

# Handreiking

Invulling geven aan zorgplicht Wbb bij  
MTBE- en ETBE-verontreinigingen

Werkgroep Handreiking  
maart 2010

## Inhoud

### Inhoudsopgave

<b>VOORWOORD</b>	<b>4</b>
<b>1. INLEIDING</b>	<b>6</b>
1.1 Aanleiding tot de handreiking	6
1.2 Reikwijdte handreiking	7
1.3 Leeswijzer	7
<b>2. WAT IS MTBE?</b>	<b>8</b>
2.1 Algemeen	8
2.2 De productie van MTBE en het verbruik	10
<b>3 MTBE-VERONTREINIGING IN DE BODEM</b>	<b>12</b>
3.1 Oorzaken	12
3.2 Verspreidingmodel	13
3.3 MTBE-verontreiniging in relatie tot reeds gesaneerde locaties	16
<b>4. DE AANPAK VAN EEN MTBE OF ETBE-VERONTREINIGING</b>	<b>19</b>
4.1 Beschikbare technieken	19
4.2 Rendementen saneringstechnieken	21
4.3 Kosten	23
<b>5. HERSTELPLICHT VERSUS SANERINGSAFWEGING</b>	<b>25</b>
5.1 Achtergronden	25
5.2 Omvang herstellplicht	25
	2

<b>5.3</b>	<b>Beoordeling omstandigheden</b>	<b>27</b>
<b>5.3.1</b>	<b>De procedurele omstandigheden:</b>	<b>27</b>
<b>5.3.2</b>	<b>De technische omstandigheden</b>	<b>28</b>
<b>5.3.3</b>	<b>De verantwoordelijkheid</b>	<b>28</b>
<b>5.3.4</b>	<b>Bedreigde objecten</b>	<b>29</b>
<b>5.4</b>	<b>Samenvattend</b>	<b>29</b>
<b>6.</b>	<b><i>STAPPEN AANPAK</i></b>	<b>30</b>
	<b>Stap 1</b>	<b>30</b>
	<b>Stap 2</b>	<b>31</b>
	<b>Stap 3</b>	<b>31</b>
	<b>Stap 4</b>	<b>31</b>
	<b>Stap 5</b>	<b>32</b>
	<b>Stap 6</b>	<b>32</b>
<b>BIJLAGE 1</b>	<b><i>EIGENSCHAPPEN VAN MTBE</i></b>	<b>34</b>
<b>1</b>	<b>Stofeigenschappen</b>	<b>34</b>
<b>2</b>	<b>Humane risico's</b>	<b>36</b>
<b>3</b>	<b>Afbreekbaarheid</b>	<b>37</b>
<b>4</b>	<b>Afbraakproces van MTBE door oxidatie</b>	<b>37</b>
<b>BIJLAGE 2</b>	<b><i>VERSPREIDINGSSNELHEID MTBE IN DE BODEM.</i></b>	<b>40</b>
<b>BIJLAGE 3</b>	<b><i>STROOMSCHEMA STAPPENAANPAK</i></b>	<b>42</b>
<b>BIJLAGE 4</b>	<b><i>AANBIEDINGSBRIEF MONITORINGGEGEVENS</i></b>	<b>45</b>
<b>BIJLAGE 5</b>	<b><i>BRONNEN</i></b>	<b>48</b>

## Voorwoord

De aanwezigheid van MTBE in oppervlakte- en grondwater staat sinds begin van deze eeuw in toenemende mate op de agenda van overheden en bedrijfsleven. Deze stof is een toevoeging aan benzine om een betere verbranding te bevorderen en het vermindert daarmee de emissie van broeikasgassen. Ook vervangt de stof tetraethyllood, zodat schadelijke loodemissies in het milieu worden vermeden. Voor dit doel wordt behalve MTBE ook ETBE toegevoegd aan benzine. De lage geur- en smaakdrempel van MTBE en ETBE zorgt ervoor dat deze stoffen, als ze in het oppervlakte- of grondwater terecht komen, een bedreiging kunnen vormen voor de kwaliteit van drinkwater. Dat wordt in Nederland voor circa 2/3 uit grondwater en voor 1/3 uit oppervlaktewater bereid.

Nadat eind vorige eeuw de verontreiniging door MTBE in de Verenigde Staten en enkele Europese lidstaten een belangrijke zaak is geworden, is er ook in Nederland een aantal jaren gestudeerd op het onderwerp. Dat ging met name over vragen als:

1. Is hier sprake van een vergelijkbaar probleem als in de VS en andere Europese lidstaten?
2. Wat zijn risico's van deze stof als die in de leefomgeving terechtkomt?

Om deze vragen te beantwoorden zijn diverse literatuur- en veldstudies uitgevoerd. Als het gaat om het vóórkomen van MTBE dan is het huidige beeld dat de stof wel wordt aangetroffen bij tankstations voor motorbrandstoffen, maar in het algemeen in lage concentraties. Er zijn een beperkt aantal locaties bekend waar hogere gehalten zijn aangetroffen, waarbij ook andere activiteiten een rol spelen (opslag- en productiefaciliteiten). ETBE wordt momenteel zeer beperkt en in zeer lage concentraties aangetroffen. Als gevolg van meetverplichtingen sinds 2009 zal de komende jaren snel meer inzicht worden verkregen in de aanwezigheid en verspreiding van MTBE en ETBE in de bodem.

Omdat MTBE als benzineadditief zijn ingevoerd vanaf circa 1985 zal een eventuele emissie meestal na 1 januari 1987 hebben plaatsgevonden. Dit betekent dat in die gevallen de zogenoemde zorgplicht geldt op grond van artikel 13 van de Wet bodembescherming. Vanwege de specifieke problematiek heeft de overheid de Circulaire toepassing zorgplicht Wbb bij MTBE- en ETBE verontreinigingen, verder genoemd de Circulaire, die per 1 februari 2009 van kracht is.

Vanuit de zorg voor de grondwaterkwaliteit is voorgeschreven dat bij de periodieke grondwatermonitoring op tankstations sinds 2009 aanvullend ook op MTBE en ETBE moet worden geanalyseerd. Deze verplichting rust op de drijver van de inrichting. Sinds 2010 geldt

bovendien in bepaalde situaties de verplichting om de resultaten van de monitoring door te leiden naar het bevoegd gezag Wbb.

In het overleg tussen overheid en bedrijfsleven is afgesproken om een handreiking op te stellen over de manier hoe praktisch omgegaan kan/moet worden met een verontreiniging met MTBE- en of ETBE in het grondwater. Hierbij is rekening gehouden met enerzijds het zorg- en herstelplichtbeginsel en anderzijds de specifieke situatie van de brandstofbranche. Sinds beginjaren 1990 zijn door deze branche zeer grote investeringen gedaan in curatieve en preventieve maatregelen om de bodem te beschermen.

In de werkgroep Handreiking zijn vertegenwoordigd het ministerie van VROM en het bedrijfsleven via het Interbranche Overleg<sup>1</sup>) terwijl DCMR Milieudienst Rijnmond namens VNG meeleezer is. De handreiking kan voor het bevoegd gezag en de drijver van de inrichting een hulpmiddel zijn om in goed overleg te komen tot adequate en effectieve maatregelen om een MTBE- en/of ETBE-verontreiniging aan te pakken.

De handreiking is een nadere praktische invulling van de Circulaire.

De wetgever heeft in het verleden besloten om voor zorgplichtgevallen geen beschikkingsprocedure volgens de van de saneringsparagraaf van de Wbb voor te schrijven. De Circulaire en daarmee de handreiking gaan uit van een aanpak op grond van artikel 27 Wbb. Daarin staat dat het bevoegd gezag aanwijzingen kan geven met betrekking tot de te nemen maatregelen. In bijlage 3 van deze handreiking is hiertoe een stroomschema van de beschreven aanpak opgenomen. Dit is geen verplicht traject, maar kan dienen als hulpmiddel voor zowel het bevoegd gezag als de melder bij de aanpak van een verontreiniging met MTBE- en of ETBE. Bovendien kan het dienen om te komen tot een afronding van de herstelwerkzaamheden, iets waar alle betrokkenen belang bij hebben.

De werkgroep hoopt dat deze handreiking bijdraagt aan een efficiënte en doelmatige aanpak.

De samenstelling van de werkgroep:

Min. van VROM	Marc Pruijn, Jos van Elk
VNG	Anton Roeloffzen (DCMR Milieudienst Rijnmond)
Brancheverenigingen	Juliet de Barbanson, Antoon Thijs, Dick Linschoten, Rien Kammeraat

---

<sup>1</sup> In het Inter-branche Overleg zijn de volgende organisatie uit de brandstofbranche vertegenwoordigd:  
BETA, de Belangenvereniging Tankstations  
BOVAG, de sectie Tankstations  
NOVE, de Nederlandse Organisatie voor de Energiebranche, vertegenwoordigend de oliehandelaren  
VNPI, de Vereniging Nederlandse Petroleum Industrie, vertegenwoordigend de oliemaatschappijen

# 1. Inleiding

## 1.1 *Aanleiding tot de handreiking*

Sinds begin deze eeuw is de chemische stof MTBE als toevoeging aan benzine onder de aandacht gekomen van de politiek, de oliebranche en de media in verband met specifieke eigenschappen van de stof die als een bedreiging voor het drinkwater worden beschouwd. Sindsdien vindt overleg plaats tussen het ministerie van VROM en vertegenwoordigers van de brandstoffenbranche en de waterleidingbedrijven over MTBE, het voorkomen van deze stof in de bodem en de risico's ervan voor de kwaliteit van het grondwater dat bestemd is voor drinkwaterbereiding of foodprocessen.

In de Wet bodembescherming is onderscheid gemaakt tussen verontreiniging die vóór 1 januari 1987 is ontstaan (oude gevallen) en verontreiniging die is ontstaan na 1 januari 1987 (nieuwe gevallen). Omdat (grootschalige) toepassing van MTBE als benzineadditief in Nederland in de jaren na 1987 heeft plaatsgevonden, zal een eventuele verontreiniging veelal als een zogenoemd nieuw geval van bodemverontreiniging worden beschouwd. In o.a. het Rotterdamse havengebied is de stof overigens als bijproduct geproduceerd vanaf 1973; hier is eventueel sprake van historische bodemverontreinigingsgevallen.

Vóór 2001 was er nauwelijks aandacht voor deze stof. Bij het uitvoeren van de grootschalige sanerings- en herinrichtingactiviteiten van het Werkprogramma milieumaatregelen bij benzinestations in de jaren 1993-2000 is deze stof niet betrokken.

Het is wel nodig dat ook voor deze stof normen en richtwaarden worden afgeleid en dat een afwegingskader wordt geformuleerd hoe een gesignaleerde verontreiniging aangepakt kan worden.

Het ministerie van VROM heeft daarom een Circulaire gepubliceerd waarin is aangegeven hoe de zorgplicht ex artikel 13 Wbb moet worden toegepast in het geval van een MTBE- en ETBE-verontreiniging. Deze Circulaire geldt sinds 1 februari 2009. Aanvullend is in overleg met de branche afgesproken om een handreiking te schrijven ter toelichting en als hulpmiddel voor zowel de probleemhebber als het bevoegd gezag om tot een verantwoorde en kosteneffectieve aanpak van een nieuw geval van verontreiniging met MTBE (en ETBE) te komen. Deze handreiking is een gezamenlijk product van branche en overheid en is een praktische vertaling van de Circulaire. Bij eventueel geconstateerde verschillen tussen Circulaire en handreiking geldt de inhoud van de Circulaire als bepalend.

Het voornemen is om de informatie in deze handreiking op termijn op te nemen in de Richtlijn Herstel en Beheer (water)bodemkwaliteit.

## **1.2 Reikwijdte handreiking**

In deze handreiking ligt de nadruk op de aanpak van de MTBE-verontreiniging die bij tankstations wordt aangetroffen. Het gaat dan meestal om MTBE als additief in benzine, zodat de stof in combinatie met andere stoffen, zoals minerale olie en vluchtige aromaten BTEX wordt aangetroffen.

Als alternatief voor het toevoegen van MTBE aan benzine wordt ook ETBE toegepast, een stof met vergelijkbare eigenschappen. De handreiking kan ook worden gebruikt in het geval van een verontreiniging met ETBE. Zo nodig wordt specifiek ingegaan op de eigenschappen van ETBE.

De aanpak van een MTBE- of ETBE-verontreiniging op raffinaderijen of depots vraagt een eigen werkwijze die niet in deze handreiking is beschreven.

## **1.3 Leeswijzer**

Hoofdstuk 2 gaat in op de stof MTBE met verwijzing naar bijlage 1 voor de specifieke stofeigenschappen.

Hoofdstuk 3 besteedt aandacht aan bodemverontreiniging met MTBE en het gedrag van deze stof in de bodem.

Hoofdstuk 4 bespreekt de inzetbare hersteltechnieken met aandacht voor rendement en kosten.

Hoofdstuk 5 besteedt aandacht aan de diverse omstandigheden op een locatie die van belang zijn bij het kiezen en beoordelen van een realistische doelstelling van de herstelmaatregelen.

Hoofdstuk 6 geeft aan hoe het traject verloopt van de periodieke monitoring en de stappen die gezet moeten worden voor het geval verhoogde gehalten worden waargenomen. In een stroomschema is dit verder verduidelijkt.

In bijlage 1 worden eigenschappen van MTBE (en ETBE) nader belicht, waaronder de humane risico's en de afbraak.

In bijlage 2 is een voorbeeldberekening opgenomen die het verschil in verspreidingsnelheid tussen MTBE en benzeen laat zien.

Bijlage 3 bevat het stroomschema van het stappenplan van hoofdstuk 6

In bijlage 4 zijn voorbeeldbrieven opgenomen voor verzending van de monitoringgegevens naar het bevoegd gezag.

Bijlage 5 geeft een bronvermelding.

## 2. Wat is MTBE?

### 2.1 Algemeen

Methyl tertiair-Butyl Ether (kortweg aangeduid als MTBE) is een chemische stof die als “additief” aan benzine wordt toegevoegd om het octaangehalte te verhogen. Dit geeft een betere verbranding van de benzine en leidt tot een verminderde CO<sub>2</sub> emissie. MTBE draagt op deze manier bij tot een vermindering van het broeikas effect.

Met de introductie van MTBE werd het toxische tetraethyllood (TEL) als antiklop middel in benzine overbodig (loodhoudende benzine) en kon de milieubelasting met lood worden verminderd. Het toevoegen van MTBE aan benzine levert dus een positieve bijdrage aan de kwaliteit van het milieu en is in de afgelopen jaren door de overheid gestimuleerd.

In de VS wordt MTBE al sinds de jaren '70 van de vorige eeuw en in hogere percentages aan benzine toegevoegd, mede om de luchtkwaliteit in stedelijke gebieden en vooral in de zomerperiode te verbeteren. Vanaf ongeveer 1987 is ook buiten de VS de toepassing ervan, door het verbod op “loodtoevoegingen” in benzine, enorm gestegen. Hierdoor is de productie van MTBE sinds eind jaren '90 een van de snelst groeiende van alle chemicaliën ter wereld geweest.

In Nederland is MTBE sinds 1973 als bijproduct geproduceerd. In 1985 is het voor het eerst als loodvervanger geïntroduceerd en na 1987 wordt het op grote schaal gebruikt. Niet uitgesloten is dat MTBE ook al voor 1985 incidenteel is toegevoegd aan benzine om de kwaliteit ervan te verbeteren. Nederland is de grootste producent van MTBE van Europa. Op diverse raffinaderijen (o.a. in Rotterdam, Geleen) wordt de stof geproduceerd.

Het gebruik van MTBE heeft in de VS geleid tot een aantal grote problemen, waarbij bronnen voor de drinkwaterbereiding werden verontreinigd. Vanwege deze problematiek is het daar nu een van de meest onderzochte stoffen voor wat betreft de eigenschappen. In een aantal landen binnen de EU (zoals België, Engeland, Zweden en Finland) wordt MTBE ook al langer als potentiële ‘probleemstof’ aangemerkt vanwege een mogelijke aantasting van de kwaliteit van het oppervlaktewater en het grondwater. De belangrijkste reden is dat MTBE bij lage concentraties al zintuiglijk waarneembaar is, namelijk door de geur en smaak.

De laatste jaren is MTBE deels vervangen door ETBE, Ethyl tertiair-Butyl Ether. Als ETBE is bereid uit bio-ethanol dan wordt het als biobrandstof beschouwd. Dergelijke ETBE draagt dus bij aan de per 1 januari 2007 door Europa verplichte bijmenging van een percentage biobrandstoffen.

De eigenschappen van ETBE zijn vergelijkbaar met die van MTBE, zodat deze stof ook aandacht heeft in het kader van de grondwaterbescherming.

De kennis over de eigenschappen en het gedrag van MTBE en ETBE is in de laatste jaren sterk toegenomen, met name door ervaringen in het buitenland.



Recent is er meer inzicht verkregen in de aard en omvang van de verontreiniging met deze stoffen in Nederland door een aantal uitgevoerde inventariserende onderzoeken. Vanaf 2009 wordt standaard bij de jaarlijkse grondwatermonitoring bij benzinestations ook op MTBE en ETBE onderzocht. Sinds 2010 geldt bovendien in bepaalde situaties een verplichting om verhoogde MTBE- en ETBE-gehalten door te leiden aan het bevoegd gezag Wbb. Dit betekent dat er bij het verschijnen van deze handreiking nog slechts beperkt gegevens voorhanden zijn over de mate van voorkomen en het gedrag van deze stoffen in de Nederlandse situatie.

Met name bij locaties in (de omgeving van) grondwaterbeschermingsgebieden kan MTBE in het grondwater gevolgen hebben door de lage smaak- en geurdrempel. Het risico van aantasting van grondwater voor drinkwaterbereiding door MTBE is een belangrijke reden geweest om onderzoek te doen naar mogelijke MTBE-verontreinigingen in Nederland. MTBE zal pas bij zeer hoge concentraties (in het water) leiden tot schadelijke effecten voor de gezondheid. Dit is bevestigd door studies van de Europese Commissie. (ECB, 2002) Het RIVM heeft op basis van de gebruikelijke risicobeoordelingmethodieken een interventiewaarde voorgesteld van 9.400 µg/l voor grondwater. Dit is ruim 300 x hoger dan voor benzeen. (Swartjes, 2004).

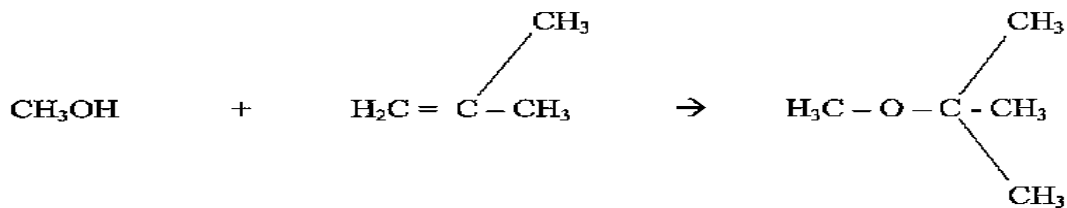
In tabel 1 zijn verschillende relevante waarden voor MTBE opgenomen, voor ETBE worden dezelfde waarden aangehouden.

<b>Nederland</b>		
Rapportagegrens (AS-3000, protocol 3130)		3
Geadviseerde normwaarden bodemsanering (RIVM)		
Streefwaarde		26
Ecologische risicogrens		2.600
Interventiewaarde		9.400
Herstelrichtwaarden zorgplicht Wet bodembescherming:		
in grondwaterbeschermingsgebieden		1
buiten grondwaterbeschermingsgebieden		15
Drinkwaterkwaliteitsnormen:		
Signaalwaarde		1
Geurdrempel		15
Smaakdrempel		40
Risicogrens permeatie kunststof leidingen		300
<b>België</b>		
Richtwaarde bodemkwaliteit,		20
Bodemsaneringsnorm		300
<b>Ver. Staten</b>		
Cleanup level		20-70

## 2.2 De productie van MTBE en het verbruik

Door een combinatie van technische voordelen tijdens de productie en de goede toepassingsmogelijkheden is MTBE wereldwijd het meest gebruikte zuurstofrijke additief in benzine geworden. MTBE is verhoudingsgewijs gemakkelijk te produceren vanwege de beschikbaarheid van grondstoffen. Daarnaast zijn een lage reactiviteit en een relatief lage vluchtigheid kenmerken van MTBE, die voordelen opleveren in het productieproces.

**Figuur 2.1** Reactievergelijking MTBE uit methanol en isobuteen



MTBE is een ether die wordt vervaardigd uit het gas isobuteen en de vloeistof methanol (zie Figuur 1.1). Bij de productie van MTBE ontstaat als bijproduct tertiaire butylalcohol (*TBA*), eveneens bruikbaar als additief in benzine.

Ongeveer 98% van de totale MTBE-productie in de Europese Unie (EU) wordt gebruikt voor toevoeging in benzine en 2% in andere producten, zoals in lijmen en als oplosmiddel in de farmaceutische industrie. MTBE wordt op ongeveer 40 locaties in Europa geproduceerd. Nederland is in Europa de grootste producent van MTBE. De totale productiecapaciteit in Nederland bedroeg in 2004 ruim 1,1 miljoen ton per jaar verdeeld over vijf productie-locaties. De totale productie- capaciteit in België lag in 2004 op circa 0,39 miljoen ton per jaar.

Productie en verbruik van MTBE in de EU liggen beide momenteel rond de 3,3 miljoen ton per jaar, waarbij nog steeds sprake is van een stijgende lijn. Het totale wereldverbruik is rond de 22 miljoen ton per jaar.

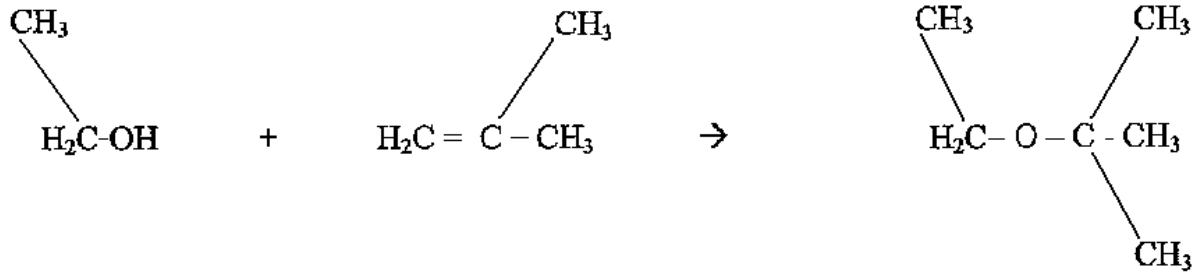
In de EU bedraagt het gemiddelde volumepercentage van MTBE in benzine circa 2,6%. Het maximum percentage is in de EU gesteld op 15%. In de VS is een percentage van 11 tot 15% gebruikelijk, mede doordat in een groot aantal staten een zuurstofgehalte in benzine wordt vereist van 2 tot 2,7%. Dit kan worden bereikt door de zuurstofhoudende component MTBE in genoemde percentages toe te voegen.

Voor de specifieke eigenschappen van MTBE die mede het gedrag van de stof in de bodem bepalen wordt verwezen naar bijlage 1.

## ETBE

ETBE heeft vergelijkbare eigenschappen als MTBE maar het zuurstofgehalte is 15% geringer. ETBE wordt bereid uit ethanol. Als daarbij bio-ethanol als grondstof wordt gebruikt, geldt ook de ETBE als biobrandstof. Vanwege de verplichte bijmenging van biobrandstoffen treedt daarom inmiddels een verschuiving op van MTBE naar ETBE als toevoeging in benzine.

**Figuur 2.2** Reactievergelijking ETBE uit ethanol en isobuteen



## 3 MTBE-verontreiniging in de bodem

### 3.1 Oorzaken

Nederland is een belangrijke producent en exporteur van MTBE. Het is vanzelfsprekend dat het product wordt opgeslagen (voorraadvorming), overgeslagen en op verschillende wijzen gedistribueerd. Bij al deze handelingen bestaat er, ondanks getroffen maatregelen en voorzieningen, een kans op het ontstaan van emissies. Deze emissies kunnen de bodem vervolgens belasten en zo uiteindelijk zorgen voor bodemverontreiniging.

In Nederland verkochte motorbrandstoffen, ook de MTBE-houdende benzine, worden vanuit raffinaderijen en depots over de weg en het spoor naar tankstations en de eigen opslag van transportbedrijven vervoerd. Soms gaat een eerste deel van het vervoer van de brandstoffen met binnenvaarttankers. De distributie van MTBE-houdende benzine naar consumenten vindt plaats bij tankstations.

MTBE-verontreinigingen in de bodem zullen als gevolg van bovenstaande logistieke processen hoofdzakelijk bij brandstofdepots en op tankstations worden gevonden. Andere mogelijke oorzaken zijn morsingen en/of calamiteiten. Maar ook benzinemotoren van grasmaaiers, kettingzagen of boten of ander gebruik kunnen aanleiding zijn tot een MTBE-verontreiniging. Zo wordt MTBE toegepast in lijmen en ziekenhuizen gebruiken MTBE bij niersteenbehandeling.

Ook lozingen van MTBE-houdende stoffen op het oppervlaktewater, vanuit schepen of door de industrie, kunnen indirect, door oeverinfiltratie, leiden tot een verontreiniging van het grondwater. In de Rijn worden achtergrondgehalten van MTBE gemeten van 0,1 -0,5 µg/l, maar na calamiteiten is gedurende korte tijd sprake van veel hogere waarden. Er is dus ook sprake van diffuse bronnen voor MTBE, waardoor het grondwater verontreinigd raakt. Momenteel is er nog geen totaaloverzicht van alle mogelijke bronnen en de bijdrage ervan aan het probleem.

Ondanks de verschillende mogelijke oorzaken kunnen de volgende categorieën MTBE-verontreiniging worden onderscheiden:

1. een bodembelasting met uitsluitend MTBE (bij productie, opslag, overslag en/of vervoer van puur MTBE);
2. een bodembelasting met MTBE-houdende benzine, waarbij MTBE in een gering percentage in combinatie met andere verontreinigende stoffen uit brandstof voorkomt (o.a. bij benzinestations);
3. een bodembelasting ten gevolge van een ander gebruik van MTBE;
4. een verhoogde achtergrondconcentratie door bijvoorbeeld oeverinfiltratie of neerslag.

Deze handreiking gaat in op bodemverontreiniging binnen de tweede categorie, omdat deze situatie naar verwachting het meest zal voorkomen en aanleiding is tot het treffen van maatregelen.

Een verontreiniging behorend tot de eerste categorie zal minder vaak voorkomen en zal om een locatiespecifieke benadering vragen. Hierbij zal/kan namelijk ook sprake zijn van puur product in de bodem in de vorm van drijfvlagen op het grondwater. Dit vormen dan bronlocaties van waaruit langdurig nalevering aan het grondwater kan plaatsvinden, als ze niet afzonderlijk worden aangepakt. Bovendien zijn er vaak met het bevoegd gezag afspraken gemaakt hoe wordt omgegaan met oude en nieuwe verontreinigingsgevallen op dit soort bedrijfsterreinen.

Van verontreinigingen van de derde categorie is weinig bekend. Het gaat hierbij vermoedelijk om incidentele en kleinschalige verontreinigingsituaties.

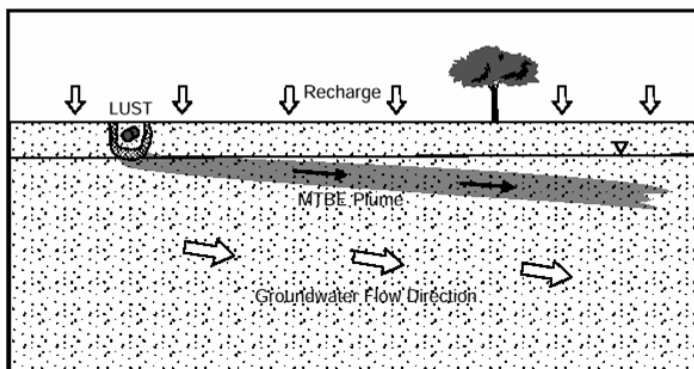
In voorkomend geval kunnen de aanbevelingen uit deze handreiking worden toegepast.

De vierde categorie, diffuse achtergrondverontreiniging valt buiten de scope van deze handreiking, maar bij de beoordeling van een aangetroffen verontreiniging is het raadzaam om de mogelijkheid van diffuse bronnen erbij te betrekken. Een diffuse verontreiniging geeft veelal geen aanleiding tot het treffen van maatregelen, omdat normwaarden niet worden overschreden en/of er geen oorzakelijk verband is met de locatie.

### 3.2 Verspreidingsmodel

Bij een morsing van MTBE-houdende benzine aan het maaiveld of een lekkage van opslagtanks of leidingen zakt het product vrijwel loodrecht omlaag tot aan het grondwaterniveau.

Figuur 3.1 Verspreidingspatroon MTBE gelijk aan grondwaterbeweging



Benzine is lichter dan water waardoor het als product bovenop het (grond)water blijft drijven. Door de redelijk tot goede oplosbaarheid zal een deel in oplossing gaan in het grondwater. Er zal zich een evenwichtstoestand willen instellen, maar onder invloed van de grondwaterstroming wordt een verontreinigingspluim gevormd, zie figuur 3.1.

De vorm van de pluim is afhankelijk van de snelheid/richting van de grondwaterstroming en de bodemopbouw.

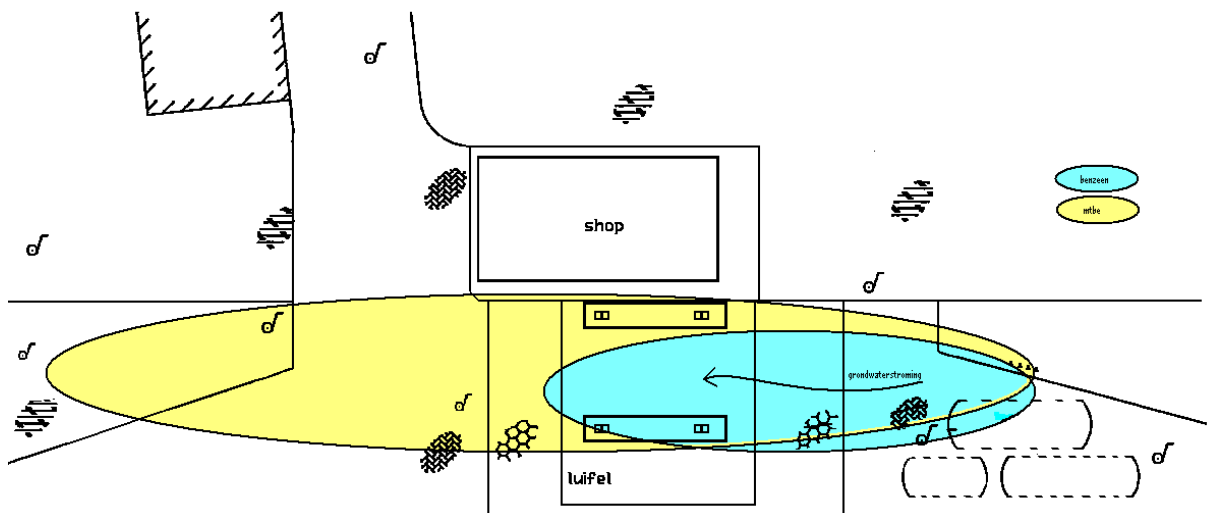
De componenten uit benzine die gebruikelijk worden gemeten zijn minerale olie (ketenlengte  $C_{10}$ - $C_{40}$ ) en de vluchtige aromatische koolwaterstoffen benzeen, toluen, ethylbenzeen en xyleen, ook BTEX genoemd.

MTBE is beter oplosbaar in grondwater dan deze componenten, maar de oplosbaarheid wordt tegelijk ook beïnvloed door de aanwezigheid van de andere benzinecomponenten. Zie hiervoor ook paragraaf 1 van bijlage 1.

Daarnaast is de retardatie van MTBE geringer dan die van andere componenten. Retardatie is een term voor de mate waarin transport van de verontreiniging wordt vertraagd of zelfs tegengehouden door binding aan de bodematrix. Deze wordt vooral bepaald door het organisch stof gehalte van de bodem.

De geringere retardatie wordt vaak gebruikt om de grote verspreidingsnelheid van MTBE te verklaren. In figuur 3.2. is dat geïllustreerd. Bij de modellering in dit voorbeeld is uitgegaan van een lekkage van benzeen en MTBE op hetzelfde moment. MTBE verspreidt zich vrijwel net zo snel als het grondwater zelf, terwijl benzeen nog niet de helft van de afstand heeft afgelegd. In bijlage 2 is hiervan ter illustratie een rekenvoorbeeld gegeven.

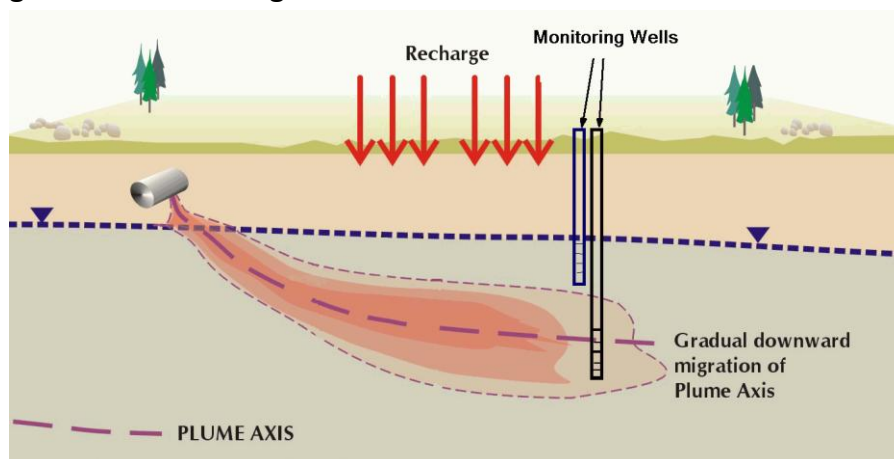
**Figuur 3.2 Modelling van een benzeen- en MTBE-pluim (gelijktijdige lekkage van benzeen en MTBE ).**



Zoals hiervoor is vermeld kan worden verwacht dat de verplaatsingsnelheid van MTBE min of meer gelijk met die van het grondwater en groter is dan van andere benzinecomponenten zoals benzeen, dat meestal beschouwd wordt als de snelst verspreidende stof. Bij de uitvoering van bodemonderzoek is het daarom van groot belang inzicht te hebben op zowel de bodemopbouw en bodemsamenstelling van de onderzoekslocatie als op de grondwaterstroming ter plaatse.

Indien sprake is van een nagenoeg horizontale grondwaterstroming zal ook een MTBE-verontreiniging zich nagenoeg horizontaal verplaatsen (zie Figuur 3.3).

**Figuur 3.3: Verspreiding MTBE-verontreiniging in een homogene bodem onder invloed van grondwaterstroming**



Bij een horizontale grondwaterstroming in combinatie met een sterke inziging zal sprake zijn van uitwaaiing van de MTBE-verontreiniging. Bij kleibodems met een overheersende verticale grondwaterstroming zal een MTBE-verontreiniging in het horizontale vlak min of meer op zijn plaats blijven en zich met inzigend hemelwater hoofdzakelijk naar de diepte verplaatsen. In kwelsituaties, bijvoorbeeld in poldergebieden, zal de verticale verspreiding gering zijn.

Moeilijker wordt de situatie in een gelaagd klei-zand pakket, waarbij in de kleilagen de verticale grondwaterstroming overheerst en in de zandlagen voornamelijk een horizontale grondwaterstroming aanwezig is. Hetzelfde geldt voor zandige bodems met daarin grovere zandlagen of grindhoudende zandlagen. In deze lagen zal de grondwaterstroming in het algemeen (veel) sneller gaan dan in het omringende zandpakket. Deze situaties zullen allemaal invloed hebben op de verspreiding van een aanwezige MTBE-verontreiniging en in meer of mindere mate verschillen te zien geven ten opzichte van de verspreidingspatronen van eventuele andere aanwezige stoffen. In kleibodems met hoofdzakelijk een verticale grondwaterbeweging kan de omvang in het horizontale vlak van een MTBE-pluim ook na lange tijd nog redelijk overeen komen met die van een BTEX-pluim. Alleen de verspreiding

naar de diepte kan voor MTBE in dat geval (veel) verder gaan. In gelaagde zandbodems met afwisselend fijnzandige en grofzandige lagen is het denkbaar dat de MTBE-pluim zich 'losmaakt' van bijvoorbeeld een BTEX-pluim. In die situatie wordt nabij de oorspronkelijke bron geen MTBE in tegenstelling tot BTEX meer waargenomen, maar op afstand van de oorspronkelijke bron wel, terwijl daar nog geen BTEX aanwezig is. Een soortgelijk fenomeen kan zich voordoen in gelaagde bodemprofielen, waarbij een MTBE-verontreiniging zich relatief snel in horizontale richting door de aanwezige zandlagen kan verspreiden en in concentratie afneemt nabij de oorspronkelijke bron, terwijl een BTEX-verontreiniging deels adsorbeert aan de aanwezige kleilagen en vertraagd tot verspreiding komt.

Zijn bovenstaande aspecten voor het opzetten van een onderzoeksstrategie al van belang, voor het bepalen van een uitvoeringsstrategie voor het verwijderen van een MTBE-verontreiniging zijn ze nog veel belangrijker. De mate waarin kennis van de bodemkundige en (geo)hydrologische situatie aanwezig is en er ook rekening mee wordt gehouden bij onderzoek en uitvoering bepalen in belangrijke mate het resultaat van de sanering. Studies in de VS laten zien dat de theorie van de grote verplaatsingsnelheid van MTBE in werkelijkheid niet altijd wordt bevestigd. In bepaalde situaties is de MTBE-pluim nauwelijks groter dan de benzeenpluim. (Malcolm Pirnie, 2001)

Nu monitoring van MTBE en ETBE een jaarlijkse verplichting is geworden, zal snel meer inzicht ontstaan over het voorkomen en gedrag van MTBE en ETBE in de Nederlandse bodem in vergelijking met andere brandstofcomponenten die al periodiek werden gemeten. De tot heden bekende cijfers uit de landelijke inventarisaties geven aanleiding om te veronderstellen dat de situatie in Nederland zich in gunstige zin onderscheidt van de VS.

### **3.3 MTBE-verontreiniging in relatie tot reeds gesaneerde locaties**

Medio jaren negentig van de vorige eeuw zijn op alle op dat moment in exploitatie zijnde benzinestations bodembeschermende voorzieningen aangebracht. Deze voorzieningen konden slechts worden aangebracht onder de verplichting (binnen het Besluit tankstations milieubeheer) dat een eventueel aanwezige bodemverontreiniging vooraf was gesaneerd. In die periode zijn tevens een zeer groot aantal tankstations buiten gebruik gesteld en gesaneerd. In het algemeen kan onderscheid worden gemaakt in de volgende categorieën:

a. in bedrijf zijnde stations:

- a1. die zijn gesaneerd binnen het kader van het Besluit tankstations milieubeheer en zijn voorzien van gecertificeerde<sup>2</sup> bodembeschermende voorzieningen;
- a2. die zijn opgericht na 1995 en zijn voorzien van gecertificeerde bodembeschermende voorzieningen;

---

<sup>2</sup> Voor de aanleg van een bodembeschermende voorziening moeten enerzijds materialen worden toegepast waarvoor een kwaliteitscertificaat is afgegeven, het product certificaat, terwijl de aanleg moet geschieden door daartoe gecertificeerde bedrijven, het procescertificaat.



b. buiten bedrijf gestelde stations:

- b1. die zijn gesaneerd binnen het SUBAT-programma of in eigen beheer;
- b2. die niet voldeden aan de criteria van SUBAT en waarvan soms niet met zekerheid is te zeggen of ze zijn gesaneerd;
- b3. de vóór 1993 buiten gebruik gestelde stations, die in beginsel volgens de voorschriften van het BOOT<sup>3</sup> moeten zijn gesaneerd.

Deze indeling is van belang omdat dit bepalend kan zijn voor het vaststellen van de herstelwaarde bij het uitvoeren van maatregelen.

Categorieën a1 en b1: gesaneerde locaties

Voor de categorie a1 en b1 locaties geldt dat in het verleden een bodemsanering is uitgevoerd binnen het kader van de Wet bodembescherming. Dit betekent dat hiervoor saneringsplannen zijn opgesteld, waarop door het bevoegd gezag Wbb instemming is verleend.

Voor deze categorieën kan worden gesteld dat:

- de sanering vooral gericht is geweest op de stoffen als minerale olie, BTEX en vluchtige PAK-verbindingen;
- MTBE in elk geval geen stof is geweest waarop de sanering zich heeft gericht, want analyse van MTBE was niet opgenomen in de afspraken van het Werkprogramma milieumaatregelen bij tankstations 1991;
- met de sanering de bronnen van verontreiniging meestal zijn verwijderd; dit wil zeggen dat eventueel aanwezige drijfslagen en sterke grondgebonden verontreinigingen zijn weggenomen;
- de exacte terugwaneerwaarden voor grond en grondwater niet bekend zijn, maar dat deze voor het grondwater zal liggen tot (duidelijk) onder het niveau van de interventiewaarde (I-waarde min. olie: 600 µg/l; benzeen: 30 µg/l; toluen: 1.000 µg/l; ethylbenzeen: 150 µg/l en xylenen 70 µg/l). In het algemeen werd in die periode uitgegaan van de tussenwaarde als richtwaarde.

N.B. In die tijd was op basis van de Wet bodembescherming herstel van de functionele eigenschappen de doelstelling, tenzij sprake was van locatiespecifieke omstandigheden. In dat geval kon een zogenoemde IBC-sanering worden uitgevoerd. Vanaf eind jaren '90 van de vorige eeuw werd ook een functiegerichte saneringsaanpak mogelijk.

- na afronding van de saneringen is meestal een evaluatieverslag opgesteld, waarop instemming is verleend door het bevoegde gezag conform de op dat moment geldende procedures (dit wil zeggen dat geen beschikkingen zijn verleend op evaluatieverslagen van vóór 2006, maar dat het bevoegd gezag wel een inhoudelijke beoordeling heeft gegeven.
- na de sanering nog sprake kan zijn van een MTBE-restverontreiniging in het grondwater.

---

<sup>3</sup> BOOT: Besluit Opslaan in Ondergrondse Tanks, regelde o.a. het saneren van niet meer gebruikte tanks. BOOT is vervangen door het Activiteitenbesluit.

Voor deze categorieën geldt, dat indien nog sprake is van een restverontreiniging, deze zich buiten het tankstation kan bevinden voor situaties met een overwegend horizontale grondwaterstroming en mogelijk nog deels in de diepte ter hoogte van de locatie voor situaties met een overwegend verticaal gerichte grondwaterstroming.

#### Categorie a2

Voor de categorie a2. locaties geldt dat in principe geen sprake kan zijn van bodemverontreiniging, uitgaande van een adequaat systeem van bodembeschermende voorzieningen. Helaas zullen er ook locaties zijn waar sindsdien sprake is geweest van een ongewoon voorval of een calamiteit. Aangenomen mag worden dat hiervoor al maatregelen zijn getroffen en dat deze zijn gedocumenteerd. Naar verwachting zal daarin geen aandacht zijn besteed aan MTBE.

#### Categorieën b2 en b3

De categorie b2 en b3 locaties vormen een onzekere factor. Naar verwachting zal het hier om een relatief klein aantal locaties gaan met een mogelijke MTBE-verontreiniging. De periode waarbij sprake kan zijn geweest van een MTBE-belasting van de bodem is hooguit enkele jaren geweest en het betrof veelal bediende stations met geringe omzetten.

## De aanpak van een MTBE of ETBE-verontreiniging

### 4.1 Beschikbare technieken

Voor de aanpak van een bodemverontreiniging wordt gebruik gemaakt van de volgende algemene saneringsprincipes:

1. ontgraven;
2. fysische en extractieve methoden;
3. biologische methoden;
4. chemische methoden;
5. IBC methoden (isolatie, beheersing en controle).

Nu wordt beoordeeld of deze algemene technieken toepasbaar zijn voor een sanering van een verontreiniging met MTBE of ETBE in de in hoofdstuk 3 beschreven situaties.

Ad. 1 Ontgravingstechnieken zijn uitermate geschikt en effectief indien sprake is van een brongebied aan verontreinigingen, zoals in geval van drijfslagen en sterk grondgebonden verontreinigingen. Een zeer beperkende factor kan de inrichting aan het maaiveld zijn (bedrijfsgebouwen en bedrijfsactiviteiten) en de diepte waarop de verontreinigingen moeten worden verwijderd. Ontgravingstechnieken zijn in deze problematiek alleen potentieel toepasbaar in situaties, waarbij sprake is van puur product in de bodem in de vorm van drijf- of smeerslagen met MTBE-houdende benzine. Voor verontreinigingsituaties of 'restverontreinigingen' bij al gesaneerde locaties, zoals beschreven in hoofdstuk 5, komt ontgraven als zelfstandige saneringsmethode niet in aanmerking. Het gaat namelijk om een goed in water oplosbare stof die zich nauwelijks hecht aan de bodem. MTBE is daarom meestal alleen in het grondwater aanwezig.

Ontgraven beneden grondwaterpeil zonder dat sprake is van drijfslagen of sterk grondgebonden verontreinigingen is over het algemeen niet effectief.

Ontgraven zou in theorie wel zinvol kunnen zijn om via een open bemaling het naar de ontgravingsput toestromende verontreinigde water snel en eenvoudig weg te pompen. In dat geval vormt het een ondersteunende techniek.

Ad. 2 Binnen de fysische en extractieve technieken is 'pump and treat' de meest bekende en toegepaste techniek. Praktijkervaringen laten echter wisselende resultaten zien. Belangrijke factoren die van invloed zijn op het resultaat van de sanering bij 'pump and treat' zijn onder andere de bodemopbouw en -samenstelling, de doorlatendheid van de bodem, de soort verontreinigingen, de wijze van voorkomen en de sorptie-eigenschappen van de verontreinigingen. Voor MTBE geldt dat het gaat om een verontreiniging die zich nauwelijks aan de bodem hecht en goed oplosbaar is in water. Hierdoor wordt 'pump and treat' bij goed doorlatende zandbodems (die gemakkelijk 'doorspoelbaar' zijn) tot één van de meest

kansrijke hersteltechnieken gerekend voor in grondwater opgeloste MTBE-verontreinigingen. Positief gegeven is dat het bij MTBE meestal gaat om een relatief jonge verontreiniging.

Indien MTBE als vrij product in de bodem aanwezig is, bijvoorbeeld in de vorm van een drijfslag, dan heeft de P&T-techniek zijn beperkingen en is deze alleen in combinatie met kernverwijdering te gebruiken.

Andere technieken binnen de fysische en extractieve methoden zijn onder andere bodemluchtexttractie en persluchtinjectie. Deze technieken zijn in potentie geschikt voor sanering van een MTBE-verontreiniging met specifieke bronzone (als vrij product of opgelost in zeer hoge concentraties). De technieken hebben hun grootste prestatiebereik bij goed doorlatende bodems. De tijdsduur van sanering in geval van een MTBE verontreiniging is zeer sterk afhankelijk van de bronsterkte (gehalten in de bodem), de te realiseren herstelwaarde, de doorlatendheid van de bodem en het moment van veroorzaking en de bereikbaarheid van de bron. De herstelduur kan daardoor variëren van enkele maanden tot jaren. De kosten voor deze technieken zijn in het algemeen beduidend hoger dan die voor pump and treat, maar ze kunnen het rendement van P&T in de bronzone wel verhogen.

Ad. 3 Biologische methoden zijn bioventing, perslucht- injectie of airsparging, injectie met zuivere zuurstof, grondwateronttrekking met injectie van nutriënten en zuurstof. Deze technieken zijn gericht op aerobe afbraak en in principe geschikt zijn voor de aanpak van een MTBE-verontreiniging. Door middel van veldstudies wordt onderzocht of de verwachtingen van de laboratoriumproeven worden bevestigd.

De technieken zijn in beginsel inzetbaar voor zowel een bronzone als een pluimgebied van een MTBE-verontreiniging. Ook bij deze technieken geldt dat de saneringsduur kan variëren van enkele maanden tot jaren. De kosten voor deze technieken kunnen als relatief laag worden aangemerkt in vergelijking met de intensieve fysische en extractieve technieken. De relatief lange tijdsduur die een biologische aanpak vraagt, hoeft geen bezwaar te zijn op een tankstation dat in nog gebruik is.

De natuurlijke afbraak van MTBE door micro-organismen is op meerdere plaatsen aangetoond, maar komt moeilijk en langzaam op gang. Uit recent onderzoek, met name uitgevoerd in België, blijkt dat natuurlijke afbraak van MTBE in verschillende bodemtypen, onder aerobe en anaerobe omstandigheden mogelijk is. Onderwerp van studie is of het natuurlijke proces van biologische afbraak kan worden versneld door optimalisering van de omstandigheden, zogenaamde enhanced natural attenuation.

Ad. 4 Tot de chemische methoden behoren onder andere de nat- chemische oxidatie met Fenton's reagens, continue injectie van ozon, injectie met waterstofperoxide en eventueel combinaties van ozon met waterstofperoxide. Het voordeel van deze technieken is dat het saneringsresultaat relatief snel kan worden gerealiseerd. Nadeel is dat de kosten relatief hoog kunnen zijn, zeker als de techniek wordt ingezet in het pluimgebied van de

verontreiniging. Fenton's reagens is een weinig selectief oxidatiemiddel waarmee bijna alle organische verontreinigingen kunnen worden aangepakt. Het is echter niet stabiel. Gasvormig ozon kan minder gemakkelijk in grote hoeveelheden worden aangebracht en is net als peroxide niet stabiel. Voor aanpak van een MTBE-pluim zijn deze technieken minder geschikt.

Ad 5. In het huidige saneringsbeleid volgens de Wbb is een IBC-aanpak een mogelijke saneringsmethode als het niet mogelijk is om een verontreiniging geheel te verwijderen. Ook kan het beheersen en controleren van een verontreiniging een middel van herstel zijn.

De conclusie is dat voor situaties waarbij sprake is van verontreinigingen in de vorm van puur product (uitsluitend MTBE of andere verontreinigingen in productvorm, zoals benzine met daarin MTBE) ontgravingstechnieken in potentie een geschikte methode zijn voor de verwijdering van brongebieden. Aanvullend daarop zijn als tweede stap fysische/extractieve methoden, of biologische of chemische methoden noodzakelijk voor de aanpak van pluimverontreiniging. Eventueel kan hieraan nog een derde langzame stap worden toegevoegd in de vorm van (gestimuleerde) natuurlijke afbraak.

De effectiviteit van een in te zetten methode hangt niet alleen af van de bodemgesteldheid en de aanwezige hydrologische situatie, maar ook van de tijdsduur tussen verontreiniging en aanpak. Hoe korter deze periode is, hoe groter de kans op succes. Een ander belangrijk aspect is het op een juiste wijze gebruik maken van de bodemcondities.

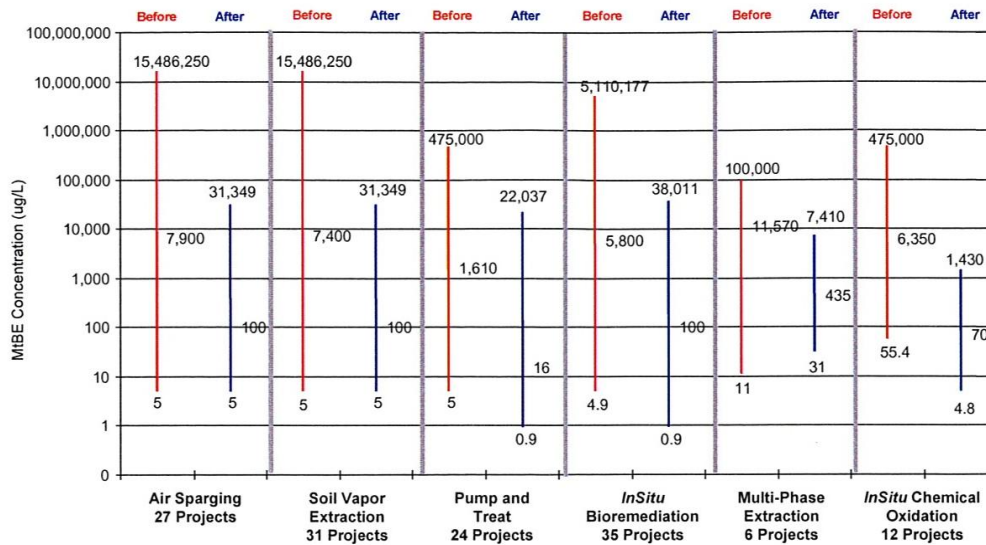
#### **4.2 Rendementen saneringstechnieken**

In Nederland is nog weinig ervaring met sanering van MTBE-verontreiniging. Daarom zijn ook nog nauwelijks gegevens over rendementen van verschillende saneringstechnieken en mogelijke herstelwaarden beschikbaar. In de VS is hierover in een studie van het Environmental Protection Agency meer kennis verzameld (zie kader).

In deze studie van het EPA zijn de gegevens beoordeeld van in totaal 390 projecten (stand april 2004). Van 6 saneringstechnieken, toegepast bij in totaal 95 projecten, zijn de gegevens over de startgehalten en de eindgehalten beoordeeld.

In onderstaande figuur zijn de gegevens samengebracht.

*Exhibit 6: Completed Project Performance Summary (95 Projects\*) – Graphical View*



Uit dat onderzoek kunnen enkele algemene conclusies worden getrokken. De mediaan van de gerealiseerde herstelwaarden lag voor airsparging, bodemluchtonttrekking en bioremediatie op 100 µg/l. Voor andere technieken was dit lager, maar niet lager dan 16 µg/l. Voor locaties, aangepakt door middel van pump and treat of bioremediatie, is in een enkel geval een eindwaarde 0,9 µg/l bereikt; voor de overige technieken was 5 µg/l de laagste waarde.

Hierbij moet worden opgemerkt dat bij deze projecten de aanvangsgehalten over het algemeen beduidend hoger liggen dan de gehalten die in Nederland worden verwacht op basis van de nu uitgevoerde inventarisatiestudies. Een tweede opmerking is dat in de VS over het algemeen een terugsaaneerwaarde wordt gehanteerd die op het niveau van de geur/smaakdrempel ligt.

### **4.3 Kosten**

Voor reeds gesaneerde locaties (benzinstations) zijn ontgravingstechnieken niet in beeld en lijken vooral fysische en extractieve methoden in goed doorlatende bodems geschikt voor de aanpak van MTBE-verontreinigingen. Bij slecht doorlatende bodems wordt meer verwacht van chemische methoden.

Als ontgraving als saneringsmethode buiten beschouwing wordt gelaten geldt dat de kosten van herstelwerkzaamheden worden bepaald door de volgende aspecten:

-het verwijderen van de verontreiniging uit de bodem of het afbreken van de verontreiniging in de bodem:

- de aanleg van het saneringssysteem
- het in bedrijf houden van het systeem( huur, energie, onderhoud, operationele beheerskosten)
- afschrijving en opruimen

-het verwerken van de verwijderde verontreiniging, bijvoorbeeld het zuiveren van opgepompt grondwater of onttrokken bodemlucht:

- het installeren van een zuiveringsinstallatie eventueel in combinatie met een luchtbehandeling
- het in bedrijf houden van de zuiveringsinstallatie (huur, energie, onderhoud, operationele beheerskosten, heffingen)
- verwerking residuen, opruimen installatie

-milieukundige begeleiding

- processturing, het volgen en sturen van het reinigingsproces
- procesverificatie, de controle van het resultaat

De keuze van de techniek bepaalt voor een groot deel de kosten van een sanering. Voor intensieve technieken zijn de aanleg- en operationele kosten vaak hoger. Daar staat tegenover dat de tijdsduur van saneren vaak korter is.

Bij extensieve technieken zijn de operationele kosten lager, maar de tijdsduur is vaak veel langer. Bij een gekozen herstelwaarde als doel van de werkzaamheden is de daarvoor geëigende techniek dus bepalend voor een belangrijk deel van de kosten, met name de eenmalige kosten en de variabele kosten zoals huur van de installaties.

De onzekerheid over de totale kosten van de herstelwerkzaamheden wordt voornamelijk bepaald door de tijd die nodig is om een bepaalde eindwaarde te halen.

Bij het bepalen van de herstelwaarde wordt uitgegaan van de beste beschikbare technieken. De kosten zijn één van de afwegingsfactoren. Het is dus van belang om voor een specifieke situatie de relatie tussen het gevraagde rendement en de kosten te kennen.

Over de rendementen en kosten van de verschillende technieken voor het opruimen van MTBE en ETBE in de Nederlandse omstandigheden is op dit moment nog niet veel bekend.

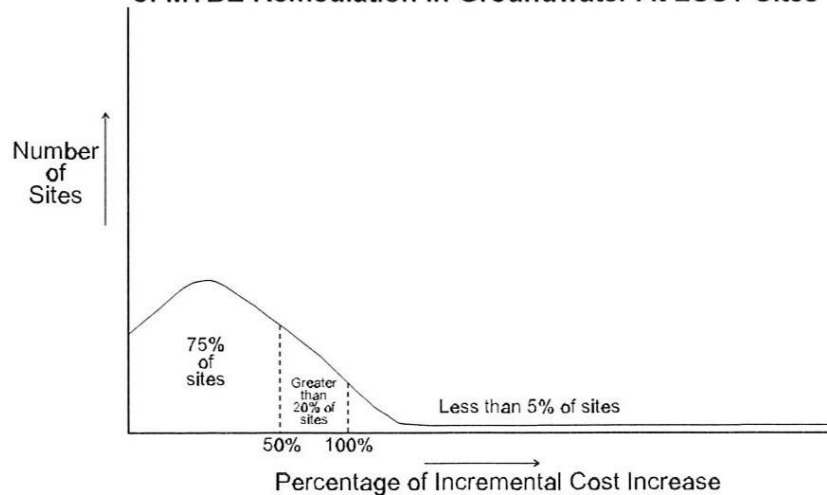
In de loop der tijd zal dat op basis van ervaringen kunnen worden aangevuld.

Onderzoek in de VS duidt op een substantiële verhoging (40-80%) van de zuiveringskosten bij een MTBE-verontreiniging in vergelijking met andere vluchtige koolwaterstoffen, bijvoorbeeld benzeen, bij toepassing van de meest gebruikelijke technieken zoals airstripping of actiefkool.

Daarbij is uitgegaan van een effluentgehalte MTBE van 5 µg/l, in vergelijking met een benzeengehalte van 1 µg/l. (Cost and Performance Evaluation of Treatment Technologies for MTBE contaminated water,1998)

Onderzoek van het EPA uit 1998 gaat uit van een stijging van de saneringskosten tot 50% voor ¾ van de locaties, zie onderstaande grafiek.

**Exhibit 1. Preliminary Estimate Of The Incremental Cost Increase of MTBE Remediation in Groundwater At LUST Sites**



Een andere inventarisatiestudie uit 2005 maakt melding van een toename van de saneringskosten van een locatie als gevolg van de aanwezigheid van MTBE, afhankelijk van de methodiek varieert die toename van 23 tot 44 %.



## 5. Herstelplicht versus saneringsafweging

### 5.1 Achtergronden

In de Circulaire toepassing zorgplicht Wbb bij MTBE- en ETBE-verontreinigingen (zie [www.wetten.nl](http://www.wetten.nl)) is beschreven waarom in het algemeen sprake is van een herstelplicht voor een verontreiniging met MTBE of ETBE. Deze Circulaire beschrijft ook waarom de zorgplicht ex artikel 13 Wbb wordt toegepast en niet de zorgplicht ex artikel 2.11 van het Activiteitenbesluit.

De herstelplicht is gebaseerd op artikel 13 van de Wbb, waarin de zorgplicht is omschreven:

Ieder die op of in de bodem handelingen verricht als bedoeld in de artikelen 6 tot en met 11 en die weet of redelijkerwijs had kunnen vermoeden dat door die handelingen de bodem kan worden verontreinigd of aangetast, is verplicht alle maatregelen te nemen die redelijkerwijs van hem kunnen worden gevergd, teneinde die verontreiniging of aantasting te voorkomen, dan wel indien die verontreiniging of aantasting zich voordoet, de verontreiniging of de aantasting en de directe gevolgen daarvan te beperken en zoveel mogelijk ongedaan te maken. Indien de verontreiniging of aantasting het gevolg is van een ongewoon voorval, worden de maatregelen onverwijld genomen.

De Circulaire bepaalt dat in een specifiek geval van een aangetoonde MTBE- of ETBE-verontreiniging een keuze moet worden gemaakt voor het uitvoeren van herstelmaatregelen. Dat is in de eerste plaats de verantwoordelijkheid van de drijver van de inrichting. Hij zal met voorstellen moeten komen welke herstelwaarde te realiseren is. Deze handreiking is een hulpmiddel bij het maken van een keuze voor de meest geschikte aanpak, rekening houdende met de omstandigheden en met de herstelrichtwaarde zoals in de Circulaire als doel is genoemd.

In dit hoofdstuk is beschreven welke aspecten die keuze bepalen. Belangrijke termen hierbij zijn 'redelijkerwijs' en 'zo veel mogelijk'. Dit is in paragraaf 5.2 uiteengezet. In paragraaf 5.3 is opgesomd welke omstandigheden met name van invloed zijn bij het vaststellen van de herstelwaarde en herstelmaatregelen.

### 5.2 Omvang herstelplicht

De herstelplicht is geen absolute verplichting om de geconstateerde verontreiniging geheel en volledig te verwijderen, want er zijn twee belangrijke mitigerende criteria in de tekst opgenomen: '*redelijkerwijs*' en '*zoveel mogelijk*'.

Een nadere invulling van het begrip '*zoveel mogelijk ongedaan maken*' vindt primair plaats vanuit wat technisch mogelijk is. Uitgangspunt daarbij is toepassing van de Beste Beschikbare Technieken (BBT). De veroorzaker of de drijver van een locatie kan nu eenmaal niet worden gehouden aan een resultaatsverplichting voor technieken die zich niet als zodanig hebben bewezen of nog in ontwikkeling zijn met een onzeker resultaat. Het gaat daarbij ook om de toepasbaarheid onder de gegeven omstandigheden. Dat wil zeggen

rekening houdende met de inrichting van het terrein en de bedrijfsactiviteiten aan het maaiveld. Die bepalen of toepassing van bewezen technieken mogelijk zijn.

**BBT:**

*beste beschikbare technieken: voor het bereiken van een hoog niveau van bescherming van het milieu meest doeltreffende technieken om de emissies en andere nadelige gevolgen voor het milieu, die een inrichting kan veroorzaken, te voorkomen of, indien dat niet mogelijk is, zoveel mogelijk te beperken, die – kosten en baten in aanmerking genomen – economisch en technisch haalbaar in de bedrijfstak waartoe de inrichting behoort, kunnen worden toegepast, en die voor degene die de inrichting drijft, redelijkerwijs in Nederland of daarbuiten te verkrijgen zijn; daarbij wordt onder technieken mede begrepen het ontwerp van de inrichting, de wijze waarop zij wordt gebouwd en onderhouden, alsmede de wijze van bedrijfsvoering en de wijze waarop de inrichting buiten gebruik wordt gesteld;*

Deze formulering is afkomstig uit de Wet Milieubeheer en spreekt over de beschermingsmaatregelen voor een bedrijfstak als geheel. Voor toepassing bij het uitvoeren van herstelmaatregelen moet dit worden vertaald naar het individuele geval.

Internationaal wordt de term BATNEEC gebruikt: Best Available Techniques Not Entailing Excessive Costs. Hierin wordt het verband met de kosten van een techniek nadrukkelijker gelegd.

Bij de nadere invulling van het begrip 'redelijkerwijs' als bedoeld in artikel 13 van de Wbb spelen ook kostenoverwegingen een rol. Dit speelt vooral indien als gevolg van de specifieke omstandigheden van het geval exceptionele kosten moeten worden gemaakt.

De volgende specifieke omstandigheden van het geval zijn van belang bij de keuze van de herstelwaarde:

- Is sprake van een eenvoudige of complexe bodemkundige situatie (goed doorlatende zandbodems tegenover gelaagde kleiige bodems met afwisselend goed en slecht doorlatende lagen);
- Is sprake van een eenvoudige of meer complexe hydrologische situatie (eenduidige stromingsrichting tegenover bodemlaagafhankelijke tegengestelde stromingsrichtingen);
- Is sprake van een recent ontstane verontreinigings situatie of betreft het relatief oude verontreinigingen;
- Wat is de oorzaak van de verontreiniging en daarmee samenhangend de omvang ervan (een ongewoon voorval of calamiteit waarbij onverwijld moet worden ingegrepen zal anders worden benaderd dan een meer langdurige bodembelasting als gevolg van een defecte aansluiting bij een afvoerleiding);
- In welke mate zijn inspanningen gepleegd om bodembelasting te voorkomen (in welke mate zijn bodembeschermende voorzieningen aanwezig, is sprake geweest van

adequaat beheer en onderhoud, is sprake geweest van herstel waar dit nodig was, e.d.);

- In welke mate zijn inspanningen gepleegd om te controleren of sprake zou kunnen zijn van bodembelasting en bodemverontreiniging ten gevolge daarvan (aard en frequentie van monitoring en de wijze waarop met de resultaten is omgegaan, e.d.);
- Is naast de MTBE/ETBE verontreiniging ook nog sprake van andere (historische) verontreinigingen (verontreinigingen die kunnen worden beïnvloed door de in te zetten technieken of ten gevolge waarvan de herstelrichtwaarden niet kunnen worden gerealiseerd).

Ook een belangrijke overweging in het kader van de afweging op redelijkheid is het feit of op de locatie al een sanering in het kader van de Wbb is uitgevoerd vanwege andere verontreinigingen dan MTBE of ETBE.

### **5.3 Beoordeling omstandigheden**

In de Circulaire wordt een onderscheid gemaakt tussen gevallen die binnen en buiten een grondwaterbeschermingsgebied liggen. Dit heeft te maken met de mate van bescherming die aan het grondwater wordt gegeven.

Voor grondwater dat bestemd is voor de winning van drinkwater wordt een strenge herstelrichtwaarde van 1 µg/l gehanteerd, vanwege het directe belang dat daarmee gemoeid is. 1 µg/l is ook de signaalwaarde die waterbedrijven hanteren bij de regelmatige monitoring van de winputten.

Voor grondwater buiten de aangewezen grondwaterbeschermingsgebieden geldt uiteraard ook de plicht om dit zoveel mogelijk te beschermen. Omdat dit grondwater niet bestemd is voor de winning van drinkwater, is het aanvaardbaar om met een hogere herstelrichtwaarde namelijk 15 µg/l in te stemmen. Dit komt overeen met de geurdrempel van MTBE.

In paragraaf 4 en 7 van de Circulaire zijn een groot aantal omstandigheden genoemd die van invloed zijn op het te stellen doel van de herstelwerkzaamheden. Daarbij geldt dat het in beginsel niet redelijk is om een volledig herstel te verlangen als sprake is van (een van) deze omstandigheden. Deze omstandigheden zijn in een aantal categorieën in te delen:

#### **5.3.1 De procedurele omstandigheden:**

- Het station is al gesaneerd (in het kader van het werkprogramma "Milieumaatregelen bij Tankstations, 1991 of het SUBAT-programma) en het bevoegd gezag heeft ingestemd met het saneringsplan en het opgestelde sanerings- of evaluatieverslag. De sanering is destijds uitgevoerd binnen het vigerende wettelijk kader. Daarmee is een wettelijke geaccepteerde situatie bereikt. Uit oogpunt van rechtszekerheid is het niet redelijk dat een nieuwe sanering, maar nu gericht op MTBE, wordt verlangd als er geen gevaar is dat de (drink)waterwinning wordt bedreigd.
- De exploitatie van het tankstation is inmiddels beëindigd. Als de exploitatie is beëindigd conform de voorwaarden in de daarvoor van toepassing zijnde besluiten,

dan ligt een sanering, gericht op MTBE of ETBE, niet voor de hand, als er geen gevaar is dat de drinkwaterwinning wordt bedreigd. Indien nog geen eindonderzoek heeft plaatsgevonden, dan zullen MTBE en ETBE moeten worden betrokken in het te verrichten onderzoek.

### **5.3.2 De technische omstandigheden**

- De verontreiniging is niet toegankelijk zonder sloopwerkzaamheden of langdurige buitengebruikstelling van het station. Van de drijver mag niet worden verlangd dat, zonder dat sprake is van geplande herinrichtingswerkzaamheden de installatie en of gebouwen geheel of gedeeltelijk moeten worden gesloopt om de MTBE-verontreiniging effectief te kunnen aanpakken. Als de verontreiniging wel toegankelijk wordt, bijvoorbeeld bij het uitvoeren van herinrichtingswerkzaamheden op het terrein, dan worden de herstelmaatregelen alsnog uitgevoerd.
- De beschikbare technieken voor het verwijderen van de MTBE verontreiniging. Als blijkt dat er geen Best Beschikbare Techniek voorhanden is voor herstel op korte termijn, dan kan worden overwogen om tijdelijk af te zien van het uitvoeren van de herstelmaatregelen, maar over te gaan tot controle- en/of beheersingsmaatregelen. Zodra wel een BBT voorhanden komt, worden de herstelmaatregelen alsnog uitgevoerd.
- Als er maatregelen zijn uitgevoerd waarbij met de instemming van bevoegd gezag gebruik is gemaakt van technieken die op dat moment als BBT zijn aangemerkt, kunnen voortschrijdende technische ontwikkelingen niet leiden tot het opnieuw uitvoeren van werkzaamheden.
- De onevenredige meerkosten voor een verdergaande verwijdering. Indien het volledig bereiken van de herstelrichtwaarde leidt tot onevenredige meerkosten die niet meer in verhouding staan tot de kosten om een milieuhygiënisch aanvaardbaar resultaat te bereiken, kan met een hogere herstelwaarde volstaan worden. Hierbij zijn de afwegingen in het kader van BBT mede bepalend.

### **5.3.3 De verantwoordelijkheid**

Factoren die een rol spelen bij de beoordeling van de redelijkheid zijn:

- Er heeft aantoonbaar onderhoud plaatsgevonden aan de installatie en de bodembeschermende voorzieningen en/of er is aangetoond dat de verontreiniging is ontstaan voor de aanleg van de bodembeschermende voorzieningen.
- De drijver van de inrichting heeft aangetoond niet de veroorzaker van de MTBE-verontreiniging te kunnen zijn, bijvoorbeeld omdat hij ten tijde van het ontstaan niet bij het tankstation betrokken was.

Indien de drijver van de inrichting niet kan worden aangesproken in het kader van artikel 13 Wbb, (bijvoorbeeld omdat hij niet als veroorzaker kan worden aangewezen), dan kan het

bevoegd gezag Wbb overwegen om de eigenaar van de locatie op basis van de saneringsparagraaf uit de Wbb de verplichting tot het treffen van maatregelen op te leggen. Er moeten gegronde redenen zijn om deze verplichting op te leggen, bijvoorbeeld een directe bedreiging van de drinkwatervoorziening.

### **5.3.4 Bedreigde objecten**

In de beoordeling kan ook worden meegenomen of er sprake is van objecten die door de verontreiniging worden bedreigd, bijvoorbeeld:

- Het tankstation ligt in een grondwaterbeschermingsgebied.
- Er is een directe of indirecte blootstelling van nutsleidingen, in het bijzonder waterleidingen, te verwachten.
- Er zijn andere objecten of gebieden die aantoonbaar schade kunnen leiden als gevolg van de aanwezigheid van MTBE of ETBE in het grondwater.

Het belangrijkste argument voor het hanteren van een strenge herstelrichtwaarde is het beschermen van de kwaliteit van het grondwater, met name het oog op de (toekomstige) drinkwatervoorziening.

Als er geen sprake is van bedreiging van de kwaliteit van het drinkwater kan in de afweging van redelijkheid de herstelrichtwaarde hoger zijn. In de Circulaire is daarvoor een basis gelegd door voor locaties buiten een grondwaterbeschermingsgebied de waarde van 15 µg/l als richtwaarde te hanteren.

### **5.4 Samenvattend**

Bovengenoemde opsomming geeft aan dat de keuze voor het treffen van de herstelmaatregelen en de hoogte van de herstelwaarde een afweging is van een scala van factoren en gegevens, waaronder:

- de mate en omvang van de aangetroffen verontreiniging;
- de bodemopbouw, toegespitst op het verspreidingspatroon en de geschiktheid voor het uitvoeren van de herstelmaatregelen;
- de omstandigheden op de locatie;
- de historie van de locatie;
- de verantwoordelijkheid voor de verontreiniging;
- de technische uitvoerbaarheid van de herstelmaatregelen;
- de aanwezigheid van bedreigde objecten;
- de saneringskosten.

Hoofdstuk 6 geeft als instrument een stappenschema.

## 6. Stappen aanpak

Sinds 1 februari 2009 is de analyse op MTBE en ETBE verplicht bij de jaarlijkse grondwatermonitoring op tankstations. In de Circulaire is aangegeven welke stappen er gezet moeten worden als er verhoogde gehalten worden gemeten. De teksten zijn hier geparafraseerd overgenomen.

Voor een beter inzicht zijn de stappen uitgewerkt in een stroomschema (zie bijlage 3). Het stroomschema volgt de stappen zoals in de Circulaire zijn aangegeven. Het is geen dwingende procedure, maar een hulpmiddel voor zowel bevoegd gezag als exploitant. Het proces is in 3 delen te onderscheiden:

1. De routine- of monitoringfase
2. De beoordeling- of planfase
3. De uitvoering

De routinefase begint met de jaarlijkse monitoring van de aangewezen grondwaterpeilbuizen volgens het Activiteitenbesluit.

### **Stap 1**

*De drijver van de inrichting analyseert bij de jaarlijkse grondwatermonitoring ook op de stoffen MTBE en ETBE.*

*Het Activiteitenbesluit en de Activiteitenregeling zijn gewijzigd per januari 2010 zodanig dat de drijver van de inrichting aan het bevoegd gezag Wbb de analysegegevens direct doorzendt, indien:*

- a. binnen een grondwaterbeschermingsgebied; de geanalyseerde waarde van de MTBE-en/of ETBE-verontreiniging > 1 microgram per liter<sup>4</sup>;*
- b. buiten een grondwaterbeschermingsgebied: de geanalyseerde waarde van de MTBE-en/of ETBE-verontreiniging > 15 microgram per liter*

Afhankelijk van de gemeten gehalten en de ligging van het tankstation (wel/niet in een grondwaterbeschermingsgebied ) wordt beoordeeld of de resultaten moeten worden doorgeleid naar het bevoegd gezag Wbb, of dat volstaan kan worden met het archiveren van de gegevens. In bijlage 4 is een voorbeeld bijgevoegd van de verzendbrief voor de gegevens naar het bevoegd gezag. Bij aanwezigheid van MTBE- en/of ETBE-verontreiniging moet tevens vastgesteld worden of het gaat om een nieuw geval van verontreiniging, dus ontstaan

---

<sup>4</sup> In protocol 3130 van de AS-3000 (versie 31-10-2008) is de rapportagegrens van MTBE en ETBE vastgesteld op 3 µg/l. Analysecertificaten met vermelding van een gehalte < 3 µg/l MTBE of ETBE worden niet beschouwd als zijnde een overschrijding van de betreffende herstelrichtwaarde in grondwaterbeschermingsgebieden. In 2010 vindt een herziening plaats van het protocol. De dan vastgestelde rapportagegrenzen van MTBE en ETBE worden vervolgens betrokken in deze toets.

na 1 januari 1987.

De drijver kan, in geval van verhoogde gehalten, aanvullende gegevens bijvoegen (een heranalyse, gegevens van meerdere jaren, evaluatie van eerder uitgevoerde herstelmaatregelen) ter motivering van zijn voorstellen voor verdere acties.

## ***Stap 2***

*Het bevoegd gezag beoordeelt of de analysegegevens aanleiding vormen om in overleg te treden met de drijver van de inrichting.*

*Het bevoegd gezag kan naar aanleiding van de ontvangst van de analysegegevens de drijver verzoeken om een melding ex artikel 27 Wbb te doen (zie stap 3).*

Het bevoegd gezag beoordeelt of de toegezonden gegevens aanleiding vormen voor verdere acties. Ook beoordeelt het bevoegd gezag of een melding ex artikel 27 Wbb noodzakelijk is. Het bevoegd gezag kan ook besluiten om de eerstkomende monitoring af te wachten. Als het bevoegd gezag van mening is dat aanvullende maatregelen nodig zijn dan meldt het dit aan de drijver. Dan volgt de planfase.

## ***Stap 3***

*De verontreiniging wordt zo spoedig mogelijk bij het bevoegd gezag Wbb gemeld. Daarbij wordt aangegeven welke maatregelen de veroorzaker voornemens is te treffen of reeds heeft getroffen (zie artikel 27 Wbb).*

In het algemeen kan op grond van een enkele monitoring geen gericht plan worden opgesteld. Er is meer informatie nodig over de omvang, de bodemgegevens, de in paragraaf 5 genoemde omstandigheden etc. Er zal dus een nadere inventarisatie nodig zijn om deze informatie te verkrijgen.

## ***Stap 4***

*Bij het bepalen van de aard en omvang van de te nemen maatregelen wordt rekening gehouden met het in artikel 13 Wbb opgenomen uitgangspunt van 'het zoveel mogelijk ongedaan maken' van de verontreiniging en/of de aantasting van de bodem.*

*De herstelrichtwaarde voor MTBE en ETBE, zoals weergegeven in paragraaf 6 van de Circulaire geldt als inspanningsverplichting en geeft mede invulling aan voornoemd uitgangspunt.*

Deze stap geeft nogmaals de essentie aan van het zorgplichtbeginsel zoals dat in de wet is geformuleerd.

## ***Stap 5***

*De veroorzaker van de verontreiniging heeft de mogelijkheid om aan het bevoegd gezag gemotiveerd aan te geven waarom gegeven de omstandigheden van het geval niet aan deze herstelrichtwaarde kan of hoeft te worden voldaan.*

*De relevante omstandigheden in het kader van MTBE en ETBE-verontreinigingen zijn nader omschreven in de paragrafen 4, 6 en 7 van de Circulaire.*

In hoofdstuk 5 van deze circulaire zijn deze omstandigheden nader belicht.

In dit traject wordt, zo nodig aan de hand van nadere onderzoeksgegevens, beoordeeld of en zo ja, welke herstelwerkzaamheden mogelijk zijn en welke bijzondere omstandigheden, zoals in hoofdstuk 5 zijn genoemd, van toepassing zijn. Dit leidt tot een voorstel voor de aanpak die kan variëren van het voortzetten van de periodieke monitoring tot het treffen van gerichte herstelmaatregelen, met daarbij een voorstel voor de verwachte herstelwaarde.

## ***Stap 6***

*Het bevoegd gezag Wbb kan op grond van artikel 27 Wbb aanwijzingen geven met betrekking tot de te nemen maatregelen.*

Na de beoordeling van bevoegd gezag van het ingediende voorstel voor de herstelwerkzaamheden, eventueel met aanvullende aanwijzingen, volgt de uitvoeringsfase. Hierin wordt de voortgang van de werkzaamheden gevolgd, ervaringen ingebracht en met het bevoegd gezag overleg gevoerd over het bereikte resultaat en het perspectief om de herstelrichtwaarde te bereiken.

Op grond van nieuwe feiten of omstandigheden (bijvoorbeeld naar aanleiding van de bevindingen van de al uitgevoerde herstelwerkzaamheden) heeft de veroorzaker van de verontreiniging, analoog aan stap 5, de mogelijkheid om aan het bevoegd gezag gemotiveerd aan te geven waarom gegeven deze feiten en omstandigheden niet aan de herstelrichtwaarde als vastgesteld in stap 6 kan of behoeft te worden voldaan. Het bevoegd gezag kan hierna, analoog aan stap 6, aanwijzingen geven met betrekking tot de te nemen maatregelen.

Advies is om ter onderbouwing van de geleverde inspanningen en registratie van het bereikte resultaat van de herstelwerkzaamheden een verslag op te (laten) stellen door een daartoe gecertificeerd bureau. Het bevoegd gezag zal desgevraagd een ambtelijke beoordeling geven van dat verslag, mede ter formele vaststelling van het bereikte resultaat.

Het verslag van de herstelwerkzaamheden zal worden meegewogen in de beoordeling van de gemeten waarden van de jaarlijkse monitoring in het kader van het Activiteitenbesluit. Eventuele noodzakelijke monitoring (die opgelegd wordt op grond van de zorgplicht) wordt zoveel mogelijk ingepast in het reguliere schema van de jaarlijkse monitoring.





## BIJLAGE 1                      Eigenschappen van MTBE

*Opmerking: de onderstaande beschrijving van MTBE is gericht op het voorkomen van MTBE als vrij product. In de Nederlandse situatie zal voornamelijk MTBE worden gevonden als toevoeging in benzine.*

### 1     **Stofeigenschappen**

MTBE is bij kamertemperatuur, een heldere, kleurloze vloeistof met een typerende zoete geur ("terpentine- of etherachtig"). De stof is licht ontvlambaar. De dampen zijn zwaarder dan lucht en kunnen zich in laaggelegen ruimtes ophopen. MTBE is sterk ontvettend. De stof heeft een lage geur- en smaakdrempel, voor drinkwater is die vastgesteld op respectievelijk 15 en 40 µg/l<sup>5</sup>.

MTBE is een persistente stof. Het reageert nauwelijks met water, zuurstof of andere materialen. Alleen onder bepaalde, zeer specifieke omstandigheden kan MTBE met oxiderende stoffen een reactie aangaan. MTBE lost goed op in water en hecht niet tot nauwelijks aan de bodem waardoor het zich, opgelost in (grond)water relatief snel door de bodem kan verspreiden in vergelijking met andere benzinecomponenten

MTBE heeft een aantal kenmerken die enigszins afwijkend zijn van wat standaard is bij ethers. Een voorbeeld hiervan is de vluchtigheid, ethers zijn vluchtig vanuit vloeibare fase, MTBE is dit niet en heeft de voorkeur voor verblijf in vloeibare fase. Dit blijkt onder andere uit de lage Henry's constante<sup>6</sup> van 0,022, de hoge dampspanning en de lage  $K_{ow}$  (<1). Ter vergelijking benzeen, de meest vluchtige component van BTEX en benzine, heeft een Henry's constante van 0,22 en een  $K_{ow}$  >1. In onderstaande tabel staan ter vergelijking eigenschappen van MTBE (en ETBE) naast die van benzeen.

---

<sup>5</sup> Het hanteren van een risicogrens voor drinkwaterbereiding op basis van gezondheidsrisico's, smaak of geur is een beleidsmatige keuze

<sup>6</sup> De verhouding tussen de partiële dampspanning van een verontreiniging in de gasfase en de concentratie van die verontreiniging in de waterfase

**Tabel 2.1: ·Vergelijking stoffeigenschaften MTBE, ETBE en benzeen**

	MTBE	ETBE	Benzeen
<b>Structuurformule</b>	C <sub>5</sub> H <sub>12</sub> O	C <sub>6</sub> H <sub>14</sub> O	C <sub>6</sub> H <sub>6</sub>
<b>Molecuul formule</b>	(CH <sub>3</sub> ) <sub>3</sub> COH <sub>3</sub> C	(CH <sub>3</sub> ) <sub>3</sub> COH <sub>5</sub> C <sub>2</sub>	
<b>Molecuul gewicht g/mol</b>	88,14	102,2	78,11
<b>Relatieve dichtheid (water=1 g/l)</b>	0,741	0,73	0,88
<b>Relatieve dampdichtheid (lucht=1)</b>	3,6	4,2	3,2
<b>Dampdruk (20 °C) mm Hg</b>	240	124	86
<b>Vriespunt °C</b>	-108,6	-94	6
<b>Kookpunt °C</b>	55,2	71	80,1
<b>Oplosbaarheid in water g/l (20 °C)</b>	48	26	1,78
<b>Henry's constante (25 °C)</b>	0,022- 0,123	0,11	0,22
<b>Log K<sub>ow</sub></b>	0,94-1,2	1,74	2,12
<b>Retardatiefactor (p- 1,75, f<sub>oc</sub> 0.001)</b>	1,09	1,33	1,59
<b>Octaangehalte</b>	110	111	
<b>Zuurstofgehalte %</b>	18,2	15,7	0

Uit tabel 2.1 kunnen de volgende conclusies worden getrokken ten aanzien van het gedrag van MTBE:

- MTBE heeft een lage Henry's Constante; hieruit blijkt dat MTBE de "voorkeur" heeft voor oplossing in water;
- MTBE heeft een dampdichtheid van 3,6; dit betekent dat MTBE in gasfase zwaarder is dan lucht en een damp laag bij de grond vormt;
- MTBE (benzine ook) is lichter dan water; dit betekent dat, bij stilstaand water, een drijflaag op het water wordt gevormd.

Tevens kan na vergelijking van eigenschappen van MTBE en benzeen het volgende worden geconcludeerd:

- Zuiver MTBE heeft een oplosbaarheid in water die 26 maal groter dan benzeen, namelijk 48 g/l<sup>7</sup> tegenover 1,78 g/l, maar in aanwezigheid van BTEX is de oplosbaarheid veel lager. Bij

<sup>7</sup> Benzine heeft standaard een gemiddelde wateroplosbaarheid van ongeveer 1,2 g/l, de oplosbaarheid van MTBE in water wordt sterk gereduceerd onder invloed van andere organische componenten in benzine, bij toevoegen van 15 wt% MTBE aan benzine is er sprake van een wateroplosbaarheid van ongeveer 7,2 g/l.

een MTBE gehalte van 4 % in benzine blijkt de oplosbaarheid slechts 1,1 g/l te zijn en bij 1 % MTBE is die 0,5g/l (Wet van Raoult);

- Benzeen is 10 keer vluchtiger vanuit de vloeibare vorm dan MTBE, te zien aan een Henry's Constante van 0,22 tegenover 0,022;
- MTBE heeft een  $K_{ow}$  kleiner dan 1, benzeen groter dan 1; hoe hogere  $K_{ow}$  hoe minder goed oplosbaar in water;
- MTBE retardeert (interactie met organisch materiaal) in geringe mate, benzeen doet dit wel, ook bij een lager organisch stofgehalte. Daarom kan MTBE zich sneller verspreiden met het grondwater waardoor een langere pluim kan ontstaan.

MTBE is, zo blijkt uit het voorgaande, goed oplosbaar in water en deze oplosbaarheid stijgt nog verder bij een lagere temperatuur. Door de chemische eigenschappen van de stof (zoals lage  $K_{ow}$ -waarde) adsorbeert MTBE nauwelijks aan organische stof, waardoor het via het grondwater gemakkelijk door de bodem kan verspreiden.

## **2 Humane risico's**

MTBE kan in het menselijk lichaam terecht komen door inademing van de damp, via de huid en door inslikken. De verschillende opnameroutes hebben geen invloed op het gedrag en/of de effecten van MTBE in het lichaam. MTBE accumuleert niet in het menselijk lichaam, het verlaat bij opname vrij snel het lichaam weer door uitademing en/of door metabolisme (*halfwaardetijd 1 a 2 uur*). De twee belangrijkste metabolieten die worden gevormd zijn TBA en formaldehyde. Beide vertonen ook geen accumulatiegedrag in het menselijk lichaam en worden voornamelijk via de urine worden uitgescheiden. Formaldehyde kan wel mutagene veranderingen veroorzaken, maar de snelheid van detoxificatie in het menselijk lichaam is groter dan die van toxicatie, zodat aangenomen mag worden dat er geen risicovolle effecten optreden bij de verhoogde concentraties in het lichaam als gevolg van metabolisme van MTBE.

Er is dan ook door organisatie als de Wereld Gezondheidsorganisatie, de voorzichtige conclusie getrokken dat MTBE-verontreiniging van het grond- dan wel drinkwater geen acute risico oplevert voor de mens. MTBE is vanuit verschillende testen niet genotoxisch en niet carcinogeen gebleken en de acute toxiciteit van MTBE voor proefdieren en mensen is laag.

MTBE is ook door de EU niet als een prioritaire stof aangewezen die is opgenomen in de KRW.

Door het RIVM zijn advies streef- en interventiewaarden bepaald, voor MTBE is een interventiewaarde van 9400  $\mu\text{g/l}$  voorgesteld. De geadviseerde streefwaarde ligt op 26  $\mu\text{g/l}$ . De ecologische risicogrenswaarde is voor oppervlaktewater en grondwater vastgesteld op 2600  $\mu\text{g/l}$ .

### **3     *Afbreekbaarheid***

Studies in het laboratorium en in het veld naar de microbiële afbraak van MTBE tonen aan dat de stof onder aerobe en anaerobe condities (langzaam) kan worden afgebroken. Er zijn echter wel duidelijke verschillen in de afbraaksnelheid onder de verschillende condities. Hierbij speelt de beschikbaarheid van de stof voor afbraak een belangrijke rol.

De afbraak van MTBE onder aerobe condities blijkt in de praktijk nog wel eens tegen te vallen<sup>8</sup>. Dit wordt mogelijk veroorzaakt door de aanwezigheid van andere makkelijker afbreekbare verbindingen in de bodem, zoals BTEX en afwezigheid van voldoende zuurstof. Over de afbraak van MTBE onder anaerobe condities zijn veel minder literatuurgegevens bekend, terwijl deze ook nog al eens tegenstrijdig zijn.

Bij natuurlijke afbraak van MTBE, onder aerobe omstandigheden, ontstaat TBA en bij nog verdere afbraak iso-propanol, aceton en uiteindelijk CO<sub>2</sub> en H<sub>2</sub>O (zie paragraaf 4).

MTBE wordt afgebroken via TBA en deze omzetting is mogelijk onder de meeste voorkomende condities (aeroob en anaeroob). TBA wordt onder aerobe condities verder omgezet in niet-schadelijke stoffen. Echter over de omzetting van TBA onder anaerobe condities is relatief weinig bekend.

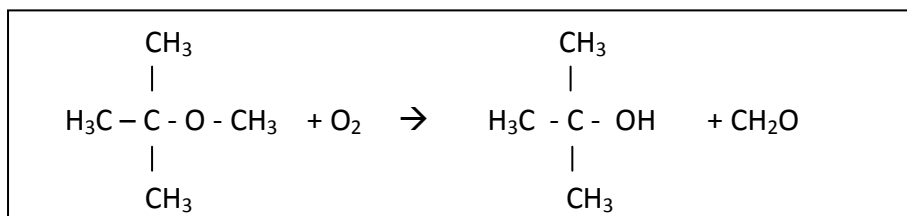
---

<sup>8</sup> Inventariserend Landelijk Onderzoek MTBE, Fase 1, dossieronderzoek; TAUW bv, d.d. 20 juni 2005

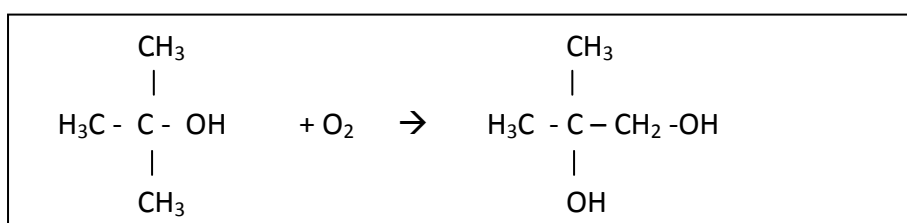
#### 4 Afbraakproces van MTBE door oxidatie

In onderstaand overzicht staat het totale afbraakproces van MTBE door middel van oxidatie weergegeven leidend tot onschadelijke producten.

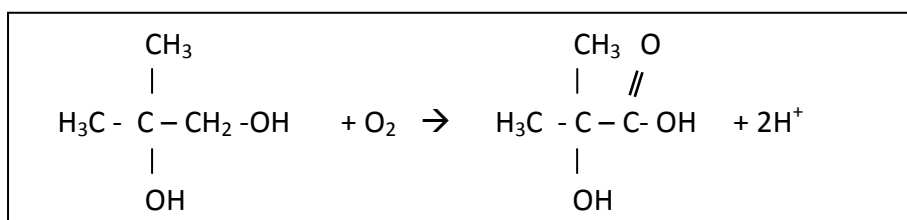
- **MTBE +  $\frac{1}{2}$  O<sub>2</sub> → TBA + CH<sub>2</sub>O (formaldehyde)**



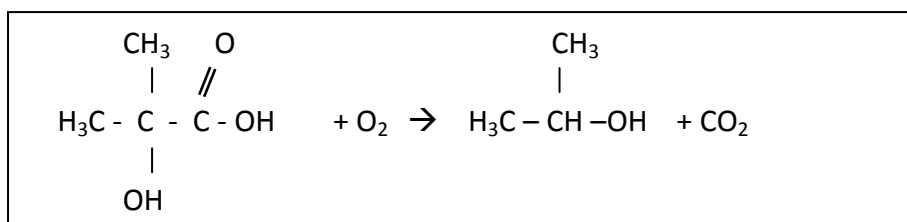
- **TBA +  $\frac{1}{2}$  O<sub>2</sub> → 2-methyl-2-hydroxy-1-propanol (MHP)**



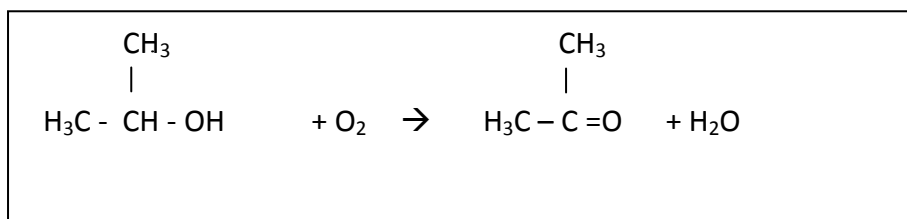
- **MHP +  $\frac{1}{2}$  O<sub>2</sub> → 2-hydroxy iso butyric acid (HIBA) + 2H<sup>+</sup>**



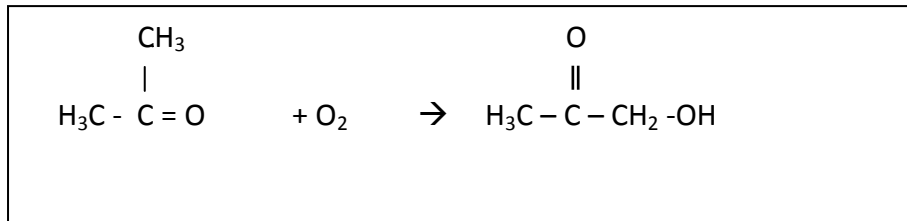
- **HIBA +  $\frac{1}{2}$  O<sub>2</sub> → 2-propanol + CO<sub>2</sub>**



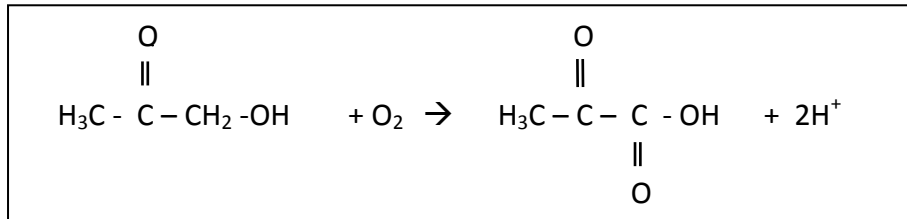
- **2-propanol +  $\frac{1}{2}$  O<sub>2</sub> → Aceton + H<sub>2</sub>O**



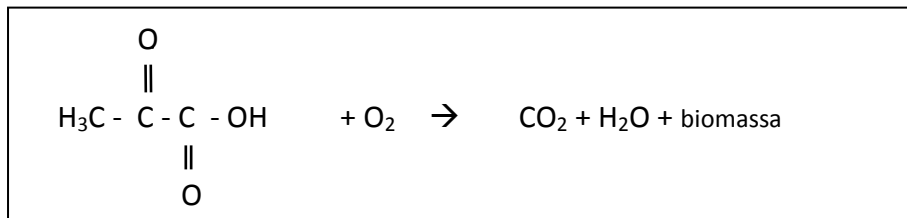
- **Aceton +  $\frac{1}{2}$  O<sub>2</sub> → hydroxy aceton**



- **Hydroxy aceton +  $\frac{1}{2}$  O<sub>2</sub> → pyruvic aceton + 2H<sup>+</sup>**



- **Pyruvic aceton +  $1\frac{1}{2}$  O<sub>2</sub> → 3 CO<sub>2</sub> + 2H<sub>2</sub>O + biomassa**



## BIJLAGE 2      Verspreidingsnelheid MTBE in de bodem.

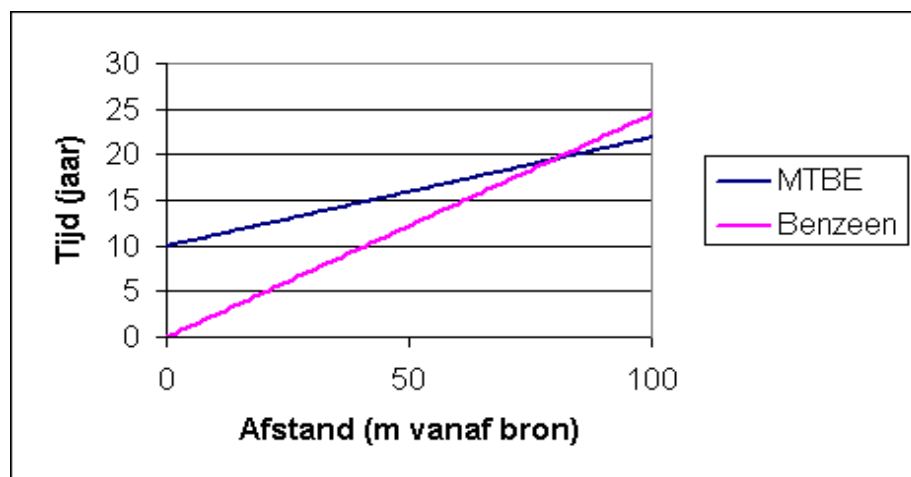
MTBE verspreidt zich sneller in de bodem dan benzeen. De vergelijking met benzeen is gemaakt omdat dit van de aromaten de meest mobiele component is.

In de praktijk wordt benzeen vaak al langer op een locatie gebruikt dan MTBE (pas in benzine aanwezig vanaf ongeveer 1987). 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 met onderstaande uitgangspunten en grafiek nader uitgewerkt.

$\rho$	1,8	[g/cm <sup>3</sup> ]	Droge bulkdichtheid
$\theta$	0,3	[-]	Porositeit
foc	0,0029	[-]	Fractie organische koolstof C
OM	0,005	[-]	Fractie organische stof
	Benzeen	MTBE	
Koc	83	11	L/kg      Organisch C/water verdelingscoëfficiënt
Kd	0,2407	0,0319	L/kg      Bodem/water verdelingscoëfficiënt
R	2,4442	1,1914	[-]      Retardatiefactor
Grondwaterstromingsnelheid			10 [m/j]
Tijdstip MTBE spill na benzeen spill			10,0 [j]

Tijdstip vanaf Benzeen spill waarop MTBE benzeen inhaalt	19,5 [j]
Tijdstip vanaf MTBE spill waarop MTBE benzeen inhaalt	9,5 [j]
Afstand van bron waar MTBE benzeen inhaalt	80 [m]



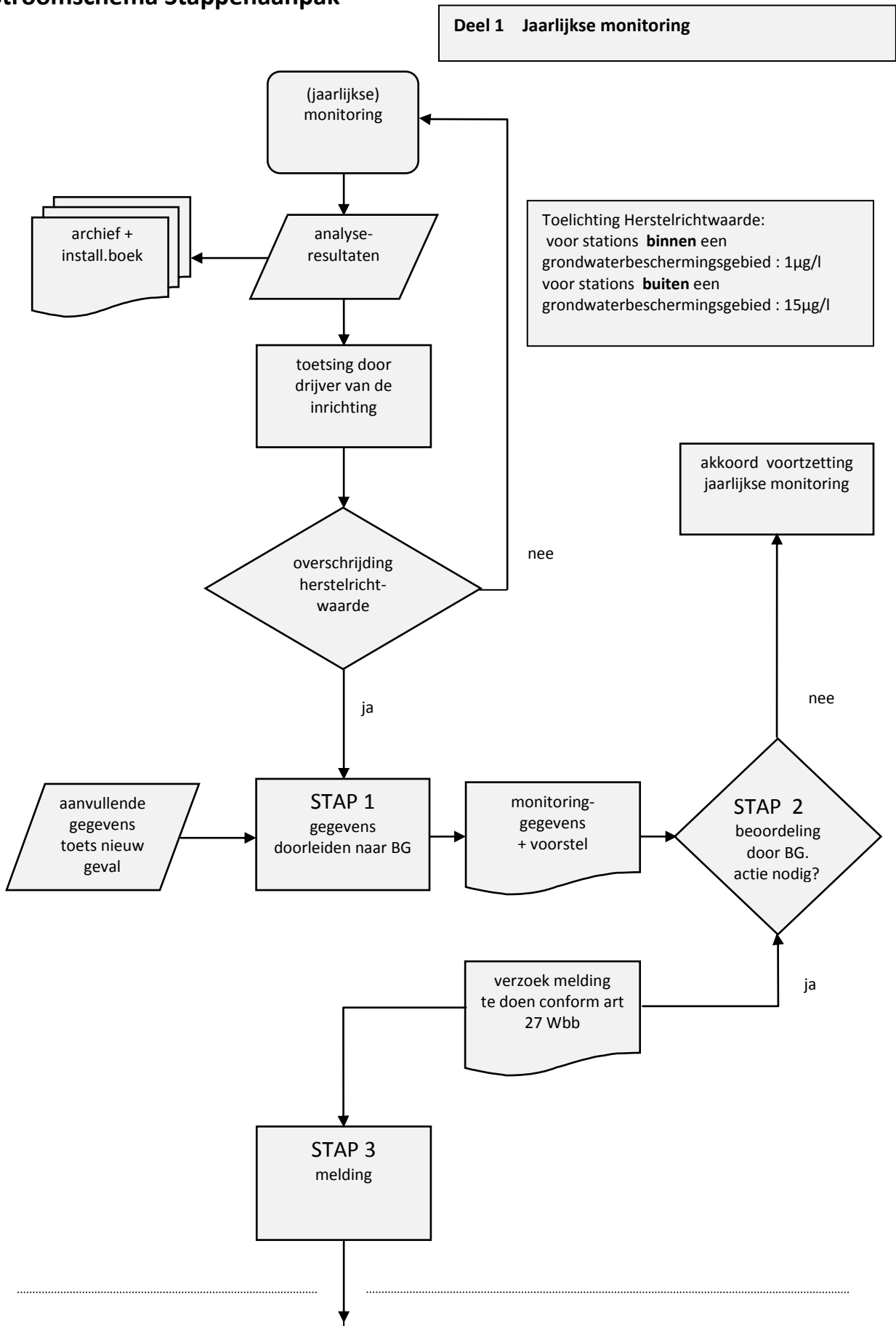


Uit de bovenstaande grafiek blijkt dat indien een MTBE-verontreiniging ontstaat 10 jaar nadat op de zelfde plek een benzeenverontreiniging is ontstaan het dan nog 9,5 jaar duurt voordat de MTBE-vlek de benzeenvlek inhaalt. De verontreiniging heeft zich in die tijd dan tot 80 m van de bron verspreid. Het verschil in de hellingshoek tussen de twee lijnen in bovenstaande grafiek is bepalend voor het moment van kruisen (= inhalen).

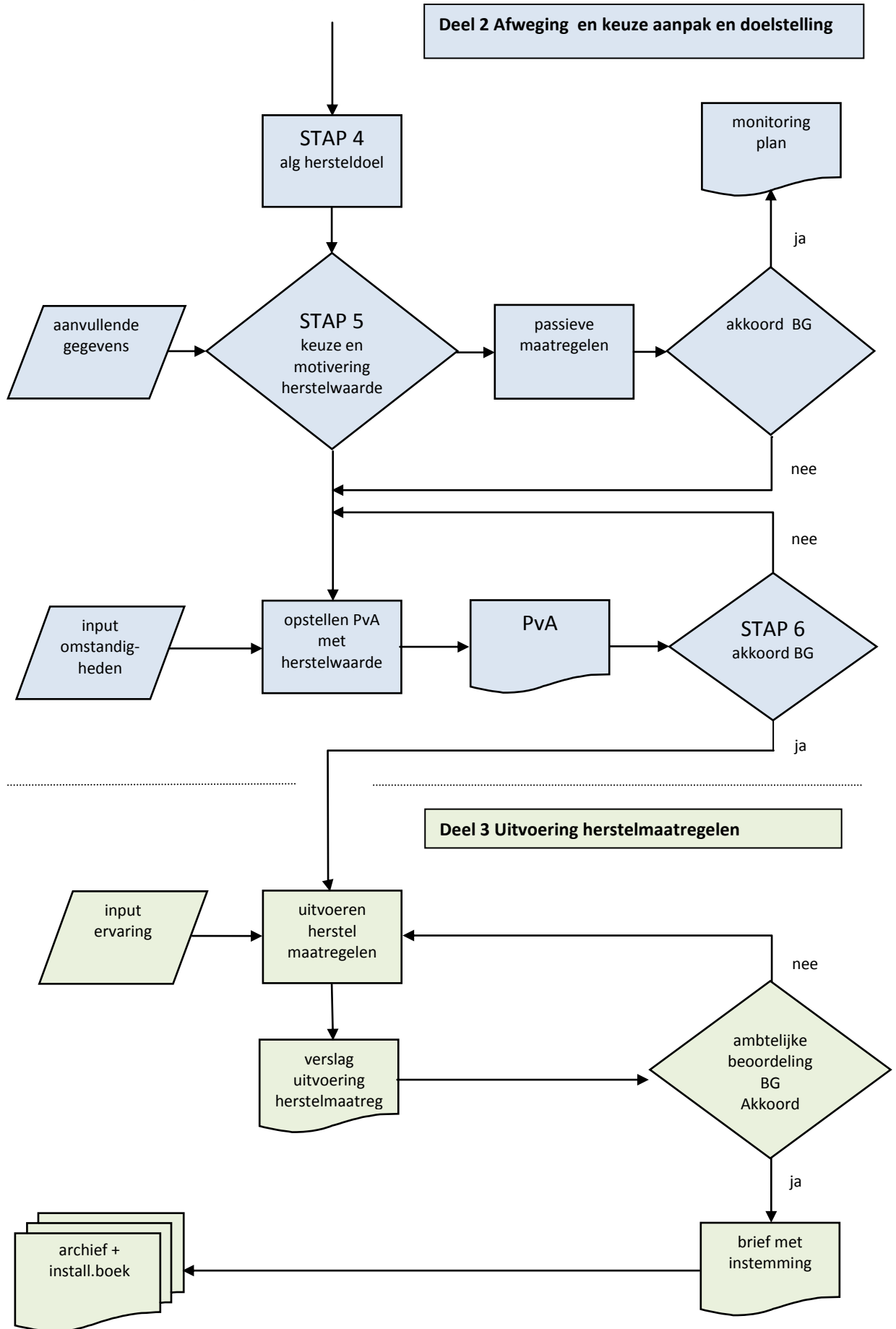
Als vuistregel kan worden gehanteerd dat: de tijd die zit tussen het ontstaan van de benzeenverontreiniging en de MTBE-verontreiniging zo lang duurt het ook voordat de MTBE-vlek de benzeenvlek heeft ingehaald. Pas na dit moment zal de MTBE-vlek bepalend worden voor de omvang van de grondwaterverontreiniging.

## **BIJLAGE 3      Stroomschema Stappenaanpak**

### Stroomschema Stappenaanpak



### Stroomschema Stappenaanpak



## **BIJLAGE 4      Aanbiedingsbrief monitoringgegevens**

- A. Station niet gelegen in grondwaterbeschermingsgebied
- B. Station wel gelegen in grondwaterbeschermingsgebied

Brief A Het tankstation ligt niet in een grondwaterbeschermingsgebied

Aan het bevoegd gezag Wbb voor de gemeente.....

Bureau.....

Plaats, .....

Referte:

betreft: periodieke bemonstering peilbuizen

locatie: tankstation.....

adres.....

plaats.....

Geachte heer/ mevrouw,

Op ..... heeft op bovengenoemd tankstation de jaarlijkse monitoring van het grondwater conform artikel 2.2, lid 4 van de Regeling algemene regels voor inrichtingen milieubeheer plaatsgevonden. Daarbij is ook een analyse op MTBE en ETBE uitgevoerd.

Dit tankstation is niet gelegen in een grondwaterbeschermingsgebied.

Het gehalte aan MTBE en/of ETBE overschrijdt de waarde van 15µg/l in een of meer van de bemonsterde peilbuizen.

Conform de nadere afspraken in paragraaf 5.2 van de Circulaire toepassing zorgplicht Wbb bij MTBE en ETBE verontreinigingen worden de resultaten van de monitoring hierbij aan u ter kennis gebracht.

*Optie 1 (Maak een keuze uit beide opties)*

Wij achten het niet nodig om nadere acties te ondernemen, gelet op de geringe overschrijding van genoemde herstelrichtwaarde en het ontbreken van direct bedreigde objecten

De monitoring zal volgend jaar worden herhaald conform de verplichtingen van het activiteitenbesluit.

*Optie 2*

De verhoogde gehalten zijn aanleiding voor een nadere beoordeling. Wij zullen u binnenkort informeren over onze bevindingen.

Wij vertrouwen u hiermee ter zake te hebben geïnformeerd

Hoogachtend,

Bijlage:

Rapport jaarlijkse monitoring grondwater ex art 2.2, lid Activiteitenregeling

Brief B Het tankstation ligt wel in een grondwaterbeschermingsgebied

Aan het bevoegd gezag Wbb voor de gemeente.....

Bureau.....

Plaats, .....

Referte:

betreft: periodieke bemonstering peilbuizen

locatie: tankstation.....

adres.....

plaats.....

Geachte heer/ mevrouw,

Op heeft op bovengenoemd tankstation de jaarlijkse monitoring van het grondwater conform artikel 2.2, lid 4 van de Regeling algemene regels voor inrichtingen milieubeheer plaatsgevonden. Daarbij is ook een analyse op MTBE en ETBE uitgevoerd.

Dit tankstation is gelegen in een grondwaterbeschermingsgebied.

Het gehalte aan MTBE en/of ETBE overschrijdt de waarde van 1µg/l in een of meer van de bemonsterde peilbuizen.

Conform de nadere afspraken in paragraaf 5.2 van de Circulaire toepassing zorgplicht Wbb bij MTBE en ETBE verontreinigingen worden de resultaten van de monitoring hierbij aan u ter kennis gebracht.

*Optie 1(maak een keuze uit de opties)*

Wij achten het niet nodig om nadere acties te ondernemen, gelet op de geringe overschrijding van genoemde herstelrichtwaarde en het ontbreken van direct bedreigde objecten

De monitoring zal volgend jaar worden herhaald conform de verplichtingen van het activiteitenbesluit.

*Optie 2*

De verhoogde gehalten zijn aanleiding voor een nadere beoordeling. Wij zullen u binnenkort informeren over onze bevindingen.

Wij vertrouwen u hiermee ter zake te hebben geïnformeerd

Hoogachtend,

Bijlage:

Rapport jaarlijkse monitoring grondwater ex art 2.2, lid Activiteitenregeling

## **BIJLAGE 5      Bronnen**

Circulaire Toepassing Zorgplicht bij MTBE- en ETBE-verontreinigingen.  
Staatscourant nr 2139, 18 december 2008

Risk Assessment Report MTBE.

ECB-JRC, 2002

[http://ecb.jrc.ec.europa.eu/DOCUMENTS/Existing-Chemicals/RISK\\_ASSESSMENT/REPORT/mtbereport313.pdf](http://ecb.jrc.ec.europa.eu/DOCUMENTS/Existing-Chemicals/RISK_ASSESSMENT/REPORT/mtbereport313.pdf)

Risicogrenzen voor MTBE in bodem, sediment, grondwater, etc.

RIVM, rapport 711701039/2004

Landelijk inventariserend onderzoek MTBE-verontreiniging in Nederland.

TAUW, R002-4353225CMG-ssb-V06-NL, 29 maart 2007

Voorkomen van MTBE in het Nederlandse oppervlaktewater.

KIWA N.V., KWR04.099, 2005

MTBE Remediation Handbook.

Moyer/Kostecki, 2003

Application and Performance of Technologies for Treatment of MtBE and Other Fuel

Oxygenates, EPA-OSRTI, 2004

[http://www.epa.gov/tio/download/remed/542r04009/ngwa-appl-perf-techsarticle\\_5-3-2004.pdf](http://www.epa.gov/tio/download/remed/542r04009/ngwa-appl-perf-techsarticle_5-3-2004.pdf)

Cost and Performance Evaluation of Treatment Technologies for

MTBE-Contaminated Water. Keller e.a. UCSB. 1998

[http://www.tsrtp.ucdavis.edu/public/mtbe/mtberpt/vol5\\_3.pdf](http://www.tsrtp.ucdavis.edu/public/mtbe/mtberpt/vol5_3.pdf)

MTBE- fact sheet, EPA-OUST, jan 1998

[http://www.ncsec.org/intranet/webwiz/team3\\_2/Remediation%20Of%20MTBE.pdf](http://www.ncsec.org/intranet/webwiz/team3_2/Remediation%20Of%20MTBE.pdf)