



HUMANE RISICO-EVALUATIE VOOR MINERALE OLIE

Documentbeschrijving



1. *Titel publicatie*

Humane risico-evaluatie voor minerale olie. Versie maart 2007

2. *Verantwoordelijke uitgever*

Henny De Baets, OVAM, Stationsstraat 110, 2800 Mechelen

3. *Aantal blz.*

40

4. *Wettelijk depot nummer*

D/2007/5024/54

5. *Aantal tabellen en figuren*

16 tabellen – 1 figuur – 1 vergelijking

6. *Publicatiereeks*

Achtergronddocument bodemsanering

7. *Datum publicatie*

Maart 2007

8. *Trefwoorden*

Minerale olie – humane risico-evaluatie – TPK-methode – EPK-methode – VPK-methode

9. *Samenvatting*

Dit document geeft een praktische handleiding die kan worden gevolgd voor de humane risico-evaluatie van bodem- en grondwaterverontreiniging met minerale olie. Door het toepassen van een fractioneringsmethode voor de analyse van petroleumkoolwaterstoffen (EPK- en VPK-methode) kan rekening worden gehouden met de samenstelling van de minerale olie. De toetsingswaarden voor de verschillende aromatische en alifatische fracties zijn opgenomen in het rapport.

10. *Begeleidingsgroep en/of auteur*

Jeroen Provoost (VITO), Christa Cornelis (VITO), Jan Bronders (VITO), Piet Seuntjens (VITO), Johan Nouwen (VITO), Annelies Van Gucht (OVAM), Raf Engels (OVAM), Griet Van Gestel (OVAM)

11. *Contactperso(n)en(en)*

Annelies Van Gucht, Griet Van Gestel

12. *Andere titels over dit onderwerp*

Basisinformatie voor risico-evaluaties
Karakterisering van minerale olie
Achtergronddocument bij de afleiding van bodemsaneringsnormen voor minerale olie
Uitloogrisico voor minerale olie: toetsingsmethodiek

Gegevens uit dit document mag u overnemen mits duidelijke bronvermelding.

De meeste OVAM-publicaties kan u raadplegen en/of downloaden op de OVAM-website: <http://www.ovam.be>

Humane Risico-Evaluatie voor Minerale Olie

Inhoud

1	<u>INLEIDING</u>	6
2	<u>VERONTREINIGENDE STOFFEN</u>	7
2.1	<u>INLEIDING</u>	7
2.2	<u>HET BEGRIP EQUIVALENT KOOLSTOFGETAL (EC)</u>	8
2.3	<u>OVERZICHT VAN DE TE ANALYSEREN STOFFEN</u>	9
3	<u>ANALYSEMETHODE</u>	11
4	<u>HUMANE RISICO-EVALUATIE</u>	12
4.1	<u>INTRODUCTIE</u>	12
4.2	<u>HUMANE RISICO-EVALUATIE VOOR INDICATORSTOFFEN</u>	13
4.2.1	<u>Trap 1 IS</u>	13
4.2.2	<u>Trap 2 IS</u>	13
4.3	<u>HUMANE RISICO-EVALUATIE VOOR FRACTIES</u>	14
4.3.1	<u>Trap 1 fracties</u>	14
4.3.2	<u>Trap 2 fracties</u>	15
4.3.3	<u>Aanvullende redenen voor sanering</u>	16
4.4	<u>TOETSINGSWAARDEN VOOR HET VASTE DEEL VAN DE AARDE</u>	17
4.4.1	<u>Toetsingswaarden voor een standaardbodem</u>	17
4.4.2	<u>Bodemtype correctie</u>	17
4.5	<u>TOETSINGSWAARDEN VOOR HET GRONDWATER</u>	19
5	<u>REFERENTIES</u>	20
	<u>BIJLAGEN</u>	23
	<u>BIJLAGE 1: OVERZICHT VAN DE TE GEBRUIKEN GEGEVENS IN DE BLOOTSTELLINGSBEREKENINGEN</u>	24
	<u>BIJLAGE 2: BEPALINGSMETHODE VOOR PETROLEUMKOOLWATERSTOFFEN (EPK/VPK-METHODE)</u>	37
	<u>BIJLAGE 3: STROOMSCHEMA HUMANE RISICO-EVALUATIE</u>	39
	Tabellen	
	<u>Tabel 1: opdeling alifaten en aromaten</u>	9
	<u>Tabel 2: overzicht van te analyseren Indicator Stoffen (IS) in geval van bodemverontreiniging met petroleumproducten</u>	10
	<u>Tabel 3: toetsingswaarden vaste deel van de aarde (mg/kg ds)</u>	17
	<u>Tabel 4: invloed van het organisch materiaal op de voorgestelde toetsingswaarden</u>	18
	<u>Tabel 5: toetsingswaarden grondwater ($\mu\text{g/l}$) van de verschillende blokken (TPHCWG) op basis van toxicologische grenswaarden</u>	19
	<u>Tabel 6: Alifaten EC 5-6</u>	25
	<u>Tabel 7: Alifaten EC >6-8</u>	26
	<u>Tabel 8: Alifaten EC >8-10</u>	27
	<u>Tabel 9: Alifaten EC >10-12</u>	29
	<u>Tabel 10: Alifaten EC >12-16</u>	30
	<u>Tabel 11: Alifaten EC >16-21</u>	31
	<u>Tabel 12: Aromaten EC >8-10</u>	32
	<u>Tabel 13: Aromaten EC >10-12</u>	33
	<u>Tabel 14: Aromaten EC >12-16</u>	34
	<u>Tabel 15: Aromaten EC >16-21</u>	35
	<u>Tabel 16: Aromaten EC >21-35</u>	36

Figuren

[Figuur 1: analyseprocedure TPK identificatie methode](#) 38

Vergelijkingen

[Vergelijking 1: omrekeningsformule naar het gemeten gehalte OM](#) 17

1 Inleiding

De risico-evaluatie is een belangrijk onderdeel van het beschrijvend bodemonderzoek. Het bepalen van de noodzaak tot saneringswerken wordt in het kader van het bodemsaneringsdecreet voor historische bodemverontreiniging vastgesteld aan de hand van de aanwezigheid van een risico voor mens en milieu (toetsingscriterium ernstige bedreiging).

De samenstelling van minerale olie kan sterk variëren en het risico van een verontreiniging met minerale olie is afhankelijk van onder andere de samenstelling van het olieproduct (aandeel alifaten, aandeel aromaten, ketenlengte, ...). Het fractioneren van de minerale olie moet beter toelaten om het gezondheidsrisico voor mens en milieu alsook het verspreidingsrisico in te schatten.

Voorliggend document is een richtlijn welke kan gevolgd worden bij de humane risico-evaluatie van minerale olie verontreinigingen. Deze richtlijn houdt rekening met de daadwerkelijke risico's van een verontreiniging van minerale olie voor mens (en/of milieu) afhankelijk van de samenstelling van de olieverontreiniging.

De inhoud van dit document is gebaseerd op verschillende studies en in de desbetreffende hoofdstukken wordt verwezen naar andere documenten die relevante informatie bevatten over minerale olie. Dit document doet tevens dienst als aanvulling op 'Basisinformatie voor risico-evaluaties'.

2 Verontreinigende stoffen

2.1 Inleiding

De term 'minerale olie' is een verzamelnaam voor een aantal producten die bestaan uit verschillende destillatiefracties van aardolie: benzine, diesel, kerosine, jet fuel, motorolie, huisbrandolie, wasbenzine, white spirit, terpentijn, thinner, ... De chemische samenstelling van 'minerale olie' kan sterk variëren: ruwe petroleum is samengesteld uit honderden verschillende koolwaterstofcomponenten; commerciële olieproducten worden samengesteld uit specifieke koolwaterstofgroepen en uit additieven en worden gekenmerkt door een aantal typische fysische eigenschappen. Daarenboven wijzigt de samenstelling van minerale olie door verschillende processen zoals vervluchtiging, oplossing, afbraak, ...

De koolwaterstoffen vormen de belangrijkste componenten van minerale olie. Ze kunnen in verschillende structurele configuraties voorkomen en worden opgedeeld in twee grote klassen: de aromaten en de alifaten.

- 1) Aromatische koolwaterstoffen bezitten als basis één of meerdere benzeenringen en worden opgedeeld in twee groepen: de mono-aromaten bezitten één aromatische ring terwijl de polynucleaire aromaten twee of meerdere gefusioneerde benzeenringen als basis bezitten.
- 2) Alifatische koolwaterstoffen kunnen voorkomen in ketenvorm (enkelvoudig of vertakt) en in cyclische vorm. Er wordt onderscheid gemaakt tussen verzadigde koolwaterstoffen en onverzadigde koolwaterstoffen. Verzadigde koolwaterstoffen (synthetische paraffines, alkanen, methanen) worden gekenmerkt door enkelvoudige koolstofbindingen, waarvan al de overige bindingen verzadigd zijn met waterstofatomen. Onverzadigde koolwaterstoffen zijn koolwaterstoffen waarbij op zijn minst 2 koolstofatomen verbonden zijn met een dubbele binding (alkenen of olefinen) of met een drievoudige binding (alkynen of acetylenen). De alkenen kunnen zowel in ketenvorm als in cyclische structuren voorkomen. Alkynen komen enkel voor in ketenvorm.

De organische componenten die aanwezig zijn in ruwe olie, kunnen worden beschreven aan de hand van de ketenlengte en aan de hand van een aantal fysische parameters (kookpunt, dichtheid, viscositeit, kooktraject, vlampunt, stolpunt, wasgehalte ...). Omdat de moleculaire samenstelling van olieproducten sterk kan variëren, bestaan er eveneens grote verschillen in de fysico-chemische eigenschappen. Hierdoor kan ook het milieugedrag sterk variëren. Fysische eigenschappen van oliemengsels zijn bovendien gewoonlijk niet constant en veranderen met de tijd door natuurlijke afbraak en door allerhande migratieprocessen zoals verdamping, oplossing en uitloging.

2.2 Het begrip equivalent koolstofgetal (EC)

Petroleumproducten zijn, zoals reeds hoger aangehaald, zeer complexe mengsels en vertonen een grote variabiliteit in samenstelling. Eenmaal aanwezig in het milieu wordt deze samenstelling verder gewijzigd onder invloed van allerhande verweringsprocessen. Het is omslachtig om elk van deze individuele componenten te identificeren en te kwantificeren.

Toch kunnen enkele algemene vaststellingen en conclusies geformuleerd worden:

- petroleumproducten bestaan hoofdzakelijk uit alifatische/alicyclische en aromatische koolwaterstoffen
- aromatische koolwaterstoffen zijn meer mobiel dan alifatische componenten
- alifatische koolwaterstoffen zijn meer vluchtig dan aromatische componenten

De petroleumkoolwaterstoffen worden dan ook op basis hiervan onderverdeeld in een relatief klein aantal blokken met gelijkaardige eigenschappen.

Het definiëren van de blokken is gebaseerd op de methode zoals omschreven door de 'Total Petroleum Hydrocarbon Working Group', ook genaamd TPHCWG methode.

De basis van de blokken zijn de fysico-chemische kenmerken, waarbij het gedrag van de component in de bodem doorslaggevend is. De relatief korte petroleumproducten zijn relatief mobiel en degraderen vlot. Ze kunnen gemakkelijk de verontreinigde locatie verlaten via het grondwater en de lucht. Zwaardere en meer vertakte chemicaliën zijn stabiel en neigen te persisteren.

Het equivalent koolstofgetal (EC) is nauw verbonden met de mobiliteit van de verbinding in het milieu. De belangrijkste transportmechanismen van petroleumkoolwaterstoffen in de bodem zijn uitloging naar het grondwater en vervluchtiging. Aromaten zijn beter oplosbaar in water en minder vluchtig dan alifaten met hetzelfde equivalent koolstofgetal. Bijgevolg werden 2 grote groepen gedefinieerd zijnde alifaten en aromaten. Binnen elk van deze groepen verschillen zowel vluchtigheid als uitloging enkele grootteorden. Deze benadering heeft geleid tot een opdeling in 6 alifatische groepen en 5 aromatische, zoals weergegeven in Tabel 1. De blokken met $EC < 8$ werden daarbij buiten beschouwing gelaten. De blokken met $EC = 6,5$ en $EC = 7,6$ zijn gebaseerd op respectievelijk benzeen en toluen en hiervoor werden reeds bodemsaneringsnormen afgeleid.

Tabel 1: opdeling alifaten en aromaten

Classificatie	Equivalent koolstofgetal (EC)
Alifaten	EC ₅ -EC ₆
	EC _{>6} -EC ₈
	EC _{>8} -EC ₁₀
	EC _{>10} -EC ₁₂
	EC _{>12} -EC ₁₆
	EC _{>16} -EC ₂₁
Aromaten	EC _{>8} -EC ₁₀
	EC _{>10} -EC ₁₂
	EC _{>12} -EC ₁₆
	EC _{>16} -EC ₂₁
	EC _{>21} -EC ₃₅

Aan de verschillende blokken zijn representatieve fysico-chemische eigenschappen verbonden. Deze eigenschappen zijn opgenomen in bijlage van voorliggend document en dienen gebruikt te worden in het kader van blootstellingsberekeningen (Bijlage 1: Overzicht van de te gebruiken gegevens in de blootstellingsberekeningen).

2.3 Overzicht van de te analyseren stoffen

In Tabel 2 wordt weergegeven welke parameters geanalyseerd kunnen worden in een bodemonderzoek bij vermoeden van een olieverontreiniging.

Deze tabel is niet limitatief en bij vermoedens van de aanwezigheid van andere indicators stoffen kunnen aanvullende stoffen worden opgenomen in de analyses. Een voorbeeld is het gebruik van bepaalde oliesoorten bij een specifiek productieprocessen met hun eventuele tussen producten.

Tabel 2: overzicht van te analyseren Indicator Stoffen (IS) in geval van bodemverontreiniging met petroleumproducten

Indicator	Benzine	Kerosine, Vliegtuigbrandstof	Diesel, Lichte stookolie	Zware stookolie	Ruwe olie	Sterk geraffineerde olie ¹	Gebruikte motorolie, smeerolie	Onbekend
BTEX	X	X						X
PAK		X	X	X	X		X	X
Arseen							X	2
Barium							X	2
Cadmium							X	2
Chroom							X	2
Lood	2						X	2
Nikkel							X	2
Vanadium								2
MTBE ³ / TBA ³	2							2
MEK ³								2
MIK ³								2
EDB ³								2
EDC ³								2
Gechloreerde solventen	2							2
Alifaten								
EC ₅₋₆ -EC ₆	X				X			X
EC _{>6} -EC ₈	X	X	X	X	X			X
EC _{>8} -EC ₁₀	X	X	X	X	X			X
EC _{>10} -EC ₁₂	X	X	X	X	X			X
EC _{>12} -EC ₁₆		X	X	X	X	X		X
EC _{>16} -EC ₂₁			X	X	X	X	X	X
Aromaten								
EC _{>8} -EC ₁₀	X	X	X		X			X
EC _{>10} -EC ₁₂	X	X	X	X	X			X
EC _{>12} -EC ₁₆	X	X	X	X	X	X		X
EC _{>16} -EC ₂₁		X	X	X	X	X		X
EC _{>21} -EC ₃₅			X	X	X	X	X	X

¹ van toepassing op sterk geraffineerde oliën inclusief op minerale oliën gebaseerde hydraulische vloeistoffen (ATSDR 1994), motor olie, industriële olie en oliën voor automatische transmissie.

² bij vermoeden van aanwezigheid.

³ methyl-tertiairbutyl-ether (MTBE), tertiair butyl alcohol (TBA), methyl-ethylketon (MEK), methyl-isobutylketon (MIK), ethyleen dibromide (EDB), ethyleen dichloride (ED)

3 Analysemethode

De analysemethode zoals voorzien in het VLAREBO heeft tot doel de concentratie minerale olie (totaal) te bepalen, waarvoor ook de bodemsaneringsnormen zijn afgeleid. De momenteel in het VLAREBO voorziene GC/FID (CMA/3/R.1 Minerale olie met GC/FID) en GC/MS-techniek (CMA/3/R.2 ontwerp Minerale olie met GC/MS) geven echter geen volledige informatie over de samenstelling van de olieverontreiniging naar alifatische en aromatische fracties.

Voor een risico-beoordeling van een minerale olieverontreiniging kan gebruik gemaakt worden van de EPK- en VPK-methode (CMA/3/R.3 Petroleumkoolwaterstoffen) of van de olie karakterisatie zoals aangehaald in OVAM (2006a) en Vanermen G. et al. (2004).

De EPK- en VPK-methode zijn de meest eenvoudige methoden, die in dit document verder zullen worden besproken. Voor de methode 'karakterisatie van minerale olie' moet een bijkomend evenwichtsexperiment (met water) worden uitgevoerd. De methode is dus complexer, maar de resultaten laten toe uitspraken te doen over de saneerbaarheid van de verontreiniging en over welke saneringstechnieken zinvol kunnen worden toegepast. De analyseresultaten van de oliekarakterisatie kunnen worden herleid tot dezelfde EC-fracties, waarvoor toetsingswaarden zijn opgenomen in dit document.

Voor de bepaling van de alifaten en aromaten en de daaraan gekoppelde EC-blokken wordt verwezen naar de bijlagen (Bijlage 2: bepalingmethode voor petroleumkoolwaterstoffen (EPK/VPK- methode) en naar het "Compendium voor monsterneming en analyse (CMA) in uitvoering van het afvalstoffendecreet en het bodemsaneringsdecreet". Het CMA kan worden geraadpleegd via <http://www.vito.be/milieu/milieumetingen8a2b.htm> en deze website bevat de laatste aanpassingen van de analysemethodes.

Een nadeel is de hogere kostprijs van de EPK/VPK analysemethode. Dit kan op verschillende manieren beperkt worden:

- De EPK- en VPK- methode geeft specifieke gegevens in verband met de samenstelling van de minerale olieverontreiniging. Deze samenstelling is nodig om een gedegen risico-evaluatie te kunnen uitvoeren. De EPK- en VPK-methode geeft weinig relevante gegevens voor het oriënterend bodemonderzoek. Het bepalen van de concentratie aan minerale olie via de GC/FID-methode (zoals opgenomen in het Compendium voor monsterneming en analyse (CMA)) geeft dan ook voldoende gegevens in het oriënterend bodemonderzoek om uit te maken of er ernstige aanwijzingen zijn voor een ernstige bedreiging.
- Indien de EPK- en VPK-methode wordt toegepast op het (de) meest relevante bodemsta(a)l(en), geeft dit een voldoende beeld om een gedegen risico-evaluatie uit te voeren. In het kader van de afperking van de verontreiniging kan minerale olie gemeten worden via de GC/FID-methode (zoals opgenomen in het CMA).
- De minerale olieverontreiniging bestaat meestal uit een aantal carcinogene en niet carcinogene verontreinigende parameters. Indien voor de carcinogene stoffen uit de risico-evaluatie blijkt dat er geen saneringsnoodzaak aanwezig is, moet de concentraties van de verschillende EC-fracties via de EPK- en/of VPK-methode bepaald te worden en moet overgegaan worden tot de risico-evaluatie van de niet carcinogene parameters op basis van de verschillende EC-fracties. Nadere uitleg hierover wordt gegeven in hoofdstuk 4.

4 Humane risico-evaluatie

4.1 Introductie

Dit hoofdstuk beschrijft de stappen (beslismomenten) voor het uitvoeren van een humane risico-evaluatie voor minerale olie. Deze zijn gebaseerd op de methodiek die in het kader van de bodemsaneringsnormen is uitgewerkt (OVAM, 2006b).

In 'Bijlage 3: stroomschema humane risico-evaluatie' wordt het stroomschema met de beslismomenten weergegeven en in de navolgende tekst wordt deze besproken. Het is aangewezen om het stroomschema bij de hand te hebben tijdens het lezen van de navolgende hoofdstukken.

De gebruikte afkortingen in het stroomschema zijn:

- RE: Risico Evaluatie
- IS: Indicator Stof
- BSN: BodemSaneringsNorm
- BSP: BodemSaneringsProject
- CSM: Conceptueel Site Model
- RI: Risico-Index
- TW: ToetsingsWaarde

De humane risico-evaluatie voor een historische minerale olie verontreiniging start normaliter na het afperken van de bodemverontreiniging. Het is verstandig om gedurende het afperken van de verontreiniging reeds te anticiperen op de benodigde site of contaminant specifieke gegevens die nodig kunnen zijn voor de humane risico-evaluatie. Dit is zeker van belang bij het bepalen/selecteren van de monsters (stalen) waarop de fracties of specifieke indicatorstoffen worden bepaald. Meer informatie omtrent de benodigde informatie voor een humane risico-evaluatie kan worden gevonden in de "Basisinformatie voor risico-evaluaties: Deel 2 - Uitvoeren van een locatiespecifieke humane risico-evaluatie" (OVAM, 2004b).

Het stroomschema is opgedeeld in twee delen waarin eerst de humane risico-evaluatie voor de indicator stoffen (IS) wordt besproken en vervolgens deze voor de fracties. De delen zijn verder opgedeeld in een tweetrapsbenadering, namelijk trap 1 en 2. Trap 2 vraagt meer (financiële) inspanning dan trap 1.

Het stroomschema geeft enkel de aanpak weer voor de humane risico-evaluatie bij historische verontreiniging. Het inschatten van de verspreidingsrisico's wordt in andere documenten weergegeven. Het uitlooggedrag van olie in de onverzadigde zone kan onder andere worden ingeschat via de toetsingsmethodiek "Uitloogrisico voor minerale olie" (Joris I. et al., 2005). Voor het bepalen van het gedrag in grondwater (verspreidingsrisico's) kan aanvullende informatie worden gevonden in de procedure "Beschrijvend bodemonderzoek: standaardprocedure 2000" en "Karakterisering van minerale olie" (OVAM, 2006a). Het inschatten van de (potentiële) humane risico's dient te gebeuren in samenhang met de risico's op verspreiding (onder andere via lucht, uitloging en grondwater) en het belang hiervan wordt nader beschreven in de "Basisinformatie voor risico-evaluaties: Deel 2 - Uitvoeren van een locatiespecifieke humane risico-evaluatie" (OVAM, 2004b).

Indien de verontreiniging een nieuwe minerale olie verontreiniging betreft, dient bij normoverschrijding een humane risico-evaluatie worden uitgevoerd om na te gaan of er eventueel maatregelen moeten worden getroffen in afwachting van de sanering. Als de bodemverontreiniging historisch van aard is dan wijst de risico-evaluatie uit of er sprake is van een 'ernstige bedreiging' en dus een saneringsnoodzaak.

4.2 Humane risico-evaluatie voor Indicatorstoffen

Trap 1 en 2 van een humane risico-evaluatie voor een indicatorstof (IS), zoals beschreven in Tabel 2, wordt overwegend uitgevoerd zoals beschreven in de 'Basisinformatie voor risico-evaluaties: Deel 2 - Uitvoeren van een locatiespecifieke humane risico-evaluatie' (OVAM, 2004b). Aanvullende informatie specifiek voor minerale olie wordt in de volgende hoofdstukken gegeven.

4.2.1 Trap 1 IS

Trap 1 start met de algemene humane risico-evaluatie. Hierbinnen gebeurt veelal een toetsing aan de bodemsaneringnormen en achtergrondwaarden voor de vaste fase en het grondwater van de tijdens de afperking geanalyseerde monsters. Als er geen bodemsaneringsnorm voorhanden is voor de indicatorstof (zoals weergegeven in Tabel 2) dient er een toetsingswaarde te worden afgeleid zoals beschreven in de "Basisinformatie voor risico-evaluaties: Deel 1 - Werkwijze voor het opstellen van bodemsaneringsnormen" (OVAM, 2004a).

Indien de bodemsaneringsnorm of toetsingswaarde niet wordt overschreden, dan moet worden doorgegaan met de analyses van de fracties en wordt verder gegaan met trap 1 van de humane risico-evaluatie voor de fracties.

Indien voor een indicatorstof de bodemsaneringsnorm of toetsingswaarde wel wordt overschreden dan wordt de erkende bodemsaneringsdeskundige de mogelijkheid geboden om afhankelijk van de situatie direct door te gaan naar een bodemsaneringsproject of naar trap 2 voor indicatorstoffen te gaan. Als er direct wordt aangestuurd op een bodemsaneringsproject dan dient dit duidelijk beargumenteerd te worden. Een aantal voorbeelden (niet limitatieve) van zulke situaties kunnen zijn:

- Er vindt omwille van bouwwerkzaamheden toch een afgraving plaats van deze zone, waardoor ook de bron van de verontreiniging wordt verwijderd.
- Er is een dermate drijfslag aanwezig die, op basis van de afperking of andere redenen, aanleiding geeft tot een saneringsnoodzaak.
- Er zijn dermate overschrijdingen van normen of toetsingswaarden die ook bij verder site specifieke humane risico-evaluatie enkel de risico's kunnen bevestigen.

Bij zulke situaties is het niet noodzakelijk dat nog additionele onderzoeksmiddelen worden besteed in het bepalen van de humane risico's, omdat deze overduidelijk blijken uit de voorafgaande onderzoeksactiviteiten op de site.

4.2.2 Trap 2 IS

Als trap 1 een noodzaak aangeeft om voor indicator stoffen trap 2 uit te voeren, dan worden in trap 2 de stappen gevolgd voor het uitvoeren van een humane risico-evaluatie zoals beschreven in de "Basisinformatie voor risico-evaluaties: Deel 2 - Uitvoeren van een locatiespecifieke humane risico-evaluatie" (OVAM, 2004b). In dit protocol wordt de humane risico-evaluatie voor fase, 1, 2 en 3 beschreven. Zo wordt onder andere een conceptueel site (CSM) model opgebouwd waarna specifieke of bijkomende staalnames en/of analyses kunnen worden uitgevoerd in de bodem of contactmedia om het humane risico in te schatten.

Veelal zal dit gaan om een fase 1 humane risico-evaluatie gevolgd door een meer site specifieke fase 2 waarin metingen in contactmedia worden uitgevoerd. Uiteindelijk wordt in trap 2 bekeken of de aanwezige concentraties aan indicatorstoffen aanleiding geven tot het overschrijden van normen of van toxicologische grenswaarden, en of er sprake is van een 'ernstige bedreiging' uitgaande van de historische verontreiniging.

Indien besloten wordt dat er een humaan risico is, dan dient overgegaan te worden tot het besluit van aanwezigheid van een 'ernstige bedreiging' met als mogelijk gevolg een bodemsaneringproject. Het inschatten van de humane risico's voor indicatorstoffen verloopt gelijk aan deze voor andere contaminanten van een historische bodemverontreiniging. Het verschil is dat er voor minerale olie specifieke indicatorstoffen worden voorgeschreven (zie Tabel 2) waarmee rekening moet worden gehouden in het beschrijvend bodemonderzoek.

Als er geen risico-indices hoger dan 1 voorkomen moet worden verder gegaan met de analyses van de fracties en de inschatting van de humane risico's ervan in trap 1 voor de fracties (hoofdstuk 4.3). De concentraties van de verschillende EC-blokken dienen via de voorgeschreven methoden bepaald te worden. Nadere uitleg wordt gegeven in "Bijlage 2: bepalingmethode voor petroleumkoolwaterstoffen (EPK/VPK- methode)".

4.3 Humane risico-evaluatie voor fracties

Het is uitdrukkelijk niet toegelaten om de totale olieconcentratie te bepalen via een IR analyse en deze vervolgens op te delen naar fracties op basis van gewichtspercenten in commerciële producten. Deze benadering introduceert te veel onzekerheid omdat er geen rekening wordt gehouden met de exacte samenstelling van de minerale olie op de site, verwerking en afbraak van de olie, en/of vervluchtiging van bepaalde fracties. De gewichtssamenstelling per oliesoort zijn schattingen en een humane risico-evaluatie voor de verschillende fracties dient te worden uitgevoerd met concentraties die bepaald zijn zoals voorgeschreven in de "Bijlage 2: bepalingmethode voor petroleumkoolwaterstoffen (EPK/VPK-methode)".

Verder is het uitdrukkelijk niet toegelaten om een humane risico-evaluatie voor minerale olie uit te voeren door gebruik te maken van octaan, heptaan, hexaan, etc, en hieraan vervolgens de totale gemeten minerale olieconcentratie (MS-GC) toe te wijzen. Deze werkwijze kan site specifieke informatie negeren die van belang is voor het correct inschatten van de humane risico's. Een voorbeeld hiervan is dat fracties elk hun specifieke toxiciteit hebben die bij het gebruik van bijvoorbeeld octaan en hexaan verloren gaan omdat enkel de toxiciteit van deze stoffen in rekening wordt gebracht.

4.3.1 Trap 1 fracties

In trap 1 van de fractiebenadering wordt de concentratie van iedere fractie getoetst aan de toetsingswaarden zoals weergegeven in hoofdstuk 4.4 voor de vaste fase en hoofdstuk 4.5 voor het grondwater. Hierbij dienen de toetsingswaarden gecorrigeerd te worden voor het percentage organisch materiaal zoals aanwezig op de site.

Indien een toetsingswaarde voor een bepaalde fractie wordt overschreden dan wordt ook hier de mogelijkheid geboden om direct naar een bodemsaneringsproject te gaan omwille van weloverwogen redenen. Enkele voorbeelden hiervan worden in voorgaand hoofdstuk 4.2.1 besproken. Het is in zulke gevallen niet gewenst om extra kosten te maken ten behoeve van een site specifieke humane risico-evaluatie, staalnames en/of analyses.

Indien geen enkele toetsingswaarde wordt overschreden dan dient voor de vaste fase nog gekeken te worden naar de totaaltoets aan 20000 mg/kg ds. Nadere uitleg rond deze toetsing en het besluit tot humane risico's wordt gegeven bij trap 2 (eind hoofdstuk 4.3.2).

Voor het grondwater is deze toetsing niet nodig en als er geen toetsingswaarden worden overschreden is er geen humaan risico ten gevolge van de grondwaterverontreiniging.

4.3.2 Trap 2 fracties

In "Bijlage 1: Overzicht van de te gebruiken gegevens in de blootstellingsberekeningen" is een overzicht toegevoegd van de te gebruiken gegevens in de blootstellingsberekeningen voor de alifaten en aromaten en de bijbehorende EC-blokken. De achtergrond en afwegingen die gemaakt werden voor de fysico-chemie, biologie en toxicologie van de fracties en het opstellen van de toetsingswaarden kan worden teruggevonden in "Achtergronddocument bij de afleiding van de normen voor minerale olie" (OVAM, 2006b) en kan worden gebruikt als naslagwerk.

Indien wordt besloten dat voor de fracties een trap 2 site specifieke humane risico-evaluatie dient te worden uitgevoerd, dan kan dit gebeuren volgens de fasen die beschreven zijn in het document "Basisinformatie voor risico-evaluaties: Deel 2 - Uitvoeren van een locatiespecifieke humane risico-evaluatie" (OVAM, 2004b). In dat protocol wordt de risico-evaluatie voor fase, 1, 2 en 3 beschreven. Zo wordt onder andere een conceptueel site model (CSM) opgebouwd van de site, waarna specifieke of bijkomende staalnames en/of analyses kunnen worden uitgevoerd in de bodem of contact media om het humane risico in te schatten.

Veelal zal dit gaan, in het geval van de fracties, om een fase 1 humane risico-evaluatie gevolgd door een site specifieke fase 2 waarin additionele staalnames en analyses volgens de TPH methode worden uitgevoerd. Uiteindelijk wordt in trap 2 bekeken of de aanwezige concentraties voor de fracties aanleiding geven tot het overschrijden van grenswaarden en of er sprake is van een humaan risico uitgaande van de historische verontreiniging met minerale olie.

Indien er aanleiding is, voor één of meerdere fracties, tot overschrijding van grenswaarden (TDI, TCL, etc.), met andere woorden de risico-index voor één of meer individuele fracties is hoger dan 1, dan dient overgegaan te worden tot het besluit dat van de verontreiniging een humaan risico uitgaat en er bijgevolg sprake is van een ernstige bedreiging. Afhankelijk van het besluit of er een 'ernstige bedreiging' aanwezig is op de site is een bodemsaneringsproject nodig.

De risico-indices van iedere afzonderlijke alifatische en aromatische fractie dienen niet te worden gesommeerd en vervolgens vergeleken te worden met 1, omwille van de verschillende toxicologische werking van de afzonderlijke fracties. Voor meer informatie wordt verwezen naar het "Achtergronddocument bij de afleiding van bodemsaneringsnormen voor minerale olie" (OVAM, 2006b). Bij het afleiden

van de toetsingswaarden werd geen sommatie van de fracties uitgevoerd waardoor dit bij humane risicoevaluatie ook niet dient te gebeuren.

Als er voor de individuele fracties geen risico-indices hoger dan 1 voorkomen, dan kan worden verder gegaan met het volgende deel in het stroomschema, namelijk het blokje "aanvullende redenen".

4.3.3 Aanvullende redenen voor sanering

Er kan op basis van waargenomen concentraties of de verontreinigingssituatie op het terrein aanleiding zijn om te besluiten tot een bodemsaneringproject.

- **Toetsing totale concentratie minerale olie in het vaste deel**

De totale concentratie minerale olie in de vaste fase kan worden getoetst aan 20000 mg/kg minerale olie. Voor bepaalde blokken is immers geen toetsingswaarde voorgesteld op basis van toxicologische criteria, omdat dit aanleiding geeft tot zeer hoge waarden. Voor grondwater is deze toetsing niet nodig omdat voor alle fracties toetsingswaarden beschikbaar zijn.

De toets bestaat eruit dat de som van de vastgestelde concentraties in het vaste deel van de aarde van de verschillende alifatische en aromatische blokken nooit hoger mag zijn dan 20000 mg/kg ds ongeacht het bestemmingstype. Daarbij mogen ook de individuele waarden van de blokken waarvoor toetsingswaarden werden afgeleid niet overschreden worden.

Indien er meer dan 20000 mg/kg ds minerale olie in de vaste fase aanwezig is, dan kan besloten worden dat er een bodemsaneringsproject nodig is. Indien de 20000 mg/kg ds niet wordt overschreden zijn er geen verdere inspanningen vereist.

De oorsprong en achterliggende redenering van de concentratie 20000 mg/kg ds kan worden gevonden in OVAM (2006b) hoofdstuk 14.2 Bodemsaneringsnormen. De 20000 mg/kg ds vindt zijn oorsprong in de Vlarem II wetgeving en van den Berg (1995).

Van de toetsing aan 20000 mg/kg ds kan worden afgeweken enkel en alleen als dit duidelijk en voldoende kan worden gemotiveerd.

- **Visuele aspecten en geur van de bodemverontreiniging**

Visuele aspecten en geur werden in overweging genomen door het Alaska Department of Environmental, Division of Spill Prevention and Response voor het afleiden van hun algemene bodemsaneringsnormen. Daarnaast werd ook gesteld dat normen van die aard dienen te zijn zodat in de bodem petroleumkoolwaterstoffen niet aanwezig zijn als puur product. Visueel kunnen verontreinigingen van petroleumkoolwaterstoffen afhankelijk van het bodemtype waargenomen worden vanaf 20000 mg/kg ds. Geuren worden waargenomen voor verontreinigingen van petroleumkoolwaterstoffen vanaf 10000 mg/kg ds (Liptak en Lombardo (1996)).

Indien de bodemverontreiniging problemen veroorzaakt op basis van visuele aspecten of geur dan kan dit aanleiding zijn om maatregelen te nemen. De bodemsaneringsdeskundige dient geval per geval te bekijken.

4.4 Toetsingswaarden voor het vaste deel van de aarde

4.4.1 Toetsingswaarden voor een standaardbodem

De toetsingswaarden voor het vaste deel van de aarde zijn opgesteld voor een standaardbodem (2% OM en 10% klei). De toetsingswaarden voor minerale olie in het vaste deel van de aarde (Tabel 3) werden berekend door toetsing aan de TDI. Er dienden voor sommige fracties bijstellingen te gebeuren op basis van TCL en drinkwaternorm. Nadere informatie over het afleiden van de toetsingswaarden en bijstellingen worden beschreven in OVAM (2004a) en OVAM (2006b).

Tabel 3: toetsingswaarden vaste deel van de aarde (mg/kg ds)

Blok	Bestemmingstype			
	II	III	IV	V
Alifaten				
EC ₅ -EC ₆	21	28	250	253
EC _{>6} -EC ₈	61	76	-	-
EC _{>8} -EC ₁₀	16	19	-	-
EC _{>10} -EC ₁₂	87	96	-	-
EC _{>12} -EC ₁₆	12839	-	-	-
EC _{>16} -EC ₂₁	-	-	-	-
Aromaten				
EC _{>8} -EC ₁₀	10	11	47	233
EC _{>10} -EC ₁₂	7	22	85	367
EC _{>12} -EC ₁₆	13	49	220	-
EC _{>16} -EC ₂₁	38	1174	7956	-
EC _{>21} -EC ₃₅	4335	7382	7957	-
Totaal				
∑ alifaten + aromaten	20000	20000	20000	20000

Een '-' in Tabel 3 geeft aan dat de norm op basis van humane toxiciteit heel hoog is. Er is gekozen om voor de extreem hoge berekeningsresultaten geen toetsingswaarde voor te stellen en voor de som van de alifatische en aromatische fracties maximaal 20000 mg/kg ds toe te laten.

In het rapport "Achtergronddocument bij de afleiding van de bodemsaneringsnormen voor minerale olie" (OVAM, 2006b) wordt in hoofdstuk 14.2.1 onder hoofding "Bijstellingen" nadere uitleg gegeven over de herkomst van 20000 mg/kg.ds als grens.

4.4.2 Bodemtype correctie

Om bij het toetsen van de gemeten concentraties in het vaste deel van de aarde aan de toetsingswaarden, rekening te kunnen houden met de kenmerken van de bodem, worden de toetsingswaarden omgerekend naar het gemeten gehalte aan organisch materiaal (OM) in het te toetsen monster. Dat gebeurt op basis van de volgende omrekeningsformule:

Vergelijking 1: omrekeningsformule naar het gemeten gehalte OM

$$N(y) = N(2) \times \frac{y}{2}$$

Waarbij	Betekenis	Eenheid
Symbol		
N(y)	Bodemsaneringsnorm bij het gemeten gehalte aan organisch materiaal y	mg/kg ds
N(2)	Bodemsaneringsnorm voor het organisch materiaal van de standaard bodem (2%)	mg/kg ds
y	Gemeten gehalte aan organisch materiaal	%

De voorgestelde formule mag enkel gehanteerd worden onder de voorwaarde dat het gemeten gehalte aan organisch materiaal tussen 1% en 10% ligt. Als het gemeten gehalte aan organisch materiaal lager ligt dan 1%, dan moet gerekend worden met een verondersteld gehalte van 1%. Ligt het gehalte hoger dan 10%, dan wordt gerekend met een verondersteld gehalte aan organisch materiaal van 10%.

Voor een aantal EC-blokken is de toetsingswaarde een constante, en dient geen omrekeningsformule gehanteerd te worden. Een overzicht van de blokken waarvoor al dan niet een correctie volgens voormelde omrekeningsformule dient te gebeuren is weergegeven in onderstaande Tabel 4.

Tabel 4: invloed van het organisch materiaal op de voorgestelde toetsingswaarden

Blok	Bestemmingstype			
	II	III	IV	V
Alifaten				
EC ₅ -EC ₆	Omrekening ¹	Omrekening ¹	Omrekening ¹	Omrekening ¹
EC _{>6} -EC ₈	Omrekening ¹	Omrekening ¹	Constant ²	Constant ²
EC _{>8} -EC ₁₀	Omrekening ¹	Omrekening ¹	Constant ²	Constant ²
EC _{>10} -EC ₁₂	Omrekening ¹	Omrekening ¹	Constant ²	Constant ²
EC _{>12} -EC ₁₆	Constant ²	Constant ²	Constant ²	Constant ²
EC _{>16} -EC ₂₁	Constant ²	Constant ²	Constant ²	Constant ²
Aromaten				
EC _{>8} -EC ₁₀	Omrekening ¹	Omrekening ¹	Omrekening ¹	Omrekening ¹
EC _{>10} -EC ₁₂	Omrekening ¹	Omrekening ¹	Omrekening ¹	Omrekening ¹
EC _{>12} -EC ₁₆	Omrekening ¹	Omrekening ¹	Omrekening ¹	Omrekening ¹
EC _{>16} -EC ₂₁	Omrekening ¹	Constant ²	Constant ²	Constant ²
EC _{>21} -EC ₃₅	Constant ²	Constant ²	Constant ²	Constant ²
Totaal				
∑ alifaten + aromaten	Constant ²	Constant ²	Constant ²	Constant ²

¹ Omrekening van de toetsingswaarde naar het gemeten gehalte aan organisch materiaal op basis van de voormelde omrekeningsformule.

² Voor deze blokken is de toetsingswaarde een constante, en dient geen omrekeningsformule gehanteerd te worden.

4.5 Toetsingswaarden voor het grondwater

De toetsingswaarden voor het grondwater (Tabel 5) zijn afgeleid op basis van de toxicologische referentiewaarden en werden niet bijgesteld op basis van de oplosbaarheid. Ze werden afgeleid conform de drinkwaterrichtlijnen van de WHO, waarbij verondersteld wordt dat een volwassene van 60 kg 2 liter per dag drinkt en men aanneemt dat 10 % van deze TDI mag ingevuld worden door consumptie van drinkwater. De formule en achtergrond wordt besproken in de "Basisinformatie voor risico-evaluaties: Deel 1 - Werkwijze voor het opstellen van bodemsaneringsnormen" (OVAM, 2004a).

Tabel 5: toetsingswaarden grondwater ($\mu\text{g/l}$) van de verschillende blokken (TPHCWG) op basis van toxicologische grenswaarden

Equivalent koolstofgetal EC	Drinkwaternorm berekend op basis van RfD ($\mu\text{g/l}$)
Alifaten	
EC ₅ -EC ₆	6000
EC _{>6} -EC ₈	6000
EC _{>8} -EC ₁₀	300
EC _{>10} -EC ₁₂	300
EC _{>12} -EC ₁₆	300
EC _{>16} -EC ₂₁	6000
Aromaten	
EC _{>8} - EC ₁₀	120
EC _{>10} -EC ₁₂	120
EC _{>12} -EC ₁₆	120
EC _{>16} -EC ₂₁	90
EC _{>21} -EC ₃₅	90

5 Referenties

Alaska Department of Environmental Conservation, Division of Spill Prevention and Response (2000). Guidance for Cleanup of Petroleum Contaminated Sites.

Alimi H, Ertel T, Schug B, 2003. Fingerprinting of Hydrocarbon Fuel Contaminants: Literature Review, Environmental Forensics, volume 4, number 1, pages: 25-38 , Publisher Taylor & Francis, March 2003

API, 2001. Risk-based methodologies for evaluating petroleum hydrocarbons impacts at oil and natural gas E&P sites, API publication nr. 4709, Regulatory and Scientific Affairs Department, February 2001, downloaden via http://new.api.org/aboutoilgas/sectors/explore/upload/4709_1.pdf

Christensen LB, Larsen TH, 1993. Method for Determining the Age of Diesel Oil Spills in the Soil, Groundwater Monitoring & Remediation, vol. 13, nr. 4, p.142-149

Environment Agency, 2005. The UK approach for evaluating human health risks from petroleum hydrocarbons in soils, science report P5-080/TR3, Environment Agency, Bristol, ISBN 1844323420, downloaden via <http://www.environment-agency.gov.uk/>

Joris I, Seuntjens P, Lookman R, 2005. Uitloogrisico voor minerale olie: toetsingsmethodiek, VITO rapportnr. 2005/IMS/R/249, studie in opdracht van de OVAM, September 2005

Kaplan IR, Galperin Y, Alimi H, Lee R, Lu S, 1993. Patterns of Chemical Changes During Environmental Alteration of Hydrocarbon Fuels, Groundwater Monitoring & Remediation, vol. 16, nr. 4, p.113-124

Liptak J & Lombardo G, 1996. The development of Chemical-specific, Risk-based soil cleanup guidelines results in timely and cost-effective remediation. Journal of Soil Contamination, 5(1): 83-94 (1996).

Nouwen J, Cornelis C, Olivier I, Provoost J, 2002. Voorstel voor bodemsaneringsnormen voor minerale olie, Vito-rapport 2002/IMS/R/064, mei 2002

OVAM, 2000. Beschrijvend bodemonderzoek standaardprocedure, juni 2000, downloaden via <http://www.ovam.be>

OVAM, 2004a. Basisinformatie voor risico-evaluaties: Deel 1 - Werkwijze voor het opstellen van bodemsaneringsnormen, Openbare Afvalstoffenmaatschappij voor het Vlaamse Gewest, april 2004, downloaden via <http://www.ovam.be/jahia/Jahia/pid/660>

OVAM, 2004b. Basisinformatie voor risico-evaluaties: Deel 2 - Uitvoeren van een locatiespecifieke humane risico-evaluatie, Openbare Afvalstoffenmaatschappij voor het Vlaamse Gewest, april 2004, downloaden via <http://www.ovam.be/jahia/Jahia/pid/660>

OVAM, 2004c. Basisinformatie voor risico-evaluaties: Deel 3 - Formularium Vlier-Humaan, Openbare Afvalstoffenmaatschappij voor het Vlaamse Gewest, april 2004, downloaden via <http://www.ovam.be/jahia/Jahia/pid/660>

OVAM, 2004d. Basisinformatie voor risico-evaluaties: Deel 4 - Stofdata normering, Openbare Afvalstoffenmaatschappij voor het Vlaamse Gewest, april 2004, downloaden via <http://www.ovam.be/jahia/Jahia/pid/660>

OVAM, 2006a. Karakterisering van minerale olie, Openbare Afvalstoffenmaatschappij voor het Vlaamse Gewest, D/2005/5024/37, versie december 2006, downloaden via <http://www.ovam.be/jahia/do/pid/659>

OVAM, 2006b. Achtergronddocument bij de afleiding van bodemsaneringsnormen voor minerale olie, Openbare Afvalstoffenmaatschappij voor het Vlaamse Gewest, o.b.v. VITO-rapport 2002/IMS/R/064, december 2006, downloaden via <http://www.ovam.be>

TPHCWH, 1997a. Characterization of C6 tot C28 Petroleum Hydrocarbons in Soil

TPHCWG, 1997b. Volume 3: Selection of Representative TPH Fractions Based on Fate and Transport Considerations, editors Gustafson J, Griffith JT, Orem D, pp.102, ISBN 1-884-940-12-9, downloaden via <http://www.aehs.com/publications/catalog/contents/tph.htm>

TPHCWG, 1997c. Volume 4: Development of Fraction Specific Reference Doses (RfDs) and Reference Concentration (RfCs) for Total Petroleum Hydrocarbons (TPH), editors Edwards DA, Andriot MD, Amoruso MA, Tummey AC, Bevan CJ, pp.137, ISBN 1-884-940-13-7, downloaden via <http://www.aehs.com/publications/catalog/contents/tph.htm>

TPHCWG, 1998a. Volume 1: Analysis of petroleum hydrocarbons in environmental media, editor W. Weisman, pp.98, ISBN 1-884-940-14-5, downloaden via <http://www.aehs.com/publications/catalog/contents/tph.htm>

TPHCWG, 1998b. Volume 2: Composition of Petroleum Mixtures, editors Potter TL, Simmons KE, pp. 102, ISBN 1-884-940-19-6, downloaden via <http://www.aehs.com/publications/catalog/contents/tph.htm>

TPHCWG, 1999. Volume 5: Human Health Risk-Based Evaluation of Petroleum Contaminated Sites: Implementation of the Working Group Approach, editors Vorhees D, Gustafson J, Weisman W, pp.98, ISBN 1-884-940-12-9, downloaden via <http://www.aehs.com/publications/catalog/contents/tph.htm>

Vanermen G, Nouwen J, Bronders J, Van keer I, Cornelis C, 2004. Vluchtige minerale olie: Voorstel voor aanpak van analyse – vergelijking van meetmethoden, VITO rapportnr. 2004/IMS/R/283, studie in opdracht van OVAM, december 2004

Van den Berg, 1995. Blootstelling van de mens aan bodemverontreiniging - een kwalitatieve en kwantitatieve analyse leidend tot voorstellen voor humaan toxicologische C-toetsingswaarden - beperkte herzien versie. RIVM rapport 725201006, Bilthoven, Nederland, downloaden via <http://www.rivm.nl/bibliotheek/rapporten/725201006.html>

Veenendaal G, Verheyen LAHM, Vonk MW, 1985. Waterleidingen in vervuilde bodem. Keuringsinstituut voor waterleidingartikelen (KIWA), mededeling 87, Nieuwegein

Vermeire T, Van Apeldoorn ME, De Fouw JC, Janssen PJCM, 1991. Voorstel voor de humaan-toxicologische onderbouwing van de C-(toetsings)waarden. RIVM rapport nr. 725211005, downloaden via <http://www.rivm.nl/bibliotheek/rapporten/711701015.pdf>

VMM, 1999a. Lozingen in de lucht 1997 – 1998, meer informatie via <http://www.vmm.be/>

VMM, 1999b. Luchtkwaliteit in het Vlaamse gewest 1998: I. Tekstgedeelte, meer informatie via <http://www.vmm.be/>

VMM, 1999c. Luchtkwaliteit in het Vlaamse gewest 1998: II. Bijlagen, meer informatie via <http://www.vmm.be/>

World Health Organization, 1998a. Environmental Health Criteria 202 - Selected non-heterocyclic polycyclic aromatic hydrocarbon, Geneva, ISBN 92 4 157202 7, samenvatting en bestellen via <http://www.who.int/bookorders/anglais/>

World Health Organization, 1998b. Guidelines for drinking-water quality, Health criteria and other supporting information, Addendum to Volume 2, Geneva, Second Edition, samenvatting en bestellen via <http://www.who.int/bookorders/anglais/>

Bijlagen

Bijlage 1: Overzicht van de te gebruiken gegevens in de blootstellingsberekeningen

Deze bijlage geeft voor elke alifatenlengte en aromatenlengte de gebruikte fysicochemische gegevens, de gebruikte toxicologische gegevens en de informatie omtrent achtergrondblootstelling. Naast de gegevens, die gebruikt zijn voor de berekeningen, wordt bijkomende informatie gegeven over de bronnen, waaruit de informatie gehaald werd en hoe deze verwerkt of geselecteerd werd. Voor bijkomende informatie rond de gebruikte terminologie en het gebruik van deze gegevens wordt verwezen naar het document 'Basisinformatie voor risico-evaluaties'.

Tabel 6: Alifaten EC 5-6

Parameter	Eenheid	Waarde	bron
molmassa	g/mol	81	TPHCWG (1999)
oplosbaarheid	g/m ³	36	TPHCWG (1999)
dampdruk	Pa	3,5463. 10 ⁴ (20 °C)	TPHCWG (1999)
Henry-coëfficiënt	Pa m ³ /mol	8,0388. 10 ⁴ (20 °C)	TPHCWG (1999)
Kow	g/g	10 ^{3,52}	RIVM (1999)
Koc	dm ³ /kg	10 ^{2,90}	TPHCWG (1999)
Kd	dm ³ /kg	-	
BCFst	droge stof	-	
BCFwo	droge stof	-	
Dpe	m ² /d	4,0. 10 ⁻⁶ (hexaan)	R. Van den Berg et al. (1994)
Dpvc	m ² /d	4,0. 10 ⁻⁹ (op basis van Dpe van hexaan)	R. Van den Berg et al. (1994)
Diffusiecoëfficiënt lucht	m ² /h	3,6. 10 ⁻²	TPHCWG (1999)
Diffusiecoëfficiënt water	m ² /h	3,6. 10 ⁻⁶	TPHCWG (1999)
facing (vee)	-	1	standaard
facinh (vee)	-	1	standaard
fexcr (vee)	-	0	standaard
DARvolw	1/h	5,0. 10 ⁻³	standaard
DARkind	1/h	1,0. 10 ⁻²	standaard
TDloraal	mg/kg d	2,0	TPHCWG (1999)
TDlinhalatoir	mg/kg d	5,26 (Berekend op basis van de TCL)	
TCL	g/m ³	1,84. 10 ⁻²	TPHCWG (1999)
Limiet drinkwater	g/m ³	6,0 (berekend op basis van de TDI)	
Limiet plant toxisch	mg/kg ds	-	
gewasnorm	mg/kg vs	-	
vleesnorm	mg/kg vs	-	
Achtergrond lucht	g/m ³	4,0. 10 ⁻⁷ (hexaan) type II 8,0. 10 ⁻⁷ (hexaan) type III, IV, V	VMM(1999)
Achtergrond voeding	mg/kg dag	0	
Achtergrond inhalatoir	mg/kg dag	1,1. 10 ⁻⁴ (berekend op basis van de achtergrondconcentratie voor hexaan) type II 2,2. 10 ⁻⁴ (berekend op basis van de achtergrondconcentratie voor hexaan) type III, IV, V	

Tabel 7: Alifaten EC >6-8

Parameter	eenheid	Waarde	bron
molmassa	g/mol	100	TPHCWG (1999)
oplosbaarheid	g/m ³	5,4	TPHCWG (1999)
dampdruk	Pa	6,383. 10 ⁻³ (20 °C)	TPHCWG (1999)
Henry-coëfficiënt	Pa m ³ /mol	1,2180. 10 ⁵ (20 °C)	TPHCWG (1999)
Kow	g/g	10 ^{3,60}	RIVM (1999)
Koc	dm ³ /kg	10 ^{3,60}	TPHCWG (1999)
Kd	dm ³ /kg	-	
BCFst	droge stof	-	
BCFwo	droge stof	-	
Dpe	m ² /d	4,0. 10 ⁻⁶ (heptaan)	R. Van den Berg et al. (1994)
Dpvc	m ² /d	4,0. 10 ⁻⁹ (op basis van Dpe van heptaan)	R. Van den Berg et al. (1985)
Diffusiecoëfficiënt lucht	m ² /h	3,6. 10 ⁻²	TPHCWG (1999)
Diffusiecoëfficiënt water	m ² /h	3,6. 10 ⁻⁶	TPHCWG (1999)
facing (vee)	-	1	standaard
facinh (vee)	-	1	standaard
fexcr (vee)	-	0	standaard
DARvolw	1/h	5,0. 10 ⁻³	standaard
DARkind	1/h	1,0. 10 ⁻²	standaard
TDloraal	mg/kg d	2,0	TPHCWG (1999)
TDlinhalatoir	mg/kg d	5,26 (Berekend op basis van de TCL)	
TCL	g/m ³	1,84. 10 ⁻²	TPHCWG (1999)
Limiet drinkwater	g/m ³	5,4 (berekend op basis van de TDI, bijgesteld op basis van de oplosbaarheid)	
Limiet plant toxisch	mg/kg ds	-	
gewasnorm	mg/kg vs	-	
vleesnorm	mg/kg vs	-	
Achtergrond lucht	g/m ³	2,0. 10 ⁻⁷ (octaan) type II 4,0. 10 ⁻⁷ (octaan) type III, IV, V	VMM(1999)
Achtergrond voeding	mg/kg dag	0	
Achtergrond inhalatoir	mg/kg dag	5,5. 10 ⁻⁵ (berekend op basis van de achtergrondconcentratie voor octaan) type II 1,1. 10 ⁻⁴ (berekend op basis van de achtergrondconcentratie voor octaan) type III, IV, V	

Tabel 8: Alifaten EC >8-10

Parameter	eenheid	waarde	bron
molmassa	g/mol	130	TPHCWG (1999)
oplosbaarheid	g/m ³	4,3 · 10 ⁻¹	TPHCWG (1999)
dampdruk	Pa	6,383 · 10 ² (20 °C)	TPHCWG (1999)
Henry-coëfficiënt	Pa m ³ /mol	1,94880 · 10 ⁵ (20 °C)	TPHCWG (1999)
Kow	g/g	10 ^{3,69}	RIVM (1999)
Koc	dm ³ /kg	10 ^{4,50}	TPHCWG (1999)
Kd	dm ³ /kg	-	
BCFst	droge stof	-	
BCFwo	droge stof	-	
Dpe	m ² /d	6,0 · 10 ⁻⁸ (nonaan)	G. Veenendaal et al. (1985)
Dpvc	m ² /d	6,0 · 10 ⁻¹¹ (op basis van Dpe van nonaan)	G. Veenendaal et al. (1985)
Diffusiecoëfficiënt lucht	m ² /h	3,6 · 10 ⁻²	TPHCWG (1999)
Diffusiecoëfficiënt water	m ² /h	3,6 · 10 ⁻⁶	TPHCWG (1999)
facing (vee)	-	1	standaard
facinh (vee)	-	1	standaard
fexcr (vee)	-	0	standaard
DARvolw	1/h	5,0 · 10 ⁻³	standaard
DARkind	1/h	1,0 · 10 ⁻²	standaard
TDloraal	mg/kg d	1,0 · 10 ⁻¹	TPHCWG (1999)
TDlinhalatoir	mg/kg d	2,86 · 10 ⁻¹ (Berekend op basis van de TCL)	
TCL	g/m ³	1,0 · 10 ⁻³	TPHCWG (1999)
Limiet drinkwater	g/m ³	3,0 · 10 ⁻¹ (berekend op basis van de TDI)	
Limiet plant toxisch	mg/kg ds	-	
gewasnorm	mg/kg vs	-	
vleesnorm	mg/kg vs	-	
Achtergrond lucht	g/m ³	1,0 · 10 ⁻⁷ (nonaan) type II 3,3 · 10 ⁻⁷ (nonaan) type III 3,8 · 10 ⁻⁷ (nonaan) type IV, V	VMM(1999)
Achtergrond voeding	mg/kg dag	0	
Achtergrond inhalatoir	mg/kg dag	2,86 · 10 ⁻⁵ (berekend op basis van de achtergrondconcentratie voor nonaan) type II 9,43 · 10 ⁻⁵ (berekend op basis van de achtergrondconcentratie	

Parameter	eenheid	waarde	bron
		voor nonaan) type III 1,09. 10 ⁻⁴ (berekend op basis van de achtergrondconcentratie voor nonaan) type IV, type V	

Tabel 9: Alifaten EC >10-12

Parameter	eenheid	waarde	bron
molmassa	g/mol	160	TPHCWG (1999)
oplosbaarheid	g/m ³	3,4. 10 ⁻²	TPHCWG (1999)
dampdruk	Pa	6,383. 10 ¹ (20 C)	TPHCWG (1999)
Henry-coëfficiënt	Pa m ³ /mol	2,9232. 10 ⁵ (20 C)	TPHCWG (1999)
Kow	g/g	10 ^{3,76}	RIVM (1999)
Koc	dm ³ /kg	10 ^{5,40}	TPHCWG (1999)
Kd	dm ³ /kg	-	
BCFst	droge stof	-	
BCFwo	droge stof	-	
Dpe	m ² /d	6,0. 10 ⁻⁸ (nonaan)	G. Veenendaal et al. (1985)
Dpvc	m ² /d	6,0. 10 ⁻¹¹ (op basis van Dpe van nonaan)	G. Veenendaal et al. (1985)
Diffusiecoëfficiënt lucht	m ² /h	3,6. 10 ⁻²	TPHCWG (1999)
Diffusiecoëfficiënt water	m ² /h	3,6. 10 ⁻⁶	TPHCWG (1999)
facing (vee)	-	1	standaard
facinh (vee)	-	1	standaard
fexcr (vee)	-	0	standaard
DARvolw	1/h	5,0. 10 ⁻³	standaard
DARkind	1/h	1,0. 10 ⁻²	standaard
TDloraal	mg/kg d	1,0. 10 ⁻¹	TPHCWG (1999)
TDlinhalatoir	mg/kg d	2,86. 10 ⁻¹ (Berekend op basis van de TCL)	
TCL	g/m ³	1,0. 10 ⁻³	TPHCWG (1999)
Limiet drinkwater	g/m ³	3,4. 10 ⁻² (berekend op basis van de TDI, bijgesteld op basis van de oplosbaarheid)	
Limiet plant toxisch	mg/kg ds	-	
gewasnorm	mg/kg vs	-	
vleesnorm	mg/kg vs	-	
Achtergrond lucht	g/m ³	0	
Achtergrond voeding	mg/kg dag	0	
Achtergrond inhalatoir	mg/kg dag	0	

Tabel 10: Alifaten EC >12-16

Parameter	eenheid	waarde	bron
molmassa	g/mol	200	TPHCWG (1999)
oplosbaarheid	g/m ³	7,6. 10 ⁻⁴ 3,26. 10 ⁻²	TPHCWG (1999) colloïdvorming
dampdruk	Pa	4,86 (20 °C)	TPHCWG (1999)
Henry-coëfficiënt	Pa m ³ /mol	1,266721. 10 ⁶ (20 °C)	TPHCWG (1999)
Kow	g/g	10 ^{3,85}	RIVM (1999)
Koc	dm ³ /kg	10 ^{6,70}	TPHCWG (1999)
Kd	dm ³ /kg	-	
BCFst	droge stof	-	
BCFwo	droge stof	-	
Dpe	m ² /d	6,0. 10 ⁻⁸ (nonaan)	G. Veenendaal et al. (1985)
Dpvc	m ² /d	6,0. 10 ⁻¹¹ (op basis van Dpe van nonaan)	G. Veenendaal et al. (1985)
Diffusiecoëfficiënt lucht	m ² /h	3,6. 10 ⁻²	TPHCWG (1999)
Diffusiecoëfficiënt water	m ² /h	3,6. 10 ⁻⁶	TPHCWG (1999)
facing (vee)	-	1	standaard
facinh (vee)	-	1	standaard
fexcr (vee)	-	0	standaard
DARvolw	1/h	5,0. 10 ⁻³	standaard
DARkind	1/h	1,0. 10 ⁻²	standaard
TDloraal	mg/kg d	1,0. 10 ⁻¹	TPHCWG (1999)
TDlinhalatoir	mg/kg d	2,86. 10 ⁻¹ (berekend op basis van de TCL)	
TCL	g/m ³	1,0. 10 ⁻³	TPHCWG (1999)
Limiet drinkwater	g/m ³	7,6 . 10 ⁻⁴ (berekend op basis van de TDI, bijgesteld op basis van de oplosbaarheid)	
Limiet plant toxisch	mg/kg ds	-	
gewasnorm	mg/kg vs	-	
vleesnorm	mg/kg vs	-	
Achtergrond lucht	g/m ³	0	
Achtergrond voeding	mg/kg dag	0	
Achtergrond inhalatoir	mg/kg dag	0	

Tabel 11: Alifaten EC >16-21

Parameter	eenheid	waarde	bron
molmassa	g/mol	270	TPHCWG (1999)
oplosbaarheid	g/m ³	2,5. 10 ⁻⁶ 4,4. 10 ⁻²	TPHCWG (1999) colloïdvorming
dampdruk	Pa	1,11. 10 ⁻¹ (20 °C)	TPHCWG (1999)
Henry-coëfficiënt	Pa m ³ /mol	1,1936409. 10 ⁷ (20 °C)	TPHCWG (1999)
Kow	g/g	10 ^{3,97}	RIVM (1999)
Koc	dm ³ /kg	10 ^{8,80}	TPHCWG (1999)
Kd	dm ³ /kg	-	
BCFst	droge stof	-	
BCFwo	droge stof	-	
Dpe	m ² /d	6,0. 10 ⁻⁸ (nonaan)	G. Veenendaal et al. (1985)
Dpvc	m ² /d	6,0. 10 ⁻¹¹ (op basis van Dpe van nonaan)	G. Veenendaal et al. (1985)
Diffusiecoëfficiënt lucht	m ² /h	3,6. 10 ⁻²	TPHCWG (1999)
Diffusiecoëfficiënt water	m ² /h	3,6. 10 ⁻⁶	TPHCWG (1999)
facing (vee)	-	1	standaard
facinh (vee)	-	1	standaard
fexcr (vee)	-	0	standaard
DARvolw	1/h	5,0. 10 ⁻³	standaard
DARkind	1/h	1,0. 10 ⁻²	standaard
TDloraal	mg/kg d	2,0	TPHCWG (1999)
TDlinhalatoir	mg/kg d	-	
TCL	g/m ³	-	
Limiet drinkwater	g/m ³	2,5. 10 ⁻⁶ (berekend op basis van de TDI, bijgesteld op basis van de oplosbaarheid)	
Limiet plant toxisch	mg/kg ds	-	
gewasnorm	mg/kg vs	-	
vleesnorm	mg/kg vs	-	
Achtergrond lucht	g/m ³	0	
Achtergrond voeding	mg/kg dag	0	
Achtergrond inhalatoir	mg/kg dag	0	

Tabel 12: Aromaten EC >8-10

Parameter	eenheid	waarde	bron
molmassa	g/mol	120	TPHCWG (1999)
oplosbaarheid	g/m ³	65	TPHCWG (1999)
dampdruk	Pa	6,38. 10 ⁻² (20 °C)	TPHCWG (1999)
Henry-coëfficiënt	Pa m ³ /mol	1,169. 10 ⁻³ (20 °C)	TPHCWG (1999)
Kow	g/g	10 ^{3,55}	RIVM (1999)
Koc	dm ³ /kg	10 ^{3,20}	TPHCWG (1999)
Kd	dm ³ /kg	-	
BCFst	droge stof	-	
BCFwo	droge stof	-	
Dpe	m ² /d	2,1. 10 ⁻⁶ (ethylbenzeen)	R. Van den Berg et al. (1994)
Dpvc	m ² /d	2,1. 10 ⁻⁹ (op basis van Dpe van ethylbenzeen)	R. Van den Berg et al. (1994)
Diffusiecoëfficiënt lucht	m ² /h	3,6. 10 ⁻²	TPHCWG (1999)
Diffusiecoëfficiënt water	m ² /h	3,6. 10 ⁻⁶	TPHCWG (1999)
facing (vee)	-	1	standaard
facinh (vee)	-	1	standaard
fexcr (vee)	-	0	standaard
DARvolw	1/h	5,0. 10 ⁻³	standaard
DARkind	1/h	1,0. 10 ⁻²	standaard
TDloraal	mg/kg d	4,0. 10 ⁻²	TPHCWG (1999)
TDlinhalatoir	mg/kg d	5,71. 10 ⁻² (Berekend op basis van de TCL)	
TCL	g/m ³	2,0. 10 ⁻⁴	TPHCWG (1999)
Limiet drinkwater	g/m ³	1,20. 10 ⁻¹ (berekend op basis van de TDI)	
Limiet plant toxisch	mg/kg ds	-	
gewasnorm	mg/kg vs	-	
vleesnorm	mg/kg vs	-	
Achtergrond lucht	g/m ³	6,0. 10 ⁻⁷ (ethylbenzeen) type II 1,0. 10 ⁻⁶ (ethylbenzeen) type III, type IV, V	VMM(1999)
Achtergrond voeding	mg/kg dag	0	
Achtergrond inhalatoir	mg/kg dag	1,71. 10 ⁻⁴ (berekend op basis van de achtergrondconcentratie voor ethylbenzeen) type II 2,86. 10 ⁻⁵ (berekend op basis van de achtergrondconcentratie voor ethylbenzeen) type III, type IV, type V	

Tabel 13: Aromaten EC >10-12

Parameter	eenheid	waarde	bron
molmassa	g/mol	130	TPHCWG (1999)
oplosbaarheid	g/m ³	25	TPHCWG (1999)
dampdruk	Pa	6,38. 10 ¹ (20 °C)	TPHCWG (1999)
Henry-coëfficiënt	Pa m ³ /mol	3,41. 10 ² (20 °C)	TPHCWG (1999)
Kow	g/g	10 ^{3,58}	RIVM (1999)
Koc	dm ³ /kg	10 ^{3,40}	TPHCWG (1999)
Kd	dm ³ /kg	-	
BCFst	droge stof	-	
BCFwo	droge stof	-	
Dpe	m ² /d	2,1. 10 ⁻⁶ (ethylbenzeen)	R. Van den Berg et al. (1994)
Dpvc	m ² /d	2,1. 10 ⁻⁹ (op basis van Dpe van ethylbenzeen)	R. Van den Berg et al. (1994)
Diffusiecoëfficiënt lucht	m ² /h	3,6. 10 ⁻²	TPHCWG (1999)
Diffusiecoëfficiënt water	m ² /h	3,6. 10 ⁻⁶	TPHCWG (1999)
facing (vee)	-	1	standaard
facinh (vee)	-	1	standaard
fexcr (vee)	-	0	standaard
DARvolw	1/h	5,0. 10 ⁻³	standaard
DARkind	1/h	1,0. 10 ⁻²	standaard
TDloraal	mg/kg d	4,0. 10 ⁻²	TPHCWG (1999)
TDlinhalatoir	mg/kg d	5,71. 10 ⁻² (Berekend op basis van de TCL)	
TCL	g/m ³	2,0. 10 ⁻⁴	TPHCWG (1999)
Limiet drinkwater	g/m ³	1,20. 10 ⁻¹ (berekend op basis van de TDI)	
Limiet plant toxisch	mg/kg ds	-	
gewasnorm	mg/kg vs	-	
vleesnorm	mg/kg vs	-	
Achtergrond lucht	g/m ³	0	
Achtergrond voeding	mg/kg dag	0	
Achtergrond inhalatoir	mg/kg dag	0	

Tabel 14: Aromaten EC >12-16

Parameter	eenheid	waarde	bron
molmassa	g/mol	150	TPHCWG (1999)
oplosbaarheid	g/m ³	5,8 28,8	TPHCWG (1999) colloidvorming
dampdruk	Pa	4,86 (20 °C)	TPHCWG (1999)
Henry-coëfficiënt	Pa m ³ /mol	1,29. 10 ⁻² (20 °C)	TPHCWG (1999)
Kow	g/g	10 ^{3,61}	RIVM (1999)
Koc	dm ³ /kg	10 ^{3,70}	TPHCWG (1999)
Kd	dm ³ /kg	-	
BCFst	droge stof	-	
BCFwo	droge stof	-	
Dpe	m ² /d	2,1. 10 ⁻⁶ (ethylbenzeen)	R. Van den Berg et al. (1994)
Dpvc	m ² /d	2,1. 10 ⁻⁹ (op basis van Dpe van ethylbenzeen)	R. Van den Berg et al. (1994)
Diffusiecoëfficiënt lucht	m ² /h	3,6. 10 ⁻²	TPHCWG (1999)
Diffusiecoëfficiënt water	m ² /h	3,6. 10 ⁻⁶	TPHCWG (1999)
facing (vee)	-	1	standaard
facinh (vee)	-	1	standaard
fexcr (vee)	-	0	standaard
DARvolw	1/h	5,0. 10 ⁻³	standaard
DARkind	1/h	1,0. 10 ⁻²	standaard
TDloraal	mg/kg d	4,0. 10 ⁻²	TPHCWG (1999)
TDlinhalatoir	mg/kg d	5,71. 10 ⁻² (Berekend op basis van de TCL)	
TCL	g/m ³	2,0. 10 ⁻⁴	TPHCWG (1999)
Limiet drinkwater	g/m ³	1,20. 10 ⁻¹ (berekend op basis van de TDI)	
Limiet plant toxisch	mg/kg ds	-	
gewasnorm	mg/kg vs	-	
vleesnorm	mg/kg vs	-	
Achtergrond lucht	g/m ³	0	
Achtergrond voeding	mg/kg dag	0	
Achtergrond inhalatoir	mg/kg dag	0	

Tabel 15: Aromaten EC >16-21

Parameter	eenheid	waarde	bron
molmassa	g/mol	190	TPHCWG (1999)
oplosbaarheid	g/m ³	6,5. 10 ⁻¹ 36,5	TPHCWG (1999) colloidvorming
dampdruk	Pa	1,11 . 10 ⁻¹ (20 °C)	TPHCWG (1999)
Henry-coëfficiënt	Pa m ³ /mol	3,16. 10 ¹ (20 °C)	TPHCWG (1999)
Kow	g/g	10 ^{3,66}	RIVM (1999)
Koc	dm ³ /kg	10 ^{4,2}	TPHCWG (1999)
Kd	dm ³ /kg	-	
BCFst	droge stof	-	
BCFwo	droge stof	-	
Dpe	m ² /d	2,0. 10 ⁻⁷ (pyreen)	R. Van den Berg et al. (1994)
Dpvc	m ² /d	2,0. 10 ⁻¹⁰ (op basis van Dpe van pyreen)	R. Van den Berg et al. (1994)
Diffusiecoëfficiënt lucht	m ² /h	3,6. 10 ⁻²	TPHCWG (1999)
Diffusiecoëfficiënt water	m ² /h	3,6. 10 ⁻⁶	TPHCWG (1999)
facing (vee)	-	1	standaard
facinh (vee)	-	1	standaard
fexcr (vee)	-	0	standaard
DARvolw	1/h	5,0. 10 ⁻³	standaard
DARkind	1/h	1,0. 10 ⁻²	standaard
TDloraal	mg/kg d	3,0. 10 ⁻²	TPHCWG (1999)
TDlinhalatoir	mg/kg d	-	
TCL	g/m ³	-	TPHCWG (1999)
Limiet drinkwater	g/m ³	9,0. 10 ⁻² (berekend op basis van de TDI)	
Limiet plant toxisch	mg/kg ds	-	
gewasnorm	mg/kg vs	-	
vleesnorm	mg/kg vs	-	
Achtergrond lucht	g/m ³	0	
Achtergrond voeding	mg/kg dag	2,3. 10 ⁻⁵	Vermeire (1993)
Achtergrond inhalatoir	mg/kg dag	4,0. 10 ⁻⁵	WHO (1998)

Tabel 16: Aromaten EC >21-35

Parameter	eenheid	waarde	bron
molmassa	g/mol	240	TPHCWG (1999)
oplosbaarheid	g/m ³	6,6. 10 ⁻³ 4,608. 10 ¹	TPHCWG (1999) colloidvorming
dampdruk	Pa	4,458 . 10 ⁻⁵ (20 C)	TPHCWG (1999)
Henry-coëfficiënt	Pa m ³ /mol	1,6321 (20 C)	TPHCWG (1999)
Kow	g/g	10 ^{3,74}	RIVM (1999)
Koc	dm ³ /kg	10 ^{5,1}	TPHCWG (1999)
Kd	dm ³ /kg	-	
BCFst	droge stof	-	
BCFwo	droge stof	-	
Dpe	m ² /d	2,0. 10 ⁻⁷ (pyreen)	R. Van den Berg et al. (1994)
Dpvc	m ² /d	2,0. 10 ⁻¹⁰ (op basis van Dpe van pyreen)	R. Van den Berg et al. (1994)
Diffusiecoëfficiënt lucht	m ² /h	3,6. 10 ⁻²	TPHCWG (1999)
Diffusiecoëfficiënt water	m ² /h	3,6. 10 ⁻⁶	TPHCWG (1999)
facing (vee)	-	1	standaard
facinh (vee)	-	1	standaard
fexcr (vee)	-	0	standaard
DARvolw	1/h	5,0. 10 ⁻³	standaard
DARkind	1/h	1,0. 10 ⁻²	standaard
TDloraal	mg/kg d	3,0. 10 ⁻²	TPHCWG (1999)
TDlinhalatoir	mg/kg d	-	
TCL	g/m ³	-	TPHCWG (1999)
Limiet drinkwater	g/m ³	6,6. 10 ⁻³ (berekend op basis van de TDI, bijgesteld op basis van de oplosbaarheid)	
Limiet plant toxisch	mg/kg ds	-	
gewasnorm	mg/kg vs	-	
vleesnorm	mg/kg vs	-	
Achtergrond lucht	g/m ³	0	
Achtergrond voeding	mg/kg dag	2,3. 10 ⁻⁵	Vermeire (1993)
Achtergrond inhalatoir	mg/kg dag	4,0. 10 ⁻⁵	WHO (1998)

Bijlage 2: bepalingmethode voor petroleumkoolwaterstoffen (EPK/VPK- methode)

Met het oog op risico-evaluatie kan in het kader van beschrijvend bodemonderzoek bij recente petroleum koolwaterstoffen verontreinigingen een meer diepgaande analyse uitgevoerd worden waarbij gehalten van alifatische en aromatische deelfracties aan normwaarden getoetst worden.

De eerste stap omvat een kwalitatieve en/of semi-kwantitatieve bepaling van de aanwezigheid en de aard van de koolwaterstoffenverontreiniging. Hiervoor wordt de TPK (totale petroleum koolwaterstoffen) identificatiemethode gebruikt. Deze is vooral van belang als de oorsprong van de verontreiniging onbekend is.

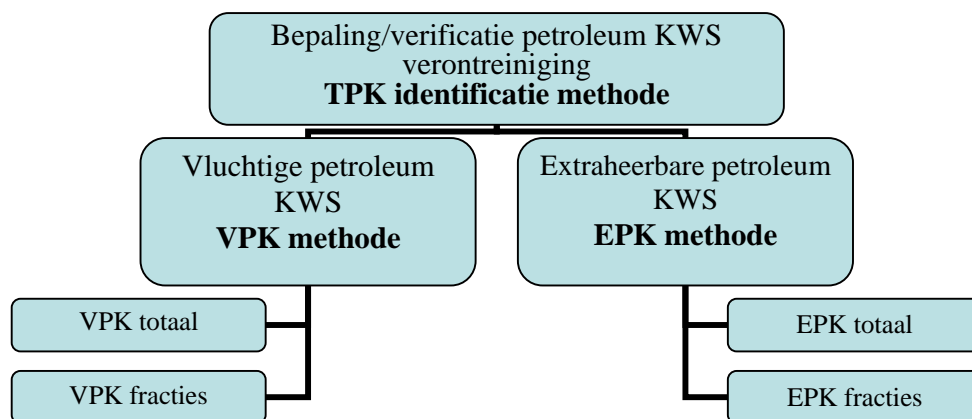
Eens de soort verontreiniging gekend is kan beslist worden welke analysemethode het best geschikt is voor volledige kwantificering. Gaat het om een verontreiniging met vluchtige petroleum KWS (benzine, mineral spirits) dan dient de VPK (vluchtige petroleum koolwaterstoffen) methode gevolgd te worden, die een headspace GC-MS bepaling is.

Gaat het om een verontreiniging met semi-vluchtige en hogere petroleum KWS (kerosine, jet fuels, diesel, stookolie, remolie en andere) dan dient de EPK (extraheerbare petroleum koolwaterstoffen) methode gevolgd te worden, die een GC-FID bepaling is.

Gaat het om een mengsel van vluchtige, semi-vluchtige en hogere petroleum KWS dan dienen beide methoden gevolgd te worden.

Schematisch kan de te volgen analyseprocedure als volgt weergegeven worden:

Figuur 1: analyseprocedure TPK identificatie methode



(§ Opm.: de methodologie is ontleend aan de TPH methode ontwikkeld in de schoot van de Total Petroleum Hydrocarbon Criteria Working Group in de USA.

De **Bepalingsmethode voor Petroleumkoolwaterstoffen** (Methode voor de identificatie van de totale petroleum KWS, EPK-methode en VPK-methode) is te vinden op de website van de VITO:

⇒ <http://www.vito.be/milieu/milieumetingen8a2.htm>.

De resultaten van deze analyses, zijnde de meetwaarden en de chromatogrammen, dienen integraal opgenomen te worden in het bodemonderzoek.

Bijlage 3: stroomschema humane risico-evaluatie

