

KWR 08.043
juni 2008

MTBE en ETBE in Nederlands grondwater

Analyse van het voorkomen en de betekenis van
MTBE/ETBE in het grondwater in de Nederlandse
grondwaterbeschermingsgebieden

KWR 08.043
juni 2008

MTBE en ETBE in Nederlands grondwater

Analyse van het voorkomen en de betekenis van
MTBE/ETBE in het grondwater in de Nederlandse
grondwaterbeschermingsgebieden

© 2008 Kiwa Water
Research
Alle rechten voorbehouden.
Niets uit deze uitgave mag
worden verveelvoudigd,
opgeslagen in een
geautomatiseerd
gegevensbestand, of
openbaar gemaakt, in enige
vorm of op enige wijze,
hetzij elektronisch,
mechanisch, door
fotokopieën, opnamen, of
enig andere manier, zonder
voorafgaande schriftelijke
toestemming van de
uitgever.

Kiwa Water Research
Groningehaven 7
Postbus 1072
3430 BB Nieuwegein

Tel. 030 606 95 11
Fax 030 606 11 65
www.kiwawaterresearch.eu

Colofon

Titel

MTBE en ETBE in Nederlands grondwater

Projectnummer

30.7552.300

Projectmanager

Drs. M.N. Mons

Opdrachtgever

SenterNovem Bodem+

Kwaliteitsborger

Prof. Dr. P.J. Stuyfzand

Auteurs

Dr. P. de Voogt

Dr. C. Vink

Drs. L.M. Puijker

Verzonden aan

SenterNovem Bodem + Ministerie van VROM Drinkwaterbedrijven	
---	--

Dit rapport is niet openbaar en slechts verstrekt aan de opdrachtgevers van het adviesproject en de drinkwaterbedrijven. Eventuele verspreiding daarbuiten vindt alleen plaats door de opdrachtgever zelf.

Voorwoord

In september 2007 heeft het Ministerie van VROM Kiwa Water Research opdracht gegeven een bureaustudie te verrichten naar de mogelijke bedreigingen van de grondwaterkwaliteit in waterwingebieden door MTBE en ETBE. Deze studie is een van de activiteiten die momenteel in verband met de MTBE problematiek door het Ministerie van VROM worden gecoördineerd. Twee andere activiteiten waar Kiwa Water Research bij is betrokken in dit verband zijn een studie naar de permeabiliteit van leidingmaterialen voor MTBE en ETBE, alsmede een onderzoek naar de geurdrempel van ETBE. Over beide is afzonderlijk gerapporteerd in 2008.

Het voorliggende rapport beschrijft de resultaten van de inventarisatie en interpretatie van de meetgegevens betreffende MTBE en ETBE waarover de drinkwaterbedrijven beschikten tot en met 2007. Het rapport presenteert voorts een schatting van de reistijden vanuit puntbronnen die in een waterwingebied liggen naar de winningen in die gebieden, gebruikmakend van de geohydrologische kwetsbaarheidsindeling van waterwingebieden.

Een conceptversie van het rapport is gepresenteerd in de begeleidingscommissie MTBE in mei 2008 en becommentarieerd door de daar aanwezige vertegenwoordigers van Industrie, Overheid en Drinkwaterbedrijven, alsmede door leden van de stuurgroep MTBE van VEWIN.

Pim de Voogt, Kees Vink, Leo Puijker
Nieuwegein, juni 2008

Samenvatting

Uit een landelijk inventariserend onderzoek uitgevoerd in 2006 - 2007 blijkt dat het grondwater in Nederland op een groot aantal locaties nabij tankstations verontreinigd is met MTBE, dat als additief en loodvervanger aan benzine wordt toegevoegd.

Naar aanleiding van hierover gestelde vragen door de Tweede Kamer heeft het Ministerie van VROM aan Kiwa Water Research gevraagd een onderzoek uit te voeren naar de gevolgen hiervan voor de kwaliteit van grondwater in waterwingebieden. Het betreft een bureaustudie op basis van beschikbare meetgegevens van drinkwaterbedrijven en een geohydrologische evaluatie van de effecten van de geconstateerde verontreinigingen.

Deze studie leert:

- dat in een groot aantal (61 van de 207) puttenvelden (voor de drinkwatervoorziening) MTBE wordt aangetroffen in het ruwwater (45 daarvan in concentraties tussen 0,1 en 5µg/L, 16 met concentraties van meer dan 5µg/L). In 146 winningen is MTBE niet aangetoond.
- dat in een aanzienlijk aantal winningen (ca 1/3 van het totaal) MTBE/ETBE-verontreiniging nog niet kan zijn aangekomen vanwege de lange reistijd en dat in de toekomst het aantal grondwater-beschermingsgebieden waarin MTBE of ETBE wordt aangetroffen naar verwachting nog kan stijgen
- dat concentraties van MTBE/ETBE in ruwwater in de toekomst nog kunnen stijgen (bv. omdat het maximum van een verontreinigingspluim de winning nog niet heeft bereikt)

Uit de geïnventariseerde meetgegevens blijkt dat in 61 van de 207 grondwaterwinningen waarvoor meetgegevens beschikbaar zijn, MTBE is aangetroffen. Het betreft 20 freatische grondwaterwinningen die gekenmerkt worden door de afwezigheid van een beschermende slechtdoorlatende deklaag, waarvan 6 met een maximaal gemeten concentratie groter dan 1 µg/L, en 16 grondwaterwinningen met semi-spanningswater (winningen waar wel een slechtdoorlatende kleilaag aan de bovenzijde van de aquifer aanwezig is), waarvan 4 met een maximale concentratie groter dan 1 µg/L. De overige winningen waar MTBE is aangetroffen, zijn winningen langs rivieren waar sprake is van oeverfiltratie of winningen waar kunstmatige infiltratie plaatsvindt van mogelijk met MTBE verontreinigd oppervlaktewater uit vooral de Rijn en de Maas.

Het is thans niet goed mogelijk op grond van trend-extrapolaties conclusies te trekken omtrent een te verwachten stijging of daling van MTBE-concentraties in grondwaterwinningen in verband met de beperkte beschikbaarheid van tijdreeksen van metingen.

Uit berekeningen van potentiële effecten op de ruwwaterkwaliteit van kwetsbare winningen, in het geval van een langdurige lekkage van MTBE van geringe omvang die lange tijd niet bemerkt is, blijkt dat dit op termijn

schadelijke gevolgen kan hebben m.b.t. de MTBE-concentratie in het onttrokken ruwwater.

De globale opzet van de studie maakt het niet mogelijk om met de gegevens uit het Landsdekkend Beeld en de verkennende geohydrologische berekeningen een nauwkeurige voorspelling te doen van te verwachten MTBE verontreinigingen bij individuele winningen. In algemene zin wordt verwacht dat - wanneer potentiële bronnen in 1988 MTBE zouden hebben gelekt - eventuele vuilpluimen van circa 1/3 deel van de potentiële puntbronnen anno 2008 nog niet in de winningen kunnen zijn aangekomen, terwijl van circa 2/3 deel van de potentiële puntbronlocaties MTBE al in de winningen aangetroffen had kunnen worden. Naarmate lekkage later (dan 1988) zou zijn opgetreden zou een groter deel van de bijbehorende vuilpluimen nog niet in de winning aangekomen zijn. Specifieke gevallen van "nieuwe" zware MTBE verontreinigingen zijn zeker mogelijk.

De "fysieke" kwetsbaarheid van winningen voor grondwaterkwaliteitsproblemen wordt in de zogenaamde ABIKOU indeling verdisconteerd. Uit de gegevens van MTBE-concentraties in ruwwater blijkt dat freatische (A-) winningen kwetsbaarder zijn dan (B-)winningen in een onttrekgebied waar de aquifer door een slechtdoorlatende laag is afgedekt. De kwetsbaarheid volgens de ABIKOU classificatie heeft met name betrekking op het "pad" van een verontreiniging. De kans op MTBE-verontreiniging in het ruwwater uit het grondwaterbeschermingsgebied is echter ook gekoppeld aan de aanwezigheid van potentiële puntbronnen in het betreffende gebied. Dit "bronaspect" van het risico is in voorliggend rapport gekoppeld aan gegevens van benzinevulstations uit het Landsdekkend Beeld. Het aantal potentiële puntbronnen per grondwaterbeschermingsgebied varieert sterk. De variatie van de risico's op MTBE-verontreiniging van het ruwwater uit grondwaterbeschermingsgebieden is navenant. De hoogste aantallen puntbronnen per grondwaterbeschermingsgebied komen voor bij winningen in of nabij stedelijke gebieden.

Er zijn opvallend veel B-winningen met bebouwing/verstedelijking in het grondwaterbeschermingsgebied, waar MTBE in het ruwwater is gemeten. Deze relatief grote vertegenwoordiging van B-winningen is voor een deel verklaarbaar uit "vluchtgedrag". Veel A-winningen in de nabijheid van stedelijk gebied zijn reeds verplaatst door grondwaterkwaliteitsproblemen en druk op de ruimte; daardoor hebben de resterende A-winningen relatief veel natuur en landbouw in het grondwaterbeschermingsgebied, met minder puntbronnen en een minder hoge kans op MTBE in het ruwwater. De bescherming van de ruwwaterkwaliteit van B-winningen door slechtdoorlatende lagen blijkt in het geval van MTBE echter in een substantieel aantal gevallen onvolledig.

ETBE wordt tot nu toe slechts sporadisch aangetroffen in ruwwater. De belangrijkste oorzaken hiervoor lijkt de pas recente (1988) toepassing in benzine als vervanger van MTBE en/of als biobrandstof, en het feit dat die toepassing begon toen de meeste benzinevulstations in Nederland al

gesaneerd waren. Voor zover lekkage plaats kan vinden bij een tankstation is de benodigde reistijd naar een winning in een nabijgelegen grondwaterbeschermingsgebied zodanig dat pas in een beperkt aantal winningen de eventuele verontreinigingspluim kan zijn aangekomen. Gezien de te verwachten grote toename in gebruik van ETBE en de grote mate van overeenkomst in fysisch chemische eigenschappen van ETBE met MTBE blijft monitoring van ETBE in ruwwater de komende jaren noodzakelijk.

Het verdient aanbeveling om daar waar puntbronnen aanwezig zijn in het grondwaterbeschermingsgebied regelmatig metingen te verrichten in het grondwater alsmede afdoende maatregelen te nemen zodat de mogelijke MTBE/ETBE-verontreiniging de bronnen voor de drinkwaterproductie niet bereikt.

Het verdient aanbeveling om de betrouwbaarheid van de gegevens uit het Landsdekkend Beeld nader te beoordelen en om nauwkeurig in kaart te brengen welke puntbronnen die in grondwaterbeschermingsgebieden gelegen zijn daadwerkelijk nog een bedreiging kunnen vormen voor het grondwater dat ten behoeve van drinkwater wordt onttrokken.

Inhoud

	Voorwoord	1
	Samenvatting	3
	Inhoud	7
1	Achtergrond	9
2	Doel en aanpak bureaustudie	11
3	Inventarisatie meetgegevens	13
3.1	Inventarisatie van basisgegevens	13
3.2	Totaal overzicht van MTBE en ETBE meetgegevens en gegevens per type winning	13
3.3	Resultaten van inventarisatie meetgegevens MTBE	14
3.4	Meerjarige trends	18
3.5	Resultaten van inventarisatie ETBE meetgegevens	20
3.6	Vergelijking meetresultaten met gegevens voorkomen MTBE en ETBE in oppervlaktewater	21
4	Bedreiging grondwater door MTBE	23
4.1	Indelingen van waterwinplaatsen in typen	23
4.2	De ABIKOU-indeling van Stuyfzand	23
4.3	Analyse van de kwetsbaarheid van grondwaterwinningen voor verontreiniging met MTBE	24
4.4	Berekening van potentiële effecten van benzine lekkages op de ruwwaterkwaliteit	27
4.5	Verkennde berekeningen op basis van gegevens uit het Landsdekkend Beeld	30
5	Conclusies en aanbevelingen	37
6	Literatuur	39

1 Achtergrond

In het landelijk inventariserend onderzoek MTBE, (Tauw, 2007) is bij 45 % van de 54 onderzochte tankstations 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. Circa 17 % van de onderzochte locaties overschrijdt de door het RIVM voorgestelde streefwaarde voor MTBE (26 µg/L). Onlangs is door de Technische Commissie Bodembescherming advies uitgebracht aan de Minister van VROM om een drempelwaarde van 15 µg/L te hanteren in het beleid.

De steekproef van ca. 1% van de tankstations van de landelijke inventarisatie uitgevoerd door Tauw kent één locatie gelegen in een grondwaterbeschermingsgebied en één locatie in de directe omgeving ervan. In het Tauw-rapport zijn grondwaterbeschermingsgebieden gedefinieerd als de 25-jaarszones van drinkwaterwinningen.

Het Tauw rapport stelt het volgende t.a.v. de grondwaterwinning:

“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.”

Bovenstaande bevindingen vormen de aanleiding tot het verzoek van de Minister van VROM aan Kiwa Water Research tot het uitvoeren van een bureaustudie waarin de bij de drinkwaterbedrijven beschikbare meetgegevens over het voorkomen van MTBE/ETBE in grondwater zullen worden geaggregeerd, om daarmee de omvang van de MTBE-problematiek in grondwaterbeschermingsgebieden vast te stellen.

2 Doel en aanpak bureaustudie

De doelstelling van de bureaustudie luidt als volgt:
Stel de bedreiging van het grondwater door MTBE/ETBE in alle grondwaterbeschermingsgebieden in Nederland vast gebruik makend van huidige beschikbare meetgegevens.

De studie is gefaseerd uitgevoerd:

Fase 1: Verzamelen van resultaten van MTBE- en ETBE-analyses van ruwwater en drinkwater uit waterwingebieden

Het deel van de analysegegevens (voor o.a. drinkwater en gemengd ruwwater) dat in de centrale REWAB-databank aanwezig is, is door VEWIN en waterbedrijven beschikbaar gesteld. Aanvullende meetgegevens voor individuele pompputten of waarnemingsfilters die decentraal beschikbaar zijn, zijn door de waterbedrijven aangeleverd. De gelijktijdig beschikbaar gekomen gegevens over (drinkwater bereid uit) oppervlaktewater zijn apart vermeld.

Fase 2: Bewerking en interpretatie van analysegegevens

- toetsing MTBE- en ETBE-analyses aan de toetswaarden < 1 µg/L, tussen 1 en 5, tussen 5 - 15 µg/L, tussen 15-26 µg/L, tussen 26-260 µg/L, tussen 260-9400 µg/L en > 9400 µg/L), (uitgedrukt in aantallen);
- differentiatie naar grond-, oppervlakte- en oevergrondwaterwinningen;
- kwantificeren (aantal) kritische winningen;
- uitspraken over eventueel waarneembare trends periode 2000-2007 en te verwachten trends nadien;

Fase 3: Evaluatie, interpretatie en rapportage resultaten en conclusies

Berekening van de cumulatieve risicoscore van de ruwwaterkwaliteit van de winningen waarmee inzicht in de omvang van de MTBE-(en ETBE) problematiek in drinkwaterbeschermingsgebieden in Nederland verkregen wordt (verspreiding, bedreiging en risico's).

Voor de in fase 2 geselecteerde winningen wordt een inschatting gemaakt van de reistijd van de puntbron(nen) naar de winning en het aandeel jong grondwater op basis van aangenomen gemiddelde waarden voor de diverse typen winningen en de locatie van de puntbron t.o.v. de winning. Voor de locatie van puntbronnen wordt de lijst met geselecteerde potentiële puntbronnen van MTBE opgesteld door Bodembeheer BV uit de nationale gegevensbank Landsdekkend Beeld (gegevens t/m oktober 2007) gehanteerd. De selectie betreft 785 locaties waar benzine is/werd opgeslagen.

De theoretische effecten van een mogelijke emissie van MTBE in het ondiepe grondwater op de onttrokken toekomstige grondwaterkwaliteit zijn (bij een aangenomen conservatief gedrag) berekend. Tot slot is een vergelijking gemaakt met de uit fase 1 verkregen praktijkgegevens.

3 Inventarisatie meetgegevens

3.1 Inventarisatie van basisgegevens

De meetresultaten voor MTBE en ETBE zijn aangeleverd door de waterbedrijven in MS Excel-sheets. De resultaten beslaan de periode mei 2002 – september 2007. Het betreft in totaal meer dan tienduizend meetgegevens van in totaal 221 locaties waar grondwater (207) of oppervlaktewater (14) wordt onttrokken voor de drinkwaterproductie. Dit betreft nagenoeg alle locaties in Nederland. De verschillende spreadsheets zijn aangeleverd in wisselende formaten. Dit heeft tot gevolg dat er voor iedere dataset een conversieslag moest plaatsvinden, om te zorgen dat de datasets eenzelfde formaat krijgen. Tijdens de conversie is de dataset opgeschoond. Zo zijn locaties met een ontbrekend meetresultaat (NB, NTB, "" of #) niet meegenomen in de analyse. Deze conversies zijn maatwerk en vereisen veel tijd. De complete (samengevoegde) datasets bevatten de volgende gegevens:

- Locatie (pompstationnaam)
- Monsterpunt
- Herkomst watermonster (waarnemingsfilter, pompput, gemengd ruw, drinkwater)
- Parameter (MTBE, ETBE)
- Meetresultaat in µg/L

De voor deze rapportage beschikbare en bewerkte gegevens zijn beperkt tot algemene gegevens, d.w.z. dat de koppeling van gegevens over locaties en gemeten concentraties niet meer direct aanwezig is. Dit heeft geen gevolgen voor de conclusies van dit rapport aangezien deze ofwel een categorisering (waarbij locatie geen rol speelt) dan wel een berekening van reistijden (waarbij de hoogte van de concentratie geen directe rol speelt) betreffen.

3.2 Totaal overzicht van MTBE en ETBE meetgegevens en gegevens per type winning

De afzonderlijke tabellen zijn samengevoegd tot één tabel en voorzien van de ABIKOU-code. De ABIKOU-indeling beschreven door Stuyfzand (1996) is een indeling voor zowel grond- als oppervlaktewaterwinningen (zie paragraaf 4.1 en 4.2). De ABIKOU-indeling onderscheidt 6 verschillende typen waterbronnen:

- Type A: freatisch grondwater uit zandige watervoerende pakketten;
- Type B: (semi)spanningswater uit zandige watervoerende pakketten en kalk(zand)steenpakketten;
- Type I: kunstmatig geïnfiltreerd oppervlaktewater, grotendeels uit Rijn en Maas na voorzuivering;
- Type K: freatisch grondwater uit kalksteen of mergel;
- Type O: direct gezuiverd oppervlaktewater, voornamelijk uit Rijn en Maas na verblijf in een spaarbekken;
- Type U: oeverfiltraat.

Op basis van het maximale meetresultaat voor een winning is een tabel samengesteld met onderstaande (zie tabel 1) klassenindeling naar MTBE en ETBE concentraties. Deze maximale concentratie kan dus aangetroffen zijn in zowel het ondiepe grondwater in een waterwingebied afkomstig van een waarnemingsfilter, als het onttrokken ruwe grondwater van een individuele pompput of het gemengde ruwe water of het drinkwater.

Tabel 1 *Klassenindeling van maximaal aangetroffen concentraties ($\mu\text{g/L}$) MTBE en ETBE gehanteerd in deze studie*

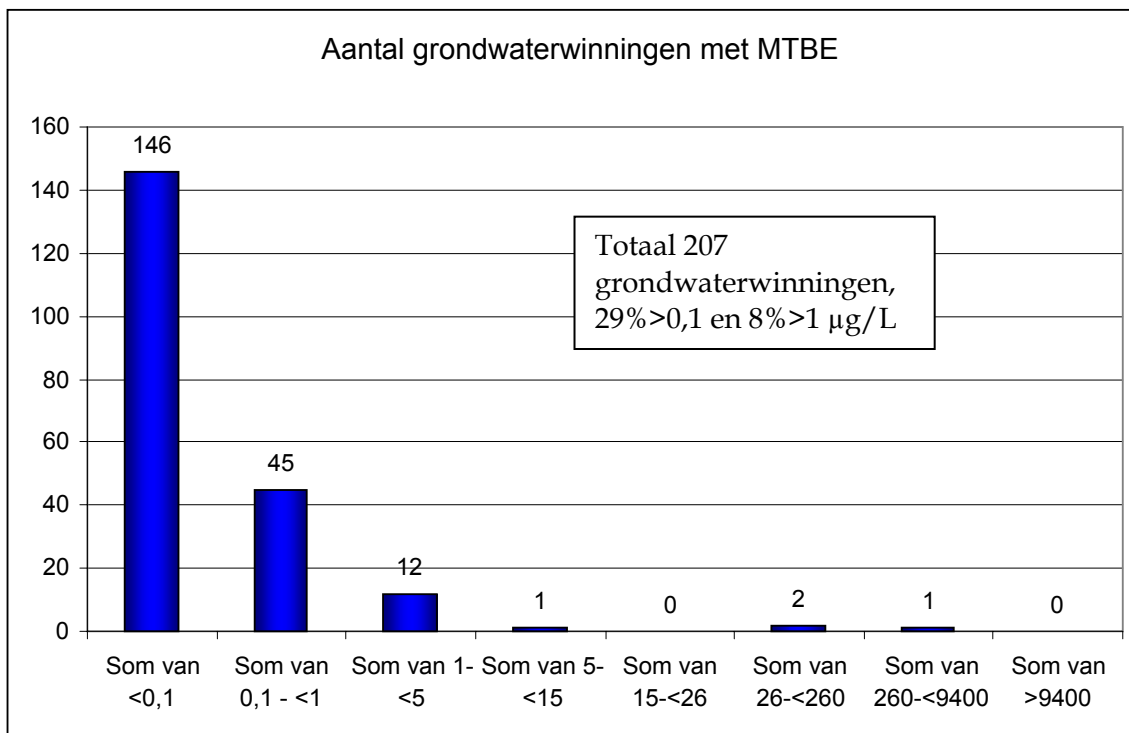
<0,1	0,1 - <1	1- <5	5- <15	15-<26	26-<260	260-<9400	>9400
------	----------	-------	--------	--------	---------	-----------	-------

3.3 Resultaten van inventarisatie meetgegevens MTBE

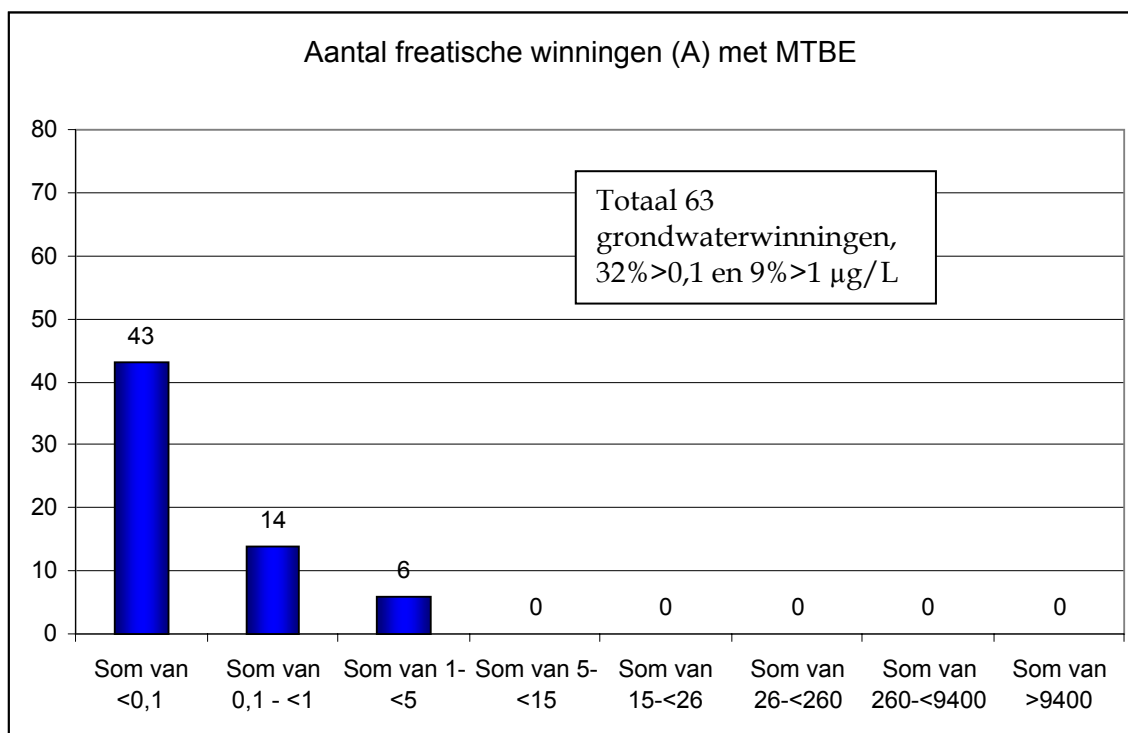
Aan de hand van de maximale meetresultaten gerapporteerd voor iedere winning en de ABIKOU-indeling zijn verschillende staafdiagrammen gemaakt. Winningen waarvoor geen meetgegevens beschikbaar zijn, zijn niet opgenomen in deze staafdiagrammen omdat zij ook niet ondergebracht kunnen worden in een van de onderscheiden concentratieklassen.

Er zijn voor MTBE staafdiagrammen gemaakt voor het totale aantal grondwaterwinningen (zie figuur 1) en het totale aantal oppervlaktewaterwinningen (zie figuur 7) met daarin voor elke concentratie - klasse het totaal aantal locaties en ook staafdiagrammen per ABIKOU-klasse, dat wil zeggen per deelselectie van het totale aantal (grond)waterwinningen. Het totaal van de grafiek voor grondwaterwinningen is niet gelijk aan het totaal van de grafieken per deelttype omdat er ook nog winningen zijn waarvan het type of onbekend is of een combinatie, bijv AB. Deze winningen zijn wel meegeteld in het totaal maar komen elders niet terug.

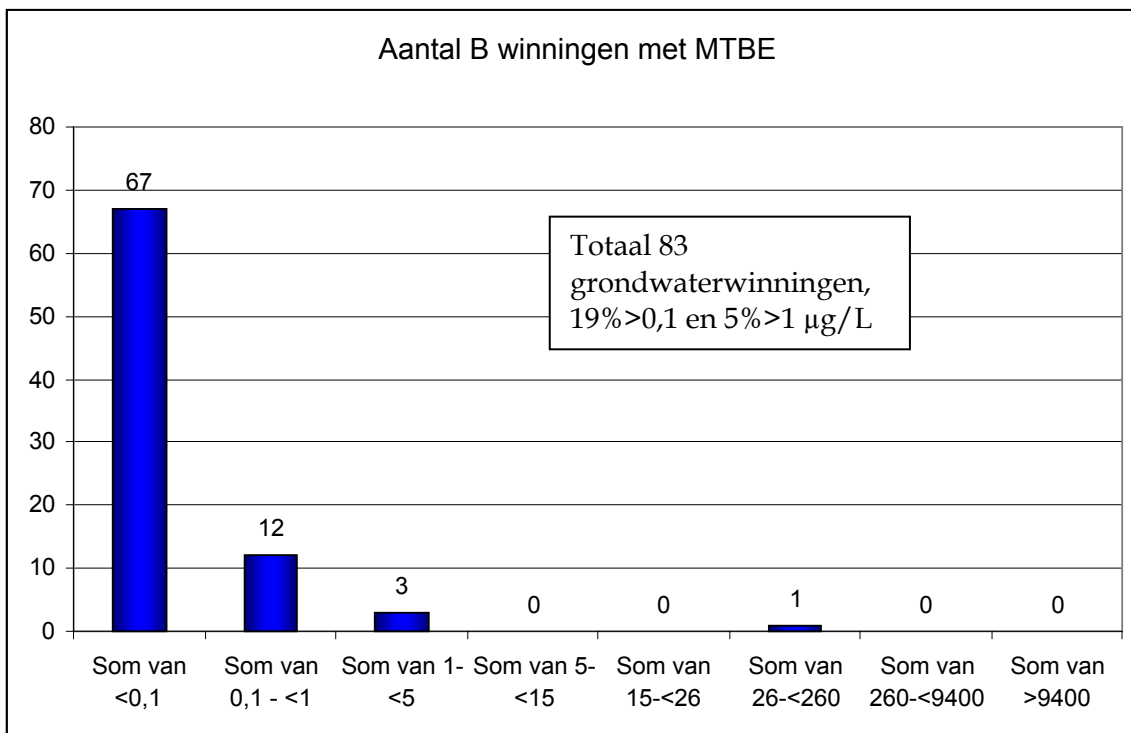
Uit figuur 1 blijkt dat in 61 van de 207 grondwaterwinningen waarvoor meetgegevens beschikbaar zijn, MTBE is aangetroffen. Het betreft 20 freatische grondwaterwinningen (figuur 2), waarvan 6 met een maximaal gemeten concentratie groter dan $1 \mu\text{g/L}$, en 16 grondwaterwinningen (figuur 3) met semi-spanningswater (B-winningen), waarvan 4 met een maximale concentratie groter dan $1 \mu\text{g/L}$. De overige betreffen winningen waar oeverfiltratie of kunstmatige infiltratie van met MTBE verontreinigd oppervlaktewater plaatsvindt (zie figuren 4-6).



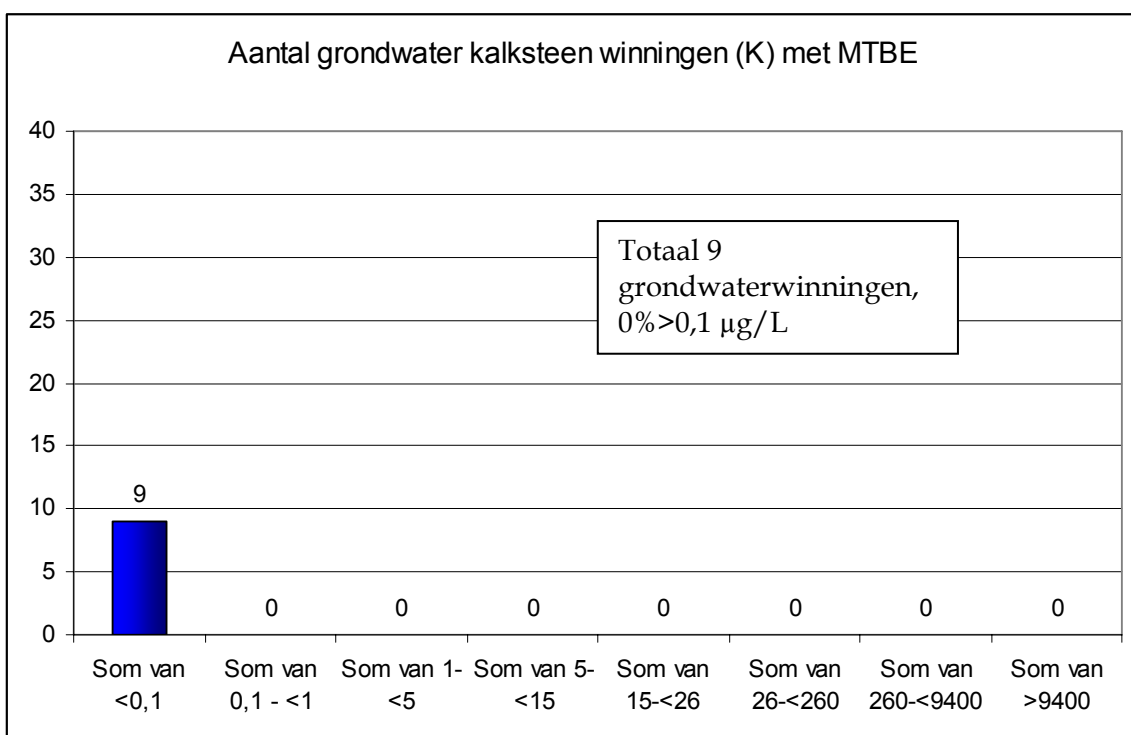
Figuur 1 Aantal grondwaterwinningen met maximale MTBE-concentraties



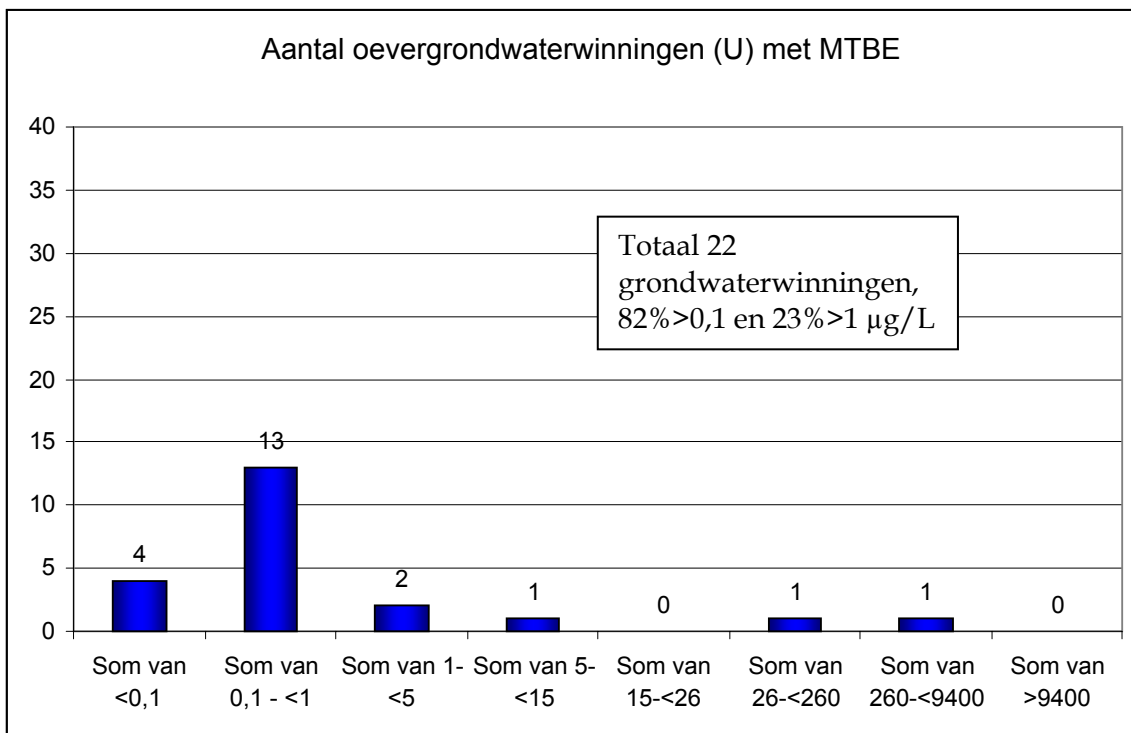
Figuur 2 Aantal freatische winningen met maximale MTBE-concentraties



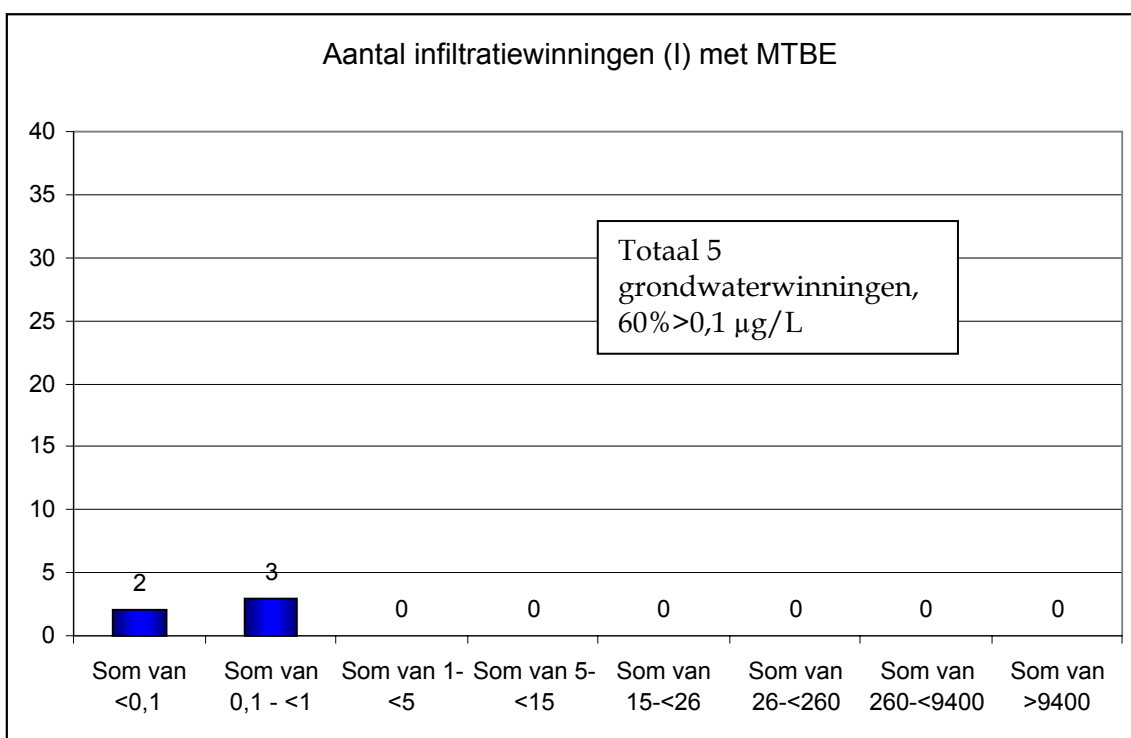
Figuur 3 Aantal B-winnings met (semi)spanningswater met maximale MTBE-concentraties



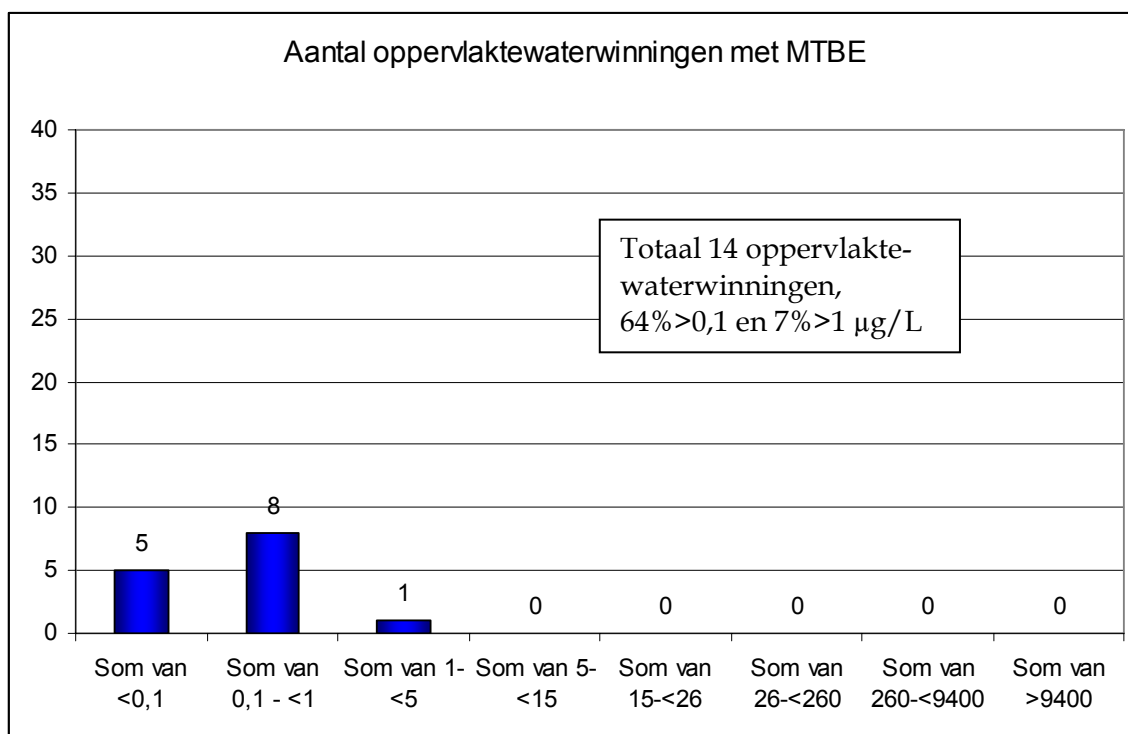
Figuur 4 Aantal grondwaterwinnings uit kalksteen of mergel met maximale MTBE-concentraties



Figuur 5 Oevergrondwaterwinningen met maximale MTBE-Concentraties



Figuur 6 Aantal winningen met kunstmatige infiltratie met maximale MTBE-concentraties

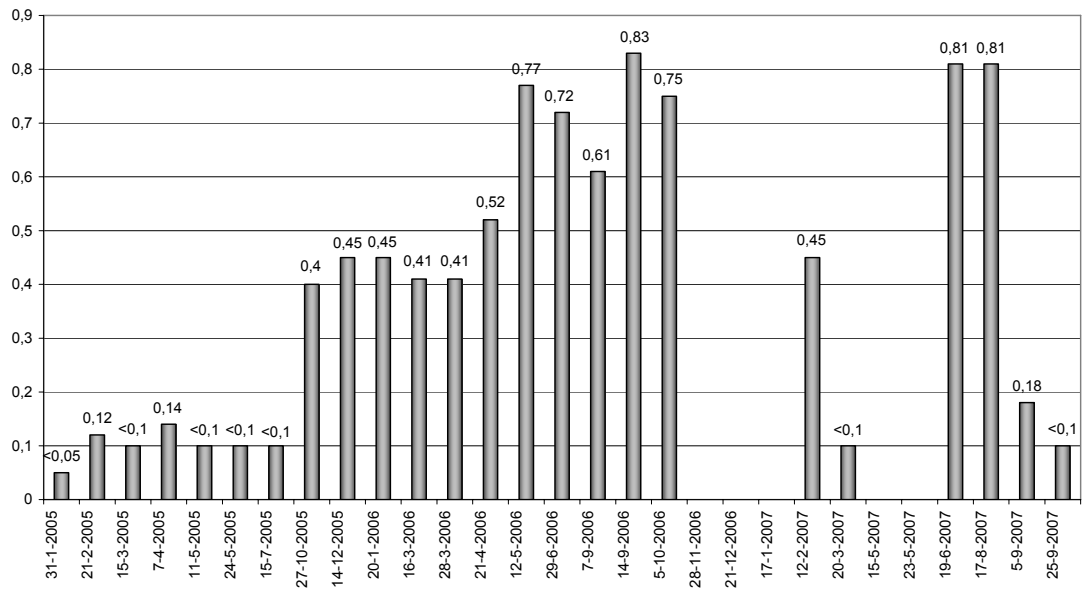


Figuur 7 Aantal winningen met directe inname en behandeling van oppervlaktewater met maximale MTBE-concentraties

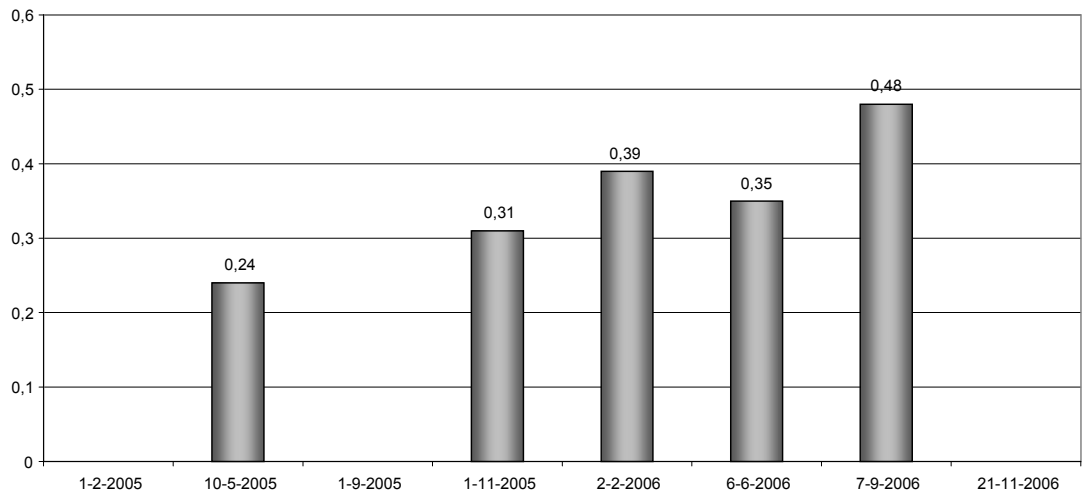
3.4 Meerjarige trends

Voor een viertal winningen waarin MTBE is aangetroffen zijn in de onderliggende database meetgegevens over voldoende jaren beschikbaar om een verloop van de MTBE concentratie in de tijd zichtbaar te maken. Figuur 8 toont voor vier verschillende grondwaterwoningen het verloop van de MTBE concentratie over de periode 2003-2007 of 2005-2007. Voor de meeste winningen is echter een dergelijke tijdreeks nog niet op te stellen door een gebrek aan voldoende metingen. Op grond van de trends in figuur 8 en mede omdat dus weinig trendgegevens beschikbaar zijn is het thans niet mogelijk conclusies te trekken omtrent te verwachten ontwikkelingen in de MTBE concentraties in de komende tijd.

Trend MTBE, µg/l in Put X van Winning 1

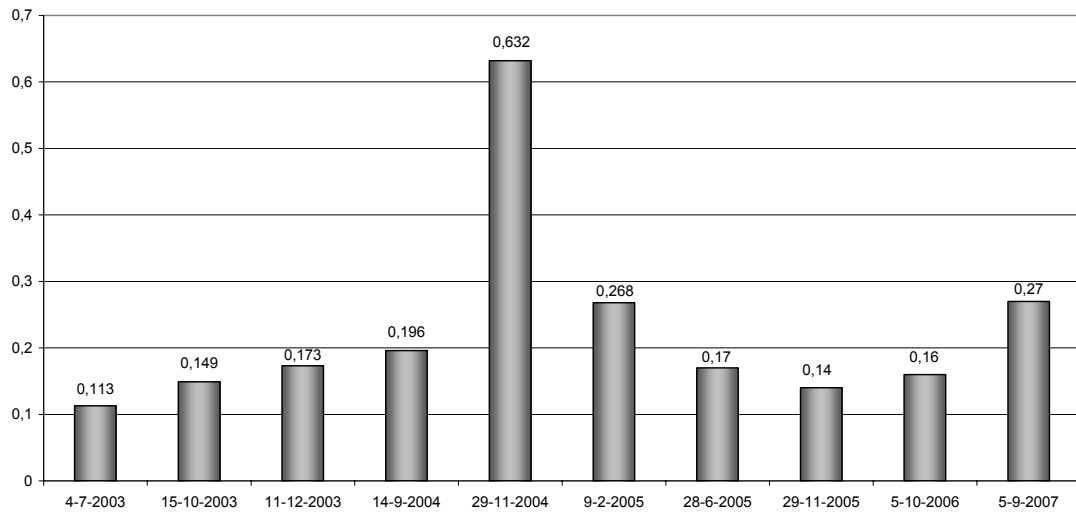


Trend MTBE, µg/l in Put Y van Winning 2

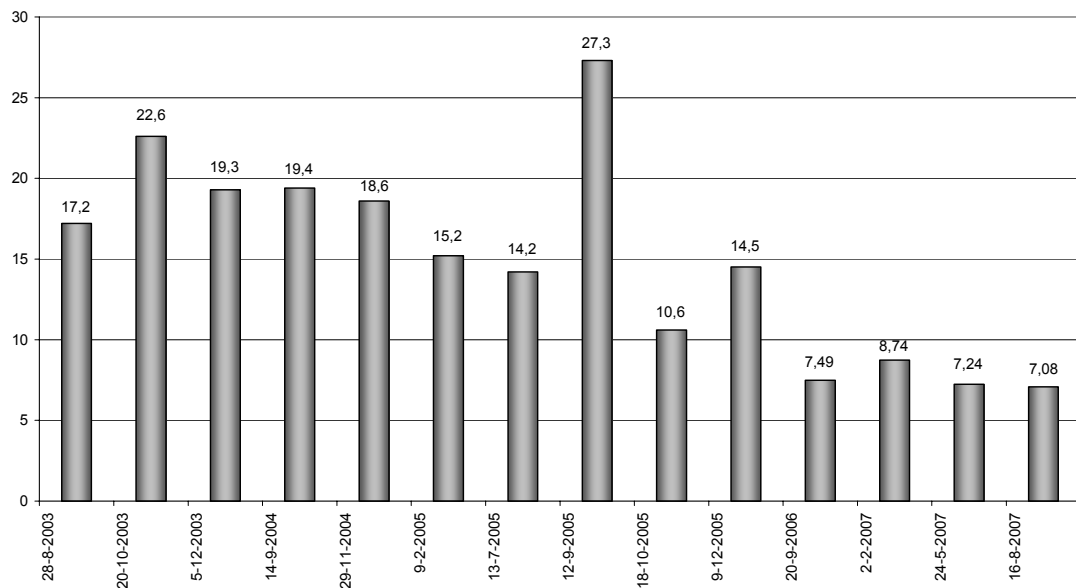


Figuur 8a Verloop van de MTBE concentratie in twee grondwaterwinningen in de periode 2005-2007

Trend MTBE, µg/l in Put Z van Winning 3



Trend MTBE, µg/l in Put W van Winning 4



Figuur 8b. Verloop van de MTBE concentratie in twee grondwaterwinningen in de periode 2003-2007

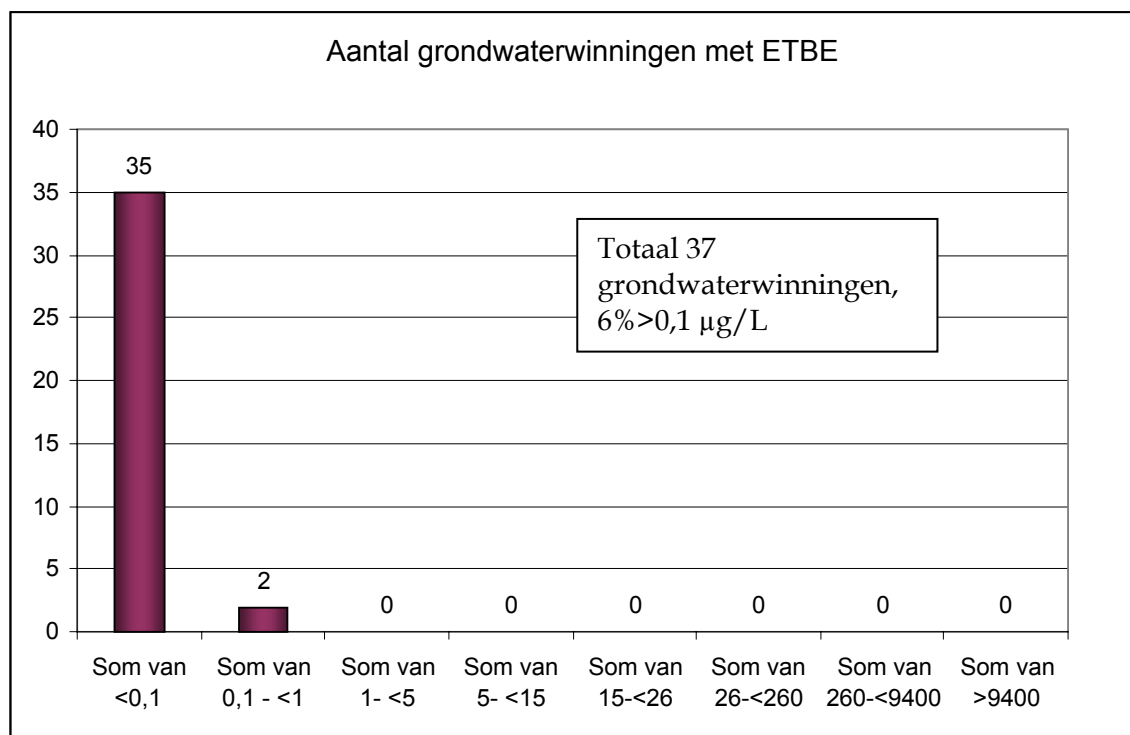
3.5 Resultaten van inventarisatie ETBE meetgegevens

Voor ETBE zijn veel minder meetgegevens beschikbaar dan voor MTBE het geval is. Dit geldt voor zowel het aantal locaties waar gegevens voor zijn als het aantal meetgegevens per locatie. De resultaten zijn alleen voor het totaal aantal grondwaterwinningen en oppervlaktewaterwinningen weergegeven

(zie figuren 9-10) omdat er slechts op een 2-tal grondwaterwinningen ETBE is aangetroffen.

Het betrof in beide gevallen freatische winningen. In de overige typen winningen (B, K, U) is tot op heden geen ETBE aangetroffen.

Op een 3-tal locaties waar oppervlaktewater direct wordt gezuiverd is ETBE aangetroffen in maximale concentraties tussen 0,1 -1 µg/L.



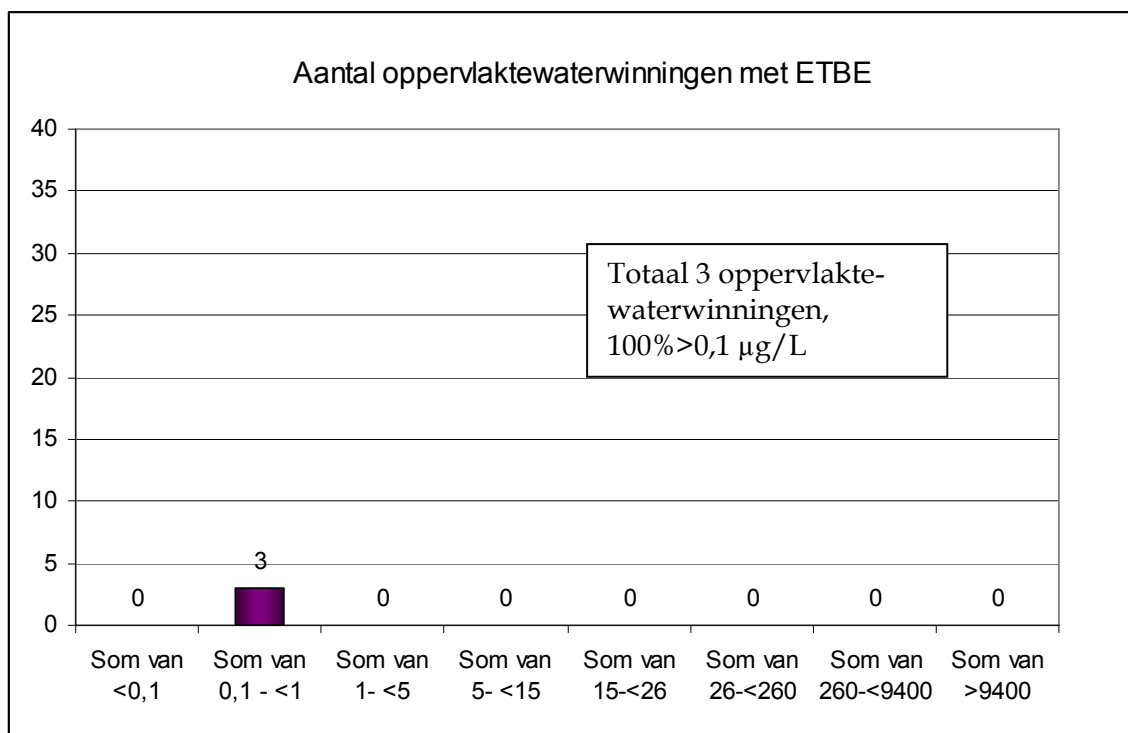
Figuur 9 Aantal grondwaterwinningen met maximale ETBE-concentraties

3.6 Vergelijking meetresultaten met gegevens voorkomen MTBE en ETBE in oppervlaktewater

Het verloop van de concentraties van MTBE en ETBE in de Rijn wordt sinds 2003 bijgehouden (RIWA, 2006). In het meetjaar 2006 zijn 363 metingen van MTBE en 325 metingen van ETBE bij Lobith verricht. De mediane en de gemiddelde concentraties van MTBE bedroegen in 2006 respectievelijk 0,26 en 0,41 µg/L, die van ETBE respectievelijk 0,07 en 0,23 µg/L.

In de Maas zijn in 2004 verhoogde gehalten van MTBE gevonden door het drinkwaterbedrijf WML. In het Maaswater bij de productiebedrijven Roosteren en Heel zijn voor de periode 2004-2006 meetgegevens gepubliceerd (RIWA-Maas, 2005) met piekconcentraties tot 11 (Heel) en 45 (Roosteren) µg/L in 2005 die toegeschreven konden worden aan een lekkage in en petrochemisch bedrijf. In 2006 lijkt een afname zichtbaar (metingen tot april 2006) als gevolg van genomen saneringsmaatregelen. ETBE wordt sinds 2005 in de Maas bij Brakel en bij Keizersveer gemeten en vertonen een licht stijgende trend; in 2006 werden concentraties tot 0,5 µg/L gemeten.

In de internationale waarschuwings- en alarmeringsdiensten van Rijn en Maas wordt regelmatig (> 10x per jaar) melding gemaakt van MTBE en ETBE.



Figuur 10 Aantal winningen met directe inname en behandeling van oppervlaktewater met maximale ETBE-concentraties

4 Bedreiging grondwater door MTBE

4.1 Indelingen van waterwinplaatsen in typen

De eerste indeling van Nederlandse waterwinplaatsen treffen we aan in de oudste jaarstatistieken van de VWN (1895-1950). Daarin worden onderscheiden: duin-, heide-, bron- en rivierwaterleidingen. In 1961 deelde Mulder (1961) de winningen in op basis van hun totale hardheid en chloride concentratie, met als resultaat 13 typen.

Baanbrekend was de indeling van de grondwaterwinplaatsen door Van Duijvenbooden & Busz (1978). Zij onderscheidden 4 hoofdtypen (A = freatisch, B = dieper, C = oeverfiltraat, D = kunstmatig infiltraat), 2 subtypen (A1, A2) en diverse combinatietypen (A1C, A1D, A1B, etc.). Hierop borduurden Van Beek et al. (1987) voort door verder onderscheid van type A en B winningen op basis van de hydraulische weerstand van slecht-doorlatende lagen boven het watervoerende 'winpakket' (A1, A2, A3, A4; B1, B2, B3, B4), en door nader onderscheid van kalksteenwinningen. In 1993 volgde Vogelaar (1993) met een indeling van grondwaterwinplaatsen op basis van chemische samenstelling (herkomst, redox milieu, dominante anion en alkaliniteit). Stuyfzand (1996) vereenvoudigde de indeling door Van Beek et al. (1987) en voegde de oppervlaktewaterwinning als hoofdgroep toe in de ABIKOU-indeling.

4.2 De ABIKOU-indeling van Stuyfzand

Voor de indeling van de winningen op basis van kwetsbaarheid voor MTBE-verontreinigingen is gekozen voor de ABIKOU-indeling van waterwinplaatsen door Stuyfzand (1996; zie tabel 2), omdat die eenvoudig combineert met ondubbelzinnigheid. De subtiele onderverdeling in 4 subtypen op basis van de hydraulische weerstand van slecht-doorlatende lagen van Van Beek (1987) kent onzekerheden wegens de ruimtelijke heterogeniteit van de geohydrologische aspecten.

In de gekozen kwetsbaarheidsindeling spelen zowel de geohydrologische factoren als de herkomst van het onttrokken grondwater een rol. Subtype A wordt gekenmerkt door de afwezigheid van een beschermende slecht-doorlatende deklaag en is daardoor aanzienlijk kwetsbaarder dan subtype B, waar wel een slecht-doorlatende kleilaag aan de bovenzijde van de aquifer aanwezig is. Subtype I heeft betrekking op winningen die kunstmatig geïnfiltreerd oppervlaktewater onttrekken. De duinwaterwinningen langs de Noordzeekust vallen onder deze categorie. De aquifers van deze winningen worden niet door een deklaag beschermd, maar de inname is selectief, er is een voorzuivering en de infiltratiegebieden zijn grotendeels natuurgebieden. Grondwaterwinningen uit kalksteenpakketten (subtype K) komen in Nederland uitsluitend voor in Zuid Limburg. Het subtype K is een apart subtype dat ook in relatie tot MTBE-risico's functioneel is, door het voorkomen van scheuren, breuken en karstverschijnselen in kalksteen-

formaties, die de reistijd naar een winning vanaf specifieke locaties sterk kunnen bekorten in vergelijking met 'gangbare' Nederlandse aquifers, met zand als het dominante materiaal. Oppervlaktewaterwinningen (subtype O) vormen een aparte categorie die m.b.t. zowel de bron van MTBE-vervuilingen als het pad significant verschillen van de grondwaterwinningen. Oevergrondwaterwinningen (subtype U) onttrekken oppervlaktewater via een korte bodempassage.

Tabel 2 Onderverdeling van waterwinplaatsen in 6 ABIKOU-typen

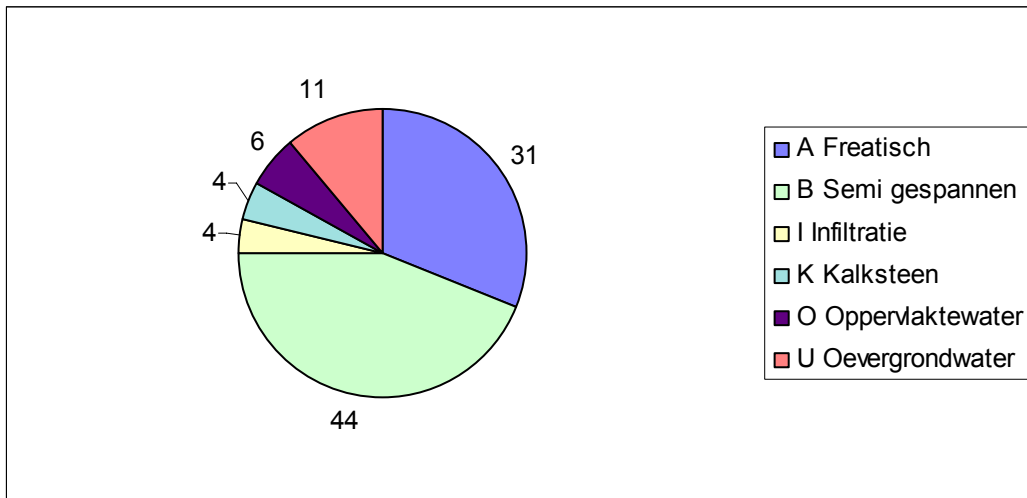
TYPE	Ondiep, Freatisch Grondwater	Diep, Spannings Grondwater	Infiltraat (kunstmatig)	Kalksteen Grondwater	Oppervlakte-Water	Oever-grondwater
Subtype	A	B	I	K	O	U

De dikte van de onverzadigde zone speelt een rol in de snelheid en aard van de verspreiding van een MTBE vuilpluim in het grondwater. De dikte van de onverzadigde zone is van invloed op de reistijd van de vuilpluim naar de winning en ook op de mate van afvlakking van de concentratiepiek. Toch is deze hydrologische parameter niet opgenomen in de kwetsbaarheidsclassificatie, omdat de omvang en snelheid van lozingen met benzine/MTBE verontreinigingen veel bepalender factoren zijn voor de verspreiding in het grondwater en deze een grote mate van variatie kennen.

Informatie over het grondgebruik is niet in de kwetsbaarheidsclassificatie verdisconteerd omdat een indeling die is gebaseerd op geohydrologische eigenschappen beter geschikt is om te combineren met de gegevens van potentiële puntverontreinigingen, zoals in paragraaf 4.3 is beschreven. Bron en pad worden zo in de risicoanalyse gescheiden gehouden en kunnen dankzij hun wederzijdse onafhankelijkheid beter in de risicoanalyse gecombineerd worden dan wanneer een parameter die betrekking heeft op het bronaspect, nl. grondgebruik, zou worden opgenomen in de kwetsbaarheidsclassificatie.

4.3 Analyse van de kwetsbaarheid van grondwaterwinningen voor verontreiniging met MTBE

Figuur 11 toont de verdeling van de winningen naar kwetsbaarheidklasse voor de klassen A, I, K en U. Winningen van type O (oppervlaktewater) zijn niet in de analyse voor potentiële puntbronnen meegenomen omdat bij deze winningen de wijze waarop MTBE in de winningen terecht komt wezenlijk verschilt van grondwaterwinningen. In paragraaf 3.3 (figuur 7) zijn de MTBE concentraties weergegeven die zijn aangetroffen in water dat is onttrokken door winningen uit de categorie O.

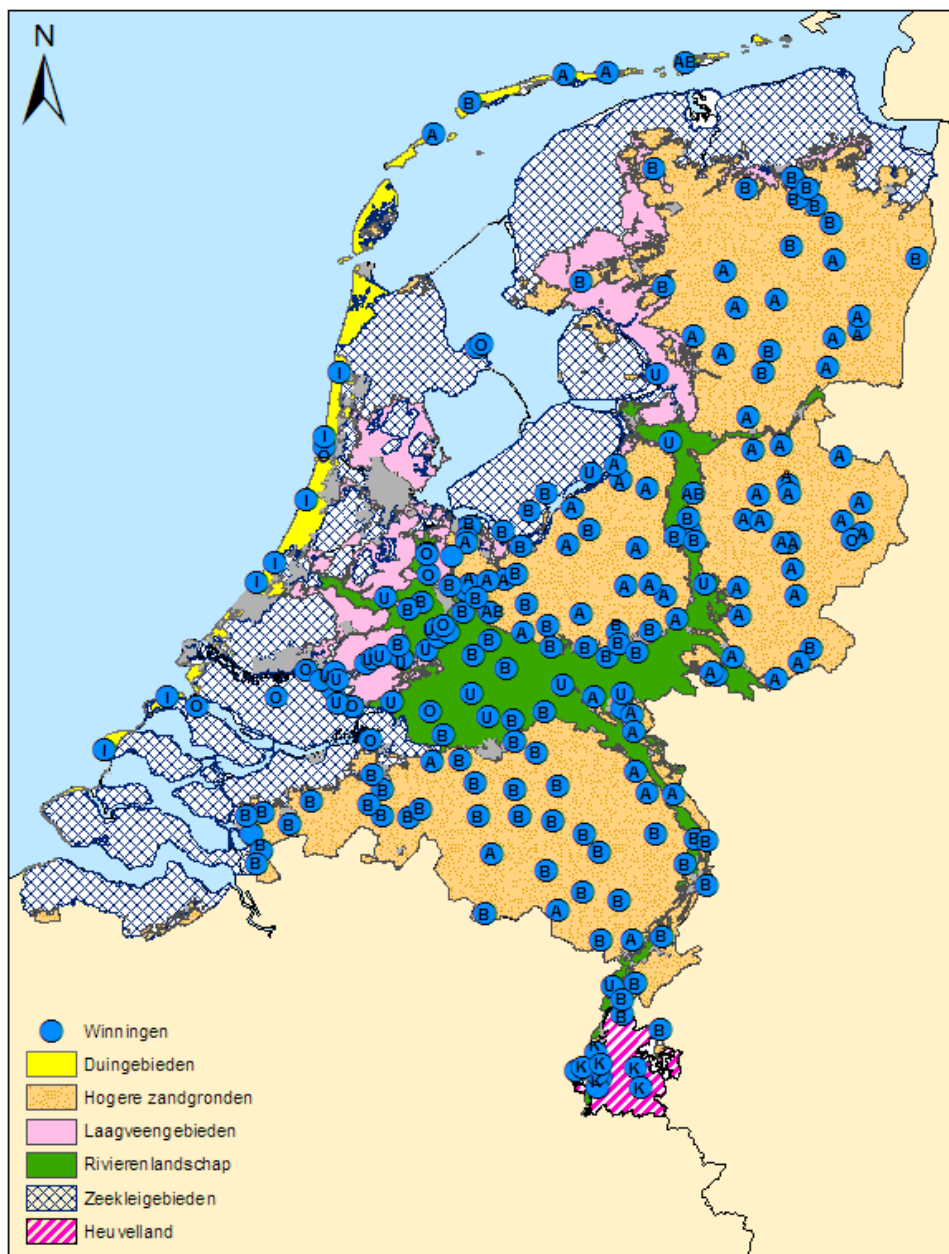


Figuur 11 Percentages winningen op grond van hydrologische criteria (ABIKOU classificatie)

Een kaart van de winningen naar kwetsbaarheidsklasse is weergegeven in figuur 12. In figuur 13 is de kwetsbaarheid van de winningen nogmaals weergegeven, met ditmaal fysisch-geografische kaarteenheden op de achtergrond. De kwetsbare freatische winningen (type A) komen vrijwel uitsluitend voor op de hogere zandgronden.



Figuur 12. Drinkwaterwinningen ingedeeld naar kwetsbaarheid op grond van de ABIKOU classificatie



Figuur 13. Kwetsbaarheid van winningen in relatie tot de fysisch-geografische omstandigheden

4.4 Berekening van potentiële effecten van benzine lekkages op de ruwwaterkwaliteit

De wijze waarop grondwaterverontreiniging met MTBE plaatsvindt kan sterk variëren. In extremo zijn er twee relevante scenario's:

- Scenario 1: een korte, hevige lekkage die wel is bemerk, maar in onvoldoende mate is opgeruimd;
- Scenario 2: een langdurige lekkage van geringe omvang die lange tijd niet bemerk is.

Korte hevige lekkages zijn over het algemeen minder schadelijk voor de ruwwaterkwaliteit van winningen doordat ze beter bemerkt worden dan verontreinigingen volgens scenario 2. Daardoor worden ze sneller verholpen en gesaneerd.

Voor relatief korte en hevige verontreinigingen (scenario 1) hangt de aard van de verspreiding sterk af van de lokale omstandigheden. Niet alleen de totale hoeveelheid gelekt product is relevant, maar ook de snelheid waarmee het uit de tank is gelekt, de dikte en hydraulische doorlatendheid van de onverzadigde en verzadigde zones, de snelheid waarmee het grondwater stroomt en de snelheid waarmee de verontreiniging is gesaneerd. Op grond van de onzekerheid van deze omstandigheden zijn geen verkennende berekeningen uitgevoerd voor scenario 1.

Voor scenario 2 zijn wel berekeningen uitgevoerd, omdat bij dit type verontreinigingen de onzekerheid t.a.v. de wijze waarop de verontreiniging verspreidt minder groot is. Weliswaar zijn ook voor deze gevallen veel zaken onzeker, maar door omkering van de vraagstelling kunnen de risico's worden verkend. In plaats van bepaalde omstandigheden aan te nemen voor de riskante locaties, zijn berekeningen uitgevoerd om te bepalen in welke mate winningen beïnvloed worden door langdurige verontreinigingen met benzine. Tabel 3A geeft aan hoe groot een langdurig optredende benzinelekkage moet zijn om een bepaalde MTBE-concentratie in het ruwwater te veroorzaken wanneer is uitgegaan van de wettelijk maximaal toegestane MTBE-concentratie van 15 vol.%. Tabel 3B toont de resultaten wanneer wordt uitgegaan van de in de Nederlandse praktijk gangbare MTBE-concentratie van 3,5 vol.%. De berekening is uitgevoerd voor 10 verschillende onttrekkingsdebieten en 5 verschillende concentraties van MTBE. Bij de berekening is ervan uitgegaan dat de dichtheid van MTBE ($740,5 \text{ kg/m}^3$ bij 20°C^1) gelijk is aan die van de overige bestanddelen van benzine ($737,22 \text{ kg/m}^3$)

De resultaten geven aan dat een benzinelekkage met een klein debiet vanuit een tankstation gelegen in een grondwaterbeschermingsgebied op termijn al schadelijke gevolgen kan hebben m.b.t. de MTBE concentratie in het ruwwater. Er is gekozen voor het "worst case" scenario dat MTBE in grondwater volkomen conservatief is, d.w.z. niet afgebroken wordt in de bodem. Er zijn aanwijzingen dat MTBE zich in sommige gevallen niet geheel conservatief gedraagt (Wilson et al. 2005), maar het is vooralsnog niet mogelijk te voorspellen onder welke omstandigheden enige afbraak kan plaatsvinden.

¹ Bron: European Fuel Oxygenates Association, General substance information MTBE

² Bron: en.wikipedia.org/wiki/Gasoline

Tabel 3 *Lekdebieten van benzine in L/d voor combinaties van onttrekkingsdebieten en concentraties MTBE in ruwwater, uitgaande van de wettelijk maximaal toegestane MTBE concentratie (15%, A) en de in de Nederlandse praktijk gangbare MTBE-concentratie (3,5%, B). (Voorbeeld: een continue lekkage van 1.11 liter benzine per dag resulteert op termijn in een concentratie van 15 µg/L MTBE in het ruwwater bij een onttrekkingsdebiet van 3 miljoen m³/jaar wanneer wordt uitgegaan van conservatief transport, d.w.z. zonder afbraak).*

A	Berekende concentratie MTBE (µg/L) bij aangenomen conservatief gedrag (zonder afbraak)				
	1	15	26	260	9400
	Lekdebieten van benzine (L/d)				
Onttrokken debiet winning (miljoen m ³ /j)					
1	0,02	0,37	0,64	6,4	232
2	0,05	0,40	1,28	12,8	464
3	0,07	1,11	1,93	19,3	696
4	0,10	1,48	2,57	25,7	928
5	0,12	1,85	3,21	32,1	1160
6	0,15	2,22	3,85	38,5	1392
7	0,17	2,59	4,49	44,9	1624
8	0,20	2,96	5,13	51,3	1856
9	0,22	3,33	5,78	57,8	2088
10	0,25	3,70	6,42	64,2	2320

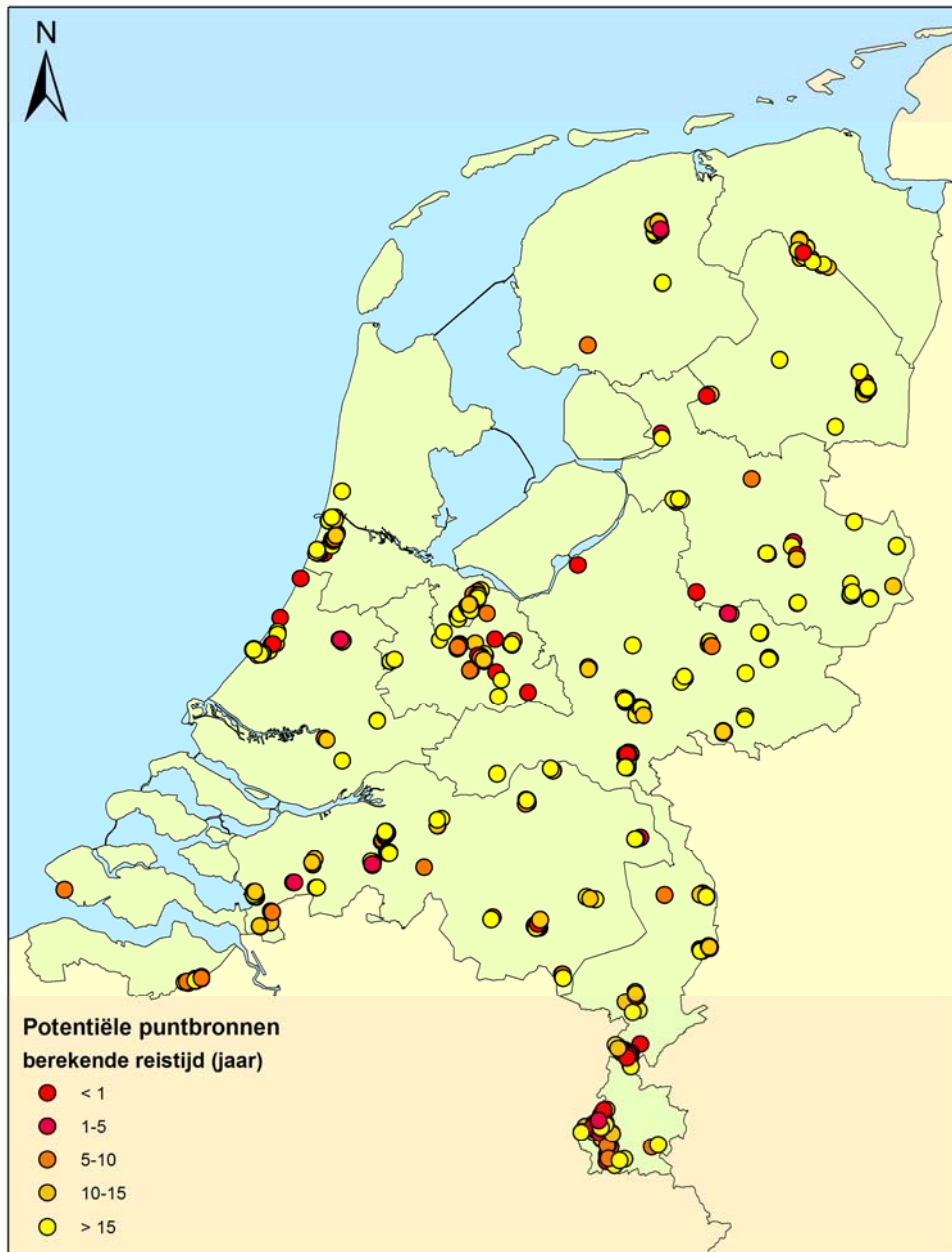
B	Berekende concentratie MTBE (µg/L) bij aangenomen conservatief gedrag (zonder afbraak)				
	1	15	26	260	9400
	Lekdebieten van benzine (L/d)				
Onttrokken debiet winning (miljoen m ³ /j)					
1	0,11	1,6	2,8	27,5	994
2	0,21	3,2	5,5	55,0	1989
3	0,32	4,8	8,3	82,5	2983
4	0,42	6,3	11,0	110,0	3977
5	0,53	7,9	13,8	137,5	4972
6	0,63	9,5	16,5	165,0	5966
7	0,74	11,1	19,3	192,5	6960
8	0,85	12,7	22,0	220,0	7955
9	0,95	14,3	24,8	247,5	8949
10	1,06	15,9	27,5	275,0	9943

4.5 Verkennende berekeningen op basis van gegevens uit het Landsdekkend Beeld

Tijdens eerder onderzoek is een lijst met potentiële puntbronnen van MTBE door Bodembeheer BV (Johan van de Gun) uit de nationale gegevensbank Landsdekkend Beeld geselecteerd (gegevens t/m oktober 2007). De selectie betreft 785 locaties waar benzine is/werd opgeslagen. Het betreft dus geen locaties waar MTBE als puur product wordt opgeslagen en/of geproduceerd.

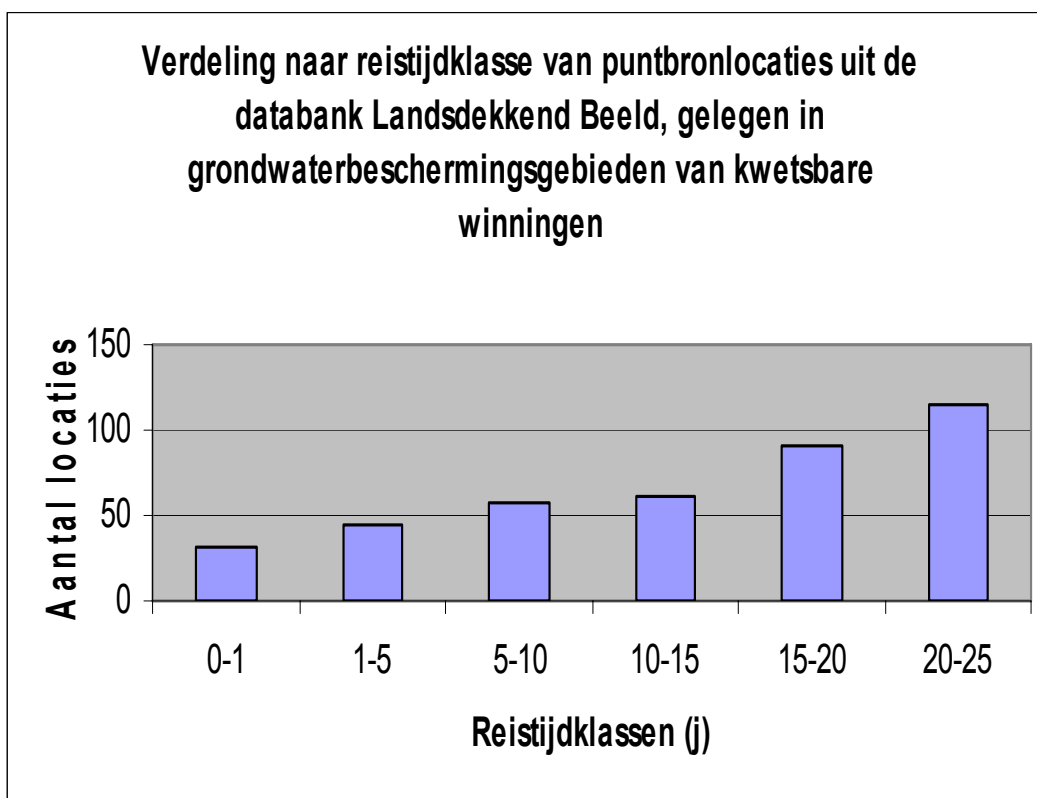
Berekening van reistijden

Een berekening van de reistijden via het grondwater van riskante locaties (potentiële puntbronnen) naar nabijgelegen winningen is uitgevoerd d.m.v. een ruimtelijke interpolatie. Daarbij is gebruik gemaakt van kaarten van de 25-jaarszones en de puttenvelden. Deze 25-jaars isochronen zijn de begrenzing van grondwaterbeschermingsgebieden en geven de reistijd naar de winning weer in het pakket van waaruit onttrokken wordt. De gegevens zijn afkomstig van digitale kaarten van het RIVM (2003). De grootte van de reistijd is relevant voor de risicoschatting. Naarmate een verontreiniging langer verblijft in de aquifer nemen de concentraties af door verdunning en afbraak. De totale hoeveelheid MTBE zal in veel gevallen slechts langzaam verminderen doordat de afbraaksnelheid van deze stof in grondwater betrekkelijk gering is. Naast afbraak speelt echter ook dispersie een rol, waardoor vuilpluimen in meer gedempte vorm de winningen bereiken naarmate de af te leggen afstand groter is. Voordeel van dispersie voor de ruwwaterkwaliteit is dat de maximale concentraties lager zijn. Tot slot is de reistijd relevant doordat met die gegevens de vroegst mogelijke aankomsttijd bij de winningen kan worden berekend, in aanmerking genomen dat MTBE in 1988 als additief van benzine is geïntroduceerd. De resultaten zijn in de vorm van een kaart samengevat (zie figuur 14).



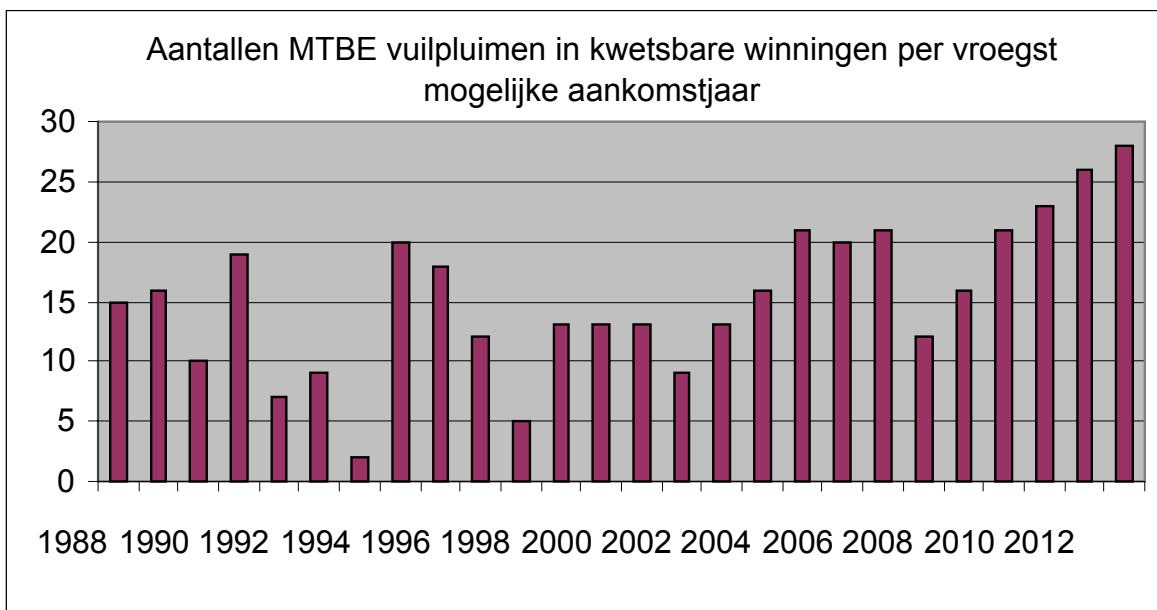
Figuur 14. Berekende reistijden van potentiële puntbronnen van MTBE (tankstations) uit het Landsdekkend Beeld in grondwaterbeschermingsgebieden

Uit het staafdiagram in figuur 15 blijkt dat een aantal locaties op zeer korte afstand van de winputten is gelegen, corresponderend met een reistijd van slechts enkele jaren. In welke mate deze locaties een risico voor de grondwaterkwaliteit vormen hangt af van de hoeveelheid product die in het grondwater terecht is gekomen en in welke mate een eventuele verontreiniging is gesaneerd. In veel gevallen is de beschikbare informatie onvoldoende om de risico's adequaat in te kunnen schatten.



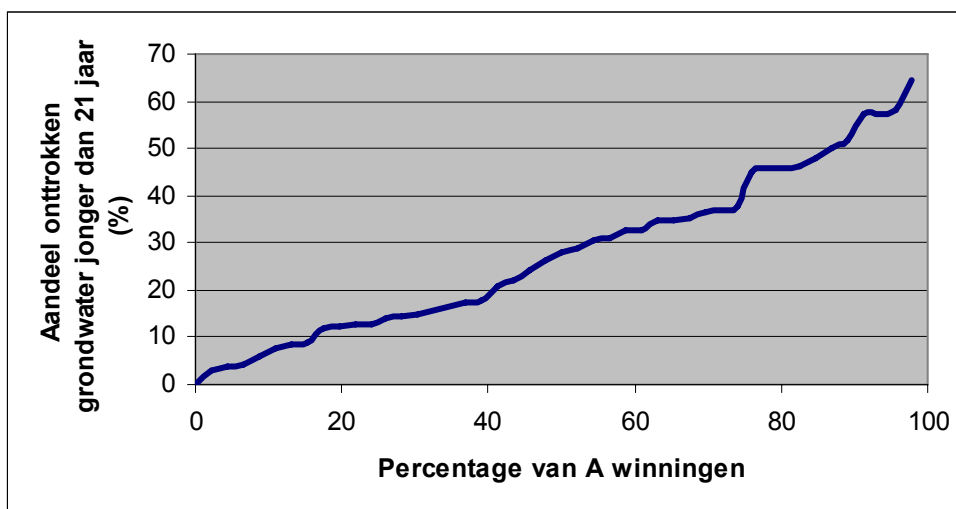
Figuur 15 *Reistijdklassen van potentieel riskante locaties voor MTBE-verontreiniging naar kwetsbare winningen (A I K U)*

In Nederland is MTBE omstreeks 1988 geïntroduceerd als vervanger van lood in benzine. Op basis van dit gegeven en de berekende reistijden is een schatting uitgevoerd van het vroegst mogelijke aankomstjaar van MTBE in de winningen (figuur 16). Uit de grafiek blijkt dat MTBE uit het merendeel van de potentiële puntbronlocaties (ca. 2/3 deel van de ruim 400 locaties die in nabijheid van kwetsbare winningen liggen) anno 2008 in de winningen aangetroffen had kunnen worden wanneer alle puntbronlocaties uit de dataset in het jaar 1988 MTBE gelekt zouden hebben.



Figuur 16 Aantallen potentiële vuilpluimen van de locaties uit het Landsdekkend Beeld in kwetsbare winningen per vroegst mogelijk aankomstjaar

Figuur 17 toont het aandeel van het onttrokken grondwater dat jonger is dan 21 jaar in de winningen van het ABIKOU-type A. Het maximale aandeel van in 2008 onttrokken grondwater dat MTBE kan bevatten bedraagt ruim 60%. Gemiddeld is anno 2008 ongeveer 30% van het in de A winningen onttrokken grondwater na 1988 geïnfiltrreerd.



Figuur 17 Aandeel van het onttrokken grondwater van winningen met kwetsbaarheidsklasse A dat in 2008 met MTBE verontreinigd kan zijn (na 1988, verblijftijd < 21 jaar). Voorbeeld: in 40% van de winningen kan hooguit 18% van het onttrokken water MTBE bevatten, omdat het overige deel van het onttrokken water ouder is dan 21 jaar.

Uit figuur 16 en 17 kunnen geen harde conclusies worden getrokken omdat niet bekend is of en zo ja wanneer er daadwerkelijk grondwaterverontreiniging is opgetreden. Niettemin kan op basis van deze figuren een globale schatting worden gedaan van de MTBE-belasting van de betreffende potentiële puntbronlocaties die de winningen de komende jaren nog te wachten staat. Eventuele vuilpluimen van circa 1/3 deel van de potentiële puntbronnen kunnen anno 2008 nog niet in de winningen zijn aangekomen, terwijl van circa 2/3 deel van de potentiële puntbronlocaties MTBE al in de winningen aangetroffen had kunnen worden. Het aandeel 1/3 versus 2/3 is een schatting. Zoals in paragrafen 4.2 en 4.5 is vermeld is in de berekening de reistijd in de onverzadigde zone niet verdisconteerd, omdat die moeilijk voldoende betrouwbaar en nauwkeurig te kwantificeren is. De werkelijke reistijden zijn wat dit aspect betreft dus wat langer dan hier berekend. Anderzijds is ook dispersie³ van vuilpluimen niet verdisconteerd. Verwaarlozing van dispersie resulteert juist in een verkorting van de reistijd. Het is van groot belang hierbij op te merken dat ook de potentiële effecten van puntbronnen buiten de grondwaterbeschermingsbronnen in deze analyse niet zijn verdisconteerd.

Een additionele overweging voor de risicoschatting betreft het gegeven dat vanaf de jaren '90 de kwaliteit van de grondwaterbeschermende voorzieningen (vloeiستofdichte vloeren, oliescheiders, detectiesystemen) bij benzinevulstations sterk verbeterd is. Afhankelijk van de aanwezigheid van puntbronnen buiten grondwaterbeschermingsgebieden en de werkelijke verbijftijden van MTBE in de onverzadigde zone kan de gemiddelde MTBE belasting van het ruwwater uit grondwaterwinningen de komende jaren dus nog stijgen.

Hierbij zij opgemerkt dat deze conclusie een globale schatting is, gebaseerd op onvolledige gegevens. Het is ook mogelijk dat de gemiddelde MTBE belasting de komende jaren ongeveer gelijk zal blijven. Zeker is echter dat een deel van verontreinigingen uit de jaren '90 nog onderweg is naar de winningen. Specifieke gevallen van zware MTBE verontreinigingen zijn dus zeker mogelijk.

Om een indruk te krijgen van de risico's per winning is het aantal potentiële puntbronnen per grondwaterbeschermingsgebied geïnventariseerd (tabel 4). De gegevens van de puntbronlocaties zijn ontleend aan de nationale gegevensbank Landsdekkend Beeld.

³ Dispersie: transportproces waarbij deeltjes verspreid worden op een wijze die afwijkt van de gemiddelde grondwaterstromingsrichting of snelheid.

Tabel 4 Aantallen potentiële MTBE verontreinigingsbronnen per grondwaterbeschermingsgebied

Aantallen benzinevulstations (uit Landsdekkend Beeld) per grondwaterbeschermingsgebied	Aantal kwetsbare winningen (A,I,K,U)
1	18
2 - 5	24
6 - 10	11
11 - 20	4
21 - 30	4
31 - 40	2

De ruimtelijke verdeling van de locaties over de kwetsbare grondwaterbeschermingsgebieden (ABIKOU klassen A, I, K, U) is zeer heterogeen, variërend van 18 winningen met slechts 1 potentiële puntbron tot 2 winningen met meer dan 30 locaties. De variatie van de risico's op MTBE-verontreiniging van het ruwwater van kwetsbare winningen is navenant. Deze heterogeniteit is voornamelijk het gevolg van de verschillen in de aard van het landgebruik binnen de grondwaterbeschermingsgebieden. Sommige gebieden bestaan voor een groot deel uit natuurgebieden, terwijl andere voor soms meer dan de helft bestaan uit bebouwd gebied. De hoogste aantallen puntbronnen per grondwaterbeschermingsgebied komen voor bij winningen nabij stedelijke gebieden.

Vergelijking van het aantal potentiële puntbronnen per grondwaterbeschermingsgebied met analyses van de "stedelijkheid" van winningen op basis van landgebruik en grondwaterkwaliteit (Segrave, 2004) geeft reden te vermoeden dat de verschillen in aantallen van potentiële puntbronnen uit het Landsdekkend Beeld per grondwaterbeschermingsgebied deels ook een gevolg zijn van verschillen in de beschikbaarheid van gegevens, of de grondigheid waarmee historisch onderzoek is uitgevoerd.

5 Conclusies en aanbevelingen

Uit de resultaten van deze bureaustudie naar de aanwezigheid van MTBE in grondwater van grondwaterbeschermingsgebieden en een vergelijking van de resultaten van de risicoanalyse met waargenomen concentraties van MTBE in ruwwater kan het volgende worden geconcludeerd over de bedreiging van "echte" grondwaterwinningen in Nederland, d.w.z. winningen van het type A (freatisch grondwater) en B (semi-spanningswater) waar geen directe infiltratie van oppervlaktewater plaatsvindt. Een analyse van het voorkomen van MTBE in het oppervlaktewater valt buiten het bestek van dit onderzoek.

Uit meetgegevens van waterbedrijven blijkt dat in 61 van de 207 grondwaterwinningen waarvoor meetgegevens beschikbaar zijn, MTBE is aangetroffen. Het betreft 20 freatische grondwaterwinningen, waarvan 6 met een maximaal gemeten concentratie groter dan 1 µg/L, 16 grondwaterwinningen met semi-spanningswater (B-winningen), waarvan 4 met een maximale concentratie groter dan 1 µg/L. In het grondwater van 146 winningen is de MTBE-concentratie minder dan 0,1 µg/L. Daarnaast zijn er winningen waar oeverfiltratie of kunstmatige infiltratie van met mogelijk met MTBE verontreinigd oppervlaktewater plaatsvindt, welke minder relevant zijn voor het onderhavige onderzoek, dat op puntbronnen gericht is.

De "fysieke" kwetsbaarheid van winningen voor grondwaterkwaliteitsproblemen wordt in de ABIKOU indeling verdisconteerd. Uit de gegevens van MTBE-concentraties in ruwwater blijkt dat A-winningen kwetsbaarder zijn dan B-winningen, al blijken er ook B-winningen te zijn met MTBE-verontreinigingen. De kwetsbaarheid volgens de ABIKOU classificatie heeft met name betrekking op het "pad" van een verontreiniging. De kans op MTBE-verontreiniging in het ruwwater is echter ook gekoppeld aan de aanwezigheid van potentiële puntbronnen in het grondwaterbeschermingsgebied. Dit "bronaspect" van het risico is in deze studie gekoppeld aan gegevens van tankstations uit het Landsdekkend Beeld. Uit berekeningen blijkt dat bij kwetsbare winningen een langdurige lekkage van geringe omvang op termijn schadelijke gevolgen kan hebben m.b.t. de MTBE concentratie in het te onttrekken ruwwater.

De combinatie van gegevens uit het Landsdekkend Beeld met verkennende geohydrologische berekeningen levert géén nauwkeurige voorspelling van te verwachten MTBE verontreinigingen bij individuele winningen. Daarvoor is het verschil tussen een potentiële en een manifeste puntbron te groot en is de voorliggende studie te globaal van opzet. Wel kan op basis van de beschikbare gegevens een algemeen beeld worden geschetst van de MTBE verontreinigingen die de grondwaterwinningen nog te wachten staan. In deze algemene zin wordt verwacht dat eventuele vuilpluimen van circa 1/3 deel van de potentiële puntbronnen binnen de grondwaterbeschermingsgebieden anno 2008 nog niet in de winningen zijn aangekomen, terwijl van circa 2/3

deel van de potentiële puntbronlocaties MTBE reeds in de winningen aangetroffen is of had moeten worden, als we uitgaan van lekkage in het jaar 1988. Indien de lekkage later heeft plaatsgevonden verschuift dit beeld navenant (groter deel van de vuilpluimen heeft winning nog niet bereikt). Het is van groot belang hierbij op te merken dat de potentiële effecten van puntbronnen buiten de grondwaterbeschermingsgebieden in deze analyse niet zijn verdisconteerd.

Het aantal potentiële puntbronnen per grondwaterbeschermingsgebied varieert sterk. De variatie van de risico's op MTBE-verontreiniging van het ruwwater van winningen is navenant. De hoogste aantallen puntbronnen per beschermingsgebied komen voor bij winningen nabij stedelijke gebieden.

Er zijn opvallend veel B-winningen (met een slechtdoorlatende kleilaag aan de bovenzijde van de aquifer) met bebouwing/verstedelijking in het grondwaterbeschermingsgebied, waar MTBE in het ruwwater is gemeten. Deze relatief grote vertegenwoordiging van B-winningen is voor een deel verklaarbaar uit "vluchtgedrag". Veel A-winningen in de nabijheid van stedelijk gebied zijn reeds verplaatst door grondwaterkwaliteitsproblemen en druk op de ruimte; daardoor hebben de resterende A-winningen relatief veel natuur en landbouw in het grondwaterbeschermingsgebied, met minder puntbronnen en een minder hoge kans op MTBE in het ruwwater. De bescherming van de ruwwaterkwaliteit van B-winningen door slechtdoorlatende lagen blijkt in het geval van MTBE echter in een substantieel aantal gevallen onvolledig.

ETBE wordt tot nu toe slechts sporadisch aangetroffen in ruwwater. De belangrijkste oorzaken hiervoor zijn de pas recente (sinds 1988) toepassing in benzine als vervanger van MTBE en/of als biobrandstof, en het feit dat die toepassing begon toen de meeste tankstations in Nederland al gesaneerd waren. Voor zover lekkage plaats kan vinden is de benodigde reistijd naar grondwaterwinning zodanig dat pas in een beperkt aantal winningen de eventuele verontreinigingspluim kan zijn aangekomen. Gezien de te verwachten grote toename in gebruik van ETBE en de grote mate van overeenkomst in fysisch chemische eigenschappen van ETBE met MTBE blijft monitoring van ETBE in ruwwater de komende jaren noodzakelijk.

Het verdient aanbeveling om daar waar puntbronnen aanwezig zijn in het intrekgebied van kwetsbare winningen regelmatig metingen te verrichten alsmede afdoende maatregelen te nemen opdat de mogelijke MTBE/ETBE-verontreiniging de bronnen voor de drinkwaterproduktie niet bereikt.

Het verdient aanbeveling om nauwkeurig in kaart te brengen welke puntbronnen daadwerkelijk nog een bedreiging kunnen vormen voor het grondwater dat ten behoeven van drinkwater wordt onttrokken; niet alleen binnen de 25 jaarszones maar binnen de gehele intrekgebieden.

Nader onderzoek is gewenst naar de mate waarin atmosferische depositie een diffuse bron vormt van MTBE en ETBE in grondwater.

6 Literatuur

EPA (1998) MTBE Fact Sheet #2 Remediation of MTBE Contaminated Soil and Groundwater. US Office of Solid Waste and EPA 510-F-97-015. Environmental Protection Emergency Response, Jan. 1998 Agency (5401G)
www.epa.gov/OUST/mtbe/

Mulder, R.D. (1961). De samenstelling van het grondwater der waterleiding-bedrijven in Nederland. *Water* 45, 213-224

Segrave, A.J. (2004). Urban groundwater quality; Parameters portending potability problems. Kiwa rapport BTO 2004.030

RIWA-Rijn (2006) Jaarrapport 2006 De Rijn. Vereniging van Rivierwater-bedrijven, Nieuwegein.

RIWA-Maas (2005) Jaarverslag 2005; deel B, "de Maas". Werkendam

Stuyfzand, P.J. (1996). Salinization of drinking water in the Netherlands. *SGU Rapporteur och Meddelander* 87, Proc. 14th SWIM, 17-21 June 1996, Malmö, Geol. Survey Sweden, Uppsala, 168-177.

Tauw (2007): Landelijk inventariserend onderzoek MTBE-verontreiniging in Nederland. Tauw, Deventer.

Van Beek, C.G.E.M., T. Trouwborst, G. Veenendaal & L.M. Puijker (1987). The quality of groundwater abstracted by the waterworks in the Netherlands. *Int. Conf. on "Vulnerability of Soil and Groundwater to Pollutants"*, Noordwijk aan Zee, 30 March - 2 April 1987.

Van Duijvenbooden, W. & G.T. Busz (1978). Overzicht van de grondwater-winplaatsen voor de openbare drinkwatervoorziening op basis van een classificatie van de geëxploiteerde watervoerende pakketten. *Rapport RID hy.h.-78/01*, 25p.

Vogelaar, A.J. (1993). Indeling van winplaatsen voor onderzoek naar sporenelementen. *Kiwa-rapport SWI 92.162*, 15p.

WVN/VEWIN (1895-2002). Statistische overzichten van de waterleiding in Nederland, met uitkomsten van het fysisch en chemisch onderzoek. *Jaarrapporten 1895-1939 (elk jaar), 1943, 1949, 1952, 1957, 1966, 1968, 1973, 1981, 1986, 1992.*

Wilson, John T., Philip M. Kaiser and Cherri Adair (2005) "Monitored Natural Attenuation of MTBE as a Risk Management Option at Leaking Underground Storage Tank Sites" U.S. Environmental Protection Agency Office of Research and Development National Risk Management Research Laboratory Ada, Oklahoma 74820