



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

**Quickscan gezondheidsrisico's van
werken met grond die hergebruikte
bouwstoffen bevat.**

RIVM briefrapport 320002003/2013
C.W. Versluijs et al.



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

Quickscan gezondheidsrisico's van werken met grond die hergebruikte bouwstoffen bevat

RIVM Briefrapport 320002003/2013
C.W. Versluijs et al.

Colofon

© RIVM 2013

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

Kees Versluijs
Joost Bakker
Paul Janssen
Susan Dekkers
Ellen Brand

Contact:
Susan Dekkers
Centrum voor stoffen en integrale risicoschatting
susan.dekkers@rivm.nl

Dit onderzoek werd verricht in opdracht van SZW en IenM, in het kader van SZW helpdesk.

Rapport in het kort

Quick scan gezondheidsrisico's van werken met grond die hergebruikte bouwstoffen bevat

Werknemers in de bouw die in aanraking komen met verontreinigde grond kunnen daardoor worden blootgesteld aan gevaarlijke stoffen. Dit kan een risico voor hun gezondheid vormen. Deze situatie kan zich ook voordoen als grond hergebruikte bouwstoffen bevat. Dergelijke bouwstoffen ontstaan als bijproduct bij productieprocessen of bij de bewerking van afvalstoffen en kunnen verontreinigende stoffen bevatten. Uit een quick scan van het RIVM blijkt dat er weinig bekend is over de aard en omvang van gezondheidsschade als werknemers werken met grond waarin dergelijke hergebruikte bouwstoffen aanwezig zijn. Vooral nog lijkt het risico op gezondheidseffecten vooral hoog bij werkzaamheden waarbij er veel deeltjes, zoals stof, in de lucht worden verspreid, of waarbij de grond direct in contact komt met de huid.

Nader onderzoek nodig naar maatregelen

Of en in welke mate gezondheidseffecten daadwerkelijk optreden, is afhankelijk van de mate waarin de bouwstof verontreinigd is, de hoogte van de blootstelling en de maatregelen die worden ingezet om de blootstelling te beperken. Een voorbeeld van zo'n maatregel is de grond vochtig houden zodat de deeltjes niet verstuiven. Het is daarom belangrijk dat werkgevers weten in welke situaties en met welke maatregelen de blootstelling van werknemers kan worden beperkt. Nader onderzoek hiernaar is gewenst.

Zes belangrijkste hergebruikte bouwstoffen

De quick scan geeft een overzicht van de zes belangrijkste hergebruikte bouwstoffen en de daarin aanwezige verontreinigingen. Het betreft asfaltkorrels, AVI-bodemas en -slakken (restproducten van afvalverbrandingsinstallaties), baggerspecie, mengkorrels (van beton en puin), breker- en zeefzand (restproducten als puin wordt vergruisd), licht verontreinigde grond en E-vliegas (restproduct van poederkool gestookte elektriciteitscentrales).

Werkzaamheden met hoog risico

Daarnaast is geïnventariseerd bij welke werkzaamheden het risico op gezondheidsschade het hoogst is. Dit lijkt het geval te zijn als er onvoldoende beheersmaatregelen worden getroffen als E-vliegas, breker- of zeefzand worden opgepakt, geladen en gestort. Een vergelijkbare situatie kan zich voordoen als land met baggerspecie wordt opgespoten. Ten slotte lijkt het risico hoog wanneer onvoldoende beheersmaatregelen worden getroffen bij handmatige graafwerkzaamheden met AVI-bodemas, baggerspecie, E-vliegas of verontreinigde grond.

Trefwoorden:

grond, werknemers, gezondheidsrisico's, secundaire bouwstoffen

Abstract

Quick scan on human health risks of working with soil that contains recycled building materials

Construction workers who come into contact with contaminated soil may be exposed to hazardous substances. This may lead to adverse health effects. This situation can also occur if soil contains recycled building materials. Recycled building materials consist of by-products from production processes or processed waste materials and may contain contaminants. Based on a quick scan of the RIVM there appears to be limited data to evaluate the nature and extent of the occurrence of adverse health effects amongst workers who work with soil that contains recycled building materials. So far, the health risks seem to be particularly high in those situations where a large amount of particles, such as dust, are dispersed into the air, or where soil comes in direct contact with the skin.

Further research on measures needed

Whether and to which extent health effects actually occur depends on the extent of the contamination of the recycled building materials, the level of exposure and the measures taken to reduce the exposure. An example of such a measure is keeping the soil humid to prevent dispersion of particles in the air. It is therefore important that employers know in which situations and with which measures the exposure of workers can be reduced. Further research on the use of exposure reducing measures is needed.

Six important recycled building materials

This quick scan provides an overview of the six most important recycled building materials and the contaminants therein. It concerns asphalt granules, MSWI bottom ash and slag (residues from municipal solid waste incineration plants), sludge, mixed granulates (of concrete or rubble), crusher- or sieved sand (residual products when crushing rubble), slightly contaminated soil, and E-fly ash (residue of pulverized coal-fire power plants).

Activities with high risks

Furthermore, an inventory is made of those activities with the highest risk of adverse health effects. The highest risks of adverse health effects are expected when insufficient risk management measures are taken when E-fly ash, crusher- or sieved sand are lifted, loaded and unloaded. A similar situation can occur if land is sprayed with dredged sludge. Finally, the risk is also high if insufficient measures are being taken when manually digging of MSWI bottom ash, sludge, E-fly ash or contaminated soil takes place.

Keywords:

soil, recycled building materials, workers, health risks

Inhoud

1	Inleiding—7
1.1	Aanleiding—7
1.2	Vraagstelling—7
1.3	Afbakening—8
1.3.1	Verhouding tot de huidige regelgeving—8
1.3.2	Wat is een secundaire bouwstof?—8
1.3.3	Wat is grond?—9
1.3.4	Wat is afgraven?—9
1.4	Aanpak—9
2	Secundaire bouwstoffen in bodem—11
2.1	Waar en wanneer (onder welke normstellingen) zijn secundaire bouwstoffen in de bodem terecht gekomen?—11
2.2	Overzicht van secundaire bouwstoffen die regelmatig in de bodem worden aangetroffen—11
2.3	Inventarisatie van voor werknemers gevaarlijke stoffen die in deze bouwstoffen voorkomen—15
3	Werken met secundaire bouwstoffen in grond—16
3.1	Inventarisatie van sectoren/toepassingen waarin met (met secundaire bouwstoffen verontreinigde) grond wordt gewerkt.—16
3.2	Inventarisatie van belangrijkste werkzaamheden (handelingen) waarbij werknemers uit deze sectoren kunnen worden blootgesteld aan de in de grond aanwezige gevaarlijke stoffen (inhalatoir)—18
3.2.1	Welke soorten blootstellingen zijn er te verwachten voor ontgravers?—18
3.2.2	Werkzaamheden waarbij secundaire bouwstoffen vrij kunnen komen—18
3.2.3	Stofgevoeligheid van de geselecteerde bouwstoffen—19
3.3	Inventarisatie van mogelijke gezondheidseffecten die kunnen optreden bij blootstelling aan de geselecteerde groepen van stoffen tijdens de geselecteerde werkzaamheden—20
3.3.1	Blootstelling door inademing van stofdeeltjes—22
3.3.2	Blootstelling door inademing van aerosolen—26
3.3.3	Blootstelling door inademing van vluchtige stoffen—26
3.3.4	Blootstelling via dermaal contact—26
3.3.5	Mogelijke beheersmaatregelen—27
4	Bestaande werkwijzen en protocollen—28
4.1	Verontreiniging bij graafwerkzaamheden—28
4.2	Welke procedure voor de bepaling van risico's voor ontgraven /grondverzet zijn opgenomen in CROW132?—28
4.3	Welke andere werkwijzen/protocollen (naast de CROW 132) zijn bekend om de gezondheidsrisico's van deze bouwstoffen bij grondverzet te beoordelen en een veilige werkwijze te bepalen?—29
4.3.1	Secundaire grondstoffen in wegenbouw—29
4.3.2	Informatiebladen CROW secundaire bouwstoffen—29
4.3.3	Secundaire bouwstoffen in bouw- en sloopwerken—30
4.3.4	DIVOCOS—30
5	Conclusies en aanbevelingen—32
5.1	Conclusies per vraag—32
5.2	Aanbeveling—34

6 Referenties—36

Bijlage 1: Secundaire bouwstoffen volumes, toepassing, verontreinigende stoffen en risiconiveaus in de actuele situatie en in historische perspectief—38

Bijlage 2: Karakterisatie per geselecteerde secundaire bouwstof—46

Bijlage 3: Stufgevoeligheid secundaire bouwstoffen—49

Bijlage 4: Overzicht van mogelijke gezondheidseffecten van de geselecteerde stoffen die in de geselecteerde secundaire bouwstoffen voorkomen—50

1 Inleiding

1.1 Aanleiding

Werken met grond is de laatste tijd in de aandacht komen te staan. Het betreft hier zowel onverdachte (schone) als verontreinigde grond. Momenteel wordt gebruik gemaakt van de CROW-publicatie 132 (2009a), als methode voor het veilig werken met (verontreinigde) grond. De CROW publicatie hanteert voor verontreinigde en verdachte grond het bodemsaneringsinstrumentarium voor het beoordelen van risico's van verontreinigde grond voor werknemers.

Zo worden concentraties op een locatie vergeleken met de zogenoemde Maximale waarde Industrie en de Interventiewaarde voor bodem. Zowel de Maximale waarde Industrie als de Interventiewaarde zijn echter afgeleid voor blootstellingsscenario's waarbij geen rekening wordt gehouden met de bescherming van werknemers die in contact komen met de verontreinigde grond.

Eén van de manieren waarop grond verontreinigd zou kunnen zijn is door toepassing van hergebruikte bouwstoffen (grond, puin, wegverhardingen), ook wel secundaire bouwstoffen genoemd. In secundaire bouwstoffen kunnen verontreinigingen zitten die een gezondheidsrisico kunnen opleveren voor de werknemer die met deze stoffen in contact komt bij graafwerkzaamheden. Secundaire bouwstoffen zijn in hun oorsprong vaak een afvalproduct of reststroom van een ander proces, die bewerkt zijn tot hergebruik als bouwstof. Secundaire bouwstoffen worden onder andere toegepast in weglichamen (fundering, ophoging) of geluidswallen. Na gebruik en/of verwerking van deze secundaire bouwstoffen in de grond, kunnen de in deze bouwstoffen aanwezige verontreinigingen mogelijk een gezondheidsrisico vormen voor werknemers die met deze grond werken. De vraag is of de methode zoals omschreven in CROW-publicatie 132 adequaat is voor de bescherming van werknemers die werken met grond (waarin ook secundaire bouwstoffen aanwezig kunnen zijn) en samenhangend aanvullend bodemonderzoek. Op verzoek van het Ministerie van IenM is het Ministerie van SZW gevraagd om hierover mee te denken. SZW heeft vervolgens aangegeven eerst meer inzicht te willen krijgen in de aard en omvang van eventuele gezondheidsrisico's ten gevolge van het werken met secundaire bouwstoffen in grond. Pas als daar meer duidelijkheid over is, kan gefundeerd besloten worden tot nader onderzoek naar de adequaatheid van de CROW-publicatie 132 voor de bescherming van werknemers.

1.2 Vraagstelling

De ministeries SZW en IenM hebben vervolgens het RIVM gevraagd de onderstaande vragen te beantwoorden. Deze vragen hebben alleen betrekking op de toepassing van secundaire bouwstoffen die hergebruikt worden als bodemmateriaal. De overige secundaire bouwstoffen vallen buiten dit kader.

1. Wat is bekend over de aard en omvang van gezondheidsschade als gevolg van werken met secundaire bouwstoffen in NL?
2. Welke, voor de werknemer, gevaarlijke stoffen komen in NL (vooral) voor in (welke) secundaire bouwstof?
3. In welke mate en in welke sectoren worden deze secundaire bouwstoffen met gevaarlijke stoffen gebruikt?
4. Welke andere werkwijzen/protocollen (buiten de CROW 132) zijn bekend om de risico's van deze bouwstoffen te beoordelen en om er veilig mee te werken?

5. Wat voor secundaire bouwstoffen zijn er waar en wanneer (onder welke wettelijke regels/normstelling) in de bodem terecht gekomen?

1.3 Afbakening

Om de vragen voldoende te kunnen beantwoorden worden de volgende activiteiten gepland. Gelet op de korte doorlooptijd en het beschikbare budget zal sprake zijn van een 'Quick scan'. De activiteiten zullen dus gericht en met beperkte diepgang plaatsvinden zodat veelal slechts kwalitatieve uitspraken zijn te verwachten.

In de eerste plaats zal in deze briefrapportage worden ingegaan op de humane risico's voor de werknemers bij grondverzet (ontgraven, verplaatsen van grond, wegzetten en terugzetten op de locatie of wegzetten elders). Risico's voor werknemers bij werkzaamheden in de constructie van een werk worden niet meegenomen. Ook zal niet worden ingegaan op vervolg risico's bijvoorbeeld door lang verblijf in een kuil vanwege bouwwerkzaamheden of andere werkzaamheden. Ook risico's voor de omwonenden en de verspreiding van verontreiniging met afgegraven grond (als gevolg van mors, transport of gebruik elders) dan wel verspreiding door de bemaling van mogelijk verontreinigd freatisch grondwater blijven hier buiten beschouwing.

Daarnaast beperkt dit briefrapport zich tot de risico's bij de verwijdering van droge grond, niet van mogelijk verontreinigd grondwater, voor zover dat los kan worden gezien van de graafwerkzaamheden. Ook het werken met grond in opervlakte water (baggeren) valt buiten de scope van deze rapportage. Tot slot blijven civieltechnische (veiligheids)maatregelen zoals grondkerende constructies ter voorkoming van instortingen en ook het wegpompen van freatisch grondwater en regenwater hier buiten beschouwing.

1.3.1 *Verhouding tot de huidige regelgeving*

Voor het probleem van ontgraven is niet alleen de huidige regelgeving van het gebruik van bouwstoffen van belang maar ook de historische situatie. De scheidslijn tussen afvalstoffen, verontreinigend materiaal en secundaire bouwstoffen zal daarbij soms diffuus zijn. Daarnaast bestaat de verwachting dat informatie met betrekking tot het hergebruik van secundaire bouwstoffen in het verleden minimaal is wegens het ontbreken van een registratiesysteem.

1.3.2 *Wat is een secundaire bouwstof?*

Secundaire bouwstoffen zijn samengesteld uit grondstoffen die niet als zodanig in de natuur worden gewonnen, maar die ontstaan als bijproduct bij productieprocessen of bij het be- of verwerken van afvalstoffen en aan zodanige eisen voldoen dat ze kunnen worden hergebruikt als bouwstof (CROW, 143. 1999).

Een bouwstof wordt in het Besluit Bodemkwaliteit onderdeel bouwstoffen beschreven als een materiaal waarin de totaalgehalten aan silicium, calcium of aluminium tezamen meer dan 10 gewichtsprocent van dat materiaal bedragen, uitgezonderd vlakglas, metallisch aluminium, grond en baggerspecie, in de hoedanigheid waarin het is bestemd om te worden toegepast. Deze 'steenachtige' materialen, zijn meestal afkomstig van (industriële) processen als restmateriaal en opgewerkt tot een bruikbare vorm. In dit verband zal het voornamelijk gaan om niet-vormgegeven bouwstoffen (korrelvormige materialen) vanwege de kans op vermenging met ontgraven grond.

Onder secundaire bouwstoffen vallen niet (al dan niet geïmpregneerd) hout, houthaksel of gebruikte kleding voor het dempen van sloten, kunststoffen (verschroete autobanden) en metalen. De SIKB waaier Bodemkwaliteit noemt een reeks secundaire bouwstoffen die regelmatig in de bodem kunnen worden aangetroffen. Deze zijn opgenomen in Tabel A.1 in de bijlage A (met weglaten van grond-compostmengsels en primaire bouwstoffen zoals breuksteen van natuurlijke herkomst, klei, schelpen, zeezand).

Secundaire bouwstoffen kunnen in lagen op of in de bodem worden toegepast (bijvoorbeeld een laag puingranulaat). Hierbij kan bewust of onbewust menging van de bodem met de bouwstof optreden. Hoewel het mengen van de bodem met bouwstoffen niet de voorkeur heeft kan het wel optreden bij bijvoorbeeld ontgravingswerkzaamheden. Ook in het verleden kan mogelijk vermenging zijn opgetreden. Voor de blootstelling van werknemers zijn beide manieren van voorkomen van bouwstoffen (gemengd of in lagen) relevant. Daarom wordt in dit rapport gesproken over grond waarin secundaire bouwstoffen voorkomen, ongeacht of de desbetreffende bouwstof is toegepast als laag of dat deze is vermengd met de bodem.

1.3.3 *Wat is grond?*

Mengsel van mineraal en organisch materiaal met aanhangend vocht en afkomstig uit de bodem (stedelijke ophooglaag, natuurlijke bodem), met daarin opgenomen verspreid en met opzet aangebracht materiaal variërend van wortels, plantenresten etc. tot rioleringen, kabels en leidingen, archeologische objecten, afvalstoffen en bouwstoffen.

In stedelijk gebied zal de opbouw in de bodem vaak bestaan uit een verharde afdeklaag (asfalt, tegels, etc.), een ophooglaag met verhardend materiaal (bijv. puingranulaat) en/of zand en daaronder een (meestal verstoorde/ geroerde) bodem. Voor de verschillende lagen zullen verschillende verwijderingsmethoden worden gehanteerd en verschillende risico's optreden.

1.3.4 *Wat is afgraven?*

Onder afgraven wordt hier in de eerste plaats verstaan de verwijdering van de voornamelijk korrelvormige ondergrond. De verwijdering van een mogelijk aanwezige verharde afdeklaag door breken of frezen kan een aparte rol spelen bij het ontstaan van risico's (ontsluiting van vluchtige stoffen, stofvorming). De verwijdering van dergelijke verharde lagen wordt niet als grondverzet beschouwd en is daarom niet in dit briefrapport meegenomen.

Een ophooglaag kan een zelfstandig te verwijderen eenheid zijn maar vaak zal er een overgangsgebied zijn tussen ophooglaag en ondergrond. In verband met het probleem van menging van secundaire bouwstoffen met grond kan dit overgangsgebied van belang zijn. Op aspecten zoals, het aantreffen van kabels, leidingen, rioleringen, niet ontplofte munitie, risico's bij kwel situaties of instorten van ontgravingen (of mechanische risico's bij breken en verwijderen van afdeklaag) wordt hier niet ingegaan.

1.4 **Aanpak**

Om de vragen uit paragraaf 1.2 goed te kunnen beantwoorden zal eerst worden geïnventariseerd welke secundaire bouwstoffen nu en in het verleden in de grond terecht zijn gekomen en welke gevaarlijke stoffen daar in aanwezig kunnen zijn (hoofdstuk 2). Vervolgens zal worden geïnventariseerd waar met grond

wordt gewerkt waarin secundaire bouwstoffen aanwezig kunnen zijn en welke gezondheidsrisico's dit mogelijk met zich meebrengt (hoofdstuk 3). Daarnaast zal worden geïnventariseerd welke bestaande werkwijze en protocollen er op dit moment zijn voor het werken met verontreinigde grond. Tenslotte zullen er conclusies met betrekking tot de gestelde vragen worden getrokken en aanbevelingen worden gedaan voor verder onderzoek.

2 Secundaire bouwstoffen in bodem

2.1 **Waar en wanneer (onder welke normstellingen) zijn secundaire bouwstoffen in de bodem terecht gekomen?**

De meeste secundaire bouwstoffen hebben al een lange historie van gebruik en toepassing. De bodem bevat ook resultaten van oudere toepassingen en ontdoeningen met deze bouwstoffen, van voor de inwerkingtreding van het voormalige Bouwstoffenbesluit en later het Besluit Bodemkwaliteit onderdeel bouwstoffen. Ook die erfenissen uit het verleden kunnen bij het huidige grondverzet een rol spelen.

De registratie van het hergebruik van bouwstoffen in het verleden is minimaal. Mogelijk is een deel van de toepassingen uit het verleden inmiddels geregistreerd als bodemverontreiniging.

Wel is er in de jaren '82 en '83 een onderzoek gedaan naar de aard en omvang van het hergebruik van afvalstoffen. In de tabellen B1.2 en B1.3 van bijlage 1 wordt hiervan een overzicht gegeven.

Tabellen B1.2 en B1.3 tonen een vergelijkbaar beeld met het huidige gebruik van bouwstoffen (zie tabel B1.1). Ten opzichte van het huidige gebruik werd vroeger ook veelvuldig gebruik gemaakt van de volgende bouwstoffen:

- Afvalgips;
- RWZI-slib;
- Zeezand;
- Huis- en veegvuil;
- Asbestcement.

Tegenwoordig worden toepassingen van IBC- bouwstoffen ((isoleren, beheren en controleren) geregistreerd bij de gemeente. Zo'n toepassing kan desalniettemin tot vermenging van grond leiden bij onvoldoende IBC-voorzieningen, foutieve of slecht gecommuniceerde registratie. De vermenging van secundaire bouwstoffen met grond kan plaats vinden bij het uiteenvallen van een toepassing en of werk (laag of opgebouwd lichaam) van secundaire bouwstoffen, door slijtage, door graafwerkzaamheden (door of langs de randen van het werk), onvolledige verwijdering, of grondverplaatsingen onder invloed van water, weer en wind (erosie, overstromingen, stormwater).

2.2 **Overzicht van secundaire bouwstoffen die regelmatig in de bodem worden aangetroffen**

In Bijlage 1 zijn de gegevens opgenomen van niet-vormgegeven secundaire bouwstoffen die regelmatig in de bodem worden aangetroffen. Tabel B1.1 geeft de huidige situatie weer. Voor deze quick scan is op basis van de tabellen B1.1-B1.3 een selectie gemaakt van een beperkt aantal secundaire bouwstoffen (top 6) waarvan verwacht kan worden dat deze vanwege hun omvang en/of risiconiveau een belangrijke rol zullen spelen (Tabel 2.2).

Criteria die voor de selectie in Tabel 2.2 zijn gehanteerd zijn:

- hoog volume van productie / toepassing. Hierbij is het uitgangspunt is dat de productie en toegepaste hoeveelheid ongeveer in evenwicht zijn. In werkelijkheid zal dit niet altijd het geval zijn;
- hoog/midden risico door (mogelijk voorkomende) verontreiniging (op basis van een risico-score voor uitloging). De risico-score uitloging is opgebouwd als de kans per partij dat een norm uit de Regeling Bodemkwaliteit wordt

overschreden (kans), de gemiddelde concentratie/normwaarde bij overschrijding (effect), het gewicht van de bouwstof die jaarlijks wordt toegepast (hoeveelheid) (De Vries, 2011).

- toepassing als niet-vormgegeven bouwstof (zonder voorzorgsmaatregelen);
- verontreinigde grond in hergebruiksstadium (meestal in redelijk gecontroleerde omstandigheden, bijvoorbeeld als afdeklaag bij een stortplaats of in een geluidswal).

Kritische noot bij Tabel 2.2:

- niet iedere partij van een secundaire bouwstof heeft een zelfde risico-niveau, dit hangt af van de grondstoffen (bijv. voor E-vliegias van de kwaliteit van de gebruikte steenkolen), van de procesvoering in tijdstip van ontstaan (bijv. hoe goed is het afval uit een afvalverbrandingsinstallatie uitgebrand, of hoe goed was de reiniging van zeefzand), en van eventuele opmenging.
- Potentiële bouwstoffen zoals grond en baggerspecie hebben een sterk variabele verontreiniging.
- De risico-analyse van De Vries (2011) is in de eerste plaats de beoordeling van de aanwezigheid van mobiele metalen meegenomen. Deze keuze is niet alleen relevant voor het milieu, maar ook voor humane risico's. Voor de werknemer zijn echter ook (humaan) toxicologische eigenschappen van belang. Deze aanvullende aspecten zijn in de keuze van de belangrijkste stoffen in Tabel 2.3 meegenomen. Echter, door de risico-analyse van De Vries als eerste selectie criteria te gebruiken, kan het zijn dat secundaire bouwstoffen worden uitgesloten waarin stoffen zitten die via uitloging geen hoog risico vormen, maar bijvoorbeeld via direct huidcontact wel tot acute gezondheidsproblemen kunnen leiden. Een voorbeeld hiervan zijn hoogovenslakken met een hoge pH, die kunnen leiden tot acute (dermale) effecten.

In bijlage 2 is per geselecteerde bouwstof een korte karakterisatie opgenomen.

Tabel 2.2: Selectie van top 6 belangrijkste secundaire bouwstoffen die kunnen worden aangetroffen in grond.

Secundaire bouwstof	Huidige-2010 (historische¹ - 1980) productie/toegepaste hoeveelheid [kton/jaar]	Risico-niveau mbt uitloging volgens De Vries, 2011 (Risicoanalyse ketens Bbk)	Verontreinigende stoffen	Toepassing - bij voldoen aan eisen, (SIKB 2010)
<u>1. Asfaltgranulaat</u>	1170 (1300)	Hoog	PAK (teer ²)	- Regeneratieasfalt - Ongebonden erfverhardingsmateriaal, - Ongebonden en gebonden funderings-materiaal
<u>2. AVI-bodemassas / AVI-slakken</u>	1800 (350)	(Zeer) hoog	Antimoon, koper, molybdeen, chloride en sulfaat (VA, 2012)	Grond- en wegenbouwkundige toepassingen
<u>3a. Baggerspecie - niet gerijpt</u>	22.000.000 m ³ /jaar	Hoog/middel (zeer divers)	Diverse, in regulier meetpakket zitten: barium, cadmium, kobalt, koper, kwik, lood, molybdeen, nikkel en zink, 10 PAK ³ minerale olie, PCB's, organochloor-bestrijdingsmiddelen, chloorbenzenen en pentachloorfenol (Osté, 2008)	- verspreiden over land of oppervlaktewater ⁴ - dempen/verondiepen oppervlaktewater - productie bakstenen - rijpen in (tijdelijk) depot
<u>3b. Baggerspecie (gerijpt)</u>	5.000.000 m ³ /jaar	Hoog/middel	Zie ongerijpte baggerspecie. De oxidatie verhoogt de mobiliteit van de meeste metalen.	- als grond, evt. na afzeving van puin, hout, etc.

¹ Historische hoeveelheden: vergelijkbaar materiaal toegepast boven en onder maaiveld.

² Teer bevat PAKs, BTEX, fenolen en heterocyclische verbindingen, zoals benzofuranen, benzothiofenen, indolen, etc. Er is onderscheid in dun vloeibaar teer, dik visceus vloeibaar teer en vast teer. Bij indikking zijn lichte PAKs, BTEX, fenolen en heterocyclische verbindingen verminderd door verdamping en uitloging. Hiermee vermindert ook het risico. De samenstelling varieert met de herkomst (uit gasfabrieken, stokerijen, raffinaderijen). Vast teer bestaat grotendeels uit de zwaardere PAKs. (De Vries 2003).

³ Naftaleen, antracene, fenantreen, fluoranteen, benzo(a)antracene, chryseen, benzo(k)fluoranteen, benzo(a)pyreen, benzo(ghi)perylene, indeno(1,2,3 cd)pyreen

⁴ De frequentie van verspreiding van schone en licht verontreinigde grond en baggerspecie wordt op kaarten bijgehouden door Agentschap op basis van gegevens van het hiervoor ingerichte meldpunt (Agentschap NL, 2010)

Secundaire bouwstof	Huidige-2010 (historische¹ - 1980) productie/ toegepaste hoeveelheid [kton/jaar]	Risico-niveau mbt uitloging volgens De Vries, 2011 (Risicoanalyse ketens Bbk)	Verontreinigende stoffen	Toepassing - bij voldoen aan eisen, (SIKB 2010)
4a. Menggranulaat (van beton- en puingranulaat)	12.420 (12.660)	Middel	Asbest	- Funderingsmateriaal - grindvervanger in cement beton (beperkt)
4b. Zeefzand /Brekerzand /sorteerzeefzand	100 – 1000	Hoog	Asbest (Lood)	- ophoging ⁵ , (ook als aanvulling)
5. (Licht) verontreinigde grond	17.000	Hoog/middel	Zware metalen, minerale olie, asbest, vluchtige organo-chloorverbindingen (VOCl's ⁶), vluchtige aromaten, PAK (teerproducten), cyaniden (beide vooral bij gasfabriek terreinen), bestrijdingsmiddelen en complexe mengsels van stoffen (PBL, 2012 en bijlage B).	- ophoging - afdekking saneringslocaties en stort-plaatsen - dempen/verondiepen oppervlaktewater - geluidsweringen
6. E- vliegias	786	Hoog	Barium, Chroom, Molybdeen, Seleen	Vormgegeven bouwstof (in beton) mogelijk oudere dumps/ vermengingen en toepassingen

⁵ Constructieve ophoging: (in constructies, bouwkundig, weg- en waterbouw) en niet-constructieve ophogingen (verspreiding over land)

⁶ VOCl's in bodem zijn meestal afkomstig van chemische wasserijen (per en tri). Bij oudere verontreinigingen ook vinylchloride en dichlooretheen als resultaat van afbraakprocessen.

2.3 Inventarisatie van voor werknemers gevaarlijke stoffen die in deze bouwstoffen voorkomen

Op basis van de in paragraaf 2.2 geselecteerde bouwstoffen kan een inventarisatie worden gemaakt van de belangrijkste chemische stoffen die in deze bouwstoffen kunnen worden aangetroffen. Dit zijn tevens de stoffen waarmee werknemers het meest in aanmerking zullen komen. Tabel 2.3 geeft een overzicht van de geselecteerde stof(fen) per geselecteerde bouwstof. De metalen zijn geselecteerd op basis van de mate van overschrijding van uitloognormen (volgens tabel 5 van Verschoor, 2011) enerzijds en de toxiciteit anderzijds. In principe zijn metalen meegenomen met een 90-percentiel uitloging groter dan factor 2 boven de eis (regeling Bodemkwaliteit). Om verder te prioriteren voor metalen is gekeken naar toxische potentie (expert judgement). Voor de selectie van overige stoffen zie tabel 2.2 (als geen referentie is vermeld in tabel 2.2 dan is een vermelding van SIKB2012 en/of De Vries, 2011 overgenomen).

Tabel 2.3 Selectie van belangrijkste groepen stoffen en primaire contaminanten.

Bouwstof	PAKS	Metalen	Asbest	Minerale olie	PCBs	VOC1/BTEX*	Organochlorbestrijdingsmiddelen**
1. Asfalt-granulaat	✓						
2. AVI-bodemas/slakken		✓ Cr, Pb, Cd, Mo, Ni					
3a. Bagger-specie (ongerijpt)	✓	✓ Cd, Pb, Mo, Ni		✓	✓		✓ DDT, HCB, heptachloor, chloordaan
3b. Bagger-specie (gerijpt)	✓	✓ Cd, Pb, Mo, Ni		✓	✓		✓ DDT, HCB, heptachloor, chloordaan
4a. Menggranulaat uit puinbrekerinstallatie		✓ Pb, Cd	✓				
4b. Zand uit puinbrekerinstallatie		✓ Pb, Cd	✓				
5. (Licht) verontreinigde grond		✓ Cr, Pb, Cd, Mo, Ni	✓	✓		✓ PER, TRI, cis-DCE, VC	
6. E-vliegias		✓ Cr, Pb, Cd, Mo, Ni					

* VOC1 (per= tetraCl etheen, tri= triCl etheen, 1,2-diCl etheen(trans), vinylchloride) en BTEX (benzeen, toluen, ethylbenzeen en xylenen).

** organochloorbestrijdingsmiddelen (met name: α -HCH, β -HCH, lindaan (γ -HCH), HCB, dieldrin)⁷

⁷ Zie : <http://www.compendiumvoordeleefomgeving.nl/indicatoren/nl0264-Bestrijdingsmiddelen-in-de-bodem.html?i=11-14>

3 Werken met secundaire bouwstoffen in grond

3.1 **Inventarisatie van sectoren/toepassingen waarin met (met secundaire bouwstoffen verontreinigde) grond wordt gewerkt.**

Secundaire bouwstoffen kunnen in verschillende civieltechnische constructies worden toegepast zoals in de wegenbouw (weglichamen, wegfunderingen, wegverhardingen, opritten snelwegen en geluidswallen) en waterbouwkundige werken (dijken, dammen, kunstmatige eilanden, drempels, oeverversterkingen, kaden, dempen/verondiepen van sloten, tichelputten en zandwinputten). Daarnaast worden secundaire bouwstoffen toegepast bij landschapsarchitectuur, erfverhardingen, landverhogingen (toepassing van baggerspecie) en het afdekken (steunlaag) van stortplaatsen (SIKB, 2010). Bij het bouwrijp maken van een terrein voor de bouw van woonwijken en industrieterreinen mogen secundaire bouwstoffen niet worden toegepast voor het ophogen van de bodem. Functionele toepassingen van bouwstoffen anders dan het ophogen van de bodem waarbij het oogmerk is een civieltechnisch goede constructie te maken, zijn wel toegestaan. Daarbij kan gedacht worden aan de toepassing van bouwstoffen die noodzakelijk is in verband met de vereiste vloerhoogte van een gebouw of met de verbetering van de draagkracht van de grond onder een bouwwerk. Ook een fundering onder een gebouw, weg of parkeerterrein (binnen een bedrijfsterrein of woningbouwlocatie) blijft wel mogelijk als een werk waarin bouwstoffen worden toegepast. Ondanks dat het ophogen met secundaire bouwstoffen nu niet meer is toegestaan, kan dit in het verleden wel gebeurd zijn. Naast de toepassing in een wegenbouwkundig, waterbouwkundig of andere bouwkundig werk, kunnen secundaire bouwstoffen eveneens worden gebruikt als toeslagstoffen in voornamelijk beton en bitumineuze mengsels (asfalt). De secundaire bouwstoffen dienen als vervanging van primaire bouwstoffen die gefabriceerd worden uit natuurlijke grondstoffen als klei, zand, grind, basalt, lavasteen en steenslag.

Voor de in hoofdstuk 2 geselecteerde secundaire bouwstoffen is in Tabel 3.1 aangegeven voor welke civieltechnische toepassing ze kunnen worden gebruikt. Bij een civieltechnische constructie zoals een weglichaam worden verschillende onderdelen onderscheiden die elk een specifieke functie hebben binnen de opbouw van een werk. Voor de toplaag worden doorgaans geen secundaire bouwstoffen toegepast maar mogelijk wel licht verontreinigde grond en baggerspecie. De informatie in Tabel 3.1 komt grotendeels uit CROW (2009b; 2003 en 1999), SIKB 2010 en LAP2 (2012) en Bodemrichtlijn (2012).

Tabel 3.1. Civieltechnische toepassing van geselecteerde secundaire bouwstoffen in lichamen en als toeslagstof.

Bouwstof	Toepassing in lichaam			Toepassing als toeslagstof
	Fundering	Ophoging	Aanvulling	Beton / Asfalt
Asfaltgranulaat (niet teerhoudend)	✓			-/✓
Asfaltgranulaat (teerhoudend)	✓			
AVI-bodemas		✓	✓	
Baggerspecie, vers		✓	✓	✓*/-
Baggerspecie, gerijpt		✓	✓	✓*/-
Menggranulaat (hydraulisch)	✓			
Licht verontreinigde grond		✓	✓	
Breker-/Zeefzand		✓	✓	
E-vliegas		✓	✓	✓/✓

* zandfractie

Als afdek materiaal voor stortplaatsen worden of zijn in het verleden bouwstoffen gebruikt als mijnsteen, betongranulaat, zuiverings-slib, baggerspecie, vervuilde grond, klei en boorgrond.

Voor het bouwrijp maken van grond kunnen bij werkzaamheden als grondophoging, grondverbetering en voorbelasten secundaire bouwstoffen worden toegepast, werkzaamheden als het aanleggen van wegen, wegcunetten graven en aanvullen met wegfunderingsmateriaal buiten beschouwing latend. Daarbij gaat het specifiek om de toepassing van bouwstoffen om de vereiste vloerhoogte van een gebouw te realiseren ter verbetering van de draagkracht van de grond onder een bouwwerk evenals een fundering onder een gebouw of parkeerterrein (binnen een bedrijfsterrein of woningbouwlocatie)

Voor het bouwrijp maken van woningbouw- en industrieterreinen kan overtollige grond, licht verontreinigde grond en bewerkte of gereinigde baggerspecie worden toegepast afhankelijk van de verontreinigingsgraad. Indien in overeenstemming met de toepassingseisen van het Besluit Bodemkwaliteit kan ook bodemas worden toegepast.

Locaties met een verhoogde kans om secundaire bouwstoffen aan te treffen zijn:

- in of in de directe omgeving/langs randen van bovengenoemde werken weg- en waterbouw (bij graven van greppels, kabelgoten e.d.),
- bij gedempte voormalige wateren (sloten, putten, wielen),
- rond bestaande wateren (baggerspecie op de kant zetten),
- bij erfverhardingen en semi-verharde landwegen in de omgeving van bestaande en voormalige afvalverbrandingsinstallaties, elektriciteitscentrales, havens, asbest verwerkende industrie, zinkfabrieken.

3.2 Inventarisatie van belangrijkste werkzaamheden (handelingen) waarbij werknemers uit deze sectoren kunnen worden blootgesteld aan de in de grond aanwezige gevaarlijke stoffen (inhalatoir)

3.2.1 Welke soorten blootstellingen zijn er te verwachten voor ontgravers?

Verwachte belangrijkste blootstellingsroutes bij graafwerkzaamheden.

- Inhalatie van stof en aerosolen (bijvoorbeeld bij het opspuiten van land), in dit verband zijn met name fijn stof met aanhangende verontreiniging en asbest van belang;
- Inhalatie van dampen van vluchtige organische stoffen (BTEX, VOCl);
- Dermaal contact.

3.2.2 Werkzaamheden waarbij secundaire bouwstoffen vrij kunnen komen

Om een beeld te krijgen van de mogelijke blootstelling aan secundaire bouwstoffen worden allereerst de mogelijk relevante civieltechnische werkzaamheden en daarbij horende uitvoeringswerkzaamheden besproken. In de daarop volgende paragraaf wordt ingegaan op de stuifgevoeligheid van de secundaire bouwstof en bij welke activiteiten de vorming van stof het meest relevant wordt geacht.

Projecten waarbij aanwezige bouwstoffen vrijkomen zijn werkzaamheden aan bestaande wegen, spoorlichamen en eventueel werkzaamheden aan waterbouwkundige werken. Daarbij kan vooral gedacht worden aan het verleggen en uitbreiden van bestaande tracés en reconstructiewerkzaamheden. Bij deze werkzaamheden wordt de bestaande toplaag zijnde de wegverharding verwijderd en worden afhankelijk van de opbouw van het lichaam en de uit te voeren aanvullende werkzaamheden het onderliggende element geheel of gedeeltelijk verwijderd. Bij de volgende uitvoeringen bij de aanpassing van bestaande tracés en reconstructiewerkzaamheden worden graafwerkzaamheden uitgevoerd:

- Het geheel of gedeeltelijk verwijderen van de fundering, het zandbed en de ophoging bijvoorbeeld bij het vervangen van rioolbuizen of het aanleggen of vervangen van leidingen en kabels.
- Terug plaatsen van het verwijderde materiaal of aanbrengen van het vervangende materiaal
- Aanbrengen van de nieuwe toplaag

Het verwijderen van de bestaande verharding van beton en asfalt, wordt in dit rapport niet meegenomen omdat dit rapport zich beperkt tot het werken met grond (graafwerkzaamheden), waartoe deze werkzaamheden (waaronder frezen) niet toe behoren.

Het geheel of gedeeltelijk verwijderen van de fundering en het onderliggende zandbed en verhoging, voor het leggen van kabels en leidingen of het vervangen van de rioolbuizen geschiedt door middel van afgraving of het graven van gleuven. In stedelijk gebied zal het rioleringsstelsel veelal onder het verharde wegdek liggen. Bij auto- en snelwegen zal indien er riolering aanwezig is, het stelsel vaak naast het verharde wegdek liggen. Het is echter mogelijk dat er toch werkzaamheden dienen plaats te vinden in het gedeelte van het zandbed of de ophooglaag naast de wegverharding. In de bebouwde kom lopen leidingen en kabels vaak onder het voetpad naast de wegen.

Het afgegraven materiaal kan in de nabijheid van het werk worden opgeslagen om het later direct weer te kunnen toepassen. Bij de verplaatsing kunnen naast handmatig graven (scheppen) kunnen ook graafmachines en eventueel bulldozers worden ingezet. Het materiaal kan bijvoorbeeld bij gebrek aan ruimte met

vrachtwagens worden getransporteerd naar een andere locatie. Naast de graafwerkzaamheden vinden er dan aanvullend laad- en losactiviteiten plaats. Zowel bij het graven, verplaatsen als het laden- en lossen kan stofvorming plaatsvinden waarbij de machinisten, chauffeurs en grondwerkers kunnen worden blootgesteld.

Het verwijderde materiaal uit de ophoging, het zandbed of de fundering moet na de uitgevoerde grondwerkzaamheden weer worden teruggeplaatst. De aanvoer kan de geschieden per as met vrachtwagens of dumptrucks. Het materiaal dient vervolgens te worden verspreid met bulldozers, graders of laadschoppen. Na het aanbrengen van elke laag vindt doorgaans verdichting plaats doormiddel van trillen, walsen, stampen of kneden. Om het proces van verdichten te verbeteren wordt het aangebrachte materiaal doorgaans bevochtigd.

Naast stofvorming kan ook sprake zijn van aerosol vorming. Dit is bijvoorbeeld het geval bij het opspuiten van land met voornamelijk baggerspecie.

3.2.3 *Stofgevoeligheid van de geselecteerde bouwstoffen*

Bij de op- en overslag en bewerking van (bulk)goederen kan stofvorming optreden. De mate van stofvorming hangt af van de activiteiten die plaatsvinden bij de op- en overslag, de daarbij gebruikte machines en de stuifgevoeligheid van de bouwstof. Om een indicatie te krijgen van de mate van stofvormingen en eventueel te nemen maatregelen ter voorkoming of vermindering van de emissie van stof worden volgens de Nationale Emissierichtlijn Lucht (NeR) bulkgoederen ingedeeld in stuifklassen.

Uitgaande van de stuifgevoeligheid van goederen en de mogelijkheid tot bevochtiging van deze goederen wordt de volgende klasse-indeling gehanteerd:

- S1 sterk stuifgevoelig, niet bevochtigbaar,
- S2 sterk stuifgevoelig, wel bevochtigbaar,
- S3 licht stuifgevoelig, niet bevochtigbaar,
- S4 licht stuifgevoelig, wel bevochtigbaar,
- S5 nauwelijks of niet stuifgevoelig.

Aan de eerder geselecteerde secundaire bouwstoffen is een stuifklasse toegekend (zie laatste kolom tabel 3.2). Een toelichting op de toegekende stuifklasse is te vinden in tabel B3.1 van bijlage 3.

Om een beeld te krijgen bij welke activiteiten stofvorming en daarmee blootstelling aan stof een rol kan spelen is in Tabel 3.2 een overzicht van de belangrijkste activiteiten en de daarbij gebruikte machines en de betreffende secundaire bouwstoffen. De mate van stofvorming hangt sterk af van het vochtgehalte van de bouwstof. Doorgaans is de bouwstof enigszins vochtig. Bij droge of sterk drogende omstandigheden (lage luchtvochtigheid, windsnelheid, hoge temperatuur en instraling van zonlicht) is er meer kans op stofvorming.

Tabel 3.2: Overzicht van werkzaamheden, gebruikte machines en secundaire bouwstoffen.

Element	Werkzaamheden	Machines	Secundaire bouwstof	Stuif-klasse
Fundering	Graven (op-pakken en laden)	Handmatig (schep-pen), Graafmachines (hydraulisch), Laadschop (wielladers/shovels)	Asfalt- en menggranulaat	S5
	Transport-Storten bij verplaatsen en terugplaatsen van de bouwstof	Bulldozers, Vrachtwagens, Dump-trucks		
	Spreiden en egaliseren	Bulldozers, graders, laadschoppen		
	Verdichten	Walsen, trilplaten		
Ophoging of aanvulling	Graven (op-pakken en laden)	Handmatig (schep-pen), Graafmachines (hydraulisch), Laadschop (wielladers/shovels)	AVI-bodemas E-vliegas Baggerspecie Grond Brekerzand	S4 S2 S3/5 S4 S2
	Transport-Storten bij het verplaatsen en terugplaatsen van de bouwstof	Bulldozers, Vrachtwagens, Dump-trucks		
	Spreiden en egaliseren	Bulldozers, graders, laadschoppen		
Land-ophoging	Opspuiten	Baggerschip	Bagger	Aerosol vorming

De activiteiten waarbij meeste stofvorming zal optreden zijn het oppakken, laden en storten van de secundaire bouwstof. Van de geselecteerde secundaire bouwstoffen zijn droge baggerspecie, breker-/zeefzand en E-vliegas het meest stuifgevoelig en zal vooral bij droge bouwstoffen in combinatie met de hierboven genoemde activiteiten stofvorming op kunnen treden en blootstelling via de inademing van stof kunnen plaats vinden.

3.3 Inventarisatie van mogelijke gezondheidseffecten die kunnen optreden bij blootstelling aan de geselecteerde groepen van stoffen tijdens de geselecteerde werkzaamheden

Tabel 2.3 (zie paragraaf 2.3) geeft de geselecteerde contaminanten in de geselecteerde secundaire bouwstoffen.

Tabel 3.4 geeft een overzicht van de mogelijke gezondheidseffecten die kunnen optreden bij blootstelling aan de geselecteerde groepen van stoffen en individuele contaminanten. Een uitgebreidere beschrijving van de deze groepen van stoffen, individuele contaminanten en de mogelijke gezondheidseffecten is te vinden in bijlage 4.

Tabel 3.4: Mogelijke gezondheidseffecten van geselecteerde stoffen

Stof	Mogelijke gezondheidseffect
PAKs	Carcinogeniteit na inhalatie, orale en dermale blootstelling
Metalen	
Hexavalent chroom	Longkanker na orale en inhalatoire blootstelling en huid allergie na dermale blootstelling
Lood	Effecten op heamsythese en IQ na orale en inhalatoire blootstelling
Cadmium	Effecten op nier en long en carcinogeniteit na inhalatoire blootstelling en effecten op nier, bot, zenuwstelsel, voortplanting en nageslacht en carcinogeniteit na orale blootstelling
Molybdeen	Effecten op de voortplanting en het nageslacht na orale en inhalatoire blootstelling
Nikkel	Carcinogeniteit na inhalatie, groeivertraging na orale blootstelling en huid allergie na dermale blootstelling
Asbest	Longkanker en mesothelioom na inhalatoire blootstelling
PCBs	Effecten op immuunsysteem, lever, endocrien systeem, huid, voortplanting en nageslacht na orale, dermale en inhalatoire blootstelling
Minerale olie	Lever, bloed en nier effecten en effecten van individuele fracties en componenten (benzeen, tolueen, hexaan, PAKs, etc.) na inhalatoire en orale blootstelling
Organochloor-bestrijdingsmiddelen	
DDT	Leverkanker na orale en mogelijk na inhalatoire blootstelling
Hexachloor benzeen	Leverkanker en effecten op lever, immuunsysteem na orale en inhalatoire blootstelling
Heptachloor	Effecten op lever en voortplanting en carcinogeniteit na orale en inhalatoire blootstelling
Chloordaan	Effecten op de lever en carcinogeniteit na orale en inhalatoire blootstelling en mogelijk ook na dermale blootstelling
VOCI	
Tetrachlooretheen	Effecten op lever, nieren en het zenuwstelsel en mogelijk carcinogeniteit na inhalatoire en orale blootstelling
Trichlooretheen	Effecten op lever, nieren en het zenuwstelsel en mogelijk carcinogeniteit na inhalatoire en orale blootstelling
1,2-Dichlooretheen	Effecten op lever en bloed na inhalatoire en orale blootstelling
Vinylchloride	Carcinogeniteit na inhalatoire en orale blootstelling

Voor stuifgevoelige bouwstoffen kan blootstelling optreden via stofdeeltjes in lucht. Kleine ingeademde stofdeeltjes (<10 µm) kunnen in de longen terecht komen. Grotere ingeademde deeltjes zullen doorgeslikt worden (orale blootstelling). In sommige situaties, zoals bij het opspuiten van land met vers baggerspecie, kan blootstelling optreden via de inademing van aerosolen met aanhangende verontreinigingen. Dermale blootstelling kan zich voordoen bij direct contact met de secundaire bouwstof of daarmee verontreinigde bodem of water. Nadere schatting van de grootte van deze risico's is mogelijk op basis van concrete blootstellingsscenario's. Bij voorkeur zijn deze gebaseerd op metingen. Aangezien het gaat om potentiële werknemerblootstelling dient uitgegaan te

worden van gangbare risicobenadering voor blootstelling in de arbeidssfeer. Een dergelijke kwantitatieve risicobeoordeling valt buiten de kaders van deze quick scan.

3.3.1 *Blootstelling door inademing van stofdeeltjes*

Door de mogelijke gezondheidseffecten die kunnen optreden bij inhalatoire blootstelling aan de geselecteerde (groepen van) stoffen uit tabel 3.4 te combineren met het voorkomen van deze stoffen in secundaire bouwstoffen (tabel 3.3) en de stofgevoeligheid van deze secundaire bouwstoffen (tabel 3.2), kan een inschatting worden gemaakt van de mate van blootstelling via inademing van verontreinigde stofdeeltjes en risico's op mogelijke gezondheidseffecten die bij graafwerkzaamheden met secundaire bouwstoffen kunnen optreden. In de huidige quick scan wordt slechts in algemene zin gekeken naar de problematiek. Diepgaand onderzoek naar beschikbare concentratiegegevens en kwantitatieve blootstellingsanalyse vallen buiten het bestek van het huidige rapport. Dit maakt dat slechts een kwalitatieve indicatie van het mogelijk gezondheidsrisico's gegeven kan worden. Hiervoor wordt een kwalitatieve schaal gebruikt: zeer gering – gering – matig – groot.

Tabel 3.5 Kwalitatieve inschatting van mate van blootstelling via inademing van verontreinigde stofdeeltjes en risico's bij graafwerkzaamheden met de geselecteerde secundaire bouwstoffen.

Secundaire bouwstof	Prioritaire contaminant	Mogelijke gezondheidseffecten	Stuifgevoeligheid	Potentiële* blootstelling	Risico-indicatie
Asfalt granulaat	PAK	Kanker	Nauwelijks	Beperkt	Zeer gering
AVI-bodemas/slakken	Metalen (Cr, Mo, Pb, Cd, Ni)	(Long)kanker, huid allergie en effecten op nier, long, bot, zenuwstelsel, IQ, haemsynthese, groei, voortplanting en nageslacht	Licht stuifgevoelig, bevochtigbaar	Waarschijnlijk matig maar kan door bevochtiging worden beperkt	Gering
Baggerspecie (vers)	PAK	Kanker	Nauwelijks	Beperkt	Zeer gering
	Metalen (o.a. Cd, Pb, Mo, Ni)	Kanker, huidallergie en effecten op nier, long, bot, zenuwstelsel, IQ, haemsynthese, groei, voortplanting en nageslacht	Nauwelijks	Beperkt	Zeer gering
	Minerale olie	Lever, bloed en nier- effecten en effecten van individuele fracties en componenten	Nauwelijks	Beperkt	Zeer gering
	PCB	Effecten op immuunsysteem, lever, endocrien systeem, huid, voortplanting en nageslacht	Nauwelijks	Beperkt	Zeer gering
	Organochloor bestrijdingsmiddelen	Leverkanker en effecten op lever, immuunsysteem, voortplanting	Nauwelijks	Beperkt	Zeer gering
Baggerspecie (gerijpt)	PAK	Kanker	Licht stuifgevoelig, niet bevochtigbaar	Inhalatoir waarschijnlijk matig, dermaal beperkt	Gering
	Metalen (o.a. Cd, Pb, Mo, Ni)	Kanker, huidallergie en effecten op nier, long, bot, zenuwstelsel, IQ, haemsynthese, groei, voortplanting	Licht stuifgevoelig, niet bevochtigbaar	Waarschijnlijk matig	Gering
	Minerale olie	Lever, bloed en nier effecten en effecten van individuele fracties en componenten	Licht stuifgevoelig, niet bevochtigbaar	Waarschijnlijk matig	Gering

Secundaire bouwstof	Prioritaire contaminant	Mogelijke gezondheidseffecten	Stuifgevoeligheid	Potentiële* blootstelling	Risico-indicatie
	PCB	Effecten op immuunsysteem, lever, endocrien systeem, huid, voortplanting en nageslacht	Licht stuifgevoelig, niet bevochtigbaar	Waarschijnlijk matig	Gering
	Organochloor bestrijdingsmiddelen	Leverkanker en effecten op lever, immuunsysteem, voortplanting	Licht stuifgevoelig, niet bevochtigbaar	Waarschijnlijk matig	Gering
Menggranulaat	Asbest	Mesothelioom en longkanker	Nauwelijks	Beperkt	Zeer gering
	Metalen (Pb, Cd)	Kanker en effecten op haemsynthese, IQ, nier, long, bot zenuwstelsel, voortplanting en nageslacht	Nauwelijks	Beperkt	Zeer gering
Verontreinigde grond	Metalen (Cr, Mo, Pb, Cd, Ni)	(Long)kanker, huid allergie en effecten op nier, long, bot, zenuwstelsel, IQ, haemsynthese, groei, voortplanting en nageslacht	Licht stuifgevoelig, bevochtigbaar	Waarschijnlijk matig maar kan door bevochtiging worden beperkt	Gering
	Asbest	Mesothelioom en longkanker	Licht stuifgevoelig, bevochtigbaar	Waarschijnlijk laag maar kan door bevochtiging worden beperkt	Gering
	Minerale olie	Lever, bloed en nier effecten en effecten van individuele fracties en componenten.	Licht stuifgevoelig, bevochtigbaar	Waarschijnlijk matig maar kan door bevochtiging worden beperkt	Gering
	VOCI	Kanker en effecten op lever, nieren, bloed en het zenuwstelsel	Vluchtig	Waarschijnlijk matig door werken in open lucht	Gering
Breker-/Zeefzand	Asbest	Mesothelioom en longkanker	Sterk stuifgevoelig, bevochtigbaar	Mogelijk hoog, maar kan door bevochtiging worden verlaagd	Hoog wanneer onvoldoende beheersmaatregelen worden genomen

Secundaire bouwstof	Prioritaire contaminant	Mogelijke gezondheidseffecten	Stuifgevoeligheid	Potentiële* blootstelling	Risico-indicatie
	Metalen (Pb, Cd)	Kanker en effecten op haemsynthese, IQ, nier, long, bot zenuwstelsel, voorplanting en nageslacht	Sterk stuifgevoelig, bevochtigbaar	Mogelijk hoog, maar kan door bevochtiging worden verlaagd	Hoog wanneer onvoldoende beheersmaatregelen worden genomen
Vliegias (AVI- en poederkool-)	Metalen (Cr, Pb, Mo, Ni)	(Long)kanker, huid allergie en effecten op haemsynthese, IQ, groeivertraging, voorplanting en nageslacht	Sterk stuifgevoelig, bevochtigbaar	Mogelijk hoog, maar kan door bevochtiging worden verlaagd	Hoog wanneer onvoldoende beheersmaatregelen worden genomen

* Potentiële blootstelling wanneer er geen beheersmaatregelen genomen zijn.

3.3.2 *Blootstelling door inademing van aerosolen*

Naast stofvorming kan ook sprake zijn van aerosol vorming. Dit is bijvoorbeeld het geval bij het opspuiten van land met vers baggerspecie, waarbij mogelijk hoge blootstelling aan metalen (o.a. Cd, Pb, Mo, Ni), minerale olie, PCBs en organochloor bestrijdingsmiddelen kunnen optreden door inhalatie van aerosolen met aanhangende verontreinigingen. Wanneer onvoldoende beheersmaatregelen worden genomen, kan dit tot een hoog risico op kanker en/of effecten op nier, long, lever, bloed, bot, zenuwstelsel, IQ, haemsynthese, groei, immuunsysteem, lever, endocrien systeem, huid, voortplanting en/of nageslacht leiden.

3.3.3 *Blootstelling door inademing van vluchtige stoffen*

Minerale olieverontreiniging in secundaire bouwstoffen zouden kunnen leiden tot enige blootstelling aan vluchtige stoffen (VOC en BTEX). Zoals ook blijkt bij praktische verontreinigingsgevallen van bodem, en naar verwachting ook bij secundaire bouwstoffen, zullen vluchtige componenten uit minerale olie (deels) ontwijken naar de lucht. Dit zal maken dat de blootstelling aan VOCLs en BTEX bij werken met secundaire bouwstoffen in grond waarschijnlijk beperkt zal zijn.

Gebruik van met stomerijafval verontreinigde bodem als secundaire bouwstof zou kunnen leiden tot enige blootstelling aan VOCl. Naar verwachting zullen VOCl vooral ontwijken naar de lucht. Dit maakt dat inhalatie de primaire mogelijk blootstellingsroute zal zijn. Het feit dat de werkzaamheden in de open lucht plaats vinden zal beperkend werken op de daadwerkelijke blootstelling aan VOCl's bij het werken met secundaire bouwstoffen in grond.

3.3.4 *Blootstelling via dermaal contact*

Naast inhalatie kunnen graafwerkzaamheden die handmatig worden uitgevoerd, zoals scheppen tot een hoge dermale blootstelling leiden. Voor PAK is bekend dat de dermale blootstelling beperkt is door de binding van PAK aan bodemdeeltjes. In hoeverre dit ook voor secundaire bouwstoffen het geval is hangt af van de mate van binding aan de materiaal-deeltjes. Naar verwachting zal een dergelijke beperking bij inhalatoire inname van aan deeltjes gebonden PAK veel minder aanwezig zijn omdat inname via deze route gepaard gaat met intensievere interactie met lichaamsvloeistoffen en cellulaire membranen.

Voor hexavalent chroom en nikkel is voor de dermale route de sensibiliserende werking kritisch. Wanneer onvoldoende beheersmaatregelen worden getroffen, kan hoge dermale blootstelling aan in AVI-bodemas, baggerspecie, E-vliegias of verontreinigde grond voorkomende hexavalent chroom en nikkel leiden tot een hoog risico op huidallergie.

Enkele van de organochloorbestrijdingsmiddelen en PCBs kunnen deels naar de huid migreren. Naar verwachting zal dat ook het geval zijn voor deze stoffen in secundaire bouwstoffen (afhankelijk van de mate van binding aan de materiaal-deeltjes). Hoge dermale blootstelling aan in baggerspecie aanwezige PCBs kan tot een hoog risico op effecten op het immuunsysteem, lever, endocrien systeem, huid, voortplanting en/of nageslacht leiden. Daarnaast kan hoge dermale blootstelling aan met chloordaan verontreinigde baggerspecie mogelijk tot een verhoogd risico op kanker en/of effecten op de lever leiden.

3.3.5 *Mogelijke beheersmaatregelen*

Of de genoemde gezondheidseffecten ook daadwerkelijk optreden en in welke mate is afhankelijk van de hoogte van de blootstelling, welke ook afhankelijk zal zijn van de toegepaste beheersmaatregelen. Om de nodige beheersmaatregelen te kunnen nemen is het van belang om vooraf een beeld te hebben van de bouwstoffen waarmee men te maken kan krijgen. Visuele inspectie van ontgraven grond tijdens ontgraven kan helpen bij het identificeren van de aanwezige secundaire bouwstof. Om contact met secundaire bouwstoffen te beperken of te voorkomen kunnen in het algemeen een aantal maatregelen worden genomen zoals het gebruiken van reinigings- en omkleedcabines voor personeel, beschermende cabines bij graafapparatuur, overdruk cabines. Verder zou beschermende kleding kunnen worden gedragen, stofkapjes en bij blootstelling aan schadelijke vluchtige verontreinigingen bijvoorbeeld adembeschermingsapparatuur en eventueel robotgraafmachines. Daarnaast kunnen maatregelen worden genomen om stofvorming te beperken. Effectieve maatregelen zijn het bevochtigen van de bouwstof bijvoorbeeld door het inzetten van sproei installaties, afdekking van afgegraven delen en ontgraven grond en nat ontgraven. Bij ongunstige weersomstandigheden en ernstige mate van stofvorming zou een stop van activiteiten kunnen worden overwogen als andere maatregelen niet afdoende blijken te zijn. Verder kan overwogen worden om voorlichting en instructies te geven, de scheiding van partijen met verschillende verontreiniging(sgraad) en grondboekhouding. Voor meer details zie tabellen Maatregelen matrix in CROW132 blz. 59-84.

4 Bestaande werkwijzen en protocollen

4.1 Verontreiniging bij graafwerkzaamheden

Bij graafwerkzaamheden (ontgraven en grondverzet) zijn er regelmatig problemen met verontreinigingen, onder andere door secundaire bouwstoffen. De meest actuele bekende informatie over bodemonderzoek naar bodemverontreiniging in het kader van onderzoek naar de saneringsnoodzaak en in het kader van de saneringen is opgenomen in de openbare internet-site www.bodemloket.nl. Daarnaast zijn er globale bodemkwaliteitskaarten per gemeente.

CROW heeft een veelgebruikt protocol voor ontgraven van verontreinigde gronden en bijbehorende beschermingsmiddelen gemaakt: CROW132 (2009a). In dit hoofdstuk worden naast het protocol zoals omschreven in CROW 132, alleen bestaande werkwijzen en protocollen beschreven, welke mogelijk gebruikt kunnen worden voor de beoordeling van de risico's. Er wordt niet ingegaan op de procedures voor het uitvoeren van bodemonderzoek.

4.2 Welke procedure voor de bepaling van risico's voor ontgraven /grondverzet zijn opgenomen in CROW132?

Vanwege het karakter van deze rapportage zal slechts een korte beschrijving van de CROW 132 worden gegeven.

De CROW publicatie hanteert voor verontreinigde en verdachte grond het bodemsaneringsinstrumentarium voor het beoordelen van risico's van verontreinigde grond voor werknemers. Hiervoor worden concentraties op de locatie vergeleken met de Maximale waarde Industrie en de Interventiewaarde. Voor informatie over de concentraties op de locatie kan in eerste instantie gebruik worden gemaakt van bestaand historisch onderzoek. Als dit onderzoek onvoldoende informatie bevat of niet beschikbaar is wordt er gestart met een verkennend onderzoek.

Indien de aangetroffen concentraties tussen de Maximale waarde Industrie en de Interventiewaarde ligt moeten er arbeidshygiënische maatregelen getroffen worden. Indien de concentratie boven de interventiewaarde ligt, dient een veiligheidsklasse te worden vastgesteld.

CROW132 onderscheidt: 3 veiligheidsklassen voor droge grond (dwz. niet in oppervlaktewater) op basis van vastgestelde maatgevende concentraties in bodem:

- Geen:
 - o Landelijke of regionale achtergrond waarde
 - o Voldoet aan normwaarde functie wonen
- Basisklasse:
 - o Voldoet aan normwaarde Industrie
 - o Tussen normwaarde Industrie en interventiewaarde
- T&F klasse (toxics and fuels- toxische stoffen en brand/explosiegevaar)
 - o Groter dan interventiewaarde
 - o Onaanvaardbaar risico.

Bij de T&F klassen zijn te onderscheiden 1T, 2T en 3T met toenemende zwaarte van maatregelen, resp. 1F en 2F. Voor iedere veiligheidsklasse worden hierop afgestemde maatregelen getroffen, in de fasen van voorbereiding (overeen-

komst met initiatiefnemer, onderzoek, ontwerp, bestek en contract), realisatie (werkvoorbereiding, uitvoering, oplevering) en beheer (onderhoud, overdracht). Bij bodemonderzoek en normering wordt aangesloten bij de procedures en regels van de Wbb (Wet Bodembescherming). Bij de arbeidshygiëne gelden minimale basismaatregelen (medische keuring, verbod roken, eten, drinken tijdens veldwerkzaamheden, middelen voor reiniging handen en gezicht) en verder een pakket van door deskundigen vastgestelde en op de situatie toegespitste persoonlijke beschermingsmiddelen (PBM-pakket) met bijbehorende voorlichting en instructies, luchtkwaliteitsmetingen en geurwaarnemingen (natuurlijke gassen H₂S en methaan).

Als er aanwijzingen zijn voor aanwezigheid van asbest in bodem en/of puin wordt de locatie aangemerkt als asbest verdacht en volgt een getrappt asbestonderzoek. De uitvoering van een nader asbestonderzoek wordt bij de inspectie gemeld en verloopt volgens de regels van veiligheidsklasse 3T (de deskundige bepaalt het maatregelen pakket). Bij een bodemvochtpercentage van groter dan 10% is zo weinig verstuiwing te verwachten dat adembescherming niet verplicht is (wel dient het regelmatig te worden gecontroleerd en in een logboek te worden bijgehouden). De normering bij vervoer van asbesthoudende grond/ bagger/ puin is er van afhankelijk of het asbest hechtgebonden is of niet, resp. 10 g/kg ds en 1 g/kg ds). Bij inrichting van een depot voor asbesthoudende grond/ bagger/ puin is afdekking verplicht bij concentraties van 100 mg/kg ds.

4.3 Welke andere werkwijzen/protocollen (naast de CROW 132) zijn bekend om de gezondheidsrisico's van deze bouwstoffen bij grondverzet te beoordelen en een veilige werkwijze te bepalen?

Behalve de CROW 132 (2009a) zijn er geen andere bekende Nederlandse protocollen voor het omgaan met verontreinigde grond of grond vermengd met secundaire bouwstoffen. Vanwege de beperkte omvang van deze quick scan is niet onderzocht of er geschikte internationale methoden beschikbaar zijn. Dit een vraag die mogelijk in een vervolgonderzoek kan worden meegenomen. Wel kunnen protocollen binnen andere kaders een bijdrage leveren aan bepalen van een veilige werkwijze bij grondverzet met of zonder secundaire bouwstoffen. In de volgende paragrafen wordt een kort overzicht gegeven van enkele relevante protocollen.

4.3.1 Secundaire grondstoffen in wegenbouw

In de beoordeling van secundaire grondstoffen in de wegenbouw (CROW, 2003) wordt een model beschreven voor de arbeidshygiënische beoordeling van secundaire bouwstoffen. De methode, opgesteld door VBW-Asfalt (1997), geeft een beoordeling van de blootstelling op basis van de concentratie van aanwezige toxische componenten in het materiaal en de mate van blootstelling aan stof tijdens werkzaamheden. Zowel inhalatoire en dermale blootstelling zijn meegenomen in de beoordeling. De mate van blootstelling wordt vergeleken met maximaal aanvaardbare concentratie voor toxische stoffen op de werkplek. Afhankelijk van de totaal score kan de grondstof worden ingedeeld in vier categorieën van gebruik.

4.3.2 Informatiebladen CROW secundaire bouwstoffen

CROW (1999) geeft van een aantal veel gebruikte secundaire bouwstoffen informatiebladen met een omschrijving van het materiaal, de toepassingsmogelijkheden, milieuhygiënische aspecten en aspecten die betrekking hebben op arbeidsomstandigheden. Wat betreft de arbeidsomstandigheden blijft de infor-

matie veelal beperkt tot de opmerking dat in het Veiligheids- en Gezondheidsplan aandacht besteed dient te worden aan de stofbelasting en het voorkomen van de overschrijding van MAC-waarden voor o.a. kwarts. Verder wordt aangegeven dat bij het opstellen van het Veiligheids- en Gezondheidsplan de publicatie "Hulpmiddel voor de beoordeling van arbeidshygiëne", zie CROW (2003), gebruikt kan worden.

4.3.3 *Secundaire bouwstoffen in bouw- en sloopwerken*

Protocollen en richtlijnen voor veilig werken in de bouw of bij sloopwerkzaamheden kunnen relevante informatie bevatten over het omgaan met bijvoorbeeld (kwarts) stof en andere gevaarlijke stoffen. Immers wordt een deel van de sloopproducten elders hergebruikt als secundaire bouwstoffen en kunnen secundaire bouwstoffen worden hergebruikt in de bouw (bijv. als bakstenen).

De stichting Veilig en Milieukundig Slopen heeft de beoordelingsrichtlijn Veilig en Milieukundig Slopen (BRL SVMS-007) opgesteld. De BRL SVMS-007 bevat (project)eisen op het gebied van veilig slopen. Daarbij is rekening gehouden met de arboregeling. In het sloopplan worden de maatregelen en voorzieningen beschreven die nodig zijn om de arbeidsveiligheid en omgevingsveiligheid (zoals belendende percelen) te waarborgen. Voor meer informatie is de website van de Stichting Veilig en Milieukundig Slopen te raadplegen: <http://www.veiliglopen.nl>.

Verder is er een zogenoemde arbocatalogus, waarin staat in welke situaties welke maatregelen nodig zijn om de sloop veilig te laten gebeuren. Waarin zogenoemde goede praktijken voor de sloopspecifieke arbeidsomstandigheden worden opgenomen. De arbocatalogus is te raadplegen op de volgende website: <http://www.arbocatalogus-bouweninfra.nl/index.htm>. De catalogus is te doorzoeken op beroep, risico en taak.

Naast de Arbocatalogus verstrekt Arbouw informatie over gezond en veilig werken in de bouwnijverheid. Arbouw is door werkgevers- en werknemersorganisaties opgericht om de arbeidsomstandigheden in de bouwnijverheid te verbeteren en het ziekteverzuim te verminderen. Arbouw verstrekt informatie over de risico's van (schadelijk) stof (www.arbouw.nl/arbodienstverlener/pdf/risicos/schadelijk-stof.pdf/), de risico's van kwartsstof

(<http://www.arbouw.nl/arbodienstverlener/pdf/risicos/kwartsstof.pdf/>) en informatie over persoonlijke beschermingsmiddelen (<http://www.arbouw.nl/arbodienstverlener/pbm/>).

4.3.4 *DIVOCOS*

Voor de beoordeling van het risico van vluchtige stoffen bij afgravingen is door het RIVM het model DIVOCOS beschikbaar gesteld. DIVOCOS berekent indicatieve niveaus van vluchtige stoffen en hun verspreiding uitgaande van default aannames voor de nog uit te voeren afgraving van de verontreiniging. Als uit DIVOCOS blijkt dat de vervluchtiging van een stof tot risico's zou kunnen leiden kan dit voor de uitvoerende instantie aanleiding zijn aanvullende maatregelen te treffen zoals luchtmonstering gedurende de afgraving.

Als emissiebronnen gelden in DIVOCOS de ontgraven kuil en de opzij gezette grond. Het model is uitgewerkt voor een reeks van vluchtige organische stoffen (BTEX, 12 VOCl), en ook gevalideerd bij 10 bodemsaneringen. DIVOCOS is in eerste instantie gericht op de omwonenden maar met enige aanpassingen is het model ook geschikt te maken voor ARBO-toepassingen (Mennen en Broekman, 2005).

5 Conclusies en aanbevelingen

5.1 Conclusies per vraag

In deze paragraaf zullen per vraag de belangrijkste conclusies worden weergegeven.

1. Wat is bekend over de aard en omvang van gezondheidsschade als gevolg van werken met secundaire bouwstoffen in NL?

Er is weinig bekend over de aard en omvang van gezondheidsschade als gevolg van het werken met grond waarin secundaire bouwstoffen aanwezig zijn. Voor sommige contaminanten is er vooral een risico wanneer deze via stof of aerosolen worden ingeademd, terwijl voor andere contaminanten vooral blootstelling via de huid risico's met zich mee brengt. Stofvorming treedt vooral op bij het oppakken, laden en storten van stofgevoelige bouwstoffen. Aerosolvorming treedt op bij het opspuiten van land met vers baggerspecie. Dermale blootstelling treedt vooral op bij handmatige graafwerkzaamheden. Op basis van een quick scan, lijkt het risico op de genoemde effecten het hoogst, wanneer er onvoldoende beheersmaatregelen worden getroffen bij de volgende werkzaamheden:

- 1) het oppakken, laden en storten (werkzaamheden waarbij stofvorming op treedt) van de betreffende secundaire bouwstoffen
 - mesothelioom en/of longkanker door blootstelling aan asbest uit breker-of zeefzand
 - kanker en/of effecten op haemsynthese, IQ, nier, long, bot zenuwstelsel, voorplanting en/of nageslacht door blootstelling aan lood en cadmium in breker- of zeefzand
 - (long)kanker, huid allergie en/of effecten op haemsynthese, IQ, groeivertraging, voorplanting en/of nageslacht wanneer onvoldoende beheersmaatregelen worden genomen door blootstelling aan hexavalent chroom, lood, molybdeen en nikkel in vliegas.
- 2) het opspuiten van land met baggerspecie (waarbij aerosol vorming op treedt)
 - kanker en/of effecten op nier, long, haemsynthese, IQ, voortplanting en/of nageslacht door blootstelling cadmium, lood, molybdeen en nikkel
 - effecten op lever, bloed en/of nier door blootstelling aan minerale olie
 - effecten immuunsysteem, lever, endocrien systeem, huid, voortplanting en/of nageslacht door blootstelling aan PCBs
 - (lever)kanker en/of effecten op lever, immuunsysteem en/of voortplanting aan organochloorbestrijdingsmiddelen
- 3) Handmatige graafwerkzaamheden (waarbij dermale blootstelling kan optreden)
 - huidallergie door dermale blootstelling aan hexavalent chroom en nikkel in AVI-bodemas, baggerspecie, E-vliegas of verontreinigde grond
 - effecten op het immuunsysteem, lever endocrien systeem, huid, voortplanting en/of nageslacht door blootstelling aan PCBs in baggerspecie
 - kanker en/of effecten op de lever door dermale blootstelling aan chloordaan in baggerspecie

Of deze en in welke mate deze gezondheidseffecten ook daadwerkelijk onder blootgestelde werknemers optreden is afhankelijk van de mate waarin de secundaire bouwstoffen verontreinigd zijn en de hoogte van de blootstelling, waarbij de toegepaste beheersmaatregelen (zoals het vochtig houden van de grond) voor een belangrijke rol spelen in het beperken of zelfs voorkomen van blootstelling. Een kwantitatieve inschatting kan op basis van deze quick scan niet worden gemaakt.

2. Welke, voor de werknemer, gevaarlijke stoffen komen in NL (vooral) voor in (welke) secundaire bouwstof?

Op basis van het voorkomen en de toxicologische eigenschappen van verontreinigende (groepen van) stoffen in de 6 geselecteerde secundaire bouwstoffen, zijn de volgende belangrijkste groepen van stoffen en primaire contaminanten binnen deze groepen geïdentificeerd:

- PAK
- Metalen (hexavalent chroom, lood, cadmium, molybdeen, nikkel)
- Asbest
- PCBs
- Minerale olie
- Organochloor-bestrijdingsmiddelen (DDT, hexachloor benzeen, heptachloor, chloordaan)
- VOCl (tetrachlooretheen, trichlooretheen, 1,2-dichlooretheen, vinylchloride)

3. In welke mate en in welke sectoren worden deze secundaire bouwstoffen met gevaarlijke stoffen gebruikt?

Secundaire bouwstoffen worden voornamelijk in weg- en waterbouw toegepast en bij het bouwrijp maken van woonwijken en industrieterreinen. Per jaar wordt naar schatting zo'n 1170 kton asfaltgranulaat, 1800 kton AVI-bodemas en AVI-slakken, 22.000.000 m³/jaar niet gerijpt baggerspecie, 5.000.000 m³/jaar gerijpt baggerspecie, 12.420 kton menggranulaat, 100-1000 kton zeef-, breker en sorteerzeefzand, 17.000 kton (licht) verontreinigde grond en 786 kton E-vliegas toegepast.

4. Welke andere werkwijzen/protocollen (buiten de CROW 132) zijn bekend om de risico's van deze bouwstoffen te beoordelen en om er veilig mee te werken?

Behalve de CROW 132 zijn er geen andere bekende protocollen voor het omgaan met verontreinigde grond of grond vermengd met secundaire bouwstoffen. Wel kunnen protocollen voor andere kaders waardevolle informatie geven over de voorzorgsmaatregelen die getroffen kunnen worden. Binnen deze quick scan zijn de volgende protocollen genoemd:

- CROW: beoordeling van secundaire grondstoffen in de wegenbouw (2003);
- CROW: informatiebladen voor veel gebruikte secundaire bouwstoffen met een omschrijving van het materiaal, de toepassingsmogelijkheden, milieuhygiënische aspecten en aspecten die betrekking hebben op arbeidsomstandigheden (1999);
- Protocollen en richtlijnen voor veilig werken in de bouw of bij sloopwerkzaamheden
 - o Stichting Veilig en Milieukundig Slopen: beoordelingsrichtlijn Veilig en Milieukundig Slopen (BRL SVMS-007);
 - o Arbocatalogus;
 - o Arbouw: informatie over gezond en veilig werken in de bouwnijverheid;
- Model DIVOCOS.

5. Wat voor secundaire bouwstoffen zijn er waar en wanneer (onder welke wettelijke regels/normstelling) in de bodem terecht gekomen?

Secundaire bouwstoffen hebben al een lange historie van gebruik en toepassing. Voor de inwerkingtreding van het voormalige Bouwstoffenbesluit en later het Besluit Bodemkwaliteit onderdeel bouwstoffen was de registratie van het gebruik van secundaire bouwstoffen minimaal. Een deel van de locaties waar bouwstoffen zijn hergebruikt zijn mogelijk in de tijd al als verontreinigde locatie aangeduid.

In de jaren '82 en '83 is wel onderzoek gedaan naar het hergebruik van secundaire bouwstoffen. Dit is slechts een beperkt overzicht, echter op enkele bouwstoffen na, toont dit overzicht een vergelijkbaar beeld van de op dit moment gebruikte bouwstoffen.

5.2 Aanbeveling

Uit bovenstaande antwoorden kan geconcludeerd worden dat het risico van een werknemer op gezondheidseffecten hoog lijkt als er bij het uitvoeren van bepaalde werkzaamheden onvoldoende beheersmaatregelen worden toegepast. Dit betreft werkzaamheden waarbij de blootstelling aan asbest, metalen (o.a. cadmium, lood, hexavalent chroom, molybdeen en nikkel), minerale olie, PCBs en organochloor bestrijdingsmiddelen via stofvorming, aerosol vorming of direct contact met de huid hoog wordt ingeschat. Of en in welke mate gezondheidseffecten ook daadwerkelijk zullen optreden is afhankelijk van de mate van verontreiniging en de hoogte van de blootstelling, waarbij de toegepaste beheersmaatregelen een belangrijke rol spelen in de beperking van de blootstelling. Een kwantitatieve inschatting van het aantal werknemers dat daadwerkelijk gezondheidseffecten ondervindt kan op basis van deze quick scan niet worden gemaakt.

Deze rapportage betreft slechts een quick scan van het risico op gezondheidseffecten van secundaire bouwstoffen in bodem. Deze rapportage geeft daarmee nog geen antwoord op de vraag of de methode zoals omschreven in CROW-publicatie 132, inclusief de geadviseerde beheersmaatregelen, adequaat is voor de bescherming van werknemers die werken met (verontreinigde) grond (waarin ook secundaire bouwstoffen aanwezig kunnen zijn). De CROW-publicatie is ontwikkeld voor het werken met verontreinigde grond (land- en waterbodems). Van deze grond is vooraf vastgesteld welke verontreinigingen er in welke mate in voorkomen. Van grond waarin secundaire bouwstoffen aanwezig zijn, zijn over het algemeen minder gegevens over de mate van verontreiniging beschikbaar. De vraag is daarom of de CROW-publicatie ook geschikt is voor het werken met grond waarin secundaire bouwstoffen aanwezig zijn. Hiervoor zou de methode van de CROW-publicatie, inclusief het gebruik van de interventiewaarde als indicatie voor risico en de voorgeschreven beheersmaatregelen, geëvalueerd moeten worden. Indien de door CROW voorgeschreven beheersmaatregelen voor de risicovolle werkzaamheden, zoals beschreven onder vraag 1, de blootstelling in voldoende mate beperken, kunnen risico's worden beperkt. Of deze beperking voldoende is voor de bescherming van werknemers is ook afhankelijk van de toxiciteit van betreffende stof (of stoffen). Hierbij speelt de vraag of het normkader (Wbb/Bbk) voor bodem (zoals nu in de CROW geadviseerd wordt) voor het beoordelen van de arbeidshygiënische risico's van gronden secundaire bouwstoffen geschikt is. Aan het gebruik van interventiewaarden kan worden getwijfeld omdat bij het afleiden van interventiewaarden eventuele werkerblootstelling bij het ontgraven niet is meegenomen. Daarnaast verdient het ook aanbeveling om de geschiktheid van (elementen uit) andere werkwijzen/protocollen (inclusief eventuele internationale methoden) te onderzoeken. Er wordt dan ook geadvi-

seerd om een vervolgonderzoek uit te voeren waarin wordt onderzocht of de methode zoals omschreven in de CROW-publicatie 132, inclusief het gebruik van interventiewaarde als indicatie voor risico en de geadviseerde beheersmaatregelen, voldoende bescherming biedt voor werknemers die werken met verontreinigde grond.

6 Referenties

(Arbocatalogus) www.arbocatalogus-bouweninfra.nl/index.htm (last retrieved 27-11-2012)

AgentschapNL (2010). Meldpunt Besluit Bodemkwaliteit, juli 2009 t/m juni 2010 <http://www.rivm.nl/bibliotheek/rapporten/711701064.pdf>. (last retrieved 27-11-2012)

Bodemrichtlijn (2012), Bouwstoffen en afvalstoffen, oktober tm november 2012 (<http://www.bodemrichtlijn.nl/Bibliotheek/bouwstoffen-en-afvalstoffen>)

BRL 9309 (1999) Producten uit reinigingsinstallaties. <http://www.sikb.nl/upload/documents/BRL%209309.pdf>. (Bijlage 2).

BRL 9335 (2008) Grond. http://www.sikb.nl/upload/documents/BRL9335/BRL9335_versie%203.4.pdf. (Bijlage 2).

BRL 1000 (2010) Monsterneming niet-vormgegeven bouwstoffen (partijkeuring). http://www.sikb.nl/upload/documents/BRL%201000/AS%20SIKB%201000%20versie%201_1%2004032010.pdf. (Bijlage 2).

BRL 2307 (2008) AVI-bodemas voor ongebonden toepassing op of in de bodem, in grond- of wegenbouwkundige werken. http://www.avi-bodemas.nl/download/BRL2307_27mei_2008.pdf. (Bijlage 2).

BRL 2506 (2008) Recyclingsgranulaten voor toepassing in beton, wegenbouw, grondbouw en werken. <http://www.brbs.nl/files/BRL%202506%202008-03-25.pdf>. (Bijlage 2).

BRL 9336 (2007) E-vliegas in ongebonden toepassing. http://www.vliegas-unie.nl/downloads_ni/certificering/gww/BRL_9336.pdf. (Bijlage 2).

CROW (1999). Secundaire bouwstoffen voor de wegenbouw, Publicatie 143 (CROW, Ede, 1999). <http://www.crow.nl/nl/Publicaties/publicatiedetail.aspx?code=143>

CROW (2003). Risicoanalyse secundaire materialen, Leidraad voor de wegenbouw, Publicatie 178 (CROW, Ede, 2003). http://www.crow.nl/nl/Publicaties/publicatie_detail.aspx?code=178

CROW (2009a). Werken in of met verontreinigde grond en verontreinigd (grond)water, Publicatie 132. (CROW, Ede 2008). <http://www.crow.nl/nl/Publicaties/publicatiedetail?code=132>

CROW (2009b). Materialen in (constructieve) ophogingen en aanvullingen, Richtlijn ter beoordeling van alternatieven voor zand. Publicatie 281. (CROW, Ede, 2009). [http://www.crow.nl/nl/Meta_Navigaton/over/Nieuws/\(531\)-over-Nieuws-2009/CROW-publicatie_281_verschenen_Materialen_in_\(constructieve\)_ophogingen_en_aanvullingen.html](http://www.crow.nl/nl/Meta_Navigaton/over/Nieuws/(531)-over-Nieuws-2009/CROW-publicatie_281_verschenen_Materialen_in_(constructieve)_ophogingen_en_aanvullingen.html).

De Vries, G. J. (2011). Risicoanalyse ketens Besluit Bodemkwaliteit. VROM inspectie Ministerie Infrastructuur en Milieu (concept).

De Vries, P.O. et al. (2003). Karakterisering van bronnen van bodemverontreiniging op voormalige gasfabrieksterreinen, SKB, Gouda, SV-213 http://www.soilpedia.nl/Bikiwiki%20documenten/SKB%20Projecten/SV-318%20Gasfabriekkarakterisatie/SV-318_eindrapport_nl.pdf. (last retrieved 27-11-2012)

EFSA (2009) Scientific Report of EFSA - Cadmium Dietary Exposure In The European Population, EFSA Journal 2012;10(1):2551.

EFSA (2010) Scientific Opinion on Lead in Food. EFSA Panel on Contaminants in the Food Chain (CONTAM). EFSA Journal 2010; 8 (4) 1570.

EU (2000) Ambient air pollution by As, Cd and Ni compounds - Position paper, Final Version. Working Group On Arsenic, Cadmium And Nickel Compounds. European Commission DG Environment. Report dated October 2000.

JECFA (2011) Evaluation Of Certain Food Additives And Contaminants. Seventy-third report of the Joint FAO/WHO Expert Committee on Food Additives.

LAP2 (2012) Website Landelijk afvalbeheerplan 2009-2021 (LAP), Sectorplannen, Oktober t/m November 2012 (<http://www.lap2.nl/sectorplannen.asp>)

Mennen M.G. en Broekman M.H. (2005) Validatie van het model DIVOCOS, RIVM rapport 609021031

PBL (2009) Compendium voor de leefomgeving- Baggerproblematiek in Nederland. <http://www.compendiumvoordeleefomgeving.nl/indicatoren/nl0210-Baggerproblematiek-in-Nederland.html?i=3-143> (last retrieved 27-11-2012).

Rokven, I, et al. (2004) Bouwen met baggerspecie dagelijkse praktijk! Dienst weg- en waterbouwkunde Rijkswaterstaat

SIKB (2010). Bodemkwaliteit – Praktische informatie voor toepasser en toezichthouder SIKB instrumenten voor eenvoudiger en beter bodembeheer (3e druk september 2010)

Stichting Veilig en Milieukundig Slopen. (2012) Beoordelingsrichtlijn Veilig en Milieukundig Slopen (BRL SVMS-007). <http://www.veiliglopen.nl/site/media/SVMS-007.12-01.pdf>

VBW-Asfalt (1997). Hulpmiddel voor de beoordeling van arbeidshygiëne bij het gebruik van secundaire grondstoffen in de wegenbouw. Breukelen, VBW-Asfalt, 1997.

WHO (2010). Evaluation of certain food additives and contaminants. WHO Technical Report Series no. 960. http://whqlibdoc.who.int/trs/WHO_TRS_960_eng.pdf.

Zeilmaker, D.A. (1982). De invloed van grondwerken op de kwaliteit van bodem en grondwater, Staatsuitgeverij reeks Bodembescherming 16.

Bijlage 1: Secundaire bouwstoffen volumes, toepassing, verontreinigende stoffen en risiconiveaus in de actuele situatie en in historische perspectief

B1.1 Overzicht secundaire bouwstoffen

Tabel B1.1 geeft een selectie van bouwstoffen, de productie of toepassing, het risiconiveau wat deze bouwstoffen hebben en de verontreinigende stoffen die in deze bouwstoffen kunnen worden aangetroffen.

Tabel B1.1: Selectie secundaire bouwstoffen uit SIKB, 2010, aangevuld met secundaire bouwstoffen met ongunstig uitlooggedrag of groot productie/toepassingsvolume (volgens De Vries, 2011) en secundaire bouwstoffen met historisch perspectief.

Voorbeelden van niet-vormgegeven secundaire bouwstoffen	Productie/ Toegepaste hoeveelheid [kton/jaar]	Risico-niveau volgens De Vries, 2011 (Risicoanalyse ketens Bbk)	Verontreinigende stoffen	Toepassing - bij voldoen aan eisen, (SIKB 2010)
Asfaltgranulaat	1170	Hoog	PAK (teer)	- Regeneratieasfalt - Ongebonden erfverhardingsmateriaal, - Ongebonden en gebonden funderingsmateriaal
AVI-bodemas / AVI-slakken	1800	(Zeer) hoog	Antimoon, koper, molybdeen, chloride en sul-	Grond- en wegenbouwkundige toepassingen

Voorbeelden van niet-vormgegeven secundaire bouwstoffen	Productie/ Toegepaste hoeveelheid [kton/jaar]	Risico-niveau volgens De Vries, 2011 (Risicoanalyse ketens Bbk)	Verontreinigende stoffen	Toepassing - bij voldoen aan eisen, (SIKB 2010)
			faat (VA, 2012)	
Baggerspecie -niet gerijpt	22.000.000 m ³ /jaar	Hoog/middel (zeer divers)	Radioactiviteit (Maas, Westerschelde, PBL, 2010b). Regulier meetpakket: 9 metalen ⁸ , 10 PAK ⁹ minerale olie, PCB's, organochloorbestrijdingsmiddelen, chloorbenzenen, pentachloorfenol (Osté, 2008)	- verspreiden over land of oppervlaktewater ¹⁰ - dempen/verondiepen oppervlaktewater - productie bakstenen -rijpen in (tijdelijk) depot
Baggerspecie (gerijpt)	5.000.000 m ³ /jaar	Hoog/middel	Als niet-gerijpt na oxidatie	- als grond, evt. na afzeving van puin, hout, etc.
Betongranulaat	1890	Middel, asbest (n.b. bij hergebruik meer kans op verontreiniging)		-wegverharding -grindervanger in cementbeton
Metselwerkgranulaat /puingranulaat	27	Laag,	Asbest	- opgenomen in menggranulaat - grindervanger in cement beton (beperkt)
Menggranulaat (van beton- en puingranulaat)	12.420	Middel	Asbest	- Funderingsmateriaal - grindervanger in cement beton

⁸ barium, cadmium, cobalt, koper, kwik, lood, molybdeen, nikkel en zink.

⁹ naftaleen, antraceen, fenantreen, fluoranteen, benzo(a)antraceen, chryseen, benzo(k)fluoranteen, benzo(a)pyreen, benzo(ghi)peryleen, indeno(1,2,3 cd)pyreen

¹⁰ De frequentie van verspreiding van schone en licht verontreinigde grond en baggerspecie wordt op kaarten bijgehouden door Agentschap op basis van gegevens van het hiervoor ingerichte meldpunt (Agentschap, 2010)

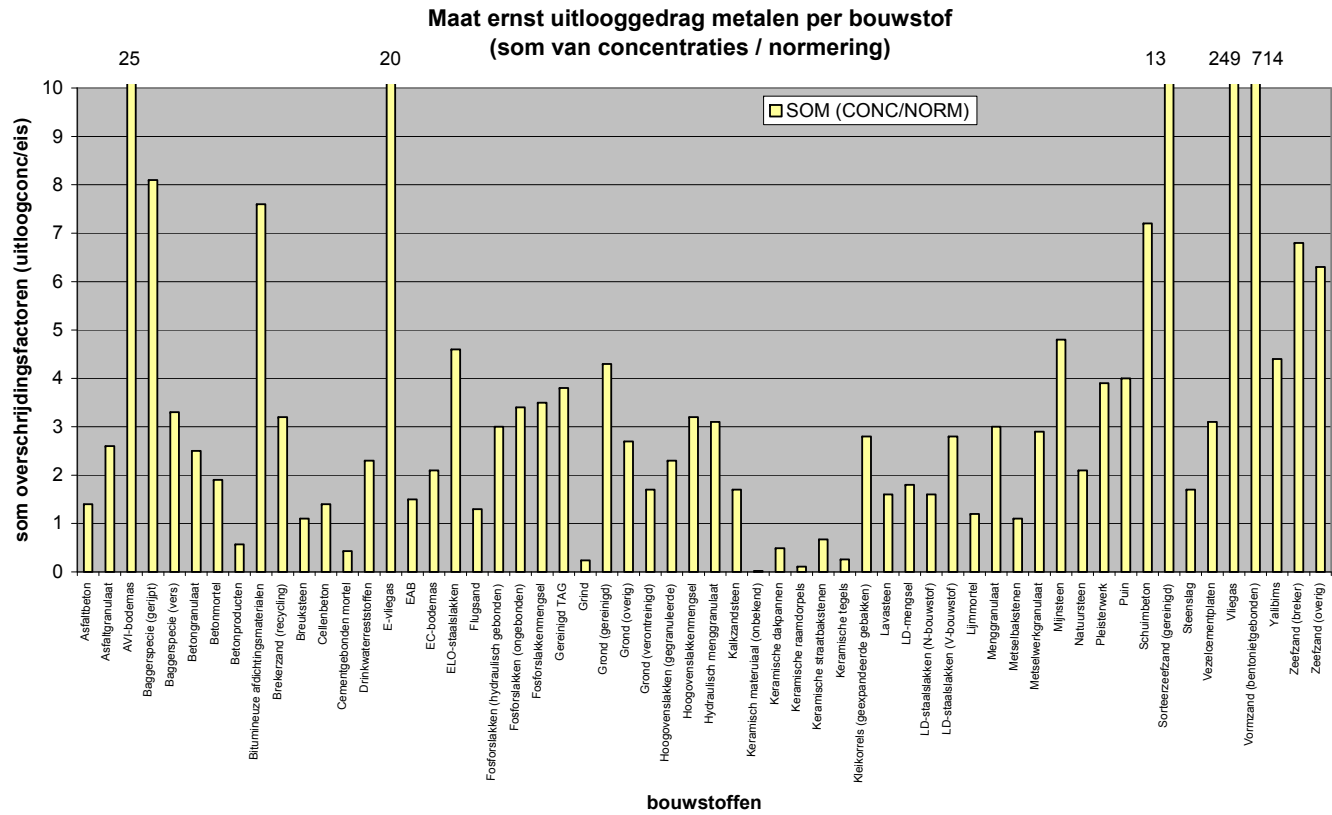
Voorbeelden van niet-vormgegeven secundaire bouwstoffen	Productie/ Toegepaste hoeveelheid [kton/jaar]	Risico-niveau volgens De Vries, 2011 (Risicoanalyse ketens Bbk)	Verontreinigende stoffen	Toepassing - bij voldoen aan eisen, (SIKB 2010)
				(beperkt)
Zeezand /Brekerzand /sorteerzeefzand	100 - 1000	Hoog	Asbest	- ophoging ¹¹ , (ook als aanvulling)
E-bodemas / EC-bodemas (van elektriciteitscentrales)	136	Laag		- wegenbouw - ophoging - fundering (lichtgewicht aanvulling bij instabiele bodems)
Immobilisaten	1.000-10.000	Niet gescoord		Vormgegeven bouwstof
Mijnsteen	200	Hoog	PAK, BTEX	- Afdek materiaal stortplaatsen - Waterbouw (kaden, dempingsmateriaal)
LD-staalslak (uit Linz-Donawitz proces)	<100	Laag		- Waterbouw (stortsteen) - Wegenbouw (funderingslaag, straatlaag) - Stabilisator voor toevoeging aan granulaire producten - Toevoeging aan hoogovenslakken mengsels
Hoogovenslakken/ELO staalslakken (uit elektro-oven proces)	10	Laag		-wegenbouw
Gereinigde grond	2300	Hoog/middel		- ophoging

¹¹ Constructieve ophoging: (in constructies, bouwkundig, weg- en waterbouw) en niet-constructieve ophogingen (verspreiding over land)

Voorbeelden van niet-vormgegeven secundaire bouwstoffen	Productie/ Toegepaste hoeveelheid [kton/jaar]	Risico-niveau volgens De Vries, 2011 (Risicoanalyse ketens Bbk)	Verontreinigende stoffen	Toepassing - bij voldoen aan eisen, (SIKB 2010)
				- vulstof voor asfalt
(Licht) verontreinigde grond	17.000	Hoog/middel	Zware metalen, minerale olie, asbest, vluchtige organochloorverbindingen (VOC ¹²), vluchtige aromaten, PAK (teerproducten), cyaniden (beide vooral bij gasfabriek terreinen) en bestrijdingsmiddelen en complexe mengsels van stoffen (PBL, 2012).	- ophoging - afdekking sanerings-locaties en stort-plaatsen - dempen/verondiepen oppervlaktewater -geluidsweringen
Grond-compost mengsels (<10% OS)		Laag (?)		- land en tuinbouw
Tarragrond / spoelgrond	Ca. 1000 (?)	Laag (15% hoog)		- ophoogmateriaal in landbouw, civiel-technisch, op eigen terrein van producent
Overige secundaire bouwstoffen met ongunstig uitlooggedrag				
AVI-vliegas	45	Hoog		Vormgegeven bouwstof (in beton)
E- vliegas	786	Hoog		Vormgegeven bouwstof (in beton)
Hergebruikt grind	1000	Hoog/middel		
Cementgebonden asfaltgranulaat (agrac)	200	Hoog/middel		
Staalgrit		Hoog/middel		
Rubbergranulaat		Hoog/middel		

¹² VOCs in bodem zijn meestal afkomstig van chemische waterrijen (per en tri). Bij oudere verontreinigingen ook vinylchloride en dichlooretheen als resultaat van afbraakprocessen.

Voorbeelden van niet-vormgegeven secundaire bouwstoffen	Productie/ Toegepaste hoeveelheid [kton/jaar]	Risico-niveau volgens De Vries, 2011 (Risicoanalyse ketens Bbk)	Verontreinigende stoffen	Toepassing - bij voldoen aan eisen, (SIKB 2010)
Overige secundaire bouwstoffen met hoge productie		(laag risico)		
Betonmortel	17.000	laag		
Cementgeboden mortel	< 10.000	laag		
Overige secundaire bouwstoffen met historisch perspectief				
Asbestcement resten				
Zinkslakken				
Grond met (meer dan 20 gewichts%) bijmenging van een van bovenstaande materialen				
Rioolzuiveringsslib				



Figuur B1.1: Relatieve risico's metalen per bouwstof (De Vries, 2011).

B1.2 Historisch perspectief

In 1982/83 is een inventarisatie gemaakt van (ongewilde) toevoegingen aan de bodem door ophogingen en aanvullingen en het storten (van afval en secundaire bouwstoffen) onder het maaiveld (Zeilmaker 1982/83). Het gaat hierbij vaak om secundaire afvalstoffen in de periode voor er sprake was van een Bouwstoffenbesluit. Hierbij een kort overzicht:

Tabel B1.2: Inventarisatie 1982/83 ophogingen vanaf of boven het oorspronkelijke maaiveld door ophogingen /aanvullingen.

Bouwstof	Verwerkte hoeveelheden [kton/jr]	Toepassing	Kwaliteit
Slakken/slakkenzand	6.000	Weg-waterbouw (import vanwege grote vraag in NL)	Metalen
AVI-slakken en vliegas	350	Erfverharding (wrsi)	
Bouw en sloopafval	6.100	Erfverharding ophoging, slootdemping, landbouwwegen en (stort)	Metselwerk (36%), beton (15% stijgend), grond (31%), hout, kunststof, metaal, rest
Opgebroken wegverharding	1.300 (1977)	5-10% hergebruik	Teer en olie
Rubberafval (autobanden)	50 (1977)	10% gebruik in landbouw rest export (10%), stort (75%), verbanding (4%)	
Afvalgips	?		Van ontzweveling kolencentrales
RWZI -slib	200	Landbouw, sportvelden, plantsoenen (30%), stort op land (25%) of op water (20%)	
Zeezand	220.000 m ³ /jr (~374.000 kton/jr)	wegaanleg	Zout
Hoogovenslakken	>30	Weg- en waterbouw	Metalen
Baggerspecie			Metalen

Tabel B1.3: Inventarisatie 1982/83 ophogingen onder het oorspronkelijke maai-
veld door storten (als afval).

Bouwstof	Verwerkte hoeveelheden [kton/jr]	Toepassing	Kwaliteit
Sloop- en bouwpuin	6560	Oeververdediging, demping sloten en tichelputten (verlaten steenfabrieken in uiterwaarden)	Op zich weinig schadelijke stoffen maar vaak vermengd met ander afval
slib	90		RWZI, chem. en papierindustrie
Slakken/vliegas	>65		AVI, E en koper-slakken (uit Duitsland)
Huis- en veegvuil	?		

Bijlage 2: Karakterisatie per geselecteerde secundaire bouwstof

B 2.1 **Asfaltgranulaat**

Asfaltgranulaat ontstaat door het frezen van asfaltverhardingen of na bewerking van asfaltbrokken van wegverhardingen in een bouw- en sloopafval bewerkingsinrichting. Niet teerhoudend asfalt kan worden verwerkt tot funderingsmateriaal in een mengsel met zand, cement en water of met een bitumenemulsie. Asfaltgranulaat kan ook als grondstof worden gebruikt voor nieuw asfalt.

Bij het opbreken wordt zorg gedragen voor een scheiding met TAG (teerhoudend asfalt-granulaat dat niet mag worden hergebruikt sinds 1-1-2001, maar dat in het verleden wel is toegepast.) Als asfalt granulaat meer dan 75 mg PAK's per kg droge stof bevat is het teerhoudend asfalt. Tot circa 1980 is teer als bindmiddel verwerkt in asfalt. Het hergebruik van teerhoudend asfalt is onder specifieke voorwaarden toegestaan. In het Bouwstoffenbesluit is voor deze bouwstof een bijzondere categorie opgenomen. Teerhoudend asfaltgranulaat moet altijd gebonden worden toegepast. Vanwege potentieel verhoogde emissie van PAK's mag de bouwstof alleen koud- of halfwarmgebonden worden verwerkt. De bij het opbreken ontstane brokken worden vervolgens gebroken en gezeefd voor de productie van het granulaat. Verwerking kan soms direct met aansluitend hergebruik op het werk plaatsvinden, bijv. in het kader van wegverbetering. Teer bevat PAKs, BTEX, fenolen en heterocyclische verbindingen (o.a. benzofuranen). Na veroudering (verdikking en verharding) zijn de mobile stoffen door verdamping en uitloging verdwenen en bestaat het teer grotendeels nog uit de zwaardere PAKs. Uit de gebruiksfase kan asfaltgranulaat mogelijk ook andere verontreinigingen zoals minerale olieresten bevatten.

Beoordelingsrichtlijn: BRL-2506 (2008) Recyclingsgranulaten voor toepassing in beton, wegebouw, grondbouw en werken.

Gerelateerde afkortingen: BRAC (breekasfaltcement), AGRAC en TAGRAC (al dan niet teerhoudend asfaltgranulaatcement), (T)FRAC (freesasfaltgranulaatcement) en (T)AGREC (asfaltgranulaatcementemulsie).

B2.2 **AVI-bodemas of AVI-slakken**

AVI-bodemas is het vaste residu dat op het verbrandingsrooster van afvalverbrandingsinstallaties achterblijft na verbranding van huishoudelijk en daarmee vergelijkbaar bedrijfsafval. Het bevat de niet-brandbare fracties, zoals aardewerk, glas, steen, zand en metalen in gesmolten, samengeklonterd steenachtig materiaal. Het wordt opgewerkt waarbij ferro (10%) en nonferro metalen (2%, voornamelijk aluminium, verder koper en zink) en ook resten organisch materiaal (1%) worden afgescheiden en het product wordt verkleind tot max. 40 mm.

In oudere afvalverbrandingsinstallaties werd in het verleden niet goed uitgebrand en opgewerkt zodat er AVI-slakken kunnen zijn toegepast met grotere fracties metalen en organisch stof. Ook de scheiding met de vliegassen (het fijne stof met de afgassen wordt afgevoerd en tegenwoordig voor het grootste deel wordt afgevangen) was in het verleden niet optimaal.

AVI-bodemas is vanwege de te nemen maatregelen bij de toepassing ervan vooral geschikt voor grootschalige toepassingen en is in diverse rijkswegen en geluidswallen toegepast zoals de geluidswallen bij Barendrecht en Vleuten/De Meern en als ophoogmateriaal in de rijkswegen A15 en A27.

Beoordelingsrichtlijn: BRL-2307 (2008) AVI-bodemas voor ongebonden toepassing op of in de bodem, in grond- of wegenbouwkundige werken.

Gerelateerde afkortingen: BEC-bodemas/granulaat (van biomassa energiecentrales), AEC-bodemas (afvalenergiecentrale) en AEC-granulaat.

B2.3 Baggerspecie

Baggerspecie (baggerslib, havenslib) is sediment dat is opgebaggerd uit havens, vaarwegen, sloten en vijvers (om nautische redenen of om reden van waterkwantiteitsmanagement of bij waterbodemsanering). Baggerspecie heeft een zeer diverse milieukundige kwaliteit en een lage bouwtechnische kwaliteit (PBL, 2009). Bij ontstaan (ongerijpt) heeft baggerspecie een hoog vochtgehalte en is niet steekvast. Na rijping in baggerdepot waar het wordt ontwaterd, ingedroogd, geoxideerd is het meer luchtdoorlatend dan niet-gerijpte baggerspecie en steekvast (soms gebruikt in tussenstadia). Afhankelijk van de verontreiniging kan baggerspecie op verschillende manieren worden bewerkt waarbij grond, klei en zand ontstaan. Deze materialen kunnen vervolgens als bouwstoffen worden ingezet. De zandafscheiding levert gewild bruikbaar materiaal op. Baggerspecie kan worden toegepast als toeslagmateriaal in beton (zandfractie) en bij ophogingen en aanvullingen. Rijkswaterstaat (Rokven, 2004) onderscheidt als toepassing in uitgevoerde werken: wegophogingen, terreinophogingen, geluidswallen, zandbed in wegen, wegfundering, droge en natte natuur en recreatie, afdekken stortplaatsen, dijken en zeekeringen, dijkbekleding, oevers en kaden, utiliteitsbouw (vormgegeven als bakstenen).

Beoordeling BRL 9335 (2008) Grond.

B2.4 Menggranulaat (van beton- en puingranulaat)

Ontstaat door het breken van beton- en metselwerkpuin. Menggranulaat bevat minimaal 45% betongranulaat. Menggranulaat wordt op grote schaal gebruikt als fundering voor zwaar belaste wegen door verhardende bindende werking onder invloed van vocht. Ook als verharding van bouwwegen en andere tijdelijke wegen en als grindvervanger in beton. Aan hydraulisch menggranulaat is ongeveer 10-20% aan toeslagstoffen toegevoegd. Het betreft toeslagstoffen als hoogovenslakken, LD-staalslakken en ELO-slakken. Het menggranulaat krijgt hierdoor betere civieltechnische eigenschappen vanwege de bindende (hydraulische) werking van de toeslagstoffen. In de waterbouw als kern van werken en als filter laag.

Gerelateerde afkortingen: REPAC. Beoordeling: BRL-2506(2008) Recyclingsgranulaten voor toepassing in beton, wegenbouw, grondbouw en werken.

B2.5 Zeefzand /Brekerzand /sorteerzeefzand (restproduct bij het breken van puin tot granulaat)

Zeefzand (of brekerzand, of brekerzeefzand, of BSA-zanden: bouw- en sloopafvalzanden) is afgezeefd materiaal bij het breken van puin en beton tot granulaat in een bsbi (bouw- en sloopafvalbewerkingsinrichtingen). Er worden drie soorten zeefzand onderscheiden:

- Brekerzeefzand bevat naast grond en steenachtig puin ook hout en isolatiemateriaal.
 - Sorteerzeefzand is op dezelfde manier verdere bewerking in een sorteerinrichting voor het breekproces maar bevat meer niet-steenachtige materialen.
- Recyclingbrekerzand is afkomstig van het verkleinen van bouw en sloopafval, na het breekproces. De korrelgrootte van het materiaal ligt tussen 0-8 mm.

Beoordeling: BRL-2506 (2008) Recyclingsgranulaten voor toepassing in beton, wegenbouw, grondbouw en werken. En BRL 9309 Producten uit reinigingsinstallaties.

B2.6 (Licht) verontreinigde grond

Verontreinigde grond komt vrij bij bodemsaneringen en overige grondverzet. Ontwaterde baggerspecie kan na rijping ook als grond worden beschouwd. Ernstig verontreinigde grond dient voor verdere toepassing eerst te worden gereinigd of als dat niet mogelijk is te worden gestort. Licht verontreinigde grond kan voor verschillende toepassingen worden gebruikt zoals ophoging en aanvulling of als vervanger van ophoogzand.

Beoordeling BRL 9335 (2008) Grond.

B2.7 E- vliegias

Bij poederkool gestookte elektriciteitscentrales ontstaat E-vliegias als reststof. Het merendeel van het vliegias wordt gebruikt als toeslagstof in de cementindustrie en als vulstof voor asfalt. Poederkoolvliegias is een fijn materiaal (70% <0,045 mm, als klei). Het heeft dezelfde bindende eigenschappen als cement en vermenging met kalk en water (puzzolane eigenschappen) en daarom waardevol voor cement industrie ter vervanging van (een deel van) de anders gebruikte mergel. Het wordt gebruikt in Portland vliegiascement, beton Verder wordt het ook ter verbetering van constructieve eigenschappen en als vulstof in beton gebruikt (beïnvloedt bestendigheid en plasticiteit gunstig). Daarnaast wordt het gebruikt als ophoogmateriaal en voor aanvulling in wegluchamen. E-vliegias wordt ook gebruikt voor de productie van kunstgrind, Lytag. Daartoe wordt E-vliegias gepelletiseerd en gesintered waarbij keramische korrels worden gevormd.

Beoordeling: BRL-9336 (2007): E-vliegias in ongebonden toepassing. In alle gevallen is bij de beoordeling van belang: BRL1000 Monsterneming niet-vormgegeven bouwstoffen (partijkeuring).

Bijlage 3: Stuifgevoeligheid secundaire bouwstoffen

Tabel B3.1: Stuifgevoeligheid van secundaire bouwstoffen, indeling in stuifklassen.

Bouwstof	Stuifklasse NeR	Toelichting
Asfaltgranulaat	S5	Weinig stuifgevoelig. Asfaltgranulaat wordt verkregen door het breken van asfaltpuin (verkregen door sloop van bitumineuze verhardingen) of door het frezen van bitumineuze wegverhardingen of dijkbekledingen. Asfalt bevat wel vliegias als vulstof maar dat is grotendeels gebonden, ook na breken en frezen.
AVI-bodemas	S4	NeR
Baggerspecie (vers)	S5	Verse baggerspecie is nat en niet stuifgevoelig
Baggerspecie (gerijpt)	S3	Gerijpte baggerspecie is niet stuifgevoelig, vergelijkbaar met bv. kleigrond. Wordt dit echter droog afgegraven en getransporteerd dan vgl. met brokken klei
Menggranulaat (hydraulisch bevat hoogovenslakken)	S5	NeR klasse voor puingranulaat (meer stuifgevoelig indien hydraulisch afhankelijk van gehalte hoogovenslakken doorgaans 5-20 % m/m)
Verontreinigde grond	S4	NeR (indien vochtgehalte 4,5%, leemgrond heeft klasse S2)
Breker-/Zeefzand	S2	Fijne fractie \geq 90%
Vliegias (AVI- en poederkool-)	S2	NeR

Bijlage 4: Overzicht van mogelijke gezondheidseffecten van de geselecteerde stoffen die in de geselecteerde secundaire bouwstoffen voorkomen

B 4.1. PAK

B 4.1.1 Algemeen

Polycyclische aromatische koolwaterstoffen (PAK) is een groep van enige honderden stoffen opgebouwd uit een twee of meer benzeenringen. PAK komen vrij bij het verbranden van olie, gas, kolen en hout. Uitlaatgassen van dieselauto's bevatten relatief veel PAK en ook cokesovens lozen PAK naar de lucht. Omdat PAK zoveel gebruikt worden en bij veel processen vrijkomen, zijn PAK vrijwel overal aanwezig in het milieu. PAK worden ook gevormd bij het verhitten van vlees. Vooral bij het bereiden van vlees op houtskoolvuur (barbecue) kunnen veel PAK gevormd worden. Voor de binnenlucht is het stoken van een open haard een belangrijke bron voor PAK. Tabaksrook is een verdere belangrijke bron binnenshuis van blootstelling aan PAK.

De exacte samenstelling van het aanwezige mengsel van PAK is telkens anders (afhankelijk van de aard van de bron), hetgeen van invloed is op de mate waarin de verschillende mengsels kankerverwekkend zijn.

B 4.1.2 Toxicologie

De belangrijkste toxicologische eigenschap van PAK is hun potentie om kanker te veroorzaken. Ze doen dit via een zogenaamd genotoxisch mechanisme. Dit impliceert dat elke dosis, hoe gering ook, een zeker risico op kanker met zich meebrengt. De grootte van dit kankerrisico hangt af van de dosis. Aangenomen wordt dat er een lineair verband is tussen het kankerrisico en de dosis.

Van lang niet alle individuele stoffen in de gangbare mengsels PAK is aangetoond dat ze kankerverwekkend zijn maar voor het mengsel als geheel (zoals het voorkomt in het milieu) dient er van uit gegaan te worden dat ze dat wel zijn omdat altijd ook kankerverwekkende componenten aanwezig zijn.

De kankerverwekkende potentie van PAK is aangetoond voor zowel de orale, inhalatoire als dermale route. Voor alle drie routes zijn kwantitatieve schattingen beschikbaar van de potentie. Deze schattingen gaan uit van de bekendste stof in het mengsel nl. benzo(a)pyreen (BaP). Er zijn schattingen die gebaseerd zijn op potentiefactoren voor de bekende kankerverwekkende PAK ten opzichte van BaP. Andere schattingen rekenen met een vaste potentiefactor van het hele mengsel ten opzichte van BaP (indicator-benadering).

Met behulp van de beschikbare kwantitatieve kankerrisicoschattingen voor PAK kan voor elk blootstellingsscenario het extra kankerrisico geschat worden. De berekende risico's kunnen vervolgens getoetst worden aan referentieniveaus zoals gehanteerd in het Nederlandse beleid (milieu en arbo). Voor PAK is ook arbeidstoxicologische normering beschikbaar gebaseerd op kwantitatieve kankerrisicoberekening.

B 4.1.3 *Mogelijk gezondheidsrisico bij werken met secundaire bouwstoffen in grond*
 Voor stufgevoelige bouwstoffen kan blootstelling aan PAK optreden via stofdeeltjes in lucht. Kleine ingeademde stofdeeltjes (<10 µm) kunnen in de longen terecht komen. Grotere ingeademde deeltjes zullen doorgeslikt worden (orale blootstelling). Dermale blootstelling aan PAK kan zich voordoen bij direct contact met het secundaire bouw materiaal of daarmee verontreinigde bodem of water. Nadere schatting van de grootte van deze risico's is mogelijk op basis van concrete blootstellingsscenario's. Bij voorkeur zijn deze gebaseerd op metingen. Aangezien het gaat om potentiële werknemberblootstelling dient uitgegaan te worden van gangbare risicobenadering voor blootstelling in de arbeidsfeer. Voor de dermale route is het bekend dat voor PAK in bodemmateriaal de binding aan bodemdeeltjes een beperkende factor is. In hoeverre dit ook voor secundair bouw materiaal het geval is hangt af van de mate van binding aan de materiaaldeeltjes. Naar verwachting zal een dergelijke beperking bij orale of inhalatoire inname van aan deeltjes gebonden PAK veel minder aanwezig zijn omdat inname via deze routes gepaard gaat met intensievere interactie met lichaamsvloeistoffen en cellulaire membranen.

PAK aanwezig in: asfaltgranulaat

B 4.2 Metalen

B 4.2.1 *Algemeen*

In bepaalde veel gebruikte secundaire bouwstoffen zijn verhoogde of zelfs sterk verhoogde metaalconcentraties aanwezig. Naast de potentiële milieubelasting met deze metalen waartoe dit kan leiden, zouden bij intensief contact ook humane gezondheidseffecten kunnen optreden. Met name voor bodemas en vlieg-as is dit relevant. Op basis van de beschikbare gegevens over uitloogconcentraties uit secundaire bouwstoffen kunnen de volgende metalen als prioritair worden aangemerkt: hexavalent chroom, lood, molybdeen, nikkel en cadmium.

B 4.2.2 *Toxicologie*

Hexavalent chroom

Chroom is meestal aanwezig als in driewaardig ion maar bij bepaalde menselijke activiteiten komt zeswaardig chroom vrij of wordt zeswaardig chroom gebruikt. In de meeste milieumatrices wordt hexavalent chroom snel omgezet naar de trivalente vorm maar onder bepaalde omstandigheden kan de hexavalente vorm aanwezig blijven over langere duur. In as van verbrandingsovens (vlieg-as, bodemas) kunnen relatief hoge concentraties hexavalent chroom voorkomen. Hexavalent chroom heeft een grote toxische potentie. De trivalente vorm is veel minder toxisch. Uit arbeidstoxicologische studies komt naar voren dat inhalatie van hexavalent chroom longkanker kan veroorzaken bij de mens (bewezen humaan carcinogeen). Genotoxiciteitsonderzoek wijst op een genotoxisch werkingsmechanisme. Voor de orale route wijzen drinkwaterstudies op een carcinogene werking in proefdieren ondanks de (waarschijnlijk onvolledige) omzetting van hexavalent chroom in trivalent chroom in het spijsverteringskanaal. Voor de orale en inhalatoire kankerverwekkende werking van hexavalent chroom zijn kwantitatieve kankerrisicoschattingen beschikbaar. Voor hexavalent chroom is ook arbeidstoxicologische normering beschikbaar (op basis van genotoxisch carcinogene werking). Schatting van de grootte van kankerrisico's in concrete gevallen is mogelijk op basis van gedefinieerde blootstellingsscenario's. Bij voorkeur zijn deze gebaseerd op metingen.

Voor de dermale route is voor hexavalent chroom geen kankerverwekkende werking bekend. Wel is de stof sterk allergeen bij dermaal contact. Voor dit effect zijn risicokwantificeringen beschikbaar op basis waarvan in concrete gevallen van dermale blootstelling getoetst kan worden of een gezondheidsrisico wel of niet te verwachten is. Daarvoor dient dan een blootstellingsschatting uitgevoerd te worden, bij voorkeur op basis van metingen.

Lood

Lood komt van nature voor in het milieu met overall een gemiddelde concentratie in de aardkorst van 20 mg Pb/kg droge stof. Voormalig gebruik als antiklop-middel in benzine (als tetraethyllood) en in waterleidingen heeft geleid tot wijde verspreiding van lood in het milieu. Ook door mijnbouw en bepaalde industriële activiteiten zijn verhoogde concentraties lood in het milieu terecht gekomen. De gezondheidseffecten van lood zijn bestudeerd in een groot aantal studies in mens en proefdier. Epidemiologische studies hebben geleid tot een redelijk gedetailleerd inzicht in de correlatie tussen loodconcentraties in bloed bij de mens en de daaraan verbonden gezondheidseffecten. Bij hogere Pb-concentraties in bloed is de haemsynthese aangetast. Bij kinderen treedt dit op bij ongeveer 400 µg Pb/liter en hoger en bij volwassenen bij 800 µg Pb/liter en hoger. Al bij aanzienlijk lagere concentraties echter doen zich al neurologische effecten voor, speciaal bij kinderen. Deze neurotoxische werking is meetbaar als een verminderd IQ. JECFA (2011) en EFSA (2010) hebben kwantitatieve analyses uitgevoerd van de beschikbare epidemiologische studies voor lood. EFSA (2010) berekent dat bij een loodconcentratie in bloed van 12 µg/liter nog een daling van 1 IQ-punt kan optreden. EFSA koos een IQ-verlies van één punt als kritisch effect-niveau mede omdat een dergelijke verlaging al van invloed geacht wordt op uiteindelijke socio-economische status en arbeidsproductiviteit. EFSA (2010) heeft ook andere effecten door lood kwantitatief beoordeeld.

De belangrijkste bron van loodblootstelling in de algemene bevolking is de voeding. De normale inhalatieblootstelling is gering. Dermale blootstelling als gevolg van penetratie door de huid is voor zover bekend geen factor van belang. Aan de hand van de beschikbare effect kwantificeringen voor lood kan in gevallen van concrete blootstelling aan lood beoordeeld worden in hoeverre een gezondheidsrisico aanwezig is. Voor lood- en loodverbindingen zijn ook arbeidstoxicologische grenswaarden beschikbaar.

Cadmium

Cadmium komt voor in de aardkorst in concentraties van 0.1 tot 1 mg/kg, vooral gebonden in zinkertsen. De bron voor cadmium in het milieu zijn menselijke activiteiten zoals mijnbouw en ijzersmelterij.

De gezondheidseffecten van cadmium zijn bestudeerd in een groot aantal studies in mens en proefdier. De belangrijkste dosisrespons-informatie komt uit de talrijke epidemiologische studies bij populaties met verhoogde blootstelling. Diverse toxische effecten worden gerapporteerd als gevolg van cadmiumblootstelling. Daarvan zijn nierbeschadiging, osteoporose, neurotoxiciteit, carcinogeniteit, teratogeniteit, endocriene effecten en reproductietoxiciteit de belangrijkste. Het meest gevoelige effect is niertoxiciteit bestaand uit de inductie van irreversibele tubulaire nefropathie die kan leiden tot nierinsufficiëntie. In bloed wordt cadmium gebonden aan eiwitten, vooral albumine. In de lever vindt complexvorming plaats tot metallothioneïne (MT). Het Cd-MT-complex wordt vervolgens gere-distribueerd naar diverse organen en weefsels, maar vooral naar de nieren, waar een deel van het cadmium vrijkomt en gevoelige celmembranen in de niertubuli beschadigt. Dit leidt bij voldoende hoge en langdurige blootstelling tot een karakteristieke tubulaire nefropathie. In de nieren heeft cadmium een heel lange

halfwaardetijd, nl. van 10 tot 30 jaar. Dit verklaart de continue accumulatie in dit orgaan tot op de leeftijd van 50 tot 60 jaar.

Voor orale blootstelling aan cadmium werd door EFSA (2009) op basis van de beschikbare epidemiologische een wekelijkse inname van 2,5 µg Cd/kg lg berekend. Voor de inhalatoire route zijn nefrotoxiciteit en directe effecten op longfuncties (reductie longdebiet en vitale capaciteit) aangetoond in arbeidstoxicologische studies. Op basis van het beschikbare arbeidstoxicologische bewijsmateriaal zijn anorganische cadmiumverbindingen door de IARC geclassificeerd als bewezen humane carcinogenen (Groep 1). Een EU-werkgroep (EU 2000) heeft een inhalatoire grenswaarde voor de algemene bevolking afgeleid. Daarnaast is ook een arbeidstoxicologische grenswaarde beschikbaar. Aan de hand van de beschikbare effect kwantificeringen voor cadmium kan in gevallen van concrete blootstelling aan cadmium beoordeeld worden in hoeverre een gezondheidsrisico aanwezig is.

Molybdeen

Molybdeen (Mo) komt voor in de aardkorst met een gemiddelde concentratie van 1.5 mg Mo/kg. Ook is het metaal aanwezig in voedsel en water. Molybdeenbevattende enzymen komen voor in tal van planten en dieren.

Molybdeen wordt beschouwd als een essentieel element voor de mens met een dagelijkse behoefte van 1 tot 5 µg/kg lg/dag.

Humane data over de gezondheidseffecten door molybdeen zijn beperkt. Jichtachtige klachten zijn beschreven maar een eenduidige conclusie is niet te trekken. In proefdieren zijn na orale toediening tal van effecten gevonden zoals groeivertraging, skeletafwijkingen, reproductieafwijkingen, ontwikkelingseffecten, onvruchtbaarheid en anemie. Er zijn geen aanwijzingen voor kankerverwekkende of genotoxische effecten door molybdeen. Op basis van overall NOAELs is een maximale toelaatbare inname geschat voor de mens van 10 µg/kg lg/dag. Voor de inhalatoire route zijn enkele proefdierstudies beschikbaar. Het RIVM heeft op basis van de resultaten een toelaatbare concentratie in licht afgeleid. Voor de dermale route zijn er geen studies.

De belangrijkste bron van molybdeenblootstelling voor de algemene bevolking is de voeding. De normale inhalatieblootstelling is voor zover bekend gering. Dermale blootstelling als gevolg van penetratie door de huid is voor zover bekend geen factor van belang. Aan de hand van de beschikbare effect kwantificeringen voor molybdeen kan in gevallen van concrete blootstelling beoordeeld worden in hoeverre een gezondheidsrisico aanwezig is. Voor molybdeen en wateroplosbare en -onoplosbare verbindingen daarvan zijn arbeidstoxicologische grenswaarden beschikbaar.

Nikkel

Nikkel en verbindingen maken deel uit van de aardkorst. De belangrijkste bron voor het voorkomen in het milieu zijn menselijke activiteiten. De algemene bevolking wordt blootgesteld aan lage concentraties in lucht, water en voedsel.

Voedsel is veruit de belangrijkste bron van blootstelling.

Nikkel is essentieel voor de werking van bepaalde plantaardige en bacteriële enzymen maar biochemische functies in mens en dier zijn niet aangetoond. Nikkelverbindingen zijn erkende humane carcinogenen via de inhalatoire route (IARC Group I). Voor de orale route is een dergelijke werking niet bekend. De gegevens wijzen op een indirecte werking op DNA. In orale proefdierstudies van langere duur (semichronisch, chronisch) waren groeivertraging en verhoogde sterfte de kritische effecten. Uit de recentste 2-jaarsstudie in de rat komt een NOAEL van 2.2. mg Ni/kg lg/dag. In een 2-generatiestudie in ratten deed zich verhoogde perinatale sterfte voor met een NOAEL van 1.1 mg Ni/kg lg/dag.

Ten aanzien van de kankerverwekkende werking van nikkel en verbindingen via de inhalatieroute concludeerden beoordelingen door RIVM en SCOEL dat een indirect werkingsmechanisme het meest aannemelijk is. Dit betekent dat een inhalatoire grenswaarde afgeleid kan worden. RIVM stelde voor de algemene bevolking een waarde voor van $0.05 \mu\text{g}/\text{m}^3$. SCOEL leidde een arbeidstoxicologische waarde af van $5 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

Dermaal contact met nikkel uit oorkingen, medaillons, buttons, piercings, metalen draden in kleding, polshorloges, ringen enzovoort kan leiden tot overgevoeligheid in de vorm van nikkeldermitis. Deense gegevens wijzen op prevalentie van deze overgevoeligheid voor nikkel onder jonge vrouwen van 20%, onder oudere vrouwen 10% en onder mannen 2-4%. Schatting van een limiet die beschermend is voor de inductie van dermale nikkelallergie leidde tot een waarde van of $0.5 \mu\text{g Ni}/\text{cm}^2/\text{week}$. Voor reeds gesensibiliseerden ligt de waarde naar schatting een orde van grootte lager.

Aan de hand van de beschikbare effect kwantificeringen voor nikkel kan in gevallen van concrete blootstelling beoordeeld worden in hoeverre een gezondheidsrisico aanwezig is. Voor nikkel en nikkelverbindingen is ook een arbeidstoxicologische grenswaarde beschikbaar.

B 4.2.3 Mogelijk gezondheidsrisico bij werken met secundaire bouwstoffen in grond

Hexavalent chroom

Voor stuifgevoelige bouwstoffen kan blootstelling aan hexavalent chroom optreden via stofdeeltjes in lucht. Kleine ingeademde stofdeeltjes ($<10 \mu\text{m}$) kunnen in de longen terecht komen. Grotere ingeademde deeltjes zullen doorgeslikt worden (orale blootstelling). Nadere schatting van de grootte van de mogelijke orale en inhalatoire risico's is mogelijk op basis van concrete blootstellingsscenario's. Bij voorkeur zijn deze gebaseerd op metingen. Dermale blootstelling aan hexavalent chroom kan zich voordoen bij direct contact met de secundaire bouwstof of daarmee verontreinigde bodem of water. Voor de dermale route is de sensibiliserende werking van hexavalent chroom kritisch. Dit mogelijke gezondheidsrisico kan beoordeeld worden aan de hand in het verleden gebruikte risicowaarden.

Cr(VI) aanwezig in: AVI-bodemas, E-vliegias, vliegias

Lood

Voor stuifgevoelige bouwstoffen kan blootstelling aan lood optreden via stofdeeltjes in lucht. Kleine ingeademde stofdeeltjes ($<10 \mu\text{m}$) kunnen in de longen terecht komen. Grotere ingeademde deeltjes zullen doorgeslikt worden (orale blootstelling). Nadere schatting van de grootte van de mogelijke orale en inhalatoire risico's is mogelijk op basis van concrete blootstellingsscenario's. Bij voorkeur zijn deze gebaseerd op metingen. Dermale blootstelling aan lood draagt naar verwachting niet bij aan blootstelling bij direct contact met het secundaire bouwstofmateriaal of daarmee verontreinigde bodem of water.

Pb aanwezig in: AVI-bodemas, E-vliegias, vliegias, menggranulaat/puinggranulaat, zeefzand/breekzand

Cadmium

Voor stufgevoelige bouwstoffen kan blootstelling aan cadmium optreden via stofdeeltjes in lucht. Kleine ingeademde stofdeeltjes (<10 µm) kunnen in de longen terecht komen. Grotere ingeademde deeltjes zullen doorgeslikt worden (orale blootstelling). Nadere schatting van de grootte van de mogelijke orale en inhalatoire risico's is mogelijk op basis van concrete blootstellingsscenario's. Bij voorkeur zijn deze gebaseerd op metingen. Dermale blootstelling aan cadmium draagt naar verwachting niet bij aan blootstelling bij direct contact met het secundaire bouw materiaal of daarmee verontreinigde bodem of water.

Cd aanwezig in: AVI-bodemas, E-vliegias, vliegias, menggranulaat/puingranulaat, zeefzand/breekzand

Molybdeen

Voor stufgevoelige bouwstoffen kan blootstelling aan molybdeen optreden via stofdeeltjes in lucht. Kleine ingeademde stofdeeltjes (<10 µm) kunnen in de longen terecht komen. Grotere ingeademde deeltjes zullen doorgeslikt worden (orale blootstelling). Nadere schatting van de grootte van de mogelijke orale en inhalatoire risico's is mogelijk op basis van concrete blootstellingsscenario's. Bij voorkeur zijn deze gebaseerd op metingen. Dermale blootstelling aan molybdeen draagt naar verwachting niet bij aan blootstelling bij direct contact met de secundaire bouwstof of daarmee verontreinigde bodem of water.

Mo aanwezig in: AVI-bodemas, E-vliegias, vliegias

Nikkel

Voor stufgevoelige bouwstoffen kan blootstelling aan nikkel optreden via stofdeeltjes in lucht. Kleine ingeademde stofdeeltjes (<10 µm) kunnen in de longen terecht komen. Grotere ingeademde deeltjes zullen doorgeslikt worden (orale blootstelling). Nadere schatting van de grootte van de mogelijke orale en inhalatoire risico's is mogelijk op basis van concrete blootstellingsscenario's. Bij voorkeur zijn deze gebaseerd op metingen. Dermale blootstelling aan nikkel kan zich voordoen bij direct contact met de secundaire bouwstof of daarmee verontreinigde bodem of water. Voor de dermale route is de sensibiliserende werking van nikkel kritisch. Dit mogelijke gezondheidsrisico kan beoordeeld worden aan de hand in het verleden gebruikte risicowaarden.

Ni aanwezig in: AVI-bodemas, E-vliegias, vliegias

B 4.3. Asbest

B 4.3.1 Algemeen

Asbest is een groep anorganische vezels die vrijkomen uit silicaatmineralen. Twee grote groepen kunnen worden onderscheiden namelijk de serpentijnen vezels en de amfibole vezels. Chrysotiel (wit asbest) behoort tot de serpentijn groep en is de meest voorkomende vorm van asbest. Crocidoliet (blauw asbest) behoort tot de amfibolen. In het verleden zijn asbestvezels op grote schaal bouwkundig toegepast als gevolg waarvan asbestvezels in het milieu terecht gekomen zijn.

B 4.3.2 *Toxicologie*

Uit epidemiologische onderzoek is bekend dat asbest bij inademing kanker kan veroorzaken in longen en in het buik/longvlies (mesotheliomen). De vorm van de asbestvezels is een belangrijke variabele m.b.t. de potentie om buikvlies/longvlieskanker te veroorzaken. Chrysotielvezels (witte asbest) zijn minder potent dan crocidolietvezels (blauwe asbest). Voor de inductie van longkanker is er geen verschil. Voor de orale en dermale route wordt asbest als niet giftig beschouwd.

In 2010 heeft de Gezondheidsraad een geactualiseerde risicobeoordeling voor asbest gepubliceerd. Op basis van meta-analyse van alle beschikbare epidemiologische studies heeft de Gezondheidsraad een kwantitatieve schatting gemaakt van de extra kankerrisico's als gevolg van inhalatoire blootstelling aan de verschillende asbestsoorten. Met behulp van de deze kwantificering kan voor elk blootstellingsscenario het extra kankerrisico geschat worden. De berekende risico's kunnen vervolgens getoetst worden aan referentieniveaus zoals gehanteerd in het Nederlandse beleid (milieu en arbo). De Gezondheidsraad geeft grenswaarden voor de algemene bevolking (MTR, VR) en voor arbeidsblootstellingen.

B 4.3.3 *Mogelijk gezondheidsrisico bij werken met secundaire bouwstoffen in grond*

Voor stuifgevoelige bouwstoffen kan blootstelling aan asbest optreden in lucht. De asbestdeeltjes kunnen in de longen terecht komen. Nadere schatting van de grootte van het extra kankerrisico is mogelijk op basis van concrete blootstellingsscenario's. Bij voorkeur zijn deze gebaseerd op metingen. Voor de dermale en orale route wordt voor asbest geen gezondheidsrisico verwacht.

Asbest aanwezig in: menggranulaat/puinggranulaat en zeefzand/breekzand.

B4.4 **PCBs****B 4.4.1** *Algemeen*

De polygechloroëerde bifenylen (PCBs) zijn een brede groep van in theorie 209 congenere die onderling verschillen in het aantal en de plaats van de chlooratomen op de beide fenylringen. De individuele congenere worden aangeduid met nummers, b.v. PCB 28, PCB 126. Voor wat betreft hun toxicologische eigenschappen zijn twee groepen PCBs te onderscheiden, nl. dioxine-achtige PCBs en de niet-dioxineachtige PCBs. PCBs zijn in het milieu gekomen door voormalig gebruik in transformator vloeistoffen in de elektriciteitsproductie.

B 4.4.2 *Toxicologie*

In toxicologische onderzoek bleken de PCBs tal van effecten te veroorzaken. In orale studies van langere duur deden zich effecten voor op lever (enzyminductie, vergroting, vervetting), endocriene effecten en verstoring van de normale reproductie, (ontwikkelings)neurotoxiciteit en dermale effecten. Immunotoxiciteit was het gevoeligste effect. De toxische effecten werden gevonden in studies met diverse commerciële PCB-mengsels. Voor een van dergelijke mengsels, Aroclor 1254, was de overall LOAEL 5 µg/kg lg/dag uit een apenstudie met toediening gedurende 23 maanden. De exacte samenstelling van deze Aroclor is niet bekend. Dit laatste is van belang omdat de aanwezigheid van onbekende hoeveelheden dioxineachtige PCBs in het mengsel hoogstwaarschijnlijk zal hebben bijgedragen aan de toxische effecten.

De risicobeoordeling van de PCBs en daarop gebaseerde normstelling heeft zich in het verleden van toespitst op de indicator PCBs. Dit zijn zeven congenere die een wisselend percentage uitmaken van de diverse in het verleden toegepas-

te en toxicologische geteste mengsels. Op één na zijn de zeven indicator-PCBs alle niet-dioxineachtig. Voor de zeven indicator-PCBs heeft het RIVM in 2001 een orale norm afgeleid voor de algemene bevolking op basis van bovengenoemde LOAEL voor Aroclor 1254. Daarbij werd aangenomen dat de geteste Aroclor 1254 voor de helft uit de zeven indicator-PCBS bestond. Voor de inhalatoire route leidde het RIVM op basis van beperkte proefdierdata een toelaatbare concentratie af voor de zeven indicator-PCBs. Voor PCBs zijn ook arbeidstoxicologische normen beschikbaar. Bij elk van deze normen speelt de onzekerheid omtrent de samenstelling van het geteste mengsel voor wat betreft niet-dioxineachtige en dioxineachtige PCBs. In de risicobeoordeling van de dioxineachtige PCBs (n=12) wordt gebruik gemaakt van potentiefactoren ten opzichte van dioxine (TCDD). Voor de algemene bevolking is voeding de belangrijkste bron van blootstelling aan PCBs maar in specifieke situaties kan dermaal contact ook bijdragen. De PCBs penetreren relatief gemakkelijk door de huid, ook als ze gebonden zijn aan bodemdeeltjes.

Concluderend, zijn er bestaande gezondheidkundige advieswaarden voor de indicator-PCBs en ook voor de dioxineachtige PCBs. Op dit moment bestaat echter onzekerheid over de betrouwbaarheid van de afgeleide waarde voor niet-dioxineachtige PCBs. In Europees kader worden toxicologische studies uitgevoerd met gezuiverde congenen met als einddoel een betrouwbaardere advieswaarde voor de niet-dioxineachtige PCBs. Voor de PCBs zijn ook arbeidstoxicologische grenswaarden beschikbaar. Deze waarden zijn onzeker vanwege het gesignaleerde punt van de aanwezigheid van dioxineachtige PCBs.

B 4.4.3 Mogelijk gezondheidsrisico bij werken met secundaire bouwstoffen in grond

Voor stuifgevoelige bouwstoffen kan blootstelling aan PCBs optreden via stofdeeltjes in lucht. Kleine ingeademde stofdeeltjes (<10 µm) kunnen in de longen terecht komen. Grotere ingeademde deeltjes zullen doorgeslikt worden (orale blootstelling). Dermale blootstelling aan PCBs kan zich voordoen bij direct contact met de secundaire bouwstof of daarmee verontreinigde bodem of water. Nadere schatting van de grootte van deze risico's is mogelijk op basis van concrete blootstellingsscenario's. Bij voorkeur zijn deze gebaseerd op metingen. Voor de dermale route is het bekend dat PCBs in bodemmateriaal deels naar de huid kunnen migreren. Naar verwachting zal dat ook het geval zijn voor secundaire bouwstoffen (afhankelijk van de mate van binding aan de materiaaldeeltjes).

PCBs aanwezig in: baggerspecie

B 4.5 Minerale olie

B 4.5.1 Algemeen

Minerale olie is een complex mengsel van koolwaterstoffen waarin ook geringe concentraties heterocyclische verbindingen aanwezig zijn (bevatten stikstof of zwavel). In minerale olie is onderscheid te maken tussen diverse fracties. Er is een grote alifatische fractie, variërend in ketenlengte en vertakking. Daarnaast is er een aromatische fractie bestaand uit een grote groep alkylbenzenen en polycyclische verbindingen. Bij de aromatische fractie zijn bekende toxische stoffen zoals benzeen, toluen en xyleen. De verschillende fracties variëren in vluchtigheid zodat over de tijd heen de samenstelling aan verandering onderhevig is. Ook afbraak in bodem en slib heeft invloed op de samenstelling van minerale oliemengsels in het milieu.

B 4.5.2 *Toxicologie*

Voor individuele componenten in minerale olie zoals benzeen, toluen en andere alkylbenzenen zijn aparte toxicologische studies beschikbaar. Dit geldt ook voor de aromatische fractie zoals vallend onder de groep van de PAK. In de laagste alifatische fractie (C5-C8) dient hexaan onderscheiden te worden van de overige componenten omdat hexaan veel giftiger is (typerende neurotoxische werking). Voor de overige fracties zijn een aantal toxicologische studies beschikbaar. Lever(gewichts)veranderingen deden zich voor in deze studies alsmede bloedveranderingen en niereffecten.

In de humane risicobeoordeling voor minerale olie wordt een fractiespecifieke benadering gekozen. Voor individuele giftige stoffen zoals benzeen en PAK dienen de desbetreffende toxicologische normen en referentiewaarden gebruikt te worden. Daarnaast zijn er voor de verschillende fracties (alifatisch 4 fracties, aromatisch 3 fracties) orale en waar nodig inhalatoire grenswaarden afgeleid op basis van de uitgevoerde toxiciteitstudies.

B 4.5.3 *Mogelijk gezondheidsrisico bij werken met secundaire bouwstoffen in grond*

Minerale olieverontreiniging in secundaire bouwstoffen zou kunnen leiden tot enige blootstelling aan vluchtige stoffen (VOC). Zoals ook blijkt bij praktische verontreinigingsgevallen van bodem, en naar verwachting ook bij secundaire bouwstoffen, zullen vluchtige componenten uit minerale olie (deels) ontwijken naar de lucht. Dit zal maken dat de blootstelling aan VOCs bij werken met secundaire bouwstoffen in grond waarschijnlijk beperkt zal zijn.

Voor stuifgevoelige bouwstoffen kan blootstelling aan niet-vluchtige componenten uit minerale olie optreden via stofdeeltjes in lucht. Kleine ingeademde stofdeeltjes (<10 µm) kunnen in de longen terecht komen. Grotere ingeademde deeltjes zullen doorgeslikt worden (orale blootstelling). Dermale blootstelling kan zich voordoen bij direct contact met de secundaire bouwstof of daarmee verontreinigde bodem of water. Nadere schatting van de grootte van deze risico's is mogelijk op basis van concrete blootstellingsscenario's. Bij voorkeur zijn deze gebaseerd op metingen.

Minerale olie aanwezig in: baggerspecie

B 4.6 **Organochloorbestrijdingsmiddelen****B 4.6.1** *Algemeen*

Persistente organochloorbestrijdingsmiddelen zijn in het verleden op grote schaal gebruikt. Bekende voorbeelden zijn DDT, hexachloorbenzeen, heptachloor en chloordaan. Deze stoffen zijn inmiddels verboden maar zijn nog steeds aanwezig in het milieu, vooral ook in toppredatoren.

B 4.6.2 *Toxicologie*DDT

DDT is een lipofiele stof met het vermogen om te bioaccumuleren. De afbraakproducten DDD en DDE zijn ook wijd verbreid in het milieu en zijn nog persistenter dan DDT zelf. DDT werd in het verleden gebruikt als insecticide. In bepaalde ontwikkelingslanden wordt de stof nog steeds gebruikt.

De toxiciteit van DDT is onderzocht in talloze proefdierstudies. Ook zijn er enkele arbeidstoxicologische studies. De stof liet een carcinogene werking zien in de

lever maar het ontstaansmechanisme van de waargenomen tumoren is onvoldoende bekend. Internationale beoordelingen resulteerden in een orale inname van 0,5 µg/kg lg/dag voor de som van DDT, DDD en DDE. Voor de inhalatoire route is een arbeidstoxicologische normering beschikbaar. Dermale studies ontbreken.

Dermale blootstelling als gevolg van penetratie door de huid is gering op basis van de beschikbare informatie. Aan de hand van de beschikbare grenswaarden kan in gevallen van concrete blootstelling aan DDT beoordeeld worden in hoeverre een gezondheidsrisico aanwezig is.

Hexachloorbenzeen

Hexachloorbenzeen (HCB) is een lipofiele stof met het vermogen om te bioaccumuleren. In het verleden werd de stof gebruikt als fungicide.

De toxiciteit van HCB is onderzocht in vele proefdierstudies. In orale toxiciteitstudies deed zich levertoxiciteit voor. Ook immuuntoxiciteit is gevonden na orale toediening. Het gevoeligste effect is de inductie van levertumoren en andere tumoren, concludeerde het RIVM. Hoewel uit de beschikbare genotoxiciteitsgegevens geen eenduidige conclusie te trekken is, is kwantitatieve kankerrisicoschatting op basis van lineaire extrapolatie uitgevoerd door het RIVM (oraal en inhalatoir). Voor de inhalatoire route is een arbeidstoxicologische normering beschikbaar. Dermale studies ontbreken.

Dermale blootstelling als gevolg van penetratie door de huid is gering op basis van de beschikbare informatie. Aan de hand van de beschikbare grenswaarden kan in gevallen van concrete blootstelling aan HCB beoordeeld worden in hoeverre een gezondheidsrisico aanwezig is.

Heptachloor

Ook het insecticide heptachloor was sinds lang verboden vanwege aangetoonde hoge persistentie en selectieve bioaccumulatie in vetweefsel. Heptachloorepoxide, het oxidatieproduct in het primaire afbraakproduct in het milieu en tevens een belangrijke in vivo metaboliet.

De toxiciteit van heptachloor is onderzocht in proefdierstudies. De kritische effecten waren leververgroting en histopathologische leverafwijkingen zoals waargenomen in chronische orale toxiciteitstudies en verhoogde pupsterfte zoals waargenomen in 2-generatiereproductieonderzoek. Voor zowel de orale als inhalatoire route zijn grenswaarden voor de algemene bevolking afgeleid. Ook voor arbeidsblootstellingen zijn grenswaarden beschikbaar. Ook heptachloor induceerde tumoren in proefdieren. Genotoxiciteitstudies waren negatief. Dit leidde tot de conclusie dat de tumoren waarschijnlijk door een niet-genotoxisch mechanisme ontstaan.

Voor zowel de orale als inhalatoire route zijn grenswaarden voor de algemene bevolking afgeleid. Ook voor arbeidsblootstellingen zijn grenswaarden beschikbaar. Dermale toxiciteitstudies ontbreken. De mate waarin heptachloor door de huid kan penetreren is onbekend. Aan de hand van de beschikbare grenswaarden kan in gevallen van concrete blootstelling aan chloordaan beoordeeld worden in hoeverre een gezondheidsrisico aanwezig is.

Chloordaan

Chloordaan is een lipofiele stof met een grote persistentie in het milieu en een sterk vermogen tot bioaccumulatie in vetweefsel. De stof werd in het verleden gebruikt als insecticide maar is sinds lange tijd verboden.

De toxiciteit van chloordaan is onderzocht in proefdierstudies. In orale toxiciteitstudies was levertoxiciteit het kritische effect (in zowel rat, muis als hond leververgroting en histopathologische lesies). Carcinogeniteitsstudies lieten verhoogde frequenties tumoren zien. De negatieve genotoxiciteit wijst op een niet-genotoxisch ontstaansmechanisme voor deze tumoren. Voor zowel de orale als inhalatoire route zijn grenswaarden voor de algemene bevolking afgeleid. Ook voor arbeidsblootstellingen zijn grenswaarden beschikbaar. Bruikbare dermale toxiciteitstudies ontbreken. Wel is bekend dat chloordaan in staat is door de huid te penetreren (een studie met verontreinigde bodem liet een absorptiepercentage van 4% zien. Aan de hand van de beschikbare grenswaarden kan in gevallen van concrete blootstelling aan chloordaan beoordeeld worden in hoeverre een gezondheidsrisico aanwezig is.

- B 4.6.3 Mogelijk gezondheidsrisico bij werken met secundaire bouwstoffen in grond*
 Voor stufgevoelige bouwstoffen kan blootstelling aan organochloorbestrijdingsmiddelen optreden via stofdeeltjes in lucht. Kleine ingeademde stofdeeltjes (<10 µm) kunnen in de longen terecht komen. Grotere ingeademde deeltjes zullen doorgeslikt worden (orale blootstelling). Dermale blootstelling aan organochloorbestrijdingsmiddelen kan zich voordoen bij direct contact met de secundaire bouwstof of daarmee verontreinigde bodem of water. Nadere schatting van de grootte van deze risico's is mogelijk op basis van concrete blootstellingsscenario's. Bij voorkeur zijn deze gebaseerd op metingen. Enkele van de organochloorbestrijdingsmiddelen kunnen deels naar de huid kunnen migreren. Naar verwachting zal dat ook het geval zijn voor secundaire bouwstoffen (afhankelijk van de mate van binding aan de materiaaldeeltjes).

Organochloorbestrijdingsmiddelen aanwezig in: baggerspecie

B 4.7 VOCl

B 4.7.1 Algemeen

Licht verontreinigde bodem zoals potentieel gebruikt als secundair bouw materiaal kan verontreinigd zijn met VOCl afkomstig van stomerijen. Het in het stomerijproces gebruikte perchlooretheen wordt door reductieve dechlorering stapsgewijs omgezet naar [trichlooretheen](#), en [vinylchloride \(VC\)](#) en uiteindelijk tot etheen en ethaan. Deze reactie verloopt in de praktijk vooral via [cis-1,2-dichlooretheen \(cis-DCE\)](#). Daarnaast ontstaat meestal een zeer geringe hoeveelheid [trans-1,2-DCE](#).

B 4.7.2 Toxicologie

Tetrachlooretheen

Deze stof wordt gebruikt als reinigingsmiddel in stomerijen. Hij heeft een zoete geur. De geurdrempel is ongeveer 7 mg/m³.

De toxicologie van tetrachlooretheen is onderzocht in tal van studies in proefdier en mens. In proefdieren liet de stof een carcinogene werking zien (lever, nieren, witte bloedcellen). De relevantie van die tumoren voor de mens wordt deels ingeschat als gering en is deels onbekend. Uit de epidemiologische studies bij de mens kan geen eenduidige conclusie worden getrokken voor wat betreft de mo-

gelijke carcinogene werking. Genotoxiciteitstesten wijzen er overall op dat de stof niet genotoxisch werkt.

In proefdierstudies zijn de lever, nieren en het zenuwstelsel de doelorganen. Ook bij de mens zijn dergelijke effecten waargenomen in arbeidstoxicologische studies. Voor de orale route is een grenswaarde voor de algemene bevolking afgeleid op basis proefdierstudies. Voor de inhalatoire route werd gebruikt gemaakt van een arbeidstoxicologische studie waarin indicatoren voor beginnende nierbeschadiging verhoogd waren. Voor tetrachlooretheen zijn arbeidskundige grenswaarden beschikbaar.

Trichlooretheen

Deze stof nekt diverse industriële toepassingen. Hij heeft een licht zoete geur. De geurdrempel is 546-1092 mg/m³.

De toxicologie van trichlooretheen is onderzocht in tal van studies in proefdier en mens. In proefdieren liet de stof een carcinogene werking zien (lever, nieren, testes). De relevantie van die tumoren voor de mens wordt deels ingeschat als gering en is deels onbekend. Uit de epidemiologische studies bij de mens kan geen eenduidige conclusie worden getrokken voor wat betreft de mogelijke carcinogene werking. Genotoxiciteitstesten wijzen er overall op dat de stof een zwakke genotoxische werking heeft.

In proefdierstudies zijn de lever, nieren en het zenuwstelsel de doelorganen, zowel bij orale als inhalatoire toediening. Ook bij de mens zijn dergelijke effecten waargenomen in arbeidstoxicologische studies. De humane studies zijn echter onvoldoende voor normafleiding. Voor de orale en inhalatoire route zijn grenswaarden voor de algemene bevolking afgeleid op basis proefdierstudies. Voor trichlooretheen zijn arbeidskundige grenswaarden beschikbaar.

1,2-Dichlooretheen

Deze stof kent twee stereo-isomeren, cis en trans. De stof wordt gebruikt in diverse industriële toepassingen. De geurdrempel is 68 mg/m³.

In toxicologische studies veroorzaakte dichlooretheen leverschade en bloedeffecten. Carcinogeniteitstudies ontbreken. Overall wijzen de gegevens of afwezigheid van genotoxische potentie. . Voor de orale en inhalatoire route zijn grenswaarden voor de algemene bevolking afgeleid op basis proefdierstudies. Voor trichlooretheen zijn arbeidskundige grenswaarden beschikbaar.

Vinylchloride

De belangrijkste toepassing van vinylchloride (monochlooretheen) is als uitgangsstof voor polyvinylchloride (PVC). De geurdrempel van vinylchloride is 7800 mg/m³.

Vinylchloride is een bewezen humaan carcinogeen. Voor de orale en inhalatoire kankerverwekkende werking zijn kwantitatieve kankerrisicoschattingen beschikbaar. Voor vinylchloride is ook arbeidstoxicologische normering beschikbaar (op basis van genotoxisch carcinogene werking). Schatting van de grootte van kankerrisico's in concrete gevallen is mogelijk op basis van gedefinieerde blootstellingsscenario's. Bij voorkeur zijn deze gebaseerd op metingen.

B 4.7.3

Mogelijk gezondheidsrisico bij werken met secundaire bouwstoffen in grond

Gebruik van met stomerijafval verontreinigde bodem als secundaire bouwstoffen zou kunnen leiden tot enige blootstelling aan VOCl. Naar verwachting zullen VOCl vooral ontwijken naar de lucht. Dit maakt dat inhalatie de primaire mogelijk blootstellingsroute zal zijn. Het feit dat de werkzaamheden in de open lucht plaats vinden zal beperkend werken op de daadwerkelijke blootstelling aan VO-

Cl's bij het werken met secundair bouw materiaal in grond. Nadere schatting van de grootte van het mogelijke gezondheidsrisico is mogelijk op basis van relevante metingen.

Voor stuifgevoelige bouwstoffen kan blootstelling aan niet-vluchtige componenten uit minerale olie optreden via stofdeeltjes in lucht. Kleine ingeademde stofdeeltjes ($<10\ \mu\text{m}$) kunnen in de longen terecht komen. Grotere ingeademde deeltjes zullen doorgeslikt worden (orale blootstelling). Dermale blootstelling kan zich voordoen bij direct contact met de secundaire bouwstof of daarmee verontreinigde bodem of water. Nadere schatting van de grootte van deze risico's is mogelijk op basis van concrete blootstellingsscenario's. Bij voorkeur zijn deze gebaseerd op metingen.

VOCl aanwezig in: (licht) verontreinigde grond.

Dit is een uitgave van:

**Rijksinstituut voor Volksgezondheid
en Milieu**

Postbus 1 | 3720 BA Bilthoven
www.rivm.nl