

**Landelijk inventariserend  
onderzoek MTBE-verontreiniging  
in Nederland**

**Definitief 29 maart 2007**



---

**Landelijk inventariserend  
onderzoek MTBE-verontreiniging in  
Nederland**



## Verantwoording

<b>Titel</b>	Landelijk inventariserend onderzoek MTBE-verontreiniging in Nederland; onderzoek en interpretatie MTBE-data tankstations en depots
<b>Opdrachtgever</b>	VROM, DG Milieu, Directie LMV
<b>Projectleider</b>	Karin Grobben
<b>Auteur(s)</b>	Louise Wipfler en Karin Grobben
<b>Projectnummer</b>	4353225
<b>Aantal pagina's</b>	54 (exclusief bijlagen)
<b>Datum</b>	29 maart 2007
<b>Handtekening</b>	

## Colofon

Tauw bv  
afdeling Bedrijven Bodem  
Handelskade 11  
Postbus 133  
7400 AC Deventer  
Telefoon (0570) 69 99 11  
Fax (0570) 69 96 66

Dit document is eigendom van de opdrachtgever en mag door hem worden gebruikt voor het doel waarvoor het is vervaardigd met inachtneming van de rechten die voortvloeien uit de wetgeving op het gebied van het intellectuele eigendom. De auteursrechten van dit document blijven berusten bij Tauw. Kwaliteit en verbetering van product en proces hebben bij Tauw hoge prioriteit. Tauw hanteert daartoe een managementsysteem dat is gecertificeerd dan wel geaccrediteerd volgens:

- NEN-EN-ISO 9001;
- VCA\*\*-certificering voor veilig werken bij meet- en inspectieactiviteiten en bodemsaneringen, ook in risicogebieden railinfra;



## Inhoud

<b>Verantwoording en colofon</b> .....	<b>5</b>
<b>Managementsamenvatting</b> .....	<b>9</b>
<b>1 Inleiding</b> .....	<b>13</b>
1.1 Fase 1: Dossieronderzoek .....	13
1.2 Fase 2: Onderzoeksstrategie .....	14
1.3 Fase 3: Veld- en laboratoriumonderzoek en interpretatie en extrapolatie onderzoeksgegevens .....	14
1.4 Leeswijzer .....	14
<b>2 Tankstations</b> .....	<b>17</b>
2.1 Opzet onderzoek tankstations en selectie .....	17
2.2 Uitgevoerde werkzaamheden en toetsing .....	18
2.3 Algemeen: toetsing op locatieniveau .....	20
2.4 Algemeen: toetsing op peilbuisniveau .....	21
2.5 Bron: MTBE .....	24
2.5.1 Algemeen .....	24
2.5.2 Effect sluiting op MTBE-concentraties .....	25
2.5.3 Bodembeschermende maatregelen .....	26
2.6 Het (verspreidings-)pad .....	28
2.6.1 Bodemtype .....	28
2.6.2 Grondwaterstand .....	30
2.6.3 Kwel of infiltratie op de locatie .....	31
2.6.4 Bodemsaneringen .....	32
2.6.5 Relatie MTBE en minerale olie .....	35
2.6.6 Relatie MTBE en som BTEX .....	36
2.7 Omgeving .....	37
2.7.1 Locaties gelegen in of nabij grondwaterbeschermingsgebieden .....	37
<b>3 Depots</b> .....	<b>39</b>
<b>4 Landelijk beeld</b> .....	<b>41</b>
4.1 Tankstations .....	41
4.2 Depots .....	43

<b>5</b>	<b>Vergelijking met andere Europese landen</b> .....	<b>45</b>
5.1	Vlaanderen .....	45
5.2	Engeland .....	47
5.2.1	Environment agency for England and Wales .....	47
5.2.2	Institute of Petroleum .....	47
5.2.3	Vergelijking met Nederlandse situatie .....	47
5.3	Denemarken.....	47
<b>6</b>	<b>Conclusies</b> .....	<b>49</b>
<b>7</b>	<b>Aanbevelingen</b> .....	<b>53</b>

**Bijlage(n)**

1. Inventariserend landelijk onderzoek MTBE fase 1, dossieronderzoek  
Tauw-kenmerk R001-4353225KRO-pla-V04-NL
2. Analyseresultaten (geanonimiseerd)
3. Locatiekenmerken (geanonimiseerd)
4. Onderzoeksstrategie
5. Leden van de begeleidingscommissie



---

## Managementsamenvatting

### *Aanleiding en doel van het onderzoek*

Methyl *tertiar*-Butyl Ether (MTBE) wordt sinds 1984 in Nederland geproduceerd en sinds 1988 op grote schaal toegevoegd aan benzine als loodvervanger. MTBE als toevoeging van benzine wordt in Europa vooral toegepast om het octaangetal op voldoende niveau te houden.

MTBE is begin 2001 in Nederland op de politieke agenda gekomen als gevolg van berichten uit de VS over de mogelijke gevolgen van deze stof voor het drinkwater en de veronderstelde gevaren voor de volksgezondheid.

Naar aanleiding van vragen in de Tweede Kamer over dit onderwerp heeft het ministerie van VROM besloten een landelijk inventariserend onderzoek te doen naar het voorkomen van MTBE-verontreiniging in Nederland. Daarnaast heeft het ministerie van VROM het RIVM in een separaat project opdracht gegeven goed onderbouwde risicogrenswaarden af te leiden voor MTBE in bodem, sediment, grondwater, oppervlaktewater, drinkwater en voor drinkwaterbereiding (zie RIVM-rapport 711701039/2004).

De primaire doelstelling van het landelijk inventariserend onderzoek was om een zo representatief mogelijk beeld te schetsen van met name het aantal tankstations in Nederland waar sprake zou kunnen zijn van MTBE in het grondwater en van de omvang van de MTBE-problematiek in Nederland.

Het Landelijk Inventariserend Onderzoek MTBE heeft bestaan uit de volgende drie fasen:

- Fase 1: uitvoeren van een uitgebreid dossieronderzoek
- Fase 2: opstellen van een voorstel voor veld- en laboratoriumonderzoek op basis van een hypothese ten aanzien het kunnen voorkomen van MTBE in het grondwater
- Fase 3: toetsen van de opgestelde hypothese door uitvoering van het veld- en laboratoriumonderzoek en het maken van een vertaalslag vanuit de verkregen resultaten naar een landelijk beeld

Tijdens fase 1 van het project is ondermeer gebleken dat in Nederland circa 6.000 tankstations zijn waar MTBE houdende benzine is of nog wordt verkocht. Circa 2.000 hiervan zijn ná 1991 gesloten en circa 4.000 stations zijn nu nog in gebruik of zijn na 1991 in gebruik genomen. Ook is in deze fase een beeld verkregen van het stofgedrag van MTBE in de bodem en over de situatie in andere landen.

In fase 2 van het project is de onderzoeksstrategie bepaald en is een selectie gemaakt van de in het kader van dit project te onderzoeken locaties. Uitgangspunt is geweest om via een aselechte steekproef circa 1 % van de genoemde 6.000 tankstations te onderzoeken.

In fase 3 is het feitelijke veld- en laboratoriumonderzoek uitgevoerd, zijn de onderzoeksresultaten geïnterpreteerd en geanalyseerd en is op basis van de resultaten een beeld opgesteld van de mogelijke situatie in Nederland.

*Geconcludeerd* wordt dat binnen de aanwezige randvoorwaarden en uitgangspunten voldaan is aan voornoemde primaire doelstelling.

#### *Omvang van de MTBE-verontreiniging in Nederland*

Bij 45 % van de onderzochte tankstations is MTBE in het grondwater aangetroffen in concentraties boven 1 µg/l (toetswaarde). Landelijk gezien betekent dit dat op circa 2.700 locaties MTBE in het grondwater aanwezig zou kunnen zijn in concentraties boven deze toetswaarde.

Bij 28 % van de onderzochte locaties gaat het om concentraties tussen de 1 en 26 µg/l (door het RIVM voorgestelde streefwaarde), bij 15 % van de locatie om concentraties tussen de 26 en 260 µg/l (statistische waarde, 10x door het RIVM voorgestelde streefwaarde) en bij 2 % om concentraties boven de 9.400 µg/l (door het RIVM voorgestelde interventiewaarde).

Indien wordt gekeken naar overschrijding van de door het RIVM voorgestelde streefwaarde voor MTBE (26 µg/l) dan blijkt dat circa 17 % van de onderzochte locaties deze waarde overschrijden. Dit betekent dat op ruim 1.000 tankstations in Nederland sprake zou kunnen zijn van concentraties in het grondwater die de streefwaarde overschrijden.

Met uitzondering van een onbekend aantal 'uitschieters' worden op basis van het onderzoek geen locaties verwacht met overschrijdingen van de door het RIVM voorgestelde interventiewaarde van 9.400 µg/l.

Een mogelijke verklaring hiervoor kan zijn de uitgevoerde bodemsaneringen in de periode na de introductie van MTBE in Nederland (onder andere SUBAT-operatie), waarbij ook een deel van deze mogelijk aanwezige verontreiniging is 'meegesaneerd' en/of de aanwezigheid van bodembeschermende voorzieningen op nagenoeg alle tankstations in Nederland.

De relatieve omvang van de MTBE-problematiek in Nederland lijkt hiermee redelijk in beeld te zijn.

Geconcludeerd wordt dat bij weliswaar een relatief hoog percentage van onderzochte tankstations sprake is van MTBE-verontreiniging (45 %), maar dat de *mate* waarin zich gezondheidsrisico's kunnen voordoen gering (15 % tussen 26-260 µg/l) tot zeer gering is (28 % < 26 µg/l), gelet op de door het RIVM voorgestelde interventiewaarde van 9.400 µg/l.

#### *Omvang van de MTBE-verontreiniging op locatieniveau*

Door het geringe aantal peilbuizen per locatie kunnen geen conclusies worden getrokken over de *omvang* van de MTBE-verontreiniging *op locatieniveau*. Factoren die hierop van invloed zijn, zijn de bodemsamenstelling in relatie tot de heersende hydrologische situatie (kwel/infiltratie), de omvang en soort van eventueel uitgevoerde bodemsaneringen, de aanwezigheid van bodembeschermende voorzieningen en dergelijke.

Van de circa 900 tot ruim 1.000 locaties met een MTBE-concentratie in het grondwater tot boven de door het RIVM voorgestelde streefwaarde van 26 µg/l gaat het om minder dan de helft van dit aantal om een waarneming boven deze concentraties in meer dan één peilfilter, terwijl de absolute concentraties niet meer dan enkele malen de door het RIVM voorgestelde streefwaarde betreffen (tot ruwweg 50 à 100 µg/l).

#### *Relatie grondwaterbeschermingsgebieden*

Ondanks dat slechts één van de onderzochte locaties is gelegen in een grondwaterbeschermingsgebied en één in de nabijheid ervan, is het niet aannemelijk te veronderstellen dat de situatie met betrekking tot de aanwezigheid van MTBE afwijkend zou zijn van het bovengeschetste landelijke beeld. De risicogrenswaarden ten aanzien van smaak en geur voor drinkwater liggen echter op een relatief laag niveau (15 µg/l voor geur en 40 µg/l voor smaak). Dit vormt de aanleiding voor de aanbeveling om in overleg met de oliebranche vervolgonderzoek te doen naar de aanwezigheid van MTBE en de concentraties ervan in het grondwater bij stations gelegen in grondwaterbeschermingsgebieden. Met de resultaten van een dergelijk onderzoek kan meer inzicht worden verkregen in de feitelijke situatie binnen deze beschermingsgebieden.

#### *Overige bevindingen*

Uit het onderzoek kan geen verband worden afgeleid tussen het moment waarop bodembeschermende voorzieningen zijn aangebracht en de concentratie van MTBE in het grondwater. Wel wordt geconcludeerd dat er ondanks de aanwezigheid van bodembeschermende voorzieningen MTBE in het grondwater aanwezig is.

Ten aanzien van de aanwezigheid van MTBE in het grondwater zijn locaties op zandgronden ondervertegenwoordigd ten opzichte van locaties op klei- en veengronden. Een mogelijke verklaring kan zijn dat door een relatief hoge doorlatendheid van zandbodems MTBE zich sneller verspreidt en vermengt met grondwater dan bij klei- en veengronden.

Bij ondiepe grondwaterstanden zijn hogere concentraties MTBE gemeten dan bij diepere grondwaterstanden. Mogelijk dat bij diepere grondwaterstanden vervluchtiging en mogelijke aërobe afbraak van MTBE hierop van invloed is.

De ligging in een kwel- of infiltratiegebied heeft geen invloed op de aanwezigheid van MTBE op een locatie. Uit het onderzoek blijkt dat dit ook opgaat voor het al dan niet gesaneerd zijn van een locatie. Wel kunnen/zullen recent uitgevoerde saneringen (na circa 1990) of een infiltratie dan wel kwelsituatie van invloed zijn op de omvang van de nog aanwezige MTBE-verontreiniging op een locatie. Dit is met het uitgevoerde onderzoek echter niet vastgesteld.

Aan eventueel aanwezige concentraties aan minerale olie of aromaten in het grondwater op een locatie kunnen geen conclusies worden verbonden ten aanzien van mogelijke concentraties aan MTBE. De reden hiervoor is een (doorgaands) verschillend tijdstip van het ontstaan van een minerale-olie- en/of aromatenverontreiniging ten opzichte van die van een MTBE-verontreiniging in combinatie met verschillen in verspreidings- en afbraakprocessen.

Aanbevolen wordt om bij situaties waarbij melding wordt gemaakt van voorvallen en/of gebeurtenissen waarbij sprake is van een emissie van minerale olie, bij onderzoek ook aandacht te besteden aan een eventuele aanwezigheid van MTBE in het grondwater.

Door het geringe aantal onderzochte opslagdepots (3) kan geen concreet beeld worden gegeven van de mogelijke omvang van de MTBE-problematiek bij opslagdepots. Het zal naar verwachting wel gaan om een hoger percentage qua aantal locaties met aanwezigheid van MTBE ten opzichte van tankstations en om hogere concentraties op locatieniveau. Voor het geven van een totaal beeld van MTBE bij opslagdepots is meer onderzoek noodzakelijk.

In Vlaanderen ligt het percentage van tankstations waar MTBE wordt aangetoond hoger dan in Nederland. Dit geldt in algemene zin ook voor de concentraties aan MTBE in het grondwater. Uit de literatuur blijkt dat in Engeland en Wales het percentage tankstations waar MTBE wordt gemeten zowel hoger als lager kan zijn dan in Nederland. Dit is namelijk afhankelijk van het gehanteerde databestand dat is gebruikt door respectievelijk The Environmental Agency en die van The Institute of Petroleum.

## 1 Inleiding

**Methyl tertiair-Butyl Ether (MTBE) wordt sinds 1984 in Nederland geproduceerd en sinds 1988 op grote schaal toegevoegd aan benzine als loodvervanger om milieuvuiling te verminderen. MTBE als toevoeging van benzine wordt in Europa vooral toegepast om het octaangetal op voldoende niveau te houden. MTBE is begin 2001 in Nederland op de politieke agenda gekomen als gevolg van berichten uit de VS over de mogelijke gevolgen van deze stof voor het drinkwater en de veronderstelde gevaren voor de volksgezondheid. Naar aanleiding van vragen in de Tweede Kamer over dit onderwerp is door het ministerie van VROM een project gestart met als doel om op basis van een literatuur- en veldonderzoek een zo realistisch mogelijk en representatief beeld te schetsen van het aantal tankstations in Nederland waar sprake zou kunnen zijn van Methyl tertiair-Butyl Ether (MTBE) in het grondwater en van de omvang van de MTBE-problematiek in Nederland.**

Het Landelijk Inventariserend Onderzoek MTBE is in drie fasen uitgevoerd:

- Fase 1: Dossieronderzoek
- Fase 2: Opstellen en uitwerken onderzoeksstrategie
- Fase 3: Veld- en laboratoriumonderzoek met interpretatie en extrapolatie onderzoeksgegevens

### 1.1 Fase 1: Dossieronderzoek

In fase 1 van het project is op basis van nationale en internationale beschikbare literatuur, interviews en enquêtes een overzicht gegeven van:

- Het stofgedrag van MTBE
- MTBE in de bodem van Nederland
- Stand van zaken bij andere landen
- Aanbevelingen ten aanzien van veldonderzoek en representativiteit

De resultaten van dit onderzoek zijn integraal opgenomen in bijlage 1 van dit rapport onder de titel 'Inventariserend Landelijk Onderzoek MTBE, fase 1, dossieronderzoek, 20 juni 2005', Tauw-kenmerk R001-4353225KRO-pla-V04-NL.

Tijdens deze inventarisatie is onder andere gebleken dat in Nederland ongeveer 6.000 (deels voormalige) tankstations aanwezig zijn, waar MTBE mogelijk in het grondwater kan zijn terechtgekomen. Dit zijn tankstations waarbij MTBE-houdende benzine is verkocht of in het verleden is verkocht. Deze locaties zijn na de grootschalige introductie en toepassing van MTBE in benzine nog in gebruik geweest en bestaan uit circa 4.000 nu nog in gebruik zijnde tankstations of na 1991 in gebruik genomen en 2.000 historische locaties (gesloten ná 1991).

De kans dat bij bovengenoemde tankstations daadwerkelijk een verontreiniging met MTBE aanwezig is, is onderzocht. Hierbij is bij circa 1 % van bovengenoemde 6.000 tankstations veld- en laboratoriumonderzoek uitgevoerd om op basis hiervan een representatief beeld van de aanwezigheid van MTBE op te kunnen stellen.

## **1.2 Fase 2: Onderzoeksstrategie**

In fase 2 is de onderzoeksstrategie uitgewerkt voor het verkrijgen van een landelijk beeld. Van de circa 6.000 open en gesloten tankstations, zijn at random 57 te onderzoeken locaties geselecteerd en een aantal reserve locaties aangewezen. Uitgangspunt hierbij was het verkrijgen van een zo representatief mogelijk beeld van de aanwezigheid van MTBE in de Nederlandse bodem (en het grondwater) ter plaatse van tankstations. Daarnaast zijn eveneens at random drie depots geselecteerd. De selectie van de te onderzoeken locaties heeft plaatsgevonden door de leden van de begeleidingcommissie (zie bijlage 5).

## **1.3 Fase 3: Veld- en laboratoriumonderzoek en interpretatie en extrapolatie onderzoeksgegevens**

In fase 3 zijn uiteindelijk 54 tankstations en drie depots onderzocht. Van elke locatie is het grondwater uit circa drie peilbuizen bemonsterd, waarna de grondwatermonsters in het laboratorium zijn geanalyseerd op MTBE, aromaten en minerale olie. De keuze van de te bemonsteren peilbuizen is gericht geweest op het detecteren van MTBE. Van de te onderzoeken locaties is door de betrokken gemeenten vooraf, voor zover aanwezig, bodeminformatie toegestuurd aan Tauw.

Na uitvoering van het veld- en laboratoriumonderzoek zijn de resultaten hiervan geïnterpreteerd en geanalyseerd. De verkregen resultaten zijn vervolgens geëxtrapoléerd naar een landelijk beeld. Er is een inschatting gemaakt van het aantal tankstations met een mogelijk MTBE-probleem en van de omvang van de problematiek in Nederland.

## **1.4 Leeswijzer**

In hoofdstuk 2 van dit rapport is een algemeen beeld gegeven van de opzet en de resultaten van het onderzoek en de relatie tussen de verschillende parameters. In hoofdstuk 3 worden de resultaten van de depots besproken en in hoofdstuk 4 is naar aanleiding van de verzamelde data en interpretatie een zo reëel en representatief mogelijk beeld geschetst van de landelijke MTBE-problematiek. In hoofdstuk 5 is dit beeld vergeleken met de Vlaamse problematiek en voor zover mogelijk met andere Europese landen. Ten slotte zijn in hoofdstuk 6 de belangrijkste conclusies weergegeven en zijn in hoofdstuk 7 aanbevelingen opgenomen.

Bijlage 2 bevat de geanonimiseerde analyseresultaten per locatie. In bijlage 3 zijn in tabelvorm de geanonimiseerde locatiekenmerken weergegeven. In bijlage 4 is een uitgebreide beschrijving van de onderzoeksstrategie opgenomen.

Het onderzoek en deze rapportage is tot stand gekomen onder begeleiding van een deskundige begeleidingscommissie, waarin vertegenwoordigers van belanghebbenden zitting hebben. De samenstelling van deze commissie is in bijlage 5 opgenomen.





## 2 Tankstations

In dit hoofdstuk zijn de verkregen data geïnterpreteerd. De volgende onderzoeksvragen zijn gesteld:

- **Algemeen:** zijn er locatiekenmerken die iets kunnen zeggen over de waarschijnlijkheid van de aanwezigheid van MTBE in het grondwater
- **Bron:** waar en in welke mate is MTBE in de bodem terechtgekomen? En op welke locaties worden verhoogde concentraties MTBE verwacht? Wat is de kans op verontreiniging met MTBE
- **Pad:** hoe en in welke mate heeft de ontstane MTBE-verontreiniging zich verspreid? Welke locatiekenmerken zijn hiervoor verantwoordelijk

Daarbij wordt rekening gehouden met specifieke MTBE-eigenschappen zoals aangegeven in het dossieronderzoek (fase 1 van dit project, Tauw-kenmerk R001-4353225KRO-V04-NL).

Voor analyseresultaten en locatiekenmerken wordt verwezen naar bijlage 2 en 3.

### 2.1 Opzet onderzoek tankstations en selectie

Ten behoeve van het veldonderzoek is via onderstaande procedure een 57-tal representatieve locaties geselecteerd met reservelocaties.

In het voorbereidende stadium is een aantal grotere gemeenten verspreid over Nederland via de vakgroep Bodemsanering van het IPO benaderd met het verzoek medewerking te verlenen aan de landsdekkende inventarisatie. Op basis van geografische spreiding van de gemeenten in Nederland én representatieve bodemtypes is een selectie gemaakt en zijn gemeenten benaderd voor medewerking. Hierbij is één gemeente afgevallen en vervangen door een andere gemeente.

Nadat medewerking is toegezegd is per gemeente (13 gemeenten) een overzicht gemaakt van locaties waar ná 1991 nog een tankstation in gebruik is geweest (zowel open als gesloten tankstations, at random). Bij de selectie van de locaties is gekeken naar het bodemtype en of alle bodemtypes voldoende vertegenwoordigd zijn. Binnen deze onderverdeling is een random selectie gemaakt per gemeente. Deze selectie is gemaakt door een (anonieme) loting uit te voeren door de in de begeleidingsgroep aanwezige branchevertegenwoordigers. Ook zijn per gemeente reservelocaties geselecteerd, voor het geval dat een van de te onderzoeken locaties af valt.

Een uitgebreide beschrijving van de gehanteerde onderzoeksstrategie is opgenomen in bijlage 4. Doel van deze gehanteerde onderzoeksstrategie is een duidelijk en representatief beeld van de Nederlandse MTBE-problematiek te scheppen.

In afwijking van de eerder genoemde 57 te onderzoeken representatieve tankstations zijn er uiteindelijk 54 onderzocht.

Op drie locaties diende, als gevolg van een diepe grondwaterstand, machinaal te worden geboord. Vanwege de aanwezigheid van veel grind was het echter fysiek en kostentechnisch niet mogelijk om op deze locaties (inclusief de reservelocaties) peilbuizen te plaatsen. Deze drie locaties zijn daardoor uitgesloten van het onderzoek.

In de loop van 1988 is in Nederland MTBE geïntroduceerd. Voor dit project is als uitgangspunt genomen dat het daarna nog drie jaar duurt voordat MTBE meetbaar is in het grondwater. Het tankstation moet dus ná 1991 nog in gebruik zijn geweest om meetbare concentraties MTBE te kunnen detecteren.

Om een beeld te krijgen van de verspreidingskans op de locaties is bij de selectie van de tankstations rekening gehouden met het bodemtype ter plaatse:

- (Duin-)zand en veen
- Rivierklei en zand
- Zand
- Zand/löss en rivierklei
- Zeeklei en veen
- Rivierklei

Van elke locatie zijn in principe de volgende additionele gegevens bekend en door de gemeente aangeleverd:

- Grondwaterstand
- Kwel-/infiltratiesituatie
- Ouderdom tankstation
- Open of gesloten tankstation
- Uitgevoerde saneringen, aanvangsdatum, einde van de sanering en uitgevoerde activiteiten
- Aanwezigheid bodembeschermende maatregelen en waar mogelijk jaartal

## **2.2 Uitgevoerde werkzaamheden en toetsing**

In de periode december 2005-februari 2006 zijn in totaal 54 tankstations en drie opslagdepots onderzocht. Iedere locatie is door een medewerker van Tauw bezocht en de aanwezigheid van bruikbare nog te bemonsteren peilbuizen is geïnterpreteerd. Indien geen bruikbare peilbuizen aanwezig waren, zijn door Tauw peilbuizen geplaatst en is minimaal een week later het grondwater bemonsterd. In totaal zijn 33 van de 171 bemonsterde peilbuizen opnieuw geplaatst. Per locatie zijn ten minste drie grondwatermonsters genomen. In principe zijn per locatie peilbuizen gekozen, gelegen in een mogelijke bronlocatie van MTBE (ondergrondse benzinetanks, afleverpunten benzine en dergelijke) of in stroomafwaartse richting van mogelijke bronlocaties.

De exacte ligging van de peilbuizen is echter mede bepaald door plaatselijke omstandigheden als de ligging van vloeistofdichte vloeren en andere fysieke belemmeringen. Deze verschillen per locatie. Per definitie is niet door vloeistofdichte vloeren geboord. Indien een tankstation reeds gesaneerd is of ontmanteld, is de ligging van de monsterpunten zodanig gekozen dat peilbuizen voor zover mogelijk zijn geplaatst of bemonsterd in historische voormalige bronlocaties. Getracht is de kans op het aantreffen van MTBE (indien aanwezig) zo groot mogelijk te laten zijn.

Van 18 peilbuizen is een duplomonster genomen en geanalyseerd.

De grondwatermonsters zijn in het laboratorium van Analytico geanalyseerd op minerale olie, aromatische bestanddelen en MTBE. In een aparte rapportage zijn alle resultaten van de uitgevoerde werkzaamheden en chemische analyses opgenomen.

Twee van de geselecteerde locaties zijn niet bemonsterd, omdat de grondwaterstand te laag was (dieper dan 15 m -mv). Daarvoor zijn andere locaties uit de reserve groep in de plaats bemonsterd. Dit betekent wel dat er ten opzichte van het landelijke beeld, er een bias is ontstaan, het aandeel locaties met een lage grondwaterstand in de geselecteerde groep is geringer dan het aandeel van alle tankstations in Nederland. Verwacht wordt dat dit geen wezenlijke invloed zal hebben op het landelijke beeld.

Er zijn in Nederland nog geen officiële toetsingswaarden voor MTBE beschikbaar. Onderstaande concentraties ten behoeve van de toetsing hebben derhalve geen status. Ten behoeve van interpretatie van de resultaten is echter toch een toetsingskader toegepast. Hierbij zijn de volgende toetswaarden toegepast:

- < 1 µg/l: de waarde van 1 µg/l wordt beschouwd als grenswaarde waar beneden weliswaar meetbare, maar slechts geringe concentraties aan MTBE in het grondwater aanwezig zijn. Het fungeert ook als triggerwaarde voor nader onderzoek bij drinkwater en staat als zodanig opgenomen in het Drinkwaterbesluit
- 1 µg/l-26 µg/l: de concentraties MTBE liggen tussen de grenswaarde en de door het RIVM geadviseerde streefwaarde voor MTBE
- 26 µg/l-260 µg/l: concentraties MTBE boven de door het RIVM geadviseerde streefwaarde, maar beneden 10x S-waarde
- 260 µg/l-9.400 µg/l: concentratie MTBE ligt boven 10x S-waarde, maar nog beneden de door het RIVM geadviseerde interventiewaarde van MTBE
- > 9.400 µg/l: concentratie MTBE ligt boven de door het RIVM geadviseerde interventiewaarde

Als extra toetsingswaarde is bovenstaand de waarde van 260 µg/l (= 10x door het RIVM geadviseerde streefwaarde) geïntroduceerd. Voor de overzichtelijkheid en de presentatie van de resultaten is het zinvol deze extra toetsingswaarde te gebruiken, omdat anders het traject tussen de door het RIVM geadviseerde streefwaarde en interventiewaarde te groot zou worden. Deze toetswaarde heeft derhalve geen enkele milieuhygiënische betekenis.

### 2.3 Algemeen: toetsing op locatieniveau

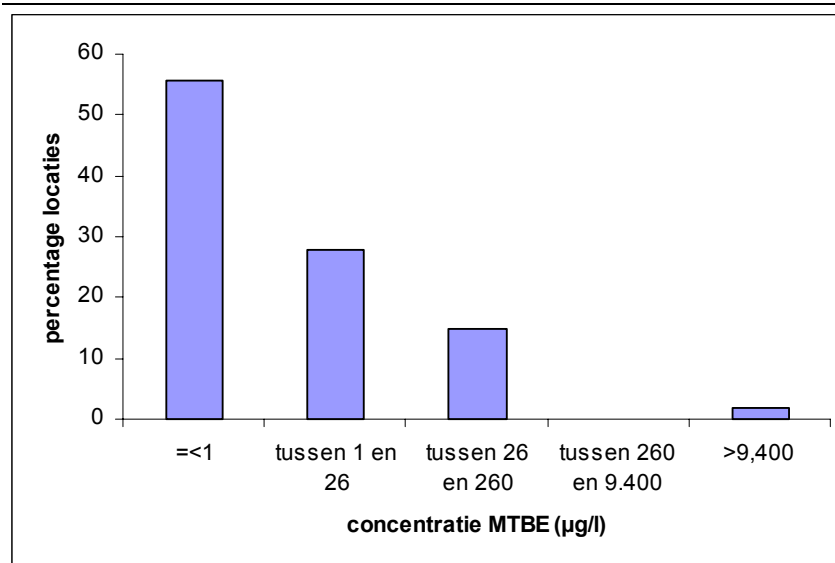
Om een algemeen beeld te krijgen van de problematiek is allereerst voor alle 54 locaties onderzocht wat de maximale MTBE-concentratie is die is gemeten in één van de drie genomen grondwatermonsters.

In tabel 2.1 is weergegeven hoeveel van de locaties onder en boven de hierboven genoemde toetswaarden vallen. In figuur 2.1 is dit in een staafdiagram weergegeven.

**Tabel 2.1 Toetsing hoogst gemeten MTBE-concentratie op de locatie aan toetswaarden**

	Aantal locaties	Percentage locaties
Totaal	54	100
= < 1 µg/l	30	55
Tussen 1 en 26 µg/l	15	28
Tussen 26 en 260 µg/l	8	15
Tussen 260 en 9.400 µg/l	0	0
> 9.400 µg/l	1*	2

\* Betreffende peilbuis op de locatie is twee keer bemonsterd ter bevestiging



**Figuur 2.1** Staafdiagram verdeling locaties naar gemeten hoogste MTBE-concentratie

Uit bovenstaande tabel en staafdiagram valt op te maken dat op 45 % van de locaties MTBE is aangetroffen in het grondwater in concentraties  $\geq 1$  µg/l. Bij 17 % van de onderzochte tankstations ligt de MTBE-concentratie boven de door het RIVM geadviseerde streefwaarde en bij één tankstation is een concentratie MTBE boven de door het RIVM geadviseerde interventiewaarde aangetroffen.

Deze uitschieter van 88.000 µg/l MTBE is geverifieerd door middel van herbemonstering en beoordeling van de toestand van de peilbuis. De peilbuis bleek niet beschadigd of anderszins aangetast en er bleek geen zand onder in het filter aanwezig te zijn. De peilbuis was in goede staat. Bij de herbemonstering bleek de concentratie van MTBE in zelfde orde van grootte te liggen. De hoge concentratie aan MTBE in deze peilbuis is hiermee bevestigd.

Door de direct betrokkenen zijn stappen genomen om nader onderzoek in te stellen naar de grondwaterkwaliteit ter plaatse, en om in overleg met het bevoegde gezag te zoeken naar de juiste weg om met de geconstateerde verhoging om te gaan.

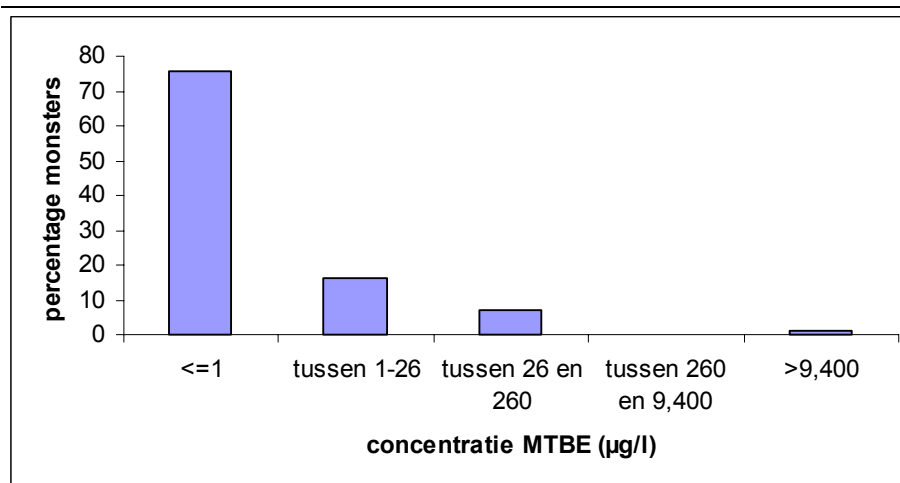
#### **2.4 Algemeen: toetsing op peilbuisniveau**

Wanneer bovenstaande analyse niet op locatieniveau wordt uitgevoerd, maar op afzonderlijk peilbuis- of grondwatermonster niveau, levert dit het volgende beeld op.

**Tabel 2.2 Toetsing MTBE-concentratie gemeten in de peilbuizen aan toetswaarden**

	Aantal monsters	Percentage monsters
Totaal	180	100
=<1 µg/l	136	76
Tussen 1 en 26 µg/l	29	16
Tussen 26 en 260 µg/l	13	7
Tussen 260 en 9.400 µg/l	0	0
> 9.400 µg/l	1*	1

\* Peilbuis twee keer bemonsterd ter bevestiging

**Figuur 2.2 Staafdiagram verdeling concentratie MTBE in peilbuizen**

Indien de resultaten op peilbuisniveau worden geanalyseerd blijkt dat 76 % van alle genomen en geanalyseerde grondwatermonsters in de categorie kleiner of gelijk aan 1 µg/l ligt. Ongeveer 8 % van het totaal aantal monsters heeft een concentratie boven de door het RIVM geadviseerde streefwaarde.

Bovengenoemde waarnemingen verschillen van de analyse op locatieniveau (paragraaf 2.3). Belangrijkste oorzaak hiervoor is dat individuele peilbuizen niet altijd in een mogelijke bronlocatie konden worden geplaatst, maar vaak ook stroomafwaarts hiervan zijn geplaatst. Op locatieniveau is dit over het algemeen wel gebeurd, zodat sprake is van verschillende populaties.

In 18 peilbuizen zijn duplometingen uitgevoerd. Hierbij is het grondwatermonster twee keer uit dezelfde peilbuis genomen en geanalyseerd. Uit onderlinge vergelijking van de resultaten blijkt dat de gemeten duploresultaten allen binnen dezelfde toetsingscategorie vallen. De wijze van bemonstering of analyse heeft dus geen invloed op het uiteindelijke resultaat.

Zoals eerder vermeld zijn 33 van de 171 peilbuizen opnieuw geplaatst. Uit analyse van de resultaten blijkt dat beide groepen gelijk verdeeld over het gehele concentratietraject van MTBE voorkomen. Dit betekent dat het plaatsen van een nieuwe peilbuis geen significant effect heeft op de gemeten concentraties ten opzichte van het gebruik van bestaande peilbuizen.

Om een beeld te krijgen van de relatie tussen de concentraties aan MTBE van de peilbuizen gelegen binnen één locatie, is in tabel 2.3 een overzicht gegeven van uitsluitend die locaties waarvan ten minste één grondwatermonster (de peilbuis met de hoogste waarde) een concentratie boven de door het RIVM geadviseerde streefwaarde bevat. In de tabel is vervolgens aangegeven in welke categorie in dit geval de eerstvolgende hoogste concentratie valt.

**Tabel 2.3 Voor locaties in categorie tussen 26 en 260 µg/l, in welke categorie valt de eerst volgende (hoogste concentratie) peilbuis op deze locatie**

	Aantal locaties	Percentage
Totaal aantal	9	100
Volgende peilbuis in categorie < 1 µg/l	1	11
Volgende peilbuis in categorie ≥1 µg/l en <26 µg/l	4	44
Volgende peilbuis in categorie ≥26 µg/l	4	44

Uit tabel 2.3 blijkt dat in vier van de negen gevallen de concentratie in één van de andere grondwatermonsters op dezelfde locatie, ook in groter is dan 26 µg/l valt. Het aandeel van concentraties < 1 µg/l is relatief laag (11 %) ten opzichte van alle bemonsterde peilbuizen (76 %).

Hoewel vier locaties op een totaal van 54 locaties voor deze analyse vrij laag is, wijst het erop dat wanneer één peilbuis op de locatie een concentratie boven 26 µg/l aanwezig is, de andere grondwatermonsters ook een grotere kans hebben hogere concentraties te meten.

In tabel 2.4 zijn is voor de vier locaties de gemeten MTBE-concentraties per peilbuis aangegeven, en vervolgens is aangegeven waar de MTBE-concentraties zijn gemeten en wat de afstand is tussen de peilbuizen waarvan concentraties > 26 µg/l zijn gemeten.

**Tabel 2.4 Eigenschappen van de vier locaties waarvan in twee peilbuizen MTBE-concentraties zijn gemeten > 26 µg/l**

Locatie	Concentratie 1	Concentratie 2	Concentratie 3	Afstand peilbuizen
1	40 µg/l Afleverzuil	31 µg/l Stroomafw. locatie	0,04 µg/l Benzinetank	30 m
2	98 µg/l Afleverzuil	73 µg/l Benzinetank	4,0 µg/l Stroomafw. locatie	20 m
3	59 µg/l Ontluchting	57 µg/l Stroomafw. locatie	2,1 µg/l Afleverzuil	10 m
4	88.000 µg/l Benzinetank	29 µg/l Stroomafw. locatie	6,5 µg/l Benzinetank	40 m

Uit tabel 2.4 blijkt dat de horizontale omvang waarbij concentraties boven de door het RIVM voorgestelde streefwaarde wordt gemeten varieert van 10 tot minimaal 40 meter in stroomafwaartse richting. Uit verdere analyse van de kenmerken van de vier locaties blijkt dat er geen overeenkomsten zijn in kwel/infiltratie, grondsoort, wel/niet gesaneerd en diepte grondwater en dergelijke.

## 2.5 Bron: MTBE

### 2.5.1 Algemeen

In de hierna volgende beschouwingen zijn de data op locatieniveau (dus tankstation) geïnterpreteerd, immers vanuit tankstationniveau zal de vertaling naar de landelijke problematiek moeten worden gemaakt. De peilbuizen die op één locatie bemonsterd zijn horen bij elkaar en kunnen niet afzonderlijk worden beschouwd en vormen hiermee één populatie.

In deze paragraaf is getracht de vraag te beantwoorden in welke mate MTBE in de bodem terecht is gekomen. En op welke locaties worden verhoogde concentraties MTBE verwacht? Wat is de kans op verontreiniging met MTBE?

Het onderzoek richt zich met name op het effect van sluiting/ontmanteling van tankstations, op de gemeten MTBE-concentraties, en het effect van bodembeschermende maatregelen op de gemeten MTBE-concentraties. Kunnen op gesloten locaties lagere MTBE-concentraties worden verwacht en hebben bodembeschermende maatregelen, en het tijdstip waarop deze zijn aangebracht op de locatie, invloed op de gemeten MTBE-concentraties?



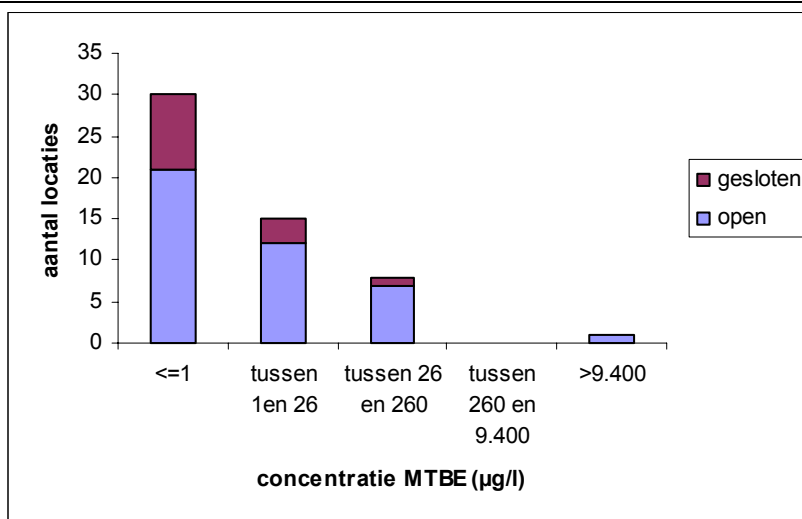
### 2.5.2 Effect sluiting op MTBE-concentraties

Van de onderzochte locaties zijn er 41 nog in gebruik en 13 zijn ontmanteld of gesloten. Op basis van het landelijk beeld zou een verhouding 36:18 tussen respectievelijk open en gesloten stations worden verwacht (zie bijlage 1, fase 1 van het Inventariserend Landelijk Onderzoek MTBE, Tauw-rapport R001-4353225KRO-pla-V04-NL).

De verdeling over de concentratiecategorïën is in tabel 2.5 en in figuur 2.3 weergegeven.

**Tabel 2.5 Toetsing hoogste MTBE-concentratie aan toetswaarde voor locaties die nog in gebruik zijn en gesloten of ontmantelde locaties**

	In gebruik	Percentage in gebruik	Gesloten	Percentage gesloten
Totaal aantal locaties	41	100 %	13	100 %
=<1 µg/l	21	51 %	9	69 %
Tussen 1 en 26 µg/l	12	29 %	3	23 %
Tussen 26 en 260 µg/l	7	17 %	1	8 %
Tussen 260 en 9.400 µg/l	0	0 %	0	0 %
> 9.400 µg/l	1	2 %	0	0 %



**Figuur 2.3 Staafdiagram verdeling locaties naar gemeten hoogste MTBE-concentratie**

Uit de tabel en de figuur kan worden geconcludeerd dat gesloten tankstations een relatief groter aandeel hebben in de lage concentraties en de in gebruik zijnde tankstations een groter aandeel hebben in de hogere concentraties MTBE.

Vier van de gesloten tankstations bevatten concentraties boven de 1 µg/l en één locatie boven de door het RIVM geadviseerde streefwaarde. In tabel 2.6 zijn de specifieke kenmerken van deze vier tankstations vermeld:

**Tabel 2.6 Eigenschappen van de vier gesloten (en ontmantelde) locaties met gemeten MTBE-concentraties > 1 µg/l**

Tankstation	Start	Sluiting	BBM	Sanering	Bodemtype	Conc 1	Conc 2	Conc 3
1	< 1960	Onbekend	?	Geen	Zeeklei en veen	59	57	2,1
2	1990	1998	Ja	Ja, met restverontreinigingen	Zeeklei en veen	1,8	0,02	0,02
3	1965	2000	Ja	Ja, met restverontreinigingen rivierklei	Zand/Löss en rivierklei	2,2	1,7	0,16
4	1962	1995	?	Ja	Zand/Löss en rivierklei	4,7	0,5	0,03

BBM: bodembeschermende maatregelen

Conc.: concentratie MTBE in µg/l

Bij tankstation 1 is op basis van uitgevoerd bodemonderzoek naar minerale olie en vluchtige aromaten door het adviesbureau in 1997 geconcludeerd dat geen saneringsnoodzaak aanwezig was. Tankstations 3 en 4 liggen in dezelfde gemeente.

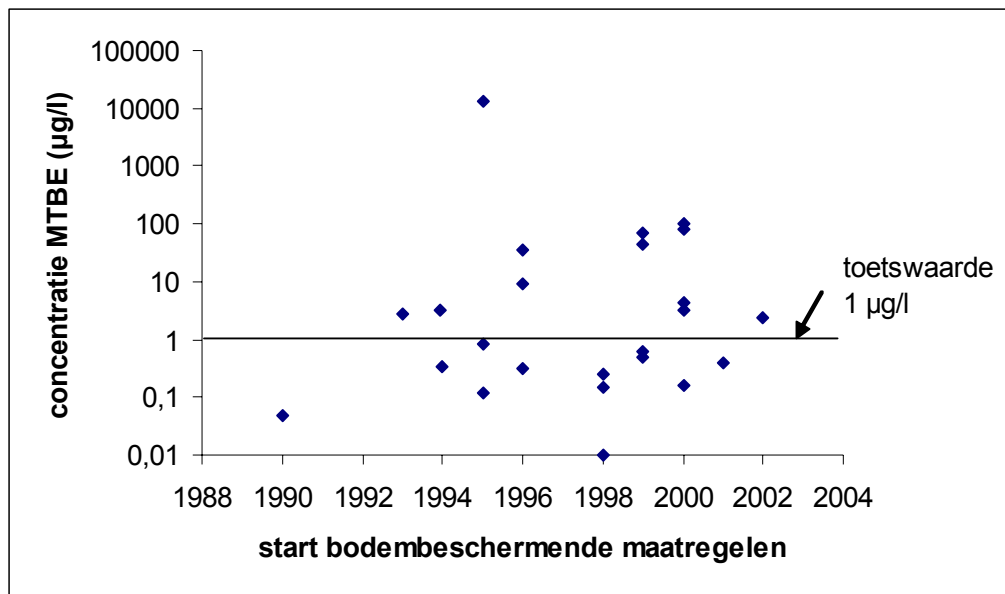
Op basis van bovenstaande informatie kunnen geen eenduidige kenmerken worden gedestilleerd die verklaren waarom concentraties MTBE boven 1 µg/l worden aangetroffen in reeds gesloten (en ontmantelde) tankstations. Een mogelijke verklaring zou kunnen zijn dat de tankstations niet zijn gesaneerd op MTBE en/of dat nalevering van MTBE uit restverontreiniging en kleilagen plaatsvindt.

### 2.5.3 Bodembeschermende maatregelen

Op tankstations is het AMvB Besluit tankstations Milieubeheer van toepassing. In deze AMvB is opgenomen dat tankstations vóór 1 juli 1999 bodembeschermende voorzieningen moeten aanbrengen. De kans op emissie van verontreinigende stoffen moet daarmee in voldoende mate worden tegengegaan.

Het effect van bodembeschermende maatregelen op de MTBE-concentratie in het grondwater is onderzocht door de hoogste MTBE-concentratie op een locatie te vergelijken met de datum waarop de bodembeschermende maatregelen zijn genomen. Van een aantal locaties is deze datum niet bekend. Deze zijn buiten de beschouwing gelaten. In sommige gevallen is er op basis van de rapportages een schatting gemaakt van de datum waarop bodembeschermende maatregelen zijn genomen.

In figuur 2.4 zijn in een puntendiagram de verschillende locaties waarvan de datum waarop bodembeschermende maatregelen zijn genomen bekend is, weergegeven.



**Figuur 2.4 Relatie tussen het aanbrengen van bodembeschermende maatregelen en de hoogste concentratie MTBE**

Uit bovenstaande figuur blijkt dat er geen relatie gelegd kan worden tussen de aanvang van aanleg van de bodembeschermende maatregelen en de aangetroffen concentratie MTBE in het grondwater van de locatie. Het is mogelijk dat bij een tankstation reeds op een eerder tijdstip bodembeschermende maatregelen zijn genomen. Indien dit het geval is, is dit niet bekend en ook niet meegenomen in bovenstaande beschouwing.

Wel kan worden geconcludeerd dat er ondanks de aanwezigheid van bodembeschermende voorzieningen MTBE in het grondwater wordt aangetroffen.

## 2.6 Het (verspreidings-)pad

In deze paragraaf wordt de vraag besproken in hoeverre de in het verleden ontstane MTBE-verontreiniging zich verder heeft verspreid en welke locatiemarken hiervoor in dat geval verantwoordelijk zijn. Daartoe worden de volgende relaties beschouwd:

- MTBE-concentraties en bodemtype
- MTBE-concentraties en grondwaterstand
- MTBE-concentraties en kwel of infiltratie op de locatie
- Effect van saneringen op de MTBE-concentraties
- Relatie minerale olie en BTEX tot de gemeten MTBE-concentraties

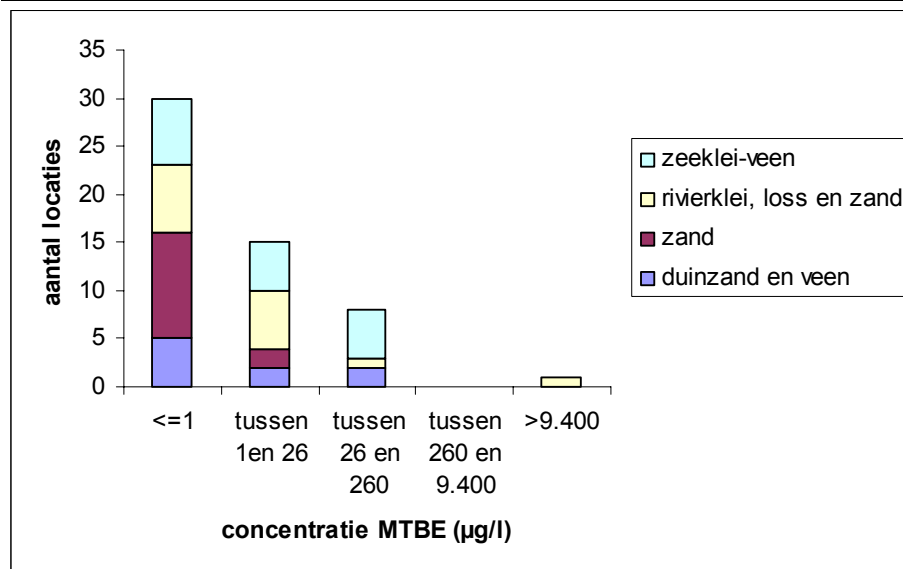
### 2.6.1 Bodemtype

Van de onderzochte locaties liggen er negen in het bodemtype 'duinzand en veen', 13 liggen in het type 'zand', 15 in het type 'zand, löss en rivierklei' en 17 in 'zeeklei-veen'. Er zijn geen locaties gelegen in uitsluitend het bodemtype 'rivierklei'.

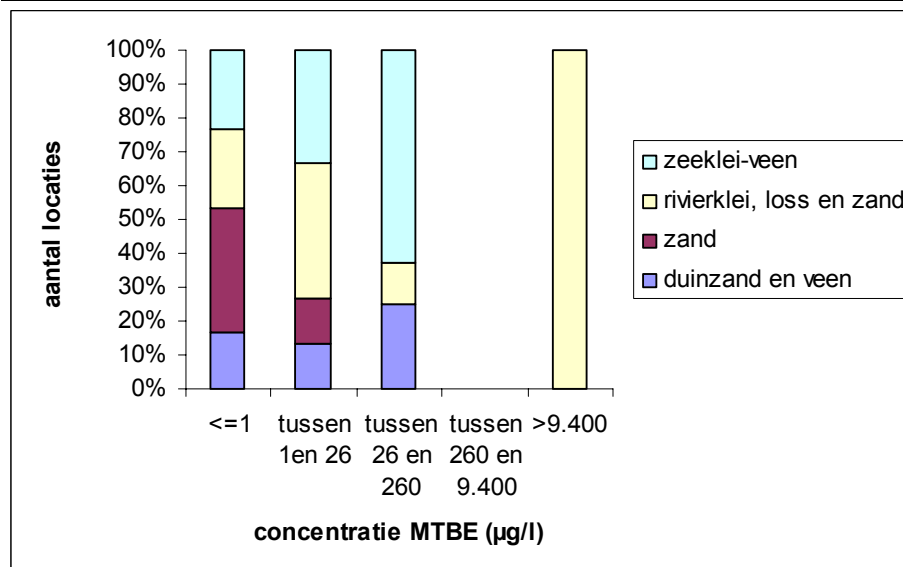
In tabel 2.7 en figuur 2.5 en 2.6 zijn de gemeten MTBE-concentraties per locatie voor elk bodemtype afzonderlijk getoetst aan de toetswaarden. Vanwege het geringe aantal locaties zijn de bodemtypen 'rivierklei en zand' en 'zand/löss en rivierklei' samengevoegd tot één bodemtype.

**Tabel 2.7 Verdeling aantal locaties naar bodemtype (percentages zijn tussen haakjes weergegeven)**

	Duinzand- veen	Zand	Zand löss rivierklei	Zeeklei-veen	Totaal
Totaal aantal locaties	9 (17 %)	13 (24 %)	15 (28 %)	17 (31 %)	54 (100 %)
=<1 µg/l	5 (9 %)	11 (20 %)	7 (13 %)	7 (13 %)	30 (55 %)
Tussen 1 en 26 µg/l	2 (4 %)	1 (2 %)	6 (11 %)	5 (9 %)	15 (26 %)
Tussen 26 en 260 µg/l	2 (4 %)	1 (2 %)	1 (2 %)	5 (9 %)	8 (17 %)
Tussen 260 en 9.400 µg/l	0 (0 %)	0 (0 %)	0 (0 %)	0 (0 %)	0 (0 %)
> 9.400 µg/l	0 (0 %)	0 (0 %)	1 (2 %)	0 (0 %)	1 (2 %)



**Figuur 2.5** Staafdiagram verdeling locaties naar gemeten hoogste MTBE-concentratie per bodemtype



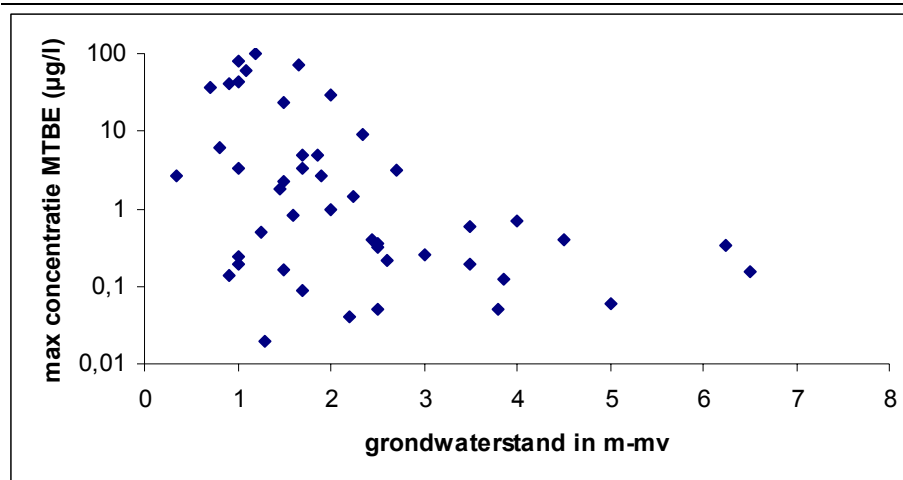
**Figuur 2.6** Staafdiagram percentage locaties van een bodemtype naar gemeten hoogste MTBE-concentratie per MTBE-concentratieklasse

Uit bovenstaande figuren en tabel kan worden geconcludeerd dat het aandeel van het bodemtype zand relatief groot is voor de categorie  $<=1 \mu\text{g/l}$ . In de categorieën met hogere concentraties MTBE neemt het aandeel van zeeklei en rivierklei toe.

Een verklaring hiervoor zou kunnen zijn dat de relatieve grotere doorlatendheden in zand zorgt voor een grotere verspreiding van MTBE en daarmee een verlaging van de concentratie en er is wellicht effect van adsorptie aan/ nalevering vanuit klei. Tevens zou een verklaring kunnen zijn dat eventueel uitgevoerde grondwatersaneringen succesvoller zijn in zandpakketten dan in kleipakketten. De laatste hypothese is getoetst in paragraaf 2.6.4.

### 2.6.2 Grondwaterstand

In onderstaande figuur 2.7 is de relatie weergegeven tussen de gemeten MTBE-concentraties en de grondwaterstand op de locaties. De grondwaterstanden zijn afkomstig uit de rapportages van de veldwerkzaamheden (apart schrijven). Van vier locaties was de grondwaterstand niet bekend. Er zijn twee geselecteerde locaties weggevallen met een lage grondwaterstand. Wanneer een range van grondwaterstanden is gegeven is hiervan de middelste waarde genomen. Voor de leesbaarheid van de figuur is de uitschieter van  $88.000 \mu\text{g/l}$  (grondwaterstand 1,5 m -mv) niet opgenomen in de figuur.



Figuur 2.7 Relatie tussen gemeten maximale concentratie MTBE en de grondwaterstand

Van de onderzochte locaties hebben de meeste een grondwaterstand van minder dan 3 m -mv. De relatief hoge MTBE-concentraties komen voor bij ondiepe grondwaterstanden. Een verklaring hiervoor zou kunnen zijn dat MTBE bij een relatief lange weg naar het grondwater, dus bij diepere grondwaterstand meer gelegenheid heeft te vervluchtigen of wellicht aëroob af te breken. Bij ondiepe grondwaterstand is hiertoe minder gelegenheid.

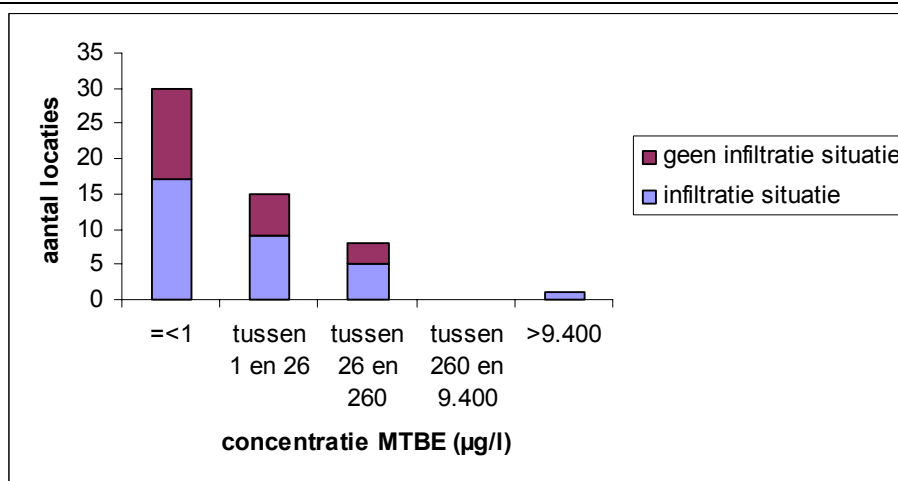
Daarnaast is het zo dat in paragraaf 2.6.1. reeds is geconcludeerd dat relatief hoge concentraties zijn gemeten in kleipakketten. In kleipakketten treft men meestal ook hoge grondwaterstanden aan.

### 2.6.3 Kwel of infiltratie op de locatie

Van de onderzochte locaties liggen er 32 (60 %) op een locatie waar infiltratie van water richting het watervoerend pakket plaatsvindt. Op de andere locaties is een kwelsituatie aanwezig of is geen duidelijke aanwijzing voor kwel of infiltratie (40 %).

**Tabel 2.8 Infiltratiesituatie van grondwater op de locaties**

	Infiltratie situatie	Kwel situatie of geen infiltratie/kwel of onbekend
Totaal aantal locaties	32 (100 %)	22 (100 %)
=<1 µg/l	17 (53 %)	13 (59 %)
Tussen 1 en 26 µg/l	9 (28 %)	6 (27 %)
Tussen 26 en 260 µg/l	5 (16 %)	3 (14 %)
Tussen 260 en 9.400 µg/l	0 (0 %)	0 (0 %)
> 9.400 µg/l	1 (3 %)	0 (0 %)



**Figuur 2.8 Staafdiagram verdeling locaties naar de infiltratie of kwelsituatie**

Uit bovenstaande valt af te leiden dat de ligging van de locatie in een kwel of infiltratiegebied geen of nauwelijks invloed heeft op de gemeten MTBE-concentratie op de locatie. Men zou echter verwachten dat bij een kwelsituatie de concentratie MTBE op locatie hoger zou zijn dan bij infiltratie omdat bij kwel MTBE zich niet verder in verticale richting kan verspreiden. Op basis van de data van dit onderzoek blijkt dat het voor de gemeten MTBE-concentratie op de locatie niet uit maakt of de locatie in een kwel of infiltratie gebied is gelegen.

Uiteraard heeft een kwel- of infiltratiesituatie wel invloed op de omvang in zowel horizontale als verticale richting van een MTBE-verontreiniging. Aangezien MTBE zich nauwelijks aan bodemdeeltjes hecht zal de omvang van een MTBE-verontreiniging groter zijn in infiltratiegebieden dan in kwelgebieden. Deze hypothese is door het geringe aantal peilbuizen per locatie in dit onderzoek niet te toetsen.

#### 2.6.4 Bodemsaneringen

Het effect van uitgevoerde bodemsaneringen van olie en/of aromaten verontreinigingen op de gemeten concentraties MTBE is weergegeven in tabel 2.9 en figuur 2.9 en 2.10. Er is onderscheid gemaakt tussen locaties waar geen sanering is uitgevoerd (totaal 12 locaties), locaties waar alleen een grondsanering is uitgevoerd (totaal 10 locaties), locaties waar zowel een grondsanering als een grondwatersanering is uitgevoerd (totaal 25 locaties) en locaties waarvan het onbekend is of er een grondsanering is uitgevoerd of waarvan onbekend is of er een grondwatersanering is uitgevoerd of beide (totaal zeven locaties).

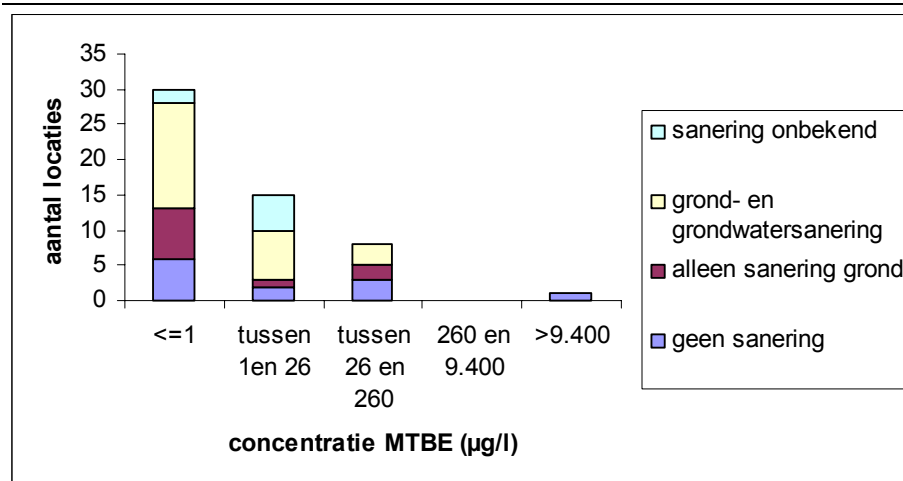
De informatie betreffende de uitgevoerde saneringen is gebaseerd op de geleverde rapporten door de bevoegde gezagen. Wanneer er alleen bemalen is ten behoeve van de grondsanering is dit niet als grondwatersanering geteld. Op één locatie is nog een lopende grondwatersanering.

Deze is bij grond- en grondwatersanering geteld. Opgemerkt dient te worden dat de saneringen uitgevoerd zijn ten behoeve van sanering van minerale olie en/of aromatische oplosmiddelen. Bij geen van de saneringen is gesaneerd op MTBE of is de concentratie aan MTBE in het grondwater gerapporteerd.

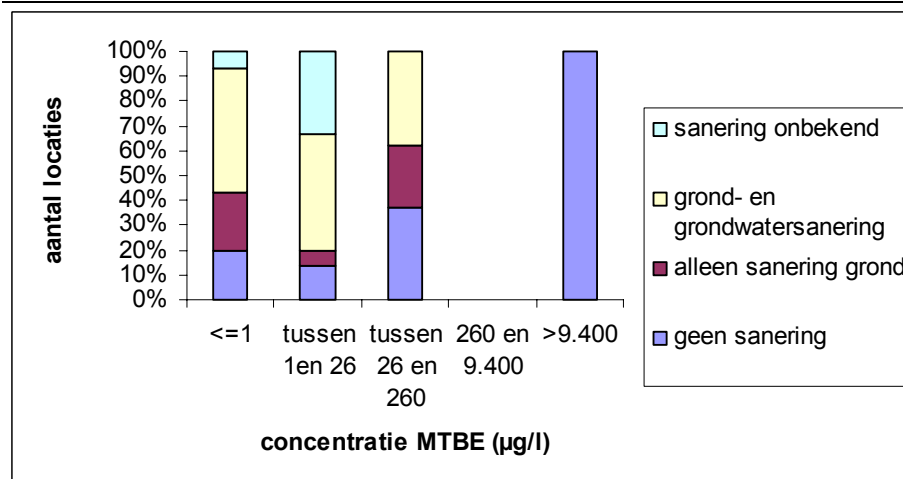
**Tabel 2.9 Verdeling aantal locaties naar uitgevoerde saneringen op de locaties**

	Geen sanering	Alleen grondsanering	Grond en grondwatersanering	Sanering onbekend
Totaal aantal locaties	12 (100 %)	10 (100 %)	25 (100 %)	7 (100 %)
=<1 µg/l	6 (50 %)	7 (70 %)	15 (60 %)	2 (29 %)
Tussen 1 en 26 µg/l	2 (17 %)	1 (10 %)	7 (28 %)	5 (71 %)
Tussen 26 en 260 µg/l	3 (25 %)	2 (20 %)	3 (12 %)	0 (0 %)
Tussen 260 en 9.400 µg/l	0 (0 %)	0 (0 %)	0 (0 %)	0 (0 %)
> 9.400 µg/l	1 (8 %)	0 (0 %)	0 (0 %)	0 (0 %)





**Figuur 2.9** Staafdiagram verdeling locaties naar gemeten hoogste MTBE-concentratie naar uitgevoerde sanering



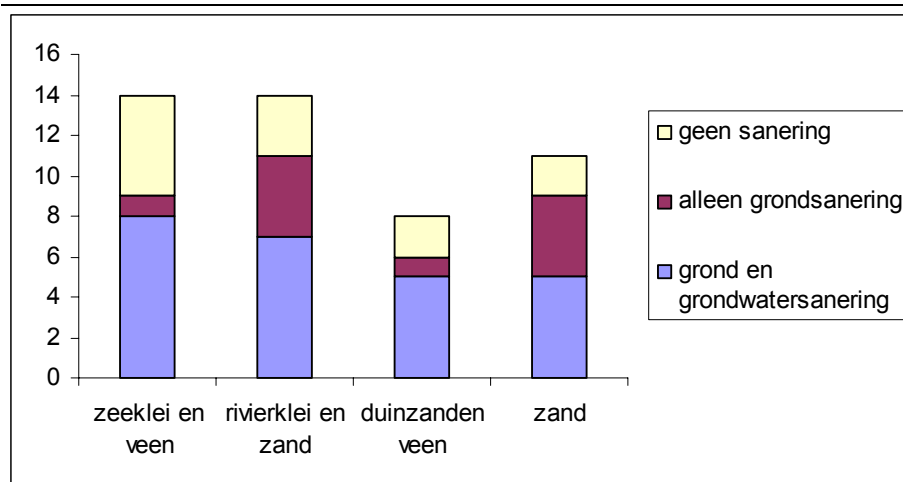
**Figuur 2.10** Staafdiagram verdeling locaties (in percentages) naar gemeten hoogste MTBE-concentratie naar uitgevoerde sanering

Uit bovenstaande tabel en figuren valt geen duidelijke relatie te leggen tussen al dan niet uitgevoerde saneringen en de concentratie aan MTBE. Evenmin is een duidelijk verschil zichtbaar tussen alleen grondsanering uitgevoerd en zowel een grond- als grondwatersanering uitgevoerd.

Om te toetsen of grondwatersaneringen succesvoller zijn in zandpakketten dan in kleipakketten (zie paragraaf 2.6.1) is de relatie tussen bodemtype en saneringsinspanningen onderzocht. In tabel 2.10 is de verdeling van de locaties in bodemtypen gemaakt in relatie tot de saneringsinspanning. In figuur 2.11 is dit in een staafdiagram weergegeven.

**Tabel 2.10 Aantal locaties met een bepaald bodemtype in relatie tot saneringsinspanningen die zijn verricht**

	Grond en grondwatersanering	Alleen grondsanering	Geen sanering	Totaal
Zeeklei en veen	8	1	5	14
Rivierklei en zand	7	4	3	14
Duinzanden veen	5	1	2	8
Zand	5	4	2	11
Totaal	25	10	12	47 (7 onbekend)



**Figuur 2.11 Relatie tussen bodemtype en saneringsplannen**

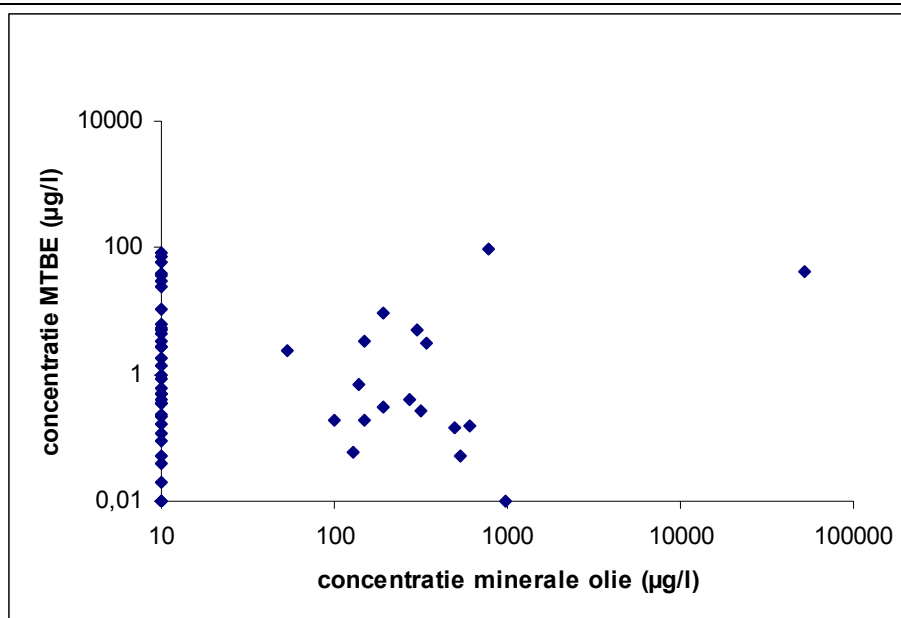
Uit tabel 2.10 en figuur 2.11 kan geen direct verband worden afgeleid tussen de aard van de sanering en het bodemtype.

Hiermee is aangetoond dat de veronderstelling gedaan in paragraaf 2.6.1, namelijk dat de lagere concentraties aan MTBE in zandpakketten mogelijk verklaard zouden kunnen worden door succesvolle bodemsaneringen, niet juist is. Er is geen relatie tussen aard van de sanering en het bodemtype, en er is ook geen relatie tussen uitgevoerde sanering en de concentratie aan MTBE.

Een meer aannemelijke verklaring voor de relatief lage concentraties aan MTBE in zandpakketten (als genoemd in paragraaf 2.5.1) is dat MTBE makkelijker verspreidt in zandpakketten dan in kleipakketten.

### 2.6.5 Relatie MTBE en minerale olie

Per locatie is de maximaal gemeten concentratie MTBE vergeleken met de maximaal gemeten concentratie minerale olie op de locatie. In figuur 2.12 is de gemeten concentratie minerale olie op de x-as uitgezet en de gemeten concentratie MTBE op de y-as. Locaties waar de MTBE-concentratie onder de detectiegrens lag zijn weergegeven met een concentratie van 0,01  $\mu\text{g/l}$  en de locaties waar de minerale olie concentratie onder de detectiegrens lag zijn weergegeven met concentratie 10  $\mu\text{g/l}$  (vanwege de gehanteerde log-schaal).

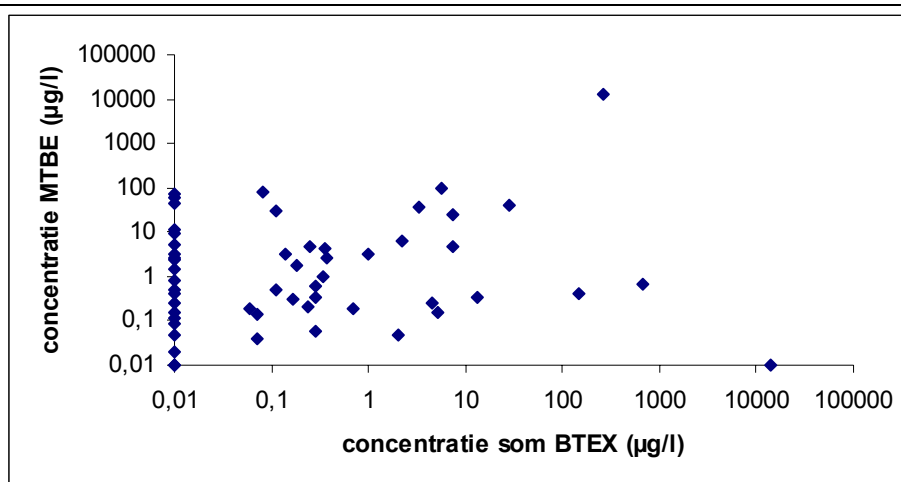


Figuur 2.12 Relatie tussen minerale olie en MTBE. De gemeten concentratie minerale olie op de x-as uitgezet en de gemeten concentratie MTBE op de y-as

Uit figuur 2.12 volgt dat er geen direct verband waarneembaar is tussen de concentratie minerale olie en de concentratie MTBE. Ook bij concentraties lager dan de detectiegrens van minerale olie zijn concentraties aan MTBE tot 100  $\mu\text{g/l}$  waargenomen.

### 2.6.6 Relatie MTBE en som BTEX

Per locatie is de maximaal gemeten concentratie MTBE vergeleken met de maximaal gemeten concentratie (som) BTEX op de locatie. In figuur 2.13 is de gemeten concentratie BTEX op de x-as uitgezet en de gemeten concentratie MTBE op de y-as. Locaties waar de MTBE-concentraties of BTEX-concentraties onder de detectiegrens lagen zijn weergegeven met een concentratie van 0,01 µg/l (vanwege de gehanteerde log-schaal).



**Figuur 2.13** Relatie tussen BTEX en MTBE. De gemeten concentratie minerale olie op de x-as uitgezet en de gemeten concentratie BTEX op de y-as

Uit figuur 2.13 valt geen duidelijke relatie waar te nemen is tussen BTEX-concentraties en MTBE-concentraties. Ook bij concentraties lager dan detectiegrens van BTEX zijn concentraties van MTBE waargenomen tot 100 µg/l.

Dat er geen relatie is tussen minerale olie en BTEX-concentratie enerzijds en de MTBE-concentratie anderzijds kan worden verklaard door een (vaak) verschillend tijdstip van ontstaan van de twee verontreinigingen in combinatie met een verschillende verspreidingsnelheid en afbraaknelheid (zie ook bijlage 1 fase 1, dossieronderzoek, Tauw-rapport R001-4353225KRO-pla-V04-NL voor beschrijving eigenschappen MTBE). Zelfs als er geen concentraties minerale olie of BTEX worden waargenomen, is in veel gevallen wel MTBE gedetecteerd.

## 2.7 Omgeving

### 2.7.1 Locaties gelegen in of nabij grondwaterbeschermingsgebieden

Uit een toetsing van de ligging van de onderzochte locaties in of nabij grondwaterbeschermingsgebieden is gebleken dat één locatie is gelegen in een grondwaterbeschermingsgebied en één locatie in de directe omgeving ervan. Ter plaatse van de locatie gelegen in een grondwaterbeschermingsgebied is de zeer hoge concentratie van 88.000 µg/l MTBE aangetroffen. Ter plaatse van de locatie nabij een grondwaterbeschermingsgebied zijn de concentraties MTBE respectievelijk 0,12, 0,34 en 0,1 µg/l. Voor wat betreft de grondwaterbeschermingsgebieden gaat het om de gebieden gedefinieerd als de 25-jaarszones van drinkwaterwinningen.



### **3 Depots**

Er is, op een totaal van naar schatting 60 depots in Nederland, bij drie opslagdepots grondwater bemonsterd en geanalyseerd volgens dezelfde aanpak als de tankstations.

De maximaal aangetoonde MTBE-concentraties zijn per depot respectievelijk 6.700 µg/l (zeeklei en veen), 360 µg/l (zeeklei en veen) en 3,3 µg/l (duinzand en veen). Dit betekent dat op twee van de drie locaties MTBE-concentraties zijn gemeten boven tien keer de door het RIVM geadviseerde streefwaarde, maar nog niet boven de door het RIVM geadviseerde interventiewaarde.

Kenmerk R002-4353225CMG-sbb-V06-NL

---



## 4 Landelijk beeld

**In dit hoofdstuk wordt een vertaling van de verkregen gegevens gemaakt naar een landelijk beeld van de MTBE-problematiek. Het landelijk beeld is vooralsnog beperkt tot tankstations en depots.**

*Hiertoe is het van belang inzicht te hebben in:*

- Het aantal locaties waar mogelijk sprake kan zijn van een MTBE-verontreiniging (verdachte locaties)
- De kans dat op verdachte locaties ook daadwerkelijk een bodemverontreiniging met MTBE aanwezig is
- De eventuele omvang van die verontreiniging, ook in relatie met grondwaterbeschermingsgebieden

### 4.1 Tankstations

In Nederland zijn ongeveer 6.000 (voormalige) tankstations aanwezig, waar MTBE mogelijkwijs in het grondwater kan zijn terechtgekomen. Deze locaties zijn in ieder geval na de grootschalige introductie en toepassing van MTBE in benzine nog in gebruik geweest en bestaan uit circa 4.000 nu (2006) nog in gebruik zijnde tankstations en 2.000 historische locaties (gesloten ná 1991).

Op deze 6.000 locaties wordt dus MTBE-houdende benzine verkocht of is in het verleden MTBE-houdende benzine verkocht. Dit zijn in principe 'MTBE-verdachte' locaties. Dit zegt echter niets over het feit of er werkelijk een MTBE-verontreiniging aanwezig is.

Circa 1 % van bovengenoemde 6.000 tankstations is in dit onderzoek onderzocht om een zo representatief mogelijk beeld van de aanwezigheid van MTBE in het grondwater ter plaatse van deze verdachte locaties te verkrijgen. Er zijn drie depots en 54 tankstations onderzocht. Van deze tankstations waren er 13 na 1991 gesloten of ontmanteld (24 %). Dit betekent dat het percentage onderzochte nog in gebruik zijnde tankstations circa 1 % was en het percentage onderzochte gesloten tankstations circa 0,6 % is geweest. De verhouding onderzochte open en gesloten tankstations in de onderzoeksgroep was dus niet gelijk aan die van de totale populatie.

#### *Aantal stations met aanwezigheid van MTBE in Nederland*

Bij 45 % van de onderzochte tankstations is MTBE in het grondwater aangetroffen in concentraties boven 1 µg/l. Landelijk gezien betekent dit dat op circa 2.700 locaties MTBE in het grondwater aanwezig zou kunnen zijn in concentraties boven deze toetswaarde. Indien onderscheid wordt gemaakt tussen (nog) in gebruik zijnde stations en de na 1991 gesloten stations volgt dat in 49 % van de open tankstations MTBE boven de 1 µg/l wordt aangetroffen en in 31 % van de gesloten tankstations.

Dit komt neer op respectievelijk circa 1.960 en 620 tankstations en daarmee op een totaal van 2.580 tankstations. Het verschil met de genoemde 2.700 tankstations wordt veroorzaakt door de bias van de onderzoeksgroep inzake gesloten en open locaties.

Indien wordt gekeken naar overschrijding van de door het RIVM voorgestelde streefwaarde voor MTBE (26 µg/l) dan blijkt dat circa 17 % van de onderzochte locaties deze waarde overschrijdt. Dit betekent dat op ruim 1.000 tankstations in Nederland sprake zou kunnen zijn van concentraties in het grondwater die de streefwaarde overschrijden. Met een onderscheid naar (nog) in gebruik zijnde stations en na 1991 gesloten stations, dan komt dit aantal op respectievelijk circa 760 en circa 160 locaties en daarmee op een totaal van circa 920 locaties. Het verschil wordt eveneens veroorzaakt door de bias van de onderzoeksgroep inzake open en gesloten locaties.

Het maakt voor de aanwezigheid van een MTBE-verontreiniging niet uit of de tankstations reeds gesloten zijn of niet. Ook blijkt uit het onderzoek niet dat een reeds uitgevoerde bodemsanering op minerale olie of aromaten van invloed is op de aanwezigheid van MTBE. Het tijdstip waarop een sanering is uitgevoerd speelt hierbij echter een zeer belangrijke rol en deze factor is niet bij het onderzoek betrokken.

Door het geringe aantal peilbuizen per locatie (drie en maximaal vier) die uitsluitend zijn geplaatst in het ondiepe grondwater kunnen geen conclusies worden getrokken over de omvang van de MTBE-verontreiniging op locatieniveau. In algemene zin geldt dat de omvang door vele factoren wordt bepaald, zoals de bodemsamenstelling in relatie tot de heersende hydrologische situatie (kwel/infiltratie), de omvang en soort van eventueel uitgevoerde bodemsaneringen, de aanwezigheid van bodembeschermende voorzieningen en dergelijke.

Van de circa 900 tot ruim 1.000 locaties met een MTBE-concentratie in het grondwater tot boven de door het RIVM voorgestelde streefwaarde van 26 µg/l gaat het om minder dan de helft van dit aantal om een waarneming boven de streefwaarde in meer dan één peilfilter, terwijl de absolute concentratie niet meer dan enkele malen de streefwaarde betreffen (tot ruwweg 50 á 100 µg/l).

De relatieve omvang van de MTBE-problematiek in Nederland lijkt met het uitgevoerde onderzoek redelijk in beeld te zijn. Met uitzondering van een onbekend aantal 'uitschieters' worden op basis van het onderzoek geen locaties verwacht met overschrijdingen van de door het RIVM-geadviseerde interventiewaarde van 9.400 µg/l. Een mogelijke verklaring hiervoor kan de uitgevoerde SUBAT-operatie in Nederland zijn (voorzover het om saneringen gaat die na de introductie van MTBE zijn uitgevoerd) en/of de aanwezigheid van bodembeschermende voorzieningen.

Bij het uitgevoerde onderzoek is in één geval een extreem hoog gehalte aan MTBE in het grondwater aangetroffen. Gezien het extensieve karakter van het onderzoek kan, op basis van de wijze waarop gestreefd is naar representativiteit van het onderzoek, worden verondersteld dat dergelijke uitschieters op meerdere plaatsen in Nederland kunnen voorkomen.

Ondanks dat slechts één van de onderzochte locaties is gelegen in een grondwaterbeschermingsgebied en één in de nabijheid ervan, is het niet aannemelijk te veronderstellen dat de situatie met betrekking tot de aanwezigheid van MTBE in deze gebieden afwijkend zal zijn van het bovengeschetste landelijke beeld, omdat het onderzoek voldoende representatief van opzet is.

#### **4.2 Depots**

In Nederland zijn naar schatting 60 opslagdepots aanwezig waar MTBE-houdende benzine wordt opgeslagen. Bij drie van deze opslagdepots zijn grondwatermonsters genomen. Uit de resultaten blijkt dat bij alle drie opslagdepots MTBE in het grondwater is aangetoond en bij twee van de drie in concentraties boven 10x de door het RIVM geadviseerde streefwaarde. De hoeveelheid onderzochte depots is echter te klein om een landelijk beeld te schetsen van de MTBE-problematiek.



## 5 Vergelijking met andere Europese landen

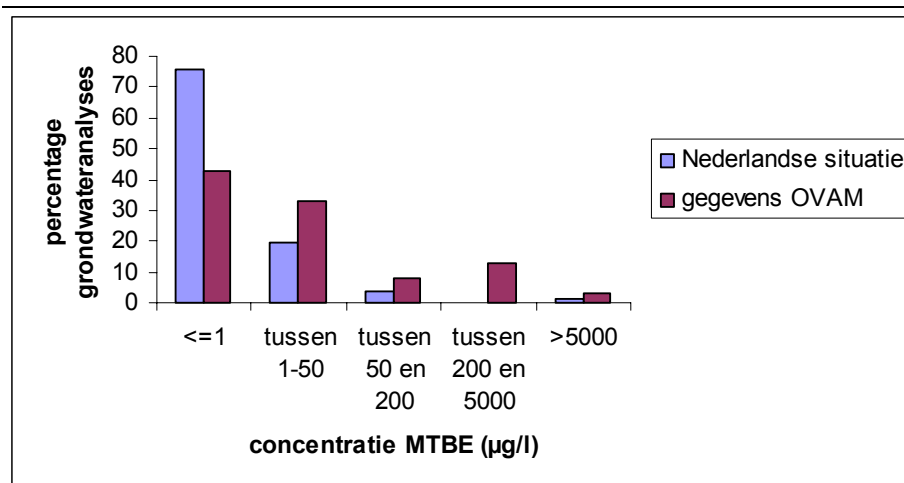
**In dit hoofdstuk wordt kort ingegaan op de Nederlandse situatie in relatie tot andere landen binnen Europa. De verkregen veldgegevens zijn, zover mogelijk, vergeleken met de Vlaamse, de Engelse en Deense situatie. Vergelijking met andere landen binnen Europa is niet mogelijk in verband met de beperkte beschikbare gegevens.**

Uit de literatuurstudie en interviews die zijn uitgevoerd in fase 1 van dit project, is naar voren gekomen dat van een beperkt aantal EU landen MTBE-monitoringsgegevens beschikbaar zijn. Een aantal van deze resultaten heeft met name betrekking op grondwaterbeschermingsgebieden en niet op mogelijke bronlocaties. Onderstaand genoemde data zijn uit fase 1 van dit project. Voor de literatuurverwijzing wordt dan ook verwezen naar de rapportage van fase 1 welke is opgenomen in bijlage 1.

### 5.1 Vlaanderen

In Vlaanderen is het sinds enkele jaren gebruikelijk om bij bodemonderzoeken op benzinstations ook MTBE te analyseren. De OVAM (Vlaams equivalent van VROM) is in het bezit van een databank waarin MTBE gegevens zijn opgenomen. Er zijn 1.933 dossiers beschikbaar waarvan er 11.538 analyseresultaten (op peilbuisniveau) van MTBE in het grondwater zijn opgenomen.

In figuur 5.1 zijn de resultaten van dit onderzoek en de gegevens van de OVAM vergeleken (op peilbuisniveau). De toetsing aan de toetswaarden is aangepast aan de toetswaarden zoals die door de OVAM beschikbaar zijn gesteld (zie tabel 9 van 'Inventariserend Landelijk Onderzoek, fase 1, dossieronderzoek'). Het is niet mogelijk de Vlaamse data te toetsen aan de in dit onderzoek gehanteerde concentratieniveau's, omdat de complete dataset niet beschikbaar is.



**Figuur 5.1 Toetsing aan toetswaarden van grondwateranalyses van onderhavig onderzoek (Nederland) en de gegevens uit de database van OVAM (Vlaanderen)**

In Vlaanderen ligt het percentage grondwatermonsters waar een MTBE-concentratie hoger dan 1 µg/l wordt gemeten beduidend hoger (57 %) dan in Nederland (24 %). Dit relatief hoge percentage zou verklaard kunnen worden uit het gegeven dat in Vlaanderen geen SUBAT-operatie heeft plaatsgevonden, hoewel in dit onderzoek is aangetoond dat ondanks een eerder uitgevoerde sanering, MTBE kan worden aangetroffen. Een verklaring zou ook kunnen zijn dat de eisen die aan tankstations worden gesteld afwijken van de Nederlandse AmvB Tankstations en dat de onderzoeksstrategie door de OVAM anders is geweest (grotere kans op het aantreffen van MTBE).

Uit een onderzoek door VITO in opdracht van de OVAM is een steekproef genomen op 76 tankstations in Vlaanderen (zie tabel 5.1). Uit vergelijking van de resultaten van VITO met de resultaten van dit veldonderzoek blijkt dat in Vlaanderen hogere concentraties MTBE zijn gemeten dan in Nederland.

**Tabel 5.1 Vergelijking Nederlandse en Vlaamse gegevens (op locatieniveau)**

	Nederland	Vlaanderen
Totaal aantal locaties	54	76
= < 300 µg/l	43	51
Tussen 300 en 5.000 µg/l	0	14
Tussen 5.000 en 10.000 µg/l	1	2
Tussen 10.000 en 25.000 µg/l	0	5
> 25.000 µg/l	0	4

## 5.2 Engeland

In Engeland (England and Wales) is in 2000 een grootschalig onderzoek uitgevoerd naar het vóórkomen van MTBE in het grondwater bij benzineverkooppunten en naar de effecten op de drinkwaterwinning (Environment Agency, 2000). Het onderzoek is gebaseerd op twee databestanden, ten eerste van het milieuagentschap voor England en Wales 'the Environment Agency' en ten tweede, van 'the Institute of Petroleum'.

### 5.2.1 Environment agency for England and Wales

Uit dit databestand zijn 96 sites nader bekeken, het merendeel van de locaties bestond uit tankstations. Het databestand bevat met name locaties met een zeker risico. Deze werden onderzocht in het kader van planontwikkeling of vanwege verwachte milieurisico's. Van circa 24 % van de locaties werd een maximum MTBE-concentratie gerapporteerd kleiner dan 1 µg/l. Op de overige locaties (76 %) werden maximum concentraties gemeten variërend van 1 µg/l tot 832.500 µg/l (waarschijnlijk puur product).

### 5.2.2 Institute of Petroleum

Van de ongeveer 4.500 tankstations en 200 distributieterminals die lid zijn van het Institute of Petroleum, zijn er 837 onderzocht op MTBE. Hiervan zijn er 292 in detail bekeken. Op locaties waarvan op voorhand aannemelijk was dat er geen bodemverontreiniging aanwezig zou zijn, zijn geen MTBE-analyses verricht. Van circa 68 % van de locaties werd een maximum MTBE-concentratie gerapporteerd kleiner dan 1 µg/l. Op de overige locaties (32 %) werden maximum concentraties gemeten variërend van 1 µg/l tot 1 10<sup>6</sup> µg/l. Er is dus een aanzienlijk verschil met het databestand van 'the Environment Agency'.

### 5.2.3 Vergelijking met Nederlandse situatie

Vergeleken met de Nederlandse situatie ligt het percentage waar concentraties > 1 µg/l werd gemeten in Nederland tussen de Engelse 24 % en de 68 % in (i.e. 45 %). De maximum gemeten concentratie MTBE ligt lager dan in Engeland (i.e. 88.000 µg/l tegenover 832.500 µg/l).

## 5.3 Denemarken

Bij een uitgebreide monitoring in Denemarken van gesaneerde tankstations, werd in 21 % van de gevallen MTBE aangetoond en in 7 % van de gevallen werd een concentratie hoger dan 30 µg/l aangetroffen.

In Nederland is bij 40 % van de gesaneerde tankstations MTBE aangetoond en in 10 % van de gevallen werd een concentratie hoger dan 26 µg/l aangetroffen.





## 6 Conclusies

**Dit rapport vormt onderdeel van het project 'Landelijk inventariserend onderzoek MTBE'. Het project heeft als doelstelling om op basis van literatuur- en veld-/laboratoriumonderzoek een representatief beeld te verkrijgen van de aanwezigheid van MTBE bij tankstations en depots in Nederland en van de omvang van de problematiek.**

Dit rapport bevat de resultaten van fase 3, het veld- en laboratoriumonderzoek en de doorvertaling naar een landelijk beeld, van het project. In deze fase zijn in totaal 54 tankstations en drie opslagdepots onderzocht. Het onderzoek heeft per locatie bestaan uit het plaatsen en/of bemonsteren van minimaal drie peilbuizen op of nabij tankstations en het laten analyseren van de genomen grondwatermonsters op MTBE, aromaten en minerale olie.

Uit het uitgevoerde onderzoek ter plaatse van huidige en voormalige tankstations, waar sprake zou kunnen zijn van een aanwezigheid van MTBE, kunnen de volgende conclusies worden getrokken:

- Bij 45 % van de onderzochte locaties (24 stations) is MTBE in het grondwater aangetroffen in concentraties boven de toetswaarde van 1 µg/l
- Bij 17 % van de locaties (negen stations) is MTBE aangetroffen in concentraties boven de door het RIVM geadviseerde streefwaarde van 26 µg/l. In één geval is sprake van een uitschieter. Hier is MTBE aangetroffen in een concentratie ver boven de door het RIVM geadviseerde interventiewaarde van 9.400 µg/l. In deze situatie bedraagt de gemeten concentratie aan MTBE 88.000 µg/l. Door de direct betrokkenen zijn stappen genomen om nader onderzoek in te stellen naar de grondwaterkwaliteit ter plaatse, en om in overleg met het bevoegde gezag te zoeken naar de juiste weg om met de geconstateerde verhoging om te gaan
- Indien onderscheid wordt gemaakt tussen het al dan niet gesloten zijn van een locatie ná 1991, dan blijkt dat op 49 % de nu nog in gebruik zijnde stations en op 31 % van de na 1 januari 1991 gesloten stations MTBE in het grondwater aanwezig is boven de toetswaarde van 1 µg/l en 19 respectievelijk 8 % boven de door het RIVM geadviseerde streefwaarde
- Uit het onderzoek kan geen verband worden afgeleid tussen het moment waarop bodembeschermende voorzieningen zijn aangebracht en de concentratie MTBE in het grondwater. Wel kan worden geconcludeerd dat er ook bij aanwezigheid van bodembeschermende voorzieningen MTBE in het grondwater aanwezig is
- Ten aanzien van de aanwezigheid van MTBE in het grondwater zijn locaties op zandgronden ondervetegenwoordigd ten opzichte van locaties op klei- en veengronden. Een mogelijke verklaring kan zijn dat bij de relatief hoge doorlatendheden van de bodem bij zandgronden MTBE zich sneller verspreidt en vermengt met grondwater dan bij klei- en veengronden

- Bij ondiepe grondwaterstanden zijn hogere concentraties MTBE gemeten dan bij diepere grondwaterstanden. Mogelijk dat bij diepere grondwaterstanden vervluchtiging en mogelijke aërobe afbraak van MTBE hierop van invloed zou kunnen zijn
- De ligging van een locatie in een kwel of infiltratiegebied heeft geen invloed op de aanwezigheid van MTBE op een locatie. Wel kan dit van invloed zijn op de mate van de verspreiding en dus op de omvang van MTBE op een locatie. Dit is echter met het extensieve karakter van het onderzoek niet vastgesteld
- Uit het onderzoek blijkt niet dat een eventueel al uitgevoerde grond- en/of grondwatersanering van invloed is op het al dan niet aanwezig zijn van MTBE op een locatie. Wel kan/zal een al uitgevoerde sanering, indien uitgevoerd na de introductie van MTBE in Nederland, van invloed kunnen zijn op de omvang van de nog aanwezige MTBE-verontreiniging op een locatie. Dit is met het uitgevoerde onderzoek echter niet vastgesteld
- Aan eventueel aanwezige concentraties aan minerale olie of aromaten in het grondwater op een locatie kunnen geen conclusies worden verbonden ten aanzien mogelijke concentraties aan MTBE. De reden hiervoor is een (doorgaands) verschillend tijdstip van het ontstaan van een minerale olie en/of aromaten verontreiniging ten opzichte van die van een MTBE-verontreiniging in combinatie met verschillen in verspreidings- en afbraakprocessen
- Bij alle drie onderzochte opslagdepots is MTBE aangetroffen in hogere concentraties dan bij tankstations

Indien de onderzoeksresultaten worden doorvertaald naar een landelijk niveau, dan kan uitgaande van het voldoende representatief zijn van de onderzoeksresultaten het volgende beeld worden geschetst:

- Bij circa 2.700 tankstations in Nederland die ná 1991 nog MTBE-houdende benzine verkochten kan MTBE in het grondwater aanwezig zijn in concentraties boven de toetswaarde van 1 µg/l (45 % van de 6.000 locaties)
- Met een onderscheid naar nog in gebruik zijnde stations en de na 1991 gesloten stations komt dit aantal op minder dan 2.600 locaties (49 % van de 4.000 nog in gebruik zijnde stations en 31 % van de 2.000 reeds gesloten stations). Het verschil met het bovengenoemde aantal kan worden verklaard door de andere verhouding tussen gesloten en nog in gebruik zijnde stations bij de onderzochte steekproef dan ten opzichte van de totale populatie
- Bij meer dan 1.000 van de bovengenoemde 2.700 tankstations kan sprake zijn van concentraties aan MTBE boven de door het RIVM geadviseerde streefwaarde van 26 µg/l (17 % van de 6.000 locaties zijnde 1.020 locaties)
- Met een onderscheid naar nog in gebruik zijnde stations en de na 1991 gesloten stations komt het aantal locaties met MTBE boven de door het RIVM geadviseerde streefwaarde op meer dan 900 locaties (19 % van de 4.000 nog in gebruik zijnde stations en 8 % van de 2.000 reeds gesloten stations zijnde 920 locaties). De reden van afwijken van bovengenoemd getal is hetzelfde als in voorgaande genoemd

- Hierbij maakt het voor de aanwezigheid van een MTBE-verontreiniging niet uit of de tankstations reeds gesloten zijn en of dat er reeds een bodemsanering op minerale olie of aromaten is uitgevoerd
- Door het geringe aantal peilbuizen per locatie (drie en maximaal vier) en geplaatst in ondiep grondwater kunnen geen conclusies worden getrokken over de omvang van de MTBE-verontreiniging op locatieniveau. In algemene zin geldt dat de omvang door vele factoren wordt bepaald, zoals de bodemsamenstelling in relatie tot de heersende hydrologische situatie (kwel/infiltratie), de omvang, soort en jaartal van eventueel uitgevoerde bodemsaneringen, de aanwezigheid van bodembeschermende voorzieningen en dergelijke
- Van de circa 900 tot ruim 1.000 locaties met een MTBE-concentratie in het grondwater tot boven de door het RIVM geadviseerde streefwaarde van 26 µg/l gaat het om minder dan de helft van dit aantal om een waarneming boven de streefwaarde in meer dan één peilfilter, terwijl de absolute concentraties niet meer dan enkele malen de streefwaarde betreffen (tot ruwweg 50 à 100 µg/l)
- De relatieve omvang van de MTBE-problematiek in Nederland lijkt met het uitgevoerde onderzoek redelijk in beeld te zijn. Met uitzondering van een onbekend aantal 'uitschieters' worden op basis van het onderzoek geen locaties verwacht met overschrijdingen van de door het RIVM geadviseerde interventiewaarde van 9.400 µg/l. Een mogelijke verklaring hiervoor kan de uitgevoerde SUBAT-operatie in Nederland zijn (voorzover het om saneringen gaat die na introductie van MTBE zijn uitgevoerd) en/of de aanwezigheid van bodembeschermende voorzieningen
- Bij het uitgevoerde onderzoek is in één geval een extreem hoog gehalte aan MTBE in het grondwater aangetroffen. Gezien het extensieve karakter van het onderzoek kan, op basis van de wijze waarop gestreefd is naar representativiteit van het onderzoek, worden verondersteld dat dergelijke uitschieters op meerdere plaatsen in Nederland kunnen voorkomen
- Ondanks dat slechts één van de onderzochte locaties is gelegen in een grondwaterbeschermingsgebied en één in de nabijheid ervan, is het niet aannemelijk te veronderstellen dat de situatie met betrekking tot de aanwezigheid van MTBE in deze gebieden afwijkend zou zijn van het bovengeschetste landelijke beeld
- Door het geringe aantal onderzochte opslagdepots (drie) kan geen concreet beeld worden gegeven van de mogelijke omvang van de MTBE-problematiek bij opslagdepots. Het zal naar verwachting wel gaan om een hoger percentage qua aantal locaties met aanwezigheid van MTBE ten opzichte van tankstations en om hogere concentraties op locatieniveau
- In Vlaanderen ligt het percentage van tankstations waar MTBE wordt aangetoond hoger dan in Nederland. Dit geldt in algemene zin ook voor de concentraties aan MTBE in het grondwater. In Engeland en Wales blijkt het percentage tankstations waar MTBE wordt gemeten zowel hoger als lager te zijn dan in Nederland. Dit is afhankelijk van het gehanteerde databestand van Environmental Agency en die van The Institute of Petroleum

Kenmerk R002-4353225CMG-sbb-V06-NL

---

## 7 Aanbevelingen

In dit rapport is op basis van de resultaten van het uitgevoerde veld- en laboratoriumonderzoek een doorkijk gegeven naar het landelijke beeld met betrekking tot de MTBE-problematiek.

De doorvertaling is gemaakt op basis van daadwerkelijk onderzoek op circa 1 % van het totale aantal locaties waar, op basis van het gebruik van de locaties, mogelijk sprake zou kunnen zijn van MTBE. Hoewel het onderzoek als voldoende representatief wordt beoordeeld voor het verkrijgen van een algemeen beeld, moet ten aanzien van de in dit rapport genoemde aantallen de nodige voorzichtigheid in acht worden genomen. Statistisch betrouwbare uitspraken over aantallen kunnen in het algemeen pas worden gedaan indien circa 10 % van de totale (homogene) populatie is onderzocht. Indien meer dan alleen algemene uitspraken over het landelijk beeld van de MTBE-problematiek moeten worden gedaan, dan dient een omvangrijker onderzoeksprogramma te worden uitgevoerd.

De belangrijkste aanbevelingen naar aanleiding van het onderzoek betreft het volgende:

- Er kan worden overwogen om in het monitoringsprotocol voor bestaande tankstations op te nemen dat met een nader te bepalen regelmaat een bemonstering en analyse op MTBE moet worden uitgevoerd. Door MTBE in het analysepakket op te nemen, kan in de komende jaren tegen zeer geringe inspanningen een goed beeld worden verkregen van de MTBE-problematiek in Nederland. Een eerder gedane veronderstelling dat op basis van concentraties aan minerale olie en/of BTEX ook een indicatie kan worden verkregen van de aanwezigheid van MTBE in het grondwater wordt met het uitgevoerde onderzoek niet bevestigd. Dit kan met name worden verklaard door het verschil in tijd van het ontstaan van verontreinigingen op een locatie en doordat vrijwel alle uitgevoerde saneringen zich wel op BTEX en minerale olie hebben gericht en niet op MTBE
- Bij het uitgevoerde onderzoek is in één geval een extreem hoog gehalte aan MTBE in het grondwater aangetroffen. Gezien het extensieve karakter van het onderzoek kan, op basis van de wijze waarop gestreefd is naar representativiteit van het onderzoek, worden verondersteld dat dergelijke uitschieters op meerdere plaatsen in Nederland kunnen voorkomen. Aanbevolen wordt om specifiek aandacht te besteden aan situaties waarbij melding wordt (of in het recente verleden is) gedaan van voorvallen en/of gebeurtenissen waarbij sprake is van een emissie van minerale olie uit tanks, leidingen en dergelijke. Het is noodzakelijk om in dergelijke situaties bij eventueel uit te voeren bodemonderzoek ook specifiek aandacht te besteden aan de aanwezigheid van MTBE in het grondwater

- In dit onderzoek zijn at random locaties geselecteerd. Ondanks dat slechts één van de onderzochte locaties is gelegen in een grondwaterbeschermingsgebied en één in de nabijheid ervan, is het niet aannemelijk te veronderstellen dat de situatie met betrekking tot de aanwezigheid van MTBE in deze gebieden afwijkend zal zijn van het landelijke beeld. Aangezien MTBE ten aanzien van smaak en geur relatief lage risicogrenswaarden kent (15 µg/l voor geur en 40 µg/l voor smaak), wordt aanbevolen in een vervolg stap specifiek onderzoek te doen naar de aanwezigheid en de concentraties van MTBE in het grondwater binnen de grondwaterbeschermingsgebieden
- In het onderzoek zijn geen locaties onderzocht waarbij de heersende grondwaterstand diep is gelegen ten opzichte van het maaiveld (4 á 5 m -mv of dieper). Voor het algemene beeld naar de omvang van de MTBE-problematiek in Nederland is specifiek onderzoek voor deze situaties niet noodzakelijk
- In dit onderzoek zijn slechts drie opslagdepots onderzocht. Uit de resultaten blijkt dat de opslagdepots relatief hogere concentraties MTBE bevat dan de tankstations. Het aantal onderzochte depots is echter te klein geweest om betrouwbare uitspraken hierover te doen. Voor een algemeen beeld van MTBE bij opslagdepots is meer onderzoek noodzakelijk

# Bijlage

**1**

**Inventariserend landelijk onderzoek MTBE fase 1, dossieronderzoek**

**Tauw-kenmerk R001-4353225KRO-pla-V04-NL**

**Inventariserend  
Landelijk Onderzoek MTBE**

**Fase 1, dossieronderzoek**

**definitief**



**Verantwoording**

Titel Inventariserend Landelijk Onderzoek MTBE (Fase 1, dossieronderzoek)  
Opdrachtgever Ministerie van VROM  
Projectleider mw. ir. J.J. Krol  
Auteur(s) mw. ir. J.J. Krol, mw. dr.ir. A.A.M. Langenhoff (TNO)  
Projectnummer 4353225  
Aantal pagina's 30 (exclusief bijlagen)  
Handtekening

Datum 20 juni 2005

**Colofon**

Tauw bv  
afdeling Ruimte & Ondergrond  
Handelskade 11  
Postbus 133  
7400 AC Deventer  
Telefoon (0570) 69 99 11  
Fax (0570) 69 96 66

Dit document is eigendom van de opdrachtgever en mag door hem worden gebruikt voor het doel waarvoor het is vervaardigd. In geval van een ontwerp is het de opdrachtgever niet toegestaan het ontwerp geheel of gedeeltelijk in herhaling uit te voeren zonder uitdrukkelijke toestemming van Tauw bv. De auteursrechten inzake dit document blijven berusten bij Tauw bv.

Kwaliteit en verbetering van product en proces hebben bij Tauw bv een hoge prioriteit. Tauw hanteert daartoe een managementsysteem, dat is gecertificeerd dan wel geaccrediteerd volgens:

- NEN-EN-ISO 9001.

## Inhoud

1	Inleiding .....	5
2	Stofgedrag MTBE .....	7
3	MTBE-productie in Nederland .....	11
3.1	Inleiding .....	11
3.2	Productielocaties .....	12
3.3	Raffinaderijen en opslagdepots .....	12
3.4	Tankstations .....	12
4	MTBE in de bodem in Nederland .....	14
4.1	Inventarisatie beschikbare gegevens .....	14
4.2	Bekende rapporten .....	14
4.3	Informatie bij provincies en gemeentes .....	14
4.4	VEWIN .....	15
4.5	SBNS .....	16
4.6	Ingenieursbureaus .....	16
4.7	Oliemaatschappijen .....	17
4.8	Oude analyseresultaten .....	17
4.9	Regelgeving rond benzinestations en belangrijke jaartallen .....	17
5	Stand van zaken bij andere landen .....	19
5.1	Europese Unie .....	19
5.2	België .....	20
5.3	Frankrijk .....	22
5.4	Engeland .....	23
5.5	Denemarken .....	23
5.6	Duitsland .....	24
5.7	Het verschil tussen de situatie Europese Unie en Verenigde Staten .....	24
6	Analyse landsdekkend beeld informatie .....	25
6.1	Wat is het landsdekkend beeld .....	25
6.2	Analyse van de LDB-gegevens .....	25
6.3	Toepassing LDB-gegevens .....	26
7	Conclusies en aanbevelingen .....	27
7.1	Algemeen .....	27
7.2	Aanbevelingen voor de inrichting van het veldonderzoek .....	27
7.3	Selectie van te onderzoeken locaties .....	28
7.4	Aanbeveling ten aanzien van steekproef omvang schatting totaal aantal locaties .....	29
7.5	Nederland ten opzichte van de rest van Europa .....	29

**Bijlagen**

1. MTBE-verspreidingsgedrag
2. Achtergrondinformatie
3. Nadere uitwerking LDB-inventarisatie

## 1 Inleiding

De directie Lokale Milieukwaliteit en Verkeer van het ministerie van VROM heeft Tauw en TNO gevraagd een Landelijk Inventariserend Onderzoek uit te voeren naar het voorkomen van methyl tertiar-butylether (MTBE) verontreinigingen in Nederland.

MTBE wordt sinds 1988 in Europa toegepast als loodvervanger in benzine. Door het wijd verspreide gebruik, het mobiele karakter en de verwachte geringe biologische afbreekbaarheid mag worden verondersteld dat MTBE als grondwaterverontreiniging kan voorkomen op locaties waar benzine in de bodem terecht gekomen is. Tot op heden is er in Nederland echter nog zeer weinig onderzoek gedaan naar het voorkomen van MTBE-verontreinigingen in het grondwater.

Aanleiding voor het uitvoeren van dit Landelijke Inventariserend Onderzoek vormt het geconstateerde gebrek aan kennis omtrent de omvang van de MTBE-problematiek in Nederland en de politieke belangstelling voor het onderwerp op dit moment (door de minister zijn toezeggingen gedaan aan de Tweede Kamer).

Doel van het project is het, op basis van een technisch onderzoek, krijgen van een representatief en realistisch beeld over de aard en de omvang van de MTBE-verontreiniging in Nederland.

Met de resultaten van het onderzoek moet het mogelijk zijn een afweging te maken in hoeverre het noodzakelijk is een samenhangend beleidskader (curatief en preventief) op te stellen ten aanzien van de aanpak van MTBE-verontreinigingen in Nederland. Hierbij speelt vervolgens ook nog de vraag of Nederland dat zelf moet doen of in EU-verband.

Het onderzoek zal worden uitgevoerd in drie fases. De volgende fases worden onderscheiden:

1. Het uitvoeren van een dossieronderzoek (literatuurstudie, interviews en enquêtes).
2. Het maken van een onderbouwd voorstel voor veld- en laboratoriumonderzoek. Stellen van een hypothese ten aanzien van het verwachte voorkomen van MTBE op basis van de in fase 1 verzamelde gegevens.
3. Het toetsen van de hypothese door het uitvoeren van veld- en laboratoriumonderzoek en het maken van een vertaalslag vanuit de verkregen resultaten naar de verwachte totale omvang van de problematiek in Nederland (extrapolatie).

Deze rapportage betreft het uitgevoerde dossieronderzoek.

### **Dossieronderzoek**

Het dossieronderzoek beoogt geen academische beschouwing te zijn over de stof MTBE, maar is vooral gericht op het verzamelen van de beschikbare praktische ervaringen met betrekking tot de MTBE-problematiek. Het dossieronderzoek moet het mede mogelijk maken om een zo goed mogelijk beeld te krijgen van de MTBE-grondwaterproblematiek in Nederland.

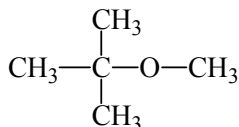
Het gebruik van MTBE, lokaal beleid met betrekking tot bodemsanering en bodembescherming en praktische ervaringen met betrekking tot het onderzoek naar MTBE-verontreinigingen is door middel van enquêtes en telefonische interviews onderzocht. Hoewel in de Verenigde Staten veel bekend is over het gedrag en voorkomen (levenscyclus) van MTBE, wijkt de situatie vanwege het intensieve gebruik van MTBE duidelijk af van de Europese situatie. Het dossieronderzoek heeft zich derhalve niet erg gericht op de Amerikaanse situatie.

Verder is getracht in het dossieronderzoek informatie te verzamelen over beschikbare MTBE-gegevens in Nederland. Daarnaast is gezocht naar de Vlaamse ervaringen, waar al enkele jaren beleid wordt gevoerd ten aanzien van MTBE.

De resultaten van deze fase moeten leiden tot een optimalisatie van de in fase 2 op te stellen onderzoeksstrategie. Tevens wordt de verzamelde informatie gebruikt om in fase 3 de resultaten van het onderzoek te interpreteren en te vergelijken met de situatie in andere Europese landen en te ondersteunen bij de extrapolatie van de gegevens.

## 2 Stofgedrag MTBE

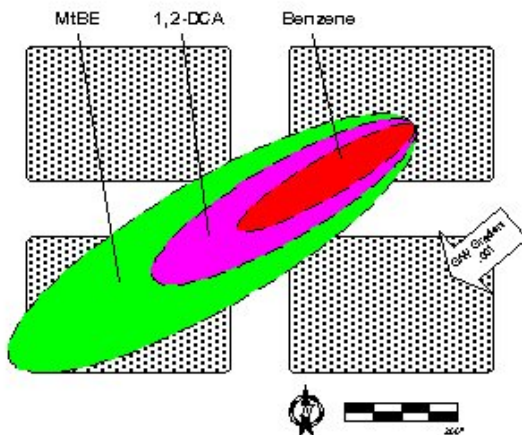
MTBE wordt aan benzine toegevoegd als loodvervanger om het octaangehalte van benzine te verhogen. Dit verbetert de verbranding van benzine wat zodoende een verminderde CO<sub>2</sub> emissie oplevert. Door de lage kosten, gemakkelijke productie en gunstige overdracht en mengkarakteristieken (klop eigenschappen) is MTBE de meest gebruikte stof in dit kader.



Figuur 2.1 Chemische structuur van methyl tertiar-butyl ether (MTBE).

### Mobiliteit

MTBE is goed oplosbaar in water (48 g/l), en de oplosbaarheid stijgt bij een lagere temperatuur. Door de chemische eigenschappen (onder andere lage K<sub>ow</sub>-waarde) adsorbeert MTBE nauwelijks aan organische stof, waardoor MTBE zich snel door de bodem kan verspreiden via het oppervlakte en grondwater. MTBE is veel beter oplosbaar dan BTEX en adsorbeert minder, waardoor de verspreiding door de bodem van MTBE sneller is dan BTEX, zie figuur 2.2. Het verspreidingsgedrag van MTBE wordt zelfs gezien als een conservatieve tracer, het verspreidt zich vrijwel net zo snel als het grondwater zelf.

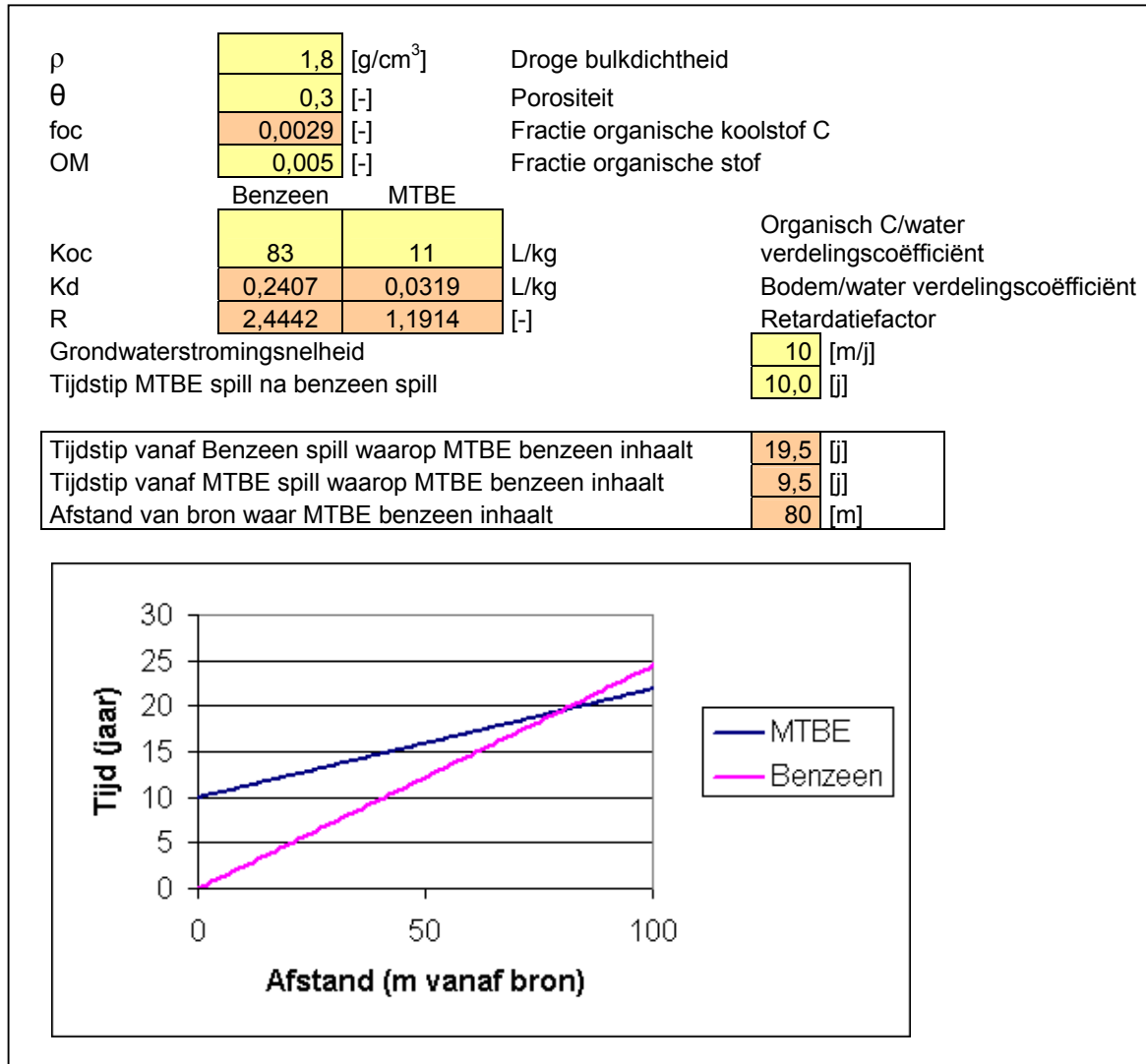


Figuur 2.2 Modelling van een benzeen- en MTBE-pluim (uitgaande van een gelijktijdige spill van benzeen en MTB).

Zoals hierboven is aangegeven kan MTBE zich sneller verspreiden dan benzeen. De vergelijking met benzeen is gemaakt omdat dit van de aromaten de meest mobiele component is.

In de praktijk wordt benzeen vaak al langer op een locatie gebruikt dan MTBE (pas in benzine aanwezig vanaf 1988). Hierdoor kan een benzeenverontreiniging al eerder zijn ontstaan dan een MTBE-verontreiniging en zich daardoor al verder hebben verspreid.

Op basis van de kennis van het verspreidingsgedrag van benzeen en MTBE kan een voorspelling worden gedaan van het moment waarop verwacht mag worden dat MTBE benzeen "in zal halen". Dit is middels onderstaande uitgangspunten en grafiek nader uitgewerkt.



Uit de bovenstaande grafiek blijkt dat indien een MTBE-verontreiniging ontstaat 10 jaar nadat op de zelfde plek een benzeenverontreiniging is ontstaan het dan nog 9,5 jaar duurt voordat de MTBE-vlek de benzeenvlek inhaalt. De verontreiniging heeft zich in die tijd dan tot 80 m van de bron verspreid.

Het verschil in de hellingshoek tussen de twee lijnen in bovenstaande grafiek is bepalend voor het moment van kruisen (= inhalen).

Als vuistregel kan worden gehanteerd dat: de tijd die zit tussen het ontstaan van de benzeenverontreiniging en de MTBE-verontreiniging zo lang duurt het ook voordat de MTBE-vlek de benzeenvlek heeft ingehaald. Pas na dit moment zal de MTBE-vlek bepalend worden voor de omvang van de grondwaterverontreiniging.

MTBE is in 1988 in Nederland geïntroduceerd. Er wordt van uitgegaan dat het daarna nog enige jaren geduurd zal hebben voordat er dan MTBE-verontreinigingen kunnen zijn ontstaan. In dit onderzoek wordt daarom 1991 als onderscheidend jaartal gehanteerd voor het al dan niet verdacht zijn voor een MTBE-verontreiniging. Het is nu 2005 dus dat betekent een maximale verspreidingsperiode van 14 jaar. Op basis van bovenstaande vergelijking van het verspreidingsgedrag voor benzeen en MTBE kan daaruit het volgende worden afgeleid. Indien een benzeenverontreiniging langer dan 14 jaar geleden is ontstaan dan is het niet waarschijnlijk dat MTBE zich verder van de bron heeft verspreid dan benzeen. Voor benzinstations waar in het verleden reeds een bodemsanering is uitgevoerd middels grondwateronttrekking (bijvoorbeeld ten tijde van de SUBAT-operatie, op basis van de AMvB "besluit tankstations milieubeheer") kan op basis hiervan de volgende hypothese worden gehanteerd: Indien een grondwateronttrekking is uitgevoerd op het moment dat de MTBE-vlek zich nog binnen de benzeenvlek bevond dan is het waarschijnlijk dat de MTBE gelijk met de aromaten is verwijderd.

Opgemerkt wordt dat bovenstaande analyse gebaseerd is op modelmatige voorspellingen. In de praktijk kunnen er locatiespecifieke omstandigheden zijn (bijvoorbeeld tijdelijke grondwateronttrekkingen) waardoor de situatie anders uitpakt. Het zal altijd noodzakelijk zijn de daadwerkelijke verspreiding van stoffen middels veld- en labonderzoek vast te stellen. Bovenstaande benadering kan echter wel als richtlijn worden gehanteerd bij het uitwerken van de onderzoeksstrategie voor de derde fase van het project.

In bijlage 1 is middels een aantal figuren het één en ander toegelicht.

### **Toxiciteit**

De toxiciteit van MTBE is onderzocht in een recente Europese studie. MTBE is hierbij geclassificeerd als R38 (*irritant to skin*) en R11 (*fire hazard*).

In een onderzoek naar de carcinogeniteit van MTBE door het IARC (International Agency for Research on Cancer) is MTBE geclassificeerd in groep 3. Dit betekent dat op basis van dit onderzoek MTBE niet kan worden geclassificeerd als een carcinogene verbinding, dit op basis van inadequaat bewijs voor een humaan carcinogeen effect en onvoldoende bewijs tijdens dierexperimenten.

Hieruit volgt dat volgens dit onderzoek de acute toxiciteit van MTBE erg laag is. Een hoge dosis MTBE bij inademing van meer dan 1.000 mg/l kan werken op het zenuwstelsel en kan lijden tot klachten als flauw voelen, misselijkheid en braken.

### **Afbreekbaarheid**

Biologische behandeling van verontreinigd grondwater is een alternatief voor chemisch-fysische processen. Studies in het lab en in het veld naar de microbiële afbraak van MTBE tonen aan dat MTBE kan worden afgebroken (onder aërobe en anaërobe condities), maar er zijn duidelijke verschillen in de afbraaksnelheid onder de verschillende condities. Verschillende bacteriën, die MTBE kunnen afbreken onder aërobe condities, zijn geïsoleerd en in de literatuur beschreven. In de praktijk valt ook de afbraak onder aërobe condities nog wel eens tegen. Dit wordt mogelijk veroorzaakt door de aanwezigheid van makkelijker afbreekbare verbindingen zoals BTEX. Voor afbraak onder anaërobe condities zijn vooralsnog geen reïncultures beschikbaar, maar wel zogenaamd ophopingcultures. Verder zijn er veel minder literatuurgegevens over afbraak van MTBE onder anaërobe condities, en zijn deze nogal eens tegenstrijdig.

MTBE wordt afgebroken via TBA en deze omzetting is mogelijk onder de meeste voorkomende condities (aëroob en anaëroob).



TBA wordt onder aërobe condities verder omgezet in niet-schadelijke stoffen, maar over de omzetting van TBA onder anaërobe condities is veel minder bekend. Omdat TBA mogelijk toxischer is dan MTBE en waarschijnlijk slechter afbreekbaar onder anaërobe condities, is het belangrijk om ook het gedrag van TBA in de bodem te volgen.

Verder worden ook stabiele isotopen analyses uitgevoerd aan grondwatermonsters die met MTBE zijn verontreinigd, om de afbraak van MTBE en TBA in het laboratorium en veld te kwantificeren (referentie: TNO-MEP, R2000/189).

**Geur/smaak**

MTBE is een verbinding met een terpetine-achtige of ether-achtige geur. Deze eigenschappen zorgen al snel voor geur- en smaakafwijkingen in water bij een concentratie van 5 tot 40 µg/l. Vandaar dat een aantal landen concentraties in deze orde grootte hanteren als streefwaarden.



Omdat MTBE in Nederland wordt geproduceerd en ook geëxporteerd vindt ook transport van puur product MTBE plaats. Onlangs is hiermee een calamiteit gebeurd op het NS-station van Arnhem. Een lekkende goederentrein zorgde op 22 november 2004 voor geuroverlast waarna verschillende mensen onwel zijn geraakt.

### **3.2 Productielocaties**

De productie van MTBE in Europa is begonnen in 1973. In Nederland wordt echter pas sinds 1984 MTBE geproduceerd. In de EU wordt naar schatting (in 2004) circa drie miljoen ton MTBE per jaar geproduceerd. Er wordt verwacht dat deze productie de komende jaren ongeveer gelijk blijft (Bron: EFOA, European Fuel Oxygenates Association).

In Nederland wordt op vijf locaties MTBE geproduceerd. De totale productiecapaciteit in 2004 is 1.123.000 ton. Deze productiecapaciteit is voor het jaar 2004 als volgt onderverdeeld over de volgende productielocaties:

Botlek	591.000 ton
Europoort	98.000 ton
Geleen	138.000 ton
Pernis	153.000 ton
Rotterdam	143.000 ton

(Bron: Lyondell)

### **3.3 Raffinaderijen en opslagdepots**

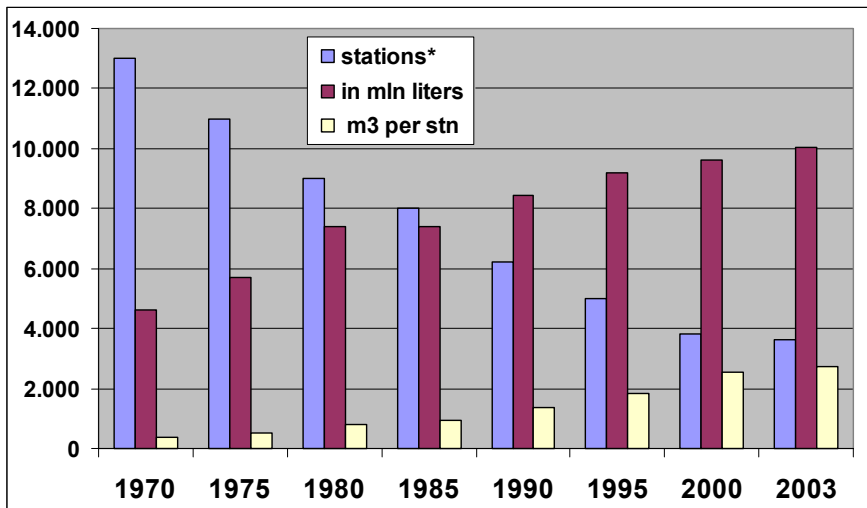
In Nederland zijn zes raffinaderijen met een totale capaciteit van ruim 60 miljoen ton ruwe olie per jaar aanwezig. De ruwe olie wordt verwerkt tot zware producten, gas- en dieselolie en lichte producten. Van de lichte producten is circa 40% benzine.

In de raffinaderijen/petrochemie in Nederland is in 2002 9.673 miljoen kg motorbenzine geproduceerd (Bron: Statistisch jaarboek 2004, CBS).

Op de locaties van de raffinaderijen wordt de benzine tijdelijk opgeslagen maar van de raffinaderijen wordt de benzine ook naar opslagdepots verspreid over heel Nederland (en andere Europese landen). Tijdens de op- en overslagactiviteiten met benzine kunnen lekkages optreden waardoor MTBE-verontreinigingen kunnen ontstaan.

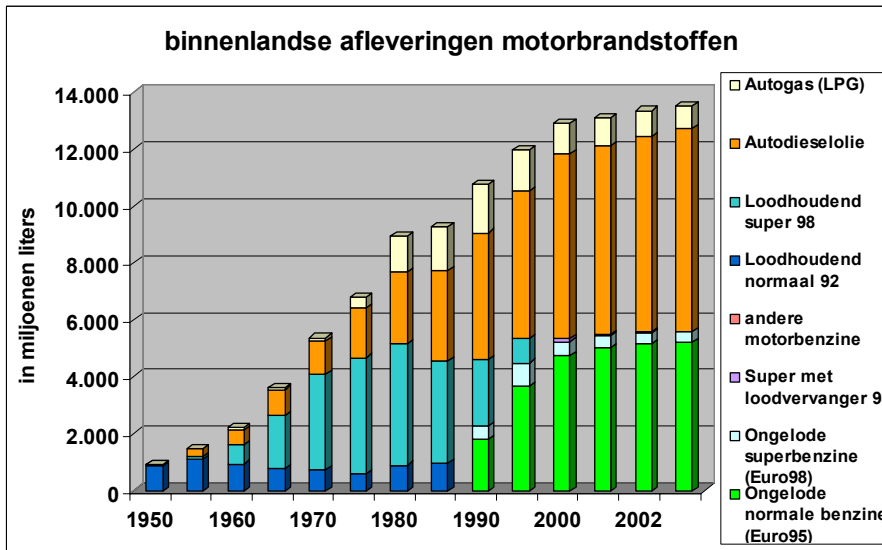
### **3.4 Tankstations**

De distributie van brandstof naar consumenten vindt plaats bij tankstations. Het aantal tankstations is de afgelopen jaren sterk gedaald, van 13.000 verkooppunten in 1970 tot 3.650 verkooppunten in 2003. De gemiddelde omzet per station steeg wel van 356.000 liter naar ruim 2,7 miljoen liter per verkooppunt. Het totale benzineverbruik is tussen 1970 en 2003 verdubbeld. In onderstaande figuur zijn deze af- en toename in de jaren gepresenteerd (Bron: VNPI Vereniging Nederlandse Petrochemische Industrie).



Figuur 3.2 Aantal verkooppunten en omzet (Bron: Website VNPI (www.vnpi.nl)).

In onderstaande figuur is de verhouding tussen de verschillende motorbrandstoffen visueel gepresenteerd. Er is te zien dat tussen 1990 en 2000 de productie van ongelode normale benzine sterk is toegenomen, van 1.811 miljoen liter naar 5.222 miljoen liter (Bron: Website VNPI (www.vnpi.nl)).



Figuur 3.3 Verhouding verschillende motorbrandstoffen (Bron: Website VNPI (www.vnpi.nl)).

## **4 MTBE in de bodem in Nederland**

### **4.1 Inventarisatie beschikbare gegevens**

In het kader van het dossieronderzoek is getracht informatie te verzamelen over reeds bekende onderzoeken naar MTBE-verontreinigingen in Nederland.

Hierbij is gekeken naar:

- bekende rapporten en studies;
- inventarisatie bij provincies;
- informatie van grondwaterwinners (VEWIN);
- informatie van grootsaneerders zoals SBNS;
- informatie van adviesbureaus;
- informatie van oliemaatschappijen;
- overige informatiebronnen.

### **4.2 Bekende rapporten**

Tot dusver zijn in Nederland twee onderzoeken naar MTBE gepubliceerd. TNO heeft in 1999 10 grondwatermonsters in de buurt van benzinstations geanalyseerd op MTBE en VEWIN/RIVM heeft in 2001 meer dan 100 drinkwaterbronnen geanalyseerd op MTBE.

Het TNO-onderzoek naar het vóórkomen en voorkómen van MTBE in Nederland toont aan dat het probleem van MTBE-verontreiniging nog onbekend is. Het feit dat MTBE in Nederland in het grondwater bij enkele tankstations is aangetroffen, maakt duidelijk dat een landelijk inventariserend onderzoek, met als doelstelling het geven van een zo representatief mogelijk beeld, op zijn plaats is.

Uit de gehouden workshop "Who is afraid of MTBE?" tijdens Bodembreed 1999 zijn een aantal punten naar voren gekomen:

- noodzaak tot nadere inventarisatie van het vóórkomen van MTBE in Nederland;
- het opstellen van een norm voor MTBE, om de aandacht voor MTBE te verbreden.

In 2001 is door VEWIN en RIVM een meetprogramma uitgevoerd naar de aanwezigheid van MTBE in drinkwater en drinkwaterbronnen. Uit dit programma blijkt dat de concentraties MTBE bij de geselecteerde pompstations in het algemeen laag zijn, maar er zijn helaas enkele uitzonderingen in individuele grondwaterputten aangetoond. Er is onder andere een geur/smaak beïnvloedende concentratie MTBE gevonden in het grondwater bij een put nabij een benzinstation in Zutphen (11,9 µg/l).

Overige achtergrondinformatie over MTBE met verwijzingen naar rapporten, artikelen staat in bijlage 2.

### **4.3 Informatie bij provincies en gemeentes**

In het kader van de dossierstudie is de provincies gevraagd of zij ervaringen hebben met gevallen van MTBE-verontreinigingen. Er zijn incidenteel wel wat gevallen bekend maar er valt niet een compleet overzicht te geven omdat provincies en gemeentes dit zelf ook niet hebben. Bij derden bestaat er ook nog veel terughoudendheid om gemeten MTBE-concentraties aan het bevoegd gezag kenbaar te maken.

Sommige gemeentes vragen in het kader van nazorg bij saneringen of bij monitoring in het kader van vergunningen om ook naar MTBE te kijken. Hier wordt echter meestal geen gehoor aan gegeven. Men stelt zich dan op het standpunt deze informatie pas te willen leveren als hiervoor een wettelijk kader is.

#### **4.4 VEWIN**

Zoals hierboven beschreven is VEWIN in 2001 een meetprogramma naar de aanwezigheid van MTBE in drinkwater en drinkwaterbronnen gestart. Ook was VEWIN mede-initiatiefnemer van een MTBE-workshop tijdens Bodembreed 2001, om MTBE nogmaals op de agenda te plaatsen.

VEWIN en de waterbedrijven zijn van mening dat MTBE niet thuishoort in (drink)water; het is een stof die er van nature niet in zit en geur- en smaakafwijkingen van het drinkwater veroorzaakt. De drinkwatersector heeft dit probleem kenbaar gemaakt door de verantwoordelijke partij(en) aan te spreken en aan te dringen op maatregelen. De drinkwaterbedrijven zelf monitoren hun bronnen permanent op de aanwezigheid van MTBE, om eventuele verontreinigingen gelijk te kunnen constateren en eventueel maatregelen te nemen zoals de inname van het water stoppen. Mogelijk wordt het onderzoek naar de omvang van de MTBE-problematiek nog uitgebreid met een onderzoeksspoor specifiek gericht op de drinkwaterwingebieden.

Verontreiniging van drinkwater met MTBE wordt, naast de inname van verontreinigd grondwater, ook veroorzaakt door de inname van verontreiniging oppervlaktewater. Een inventariserende studie naar het vóórkomen van MTBE in oppervlaktewater is recent uitgevoerd. Door de VEWIN is aangegeven dat het conceptrapport van dit onderzoek de volgende conclusies en aanbevelingen zal bevatten:

##### **Conclusies**

- MTBE wordt aangetroffen in alle Nederlandse Rijkswateren.
- Achtergrondconcentraties aan MTBE in de Rijn zijn relatief hoog (0,1-0,5 µg/l).
- In de Rijn worden bovendien regelmatig incidentele piekconcentraties aan MTBE waargenomen.
- In het Nederlandse deel van het stroomgebied van de Rijn lijken geen grote bronnen te zijn voor MTBE; wel zijn concentraties in Maassluis en IJmuiden verhoogd.
- MTBE-concentraties in de Rijn lijken de afgelopen jaren sterk te zijn gestegen.
- Achtergrondconcentraties aan MTBE in de Maas liggen onder de rapportagegrens.
- MTBE-concentraties in de Maas zijn sterk afhankelijk van de afvoer; bij lage afvoer worden verhoogde MTBE-concentraties waargenomen.
- In het Nederlandse deel van het stroomgebied van de Maas worden op verschillende meetlocaties verhoogde MTBE concentraties waargenomen ten opzichte van het grensmeetstation Eijsden.
- MTBE-concentraties in drinkwater zijn relatief laag; wel wordt regelmatig MTBE aangetroffen in meetbare concentraties (maximaal gemeten MTBE-concentraties liggen nergens hoger dan 1 µg/l, de indicator - en signaleringswaarde voor drinkwater).
- De effectiviteit van bodempassage en zuivering op MTBE kan niet worden gekwantificeerd door een gebrek aan bruikbare gegevens.
- Op basis van de beschikbare gegevens wordt geconcludeerd dat duininfiltratie geen effectieve barrière vormt voor MTBE. Voor oeverinfiltratie kunnen op basis van de weinige gegevens uit deze inventarisatie geen betrouwbare uitspraken worden gedaan.
- Ten aanzien van effecten van de zuivering op praktijkschaal kan geconcludeerd worden dat bij actieve koalfiltratie en oxidatie de concentraties veelal dalen, maar dat er geen complete verwijdering plaatsvindt.

**Aanbevelingen**

- Gezien de toename in MTBE (en incidentele en zeer forse pieken) in de Rijn in de afgelopen jaren verdient een gezamenlijke (grensoverschrijdende) aanpak van de MTBE-problematiek in de Rijn ten aanzien van incidentele en continue lozingen de aandacht.
- Gezien de (forse) toename in MTBE-concentraties in het Nederlandse deel van de Maas verdient ook dit een gezamenlijke inzet om de oorzaak hiervan in beeld te brengen.
- Afstemming analysetechnieken voor MTBE is noodzakelijk om vergelijkbare getallen te produceren.
- Een studie toegespitst op de effectiviteit van zuivering bij de Nederlandse waterbedrijven kan meer inzicht geven in het gedrag van MTBE in de zuivering.

**4.5 SBNS**

De Stichting bodemsanering NS (SBNS) heeft een inventariserend onderzoek uitgevoerd naar het voorkomen van MTBE op NS-locaties (Ketting, W. 2004, MTBE op het spoor? Inventariserend onderzoek naar MTBE-verontreiniging op NS-terrein, Eindrapportage Saxion Hogeschool IJsselland en SBNS).

Hierbij is 36% van de in totaal 650 locaties naar voren gekomen als min of meer verdacht, gebaseerd op de activiteiten die op deze locaties hebben plaatsgevonden. Enkele van deze locaties liggen binnen of in de directe omgeving van (grond)waterwin- of -beschermings-gebieden.

Uiteindelijk zijn zeven NS-locaties bemonsterd en is het grondwater geanalyseerd op MTBE. In zes van de zeven gevallen is MTBE aangetroffen, waarbij de gehalten aan MTBE in twee gevallen boven de gebruikte geur- en smaakdrempel van 40 µg/l liggen.

Sinds 2004 hanteert de SBNS een nieuwe eigen leidraad waarin het standaard analyseren van het grondwater op MTBE ter plaatse van benzinstations wordt voorgeschreven. Verder worden MTBE-analyses uitgevoerd op grondwater monsters als de historische gegevens hier aanleiding voor geven.

**4.6 Ingenieursbureaus**

Bij enkele ingenieursbureaus is naar hun ervaringen met MTBE gevraagd.

Er wordt aan een paar locaties met MTBE-verontreinigingen gewerkt, maar deze gegevens zijn niet openbaar. Incidenteel zijn gehalten aangetroffen boven de voorgestelde interventiewaarde van 9.400 µg/l. De meeste verontreinigingsgevallen zijn terug te voeren op de aanwezigheid van een benzinstation. Echter, in één geval was er geen link te leggen met benzine, een oliemaatschappij of andere MTBE-gerelateerde activiteiten, terwijl wel een concentratie MTBE van meer dan 10 mg/l (dus rond de voorgestelde interventiewaarde) in het grondwater is aangetroffen.

Een adviesbureau verwacht dat er eind 2005 een richtlijn zal komen, gezien de huidige projecten die in opdracht van VROM worden uitgevoerd (onder andere RIVM-onderzoek). Maar vanwege de te verwachten interventiewaarde van 9.400 µg/l, verwachten zij niet dat er een grote hoeveelheid MTBE-saneringen zal worden gestart.

Verder geeft een analysebureau met vestigingen in het buitenland aan dat er steeds vaker MTBE-analyses worden uitgevoerd, vooral in Zuid-Europese landen (Spanje, Italië en Frankrijk).

## 4.7 Oliemaatschappijen

Met enkele oliemaatschappijen is gesproken over MTBE.

Een bron geeft aan dat er geen routinematige analyses naar MTBE worden uitgevoerd, omdat het een verbinding is waar geen norm voor bestaat. Omdat het een relatief nieuwe verbinding is, bestaat er de zorgplicht, oftewel, bij calamiteiten onmiddellijk actie ondernemen om vervuiling te voorkomen.

Momenteel is er geen goed beeld over de mogelijke verspreiding/verontreiniging van grondwater met MTBE. Wel zijn natuurlijk de nodige maatregelen genomen om alle tankstations om te bouwen volgens de voorschriften (zoals beschreven in de AMvB "Besluit tankstations milieubeheer" ), wat het ontstaan van nieuwe verontreiniging met benzine minimaliseert.

Een andere bron geeft eveneens aan dat er geen routinematige analyses naar MTBE worden uitgevoerd. Men vindt de wetgeving op dit moment niet transparant en wordt er verschillend omgegaan met MTBE verontreinigde locaties. Het ene geval is volledig open en wordt met bevoegd gezag en betrokkenen uitgebreid doorgesproken. In een ander geval gebeurt precies het tegenovergestelde.

Een laatste bron merkt het volgende op: op zich is er redelijk wat bekend over MTBE, maar omdat er geen streef- of interventiewaarde bestaat, weten wij niet goed hoe wij er mee om moeten gaan. Het beleid moet in ieder geval gebaseerd zijn op een risicobenadering!

## 4.8 Oude analyseresultaten

Bij de aromatenanalyse worden naast de gevraagde componenten (BTEX) ook nog een heleboel andere stoffen aangetroffen/gemeten zonder dat dit wordt geïnterpreteerd en zonder dat hiervan concentraties worden gerapporteerd. De eventuele aanwezigheid van MTBE in het monster kan uit oude analyseresultaten ook achteraf nog worden afgeleid indien de oorspronkelijke meetresultaten door het laboratorium zijn gearchiveerd en deze alsnog worden geïnterpreteerd. Er zitten echter nogal wat haken en ogen aan het op deze wijze verkrijgen van informatie over het voorkomen van MTBE. Zo zal eerst toestemming moeten worden verkregen van de opdrachtgever van de uitgevoerde aromaten analyses en is er op deze wijze geen sprake van het toepassen van een genormeerde analysemethodiek voor de MTBE-bepaling. Voor onderhavig onderzoek is dit derhalve geen bruikbaar spoor.

## 4.9 Regelgeving rond benzinstations en belangrijke jaartallen

MTBE wordt sinds ongeveer 1988 toegepast als loodvervanger in benzine. Voor het vervolgonderzoek naar de MTBE-problematiek zijn daarom de tankstations die voor 1988 gesloten zijn (circa 6.800 tankstations), niet van belang. Tussen 1988 en 2003 zijn circa 2.550 tankstations gesloten (op basis van gegevens VNPI). Deze locaties zijn naast nog bestaande benzinstations van belang bij het vervolgonderzoek.

Voor het ontstaan van bodemverontreiniging op benzinstations kunnen de volgende belangrijke oorzaken worden aangegeven:

- lekkage van ondergrondse tanks en leidingen;
- morsverliezen bij vullen van tanks en bij het tanken;
- calamiteiten.



Voor tankstations is de AMvB “Besluit tankstations milieubeheer” van toepassing. In deze AMvB is opgenomen dat tankstations voor 1 juli 1999 bodembeschermende voorzieningen aan moeten brengen. De kans op lekkage van benzine en daarbij MTBE zou hierdoor minimaal moeten zijn. Het is echter mogelijk dat een lekkage voor aanleg van de bodembeschermende voorzieningen heeft plaatsgevonden.

Vaak zal voor aanleg van de nieuwe bodembeschermende voorzieningen bij tankstations (vloei-stofdichte vloeren, ondergrondse tanks met speciale voorzieningen) een sanering hebben plaatsgevonden. MTBE is hierbij echter vaak niet meegenomen in het analysepakket. Ook bij reeds gesaneerde benzinstations met bodembeschermende voorzieningen kunnen nog MTBE-verontreinigingen aanwezig zijn. De uitgevoerde sanering zal daarbij van invloed zijn geweest op het verspreidingsgedrag van de verontreiniging (denk aan grondwater-onttrekkingen enzovoort).

In het kader van de SUBAT-regeling is op veel (circa 1.900) tankstations een bodemsanering uitgevoerd. Op deze in het kader van SUBAT gesaneerde locaties is nu geen tankstation meer aanwezig. Bij deze bodemsaneringen is over het algemeen geen aandacht besteed aan MTBE. Op deze locatie kan dus ondanks de uitgevoerde sanering nog steeds sprake zijn van een MTBE-verontreiniging.

In september 1991 is door VROM de handleiding bodemsanering tankstations uitgebracht als bijlage bij het “werkprogramma milieumaatregelen bij tankstations”. In januari 1994 is het besluit tankstations milieubeheer uitgebracht, waarbij de tekst van de handleiding als bijlage bij de nota van inlichtingen is gevoegd. De begeleidingscommissie tankstations, die de voortgang van het werkprogramma bewaakt, heeft vastgesteld dat de handleiding uit 1991 aan herziening toe was (in verband met nieuwe Wbb destijds en de ervaringen met bodemsanering bij tankstations). De nieuwe versie is van juni 1995. In de handleiding is een pragmatische aanpak van de verontreinigingen bij tankstations gegeven, inclusief het aspect evaluatie. In een bijlage is aangegeven hoe in verschillende fasen het bodemonderzoek en de eventuele sanering uitgevoerd kunnen worden (alleen gericht op minerale olie en afgeleide producten).

Bij de invulling van het veldonderzoek in fase 3 zal rekening gehouden moeten worden, dat de bodembeschermende voorzieningen bij de huidige stations beperkingen met zich mee kunnen brengen ten aanzien van het plaatsen van peilbuizen. Het is niet wenselijk peilbuizen door vloei-stofdichte vloeren te plaatsen.

## 5 Stand van zaken bij andere landen

### 5.1 Europese Unie

In Europa is er aandacht voor de MTBE-problematiek. Dit blijkt onder andere uit het feit dat er in november 2004 een tweedaags congres over MTBE is georganiseerd in Barcelona. Het was de tweede keer dat dit European Conference on MTBE werd georganiseerd (in 2003 was het congres in Dresden).

Op de deelnemerslijst van dit congres blijkt een grote interesse uit Duitsland voor het onderwerp. Dit valt onder andere te verklaren doordat meerdere Duitse onderzoeksinstituten en universiteiten zijn betrokken bij MTBE-onderzoek (zie ook de paragraaf over Duitsland). Een aantal van deze instituten is intensief betrokken bij onderzoek naar een grote MTBE-vlek in Leuna (voormalig Oost-Duitsland).

Vanuit Nederland waren er slechts twee deelnemers, beide vanuit de producenten hoek (SABIC en Chevron/Texaco).

De presentaties op het congres handelden over de volgende onderwerpen:

- gedrag van MTBE in bodem-/watersystemen;
- analyse van MTBE in bodem en water;
- abiotische en biotische afbraak van MTBE;
- behandeling van met MTBE-verontreinigde grond en water (in-situ/ex-situ);
- risicobeoordeling van MTBE-verontreinigingen.

Daar dit allemaal vrij technische onderwerpen betreft valt het buiten de scope van dit dossieronderzoek om hier in meer detail op in te gaan. Er zijn geen resultaten gepresenteerd die iets zeggen over de omvang van de problematiek in een land of regio (bovenstaande is gebaseerd op de abstracts van het congres).

Door de EU wordt een project gefinancierd genaamd WATCH (Water catchment area's: Tools for Management and control of hazardous compounds). Hierin is ook aandacht voor MTBE en andere oxygenates in relatie tot drinkwaterwinning.

In maart 2001 is er door de Europese commissie een rapport uitgebracht met als titel: "MTBE and the Requirements for Underground Storage Tank Construction and Operation in Member States". In dit rapport wordt onder andere ingegaan op MTBE-monitoringsprogramma's in de EU. In dit rapport wordt de conclusie getrokken dat een sterke verspreiding van MTBE-verontreiniging in de zelfde mate als in de USA (met name Californië) onwaarschijnlijk wordt geacht (zie ook 5.7).

Een belangrijke rol in het voorkomen van het ontstaan van MTBE-verontreiniging is de regelgeving rond de opslag van onder andere benzine in ondergrondse opslagtanks. In het rapport wordt per lidstaat ingegaan op de bestaande regelgeving op dit punt. Over het algemeen is de regelgeving de laatste jaren aangescherpt waardoor nieuwe verontreinigingen door lekkage van tanks zo veel mogelijk wordt voorkomen. In het verleden waren deze regels vaak echter minder streng.

Van slechts een paar landen bleken bij dit EU-onderzoek MTBE-monitoringsresultaten beschikbaar te zijn. Een groot aantal van deze resultaten had echter met name betrekking op drinkwaterwinninglocaties en niet op mogelijke bronlocaties.

## 5.2 België

In België zijn er drie wetgevende instanties met ieder hun eigen normen en regelgeving. Hierbij wordt onderscheid gemaakt in Vlaanderen, Brussel en Wallonië.

In Vlaanderen is het sinds enkele jaren gebruikelijk om bij bodemonderzoek op benzinstations ook naar MTBE te kijken.

Indien bij het verkennend onderzoek benzineachtige producten worden aangetroffen moet in het vervolgetraject ook op MTBE worden onderzocht. In Vlaanderen hanteert men als toetsingscriterium van de saneringsnoodzaak voor grond een norm van 9 mg/kg d.s. en voor grondwater 300 µg/l (humaan/toxicologische norm) en 20-40 µg/l als geur- en smaakdrempel.

Om een beeld te krijgen van de ervaringen, die zijn opgedaan met Vlaamse onderzoeken waar naar MTBE is gekeken, zijn de volgende acties ondernomen:

- contact met de Belgische vestiging van Tauw;
- contact met de OVAM (Vlaamse equivalent van VROM);
- VITO (Vlaams Instituut voor Technisch Onderzoek).

### Tauw België

Door Tauw België worden incidenteel onderzoeken uitgevoerd waarbij ook naar MTBE wordt gekeken. Er bestaat echter geen overzicht over in welke gevallen daadwerkelijk MTBE-verontreinigingen worden aangetroffen. Als zeer globale schatting gaf men aan dat in 10 tot 25% van de locaties waar onderzocht wordt op MTBE ook daadwerkelijk MTBE wordt aangetroffen. Een nadere specificatie (specifieke kenmerken van deze gevallen) kon men niet geven.

### OVAM

Bij de OVAM is er contact geweest met de heer Johan Ceenaeme, diensthoofd onderzoek. Hij gaf aan dat in de databank van de OVAM meerdere gegevens over MTBE aanwezig zijn. Volgens hem is men bij de OVAM er zelf nog niet toe gekomen om deze data te interpreteren. Via de dienst register van de OVAM is op verzoek een beperkte analyse van de beschikbare informatie uitgevoerd. Hieruit komt het volgende beeld naar voren:

Momenteel zijn er 1.933 dossiers ingediend bij OVAM waar onder andere analyses uitgevoerd zijn van MTBE in het grondwater. Hiervan zijn 426 dossiers na beoordeling opgenomen in het register van verontreinigde gronden van de OVAM op basis van een overschrijding van de bodemsaneringsnorm voor MTBE. In 387 dossiers van deze dossiers (van 426) is er ook een verontreiniging met benzeen vastgesteld. In de rapporten van de 1.933 dossiers zijn er 11.538 analyseresultaten voor MTBE in het grondwater. Van de gevonden resultaten is hieronder een overzicht, verdeeld in concentratieklassen, weergegeven.

Tabel 5.1 Voorkomen concentratieklassen in database OVAM.

Concentratie range MTBE (in microgram per liter)	Aantal analyseresultaten	Percentage
0 - 0,5	3405	30
0,5 - 1	1492	13
1 - 2	850	7
2 - 50	2939	26
50 - 200	935	8
200 - 5000	1520	13
> 5000	397	3
Totaal	11.538	100

Binnenkort zal een nieuw rapport verschijnen waaraan het VITO in opdracht van de OVAM heeft meegewerkt. In dit rapport met als titel "Evaluatie van saneringsalternatieven voor met MTBE verontreinigd grondwater" is een paragraaf opgenomen over het voorkomen van MTBE. Hieronder worden een aantal relevante onderzoeksresultaten uit dit rapport over het voorkomen van MTBE in Vlaanderen gepresenteerd.

### **Resultaten OVAM-onderzoek**

Om een beeld te krijgen van de situatie in Vlaanderen zijn gegevens geïnventariseerd van lopende of uitgevoerde onderzoeken en saneringen. In het totaal zijn de resultaten van 87 onderzoeken bekeken.

Op basis van de beschikbare gegevens bleken de hoogste MTBE-concentraties te worden teruggevonden bij oudere verontreinigingen in minder mobiele hydrogeologische omstandigheden en bij bronnen die gedurende lange tijd gelekt hebben. Dit zou verklaard kunnen worden door het gegeven dat MTBE een hogere oplosbaarheid heeft dan vluchtige aromaten. Verhoudingsgewijs zal het aandeel MTBE in de verontreiniging dus stijgen. In het kader van deze studie is ook nog een andere reeks van 76 bodemonderzoeken op tankstations bestudeerd. Deze onderzoeken richtten zich niet specifiek op risicolocaties, doch werden systematisch uitgevoerd. Hierdoor zijn de resultaten redelijk representatief te noemen voor een gemiddeld tankstation. Op basis van gegevens voor het Fonds voor de Analyse van Aardolieproducten wordt het huidige aantal tankstations in Vlaanderen geschat op 3.000 (Meulepas et al., 1999). De gegevens kunnen bijgevolg als een steekproef, uitgevoerd op 2,5% van het totaal aantal stations, beschouwd worden.

Uit de steekproef bleek dat in het grondwater onder 51 van 76 tankstations (67%) overschrijdingen van de bodemsaneringsnorm voor MTBE (300 µg/l) of vluchtige aromaten (benzeen: 10 µg/l, toluen 700 µg/l, ethylbenzeen 300 µg/l en xyleen 500 µg/l) werden vastgesteld.

Voor 44 van de 51 sites (58% van het totaal) betrof dit vluchtige aromaten, voor 25 van de 51 sites (33% van het totaal) betrof dit MTBE. Op 18 van deze 25 sites (24% van het totaal) met MTBE werden tegelijkertijd vluchtige aromaten aangetroffen. Voor 9 van deze 18 locaties (12%) werd voor minstens 1 van de vluchtige aromaten een concentratie van meer dan 1.000 µg/l vastgesteld. Op 7 van de 25 locaties (9% van het totaal) werd alleen MTBE aangetroffen, zonder vluchtige aromaten.

Op 11 van de 25 locaties (14% van het totaal) met MTBE overschreed de concentratie van MTBE in het grondwater de grens van 5.000 µg/l. Voor 9 van deze 11 (12%) werd de grens van 10.000 µg/l overschreden, voor 4 van deze 9 (5% van het totaal) werd de grens van 25.000 µg/l overschreden. De hoogst aangetroffen concentratie bedroeg 36.000 µg/l.

Samengevat kan men stellen dat op ongeveer een derde van de tankstations verontreinigingen met MTBE in het grondwater werden aangetroffen die de saneringsnorm van 300 µg/l overschrijden. In driekwart van de gevallen kwam tegelijkertijd een overschrijding van de saneringsnorm voor vluchtige aromaten voor.

Op basis van een beperkte studie van enkele onderzoeksrapporten in Vlaanderen komt men tot de vaststelling dat de aard van de verontreiniging en haar distributiepatroon verschillen in het brongebied en het pluimgebied.

Het brongebied heeft vaak de volgende karakteristieken:

- hoge concentratie MTBE: meestal binnen het interval 3.000-100.000 µg/l; en
- gemengd voorkomen met benzeen, toluen, ethylbenzeen en xyleen (BTEX) en minerale olie.

Het pluimgebied kan als volgt gekarakteriseerd worden:

- lagere concentratie MTBE: meestal binnen het interval 500-2.500 µg/l; en
- ongemengd voorkomen: lagere tot verwaarloosbare concentraties BTEX/minerale olie.

De getallen van dit onderzoek wijken wel enigszins af van de in tabel 5.1 gepresenteerde getallen. Belangrijk verschil is echter dat tabel 5.1 aantallen analyseresultaten laat zien en de getallen uit het OVAM-onderzoek betrekking heeft op aantallen locaties.

Bij de bovenstaande getallen moet de kanttekening worden geplaatst, dat er in België nog geen SUBAT-operatie heeft plaatsgevonden en dat de eisen die aan benzinstations worden gesteld afwijken van de Nederlandse AMvB Tankstations.

### **VITO**

Bij het VITO lopen meerdere onderzoeken naar de biologische omzetting van MTBE onder verschillende condities. Eén van hun eerste onderzoeken is zes à zeven jaren geleden gestart naar aanleiding van een vraag van een oliemaatschappij. Dit heeft zelfs geleid tot een promotie onderzoek, dat nu in de afrondingsfase is.

De algemene indruk van meerdere mensen bij het VITO is dat er in België voldoende aandacht wordt besteed aan mogelijke MTBE-problematiek. Er is geen volledig beeld over het voorkomen van MTBE in België, maar er wordt wel naar MTBE geanalyseerd bij onderzoeken (zie ook OVAM). Europa in het algemeen loopt wat dit betreft erg achter ten opzichte van Amerika.

Over alternatieven voor MTBE wordt in België vooralsnog niet gesproken.

## **5.3 Frankrijk**

In Frankrijk hebben wij contact gehad met het "Institut Francais du Petrole (IFP)". Zij werken aan meerdere issues die met petroleum te maken hebben en zijn onafhankelijk van de oliemaatschappijen. Sinds vijf jaar besteden zij aandacht aan MTBE.

Voor zover zij weten zijn er geen openbare gegevens bekend met betrekking tot MTBE in het grondwater, maar wel wordt door de drinkwatermaatschappijen het drinkwater voor en na behandeling routinematig op MTBE geanalyseerd.

Naast MTBE is gedeeltelijk overgeschakeld op ethanol, maar voornamelijk op ethyl tert-butylether (ETBE), dat vergelijkbare eigenschappen heeft als MTBE.

Het gebruik van ETBE heeft meerdere voordelen. Allereerst is de productie van ETBE eenvoudiger dan de productie van MTBE, maar er is ook een "groen" voordeel. De Franse overheid stimuleert de productie van biomassa, waar vervolgens bio-ethanol uit wordt geproduceerd en ethanol is weer een grondstof voor de productie van ETBE. Onderzoek van IFP toont aan dat ETBE beter biologisch afbreekbaar is dan MTBE. Bij deze omzetting wordt ook TBA als tussenproduct aangetroffen.

Er bestaat geen algemene regelgeving met betrekking tot MTBE, het IFP denkt dat men een afwachtende houding heeft en wacht totdat er een eventueel algemene EU-wetgeving met betrekking tot MTBE komt.

## 5.4 Engeland

In Engeland is in 2000 een grootschalig onderzoek uitgevoerd naar het vóórkomen van MTBE in het grondwater bij benzineverkooppunten en naar de effecten op de drinkwaterwinning (A review of current MTBE Usage and Occurrence in groundwater in England and Wales). Van de 837 op MTE onderzochte locaties werd in 29% van de gevallen MTBE in het grondwater aangetroffen.

Daarnaast is gekeken naar de algemene grondwaterkwaliteit in Engeland in 2.864 monsters van 940 locaties. In 13% van de monsters werden aantoonbare concentraties MTBE aangetroffen (boven detectiegrens). Ook in Engeland geldt dat hier geen operatie vergelijkbaar met de SUBAT-operatie is uitgevoerd, noch dat men vergelijkbare eisen stelt aan benzinstations zoals opgenomen in de Nederlandse AMvB Tankstation.

## 5.5 Denemarken

In het verleden is contact geweest met de Deense overheid, waaruit bleek dat zij al in 1998 een gericht stappenplan hadden opgesteld met betrekking tot normstelling, onderzoek naar alternatieven, uitgebreide monitoring enzovoort.

De uitgebreide monitoring is gestart in 1998. MTBE is toen in 5 van de 200 geteste peilbuizen aangetroffen, waarvan slechts één peilbuis een concentratie rond de "threshold value" van 30 µg/l had. Een uitgebreidere meetronde heeft geen meerdere verontreinigingen aangetoond. In 2001 is deze waarde zelfs verlaagd naar 5 µg/l.

Bij gesaneerde benzinstations is MTBE echter wel in het grondwater aangetroffen in 102 van de 479 geteste locaties. Bij 34 locaties werd de waarde van 30 µg/l overschreden met een maximaal aangetroffen waarde van 100 mg/l.

Tijdens de jaarlijkse monitoring in Denemarken wordt MTBE ook geanalyseerd en is MTBE één van de meest aangetroffen grondwaterverontreinigingen. Op het moment zijn er dan ook discussies gaande om het gebruik van MTBE te verlagen of volledig te stoppen en alternatieven te kiezen.

Sinds 2002 wordt MTBE niet meer gebruikt in octaan 92 en 95. MTBE wordt nog wel in octaan 98 gebruikt en is nog bij zo'n 125 stations MTBE-houdende benzine te koop. Dit zijn tankstations die voldoen aan de laatste eisen met betrekking tot de voorzieningen.

In Denemarken is in 1992 gestart met de remediatie van benzinstations (volgens een soort SUBAT-operatie). De benzinstations die voor 1998 zijn gereinigd en aangepaste voorzieningen hebben aangelegd, zijn destijds niet op MTBE geanalyseerd. Verder zijn er nog zo'n 100 benzinstations die nog niet zijn aangepast aan de verscherpte wetgeving met betrekking tot aangepaste voorzieningen.

## 5.6 Duitsland

In Duitsland zijn weinig openbare gegevens bekend over de aanwezigheid van MTBE in het grondwater. De gegevens die er zijn, zijn afkomstig van het EU-onderzoeksproject WATCH<sup>1</sup>. Dit project gaat over BTEX, MTBE en ETBE. Verder heeft het Duitse onderzoeksinstituut voor milieuonderzoek (UFZ) enkele projecten naar MTBE en in het geval van specifieke verontreinigingsincidenten zijn gegevens bekend.

Het Duitse ministerie van Milieu heeft in een open brief (1999/2000) geschreven dat MTBE in Duitsland geen problemen zal geven. Hierbij baseerde zij zich op de resultaten van slechts enkele veldstudies waarbij naar MTBE was geanalyseerd.

Momenteel is er in Duitsland een discussie om een "threshold-value" te definiëren, waarbij een "clean-up value" van 5 µg/l wordt voorgesteld. Wetenschappers vinden deze waarde te laag en stellen 50 µg/l voor.

Het gebruik van alternatieven voor MTBE wordt in Duitsland niet bekeken. Heel sporadisch wordt ethanol toegevoegd.

## 5.7 Het verschil tussen de situatie Europese Unie en Verenigde Staten

In de Verenigde Staten wordt veel aandacht besteed aan MTBE. MTBE wordt hier al langer toegepast, en is de meest voorkomende grondwaterverontreiniging van de VS. Vandaar dat de Amerikaanse EPA een uitgebreid programma heeft over MTBE, zie bijvoorbeeld hun website ([www.epa.gov](http://www.epa.gov)). Binnen de VS zijn er grote lokale verschillen. Het meest bekend is over de situatie in Californië waar men volledig gestopt is met het toepassen van MTBE in benzine.

In Europa wordt de verspreiding van MTBE-verontreiniging zoals in de USA (met name Californië) onwaarschijnlijk geacht, vanwege onderstaande punten:

- In Californië werden andere MTBE-concentraties in benzine gebruikt, gemiddeld 15% (v:v), terwijl in Europa gemiddeld slechts 1 à 2% wordt toegevoegd.
- Het gemiddelde benzine verbruik in de Verenigde Staten is veel hoger dan in Europa, dit betekent dat er veel meer distributiepunten in de VS zijn.
- Er is een andere wetgeving met betrekking tot benzinstations, underground storage tanks, drinkwaterinname, etc..
- Met name het westelijk deel van de Verenigde Staten heeft een andere geologie, waardoor de verspreiding van MTBE eerder problemen geeft voor de drinkwaterwinning.
- In de Verenigde Staten is men eerder MTBE gaan gebruiken. Dit scheelt zo'n 5 tot 10 jaar.

---

<sup>1</sup> In the WATCH project in situ on-line sensors for hydrocarbons in soil and groundwater are designed, constructed and optimised by field tests at involved end users for BTEX, MTBE and ETBE. A target compound database for environmental degradation behaviour, inhibiting and stimulating effects will provide a basis for signal assessment and decision/early warning concepts.

## 6 Analyse landsdekkend beeld informatie

### 6.1 Wat is het landsdekkend beeld

Het landsdekkend beeld (LDB) is een grootschalige inventarisatie van alle locaties in Nederland waar mogelijk sprake is van bodemverontreiniging. Op verzoek van VROM zijn door de provincies en gemeenten alle locaties in Nederland in kaart gebracht waar in het verleden verontreinigende activiteiten hebben plaatsgevonden en waar mogelijk sprake is van bodemverontreiniging. Dat is gebeurd aan de hand van archieven waarin is teruggezocht op welke plaatsen “risicobedrijven” hebben gestaan. Dit heeft in totaal 600.000 verdachte locaties opgeleverd. De ervaring leert dat uiteindelijk zo’n 10% van de verdachte locaties ook daadwerkelijk gesaneerd moet worden.

De LDB-inventarisatie kan gebruikt worden voor het maken van een inschatting van het aantal locaties waar mogelijk sprake zou kunnen zijn van een benzine verontreiniging en daarmee in bepaalde gevallen mogelijk ook een MTBE-verontreiniging. Op de LDB-tabel is ten behoeve van het dossieronderzoek een analyse uitgevoerd en de resultaten van deze analyse worden hieronder gepresenteerd. Men dient zich echter te realiseren dat de LDB-inventarisatie een globaal beeld schetst. Pas de komende jaren als de geïnventariseerde locaties nader (historisch) onderzocht zullen worden zal een meer betrouwbaar beeld ontstaan van het aantal locaties (waaronder ook benzinestations) met een historische bodemverontreiniging. Er is bovendien maar een zeer klein deel van deze locaties relevant met betrekking tot MTBE, te weten de benzinestations die tenminste nog tot na 1991 in gebruik zijn geweest. Analyse van de LDB-gegevens is echter wel van belang omdat deze informatie door gemeentes vaak wel vaak gebruikt zal worden om MTBE-verdachte locaties uit te selecteren

### 6.2 Analyse van de LDB-gegevens

Bij de uitgevoerde LDB-inventarisatie is middels de zogenaamde DUBI-code geregistreerd welke activiteit op een locatie heeft geleid tot het aanmerken als een locatie die verdacht is voor bodemverontreiniging. Een aantal van deze DUBI-codes zijn gerelateerd aan tankstations of benzine-opslagtanks. De onderstaande tabel laat het aantal locaties in de LDB-tabel met een relevante DUBI-code zien.

DUBI	UBI-omschrijving	Aantal locaties per DUBI
5050	Benzineservicestation	36.464
50511	Benzinepompinstallatie	7.518
631246	Benzinetank (ondergronds)	3.194
631256	Benzinetank (ingemetseld)	19
631266	Benzinetank (ommuurd)	43
<b>Totaal</b>		<b>47.238</b>

In het totaal zijn er 47.238 locaties waar volgens de informatie in de archieven een benzine gerelateerde verdachte activiteit heeft plaatsgevonden. Of deze activiteit daadwerkelijk heeft plaatsgevonden en of deze tot bodemverontreiniging heeft geleid moet in vervolgonderzoek nog verder worden vastgesteld. Slechts bij een deel van deze locaties zal daadwerkelijk bodemverontreiniging worden aangetoond. Hierbij dient ook nog opgemerkt te worden dat dit alle locaties betreft dus ook waar de activiteiten zijn geëindigd voor 1991 en waar dus geen sprake zal zijn geweest van MTBE-houdende benzine. De einddatum van de activiteit is echter vaak niet in de LDB-tabel geregistreerd. Wel is bekend dat voor 1.542 van deze locaties de activiteit pas gestart is na 1987.



Een tabel met de landelijke verdeling van de locaties met een relevante DUBI is in bijlage 3 opgenomen.

### **6.3 Toepassing LDB-gegevens**

Wanneer de getallen uit de LDB-inventarisatie worden vergeleken met de aantallen benzinstations zoals gepresenteerd in het voorgaande hoofdstuk (gebaseerd op informatie van de VNPI) dan ligt het aantal verdachte locaties uit het LDB aanzienlijk hoger. Deze getallen kunnen ook niet zondermeer met elkaar vergeleken worden. Door de projectleider van het LDB-project Frans Mulder is het volgende opgemerkt over de bruikbaarheid van de LDB-gegevens voor onderhavig onderzoek:

- Het aantal geregistreerde locaties met een UBI 5050 (benzinstation) is 36.464. Dit betekent dat voor deze locaties in het verleden eens een hinderwetvergunning is aangevraagd. Of een station er daadwerkelijk is gekomen is niet bekend en ook niet in welke omvang. Bovendien zullen een groot aantal stations al voor 1991 weer gesloten zijn en zijn daarmee niet MTBE-verdacht.
- Achter het bestand van het LDB zit een Historisch Bodem Bestand (HBB-bestand) waarin gegevens zitten over onder andere wanneer een Hinderwetvergunning is aangevraagd en voor zover bekend wanneer ingetrokken/opgezegd. Hieruit zou gericht gezocht kunnen worden. Dit HBB-bestand is nog niet zo ver dat het in een landelijk datasysteem is ondergebracht. Op korte termijn kan hiervan dus geen gebruik van worden gemaakt.
- Alle bestanden zijn opgebouwd op bevoegd gezag niveau (provincies en rechtstreekse gemeenten). Op dit niveau kunnen in en binnen de bestanden bewerkingen worden uitgevoerd en selecties worden gemaakt. Het bevoegd gezag heeft er echter wel voor gezorgd dat alle gemeenten een BIS hebben waarin gegevens zijn verzameld en opgeslagen om het op uniforme wijze te kunnen aanleveren aan het bevoegd gezag. Het is dus zo dat alle gemeenten binnen een BIS kunnen zoeken naar benzinstations en mogelijk data over het nog in bedrijf hebben, het tijdstip van buiten gebruikstelling, het moment van saneren en dergelijke. Per gemeente kan dus gedetailleerdere informatie worden verkregen over het aantal locaties wat met het oog op de MTBE-problematiek als verdacht kan worden aangemerkt.

Bovenstaande analyse laat zien dat er nog wel wat haken en ogen zitten aan de interpretatie van de LDB-informatie in relatie tot het maken van een inschatting van de omvang van de MTBE-problematiek in Nederland.

Het in fase 3 uit te voeren onderzoek zal meer inzicht moeten geven in het percentage van locaties waar daadwerkelijk sprake is van een MTBE-verontreiniging en waar dit waarschijnlijk niet het geval is. Bij de selectie van te onderzoeken locaties kan mogelijk ook gebruik gemaakt worden van de LDB-tabel en de onderliggende HBB-tabel.

## **7 Conclusies en aanbevelingen**

### **7.1 Algemeen**

Middels dit dossieronderzoek is informatie verzameld om in de volgende fase van het project het veldonderzoek zo goed mogelijk in te richten zodat een representatief beeld kan worden verkregen van de omvang van de MTBE-problematiek in Nederland. Om tot een zo representatief mogelijk beeld te komen, is het volgende van belang:

- De wijze waarop het veldonderzoek moet worden ingericht om met een beperkte onderzoeksinspanning een zo goed mogelijk beeld te verkrijgen van de verontreinigingssituatie.
- De wijze van selecteren van representatieve locaties voor het uitvoeren van het veldonderzoek.
- Het verkrijgen van een berouwbaar inzicht in het totaal aantal locaties waar MTBE in de bodem terecht gekomen kan zijn. Dit inzicht is nodig om de resultaten van de steekproef te extrapoleren naar een representatief landelijk beeld.

In de paragrafen 7.2 t/m 7.4 zal voor elk van deze punten worden aangegeven welke conclusies uit het dossieronderzoek naar voren gekomen zijn. Tenslotte wordt in paragraaf 7.5 aangegeven hoe Nederland staat t.o.v. de rest van Europa wat betreft de inventarisatie en aanpak van de MTBE-problematiek.

### **7.2 Aanbevelingen voor de inrichting van het veldonderzoek**

Bij het dossieronderzoek zijn een aantal aandachtspunten naar voren gekomen die van belang zijn voor de invulling van het veldonderzoek in fase 3.

Uit de vergelijking tussen het verspreidingsgedrag van benzeen en MTBE blijkt dat volgens modelmatige berekeningen MTBE zich ongeveer tweemaal zo snel verspreid als benzeen. Afhankelijk van de ouderdom van een station kan dus een inschatting worden gemaakt waar een eventuele MTBE-verontreiniging kan worden verwacht en of dit binnen of buiten een mogelijke benzeenvlek is. Men dient zich hierbij te realiseren dat een benzeenverontreiniging eerder kan zijn ontstaan dan een MTBE-verontreiniging.

Een ander aandachtspunt bij het uitvoeren van de veldwerkzaamheden is de aanwezigheid van bodembeschermende voorzieningen op huidige benzinestations. De aanwezigheid van vloeistofdichte vloeren kan beperkingen met zich meebrengen ten aanzien van de locatiekeuze voor het plaatsen van peilbuizen (uitgaande van de bron pad benadering). Bij reeds gesloten stations waar ondertussen sprake is van een ander gebruik zullen deze beperkingen niet spelen.

Bij het uitwerken van de onderzoeksstrategie per locatie zijn in ieder geval de volgende criteria van belang:

- bodemtype;
- aard en moment van aanbrengen van bodembeschermende voorzieningen;
- eerder uitgevoerde saneringen (indien van toepassing).

### 7.3 Selectie van te onderzoeken locaties

Gebleken is dat er in Nederland een aantal locaties is aan te wijzen, die aan te merken zijn als verdacht voor MTBE-verontreinigingen. Voor het onderzoek is afgesproken hierbij uit te gaan van locaties die na 1991 nog in gebruik waren. Hierbij kan de volgende indeling in locaties worden gemaakt:

- bestaande benzinestations en benzine-opslagdepots;
- na 1991 gesloten benzinestations, waar nu sprake is van een ander gebruik;
- overige locaties, zoals bijvoorbeeld locaties waar benzine of MTBE opgeslagen is geweest na 1991 (bijvoorbeeld benzine depots), productieplants voor MTBE en ondergrondse leidingtracés.

De eisen ten aanzien van bodembeschermende voorzieningen bij tankstations zijn in de periode na de introductie van MTBE houdende benzine in Nederland nog steeds verder aangescherpt. Dat betekent dat de kans op het ontstaan van bodemverontreiniging ook steeds verder zijn afgenomen.

Belangrijkste jaartallen zijn wat dat betreft (zie ook paragraaf 4.9):

1988: introductie MTBE houdende benzine

1994: AMvB Besluit tankstations milieubeheer

1999: Uiterste datum voor het realiseren van bodembeschermende voorzieningen conform AMvB

In de periode 1993-2000 is de bodem van veel tankstations gesaneerd in het kader van de SUBAT operatie en het werkprogramma tankstations.

Informatie over de start en einddatum (indien reeds gesloten) van het benzinestation in combinatie met het bodemtype is van belang om tot een goede onderzoeksstrategie voor de betreffende locatie te komen.

Er bestaat op dit moment geen beeld op welk deel van deze verdachte locaties daadwerkelijk sprake is van verhoogde MTBE-concentraties in het grondwater en in welke mate. In fase 2 van het project zal een voorstel worden uitgewerkt hoe tot een selectie van locaties te komen. Uitgangspunt hierbij is tot een zo representatief mogelijk beeld te komen van de totale Nederlandse MTBE-problematiek. Er zal in ieder geval gestreefd worden naar een geografische spreiding van locaties over het hele land zodat ook de verschillende geohydrologische situaties in de steekproef zijn vertegenwoordigd.

Uit de analyse van de LDB-informatie blijkt dat de landelijke LDB-tabel onvoldoende informatie bevat om tot een representatieve selectie van locaties te komen. Met name informatie over de einddatum van de activiteit ontbreekt. Naar verwachting is er bij gemeentes wel meer gedetailleerdere informatie te achterhalen. Aanbevolen wordt bij de selectie van de te onderzoeken locaties de medewerking van een aantal gemeentes te vragen.

In het vervolgtraject van het LDB zal op een groot deel van de verdachte locaties een oriënterend onderzoek worden uitgevoerd. Een slimme aanpak zou zijn om bij deze onderzoeken, daar waar relevant, MTBE in het analysepakket mee te nemen. Op deze wijze kan de komende jaren een goed beeld worden verkregen van de MTBE-problematiek op dergelijke locaties.

## **7.4 Aanbeveling ten aanzien van steekproef omvang schatting totaal aantal locaties**

In opdracht van de OVAM uitgevoerd onderzoek naar het voorkomen van MTBE op huidige benzinestations in Vlaanderen heeft enkele interessante ervaringscijfers opgeleverd. Bij het Vlaamse onderzoek werden bij 33% van deze locaties concentraties in het grondwater boven de saneringsnorm aangetroffen. De saneringsnorm ligt in België echter aanzienlijk lager (300 µg/l ten opzichte van Nederland waar een voorstel voor de I-waarde is gedaan van 9.400 µg/l). Op 12% van de locaties zijn in dit onderzoek gehalten boven de voorgestelde Nederlandse saneringsnorm aangetroffen.

In het kader van deze studie is ook nog een andere reeks van 76 bodemonderzoeken op tankstations bestudeerd. Deze onderzoeken richtten zich niet specifiek op risicolocaties, doch werden systematisch uitgevoerd. Hierdoor zijn de resultaten redelijk representatief te noemen voor een gemiddeld tankstation. Op basis van gegevens voor het Fonds voor de Analyse van Aardolieproducten wordt het huidige aantal tankstations in Vlaanderen geschat op 3.000 (Meulepas et al., 1999). De gegevens kunnen, volgens de onderzoekers, bijgevolg als een steekproef, uitgevoerd op 2,5% van het totaal aantal stations, beschouwd worden.

Zoals eerder aangegeven is de LDB-tabel niet bruikbaar voor het schatten van het totaal aantal voor MTBE-verdachte locaties. Op basis van de informatie van de VNPI bedroeg het aantal stations in 1991 circa 6.000 en in 2003 waren dit er nog 3.650.

De omvang van de steekproef zoals deze in fase 3 van het onderzoek is voorzien is met 80 te onderzoeken locaties ten opzichte van 6.000 na 91 nog gebruikte benzinestations wel duidelijk kleiner dan in het Belgische onderzoek. De uiteindelijke representativiteit van de omvang van deze steekproef zal echter mede afhankelijk zijn van de verdeling (verontreinigd/niet verontreinigd) die uiteindelijk wordt gevonden.

Hoewel de Belgische ervaringen niet zondermeer vertaald kunnen worden naar de Nederlandse situatie (zie eerdere opmerking over het ontbreken van een SUBAT-operatie en de mate van bodembeschermende voorzieningen in België) is er op dit moment geen betere informatie beschikbaar om enig idee te hebben wat in het Nederlandse onderzoek verwacht kan worden. Het ervaringscijfer uit België, bij 12% van de locaties een overschrijding van de voorgestelde I-waarde, kan als theoretische oefening worden toegepast op de onderzoeksopzet voor fase 3. Dit zou dan betekenen, dat bij een onderzoek op 60 locaties bij circa zeven locaties een overschrijding van de voorgestelde I-waarde verwacht zou kunnen worden. Dit theoretische aantal van zeven locaties met een gehalte boven de voorgestelde I-waarde is dan relatief klein om vervolgens nog conclusies te kunnen trekken over andere kenmerken van de verontreiniging zoals relatie met bodemtype, relatie met benzeenverontreiniging, moment van aanbrengen van bodembeschermende voorzieningen etc..

## **7.5 Nederland ten opzichte van de rest van Europa**

Het algemene beeld wat uit hoofdstuk 5 naar voren komt is dat er binnen de EU de laatste jaren steeds meer belangstelling komt voor de MTBE-problematiek in het grondwater. Er zijn echter in de meeste landen voor zover bekend geen grootschalige onderzoeken gedaan naar de omvang van de problematiek. Uitzonderingen hierop vormen Engeland, België en Denemarken waar wel uitgebreider onderzoek is gedaan.

Opvallend is dat de onderzoeken zich richten op huidige benzinestations en meestal niet op historische potentiële verontreinigingsbronnen.

Daarnaast richten de meeste onderzoeken zich vooral op verontreinigingen in relatie tot grondwaterwinning omdat daarin de belangrijkste problemen rond de MTBE-problematiek worden verwacht. Gezien de relatief geringe toxiciteit spelen humane risico's minder snel een rol.

Uit dit hoofdstuk kan ook geconcludeerd worden dat Nederland in Europa niet voorop loopt in het onderzoek de MTBE-problematiek maar zich in dezelfde fase bevindt als een groot aantal andere EU-landen. Gezien de verschillen in benadering van MTBE-problematiek in verschillende EU-landen ligt Europees beleid op dit vlak niet op korte termijn in de lijn der verwachting. Er is echter vanuit het ministerie van VROM wel meer duidelijkheid gewenst.

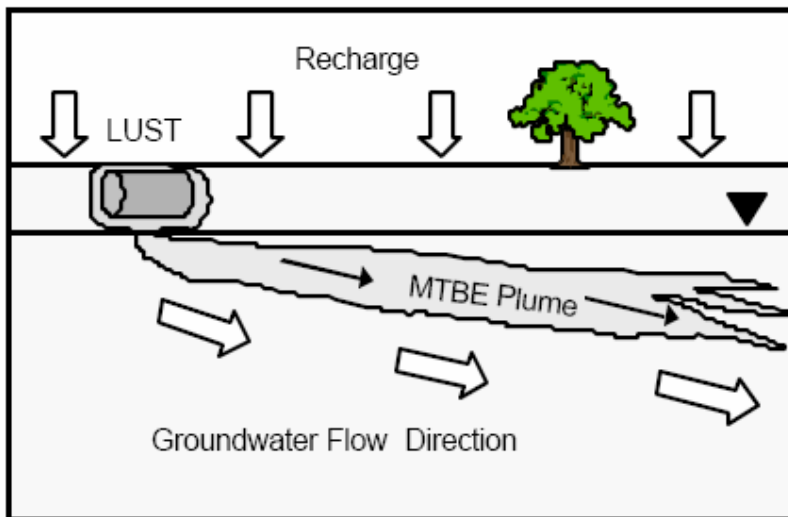
## **Bijlage 1**

### **MTBE-verspreidingsgedrag**

**MTBE-verspreidingsgedrag**

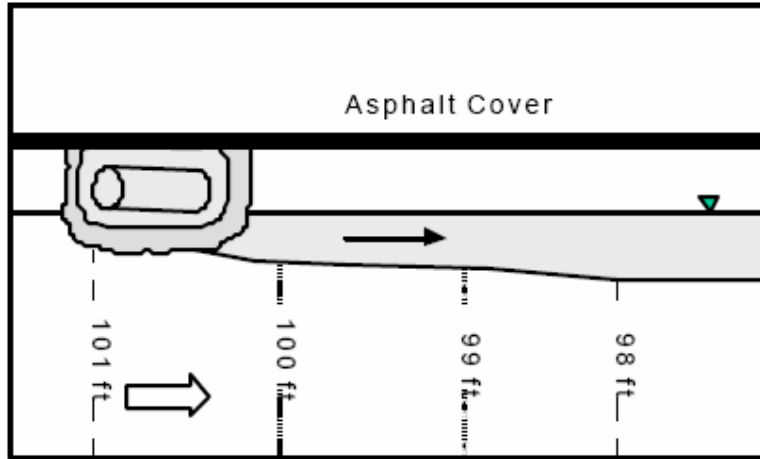
Middels een aantal figuren is het verspreidingsgedrag van MTBE in een aantal standaard situaties toegelicht (LUST= leaking underground storage tank). Deze figuren zijn ontleend aan een nieuwsbrief "Think Tank" augustus 2000, van de Delaware Department of Natural Resources and Environmental Control.

Plunging MTBE Plume in a Regional Groundwater Recharge Area



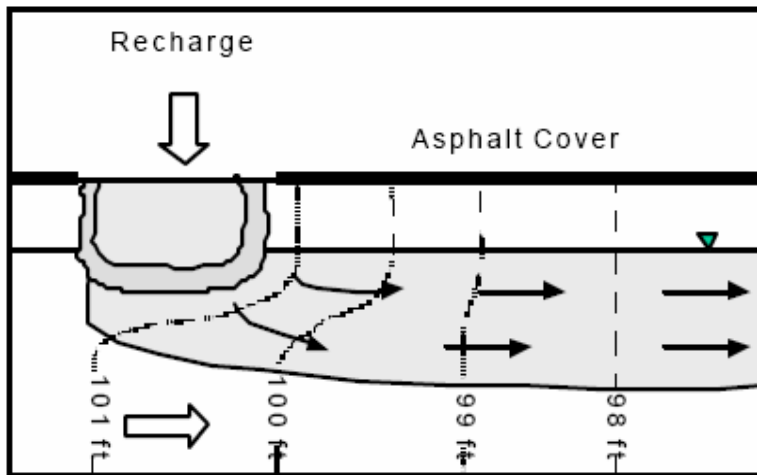
Figuur b1.1 Duikende MTBE-pluim in een infiltratie situatie.

MTBE plume in a uniform flow system (cross section)



Figuur b1.2 Horizontale verspreiding bij een situatie met bovenafdichting door asfalt (geen infiltratie).

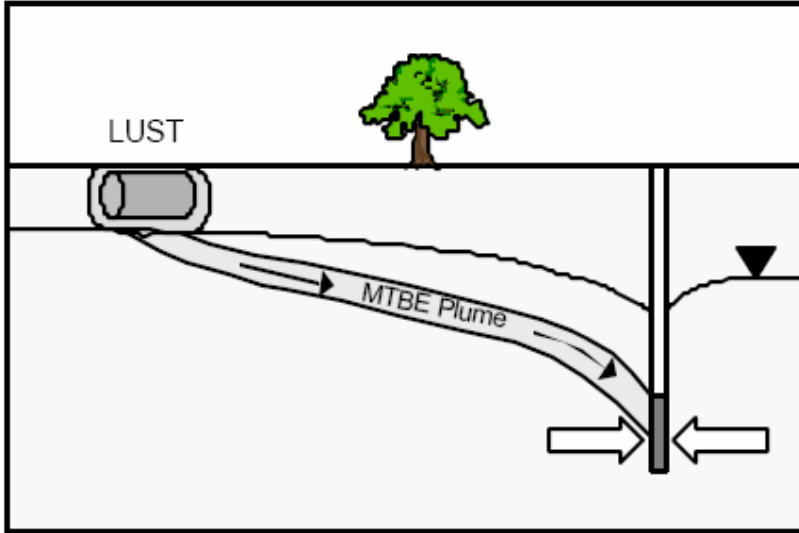
Thicker MTBE plume resulting from preferential recharge through tank excavation (cross section)



Figuur b1.3 Nalevering uit brongebied door voorkeurstroming na verwijdering van de tank.

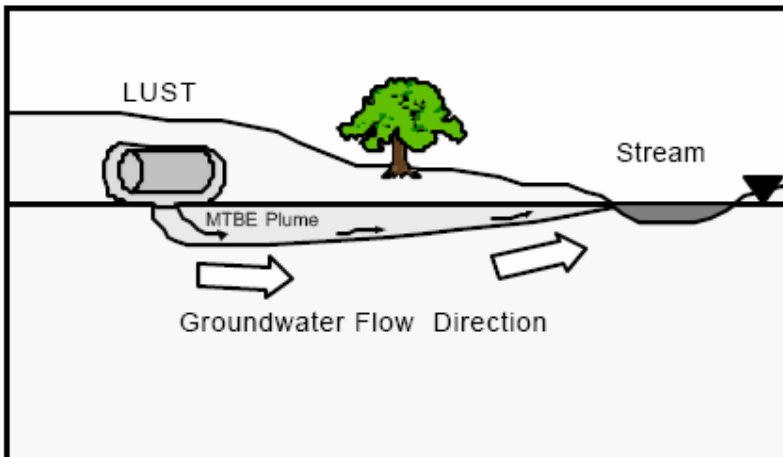


Plunging MTBE Plume Caused by Groundwater Pumping



Figuur b1.4 Sterk duikende pluim ten gevolge van grondwateronttrekking.

Rising MTBE Plume in a Regional Groundwater Discharge Area



Figuur b1.5 Opwaartse pluim door drainerende werking van oppervlaktewater.

## **Bijlage 2**

### **Achtergrondinformatie**

**Achtergrondinformatie**

- Aarden, M. 1999. Amerikaanse benzine bederft grondwater, Volkskrant.
  - Aarden, M. 2000. Uit de tank, in het grondwater, Volkskrant.
  - Bannink, A., P. Morgenstern en A. Versteegh. 2002. MTBE bedreigt de smaak van water, H2O 12:4-5.
  - Barcelo, D. en M. Petrovic. 2004. 2<sup>nd</sup> European Conference on MTBE, Book of abstracts.
  - EU, 2001. MTBE and the Requirements for Underground Storage Tank Construction and Operation in Member States.
  - Ketting, W. 2004, MTBE op het spoor? Inventariserend onderzoek naar MTBE verontreiniging op NS terrein, Eindrapportage Saxion Hogeschool IJsselland en SBNS.
  - Langenhoff, A. 1999. Who's afraid of MTBE. Workshop Bodem Breed 1999, Lunteren.
  - Langenhoff, A. en T. Teunenbroek. 2000. MTBE in Nederland en Europa. Bodem 6:108-109.
  - Langenhoff, A. A. M. 2001. The occurrence of MTBE in the Netherlands SV-018. CUR/SKB.
  - Langenhoff, A. A. M. 2000. The occurrence of MTBE in the Netherlands SV-018. TNO-MEP.
  - Langenhoff, A. A. M., T. van Teunenbroek, M. Effenberger en M. Schirmer. 2000. The occurrence of MTBE in groundwater in Europe, p. 345-350, ConSoil 2000, vol. 1. Thomas Telford, Leipzig.
  - Morgenstein, P. P., G. A. L. d. Korte, E. A. Hogendoorn and J. F. M. Versteeg. 2002. De aanwezigheid van methyl tert-butylether (MTBE) in drinkwater en drinkwaterbronnen report 703719001/2002. RIVM.
  - Moyer, E. E. en P. T. Kosteki (2003). MTBE Remediation Handbook, Amherst.UK Environmental Agency. 2000. A review of current MTBE usage and occurrence in groundwater in England and Wales, R&D publication 97.
  - Schmidt, T. C., E. Morgenroth, M. Schirmer, M. Effenberg and S.B. Haderlein (2002). Use and occurrence of fuel oxygenates in Europe. Oxygenates in gasoline: Environmental Aspects. A.F. Diaz and D.L. Drogos. Washington, ACS: 58-79.
  - USEPA (1998). Oxygenates in water: Critical information and research needs. Washington, U.S. EPA.
  - Van der Vaart, J. 2002. Effects of the use of methyl tertiary-butyl ether (MTBE) in fuel on public water supplies in the Netherlands MSc thesis.
  - Els.
-

## **Bijlage 3**

### **Nadere uitwerking LDB-inventarisatie**

In de onderstaande tabel is een overzicht per bevoegd gezag gegeven van het aantal locaties uit de LDB-tabel met een relevante DUBI.

<b>Bevoegd gezag</b>	<b>Aantal locaties</b>
<b>Fryslan</b>	<b>2.140</b>
Leeuwarden	314
<b>Drenthe</b>	<b>1.902</b>
Emmen	531
<b>Groningen</b>	<b>1.700</b>
Groningen stad	581
<b>Overijssel</b>	<b>1.750</b>
Almelo	314
Enschede	414
Hengelo	412
Zwolle	297
Deventer	273
<b>Flevoland</b>	<b>243</b>
<b>Gelderland</b>	<b>4.676</b>
Arnhem	393
Nijmegen	281
<b>Utrecht</b>	<b>2.025</b>
Utrecht	380
Amersfoort	216
<b>Noord-Holland</b>	<b>3.120</b>
Haarlem	390
Amsterdam	2.037
Alkmaar	154
Zaanstad	250
<b>Zuid-Holland</b>	<b>4.439</b>
Den Haag	1.581
Dordrecht	230
Leiden	231
Rotterdam	2.269
Schiedam	146
<b>Noord-Brabant</b>	<b>4.952</b>
Tilburg	761
Eindhoven	700
Helmond	148
Den Bosch	295
Breda	552
<b>Limburg</b>	<b>2.514</b>
Maastricht	459
Venlo	507
Heerlen	438
<b>Zeeland</b>	<b>2.223</b>
<b>Totaal</b>	<b>47.238</b>

Op basis van wat er bekend is over deze ruim 47 duizend locaties (soms is hier al onderzoek of sanering uitgevoerd) is door het bevoegd gezag een (voorlopige) conclusie getrokken over de ernst en urgentie van de verontreiniging. Dit levert het volgende beeld op:

<b>Eut-totaal</b>	<b>Aantal locaties</b>
Leeg	444
Niet verontreinigd (geen vervolg)	735
Potentieel ernstig en urgent	2.9453
Potentieel ernstig, niet urgent	8.598
Potentieel verontreinigd (geen vervolg)	627
Niet ernstig	2.013
Ernstig, niet urgent	1.417
Ernstig, urgentie niet bepaald	1.806
Urgent, sanering binnen 4 jaar	1.665
Urgent, sanering binnen 5-10 jaar	201
Urgent, start sanering voor 2015	279
<b>Totaal</b>	<b>47.238</b>

Ook kan gekeken worden naar de conclusie die is getrokken met betrekking tot de te nemen vervolgstappen. Dit levert het volgende beeld op:

<b>Vervolgonderzoek</b>	<b>Aantal locaties</b>
Uitvoeren historisch onderzoek	31.918
Uitvoeren oriënterend onderzoek	1.089
Uitvoeren aanvullend oriënterend onderzoek	464
Uitvoeren nader onderzoek	4.114
Uitvoeren aanvullend nader onderzoek	207
Uitvoeren saneringsonderzoek	476
Uitvoeren aanvullend saneringsonderzoek	10
Opstellen saneringsplan	381
Uitvoeren aanvullend saneringsplan	11
Uitvoeren aanvullend onderzoek	25
Starten sanering	848
Uitvoeren aanvullende sanering	238
Uitvoeren evaluatie	928
Uitvoeren aanvullende saneringsevaluatie	50
Registratie restverontreiniging	190
Uitvoeren actieve nazorg	118
Monitoring	592
Uitvoeren tijdelijke beveiliging	19
Voldoende onderzocht en/of gesaneerd en geen vervolgactie	5.409*
<b>Totaal</b>	<b>47.087</b>

\* zie uitsplitsing

---

**Uitsplitsing:** Voldoende onderzocht en/of gesaneerd en geen vervolgactie.

<b>Vervolg</b>	<b>Status rapportage</b>	<b>Aantal locaties</b>
Voldoende onderzocht en/of gesaneerd en geen vervolgactie	Geen	330
Voldoende onderzocht en/of gesaneerd en geen vervolgactie	Historisch onderzoek	191
Voldoende onderzocht en/of gesaneerd en geen vervolgactie	Onderzoek omvang/EUT	492
Voldoende onderzocht en/of gesaneerd en geen vervolgactie	Onderzoek op aard	1.642
Voldoende onderzocht en/of gesaneerd en geen vervolgactie	PreHO	136
Voldoende onderzocht en/of gesaneerd en geen vervolgactie	SE gereed	2.276
Voldoende onderzocht en/of gesaneerd en geen vervolgactie	SO-rapport	22
Voldoende onderzocht en/of gesaneerd en geen vervolgactie	SP-rapport	159
Voldoende onderzocht en/of gesaneerd en geen vervolgactie	Zorg deelrapportage	161
<b>Totaal</b>		<b>5.409</b>

Uit deze laatste twee tabellen komt het beeld naar voren dat van de 47.238 locaties er voor 3.133 locaties ergens in het onderzoek de conclusie getrokken is dat er geen vervolgacties meer nodig zijn. Voor 2.276 locaties is geconcludeerd dat de sanering gereed is (dit betreft voor een groot deel de eerder genoemde SUBAT-locaties). Over het algemeen zal hierbij echter niet naar MTBE-verontreinigingen zijn gekeken. De overige locaties bevinden zich ergens in het traject van verdachte locatie (vervolg: uitvoeren historisch onderzoek, 31.918 locaties) tot nader onderzoek en sanering.

---

# Bijlage

## 2

Analyseresultaten (geanonimiseerd)



Projectnummer		4423050				4423057			4423065
Bodem		Zeeklei en veen	Zeeklei en veen	Zeeklei en veen	Zeeklei en veen	Zeeklei en veen	Zeeklei en veen	Zeeklei en veen	Zeeklei en veen

Uw ordernummer		4423050	4423050	4423050	4423050	4423057	4423057	4423057	4423065
Monsternemer		Tauw	Tauw	Tauw	Tauw	Tauw	Tauw	Tauw	Tauw
Monsteromschrijving		1	2	3	4	1	2	3	1
Certificaatnummer		2005102134	2005102134	2005102134	2005102134	2005102137	2005102137	2005102137	2005102123
Materiaal		Grondwater	Grondwater	Grondwater	Grondwater	Grondwater	Grondwater	Grondwater	Grondwater
Analyses	Eenheid	2360177	2360178	2360179	2360180	2360183	2360184	2360185	2360149
<b>vluchtige aromatische koolwaterstoffen</b>									
Benzeen	µg/L	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	0.05	<0.05	<0.05	<0.05
Tolueen	µg/L	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	1.5	<0.05	<0.05	0.06
Ethylbenzeen	µg/L	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	0.49	<0.05	<0.05	<0.05
o-Xyleen	µg/L	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	0.44	<0.05	<0.05	<0.05
m+p-Xyleen	µg/L	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	0.61	<0.05	<0.05	<0.05
Naftaleen	µg/L	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	0.23	<0.1	<0.1	<0.1
Xylenen (som)	µg/L	-	-	-	-	1.1	-	-	-
BTEXN (som)	µg/L	-	-	-	-	3.3	-	-	0.06
<b>Polaire organische koolwaterstoffen</b>									
Methyl-tert-butylether (MTBE)	µg/L	9.3	3.0	0.03	0.05	36	12	0.13	0.06
<b>Minerale olie</b>									
Chromatogram olie (GC)		Zie bijl.	Zie bijl.	Zie bijl.	Zie bijl.	Zie bijl.	Zie bijl.	Zie bijl.	Zie bijl.
<b>Minerale olie</b>									
Minerale olie C10-C16	µg/L	--	<25	--	--	--	--	--	--
Minerale olie C16-C22	µg/L	--	26	--	--	--	--	--	--
Minerale olie C22-C30	µg/L	--	81	--	--	--	--	--	--
Minerale olie C30-C40	µg/L	--	80	--	--	--	--	--	--
Minerale olie (som C10 - C40)	µg/L	<100	190	<100	<100	<100	<100	<100	<100

			4423073			4423081			4427821		
Zeeklei en veen	Zeeklei en veen	Zeeklei en veen	Zeeklei en veen	Zeeklei en veen	Zeeklei en veen	Zeeklei en veen	Zeeklei en veen	Zeeklei en veen	Zeeklei en veen	Zeeklei en veen	Zeeklei en veen

4423065	4423065	4423065	4423073	4423073	4423073	4423081	4423081	4423081	4427821	4427821	4427821
Tauw	Tauw	Tauw	Tauw	Tauw	Tauw	Tauw	Tauw	Tauw	Tauw	Tauw	Tauw
3	10	10 duplo	101	112	1000	1	15	100	302	303	304
2005102123	2005102123	2005102123	2005102124	2005102124	2005102124	2005102130	2005102130	2005102130	2006015686	2006015686	2006015686
Grondwater	Grondwater	Grondwater	Grondwater	Grondwater	Grondwater	Grondwater	Grondwater	Grondwater	Grondwater	Grondwater	Grondwater
2360150	2360151	2360152	2360153	2360154	2360155	2360169	2360170	2360171	2436173	2436174	2436175
<0.05	<0.05	<0.05	4.1	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	5.7	16	3800	170
0.05	0.06	0.06	0.42	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.1	2.1	2100
<0.05	<0.05	<0.05	4.2	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	0.1	2	6600
<0.05	<0.05	<0.05	1.9	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.1	0.4	4000
<0.05	<0.05	<0.05	18	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.1	0.6	9800
<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	--	1.0	14000
-	-	-	20	-	-	-	-	-	<0.1	1.8	44
0.05	0.06	0.06	28	-	-	-	-	5.7			
0.19	0.09	0.07	40	0.04	31	98	4.0	73	50	6700	<1.0
Zie bijl.	Zie bijl.	Zie bijl.	Zie bijl.	Zie bijl.	Zie bijl.	Zie bijl.	Zie bijl.	Zie bijl.	Zie bijl.	Zie bijl.	Zie bijl.
<25	--	--	--	--	--	<25	--	--	84	500	750
<25	--	--	--	--	--	<25	--	--	47	160	29
75	--	--	--	--	--	500	--	--	27	52	<25
64	--	--	--	--	--	250	--	--	<25	25	55
150	<100	<100	<100	<100	<100	780	<100	<100	160	730	840

	4423088			4423096				4423100			4423378
Zeeklei en veen	Zand/Löss en Rivierklei	Zand/Löss en Rivierklei	Zand/Löss en Rivierklei	Zand/Löss en Rivierklei	Zand/Löss en Rivierklei	Zand/Löss en Rivierklei	Zand/Löss en Rivierklei	Zand/Löss en Rivierklei	Zand/Löss en Rivierklei	Zand/Löss en Rivierklei	Zand/Löss en Rivierklei

4427821	4423088	4423088	4423088	4423096	4423096	4423096	4423096	4423100	4423100	4423100	4423378
Tauw	Tauw	Tauw	Tauw	Tauw	Tauw	Tauw	Tauw	Tauw	Tauw	Tauw	Tauw
305	102	301	302	1	2	3	4	1	2	3	1004
2006015686	2005098831	2005098831	2005098831	2005098829	2005098829	2005098829	2005098829	2005098833	2005098833	2005098833	2005098841
Grondwater	Grondwater	Grondwater	Grondwater	Grondwater	Grondwater	Grondwater	Grondwater	Grondwater	Grondwater	Grondwater	Grondwater
2436176	2345604	2345605	2345606	2345598	2345599	2345600	2345601	2345607	2345608	2345609	2345642
160	<0.05	<0.05	<0.05	0.09	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05
2200	0.11	<0.05	0.12	0.29	0.16	0.28	0.22	0.05	<0.05	0.08	0.09
7300	<0.05	<0.05	<0.05	0.29	0.07	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05
4300	<0.05	<0.05	<0.05	0.11	<0.05	0.06	0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05
10000	0.06	<0.05	0.05	0.77	0.11	0.14	0.11	<0.05	<0.05	<0.05	0.05
14000	<0.1	<0.1	<0.1	0.45	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1
65	0.06	-	0.05	0.88	0.11	0.20	0.16	-	-	-	0.05
	0.17	-	0.17	2.0	0.34	0.48	0.38	0.05	-	0.08	0.14
150	0.03	0.31	0.03	0.03	0.01	0.05	0.04	82	0.17	9.0	0.02
Zie bijl.	Zie bijl.	Zie bijl.	Zie bijl.	Zie bijl.	Zie bijl.	Zie bijl.	Zie bijl.	Zie bijl.	Zie bijl.	Zie bijl.	Zie bijl.
750	<25	77	<25	51	<25	84	140	--	--	--	<25
30	<25	44	<25	<25	<25	150	280	--	--	--	<25
<25	<25	41	<25	<25	<25	60	100	--	--	--	<25
87	<25	30	<25	<25	<25	<25	<25	--	--	--	<25
890	--	190	--	<100	<100	300	540	<100	<100	<100	--

		4423386				4423107			4423123		
Zand/Löss en Rivierklei	Zand/Löss en Rivierklei	Zand/Löss en Rivierklei	Zand/Löss en Rivierklei	Zand/Löss en Rivierklei	Zand/Löss en Rivierklei	(Duin)zand en veen	(Duin)zand en veen	(Duin)zand en veen	(Duin)zand en veen	(Duin)zand en veen	(Duin)zand en veen

4423378	4423378	4423386	4423386	4423386	4423386	4423107	4423107	4423107	4423123	4423123	4423123
Tauw	Tauw	Tauw	Tauw	Tauw	Tauw	Tauw	Tauw	Tauw	Tauw	Tauw	Tauw
1005	1006	1	2	3	4	4	2	3	1	2	3
2005098841	2005098841	2005098837	2005098837	2005098837	2005098837	2005102150	2005102150	2005102150	2005102142	2005102142	2005102142
Grondwater	Grondwater	Grondwater	Grondwater	Grondwater	Grondwater	Grondwater	Grondwater	Grondwater	Grondwater	Grondwater	Grondwater
2345643	2345644	2345627	2345628	2345629	2345630	2360249	2360250	2360251	2360198	2360199	2360200
<0.05	<0.05	0.14	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05
0.06	0.13	0.15	0.07	0.1	0.09	0.05	<0.05	0.07	<0.05	<0.05	0.09
<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05
<0.05	<0.05	0.06	<0.05	0.08	0.1	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05
<0.05	0.05	0.25	<0.05	0.11	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	0.16
<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	6.9	7.2	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	0.26
-	0.05	0.31	-	0.19	0.10	-	-	-	-	-	0.16
0.06	0.18	0.60	0.07	7.2	7.4	0.05	-	0.07	-	-	0.25
0.02	1.8	0.5	0.03	4.7	4.9	0.14	0.01	1.0	0.66	0.01	4.9
Zie bijl.	Zie bijl.	Zie bijl.	Zie bijl.	Zie bijl.	Zie bijl.	Zie bijl.	Zie bijl.	Zie bijl.	Zie bijl.	Zie bijl.	Zie bijl.
<25	<25	<25	<25	<25	<25	<25	--	--	<25	<25	--
<25	<25	<25	<25	<25	<25	35	--	--	<25	<25	--
<25	<25	<25	<25	<25	<25	220	--	--	160	75	--
29	<25	<25	<25	<25	<25	230	--	--	120	63	--
<100	--	--	--	--	--	500	<100	<100	300	150	<100

4423131				4423138				4423146			
(Duin)zand en veen	(Duin)zand en veen	(Duin)zand en veen	(Duin)zand en veen	(Duin)zand en veen	(Duin)zand en veen	(Duin)zand en veen	(Duin)zand en veen	(Duin)zand en veen	(Duin)zand en veen	(Duin)zand en veen	(Duin)zand en veen

4423131	4423131	4423131	4423131	4423138	4423138	4423138	4423138	4423146	4423146	4423146	4423146
Tauw	Tauw	Tauw	Tauw	Tauw	Tauw	Tauw	Tauw	Tauw	Tauw	Tauw	Tauw
1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
2005102146	2005102146	2005102146	2005102146	2005102140	2005102140	2005102140	2005102140	2005102144	2005102144	2005102144	2005102144
Grondwater	Grondwater	Grondwater	Grondwater	Grondwater	Grondwater	Grondwater	Grondwater	Grondwater	Grondwater	Grondwater	Grondwater
2360239	2360240	2360241	2360242	2360188	2360189	2360190	2360191	2360211	2360212	2360213	2360214
0.08	<0.05	1.9	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	2.2	0.23	0.09	0.09
<0.05	<0.05	0.11	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<2.0	3.1	0.57	0.58
<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<2.0	38	0.69	0.69
<0.05	<0.05	0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<2.0	15	4.0	4.2
0.05	<0.05	0.16	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	5.4	92	5.2	5.5
<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<4.0	3.0	0.77	0.74
0.05	-	0.21	-	-	-	-	-	5.4	110	9.3	9.7
0.13	-	2.2	-	-	-	-	-	7.6	150	11	12
0.5	0.24	6.2	0.04	0.84	0.01	0.1	0.11	<0.4	<0.01	<0.01	<0.01
Zie bijl.	Zie bijl.	Zie bijl.	Zie bijl.	Zie bijl.	Zie bijl.	Zie bijl.	Zie bijl.	Zie bijl.	Zie bijl.	Zie bijl.	Zie bijl.
--	--	--	--	--	--	--	--	150	--	220	210
--	--	--	--	--	--	--	--	33	--	26	<25
--	--	--	--	--	--	--	--	<25	--	<25	<25
--	--	--	--	--	--	--	--	<25	--	<25	<25
<100	<100	<100	<100	<100	<100	<100	<100	210	<100	270	230



4423436		4423170				4423316			4427836		
Zand	Zand	Zand	Zand	Zand	Zand	Zand	Zand	Zand	Zeeklei en veen	Zeeklei en veen	Zeeklei en veen

4423436	4423436	4423170	4423170	4423170	4423170	4423316	4423316	4423316	4427836	4427836	4427836
Tauw	Tauw	Tauw	Tauw	Tauw	Tauw	Tauw	Tauw	Tauw	Tauw	Tauw	Tauw
1	2	1	2	3	4	10	11	12	1	2	3
2005098823	2005098823	2005098822	2005098822	2005098822	2005098822	2005098825	2005098825	2005098825	2006008429	2006008429	2006008429
Grondwater	Grondwater	Grondwater	Grondwater	Grondwater	Grondwater	Grondwater	Grondwater	Grondwater	Grondwater	Grondwater	Grondwater
2345567	2345568	2345558	2345559	2345560	2345561	2345585	2345586	2345587	2406393	2406394	2406395
<0.05	0.06	60	0.13	0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	8.9	0.11
0.1	0.32	39	0.28	0.37	0.25	0.07	0.05	0.07	<0.05	0.22	0.06
<0.05	0.06	100	0.31	0.13	0.08	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05
<0.05	0.07	76	0.28	0.17	0.1	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	0.07	<0.05
0.08	0.2	300	2.4	0.72	0.41	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	0.09	0.06
<0.1	<0.1	28	1.1	0.13	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	0.15
0.08	0.27	380	2.7	0.89	0.51	-	-	-	-	0.16	0.06
0.18	0.71	660	4.5	1.6	0.84	-	-	-	-	9.28	0.38
0.01	0.19	<0.01	0.68	0.47	0.28	0.02	0.01	<0.01	19	360	15
Zie bijl.	Zie bijl.	Zie bijl.	Zie bijl.	Zie bijl.	Zie bijl.	Zie bijl.	Zie bijl.	Zie bijl.	Zie bijl.	Zie bijl.	Zie bijl.
--	27	130	--	--	--	--	--	--	--	110	--
--	33	<25	--	--	--	--	--	--	--	36	--
--	<25	<25	--	--	--	--	--	--	--	<25	--
--	<25	<25	--	--	--	--	--	--	--	<25	--
<100	100	140	<100	<100	<100	<100	<100	<100	<100	160	<100

	4423339			4423340				4423347			4423452		
Zeeklei en veen	Zeeklei en veen			Zeeklei en veen				Zeeklei en veen			Zeeklei en veen	Zeeklei en veen	Zeeklei en veen

4427836	4423339	4423339	4423339	4423340	4423340	4423340	4423340	4423347	4423347	4423347	4423452	4423452	4423452
Tauw	Tauw	Tauw	Tauw	Tauw	Tauw	Tauw	Tauw	Tauw	Tauw	Tauw	Tauw	Tauw	Tauw
4	1	2	3	1	2	3	4	1	2	3	1	2	3
2006008429	2005098809	2005098809	2005098809	2005098819	2005098819	2005098819	2005098819	2005098814	2005098814	2005098814	2005098803	2005098803	2005098803
Grondwater	Grondwater	Grondwater	Grondwater	Grondwater	Grondwater	Grondwater	Grondwater	Grondwater	Grondwater	Grondwater	Grondwater	Grondwater	Grondwater
2406396	2345511	2345512	2345513	2345541	2345542	2345543	2345544	2345530	2345531	2345532	2345502	2345503	2345504
0.12	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	0,05
<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	0,1
<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	0,06
<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05
0.06	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	0,08	<0,05	0,16
0.26	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
0.06	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,08	-	0,16
0.18	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,08	-	0,37
	21	0,78	1,9	2,7	0,51	0,01	0,17	0,09	0,05	14	43	1,7	0,16
Zie bijl.	Zie bijl.	Zie bijl.	Zie bijl.	Zie bijl.	Zie bijl.	Zie bijl.	Zie bijl.	Zie bijl.	Zie bijl.	Zie bijl.	Zie bijl.	Zie bijl.	Zie bijl.
--	--	--	--	--	--	--	--	290	--	--	--	--	--
--	--	--	--	--	--	--	--	3900	--	--	--	--	--
--	--	--	--	--	--	--	--	26000	--	--	--	--	--
--	--	--	--	--	--	--	--	22000	--	--	--	--	--
<100	<100	<100	<100	<100	<100	<100	<100	52000	<100	<100	<100	<100	<100



	4423185			4427813				4423204				4423212
Zeeklei en veen	Zand/Löss en Rivierklei			Zand/Löss en Rivierklei	Zand/Löss en Rivierklei	Zand/Löss en Rivierklei	Zand/Löss en Rivierklei	Zand	Zand	Zand	Zand	Zand

4423452	4423185	4423185	4423185	4427813	4427813	4427813	4427813	4423204	4423204	4423204	4423204	4423212
Tauw	Tauw	Tauw	Tauw	Tauw	Tauw	Tauw	Tauw	Tauw	Tauw	Tauw	Tauw	Tauw
4	1	2	3	1	2	3	4	1	2	3	4	
2005098803	2006014365	2006014365	2006014365	2006014364	2006014364	2006014364	2006014364	2006002321	2006002321	2006002321	2006002321	2006002329
Grondwater	Grondwater	Grondwater	Grondwater	Grondwater	Grondwater	Grondwater	Grondwater	Grondwater	Grondwater	Grondwater	Grondwater	Grondwater
2345505	2430640	2430641	2430642	2430636	2430637	2430638	2430639	2379525	2379526	2379527	2379528	2379546
0,05	<0,05	<0,05	<0,05	4.4	<0,05	0.32	0.31	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05
0,1	0.06	0.06	<0,05	0.2	0.06	0.23	0.23	0,23	0,28	0,21	0,21	0,18
0,06	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05
<0,05	0.22	0.13	0.05	0.46	0.19	0.47	0.46	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05
0,16	<0,05	<0,05	<0,05	0.12	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05
<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
0,16	0.22	0.13	0.05	0.58	0.19	0.47	0.46	-	-	-	-	0,06
0,37	0.28	0.19	0.05	5.2	0.25		1	0,23	0,28	0,21	0,21	0,24
2,7	0.12	0.34	0.1	0.15	0.03	0.05	0.06	0,6	0,02	0,07	0,05	0,21
Zie bijl.	Zie bijl.	Zie bijl.	Zie bijl.	Zie bijl.	Zie bijl.	Zie bijl.	Zie bijl.	Zie bijl.	Zie bijl.	Zie bijl.	Zie bijl.	Zie bijl.
--	--	--	--	93	<25		180	130	--	--	--	--
--	--	--	--	<25	<25	<25	<25		--	--	--	--
--	--	--	--	55	60	81	76		--	--	--	--
--	--	--	--	<25	<25	<25	<25		--	--	--	--
<100	<100	<100	<100	610	460	300	220	<100	<100	<100	<100	<100

		4423219			4423220			4423459			4423227
Zand	Zand	Zand	Zand	Zand	Zeeklei en veen	Zeeklei en veen	Zeeklei en veen	Zeeklei en veen	Zeeklei en veen	Zeeklei en veen	Zeeklei en veen

4423212	4423212	4423219	4423219	4423219	4423220	4423220	4423220	4423459	4423459	4423459	4423227
Tauw	Tauw	Tauw	Tauw	Tauw	Tauw	Tauw	Tauw	Tauw	Tauw	Tauw	Tauw
		1	2	3	1	2	3	1	2	3	1
2006002329	2006002329	2006002318	2006002318	2006002318	2006015662	2006015662	2006015662	2006015679	2006015679	2006015679	2006015659
Grondwater	Grondwater	Grondwater	Grondwater	Grondwater	Grondwater	Grondwater	Grondwater	Grondwater	Grondwater	Grondwater	Grondwater
2379547	2379548	2379519	2379520	2379521	2436052	2436053	2436054	2436140	2436141	2436142	2436037
<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	0,28	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	0,4	<0,1	<0,1
0,11	0,13	0,12	0,12	1,5	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	0,2	<0,1	<0,1
<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	0,23	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	0,4	<0,1	<0,1
<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	2,2	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	1,0	<0,1	<0,1
<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	1,5	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	13	<0,1	<0,1
<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	1,8	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	4,8	<0,1	<0,1
-	-	-	-	3,7	--	--	--	--	14	--	--
0,11	0,13	0,12	0,12	7,5							
0,03	0,03	0,06	0,18	24	0,13	3,3	1,1	0,12	<0,010	0,040	0,14
Zie bijl.	Zie bijl.	Zie bijl.	Zie bijl.	Zie bijl.	Zie bijl.	Zie bijl.	Zie bijl.	Zie bijl.	Zie bijl.	Zie bijl.	Zie bijl.
--	--	--	--	--	--	--	--	--	130	--	--
--	--	--	--	--	--	--	--	--	<25	--	--
--	--	--	--	--	--	--	--	--	<25	--	--
--	--	--	--	--	--	--	--	--	<25	--	--
<100	<100	<100	<100	<100	<100	<100	<100	<100	150	<100	<100







4423274			4423282				4427828			4423289	
(Duin)zand en veen	(Duin)zand en veen	(Duin)zand en veen	(Duin)zand en veen	(Duin)zand en veen	(Duin)zand en veen	(Duin)zand en veen	(Duin)zand en veen	(Duin)zand en veen	(Duin)zand en veen	Rivierklei en zand	Rivierklei en zand

4423274	4423274	4423274	4423282	4423282	4423282	4423282	4427828	4427828	4427828	4423289	4423289
Tauw	Tauw	Tauw	Tauw	Tauw	Tauw	Tauw	Tauw	Tauw	Tauw	Tauw	Tauw
4423274-1	4423274-102	4423274-1000	1	2	3	4				1	2
2006002212	2006002212	2006002212	2006002210	2006002210	2006002210	2006002210	2006015690	2006015690	2006015690	2005098796	2005098796
Grondwater	Grondwater	Grondwater	Grondwater	Grondwater	Grondwater	Grondwater	Grondwater	Grondwater	Grondwater	Grondwater	Grondwater
2379070	2379071	2379072	2379049	2379050	2379051	2379052	2436193	2436194	2436195	2345483	2345484
<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	0,2	<0,1	<0,1	<0,05	<0,05
<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	0,06	0,05	0,06	4	0,7	0,7	0,07	0,06
0,12	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	0,8	<0,1	0,1	<0,05	<0,05
0,86	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	2,6	<0,1	0,2	<0,05	<0,05
2,4	<0,05	<0,05	<0,05	0,05	<0,05	0,05	4,8	0,2	0,9	<0,05	<0,05
1,3	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
3,3	-	-	-	0,05	-	0,05	7,4	0,2	1,1	-	-
4,6	-	-	-	0,11	0,05	0,11	-	-	-	-	-
<0,01	0,26	0,06	1,2	29	0,31	0,42	0,67	0,10	3,3	0,02	0,4
Zie bijl.	Zie bijl.	Zie bijl.	Zie bijl.	Zie bijl.	Zie bijl.	Zie bijl.	Zie bijl.	Zie bijl.	Zie bijl.	Zie bijl.	Zie bijl.
230	--	--	--	--	--	--	--	<25	250	--	--
41	--	--	--	--	--	--	--	<25	110	--	--
<25	--	--	--	--	--	--	--	250	33	--	--
33	--	--	--	--	--	--	--	160	<25	--	--
320	<100	<100	<100	<100	<100	<100	<100	430	410	<100	<100

	4423290			4423297				4423301			4423308
Rivierklei en zand	Rivierklei en zand	Rivierklei en zand	Rivierklei en zand	Rivierklei en zand	Rivierklei en zand	Rivierklei en zand	Rivierklei en zand	Rivierklei en zand			Rivierklei en zand

4423289	4423290	4423290	4423290	4423297	4423297	4423297	442397	4423301	4423301	4423301	4423308
Tauw	Tauw	Tauw	Tauw	Tauw	Tauw	Tauw	Tauw	Tauw	Tauw	Tauw	Tauw
3	1	2	10	2	3	4	3-Herbemonstering	1	2	3	1
2005098796	2005098787	2005098787	2005098787	2005098800	2005098800	2005098800	2006011288	2005095405	2005095405	2005095405	2005095411
Grondwater	Grondwater	Grondwater	Grondwater	Grondwater	Grondwater	Grondwater	Grondwater	Grondwater	Grondwater	Grondwater	Grondwater
2345485	2345459	2345460	2345461	2345496	2345497	2345498	2418287	2330657	2330658	2330659	2330671
0.07	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	82	0.17	19	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
0.07	0.13	0.14	0.15	0.05	130	0.32	37	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
<0.05	<0.05	0.05	<0.05	<0.05	1.4	<0.05	0,09	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	26	0.07	8,8	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
<0.05	0.06	0.09	0.09	<0.05	24	0.1	5	<0,1	<0,1	0,35	<0,1
<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
-	0.06	0.09	0.09	-	50	0.17	14	-	-	0,35	-
0.14	0.19	0.28	0.24	0.05	260	0.66	70	-	-	0,35	-
<0.01	0.06	0.05	0.04	6.5	88000	29	13000	0,04	0,24	4,3	0,02
Zie bijl.	Zie bijl.	Zie bijl.	Zie bijl.	Zie bijl.	Zie bijl.	Zie bijl.	Zie bijl.	Zie bijl.	Zie bijl.	Zie bijl.	Zie bijl.
--	--	--	<25	--	--	--	--	<25	<25	<25	<25
--	--	--	<25	--	--	--	--	<25	<25	<25	<25
--	--	--	64	--	--	--	--	<25	50	<25	<25
--	--	--	53	--	--	--	--	<25	<25	<25	<25
<100	<100	<100	130	<100	<100	<100	<101	--	<100	--	--





# Bijlage

## 3

Locatiekenmerken (geanonimiseerd)

Nummer locatie	Start activiteiten	Bestaat het tankstation nog?	Grondwaterstand	Kwel/infiltratie	Grondsanering	Grondwater sanering	Bodemtype	Bodembeschermende maatregelen (datum)
4423050	1969	Ja	1-3,7 m -mv	Infiltratie	Ja	Ja	Zeeklei en veen	Voor 1996
4423057	1985	Ja	0,7 m -mv	Infiltratie	Ja	Ja	Zeeklei en veen	Sep-96
4423065	Onbekend	Ja	1,0 m -mv	Geen infiltratie	Nee	Nee	Zeeklei en veen	Onbekend
4423073	Onbekend	Ja	0,9 m -mv	Infiltratie	Nee	Nee	Zeeklei en veen	Onbekend
4423081	>1987	Ja	1,0-1,4 m -mv	Infiltratie	Ja	Ja	Zeeklei en veen	Later dan 1999
4423088	Onbekend	Ja	2,5 m -mv	Infiltratie	Ja	Ja	Zand/löss en rivierklei	Waarschijnlijk 1996
4423096	1988	Nee	3,8 m -mv	Infiltratie	Nee	Nee	Zand/löss en rivierklei	Tankstation verwijderd
4423100	Onbekend	Ja	1 m -mv	Infiltratie	Ja	Ja	Zand/löss en rivierklei	Sep-00
4423378	1962	Nee	1,3-1,6 m -mv	Geen infiltratie	Ja	Ja	Zand/löss en rivierklei	Tankstation verwijderd
4423386	Onbekend	Nee	1,5- 2,2	Infiltratie	Ja	Ja	Zand/löss en rivierklei	Tankstation verwijderd
4423107	Onbekend	Ja	0,9 m -mv	Infiltratie	Nee	Nee	(Duin)zand en veen	Onbekend
4423123	1971	Ja	1,7 m -mv	Infiltratie	Ja	Ja	(Duin)zand en veen	Onbekend
4423131	Onbekend	Ja	0.72- 0.84 m+NAP	Infiltratie	Ja	Onbekend	(Duin)zand en veen	Onbekend
4423138	1955	Ja	1,6m -mv	Infiltratie	Ja	Ja	(Duin)zand en veen	1995
4423146	Onbekend	Ja	4-5 m -mv	Infiltratie	Ja	Ja	(Duin)zand en veen	2001
4423154	1977	Ja	2,7 m -mv	Infiltratie	Ja	Ja	Zand	Eerder dan 1994
4423162	Onbekend	Ja	2,5 m -mv	Infiltratie	Ja	Nee	Zand	Eerder dan 1994
4423169	1976	Ja	2,5 m -mv	Infiltratie	Ja	Nee	Zand	Feb-90
4423371	1990?	Nee (1998)	1,8-2,6 m -mv	Infiltratie	Ja	Ja	Zand	Onbekend
4423436	Onbekend	Nee	3,5 m -mv	Infiltratie	Nee	Nee	Zand	Tankstation verwijderd
4423170	Onbekend	Nee (1996)	4,0 m -mv	Geen infiltratie	Ja	Ja	Zand	Onbekend
4423316	1983	Nee (1993)	1,3 m -mv	Geen infiltratie	Nee	Nee	Zand	Tankstation verwijderd
4423339	1993	Ja	0,35 m -mv	Geen infiltratie	Nee	Nee	Zeeklei en veen	Circa 1993
4423340	1970	Ja	1,1-1,4 m -mv	Geen infiltratie	Ja	Ja	Zeeklei en veen	Eerder dan 1999
4423347	1965	Ja	1,0 m -mv	Infiltratie	Ja	Nee	Zeeklei en veen	Jun-99
4423452	Onbekend	Nee (1998)	0,8-3,0 m -mv	Geen infiltratie	Ja	Ja	Zeeklei en veen	Tankstation verwijderd
4423185	1965	Ja	5-7,5 m -mv	Infiltratie	Ja	Nee	Zand/löss en rivierklei	Tankstation verwijderd
4427813	1983	Ja	6-7 m -mv	Infiltratie	Ja	Ja	Zand/löss en rivierklei	Aug-98

Nummer locatie	Start activiteiten	Bestaat het tankstation nog?	Grondwaterstand	Kwel/infiltratie	Grondsanering	Grondwater sanering	Bodemtype	Bodembeschermende maatregelen (datum)
4423204		1965 Ja	3,5 m -mv	Infiltratie	Ja	Nee	Zand	Aug-99
4423212		Ja	2,60 m -mv	Onbekend	Onbekend	Onbekend	Zand	Onbekend
4423219		Ja	1,0-2,0 m -mv	Onbekend	Onbekend	Onbekend	Zand	Onbekend
4423220		Ja	1,0 -m -mv	Onbekend	Onbekend	Onbekend	Zeeklei en veen	Onbekend
4423459		1966 Ja	3,5-4,2 m -mv	Kwel	Ja	Ja	Zeeklei en veen	Circa 1995
4423227		Ja	2,25 m -mv	Kwel	Onbekend	Onbekend	Zeeklei en veen	Onbekend
4423394		1959 Nee	2,3-2,6 m -mv	Kwel	Nee	Nee	Zeeklei en veen	Tankstation verwijderd
4423405 <1960		Nee (1992)	1,1 m -mv	Kwel	Nee	Nee	Zeeklei en veen	Tankstation verwijderd
4423413		1974 Nee (1993)	0,5-1,5 m -mv	Kwel	Onbekend	Onbekend	Zeeklei en veen	Tankstation verwijderd
4423444		1952 Nee (1994)	1,7 m -mv	Kwel	Ja	Ja	Zeeklei en veen	Tankstation verwijderd
4436383		Ja	1,0 m -mv	Kwel	Ja	Ja	Zeeklei en veen	Onbekend
4423243		1952 Ja	1,1-2,8 m -mv	Infiltratie	Ja	Nee	Zand	Onbekend
4423235 Onbekend		Nee (1996)	1,0-3,0 m -mv	Infiltratie	Ja	Ja	Zand	Tankstation verwijderd
4423251 Onbekend		Ja	1,0 m -mv	Infiltratie	Ja	Ja	Zand	Later dan 1998
4423258 Onbekend		Ja	1,30-2,0 m -mv	Geen infiltratie	Nee	Nee	(Duin)zand en veen	7-mei-99
4423266		1985 Ja	1,5 m -mv	Geen infiltratie	Ja	Ja	(Duin)zand en veen	Jan-00
4423274		1963 Ja	2,5-3,5	Geen infiltratie	Ja	Ja	(Duin)zand en veen	1-nov-98
4423282 Onbekend		Ja	2 m -mv	Geen infiltratie	Ja	Nee	(Duin)zand en veen	Onbekend
4423289 Eind 1960		Ja	1,7m -mv	Infiltratie	Ja	Nee	Rivierklei en zand	Circa 2000
4423290		1990 Ja	5 m -mv	Infiltratie	Ja	Nee	Rivierklei en zand	Onbekend
4423297		1995 Ja	1,3-1,7	Infiltratie	Nee	Nee	Rivierklei en zand	Waarschijnlijk 1995
4423301 Onbekend		Ja	onbekend	Infiltratie	Ja	Onbekend	Rivierklei en zand	Eerder dan 2000
4423308 Onbekend		Ja	onbekend	Infiltratie	Ja	Ja	Rivierklei en zand	Onbekend
4423324 Onbekend		Ja	onbekend	Infiltratie	Ja	Nee	Rivierklei en zand	Onbekend
4423332 Onbekend		Ja	onbekend	Infiltratie	Nee	Nee	Rivierklei en zand	Onbekend
4423363 >1957		Ja	1-2 m -mv	Infiltratie	Ja	Ja	Rivierklei en zand	Circa 2002

# Bijlage

## 4

Onderzoeksstrategie

## **MTBE onderzoeksstrategie**

In deze notitie wordt een voorstel gedaan voor de uitwerking van de onderzoeksstrategie ten behoeve de inventarisatie van de MTBE problematiek. Dit betreft fase 2 van het project Landelijk inventariserend onderzoek MTBE. Fase 3 betreft het daadwerkelijk uitvoeren van het veld- en analysewerk. Zoals in onze offerte reeds besproken zal in het onderzoekstraject aandacht worden besteed aan bron en pad aspecten. Onderstaand zal hierop nader worden ingegaan.

### **Bron aspecten**

In het dossieronderzoek is reeds een onderverdeling gemaakt in drie groepen locaties die verdacht zijn voor MTBE verontreinigingen:

1. Bestaande benzinestations en benzine opslag depots (informatie via VNPI).
2. Na 1988 gesloten benzinestations, waar nu sprake is van een ander gebruik (informatie via VNPI).
3. Overige locaties waar benzine opgeslagen is geweest na 1988 (getallen via LDB).

Er bestaat op dit moment geen beeld op welk deel en in welke mate van deze verdachte locaties daadwerkelijk sprake is van verhoogde MTBE concentraties in het grondwater. Men zou er voor kunnen kiezen het veld- en laboratoriumonderzoek van fase 3 te beperken tot de eerste groep. Dit zou wat betreft praktische uitvoering makkelijk zijn omdat dit een zeer herkenbare en beperkte groep is. Wij zijn echter van mening dat hieruit geen representatief beeld van de omvang van de MTBE problematiek kan worden verkregen omdat het aantal huidige benzinestations een relatief klein deel uitmaakt van alle, voor MTBE verdachte, locaties. Wij stellen daarom voor alle drie de groepen mee te nemen in de selectie van de in fase 3 te onderzoeken locaties. Men zal zich echter moeten realiseren dat de omvang van de steekproef (60) klein is ten opzichte van het aantal MTBE verdachte locaties (naar schatting 10-20 duizend)

#### **Ad 1**

De groep huidige benzinestations betreft locaties met lopende vergunningen en zijn via de bevoegde gezagen goed te traceren. Volgens de cijfers van de VNPI betreft dit circa 3.650 locaties.

Op een groot deel van deze locaties zullen in het verleden ook al bodemsaneringen zijn uitgevoerd in combinatie met de modernisering van de bodembeschermende voorzieningen. Voor deze locaties zullen ook gegevens bekend zijn over de aard en mate van de verontreinigingen die destijds zijn aangetroffen. Gegevens over deze sanering zullen bij de bevoegde gezagen beschikbaar zijn. Bij een uitgevoerde sanering zal er over het algemeen echter geen aandacht zijn besteed aan mogelijk aanwezige MTBE verontreinigingen. Ondanks de uitgevoerde sanering kan nog MTBE achter zijn gebleven omdat de verspreidingscontour van MTBE in het grondwater groter kan zijn geweest dan de benzeencontour. Een deel van de huidige benzinestations zullen nieuwe benzinestations zijn waar nog nooit een sanering is uitgevoerd. Voor deze locaties is het van belang om te weten of er vanaf het begin van de activiteiten al bodembeschermende voorzieningen zijn geweest conform de huidige normen. In principe zou er op deze locaties geen sprake moeten zijn van MTBE verontreinigingen. Dit kan middels veld- en laboratoriumonderzoek getoetst worden in fase 3 van het project.

## Ad 2

De tweede groep locaties betreft locaties die naar voren gekomen zijn uit de analyse van de gegevens van de VNPI (zoals besproken in het dossieronderzoek). Volgens deze gegevens zijn er in de periode vanaf 1988 ruim 3.000 pompstations gesloten. Op een groot deel hiervan zijn in het kader van de Subat operatie onderzoeken en saneringen uitgevoerd (circa 1.800 locaties). Voor de groep gesloten benzinestations na 1988 kan dus nog een nadere onderverdeling worden gemaakt in reeds gesaneerde en nog niet gesaneerde locaties. Voorgesteld wordt beide groepen in de steekproef van de te onderzoeken locaties mee te nemen. Voor de selectie van deze locaties is de medewerking van de VNPI en Subat nodig. Hoe langer na 1988 gesloten betekent hoe langer er MTBE houdende benzine is verkocht. De datum van sluiting is dus een relevant kenmerk van deze locaties.

## Ad 3

Uit de landsdekkend beeld inventarisatie zijn een groot aantal locaties naar voren gekomen die als verdacht aangemerkt kunnen worden in relatie tot de opslag van benzine. Naast benzinestations zijn dit ook andere potentiële bronnen zoals distributiepunten en benzine opslagtanks (ondergronds en bovengronds) op (voormalige ) bedrijfsterreinen. De onder 1 en 2 genoemde locaties zullen grotendeels ook in de LDB inventarisatie voorkomen. In het vervolgtraject van het LDB-spoor zal op een groot deel van de locaties nog een oriënterend onderzoek worden uitgevoerd. Uit de analyse van de LDB gegevens blijkt dat op ruim 30.000 locaties waar in het verleden een aan benzine gerelateerde activiteit heeft plaatsgevonden nog geen historisch en oriënterend onderzoek is uitgevoerd. In het kader van de volgende fase van het LDB zal dit de komende jaren worden opgepakt. Dit is een zeer diverse groep van locaties waarvan slechts een deel als MTBE verdacht kan worden aangemerkt. Welk deel is echter op dit moment nog niet aan te geven. Het lijkt niet erg zinvol een selectie van deze locaties mee te nemen in fase 3 in het geplande veld- en laboratoriumonderzoek omdat extrapolatie van de gegevens erg moeilijk zal zijn gezien de grote diversiteit aan type locaties die dit betreft. Voor deze groep locaties bevelen wij aan om bij de onderzoeken die de komende jaren zullen worden uitgevoerd, daar waar relevant (dus benzine gerelateerde activiteit heeft na 1988 nog plaatsgevonden), MTBE in het analysepakket mee te nemen. Op deze wijze kan de komende jaren een goed beeld worden verkregen van de MTBE problematiek op dergelijke locaties. Omdat dit onderzoeken betreft die op initiatief van de bevoegde gezagen zullen worden uitgevoerd kunnen deze zelf de keuze maken of ze MTBE in het onderzoekspakket willen meenemen. Dit zou aan de bevoegde gezagen geadviseerd moeten worden.

Wij stellen voor om wel een aantal niet benzinestation locaties, die echter wel voor MTBE verdacht zijn en waar al enig onderzoek heeft plaatsgevonden in de selectie voor fase 3 mee te nemen.

Samenvattend levert dit de volgende categorieën bronlocaties op:

Tabel 1 Oonderverdeling bronlocaties.

Bron	Onderverdeling	Voorstel steekproef onderzoek in fase 3
- Huidig benzinestations (geschat totaal aantal op basis van VNPI gegevens 3.650). - Distributie punten (aantal onbekend).	In verleden reeds gesaneerd. Totaal aantal onbekend.	Middels onderzoek nagaan of er MTBE verontreinigingen zijn achtergebleven en in welke mate. Selectie op basis van info over oude verontreinigingssituatie. En aantal bevoegde gezagen kunnen gevraagd worden hiervoor locaties voor te dragen. Toestemming via branche.
	Geen sanering uitgevoerd. Aantal onbekend.	Middels onderzoek nagaan of inderdaad geen MTBE verontreinigingen aanwezig zijn op benzinestations die van het begin af aan voorzien zijn geweest van optimale bodembeschermende voorzieningen. Toestemming via branche.
Na 1988 gesloten voormalige benzinestations Geschat aantal op basis van VNPI gegevens circa 3.000.	In het verleden reeds gesaneerd. Geschat aantal op basis van Subat saneringen circa 1.800 locaties.	Middels onderzoek nagaan of er MTBE verontreinigingen zijn achtergebleven en in welke mate. Selectie op basis van info over oude verontreinigingssituatie. Selectie via Subat of bevoegd gezag? Toestemming via huidige eigenaar/gebruiker.
	Niet gesaneerde locaties Geschat aantal circa 1.200 locaties.	Middels onderzoek nagaan of er sprake is van MTBE verontreiniging en in welke mate. Nagaan of er relatie is met andere verontreinigingen zoals benzeen.
Overige locaties uit LDB inventarisatie.	Nog geen onderzoek uitgevoerd. Geschat aantal circa 30.000 locaties.	Niet onderzoeken in fase 3, waar relevant onderzoek meenemen met vervolg LDB.
	Reeds ergens in onderzoek of saneringstraject.	Mede op basis van LDB tabel bevoegd gezag vragen een selectie te maken van locaties die verdacht zijn voor MTBE en waar al bekend is dat er sprake is van een grondwaterverontreiniging. Toegang via huidige eigenaar/gebruiker.

### Pad aspecten

In het uit te voeren veld- en laboratoriumonderzoek zal ook worden gekeken naar pad aspecten van de verontreiniging (hoe ver en in welke richting heeft de eventuele MTBE verontreiniging zich verspreid, als indicatie van de omvang). De meest efficiënte manier om dit te doen is het onderzoek naar de verspreiding pas uit te voeren na het onderzoek naar de bronnen. Gezien de beschikbare tijd is er echter gekozen voor de combinatie van bron en pad aspecten in één onderzoek.

Een van de aspecten die een belangrijke factor vormt bij de inschatting van de mogelijke verspreiding van de MTBE verontreiniging is de bodemopbouw op de locatie. In een zandige bodem zal een snellere verspreiding optreden dan in een klei-/veenbodem. Bij de selectie van locaties zal er naar worden gestreefd om verschillende bodemtypes vertegenwoordigd te hebben. Dit is grotendeels gekoppeld aan geografische ligging.

Voor het bepalen van de verspreidingsrichting is het van belang inzicht te hebben in de lokale geohydrologie. Gegevens uit eerder onderzoek op een locatie, indien beschikbaar, kunnen hier inzicht in geven. Ook verspreidingscontouren van grondwaterverontreinigingen met bijvoorbeeld benzeen kunnen helpen een goede locatie te selecteren om de verspreiding in kaart te brengen. Indien geen locatie informatie beschikbaar is dan zal uitgegaan moeten worden van de lokale geohydrologie en een inschatting van de verspreidingsnelheid. Indien reeds een sanering is uitgevoerd kan een daarbij uitgevoerde grondwateronttrekking ook van sterke invloed zijn geweest op het verspreidingsgedrag. Inzicht hierin is dan ook van belang. Hoe ver een verontreiniging zich verspreid heeft wordt daarnaast ook nog bepaald door de periode waarin de verspreiding al heeft plaatsgevonden.

Een verontreiniging die recent is ontstaan zal zich nog niet ver hebben verspreid. Indien er geen inzicht is in verspreidingscontouren van andere stoffen zal een inschatting gemaakt moeten worden van het moment waarop de verontreiniging kan zijn ontstaan.

### Ervaringen

In het dossieronderzoek is getracht informatie te verzamelen over in andere landen uitgevoerde grootschalige MTBE onderzoeken. Er bleek weinig informatie hierover beschikbaar. Relaties tussen de mate en omvang van de MTBE verontreiniging en gegevens over de bron zoals ouderdom van de verontreiniging, benzeenverspreidingscontour en aard van de bodembeschermende voorzieningen zijn niet gevonden. Toegezegde medewerking door de Ovam kan mogelijk nog enige informatie opleveren op dit punt. Vooralsnog is er dus geen informatie op dit punt beschikbaar die gebruikt kan worden voor de uitwerking van de onderzoeksopzet in fase 3 van het project.

### Voorgestelde onderzoeksopzet per locatie

Conform de opdracht wordt uitgegaan van een onderzoek op 60 locaties en drie peilbuizen per locatie.

De situering van de peilbuizen zal afhankelijk zijn van het type te onderzoeken locaties. In de onderstaande tabel is dit samengevat (pb=peilbuis). Op een benzinstation kan onderscheid worden gemaakt in verschillende potentiële verontreinigingsbronnen zoals de ondergrondse benzine tanks met ondergrondse leidingen, de vulpunten en de afleverpunten (pompeiland). Met het brongebied wordt een combinatie van deze punten bedoeld die vaak bij elkaar in de buurt gesitueerd zijn. Indien dit verder uit elkaar ligt kan dit aanleiding geven toch meer peilbuizen in het brongebied te plaatsen of een keuze te maken. Met oude verontreiniging wordt een verontreiniging bedoeld die al eerder is vastgesteld bij uitgevoerd onderzoek of sanering.

Tabel 2 Onderzoeksopzet per type locatie.

Typen locaties	onderzoeksopzet
Gesaneerde locatie, nu nog in gebruik als benzinstation	1 peilbuis in huidig brongebied, 1 peilbuis nabij onttrekkingspunt van sanering, 1 peilbuis aan rand van oude verontreinigingscontour
Gesaneerde locatie, niet meer in gebruik als benzinstation	1 peilbuis in oude verontreiniging, 1 peilbuis nabij onttrekkingspunt van sanering, 1 peilbuis aan rand van oude verontreinigingscontour
Huidig, niet gesaneerd benzinstation, zonder bekende onderzoeksresultaten	1 peilbuis in brongebied of aan rand van bodembeschermende voorzieningen, 2 peilbuizen stroomafwaarts
Huidig, niet gesaneerd benzinstation, met bekende onderzoeksresultaten	1 peilbuis in oude verontreiniging, 1 peilbuis aan rand bekende verontreinigingscontour, 1 peilbuis stroomafwaarts
Voormalig, niet gesaneerd benzinstation waar al onderzoek heeft plaatsgevonden	1 peilbuis in bekend brongebied, 1 peilbuis aan rand bekende verontreinigingscontour, 1 peilbuis stroomafwaarts
Niet benzinstationlocaties	Locatiespecifieke invulling

Indien mogelijk kan op al eerder onderzochte locaties gebruik gemaakt worden van reeds aanwezige peilbuizen.

Het grondwater zal geanalyseerd worden op BTEX en MTBE zodat naast de gemeten MTBE concentratie ook een beeld wordt verkregen van de eventuele relatie tussen de gemeten aromaten concentraties en MTBE concentraties.



### *Achtergrond informatie*

Om een goede analyse mogelijk te maken zal van alle te onderzoeken locaties zo veel mogelijk de zelfde set aan informatie beschikbaar moeten zijn. Gelijk met of zo mogelijk voor het veldonderzoek zal voor elke locatie een checklist ingevuld worden met relevante gegevens zoals:

- Wanneer zijn de benzine gerelateerde activiteiten gestart en eventueel geëindigd?
- Indicatie van benzine omzethoeveelheden?
- Wanneer zijn er (extra) bodembeschermende voorzieningen aangebracht?
- Heeft er een sanering plaatsgevonden, zo ja wanneer?
- Is er grondwater onttrokken op of nabij de locatie (waar, wanneer hoeveel)?
- Is er een calamiteit geweest op de locatie?
- Etc. (dit beoogt geen volledige lijst te zijn maar dient ter illustratie).

Hiervoor is medewerking van het bevoegd gezag en/of de huidige eigenaar/gebruiker noodzakelijk.

### *Selectie van locaties*

Uitgangspunt voor het onderzoek is het verkrijgen van een zo representatief mogelijk beeld van de MTBE problematiek in Nederland. Het doel is dus niet om zo veel mogelijk van de sterkst verontreinigde locaties te identificeren en te onderzoeken. Zo mogelijk moet het onderzoek criteria opleveren die iets kunnen zeggen over de kans dat op een locatie MTBE verontreinigingen aanwezig zijn. In tabel 1 is al een onderverdeling van bronlocaties gepresenteerd. Hieruit komen vijf groepen naar voren waarvoor wordt voorgesteld deze mee te nemen in het veld- en laboratoriumonderzoek. Wij stellen voor van elk van deze groepen ten minste 10 (voormalige) benzinestationlocaties te selecteren en zo mogelijk een aantal niet benzinestationlocaties (bijvoorbeeld opslagtanks en distributiepunten (totaal 60 locaties).

Zoals hierboven al beschreven zal ook naar pad aspecten worden gekeken. Hiervoor is het dus van belang naar locaties met verschillende geohydrologische situaties te kijken. De geohydrologie wordt onder andere bepaald door de geografische ligging. Uit praktische overweging wordt daarom voorgesteld om bij de selectie van locaties (ten minste voor een deel van de locaties) uit te gaan van een beperkt aantal gemeentes met bekende geohydrologische kenmerken zoals zandige bodemopbouw of klei venige bodemopbouw. Gebieden met een diepe grondwaterstand (> 5 m -mv) zijn minder praktisch omdat er dan diepe peilbuizen geplaatst moeten worden wat kostenverhogend zal werken.

Naast bron en pad aspecten van de te selecteren locaties is het ook van belang dat toestemming wordt verkregen om daadwerkelijk het gewenste onderzoek uit te kunnen voeren. Hierbij is een rol weggelegd voor de benzinestation branche, de bevoegde gezagen en de eigenaren/gebruikers. Bij de selectie van reeds gesaneerde voormalige stations zou Subat ook een rol kunnen spelen. In de offerte aanvraag werden reeds een aantal gemeenten genoemd die in aanmerking zouden kunnen komen voor het selecteren van locaties. Hierbij is reeds onderscheid gemaakt naar bodemtype. Voorgesteld wordt een aantal van deze gemeenten te benaderen met de vraag of ze een aantal locaties kunnen selecteren binnen de in de tabel aangegeven typen locaties.

Wij stellen voor de te volgen procedure in overleg met de opdrachtgever verder vast te stellen na bespreking van bovenstaande onderzoeksopzet.

# Bijlage

## 5

Leden van de begeleidingscommissie

- mr. W.J. Kattenberg  
Ministerie van VROM, directie Lokale Milieukwaliteit en Verkeer,  
Afdeling Sturing Bodemsaneringsoperatie, senior beleidsmedewerker (voorzitter)
- ir. J.H.J. van der Gun  
BodemBeheer bv, senior adviseur/ eigenaar (secretaris)
- ing. A.D. Bannink  
VEWIN, beleidsmedewerker
- ir. G.L. Boerekamp  
SenterNovem, Directie Milieu & Leefomgeving, Taakveld Bodem+, projectadviseur
- P. W. Groen  
Salland Olie Maatschappij, directeur; namens NOVE
- ir. C.M. Grobben  
Tauf bv, senior adviseur
- ir. W.A. de Haas  
Sabic; namens, European Fuel Oxygenate Association (EFOA)
- D. Linschoten  
COFIZE, directeur
- E.J.M. Meijer  
BP Nederland B.V., Environmental Business Manager Benelux en  
Remediation Management EMA; namens VNPI
- Ir. B. Puffers  
WML, Team Planvorming en Advies Drinkwatervoorziening, specialist hydrologie; namens  
VEWIN
- ir. A.B. Roeloffzen  
DCMR Milieudienst Rijnmond, beleidsmedewerker Bodem, Bodembureau Ontwikkeling (BBO);  
namens VNG
- J. G. van der Steen  
Vereniging Nederlandse Petroleum Industrie, adjunct directeur
- ir. G.A. van der Straaten  
Shell Downstream Services International; namens VNPI
- ir. B. Habets (MBA)  
Gemeente Zutphen, senior bodemadviseur, afdeling Milieu

#### Agendaleden Begeleidingscommissie

- ir. M.P.T.M. de Cleen  
Ministerie van VROM, directie Lokale Milieukwaliteit en Verkeer
- mw. ir. J.F.M. Versteegh  
Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu
- drs. H.H.J. Walthaus  
Ministerie van VROM, afdeling Bodembescherming, directie Bodem, Water,  
Landelijk gebied, beleidscoördinator