

Beoordeling van oliefracties geeft een beter beeld van het humane risico van bodemverontreiniging met minerale olie

Een nieuwe risicobeoordeling voor minerale olie

Minerale olie is een verzamelterm voor honderden alifatische en aromatische componenten met zeer uiteenlopende fysisch-chemische en toxicologische eigenschappen. Zelfs binnen een product (bijvoorbeeld benzine) is er een grote variatie aan individuele componenten en zijn er grote concentratieverschillen. In het kader van het RIVM-project 'Evaluatie interventiewaarden bodemsanering' is in samenwerking met externe deskundigen onderzoek uitgevoerd naar nieuwe humaan-toxicologische en ecotoxicologische gegevens welke van belang zijn bij het beoordelen van bodemverontreiniging met minerale olie. Uit het onderzoek bleek dat het beoordelen van minerale olie op basis van fracties een reële optie is om het humane risico te beoordelen.

Ron Franken, Piet Otte en Bert-Jan Baars

Huidige interventiewaarden

De huidige interventiewaarden voor minerale olie, 5000 mg/kg drogestof (ds) voor standaardbodem en 600 µg/l voor grondwater, zijn in 1983 als C-waarden vastgesteld en in 1994, bij gebrek aan bruikbare informatie, als interventiewaarden overgenomen. Deze normen hebben betrekking op de som van C10 tot en met C40-verbindingen en zijn niet toxicologisch onderbouwd. In aanvulling op het vaststellen van 'minerale olie' in de bodem

worden veelal ook BTEX en/of PAK-concentraties meegenomen, waarvoor wel een toxicologische onderbouwing beschikbaar is. BTEX en PAK worden niet in dit artikel behandeld maar zijn wel meegenomen bij de evaluatie van de interventiewaarden.

Oliefracties

Gebleken is dat er inmiddels veel meer humaan-toxicologische kennis op het gebied van minerale olie beschikbaar is dan tien jaar geleden bij het voorstel van de interventiewaarden. Deze kennis is (vooral) gebaseerd op effecten van individuele stoffen op proefdieren. Voor een 25-tal stoffen zijn voldoende gegevens beschikbaar. Belangrijk in dit verband zijn de rapportages welke opgesteld zijn door de Total Petroleum Hydrocarbon Criteria Working Group (TPHCWG).^{1,2} Deze Amerikaanse werkgroep, waarin zowel overheid als bedrijfsleven zijn vertegenwoordigd, stelt voor om de humaan-toxicologische (niet-carcinogene) risico's van minerale olie op basis van fracties ('oliefracties') te beoordelen. Deze fracties zijn vastgesteld op basis van fysisch-chemische eigenschappen. Onderscheid wordt gemaakt tussen alifaten, aromaten en op basis van het equivalente koolstofnummer (equivalent carbonnummer, EC, welke op basis van kookpunt wordt vastgesteld).

De humane risico's worden bepaald door de toxicologische eigenschappen van oliefracties en de blootstelling aan

deze oliefracties. Verondersteld is dat de toxicologische gegevens van individuele stoffen binnen een oliefractie, bepalend zijn voor de hele oliefractie. De blootstelling wordt bepaald door de fysisch-chemische eigenschappen van de oliefracties. Aangenomen wordt dat ook deze redelijk vergelijkbaar zijn in de groep.

De ecotoxicologische kennis is echter onvoldoende om voor de onderscheiden oliefracties ecotoxicologische risico's vast te stellen.

Berekeningen humaan-toxicologische risico's

Om een in de praktijk uitvoerbare methode te hebben en toch ook gebruik te maken van de gedefinieerde gegevensbasis is de TPHCWG-benadering op hoofdlijnen overgenomen en door het RIVM vertaald naar de Nederlandse situatie. Om de humaan-toxicologische risicogrenzen van de onderscheiden fracties vast te stellen, zijn berekeningen uitgevoerd met het model CSOIL2000.³ Voor de berekeningen van de blootstelling is per oliefractie uitgegaan van gemiddelde waarden van fysisch-chemische eigenschappen.

Als voorbeeld zijn in tabel 1 voor de onderscheiden fracties alifaten de belangrijkste fysisch-chemische parameters opgenomen. Uit deze tabel is af te lezen hoe de oplosbaarheid (S), dampdruk (Vp) sterk afnemen bij fracties alifaten met een hoger EC. Daarnaast neemt de organisch koolstof genormaliseerde water-bodem partitio-coëfficiënt (Koc) toe bij fracties met een hoger EC; de concentraties alifaten in poriewater nemen af. De octanol-water partitio-coëfficiënt (Kow) is van belang voor de plantopname, de Kow neemt licht toe bij fracties met een hoger EC. De toename van de Kow is echter van ondergeschikt belang, doordat de concentraties alifaten in het poriewater (bepaald door de Koc) sterker afnemen bij fracties met een hoger EC.

Over de auteurs



Ir. R.O.G. Franken

is onderzoeker bij het Laboratorium voor Bodem en Grondwateronderzoek van het RIVM, postbus 1, 3720 BA Bilthoven.



P.F. Otte

is onderzoeksmedewerker bij het Laboratorium voor Bodem en Grondwateronderzoek van het RIVM.



Dr. A.J. Baars

is senior onderzoeker bij het Centrum voor Stoffen en Risicobeoordeling van het RIVM.

Tabel 1: Fysisch-chemische parameters voor fracties alifaten.

	EC 5-6	EC>6-8	EC>8-10	EC>10-12	EC>12-16	EC>16-21
M [g/mol]	81	100	130	160	200	270
S (mg/dm ³)	2.80E+01	4.20E+00	3.25E-01	2.61E-02	5.90E-04	9.99E-07
Vp [pa]	5.07E+04	8.61E+03	8.21E+02	7.90E+01	3.55E+01	1.72E-01
Log Kow [-]	3.52	3.60	3.69	3.76	3.85	3.97
Log Koc [dm ³ /kg]	2.90	3.60	4.50	5.40	6.70	9.00

Legenda

- M gemiddeld molecuulgewicht per fractie
- S oplosbaarheid
- Vp dampdruk
- Kow octanol-water partiticoëfficiënt
- Koc voor organisch koolstof genormaliseerde water-bodem partiticoëfficiënt

In tabel 2 zijn voor zes fracties alifaten en vijf fracties aromaten de berekende Ernstige BodemVerontreinigingsConcentraties (EBVC) gegeven. De lichte aromatische fracties (EC ≤8) zijn niet opgenomen omdat benzeen en toluen tot deze groepen behoren en individueel bepaald kunnen worden. Gebleken is dat vooral de verschillen in fysisch-chemische eigenschappen tussen de fracties bepalend zijn voor verschillen in de berekende EBVC's. Doordat onder meer oplosbaarheid (S) en dampdruk (Vp) bij oliefracties met een hoger EC sterk afnemen, nemen de berekende EBVC's sterk toe. In tabel 1 zijn ook voor onderscheiden fracties de belangrijkste humane blootstellingsroutes gegeven.

Eind 1999 is een voorstel⁴ opgesteld voor het beoordelen van minerale olie op basis van fracties. Berekeningen zijn destijds uitgevoerd met CSOIL versie 8.0. Met het herziene blootstellingsmodel (CSOIL2000⁵)

zijn later nieuwe berekeningen uitgevoerd en opgenomen in het eindrapport³ van het project 'Evaluatie interventiewaarden'. Hoe het voorstel in de praktijk zal uitwerken, is op voorhand niet te voorspellen omdat er momenteel nog weinig informatie beschikbaar is over de samenstelling (fractieverdeling) van bodemverontreiniging met minerale olie. In de huidige praktijk speelt dat vaak BTEX en/of PAK bepalend zijn voor het humane risico bij bodemverontreiniging met minerale olie. Voor bodemverontreiniging met lichte oliefracties (bijvoorbeeld benzines en kerosines) is het mogelijk dat het (niet-carcinogene) humane risico wordt onderschat. Veldonderzoek zal hierover uitsluitel moeten geven.

Conclusies en aanbevelingen

Met de fractieverdeling kunnen humane risico's van olieverontreiniging in de bodem op een genuanceerde manier worden beoordeeld, vooral omdat rekening gehouden wordt met grote verschillen in fysisch-chemische eigenschappen van oliefracties die bepalend zijn voor de humane blootstelling. Gebleken is dat er onvoldoende literatuurgegevens beschikbaar zijn voor het beschrijven van ecotoxicologische effecten van

minerale oliefracties. Inmiddels wordt door RIVM onderzoek uitgevoerd om alsnog de ecotoxicologische risico's van oliefracties vast te stellen.

Voor de lichtere fracties (EC ≤12) zijn relevant voor het (niet-carcinogene) humaan-toxicologische risico. Daarnaast wordt bij de huidige analysemethode fractie C<10 niet meegenomen. Op grond van deze overwegingen wordt onderschatting van het humane risico bij verontreiniging met lichte oliefracties niet uitgesloten. Naast de voorgestelde fractiebenadering blijft het noodzakelijk om in geval van olieverontreiniging BTEX en/of PAK vast te stellen. Ook als alle concentraties van de onderscheiden fracties onder de EBVC liggen is het noodzakelijk om het additief risico te beschouwen voor die fracties die hetzelfde toxicologisch werkingsmechanisme hebben. Dit additief risico kan als volgt berekend worden:

$$\text{additief risico} = \sum \frac{\text{gemeten oliefractieconcentratie(i)}}{\text{EBVC}_i}$$

Indien dit additief risico groter of gelijk is aan 1 moeten maatregelen worden overwogen. Uit tabel 2 blijkt

Tabel 2: Ernstige BodemVerontreinigingsConcentraties en belangrijkste humane blootstellingsroutes voor fracties minerale olie.

Olie-fracties	EBVC-bodem [mg.kg ⁻¹ droge stof]	EBVC-grondwater [ug.l ⁻¹]	Relatieve bijdrage meest relevante blootstellingsroutes (%)		
			Ingestie grond	Inhalatie binnenlucht	Consumptie gewas
Alifaten EC 5-6	35	613	0	100	0
Alifaten EC >6-8	109	444	0	100	0
Alifaten EC >8-10	28	15	0	100	0
Alifaten EC >10-12	152	10	0	100	0
Alifaten EC >12-16	55000	0.59	53	33	9
Alifaten EC>16	>100000	0.001	78	0.1	13
Aromaten EC>8-10	59	640	0	98	1
Aromaten EC>10-12	317	2170	1	93	3
Aromaten EC>12-16	5900	5810	14	63	13
Aromaten EC>16-21	17500	543	71	7	14
Aromaten EC>21-35	19200	6.6	79	0	14

bijvoorbeeld dat voor fracties alifaten EC ≤ 12 , inhalatie van binnenlucht voor 100% de blootstelling bepaalt. Voor deze fracties is het dus noodzakelijk om het additief risico te beschouwen.

Om het voorstel over te kunnen nemen zal eerst een nieuwe analyse-methode vastgesteld moeten worden. Aanbevolen is deze analysemethode en voorgestelde beoordeling op voorbeeldlocaties toe te passen om meer inzicht te krijgen in de consequenties van deze nieuwe beoordelingsmethode.

Literatuur

1. **TPHCWG (1997)** Selection of representative TPH fractions based on fate and transport considerations. TPHCWG Series Vol.3. Amherst Scientific Publishers, Amherst (MA), USA.
2. **TPHCWG (1997)** Development of fraction specific reference doses (RfDs) and reference concentrations (RfCs) for total petroleum hydrocarbons. TPHCWG Series Vol.4. Amherst Scientific Publishers, Amherst (MA) USA.
3. **Lijzen, J.P.A. en anderen (2001)** Technical evaluation of Intervention Values for soil / sediment and groundwater. Human toxicological risk assessment and derivation of risk limits for soil sediment and groundwater RIVM-rapportnr. 711701023.
4. **Franken, R.O.G. en anderen (1999)** A proposal for revised Intervention Values for petroleum hydrocarbons ('minerale olie') on base of fractions of petroleum hydrocarbons). RIVM-rapportnr. 711701015.
5. **Otte, P.F. en anderen (2001)** Evaluation and revision of the CSOIL parameter set. Proposed parameter set for human exposure modelling and deriving Intervention Values for the first series of compounds. RIVM-rapportnr. 711701021.