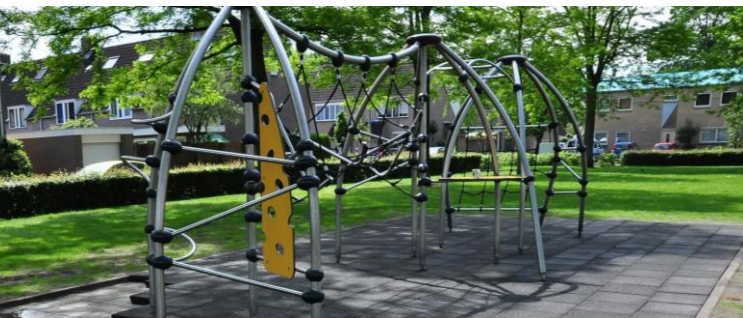
PAK's zijn chemische verbindingen die voornamelijk ontstaan bij onvolledige verbranding. De verbindingen hebben zowel natuurlijke als synthetische bronnen. Hoewel de stoffen vaak een negatieve bijklank hebben, ze worden carcinogene eigenschappen toegedicht, komen ze in lage mate voor

in allerlei dagelijkse producten. Blootstelling vindt dan ook voornamelijk plaats via voeding. Denk bijvoorbeeld aan koffie, thee en chocolade. In aangenaam gezelschap heeft dit theekransje helemaal geen negatieve bijklank.

De maximale waarde bodemfunctieklasse 'Wonen' voor PAK's is 6,8 mg/kg bodem (droge stof).

Eigenlijk zijn PAK's eerder onlosmakelijk verbonden met het bereiden van voedsel dan met het voedsel zelf. Denk aan het bakken, braden, grillen, branden, roosteren en drogen als bereidingswijzen. Bij het eerder aangehaalde voorbeeld van koffie is het onder andere het branden van de bonen die PAK's veroorzaken. Bovendien bevatten gerookte theeblaadjes ook de nodige hoeveelheden PAK's.

In onze bodem komen ook PAK's voor. Dit kan komen door de onvolledige verbranding van organische materialen (bijvoorbeeld bosbranden uit het verleden), voedingsmiddelen, tabak en fossiele brandstoffen. Sommige PAK's kunnen door planten worden opgenomen. Andere PAK's kunnen het lichaam binnendringen samen met andere gronddeeltjes, door bijvoorbeeld het hand-mond gedrag van kinderen in de speeltuin. Zelfs rubberen tegels die kinderen moeten behoeden voor schaafwonden en meer, kunnen PAK's bevatten.³⁶



Een van de nieuwste opbrengsten uit de bodemwetenschap laat zien dat het mogelijk is om de biologische afbraakcurve van PAK's te voorspellen.³⁷ Deze bevindingen kunnen van invloed zijn op de bodemwetgeving en saneringstrajecten.

Vergelijken we de waarden gepresenteerd in het kader met een aantal alledaagse producten, dan is iets bijzonders zichtbaar. De bodemwaarden voor blootstelling aan PAK's lijken erg streng vergeleken met de blootstelling aan PAK's via reguliere voedings- en drinkwaren. Om de leesbaarheid van het geheel te bevorderen zijn de exacte berekeningen als bijlage A toegevoegd. Let wel, de centrale schatting is dat, zoals in het vorige hoofdstuk is gepresenteerd, mensen dagelijks 10 mg grond consumeren.

Koffie

Voor veel Nederlanders begint de dag met koffie. Bij koffie is onder andere het branden van de koffiebonen de oorzaak van het ontstaan van PAK's. Gevonden concentraties PAK's (28) in koffie variëren van 0,52-1,8 µg/l. Per kopje (0,2 liter) is dat 0,104-0,36 µg.³⁸

De gemiddelde Nederlander overschrijdt 17 keer de PAK bodem referentiewaarde door koffie te drinken.

Vergelijken we deze waarde met de referentiewaarde voor PAK's die aan de bodemfunctieklassse 'Wonen' is toegekend, zou dit afgerond betekenen dat we slechts 1/5 kopje koffie per dag mogen drinken.



Dat terwijl Nederlanders gemiddeld ruim drie kopjes koffie per dag drinken.³⁹ Met andere woorden, de gemiddelde Nederlander wordt een factor 5 (uitgaande van de minste waarde) tot 17 (uitgaande van de uiterste waarde) teveel blootgesteld aan PAK's via koffie als we de referentiewaarden voor bodembescherming aanhouden.

Thee

Theeblaadjes bevatten ook de nodige hoeveelheden PAK's. In gerookte thee worden hoeveelheden van PAK4 gevonden tussen de 27,4-218 µg/kg. Niet-gerookte thee bevat aanzienlijk minder PAK4: 1,5-35,0 µg/kg. Gerookte thee extracten bevatten zo'n 1,5 µg/L PAK4.⁴⁰ Deze laatste waarden worden voor de berekening gebruikt.

De gemiddelde Nederlander overschrijdt naar schatting afgerond 5 keer de PAK bodem referentiewaarde in de dagelijkse bodemblootstelling door gerookte thee extracten te drinken.

Als we uitgaan van 4 koppen thee van 0,2 liter per dag is de PAK4 inname 1,2 µg. Gemiddeld drinken Nederlanders echter geen 4 koppen per dag. Gemiddeld consumeren Nederlanders jaarlijks 780 gram thee. Als een kopje thee 2 gram thee bevat dan is dit omgerekend en afgerond 1 kop thee per dag.⁴¹



Vergelijken we deze waarde met de referentiewaarde voor PAK's die aan de bodemfunctieklassse 'Wonen' is toegekend, zou dit afgerond betekenen dat een dergelijk thee, getrokken van gerookte thee extracten, bij eenmalig gebruik van de thee, 5 maal boven de dagelijkse blootstelling ligt die voor de referentiewaarde van PAK geldt.

Chocolade

Ook voor chocola geldt dat tijdens de bereiding PAK's kunnen ontstaan. Voor bijvoorbeeld totaal PAK16 is ongeveer 2,90 µg/kg vastgesteld.⁴²



Voor een chocoladereep à 100 gram geldt in dit geval een blootstelling van 290 ng. Maar de meeste Nederlanders eten geen reep chocola per dag. Gemiddeld eet een Nederlander 4,7 kg chocolade per jaar.⁴³

Met een gemiddelde chocoladeconsumptie van 4,7 kg per jaar blijft de Nederlander afgerond met een factor 1,8 onder de PAK bodem referentiewaarde voor de dagelijkse blootstelling.

Vergelijken we de waarde van de blootstelling via chocolade met de gemiddelde chocoladeconsumptie, met de referentiewaarde voor PAK's die aan de bodemfunctieklasse 'Wonen' is toegekend, zou dit afgerond betekenen dat we naar schatting 86 chocoladerepen à 100 gram per jaar mogen eten.

Gerookt of gedroogd

Traditioneel bestaat het Nederlandse ontbijt of de Nederlandse lunch uit brood met beleg. Thee en koffie hebben we reeds besproken, maar ook de keuze van beleg kan 'spannender' zijn dan misschien op voorhand gedacht. Denk bijvoorbeeld aan gerookt of gedroogd vlees. Gevonden concentraties PAK4 in bijvoorbeeld ham variëren van 0,16-11,51 µg/kg voor achtereenvolgens cabine-gerookte en gedroogde ham.⁴⁴



Uitgaande dat een plakje ham 15 gram is, betekent dit een PAK4 blootstelling van 172,65 ng per tosti gedroogde ham en kaas. Met een tosti ham-kaas in de

sportkantine overschrijd je naar schatting 2,5 keer de PAK blootstellingsnorm gerekend naar blootstelling aan de bodem, ongeacht de kwaliteiten van de kantinemedewerker.

Voor gerookte zalm zijn zelfs concentraties PAK's van 56,8 tot 96,2 µg/kg aangetroffen.⁴⁵ Een snelle rekensom laat zien dat de consumptie van een tosti met gerookte zalm à 10 gram ruim 11 keer de PAK's blootstellingsnorm aan bodem overschrijdt.

Roken

Ook bij het roken van tabakswaaren komen PAK's vrij. Dat roken ernstige gezondheidsrisico's kent, is al lang geen 'geheim' meer. Het roken van één sigaret levert een blootstelling op van PAK's tussen 139 (± 5) en 2.599 (± 224) ng.⁴⁶ De gemiddelde Nederlandse roker consumeert 10,7 sigaretten per dag.⁴⁷



Vergelijken we deze waarde met de referentiewaarde voor PAK's die aan de bodemfunctieklasse 'Wonen' is toegekend zou dit afgerond betekenen dat we, uitgaande van de meest conservatieve blootstelling, 1/2 sigaret per dag mogen roken om onder deze waarde te blijven. Rekenen we aan de hand van de meest extreme blootstelling aan PAK's, dan is dit slechts 1/400 sigaret.

De gemiddelde Nederlandse roker consumeert 10,7 sigaretten per dag en overschrijdt daarmee naar conservatieve schatting afgerond 22 keer de PAK bodem referentiewaarde voor de dagelijkse bodemblootstelling.

Concluderend

De normen voor bodembescherming in relatie tot het risico voor de gezondheid van mensen lijkt aan de hand van deze voorbeelden, met uitzondering van chocolade, voor PAK's nogal conservatief.

5. Zware metalen – Stoffen die (soms) fysiek noodzakelijk zijn



Een vergelijking van de normen voor blootstelling via de bodem en blootstelling via voedsel- en drinkwaren toont een bijzonder verschil. Als we blootstelling aan metalen via voedsel- en drinkwaren als uitgangspunt nemen dan zijn de normen voor blootstelling aan de bodem buitensporig streng.

In dit hoofdstuk laten we zien dat 'zware' metalen, die geassocieerd worden met giftigheid, eigenlijk essentiële voedingsstoffen zijn. We maken opnieuw gebruik van de referentiewaarden die aan de bodemfunctieklassering 'Wonen' zijn toegekend. Om de leesbaarheid van het geheel te bevorderen zijn de exacte berekeningen als bijlage B toegevoegd.

Er vindt ook blootstelling plaats via onder andere het eten van zelfgekweekte groenten. Voor veel metalen heeft deze blootstellingsroute een veel grotere omvang dan het consumeren van grond.

Zijn zware metalen wel gevaarlijk?

Metalen komen van nature overal voor. Erosie zorgt ervoor dat de metalen die oorspronkelijk opgesloten zaten in gesteente, zich verspreiden.

Metalen klinken tamelijk onschadelijk, maar 'zware metalen in de bodem' hebben, evenals de PAK's in het vorige hoofdstuk, een negatieve bijklank. Maar juist omdat ze overal voorkomen heeft de evolutie geleid tot incorporatie van (zware) metalen in onze fysiologische processen.

Vitaminepillen bevatten zware metalen.

Metalen zijn daarmee een voorbeeld van een breder effect: sommige stoffen kunnen in hoge dosis

schadelijk zijn voor een organisme, terwijl een lage dosis positieve effecten kan hebben, en omgekeerd. Dit fenomeen heet hormese en geldt ook voor bekende (zware) metalen als chroom, koper en zink.

Chroom (Cr III en Cr VI)

Chroom staat op nummer 21 van de meest voorkomende elementen in de aardkorst. Voor chroom (III) geldt dat de aanbevolen dagelijkse hoeveelheid voor mannen en vrouwen gemiddeld 30 µg is.⁴⁸ Uitgaande van de centrale schatting en wetende dat bij blootstelling aan de bodem de maximale toegestane hoeveelheid 62 mg/kg droge stof is, resulteert dit afgerond in een blootstelling van 2% ADH, waarbij het uitgangspunt is dat chroom in de geconsumeerde bodem voor 100% biobeschikbaar is na het passeren van de maag.

In bodems domineert Cr(III), en is nauwelijks reactief. In deze vorm wordt dit over het algemeen niet gezien als milieubelastend of een risico voor de volksgezondheid.

De hogere oxidatiestaat Cr(VI) wordt wel gezien als een toxicologisch probleem. In bodems en water reduceert deze vorm zich echter snel tot Cr(III).

Koper (Cu)

Koper staat op nummer 26 van de meest voorkomende elementen in de aardkorst. Voor koper geldt dat de aanbevolen dagelijkse hoeveelheid 1,5 mg is.⁴⁹ Uitgaande van de centrale schatting en wetende dat bij blootstelling aan de bodem de maximale toegestane hoeveelheid 54 mg/kg droge stof is, resulteert dit in een blootstelling van minder dan 0,1% ADH.

Zink (Zn)

Zink staat op nummer 24 van de meest voorkomende elementen in de aardkorst. Voor zink geldt dat de aanbevolen dagelijkse hoeveelheid gemiddeld 9,5 mg is.⁵⁰ Uitgaande van de centrale schatting en wetende dat bij blootstelling aan de bodem de maximale toegestane hoeveelheid 200 mg/kg droge stof is, resulteert dit in een blootstelling van 0,02 % ADH.

Het menselijk lichaam heeft met mate zware metalen nodig, maar via de blootstelling aan de bodem zal de dagelijkse aanbevolen hoeveelheid nooit gehaald worden.

Molybdeen (Mo)

Molybdeen staat op nummer 54 van de meest voorkomende elementen in de aardkorst. Voor molybdeen geldt dat de adequate inneming 65 µg is.⁵¹ Het niveau van adequate inname (AI) is een schatting van de laagste hoeveelheid voedingsstoffen die voor vrijwel alle mensen voldoende is. Uitgaande van de centrale schatting en wetende dat bij blootstelling aan de bodem de maximale toegestane hoeveelheid 88 mg/kg droge stof is, resulteert dit in een blootstelling van 1,4% AI.

Seleen (Se)

Seleen staat op nummer 67 van de meest voorkomende elementen in de aardkorst. Voor seleen geldt dat de aanbevolen dagelijkse hoeveelheid 70 µg is.⁵² Voor het element geldt dat er bij wet geen maximale toegestane hoeveelheid blootstelling aan de grond is vastgesteld. Er is wel een indicatief niveau van 100 mg/kg droge stof voor ernstige verontreiniging bepaald. Uitgaande van de centrale schatting en het indicatief niveau voor ernstige verontreiniging resulteert dit in een blootstelling van ongeveer 1,4% AI.

Lood als uitzondering

Een belangrijk voorbeeld van een zwaar metaal dat volgens de huidige inzichten geen nuttige functie heeft voor het menselijke lichaam is lood. Het meest recente onderzoek stelt ook dat er geen grenswaarde is waaronder lood niet gevaarlijk is. Dit geldt met name voor kinderen en zwangere vrouwen. In hoofdstuk 7 wordt hier nog verder op ingegaan.

Geen misverstand: de hele MTR-systematiek gaat uit van het ontbreken van grenswaarden waaronder stoffen niet meer gevaarlijk zouden zijn. Lood past daarmee gewoon in die klassieke systematiek.

Lood is overal in Nederland aanwezig want het is lange tijd gebruikt in benzine om het kloppen van de motor tegen te gaan. Tot 1980 kwam door deze toepassing in totaal zo'n 1.600 ton lood in de Nederlandse lucht en dat is overal neergeslagen.⁵³ Op alle plekken waar mensen al lang wonen (oude binnensteden) zijn de loodconcentraties extra hoog bijvoorbeeld vanwege het historische gebruik van loden waterleidingen.

Lood kan in voedsel terechtkomen doordat planten en gewassen het uit de bodem opnemen. Mensen kunnen ook aan lood worden blootgesteld via het drinken van water en via de opname van grond.



Met de aanbevolen hoeveelheid van 2,5 liter water per dag, wordt naar schatting bijna twaalf keer de bodem referentiewaarde voor de blootstelling aan lood overschreden.

Als we de consumptie van lood via de bodem vergelijken met de consumptie via water, dan zien we het volgende. De Europese Gezondheidsdienst adviseert mannen om gemiddeld 2½ liter water per dag te drinken. Voor vrouwen luidt het advies 2 liter per dag te drinken.⁵⁴ Volgens de WHO is de aanvaardbare blootstelling aan lood 10 µg per liter drinkwater.⁵⁵ Na de uitfasering van de loden waterleidingen wordt in Nederland overigens geen lood meer in drinkwater gemeten.

Vergelijken we de bodemnorm voor lood met de drinkwaternorm voor lood, dan zien we iets opmerkelijks. Met het drinken van 1 liter water overschrijden mensen de referentiewaarde voor lood in de bodemfunctieklassse 'Wonen' met bijna factor 5.

Concluderend

Vergelijken we de specifieke bodemnormen voor zware metalen met de dagelijkse aanbevolen hoeveelheid voor mensen voor diezelfde zware metalen, dan wordt zichtbaar dat het bodembeleid opnieuw onredelijk streng lijkt.

6. PFAS - 'Nieuwe' risico's die soms van nature voorkomen



'Nieuw' ontdekte risico's leiden nog steeds gemakkelijk tot een voorzorgreflex: we weten het niet dus laten we strenge normen stellen. Bodemverontreiniging door synthetische PFAS is zo'n voorbeeld. De nieuwe strenge normen contrasteren met het nog nieuwere inzicht dat PFAS gewoon van nature voorkomen.

In dit hoofdstuk laten we zien dat het bodembeleid moet blijven oppassen niet in de valkuil van de risico-regelreflex te trappen¹. Het 'nieuwe' risico op bodemverontreiniging door PFAS staat hier centraal. Gebrek aan kennis en informatie over deze nieuwe verontreinigingen leidt ertoe dat 'onacceptabele' risico's niet tijdig worden aangepakt of dat onnodige maatregelen worden getroffen.

Ook nu maken we gebruik van eenzelfde rekenmethodiek als in de vorige hoofdstukken. Voor de exacte berekeningen verwijzen we naar bijlage C.

Als de mens het maakt moet het wel slecht zijn

De laatste jaren is er binnen de milieuwereld steeds meer aandacht voor een nieuw risico namelijk de blootstelling aan gesynthetiseerde groep stoffen PFAS (poly-fluoralkylstoffen), dat zijn koolwaterstoffen waarbij meerdere waterstofatomen door fluoratomen zijn vervangen (zogenaamde gehalogeneerde koolwaterstoffen). Bekend uit de media zijn namen als PFOA, PFOS en GenX.

Het water- en vetafstotende karakter van PFAS maakt het geschikt voor tal van toepassingen. Die variëren van vloerbedekking, regen-, buitensport- en skikleding tot bepaalde typen blusschuim.



Ook bij het maken van teflonpannen met een antiaanbaklaag en bij papier met een coating, zoals bakpapier en pizzadozen worden PFAS verwerkt. In dit type producten zitten de perfluorverbindingen als het ware opgesloten in het materiaal waar de producten van gemaakt zijn en kunnen niet zomaar vrijkomen.



PFAS zijn in tal van dagelijkse producten verwerkt.

¹ In deze rapportage zijn de nieuwste inzichten van het RIVM 067/2019 DMG/BL/AW d.d. 4 maart 2019 nog niet verwerkt.

Tijdens de productieprocessen van dergelijke producten kunnen de perfluorverbindingen vrijkomen in de afvalstromen.

Van alle PFAS is weinig over het risico voor de mens bij inname van lage hoeveelheden bekend. Die onbekendheid, in combinatie met de foutieve gedachte dat gehalogeneerde koolwaterstoffen alleen man-made kunnen zijn, heeft geleid tot de meest strenge normstelling in ons bodembeleid. De toetsingswaarden zijn veelal een factor duizend of meer lager dan waarden die we voor reguliere milieuvreemde stoffen kennen. Omdat de normen zo streng zijn, worden ze natuurlijk ook makkelijker overschreden.

Bodem is weer een beperkte inname-route

Een eerste nuancering van het PFAS-risico dat bodemverontreiniging veroorzaakt volgt weer uit een vergelijk met de blootstelling via voedsel.

Naar schatting vindt de blootstelling aan PFOAs en PFOSs voor respectievelijk 99% en 96% plaats via voeding.⁵⁶ Dat betekent daarmee ook dat maximaal 1% tot 4% van de blootstelling via de bodem plaatsvindt.

De gemiddelde levenslange inname van beide stoffengroepen zijn 0,3 ng/kg lichaamsgewicht per dag voor PFOS en 0,2 ng/kg lichaamsgewicht per dag voor PFOA.⁵⁷ Omgerekend naar de maximale bijdrage van de blootstelling via de bodem betekent dit 0,003 ng/kg lichaamsgewicht per dag voor PFOS en 0,008 ng/kg lichaamsgewicht per dag voor PFOA.

Op basis van voortschrijdend inzicht is de TDI (toelaatbare dagelijkse inname) voor PFOA tussen 2011 en 2017 bijgesteld van 1.500 ng/kg lichaamsgewicht/dag naar 12,5 ng/kg lichaamsgewicht/dag. Inmiddels heeft de European Food Safety Authority (EFSA) zelfs een norm voorgesteld die nog 15 maal lager ligt dan de door het RIVM gestelde norm.⁵⁸ Zelfs met die (nog) strengere norm (0,83 ng/kg lichaamsgewicht per dag) is de blootstelling aan PFOA via de bodem slechts 1%.

He?? De 'achterkant' van gehalogeneerde koolwaterstoffen^{59, 60}

PFAS maken onderdeel uit van de groep gehalogeneerde koolwaterstoffen. Zoals hiervoor al

vermeld worden gehalogeneerde koolwaterstoffen vaak beschouwd als alleen synthetisch van aard. Echter niets is minder waar. In de loop der jaren zijn er meer dan 10.000 natuurlijke gehalogeneerde koolwaterstoffen gevonden voortkomend uit tal van plantaardige, dierlijke en geologische bronnen. En dat aantal groeit met het jaar.

Zeewier is, uitgaande van de bodem interventiewaarde voor de dagelijkse bodemblootstelling, niet geschikt voor consumptie.

Zeewieren (en andere (zee)organismen) bevatten veelal zelfgeproduceerde natuurlijke gehalogeneerde koolwaterstoffen. Roodwieren van het soort *Limu koku* (de hierboven afgebeelde traditionele Hawaïaanse lekkernij) bijvoorbeeld bestaan voor nagenoeg 80% uit bromoform, dat een wat zoetige smaak geeft aan het wier.

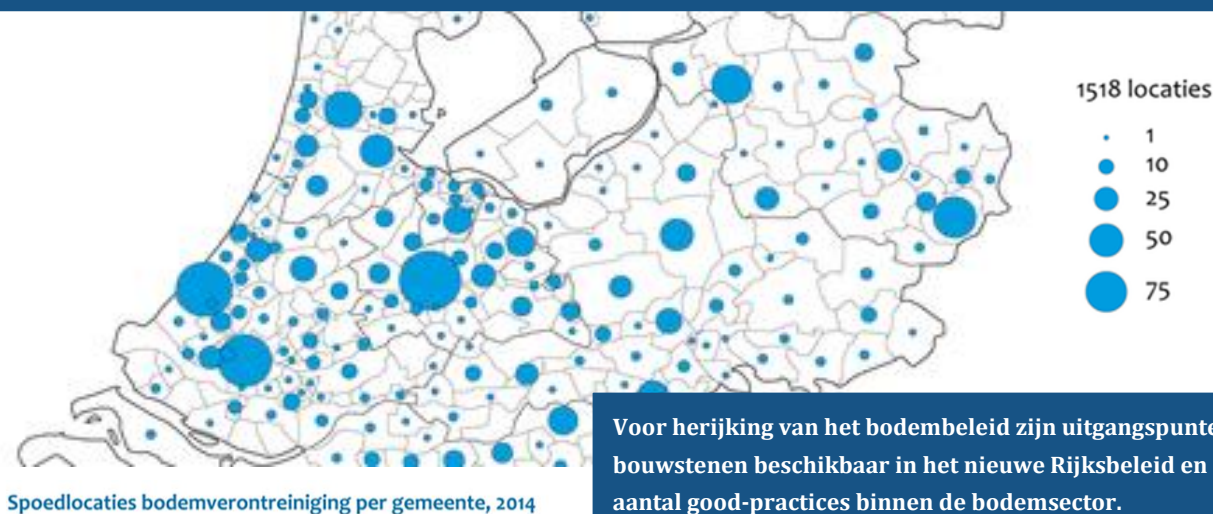


De interventiewaarde voor deze stof is 75 mg/kg ds. Dit betekent dat je op basis hiervan slechts 0,00094 mg zeewier (droge stof) per dag zou mogen eten. Of anders gesteld: een flinke portie zeewier kan na omploegen dwingen tot sanering van een heel voetbalveld.

Concluderend

Vergelijken we de (reeds bepaalde) bodemnormen voor 'nieuwe' stoffen zoals PFOS en PFOA met de schattingen voor dagelijkse blootstelling via voeding, dan wordt zichtbaar dat het bodembeleid op het gebied van deze nieuwe stoffen met een overtreffende trap streng genormeerd lijkt. Dit terwijl inmiddels blijkt dat de stoffen ook van nature voorkomen.

7. Nuchter omgaan met bodemrisico's



Voor herijking van het bodembeleid zijn uitgangspunten en bouwstenen beschikbaar in het nieuwe Rijksbeleid en in een aantal good-practices binnen de bodemsector.

In dit hoofdstuk stellen we onszelf de vraag wat de ontwikkelingsrichting voor redelijk bodembeleid is. We geven daarvoor verschillende bouwstenen. Daarnaast zijn in het hoofdstuk twee voorbeelden gepresenteerd van (al wat meer) proportioneel bodembeleid.

We lenen drie uitgangspunten uit het 'nieuwe' Rijksrisicobeleid uit 2015 om dit hoofdstuk in de hoofdlijn van structuur te voorzien.⁶¹ Deze uitgangspunten zijn:

- Betrek de samenleving bij besluitvorming over veiligheid.
- Burgers mogen bewust extra risico-nemen.
- Beslis op basis van kosten-baten.

Het nieuwe Rijksrisicobeleid is tot stand gekomen omdat onderkend werd dat de overheid steeds vaker in de risico-regelreflex trapt. Dit is het automatisme om als overheid na het publiek worden van een risico (al dan niet naar aanleiding van een incident) te besluiten tot het nemen van maatregelen om het risico te verminderen zonder de baten en kosten van de maatregelen bewust te wegen.

Met maatregelen worden alle soorten interventies bedoeld, dat wil zeggen zowel wet- en regelgeving als normstelling, toezicht of uitvoeringsmaatregelen. De kosten en baten kunnen zowel materieel als immaterieel zijn. Zo'n immateriële kostenpost is het

Verlies van het vertrouwen van Nederlanders in de overheid als blijkt dat honderd procent veiligheid toch niet te garanderen is.

De risico-regelreflex kan de oorzaak zijn voor onredelijk en disproportioneel veiligheidsbeleid.

In het kader van bodembescherming hebben we in het voorgaande de risico-regelreflex in actie gezien. Dat dit ook op dit terrein leidt tot disproportionele investering in heel weinig veiligheidswinst zullen we in dit hoofdstuk laten zien.

Betrek de samenleving bij de besluitvorming

De Nederlander heeft twee 'gezichten' zo laat onderzoek zien.⁶²

Aan de ene kant vertoont de burger nogal eens NIMBY-gedrag. Men wordt liever niet persoonlijk geconfronteerd met onvrijwillige risico's, en mocht dat wel het geval zijn dan vraagt men snel om maatregelen vanuit de overheid om het risico te verkleinen.

De andere kant is echter dat Nederlanders uitstekend in staat zijn om risico's in te schatten en om een rationale afweging vanuit algemeen maatschappelijk belang over veiligheidsbeleid te maken **als** zij worden geplaatst in de positie van het openbaar bestuur.

De zogeheten ‘narrige’ burger vraagt dus om maatregelen waarvan hij eigenlijk verwacht dat de overheid ze niet neemt.

De Nederlander begrijpt daarmee zeer goed dat de overheid niet (als enige) zorg kan dragen voor alle vormen van veiligheid in Nederland.

Om dit rationele vermogen aan te spreken is het noodzakelijk dat veiligheidskwesties in een dialoog aan de samenleving worden voorgelegd waarin de complexe opties en dilemma’s die bestuurders ervaren aan bod komen.

Niet langer is daarom het uitgangspunt van het Rijksrisicobeleid dat de overheid alle risico’s kan en moet voorkomen en dat goede werk bij voorkeur stilte achter de rug van Nederland doet.

De sleutel voor een constructieve inbreng van burgers in veiligheidsbeleid ligt bij ‘activerend burgerschap’, waarbij als eerste stap burgers door de rijksoverheid, decentraal bestuur en bedrijfsleven transparant worden voorgelicht over aard en omvang van risico’s en de mogelijke maatregelen.⁶³

Burgers mogen bewust extra risico nemen

Het betrekken van de samenleving betekent in de praktijk dat met Nederlanders besproken moet worden welke risico’s zij willen nemen. Voor de overheid is het wettelijk om Nederlanders hier zelf over te laten beslissen.

Het kan en zal niemand verbazen dat voor onvrijwillige risico’s er wel een vorm van compensatie moet zijn.

Ook voor bodembeleid is daarmee de vraag die rest onder welke voorwaarden een gemeenschap bereid is een bepaald risico te aanvaarden? Die vraag kan alleen in dialoog met de samenleving beantwoord worden.⁶¹

Zo kan het dus, de omgang met lood in Amsterdam

In hoofdstuk 5 is lood-bodemverontreiniging al ter sprake gekomen. Lood in de bodem is met name gevaarlijk voor jonge kinderen die middels hand-mond gedrag worden blootgesteld. Dit kan het leervermogen aantasten in termen van afname in IQ-punten. In oude binnensteden is de historische loodverontreiniging van de bodem natuurlijk hoog,

denk maar aan de oude loden drinkwaterleidingen, waarvan het overgrote deel inmiddels is vervangen. Dit brengt lokale overheden in een spagaat. Het volledig saneren van de bodem is enorm kostbaar en daarmee is het de vraag of het de meest wenselijke manier is om de *integrale* risico’s die de stedeling loopt te verkleinen.



Er wordt vanuit de gemeente Amsterdam niet ingezet op grootschalige sanering van binnentuinen. Wel wordt de Amsterdammer voorgelicht: de gemeente informeert bewoners en adviseert hoe ouders relatief gemakkelijk de blootstelling kunnen voorkomen.⁶⁴ Zorg dat kinderen spelen in schoon, wit zand; teel groente in bakken met schone aarde; zorg dat bodem bedekt is met gras of planten en voorkom de inloop van aarde in huis. Laat kinderen daarnaast regelmatig handen wassen na het spelen en stofzuig regelmatig.

De impliciete compensatie waardoor iedere Amsterdammer het kleine extra risico wil nemen, is natuurlijk het genot van het wonen in de binnenstad van Amsterdam.

Maak een kosten-batenanalyse

Het derde uitgangspunt van het Rijksrisicobeleid is: baseer je maatregelen op een kosten-batenanalyse. In eerder onderzoek stipten wij het grote belang van kosten-batenanalyses al aan.⁶⁵

Dit belang zit allereerst in de waarde van doelmatigheid van beleid. Burgers hebben recht op ‘waar voor hun (belasting)geld’ en daarom is het van belang zoveel mogelijk tot stand te brengen met inzet van de beschikbare middelen. Daarnaast vragen beleidsbesluiten, de mondige burger draagt hier ook aan bij, om het afleggen van verantwoording en daar kunnen kosten-batenanalyses een goede oplossing voor zijn. Immers, het vraagt de beleidsmaker om uitvoerig verschillende beleidskeuzen te analyseren in termen van belangrijke voor- en nadelen. Bovendien

zal het een belangrijk tegenwicht bieden op het nemen van maatregelen op basis van publieke of andersoortige 'emoties' (zoals nocebo), waarvan achteraf geconcludeerd kan worden dat deze onnodig of contraproductief blijken te zijn.

Redelijk

Redelijk betekent in deze context onder andere op basis van realistische inschattingen van risico's. Dit betekent onder andere dat de omgang met risico's op basis van het meest waarschijnlijke scenario vormgegeven wordt en niet op basis van worstcase-scenario's. Daarnaast betekent het ook dat erkend wordt dat risico's nooit tot nul te reduceren zijn, en er per definitie een 'restrisico' bestaat.

Proportioneel

Met proportioneel doelen we op de invulling dat de kosten van het beleid in verhouding moeten staan tot de opbrengsten (de schade die met het beleid voorkomen kan worden).

Nemen we de casus van het streven naar rationele kostenbeheersing in de gezondheidszorg, beleid op basis van kosten-batenanalyses met een expliciet plafond voor de effectiviteit van maatregelen, dan erkennen we dat dergelijke benaderingen onophoudelijk op weerstand zullen stuiten. Echter, omdat de beschikbare middelen eindig zijn, kunnen we nauwelijks anders dan de effectiviteit van een maatregel als belangrijk criterium inzetten. We kunnen ook iedere veiligheidseuro uiteindelijk maar één keer uitgeven.

Een ingewikkeld ethisch aspect van de kosten-batenanalyse is de waardering van mensenlevens. Een veel toegepaste kwantificeerbare eenheid is de DALY (Disability Adjusted Life Years). Dit concept maakt het mogelijk om ziektebelasting, oftewel het gezondheidsverlies (gemeten in tijdseenheden) uit te drukken. De DALY is samengesteld uit twee componenten: [1] het verlies aan kwantiteit van leven (verlies aan levensverwachting in jaren door vroegtijdige sterfte), en [2] het verlies aan kwaliteit van leven (verlies door jaren in ziekte doorgebracht). Deze laatste component wordt vermenigvuldigd met een factor tussen 0 en 1 die maatgevend is voor de ernst van de ziekte. Vervolgens worden beide componenten bij elkaar opgeteld. De waarde die aan een DALY wordt toegekend is €60.000.

Twee rekenvoorbeelden ter illustratie

Om een idee te geven hoe een kosten-baten analyse er uit zou kunnen zien voor beslissingen ten aanzien van bodemsaneringen presenteren we hier kort twee van dergelijke berekeningen. Om de leesbaarheid van het geheel te bevorderen zijn de exacte berekeningen als bijlage D toegevoegd.

Als eerste de Diemerzeedijk. De sanering en herinrichting van de Diemerzeedijk, middels de zogenaamde sarcopaag methodiek, heeft 265 miljoen gulden gekost.⁶⁶ Houden we de wisselkoers aan van de uitrede van de gulden (1€ = 2,20371 gulden) aan, dan is met de sanering 120,25 miljoen euro gemoeid.

Met het bedrag dat gemoeid was met de sanering van de Diemerzeedijk kunnen we afgerond 2004 gezonde levensjaren 'terug' winnen op andere veiligheid domeinen. Eigenlijk is er geen deskundige die denkt dat de sanering zoveel gezonde levensjaren heeft gered. Zo stelt het RIVM dat het meestal niet goed mogelijk is om gezondheidseffecten direct aan bodemverontreiniging toe te schrijven, vanwege het samengaan met andere mogelijke oorzaken van gezondheidseffecten.⁶⁷

De gemiddelde levensverwachting en de leeftijd waarop de ziekte zich openbaart/ waarop de burger komt te overlijden, bepaalt om hoeveel burgers het vervolgens gaat.

Als tweede kijken we naar het risico van bodemverontreiniging door PAK's. PAK's kunnen mogelijk maagkanker veroorzaken. Als we alle ongeveer 1.200 maagkankerpatiënten toerekenen aan vervuiling van bodem door PAK's en uitgaan van de gemiddelde leeftijd waarop het optreedt en de gemiddelde overlijdenskans dan zou landelijk 900 miljoen euro per jaar beschikbaar zijn voor de sanering van PAK's in de bodem. Eerder hebben we al via losse voorbeelden laten zien dat de gemiddelde Nederlander de bodemnormen voor blootstelling aan PAK's via de bodem structureel overschrijdt. Als we de gegevens gebruiken van een studie⁶⁸ waarbij de gemiddelde PAK-niveaus van voeding worden vastgesteld en worden afgezet tegen de gemiddelde voedselinname in Nederland, dan kunnen we opmaken dat de gemiddelde PAK's-voedselconsumptie zo'n 2,37 µg per dag bedraagt. Dat is bijna 35 keer meer dan de blootstelling volgens de

centrale schatting van 10 mg voor de maximale waarde voor de bodemfunctieklassse 'wonen'. Dit betekent dat hoogstens 3% van de blootstelling aan PAK's via de bodem plaatsvindt, uitgaande van de maximale waarde voor 'wonen'. Zodoende zou er maar 27 miljoen euro beschikbaar mogen zijn voor het saneren van bodems met PAK's. Dat is niet genoeg om alle verontreinigde locaties in Nederland te saneren.

Hoewel het in de praktijk meestal over meerdere stofgroepen gaat, tonen de voorbeelden wel hoe kosten-baten analyses kunnen ondersteunen in besluitvorming ten aanzien van beleid. Zie bijlage D voor de uitgebreide berekening.

Concluderend

Redelijk omgaan met risico's is noodzakelijk om tot proportioneel veiligheids- en milieubeleid te komen. Door de bekende valkuilen te voorzien en kosten-baten berekeningen uit te voeren, kunnen beleidskeuzes beter worden overwogen en verantwoord. Misschien kan de voorgestelde veiligheidseuro wel beter in een andere interventie worden gestoken.

8. Het geheel overziend



Het huidige bodembeleid in Nederland is gebaseerd op het voorzorgsprincipe: als we het niet precies weten dan stellen we strenge normen op. De laatste 20 jaar weten we echter veel meer en dat betekent dat we nu weten dat het beleid op veel punten nodeloos streng is en daarmee nodeloos veel onrust veroorzaakt en geld kost. Dat kan beter.

De doelstelling van dit rapport is het bieden van inzichten die de opdracht gevende gemeente Amsterdam kan gebruiken bij de herijking van haar bodemsaneringsbeleid de aankomende jaren. Het rapport beschrijft daartoe als eerste het ontstaan en de (on)redelijkheid van Nederlands bodembeleid. Daarna worden uitgangspunten en voorbeelden gegeven die richting kunnen bieden aan nieuw bodembeleid.

De ontwikkeling van het bodembeleid

Het bodemsaneringsbeleid in Nederland is eind jaren tachtig bij wet vastgelegd. Directe aanleiding was de schokkende ontdekking dat 'we' systematisch de bodem verontreinigd hadden met stoffen waarvan we de risico's niet goed kenden. De idealistische gedachte was dat alle bodem weer zo schoon moest worden als 'oergrond'. We noemen dit beleid gebaseerd op het voorzorgsprincipe: bij gebrek aan goede wetenschappelijke kennis kiezen we voor de meest strenge normering, die ook impliciet en expliciet als het meest veilige wordt beschouwd.

De onhaalbaarheid en onbetaalbaarheid van dat eerste idealistische beleid in combinatie met een al beter inzicht in de beperkter lijkende risico's van o.a. de verspreiding van bodemverontreiniging heeft in 2006 geleid tot wettelijk onderscheid tussen de verschillende gebruiksfuncties van de bodem.

In de doorontwikkeling van het voorzorgsbodembeleid naar een meer rationele variant paste ook het *Convenant bodemontwikkelingsbeleid en aanpak van speedlocaties* uit 2009. In dit convenant wordt gesproken over een verschuiving van bodembeleid naar bodemontwikkelingsbeleid en dus niet enkel meer op het wegnemen van risico's.

Die doorontwikkeling van het bodembeleid lijkt echter de laatste jaren stilgevallen. Mogelijk dat de aandacht voor in de perceptie nieuwe vormen van bodemverontreiniging door PFAS daarmee te maken heeft. De komst van de Omgevingswet, die decentraal meer afwegingsruimte biedt, kan hier verandering in brengen.

De technisch bodemnormen tegen het licht van redelijkheid gehouden

De beoordeling van de bodemkwaliteit gebeurt aan de hand van wettelijk vastgestelde normen. De normen geven aan hoeveel aanwezig mag zijn van bepaalde stoffen die als schadelijk worden gezien.

In dit rapport laten we zien dat vraagtekens gezet kunnen worden bij de redelijkheid van die normen in relatie tot humane risico's.

Een eerste reeks vergelijkingen laat zien dat sommige stoffen die in het bodembeleid streng genormeerd zijn ook regelmatig en onvermijdbaar in alledaagse

producten voorkomen. De PAK norm in bodem voor de klasse wonen maakt dat we via de bodem minder dan 1% binnenkrijgen van de PAK's die we via voeding als koffie binnenkrijgen.

Een tweede reeks vergelijkingen laat zien dat sommige stoffen die in het bodembeleid streng genormeerd zijn soms zelfs noodzakelijk zijn. Door blootstellingsnormen voor verschillende zware metalen te spiegelen aan de dagelijkse aanbevolen hoeveelheid of de adequate inneming, blijkt dat de bodemnormen zorgen dat we minder dan 1% van de **aanbevolen** dagelijkse hoeveelheid van die essentiële bouwstoffen binnenkrijgen.

De laatste vergelijking laat zien dat sommige 'nieuwe' bodemrisico's die we vanuit voorzorgdenken extra streng normeren soms opeens van nature blijken voor te komen. De normering van PFAS in het bodembeleid zou betekenen dat, binnen de context van gehalogeneerde koolwaterstoffen en de normen die voor een klein aantal daarvoor gelden, we geen zeewier meer mogen eten.

Verwondering en consequentie

De gepresenteerde inzichten leiden bij de lezer ongetwijfeld tot dezelfde verwondering als bij ons onderzoekers. Natuurlijk is bodemsaneringsbeleid noodzakelijk om de samenleving te beschermen, maar hoe kan het dat het huidige zo evident disproportionele beleid grosso modo zo lang intact is gebleven? Hoe kan het ook dat bij de ontdekking van 'nieuwe' gevaarlijke stoffen in de bodem weer direct hetzelfde pad wordt ingeslagen en daarmee dezelfde problemen worden veroorzaakt?

De consequentie is volgens ons dat een serieuze herziening van het bodemsaneringsbeleid noodzakelijk is gezien de maatschappelijke opgave van huisvesting en energietransitie.

En kan het ook anders?

Binnen het (Amsterdamse) bodembeleid zijn al een aantal goede voorbeelden die laten zien dat het bodembeleid in die richting doorontwikkeld kan worden. Zo is bij het beleid rondom lood-verontreiniging in de bodem door de gemeente Amsterdam transparant met haar inwoners

gecommuniceerd over het risico en de maatregelen die mensen zelf kunnen nemen. Amsterdammers nemen graag het kleine extra risico om in de binnenstad te mogen wonen.

Het nationale bodembeleid is ook op enkele punten gerationaliseerd: zo kan verontreinigde grond in geluidswallen gebruikt worden en hoeft de bodem niet gesaneerd te worden als er geen risico bestaat op blootstelling.

Een toolbox voor proportioneel bodembeleid

Het voorgaande laat zien dat het bodembeleid proportioneler moet en kan. Niet alleen in de nabije toekomst waar de Omgevingswet gemeentes meer ruimte gaat geven, maar ook in het heden waar de wetgeving al meer ruimte biedt dan genomen wordt.

Behulpzaam hierbij zou volgens de betrokkenen die wij gesproken hebben de ontwikkeling van een toolbox zijn voor proportioneel bodembeleid. Deze toolbox zou moeten passen bij de drie uitgangspunten die het Rijk in 2015 heeft geformuleerd voor veiligheidsbeleid, namelijk:

- Betrek de samenleving bij besluitvorming over veiligheid.
- Burgers mogen bewust extra risico-nemen.
- Beslis op basis van kosten-baten.

Bijlage A: de berekeningen van hoofdstuk 4 toegelicht

Algemeen geldende waarden voor de berekeningen in Bijlage A:

- 1) De dagelijkse blootstelling aan grond is 10 mg. Dit is de hoeveelheid grond die een volwassene per dag consumeert.
- 2) Voor de bodemfunctiekلاس 'Wonen' is de referentiewaarde voor PAK10 6,8 mg/kg bodem.
- 3) De maximale blootstelling aan PAK's via de bodem volgens de referentiewaarde is daarmee 68 ng per 10 mg.

Koffie

Bij het branden van koffiebonen komen PAK's vrij. De gevonden concentraties PAK's in koffie variëren van 0,52-1,8 µg/l. Dit varieert gerekend naar kopjes van 200 ml, dus gedeeld door 5, van 0,104 µg tot 0,36 µg PAK's per kopje koffie. Rekenen we naar de laagst aangetroffen concentratie, 104 ng PAK's per kopje, dan wordt de norm met een factor 1,5 overschreden. Dat wordt berekend door 104 ng te delen door 68 ng, met als uitkomst 1,529. Rekenen we naar de hoogst aangetroffen concentratie, 360 ng PAK's per kopje, dan wordt de norm iets meer dan 5 keer overschreden. Dat wordt berekend door 360 ng te delen door 68, met als uitkomst 5,294.

De gemiddelde Nederlander consumeert jaarlijks 8,7 kg koffie, waarbij 7-8 gram koffie per kopje een normale sterkte oplevert. Dat wil zeggen dat de gemiddelde Nederlander 3,2 kopjes koffie van 200 ml per dag drinkt. Dit wordt berekend door 8700 gram koffie te delen door 7,5 gram per kopje, en vervolgens te delen door 365 dagen.

Aangezien de referentiewaarde voor PAK's met één kopje van 200 ml al overschreden wordt, en de Nederlander gemiddeld meer dan drie kopjes drinkt, overschrijdt de gemiddelde Nederlander de referentiewaarde voor PAK's in de bodem met bijna 17 keer, in het geval van de hoogst aangetroffen concentratie. Dit wordt berekend door 3,2 kopjes koffie te vermenigvuldigen met de factor 5,294. In de tabel hieronder staan de gegevens gepresenteerd.

Koffie	Gevonden concentraties PAK's in koffie	Referentiewaarde PAK10 'wonen'	Conservatieve overschrijding	'Progressieve' overschrijding
	0,52-1,8 µg/l	6,8 mg/kg bodem	-	-
Per 10 mg grond	-	68 ng	-	-
Per kopje à 0.2 liter	0,104-0,36 µg	-	1,529	5,294
Gemiddeld per Nederlander per dag	0,3328-1,152 µg	-	4,893	16,941

Thee

Geroookte thee-extracten bevatten ook PAK's. De gevonden concentratie PAK's in deze extracten is 1,5 µg/l. Dit is gerekend naar kopjes van 200 ml, dus gedeeld door 5, van 0,3 µg per kopje thee. Vergelijken we de consumptie van een kopje thee met de referentiewaarde voor PAK's, dan wordt de norm met een factor 4,4 overschreden. Dat wordt berekend door 300 ng te delen door 68 ng, met als uitkomst 4,412.

De gemiddelde Nederlander consumeert jaarlijks 0,78 kg thee, waarbij 2 gram thee per kopje een normale sterkte oplevert. Dat wil zeggen dat de gemiddelde Nederlander afgerond 1 kopje thee van 200 ml per dag drinkt. Dit wordt berekend door 780 gram thee te delen door 2 gram thee per kopje, en vervolgens te delen door 365 dagen. Dit is voor de gemiddelde Nederlander 1,07 kopjes thee per dag.

Aangezien de referentiewaarde voor PAK's met één kopje van 200 ml al overschreden wordt, en de Nederlander gemiddeld iets meer dan een kopje thee per dag drinkt, overschrijdt de gemiddelde Nederlander de referentiewaarde

voor PAK's in de bodem met afgerond 5 keer. Dit wordt berekend door 1,07 kopjes thee te vermenigvuldigen met de factor 4,412. In de tabel hieronder staan de gegevens gepresenteerd.

Thee	Gevonden concentraties PAK's in thee extracten	Referentiewaarde PAK10 'wonen'	Overschrijding
	1,5 µg/l	6,8 mg/kg bodem	-
Per 10 mg grond	-	68 ng	-
Per kopje à 0.2 liter	0,3 µg	-	4,412
Gemiddeld per Nederlander per dag	0,32 µg	-	4,715

Chocolade

Door de bereidingswijze van chocolade worden in het product ook concentraties PAK's gevonden. De gevonden concentratie PAK's in chocolade is 2,9 µg/kg. Dit is gerekend naar chocoladerepen van 100 gram, dus gedeeld door 10, van 0,29 µg per reep. Vergelijken we de consumptie van een reep chocolade met de referentiewaarde voor PAK's, dan wordt de norm met ruim een factor 4 overschreden. Dat wordt berekend door 290 ng te delen door 68 ng, met als uitkomst 4,256.

De gemiddelde Nederlander consumeert jaarlijks 4,7 kg chocolade, dat is ruim minder dan een reep per dag. Dit wordt berekend door 4700 gram te delen door 365 dagen, met als uitkomst 12,88 gram chocolade per dag. De blootstelling aan PAK's via de consumptie van 4,7 kg chocolade is 13,63 µg. Dit wordt berekend door 4,7 kg te vermenigvuldigen met 2,90 µg/kg.

Aangezien de gemiddelde Nederlander geen reep van 100 gram chocolade per dag eet wordt de referentiewaarde voor PAK's niet met een factor 4,265 overschreden wordt. De totale blootstelling per jaar van 13,36 µg gedeeld door 365 dagen levert een blootstelling van 0,03734 µg per dag op. Door 37,34 ng te delen door 68 ng wordt duidelijk dat met de gemiddelde consumptie chocolade de referentiewaarde voor PAK's niet wordt overschreden, maar juist ruim onder de waarde blijft, 0,549. In de tabel hieronder staan de gegevens gepresenteerd.

Chocolade	Gevonden concentraties PAK's in chocolade	Referentiewaarde PAK10 'wonen'	Overschrijding
	2,90 µg/kg	6,8 mg/kg bodem	-
Per 10 mg grond	-	68 ng	-
Per chocoladereep à 100 gram.	290 ng	-	4,265
Gemiddeld per Nederlander per dag	0,037 µg	-	0,549

Ham

In gedroogde ham worden eveneens concentraties PAK's gevonden. De gevonden concentratie PAK's lopen uiteen van 0,16 µg/kg tot 11,51 µg/kg. Dit is gerekend naar plakjes van 15 gram, dus gedeeld door 1000 en vermenigvuldigd met 15, van 2,4 ng tot 172,65 ng per plakje gedroogde ham. Vergelijken we de consumptie van een plakje ham met de hoogste concentratie PAK's met de referentiewaarde voor PAK's, dan wordt de norm met een factor 2,54 overschreden. Dat wordt berekend door 172,65 ng te delen door 68 ng, met als uitkomst 2,54.

Ham	Gevonden concentraties PAK's in ham	Referentiewaarde PAK10 'wonen'	Conservatieve overschrijding	'Progressieve' overschrijding
	0,16-11,51 µg/kg	6,8 mg/kg bodem	-	-
Per 10 mg grond	-	68 ng	-	-
Per plakje	2,4-172,65 ng	-	0,035	2,54

Zalm

In gerookte zalm worden ook concentraties PAK's gevonden. De gevonden concentratie PAK's lopen uiteen van 56,8 µg/kg tot 96,2 µg/kg. Rekenen we dit naar hoeveelheden voor op bijvoorbeeld een toastje van 10 gram, dus gedeeld door 100, dan zijn deze concentraties 56,8 ng tot 96,2 ng per 10 gram gerookte zalm. Vergelijken we de consumptie van gerookte zalm met de hoogste concentratie PAK's met de referentiewaarde voor PAK's, dan wordt de norm met een factor 14 overschreden. Dat wordt berekend door 962 ng te delen door 68 ng, met als uitkomst 14,147.

Zalm	Gevonden concentraties PAK's in zalm	Referentiewaarde PAK10 'wonen'	Conservatieve overschrijding	'Progressieve' overschrijding
	56,8-96,2 µg/kg	6,8 mg/kg bodem	-	-
Per 10 mg grond	-	68 ng	-	-
Per 10 gram zalm	568-962 ng	-	8,353	14,147
Gemiddeld per 10 gram	765 ng	-	11,25	

Tabakswaar

Bij de consumptie van sigaretten komen ook PAK's vrij. Niet verwonderlijk aangezien je tabaksbladeren aan het verbranden bent. De gevonden concentratie PAK's bij de consumptie van een sigaret lopen uiteen van 139 (± 5) tot 2.599 (± 224) ng per sigaret. Vergelijken we de consumptie van een sigaret met de referentiewaarde voor PAK's, dan wordt de norm met een factor 2 overschreden in het geval van de laagste concentratie PAK's en een factor 38 met de hoogst gevonden concentratie PAK's. Dat wordt voor de laagst gevonden concentratie berekend door 139 ng te delen door 68 ng, met als uitkomst 2,044. In het geval van de hoogst gevonden concentratie is dit berekend door 2.599 ng te delen door 68 ng, met als uitkomst 38,22.

Echter, de gemiddelde rokende Nederlander laat het niet bij één sigaret maar consumeert dagelijks 10,7 sigaretten. Aangezien de referentiewaarde voor PAK's met één sigaret met de laagste concentratie PAK's al overschreden wordt, en de rokende Nederlander het gemiddeld niet bij één sigaret laat, overschrijdt de gemiddelde rokende Nederlander de referentiewaarde voor PAK's in de bodem met afgerond 22 keer. Dit wordt berekend door 10,7 sigaretten te vermenigvuldigen met de factor 2,044. In het geval van de consumptie van sigaretten waar de hoogste concentratie PAK's is aangetroffen is de factor zelfs afgerond 409. Dit wordt berekend door 10,7 sigaretten te vermenigvuldigen met 38,22, met als uitkomst 408,95. In de tabel op de volgende bladzijde staan de gegevens gepresenteerd.

Tabakswaar	Gevonden concentraties PAK's die vrijkomen bij consumptie van tabakswaar	Referentiewaarde PAK10 'wonen'	Conservatieve overschrijding	'Progressieve' overschrijding
	-	6,8 mg/kg bodem	-	-
Per 10 mg grond	-	68 ng	-	-
Per sigaret	139 ($\pm$ 5) en 2.599 ($\pm$ 224) ng per sigaret	-	2,044	38,22
Per gemiddelde Nederlandse roker	1.487,3 ng - 2.780,3 ng	-	21,87	408,95

Bijlage B: de berekeningen van hoofdstuk 5 toegelicht

Algemeen geldende waarden voor de berekeningen in Bijlage B:

- 1) De dagelijkse blootstelling aan grond is 10 mg. Dit is de hoeveelheid grond die een volwassene per dag consumeert.

Chroom

De referentiewaarde chroom voor de bodemfunctiekلاس 'wonen' is 62 mg/kg bodem. De aanbevolen dagelijkse hoeveelheid voor een volwassene bedraagt 30 µg. Met de consumptie van 10 mg grond die gelijk is aan de referentiewaarde is de blootstelling gelijk aan 0,62 µg. Delen we dit getal door de aanbevolen dagelijkse hoeveelheid van 30 µg, dan komt dit uit op 2,07% van de aanbevolen dagelijkse hoeveelheid. In de onderstaande tabel zijn de gegevens gepresenteerd.

Chroom	Referentiewaarde chroom 'wonen'	ADH
	62 mg/kg bodem	30 µg
Blootstelling bij maximale referentiewaarde 'wonen' aan chroom per dag via de bodem	0,62 µg	2,07% ADH

Koper

De referentiewaarde koper voor de bodemfunctiekلاس 'wonen' is 54 mg/kg bodem. De aanbevolen dagelijkse hoeveelheid voor een volwassene bedraagt 1,5 mg. Met de consumptie van 10 mg grond die gelijk is aan de referentiewaarde is de blootstelling gelijk aan 0,54 µg. Delen we dit getal door de aanbevolen dagelijkse hoeveelheid van 1,5 mg, dan komt dit uit op 0,036% van de aanbevolen dagelijkse hoeveelheid. In de onderstaande tabel zijn de gegevens gepresenteerd.

Koper	Referentiewaarde koper 'wonen'	ADH
	54 mg/kg bodem	1,5 mg
Blootstelling bij maximale referentiewaarde 'wonen' aan koper per dag via de bodem	0,54 µg	0,036% ADH

Zink

De referentiewaarde zink voor de bodemfunctiekلاس 'wonen' is 200 mg/kg bodem. De aanbevolen dagelijkse hoeveelheid voor een volwassene bedraagt 9,5 mg. Met de consumptie van 10 mg grond die gelijk is aan de referentiewaarde is de blootstelling gelijk aan 2 µg. De dagelijks aanbevolen hoeveelheid zink is 8 mg voor vrouwen en 11 mg voor mannen. Het gemiddelde is 9,5 mg. Delen we 2 µg door het gemiddelde van de aanbevolen dagelijkse hoeveelheid voor vrouwen en mannen, 9,5 mg, dan komt dit uit op 0,021% van de aanbevolen dagelijkse hoeveelheid. In de tabel op de volgende bladzijde zijn de gegevens gepresenteerd.

Zink	Referentiewaarde zink 'wonen'	ADH
	200 mg/kg bodem	9,5 mg
Blootstelling bij maximale referentiewaarde 'wonen' aan zink per dag via de bodem	2 µg	0,021% ADH

Molybdeen

De referentiewaarde molybdeen voor de bodemfunctieklasse 'wonen' is 88 mg/kg bodem. De adequate inname voor volwassenen bedraagt 65 µg. Met de consumptie van 10 mg grond die gelijk is aan de referentiewaarde is de blootstelling gelijk aan 0,88 µg. Delen we dit getal door het gemiddelde van de adequate inname, dan komt dit uit op 1,4% van de adequate inname. In de onderstaande tabel zijn de gegevens gepresenteerd.

Molybdeen	Referentiewaarde molybdeen 'wonen'	AI
	88 mg/kg bodem	65 µg
Blootstelling bij maximale referentiewaarde 'wonen' aan molybdeen per dag via de bodem	0,88 µg	1,4% AI

Seleen

De referentiewaarde seleen voor de bodemfunctieklasse 'wonen' is 100 mg/kg bodem. De adequate inname voor volwassenen bedraagt 70 µg. Met de consumptie van 10 mg grond die gelijk is aan de referentiewaarde is de blootstelling gelijk aan 1 µg. Delen we dit getal door het gemiddelde van de adequate inname, dan komt dit uit op 1,4% van de adequate inname. In de onderstaande tabel zijn de gegevens gepresenteerd.

Seleen	Referentiewaarde seleen 'wonen'	AI
	100 mg/kg bodem	70 µg
Blootstelling bij maximale referentiewaarde 'wonen' aan seleen per dag via de bodem	1 µg	1,4% AI

Lood

In dit rekenvoorbeeld vergelijken we de consumptie van lood via de bodem bij de referentiewaarde met de consumptie van lood via water bij de aanvaardbare blootstelling. De Europese Gezondheidsdienst adviseert mannen om gemiddeld 2½ liter water per dag te drinken. Voor vrouwen luidt het advies 2 liter per dag te drinken. Volgens de WHO is de aanvaardbare blootstelling aan lood 10 µg per liter drinkwater.

De referentiewaarde lood voor de bodemfunctieklasse 'wonen' is 210 mg/kg bodem. Er is geen aanbevolen dagelijkse hoeveelheid lood, sterker nog, lood is giftiger dan voorheen werd gedacht. Met de consumptie van 10 mg grond die gelijk is aan de referentiewaarde is de blootstelling gelijk aan 2,1 µg. Vergelijken we de bodemnorm voor lood met de drinkwaternorm voor lood, dan zien we iets opmerkelijks. Met het drinken van 1 liter water overschrijden mensen de referentiewaarde voor lood in de bodemfunctieklasse 'Wonen' met bijna factor 5. Houden mensen zich aan de aanbevolen dagelijkse hoeveelheid water van 2,5 liter, dan is de overschrijding zelfs afgerond 12. Dit wordt berekend door 10 µg te vermenigvuldigen met 2,5 liter water, en dat vervolgens te delen door 2,1 µg, met als uitkomst 11,904.

Lood	Referentiewaarde lood 'wonen'	Overschrijding
	210 mg/kg bodem	-
Blootstelling bij maximale referentiewaarde 'wonen' aan lood per dag via de bodem	2,1 µg	-
WHO aanvaardbare blootstelling lood per liter drinkwater	10 µg	4,762
Aanbeveling Europese Gezondheidsdienst te drinken water per dag	2,5 liter	11,904

Bijlage C: de berekeningen van hoofdstuk 6 toegelicht

Gehalogeneerde koolwaterstoffen (PFOA & PFOS)

Naar schatting vindt de blootstelling aan PFOAs en PFOSs voor respectievelijk 99% en 96% plaats via voeding. Dat betekent daarmee ook dat maximaal 1% tot 4% van de blootstelling via de bodem plaatsvindt.

De gemiddelde levenslange inname van beide stoffengroepen zijn 0,3 ng/kg lichaamsgewicht per dag voor PFOS en 0,2 ng/kg lichaamsgewicht per dag voor PFOA. Dit is in het uiterste geval voor PFOSs dan 0,3 ng vermenigvuldigd met 1%, met als uitkomst een blootstelling van hooguit 0,003 ng per kg lichaamsgewicht per dag via de bodem. Voor PFOAs geldt dat dit in het uiterste geval 0,2 ng wordt vermenigvuldigd met 4%, met als resultaat dat de blootstelling via de bodem slechts 0,008 ng per kg lichaamsgewicht per dag is.

Op basis van voortschrijdend inzicht is de TDI (toelaatbare dagelijkse inname) voor PFOA tussen 2011 en 2017 bijgesteld van 1.500 ng/kg lichaamsgewicht/dag naar 12,5 ng/kg lichaamsgewicht/dag. Inmiddels heeft de European Food Safety Authority (EFSA) zelfs een norm voorgesteld die nog 15 maal lager ligt dan de door het RIVM gestelde norm. Deze strengere norm is komt tot stand door 12,5 ng te delen door 15, met als uitkomst 0,83 ng/kg lichaamsgewicht per dag voor PFOA. Delen de maximale blootstelling aan PFOA via de bodem, 0,008 ng per kg lichaamsgewicht per dag, door de nieuwe norm en vermenigvuldigen we dat met 100% dan is de bijdrage van de blootstelling aan PFOA via de bodem slechts 0,96%.

Roodwier

Voor bromoform geldt de interventiewaarde van 75 mg/kg bodem. Bij blootstelling van 10 mg bodem betekent dit een blootstelling van 0,0075 µg bromoform op het interventieniveau. Roodwier bestaat voor 80% uit bromoform, en dat doorgerekend betekent dat je bij het eten van +/- 0,00094 milligram roodwier al aan de bodeminterventiewaarde van bromoform zit.

Bijlage D: de berekeningen van hoofdstuk 7 toegelicht

Rekenvoorbeeld Kosten-batenanalyse

Om tot een rekenvoorbeeld te kunnen komen zijn een aantal assumpties noodzakelijk:

- Alle gediagnosticeerde gevallen maagkanker in Nederland worden veroorzaakt door blootstelling aan PAK's via de bodem. *Deze assumptie is zeer onwaarschijnlijk maar maakt rekenen mogelijk.*
- De blootstelling aan PAK's via de bodem veroorzaakt alleen maagkanker. *Deze assumptie is zeer onwaarschijnlijk maar maakt rekenen mogelijk.*
- Een DALY is €60.000.
- Er is in de berekening niet gecorrigeerd voor de kwaliteit van leven.

Als eerste de Diemerzeedijk. De sanering en herinrichting van de Diemerzeedijk, middels de zogenaamde sarcofaag methodiek, heeft 265 miljoen gulden gekost. Houden we de wisselkoers aan van de uittrede van de gulden (1€ = 2,20371 gulden) aan, dan is met de sanering 120,25 miljoen euro gemoeid. $\text{€}120.250.000 / \text{€}60.000 = 2.004,20$.

De maximale investering mag €60.000 per gewonnen levensjaar zijn. Deze investeringsnorm is in deze berekening het gemiddelde van de normen die in de gezondheidszorg (€40.000) en voor veiligheidsbeleid (€80.000) gehanteerd worden. Het verloren aantal gezonde levensjaren (Disability Adjusted Life Years (DALYs)) wordt berekend door het aantal patiënten in Nederland te vermenigvuldigen met het gemiddelde aantal verloren gezonde levensjaren. In het geval van PAK's blootstelling is dat gesteld op 12,5 jaar per incidentie van maagkanker. Het aantal verloren gezonde levensjaren is als volgt berekend:

We gaan uit van de gemiddelde diagnoseleeftijd van 70 jaar^A. De resterende gemiddelde leeftijdsverwachting van een 70 jarige is 15 jaar. In 2015 zijn er 1.232^B gevallen van maagkanker geconstateerd. 55%^C van dit aantal overlijdt naar prognose binnen 1 jaar. Gemiddeld aantal verloren gezonde levensjaren is naar schatting 12½ jaar. Dit is de optelsom van de patiëntentabel hieronder. $15.372 \text{ DALYs} / 1.232 \text{ patiënten} = 12\frac{1}{2} \text{ DALY per patiënt}$. $2004 / 12\frac{1}{2} = 160 \text{ personen}$; $160 / 1.232 * 100\% = 13\%$.

Patiëntentabel en resterende DALYs	
Jaar 0: 1.232 patiënten	
Jaar 1: 554 patiënten	678 * 15 DALY
Jaar 2: 382 patiënten	172 * 14 DALY
Jaar 3: 320 patiënten	62 * 13 DALY
Jaar 4: 296 patiënten	24 * 12 DALY
Jaar 5: 283 patiënten	13 * 11 DALY
	+/- 29 * 10 DALY
	+/- 28 * 9 DALY
	+/- 28 * 8 DALY
	+/- 28 * 7 DALY
Jaar 10: 141 patiënten (schatting)	+/- 29 * 6 DALY
	+/- 28 * 5 DALY
	+/- 28 * 4 DALY
	+/- 28 * 3 DALY
	+/- 28 * 2 DALY
	+/- 29 * 1 DALY
Jaar 15: 0 patiënten (verwachting)	+/- 0 * 0

Gaan we uit van afgerond 1.200 maagkanker patiënten vermenigvuldigt met de kosten per DALY van €60.000, vermenigvuldigt met het gemiddeld te winnen DALYs van 12,5, dan geeft dit een resultaat van €900.000.000. Zoveel mag de bodemsanering kosten om alle maagkankerpatiënten te voorkomen. De gemiddelde hoeveelheid PAK8 in voedsel is voor een gemiddelde Nederlandse man van 80 kg per dag ongeveer 2,374 ng^D. Delen we de referentiewaarde voor PAK's in de bodem, omgezet in de geschatte blootstelling van 10 mg per dag, dus 68 ng PAK's door de gemiddelde hoeveelheid PAK8 in voedsel van 2,374 ng, dan is het resultaat percentueel slechts 2,86%. Vermenigvuldigen we dit percentage met het bedrag dat beschikbaar is voor bodemsanering op basis van patiënten en DALYs dan levert dit een bedrag op van €25.779.275,48. Of als we rekenen met afgeronde getallen €900.000.000 * 3% = €27.000.000.

^A CBS (2018). Prognose levensverwachting 65-jarigen . Verkregen via <https://www.cbs.nl/nl-nl/nieuws/2018/44/prognose-levensverwachting-65-jarigen> op 27-12-2018.

^B Integraal Kankercentrum Nederland (n.d.) Maagcarcinoom. Verkregen via <https://www.oncoline.nl/maagcarcinoom> op 27-12-2018.

^C Integraal Kankercentrum Nederland (n.d.) Overlevingscijfers maagkanker. Verkregen via <https://www.kanker.nl/kankersoorten/maagkanker/wat-is/overlevingscijfers-maagkanker> op 27-12-2018.

^D Scientific Opinion of the Panel on Contaminants in the Food Chain on a request from the European Commission on Polycyclic Aromatic Hydrocarbons in Food. *The EFSA Journal* (2008), 724, p. 60.

Bijlage E

Tabel 1: Bodemsaneringsnormen voor woonzones in verschillende landen (oorspronkelijke Bron: Provoost et al., 2006; aangevuld)

metaal (mg/kg ds)	Vlaanderen ¹	Vlaanderen (nieuw voorstel)	Nederland	Nederland (nieuw voorstel) ²	Duitsland ²	Frankrijk	Zweden	Noorwegen	Groot Brittannië + plant ^{4,6}	Groot Brittannië – plant ⁵	Canada	Zwitserland	U.S.A.	Minimum ^{§§}	Maximum ^{§§}	gemiddelde ^{§§}	25 th percentiel ^{§§}	50 th percentiel ^{§§}	75 th percentiel ^{§§}
Arseen	110	103	55	76	50	37	15	2	20	20	12	N.A.	22	2	110	34,3	16,3	21	46,8
Cadmium	6	9,5	12	13	20	20	0,4	3	1	30	10	20	37	0,4	37	14,5	4,5	12	20,0
Chroom III	300	240	380	180	400	130 ³	120	25	130	200	64	N.A.	100000	25	100000	10174,9	122,5	165	360,0
koper	400	120⁸	190	190	N.A.	190	100	100	N.A.	N.A.	63	1000 ⁷	3100	63	3100	642,9	100,0	190	550,0
kwik	15	4,8	10	36	20	7	1	1	8	8	6,6	N.A.	23 ¹⁰	1	23	10,0	6,7	8	13,8
Lood	700	408	530	530	400	400	80	60	450	450	140	1000 ⁸	400	60	1000	419,1	270,0	400	490,0
Nikkel	470	95	210	95	140	140	35	50	50	75	50	N.A.	1600	35	1600	282,0	50,0	107,5	192,5
Zink	1000	183⁸	720	720	N.A.	9000	350	100	N.A.	N.A.	200	2000 ⁹	23000	100	23000	4546,3	312,5	860	3750,0

1 Bodemsaneringsdecreet Vlarebo Versie april 1996. OVAM publicatie D/1996/5024/5, OVAM, Mechelen.

2 Normen toepasbaar in federale wetgeving afkomstig uit 'werkingspad Bodem-Mensch' (blootstellingsroute bodem-mens)

3 chroom totaal

4 woonzone met moestuin

5 woonzone met zonder moestuin

6 Cd norm bij bodem pH 6

7 De bodemsaneringsnormen bedragen respectievelijk 1000 en 4 mg/kg ds naargelang de norm wordt uitgedrukt op basis van de totaal concentratie dan wel de oplosbare conc. in de bodem. De bodemsaneringsnorm 1000 mg/kg ds werd gebruikt voor de berekeningen van de percentielen.

8 De bodemsaneringsnormen bedragen respectievelijk 1000 en 0,1 mg/kg ds naargelang de norm wordt uitgedrukt op basis van de totaal concentratie dan wel de oplosbare conc. in de bodem. De bodemsaneringsnorm 1000 mg/kg ds werd gebruikt voor de berekeningen van de percentielen.

9 De bodemsaneringsnormen bedragen respectievelijk 2000 en 5 mg/kg ds naargelang de norm wordt uitgedrukt op basis van de totaal concentratie dan wel de oplosbare conc. in de bodem. De bodemsaneringsnorm 2000 mg/kg ds werd gebruikt voor de berekeningen van de percentielen.

10 De norm voor anorganisch en organisch Hg bedragen respectievelijk 23 en 6.1 mg/kg ds. De bodemsaneringsnorm 23 mg/kg ds werd gebruikt voor de berekeningen van de percentielen.

§ functie van CEC; of wanneer CEC niet gekend is, functie van pH, %klei en %OS

§§ enkel voor de normen in de huidige wetgeving (De nieuw voorgestelde normen voor Vlaanderen en het voorstel voor nieuwe normen in Nederland worden niet in deze berekeningen betrokken.)

£:interventiewaarden bodem; Concept-voorontwerp van regelgeving bodemkwaliteit. Versie 5.0 – 15september 2006; Naar verwachting worden deze waarden in april/mei 2007 definitief (Pers. comm; E. Dirven, RIVM)

NA: niet beschikbaar

Eindnoten: literatuurverwijzingen

- ¹ CBS StatLine (2018). Levensverwachting. Verkregen via <http://statline.cbs.nl/Statweb/publication/?DM=SLNL&PA=37360ned&D1=3&D2=a&D3=0,21,61,81&D4=0,8,13,17,24,41,54,65,84,91-96&HDR=G1,T&STB=G2,G3&VW=T> op 13 december 2018.
- ² Tweede Kamer 1970-1971, 11 268, nr. 1.
- ³ Tweede Kamer 1973-1974, 12 662, nrs. 1-3.
- ⁴ Tweede Kamer 1974-1975, 13 364, nrs. 1-3.
- ⁵ Tweede Kamer 1980-1981, 16 821, nrs. 1-3, p. 13 en p. 15.
- ⁶ Motie 14 100-XVII, nr. 13.
- ⁷ Tweede Kamer 1980-1981, 16 821, nrs. 1-3, p. 12.
- ⁸ Handelingen II, 6 oktober 1982, p. 163.
- ⁹ Tweede Kamer 1980-1981, 16 821, nrs. 1-3, p. 23.
- ¹⁰ Tweede Kamer 1989-1990, 21 557, nr. 2.
- ¹¹ Tien jaren-scenario bodemsanering, pp. 1-2.
- ¹² Tien jaren-scenario bodemsanering, p. 35.
- ¹³ Tien jaren-scenario bodemsanering, p. 21.
- ¹⁴ Tien jaren-scenario bodemsanering, p. 26 en p.36.
- ¹⁵ Tweede Kamer 1994-1995, 22 727, nr. 9.
- ¹⁶ Tweede Kamer 2001-2002, 28 199, nr. 1.
- ¹⁷ Zie bijvoorbeeld: Staatscourant 2008, 131.
- ¹⁸ Tweede Kamer 1999-2000, 25411 nr. 7.
- ¹⁹ Regeling van 13 december 2007, nr. DJZ2007124397, houdende regels voor de uitvoering van de kwaliteit van de bodem, *Stcrt* 2007, 247.
- ²⁰ Convenant bodemontwikkelingsbeleid en aanpak speedlocaties van 26 november 2009, *Stcrt* 2009, 18077.
- ²¹ Provoost, J., Cornelis, C. & Zwartjes, F. (2006). Comparison of Soil Clean-up Standards for Trace Elements Between Countries: Why do they differ? *Journal of Soils and Sediments*, volume 6, issue 3, pp. 173-181.
- ²² EPA Exposures Factors Handbook (2017). Chapter 5 Soil and Dust Ingestion, pp. 5-49.
- ²³ Heitzmann, M., Wilson, R. (1997). Response by Heitzmann and Wilson. *BELLE Newsletter* 6(1): March. (See <http://users.physics.harvard.edu/~wilson/publications/ppaper644.html>).
- ²⁴ Koch, R. (1983). A Threshold Concept of Environmental Pollutants. *Chemosphere* 12(1), pp. 17-21.
- ²⁵ Calabrese, E.J., Baldwin, L.A. (2003). Toxicology Rethinks its Central Belief. Hormesis Demands a Reappraisal of the Way Risks are Assessed. *Nature* 421: pp. 691-692.
- ²⁶ Calabrese, E.J., Cook, R.R., Hanekamp, J.C. (2012). Linear No Threshold – The New Homeopathy. *Environmental Toxicology and Chemistry*, 31(12): 2723.
- ²⁷ Tubania, M. D. (2005). Dose–effect relationship and estimation of the carcinogenic effects of low doses of ionizing radiation: The joint report of the Académie des Sciences (Paris) and of the Académie Nationale de Médecine. *International Journal of Radiation Oncology*, Volume 63, Issue 2, pp. 317-319.
- ²⁸ Handelingen II, 1988-1989, 21 135, nr. 5.
- ²⁹ VROM (2008). NOBO: Normstelling en bodemkwaliteitsbeoordeling Onderbouwing en beleidsmatige keuzes voor de bodemnormen in 2005, 2006 en 2007. Den Haag: Ministerie van Volkshuisvesting Ruimtelijke Ordening en Milieu, nr. 8395.
- ³⁰ Gezondheidsraad (1988). Ecotoxicologische risico-evaluatie van stoffen, rapportnummer 28.
- ³¹ Mattson M. P. (2015). What Doesn't Kill You.... *Scientific American*, 313(1), 40-5.
- ³² Verschoor, A. J. (2015) Update of ecological risk limits of nickel in soil. RIVM Letter report 2015-0137. Bilthoven.
- ³³ Zie bijvoorbeeld: Bast, A., Hanekamp, J.C. (2017). Toxicology: What Everyone Should Know. *Academic Press*.
- ³⁴ Gladwell, M. (1999). *Dept. Of Straight Thinking: Is the Belgian Coca-Cola hysteria the real thing?* New York: The New Yorker.
- ³⁵ Dirven-van Breemen, E.M., Lijzen, J. P. A., Otte, P. F., Vlaardingen, van P., Spijker, J., Verbruggen, E. M. J., Swartjes, F. A., Groenenberg, J. E., Rutgers, M. (2006). RIVM rapport 711701053: Landelijke referentiewaarden ter onderbouwing van maximale waarden in het bodembeleid, Bilthoven.
- ³⁶ Opperhuizen, A. (2014). Advies over rubbertegels met PAK's. Utrecht: NWVA, Bureau Risicobeoordeling & onderzoeksprogrammering.
- ³⁷ Harmsen, J. & Rietra, R. P. J. J. (2018). 25 years monitoring of PAHs and petroleum hydrocarbons biodegradation in soil. *Chemosphere*, 207, pp. 229-238.
- ³⁸ Orecchio, S., Ciotti, V.P. and Culotta, L. (2009). Polycyclic aromatic hydrocarbons (PAHs) in coffee brew samples: Analytical method by GC-MS, profile, levels and sources. *Food Chem. Toxicol.*, 47, pp. 819-826.

-
- ³⁹ Hot drinks Report (2018). Coffee. Verkregen via <https://www.statista.com/outlook/30010000/144/coffee/netherlands> op 13 dec. 18.
- ⁴⁰ Pincemaille, J., Schummer, C., Heinen, E. & Moris, G. (2014). Determination of polycyclic aromatic hydrocarbons in smoked and non-smoked black teas and tea infusions. *Food Chemistry*, volume 145, pp. 807-813.
- ⁴¹ Statista (2016). Annual per capita tea consumption worldwide as of 2016, by leading countries (in pounds). Verkregen via <https://www.statista.com/statistics/507950/global-per-capita-tea-consumption-by-country/>, op 13 december 2018.
- ⁴² Ziegenhals, K., Speer, K. & Jira, W. (2009). Polycyclic aromatic hydrocarbons (PAH) in chocolate on the German market. *Journal für Verbraucherschutz und Lebensmittelsicherheit*, volume 4, issue 2, pp. 128-135.
- ⁴³ CBI Market Intelligence (2016). CBI Product Factsheet: Cocoa in the Netherlands. Ministerie van Buitenlandse Zaken: Den Haag.
- ⁴⁴ Kartalovica, B., Okanovic, D., Babica, J., Djordjevic, V., Jankovic, S. & Cirkovica, M. (2015). Polycyclic aromatic hydrocarbons in smoked ham. *Procedia Food Science*, 5, pp. 144-147.
- ⁴⁵ Storelli, M. M., Giacomini, R. & Marcotrigiano, G. O. (2003). Polycyclic Aromatic Hydrocarbons, Polychlorinated Biphenyls, Chlorinated Pesticides (DDTs), Hexachlorocyclohexane, and Hexachlorobenzene Residues in Smoked Seafood. *Journal of Food Protection*, Vol. 66, No. 6, pp. 1095-1099.
- ⁴⁶ Vu, A. T., Taylor, K. M., Holman, M. R., Ding, Y. S., Hearn, B., & Watson, C. H. (2015). Polycyclic Aromatic Hydrocarbons in the Mainstream Smoke of Popular U.S. Cigarettes. *Chemical research in toxicology*, 28(8), pp. 1616-1626.
- ⁴⁷ Springvloet, L. & van Laar, M. (2017) Factsheet, Roken onder volwassenen: kerncijfers 2016. Trimbos-instituut: Utrecht.
- ⁴⁸ EFSA NDA Panel (EFSA Panel on Dietetic Products, Nutrition and Allergies) (2014). Scientific Opinion on Dietary Reference Values for chromium. *EFSA Journal* 2014; 12(10): 3845, 25 pp.
- ⁴⁹ EFSA NDA Panel (EFSA Panel on Dietetic Products, Nutrition and Allergies) (2015). Scientific Opinion on Dietary Reference Values for copper. *EFSA Journal* 2015, 13(10), 4253, 51 pp.
- ⁵⁰ EFSA NDA Panel (EFSA Panel on Dietetic Products, Nutrition and Allergies) (2014). Scientific Opinion on Dietary Reference Values for zinc. *EFSA Journal* 2014, 12(10), 3844, 76 pp.
- ⁵¹ EFSA NDA Panel (EFSA Panel on Dietetic Products, Nutrition and Allergies), (2013). Scientific Opinion on Dietary Reference Values for molybdenum. *EFSA Journal* 2013, 11(8), 3333, 35 pp.
- ⁵² EFSA NDA Panel (EFSA Panel on Dietetic Products, Nutrition and Allergies), (2014). Scientific Opinion on Dietary Reference Values for selenium. *EFSA Journal* 2014, 12(10), 3846, 67 pp.
- ⁵³ Krasowski, M. & Doelman, P. (1990). Lood in milieu en voeding in Nederland. Coördinatie-Commissie voor de metingen van radioactiviteit en xenobiotische stoffen. Leidschendam.
- ⁵⁴ EFSA Panel on Dietetic Products, Nutrition, and Allergies (NDA); Scientific Opinion on Dietary reference values for water. *EFSA Journal* 2010, 8(3), 1459, 48 pp.
- ⁵⁵ World Health Organization (2011). Guidelines for drinking-water quality, 4th edition, p. 383.
- ⁵⁶ Fromme, H., Tittlemier, S.A., Völkel, W., Wilhelm, M. and Twardella, D. (2009) Perfluorinated compounds – Exposure assessment for the general population in western countries. *International Journal of Hygiene and Environmental Health*, pp. 212, 239-270.
- ⁵⁷ Noorlander, C. W., Biesbeek, J. D. te., Leeuwen, S. P. J. van. & Zeilmaker, M. J. (2011). Dietary intake of PFOS and PFOA in the Netherlands. *J. Agric. Food Chem.*, 2011, 59 (13), pp. 7496–7505.
- ⁵⁸ EFSA Panel on Contaminants in the Food Chain (CONTAM) (2018). Risk to human health related to the presence of perfluorooctane sulfonic acid and perfluorooctanoic acid in food. *EFSA Journal*, Volume 16, Issue 12.
- ⁵⁹ Gribble, G.W. (1998). Naturally Occurring Organohalogen Compounds. *Acc. Chem. Res.* 31, pp. 141-152.
- ⁶⁰ Gribble, G.W. (2010). Naturally Occurring Organohalogen Compounds—A Comprehensive Update. SpringerWien, NewYork.
- ⁶¹ Plasterk, R. H. A. (2015). Bestuurlijk balanceren met risico's en verantwoordelijkheden. [Kamerbrief]. Ministerie van Binnenlandse Zaken en Koninkrijksrelaties: Den Haag.
- ⁶² Ministerie van Binnenlandse Zaken en Koninkrijksrelaties (2015). Kennisdocument Burgerbetrokkenheid bij veiligheidsbeleid. Den Haag.
- ⁶³ Helsloot, I. & Scholtens, A. (2014). Superpromotors in risico- en crisiscommunicatie. Een literatuuronderzoek naar (de effecten van) het gebruik door de overheid van superpromotors in risico- en crisiscommunicatie. Boom | Lemma: Den Haag.
- ⁶⁴ Gemeente Amsterdam (2016, 30 augustus). Amsterdam informeert ouders over loodverontreiniging in bodem [persbericht]. Verkregen via <https://www.amsterdam.nl/nieuwsarchief/persberichten/2016/persberichten-eric/amsterdam-informeert/> op 02-01-2019.

-
- ⁶⁵ Helsloot, I., Pieterman, R. & Hanekamp, J. C. (2010). *Risico's en redelijkheid*. Boom Juridische uitgevers: Den Haag.
- ⁶⁶ Veen, J. van (1999, 9 oktober). Ecologisch pionieren op een 'doos' vol gif. *Trouw*. Verkregen via, <https://www.trouw.nl/home/ecologisch-pionieren-op-een-doos-vol-gif~aa750370>, op 27-10-2018.
- ⁶⁷ Hegger, C., van den Bogaard, C. J. M., Gadella, J. M., Lijzen, J. P. A., Nijdam, R. J. & Nijhuis, N. J. (2009). RIVM-rapport 609330010: GGD-richtlijn medische milieukunde: Gezondheidsrisico bodemverontreiniging. Bilthoven.
- ⁶⁸ Scientific Opinion of the Panel on Contaminants in the Food Chain on a request from the European Commission on Polycyclic Aromatic Hydrocarbons in Food. *The EFSA Journal* (2008), 724, p. 60.