

RIVM rapport 703719001/2002

**De aanwezigheid van methyl tert-butylether
(MTBE) in drinkwater en drinkwaterbronnen**

PP Morgenstern, EA Hogendoorn,
GAL de Korte, JFM Versteegh

Dit onderzoek werd verricht in opdracht en ten laste van de VROM-Inspectie (VI), in het kader van project 703719, Monitoring en Handhaving. VEWIN is mede opdrachtgever.

Abstract

The occurrence of methyl tert-butyl ether (MTBE) in drinking water and drinking water sources

In 2001 the National Institute for Public Health and the Environment (RIVM) in the Netherlands conducted a drinking water measurement programme for the Inspectorate of the Ministry of Housing, Spatial Planning and the Environment (VROM). In co-operation with the Netherlands Waterworks Association (VEWIN) the compound, methyl tert-butyl ether (MTBE), was measured in drinking water and the corresponding sources. This report overviews the results.

MTBE is a fuel additive used as an alternative for lead. The respective odour and taste levels of MTBE are 15 and 40 µg/l, but standard levels are not given in the EG drinking water guidelines. According to the risk assessment of the European Union (EINECS document) no health risks are expected. General precautions taken for risk reduction are considered sufficient.

This study, consisting of two sampling periods, shows a generally low concentration of MTBE in drinking water at the selected drinking water plants. The selection of sampling locations was based on the vulnerability of the water catchment area.

Measurements in the June/July period showed a concentration of <0.01 µg/l in 22 samples of raw water; the average concentration was 0.07 µg/l and the highest 0.42 µg/l. The average concentration in drinking water in September/October was 0.09 µg/l and the maximum 2.9 µg/l. This maximum concentration was unusual, considering that the second highest value was 0.14 µg/l MTBE.

The raw water (both groundwater and surface water) samples registered a concentration of <0.5 µg/l; the highest concentration in surface water was 3.2 µg/l. However, at one location a relatively high concentration (11.9 µg/l) was found in an individual groundwater well. This contamination could be attributed to a local source.

The main conclusion here is that MTBE occurs in drinking water, although the concentrations are generally very low (<0.14 µg/l), with a maximum value of 2.9 µg/l. Therefore no effects on health are expected. It is, however, recommended to screen for MTBE in groundwater at locations with a history of or experience with soil contamination. Taking precautions for future spills at petrol stations remains priority number one.

It is recommended to do a screening for MTBE in the surroundings of petrol stations in groundwater protection area's, at vulnerable groundwater wells and at the intake locations of surfacewater used for the production of drinking water.

If future developments make it necessary to set a standard for MTBE in drinking water legislation it is recommended to do this according the precaution principle, for instance an indicator parameter of 1 µg/l.

Voorwoord

Dit rapport is tot stand gekomen met medewerking van medewerkers van de RIVM-laboratoria voor Water- en Drinkwateronderzoek (LWD), Organisch-analytische Chemie (LOC), Centrum voor Stoffen en Risico's (CSR) en de waterbedrijven. Een begeleidingsgroep onder leiding van VEWIN heeft dit project begeleid.

Inhoud

Samenvatting.....	5
1. Inleiding.....	7
2. Onderzoekopzet en methodiek.....	8
2.1 Onderzoekopzet.....	8
2.2 Methodiek.....	9
3. Literatuuroverzicht MTBE	10
3.1 Algemene en chemisch-fysische aspecten.....	10
3.2 Verspreiding in het milieu	10
3.3 Blootstelling van de mens.....	11
3.4 Gezondheidskundige aspecten.....	12
3.5 Wet- en regelgeving.....	12
4. Resultaten.....	13
4.1 Meetreeks 1 (juni/juli 2001).....	13
4.2 Meetreeks 2 (september/oktober 2001).....	15
4.2.1 Ruwwater en reinwater	15
4.2.2 Zuiveringsstappen	18
4.2.3 Individuele pompputten	19
5. Discussie	20
6. Conclusies en aanbevelingen	21
6.1 Conclusies.....	21
6.2 Aanbevelingen	22
Bijlage 1 Verzendlijst.....	25
Bijlage 2 Resultaten eerste MTBE meetreeks (juni/juli 2001)	26
Bijlage 3 Resultaten tweede MTBE meetreeks (september/oktober 2001)	28

Samenvatting

Het RIVM heeft in samenwerking met VEWIN een meetprogramma uitgevoerd voor de stof methyl tert-butylether (MTBE) in drinkwater en drinkwaterbronnen. Dit is een onderdeel van het meetprogramma 2001 dat als geheel in opdracht van de VROM-Inspectie (VI) van het ministerie voor VROM is uitgevoerd. Dit rapport geeft de resultaten van het meetprogramma met betrekking tot MTBE weer.

MTBE wordt aan benzine toegevoegd als alternatief voor lood om het octaangetal te verhogen en om de verbranding van benzine te verbeteren. MTBE is goed in water oplosbaar en in het algemeen resistent tegen biologische afbraak in grondwater. Het komt mede door brandstoflekkages en morsverlies bij benzinestations in oppervlakte- en grondwater (bronnen voor drinkwater) terecht.

In de EG-drinkwaterrichtlijn is geen norm voor de stof opgenomen. De risicobeoordeling (EG, 2001) geeft aan dat er specifieke maatregelen nodig zijn om de risico's van MTBE voor het grondwater te beperken vanwege de bezorgdheid voor de drinkbaarheid van het grondwater qua smaak en geur. In de literatuur worden geur- en smaakgrenzen genoemd van 5 tot 40 µg/l; deze variëren sterk per individu (EU, 2001). In de EU risicoanalyse (EU, 2001) wordt een geur- en smaakgrens van 15 µg/l gehanteerd. Voor de gezondheid van de consument worden geen risico's verwacht en de nu al toegepaste maatregelen ter beperking van de risico's worden voldoende geacht (EG, 2001).

In de *periode juni/juli 2001* is een oriënterend meetprogramma uitgevoerd. De concentratie MTBE in **ruwwater** van 22 pompstations (in totaal werden 63 pompstations bemonsterd) was lager dan de rapportagegrens (0.01) µg/l. De overige ruwwatermonsters hadden waarden tussen 0.01 µg/l en 0.42 µg/l. De gemiddelde concentratie was 0.07 µg/l. Naar aanleiding van deze resultaten werden in de *periode september/oktober* de pompstations met een waarde boven de rapportagegrens bemonsterd. De concentratie MTBE in ruwwater was gemiddeld 0.13 µg/l. In totaal werden 51 pompstations bemonsterd. De concentraties in de monsters oppervlaktewater waren relatief hoog, met als hoogste waarde 3.2 µg/l (oppervlaktewatermonster uit het Lekkanaal bij Nieuwegein). De hoogste concentratie in de grondwatermonsters was 11.9 µg/l in een individuele grondwaterput nabij een benzinestation in Zutphen. De overige ruwwatermonsters (zowel grondwater als oppervlaktewater) bevatten concentraties MTBE lager dan 0.5 µg/l.

De gemiddelde concentratie MTBE in **reinwater** (drinkwater) was 0.09 µg/l. De hoogste waarde was 2.9 µg/l bij het pompstation in Zutphen. Hiervoor is een aanwijsbare oorzaak, namelijk een verontreiniging in het waterwingebied. De gevonden waarde is lager dan de uit de literatuur bekende geur- en smaakgrens (range: 5 – 40 µg/l). De concentratie van 2.9 µg/l wordt uit gezondheidsoogpunt als veilig beschouwd. In alle overige reinwatermonsters was de concentratie MTBE lager dan 0.2 µg/l. Uit het onderzoek blijkt dat de concentratie MTBE in het Nederlandse drinkwater in het algemeen erg laag is. Voor de gevonden concentraties zijn, op basis van verschillende studies, geen gezondheidkundige effecten te verwachten.

Uit het onderzoek blijkt dat de concentraties MTBE in drinkwater bij de geselecteerde pompstations in het algemeen erg laag zijn.

Het wordt aanbevolen om een screening uit te voeren naar de aanwezigheid van MTBE in grondwater in de omgeving van (gesaneerde) benzinestations in grondwaterbeschermingsgebieden. Hierbij moeten individuele pompputten en grondwaterstromen betrokken worden.

Het wordt aanbevolen om jaarlijks bij innamepunten van oppervlaktewater en in de grondstof van kwetsbare grondwaterwinningen MTBE te analyseren.

Indien uit toekomstig onderzoek blijkt dat het noodzakelijk is MTBE in het Waterleidingbesluit op te nemen ligt het voor de hand het voorzorgsprincipe te hanteren en MTBE als signaleringsparameter met een maximumwaarde van 1 µg/l toe te voegen.

1. Inleiding

Het 'meetprogramma drinkwater' wordt sinds 1993 uitgevoerd en verandert per jaar. Ieder jaar wordt een programma opgesteld met parameters, die meestal niet door de waterbedrijven worden gemeten. Elk onderzoek uitgevoerd in het kader van dit programma is verkennend van karakter en draagt bij aan de onderbouwing van de normstelling. De programma's over 1993, 1994, 1996, 1997, 1998 en 1999 zijn beschreven in de rapporten Versteegh et al., 1994, Versteegh et al., 1995/a, Versteegh et al., 1995/b, Jonker et al., 1997, Jonker et al., 1998, Jonker et al., 1999, Jonker et al., 2000 en Morgenstern et al. 2001.

In dit rapport worden resultaten weergegeven van het meetprogramma 2001, te weten methyl tert-butylether (MTBE). MTBE is om de volgende redenen uitgekozen:

- er waren geen meetgegevens bekend bij de drinkwaterbedrijven voor deze stof;
- MTBE is een zogenaamde 'high volume chemical' en is zodoende een verbinding die gerede kans heeft op enige wijze in het milieu terecht te komen;
- MTBE is aangetoond in drinkwater in o.a. de Verenigde Staten en Canada;
- er is aandacht geweest voor MTBE vanuit de media en de politiek, zoals onder andere blijkt uit de gestelde kamervragen;
- er diende te worden vastgesteld of normstelling en monitoring noodzakelijk is.

Naast het RIVM had ook VEWIN in 2001 een onderzoek naar MTBE in drinkwater gepland. VEWIN heeft naar aanleiding van publiciteit rondom MTBE voorgesteld om een gezamenlijk meetprogramma uit te voeren. Het aantal locaties van het oorspronkelijke RIVM meetprogramma is hierdoor verhoogd. Vertegenwoordigers van de betrokken waterbedrijven, VEWIN en het RIVM hebben deelgenomen aan de begeleidingsgroep voor dit onderzoek. Het uitgebrachte rapport is een gezamenlijk product van VEWIN en RIVM.

Hoofdstuk 2 beschrijft de onderzoeksopzet en de gebruikte methodiek (monsternamen, analysemethode, etcetera). In hoofdstuk 3 wordt achtergrondinformatie gegeven over de stof MTBE (o.a. gezondheidkundige aspecten en de relevante wet- en regelgeving). De onderzoeksresultaten zijn in hoofdstuk 4 weergegeven. Hoofdstuk 5 levert enkele op- en aanmerkingen ten behoeve van de interpretatie van de resultaten. Tot slot zijn in hoofdstuk 6 de conclusies en aanbevelingen opgenomen. Het rapport bevat drie bijlagen: een verzendlijst (bijlage 1), de individuele meetresultaten van de eerste meetreeks (bijlage 2) en de individuele meetresultaten van de tweede meetreeks (bijlage 3).

2. Onderzoeksofzet en methodiek

In 2001 zijn bij een aantal pompstations metingen gedaan ten behoeve van de bepaling van MTBE. Op de pompstations wordt grondwater, oppervlaktewater of infiltratiewater verwerkt tot het eindproduct drinkwater. Ten behoeve van de analyse naar MTBE werden monsters genomen van grondstof en eindproduct. Het onderzoek is uitgevoerd in de periodes juni/juli 2001 en september/oktober 2001. Bij de eerste meetreeks werden enkel ruwwatermonsters genomen. Bij de tweede reeks werden tevens reinwatermonsters genomen en bij enkele pompstations werden ook monsters na individuele zuiveringsstappen genomen. De bemonstering is uitgevoerd volgens standaardvoorschriften door het Laboratorium voor Water- en Drinkwateronderzoek (LWD). Voor de analyse van MTBE is een methode ontwikkeld en gevalideerd door het Laboratorium voor Organische Chemie (LOC). Dit hoofdstuk behandelt de opzet en de gehanteerde methodiek van dit onderzoek.

2.1 Onderzoeksofzet

De bemonstering werd in twee verschillende meetreeksen, uitgevoerd onder leiding en toezicht van het LWD. De eerste meetreeks vond plaats in de periode juni/juli 2001 en omvatte het ruwwater van 63 pompstations. De selectie van de pompstations omvatte vrijwel alle innamenpunten van oppervlaktewater en een aantal kwetsbare (gevoelig voor verontreiniging) grondwater- en oevergrondwaterwinningen o.a. in stedelijke gebieden. Er werden alleen ruwwatermonsters genomen.

De tweede meetreeks vond plaats in de periode september/oktober 2001 en omvatte 51 pompstations. Deze meetreeks bestond uit:

- de pompstations die tijdens de eerste meetreeks een waarde boven de rapportagegrens ($0.01 \mu\text{g/l}$) hadden;
- enkele pompstations die door omstandigheden in de eerste meetreeks niet waren meegenomen (maar wel gepland);
- een aantal individuele pompputten bij enkele pompstations;
- monsters die werden genomen na relevante stappen in het zuiveringsproces (zoals ozonisatie en koelfiltratie) bij enkele oppervlaktewaterpompstations;
- zowel ruw- als reinwater bij alle bemonsterde pompstations.

Bij het nemen van de ruwwatermonsters in september/oktober is geprobeerd zoveel mogelijk dezelfde putschakelingen aan te houden als tijdens de metingen in juni/juli.

2.2 Methodiek

De bemonstering werd uitgevoerd volgens werkvoorschrift 009. De registratie werd in het veld verricht volgens protocol LBG/P026/00. Voor de monsternamen zijn glazen flessen met schroefdop van 250 ml gebruikt. De monsters werden gekoeld bewaard. Er zijn controlemonsters genomen.

De monsters zijn door LOC geanalyseerd op de aanwezigheid van MTBE volgens onderzoeksplan M703713/BB/01/02. Voor de uitvoering van dit project is een analysemethode ontwikkeld, waarmee MTBE in water gemeten kan worden tot een niveau van minimaal 0.01 µg/l. Hierbij is de afspraak gemaakt dat dit niveau gebruikt wordt als rapportagegrens met een afronding op twee decimalen voor concentraties lager dan 1.0 µg/l. De experimenteel bepaalde onderste analysegrens van MTBE in drinkwater van de analytische methode bedraagt 0.002 µg/l.

Met deze methode wordt MTBE uit een monster van 100 ml water middels een Purge-and-Trap (P&T) extractiesysteem via de gasfase met toevoer van stikstof overgebracht in een glazen buisje gevuld met koolstofmateriaal Carbopack B. Dit glazen buisje wordt geplaatst in een geautomatiseerd systeem bestaande uit een Automated-Thermo-Desorption (ATD) on-line gekoppeld aan een gaschromatograaf met massaspectrometrische detectie (GC/MS). Identificatie en kwantificering gebeurt op basis van retentie, massaselectie en piekoppervlak, waarbij de waarden en responsen van MTBE vergeleken worden met die van gedeutereerde MTBE (interne standaard). Voor de validatie van de twee onderzoeken zijn:

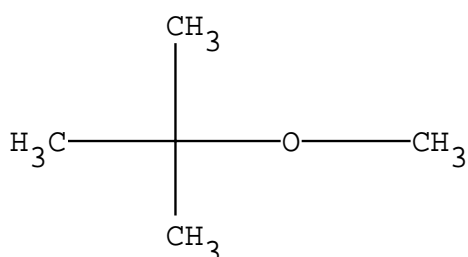
- alle aangeleverde monsters in duplo en na aflevering binnen 48 uur geanalyseerd;
- een aantal monsters in duplo aangeleverd en afzonderlijk geanalyseerd;
- in het tweede onderzoek op een aantal monsterlocaties monsters genomen van meegenomen RIVM-drinkwater;
- per meetserie minimaal 1 blanco RIVM-drinkwater en 1 toevoeging van MTBE aan drinkwater op het niveau van 0.1 µg/l.

Op basis van de duplometingen (tweede onderzoek) van monsters met gehalten liggend tussen de 0.01 en 0.016 µg/l is de inschatting dat de meetonzekerheid van de analyseresultaten 8% bedraagt.

3. Literatuuroverzicht MTBE

3.1 Algemene en chemisch-fysische aspecten

Methyl tert-butylether (MTBE) is een kleurloze, vluchtige, licht ontvlambare vloeistof met een terpentine-achtige geur (bij 20°C en 1013 hPa). Het lost op in de meeste organische oplosmiddelen en in water (oplosbaarheid in water: 48 g/L), waarbij de oplosbaarheid van MTBE toeneemt als de temperatuur afneemt (dus beter oplosbaar in kouder water). De structuurformule van MTBE (C₅H₁₂O) is als volgt:



MTBE wordt, als alternatief voor lood, toegevoegd aan brandstof om het octaangehalte te verhogen en de verbranding te verbeteren (door schonere verbranding minder luchtverontreiniging). Sinds de jaren 70 is het gebruik ervan enorm toegenomen. MTBE is in de VS en Canada in enkele gevallen in vrij hoge concentraties in het drinkwater aangetroffen (zie paragraaf 3.2.). Bovenstaande informatie is overgenomen uit Langenhoff (2000).

3.2 Verspreiding in het milieu

MTBE komt in oppervlakte- en grondwater (bronnen voor drinkwater) terecht als gevolg van brandstoflekkages en morsverlies bij benzinestations. In stedelijke gebieden bevat regenwater ook een lage concentratie MTBE, wat bijdraagt aan de concentratie in oppervlakte- en grondwater.

De oplosbaarheid van MTBE in water is hoog, de binding aan bodemdeeltjes is slechts matig en de stof is in het algemeen resistent tegen biologische afbraak in grondwater. Hierdoor kan MTBE zich gemakkelijk verspreiden via oppervlaktewater en (de meer kwetsbare typen van) grondwater.

Relatief mobiele stoffen zoals MTBE worden na het voorkomen in de rivier relatief snel in oevergrondwater aangetroffen. In dit opzicht gedraagt de stof zich als enkele bekende bestrijdingsmiddelen, zoals bentazon en dikegulac.

In het geval van bodemverontreiniging door benzinestations migreert MTBE sneller door het grondwater dan de andere componenten van brandstof, waardoor het zich vooraan de 'pluim' van de verontreiniging bevindt. De aanwezigheid van MTBE kan duiden op de komst van andere minder mobiele brandstofcomponenten.

De mogelijke aanwezigheid van MTBE in de verschillende drinkwaterbronnen zorgt ervoor dat MTBE kan worden aangetroffen in drinkwater.

Sinds de jaren tachtig is MTBE al aangetroffen in drinkwater in de USA. De gemiddelde MTBE concentraties van het drinkwater in 11 staten van de USA varieert tussen 0.41 en 2399 µg/l (EU, 2001). In de meeste staten is de gemiddelde concentratie echter beneden 10 µg/l. De relatief hoge concentraties MTBE in drinkwater in sommige staten (met name Californië) van de USA ten opzichte van andere landen valt onder andere te verklaren doordat:

- er ten opzichte van sommige andere landen relatief weinig bodembeschermende voorzieningen zijn in de USA (zoals in Nederland de verplichte dubbelwandige opslagtanks);
- MTBE veel langer in gebruik is in de USA dan in andere landen;
- het (volume) percentage MTBE in benzine in de USA relatief hoog is;
- het autogebruik per hoofd van de bevolking in de USA relatief hoog is (wordt mede veroorzaakt door de relatief lage brandstofprijzen);
- in sommige gevallen de onttrekking van grondwater veel groter is dan dat er aanvulling plaats vindt (met name in Californië).

In Europa worden in het algemeen geen hoge concentraties MTBE in bronnen gebruikt voor drinkwater aangetroffen; EU (2001) geeft een overzicht van verschillende studies. Concentraties MTBE in (potentiële) drinkwaterbronnen zijn bijna altijd lager dan 1 µg/l. Een enkele keer wordt een hoge waarde gemeten, zoals 310 µg/l in een specifiek geval in Zweden (de verontreiniging kon worden toegeschreven aan een dichtbijgelegen benzinestation). Op basis van de verschillende studies concludeert EU (2001) dat de concentratie MTBE in niet-verontreinigd drinkwater en grondwater tussen 0.1 en 1 µg/l ligt. De meeste studies zijn gedaan in potentiële drinkwaterbronnen en grondwater in de buurt van benzinestations en niet in drinkwater zelf. De concentraties MTBE uit de verschillende Europese studies zijn in het algemeen lager dan in de USA. Dit komt met name omdat er in Europa minder restricties zijn wat betreft te gebruiken octaangehalte-verhogers (en dus worden er naast MTBE andere additieven gebruikt). Er is echter een EG richtlijn in de maak (EG, in voorbereiding, 2001) die daar verandering in zou kunnen brengen (in verband met luchtmissies).

3.3 Blootstelling van de mens

Dagelijkse blootstelling aan MTBE vindt alleen plaats bij mensen die tijdens hun dagelijkse werkzaamheden intensief met MTBE of petroleumproducten werken (de productie van MTBE, het mengen van petroleumproducten, transport, etcetera). Vaker is de blootstelling van incidentele aard (bijvoorbeeld veroorzaakt door lekkages in pijpleidingen). Deze typen van blootstelling vinden met name plaats via de huid en luchtwegen. Wanneer MTBE in drinkwater aanwezig is kunnen grote groepen consumenten in aanraking komen met MTBE. In dat geval geschiedt blootstelling via de huid of oraal (EU, 2001).

3.4 Gezondheidkundige aspecten

In het document EU (2001)¹ wordt op basis van verschillende studies geconcludeerd dat de concentratie MTBE in drinkwater normaal gesproken laag is (ongeveer 0.1 µg/l). Wanneer grondwater verontreinigd is door lekkages en morsverlies van benzinestations kan de concentratie MTBE in drinkwater, bereid uit grondwater, verhoogd zijn. De acute toxiciteit van MTBE (zowel oraal, dermaal als via de luchtwegen) voor proefdieren en mensen is erg laag. Het grootste effect van een toxische dosis MTBE is op het centraal zenuwstelsel. Klachten kunnen zijn: flauw voelen, misselijkheid en braken. Deze effecten zijn bekend na het inademen van een hoge dosis MTBE. Op basis van de beschikbare studies wordt in EU (2001) geschat dat de minimum concentratie voor het optreden van de klachten ongeveer 1000 ppm bedraagt². Er worden geen studies met orale inname bij mensen genoemd. De acute toxiciteit voor orale inname bij ratten is wel bekend: de LD50 waarde is 4000 mg/kg lichaamsgewicht.

In de EG-drinkwaterrichtlijn is geen norm voor MTBE opgenomen. Met betrekking tot de gezondheidsrisico's voor de mens wordt geconcludeerd dat er: 'voorlopig geen behoefte is aan nadere informatie en/of aanvullende testen of andere maatregelen ter beperking van de risico's dan nu al wordt toegepast' (EG, 2001). De risicobeoordeling van de EG geeft aan dat er geen risico's worden verwacht. Wel wordt er aangegeven dat er specifieke maatregelen nodig zijn om de risico's voor de mens door blootstelling via het milieu te beperken. Daarbij wordt voornamelijk het risico voor de drinkbaarheid (vanwege de geur- en smaakgrens) van drinkwater bedoeld.

De geur- en smaakgrens varieert van 5 tot 40 µg/l en is sterk variabel per individu (o.a. EU, 2001 en Stocking, 2001). In de EU risico-analyse (EU, 2001) wordt een geur- en smaakgrens van 15 µg/l gehanteerd. Drinkwater dat MTBE bevat, in concentraties die gedurende langere tijd de geur- en smaakgrens overschrijden, wordt uit kwaliteitsoogpunt (door consument) als onacceptabel beschouwd. De US-EPA doet in 1997 de aanbeveling om de concentratie MTBE in drinkwater in de range 20-40 µg/l (of lager) te houden om voldoende waarborg te bieden voor het beschermen van de volksgezondheid. Het aanhouden van de geur- of smaakgrens is dan voldoende.

3.5 Wet- en regelgeving

In de EG-Drinkwaterrichtlijn (EG-Richtlijn 98/83), de WHO Guidelines for drinking-water quality (WHO, 1998) en in het Waterleidingbesluit (WLB 2001) zijn geen richtlijnwaarden voor MTBE in drinkwater opgenomen. MTBE is in 1998 door de US Environmental Protection Agency (EPA) op de 'Contaminant Candidate List' (CCL) lijst gezet, als stof waarvan te weinig gegevens zijn met betrekking tot gezondheidkundige aspecten, voorkomen in het milieu en potentiële zuiveringstechnieken.

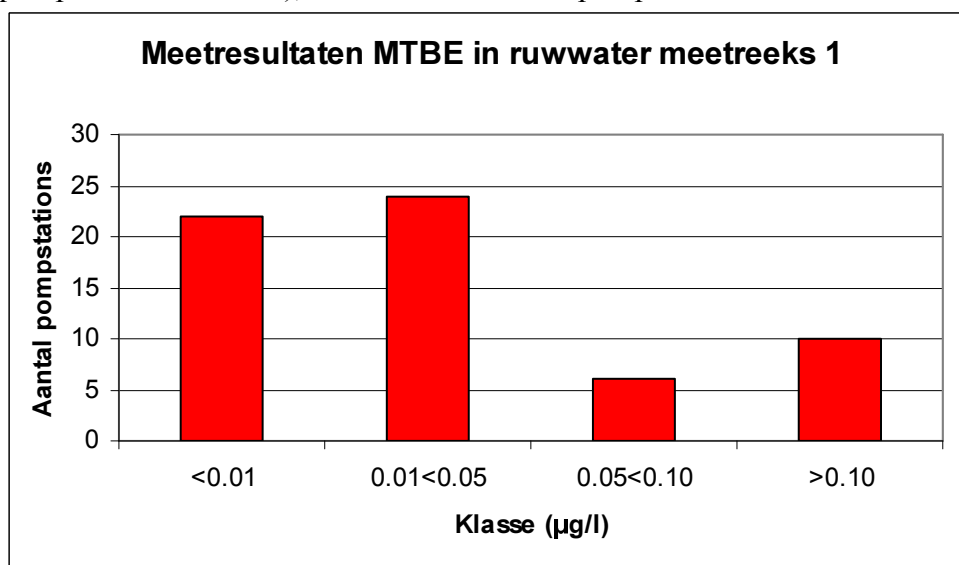
¹ Het volledige EU rapport is openbaar en in te zien via internet; <http://ecb.jrc.it/existing-chemicals/>.

² Ruwe schatting voor het optreden van effecten op het centraal zenuwstelsel op basis van een persoon van 70 kg die meerdere uren 'lichte arbeid' verricht.

4. Resultaten

4.1 Meetreeks 1 (juni/juli 2001)

De resultaten voor MTBE tijdens de eerste meetreeks zijn weergegeven in de figuren 4.1. en 4.2. De individuele meetresultaten van de eerste meetreeks voor de MTBE concentraties zijn opgenomen in bijlage 2. Tijdens de eerste meetreeks werden alleen ruwwatermonsters genomen. In totaal werden 68 monsters bij 63 pompstations genomen (5 duplo's ter controle). Eén monster is verloren gegaan door glasbreuk (pompstation Witharen), waardoor er voor 62 pompstations een meetresultaat is.



Figuur 4.1. Meetresultaten MTBE in ruwwater (meetreeks 1: juni/juli 2001) van grondwaterwinningen en innamenpunten van oppervlaktewater.

Van alle 62 pompstations was de concentratie in 35% van de monsters lager dan de rapportagegrens (0.01 µg/l). De gemiddelde concentratie van de (ruwwater)monsters is 0.07 µg/l. De hoogst gemeten waarde is 0.42 µg/l.

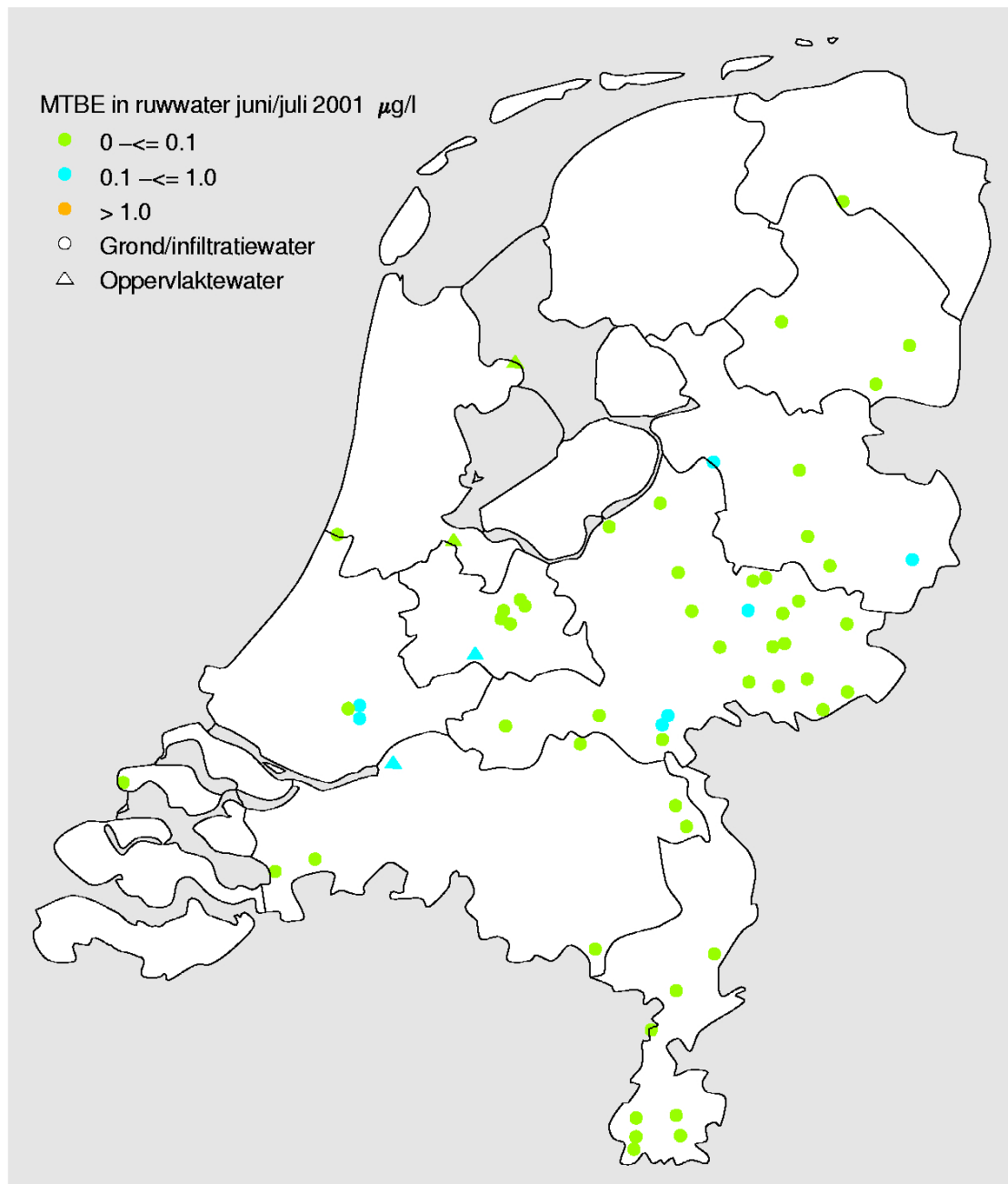
De resultaten van meetreeks 1 zijn in tabel 4.1. samengevat.

Tabel 4.1. Overzicht resultaten meetreeks 1

Soort	Aantal	Minimum	Maximum	Gemiddelde	≥ GSD	<RG
Oppervlaktewater	8	0.01	0.42	0.14	0	1
Oeverinfiltraat	2	0.03	0.04	0.03	0	0
Grondwater	52	0.01	0.41	0.06	0	21

GSD: aantal monsters boven de geur- en smaakgrens van 15 µg/l

< RG: aantal monsters onder de rapportagegrens van 0.01 µg/l

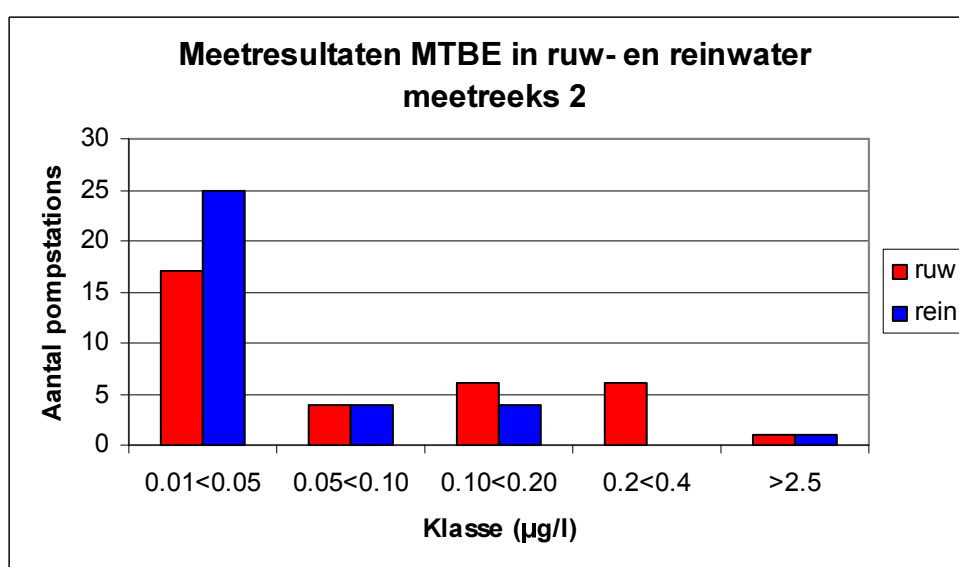


Figuur 4.2. Meetresultaten MTBE in ruwwater (meetreeks 1: juni/juli 2001) van grondwaterwinningen en innamepunten van oppervlaktewater.

4.2 Meetreeks 2 (september/oktober 2001)

4.2.1 Ruwwater en reinwater

Een aantal pompstations waarvan de concentraties in de monsters ruwwater bij de eerste meetreeks boven de rapportagegrens ($0.01 \mu\text{g/l}$) lagen zijn nogmaals bemonsterd. Daarnaast zijn nog een aantal andere pompstations bemonsterd. Bij alle pompstations zijn monsters voor zowel ruw- als reinwater genomen. Er werden 49 ruwwater monsters genomen en 45 reinwater monsters (er werden in totaal 50 pompstations in deze metingen betrokken). De resultaten zijn weergegeven in de figuren 4.3., 4.4. en 4.5. De individuele meetresultaten van de tweede meetreeks voor de MTBE concentraties zijn opgenomen in bijlage 3.



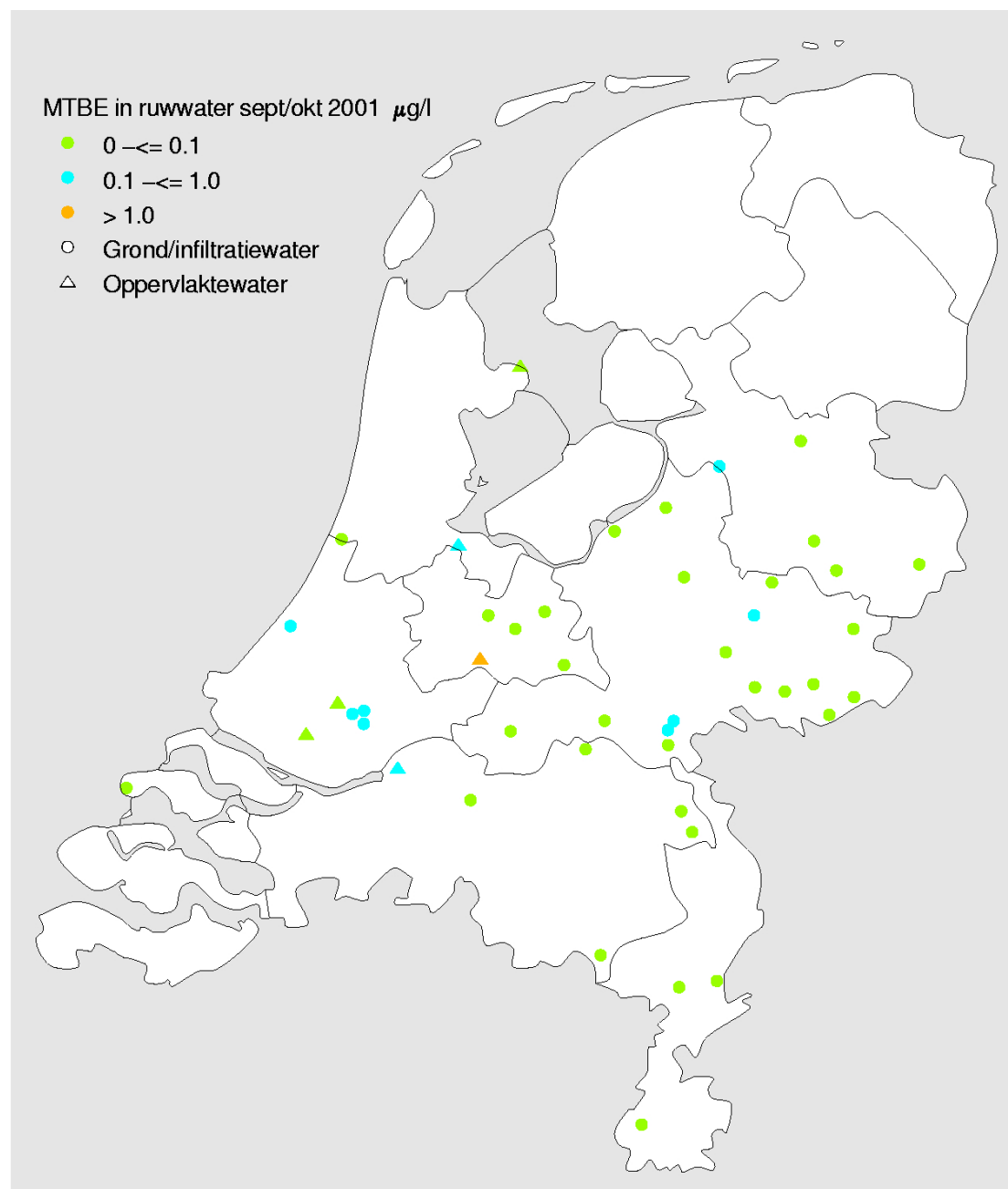
Figuur 4.3. Meetresultaten MTBE in ruw- en reinwater (meetreeks 2: september/oktober 2001) van grondwaterwinningen en innamenpunten van oppervlaktewater.

De gemiddelde concentratie MTBE in de **ruwwatermonsters** was $0.13 \mu\text{g/l}$. Dit gemiddelde wordt sterk beïnvloed door de relatief hoge waarden van de oppervlaktewatermonsters. De hoogste aangetroffen concentratie was $3.2 \mu\text{g/l}$ in het ingenomen oppervlaktewater uit het Lekkanaal bij Nieuwegein (deze waarde lag bij de eerste meetreeks een stuk lager: $0.18 \mu\text{g/l}$). Alle overige ruwwatermonsters (zowel grondwater als oppervlaktewater) bevatten een concentratie $< 0.5 \mu\text{g/l}$. De gemiddelde concentratie MTBE in **reinwater** (drinkwater) was $0.09 \mu\text{g/l}$ en de hoogst gemeten waarde $2.9 \mu\text{g/l}$. Deze hoogste waarde was uitzonderlijk aangezien de op één na hoogste concentratie slechts $0.14 \mu\text{g/l}$ was. De resultaten van meetreeks 2 zijn in tabel 4.2. samengevat.

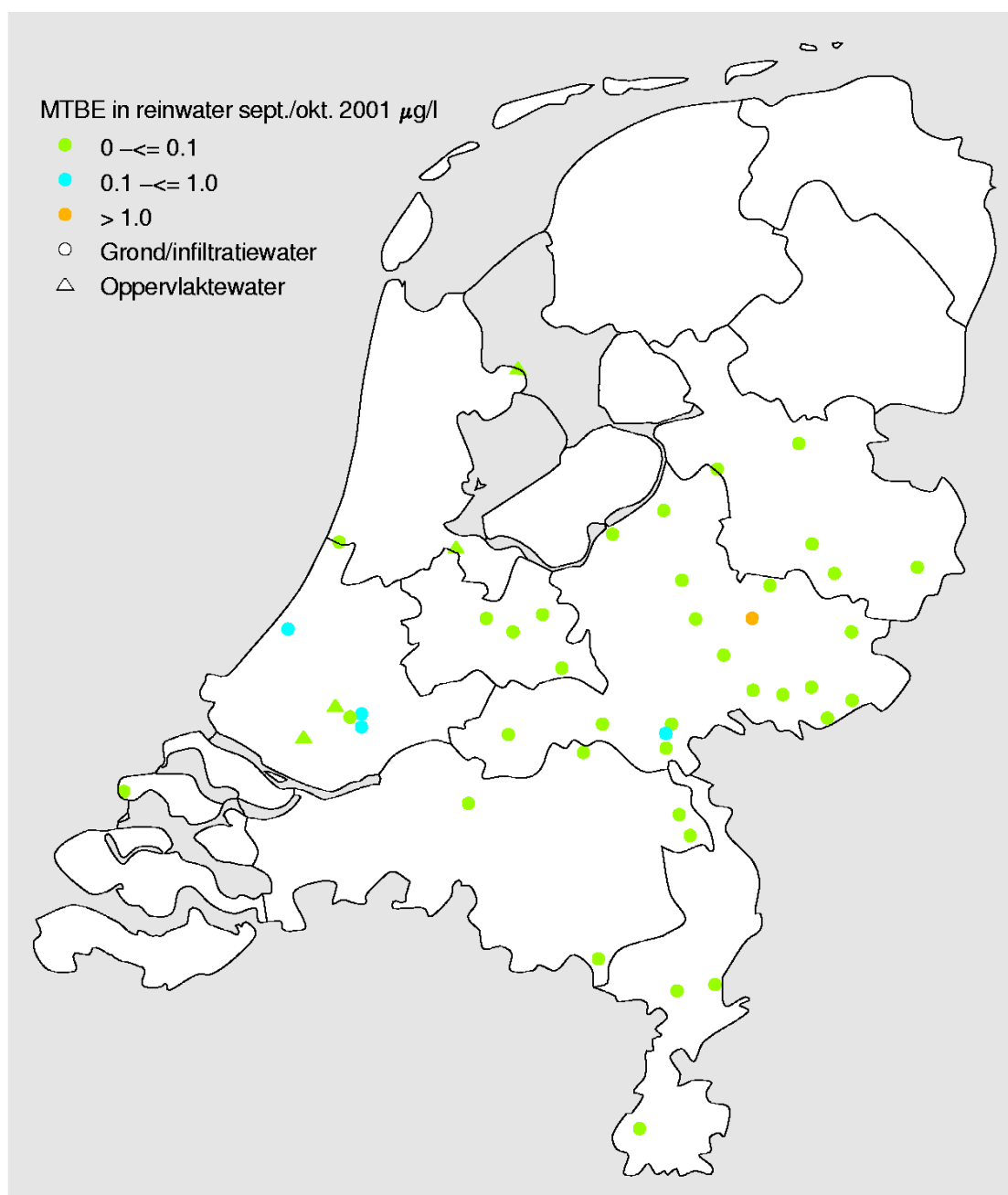
Tabel 4.2. Overzicht resultaten meetreeks 2

Soort	Aantal	Minimum	Maximum	Gemiddelde	≥ GSD	<RG
Oppervlaktewater ruwwater	9	0.01	3.2	0.47	0	0
Oeverinfiltraat ruwwater	4	0.03	0.22	0.08	0	0
Grondwater ruwwater	36	0.01	0.30	0.05	0	15
Reinwater	45	0.01	2.9	0.09	0	10

GSD: aantal monsters boven de geur- en smaakgrens van 15 µg/l
 < RG: aantal monsters onder de rapportagegrens van 0.01 µg/l



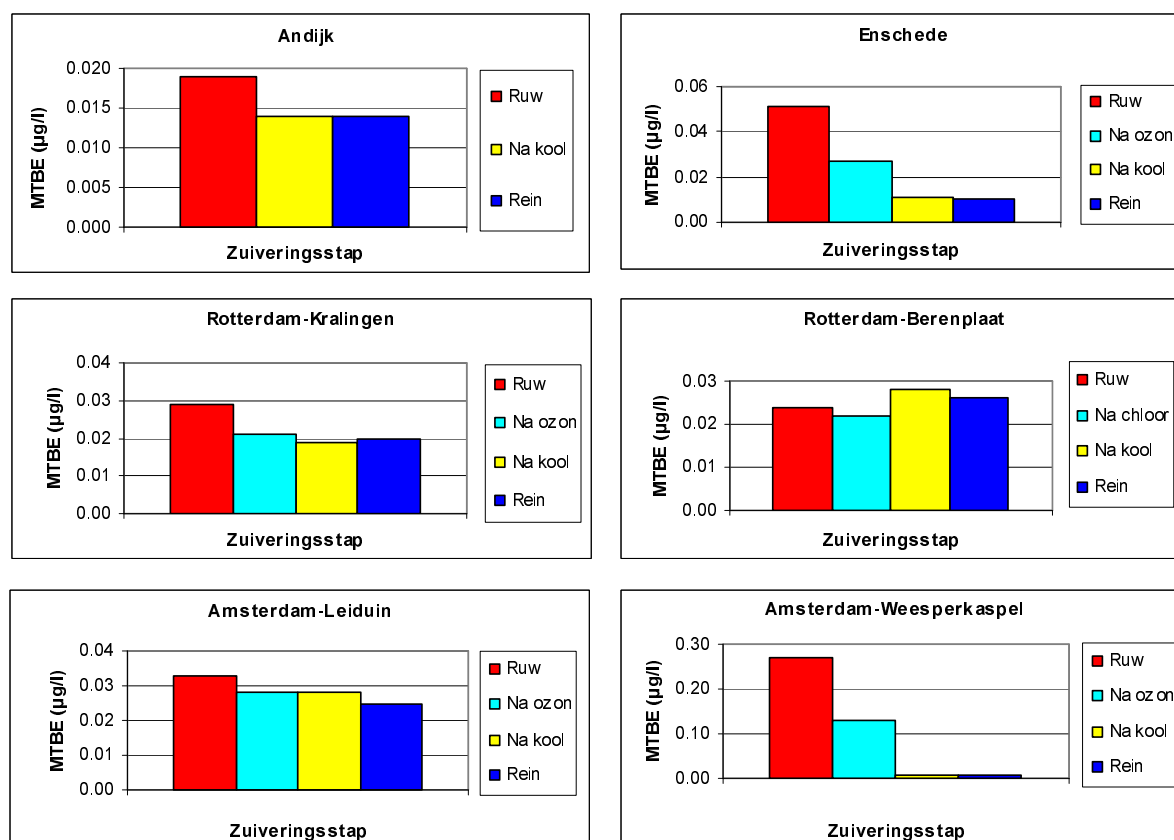
Figuur 4.4. Meetresultaten MTBE in ruwwater (meetreeks 2: september/oktober 2001) van grondwaterwinningen en innamepunten van oppervlaktewater.



Figuur 4.5. Meetresultaten MTBE in reinwater (meetreeks 2: september/oktober 2001) van grondwaterwinningen en innamenpunten van oppervlaktewater.

4.2.2 Zuiveringsstappen

Bij enkele pompstations werden monsters genomen na de verschillende zuiveringsstappen (zoals ozonisatie en actieve koolfiltratie). Dit is gedaan bij de pompstations van Andijk, Enschede-Weerseloseweg, Rotterdam-Kralingen, Rotterdam-Berenplaat, Amsterdam-Leiduin en Amsterdam-Weesperkaspel. De resultaten van de verschillende zuiveringsstappen zijn weergegeven in figuur 4.6. (de resultaten voor ruwwater en reinwater zijn tevens gebruikt in § 4.2.1.)



Figuur 4.6. Het effect van de verschillende zuiveringsstappen op de concentratie MTBE (µg/l) bij de tweede meetreeks (rapportagegrens 0.01 µg/l). Let op: de schaal van de grafieken verschilt!

In het algemeen neemt de MTBE concentratie tijdens de zuivering af. De verlaging van MTBE concentratie ten opzichte van ruwwater lijkt na beluchting/ozonisatie plaats te vinden. Actieve koolfiltratie lijkt geen invloed te hebben op de concentratie. De grootste afname in het reinwater ten opzichte van ruwwater is zichtbaar bij Amsterdam-Weesperkaspel. De concentratie MTBE in reinwater is daar vergelijkbaar met de concentratie in reinwater bij de andere pompstations, maar het ruwwater heeft een relatief hoge concentratie MTBE (factor tien hoger dan bij de overige pompstations). Bij Rotterdam-Berenplaat is een lichte toename in MTBE concentratie waar te nemen. De oorzaak hiervoor is onbekend. Het is erg lastig aan de hand van deze resultaten heldere conclusies te trekken, gezien de geringe concentratie verschillen.

4.2.3 Individuele pompputten

Op enkele locaties (pompstations) werden een aantal individuele grondwaterputten bemonsterd. Het betrof: Bergen op Zoom, Lent en Zutphen (de resultaten voor ruwwater en reinwater voor Lent en Zutphen worden tevens gebruikt in §4.2.1.; de resultaten van Bergen op Zoom worden alleen in § 4.2.3. gebruikt). De concentraties MTBE van de verschillende grondwaterputten bij de pompstations van Lent en Bergen op Zoom verschilden nauwelijks. Bij de individuele grondwaterputten van het pompstation Zutphen werd één afwijkende waarde gevonden. Put 6-18 toonde een, ten opzichte van de overige putten, relatief hoge concentratie MTBE van 11.9 µg/l. Deze verontreiniging wordt toegeschreven aan een (bekende) puntbron in de directe omgeving (een benzinstation).

In bijlage 3 zijn de resultaten van de individuele putten uit Bergen op Zoom, Lent en Zutphen weergegeven.

5. Discussie

Ten behoeve van de eerste meetreeks werd de concentratie MTBE in het ruwwater van 62 pompstations bepaald. De concentratie MTBE in deze monsters was laag. De concentratie MTBE is bij 37% van de pompstations lager dan de rapportagegrens ($<0.01 \mu\text{g/l}$) en slechts 15% van de bemonsterde pompstations heeft een waarde hoger dan $0.1 \mu\text{g/l}$. De hoogst gemeten waarde is $0.42 \mu\text{g/l}$.

Bij de tweede meetreeks werd in vrijwel alle monsters een concentratie hoger dan $0.01 \mu\text{g/l}$ aangetroffen. Dit bevestigt de resultaten uit de eerste meetreeks omdat in de tweede periode alleen die locaties zijn bemonsterd waar de concentratie $>0.01 \mu\text{g/l}$ was. De hoogst gemeten concentraties MTBE zijn $2.9 \mu\text{g/l}$ voor het reinwater van Zutphen en $3.2 \mu\text{g/l}$ voor het ruwwater bij innamenpunt Lekkanaal, Nieuwegein. Opvallend daarbij is dat in het ruwwater van Zutphen slechts $0.3 \mu\text{g/l}$ gemeten wordt. Van de verschillende putten in Zutphen, is één specifieke put (6-18) relatief veel hoger ($11.9 \mu\text{g/l}$) dan de overige putten. Het verschil tussen ruw- en reinwater moet waarschijnlijk gezocht worden in de opmenging/aanschakeling van de verschillende putten en het tijdsverschil tussen ruw- en reinwater. Het water in Nieuwegein is oppervlaktewater uit het Lekkanaal waarin de concentraties kunnen fluctueren. Dit wordt onderschreven door het verschil in de concentraties tussen de meetreeksen ($3.2 \mu\text{g/l}$ en $0.18 \mu\text{g/l}$).

Uit de resultaten blijkt dat MTBE voorkomt in ruw oppervlaktewater (rivieren) en in oevergrondwater. Dit volgt de verwachting aangezien MTBE een relatief mobiele stof is, die via rivieren relatief snel in het oevergrondwater zal weten door te dringen. In dit opzicht gedraagt de stof zich als enkele bekende bestrijdingsmiddelen, zoals bentazon en dikegulac.

Het ontbreken van een norm voor MTBE in drinkwater maakt het niet mogelijk de gevonden waarde (daaraan) te toetsen. De gevonden waarden zijn in het algemeen zeer laag. Enkele waarden geven aanleiding tot verder onderzoek, zoals in Zutphen waar naar aanleiding van de metingen in het ruwe water het probleem in put 6-18 achterhaald is. Slechts één ruwwatermonster en één reinwatermonster hebben een waarde groter dan $1 \mu\text{g/l}$. Geen van de gevonden concentraties in reinwater komt in de buurt van de smaak- en geurgrens zoals door US-EPA (1997) als maximum wordt aanbevolen.

Voor dit onderzoek zijn pompstations geselecteerd die relatief kwetsbaar zijn (kwetsbare grondwaterwinningen en vrijwel alle oppervlaktewaterwinningen). Het valt dus te verwachten dat het beeld voor de situatie in Nederland in het algemeen gunstiger (lagere concentraties) zal zijn. Aan de andere kant is in het verleden bij het saneren van benzinestations geen rekening gehouden met de stof MTBE en zouden 'verdachte' locaties (dus in de buurt van gesaneerde benzinestations en dergelijke) in de toekomst een probleem kunnen vormen.

6. Conclusies en aanbevelingen

6.1 Conclusies

Ruwwater

In de *periode juni/juli 2001* is een oriënterend meetprogramma uitgevoerd. De concentratie MTBE in **ruwwater** van 22 pompstations (in totaal werden 63 pompstations bemonsterd) was lager dan de rapportagegrens (0.01) µg/l. De overige ruwwatermonsters hadden waarden tussen 0.01 µg/l en 0.42 µg/l. De gemiddelde concentratie was 0.07 µg/l. Naar aanleiding van deze resultaten werden in de *periode september/oktober* de pompstations met een waarde boven de rapportagegrens bemonsterd. De concentratie MTBE in ruwwater was gemiddeld 0.13 µg/l. In totaal werden 51 pompstations bemonsterd. De concentraties in de monsters oppervlaktewater waren relatief hoog, met als hoogste waarde 3.2 µg/l (oppervlaktewatermonster uit het Lekkanaal bij Nieuwegein). De hoogste concentratie in de grondwatermonsters was 11.9 µg/l in een individuele grondwaterput nabij een benzinstation in Zutphen. De overige ruwwatermonsters (zowel grondwater als oppervlaktewater) bevatten concentraties MTBE lager dan 0.5 µg/l.

Reinwater (drinkwater)

De gemiddelde concentratie MTBE in **reinwater** (drinkwater) was 0.09 µg/l. De hoogste waarde was 2.9 µg/l bij het pompstation in Zutphen. Hiervoor is een aanwijsbare oorzaak, namelijk een verontreiniging in het waterwingebied. De gevonden waarde is lager dan de uit de literatuur bekende geur- en smaakgrens (range: 5 – 40 µg/l). De concentratie van 2.9 µg/l wordt uit gezondheidsoogpunt als veilig beschouwd. In alle overige reinwatermonsters was de concentratie MTBE lager dan 0.2 µg/l. Uit het onderzoek blijkt dat de concentratie MTBE in het Nederlandse drinkwater in het algemeen erg laag is. Voor de gevonden concentraties zijn, op basis van verschillende studies, geen gezondheidkundige effecten te verwachten.

Zuiveringsstappen

In het algemeen neemt de MTBE concentratie tijdens de zuivering af. Deze afname lijkt het grootste na beluchting en/of ozonisatie, actieve koolfiltratie lijkt geen invloed te hebben op de concentratie. Het is erg lastig aan de hand van deze resultaten heldere conclusies te trekken, gezien de geringe concentratie verschillen.

Individuele grondwaterputten

De resultaten van de individuele grondwaterwinputten verschilden onderling nauwelijks met uitzondering van één locatie, waar in één put een relatief hoge concentratie (11.9 µg/l) werd aangetoond. Het desbetreffende waterbedrijf heeft aan de hand van grondwaterstromen de bron van de verontreiniging kunnen lokaliseren (een nabij gelegen benzinstation). Deze situatie toont aan dat MTBE inderdaad zeer mobiel is en de voorbode van een 'verontreinigingspluim met meerdere benzinecomponenten' kan zijn.

6.2 Aanbevelingen

Het wordt aanbevolen om een screening uit te voeren naar de aanwezigheid van MTBE in grondwater in de omgeving van (gesaneerde) benzinestations in grondwaterbeschermingsgebieden. Hierbij moeten individuele pompputten en grondwaterstromen betrokken worden.

Het wordt aanbevolen om jaarlijks bij innamepunten van oppervlaktewater en in de grondstof van kwetsbare grondwaterwinningen MTBE te analyseren.

Indien uit toekomstig onderzoek blijkt dat het noodzakelijk is MTBE in het Waterleidingbesluit op te nemen ligt het voor de hand het voorzorgsprincipe te hanteren en MTBE als signaleringsparameter met een maximumwaarde van 1 µg/l toe te voegen.

Literatuur

EG (2001)

Publicatieblad van de Europese Gemeenschappen, Aanbeveling van de commissie 7 november 2001 inzake de resultaten van de risicobeoordeling en inzake de strategieën voor de beperking van de risico's voor de stoffen: acrylaldehyde; dimethylsulfaat; nonylfenol; fenol, 4-nonyl, vertakt; tert-butylmethylether, (2001)

EG (in voorbereiding, 2001)

Richtlijn van het Europees parlement en raad betreffende de kwaliteit van benzine en dieselbrandstof en tot wijziging van 98/70/EG, (in voorbereiding 2001)

EU (2001)

Risk Assessment, Tert-butyl methyl ether, CAS-No.:163-04-4, EINECS-NO.: 216-653-1, Draft version of 9/3/2001, European Chemicals Bureau, 2001 (<http://ecb.jrc.it/existing-chemicals/>)

Jonker N., F.W. van Gaalen, B.A. Baumann, R. Ritsema en J.F.M. Versteegh (1997).

Resultaten van het meetprogramma drinkwater 1996 voor een aantal niet routinematige parameters, RIVM rapport 703713003, Bilthoven, november 1997.

Jonker N., L. Breebaart, E.G. van der Velde, R. Ritsema, E.A. Hogendoorn en J.F.M. Versteegh (1998).

Resultaten meetprogramma drinkwater 1997, RIVM rapport 703713007, Bilthoven, oktober 1998.

Jonker N., N. Fullah, R. Ritsema, E.A. Hogendoorn en J.F.M. Versteegh (1999).

Resultaten meetprogramma drinkwater 1998, RIVM rapport 703713010, Bilthoven, december 1999.

Jonker N., J.Neele, R. Ritsema, E.A. Hogendoorn en J.F.M. Versteegh (2000).

Resultaten meetprogramma drinkwater 1999, RIVM rapport 703713013, Bilthoven, december 2000.

Langenhoff, A.A.M.

Methyl tertiary-butyl ether (MTBE), and it's occurrence in the Netherlands, TNO-MEP-R 2000/189, may 2000

Morgenstern, P.P., J.D. te Biesebeek, L. Breebaart, R. Ritsema en J.F.M. Versteegh (2001).

Resultaten meetprogramma drinkwater 2000, RIVM rapport 703713015/2001, Bilthoven, december 2001.

Stocking, A., I.H. Suffet, M.J. McGuire, M.C. Kavanaugh.

Implications of an MTBE odor study for setting drinking water standards, AWWA journal, March 2001

US-EPA-Fact Sheet.

Drinking Water Advisory: Consumer Acceptability Advice and Health Effects Analysis on (MtBE), December 1997

Versteegh J.F.M., F.W. van Gaalen, F.J. Kragt (1995/a).

Resultaten van het meetprogramma drinkwater, 1993 voor parameters uit het Waterleidingbesluit en enkele aanvullende parameters, RIVM rapport 731011006, Bilthoven, januari 1995.

Versteegh J.F.M., F.W. van Gaalen, B.A. Baumann, E. Smit en L. Vaas (1995/b).

Resultaten van het meetprogramma drinkwater, 1994 voor parameters uit het Waterleidingbesluit en enkele aanvullende parameters, RIVM rapport 731011009, Bilthoven, december 1995.

WHO (1996). Guidelines for drinking-water quality, Second edition,

Volume 2; Health criteria and other supporting information, World Health Organisation Geneva, 1996.

Bijlage 1 Verzendlijst

1	Mr. G.J.R. Wolters, Hoofdinspecteur VROM-Inspectie
2	Drs. J.A. Suurland, DGM Directeur Directie BWL
3	Ir. J. van der Vlist DG Milieubeheer
4	Mr J.Tesink, IBC-drinkwater, VI/N
5	Ir. G. Ardon, DGM, Directie BWL
6	Ir. W. Cramer, DGM, Directie BWL
7-11	VROM-Inspectie
12-34	Waterleidingbedrijven
35	Ir. PAM v.d. Veerdonk, VEWIN
36	Ing. A. Bannink
37-51	Hoofden Waterleidinglaboratoria
52	Dr. W.F.B. Jülich, RIWA-Rijn
53	Ing. J.A. Verheijden, RIWA-Maas
54	Dr. M. Schrap, RIZA
55	Drs. A. de Ruyter, DZH
56	Drs. M.N. Mons, Kiwa Water Research
57	Dr. Ir. Th.H.M. Noij, Kiwa Water Research
58	Prof. Ir. J.C. van Dijk, Kiwa Water Research
59	Depot Nederlandse Publikaties en Nederlandse Bibliografie
60	Dr. Ir G. de Mik Directeur RIVM/MEV
61	Prof. Ir. N.D. van Egmond, Directeur RIVM/MNP
62	Dr. P. van Zoonen
63	Dr. A. Henken
64	Ir. J. Kliet
65	Ir. H.J. van de Wiel
66	Dr. Ir. R.F.M.J. Cleven
67	Drs. J.H. Canton
68	Dr. W.H. Könemann
69	M. van Apeldoorn
70	Dr. R. Ritsema
71	Dr. J.L.M. de Boer
72	Ir. W. van Duyvenbooden
73	Dr. Ir. E.J.T.M. Leenen
74	Ir. A.H.M. Bresser
75	Drs. F.W. van Gaalen
76	Ing. L. Breebaart
77	W.H. Willemsen
78	Dr. R.T. Ghijsen, Gemeente Waterleidingen Amsterdam
79	Dr. ir. A.A.M. Langehoff, TNO MEP
80-95	Leden van de begeleidingscomissie
96-99	Auteurs
100	SBD/Bureau Voorlichting en Public Relations
101	Bureau Rapportenregistratie
102	Bibliotheek RIVM
103-120	Bureau Rapportenbeheer
121-130	Reserve-exemplaren

Bijlage 2 Resultaten eerste MTBE meetreeks (juni/juli 2001)

Pompstation nummer	Naam pompstation	Bedrijf	Grondwater/ Oppervlaktewater/ Oeverinfiltraat (G/O/I)	Concentratie MTBE (µg/l)	Duplo indien afwijkend (µg/l)
11	Amersfoort – Berg	HMN	G	0.02	
160	Bilthoven Beerschoten	HMN	G	< 0.01	
161	Bilthoven	HMN	G	< 0.01	
177	Soest	HMN	G	< 0.01	
178	Soestduinen	HMN	G	< 0.01	
180	Zeist	HMN	G	0.01	
16	Amsterdam-Weesperkaspel	GWA	O	0.03	
1181	Nieuwegein	WRK	O	0.18	
1183	Keizersveer	WBB	O	0.42	
87	Bergambacht	DZH	O	0.13	
105	Heerlen-Craubeek	WML	G	< 0.01	
124	Gronsveld(maas)-Ijzeren kuilen/Amby	WML	G	0.01	
130	Heerlen-Heer Vroendaal	WML	G	< 0.01	
139	Eys-Roodborn	WML	G	< 0.01	
140	Rijckholt-De Dommel	WML	G	< 0.01	
1185	Roosteren	WML	G	< 0.01	
138	Reuver	WML	G	< 0.01	
1191	Heel	WML	O	0.02	
28	Dalen-de Loo	WMD	G	< 0.01	
39	Leggeloo	WMD	G	< 0.01	
42	Emmen-Noordbargeres	WMD	G	< 0.01	
98	Groningen-de Punt	WBG	O	< 0.01	
232	Ommen-Archemerberg	WMO	G	< 0.01	
240	Goor-Herikerberg	WMO	G	0.01	
242	Holten	WMO	G	0.01	
249	Witharen	WMO	G	n.b.*	
250	Zwolle	WMO	G	0.17	
53	Twentekanaal	WMO	O	0.18	
93	Lekkerkerk	HZH	G	0.18	
115	Hendrik Ido Amb	HZH	G	0.16	
257	Ridderkerk	HZH	G	0.08	
214	Dinxperlo	WG	G	0.01	
215	Doetinchem	WG	G	0.01	
216	Eibergen	WG	G	0.05	
217	Gorssel-Wogbos	WG	G	< 0.01	
218	Harfsen	WG	G	0.03	
219	Oude Kaste	WG	G	< 0.01	
220	Het Klooster	WG	G	< 0.01	
223	Lochem	WG	G	< 0.01	
226	Vorden	WG	G	< 0.01	
227	Zutphen-Vierakker	WG	G	0.10	
1052	Aalten-'t Loohuis	WG	G	0.01	
64	Druten	WG	G	0.04	
69	De Haere	WG	G	0.01	
70	Harderwijk	WG	G	0.09	
73	Lent	WG	G	0.12	
79	Waardenburg (Kolff)	WG	G	0.01	
1053	Varsseveld	WG	G	0.01	
1176	Wehl-Plakslag	WG	G	0.01	
198	Nijmegen-Heumensoord	NUON	G	0.01	
199	Nijmegen-Nieuwe Markt	NUON	G	0.41	

Pompstation		Bedrijf	Grondwater/ Oppervlaktewater/ Oeverinfiltraat (G/O/I)	Concentratie MTBE (µg/l)	Duplo indien afwijkend (µg/l)
Nummer	Naam pompstation				
201	Boxmeer	WOB	G	0.05	
202	Budel	WOB	G	0.05	
205	Macharen	WOB	G	0.08	
209	Vierlingsbeek	WOB	G	0.01	
182	Andijk	PWN	O	0.02	0.03
1184	Amsterdam-Leiduin	GWA	O/I	0.04	
22	Bergen op Zoom - Mondaf	WNWB	G	< 0.01	
260	Roosendaal-Borteldonk	WNWB	G	< 0.01	
304	Haamstede	DeltaN	O/I	0.03	
231	Ellecom	WG	G	0.01	
276	Apeldoorn	NUON	G	0.01	
1018	Apeldoorn-Schalterberg	NUON	G	0.01	

*monster verongelukt

Bijlage 3 Resultaten tweede MTBE meetreeks (september/oktober 2001)

Pompstation Nummer	Naam pompstation	Bedrijf	Grondwater/ Oppervlaktewater/ Oeverinfiltraat G/O/I	Concentratie MTBE		tevens na zuiverings stappen	Opmerking
				Ruw (µg/l)	Rein (µg/l)		
1052	Aalten - 't Loohuis	WG	G	0.01	0.01		
11	Amersfoort - Berg	HMN	G	0.02	0.02		
182	Andijk	PWN	O	0.02	0.01	*	
276	Apeldoorn	NUON	G	0.06	0.03		
1018	Apeldoorn - Schalterberg	NUON	G	n.b.	0.05		1)
126	Beegden	WML	G	0.01	0.02		
87	Bergambacht	DZH	O	0.15	geen		2)
201	Boxmeer	WOB	G	0.01	0.01		
202	Budel	WOB	G	0.01	0.01		
69	De Haere	WG	G	0.00	0.00		
214	Dinxperlo	WG	G	0.01	0.01		
215	Doetinchem - De Pol	WG	G	0.01	0.01		
64	Druten	WG	G	0.03	0.03		
216	Olden - Eibergen	WG	G	0.05	0.01		
231	Ellecom	WG	G	0.09	0.03		
53	Enschede - Weerseloseweg	WMO	O/I	0.05	0.01	*	3)
240	Herikerberg - Goor	WMO	G	0.00	0.00		
165	Groenekan	HMN	G	0.01	0.03		
124	Gronsveld - Ijzeren kuilen	WML	G	0.01	0.01		
304	Haamstede	DeltaN	O/I	0.03	0.03		
70	Harderwijk I	WG	G	0.00	0.00		
218	Harfsen	WG	G	0.03	0.04		
1191	Heel	WML	O	0.01	geen		4)
115	Hendrik Ido Ambacht	HZH	G	0.17	0.13		
242	Holten	WMO	G	0.01	0.01		
1183	Keizersveer	WBB	O	0.33	geen		
169	Leersum	HMN	G	0.01	0.01		
1184	Amsterdam - Leiduin	PWN	O/I	0.03	0.03	*	
93	Lekkerkerk	HZH	G	0.16	0.10		5)
73	Lent	WG	G	0.11	0.06		6)
205	Macharen	WOB	G	0.03	0.02		
1181	Nieuwegein	WRK	O	3.16	geen		7)
198	Nijmegen - Heumensoord	NUON	G	0.03	0.03		
199	Nijmegen - Nieuwe markt	NUON	G	0.21	0.13		
257	Ridderkerk	HZH	G	0.10	0.05		
259	Roermond - Asselt	WML	G	0.00	0.01		
263	Rotterdam - Kralingen	WBE	O	0.03	0.02	*	
94	Scheveningen	DZH	O/I	0.22	0.14		
261	Rotterdam Berenplaat	WBE	O	0.02	0.03	*	
53	Twentekanaal	WMO	O	0.25	Geen		
1053	Varsseveld	WG	G	0.02	0.01		
209	Vierlingsbeek	WOB	G	0.01	0.01		
286	Waalwijk	WNWB	G	0.01	0.02		
79	Waardenburg (Kolff)	WG	G	0.01	0.01		
16	Amsterdam - Weesperkarspel	GWA	O	0.27	0.01	*	
1176	Wehl - Plakslag	WG	G	0.00	0.01		

Pompstation nummer	Naam pompstation	Bedrijf	Grondwater/ Oppervlaktewater/ Oeverinfiltraat	Concentratie MTBE		tevens na zuiverings stappen	Opmerking
			G/O/I	Ruw (µg/l)	Rein (µg/l)		
249	Witharen	WMO	G	0.01	0.01		
180	Zeist	HMN	G	0.00	0.06		8)
227	Zutphen - Vierakker - Vierakker	WG	G	0.30	2.86		9)
250	Zwolle - Engelse Werk	WMO	G	0.14	0.06		

* Metingen na verschillende zuiveringsstappen

Ps.nr.	Naam pompstation	Bedrijf	G/O/I	Ruw (µg/l)	Na kool (µg/l)	Na ozon (µg/l)	Na chloor (µg/l)	Na H2O2 (µg/l)	Rein (µg/l)	Opm.
182	Andijk	PWN	O	0.02	0.01				0.01	
53	Enschede - Weerseloseweg	WMO	O/I	0.05	0.01	0.03		0.05	0.01	3)
1184	Amsterdam - Leiduin	PWN	O/I	0.03	0.03	0.03			0.03	
263	Rotterdam - Kralingen	WBE	O	0.03	0.02	0.02			0.02	
261	Rotterdam Berenplaat	WBE	O	0.02	0.03		0.02		0.03	
16	Amsterdam - Weesperkarspel	GWA	O	0.27	0.01	0.13			0.01	

Opmerkingen

geen = geen reinwater

1) nb = niet bepaald vanwege glasbreuk

2) Monster genomen vanaf het veer Vuren-Brakel

3) Ruw is hier na H₂O₂ en na infiltratie, het echte ruwe water wordt geleverd door het twentekanaal

4) Alleen ruwwater bemonsterd, PS in opstartfase, reinwater verwacht Dec. 2001.

5) Een ander verzamelmonster met andere putten gaf 0.149 µg/l

6) Ook nog vier aparte grondwater monsters!

7) Tijdens monsternamen werden slibkelders nabij innamenpunt Lekkanaal gereinigd

8) Ook een monster van ruw totaal genomen met een, met tri chloor ethyleen besmette put: 0.050

9) Er zijn ook individuele putten bemonsterd

Individuele pompputten

Pompstation nummer	Naam pompstation	ruw (µg/l)	rein (µg/l)
22	Bergen op Zoom - mondaf put 11a	0.01	
22	Bergen op Zoom - mondaf - mondaf put 12a	0.01	
22	Bergen op Zoom - mondaf - mondaf put 2a	0.01	
22	Bergen op Zoom - mondaf - mondaf put 2a duplo	0.01	
22	Bergen op Zoom - mondaf put 31	0.01	
22	Bergen op Zoom - mondaf put 33	0.01	
22	Bergen op Zoom - mondaf put 35	0.01	
22	Bergen op Zoom - mondaf put 37	0.01	
22	Bergen op Zoom - mondaf put 39	0.00	
22	Bergen op Zoom - mondaf put 41	0.00	
22	Bergen op Zoom - mondaf put 43	0.01	
22	Bergen op Zoom - mondaf put 45	0.00	
22	Bergen op Zoom - mondaf put 47	0.01	
22	Bergen op Zoom - mondaf put 49	0.00	
22	Bergen op Zoom - mondaf put 4a	0.01	
22	Bergen op Zoom - mondaf put 6a	0.01	
22	Bergen op Zoom - mondaf put 9a	0.01	
73	Lent	0.11	0.06
73	Lent-007	0.02	

Pompstation nummer	Naam pompstation	ruw (µg/l)	rein (µg/l)
73	Lent-008	0.05	
73	Lent-023	0.09	
73	Lent-024	0.19	
227	Zutphen - Vierakker - Vierakker	0.30	2.86
227	Zutphen - Vierakker put 1-9a	0.77	
227	Zutphen - Vierakker put 2	0.03	
227	Zutphen - Vierakker put 2 duplo	0.03	
227	Zutphen - Vierakker put 4	0.22	
227	Zutphen - Vierakker put 6-18	11.89	